

“Weer of geen Weer”

Basiskennis Meteo en
Begrijpen van weerbericht en weerkaart

Deel 1

Basiskennis: Polair front,
depressies en warm-/koufronten

Arend Jan Klinkhamer, voorjaar 2010

Programma

Deel 1

- Wat is de oorzaak van 'weer' en hoe is het weer rond de aarde verdeeld?
- Wind, temperatuur en luchtdruk, Coriolis-kracht, straalstroom
- De oorzaak van het polaire front
- De depressie als verschijnsel aan het polair front
- Weer aan warmte- en koufronten en rond een depressie

Deel 2:

Wolkenvorming, satellietbeelden en praktische voorbeelden

Deel 3:

Lokale effecten: kaap, straat, kustwind, zeewind, ...

Deel 4:

- Weerberichten, actuele weerkaarten, gribfiles

**Let op de plaatjes, de teksten kun je ook via de website nalezen.
Onderbreek en vraag direct bij onduidelijkheden.**



- Deze presentatie is gemaakt als instructie voor de PZV Zeezeilvereniging
- PZV brengt booteigenaren en opstappers bij elkaar, de ervaring van beide varieert van beginnend opstapper tot ervaren schipper
 - Opstappers
 - willen kunnen zeilen
 - brengen kennis en ervaring in
 - Eigenaren
 - kennis en ervaring opdoen, bijv. van tochten of opstappende ervaren schipper
 - zoeken bemanning voor bijvoorbeeld aanbrengrtochten in de vakantie
- **Met plezier leren en uitwisselen van kennis en ervaring is basis van de vereniging**
- Geen zeilopleiding: daarvoor zijn voldoende zeilscholen
- Praktijk o.a. trim- en oefenweekends; winteravonden met lezingen en praktijk
- Elk jaar Hemelvaarttocht 9 dagen naar Engeland met 20-25 boten
- 250 à 300 leden uit heel Nederland; ligplaatsen idem
- Bijeenkomsten rond Eindhoven, activiteiten op de Noordzee, in Zeeland en op IJsselmeer



Referenties

Goede bronnen voor weerkennis:

- Het weer van morgen, Dieter Karnetzki. Inleidend boek gericht op zeezeilers.
- Meteorologie en Oceanografie voor de Zeevaart, C.J. van der Ham et.al. Grondig leerboek Hogere Zeevaartschool
- Meteorology Today, Donald Ahrens. Uitgebreid Amerikaans eerstejaars studieboek (sterk visueel, geen moeilijke wiskunde)

Websites, ook voor achtergronden:

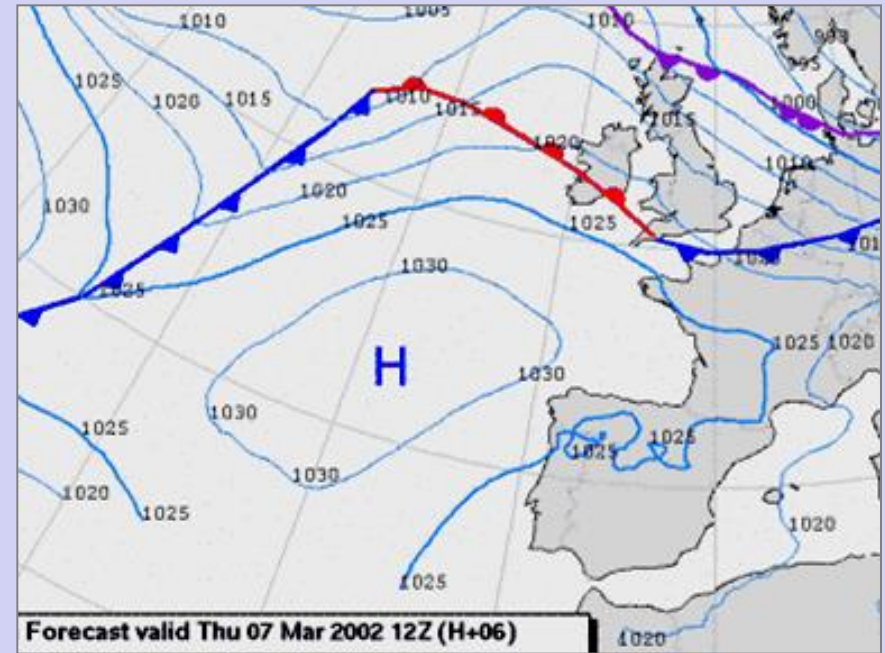
- www.knmi.nl Veel informatie bij ‘Nader Verklaard‘.
- <http://www.metoffice.gov.uk/weather/marine/>
- <http://france.meteofrance.com/france/mer>
- <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/index.html> Goede slides

Zie ook links op www.pzv-zeezeilen.nl



De oorzaak van wind

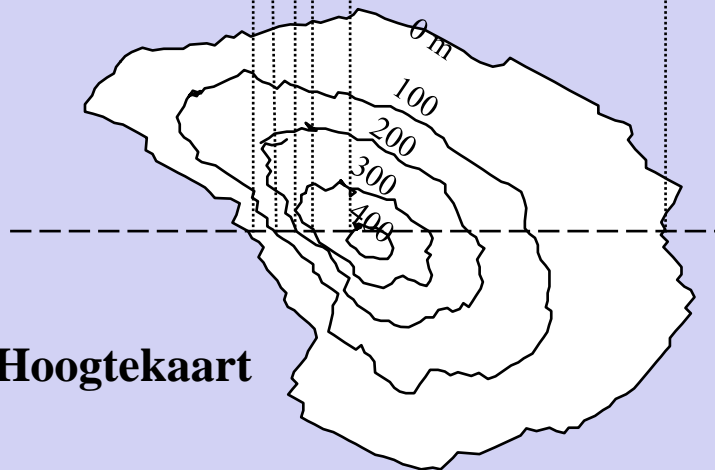
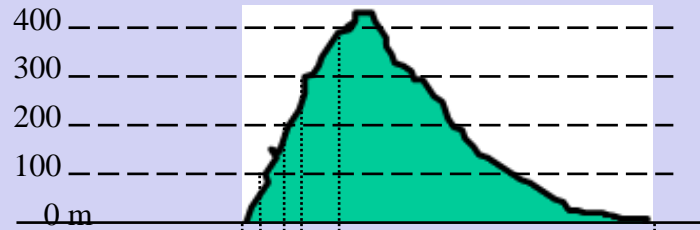
- Wind ontstaat als de luchtdruk op twee plaatsen verschilt.
- De weerkaart geeft de luchtdruk aan de grond
- De isobaren in de weerkaart zijn lijnen van gelijke luchtdruk



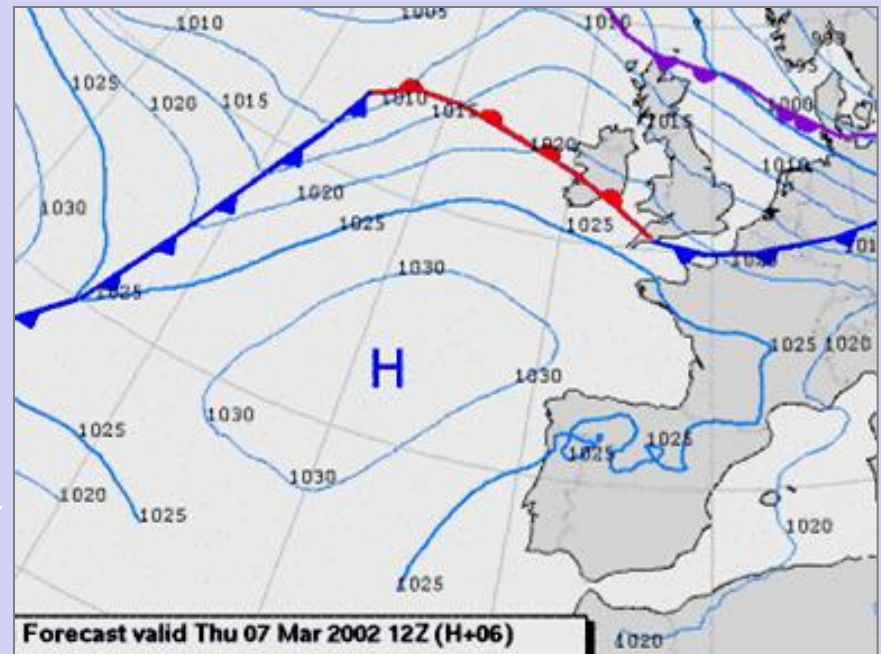


De isobarenkaart

Eiland, doorsnede



Hoogtekaart

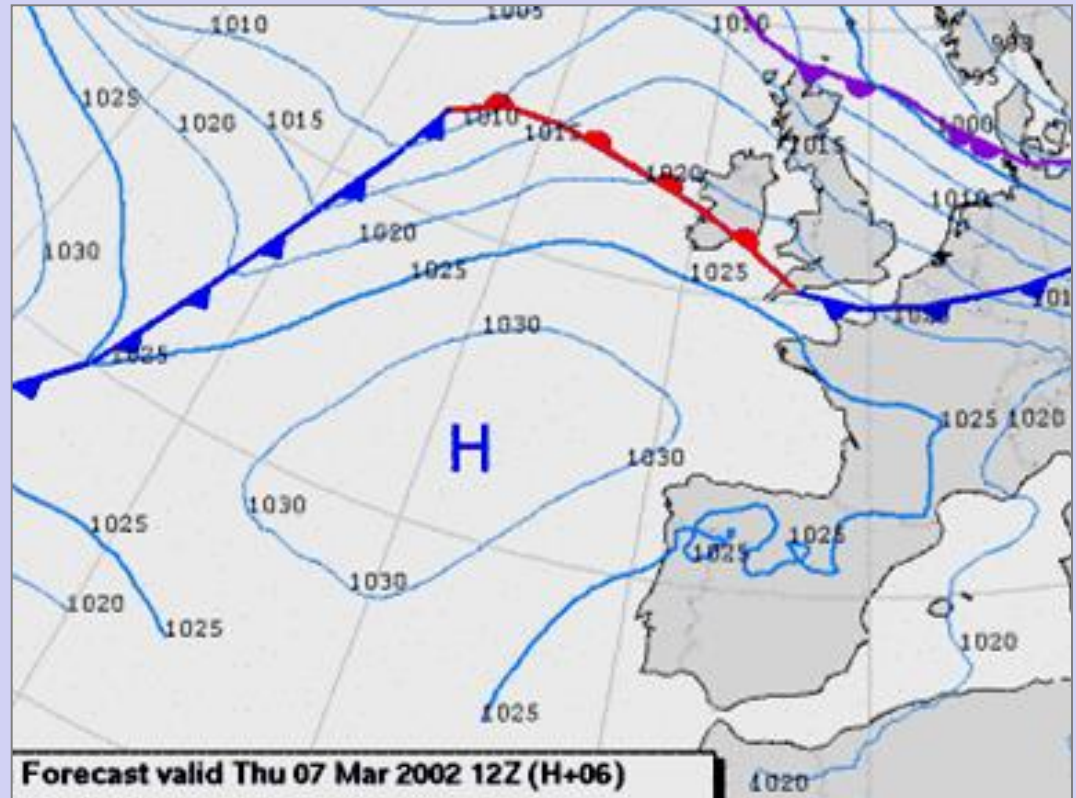


- De lijnen in de topografische kaart zijn lijnen van gelijke hoogte
- Waar de lijnen dicht bij elkaar lopen, is de helling steil
- Waar isobaren dicht bij elkaar liggen, is het drukverschil over kleine afstand groot



De oorzaak van wind

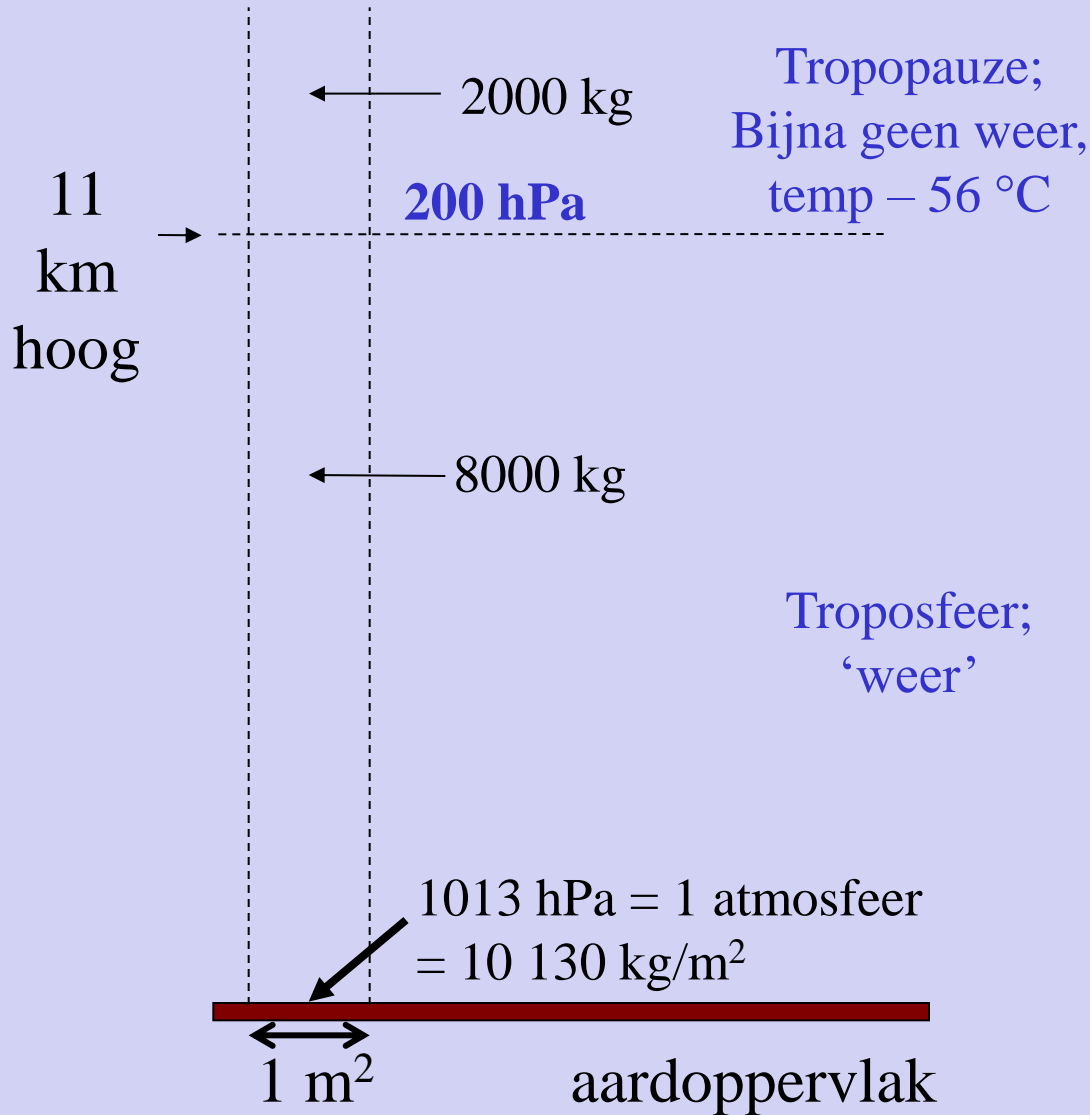
- ‘Azoren-hoog’ is 1030 hPa (hecto-Pascal = millibar)
- Rondom is de luchtdruk lager
- De wind begint naar buiten te waaien



Vraag: wat is luchtdruk eigenlijk?



Wat is luchtdruk?



- Luchtdruk op een punt is het gewicht van de lucht-massa boven 1 vierkante meter (m²)
- Beneden 11 km is er 'weer'; de troposfeer (tropos = mengen)
- Boven de 11 km verandert de temperatuur niet (tropopauze)
- Wat is de druk op 11 km?



Hoeveel druk is 1 atmosfeer?

- Stalen vat 200 liter
- Met vacuumpompje leegzuigen



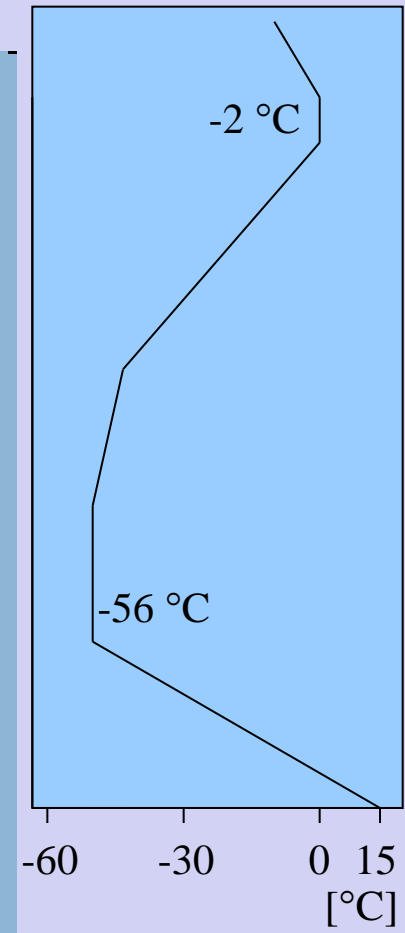
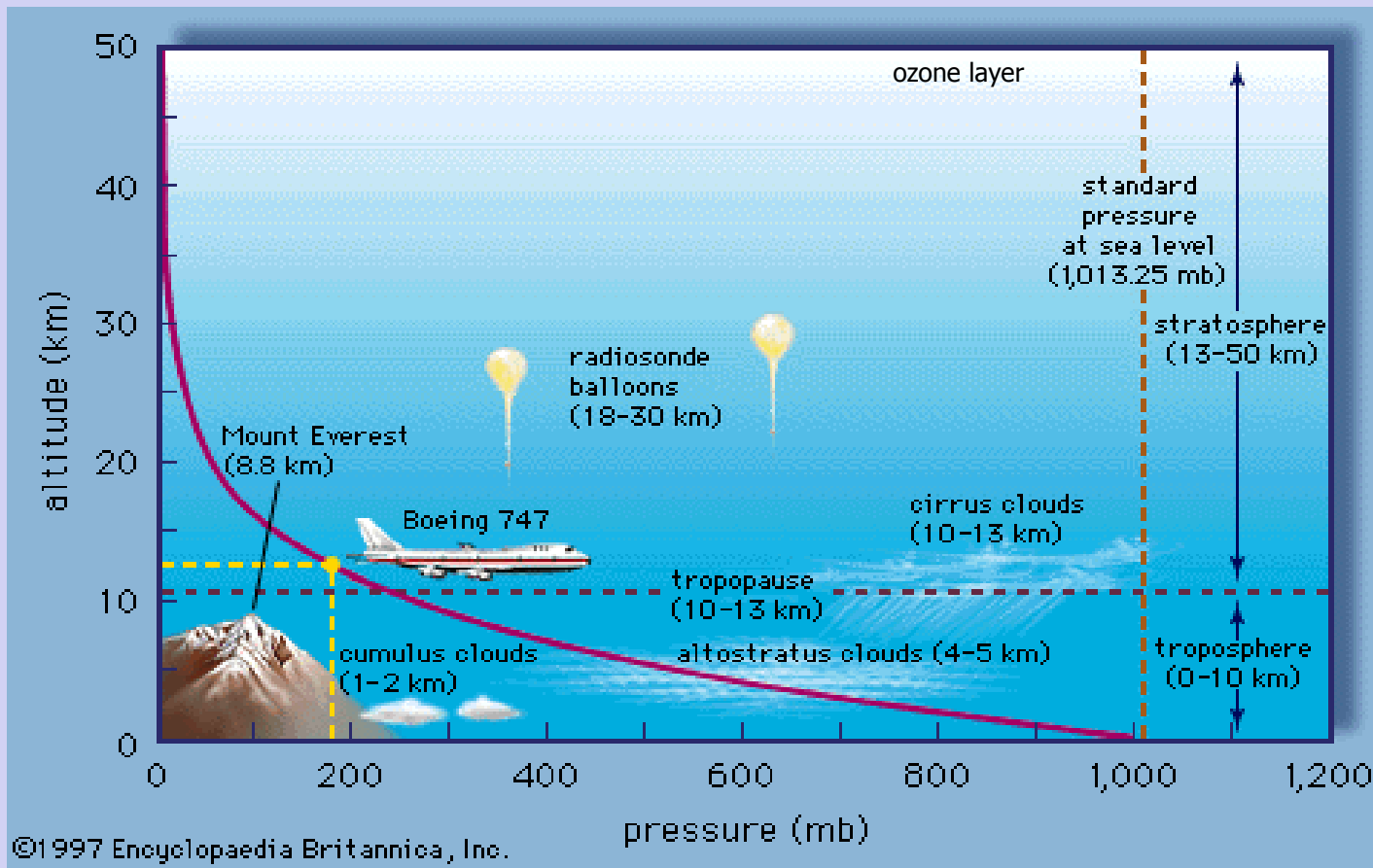
Demo:
Vacuumdienst
Philips NatLab

- Het is niet de vacuumpomp die het vat in elkaar trekt!
- De luchtdruk heeft geen tegenkracht meer; er duwt 10 ton/m² op het vat.





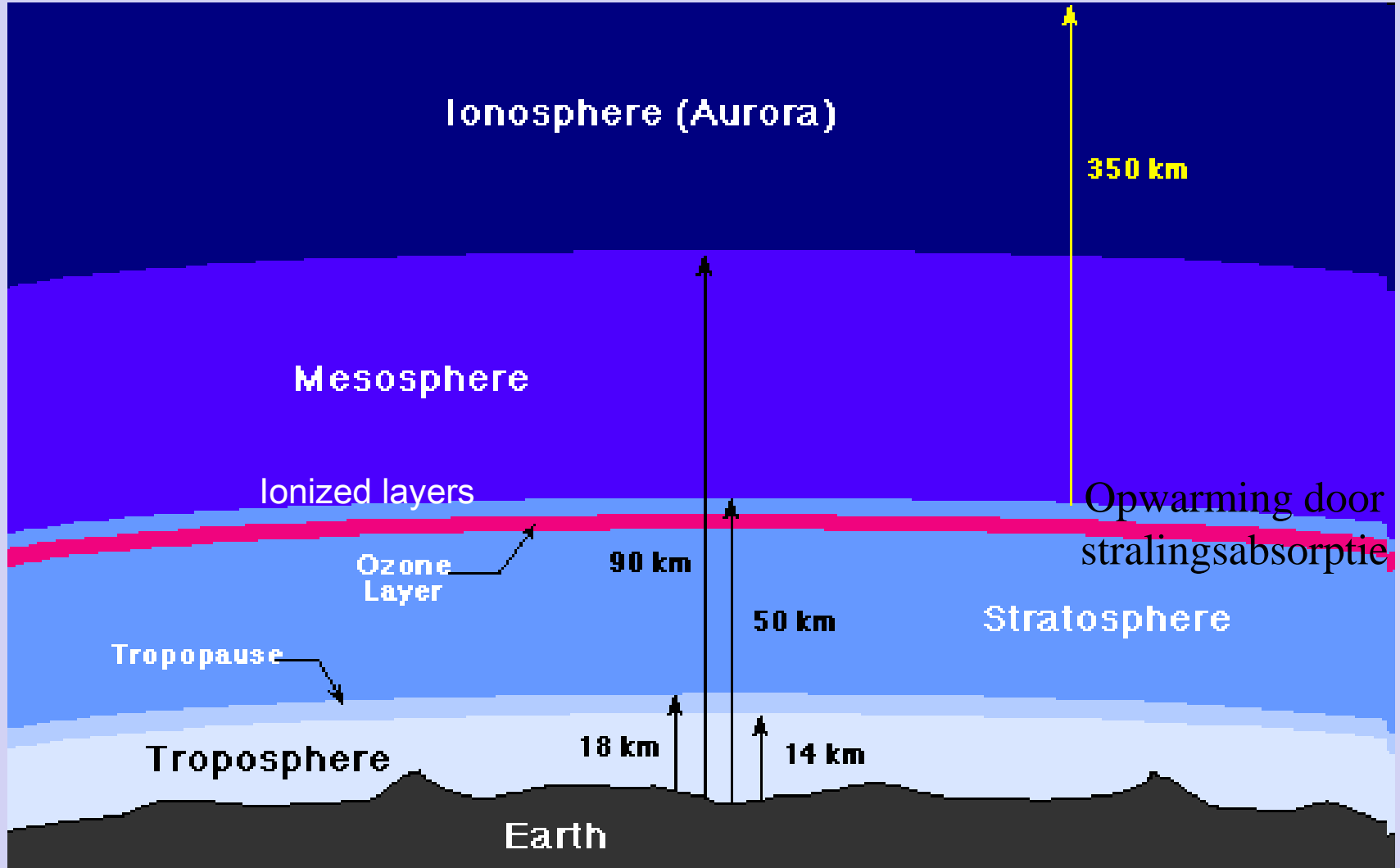
Opbouw onderste atmosfeer



Temperatuur standaard atmosfeer

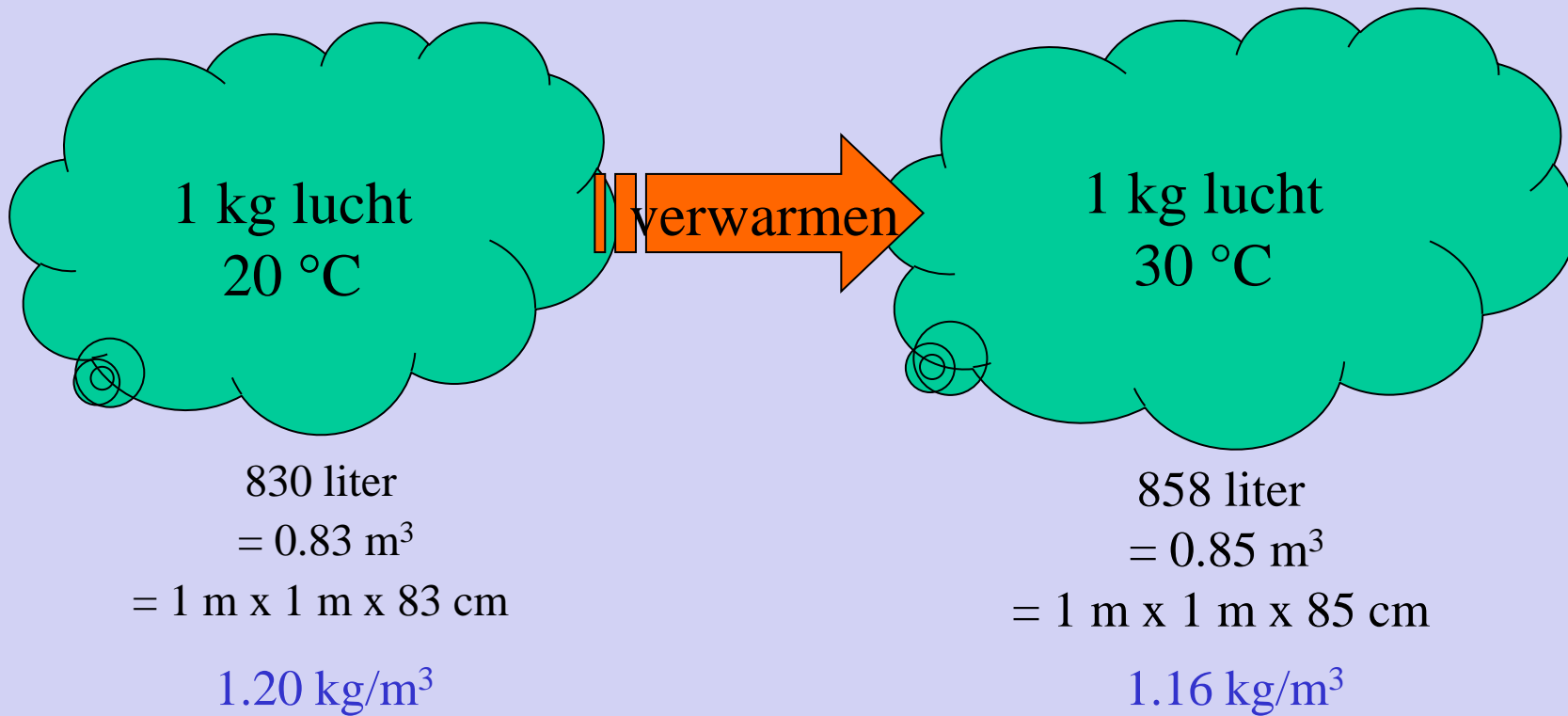


Opbouw hogere atmosfeer





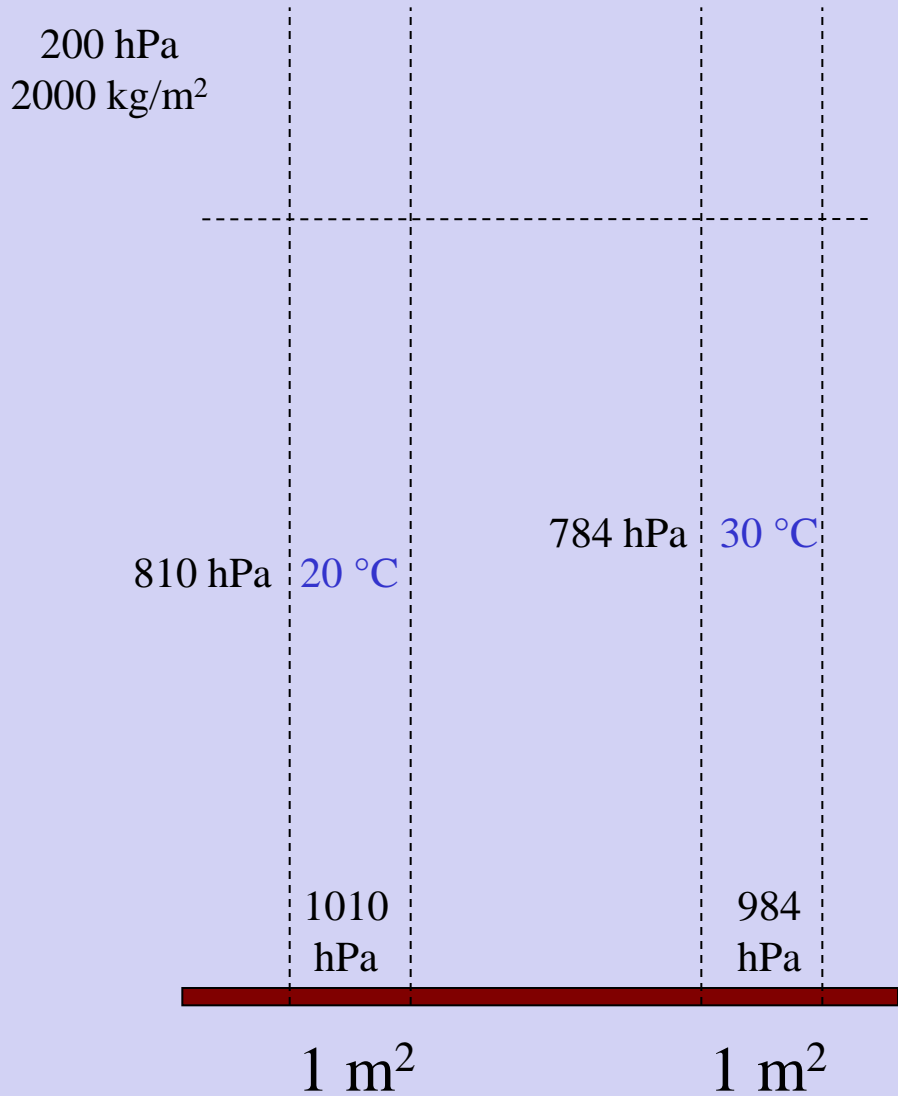
Hoeveel weegt lucht?



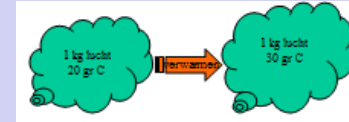
Er is 28 liter volume bij gekomen: 3.4%
Omgekeerd: 1 m³ lucht is dus 3.4% lichter



Warmere lucht weegt minder



- Boven 11 km verandert er niets
De variatie zit in de onderste laag



- Warme lucht is lichter, koude lucht is zwaarder per kubieke meter (m³)
- Dus: warmere lucht = minder kg/m³:
De gemiddelde temperatuur beïnvloedt de luchtdruk.
- De kolom van 30 °C is 3.4% lichter:
7840 kg tegen 8100 kg
784 hPa tegen 810 hPa

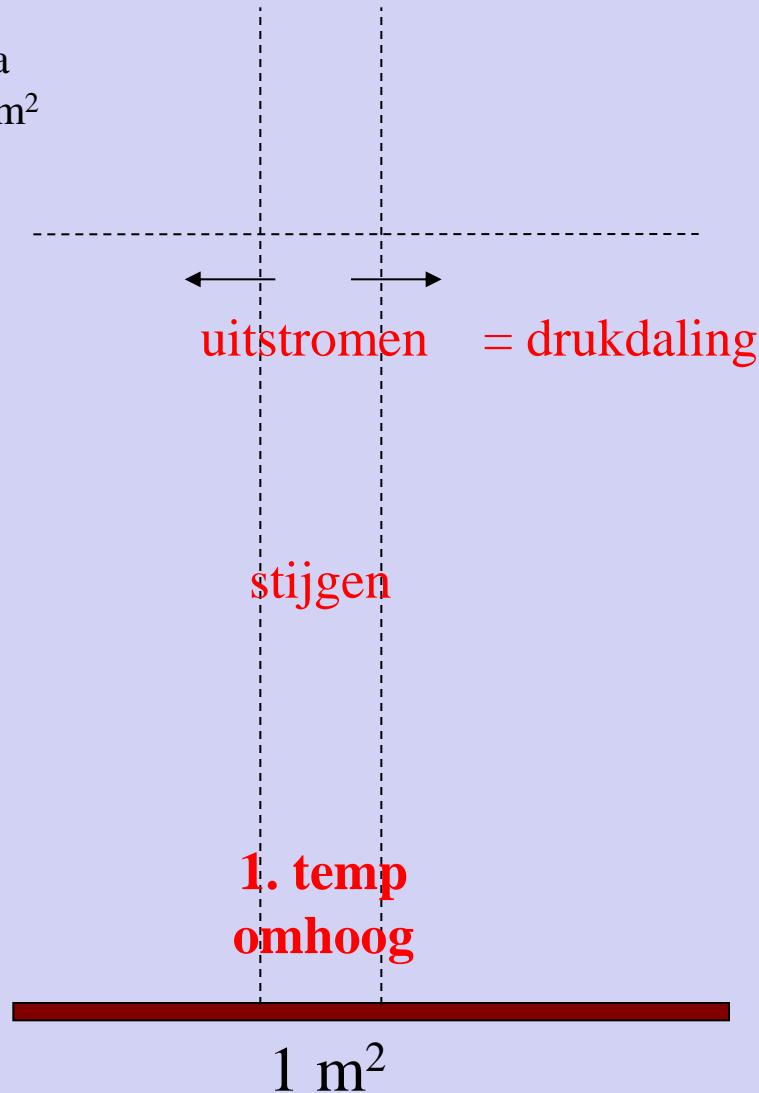
**Temperatuurverschil
= luchtdrukverschil**

- De warme luchtkolom is 260 kg lichter;
waar blijft die lucht?



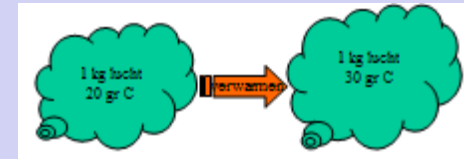
Luchtdruk en uitstroming

200 hPa
2000 kg/m²



Hoe kan het gewicht van de luchtkolom veranderen?

- We houden de grens van 11 km vast; de verandering zit in de onderste laag
- De lucht warmt vanaf de bodem op tot de hele kolom 30 graden C is

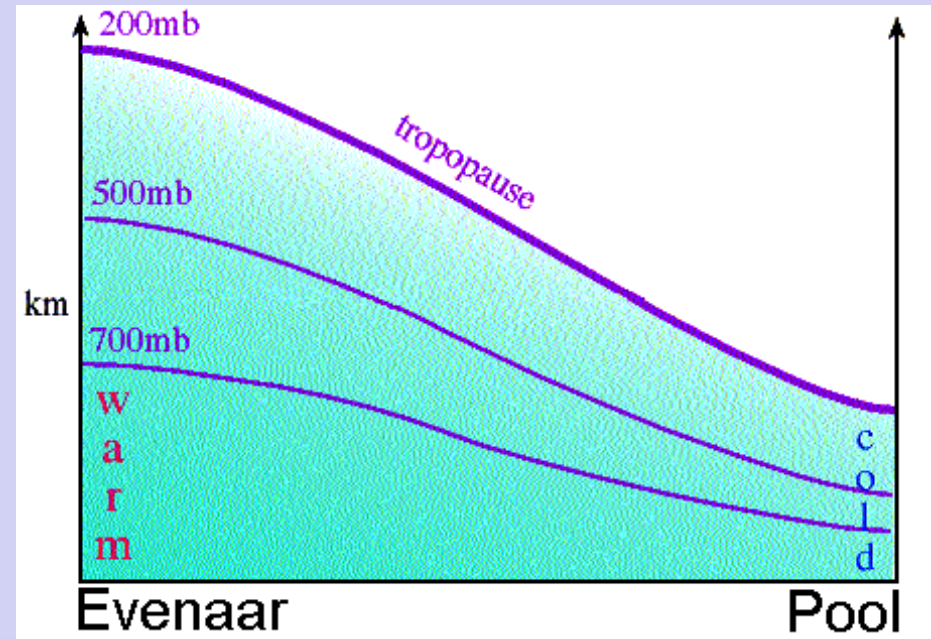


- De opgewarmde lucht zet uit en gaat stijgen
- Boven in de kolom stroomt de overtollige lucht zijwaarts uit; **er verdwijnt massa.**
- Als er aan de onderkant niets instroomt, daalt dus de luchtdruk



Dikte troposfeer varieert met de temperatuur

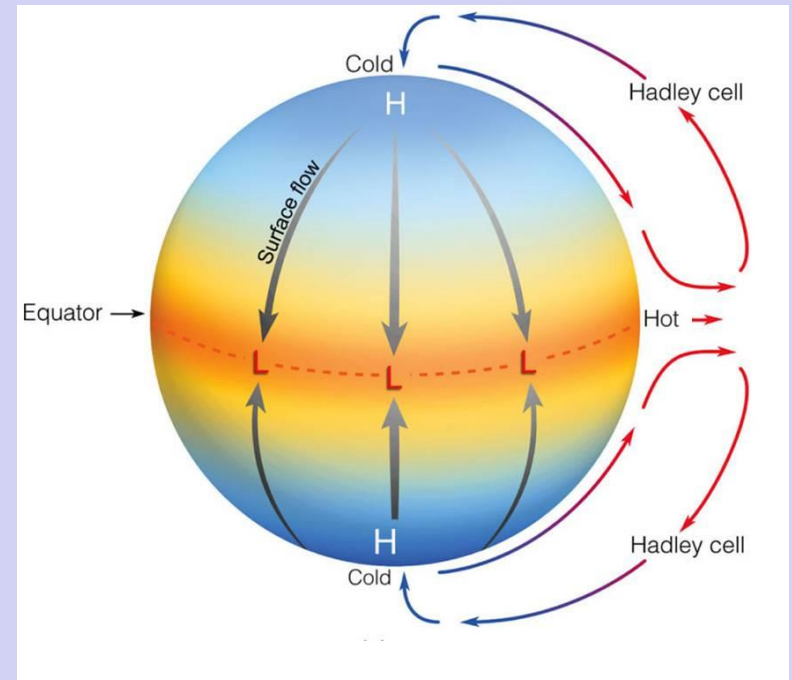
- De zon warmt de evenaar veel meer op dan de polen
- De troposfeer is aan de equator circa 16 km dik, bij de polen 8 of 9 km
- In die “dunne” atmosfeer, onder het 200 hPa vlak, spelen zich bijna alle verticale en horizontale processen af
- De beroepsmeteoroloog gebruikt allerlei drukvlakken in de atmosfeer
- Het 500 hPa vlak wordt veel gebruikt: het ligt gemiddeld op circa 5.5 km hoogte





De bron van het weer: zonnewarmte

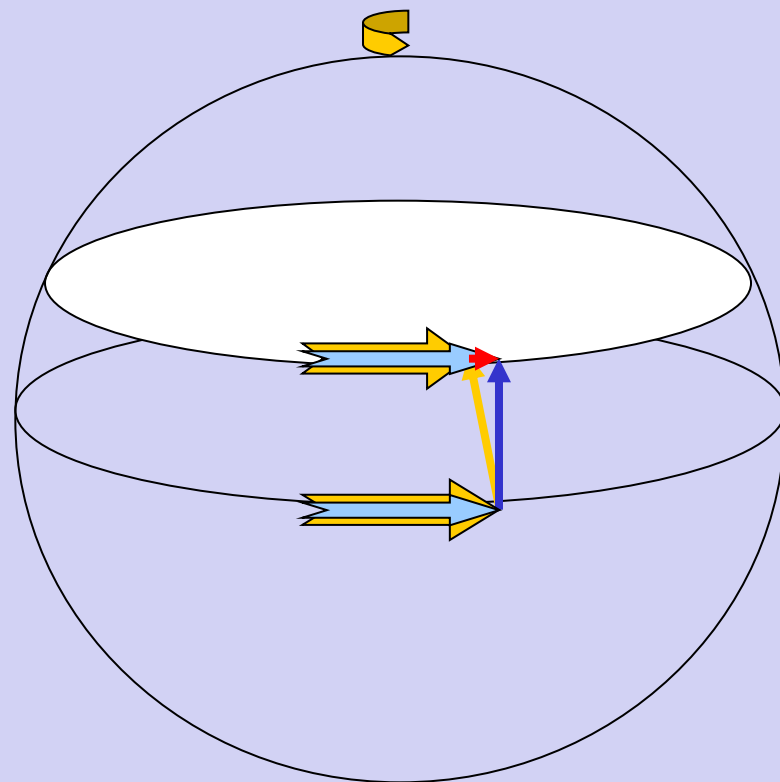
- **Koude lucht** aan de pool door continue warmteverlies, daarom daar een hogedrukgebied (H) aan de grond
- Lucht stroomt van H weg
- **Warme lucht** aan de evenaar door voortdurende opwarming, dus lagedrukgebied aan de grond, zuigt lucht aan
- **Lucht daalt in H, stijgt in L**
- Eenvoudigste model zou zijn: een grondstroming van de pool naar de evenaar met een hoogtestroming terug





Coriolis-afwijking

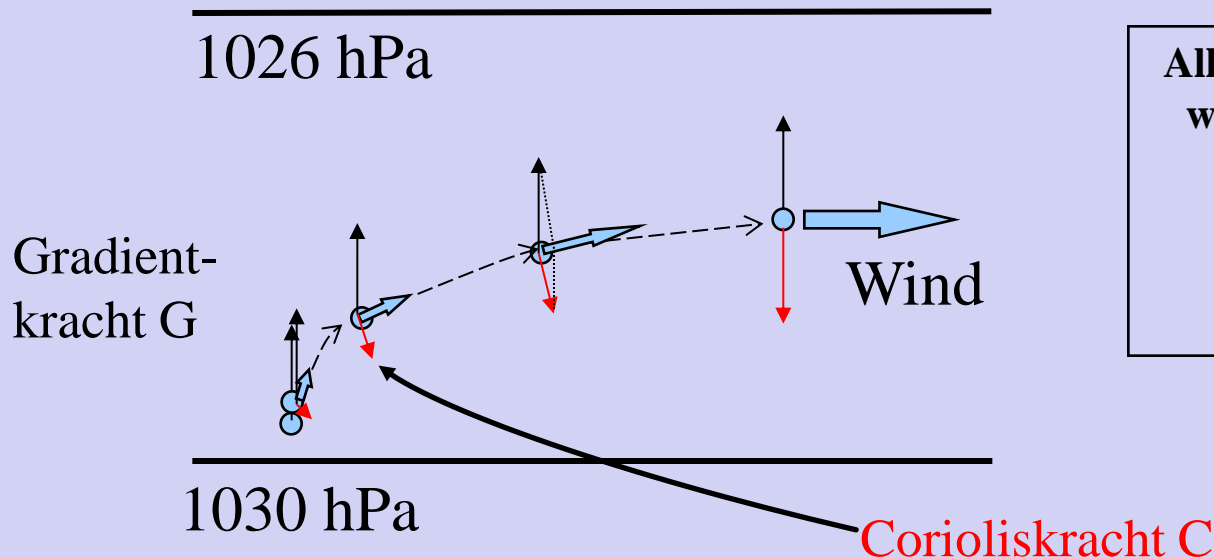
- **Alles wat beweegt, krijgt op het N halfrond een afwijking naar rechts**
- Bij windstil weer aan de evenaar beweegt de lucht mee naar het oosten
- Een hogere breedtegraad is korter, maar gaat ook in 24 uur rond.
De snelheid is dus kleiner.
- Alles wat van niet aan de aarde vast zit en de evenaar af beweegt, houdt zijn grote rotatiesnelheid;
De aarde beweegt er minder snel onderdoor, de beweging lijkt daardoor naar het oosten te gaan: de Coriolis-afwijking!
- Aan de evenaar is de kracht nul, aan de polen maximaal





Wind en Coriolis

- Drukverschil over bepaalde afstand is de kracht die lucht naar lage druk trekt: de gradiëntkracht (= druk/afstand)
- Lucht die in beweging komt gaat naar rechts afwijken (Coriolis-kracht staat altijd loodrecht op snelheidsrichting); de som van gradiëntkracht en Corioliskracht is de resulterende drijvende kracht
- Uiteindelijk waait de wind parallel aan de isobaar (alleen als er weerstand is, is dit anders)



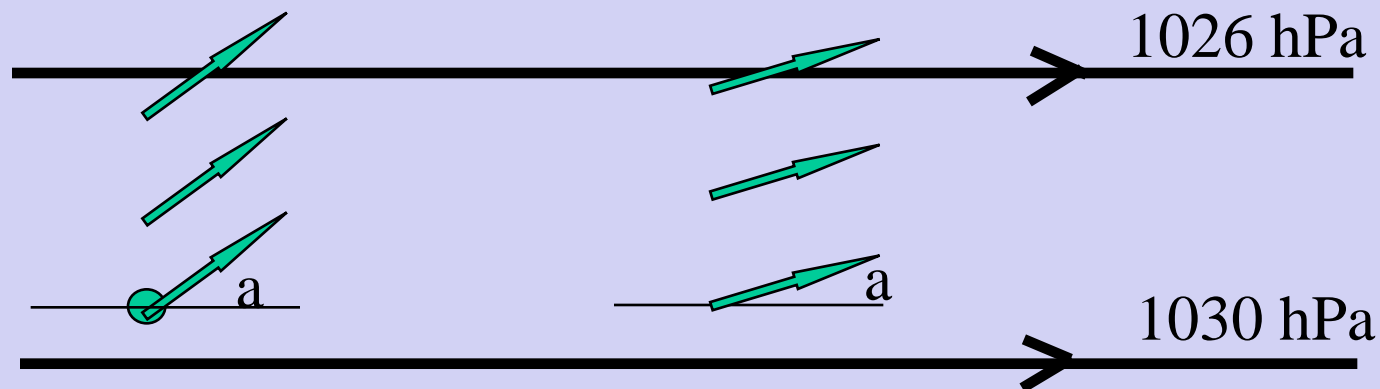
**Alle krachten in evenwicht,
wind parallel aan isobaar**

**Eindsnelheid =
(geostrofische wind)**



Wind met weerstand

- Zee- en landoppervlak bieden weerstand: wrijving
- Resultaat: wind waait scheef over de isobaar
- Wrijvingslaag is ongeveer 1000 m dik

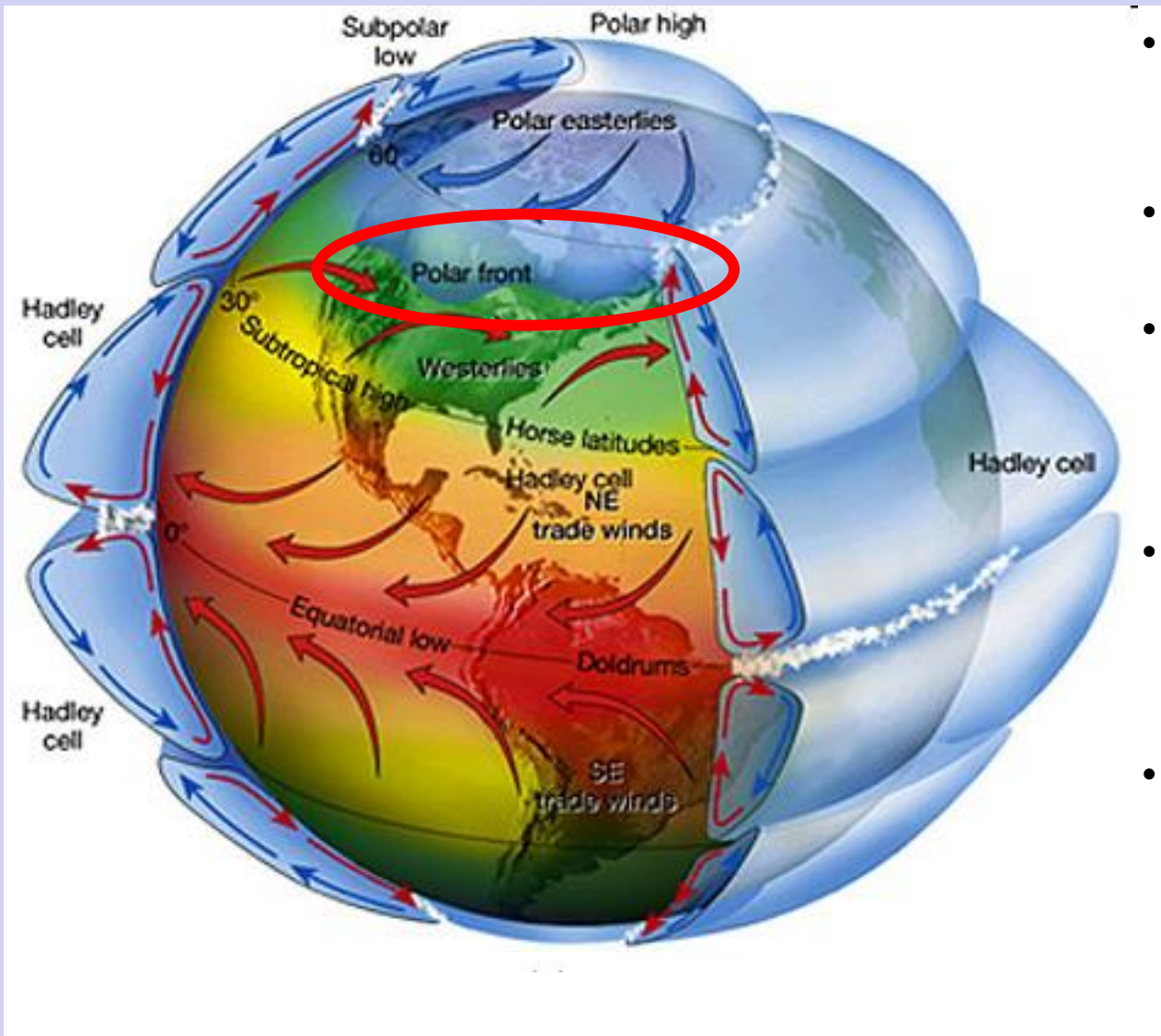


Boven land,
grote weerstand
hoek $a = 20-35^\circ$

boven zee,
kleine weerstand,
 $a = 10-15^\circ$



De windgordels rond de aarde

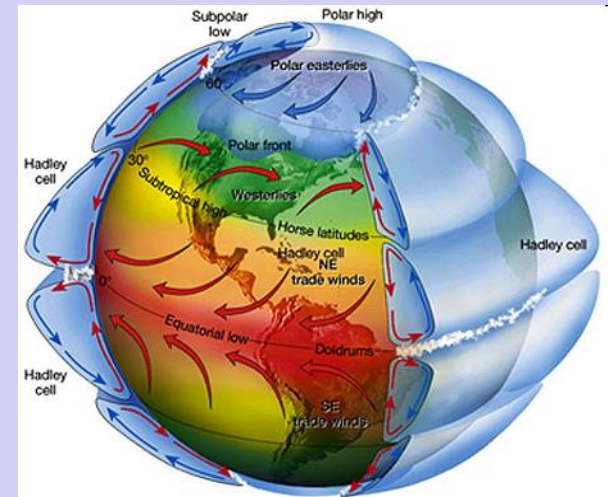


- Er zijn drie circulatie-cellen tussen evenaar en pool (o.a. door Corioliskracht)
- Stijging aan evenaar, daling aan pool en in Azorenhog
- Veel bewolking in de gebieden met stijgende lucht : rond de evenaar en in het 'subpolaire laag' op 60 °N
- Warme lucht uit het Azorenhog en koude polaire lucht stromen tegen elkaar in aan het polair frontvlak
- Het polair front is het meest dynamische element en verloopt in golven rond de aarde



De troposfeer is heel dun

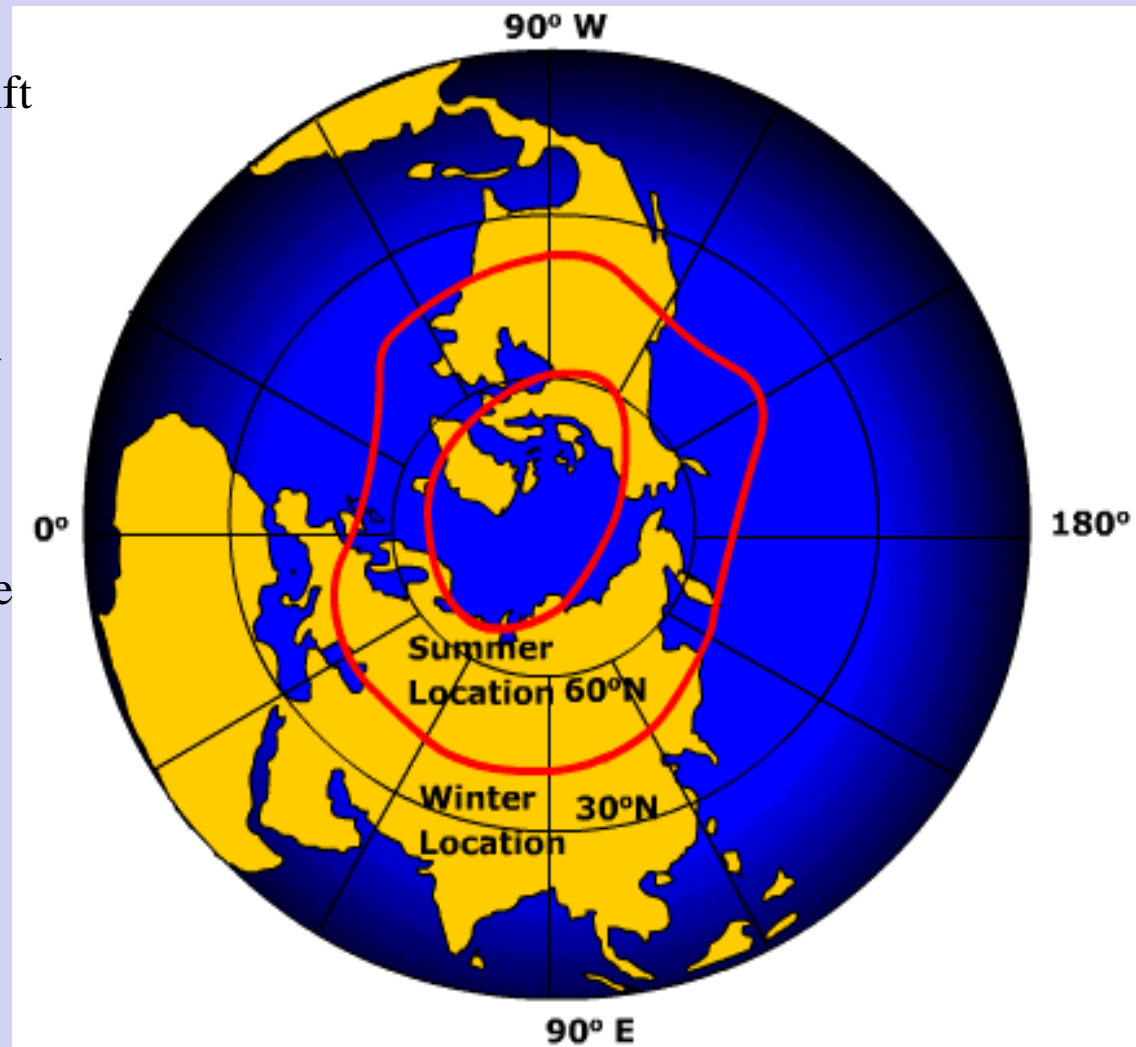
- LET OP DE SCHAAL
- Als je de aarde, diameter 12 500 km, vergelijkt met een bol met een diameter van 2 meter, is de 10 km troposfeer 1,6 mm dik
- Dat is minder dan de lijndikte van deze cirkel ten opzichte van de diameter!
- De atmosfeer wordt altijd veel te dik getekend





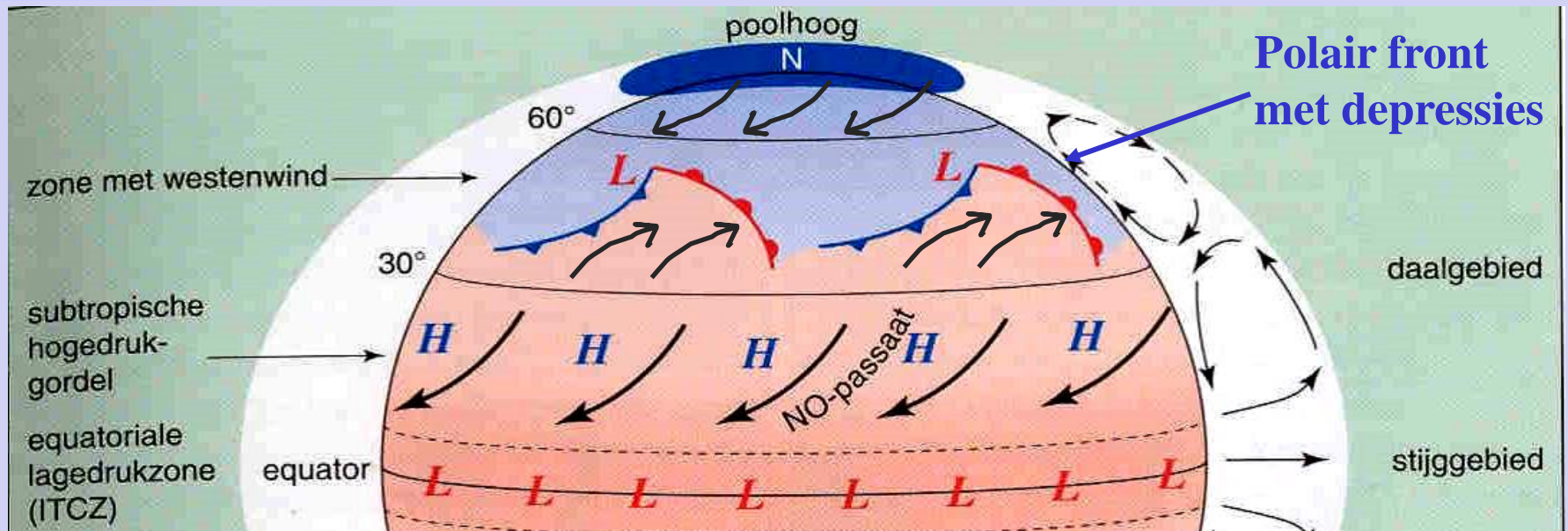
Patroon schuift met de zon mee

- De hete zone aan de evenaar schuift met de zon mee
- In N winter staat de zon Z van de evenaar
- Het Azorenhooft (USA: 'Bermuda high') ligt daarom in onze winter zuidelijker dan in onze zomer
- Daarmee ook het polair front en de windgordels





Globale windpatronen



- Aan de evenaar lagedruk gordel (warme, dus lichte lucht)
- Rond 30 graden N ontstaat een gordel van hogedrukgebieden (Azorenhoog)
- Vanuit deze hogedruk gordel subtropische SW wind naar onze breedte
- Op de Noordpool hogedruk gebied (zware koude lucht)
- Vanuit dit polair hoog NE winden
- Tussen polaire en subtropische lucht ontstaat op onze breedte een scheiding: dit is het polaire front waarin de depressies ontstaan



Complicerende effecten

- **De ligging van de continenten**

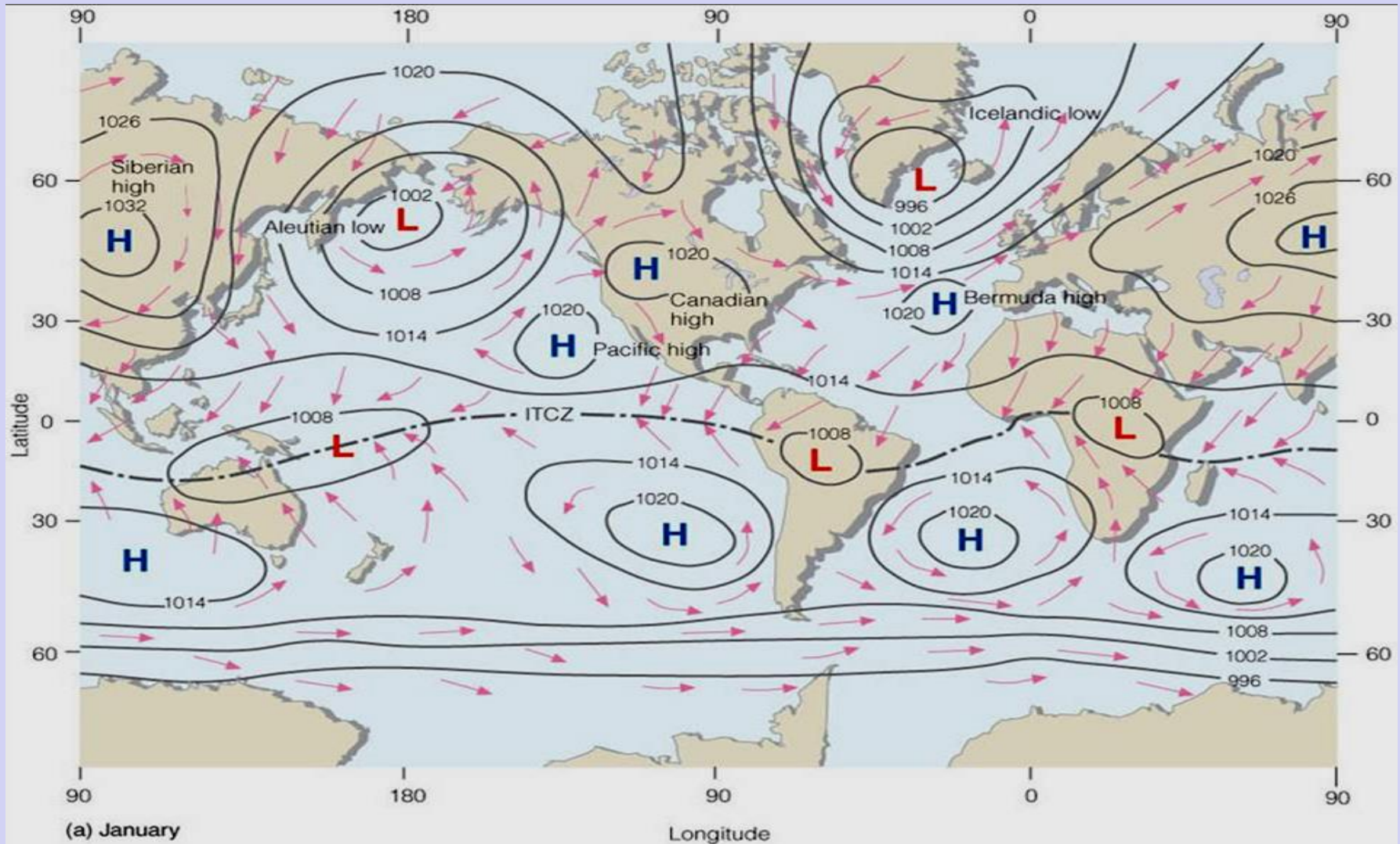
verbreken het continue west-oost stromingspatroon van het vorige plaatje:

- De oceanen liggen onregelmatig rond de wereld verdeeld, dit verbreekt de gelijkmatige warmte- en vochtverdeling
- Land en water warmen in sterk verschillende mate op
- Warme en koude zeestromen brengen 40% van de zonnearmte naar de polen; ook dit verstoort de warmteverdeling rond de wereld



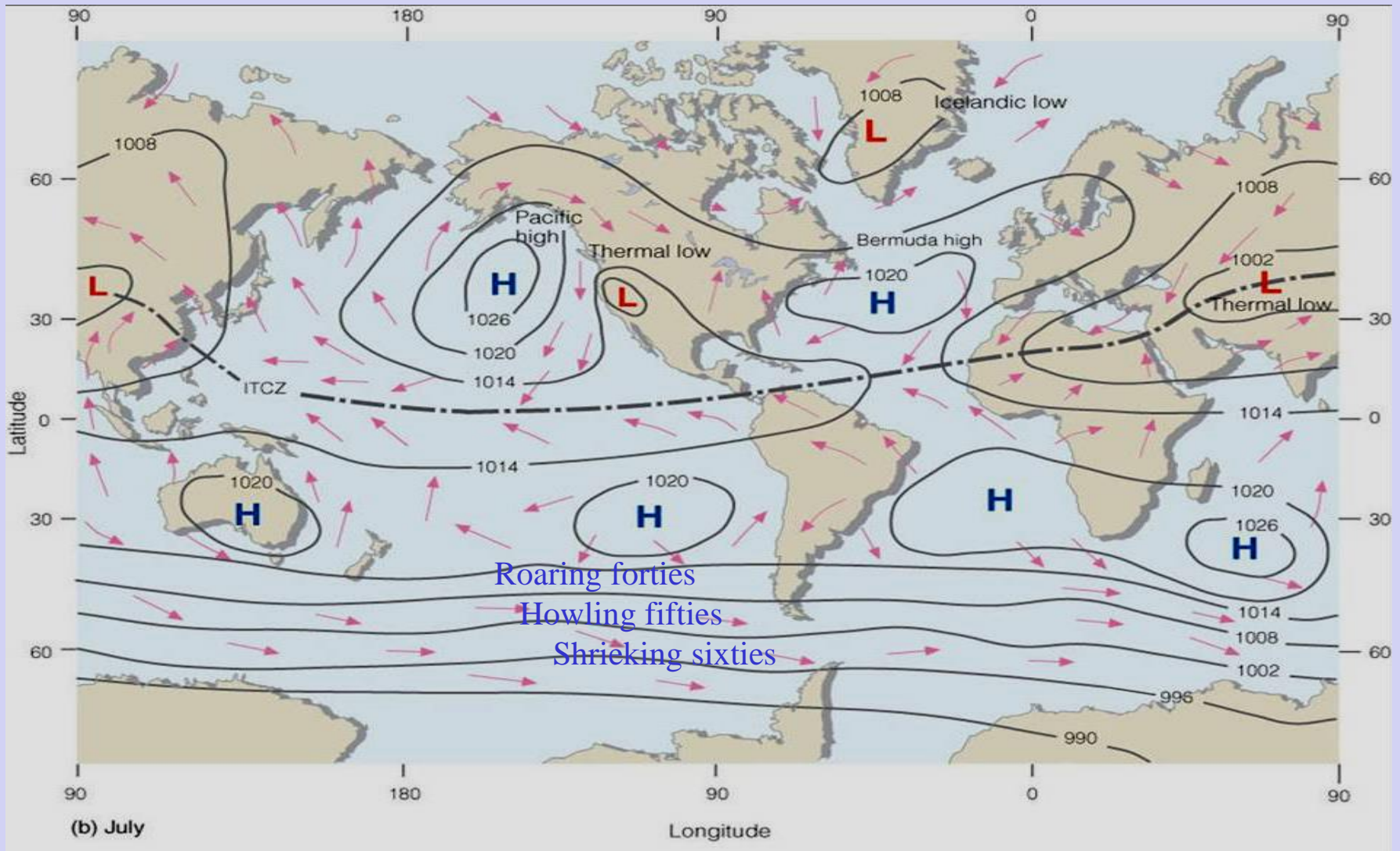


Gemiddelde druk en wind in januari





Gemiddelde druk en wind in juli



Wind ongehinderd rond de aarde op de Roaring Forties. West Europa ligt op dezelfde breedte!



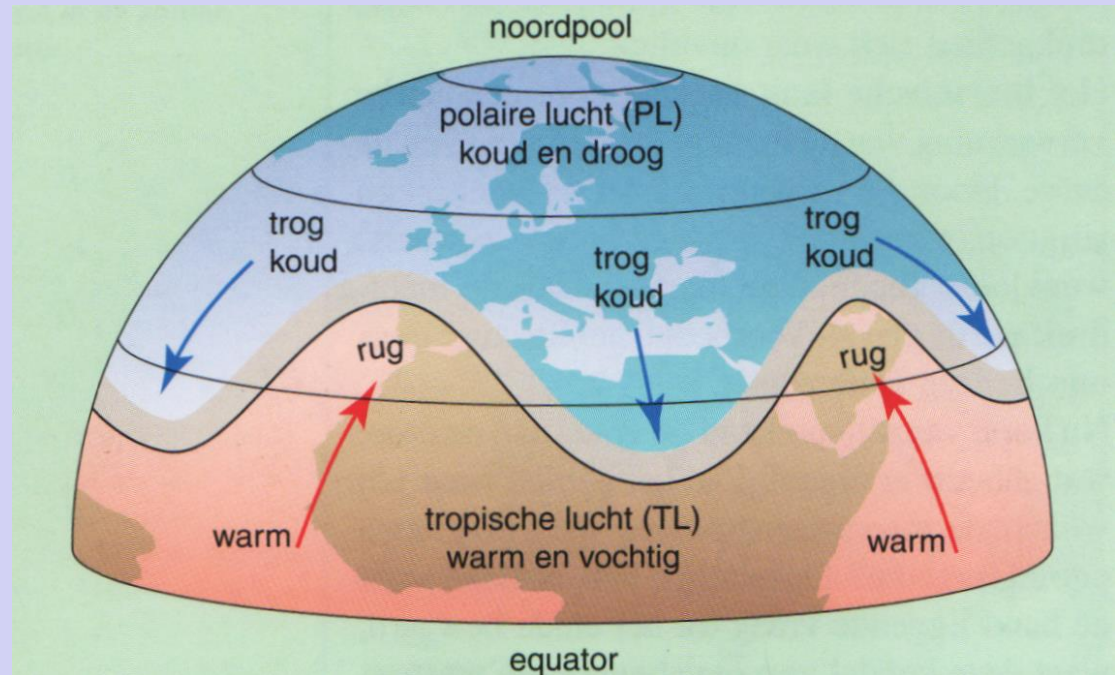
Weerpatronen veranderen continu

- Op korte termijn: er zijn altijd en overal variaties
 - ‘s Winters actiever ‘weer’ dan ‘s zomers: temperatuurverschil Azoren – Groenland is dan groter
(voorbeeldweerkaartjes in leerboeken zijn meestal uit de winter)
- Op 100+ jaren termijnen: klimaatveranderingen
 - 8000 v.Chr.: Landbouw in Mesopotamië (Irak), toen dus vochtig, nu woestijn;
 - 400 AD: koeler, Azië uitdrogend: de Hunnen komen!
 - 900-1200 AD: Middeleeuws optimum met warm weer:
 - westelijke stormen trekken N bovenlangs Europa
 - gematigd klimaat; landbouw in Z. Groenland (Vikingen)
 - 160-1750 AD: Kleine ijstijd in W Europa
- Op 100.000 tot miljoenen jaren termijnen: ijstijden



Polair front vormt hoogte-rug en hoogte-trog

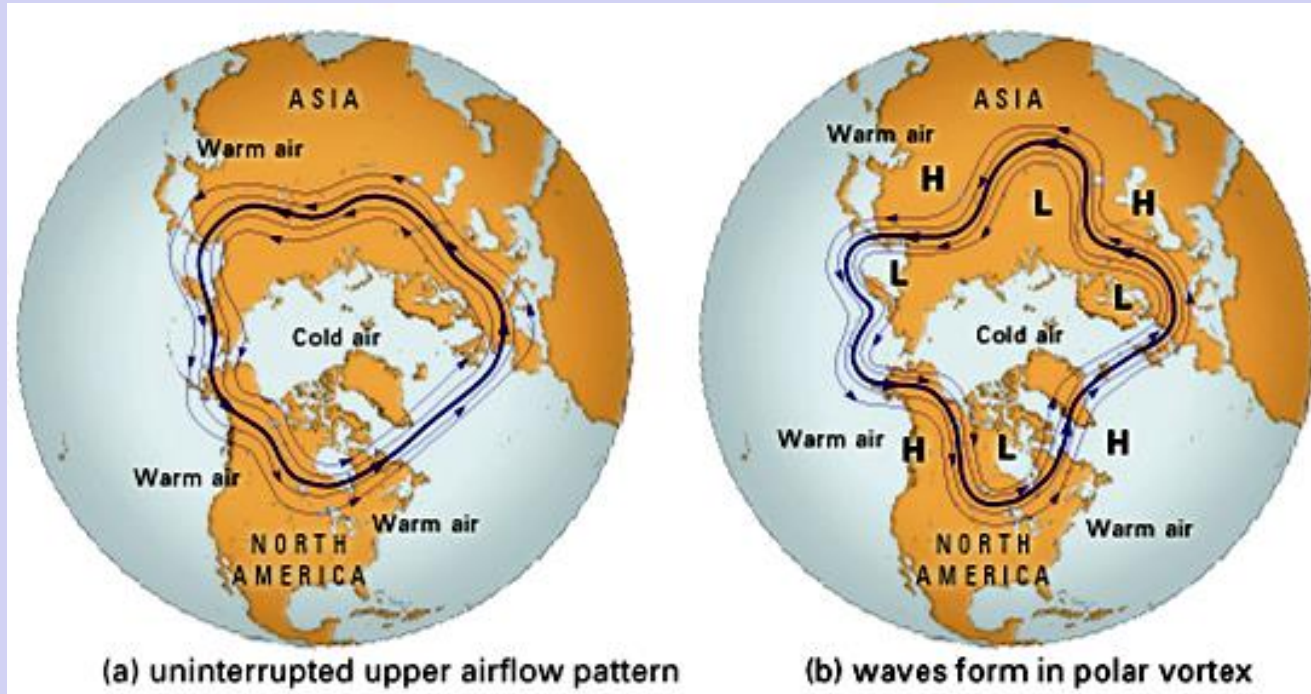
- Karnetzki (2001) p. 16
- LET OP:
de benamingen rug en trog slaan hier op de globale verdeling van polaire en tropische luchtmasse
- Een trog bij een depressie is een ander verschijnsel
- Een rug is ook een uitloper van een hogedrukgebied
- De scheidingslijn, het polair front, is hier in haar zuidelijke winterpositie getekend.





Polair front golft

- Polair front is meestal geen cirkel: varieert van vijf tot acht golven rond de aarde (Rossby golven)
- Het temperatuurverschil kan ook heel geleidelijk worden: daar is dan geen duidelijk front aan te wijzen

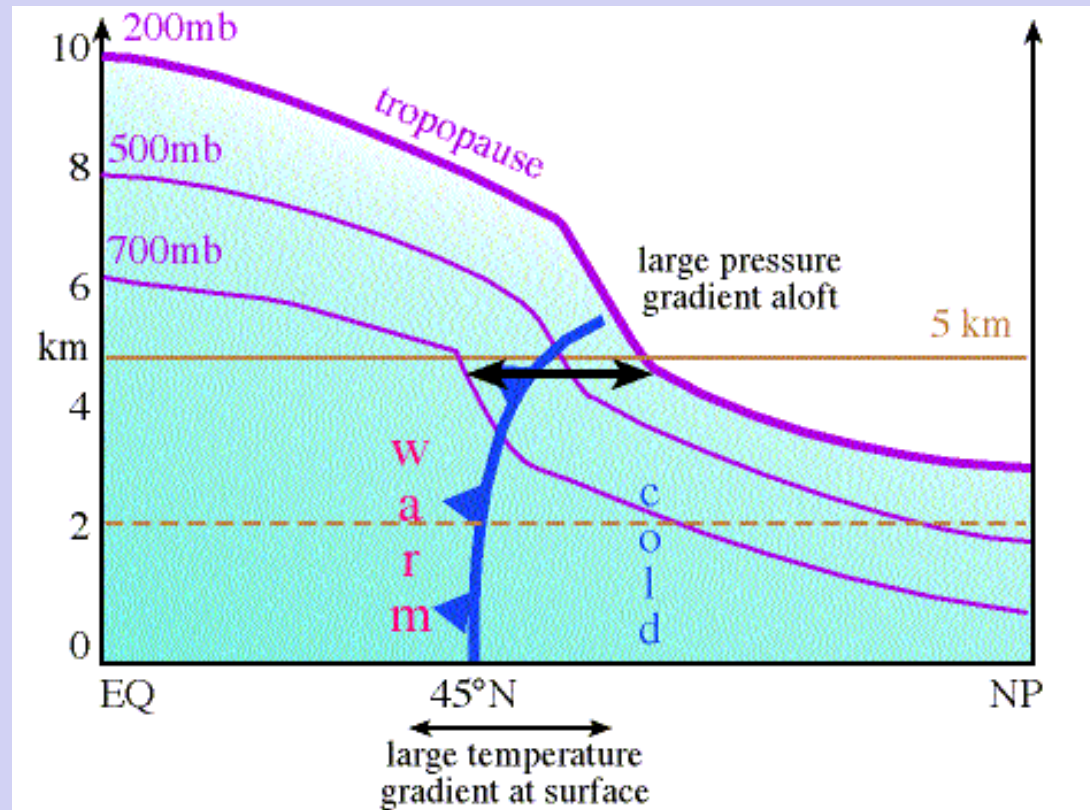




Polair front

- Aan het polair front een scherpe temperatuur-overgang
- Temperatuurovergang betekent ook een scherpe drukverandering in het horizontale vlak
- Ook: de drukvlakken krijgen aan het front een steilere helling

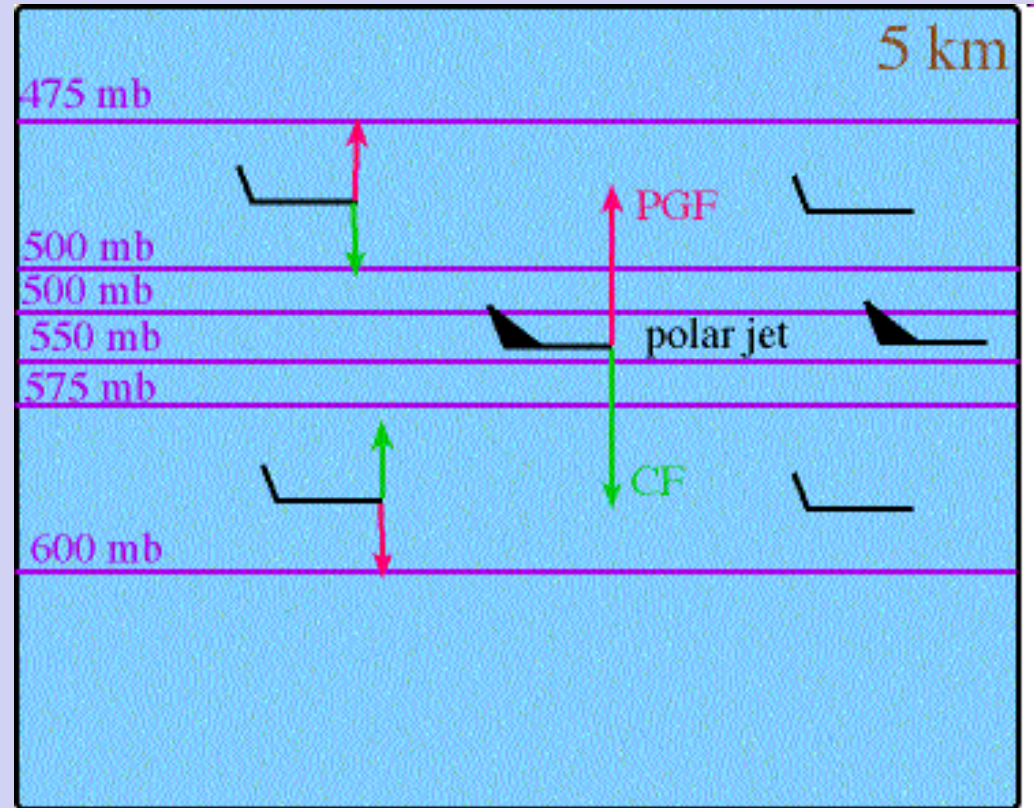
(De schaal is in het plaatje sterk overdreven)





Steile drukval veroorzaakt jet stream

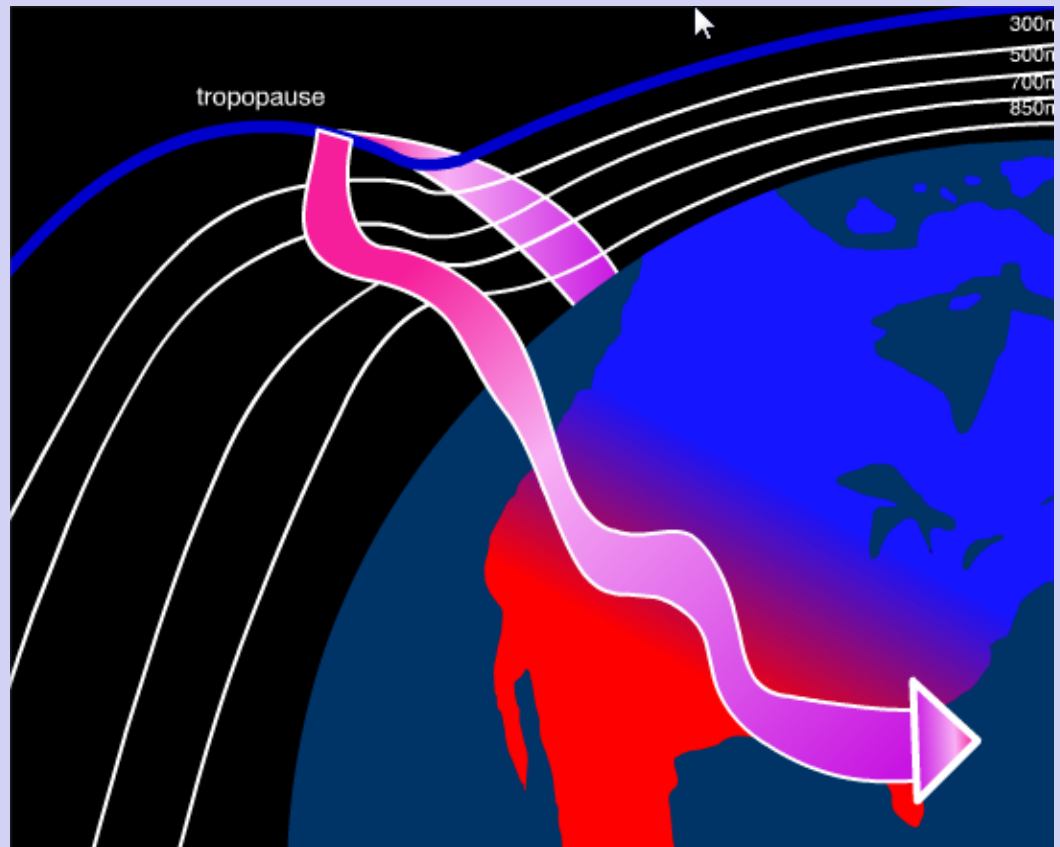
- Scherpe drukverandering in het horizontale vlak veroorzaakt veel wind
- Dit is de jet stream
- Door het ontbreken van wrijving waait deze parallel aan de isobaren
(evenwicht tussen Corioliskracht CF en gradiëntkracht PGF)
- De straalstroom heeft grootste snelheid meestal op ongeveer 10 km hoogte
- Max. snelheid 50-200 knopen; de **hoeveelheid** verplaatste lucht is maar een vijfde van die aan het aardoppervlak (druk is 200 hPa)





Jet stream

- Aan de tropopause ontstaat de grootste gradiënt aan het polair front
- Daarmee ook de grootste windsnelheid





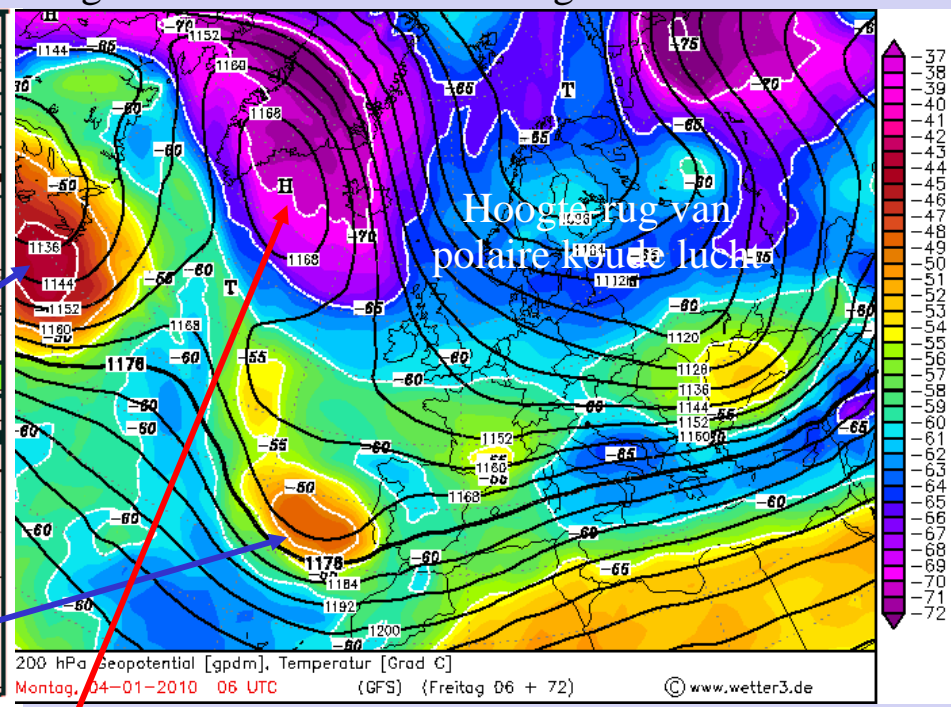
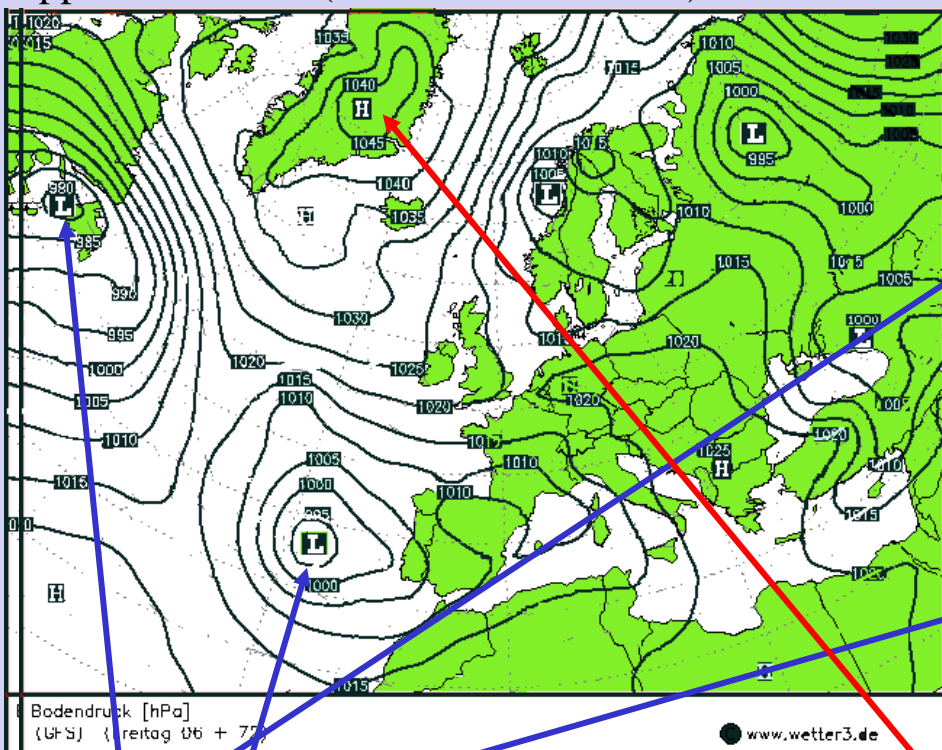
Temperatuur kan bodemdruk bepalen

4 jan 2009: stabiel vriezend winterweer in NW Europa

200 hPa-vlak:

- kleur = temp (geel-groen = gemiddeld -56 °C),
- lijnen zijn hoogtelijnen (afstand 8 dm), het vlak ligt in het noorden 1000 m lager dan in het zuiden

Oppervlakte druk (isobaarafstand 5 hPa)



Boven L is de temperatuur hoog (warme, lichte lucht)

Boven H is de temperatuur laag (koude, zware lucht)

LET OP:
Dit is niet altijd zo; er zijn ook koude Lagen en warme Hogen!



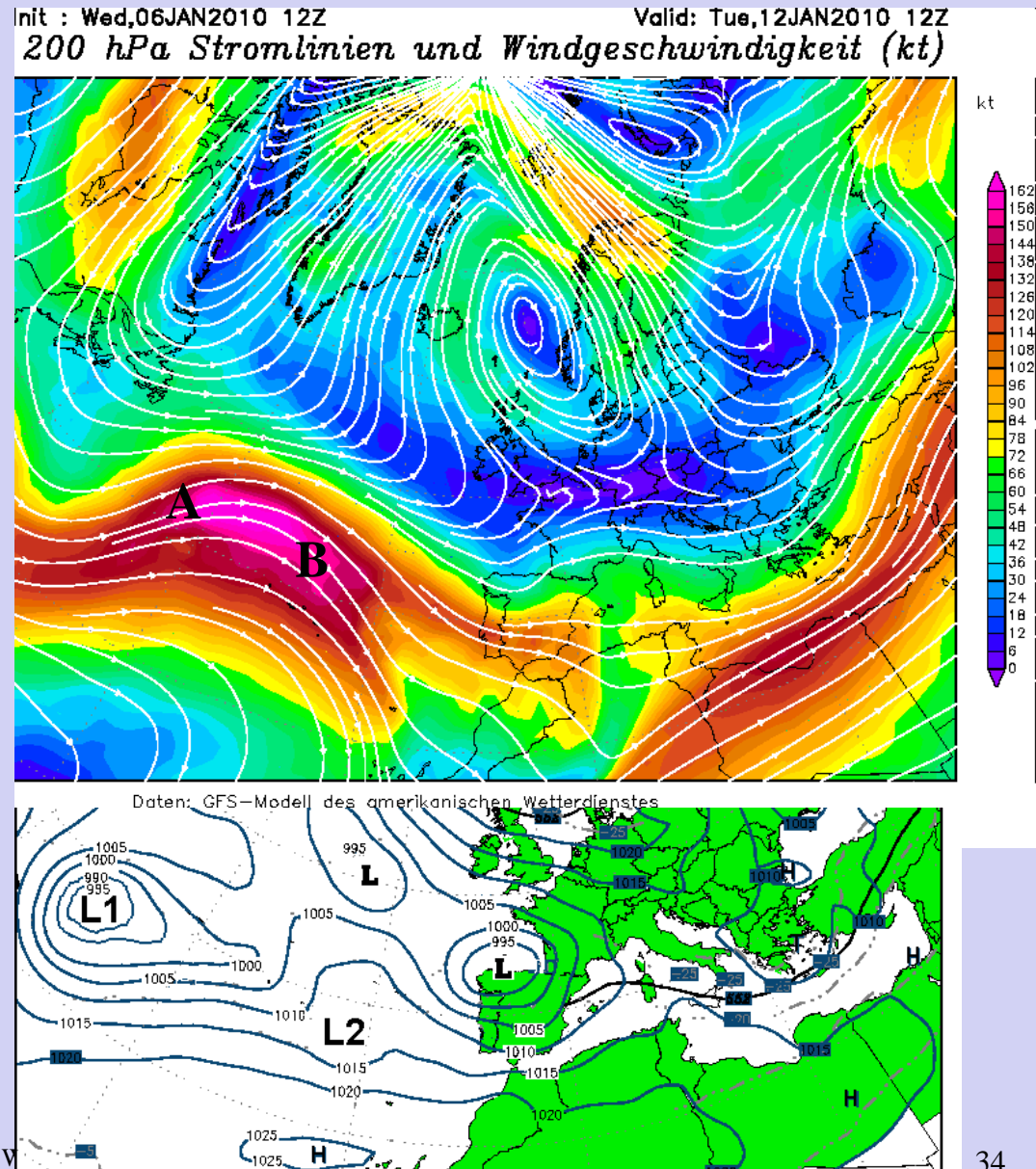
Andere effecten die druk beïnvloeden

Bovenste kaartje geeft het windveld in het 200 hPa vlak. De afstand van de stroomlijnen is willekeurig; de windkracht in kleuren volgens de schaal rechts van 0-162 knopen.

Onderste kaartje: druk zeeniveau.

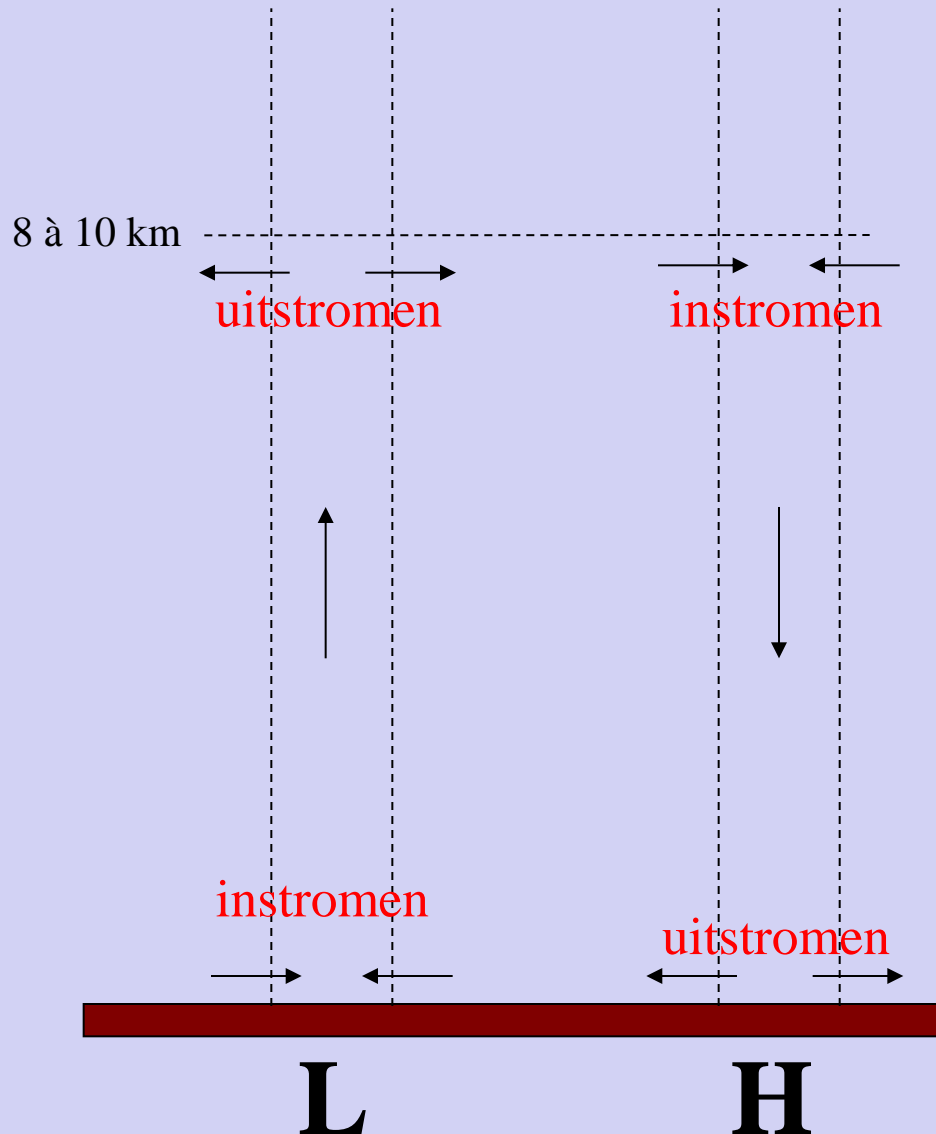
Verandering van windsnelheid:

- Bij A versnelt de wind: Er gaat meer wind weg dan er aankomt: het tekort wordt van onderaf aangezogen. Depressie L1 diept uit.
- Bij B vertraagt de wind: er gaat minder wind weg dan er aankomt. Het overschot wordt naar onderen weggepompt. Depressie L2 vult op.





Instromen en uitstromen



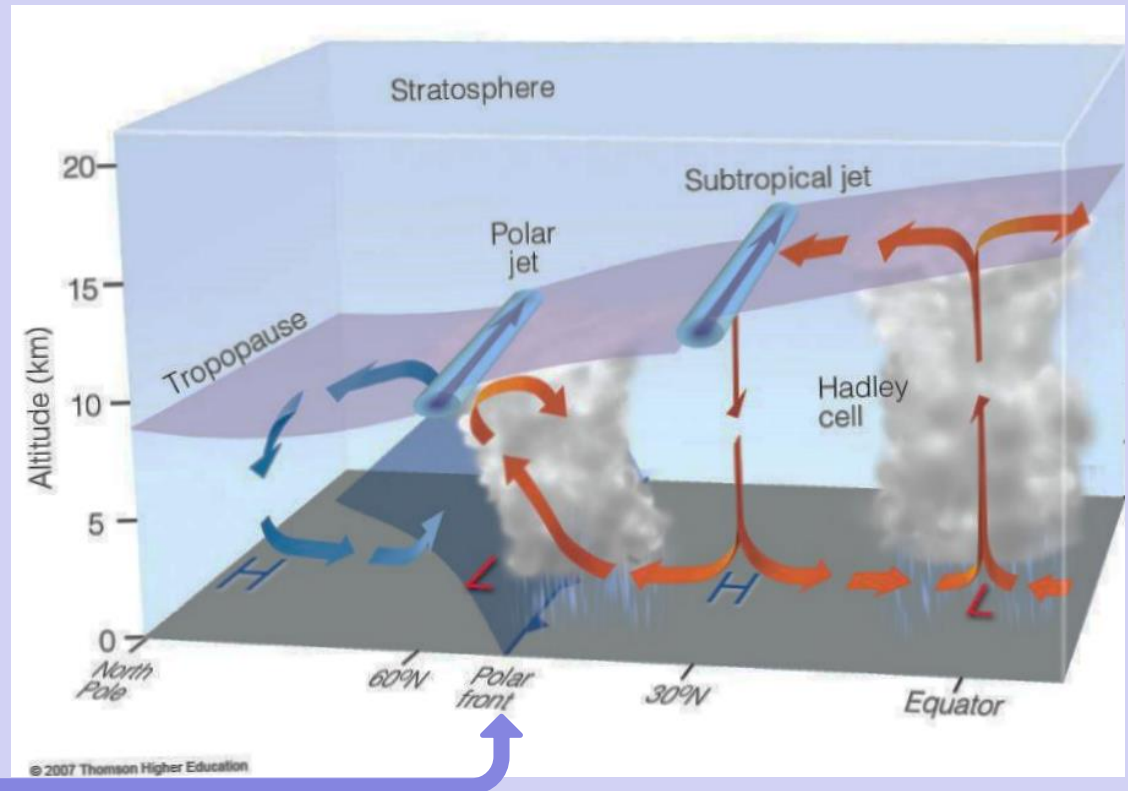
Instroming (convergentie) of uitstroming (divergentie) in de bovenlucht kan druk laten stijgen of dalen

- De druk stijgt als er meer instroomt dan er uitstroomt; *de massa neemt toe*
- De druk daalt als er meer uitstroomt dan er in gaat; *de massa neemt af*
- Dit effect is onafhankelijk van de gemiddelde temperatuur van de kolom



Het polair frontvlak

- Warme lucht schuift over de zwaardere koude lucht
 - De winden waaien praktisch tegen elkaar in
 - Bovenaan het frontvlak waaien twee jet streams; we behandelen alleen de polaire straalstroom.
 - Depressies ontstaan aan het polair front
-
- De polaire jet stream bepaalt het ontstaan en opvullen van de depressies (Vb. L1 en L2)





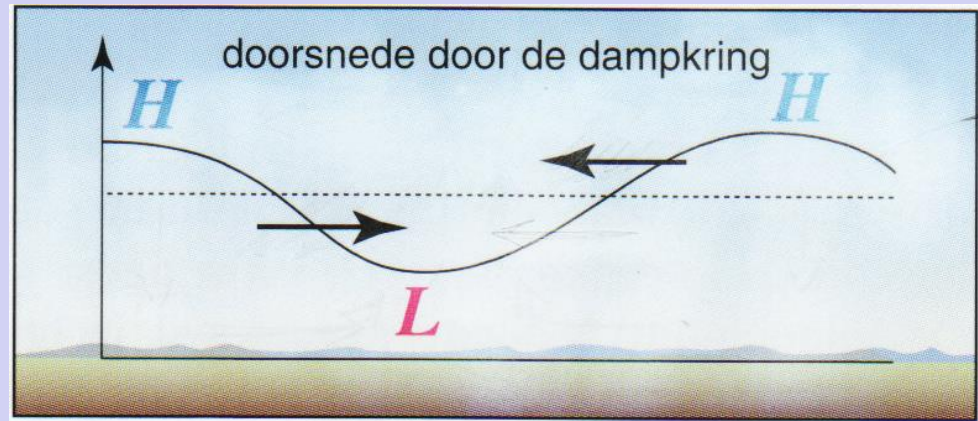
Programma

- Wat is de oorzaak van ‘weer’ en hoe is het weer rond de aarde verdeeld?
- Wind, temperatuur en luchtdruk, Coriolis-kracht, straalstroom
- De oorzaak van het polaire front
- **De depressie als verschijnsel aan het polair front**
- **Weer aan warmte- en koufronten en rond een depressie**



Aanvullingen Karnetzki

- Karnetzki (2001) p. 19
- De golvende lijn stelt het 200 hPa vlak voor
- Karnetzki bedoelt dat de lucht uit het hoog naar het laag zal stromen; de pijlen zijn geen windpijlen!



Als dit alles van opzij wordt bekeken, dan voltrekt zich hetzelfde als wat er met water zou gebeuren.

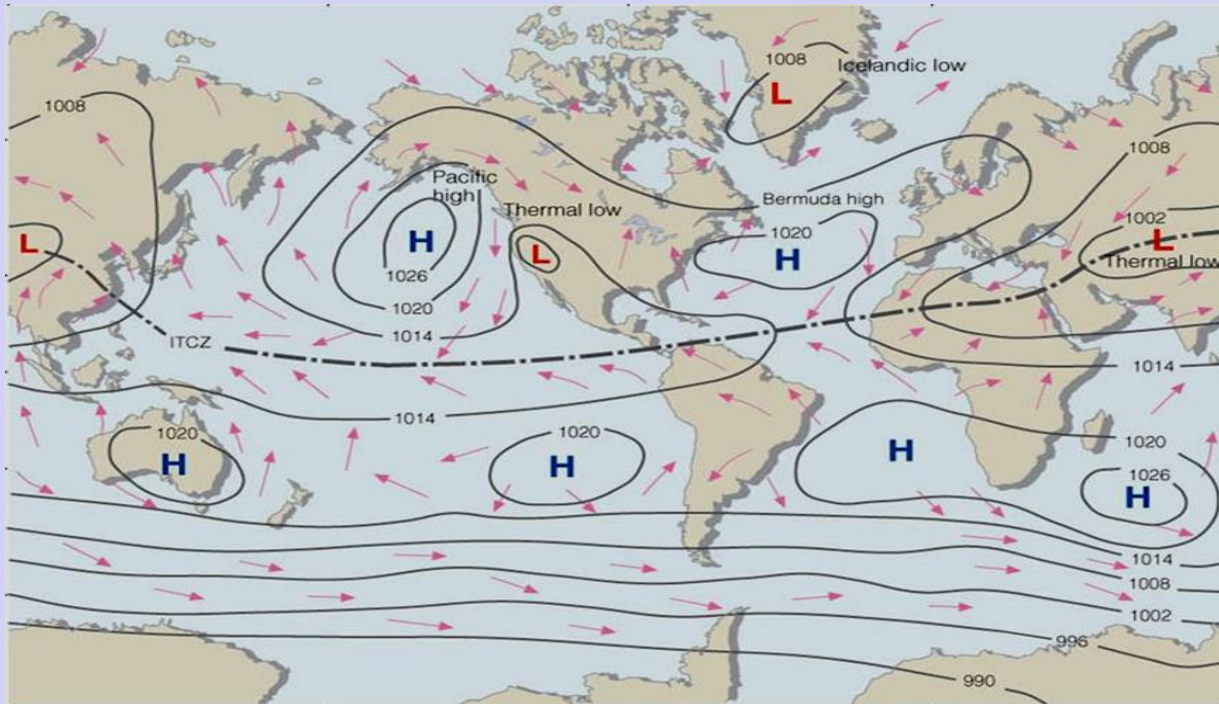
Correctie Karnetzki (2001) p. 30:

Het ontstaan van een ~~occlusie~~ *warmtefront*

De lichtere warme lucht kan niet onder de kou- stabiel. Dat kunt u aan de wolken zien, die zich
dere, zwaardere lucht schuiven. Net als bij een *lijn* en *opbouw* de *lucht* *aan* *de* *zijde* *van* *de* *occlusie*



Brongebieden

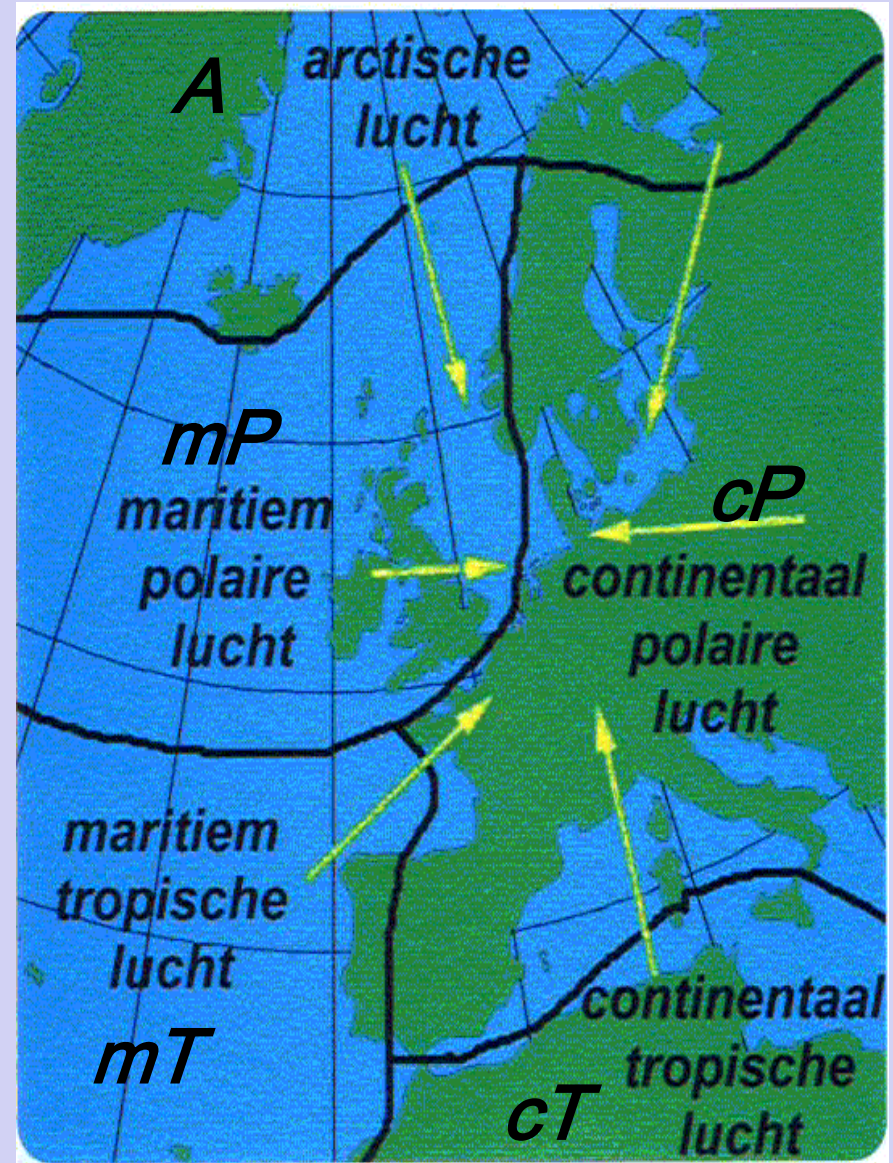


- In gebieden met weinig wind en gelijkmatige omstandigheden van temperatuur en vocht neemt de lucht de lokale eigenschappen aan
- Zo'n gebied heet brongebied, en lucht uit een brongebied noemen we een "massa"
- **Uit Azorenhooft: warme, vochtige massa**
- **Uit poolgebied: koude droge massa**



Brongebieden

- Lucht uit deze gebieden heeft meestal bepaalde eigenschappen
- Weet je waar de lucht vandaan komt, dan weet je wat voor soort lucht het is (“luchtmassa”)
- Het weer wordt voor een groot deel bepaald door de soort lucht en de aard van het oppervlak waarboven deze terecht komt
Vb: mT lucht over koud water geeft mist (winter en voorjaar)





Eigenschappen van luchtmassa's

Arctisch

- uit de poolgebieden, droog en koud

Maritiem polair:

- uit gebied tussen Groenland en Noorwegen
- vochtig; koel, vooral in onderste lagen
niet zo koud als arctisch

Maritiem-tropisch:

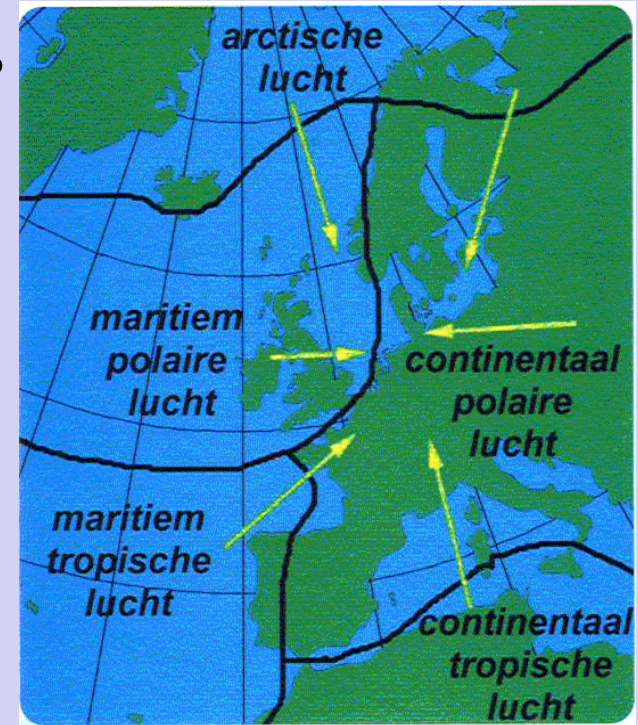
- uit het zeegebied rond de Azoren
- vochtig; 's winters warm, 's zomers koel
(land is dan warmer)

Continentaal polair:

- uit midden-Rusland; zeer droog; 's winters koud, 's zomers warm

Continentaal tropisch

- uit Noord-Afrika of Klein-Azië
- zeer droog; 's zomers warm, 's winters koud of zacht

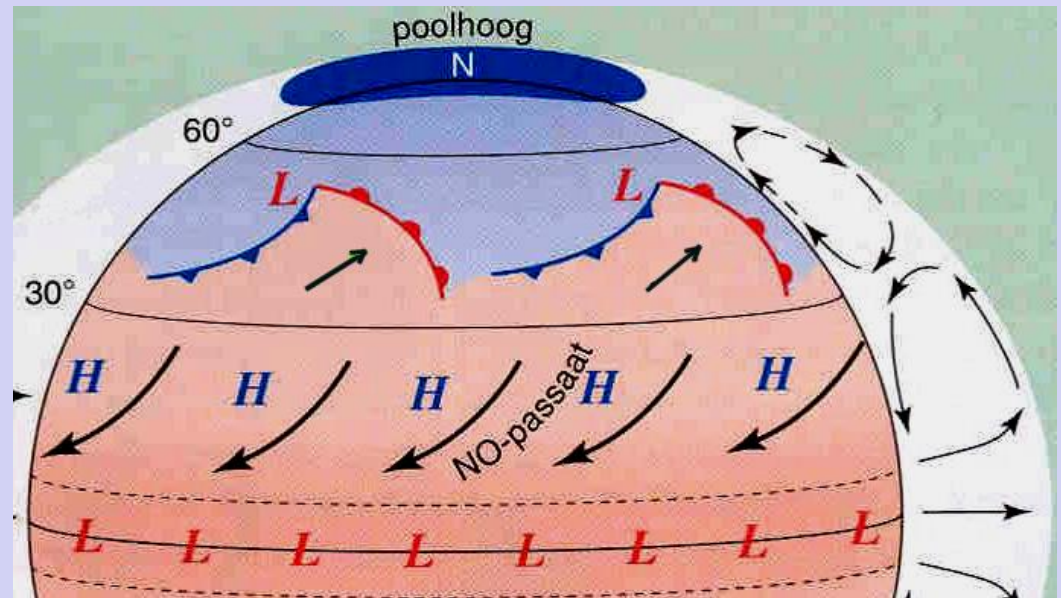


Noot: De weertypes in Karnetzki op p. 17 bij luchtmassa's gelden alleen als deze lucht in onze omgeving aankomt.



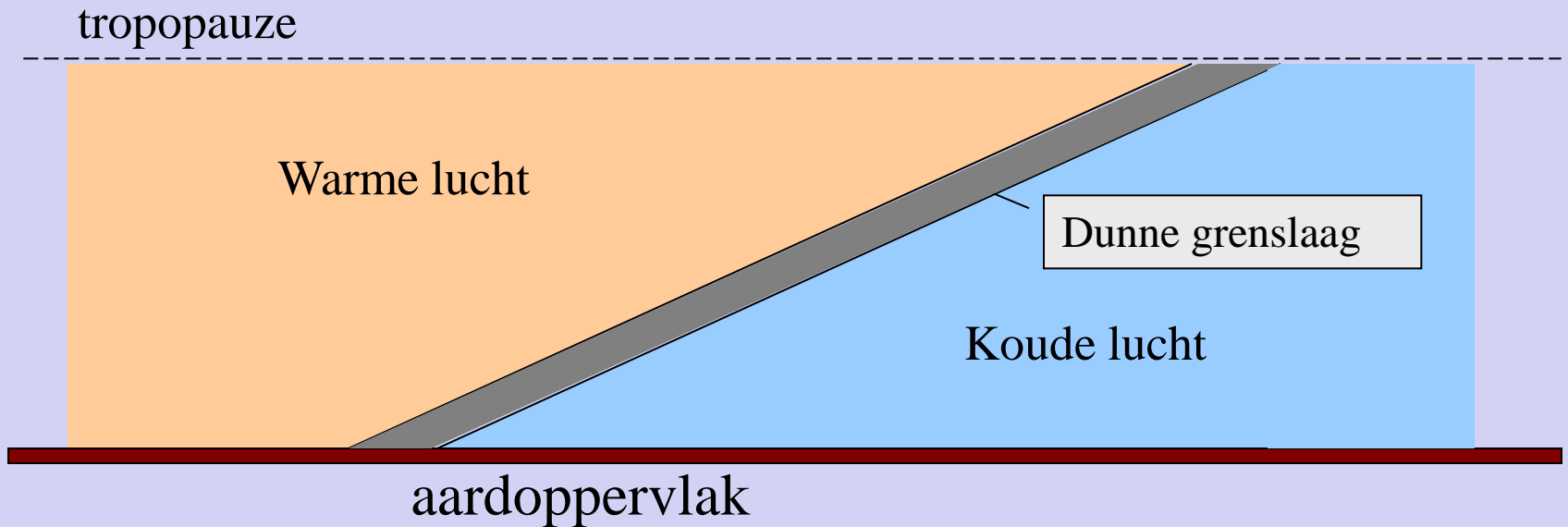
Polair front: grens van luchtmassa's

- Het polair front scheidt:
 - Warme, vochtige massa uit het zuidwesten (Azorenhoog):
 - Koude massa uit het noorden (poolstreken)
- Beide luchtmassa's hebben homogene eigenschappen van temperatuur en vocht
- Luchtmassa's mengen slecht, ze houden heel lang een scherp scheidingsvlak
- **Aan dit scheidingsvlak van luchtmassa's, het polair front(vlak), ontstaan onze depressies**

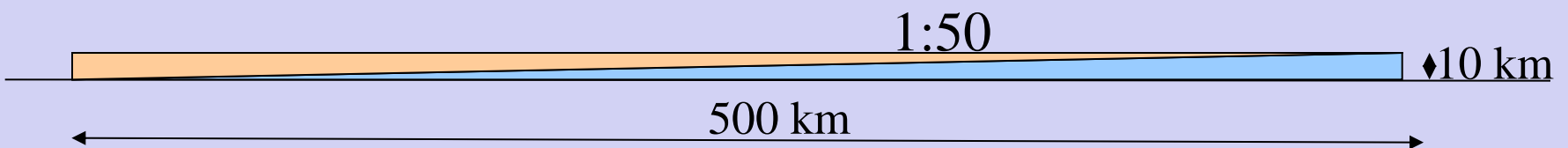




Het frontvlak loopt scheef

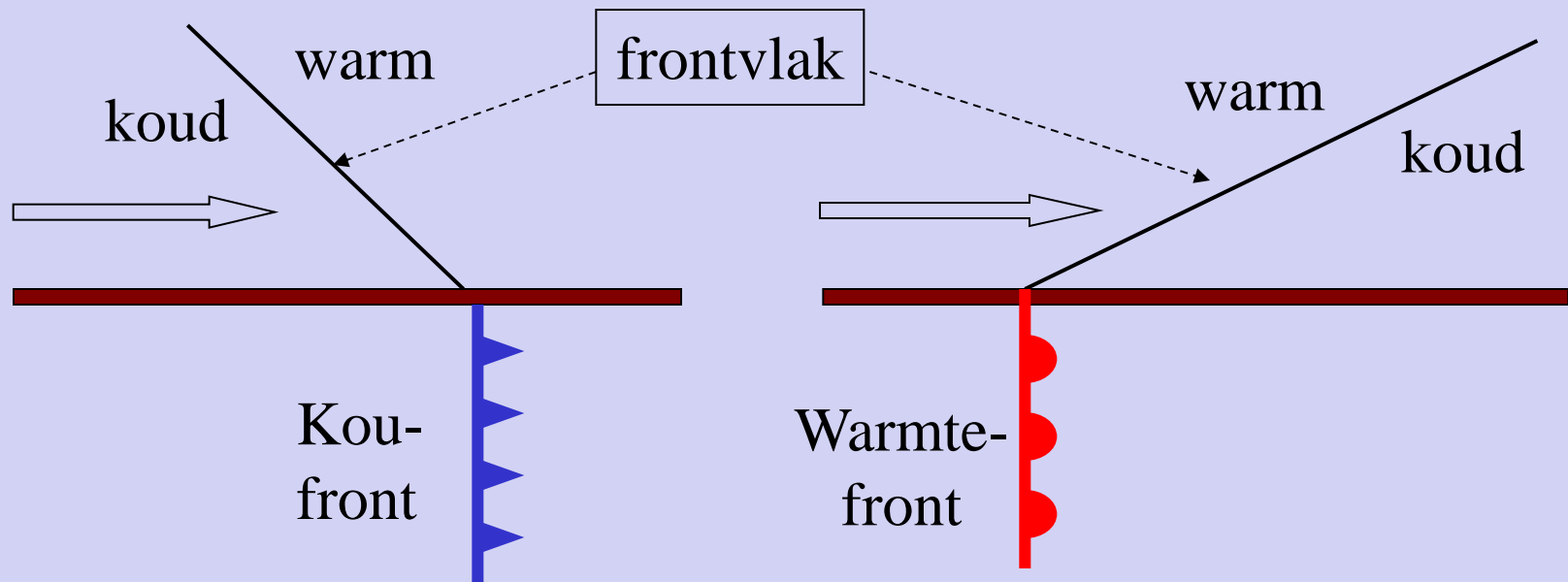


- Warme lucht is lichter, gaat gemakkelijk boven koude lucht liggen
- Afkoeling warme lucht in grenslaag: wolkenvorming (zie verder)
- Helling is 0.5 tot 2 graden, ofwel 1:100 (warmtefront) tot 1:25 (koufront)





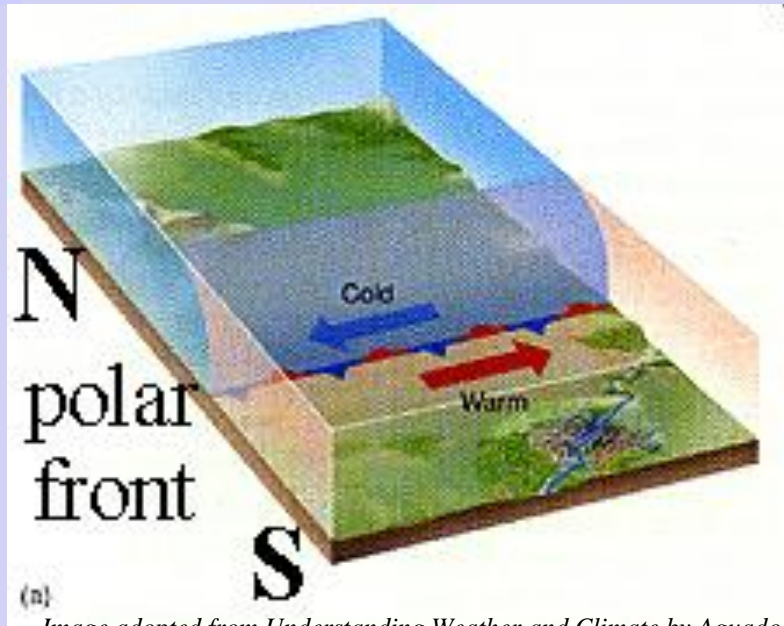
Terminologie van fronten



- Frontlijn in weerkaart: snijlijn van frontvlak met aardoppervlak
- Opdringende koude lucht: Koufront
- Opdringende warme lucht: Warmtefront
- Het front beweegt in de richting van de of tekens



Polair front tussen twee luchtmassa's



(n)

Image adopted from *Understanding Weather and Climate* by Aguado and Burt, © 1999 by Prentice-Hall, Inc

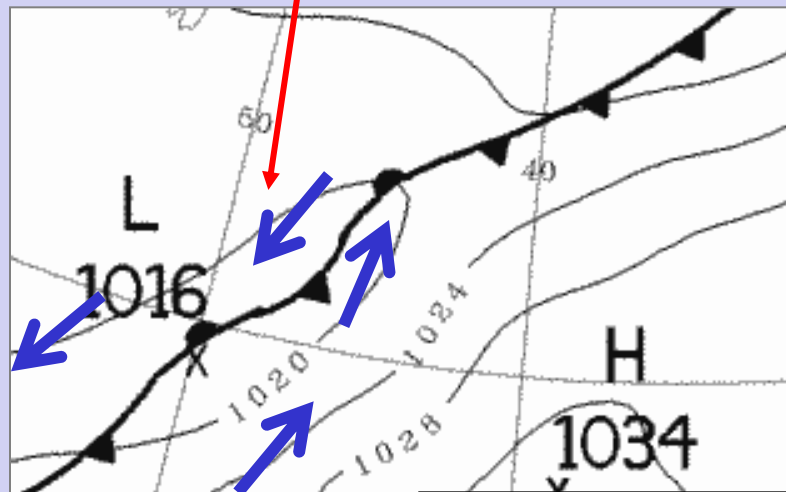
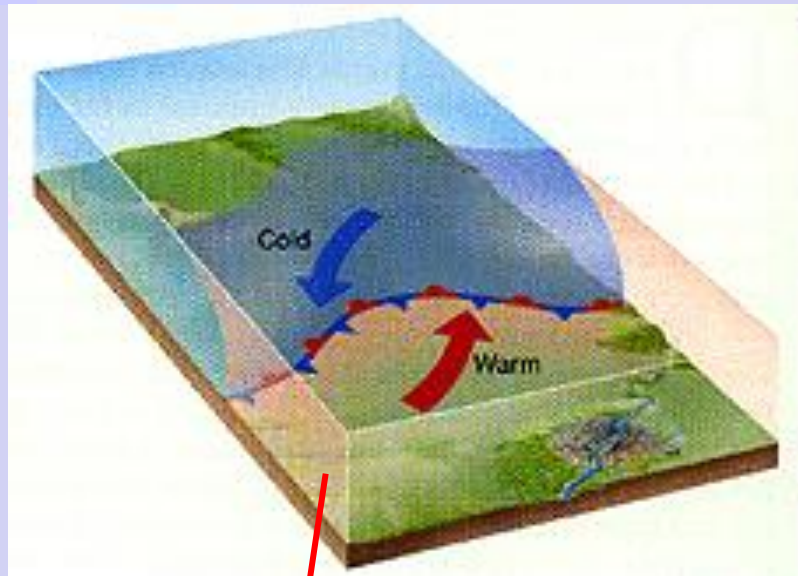
- Polaire en tropische luchtmassa's grenzen aan front aan elkaar
- Warme lucht is lichter dan koude, ligt boven op de koude lucht en vormt een scheefliggend scheidingsvlak



Symbool voor
stationair front



Een golf: begin van een depressie

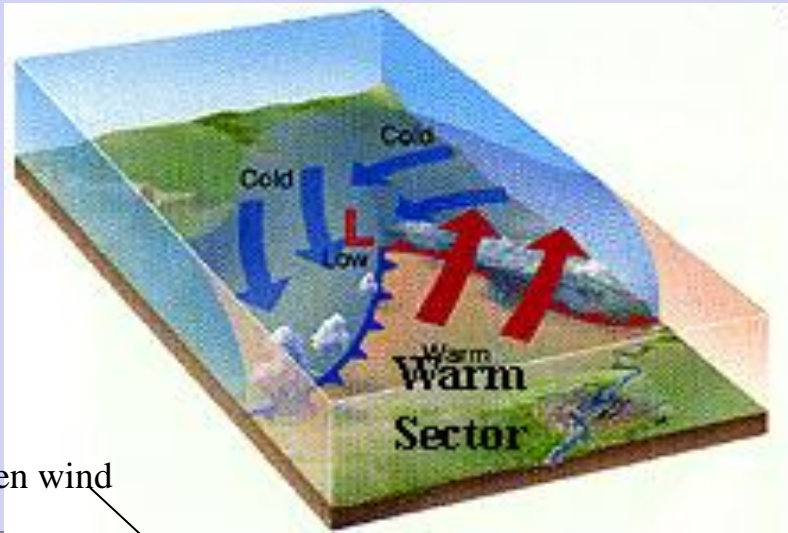


2006-01-09, 0000UT

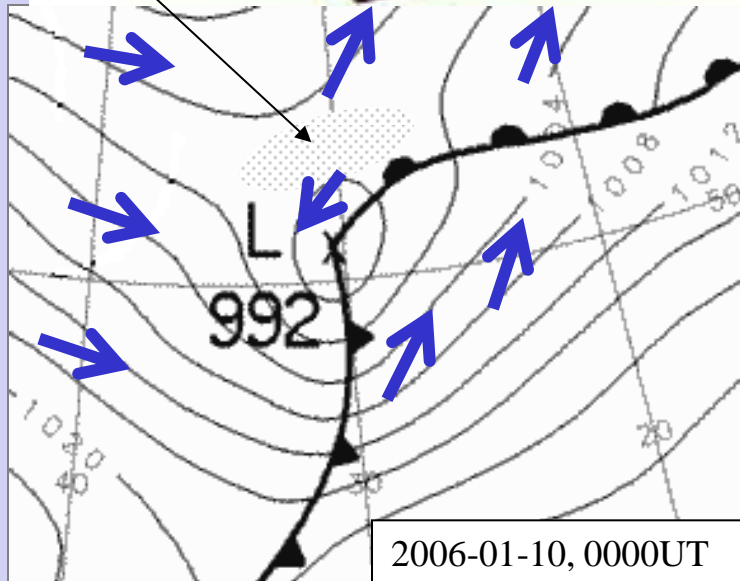
- Het frontvlak kan een golf, een uitbuiking, gaan vertonen
 - het is een vlak tussen twee massa's met verschillende snelheden, dat vlak kan net als een wateroppervlak gaan golven
- De symbolen bij warmfront en koufront geven de bewegingsrichting aan
- Zelden duidelijk op een weerkaart zichtbaar
- De 'x' geeft het centrum van H of L aan (de x in het front bij L 1016)



Uitdiepen golf tot depressie



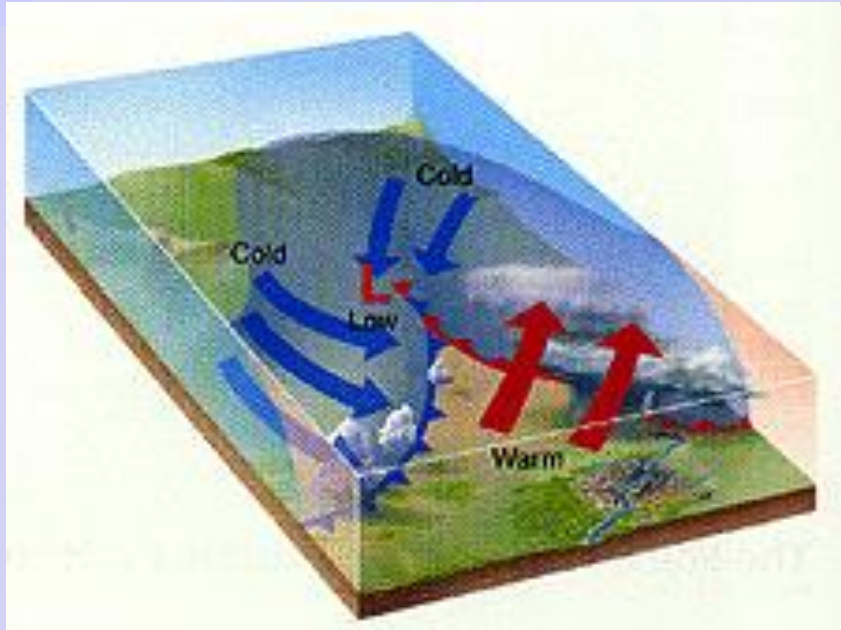
geen wind



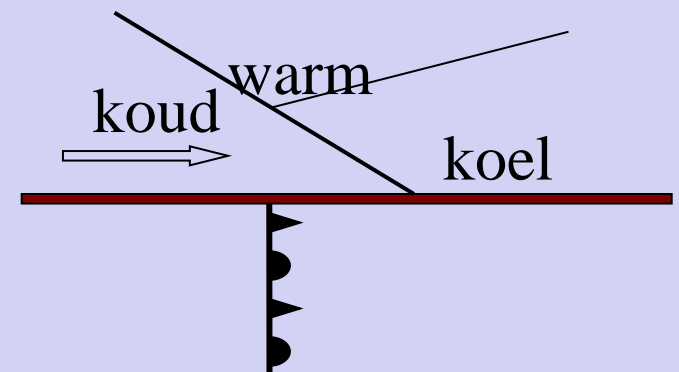
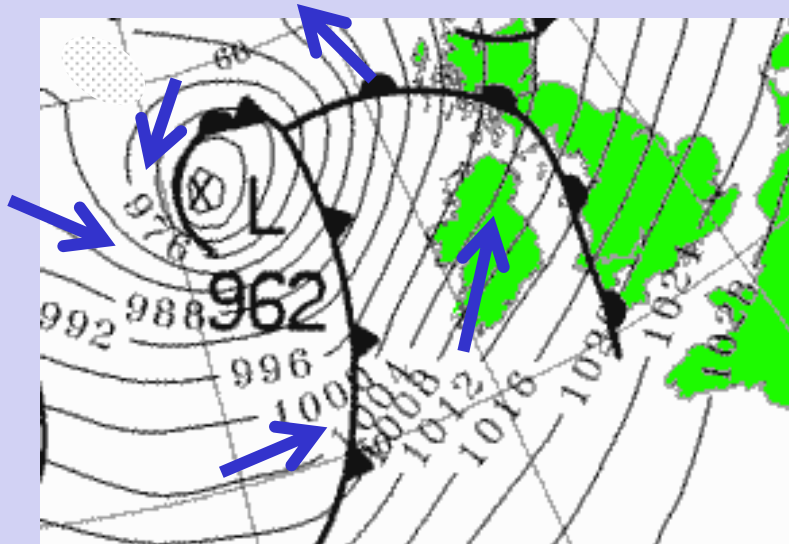
- Golf wordt lagedrukgebied als kerndruk 5 hPa lager is dan de omgeving (gesloten isobaar)
- Snelheid van uitdiepen hangt af van aanwezigheid straalstroom
- Bij actief front (= groot temperatuurverschil) een knik in isobaren: plotselinge ruiming van de wind
- Isobaren in warme sector parallel, richting is de trekrichting van het Laag
- De wind waait 15° over de isobaarrichting naar de lage druk



Occlusievorming: geen verdere uitdieping

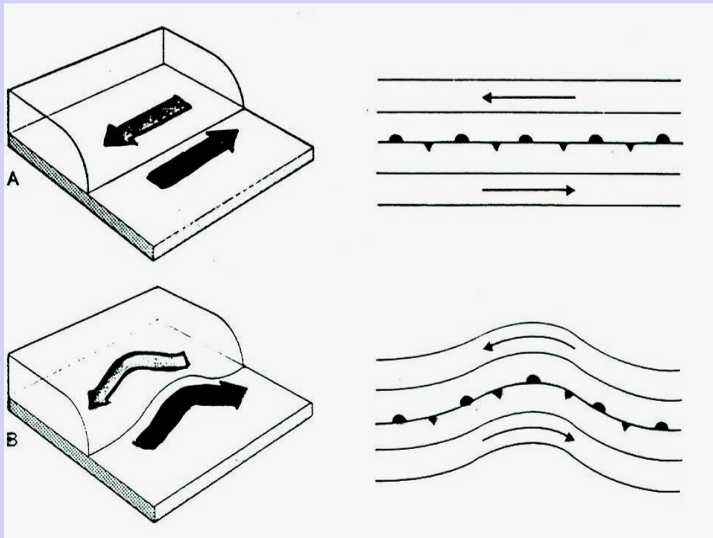


- Koufront beweegt altijd sneller dan warmtefront: haalt het in en schuift vanaf de depressiekern steeds meer onder het warmtefront
- De top van de warme sector wordt daardoor opgetild van de grond: de warme lucht vloeit in een spiraal omhoog tegen het warmtefront op en de occlusie in (dit wordt de “krul” van de satellietfoto’s)
- De occlusie wordt steeds langer, de punt van de warme sector beweegt van de kern vandaan





Depressie-ontwikkeling in één plaatje

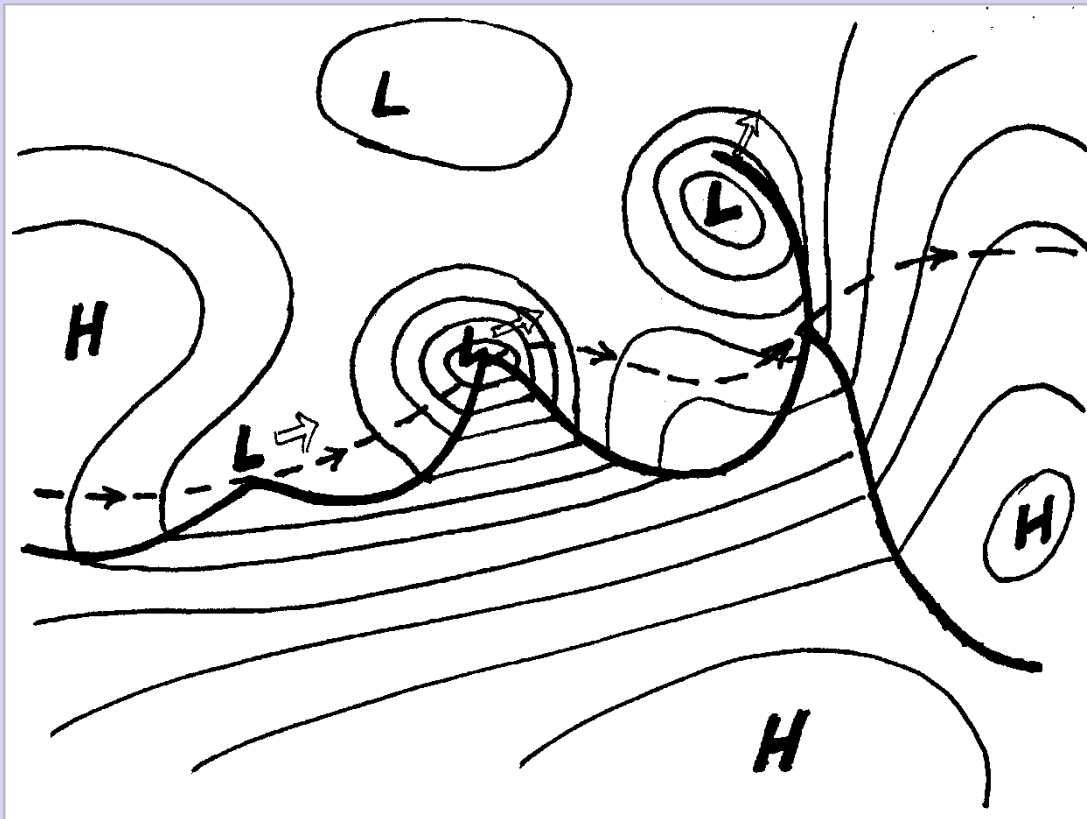


Kenmerken:

- Winden tegen de klok om de kern
- Wind met 15 – 25 graden over de isobaar
 - Voor het warmtefront: ZO
 - In warme sector: ZW
 - Na het koufront: W – NW
 - Ten N van het laag: ZO to NO



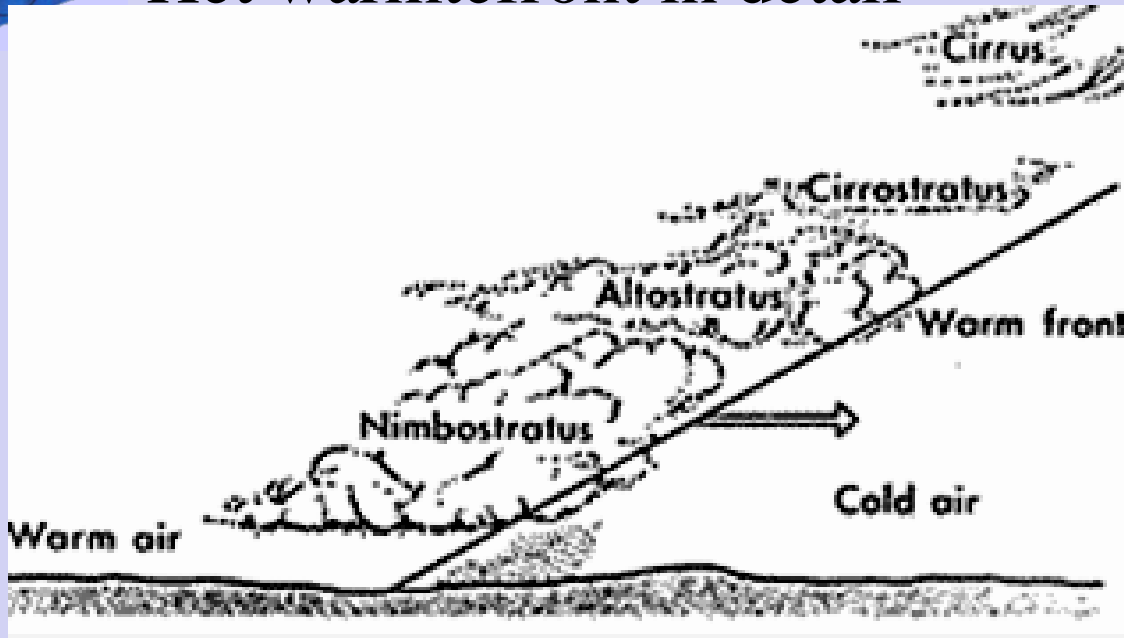
Depressiefamilie op polair front: de een na de ander



- Als de straalstroom blijft, ontstaat een rij depressies achtereen
- Gemiddeld een depressie per dag
- Lopen achter elkaar aan: kijk voor de verwachte richting naar de voorganger!



Het warmtefront in detail



- Warme massa stijgt gedwongen langs het frontvlak
- Door stijging afkoeling:
 - Condensatie vormt wolken
 - Eerst cirrus, dan cirrostratus en altostratus
 - Later gesloten grijs wolkendek met regen (nimbostratus)
- Het horizontale zicht neemt sterk af
- Dit is een passief warmtefront (geen turbulentie)



cirrus



altostratus



nimbostratus



Wolken hoofdindeling

Wolkenhoogte	Opbollend (cumulus)	Gelaagd (stratus)
Hoog (5-13 km)	Cirrus (Ci) Cirrocumulus (Cc)	Cirrostratus (Cs)
Middelbaar (2-7 km)	Alto cumulus (Ac)	Altostratus (As) Nimbostratus (Ns)
Laag (0-2 km)	Cumulus (Cu)	Stratus (St)
	Cumulunimbus (Cb) (1-13 km)	
	Stratocumulus (Sc)	

Op deze hoofdvormen zijn zeer veel varianten



Wolkensoorten

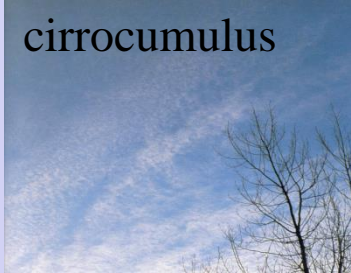
Gelaagd (stratus)

Opbollend (cumulus)

H



cirrostratus

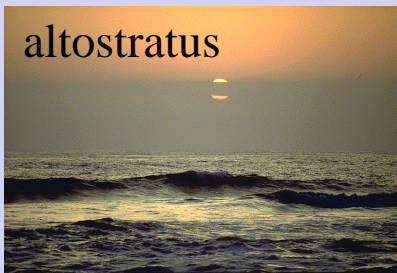


cirrocumulus

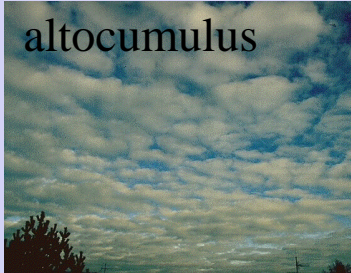


cirrus

M

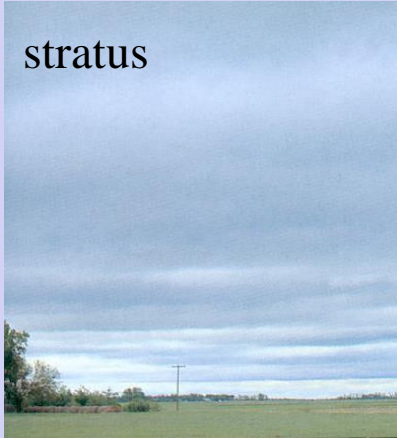


altostratus



altocumulus

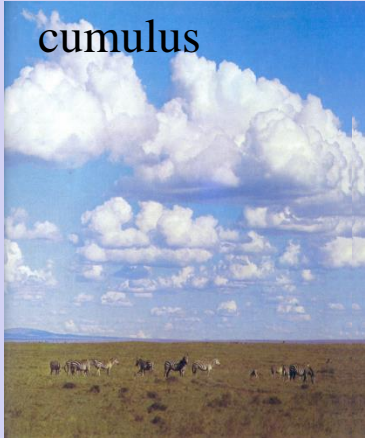
L



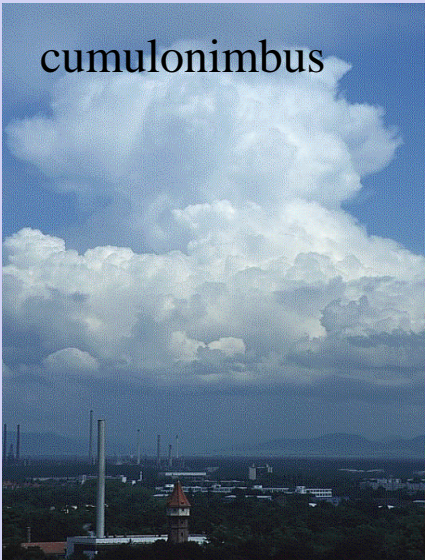
stratus



stratocumulus



cumulus

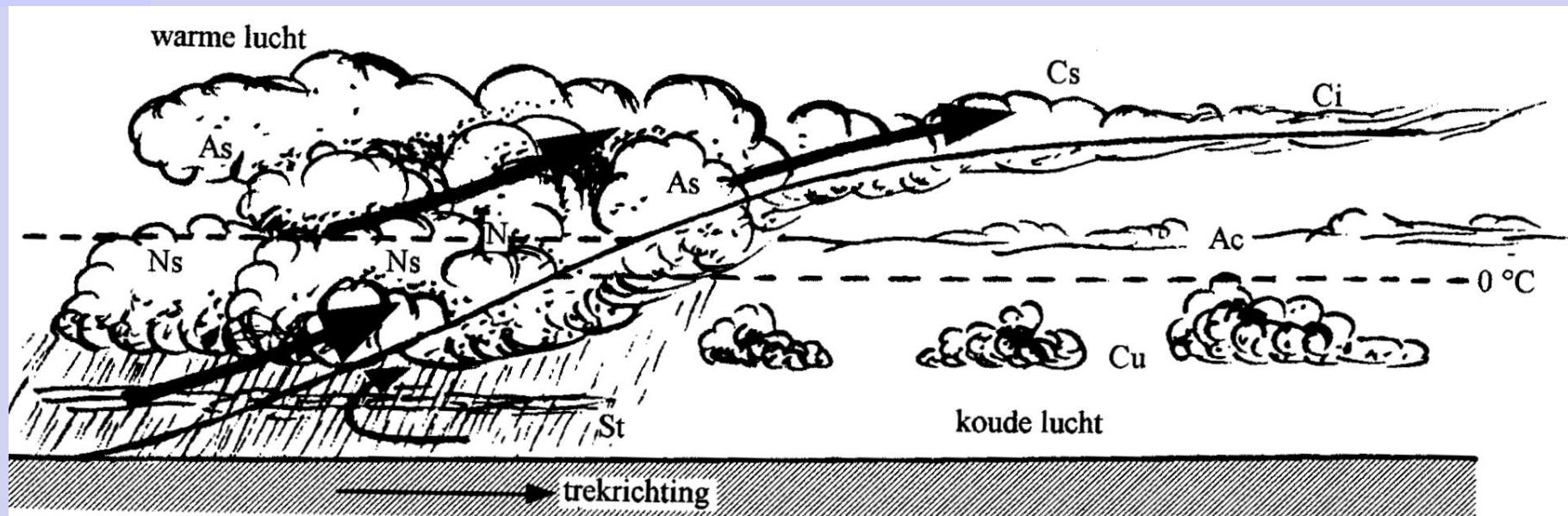


cumulonimbus

H
+
M
+
L



Actief warmtefront (onstabiele lucht)

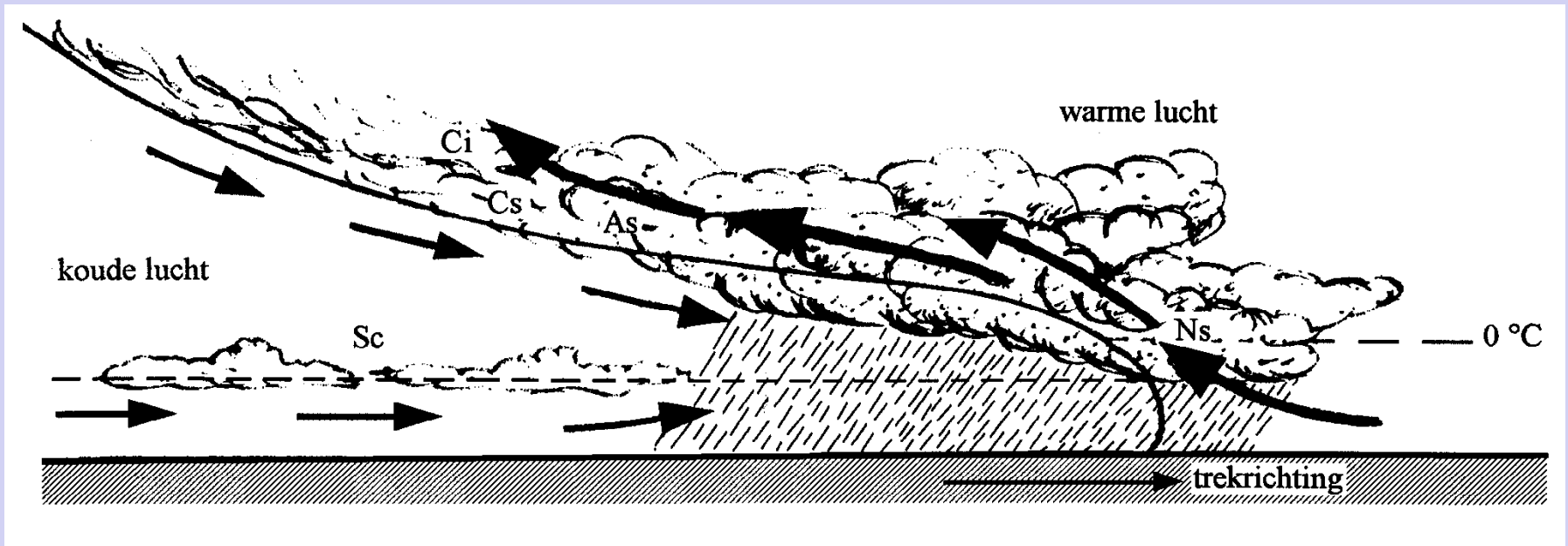


- Als de lucht erg vochtig is en in de hoogte snel kouder wordt:
 - Condenserende waterdamp genereert zoveel warmte dat dit eigen thermiek veroorzaakt
 - Dit versterkt de wolkenvorming door extra opstijging
- Daardoor naast regen ook buien vóór frontpassage

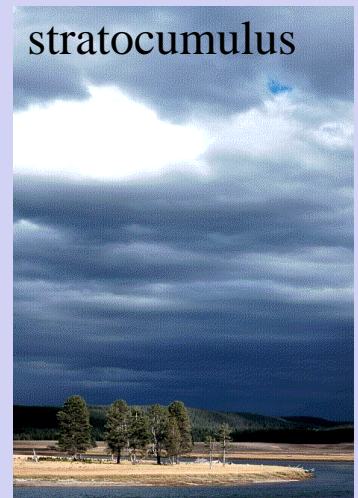




Koufront

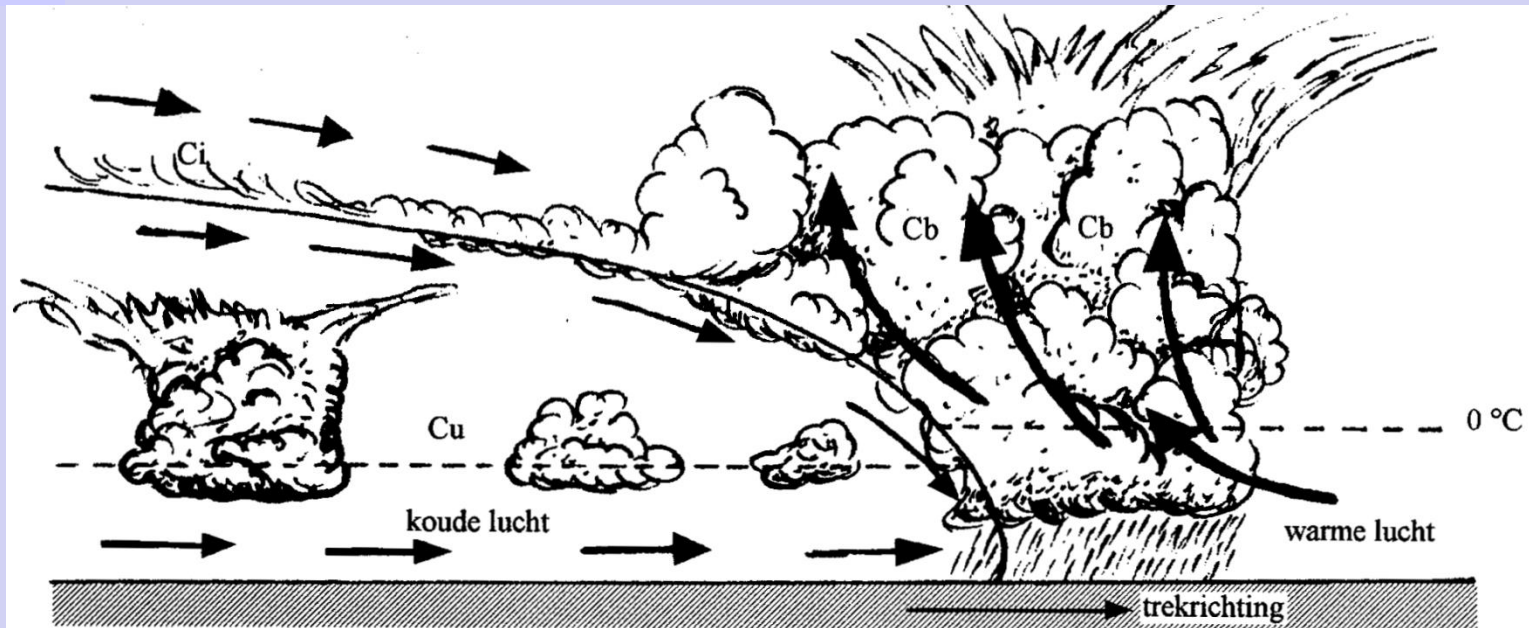


- Opdringend koufront dwingt warmere lucht omhoog
- Regen aan het koufront, geen buien
- Zicht verbetert sterk na frontpassage
 - In warme sector vochtige lucht; stof- en zout-deeltjes trekken vocht aan, geeft matig tot slecht zicht
 - De koude massa is relatief droog, geen vochtbouw aan deeltjes





Actief koufront

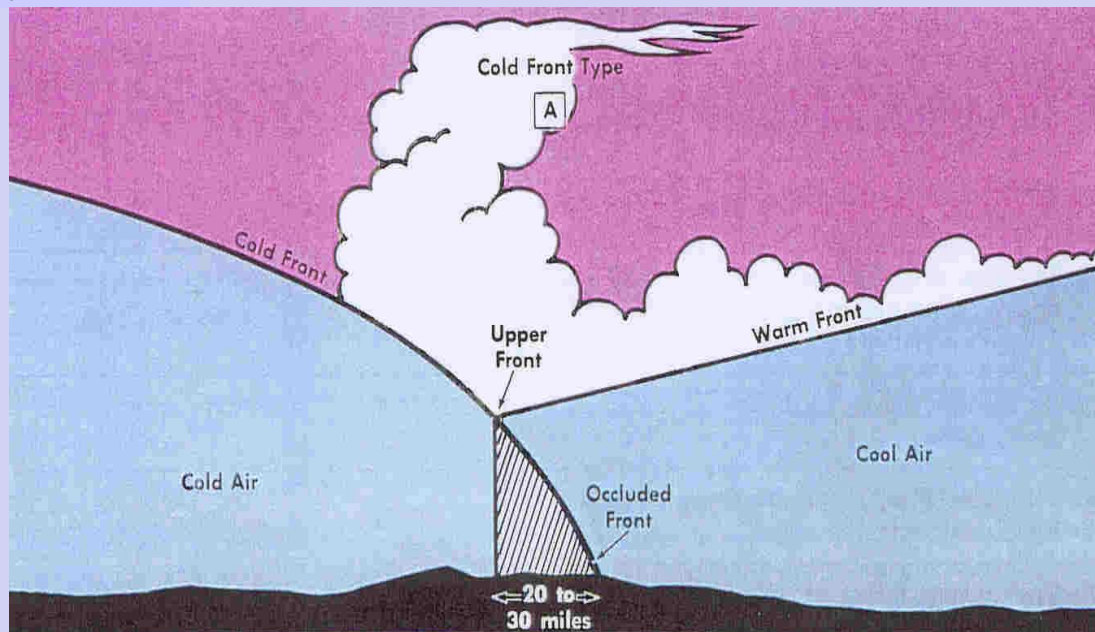


- Opdringende koude massa dwingt vochtige warme lucht omhoog
- Net als bij actief warmtefront:
 - Als de temperatuur in de hoogte snel afneemt, ontstaan buien
 - Vóór en aan het koufront
- Na het koufront veel beter zicht
- In de koude massa na een tijdje meestal buien

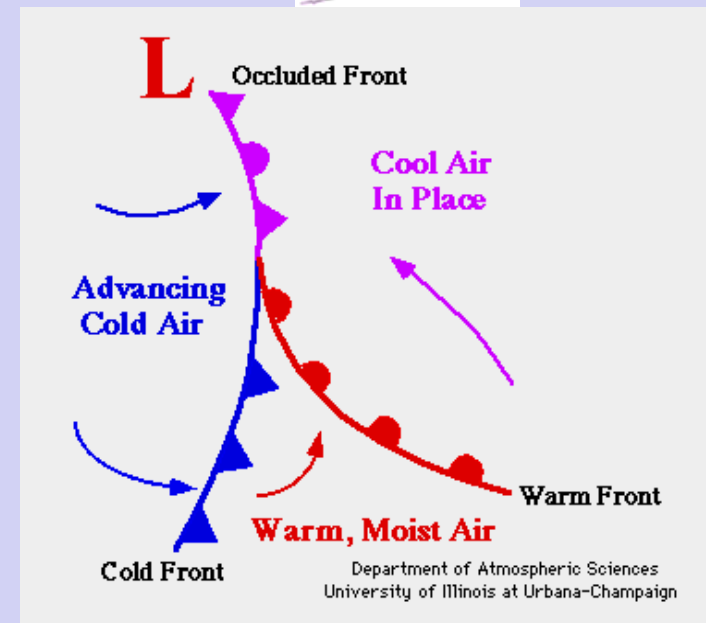




Occlusie, 'versmelting' van warmte- en koufront



Het koufront haalt het warmtefront in en schuift er onder.

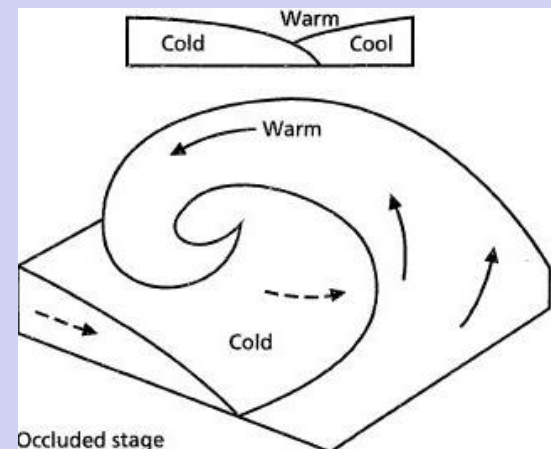
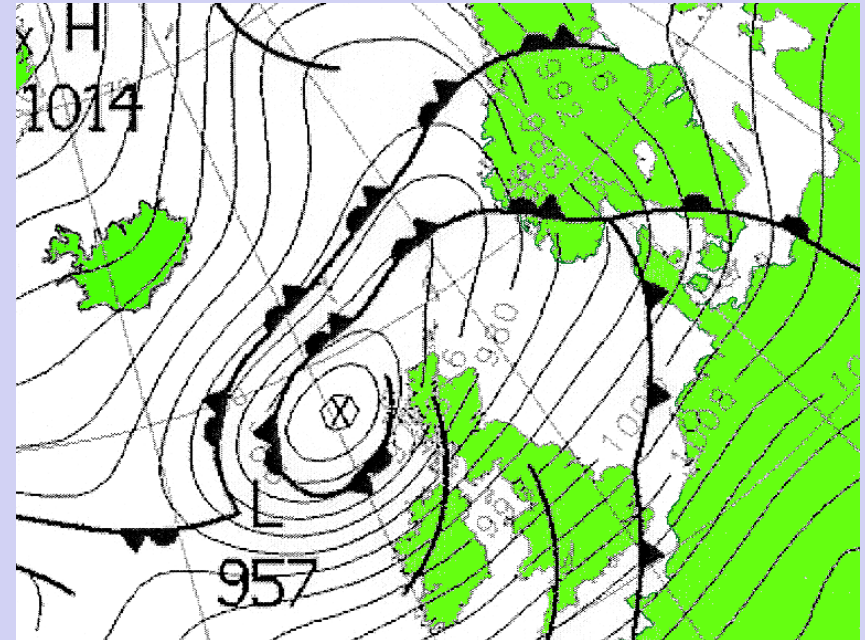


De fronten bij het depressiecentrum zijn volledig geoccludeerd, verder naar beneden nog niet



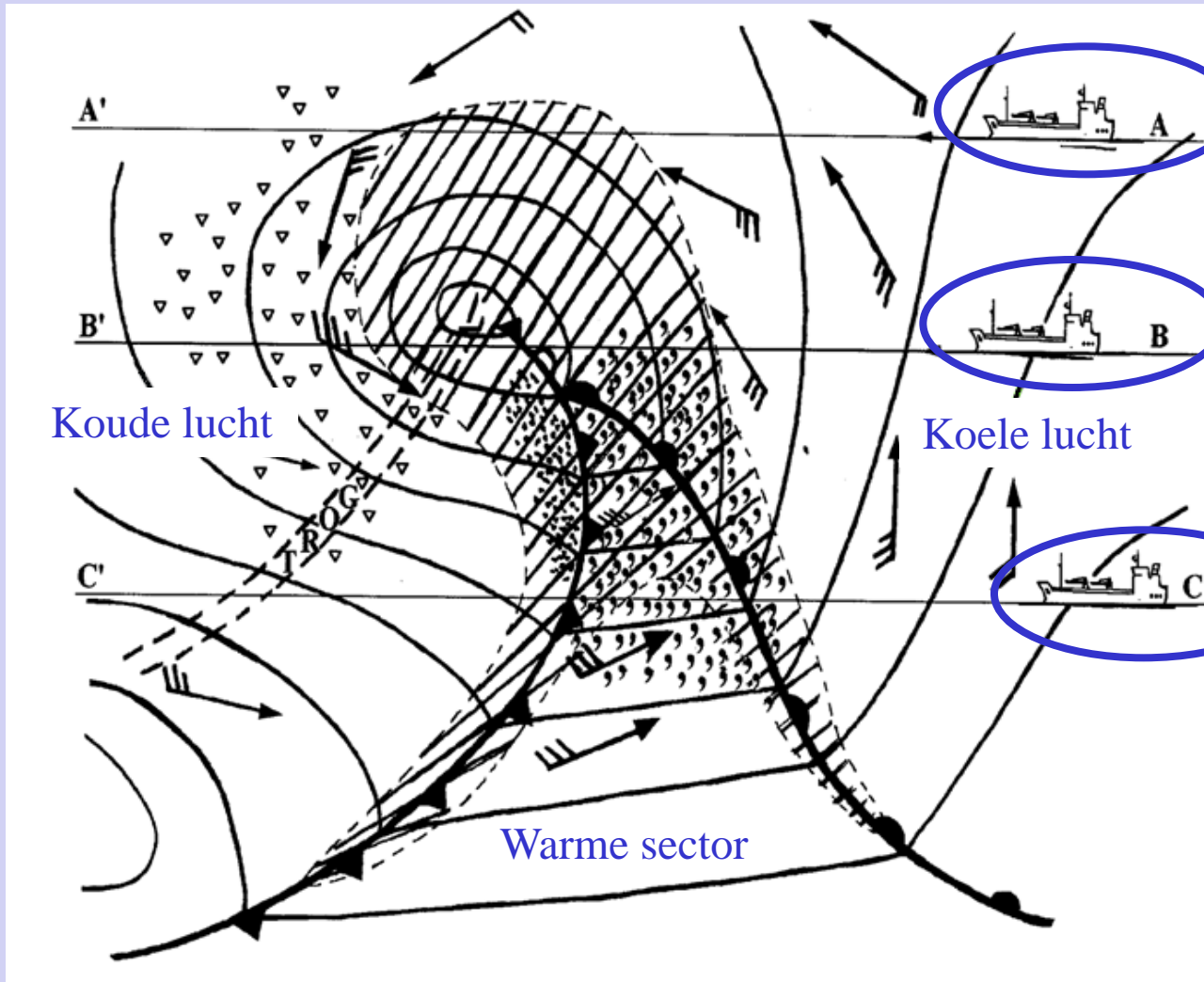
Occlusies te over

- De warme sector kan ver van het centrum af liggen
- Vaak liggen er diverse restanten van luchtmassa's rond een depressie
 - Luchtmassa's mengen meestal langzaam





Het weer rond een depressie: drie passages



„ regen
▽ buien
← 10 knopen
← 5 knopen
/// bewolkt

Het weer:

- Windrichting
- Windsterkte
- Zicht
- Bewolking
- Neerslag

**Routes A, B en C
in volgende sheets**



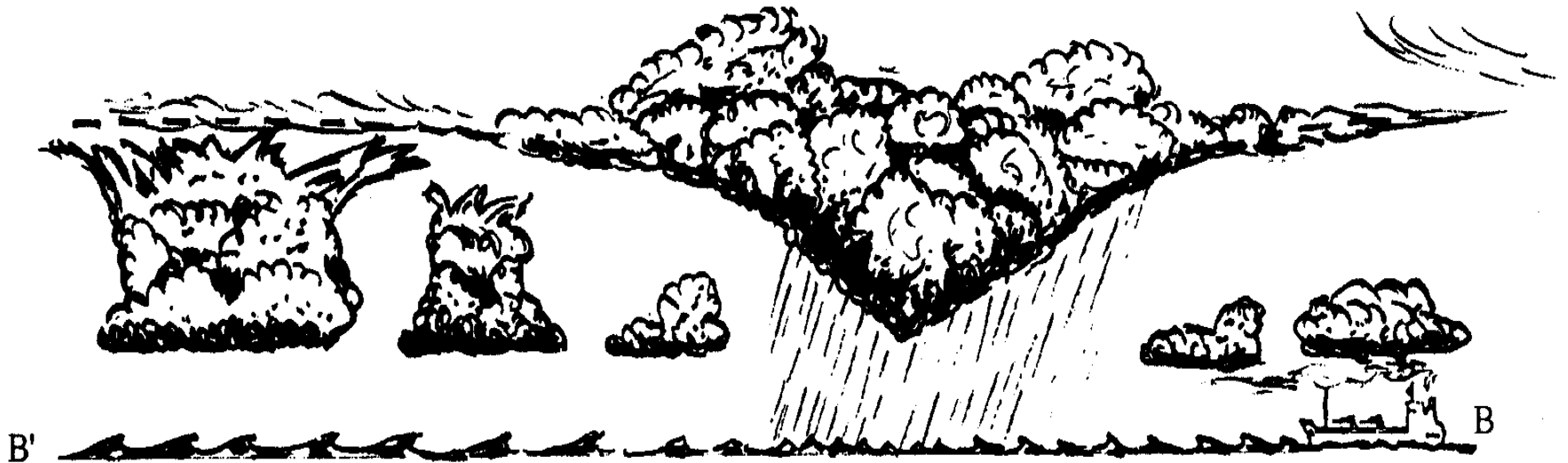
A. Passage benoorden depressie



- Overgang van warme naar koudere lucht zonder front aan de grond te passeren
- Uit de bewolking (meestal een occlusie) ten noorden van de kern kan regen vallen
- Overgang van warme-massa weer naar onstabiel koude-massa weer
 - Van matig zicht, geheel grijze hemel naar goed zicht, gebroken wolkenhemel
- Wind van zuidoost naar noordoost



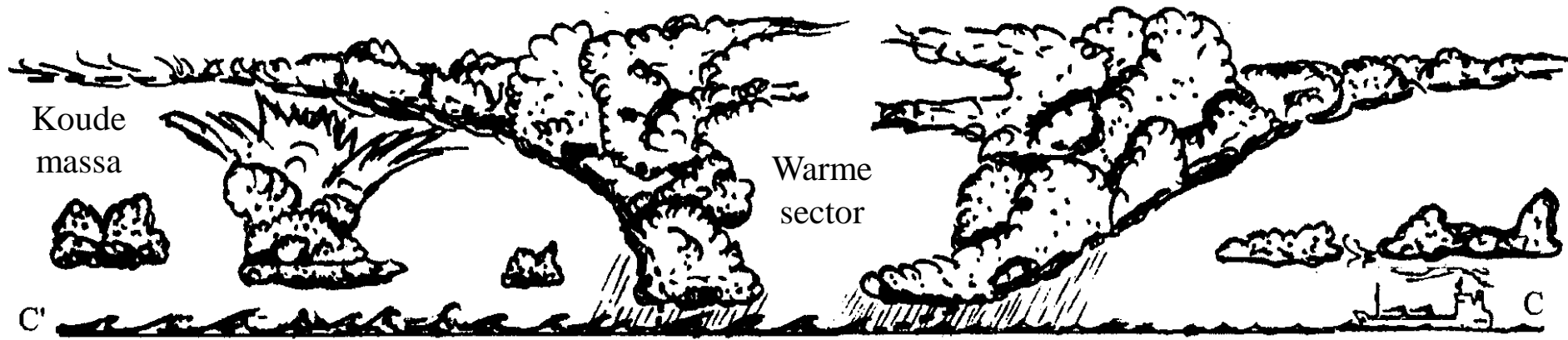
B. Passage door de kern



- Occlusiefrent in de hogere luchtlagen
- Wolkenbasis komt in de kern lager dan noordelijk ervan
- Regen in de kern, daarna veel beter zicht en buien
- Wind van Z naar NW



C. Passage ten zuiden van de kern



Opklaringen
met buien

Koufront,
snelle zicht-
verbetering

Warmtefront,
slecht zicht

- Eerst warmtefront, dan warme massa met regen,
- Koufront evt. met regen, gevolgd door koude massa met beter zicht, opklaringen en buien
- Wind van Z naar W-NW
- Let op! Hellingen in de tekening veel steiler dan werkelijkheid



Programma

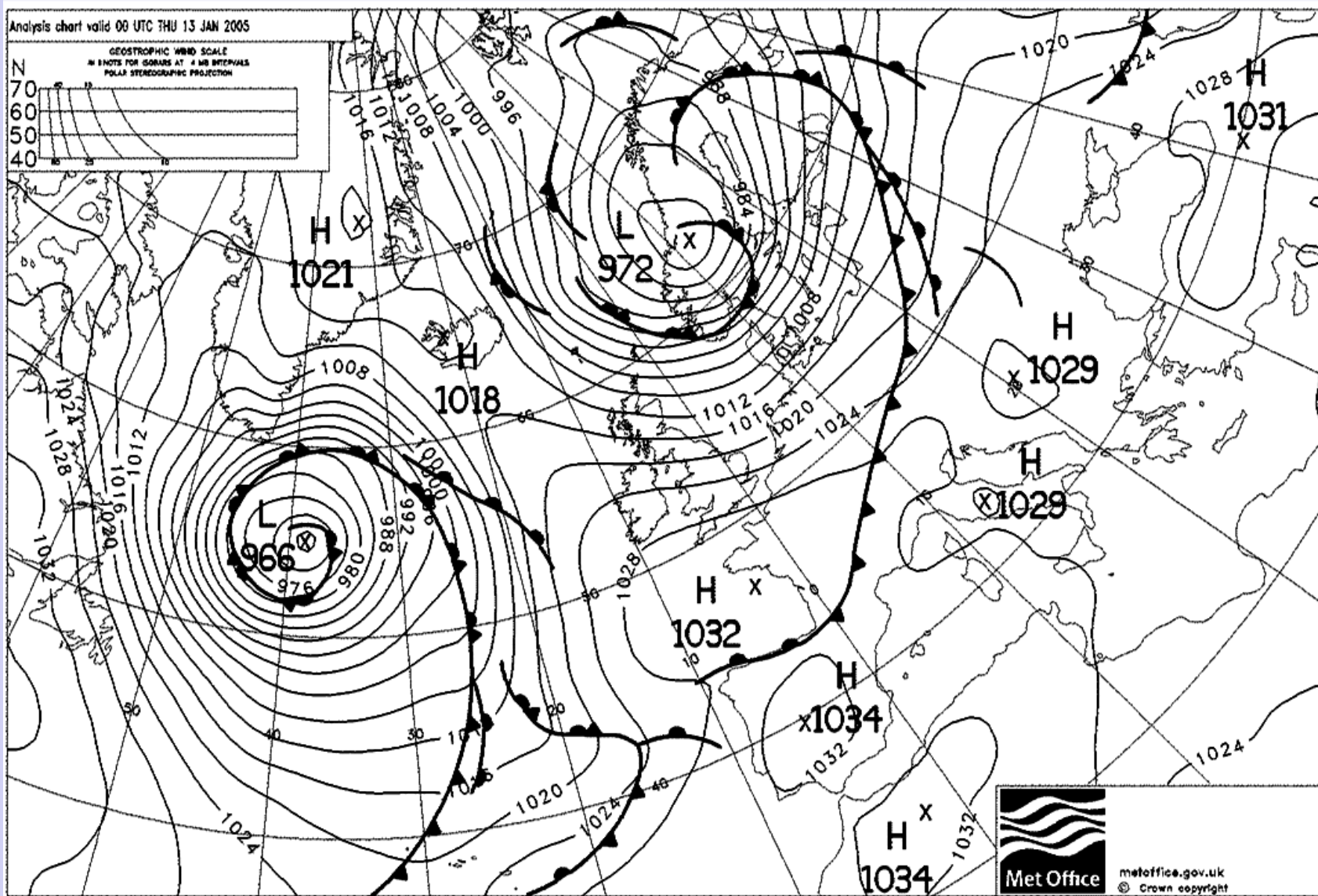
- Wat is de oorzaak van ‘weer’ en hoe is het weer rond de aarde verdeeld?
- Wind, temperatuur en luchtdruk, Coriolis-kracht, straalstroom
- De oorzaak van het polaire front

- De depressie als verschijnsel aan het polair front
- Weer aan warmte- en koufronten en rond een depressie

- **Weerkaarten**

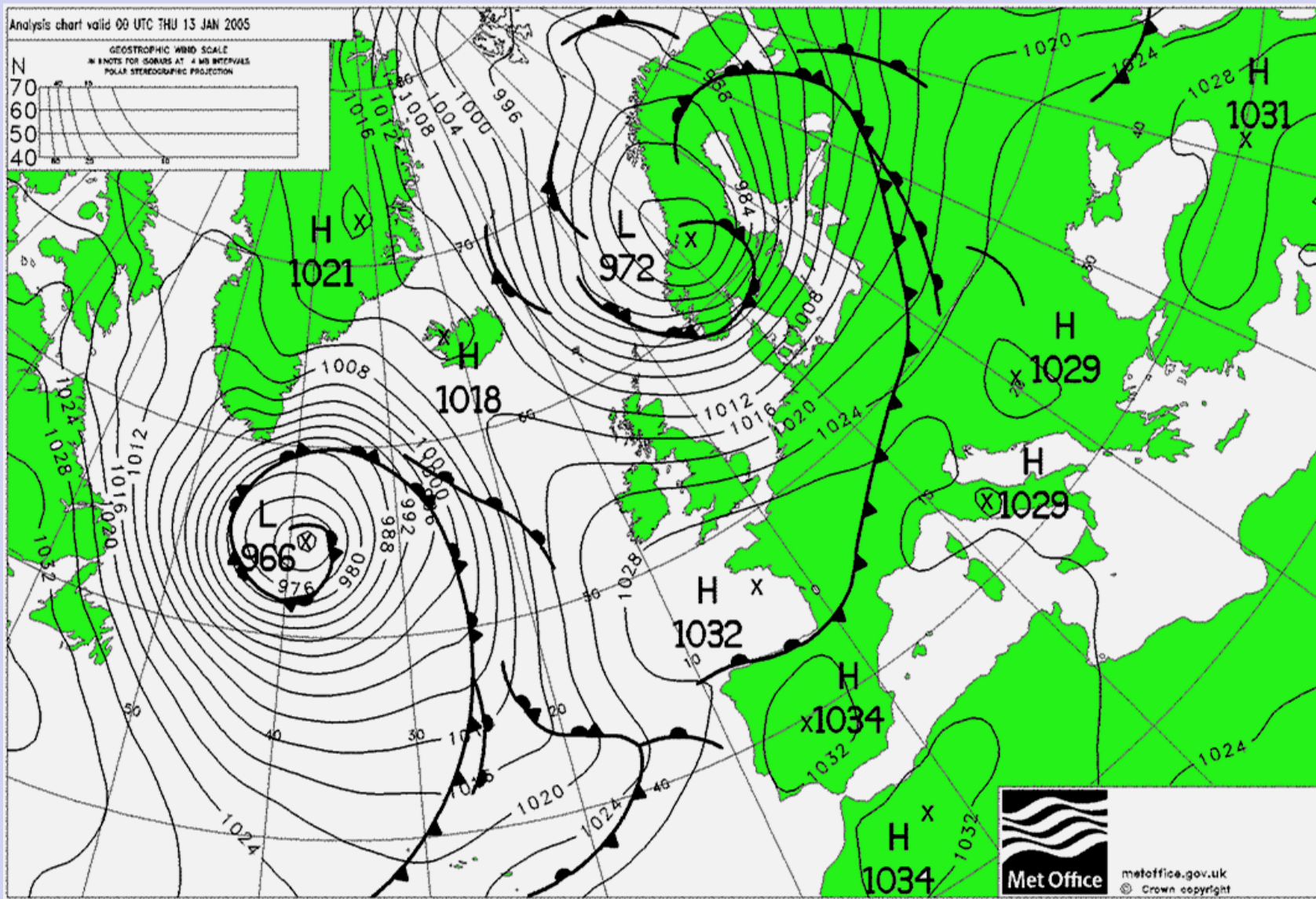


Een echte weerkaart (UK Met Office 13-1-2005)





Weerkaart Met Office: oriëntatie

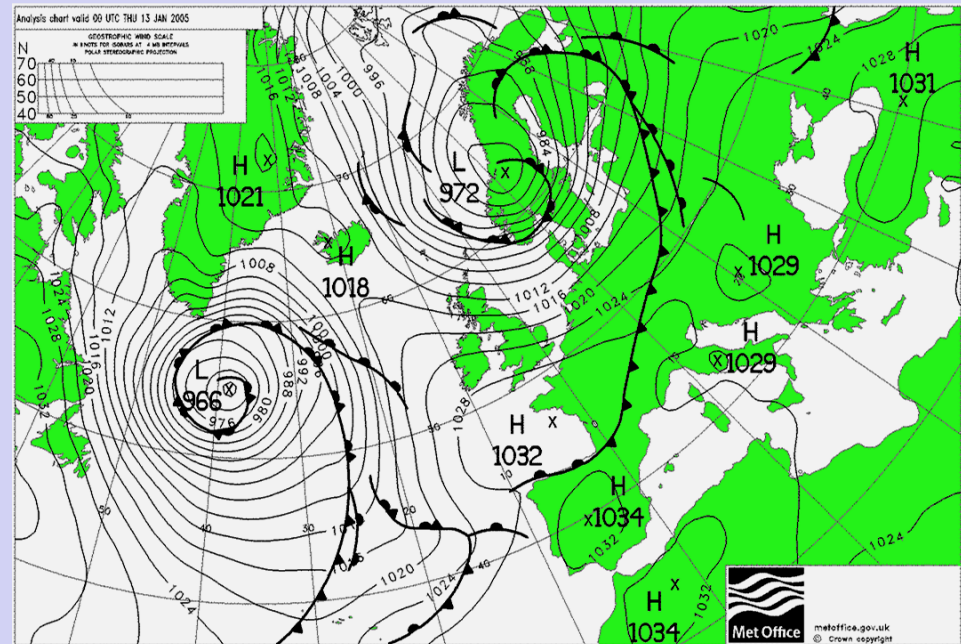




Weerkaart interpretatie

Wat kunnen we concluderen?

- Twee diepe stormdepressies:
- Veel drukverschil = veel temperatuurverschil = veel wind
- De winden zijn op alle niveaus hard: de systemen trekken snel, kunnen snel uitdiepen (en opvullen)
- Deze toestand komt veel voor: west-circulatie





West-stroming gestuurd door lange jetstream

