

Hoofdstuk 8 Het weer

Inhoud	pagina
8.1 Inleiding	3
8.2 Het grote plaatje	4
8.2.1 De atmosfeer	
8.2.2 Troposfeer en tropopauze	
8.2.3 Luchtdruk	
8.2.4 Seizoenen	
8.2.5 De straalstroom	
8.2.6 Luchtstromingen en luchtsoorten	
8.3 Drukgebieden	9
8.3.1 Hogedrukgebied	
8.3.1.1 Verticale stroming in hogedrukgebieden	
8.3.1.2 Horizontale stroming rond hogedrukgebieden	
8.3.2 Lagedrukgebied of depressie	
8.3.2.1 Verticale stroming in lagedrukgebieden	
8.3.2.2 Horizontale stroming rond lagedrukgebieden	
8.3.2.3 Ontstaan en verdwijnen van lagedrukgebieden	
8.3.3 Stroming tussen drukgebieden	
8.3.4 Isobaren	
8.4 Wind	16
8.4.1 Windrichting	
8.4.2 Windrichting bepalen op basis van een weerkaart	
8.4.3 Windsnelheid en windsterkte / windkracht	
8.4.3.1 Windsnelheid en isobaren	
8.4.4 Windstoten	
8.4.4.1 Windstoten tijdens stormdepressies	
8.4.5 De dagelijkse gang van de wind	
8.4.5.1 Vlagerige wind	
8.4.5.2 Windtoename overdag na wegtrekkend front	
8.4.6 Zeewind	
8.5 Fronten	24
8.5.1 Wat is een front	
8.5.2 Het ontstaan van fronten	
8.5.3 Warmtefront	
8.5.3.1 Bewolking en neerslag bij een warmtefront	
8.5.4 Koufront	
8.5.4.1 Bewolking en neerslag bij een koufront	
8.5.4.2 Koufronten bij stormdepressies	
8.5.5 Occlusie	
8.5.5.1 Bewolking en neerslag bij een occlusie	
8.5.6 Troggen	
8.5.7 Vores of convergentielijnen	

8.5.8	Frontale golven	
8.5.9	Oplossende fronten	
8.5.10	Hoogte fronten	
8.5.11	Jonge en oude depressies	
8.6	Weerkaarten	36
8.6.1	Wat is een weerkaart?	
8.6.2	Wat zien we op een weerkaart?	
8.6.2.a	Drukgebieden en isobaren	
8.6.2.b	Fronten	
8.6.2.c	Windsprongen	
8.6.2.d	Een rug van hogedruk	
8.6.3	Een serie weerkaarten lezen	
8.7	Wolken	41
8.7.1	Indeling van wolken	
8.7.2	Frontale wolken	
8.7.2.1	Bewolking bij een warmtefront	
8.7.2.2	Bewolking bij een koufront	
8.7.3	Stapelwolken	
8.7.4	De dagelijkse gang van de bewolking	
8.8	Neerslag	47
8.8.1	Neerslagvormen	
8.8.2	Buien	
8.8.3	De trekrichting van buien	
8.8.3.1	Afwijkende trekrichting bij onweersbuien	
8.8.3.2	Buien rond de molen en windrichting	
8.8.4	Onweersbuien	
8.8.4.1	Soorten onweersbuien	
8.8.5	Hoe te handelen bij een naderende bui?	
8.9	Een depressie trekt richting Nederland	59
8.9.1	De depressie trekt ten noorden langs	
8.9.2	De depressie trekt midden over ons land	
8.9.3	De depressie trekt ten zuiden langs	
8.9.4	De depressie trekt langs de kust naar het noorden	
8.9.5	De depressie trekt langs het oosten naar het noorden	
8.10	Informatiebronnen	62

Dit hoofdstuk is samengesteld door David Henneveld, sinds de jaren '70 met het weer bezig, eerst als hobby, later professioneel o.a. bij Defensie, waar hij zich wereldwijd met weer en klimaat bezighield. Sinds 2000 is hij werkzaam bij Weathernews in Soest als (maritiem) meteoroloog, waar hij weersinformatie verzorgt voor de offshore-industrie. Daarnaast is hij sinds 2008 als meteoroloog bij de molenwereld betrokken. Hij verzorgt voor het Gilde weercursussen, schrijft artikelen in de Gildebrief en verzorgt wekelijks op de website voor molenaars een weekend weerbericht.

Leden van het Gilde van Molenaars mogen hem voor vragen of informatie over het weer benaderen:

d.henneveld@casema.nl

8.1 INLEIDING

Voor een molenaar is kennis van het weer erg belangrijk. En van alle weersverschijnselen geldt dat zeker voor de wind. Zonder wind draait geen windmolen. Maar harde wind of windstoten kunnen ook een bedreiging vormen voor de molen. Ook kan een rustige, veilige weersituatie soms in korte tijd veranderen in een onveilige situatie.

Daarom dient een molenaar zicht te hebben op wat er gaande is in de lucht.

waarnemen

Een molenaar moet kunnen waarnemen wat er gebeurt: de wind draait, gaat harder waaien of neemt juist af, de bewolking verandert, de temperatuur daalt, welk soort neerslag valt er, enz.

Maar veranderingen waarnemen is van weinig nut als men niet weet wat de oorzaak van die verandering is. Men weet dan niet, wat er gaande is in de atmosfeer. En dus ook niet, of je als molenaar maatregelen moet nemen.

theoretische kennis

De praktische weerkennis die molenaars vroeger hadden, hebben wij nu niet meer. Iets daarvan moet een molenaar zich weer eigen gaan maken. Daarbij is ook enige theoretische kennis van het weer nodig om bij uiteenlopende weersomstandigheden de molen te kunnen bedienen.

En ook om te kunnen beslissen of onder de heersende omstandigheden of verwachtingen wel veilig gedraaid kan worden.

digitale hulpmiddelen

Gebruik daarbij 'ouderwetse' hulpmiddelen zoals de barometer en een windvaan. Maar maak ook gebruik van de hedendaagse middelen, zoals buienradar, windfinders, online gegevens van lokale weerstations e.d. Ze geven een goede aanvulling op de informatie die we nodig hebben.

Besef daarbij echter wel, dat ze hun beperkingen hebben.

Ze kunnen de eigen waarneming nooit vervangen want het weer houdt zich nooit precies aan weerberichten, verwachtingen, radarbeelden enz.

weerkaarten

Ook weerkaarten zijn belangrijke hulpmiddelen. Een weerkaart geeft een overzicht van de toestand van de atmosfeer op een bepaald moment. Met behulp van weerkaarten kan men ook zelf een globale lokale weersverwachting maken. Die moet daarna wel door waarneming ondersteund worden.

Het omgekeerde is ook leerzaam: neem je iets waar in de lucht, bekijk dan de weerkaart en probeer het waargenomen verschijnsel te verklaren.

In dit hoofdstuk worden de voornaamste weersverschijnselen besproken. Je leert samenhang zien tussen deze verschijnselen. En de betekenis ervan voor de molenaar. Ook krijg je theoretische kennis over weersverschijnselen.

En je leert weerkaarten te 'lezen'.

Dit hoofdstuk over het weer goed bestuderen alléén is niet voldoende.

Waarnemen van het weer én kennis van het weer moeten samen gaan. Zo raak je als molenaar steeds vertrouwd met uiteenlopende weersomstandigheden.

Naarmate men zich meer en langer met het weer bezighoudt, groeit het inzicht. De tijd die daarvoor nodig is, is echter langer dan de duur van de opleiding. Zich bezig houden met het weer kan echter elke dag. Beperk dat niet tot de uren die op de molen worden doorgebracht.

8.2 HET GROTE PLAATJE

8.2.1 De atmosfeer

Rond de aarde bevinden zich diverse luchtlagen als overgang naar de ruimte. Deze lagen zijn bij elkaar meer dan 1000 km dik. Voor ons is van belang de laag die zich direct om de aarde bevindt omdat daarin al het weer zich afspeelt. Dat is de Troposfeer met als overgang naar de volgende laag de Tropopauze.

troposfeer, tropopauze

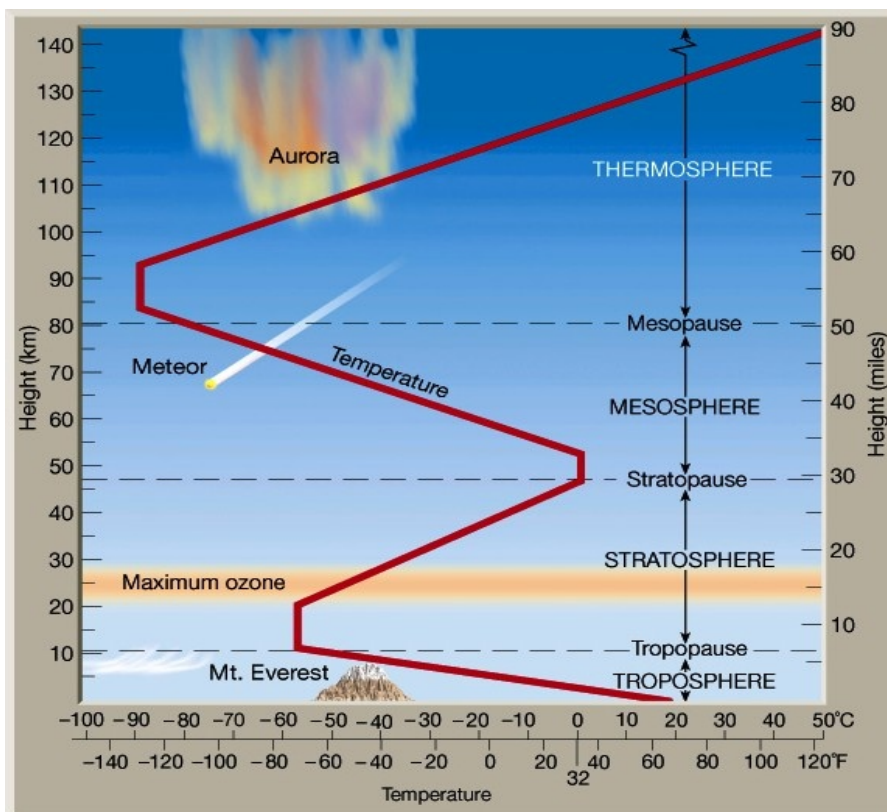


Fig. 8.2.1
De atmosfeer rond de aarde.

In de verschillende lagen daalt of stijgt de temperatuur bij toenemende hoogte.
(copyright KNMI)

8.2.2 Troposfeer en tropopauze

troposfeer

De troposfeer is de luchtlag waarin wij ons bevinden. Deze is gemiddeld 6-18 km dik en de dikte varieert per dag. Boven Nederland bedraagt deze door het jaar heen 6 tot 16 km, afhankelijk van het seizoen en de temperatuur. Dit verschil in dikte wordt veroorzaakt door temperatuurverschillen.

** lucht krimpt bij afkoeling en zet uit bij verwarming. Daarom is de troposfeer rond de evenaar het dikst en bij de polen het dunst.*

De temperatuur van het aardoppervlak heeft alleen invloed op de temperatuur van de lucht vlak boven de grond. Bij toenemende hoogte neemt die invloed snel af. Vandaar dat de lucht steeds kouder wordt naarmate je hoger komt.

De troposfeer wordt gekenmerkt door een temperatuurafname van gemiddeld 16°C op grondniveau tot gemiddeld -60 tot -70°C tussen 6-18 km hoogte. Houd als vuistregel aan: een temperatuur-afname van ca. 0,5°C per 100 m.

tropopauze

De bovenlaag van de troposfeer noemen we de tropopauze. Boven de tropopauze daalt de temperatuur niet verder maar neemt weer langzaam toe in de laag erboven. Opstijgende – dus afkoelende – lucht kan daarom niet verder stijgen dan tot de tropopauze. ‘Het weer’ komt daardoor nooit boven de tropopauze.

** de tropopauze vormt als het ware het deksel op de troposfeer waardoor opstijgende lucht niet kan ontsnappen in de ruimte.*

8.2.3 Luchtdruk*luchtdruk*

De lucht drukt – als gevolg van de zwaartekracht – op het aardoppervlak met een bepaald gewicht: de luchtdruk. De luchtdruk zal per dag en per plaats anders zijn, omdat de luchtkolom boven die plaats elke dag anders is voor wat betreft temperatuur en hoogte.

Deze twee factoren zijn bepalend voor de druk die we meten aan de grond.

** als de dikte van de luchtlaag door temperatuurverschillen verandert, verandert de hoogte van de luchtkolom boven die plaats en daarmee de luchtdruk aan de grond.*

Met het toenemen van de hoogte neemt ook de luchtdruk af. Dit komt doordat de luchtkolom boven je dan steeds kleiner wordt.

De hoogste druk wordt dan ook altijd gemeten op zeeniveau. In de bergen is de druk al veel lager; de lucht is ijler: minder luchtdeeltjes per volume.

** het gegeven dat de luchtdruk afneemt bij toenemende hoogte wordt bijv. toegepast in vliegtuigen om de hoogte te meten: een hoogtemeter is dus eigenlijk een barometer.*

*barometer**millibar, hectopascal*

Met een luchtdrukmeter – ofwel een barometer – wordt het gewicht gemeten van de kolom lucht boven het meetpunt. Meten kan zowel analoog – met kwik of een vloeistof - als digitaal. De eenheid is millibar of hPa (hectopascal). Beide eenheden hebben dezelfde waarde.

** alle luchtdrukmetingen worden herleid tot zeeniveau om vergelijken mogelijk te maken. Deze herleide waarden worden op de weerkaarten weergegeven.*

De gemiddelde luchtdruk op zeeniveau is 1013 millibar. De druk neemt per 9 meter hoogte ongeveer 1 millibar af.

Een voorbeeld: bedraagt de luchtdruk in Nederland – dat is ongeveer op zeeniveau - 1025 millibar, dan bedraagt deze in de bergen op bijv. 1800 meter hoogte nog maar 825 millibar ($1025 - 1800 / 9 = 825$).

De hoogste luchtdruk in Nederland gemeten ligt rond 1050 millibar, de laagste rond 955 millibar. Op wereldschaal kan het nog veel extremer: tussen 1070 en 880 millibar op zeeniveau.

De luchtdruk is geen dag hetzelfde en kan (snel) toe- of afnemen. Veranderingen van luchtdruk zijn een belangrijke voorbode dat er in de atmosfeer iets verandert. Daarom is een barometer een belangrijk instrument voor een molenaar om een beeld te krijgen van wat er gaande is in de lucht.

8.2.4 Seizoenen

We danken onze vier seizoenen (lente, zomer, herfst en winter) aan het feit dat de Noord-zuid-as van de aardbol onder een hoek staat ten opzichte van het vlak waarin de aarde om de zon draait. Deze hoek bedraagt ca. 66° .

Door deze schuine stand van de aardas verandert tijdens het draaien om de zon de stand van de aarde ten opzichte van de zon. Daardoor wordt de aarde niet gelijkmatig verwarmd. En zullen zich gedurende de seizoenen (grote) temperatuurverschillen van de lucht op aarde kunnen voordoen. Hoe groter de afstand tot de evenaar is des te groter worden de temperatuurverschillen van de lucht in de seizoenen.

** we kunnen de veranderende stand van de aarde t.o.v. de zon waarnemen door de baan van de zon boven de horizon.*

Op het noordelijk halfrond wordt deze in het voorjaar en de zomer hoger, in het najaar en de winter wordt deze lager. Zomers zijn daarom de dagen langer en is de verwarming door de zon sterker.

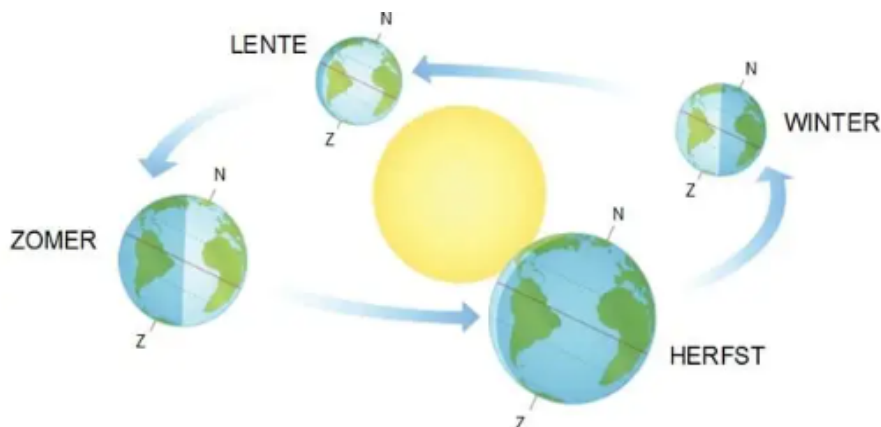


Fig. 8.2.4

De aarde draait om de zon. Door de schuine stand van de aardas verwarmt de zon afwisselend meer het noordelijke dan wel het zuidelijke halfrond.
(copyright
PeriodeAardrijkskunde)

8.2.5 De straalstroom

straalstroom

Om de aarde heen kronkelen op kilometers hoogte (boven 5 km) brede banden met zeer hoge windsnelheden, de straalstromen. Een soort 'windrivieren' of windtunnels van enkele honderden kilometers breed.

De straalstroom is geen continue stroom maar bestaat uit stukken en bochten met hogere of lagere snelheden. Deze liggen elke dag op een andere plaats en hebben wisselende snelheden.

** de straalstroom kan enorm hoge snelheden halen. Vanaf 118 km per uur spreken we van een straalstroom; dat is windkracht 12.*

De windsnelheden kunnen wel oplopen tot maximaal 350-400 km per uur.

polaire straalstroom

Voor ons weer is in het bijzonder de polaire straalstroom van belang. Dat is de scheidslijn tussen vrij zachte lucht op de Atlantische Oceaan rond de Azoren en veel koelere lucht rondom IJsland, Groenland en Noord-Scandinavië.

Rond de Azoren zijn de temperatuurverschillen het hele jaar door vrij gering vanwege de relatief warme zee. Op de Noordpool zijn de verschillen heel groot. Daardoor is in de herfst en winter het verschil in temperatuur aan weerszijden

polair front

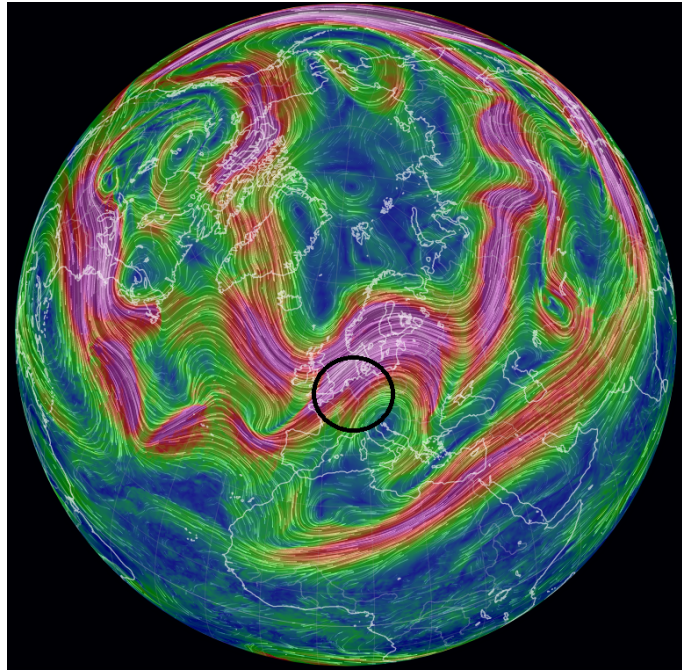
van deze scheidslijn (het polair front) veel groter dan in de zomer, niet alleen aan de grond maar vooral ook op hoogte (4 – 8 km). Hierdoor neemt de straalstroom in snelheid toe en worden depressies groter en actiever, met meer wind.

Fig. 8.2.5.1
Straalstromen

De straalstroom kent vele takken. en bochten.

Boven Nederland (in de cirkel) loopt de straalstroom hier van Zuidwest naar Noordoost.

Earth.nullschool.net, 13 okt. 2023



De straalstroom waait doorgaans vanaf Canada en de oostkust van Amerika naar Europa. En heeft daarmee grote invloed op het weer bij ons. Ze bepaalt de trekrichting en activiteit – o.a. de hoeveelheid wind en regen – van depressies in onze omgeving.

Door de golven ('slingers') in de straalstroom wordt de ene keer wat koudere, de andere keer wat warmere lucht aangevoerd.

Fig. 8.2.5
De polaire straalstroom

Deze slingert globaal van west naar oost over het noordelijk halfrond.



8.2.6 Luchtstromingen en luchtsoorten

luchtsoorten

De lucht in de troposfeer is niet overal hetzelfde. We onderscheiden verschillende luchtsoorten. Dat zijn enorme luchtmassa's, die bepaalde eigenschappen hebben en zich daarmee onderscheiden van andere luchtmassa's.

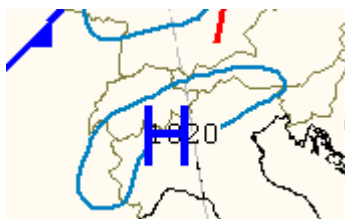
Het betreft in het bijzonder verschillen in temperatuur en vochtigheid. Die ontstaan als de luchtmassa zich langere tijd in een bepaald gebied bevindt. Bijvoorbeeld rond de polen, de oceaan of het vasteland.

<i>luchtstroming</i>	Ook zijn er algemene luchtstromingspatronen rond de aardbol, die de luchtsoorten in beweging brengen. De zich verplaatsende luchtsoorten zijn van invloed op het weertype dat we kunnen verwachten. We noemen de meest voorkomende stromingen:
<i>zuidwest circulatie</i>	Nederland kent vooral de 'zuidwest circulatie'. Er ligt een hogedrukgebied rond de Azoren en ten noorden van ons trekken depressies langs.
<i>maritiem-subtropische lucht</i>	Er wordt vanuit het zuidwesten relatief warme en tamelijk vochtige lucht aangevoerd vanaf de Azoren. Deze lucht noemen we maritiem-subtropisch. Dit is de lucht in de warme sectoren: na passage van een koufront trekt weer een andere luchtsoort binnen. De zuidwest stroming zorgt bij ons voor nogal wisselvallig weer. Ze voert veel bewolking aan met van tijd tot tijd regen en buien van allerlei typen, met en zonder onweer. Echter, geen winterse buien. In de late lente, zomer en vroege herfst voeren zuid- en zuidweststromingen vaak onweersbuien aan. <i>* de zuidwest-circulatie levert het klassieke weerpatroon voor West-Europa op, waarbij depressies vanaf de Atlantische Oceaan via Schotland naar Scandinavië trekken.</i>
<i>polaire lucht</i>	Bij een 'noordwest stroming' wordt tamelijk koude lucht aangevoerd, afkomstig van de regio IJsland/Groenland en soms zelfs Canada. Dit is polaire lucht. Bij het stromen over het steeds wat minder koud wordende zeewater verliest deze lucht wel de ergste kou voor het ons bereikt. Deze lucht treffen we doorgaans aan achter een koufront. Noordwest stromingen zorgen voor opklaringen maar voeren het hele jaar door ook polaire buien aan met lokaal een klap onweer. Ook west stromingen voeren soms dit soort buien aan. Dit is het meest voorkomende type bui in ons land.
<i>continentaal-polaire lucht</i>	Oostelijke stroming brengt ons doorgaans droge lucht. Zomers geeft dat aangenaam weer. In de winter vriest het vaak en soms valt er sneeuw. Deze lucht noemen we continentaal-polaire lucht. Stromingen uit het zuidoosten, oosten en noordoosten zijn vaak niet in staat buien op te leveren. De lucht is dan meestal te droog.
<i>continentaal-tropische lucht</i>	Zuidelijke winden brengen vooral in de zomer soms erg hete lucht naar ons land toe met maxima boven 35 graden. Vaak is deze luchtsoort ook wat vochtig, het wordt dan drukkend en benauwd. Dit is continentaal tropische lucht.

8.3 DRUKGEBIEDEN

** het weer wordt bepaald door hoge- en lagedrukgebieden*

8.3.1 Hogedrukgebied



Hogedrukgebieden zijn gebieden waar aan de grond de hoogste luchtdruk gemeten wordt. Op de weerkaart worden ze weergegeven met een (blauwe) **H**. Ze kunnen relatief klein zijn maar ook duizenden kilometers beslaan. Hogedrukgebieden verplaatsen zich doorgaans langzaam waarbij ze versterken of verzwakken.

De kern is vaak groot. Daar is de druk het hoogst; die ligt meestal tussen 1020 en 1050 millibar. Vanaf de kern naar buiten toe neemt de druk af.

8.3.1.1 Verticale stroming in hogedrukgebieden

dalende lucht

Hogedrukgebieden worden 'gevoed' door lucht die vanaf grotere hoogte – van 1 tot 10 km – wordt aangevoerd en dan daalt. In de kern is dus een stroming van boven naar beneden. De dalende lucht botst op de grond en stroomt dan weg naar alle kanten.

Omdat dit dalen rustig gebeurt, stroomt de lucht ook rustig weg over het aardoppervlak. Daarom is er rond een hogedrukgebied meestal weinig wind.

** op weerkaarten liggen rond een hogedrukgebied de isobaren vaak ver uit elkaar. (zie 8.6)*

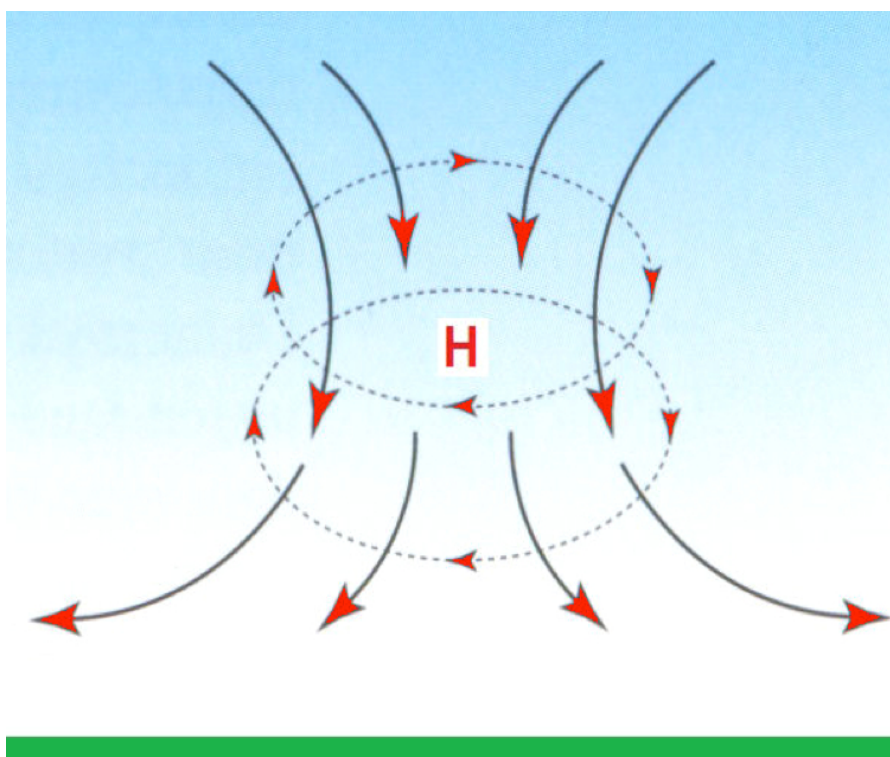


Fig. 8.3.1
Verticale stroming in een
hogedrukgebied.

De lucht warmt bij het dalen geleidelijk op, vandaar dat de pijlen rood zijn.

luchtoverschot

Zolang de toestroom van lucht van bovenaf groter is dan het wegstroom van de lucht aan de grond ontstaat een luchtoverschot. De luchtdruk blijft stijgen. Er komt letterlijk een 'bult' met lucht te liggen in de troposfeer die op de aardbodem drukt. De barometer gaat stijgen.

Wanneer de aanvoer van lucht op hoogte afneemt of ophoudt, neemt de luchtstroom omlaag ook af of stopt geheel. De luchtdruk in het centrum zal dan afnemen en het hogedrukgebied verzwakken of verdwijnen.

De dalende lucht in een hogedrukgebied wordt meer en meer samengedrukt en daardoor warmer. Deze drukverhoging zorgt namelijk voor een toename van de temperatuur.

** samenpersen van lucht veroorzaakt een stijging van de temperatuur.
Voel na het gebruik van een fietspomp maar eens aan de buis!*

stabiel weer

Door dit opwarmen wordt de lucht ook droger waardoor vaak de wolken verdwijnen.

Hogedruk gaat dan ook vaak gepaard met tamelijk zonnig weer in de lente, zomer en herfst. Dit noemen we stabiele lucht ofwel stabiel weer.

** in hogedrukgebieden krijgen we in het algemeen rustig weer met weinig wind en weinig bewolking.*

8.3.1.2 Horizontale stroming rond hogedrukgebieden

De dalende lucht stroomt altijd vanuit het hogedrukcentrum over het aardoppervlak naar buiten toe weg.

Coriolis-effect

Doordat de aarde een draaiende bol is bewegen luchtstromingen niet in een rechte lijn maar worden naar rechts afgebogen. (Coriolis-effect)

** hogedrukgebied: lucht stroomt vanuit het centrum weg - er is immers een teveel aan lucht - en buigt af met de wijzers van de klok mee.*

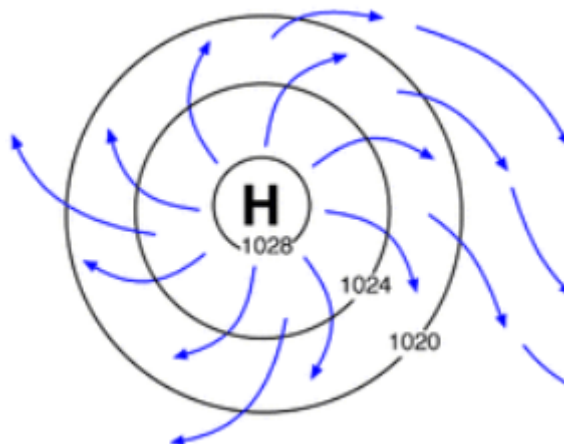


Fig. 8.3.1.1
Horizontale stroming vanuit een hogedrukgebied.

Een bovenaanzicht van de luchtstroming op grondniveau. De lucht stroomt naar buiten toe weg met de wijzers van de klok mee.

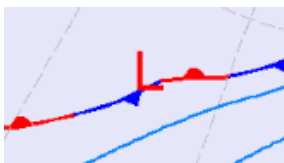
8.3.2 Lagedrukgebied of depressie

depressie

Lagedrukgebieden – ook wel: depressies – zijn gebieden, waar aan de grond de laagste luchtdruk gemeten wordt. Op de weerkaart worden ze weergegeven met een (rode) **L**.

De kern is vaak klein maar kernen kunnen soms ook wel duizenden kilometers beslaan.

Lagedrukgebieden verplaatsen zich soms langzaam maar ook vaak met een flinke



snelheid terwijl ze sterker worden ('uitdiepen') of verzwakken ('opvullen')
In de kern is de druk het laagst; die ligt meestal tussen 940 en 1010 millibar.
Vanaf de kern naar buiten toe neemt de luchtdruk toe.

Kenmerkend voor een lagedrukgebied is, dat de kern omsloten is door een isobaar. Als dat niet het geval is, spreken we niet van een depressie.
Er heerst op die plaats wel een lage druk. Mogelijk kan zich daar alsnog een depressie ontwikkelen. Door opeenvolgende weerkaarten te bekijken wordt dat duidelijk.

Een 'losse' L kan echter ook een restant van een depressie op hoogte aangeven.

8.3.2.1 Verticale stroming in lagedrukgebieden

Lagedrukgebieden worden 'gevoed' door lucht die vanaf de grond wordt aangevoerd en dan omhoog gezogen wordt.

De motor achter deze zuigkracht is de straalstroom.

In de kern is dus een luchtstroming van beneden naar boven. Omdat deze verticale luchtstroom – onder invloed van de straalstroom – vaak met grote snelheid gebeurt, stroomt ook de lucht over het aardoppervlak met grote snelheid toe. De druk in de kern kan dan snel afnemen van bijv. 1000 naar 970 millibar. Door de grotere drukverschillen in lagedrukgebieden waait het vaak veel harder dan rond hogedrukgebieden.

Dit geldt vooral in de herfst, winter en voorjaar, wanneer de straalstroom op zijn sterkst kan zijn ofwel veel lucht kan afvoeren.

** op weerkaarten liggen rond een lagedrukgebied de isobaren vaak dicht bij elkaar. (zie 8.6)*

stijgende lucht

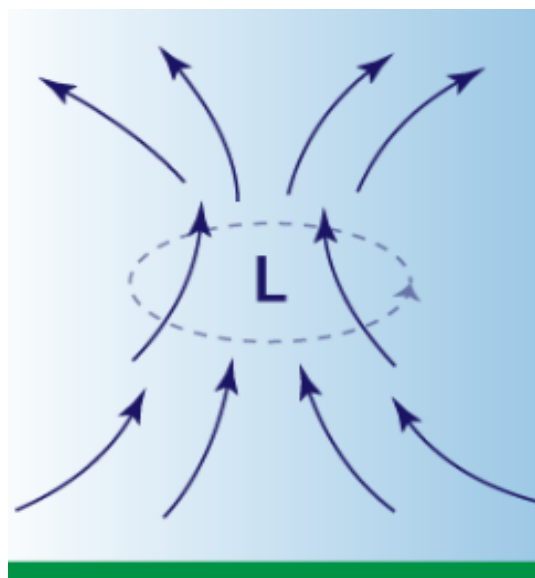


Fig. 8.3.2
Verticale stroming in een lagedrukgebied.

De lucht koelt bij het stijgen geleidelijk af, vandaar dat de pijlen blauw zijn.

Zolang de afvoer van lucht op hoogte groter is dan het toestromen van lucht over het aardoppervlak blijft er een luchttekort en zal de luchtdruk dalen. Er komt letterlijk een 'kuil' in de tropopauze te liggen. De luchtkolom die op die plaats op de aarde drukt is kleiner en de luchtdruk lager. De barometer daalt.

Wanneer de afvoer van lucht op hoogte afneemt of ophoudt, neemt de opwaartse luchtstroom ook af of stopt geheel. De luchtdruk in het centrum zal dan weer toenemen en het lagedrukgebied verzwakt ('vult op') of verdwijnt.

onstabiel weer

De opstijgende lucht in een lagedrukgebied zal uitzetten en afkoelen. Hierdoor vormen zich vaak wolken en valt er ook neerslag. Dit gebeurt het hele jaar door. Dit noemen we onstabiel weer; onrustig weer met wolken en buien.

Omdat de straalstroom in herfst, winter en voorjaar op zijn sterkst is, kunnen in die periode ook de drukverschillen groot zijn waardoor het harder zal waaien.

** in lagedrukgebieden is in het algemeen meer wind en veel bewolking.*

8.3.2.2 Horizontale stroming rond lagedrukgebieden

De lucht stroomt altijd over het aardoppervlak naar het lagedrukcentrum toe: daar is immers een luchttekort. Ook bij een lagedrukgebied gebeurt dat door de draaiing van de aarde niet langs rechte, maar langs gebogen lijnen.

** lagedrukgebied: lucht stroomt naar het centrum toe - er is immers een tekort aan lucht - en buigt af tegen de wijzers van de klok in.*

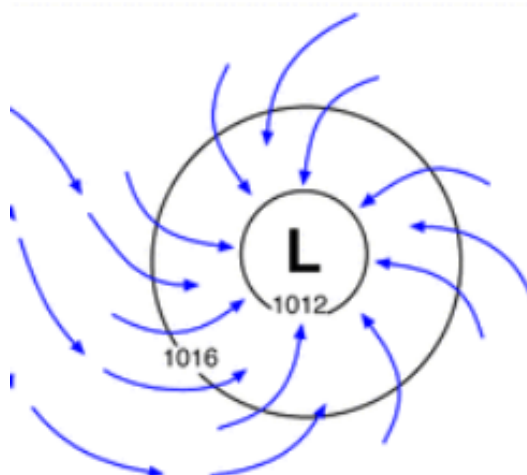


Fig. 8.3.2.1
Horizontale stroming naar een lagedrukgebied toe.

Een bovenaanzicht van de luchtstroming op grondniveau. De lucht stroomt naar het centrum toe tegen de wijzers van de klok in.

8.3.2.3 Ontstaan en verdwijnen van lagedrukgebieden

polair front

Depressies ontstaan langs het polair front, de scheidslijn tussen warmere lucht boven de Atlantische Oceaan en koude lucht van de Noordpool.

Bij het langs elkaar strijken van deze luchtmassa's ontstaat een golfvorm in het front die onder invloed van de straalstroom steeds verder indraait tot de bekende 'krul'.

fronten

Daarbij ontstaan ook de fronten, de scheidingsvlakken tussen deze luchtmassa's.

Depressies kennen een ontwikkeling vanaf hun ontstaan tot hun verdwijnen.

Bij jonge depressies neemt de luchtdruk soms flink af en kan het hard waaien. Ook valt daar de meeste neerslag.

Bij oudere depressies neemt de luchtdruk weer toe en de wind af. Ook worden de fronten voor wat betreft de neerslag minder actief.

Op zeker moment verdwijnt de depressie weer.

N.B. Vanwege de belangrijke betekenis van fronten voor het weer, wordt de vorming van depressies en fronten bij de paragraaf over fronten (8.5) uitgebreider besproken.

8.3.3 Stroming tussen drukgebieden

Hogedrukgebieden hebben een overschot aan lucht – die van hogerop in de atmosfeer wordt aangevoerd.

Lagedrukgebieden hebben een tekort aan lucht – die van onderaf afgevoerd wordt naar de hogere atmosfeer.

** omdat de natuur streeft naar evenwicht - dus overal gelijke druk - stroomt lucht altijd van hogedruk(gebieden) naar lagedruk(gebieden)*

De kortste weg zou daarbij zijn: rechtstreeks van hoge druk naar lage druk.

Echter, door de draaiing van de aarde gaat deze stroming met een bocht, vanuit het hogedrukgebied met de wijzers van de klok mee en naar een lagedrukgebied toen tegen de wijzers van de klok in.

De kracht die deze afwijking veroorzaakt noemen we de Corioliskracht.

** Coriolis kracht: door de draaiing van de aarde stroomt de lucht niet in een rechte lijn maar zal gaan afbuigen.*

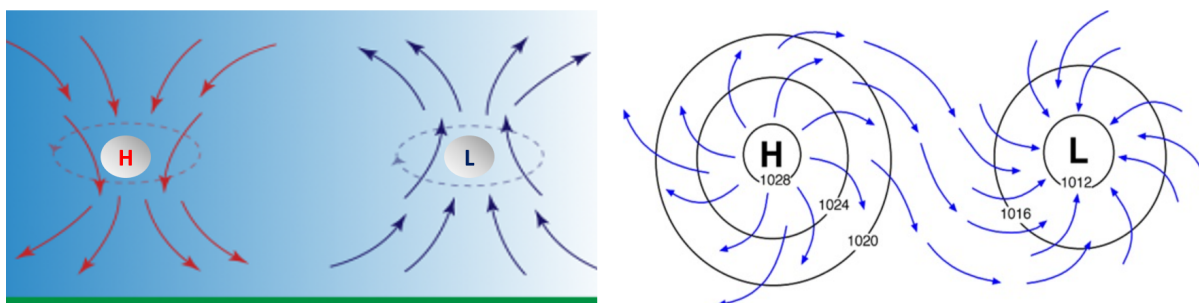


Fig. 8.3.3

Verticale stroming in drukgebieden (links) en horizontale stroming tussen drukgebieden (rechts).

Hogedrukgebieden en depressies werken perfect samen:

- vanuit een hogedrukgebied stroomt de lucht langs de grond naar een depressie.
- de depressie 'zuigt' deze lucht op (dat doet de straalstroom) en voert die weg op hoogte.
- elders hoopt de lucht zich weer op en gaat dalen. Daar vormt zich dan een hogedrukgebied of wordt een al aanwezig hogedrukgebied versterkt.

Zo is de circulatie rond waardoor na enig tijd zowel hoge- als lagedrukgebieden weer verdwijnen.

** de (horizontale) stroming van lucht noemen we wind.*

Hoe sterk de stroming tussen hoge- en lagedrukgebieden is – ofwel: hoe hard het waait – hangt af van de afstand én het drukverschil tussen die gebieden.

Lage- en hogedrukgebieden zijn in veel opzichten elkaars tegenpolen

Kenmerk	Hogedruk	Lagedruk
Druk	Hoog in centrum	Laag in het centrum
Verticale stroming	Vanaf hogere luchtlagen naar beneden	Vanaf de grond naar hogere luchtlagen
Horizontale stroming	Vanuit het centrum naar buiten toe	Van buitenaf naar het centrum toe
Stromingsrichting	Met de wijzers van de klok mee	Tegen de wijzers van de klok in
Omvang van de kern	Relatief groot	Klein en compact

Depressies en hogedrukgebieden wisselen elkaar af en daardoor hebben we wisselend weer. Soms beïnvloeden depressies wekenlang ons weer, met wind en regen, soms zijn het hogedrukgebieden die ons voor langere tijd zon en droogte geven.

8.3.4 Isobaren.

isobaren

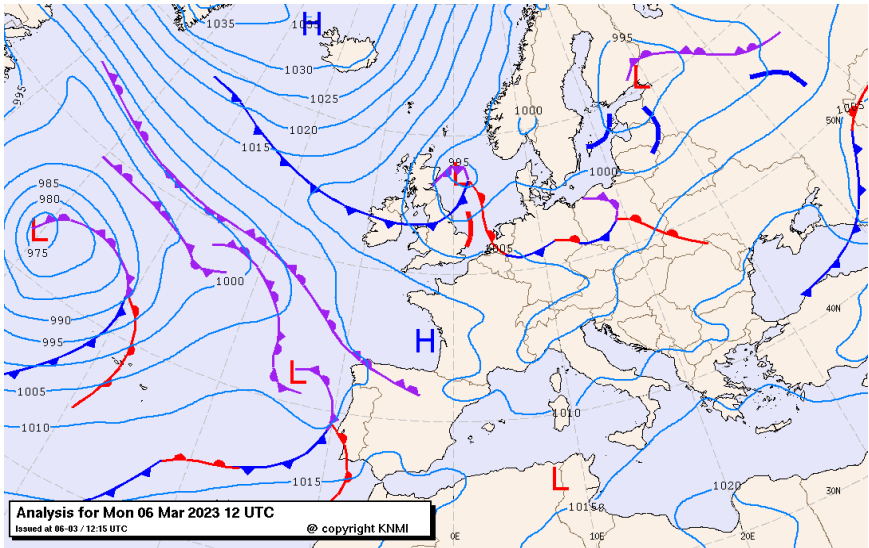
Om inzicht te krijgen in de luchtdrukverdeling op aarde, maken we gebruik van isobaren. Op een groot aantal plaatsen wordt de luchtdruk gemeten. Op basis van deze waarnemingen en van modelgegevens worden de isobaren getekend.

** door alle punten met gelijke luchtdruk te verbinden ontstaan ononderbroken vloeiende lijnen: de isobaren, ‘lijnen van gelijke luchtdruk’.*

Er tekenen zich dan patronen af die precies weergeven waar de hoge- en lagedrukgebieden liggen. De isobaren hebben hier vaak een ronde vorm. Isobaren kunnen ook vrij recht zijn of (sterk) gebogen. Zelfs kan er een knik in voorkomen.

Fig. 8.3.4.1
Isobaren op een weerkaart

Isobaren worden als dunne blauwe lijnen getekend. Ze horen bij een hoge- of lagedrukgebied. In een isobaar is het drukgetal vermeld. Waar een isobaar een front snijdt, kent deze vaak een knik.



** isobaren laten de positie van drukgebieden zien. Omdat de wind de isobaren volgt – zij het onder een kleine hoek – geven ze ook informatie over de windrichting (zie Fig. 8.4.2).*

In het algemeen geldt:

Hoe groter het luchtdrukverschil tussen twee plaatsen is, hoe sterker de stroming zal zijn. Ofwel: hoe harder het zal waaien.

De isobaren liggen in die situatie dicht(er) bij elkaar.

En: hoe kleiner het luchtdrukverschil tussen twee plaatsen is, hoe zwakker de stroming zal zijn. Ofwel: hoe zwakker de wind waait.

De isobaren liggen dan verder uit elkaar.

Precies in de kern van een hoge- of lagedrukgebied staat nauwelijks wind. De drukverschillen zijn daar erg klein dus er ontstaat niet of nauwelijks stroming. Om de kernen heen vinden we dan de windvelden terug.

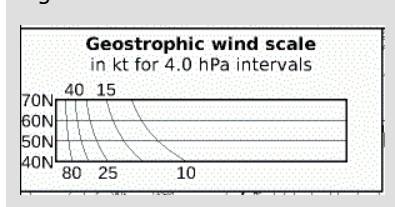
De sterkste windvelden liggen doorgaans aan de ZW/W-kant van een depressie.

windvelden

** Isobaren op een KNMI-weerkaart geven niet aan hoe hard het waait;*

Aan de hand van het isobarenpatroon schatten hoe hard het waait is voor niet-meteorologen moeilijk. Het isobarenpatroon geeft ons echter wél een indicatie of er toenemende of afnemende wind te verwachten is.

Fig. 8.3.4.2



Opm: Op Bracknell-weerkaarten staat een wind-schaal, waarmee de windsterkte op een bepaalde positie kan worden afgelezen. (Zie fig. 8.6.1)

Neem op die positie de afstand tussen twee isobaren tussen een steekpasser en zet die – op de juiste breedte - uit op de windschaal linksboven in de kaart. Je leest dan de windsnelheid in knopen (kt).

Voorbeeld: als de afstand tussen de passer op 40° N.Br. een windsterkte van ca. 25 kt. oplevert, is dat op 70° N.Br. maar ca. 15 kt.

Eénzelfde afstand tussen twee isobaren betekent op lagere breedte dus een hardere wind dan op hogere breedte.

8.4 WIND

**wind: stroming (verplaatsing) van lucht*

De wind waait altijd van hoge naar lage druk. De windrichting maakt daarbij een kleine hoek met de isobaren.

Wet van Buys Ballot

** als men met de rug in de wind gaat staan, bevindt het lagedrukgebied zich links en het hogedrukgebied rechts (Wet van Buys Ballot).*

De 'motor' achter de wind is dus drukverschil. Maar de gesteldheid van het aardoppervlak is ook van invloed op de wind. Ruwheid van de grond, bebouwing, bossen en steden hebben een sterk afremmende invloed op de wind en kunnen deze vlagerig maken.

Dat verklaart waarom weerberichten vaak vermelden, dat de windsnelheid boven zee en het IJsselmeer wat hoger is dan boven land.

Als de molen bijvoorbeeld aan de rand van een groot meer staat, blijkt ook dat de wind er veel constanter is wanneer deze vanaf het water waait dan vanaf het land.

Tussen 1200 en 1500 meter hoogte zijn deze remmende grondinvloeden zo goed als verdwenen. De windsnelheid zal dan ook vaak toenemen met de hoogte en dat kan soms heel snel gaan.

Die hogere windsnelheden op hoogte veroorzaken soms windstoten of een vlagerige wind (zie 8.4.4)

Voor de molenaar zijn zowel de windrichting als de windsterkte belangrijk.

8.4.1 De windrichting

Lucht stroomt van een gebied met hoge druk (luchtoverschot) naar een gebied met lage druk (luchttekort). De wind volgt daarbij – onder een kleine hoek van ca. 10 à 20° – de isobaren, zoals we hierboven al zagen (zie 8.3.4). Boven zee is deze hoek kleiner dan boven land vanwege de geringere weerstand.

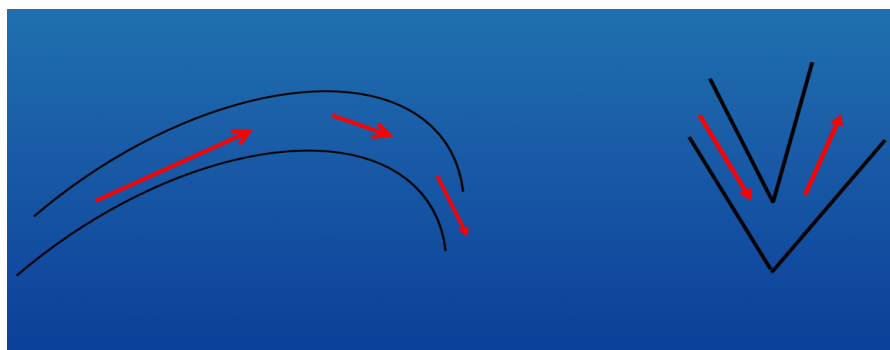


Fig. 8.4.1
De wind volgt ongeveer de richting van de isobaren.

Bij een kromming of knik in de isobaar zal dan ook de wind geleidelijk of zelfs plotseling van richting veranderen.

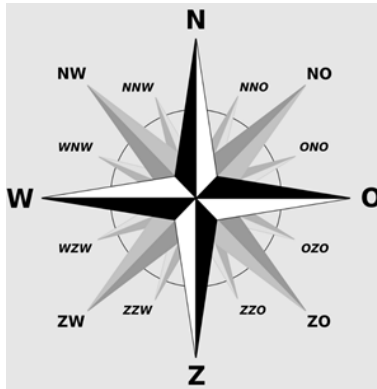
ruimende wind

** verandert de windrichting met de wijzers van de klok mee, dan noemen we dat 'ruimend'.*

krimpende wind

Verandert de windrichting tegen de wijzers van de klok in, dan noemen we dat 'krimpend'.

In welke richting de wind een isobaar volgt hangt ervan af of de wind richting een lagedrukgebied stroomt – tegen de wijzers van de klok in – of richting een hogedrukgebied – met de klok mee.



** verwacht je dat een kromming of een knik in een isobaar over de molen trekt, wees er dan op voorbereid dat de windrichting snel zal veranderen.*

De richting van de wind wordt benoemd naar waar de wind vandaan komt. Een zuidwestenwind waait altijd vanuit het zuidwesten, een westenwind vanuit het westen enz.

We benoemen de windrichting in overeenstemming met de (wind)streken op een kompas. We hanteren daarbij voornamelijk de hoofdwindstreken (Noord, Oost, Zuid en West) en de hoofdtussenstreken (NO, ZO, ZW en NW). Een nauwkeuriger onderverdeling (in NNO, ONO, OZO enz.) is voor een molenaar niet zo zinvol. Een globale aanduiding als: 'De wind is zuid/zuidoost' is voldoende duidelijk.

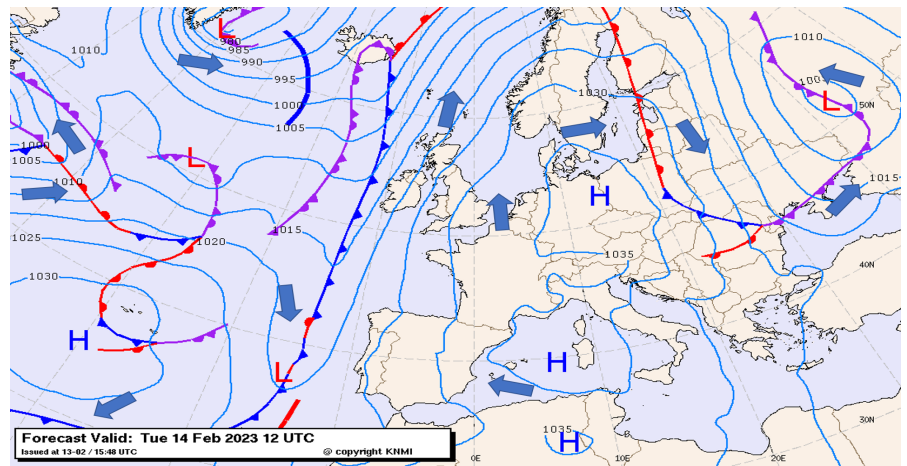
8.4.2 De windrichting bepalen op basis van een weerkaart

Als we weten waar de drukgebieden liggen en hoe de wind daar omheen draait, kunnen we de windrichting op een bepaalde plaats bepalen.

De vuistregels zijn daarbij:

- lucht stroomt vanaf een hogedrukgebied weg met de klok mee.
- lucht stroomt naar een lagedrukgebied toe tegen de klok in.
- de luchtstroom volgt onder een hoek van 10 à 20° de isobaren.

Fig. 8.4.2
De windrichting op een bepaalde plaats wordt bepaald door de positie t.o.v. de drukgebieden.



Ligt het hogedrukgebied:

- ten westen van Nederland -> een stroming uit het noordwesten tot noorden.
- ten zuiden van Nederland -> zuidwest tot westenwinden
- ten noorden van Nederland -> winden uit het noordoosten tot zuidoosten.
- ten oosten van Nederland -> zuidelijke winden.

Ligt het lagedrukgebied:

- ten westen van Nederland -> zuidelijke winden
- ten zuiden van Nederland -> oostelijke winden
- ten noorden van Nederland -> westelijke tot noordwestelijke winden
- ten oosten van Nederland -> noordelijke winden

** onze positie ten opzichte van het drukgebied is bepalend voor de windrichting op die plaats. De windrichting gaat dus veranderen als het drukgebied zich verplaatst.*

8.4.3 Windsnelheid en windsterkte/-kracht

De windsterkte aan de grond is belangrijk voor een molenaar. Met te weinig wind draait de molen niet, te veel wind kan risico's met zich meebrengen.

windsnelheid

De windsnelheid wordt gemeten op 10 meter hoogte. Vanwege wisselingen in de snelheid wordt de gemiddelde snelheid over 10 minuten genomen.

Windsnelheid kan op verschillende manieren worden weergegeven. In ons land doen we dat in meters per seconde of in kilometers per uur. Bracknell-kaarten hanteren knopen (knot, kt): mijlen per uur.

Schaal van Beaufort

windkracht

Vaak ook wordt de Schaal van Beaufort gebruikt, een 13-punts schaal (van 0 tot 12 Bft.)

De schaal van Beaufort geeft de windkracht aan – dus niet de snelheid – en is gebaseerd op de uitwerking van de wind op de mens en de omgeving. Om de windkracht aan te geven, wordt gebruik gemaakt van omschrijvingen als: zwak, matig, krachtig, stormachtig, zware storm e.d. Elke Beaufortschaal omvat een bereik van meerdere windsnelheden. Zo betreft Windkracht 6 – 6 Bft – windsnelheden tussen 39 en 49 km/u.

** weerberichten melden de reguliere wind meestal in omschrijvingen: 'De wind is zwak tot matig uit oostelijke richting.'*

Kracht*	Benaming	Windgemiddelde snelheid over 10 minuten (km/u)	Windgemiddelde snelheid over 10 minuten (m/sec)	Uitwerking boven land en bij mens
0	stil	0-1	0-0,2	rook stijgt recht of bijna recht omhoog
1	zwak	1-5	0,3-1,5	windrichting goed af te leiden uit rookpluimen
2	zwak	6-11	1,6-3,3	wind merkbaar in gezicht
3	matig	12-19	3,4-5,4	stof waait op
4	matig	20-28	5,5-7,9	haar in de war, kleding flappert
5	vrij krachtig	29-38	8,0-10,7	opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen, gekuifde golven op meren en kanalen en vuilcontainers waaien om
6	krachtig	39-49	10,8-13,8	paraplu's met moeite vast te houden
7	hard	50-61	13,9-17,1	lastig tegen de wind in te lopen of fietsen
8	stormachtig	62-74	17,2-20,7	voortbewegen zeer moeilijk
9	storm	75-88	20,8-24,4	schoorsteenkappen en dakpannen waaien weg, kinderen waaien om
10	zware storm	89-102	24,5-28,4	grote schade aan gebouwen, volwassenen waaien om
11	zeer zware storm	103-117	28,5-32,6	enorme schade aan bossen
12	orkaan	>117	>32,6	verwoestingen

Fig. 8.4.3
Tabel met verschillende weergaven van de windsnelheid/-kracht en omschrijvingen volgens Beaufort.

windstoot

Windstoten zijn kortdurende rukwinden of windvlagen van minstens 50 km/uur. Ze worden gemeten over 3 seconden en zijn altijd hoger dan de gemiddelde windkracht.

** weerberichten melden windstoten altijd in km/u*

8.4.3.a Winddruk

winddruk

De temperatuur van de lucht is ook van invloed op de druk van de wind op het gevlucht. Deze winddruk zal bij dezelfde windsnelheid in de winter groter zijn dan in de zomer. De oorzaak daarvan is dat koude lucht zwaarder is dan warme lucht. Koude lucht bevat meer luchtdeeltjes per m^3 – deze zitten dichter op elkaar – en is dus zwaarder ('dikker'). De wind levert dan méér energie.

Bij een oostenwind van 25 km/uur bij $+2^\circ\text{C}$ in het winterseizoen zal de molen dan ook sneller draaien dan bij een oostenwind van 25 km/uur bij 30°C in het zomerseizoen.

**bij gelijke windsnelheid draait de molen 's winters sneller dan 's zomers.*

8.4.3.1 Windsnelheid en isobaren

Eerder is al beschreven, dat de afstand tussen de isobaren bepalend is voor de windsnelheid.

Zolang die onderlinge afstand gelijk blijft, verandert de windsnelheid dus niet. Maar isobaren lopen niet altijd parallel aan elkaar. Komen ze dichterbij elkaar te liggen dan neemt de wind toe. De drukverschillen over kleinere afstanden zijn dan namelijk groter. Wijken ze verder uiteen dan neemt de wind af.

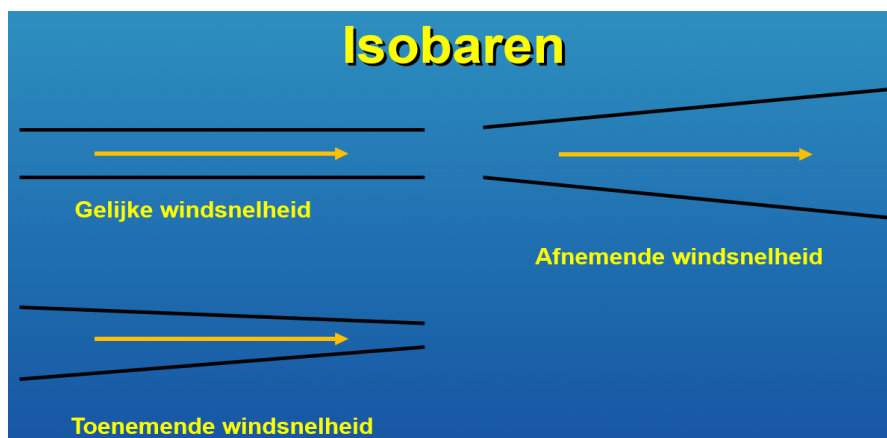


Fig. 8.4.3.1.1
Als de afstand tussen isobaren verandert, verandert ook de windsnelheid.

Verandering van de afstand tussen isobaren zien we nogal eens voorkomen wanneer ze doorsneden worden door een front.

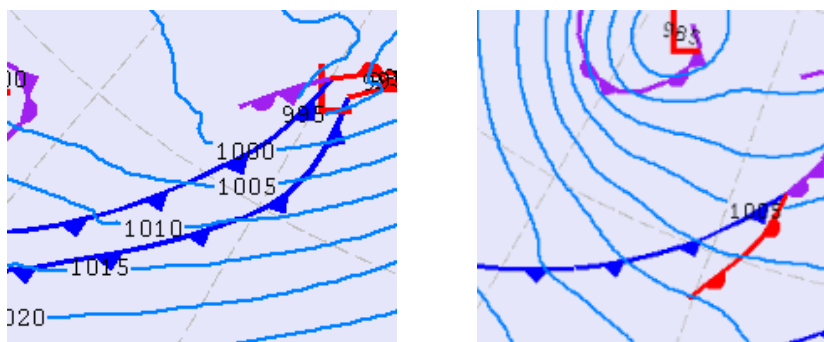


Fig. 8.4.3.1.2
Links: achter het tweede koufront neemt de wind af.
Rechts: achter het koufront neemt de wind toe.

8.4.4 Windstoten

Windstoten zijn korte pieken in de windsnelheid; ze liggen altijd boven de normale windsnelheid en duren maar enkele seconden. Ze komen vaak voor bij buien maar ook zonder buien komen soms flinke windstoten voor.

Windstoten worden gemeten in km/u, m/sec. of knopen. Ze liggen meestal tussen 60 en 120 km/u, maar halen in extreme gevallen soms wel 150 km/u. Dit hangt af van de zwaarte van de bui, het soort bui (regen, hagel, sneeuw of onweer) én hoe hard het waait op hoogte.

(zeer zware) windstoten

We spreken van windstoten (50- 74 km/u), zware windstoten (75-100 km/u) en zeer zware windstoten (101 km/u en hoger)

Windstoten zijn het gevaarlijks als ze bij een periode van weinig wind ineens komen opzetten.

windstoten bij buien

Eén oorzaak van windstoten bij zware (onweers-) buien is de neerslag.

De enorme massa omlaag vallend water – vele honderdduizenden liters – duwt heel veel lucht voor zich uit, die over het aardoppervlak gaat wegstromen.

Een tweede oorzaak is dat grote buien de windbanden op ca. 1 à 2 km hoogte – waar het vrijwel altijd harder waait dan aan de grond – verstoren en deels naar de grond afbuigen.

Door deze effecten wordt de wind aan de grond ineens versterkt: een windstoot.

** windstoten komen het meest voor aan de voorkant van een bui, in de buurt van de eerste neerslag.*

Belangrijk: windstoten doen zich pas voor als de wolk het buienstadium heeft bereikt én uitregent. Eerder niet! (zie 8.8.2)

Buiten buien om kunnen ook (lichtere) windstoten ontstaan wanneer door verwarming thermiekbellen ontstaan. (zie 8.4.5.1)

8.4.4.1 Windstoten tijdens stormdepressies

Bij stormdepressies doet zich nog een gevaar voor. Aan de grond waait het boven land dan al gauw 6-9 Bft, aan de kust wellicht 9 à 10 Bft. Op 300 tot 500 m. hoogte kan het dan wel 11 à 12 Bft waaien: zware storm tot orkaan!

Als vervolgens achter de stormdepressie de wind begint af te nemen, gebeurt dat vaak aan de grond eerder dan op enige hoogte. De wind aan de grond kan dan afnemen naar bijvoorbeeld 6 à 7 Bft maar er waait nog steeds een windkracht 10 à 11 Bft op 500 meter hoogte.

Van die wind op hoogte merk je niet zoveel – behalve dat de wolkenpartijen met grote snelheid voorbijkomen – dus de molenaar zou kunnen overwegen, nog even te draaien.

Echter, elke bui, hoe klein ook, kan dan wind-op-hoogte omlaag buigen en forse windstoten veroorzaken. Veel forser dan je zou verwachten!

8.4.5 Dagelijkse gang van de wind

Behalve de luchtdruk heeft ook de temperatuur (zonnearmte) invloed op de windsnelheid. Dit merken we tijdens perioden van rustig weer wanneer er weinig isobaren zijn, ofwel: geringe drukverschillen.

Door nachtelijke afkoeling zal de lucht zwaarder worden en vooral aan de

grond tot rust komen; de wind valt weg tegen de avond en in de nacht. Op enige hoogte (ca. 100 tot 1500 meter) blijft de wind echter gewoon doorwaaien, hoewel je daarvan aan de grond niets merkt.

Wanneer in de ochtend de zon opkomt, verwarmt de zon via de grond ook de lucht daarboven. De lucht wordt daardoor lichter en komt weer in beweging; het gaat (rustig) waaien. Aan het eind van de dag neemt de invloed van de zon af, waardoor de lucht afkoelt, zwaarder wordt en weer tot rust komt.

dagelijkse gang

Deze dagelijkse gang van de wind – 's morgens windstil – 's middags matige wind – 's avonds weer windstil – is een verschijnsel vlak boven het aardoppervlak.

Bij deze weersomstandigheden heeft het weinig zin de molen (te) vroeg op te zeilen. Ook al geeft de weersverwachting voor die dag bijvoorbeeld zwakke tot matige wind aan, pas in de loop van de ochtend wordt die windkracht bereikt.

Niet altijd begint de dag windstil: als het rond zonsopkomst al waait dan zal dit komen door een depressie in de buurt waardoor de isobaren dichter bij elkaar liggen. Ook dan kan er nog sprake zijn van een dagelijkse gang, maar die is minder waarneembaar dan bij windstil weer.

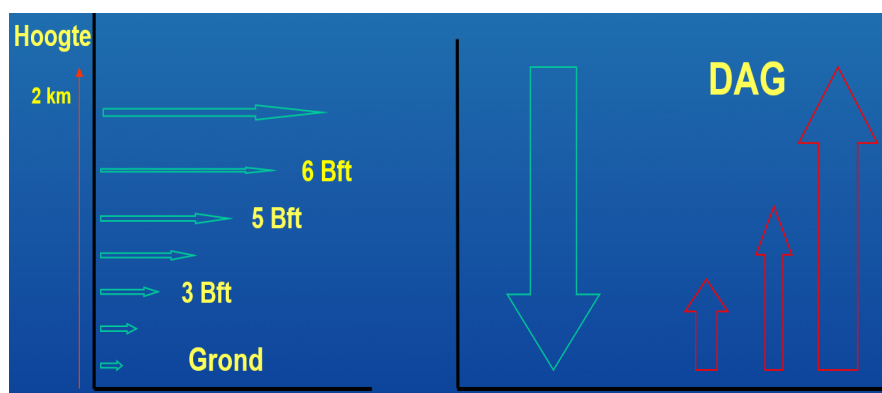
8.4.5.1 Vlagerige wind

thermiekbellen

Door de zonnewarmte ontstaan geleidelijk ook bellen warme lucht – thermiekbellen – die 'als een heteluchtballon' gaan opstijgen. Naarmate gedurende de dag de zonnewarmte toeneemt, worden de thermiekbellen krachtiger en bereiken ze hoogten tussen 100 en 1500 meter. Hierdoor verstoren ze de wind op deze hoogte – die harder waait dan aan de grond. De verstoorde windbanden worden daardoor afgebogen, deels naar het aardoppervlak. De gemiddelde wind aan de grond kan hierdoor toenemen, vaak tot 3 à 4 Bft, maar ook vlagerig worden. Deze vlagen bereiken doorgaans niet de snelheid van windstoten, te weten boven de 50 km/u.

Tegen zonsondergang daalt de temperatuur en zakken de thermiekbellen in. De verstoring van de luchtbanden op hoogte verdwijnt daarmee. De wind aan de grond en de vlagerigheid nemen weer af.

Fig. 8.4.5.1
Door opstijgende thermiekbellen (rode pijlen) wordt lucht op hoogte – die harder waait – deels omlaag gevoerd (blauwe pijl). De wind aan de grond neemt daardoor toe.



8.4.5.2 Windtoename overdag na wegtrekkend front

Hierboven zagen we dat de opwarming van lucht kan leiden tot het ontstaan van thermiekbellen waardoor de wind toeneemt en vlagerig wordt. Een vlagerige wind doet zich niet alleen voor bij rustig zomerweer, maar

bijvoorbeeld ook als overdag een front overtrekt met veel bewolking, neerslag en zuidwestelijke wind van ca. 3 Bft. Op hoogte is dan dus méér wind!

Als het front in de morgen wegtrekt en het snel opklaart, dan kan de zon de lucht flink opwarmen en kunnen in hoog tempo thermiekbellen ontstaan. Zodra deze enige hoogte bereiken gaan ze de wind daar verstoren waarbij deze deels naar de grond toe wordt afgebogen. Hierdoor kan de heersende wind wat toenemen – met wel één Bft extra – tot 4 à 5 Bft en daarbij vlagerig worden. Bij afnemende zonnewarmte zakken de thermiekbellen weer in en bereiken de hogere luchtlagen niet meer; de wind en vlagerigheid nemen weer af.

**opwarming veroorzaakt opstijgen van lucht en (enigszins) toenemende wind en windvlagen.*

Het omgekeerde kan ook: opwarming van lucht kan leiden tot afnemende wind. Door opstijgende lucht kunnen stapelwolken ontstaan. Raakt een groot deel van de lucht bedekt met stapelwolken, dan beperken die de verwarming door de zon, waardoor de thermiekbellen verzwakken. De wind en vlagerigheid zullen dan iets afnemen.

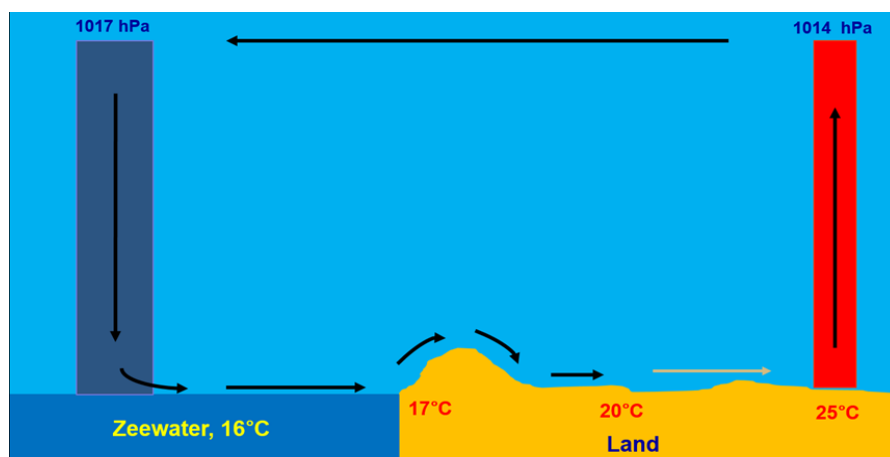
8.4.6 Zeewind

Zeewind is een wind die vooral voorkomt in het voorjaar en de vroege zomer, vanaf het eind van de ochtend tot diep in de middag. De heersende grondwind is daarbij vrijwel altijd zuid tot zuidoost en hooguit matig, kracht 2 à 3 Bft.

** zeewind: de aanvankelijk zwakke zuid/zuidoostelijke wind klappt in de late ochtend vrij snel om naar een westelijke/noordwestelijke richting en kan dan snel toenemen tot 3 à 4 Bft en vlagerig worden. Aan het eind van de middag keert de wind terug naar de oorspronkelijke richting.*

Fig. 8.4.5.1
Zeewind

Door opwarming van het land ontstaat daar een luchttekort, dat door een stroming vanaf zee wordt aangevuld.



Bij het ontstaan van zeewind spelen vier factoren een rol: koud zeewater, een warm binnenland, een matige afluende wind en de daglengte.

warm(er) binnenland
koud(er) zeewater

- De kuststrook is vaak in het voorjaar en de vroege zomer 8-15°C warmer dan het zeewater. Bij sterke opwarming van het land onder invloed van de zon gaat de lucht opstijgen en ontstaat er een klein lagedrukgebiedje. Om het ontstane tekort aan lucht op te vullen wordt lucht aangetrokken vanaf de koudere zee.

	Er trekt dan een windfrontje het land binnen vanaf de kust met een flinke windsprong. Op dat windfrontje wordt de wind wat vlagerig en 'zoekerig' voordat hij omklapt en vanaf zee komt.
<i>zeewind</i>	Dit is de zeewind en deze zal optreden vanaf een uur of elf 's morgens tot een uur of vijf in de middag. Naarmate de temperatuur weer afneemt in de kuststrook verdwijnt het lagedrukgebiedje boven land en daarmee ook de aanzuigende werking. De zeewind verdwijnt.
<i>daglengte</i>	- In het voorjaar is het temperatuurverschil tussen zeewater en land het groots en zal zeewind kunnen ontstaan. Doordat dan de dagen nog niet zo lang zijn en de opwarming door de zon nog niet maximaal, zal de zeewind zich niet zo sterk kunnen ontwikkelen dat deze het hele land binnentrekt. Zeewind is een lokaal verschijnsel en is merkbaar tot Midden-Nederland – ca. 60 km landinwaarts. Een enkele keer wordt Nijmegen bereikt. Op kleinere schaal kan het verschijnsel 'zeewind' zich ook voordoen langs de kust van het IJsselmeer
<i>(matige) afluandige wind</i>	- Is de heersende, afluandige wind te sterk, bijv. meer dan 3 Bft, dan levert deze teveel tegendruk aan de stroming landinwaarts en ontstaat geen zeewind. <i>* op een normale weerkaart met isobaren wordt een zeewind niet weergegeven, wel op speciale windkaartjes.</i> <i>Weerberichten vermelden soms de kans op zeewind.</i> <i>Zeewind en de molenaar</i> Voor een molenaar kan zeewind een lastig verschijnsel zijn. Het is een lokaal en zwabberend windfrontje waarbij de wind ineens vlagerig wordt (2 à 4 Bft) en een totaal andere richting op kan zoeken. Het windfrontje kan de molen vrij snel passeren maar ook een tijdje blijven hangen. Het frontje kan men vaak wel zien aankomen doordat de luchtvochtigheid ineens toeneemt en het zicht afneemt vanuit het westen, met soms wat kleine stapelwolkjes. Draait de molen vanwege de heersende wind op het zuidoosten, dan zal onder invloed van zeewind op enig moment naar het westen/noordwesten moeten worden gekruid. Snel en op het juiste moment handelen kan dan vereist zijn om te voorkomen dat de molen achteruit gaat draaien. Omdat de wind ook zal toenemen moet misschien ook gezwicht worden.

8.5 FRONTEN

8.5.1 Wat is een front?

Bij fronten duwen luchtsoorten tegen elkaar. Dat kan geleidelijk gaan of met enig geweld. Hierdoor wordt lucht gedwongen omhoog geduwd en koelt daarbij af, vormt wolken en geeft vaak ook neerslag.

Fronten kunnen Nederland het hele jaar door bereiken. Meestal vanuit westelijke richtingen, maar ook alle andere richtingen komen voor.

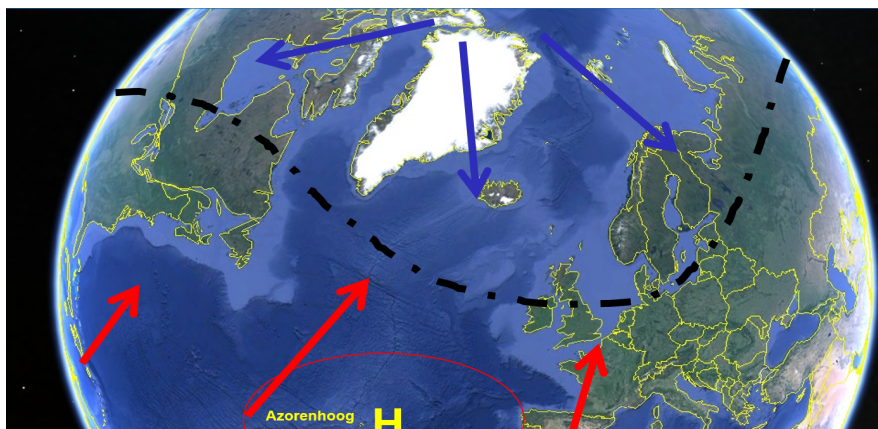
front * een front is het scheidingsvlak van twee luchtsoorten die verschillen in temperatuur en luchtvochtigheid.
(Fronten op weerkaarten geven het snijvlak van een front met de aarde aan)

Polair front Er zijn grote verschillen in luchtsoorten op de Atlantische Oceaan. Koude polaire lucht van noordelijke breedte ligt hier tegen zachte, subtropische lucht van zuidelijker breedte. De scheidslijn tussen deze twee luchtsoorten is het Polair front en dat is altijd aanwezig ergens op de noordelijke Atlantische Oceaan.

luchtsoort * een luchtsoort is een enorme luchtmassa die voor wat betreft temperatuur en luchtvochtigheid verschilt van andere luchtmassa's.

Fig. 8.5.1
Het Polair front (stippellijn)

Ten noorden ervan koude en relatief droge polaire lucht, ten zuiden warme, vochtiger subtropische lucht. Nabij het polair front waait de straalstroom.



In het voorjaar komt het polair front noordelijker te liggen en rukt de warme lucht verder op vanuit het zuiden.

Depressies en hogedrukgebieden zorgen er vervolgens voor dat het polair front gaat slingeren over de Atlantische Oceaan en onze omgeving. Daarmee kunnen verschillende luchtsoorten ons bereiken vanaf de Atlantische Oceaan.

8.5.2 Het ontstaan van depressies en fronten

Depressies gaan vergezeld van fronten. Ze ontstaan langs het polair front doordat bij het langs elkaar strijken van de luchtsoorten in het polair front een golfvorm ontstaat.

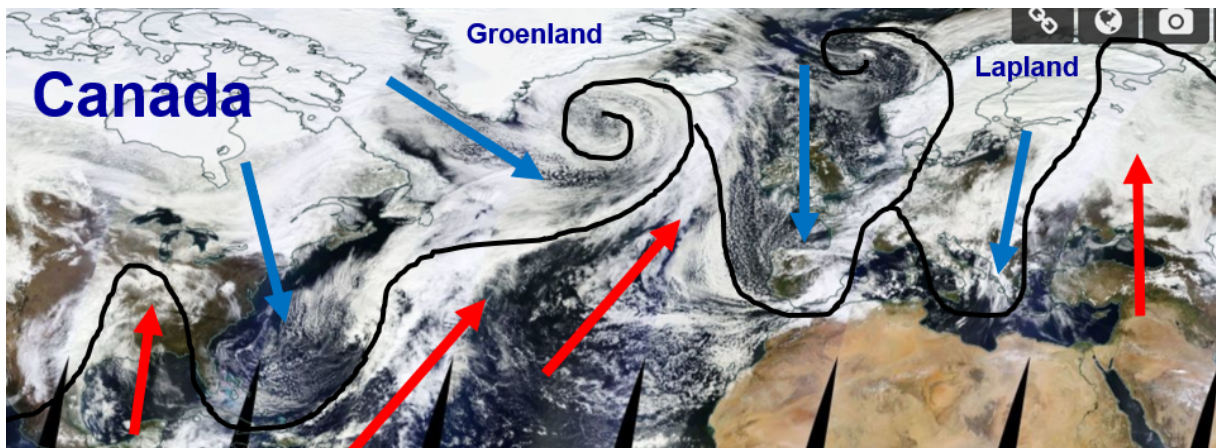


Fig. 8.5.2.1

Het polair front slingert heen en weer van noord naar zuid. De verplaatsing is meestal van zuidwest naar noordoost waarbij er afwisselend warme en koude lucht wordt aangevoerd.

Fig.8.5.2.2a: bij het polair front botst warmere lucht vanaf de oceaan tegen de koudere lucht vanaf de polen.

Fig.8.5.2.2b: in het scheidingsvlak tussen beide luchtmassa's ontstaat een frontale golf: het begin van een depressie met een warmte en een koufront. De koude lucht rechts in de afbeelding wordt opgevolgd door de warmere lucht: een warmtefront

De koude lucht links in de afbeelding drukt de warme lucht weg: een koufront.

warmtefront
koufront

warme sector

Een depressie heeft in het beginstadium nog een hele grote warme sector. Die ligt altijd aan de zuidzijde van een depressie, gezien de oorsprong van deze lucht.

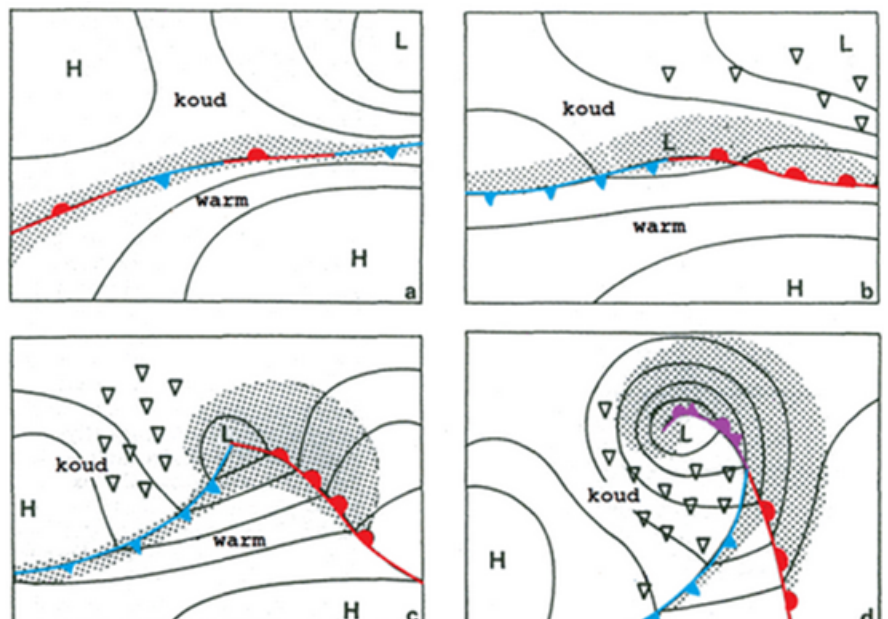


Fig. 8.5.2.2

Het ontstaan van een depressie met bijbehorende fronten langs het polair front. De arcering geeft de neerslagzone aan.

Fig. 8.5.2.2c: koude lucht is zwaarder en zal – eenmaal in beweging – zich sneller verplaatsen dan warme lucht. Daardoor haalt het koufront het warmtefront in. De warme sector wordt daarbij steeds kleiner.

occlusie

Fig. 8.5.2.2d: waar het koufront het warmtefront heeft ingehaald, is de lucht in de warme sector geheel omhoog gedrukt; dat noemen we een occlusie. Hoe langer de occlusie wordt en hoe verder deze indraait, des te ouder is de depressie.

Fronten zijn meestal in beweging. Op fronten ontstaat vaak bewolking en neerslag. Ook de windrichting en windkracht kunnen veranderen. Vandaar dat overtrekkende fronten grote invloed hebben op ons weer.

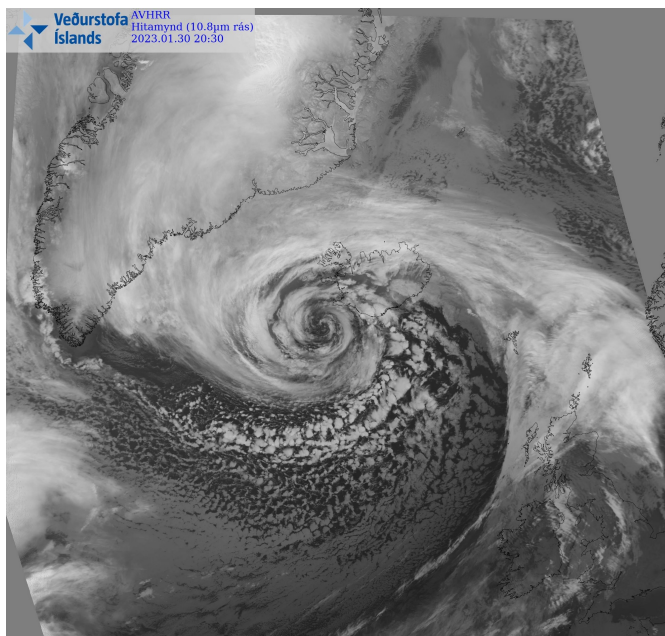


Fig. 8.5.2.3
Een grote, diepe depressie

De lucht stroomt in een grote krul tegen de wijzers van de klok in naar het centrum. Rond het centrum zijn de wolken meerdere keren rondgedraaid: dat wijst op een volwassen, diepe depressie met veel wind. De witte en grijze stippen zijn buien achter het koufront.

8.5.3 Het warmtefront

warmtefront

Een warmtefront is het scheidingsvlak tussen koudere lucht en warmere lucht waarbij de warmere lucht de koudere gaat verdrijven. Warmtefronten liggen meestal aan de voorzijde van depressies.

** koud of warm is altijd relatief: het zegt iets over het verschil in temperatuur van beide luchtsoorten, niets over de feitelijke temperatuur.*

Omdat warmere lucht lichter is dan koudere, zal de warmere lucht omhoog glijden langs de koudere. Dit gebeurt tamelijk rustig over een groot gebied.

De hellingshoek van het frontvlak met de grond is vrij klein, ca. 30°. Het frontvlak – met daarboven warmere lucht en toenemende bewolking – kan zich dan ook al boven ons bevinden terwijl wij ons nog in de koudere lucht bevinden en het grond-warmtefront nog honderden kilometers van ons verwijderd is.

warme sector

De warmere lucht duwt uiteindelijk de koudere lucht weg, als laatste aan de grond. Achter het warmtefront bevindt zich de warme sector.

Na een warmtefront volgt doorgaans een koufront. Deze koude lucht verplaatst zich sneller dan de warme, waardoor de warme sector steeds kleiner wordt en tenslotte verdwijnt. De warme lucht wordt daarbij omhoog gedrukt.

Warm front

Source: Lutgens and Tarbuck, 2004

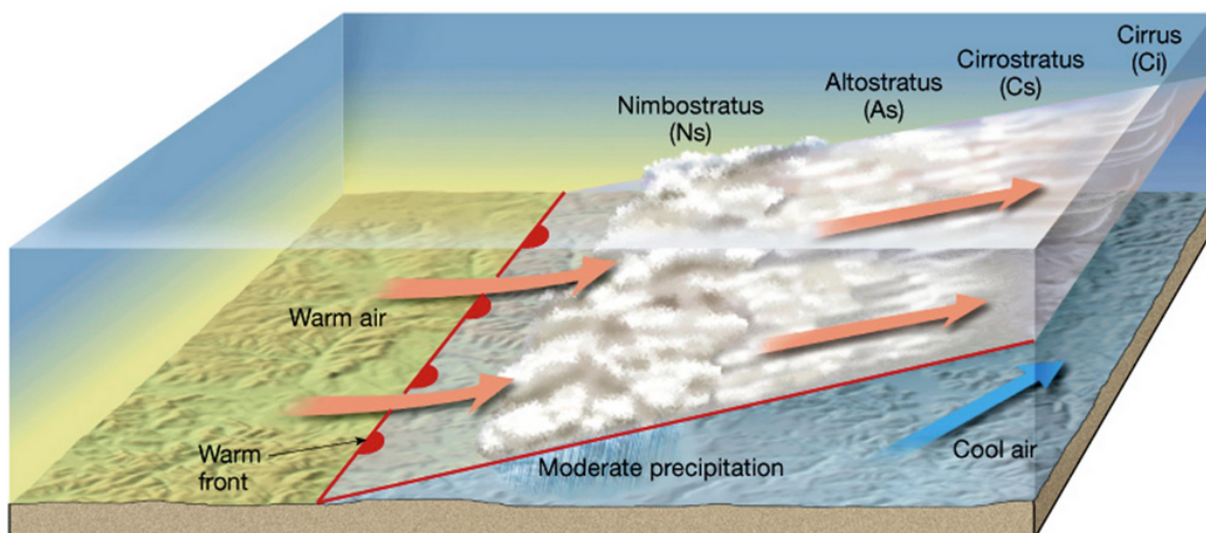


Fig. 8.5.3
Een warmtefront.

De lichtere warme lucht glijdt omhoog tegen de zwaardere koude lucht. Daarbij ontstaat bewolking die dikker wordt naarmate het grondfront nadert. Vóór het grondfront valt vaak neerslag (motregen of regen).

8.5.3.1 Bewolking en neerslag bij een warmtefront

Het omhoog glijden van de warme lucht gaat vanaf grondniveau tot wel 5 à 8 km hoogte. Hierbij koelt de opstijgende lucht af en ontstaat geleidelijk aan een gelaagd pakket wolken.

Aan de voorkant van het front, op kilometers hoogte, vriest het flink en vormt zich een dunne laag bewolking (Cirrus). Deze bestaat geheel uit ijskristallen.

De laag bewolking wordt dikker (Cirrostratus). Ook cirrostratus bestaat uit ijskristallen. Aanvankelijk is de zon hierdoor nog te zien en vormt zich soms een halo.

Een halo is een kring om de zon, die regelmatig in cirrus en cirrostratus te zien is als die nog niet te dik is.

halo

** een halo is vaak een voorbode van een naderend warmtefront evenals een mooie rode zonsopkomst.*

Fig. 8.5.3.1.1
Links: een halo met linker en rechter bijzon in hoge, toenemende Cirrus-bewolking.
Rechts:
'Ochtendrood, water in de sloot'



Ochtendrood wordt veroorzaakt door veel vocht in de atmosfeer en dat is kenmerkend voor een naderend warmtefront. Dat front hoeft overigens niet precies over Nederland te trekken.

De dikte van de bewolking neemt nog verder toe: er ontstaat Altostratus, Nimbostratus en Stratus vlak bij de grond. De lucht is dan geheel grijs. Hieruit ontstaat vaak een breed gebied met regen en motregen, vóór het grondfront uit. (Fig. 8.5.3).
Hoe langzamer het front trekt, des te langduriger is de periode met neerslag.

** als het gaat (mot)regenen, nadert het grond-warmtefront.*

Wanneer het warmtefront ook aan de grond overgetrokken is, stopt de meeste neerslag en nemen temperatuur (warme sector!) en vochtigheid snel toe. In de daaropvolgende warme sector is het vaak bewolkt met soms nog wat regen of motregen, zeker in het herfst-, winter- en lenteseizoen.

** let op: bij passage van het grondfront kan een windsprong volgen!*



Fig. 8.5.3.1.2

Bij een opkomend warmtefront neemt de bewolking op hoogte snel toe.

De zon is 'als door matglas' nog net te zien.

(De wolken trekken van rechtsonder naar linksboven)

Aandachtspunten bij een warmtefrontpassage

- soms een snelle windsprong (ruimend om!) bij passage van het grond-front.
- mogelijk snelle windtoename (binnen 10 minuten) na passage grond-front, vooral in de winter. Bekijk de weerkaarten!
- vooral in de winter kan bij grote temperatuurverschillen voor en achter het warmtefront de windrichting loodrecht op elkaar staan. (Fig. 8.5.3.1.3)
- in de winter kans op ijzel. (Voor ontstaan van ijzel zie.8.8.1)

8.5.4 Het koufront

koufront

Een koufront is het scheidingsvlak tussen warmere lucht en koudere lucht waarbij de koudere lucht de warmere gaat verdrijven. Dat verdrijven gaat meestal vrij snel omdat de koudere lucht zwaarder is dan de lichtere en zachtere lucht én zich sneller verplaatst.

De hellingshoek van een koufront is dan ook groter, ca. 60° ; het frontvlak helt achterover. Hierdoor komt de koude lucht eerst aan de grond binnen, daarna pas op hoogte. (Fig. 8.5.4)

Na passage van het koufront komen we in koudere lucht; de temperatuur daalt en de luchtvochtigheid neemt af. Er komen vaak opklaringen voor, al dan niet afgewisseld door buien.

** let op: bij passage van het grond-koufront kan een windsprong volgen!*

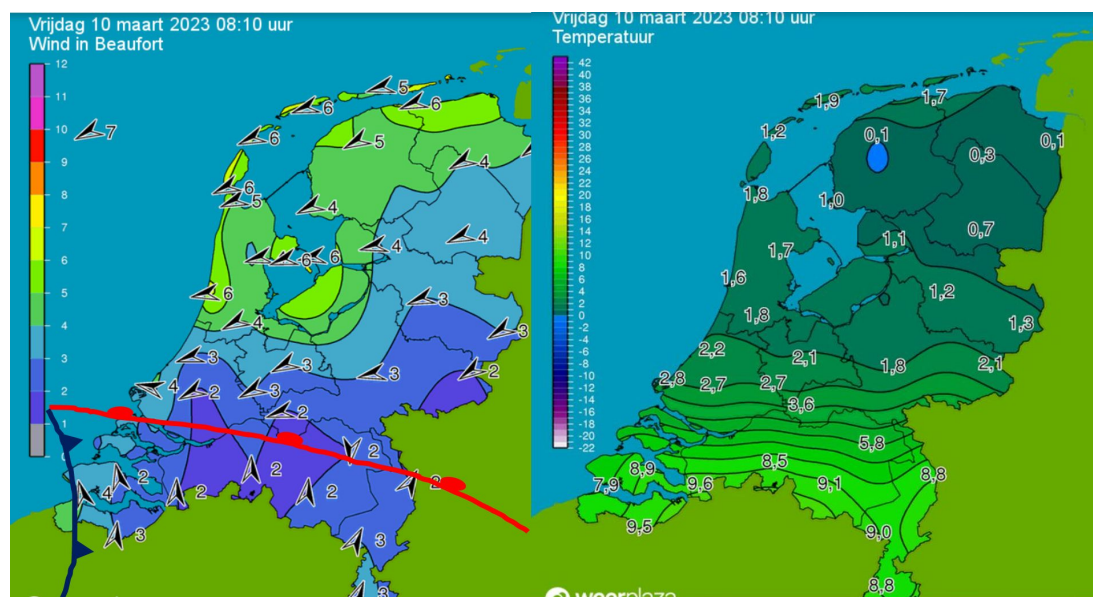


Fig. 8.5.3.1.3

Rond een warmtefront kunnen zich hele grote verschillen in windrichting en temperatuur voordoen. Vóór het front een matig tot krachtige noordoostenwind en $1-2^\circ\text{C}$, erachter een zwakke zuidenwind en $8-10^\circ\text{C}$ (kaartjes Weerplaza.nl)

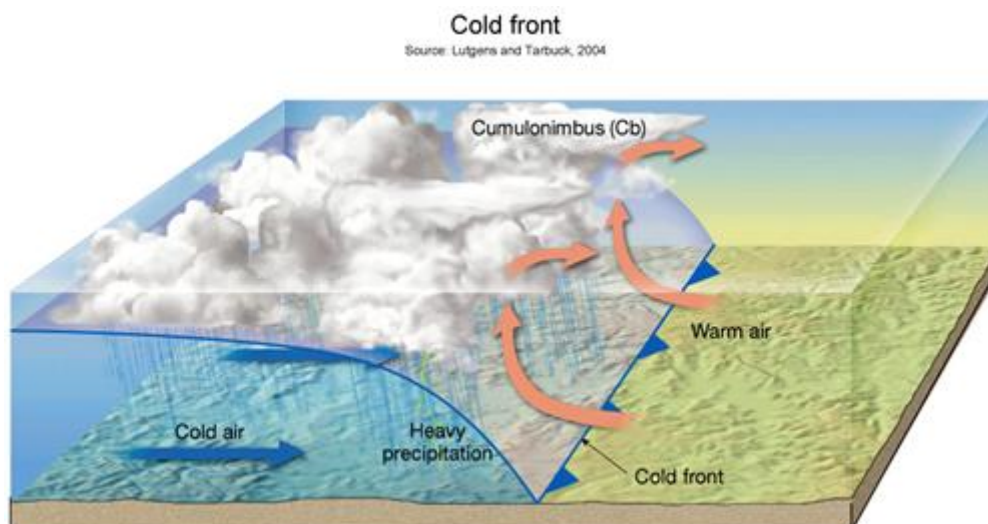


Fig. 8.5.4

Een koufront

Door de steile stand van het koufront wordt de warme lucht snel naar boven gedrukt. Daarbij kunnen regen- en onweersbuien ontstaan. Doordat de koude lucht het eerst aan de grond binnenkomt, valt de meeste neerslag achter het front.

8.5.4.1 Bewolking en neerslag bij een koufront

Door de steile stand van het koufront én de grotere snelheid van de naderende koude lucht wordt de warmere lucht snel omhoog gedrukt. Daarbij ontstaat bewolking waaruit neerslag kan vallen. Dit is een heel ander soort bewolking dan die langs een warmtefront. Het betreft o.a. Cumulonimbus, buienwolken. De neerslag kan buiige regen zijn maar er kan ook lichte tot zware regen vallen. Ze trekt over het algemeen vrij snel over.

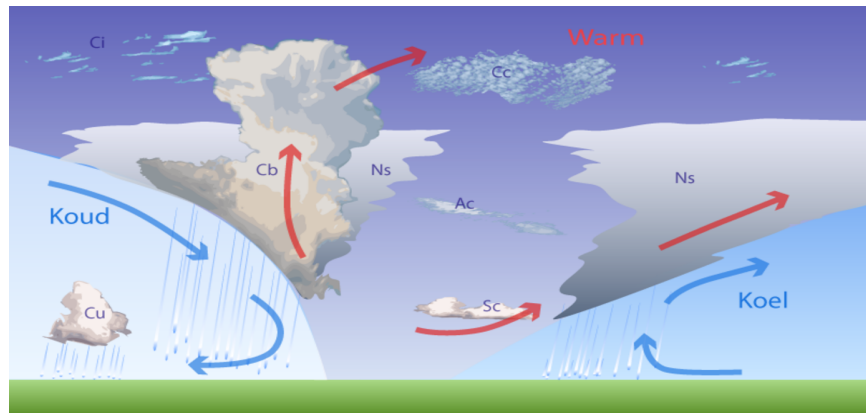


Fig. 8.5.4.1.1
Hellingshoek van fronten

Door een andere stand van het front ontwikkelt zich ook een ander soort bewolking. In het midden de warme sector.

Aandachtspunten bij een koufrontpassage:

- windsprongen bij passage van het grondfront; altijd ruimend om!
- veel wind rond het koufront, vaak vlak vóór en óp het front
- ‘ingebedde’ buienlijnen op het front met windstoten en mogelijk onweer.



Fig. 8.5.4.1.2
Achterkant koufront

De regen is weggetrokken. Er stroomt meestal koudere en drogere lucht binnen. De opklaringen zijn al zichtbaar. (De bewolking trekt naar ons toe)

8.5.4.2 Koufronten bij stormdepressies

We spreken van ‘stormdepressies’ als er bij de depressie een windveld ligt met aan de grond enige tijd minimaal windkracht 9: storm.

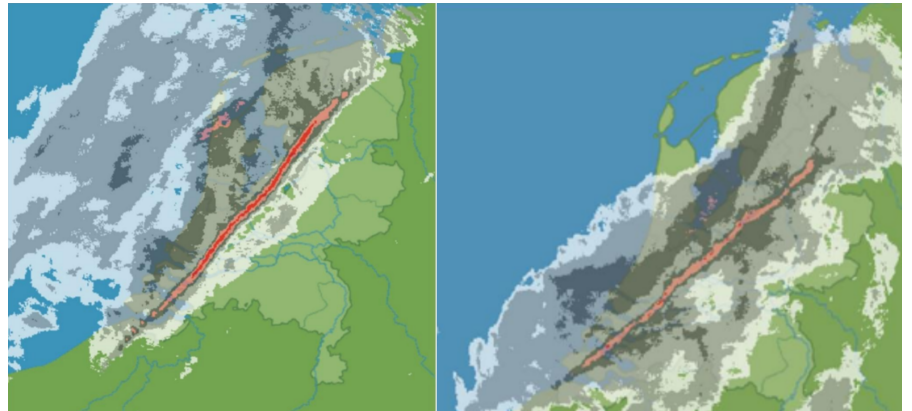
Ze komen vooral voor in het najaar, de winter en het voorjaar.

Bij stormdepressies kunnen koufronten bestaan uit een smalle buienlijn met felle windstoten, hagel en onweer.

Fig. 8.5.4.2

Voorbeelden van zeer actieve, smalle buienlijnen op een koufront.

Ze kunnen aan de voorkant liggen of dieper in het neerslaggebied



Deze fronten liggen ingebed in een groter regengebied. Op de radar zijn ze goed zichtbaar. Het zijn snel trekkende buienlijnen die in ca. 5 à 10 minuten passeren, met een snelle windsprong.

Hoewel ze zeker gevaar met zich meebrengen, zal het doorgaans te hard waaien om te draaien. Maar zet ook een stilstaande molen goed beveiligd weg.

8.5.5 Occlusie

occlusie

Occlusies zijn fronten waarbij het warmtefront is ingehaald door het koufront. Doordat een koufront zich sneller verplaatst dan een warmtefront loopt het koufront in op het warmtefront.

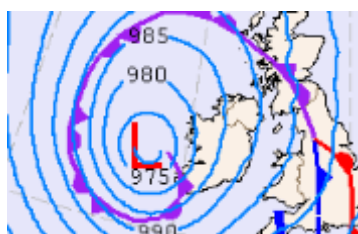
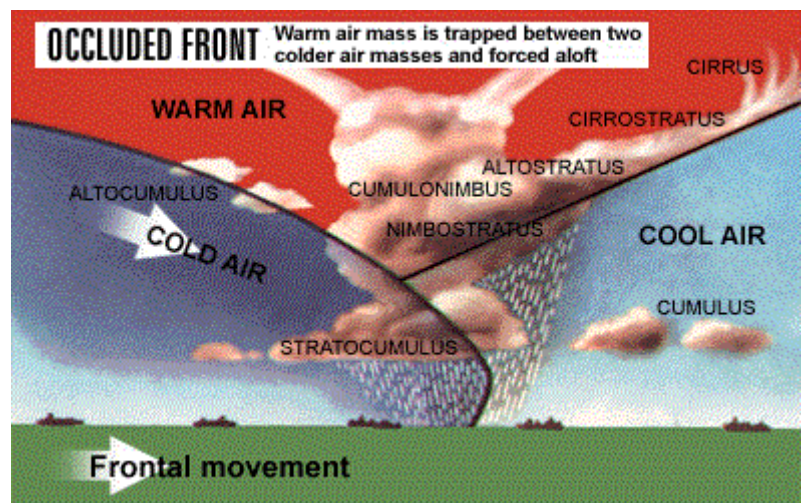
De zachtere lucht aan de grond in de warme sector verdwijnt daarbij en wordt omhoog gedrukt waar deze langzaam gaat afkoelen.

De twee koelere luchtsoorten liggen nabij de grond tegen elkaar. Het scheidingsvlak heet een geocludeerd front of kortweg: occlusie.

Fig. 8.5.5

Een occlusie

De warme lucht is omhoog gedrukt door de koudere lucht.



Occlusies 'krullen' zich om de kern van een lagedrukgebied.

Dat kan zover gaan dat ze aan de onderkant van de kern weer naar het oosten komen ('back-bend').

Afhankelijk van de trekrichting en jouw positie kan dan een dergelijk occlusie twee keer over de molen komen.

Als het hard waait kunnen ze 'afbreken' en als los stuk front doorkomen.

** bij passages van occlusies kunnen we een windsprong verwachten.*

8.5.5.1 Bewolking en neerslag bij een occlusie

Aan weerszijden van een occlusie ligt koelere lucht. De neerslag op een occlusie kan dan ook van alles zijn, zware regen, lichte regen, motregen of buiige regen of zelfs onweersbuien.

De neerslag kan overal rond het occlusiefrent verwacht worden.

Voor wat betreft bewolking kan alles voorkomen wat bij warmte- en koufront voorkomt; niet gek natuurlijk aangezien het een 'restant' is van deze fronten.

** rond een occlusie kans op veel wind, regen of (onweers-)buien en forse windsprongen (tot wel 180°)*

8.5.6. Troggen

trog
buienlijn



Een trog (ook wel: hoogtetrog) is een buienstoring die achter koufronten voorkomt. De buien betreffen losse of geclusterde buien, soms ook buienlijnen die wat zwaarder zijn met kans op onweer, windstoten en mogelijk hagel. Troggen komen opzetten van zuidwest tot noord. Ze komen in ons land het hele jaar vaak voor.

Op weerkaarten wordt een trog aangegeven met een dikke **blauwe** (of zwarte) lijn achter een koufront.

Opm: Hoewel een trog op hoogte voorkomt wordt deze toch in de weerkaart getekend – die voor het overige de situatie aan de grond weergeeft (zie 8.6.1). Dit is vanwege de grote invloed die een trog op het weer kan hebben.

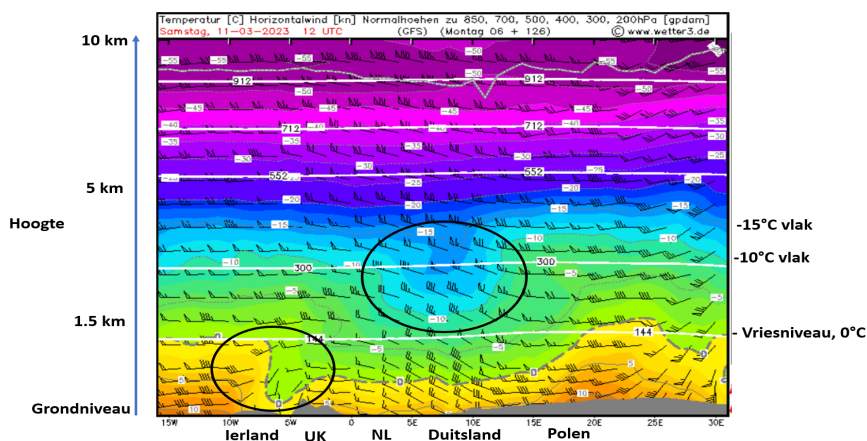
Wat is een trog?

Een trog is een grote bel extra koude lucht op hoogte, meestal ca. 3 à 6 km. Deze koude lucht verplaatst zich en drukt de warmere lucht ervoor met geweld weg. De lucht wordt tijdelijk instabiel en er treedt wolkvorming op.

Fig. 8.5.6
Temperatuursopbouw in de troposfeer.

Grote cirkel: een trog - een bel koude lucht - die omlaag komt. De -10°C lijn zakt ca. een kilometer.

Kleine cirkel: boven Ierland nadert een warmtefront met een muur van warme lucht. Het vorstniveau (0°C lijn) wordt ca. 1 km. opgetild. Nabij Polen een koufront met een windsprong van ZW naar NW.



buienwolk

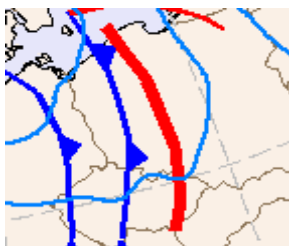
Daarbij ontstaan meestal stapelwolken, waaronder Cumulonimbus (Cb) ofwel buienwolk. Een trog levert dus vaak buien op. Deze nemen overigens weer snel af zodra de trog overgetrokken is.

Rond een trog liggen de isobaren vaak wat dichterbij elkaar, waardoor de wind zal toenemen. Ook draait de wind meestal wat ruimend.

** een trog levert vaak (stevige) buien op en tijdelijk toenemende, ruimende wind.*

Op de radar is een buiengebied behorende bij een hoogtetrog te herkennen aan de wat zwaardere neerslag en soms ook wel aan een lijnvorm in de buien. Met het oog is vanaf de molen een hoogtetrog echter lastig te herkennen. Het zijn buien die overkomen, welke echter vaak verspreid zijn over de gehele horizon. Troggen liggen meestal ingebed in een gebied waar toch al buien voorkomen.

8.5.7 Vores (of convergentielijnen)



Een vore – ook wel convergentielijn genoemd – is een storing in de warmere lucht. Hierbij vormen zich vaak grote regen- of onweersbuien, die tot noodweer kunnen leiden.

Vores komen voor in zuid- tot zuidwestelijke stromingen, vooral tussen mei en september.

Op weerkaarten wordt een vore aangegeven met een dikke **rode** (soms zwarte) lijn, altijd vóór een koufront: daar bevindt zich de warmere lucht.

Wat is een vore?

Een vore is een gebied met een lagere druk door grote landwarmte, waarbij lucht gaat opstijgen. Deze lucht botst met koudere lucht boven de Golf van Biskaje en de Britse eilanden. Dit gebeurt altijd aan de voorkant – warme kant! – van een koufront. Daarbij ontstaat een flinke opwaartse beweging van warme lucht en vormen zich vaak enorme stapelwolken en grote regen- en onweerscomplexen.

Soms ontstaan meerdere vores achter elkaar, met elk hun eigen buiengebied.

Vores komen opzetten met buien of doen deze in hoog tempo ontstaan. Tijdens de buien is er een windsprong en draait de wind naar zuidwest tot west en koelt het af. Echter, het koufront volgt pas na enige tijd!

*Fig. 8.5.7
Alto cumulus floccus en
castellanus*

*Dit soort bewolking is vaak een
voorbode van naderend onweer.
De bovenlucht is al dichtgetrok-
ken vanwege grote aambeeld.*



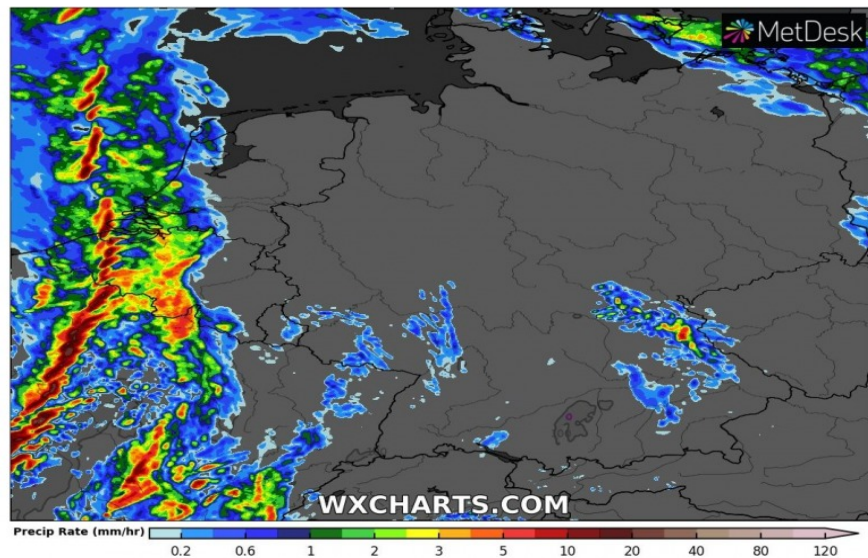
De buien worden soms 6 à 8 uur eerder voorafgegaan door ‘onweer-verklikkers’, zoals Alto cumulus floccus of Alto cumulus castellanus (‘kanteelwolken’)

Aandachtpunten bij een vore-passage:

- zich snel ontwikkelende zware regen- en/of onweersbuien, (grote) hagel
- (zeer) zware windstoten
- grote treksnelheid
- windsprong

Fig. 8.5.7.1
Buienlijn op een vore

Een zware buienlijn – donkergele en zwarte vlekken – ligt o.a. over Zeeland en trekt NO-waarts. Neerslaghoeveelheden van 10-20 mm/u zijn mogelijk.



8.5.8 Frontale golven

frontale golf

Het komt regelmatig voor dat een straalstroom probeert een depressie te vormen maar dat dit niet goed lukt. Alles ligt dan net niet lekker 'in fase'. Dan gaat het front wel knikken met vorming van een warmte- en koufront maar vormt zich geen lagedrukgebied. Dat noemen we een frontale golf. Er ontstaat dan alleen een warme sector, vaak zonder occlusie.

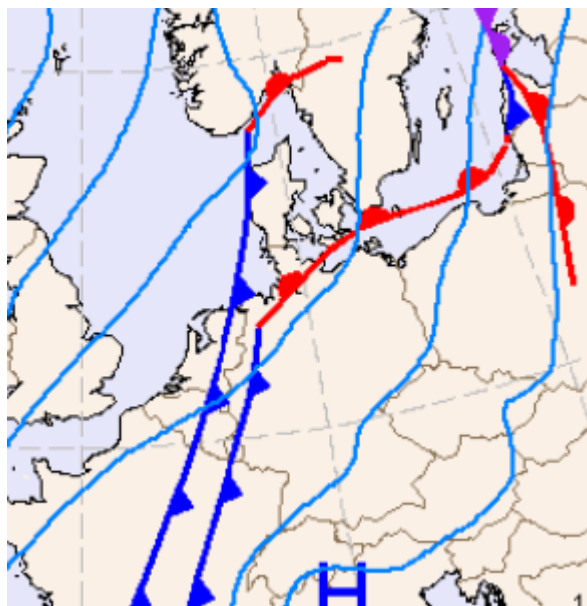
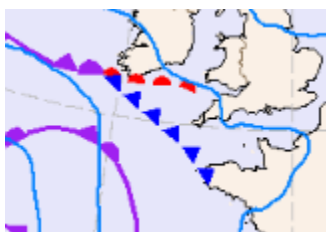


Fig. 8.5.8
Frontale golven

Twee frontale golven trekken met weinig wind over Nederland naar Zuid-Zweden. Uit het isobarenpatroon valt iets af te leiden over de hoeveelheid wind en windsprongen.

Belangrijk bij frontale golven is, te letten op de isobaren. Aan de zuidzijde van een dergelijk golf kan veel wind staan, terwijl er 'op de kop' weinig wind staat. Een frontale golf kent over het algemeen geen winddraaiing tegen de wijzers van de klok in 'op de kop', aangezien er geen depressiekern gevormd zal worden. Wel kunnen er flinke windsprongen optreden. Trekt zo'n golf precies over Midden-Nederland naar het oosten dan kan het in het noorden bijna windstil zijn en in Brabant en Limburg windkracht 7-8 Bft waaien uit het zuidwesten.

8.5.9 Oplossende fronten

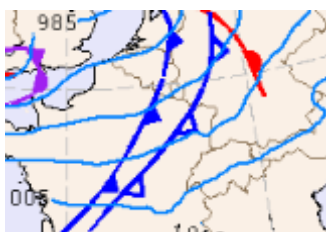


Fronten kunnen oplossen doordat de luchtsoortverschillen (temperatuur en vochtigheid) kleiner worden of doordat zich hogere druk gaat opbouwen over een deel van het front heen, waardoor het geschuif met luchtsoorten af zal nemen.

Oplossende fronten worden op een weerkaart weergegeven met niet-verbonden bolletjes of driehoekjes.

Ze hebben niet veel invloed meer op het weer.

8.5.10 Hoogte fronten



Fronten kunnen in tweeën splitsen en dan afzonderlijk overtrekken. Dat kan zowel bij warmtefronten, koufronten als bij occlusies het geval zijn.

Door bijvoorbeeld zeer veel wind hoger in de lucht worden de oorspronkelijke fronten op een bepaalde hoogte uit elkaar gerukt in twee delen en komt het bovenste deel van het front los van het onderste deel. Ze gaan dan beiden een eigen leven leiden.

Op een weerkaart worden hoogtefronten weergegeven met open driehoekjes of open bolletjes

8.5.11 Jonge en oude depressies

Hierboven hebben we het ontstaan van drukgebieden en fronten gezien (8.5.2) En ook de nauwe samenhang tussen die beiden.

Beiden kennen een ontwikkeling: ze ontstaan maar verdwijnen ook weer na enige tijd als de luchtdrukverschillen afnemen.

Of een depressie jong is of alweer bezig is te verdwijnen, heeft invloed op het weer rond zo'n depressie.

jonge depressie

Jonge depressies zijn zich aan het ontwikkelen met fronten. Er is duidelijk sprake van een grote warme sector met warmte- en koufront maar troggen komen eigenlijk nog niet voor. Ook de occlusie is nog niet ontstaan. Er kan veel tijd verlopen tussen de passage van het warmtefront en het daaropvolgende koufront.

Jonge depressies zijn belangrijk omdat juist bij deze lagedrukgebieden het flink kan waaien met grote luchtdrukdalingen.

De meeste neerslag rond fronten valt ook bij jonge depressies.

oudere depressies

Bij oudere depressies wordt de occlusie steeds langer en kan tot onder de kern door weer omkrullen. Ook breekt een lange occlusie vaak in stukken.

Door het ontstaan van de occlusie verdwijnt de warme sector.

Er vormen zich meestal ook hoogtetroggen. Het kan wel waaien maar de afstand tussen de isobaren wordt groter en de wind neemt af. De fronten worden minder actief voor wat betreft neerslag.

Waar de fronten nog niet geoccludeerd zijn, kan het koufront snel na het warmtefront volgen.

8.6 WEERKAARTEN

8.6.1 Wat is een weerkaart?

Een weerkaart is een vereenvoudigde – grafische – weergave van het luchtdrukpatroon aan de grond, meestal in combinatie met fronten, van bovenaf gezien en als plat vlak weergegeven.

analyse-, prognose kaart

Weerkaarten bestaan in twee soorten: analysekaarten en prognosekaarten. De analysekaart wordt getekend op basis van de actuele situatie, zoals gemeten luchtdruk en radarbeelden van neerslag. De prognosekaart geeft aan, wat de computer verwacht ('berekent') voor de komende uren. Door enkele kaarten van verschillende tijdstippen achter elkaar te leggen, worden veranderingen zichtbaar.

UTC-tijd

Op weerkaarten staat altijd de datum en de tijd. Als UTC-tijd vermeld wordt is dat bij ons UTC+1 uur (wintertijd, 1 uur later) of UTC+2 (zomertijd, 2 uur later)

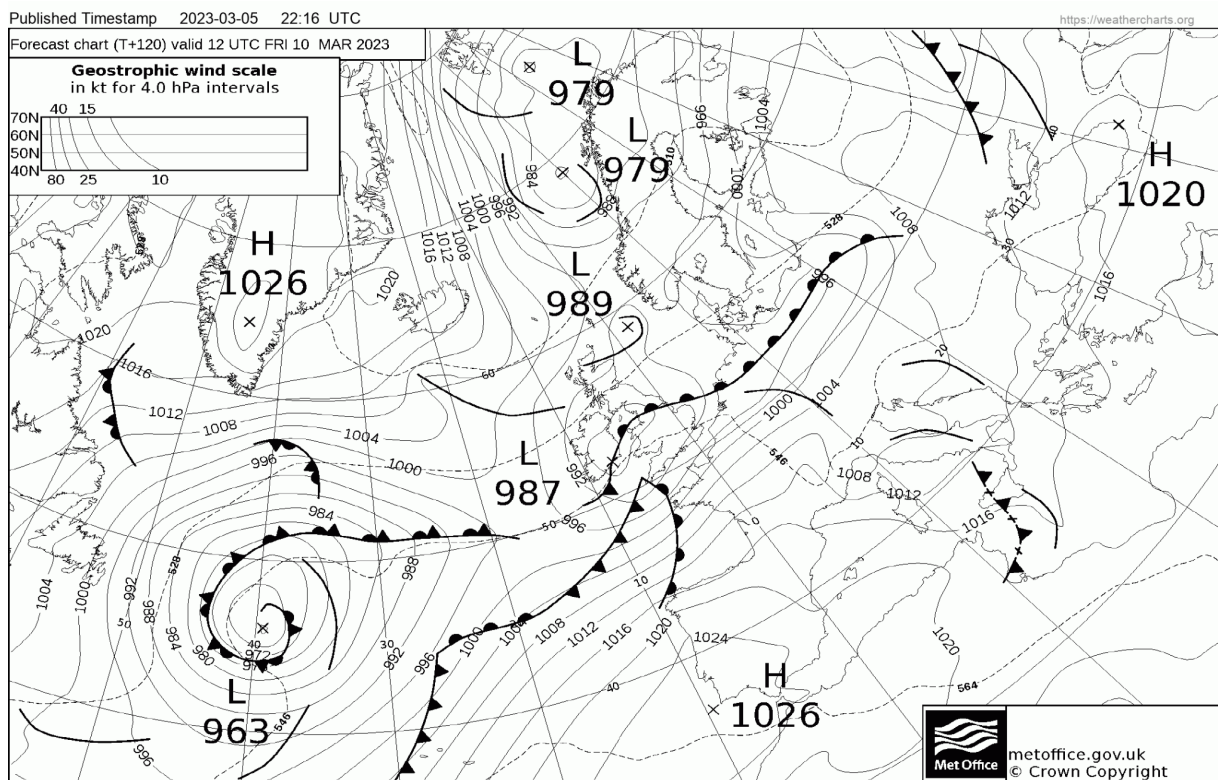


Fig. 8.6.1

Een Bracknell weerkaart van het Engelse Met Office. Deze kaarten worden altijd in zwart-wit weergegeven.

De isobaren worden om de 4 hPa (millibar) getekend; bij het KNMI is dat om de 5 hPa.

Prognoses worden gegeven van 12 -120 uur vooruit. De uitgiftedatum van deze prognose is 5 maart 2023, de verwachting (Forecast, T+120) is 120 uur vooruit, dus voor 10 maart, 12 UTC.

Let op: door het type kaartprojectie lopen de meridianen niet parallel aan elkaar of recht omhoog naar het Noorden.

8.6.2 Wat zien we op een weerkaart?

8.6.2.a Drukgebieden en isobaren

isobaren

Op een weerkaart staan isobaren: lijnen van gelijke luchtdruk.

<i>drukgebieden</i>	Die lijnen vormen patronen die laten zien waar hoge- en lagedrukgebieden liggen <i>* isobaren worden op KNMI-kaarten getekend als blauwe lijnen</i>
<i>hogedrukgebied</i>	In het centrum van een hogedrukgebied staat een H (Hoog of High of Hoch) met daarbij de hoogste druk in millibar of hPa (hectopascal). Daaromheen liggen dan de isobaren die een afnemende druk weergeven, vaak per 4 of 5 millibar of hPa.
<i>lagedrukgebied</i>	In het centrum van een lagedrukgebied staat een L (Laag of Low) of een T (Tief). De kern is omsloten door isobaren, met naar buiten toe oplopende druk. Eerder hebben we gezien hoe de stroming is rond een hoge- en lagedrukgebied: - bij hogedruk: met wijzers van de klok mee vanuit het centrum. - bij lagedruk: tegen de wijzers van de klok in naar het centrum toe.
<i>windrichting</i>	De windrichting wordt niet op de kaart weergegeven, maar kan wel eenvoudig afgeleid worden uit de isobarenpatronen (zie 8.4.2). Als isobaren gaan krommen geeft dat een verandering van windrichting aan.
<i>windtoename</i>	Komen isobaren dichter bij elkaar te liggen dan kunnen we een toename van wind verwachten.
<i>windafname</i>	Komen ze verder uit elkaar te liggen dan gaat de wind afnemen.
8.6.2.b Fronten	
<i>warmtefront, koufront</i>	Op een weerkaart worden ook warmte- en koufronten weergegeven, in kleur of zwart-wit. Let bij zwart-witweergave op bolletjes of driehoekjes. Bolletjes en driehoekjes geven de trekrichting van het front aan.
<i>hellingshoek van fronten</i>	De posities van fronten worden weergegeven op ca. 1,5 meter boven de grond. Bedenk daarbij dat frontvlakken een hellingshoek hebben: hierdoor ligt het front in de hogere luchtlagen ergens anders dan nabij de grond. <i>* een warmtefront kan zich al boven ons hoofd uitstrekken – waarbij de bovenlucht al verandert – terwijl de getekende frontlijn op de kaart zich nog op honderden kilometers afstand bevindt.</i> <i>De weergave van fronten:</i>
<i>warmtefront</i>	– Warmtefront: rode lijn met halve rode bolletjes of een zwarte lijn met halve zwarte bolletjes. - De halve bolletjes liggen aan de kant waar het front heen trekt.
<i>koufront</i>	– Koufront: blauwe lijn met blauwe driehoekjes of zwarte lijn met zwarte driehoekjes. De driehoekjes liggen aan de kant waar het front heen trekt.
<i>occlusie</i>	– Occlusie: paarse lijn met om-en-om een paars driehoekje en een paars bolletje. - De driehoekjes en bolletjes liggen aan de kant waar het front heen trekt.
<i>hoogtefront</i>	– Hoogtefronten: deze fronten worden weergegeven in blauw, rood of zwart met open halve bolletjes of open driehoekjes.

- oplossend front* – Oplossende kou- of warmtefronten. Hierbij worden alleen de bolletjes of driehoekjes weergegeven – dus zonder lijn – in rood, blauw of zwart.
- stationair front* – Stationair front; dit is een front in rust, vaak in een hogedrukgebied. De luchtsoortscheiding is wel aanwezig maar de luchtsoorten liggen ‘in rust’ naast elkaar en het front ligt stil. Bolletjes en driehoekjes wisselen elkaar af.
- trog* – Trog (of buienlijn): blauwe lijn achter een koufront (buienstoring,)
- vore, convergentielijn* – Vore (of convergentielijn): rode lijn voor een koufront uit. Soms nog als visgraat weergegeven.

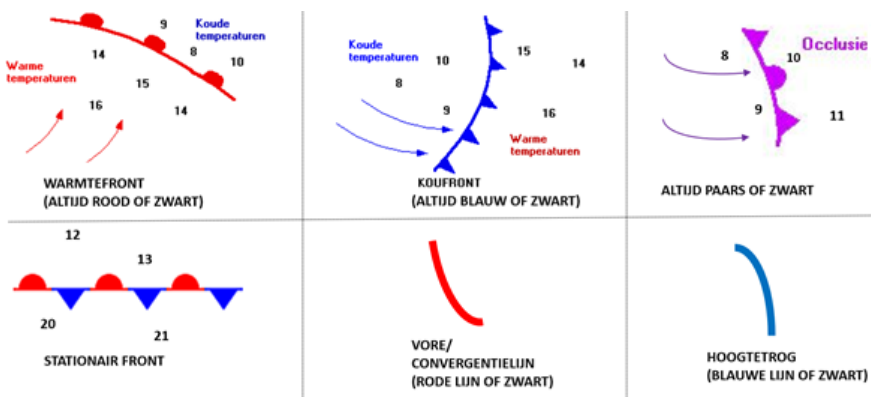


Fig. 8.6.2.1
De weergave van fronten,
occlusies, vore en troggen op
weerkaarten.



Fig.8.6.2.2
Links:
Open bolletjes of driehoekjes: een
hoogtefront.
Losse driehoekjes of bolletjes:
een oplossend front.
Rechts:
Een vore wordt soms nog als
visgraat weergegeven.

8.6.2.c. Windsprongen

windsprongen

Krommingen en knikken in isobaren zijn belangrijk. Deze geven aan dat de wind een andere richting zal krijgen. Dat kan geleidelijk gaan (bij een kromming) of heel snel (bij een knik).

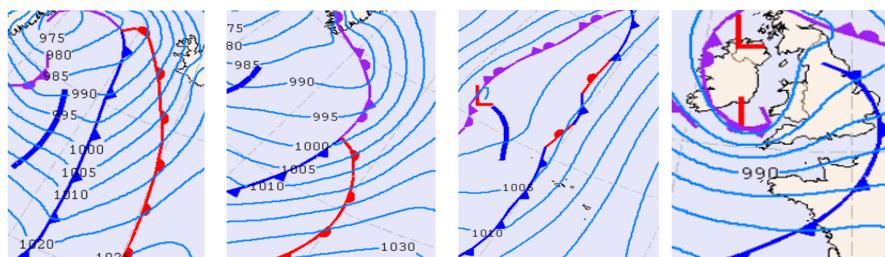
Windsprongen komen vooral voor rond fronten – maar zeker niet alleen daar. Ze zijn op een weerkaart doorgaans goed te zien, al kunnen windsprongen in de werkelijkheid groter zijn dan de weerkaart doet vermoeden.

Een windsprong kan klein zijn – de wind draait dan bijvoorbeeld van zuidwest naar westzuidwest, dat is. ca. 22 graden – tot wel 180 graden in extreme gevallen. Dan draait de wind plots van zuid naar noord.

Behalve de windrichting kan ook de windsterkte veranderen bij een windsprong op een front.

Fig. 8.6.2.3
Windsprongen op koufronten.

Bij windsprongen verandert de windrichting. Soms ook de windsterkte.



Wind blijft gelijk rond het koufront maar wel een scherpe windsprong.

Wind neemt af achter het koufront. Met een windsprong.

Wind neemt flink af achter het koufront. Met een windsprong.

Wind neemt flink toe achter het koufront.

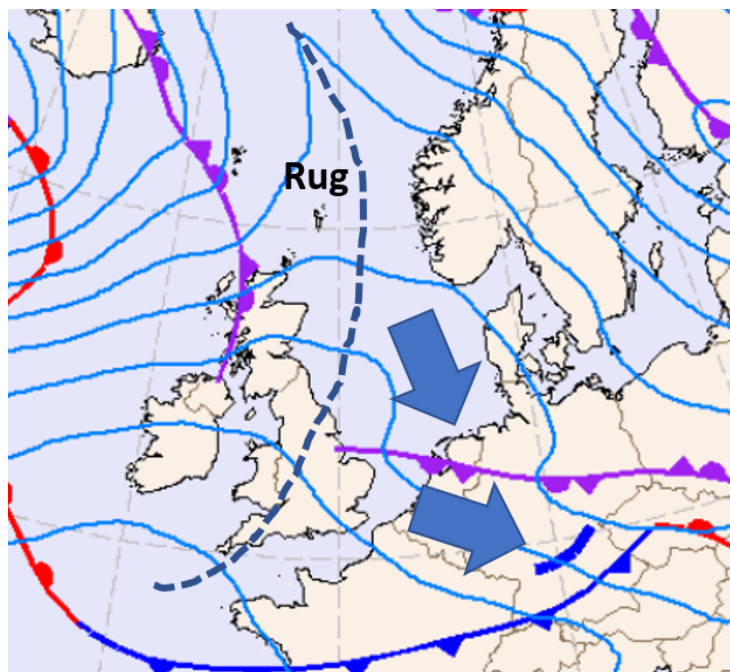
8.6.2.d Een rug van hogedruk

rug van hoge druk

Een uitstulping van een hogedrukgebied noemen we een rug van hogedruk. Het maakt daarbij het niet uit of een hogedrukgebied ten noorden of zuiden van ons ligt. Een rug van hogedruk ligt altijd tussen twee depressies in.

Fig. 8.6.2.4
Een rug van hoge druk en een windsprong op een occlusie.

De occlusie trekt in zuidwestelijke richting over ons land. De wind draait daarbij van westnoordwest naar noordnoordwest. De matige wind verandert daarbij weinig. Stippellijn: een rug van hogedruk met een grote windsprong in de uitloper.



De rug kent altijd gekromde isobaren, vanuit het hogedrukcentrum naar buiten toe. De kromming kan zwak zijn of juist vrij scherp. Hoe scherper de kromming, hoe groter de windsprong.

Kenmerkend voor een rug van hogedruk is dat deze een weersverbetering brengt maar ook vaak de wind laat afnemen en draaien.

Vanwege de afnemende wind is het effect op een molen meestal niet zo groot.

8.6.3 Een serie weerkaarten lezen.

*verandering van plaats
verandering van luchtdruk*

Door meerdere weerkaarten achter elkaar te lezen, bijvoorbeeld de 06, 12 en 18 uur kaart, ziet men hoe snel en in welke richting drukgebieden zich verplaatsen en of de luchtdruk zal veranderen.

Daarmee valt globaal in te schatten hoe snel veranderingen kunnen worden verwacht.

verandering van windsterkte
verandering van windrichting

passage van fronten

We kunnen zien hoe isobaren over onze regio zullen trekken en of er knikken in zitten. Daaruit valt een inschatting te maken over wind toe- of afname en (verandering van) de windrichting.

Ook zien we welke fronten mogelijk over onze regio gaan trekken. Dat kan een aanwijzing vormen voor komende neerslag.

Willen we meer details weten dan is daar andere informatie voor nodig.

Fig.8.6.2.5

Enkele ruggen van hoge druk.
(groen omlijnd)
Dat zijn uitstulpingen van een
hogedrukgebied, gelegen tussen
twee lagedrukgebieden. Ze geven
een weersverbetering.

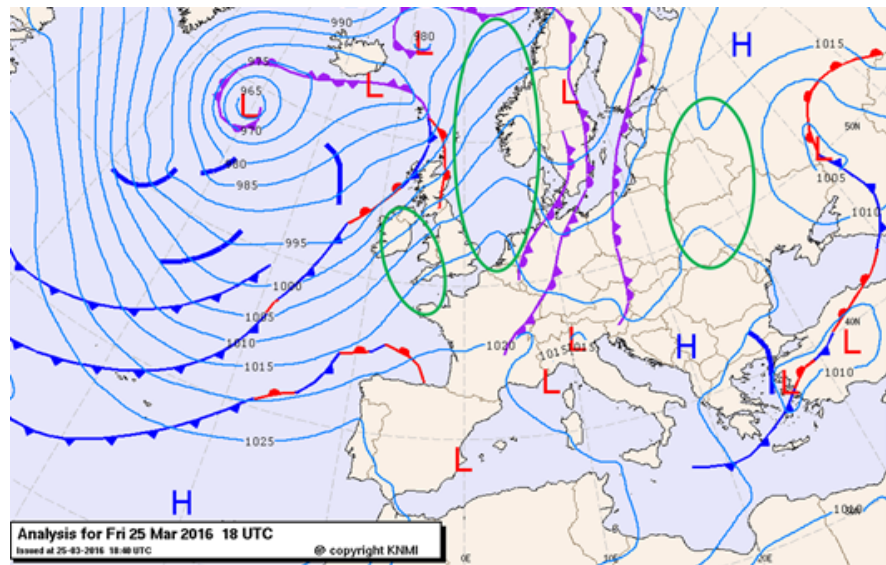
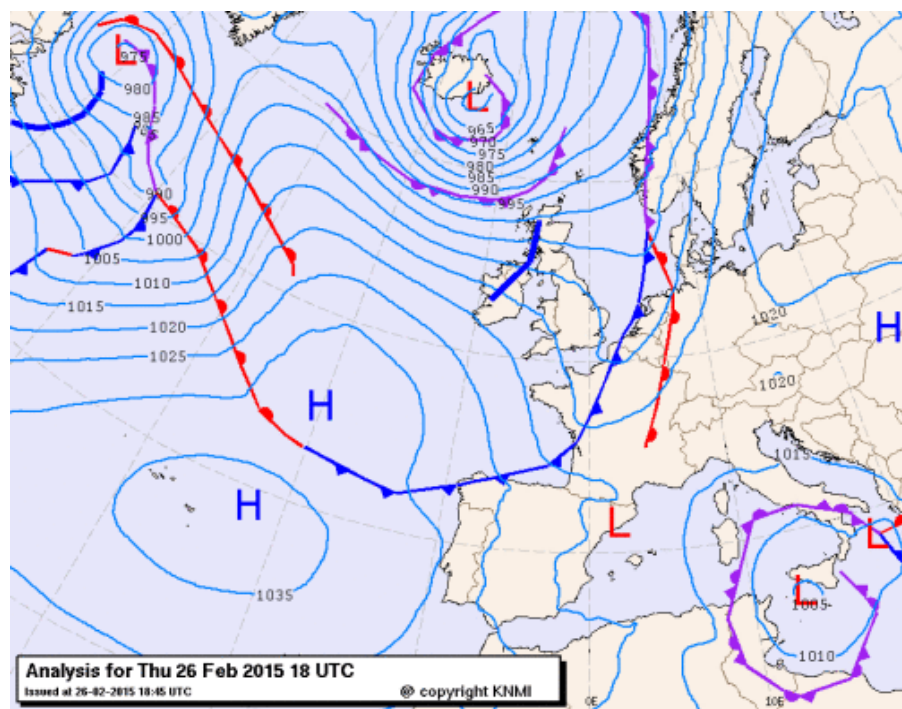


Fig. 8.6.2.6

Een rug van hoge druk en
windsprongen.

Over Nederland trekt een
koufront. De forse kromming in
de isobaren zal een aanzienlijke
verandering van windrichting
geven.
Ten westen van IJsland ligt een
rug van hoge druk met een flinke
windsprong.
Bij het zuidelijke warmte- en
koufront ZW van Groenland ook
forse windsprongen.



* rond fronten kun je vrijwel altijd verandering van het weer verwachten.

Opm: op weerkaarten wordt niet weergegeven: windsterkte en windrichting, bewolking, neerslag, temperatuur en luchtvochtigheid.

8.7 WOLKEN

*(onderkoelde) waterdruppels
ijskristallen*

Wolken zijn zichtbare vochtvelden die in de lucht drijven en geen contact hebben met de grond. Ze bestaan in vele soorten en afmetingen.

Ze komen voor tussen 10 meter hoogte (zeer lage Stratus - St) en bijna 18 km hoge aambeelden van buien (Cumulonimbus - Cb).

Wolken bestaan uit waterdruppels, onderkoelde waterdruppels en/of ijskristallen, afhankelijk van het type wolk, hoe hoog ze in de lucht voorkomen, de temperatuur daar en het seizoen.

Mist lijkt op een wolk tot aan de grond maar is geen wolk.

Terzijde: Het ontstaan en oplossen van wolken – een natuurkundig verschijnsel.

Ontstaan van wolken.

luchtvochtigheid

Lucht bevat altijd – onzichtbare – waterdamp. We spreken daarbij over luchtvochtigheid. Bij vochtige lucht is die hoog, bij droge lucht laag.

*verzadigde lucht
onverzadigde lucht*

Dit wordt aangegeven in percentages, bijvoorbeeld 53% of 87%. Is de luchtvochtigheid 100%, dan spreken we van verzadigde lucht, anders van onverzadigde lucht.

De hoeveelheid waterdamp die de lucht kan bevatten, is echter niet altijd hetzelfde: bij warme lucht is dat meer dan bij koude lucht.

Belangrijk: onverzadigde lucht raakt bij afkoelen steeds meer verzadigd.

condenseren

Als lucht opstijgt koelt ze af – bijvoorbeeld bij fronten of in een lagedrukgebied of vanwege verwarming door de zon. De koudere lucht kan minder waterdamp bevatten en raakt steeds meer verzadigd. Is het verzadigingspunt (100%) bereikt en koelt de lucht nog verder af dan gaat de waterdamp condenseren: ze gaat over in druppels. Die zijn zichtbaar: een wolk.

Dat verschijnsel kennen we: bij koud weer vormt onze adem kleine wolkjes!

Stijgt de lucht nog verder – en wordt nog kouder – dan raken de waterdruppels eerst onderkoeld, d.w.z. kouder dan 0°C, maar ze blijven nog wel vloeibaar. Koelt het verder af tot ca. -8 à -12°C, dan gaan ze over in ijskristallen.

Hoge bewolking zoals Cirrus en Cirrostratus bestaat dan ook uit ijskristallen.

Cumulonimbus ook, vooral in de toppen (het aambeeld).

Wolken bestaan dus uit waterdruppels of een mix van (onderkoelde) waterdruppels en ijskristallen.

verdampen

Oplossen van wolken.

Het omgekeerde gebeurt ook: koude lucht die gaat zakken wordt warmer.

Bijvoorbeeld aan het eind van een zomerse dag, als de zonnewarmte gaat afnemen. Maar ook in de kern van een hogedrukgebied. Bij het zakken neemt de temperatuur van de lucht toe. Op zeker moment gaan de waterdruppels in de wolk weer verdampen: ze gaan over in waterdamp. Die is onzichtbaar: de wolk lost op.

dauwpunt

Het begrip 'dauwpunt' komt soms voor in weerberichten, m.n. voor de luchtvaart. Dit is de hoogte waarop een zodanige luchttemperatuur heerst dat waterdamp gaat condenseren en de wolk zich begint te vormen.

De bases van wolken bevinden zich daarom op zo'n dag doorgaans op gelijke hoogte. Vooral bij stapelwolken is dat goed te zien.

Afhankelijk van luchtvochtigheid en temperatuur zal de hoogte van de wolkenbasis overigens vaak per dag verschillen.

Bij gelijke luchtvochtigheid zal in koude opstijgende lucht eerder wolkvorming plaatsvinden dan in warmere opstijgende lucht.

Bij heel droge lucht kan wolkvorming echter ook uitblijven. De opstijgende lucht raakt dan namelijk niet verzadigd zodat geen condensatie optreedt.

8.7.1 De indeling van wolken

hoge, middelbare, lage en verticaal ontwikkelde bewolking

We duiden de bewolking globaal aan als hoge, middelbare en lage bewolking en verticaal ontwikkelde bewolking (Ns en Cb).

Verticaal ontwikkelde bewolking kan (veel) neerslag geven.

Opm: 'nimbo' betekent: regen, 'stratus' betekent: gelaagd.

Wolken worden ingedeeld naar geslachten (bijv. Cumulus) en soorten (bijv. congestus, 'verzadigd'). Voorbeeld: Cumulus humilis, 'kleine cumulus'.

Soms krijgen ze nog een extra aanduiding (bijv. undulatus, 'golvend')

Voor al die namen worden afkortingen gebruikt, bijv. Ac, CS, St enz. (Fig.8.7.1)

Deze namen hoeft de molenaar niet allemaal te kennen. Enkele namen kennen van veelvoorkomende bewolking, vooral rond fronten, is wel nodig.

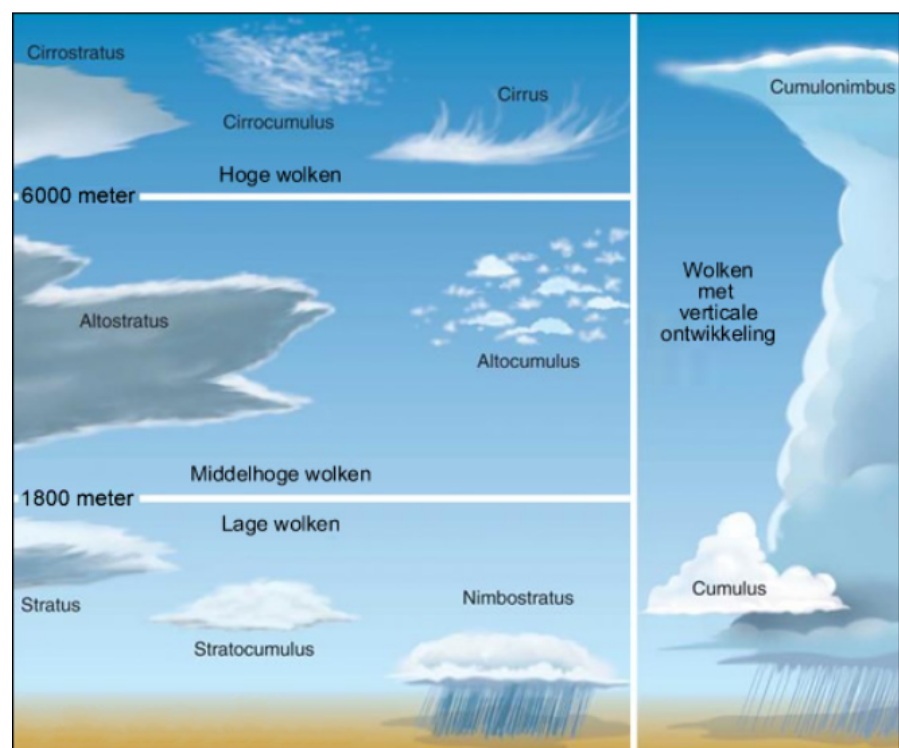


Fig. 8.7.1
Een overzicht van wolkenklassen en de hoogte waarop deze voorkomen.

8.7.2 Frontale wolken

Frontale wolken zijn wolken die voorkomen rond een warmte- of koufront of een occlusie. Ze bestaan uit lagen van wolken ten gevolge van het opgliden van luchtsoorten of doordat de fronten oplossen. Deze lagen (wolkenvelden) kunnen dun zijn, zodat de zon er 'als door matglas' nog doorheen kan schijnen, maar ook zo dik dat de zon volledig wordt afgeschermd.

condensatie

Bij het opgliden van lucht nabij fronten wordt lucht omhooggeduwd. Ze koelt daarbij af en er treedt condensatie op: er ontstaat bewolking. Deze kan dik of

gelaagde bewolking

dun zijn en al of niet neerslag geven. Ze kan de hele lucht bedekken of delen ervan. Belangrijk is dat het om gelaagde bewolking gaat die in horizontale velden voorkomt.

Doordat een warmtefront een kleinere hoek maakt met het aardoppervlak dan een koufront, ontstaat ook een ander soort bewolking.

Daardoor kunnen heel verschillende weersomstandigheden verwacht worden.

8.7.2.1 Bewolking bij een warmtefront

Bij een warmtefront schuift de warme lucht geleidelijk omhoog langs de koudere lucht. Dit proces verloopt rustig waarbij de laag bewolking langzamerhand steeds dikker wordt. (Cirrus, Cirrostratus, Altostratus en Nimbostratus)

De zware regenwolken (Ns) zitten kort vóór het grondfront; daar valt de meeste regen. Zodra het grondfront passeert, neemt de neerslag af.

Fig. 8.7.2.1

Bewolking bij een warmtefront, gezien door een waarnemer op de grond (gele pijl). Het front trekt van links naar rechts.

- de bewolking neemt toe, maar de zon is nog zichtbaar. Er verschijnt een halo.
- de zon staat op het punt te verdwijnen achter de in dikte toenemende bewolking.
- de hele lucht is grijs en gesloten.
- uit de Nimbostratus valt regen: het grondwarmtefront nadert.



8.7.2.2 Bewolking bij een koufront

Door de steilere stand van het koufront wordt de lucht in de warme sector snel en met veel kracht omhoog gedrukt.

Daarbij ontstaat vooral Stratocumulus en Cumulonimbus, waaruit veel regen kan vallen.

Achter het koufront bevindt zich koude lucht, waarin de bewolking snel oplost waardoor de lucht opklaart. Maar er bevinden zich vaak nog wel losse buien.

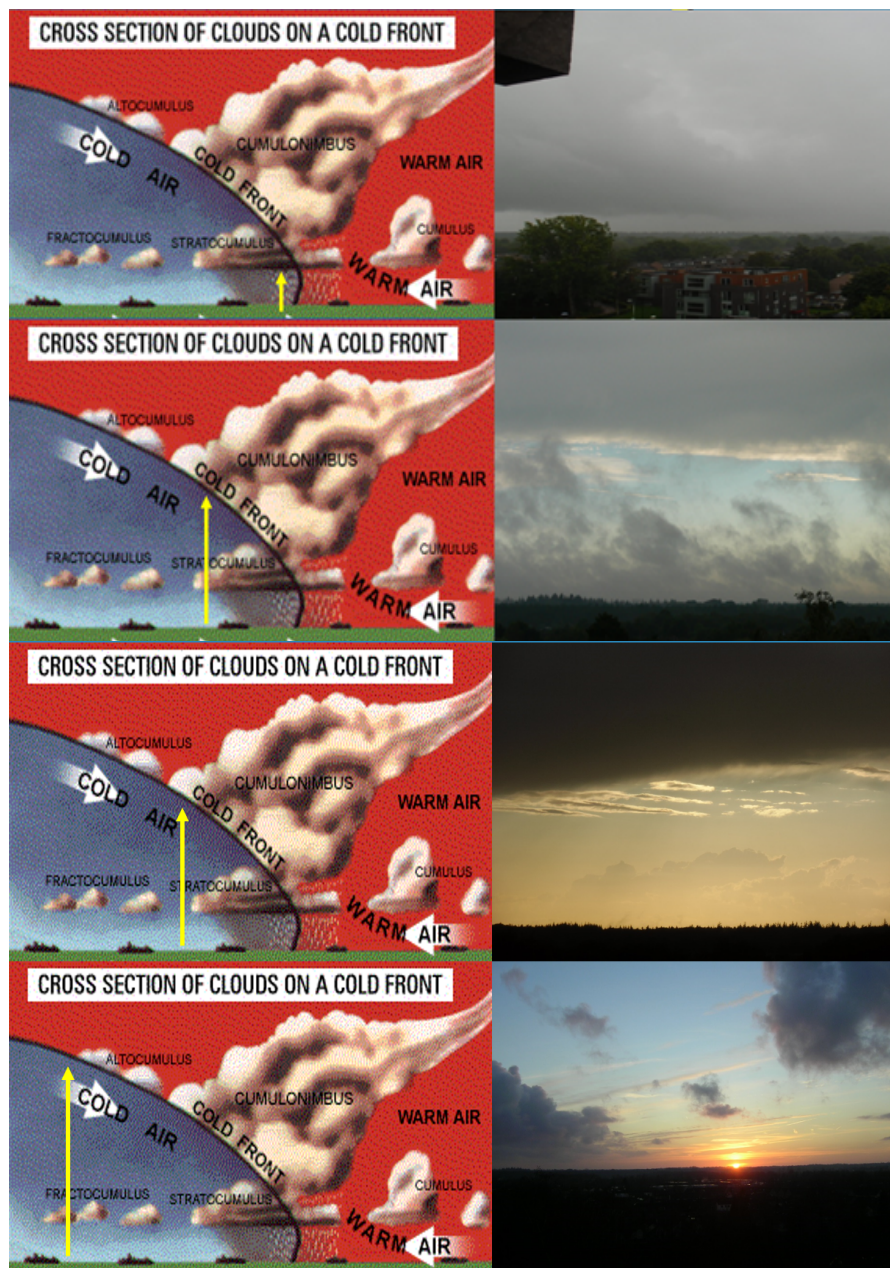


Fig. 8.7.2.2
Bewolking bij een koufront,
gezien door een waarnemer op
de grond (gele pijl). Het koufront
trekt van links naar rechts.
(N.B. op de foto's trekt het
koufront van rechts naar links)

- dikke Cumulonimbus-bewolking waaruit neerslag valt.
- de achterkant van het koufront komt in zicht.
- de achterkant van de bewolking is een vrij strakke lijn.
- na passage klaart het snel op, maar er kunnen nog wel losse buien voorkomen.

8.7.3 Stapelwolken

stapelwolken

Stapelwolken ontwikkelen zich verticaal. Daarmee onderscheiden ze zich van andere – horizontaal ontwikkelde – wolkensoorten.

Een stapelwolk is altijd een massieve, losse wolk zonder onderbrekingen. Deze heeft een scherpe, duidelijke omtrek en een vlakke basis.

Stapelwolken kunnen klein zijn, ca. vijftig meter dik, maar ook groot, tot wel 18 km dik.

Ze kunnen zich overal ontwikkelen waar onstabiele, opstijgende vochtige lucht is. Bijvoorbeeld op en achter een koufront of een occlusie.

Of bij een vore. Daar zorgen namelijk twee verschillende luchtlagen voor extra luchtopstuwing, waardoor stapelwolken ontstaan.

Ook bij een hoogtetrog zorgt de koude bovenlucht voor een extra aanzet tot het ontstaan van stapelwolken.

De meeste stapelwolken ontstaan echter als gevolg van verwarming van het land door de zon of door relatief warm zeewater, in combinatie met onstabiele lucht.

thermiek

Grote, onzichtbare bellen warme lucht stijgen dan op (thermiek). In hogere luchtlagen koelen ze af waarbij de waterdamp gaat condenseren.

Opm.: Heteluchtballonnen maken gebruik van thermiek om op te stijgen.

Zweefvliegers zoeken thermiekbellen om hoogte te winnen.

Indien de onstabieleit van de lucht groot genoeg is blijft de lucht stijgen en kunnen stapelwolken doorgroeien tot zware buienwolken.

onstabiele lucht

** onstabiele lucht: als de lucht aan het aardoppervlak warmer is dan de bovenlucht, zal lucht gemakkelijk gaan opstijgen.*

stabiele lucht

** stabiele lucht: als de lucht aan het aardoppervlak kouder is dan de bovenlucht zal lucht niet of nauwelijks opstijgen.*

Fig. 8.7.3

Forse stapelwolken en donkere onderkanten.

In het midden een hoge stapelwolk, die snel zal uitgroeien tot een bui.

Links en rechts ervan wijzen de rafelige bovenranden van de wolk erop, dat deze uitwaait in een aambeeld: daar valt al neerslag



Stapelwolken (Cumuluswolken, 'bloemkoolwolken') verdelen we – naar hun omvang – in vier soorten:

- een kleine, vriendelijke stapelwolk (Cumulus humilis) 'Mooiweer-wolk'
- een opbollende stapelwolk. (Cumulus mediocris)
- een hoog opbollende wolk (Cumulus congestus). Oppassen!
- een volgroeide stapelwolk, die buien gaat brengen (Cumulonimbus)

Een Cumulus congestus is het voorstadium van de Cumulonimbus: blijf zo'n wolk volgen of deze doorgroeit tot het Cumulonimbus-stadium. In dat geval kun je buien met neerslag en mogelijk windstoten verwachten. (zie 8.8.2 en 3)

8.7.4 Dagelijkse gang van de bewolking

Stapelbewolking kent – net als wind en temperatuur – vaak een dagelijkse gang. Na zonsopkomst – bij rustig en helder weer – begint de zon met het verwarmen van de aarde. Rond een uur of 10 heeft de zonnewarmte de grond zover opgewarmd dat zich thermiekbellen gaan vormen. De eerste stapelwolkjes ontstaan.

Naarmate de zon hoger komt neemt de temperatuur toe en daarmee ook de stijgkracht van de lucht; de wolkjes worden groter en groeien steeds hoger. Daarbij kunnen soms buien gevormd worden, afhankelijk van de onstabiele van de lucht.

's Middags gaat de zon gaat zakken en daarmee daalt ook de temperatuur weer. Hierdoor neemt de energie achter de thermiekbellen af, de lucht stijgt niet meer. Door afkoeling gaar ze weer zakken en gaan de wolken oplossen. Rond zonsondergang zijn de wolken weer verdwenen en rest alleen nog maar blauwe lucht.

Opm. Boven zee is deze dagelijkse gang afwezig. De temperatuur van het zeewater verandert maar heel langzaam onder invloed van de zon, waardoor er geen thermiekbellen ontstaan.

Om deze reden mijden zweefvliegers het (langdurig) vliegen boven open water.

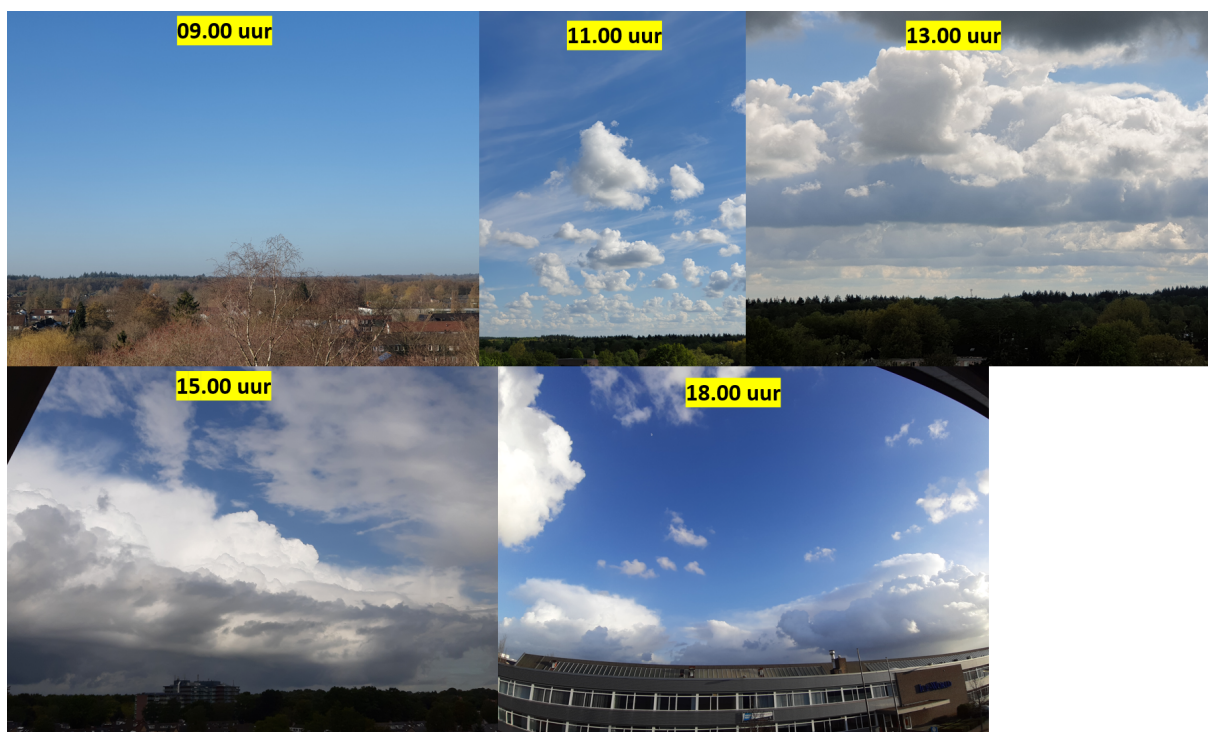


Fig. 8.7.4
De dagelijkse gang van stapelwolken

Als de zon meer kracht krijgt, wordt de lucht warmer en gaat stijgen. Daarbij vormen zich stapelwolken. Als de zon gaat zakken, koelt de lucht af en gaat dalen. De wolken lossen weer op.

8.8 NEERSLAG

Neerslag – zowel rond fronten als uit buien – ontstaat meest in het gebied waar wolken een temperatuur hebben tussen -8° en -20°C .

Hierbij ontstaat sneeuw, zowel in de zomer als in de winter. Deze sneeuw valt omlaag en smelt tot regen alvorens het aardoppervlak bereikt wordt. Alleen als het koud genoeg is onder de wolk – minder dan ongeveer $+3^{\circ}\text{C}$ – zal de sneeuw of natte sneeuw het aardoppervlak bereiken.

** tussen -8° en -20°C gaan onderkoelde regendruppels over in ijskristallen. De aanwezigheid van ijskristallen is een absolute voorwaarde voor het ontstaan van neerslag.*

Bij hogere temperaturen en matige neerslag bereikt de neerslag soms niet de grond, maar verdampt weer tijdens het vallen; dan zijn alleen korte regensluiers vlak onder de wolk te zien.

De neerslag kan vallen in kleine hoeveelheden, maar ook in enorme massa's. Zomers zijn de neerslaghoeveelheden groter omdat de lucht dan warmer is. Warmere lucht kan meer vocht bevatten en zal dan ook meer regen geven.

8.8.1 Neerslagvormen

8.8.1.a Regen

Als de in de wolk gevormde sneeuw overgaat in druppels, vanwege de te hoge temperatuur, valt de neerslag in de vorm van regen. Ruim 90% van de neerslag wordt zo gevormd. Dat gebeurt zowel in de zomer als in de winter.

Regen kan vallen uit gelaagde bewolking, zoals die voorkomt bij alle fronten. Dit kan zowel lichte als zware regen zijn. Regen kan ook vallen uit wolkenvelden of uit stapelwolken/buien.

** we maken onderscheid tussen regen en buien: regen is – vaak langdurige – rustige neerslag; buien zijn kortdurend en soms heftig. Ze ontstaan uit verschillende soorten bewolking.*

Wolkenvelden die regen geven zijn vaak restanten van oude occlusiefronten. Vaak is dit een gemengde wolkenvorm met lichte tot matige of soms nog zware regenval

inversie Wolkenvelden zoals stratocumulus komen vooral voor bij een noordelijke stroming vanaf de Noordzee vanwege een hogedrukgebied boven Scotland. Door de dalende luchtbewegingen bij dit hogedrukgebied ontstaat vrijwel altijd een inversie. Dit is een laag warmere lucht op hoogte. De wolkenvelden zijn soms dik genoeg voor lichte regen maar de erboven liggende inversie voorkomt dat ze doorgroeien en veel regen geven. Een kenmerk van deze wolkenvelden is dan ook dat ze erg plat zijn aan de bovenkant en vaak maar 1000-2000 meter dik zijn.

motregen Motregen ontstaat vaak doordat kleine wolkendruppels botsen, groter worden en dan te zwaar worden en vallen. Hierbij wijkt motregen af van andere neerslagvormen, omdat motregen niet eerst het sneeuwstadium kent.

Motregen valt alleen uit gelaagde frontale bewolking.

Een aparte vorm van motregen kan voorkomen in dichte mist, waarbij kleine mistdruppels samenklitten tot grotere druppels en dan vallen. Dit is echter geen normale neerslag. Als het koud genoeg is kan dit ook uitsneeuwende mist zijn.

8.8.1.b (Natte) sneeuw

Sneeuw wordt gevormd in wolken bij temperaturen tussen -8 en -20°C. Vervolgens vallen deze vlokken omlaag en als het koud genoeg is bereiken ze de grond.

Natte sneeuw komt voor bij luchttemperaturen tussen +3 en 0°C. Bij 0°C of kouder valt het als droge sneeuw.

8.8.1.c IJzel en ijsregen

IJzel en ijsregen ontstaan in het gebied onder het warmtefront – waar het vriest – en de warme lucht boven het warmtefront, waar het dooit.

Sneeuw valt eerst door de warme(re) lucht achter het warmtefront. De sneeuw smelt dan tot regendruppels. Deze regendruppels vallen vervolgens weer door een laag met vorst.

Is de laag met vorst dik genoeg dan kunnen ze bevriezen: ijsregen.

Is de laag dunner, dan raken de druppels alleen onderkoeld: ijzel.

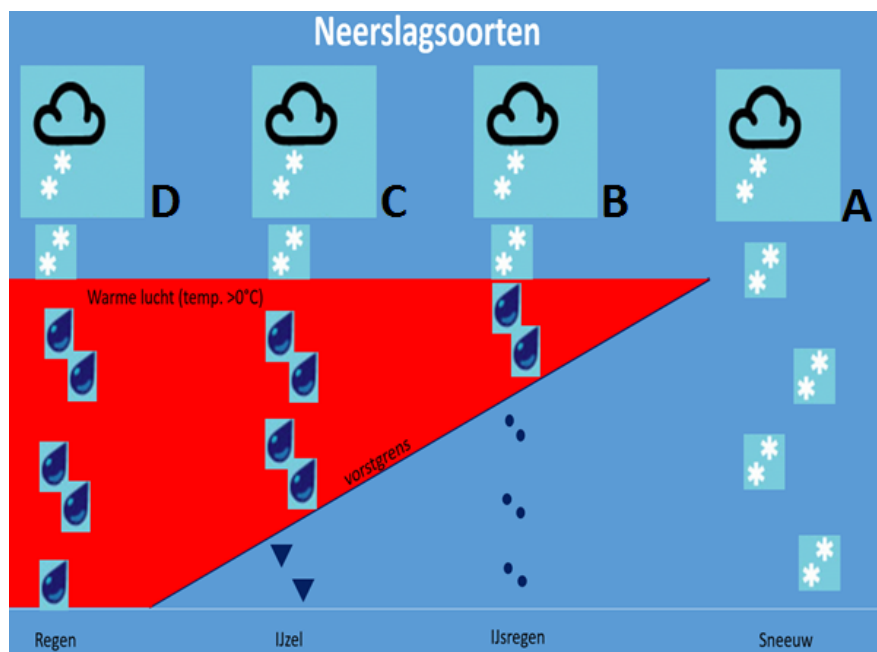
ijsregen
ijzel

Fig. 8.8.1
Neerslagsoorten

Vier vormen waarin winterse neerslag het aardoppervlak kan bereiken: als sneeuw, ijsregen, ijzel of regen.

Rood geeft de naderende warmere lucht achter het warmtefront weer.

Het warmtefrontvlak is hier de vorstgrens.



onderkoelde regen

Onderkoelde regen heeft de eigenschap, bij eerste aanraking met een voorwerp of de grond onmiddellijk over te gaan in ijs.

IJzel zet zich overal op vast en vormt direct een ijslaag.

** ijzel is iets anders dan regen die bevriest op een bevroren ondergrond.
Wat geen verschil maakt: het is allebei spiegelglad!*

De kans op ijzel of ijsregen doet zich 's winters voor bij het naderen van een warmtefront na een koude periode.

Bijvoorbeeld na een periode met een hogedrukgebied boven Scandinavië, koude oostenwind en heldere luchten; de grond en de lucht erboven zijn dan erg koud. Er zijn dan vier mogelijkheden (Fig. 8.8.1):

sneeuw

A: neerslag bereikt door de koude laag lucht als sneeuw het aardoppervlak. Afhankelijk van de temperatuur van die lucht is dat natte of droge sneeuw.

Bij nadering van een warmtefront bereikt ons warmere lucht, boven 0°C.

ijsregen

B: de sneeuw gaat in de warmere lucht over in druppels, die echter bij het vallen door de dikke koude laag eronder weer bevroren: ijsregen.

ijzel

C: idem B, maar door de kortere reis door de koude lucht raken de druppels slechts onderkoeld (< 0°C). Bij aanraking met de grond of een voorwerp worden ze ijs: ijzel.

regen

D: het grond-warmtefront heeft ons bereikt: de neerslag valt als regen.

Wat te doen bij beijzelde zeilen?

In situatie C krijgt de molenaar met ijs te maken op het molenerf, de stelling en andere molenonderdelen: oppassen voor gladheid!

Ook voorliggende zeilen kunnen met ijs bedekt raken door ijzel.

Afzeilen is dan gevaarlijk of zelfs niet mogelijk. En naar huis gaan met voorliggende zeilen is géén optie!

droogmalen

De oplossing is dan: doorgaan met draaien! Door de langsstromende lucht gaat het ijs op de zeilen verdampen en worden de zeilen droog gemaal.

Dat kan enige tijd duren, overigens.

En bedenk: in deze situatie is het grondwarmtefront in de buurt, daar achter volgt de warme sector en gaat de temperatuur stijgen.

8.8.1.d Hagel

Hagel ontstaat doordat in een wolk samengeklitte sneeuwvlokken naar beneden vallen en deels smelten. Door de hevige turbulentie in de wolk worden ze vervolgens weer omhooggevoerd waar het laagje smeltwater weer bevroert. De hagelsteen valt weer naar beneden, waarbij die opnieuw een beetje afsmelt enz. Elke keer groeit de hagelsteen iets aan. Dit proces gaat door totdat de steen te zwaar is geworden en op aarde valt.

De doorsnede van een hagelsteen kan wel 6 à 8 cm. worden. De valsnelheid 50 à 120 km/u.

Bij zomerse buien valt grote hagel vaak aan de voorzijde van het aambeeld, vlak voordat de regen begint.

Weerberichten waarschuwen doorgaans wel voor kans op hagel. Maar deze valt altijd heel lokaal. Wáár dat is is niet nauwkeurig aan te geven.

Er is verschil tussen zomerhagel en winterhagel.

Zomerhagel wordt in zware buien gevormd en is erg hard. Winterhagel is vrij zacht. Dit komt door het ontbreken van een smeltlaag tijdens winterse perioden.

Ook de vorm verschilt wat: zomerhagel is ronder, winterhagel meer driehoekig.

*rijp***Rijp**

Rijp is geen neerslag maar een vochtafzetting die befrist tijdens vorst. Dat kan een kleine laag zijn maar bijvoorbeeld bij mist ook een dikke laag van meer dan een centimeter. Rijp bestaat uit zeer kleine ijsnaaldjes, die nauwelijks enig gewicht hebben, ook niet in grote aantallen. Rijp smelt snel door straling van de zon.

Aandachtspunten bij (winterse) kou en neerslag

- ijsafzetting op molendelen door ijzel
- vallende brokken ijs of bevroren sneeuw
- gladde stelling en heklatten door rijp, ijzel, sneeuw, bevriezing
- natte zeilen kunnen bevriezen door droge, koude lucht achter een koufront
- loszittende wiggen door uitdroging in langdurige vorstperiode
- gietijzer (bovenas!) wordt brosser bij lage temperaturen; rustig vangen!

8.8.2 Buien

Elke stapelwolk die neerslag geeft noemen we een bui (Cb, Cumulonimbus). Kijken we naar de neerslag dan zijn er verschillende soorten buien: regen-, hagel-, sneeuw- en winterse buien. Deze laatste hebben een mix van alles.

Voor wat betreft neerslaghoeveelheid en -intensiteit kunnen de buien licht zijn (alleen wat neerslag) of zwaar. Ze kunnen ontstaan boven land of vanaf zee worden aangevoerd.



Fig. 8.8.2.1
Een forse bui.

Het uitwaaiende aambeeld is goed zichtbaar en verraadt dat de bui volgroeid is en uitregent.

onweersbui

Een apart soort bui is de onweersbui, vooral omdat deze gevaarlijk is vanwege alle randverschijnselen zoals onweer, hagel, zware regenval en kans op forse windstoten. (zie 8.8.4)

<i>aambeeld</i>	Overigens is het niet zo dat elke zware bui meteen onweer geeft. Daar zijn bepaalde atmosferische omstandigheden voor nodig. Er kunnen best wolkbreukbuien vallen zonder onweer en/of windstoten.
<i>tropopauze</i>	Buien worden gekenmerkt door de vorming van een aambeeld aan de bovenkant van de wolk. Een uitgroeiende stapelwolk (Cumulus congestus) botst tegen de tropopauze. Dit is de warme, bovenste laag van de Troposfeer. Door deze warme laag kan de stapelwolk niet verder stijgen.

Ze gaat zich dan uitspreiden tegen de tropopauze.

Bij het uitspreiden van de top van de wolk – met de daar heersende wind mee! – ontstaat de kenmerkende aambeeld vorm.

Het aambeeld bestaat altijd geheel uit ijskristallen en ziet er daardoor rafelig uit. De temperatuur in het aambeeld ligt namelijk tussen -15 en -70°C, afhankelijk van hoe hoog de wolk is gestegen. Omdat de tropopauze elke dag op een andere hoogte ligt, varieert ook de hoogte van het aambeeld.

** hoe hoger de buienwolk groeit, hoe zwaarder de buien kunnen worden.*

Voor meteorologen is de aambeeld hoogte van belang om de kans op onweer, hagel en wolkbreken in te schatten.

*Fig. 8.8.2.2
Een losse, uitregenende bui.*

*De bui is volgroeid en regent uit.
Onder de bui is de neerslag goed te zien.
De schuine stand van de neerslag duidt op windvlagen.
(de bui trekt naar rechts)*



Vooral stapelwolken die snel groeien tot het 'congestus-stadium' moeten in de gaten gehouden worden: is de bovenkant nog scherp of wordt deze al rafelig? Daarbij geldt ook: hoe makkelijker en sneller zich stapelwolken vormen overdag, hoe groter de kans op buien.

levensduur van een bui

Losse buien hebben een gemiddelde levensduur van ca. 30 minuten. Dat is de tijd tussen het begin van neerslag tot het oplossen na uitregenen.

** trekt een bui over de molen, dan duurt het gemiddeld hooguit 5-10 minuten dat de bui boven de molen hangt.*

8.8.3 De trekriching van buien

trekriching

Voor de molenaar is van groot belang om te weten of een bui (ruim) langs trekt of de molen gaat bereiken. Dat bepaalt of hij al of niet te maken krijgt met de weersverschijnselen rond een bui: windstoten, neerslag, onweer, hagel. De molenaar moet daarom de trekriching van een bui vaststellen.

Vaak is de wind aan de grond daarbij een goede graadmeter. Gemiddeld genomen is de sturende wind achter de buien – de wind op ca. 3 à 5 km hoogte – vrijwel gelijk aan de richting die de wind aan de grond heeft. Tevens zal het aambeeld meestal uitwaaien naar de kant waar de bui heen trekt.

**de molenaar dient een waargenomen bui altijd te volgen, om te bepalen wat de trekriching is om tijdig maatregelen te kunnen nemen.*

8.8.3.1 Afwijkende trekriching bij zware onweersbuien

Het kan echter zijn dat de wind aan de grond en de wind op hoogte verschillen van richting. Dit komt vaak voor bij naderende vores (convergentielijnen)

Dan waait aan de grond een zuidoostenwind maar op enige hoogte al een zuidwestenwind. De buien komen dan vanuit het zuidwesten opzetten, ondanks de zuidoostelijke grondwind. Op de buien zelf draait dan de wind bij.

Vaak zie je dan aan onweersverkliekers (Alto cumulus castellanus en Alto cumulus floccus) dat ze overdrijven vanuit een andere richting dan de grondwind, een goede indicatie enkele uren voor de buien uit.

8.8.3.2 Buien rond de molen en windrichting

Wanneer buien een molen passeren, kunnen ze voor korte tijd de wind beïnvloeden. Dit betreft zowel de windrichting als de windsterkte. Ook kunnen windstoten optreden.

*ruimend langs
krimpend langs*

** bij een bui spreken we van 'ruimend' of 'krimpend' langs de molen trekken of 'recht over de molen' trekken.*

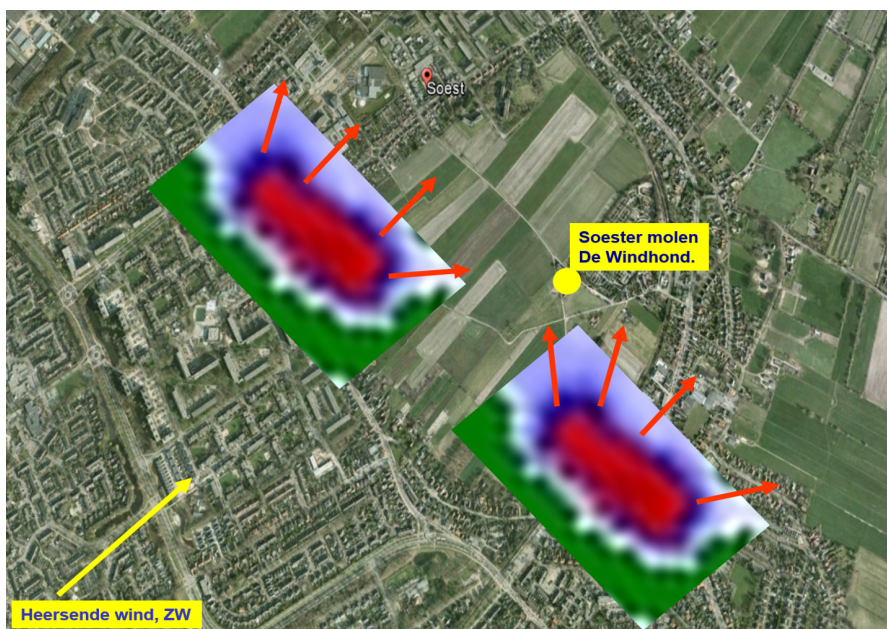
De heersende wind wordt bij het langstrekken beïnvloed door de wind die bij de bui vandaan stroomt.

Met de neerslag komt namelijk ook een enorme hoeveelheid lucht mee omlaag uit de bui. Deze stroomt waaivormig weg over het aardoppervlak, deels ook richting de molen. Soms zegt men wel: 'De bui trekt de wind naar zich toe'. Wat in feite gebeurt: de wind komt bij de bui vandaan.

Naarmate de bui ruimend langs trekt, zal de vanaf de bui toestromende wind steeds ruimer inkomen. Bij krimpend langs trekken komt de wind steeds krimpend in.

Fig. 8.8.3.2

De invloed van een bui op de wind bij de molen.
Door de uit de bui stromende wind wijkt deze tijdelijk af van de heersende wind (ZW, gele pijl). De buien trekken hier van zuidwest naar noordoost.



Is de bui de molen gepasseerd, dan keert de wind terug naar de oorspronkelijke richting. Het passeren duurt doorgaans maar een paar minuten.

** vanwege het tijdelijke karakter van het ruimen of krimpen van de wind kruien we niet mee. Eventueel zetten we de molen stil om achteruitdraaien te voorkomen.*

Bij langstreckende buien kun je de meeste wind aan de voorkant van de bui verwachten. Immers, daar versterken de heersende wind en de uit de bui stromende wind elkaar. Aan de achterkant van de bui werken ze elkaar tegen.

Fig. 8.8.3.3

Een rolwolk

Een rolwolk is vaak een scherp afgetekende wolkenband. Hij ontstaat aan de voorkant van de bui op de grens van de uit de bui stromende lucht en de warmere lucht op enige hoogte. Hij draait langzaam om zijn as en staat los van de bui. Hij is vaak een voorbode van veel wind. De rolwolk trekt naar ons toe.



Windstoten bij een langstreckende bui

Bij alle buien is er kans op windvlagen of windstoten. Hierboven noemden we

windstoten windstoten als gevolg van de neerstromende massa water en lucht uit de bui. Andere windstoten komen niet uit de bui maar het zijn door de bui afgebogen windbanden op hoogte, waar het harder waait (zie 8.4.4)

**windstoten kun je pas verwachten als een bui gaat uitregenen.*

langstreckende bui Let op: langstreckende buien en langstreckende depressies hebben beide invloed op de wind rond de molen. Maar verwar ze niet met elkaar!

langstreckende depressie Bij een langstreckende bui verandert de windrichting kortstondig – enkele minuten – en keert daarna weer terug naar de oorspronkelijke richting. Bij een langstreckende depressie verandert de windrichting en vaak ook de windsterkte gedurende langere tijd. Ook het weer verandert. (zie 8.9)

**bij depressies spreken we van: ‘ten noorden langstrekken’ of ‘ten zuiden langstrekken’.*

8.8.4 Onweersbuien

*bliksem
donder* Onweersbuien worden gekenmerkt door het voorkomen van bliksem met tot gevolg de donder. Daarin onderscheiden ze zich van andere buien. Het zijn de meest heftige buien die voorkomen in Nederland. Er zijn echter verschillende typen onweersbuien. Met alle bijverschijnselen. Stroboscopisch onweer (30-60 bliksems per minuut), zware windstoten, wolkbreuken en hagel, alles is mogelijk. Echter, ook een bui die maar één bliksem geeft is al een onweersbui.

Bij onweersbuien gaat alles op een hele heftige manier; de vorming, groei, de hoogte van het aambeeld, de windsnelheden. In onweersbuien is hevige turbulentie waarbij warme lucht omhooggaat en koudere lucht omlaag, met veel neerslag. De temperatuur in het aambeeld ligt vaak tussen -50 en -70°C, waarbij het aambeeld meest tussen 9 en 14 km hoogte komt.

wind van achteren Hele zware onweersbuien kunnen zo hard en explosief groeien dat ze een luchttekort krijgen en vóór de bui uit op enige hoogte (100-500 meter) lucht gaan aanzuigen. Dan stroomt ook lucht van achter de molen naar de bui toe. Men zegt dan soms dat ‘de bui tegen de wind in komt opzetten’ maar dat is dus niet juist. De molen gaat door die wind van achteren wel wat langzamer of onregelmatiger draaien. Er kan daarbij ook lichte zeilslag op het bovenend (!) optreden. Dit duurt maar kort; let op, want de wind uit de bui is in aantocht!

zeilslag bovenend

8.8.4.1 Soorten onweer

We onderscheiden verschillende soorten onweer. Ze verschillen in de wijze van ontstaan, de omstandigheden waaronder ze voorkomen en wat we ervan kunnen waarnemen.

8.8.4.1.a Warmte onweer

Dit zijn vaak op zichzelf staande (losse) maar grote en zware onweersbuien die ontstaan in warme en onstabiele lucht.

Ze vormen zich in de warme maanden wanneer een oud lagedrukgebied over Nederland trekt, soms vanuit het oosten. Aan de grond is dit lagedrukgebied geheel verdwenen maar op hoogte is de koude lucht nog aanwezig; dat zorgt

voor onstabiele lucht.

Deze onstabiele lucht, in combinatie met zonnewarmte overdag, zorgt voor de ontwikkeling van enkele zeer forse regen- en onweersbuien.

Deze buien ontwikkelen zich meestal net na de hoogste temperatuur in de middag, ze bereiken hun hoogtepunt tegen de avond en doven in de avond en nacht weer uit.

Ze trekken meestal vrij langzaam maar ze kunnen vrij grote windvelden om zich heen hebben (windstoten!), soms kilometers voor de bui uit. Warmte onweer staat bekend om de flinke hoeveelheid neerslag en ook windstoten. Het gaat ook vaak gepaard met hagel.

Warmte-onweer is meestal goed herkenbaar doordat er opklaringen rond de buien voorkomen; de bui tekent zich dan goed af.

Fig. 8.8.4.1.a
Warmte-onweer

In de middag heeft zich bij 28°C een forse warmteonweersbui ontwikkeld met een groot, rafelig, aambeeld dat geheel uit ijskristallen bestaat. Grote stapelwolken eromheen groeien hard en gaan bijna op in de onweersbui. (we kijken tegen de achterkant van de bui aan)



Warmteonweer is een landfenomeen: het komt opzetten uit het oosten of zuidoosten ('Ostgewitter'). Het bereikt boven ons land zijn grootste intensiteit. Als het de Noordzee optrekt, lost het weer op. Warmteonweer heeft doorgaans geen weersomslag tot gevolg.

8.8.4.1.b Vore-onweer/kou-frontaal onweer

vore

Rond koufronten en vores kun je zware onweersbuien verwachten en een forse windsprong. In de zomermaanden zit het onweer doorgaans op de vore, in de wintermaanden op het koufront.

convergentielijn

Vores (ook wel: convergentielijnen) liggen vóór koufronten. Ze kennen een windsprong in combinatie met vaak erg warme en zeer onstabiele lucht. Daarin kunnen zeer snel buien tot ontwikkeling komen. Ze trekken meestal snel en brengen vaak noodweer met veel onweer en forse windstoten.

vore-onweer

Vore onweersbuien komen opzetten vanuit het zuiden tot zuidwesten en brengen koelere lucht met zich mee. Ze kunnen als losse cellen voorkomen of als buienlijn. Ze bedekken dan de gehele lucht in de richting waar ze vandaan komen.

In de zomermaanden ruimen vores veel warmte op. Hierdoor is de energie al weg uit de atmosfeer, zodat het koufront erachter vaak niet meer dan wat regen geeft of enkele buien, maar geen onweer. (Al is dat niet uitgesloten!)

Fig. 8.8.4.1.b1

Altocumulus castellanus

Dit type bewolking is een echte onweersvoorspeller. Dat onweer hoeft overigens niet over deze regio te trekken, maar wel in de buurt van ons land.

Vaak zijn ze 's morgens te zien, 6 à 8 uur vóór het onweer

*onweers-voorspellers*

Vores worden vaak voorafgegaan door onweers-voorspellers zoals Altocumulus floccus en Altocumulus castellanus. Deze trekken vaak 6-8 uur voor de onweersbuien uit over de regio.

Fig.8.8.4.1.b2

Onstabiliteitsbewolking

Altocumulus floccus en castellanus. Er boven Cirrus van een naderende frontale zone.

Komt dit soort bewolking overdag voor, dan is er grote kans op regen- en onweersbuien 6 à 8 uur later op de dag.

*kou-frontaal onweer*

Kou-frontaal onweer is een wat misleidende term, want kou-frontaal onweer komt eigenlijk alleen maar voor tussen oktober en april. En dan vooral bij stormdepressies, met name als er veel wind staat dwars op het koufront. Dan bestaan de koufronten vaak uit felle buienlijnen, waar onweer in kan voorkomen. Het onweer zit dan niet op een vore maar op het koufront

Kou-frontale onweersbuien komen opzetten vanuit het zuidwesten, westen en noordwesten.

8.8.4.1.c Polaire onweersbuien

Polaire onweersbuien zijn buien die met een noordwestelijke (soms westelijke) stroming naar ons land gevoerd worden achter een koufront.

Deze buien trekken het land over met regen, hagel en soms lokaal een klap onweer.

Tussen de buien door schijnt dan fraai de zon in de diepblauwe lucht. Ze komen vooral in de middag goed tot ontwikkeling.

(Polaire buien worden ook wel 'air mass' buien genoemd)

*Fig.8.8.4.1.c
Polaire buien*

Polaire lucht is vaak goed te herkennen aan de diepblauwe kleur en witte wolken. In het aambeeld links is vaag wat mammatus (buidel) bewolking te zien. Dit is een teken van heftiger buien.



Polaire buien zijn goed te herkennen. Maar of er een klap onweer uit komt, valt niet te voorspellen. Vanwege de kans op windstoten is voorzichtigheid geboden.

*Fig. 8.8.4.2
Een zware onweersbui*

We zien een duidelijke wolkenkraag met daarachter egale lucht; een teken van hevige regenval en mogelijk flinke windstoten. Rond de wolkenkraag zijn vaak de eerste bliksems te zien. De bui trekt naar ons toe.



Aandachtspunten bij (zomerse) onweersbuien

- let op vores die staan ingetekend op een weerkaart; zomers kans op onweer.
- let op onweersverkliekers in de ochtend: Altocumulus floccus en castellanus.
- let op Cumulus congestus; die kan zich ontwikkelen tot een bui.
- het ontstaan van aambeelden die gaan overtrekken. Uitregenen, windstoten.
- donkere wolken pakken zich samen / zware lucht die eraan komt.
- groenige lucht die er aan komt? Grote kans op wolkbreuk met hagel.
- zeer scherp begrensde wolkenkragen met daarop of daarachter de bliksem.
- middag- en avondbuien zijn gemiddeld genomen het zwaarst.
- Mammatus ('buidel') bewolking aan de voorzijde van het aambeeld: zware bui.
- rolwolken zijn vaak een voorbode van zware windstoten.
- buien kunnen zéér snel trekken: tot wel 100 km/u.

8.8.5 Hoe te handelen bij een naderende bui?

Buien brengen altijd risico's mee voor de molen. De grootste dreiging gaat uit van windstoten en bliksem; niet van neerslag.

Herkennen van een bui.

Stel eerst vast of het wel een bui betreft. Een grote wolk met donkere onderkant hoeft nog geen bui te zijn.

- Bij gebroken bewolking kan een uitgroeiende stapelwolk goed geobserveerd worden.

scherpe randen

Zolang de bovenkant van de stapelwolk nog scherp afgetekend is (de bekende 'bloemkoolwolk') is de wolk nog niet volgroeid: het is nog geen bui.

aambeeld

Wordt de bovenkant van de wolk rafelig en gaat de wolk uitwaaien dan vormt zich een aambeeld: het betreft het een bui.

donkere onderkant

- Bij gesloten wolkendek is de bovenkant van een wolk niet te zien: maar een hele donkere onderkant wijst op een hoog opgaande wolk daarboven.

regensluiers

- Let op de onderkant van de wolk: als je er onderdoor kunt kijken, is het (nog) geen bui. Zie je regensluiers of een dichte lucht waardoor je geen horizon meer ziet, dan is het een bui.

- probeer in te schatten of het een lichte of een zware bui betreft. Andere bronnen, zoals buienradar en het weerbericht kunnen daarbij helpen.

** pas als een stapelwolk uitregent, noemen we het een bui. Dan pas kunnen we windstoten verwachten.*

Volgen van een bui

Een bui kan bedreigend worden, als deze in de buurt van de molen komt. Volg de bui om de trekdiring vast te stellen.

- de buienwolk wordt voortgedreven door de wind op ca. 3 km hoogte. Vaak is de richting van de hoogtewind gelijk aan de grondwind, maar niet altijd.
 - de richting van het uitwaaiende aambeeld – vooral van de lange punt - zegt iets over de wind op hoogte. Het aambeeld waait met die wind mee.
- Komt de bui op de molen af, dan zie je geen punt maar spreidt het aambeeld zich als een 'overkapping' met een rafelige voorkant over de molen.
- stel vast of de bui langs of over de molen gaat trekken.
 - stel vast of de bui snel of minder snel trekt.

Is het een bui en komt die richting de molen, neem dan op tijd maatregelen. (vangen, afzeilen, roeketting bevestigen, bliksemafleider in geval van onweer, enz.) Zeker onweersbuien kunnen heel snel trekken!

8.9 EEN DEPRESSIE TREKT RICHTING NEDERLAND

In ons land hebben we vaak te maken met langstreckende depressies. Deze gaan meestal vergezeld van fronten en bij fronten kunnen we bepaalde kenmerkende weersverschijnselen verwachten. Dat kan heel rustig verlopen, maar ook heel heftig.

‘Op fronten zit vrijwel altijd weer!’ zoals we in eerdere paragrafen zagen.

De meeste depressie trekken van zuidwest naar noordoost over ons land, maar daarop zijn soms uitzonderingen!

Nadert er een depressie, dan is de trekrichting ervan en onze positie ten opzichte van de kern van grote invloed op het weer.

Door een aantal weerkaarten achter elkaar te leggen, krijgen we een beeld van de trekrichting over ons land en ten opzichte van de molen. (zie 8.6.3)

Drie situaties doen zich daarbij het meest voor:

- de depressie trekt ten noorden van ons langs
- de depressie trekt midden over ons land
- de depressie trekt ten zuiden van ons land

8.9.1 De depressie trekt ten noorden langs

Dit is de meest voorkomende situatie. Wij bevinden ons dan aan de zuidzijde van de depressie met achtereenvolgens de passage van het warmtefront en het koufront. Of de occlusie.

Nadert de depressie ons vanuit het (zuid)westen, dan is er eerst een zuidelijke stroming. (zie 8.4.2)

*nadering warmtefront
(mot)regen*

Op de nadering van het warmtefront neemt de bewolking steeds verder toe (zie 8.7.2.1) en gaat het – als het grondfront nadert – (mot)regenen. (zie 8.5.3).

wind ruimt

Na passage van het grondwarmtefront ruimt de wind naar zuidwest tot west. De neerslag stopt. De temperatuur gaat wat stijgen want we komen in de warme sector. 's Zomers klaart het vaak wat op, 's winters blijft de bewolking vaak aanwezig.

warme sector

In de warme sector kan – vooral 's winters – een stevige wind staan.

nadering koufront

Achter het warmtefront nadert het koufront. Dat kan er snel op volgen, maar ook pas na geruime tijd, afhankelijk van de omvang van de warme sector.

vore

Let op: 's zomers kan aan het koufront een vore voorafgaan met mogelijk zware (onweers-)buien. (zie 8.5.7)

Op het naderende koufront kunnen we sterke verticale wolkvorming verwachten (Cumulonimbus) (zie 8.5.4 en 8.7.2.2) Deze zit overwegend vlak achter het koufront. Hierbij kunnen zware buien voorkomen.

Is de warme sector geheel bewolkt, dan gaat deze bewolking over in de koufrontbewolking en is het naderende koufront moeilijk te herkennen. Let dan op een donkere wolkenband in het westen/noordwesten.

wind ruimt

Op het koufront maakt de wind opnieuw een sprong en ruimt naar west tot noordwest. Dit is vaak een prima maalwind!

opklaringen

Achter het koufront zit koude lucht, dus de temperatuur daalt. Die koude lucht is vaak helder: na een koufrontpassage kunnen we felle opklaringen verwachten,

trog, buienlijn

waarin veel buien kunnen voorkomen, die echter goed waarneembaar zijn. Op de weerkaart kunnen we zien of we nog een trog (of buienlijn) kunnen verwachten tussen de losse buien achter het koufront. (zie 8.5.6)

** zowel bij passage van het warmte- als van het koufront kunnen we een windsprong verwachten. Beide keren ruimt de wind.*

** of de wind na een frontpassage toeneemt of afneemt kunnen we aflezen uit het isobarenpatroon op de weerkaart (zie 8.4.3.1)*

occlusie

Als de fronten al deels geocludeerd zijn, kan het zijn dat de occlusie ons passeert. En bij een sterk ingedraaide occlusie soms wel twee keer! Beschouw de bijbehorende weersverschijnselen dan maar als die bij een koufront. (zie 8.5.5)

luchtdruk

De barometer: óf en in welke mate de luchtdruk verandert bij passage van een depressie, wordt bepaald door onze afstand tot de kern.
 - is de trekrichting van de depressie zodanig, dat die afstand kleiner wordt, dan daalt de luchtdruk.
 - wordt die afstand groter dan stijgt de luchtdruk weer. Dit gebeurt o.a. na passage van het koufront.

8.9.2 De depressie trekt over het midden van ons land

Trekt een depressie recht over ons land, dan zullen er grote verschillen ontstaan tussen het noorden en het zuiden van ons land.

Bij nadering van het lagedrukgebied zal de wind gaan krimpen. In het noorden naar zuidoost, in het midden naar zuid en in het zuiden naar west. In de kern is de wind geheel weggevallen.

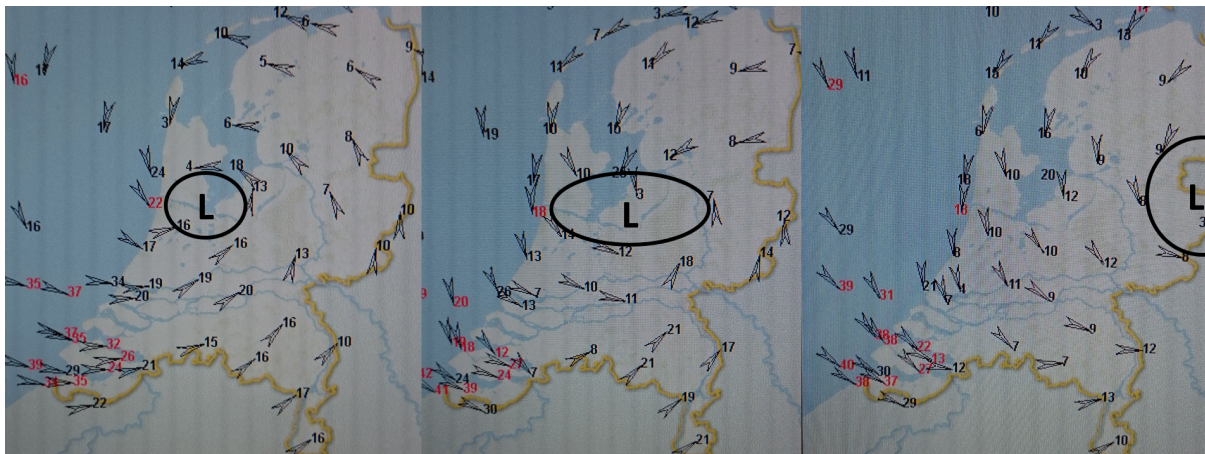


Fig. 8.9.2 Een kleine depressie trekt midden over ons land.

De wind in het noorden krimpt van zuidoost via noordoost naar noordwest. De wind in het zuiden ruimt van zuidwest naar noordwest. In Hoek van Holland neemt daarbij de wind af van 34 naar 21 kt, (van 8 naar 5 Bft)

Bij passage zal wind in het noorden verder krimpen naar het oosten tot noordoosten. De wind in het zuiden ruimt naar west. Waar de kern passeert, zal de zuidelijke wind ineens geheel wegvalen en vlak achter de depressiekern vanuit het noordwesten terugkeren – en vaak fors toenemen. Let op het isobarenpatroon!

Na passage wordt de wind overal noordwest.

In het noorden van het land krijgen we in deze situatie te maken met een occlusie of regengebied op de kop van de depressie.

In het midden van het land volgt het koufront snel op het warmtefront en in het zuiden komt men tijdelijk in de warme sector.

** een depressie over de molen kondigt zich aan door een snelle daling van de luchtdruk.*

Let op: Het gevaar van een recht overkomende depressie is, dat de molen doorgaans met veel zeil op een matige zuid/zuidoostelijke wind maalt, maar dat deze – als de depressiekern overtrekt – ineens kan wegvallen en krachtiger terugkeren uit het noordwesten.

Houd er rekening mee dat het ‘omklappen’ soms in zéér korte tijd kan gebeuren! Tijdig – d.w.z. vóór de wind omgaat! – vangen, afzeilen en naar het westen kruien is dan belangrijk!

8.9.3 De depressie trekt ten zuiden langs

Bij het naderen van de depressie gaat de wind krimpen, van zuidoost naar oost, noordoost en via noord naar noordwest.

Uit de occlusie op de kop van het lagedrukgebied valt regen of het regengebied reikt maar tot het gebied van de grote rivieren.

In de winter kan het gaan sneeuwen of ijzelen. De door oost naar noord krimpende wind trekt dan koude lucht ons land in.

** vanwege de voortdurend krimpende wind kan de kruiketting voor krimp-om kruien blijven liggen. (‘naar rechts’)*

8.9.4 Een depressie trekt langs de kust naar het noorden

In die situatie bevinden we ons ten oosten van de depressie, dus in een zuidelijke stroming. Daarbij trekken fronten over ons land. Vaak eerst het warmtefront, daarna het koufronten mogelijk daarna nog een om het laag gekrulde occlusie.

Direct ten zuiden van de kern zal de wind ruimen naar zuidwest tot west en zich snel uitbreiden over de rest van het land.

8.9.5 Een depressie trekt langs het oosten naar het noorden

Bij een lagedrukgebied dat langs onze oostgrens naar Denemarken trekt zal bij ons een wind waaien uit het noordwesten tot noorden. Daarbij zal het soms regenen.

Bovenstaande situaties geven een globale aanwijzing van wat je verwachten kunt. Op weerkaarten is meer informatie te vinden over de omvang en trekrichting van depressies, de ligging van de fronten en het isobarenverloop.

8.10 INFORMATIEBRONNEN

Naast de weerberichten op radio en TV is er online ook veel informatie beschikbaar over het weer.

De meeste (korte) weerberichten op internet worden overigens samengesteld aan de hand van computermodellen: ze worden niet door een meteoroloog bekeken of gecorrigeerd!

De bekende KNMI-weerkaarten zijn vooral gebaseerd op luchtdrukmetingen en luchtdrukverschillen. Maar er zijn ook bronnen, die andere informatie geven, zoals neerslag, windrichting en -sterkte, bewolking, temperaturen e.d.

8.10.1 Radar

Radar is een veelgebruikte bron, vooral omdat de beelden gemakkelijk op mobiele telefoons zijn te bekijken met behulp van weer-apps.

Sommige buienradars geven zeer nauwkeurig aan of een bui je treft of niet. Het is een handig hulpmiddel om buien te observeren.

Besef echter, dat buien constant aan verandering onderhevig zijn. Ze kunnen uitgroeien maar ook uitregenen en oplossen.

Hoe werkt buienradar?

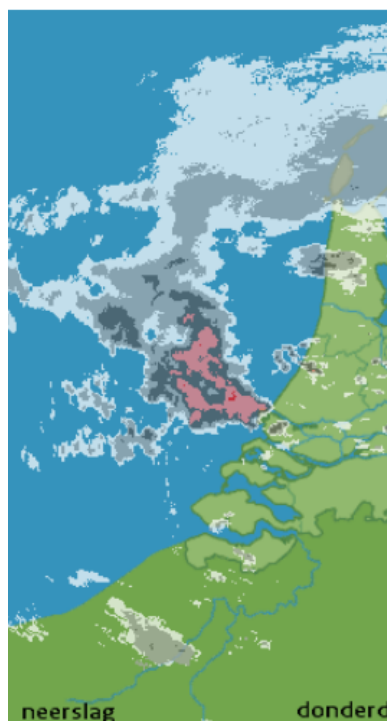


Fig.8.10.1

Een plaatje van een buienradar

Frontale regen boven het
noorden van het land en buiige
regen boven het westen en
oosten van het land.

Hoe feller de kleur, hoe zwaarder
de neerslag.

Radar zendt een signaal uit dat door regendruppels wordt weerkaatst. De teruggekaatste signalen worden bewerkt tot een radarplaatje. Per vijf minuten één plaatje.

Motregendruppels zijn echter te klein om te detecteren. Motregen wordt dus meestal niet weergegeven door de radar. Ook de reflectie van sneeuwvlokken is minder goed, waardoor sneeuwbuien vaak zwaarder blijken dan verwacht.

De buienradar heeft een bereik is ongeveer 300 km. Radargolven verplaatsen

zich uitsluitend rechtlijnig. Een radar kan dus niet ‘achter de horizon’ kijken vanwege de bolvorm van de aarde.

Van opkomende buien ziet de radar eerst alleen de bovenkant. Komt de bui dichterbij dan kan deze ineens zwaarder lijken te worden. Dat is niet het geval: de radar detecteert bij het naderen de bui beter en maakt die beter zichtbaar.

*actueel beeld
prognose*

Al onze radargegevens komen van het KNMI. Die heeft twee radartorens, die het hele land bestrijken. Elke provider krijgt de ruwe data en bewerkt deze dan met zijn eigen software.

Radar levert altijd een momentopname: die geeft de actuele situatie weer. De animaties van het verdere verloop van de neerslag zijn dus prognoses en dus minder betrouwbaar.

Sites en apps die prognoses van de radar voor de komende twee uur geven, moeten altijd met enig argwaan bekeken worden.

8.10.2 Het KNMI

Het KNMI houdt ook een weersite bij. Daarop worden weerkaarten weergegeven, zowel analyses als prognosekaarten.

<https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen-en-verwachtingen/weerkaarten>

Elke 6 uur wordt door een meteoroloog de z.g. ‘guidance’ modelbeoordeling opgesteld. Dit is een uitgebreid verhaal over het weer voor de eerstkomende 48 uur. Een nogal technisch verhaal, maar er valt van diverse onderdelen, zoals de wind, genoeg te begrijpen.

<https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen-en-verwachtingen/extra/guidance-modelbeoordeling>

Ook geeft het KNMI, altijd in overleg met andere instanties, weerwaarschuwingen uit.

<https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen>

8.10.3 Andere websites

WXCHARTS <https://wxcharts.com>

Deze website laat niet alleen de druk zien aan de grond maar ook de neerslag op de fronten, de losse buien en bewolking. Deze informatie kun je vinden bij de kaart ‘overview’. Door regelmatig deze kaarten te bekijken leer je neerslagpatronen herkennen van fronten en losse buien. Let op, deze kaarten bevatten niet de getekende fronten.

Weerplaza <https://www.weerplaza.nl/>

Onder het kopje 'Expert-Weerkaarten' vind je het model Harmonie dat door het KNMI gebruikt wordt. Bij 'Element' kun je 'Luchtdruk en wind' selecteren en je ziet dan zelfs de isobaren per 1 millibar.

Weerplaza geeft onder "EXPERT" de wind observaties per 10 minuten zoals de windkracht en windrichting en ook de windstoten.

Windy.com <https://www.windy.com/>

Op Windy.com kun je grondluchtdruk combineren met wind, neerslag en onweer. Deze website biedt veel informatie, o.a. duidelijke satellietbeelden.

Wetterzentrale <https://www.wetterzentrale.de>

Op deze Duitse site staan alle weermodellen die belangrijk zijn voor Europa, waaronder ECMWF en CFS hoge resolutie beelden voor Nederland. Het voordeel van deze kaarten is, dat Nederland redelijk centraal ligt

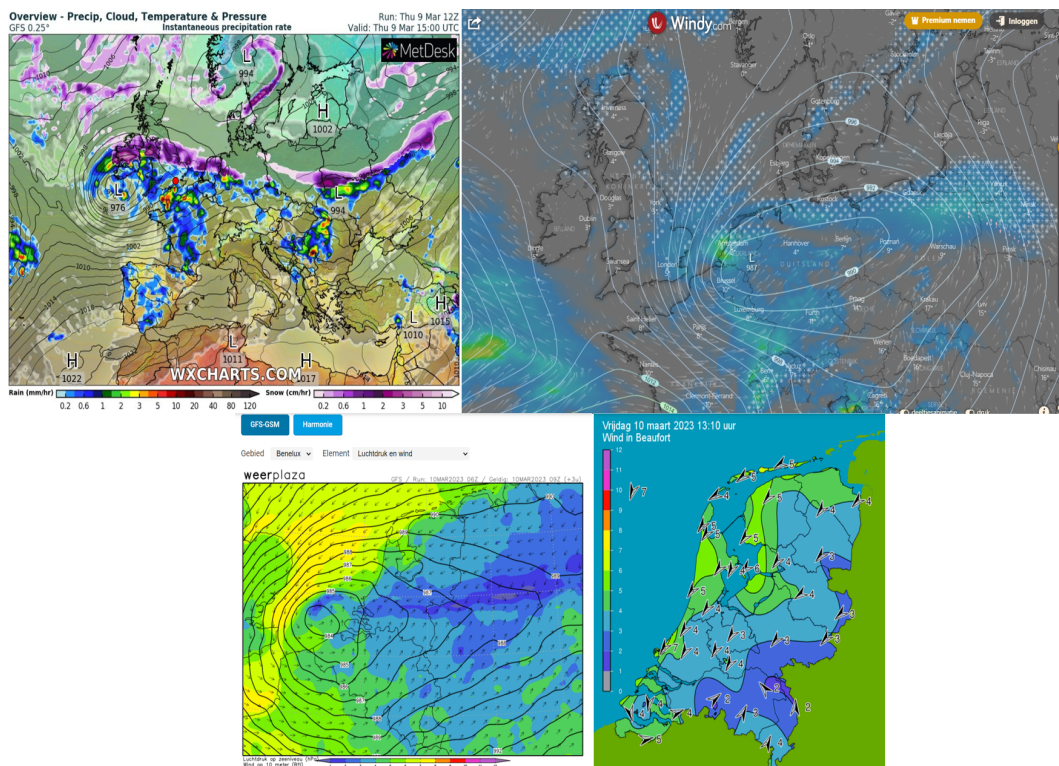


Fig. 8.10.3 Enkele weerkaartjes van websites.

Als we dit soort kaarten naast weerkaarten met fronten ontstaat een goed overzicht van wat er gaat plaatsvinden.

Wetter3 <https://www.wetter3.de>

De belangrijkste kaart voor ons op deze site is die van 'Modell-Wetter'. Deze laat zien in welke vorm neerslag valt: hagel, sneeuw, onweer of regen. Selecteer op de hoofdpagina: Hoch aufgelöst (GFS)



Website Gilde van Molenaars

Op de website van het Gilde van Molenaars verzorgt David Henneveld voor elke zaterdag een weerbericht, soms met extra uitleg bij bijzondere situaties.