

Wintersemester 2023/2024

Physische Geographie 1

(Grundkursvorlesung PG 1 – Vorlesungsteil Klimatologie)

Prof. Dr. Christoph Beck

Lehrstuhl für Physische Geographie mit Schwerpunkt Klimaforschung

Institut für Geographie

Universität Augsburg

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

- **Frontalzyklonen und andere Druckgebilde**
- **Luftmassen**
- **Großwetterlagen**
- **Zirkulationsschwankungen**

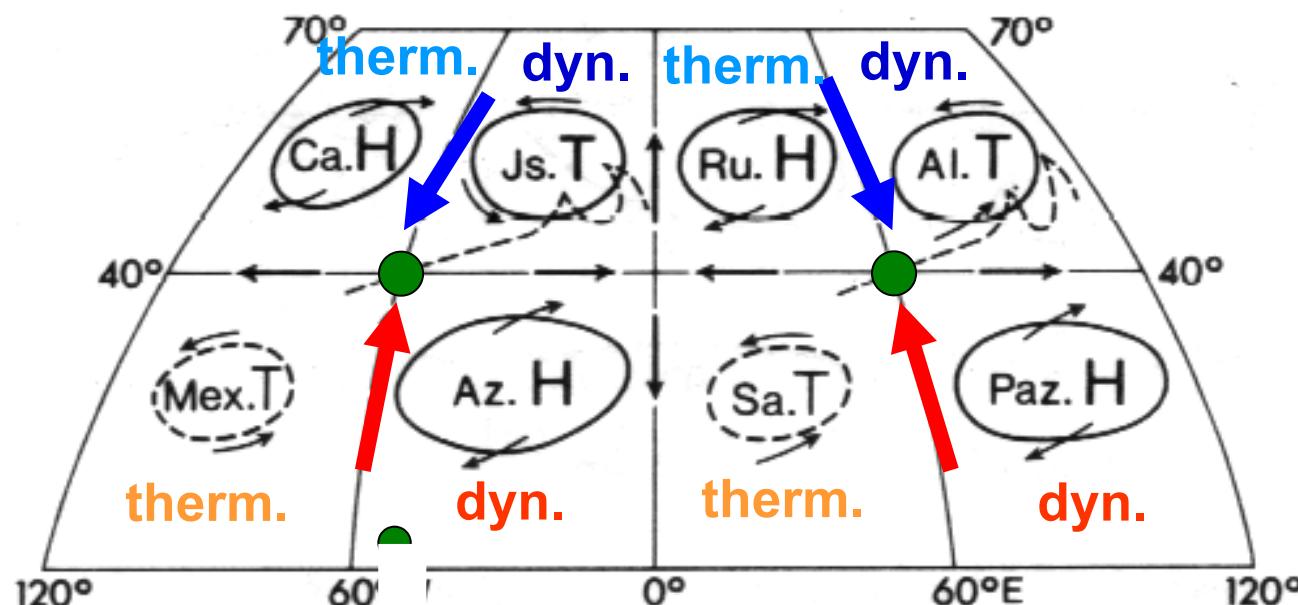
Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Frontalzyklonen

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

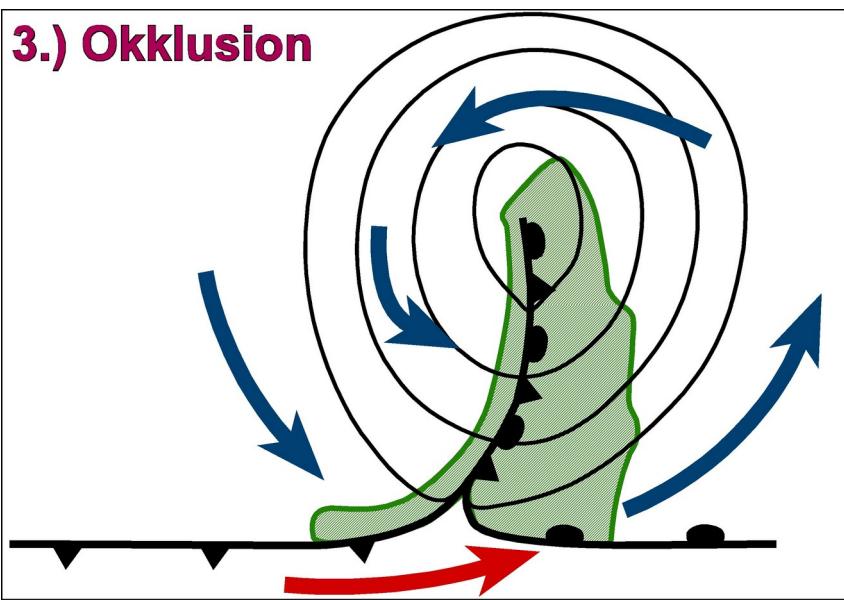
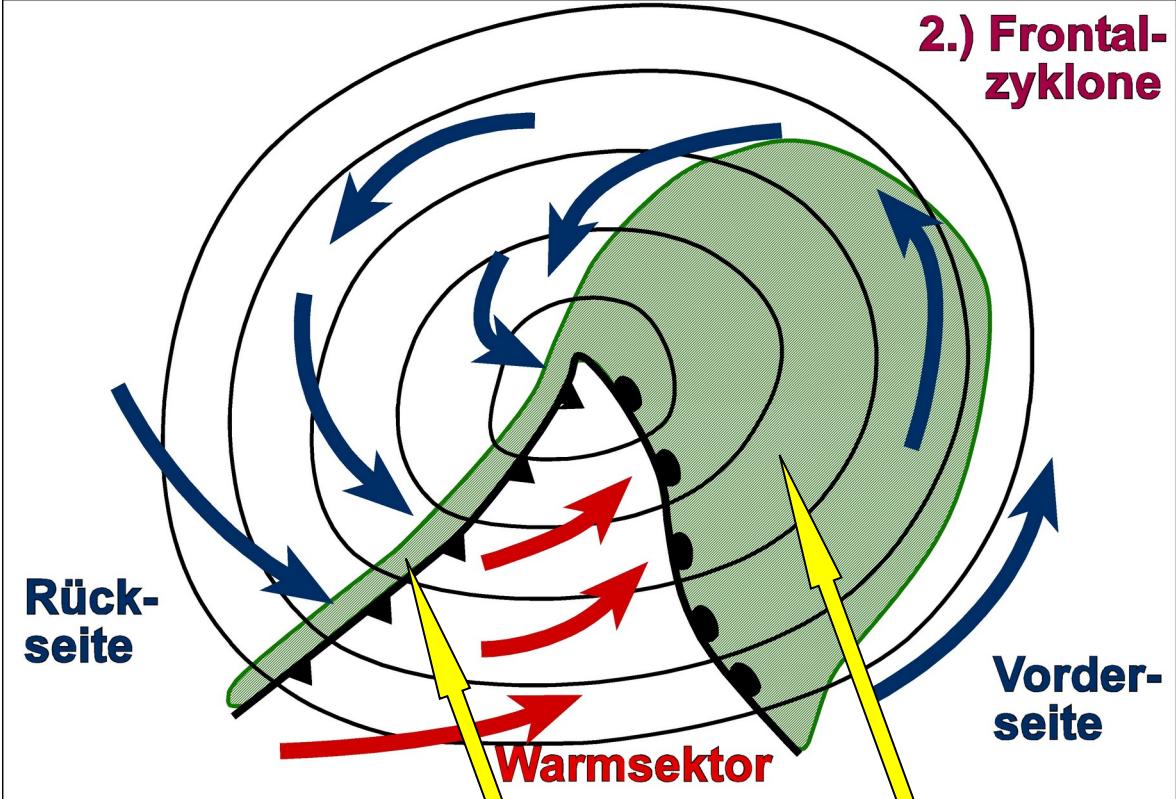
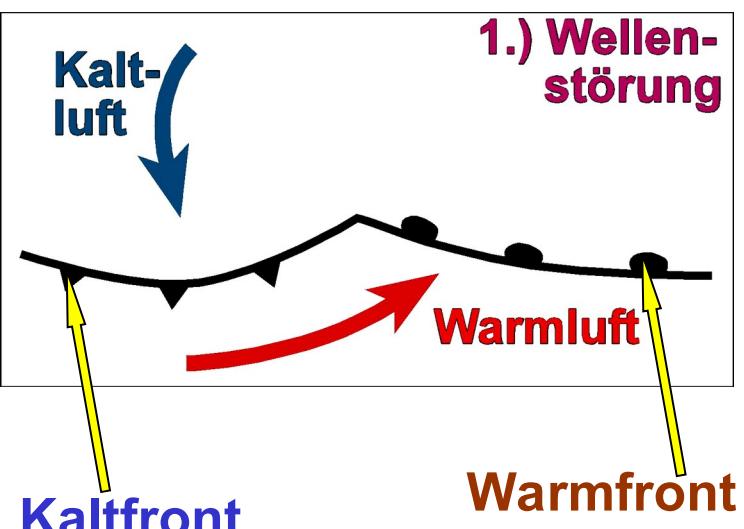
Aktionszentren im Luftdruckfeld der Nordhemisphäre



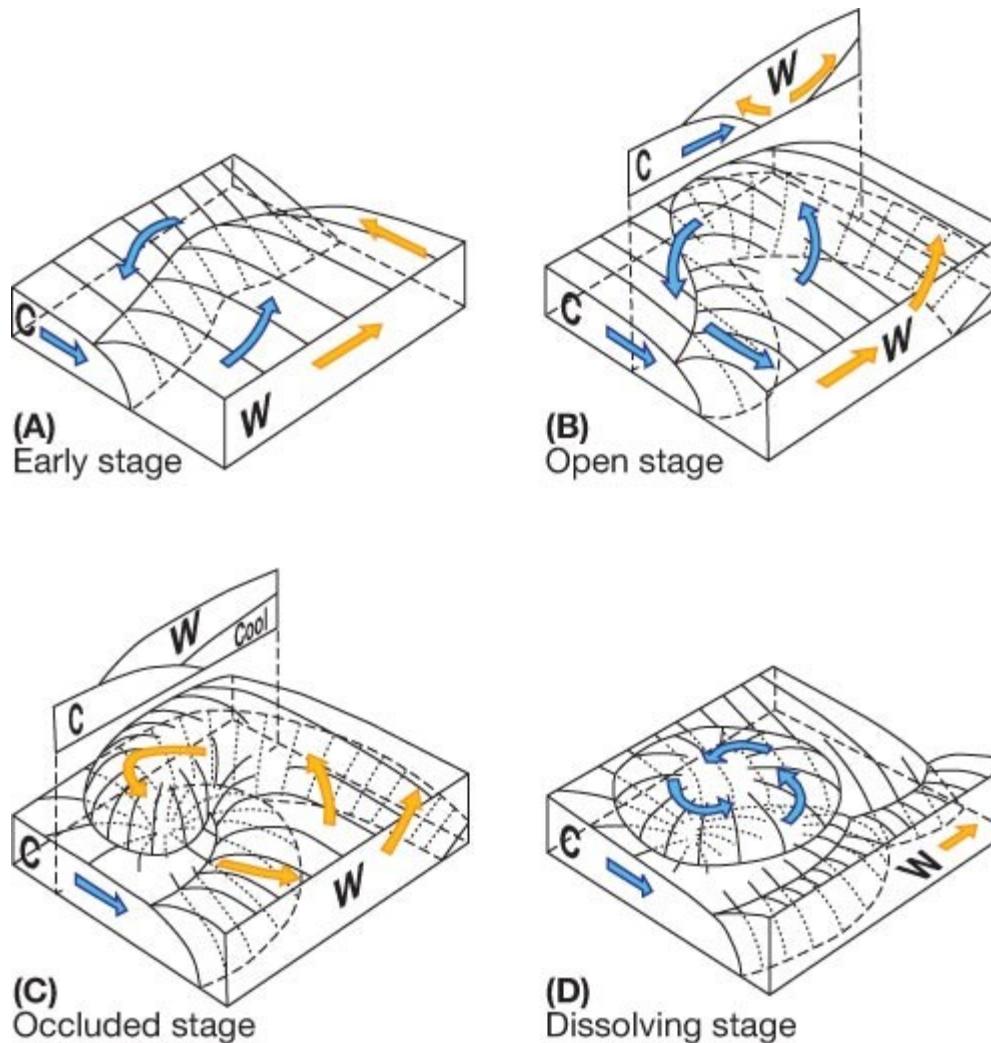
frontogene-
tische Punkte

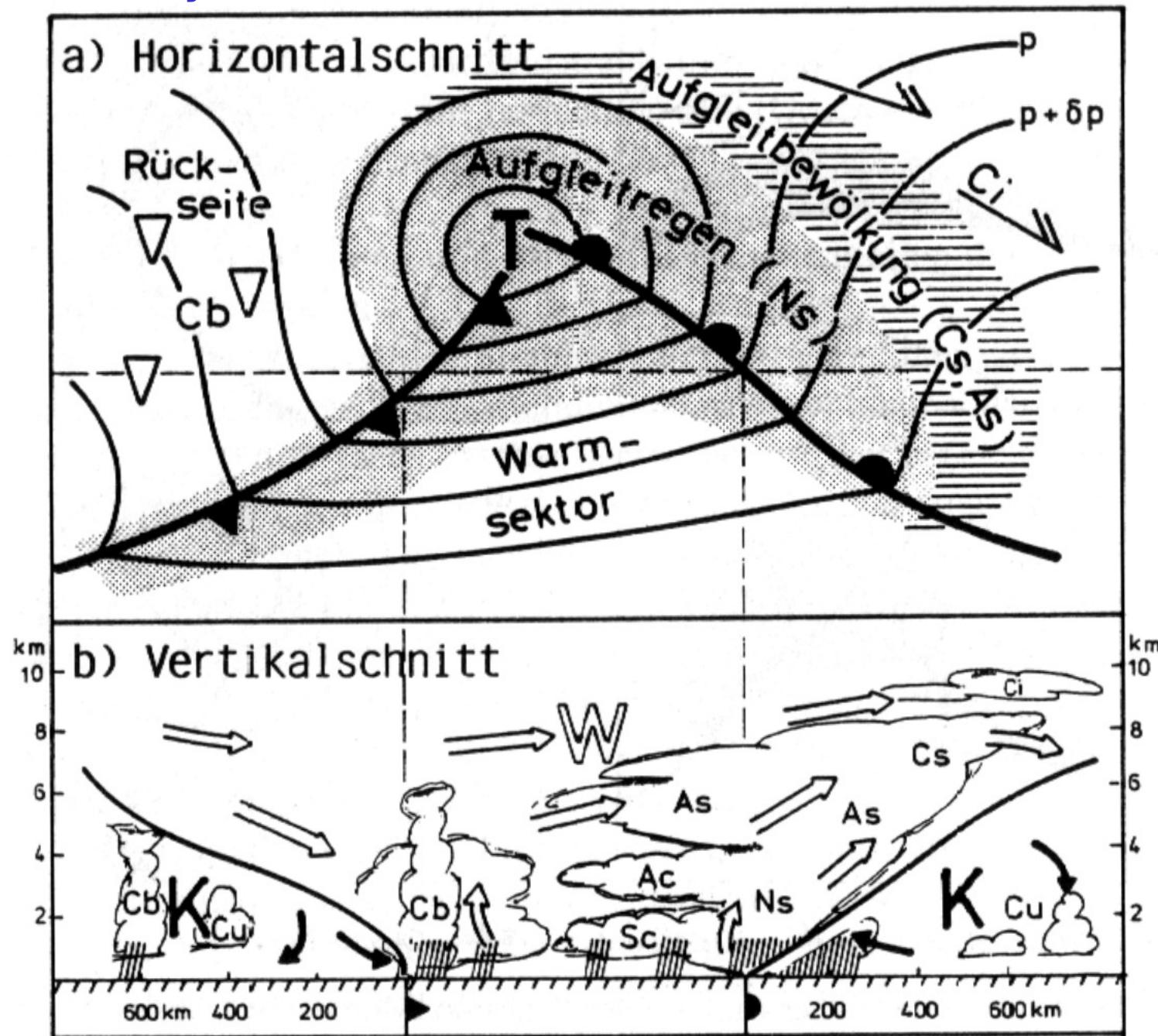
(nach Weischet 1991)

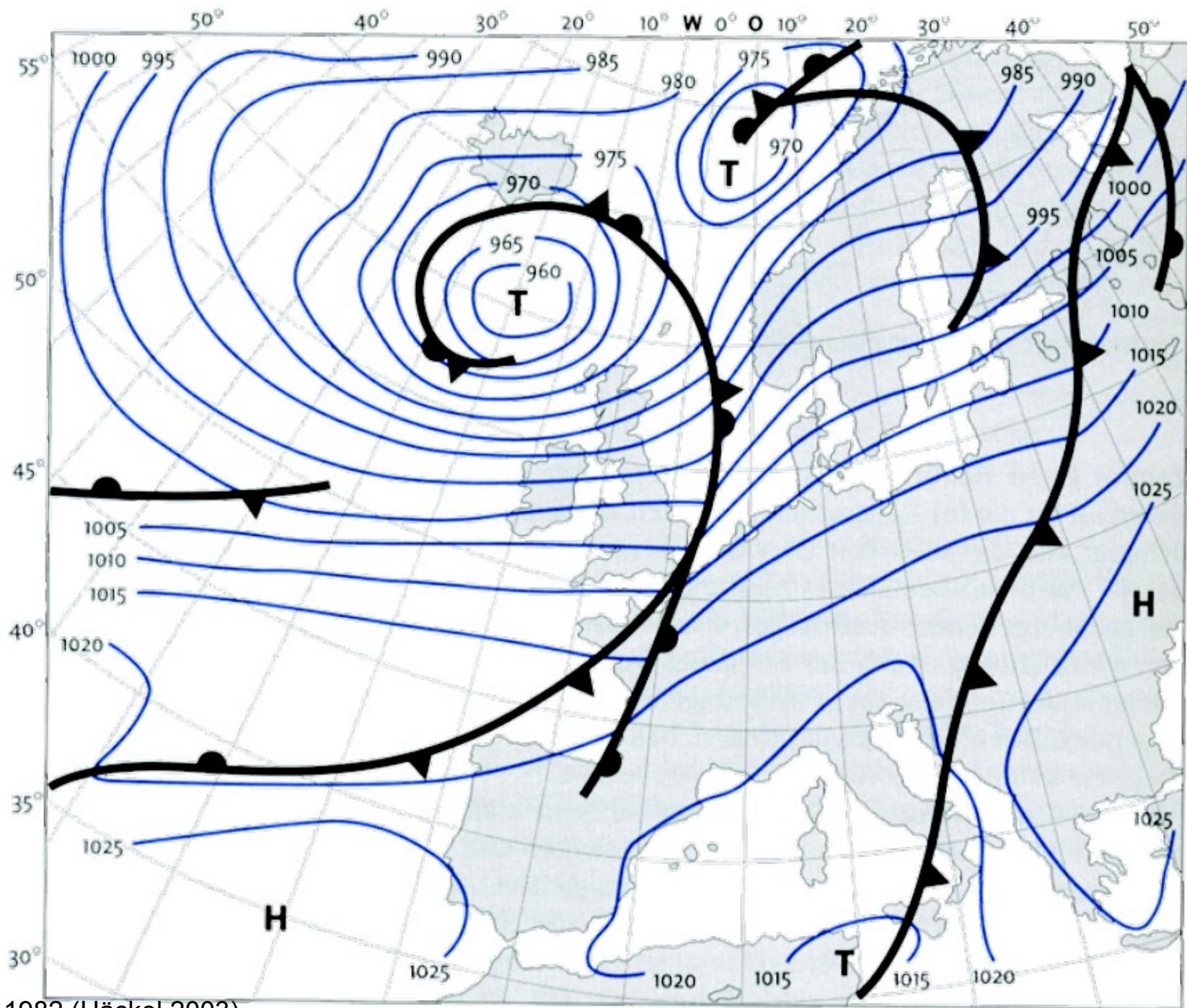
Entwicklungsstadien einer Frontalzyklone

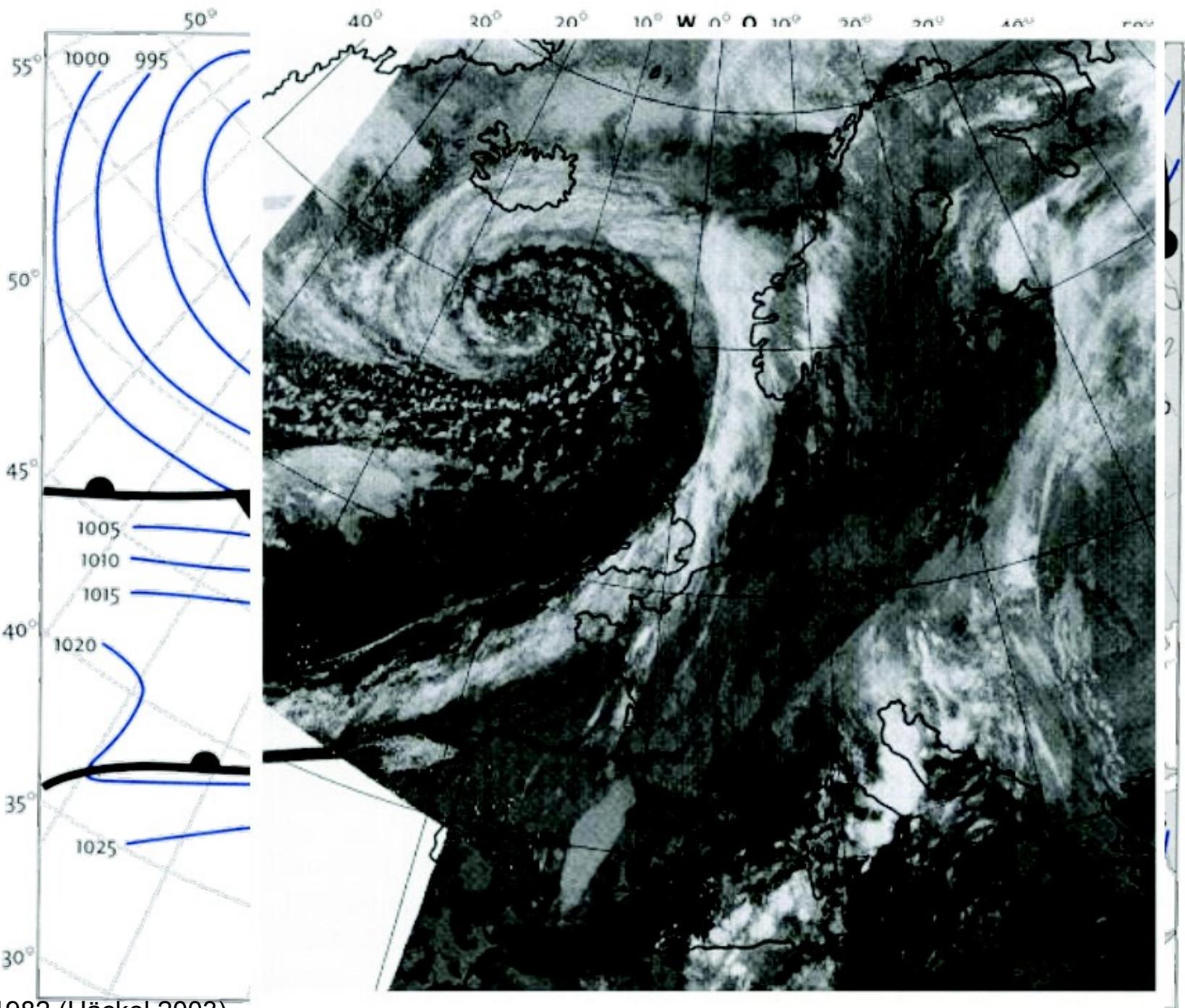


Entwicklungsstadien einer Frontalzyklone

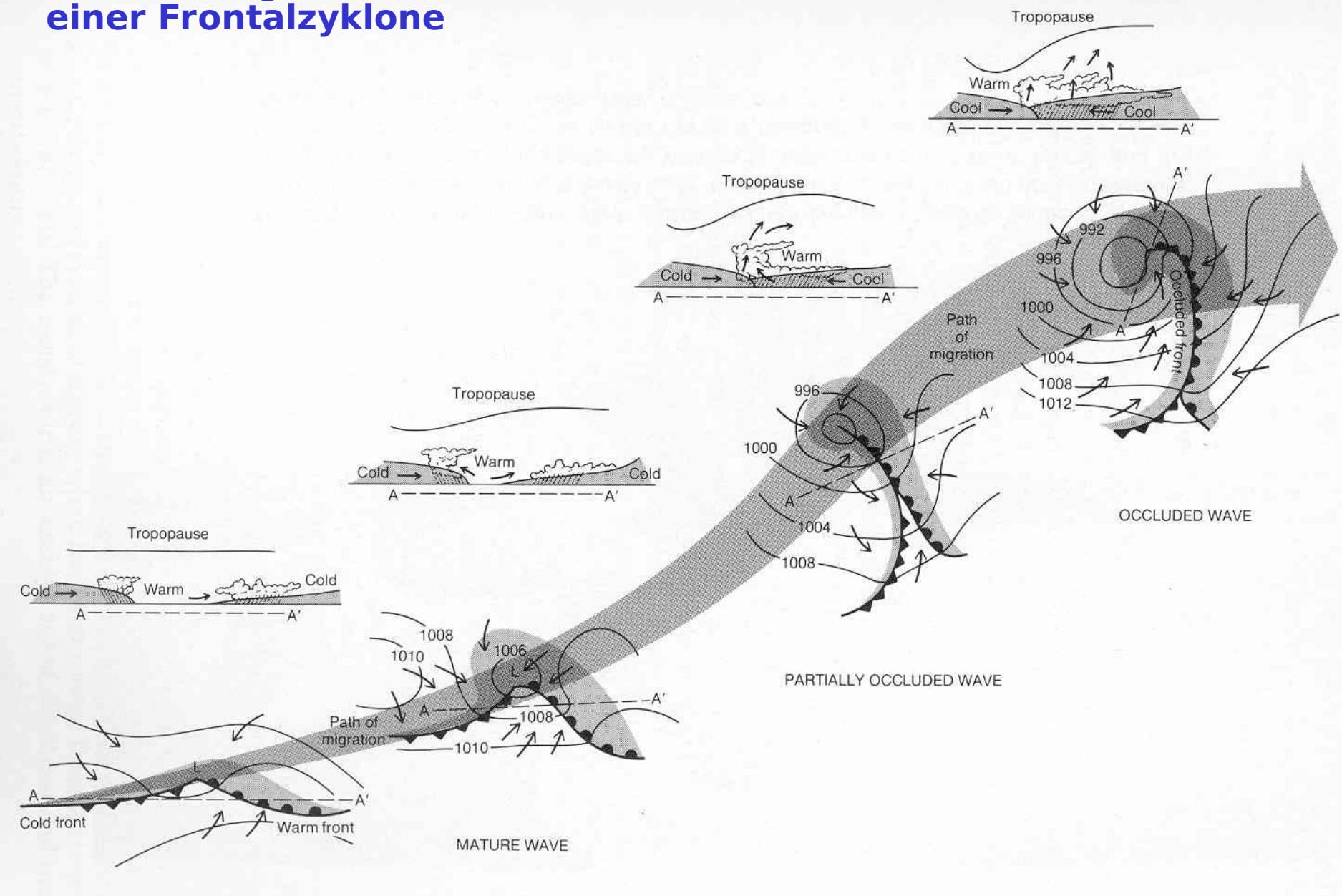






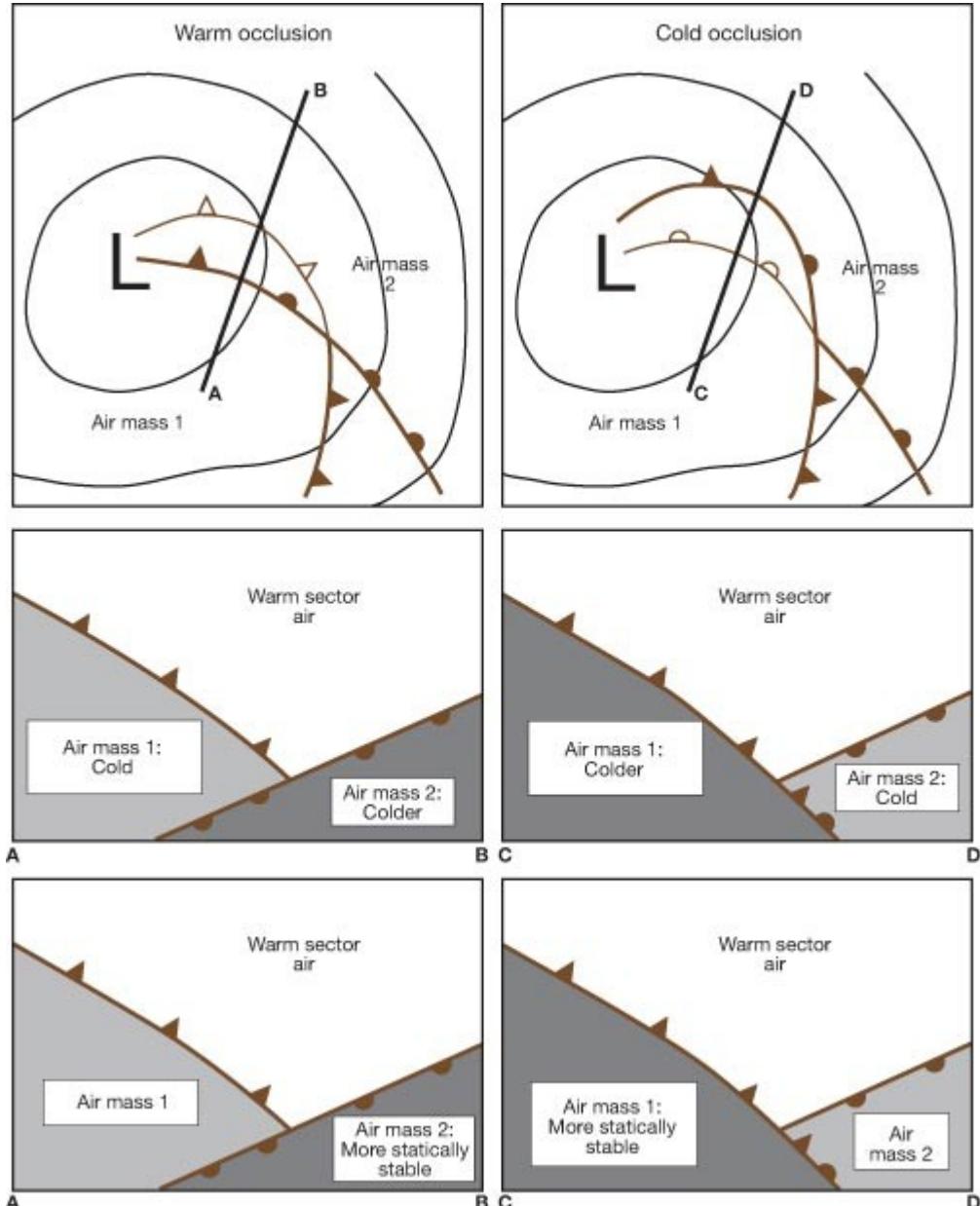


Entwicklungsstadien einer Frontalzyklone



INITIAL WAVE

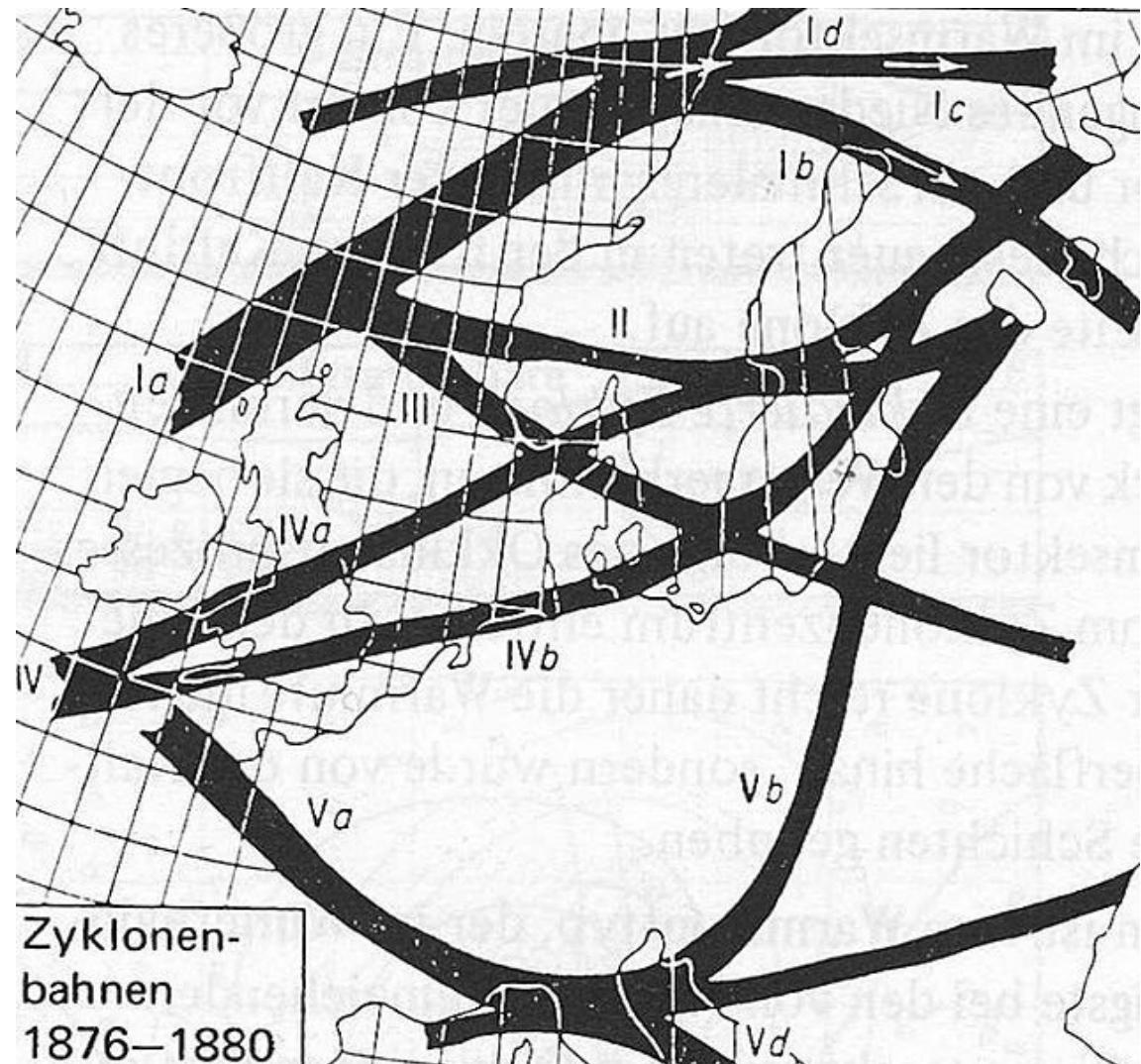
Entwicklungsstadien einer Frontalzyklone



Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

15

Zyklonenzugbahnen über Europa



(Van Bebber 1891)

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Nicht-frontale Druckgebilde:

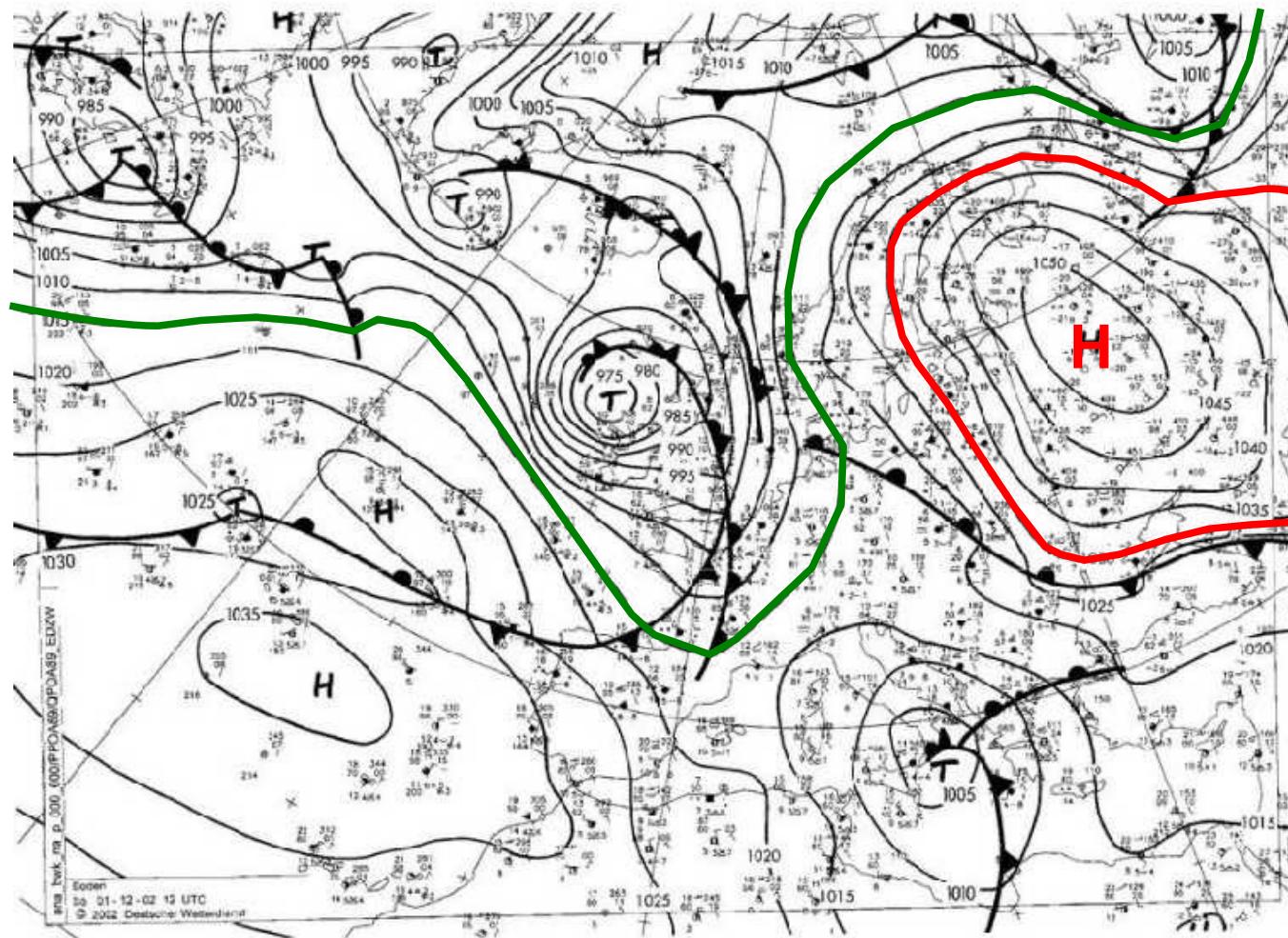
Hochdruckgebiete (aber: Steuerung von Fronten)

- **Dynamische**
 - zentrale / steuernde
z.B. blockierende Antizyklone
 - sekundäre / wandernde
z.B. Zwischenhoch
- **Thermische Kältehöhe**s

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Blockierende Antizyklone:



Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Nicht-frontale Druckgebilde:

Tiefdruckgebiete

- **Dynamische**
 - **zentrale / steuernde**
z.B. Zentraltief, Kaltlufttropfen
 - **orographisch induzierte**
z.B. Leedepressionen
- **Thermische Hitzetiefs**

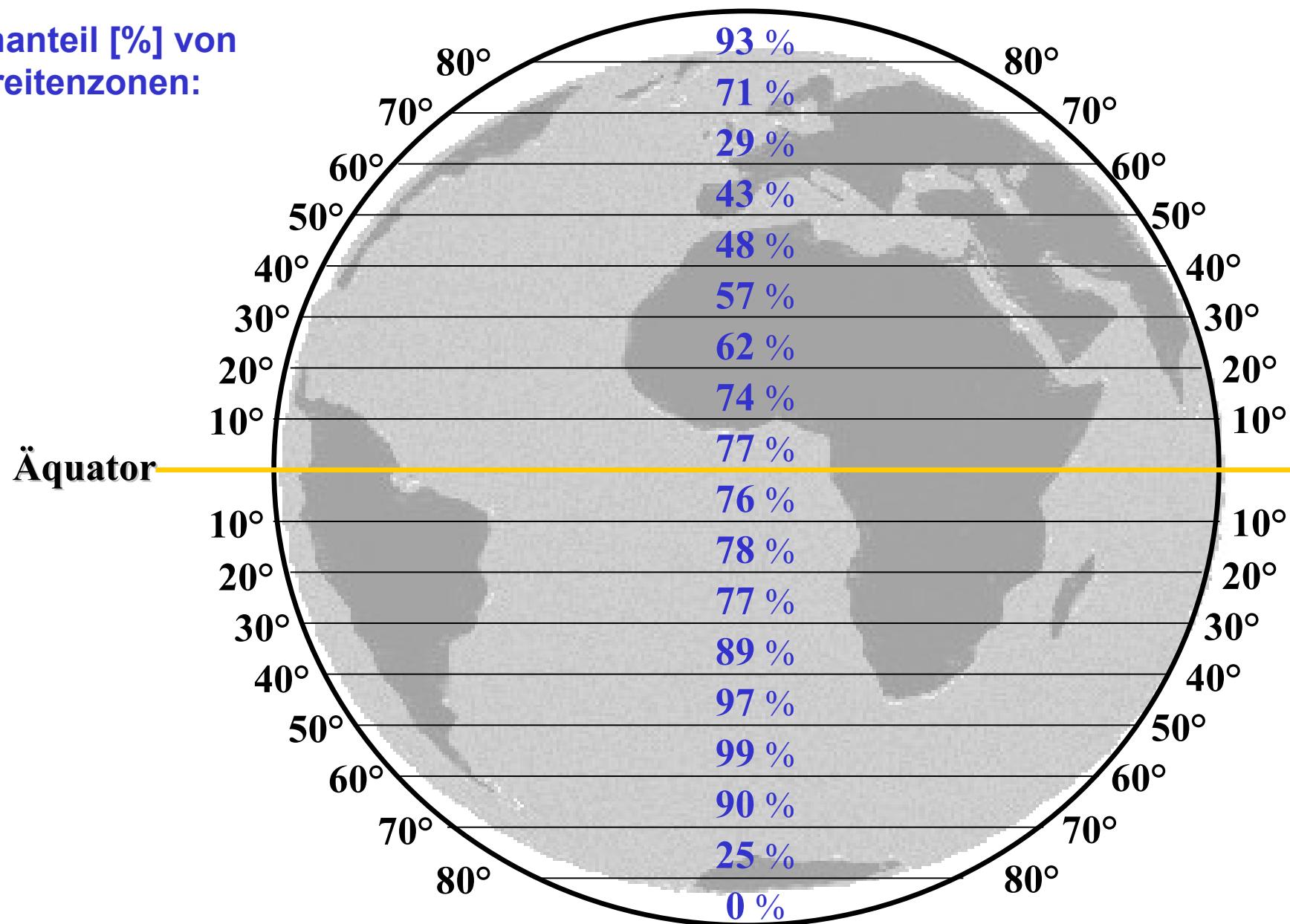
Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Allgemeine Klimacharakteristika in der Westwinddrift

- **ständiger Wetter- und Witterungswechsel**
 - Frontalzone
 - unterschiedliche Zirkulationsformen
 - verschiedene Druckgebilde
- **vier thermische Jahreszeiten**
 - variable Einstrahlungswinkel
 - variable Tageslänge
- **markante longitudinale Klima-Unterschiede**
 - variabler Kontinentalitätsgrad
 - unterschiedliche Meereströmungen (siehe Ozeanische Zirkulation)
 - stehende lange Wellen
 - Luv-Lee-Kontraste

Ozeananteil [%] von
10°-Breitenzonen:



Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Hemisphären-Unterschiede und ihre Auswirkungen
auf die außertropische Westwinddrift

Arktis / Antarktis:

- Grundstrom- und Wirbelintensität: größer auf Südhalbkugel
- äquatorwärtiges Ausgreifen: weiter auf SH
- Auftrittshäufigkeit von Zirkulationsformen: mehr zonal auf SH

Land-Meer-Verteilung:

- Ausmaß der jahreszeitlichen Breitenverschiebung:
größer auf Nordhalbkugel
- Ausbildung von stehenden langen Wellen und von Aktionszentren:
ausgeprägter auf NH
- Klima-Unterschiede längs der Breitenkreise:
wesentlich stärker auf NH

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Luftmassen – Herkunft und Eigenschaften

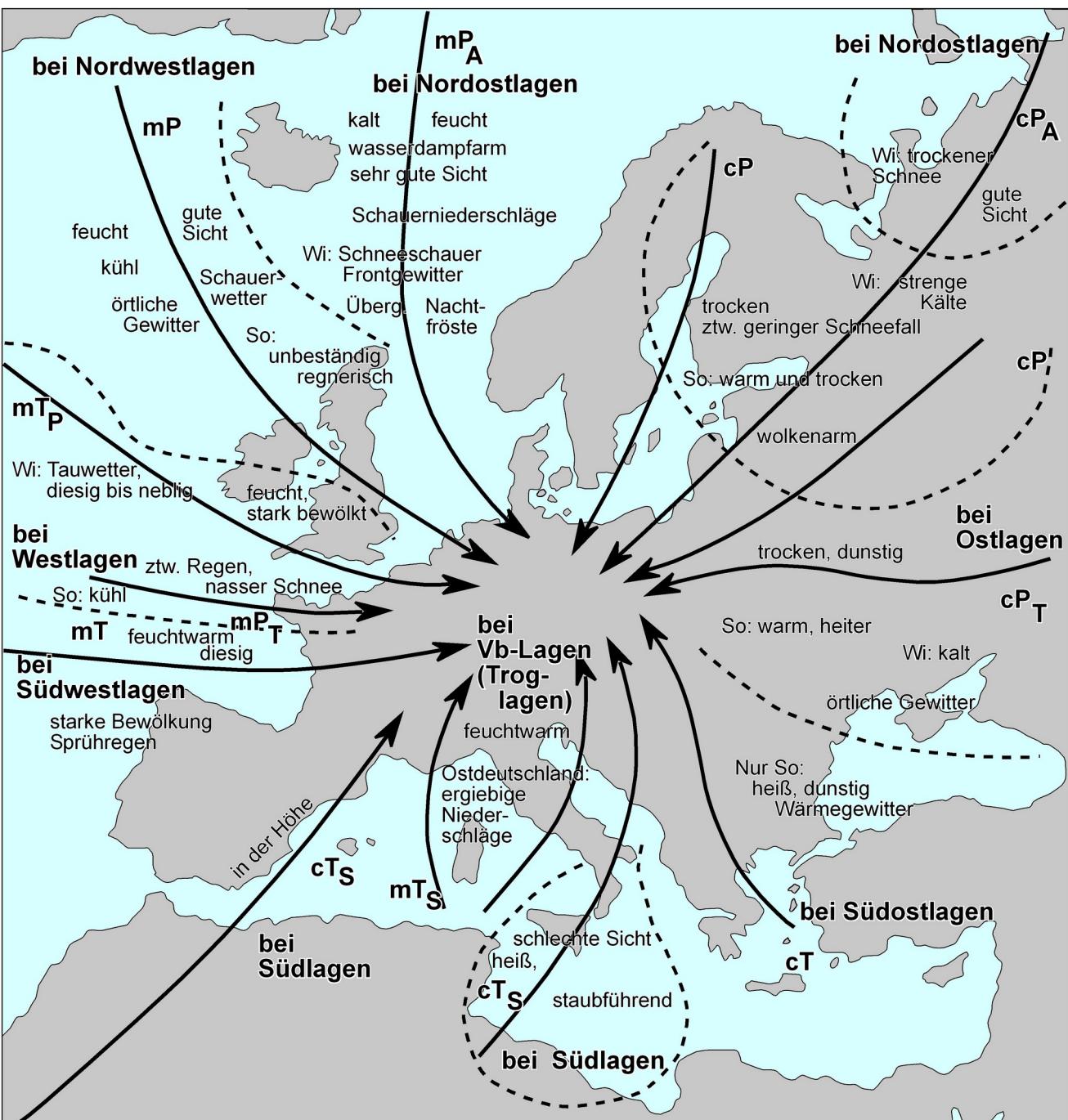
Defintion:

**Große, relativ einheitliche Luftquanten,
die entsprechend den klimatologischen Gegebenheiten
ihrer Herkunftsgebiete typische Eigenschaften besitzen.**

Luftmassen Europas

c = kontinental
m = maritim

P = Polarluft
T = Tropikluft
A = Arktis
S = Sahara



Die Luftmassen Europas und ihre Eigenschaften nach Schreiber (1957).

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Luftmassen – Herkunft und Eigenschaften

Luftmassen Europas (nach Scherhag 1948)

Tab. 9.1: Die Luftmassen Europas (nach Scherhag 1948)

Kurzbezeichnung	Hauptluftmasse	Luftmasse	Ursprungsgebiet	Weg nach Mitteleuropa	Haupteigenschaften
P _A	Arktische Polarluft	cP _A Nordsibirische Polarluft mP _A Arktische Polarluft	Nordsibirien Arktis	Osteuropa Nordmeer	extrem kalt sehr kalt, feucht
P	Polarluft	cP Festlands-Polarluft mP Grönländische Polarluft	Rußland Arktis	Osteuropa Nordatlantik	kalt kalt, feucht
P _T	Gealterte Polarluft	cP _T Rückkehrende Polarluft mP _T Erwärmte Polarluft	Arktis Arktis	Südosteuropa Azoren	trocken feucht
T _P	Gemäßigte (Tropik-)Luft	cT _P Festlandsluft mT _P Meeresluft	Mitteleuropa Nordatlantik	- Britische Inseln	- feucht, mild
T	Tropikluft	cT Kontinentale Tropikluft mT Atlantische Tropikluft	Naher Osten Azoren	Südosteuropa Westeuropa	trocken, heiß feucht, warm
T _s	Tropikluft	cT _s Afrikanische Tropikluft mT _s Mittelmeer-Tropikluft	Sahara Afrika	Balkan Mittelmeer	trocken, heiß sehr schwül

P = Polarluft, T = Tropikluft, A = Arktis, S = Sahara, c = kontinental, m = maritim

Alternative Übersicht nach Geb, M. (1978): Luftmassenkalender für Mitteleuropa

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Zirkulationsformen und Großwetterlagen:

„Großwetterlage“: (nach BAUR)

„Unter GWL versteht man die während mehrerer Tage im wesentlichen gleichbleibenden und für die Witterung in den einzelnen Teilgebieten maßgebenden Züge des Gesamtzustandes der Lufthülle in dem betrachteten Großraum. Sie wird gekennzeichnet durch die mittlere Luftdruckverteilung im Meeressniveau und in der mittleren Troposphäre, erstreckt über einen Raum von mindestens der Größe Europas einschließlich des östlichen Nordatlantik.“

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Großwetterlagen:

Großwetterlagen Europas (nach HESS / BREZOWSKY)

A: antizyklonal, Z: zyklonal

zonale Zirkulationsform:	WA, WZ, WS, WW
gemischte Zirkulationsform:	SWA, SWZ, NWA, NWZ, TM, HM, BM
meridionale Zirkulationsform:	TRM, NA, NZ, HB, HNA, HNZ, NEA, NEZ, HFA, HFZ, HNFA, HNFZ, SEA, SEZ, SA, SZ, TB, TRW

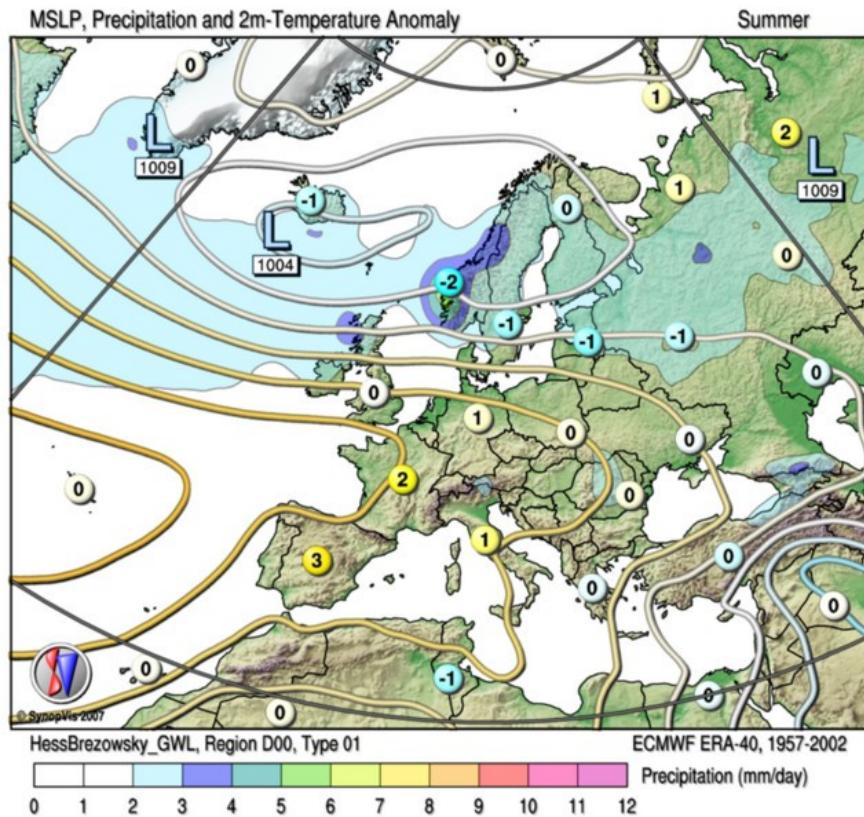
Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

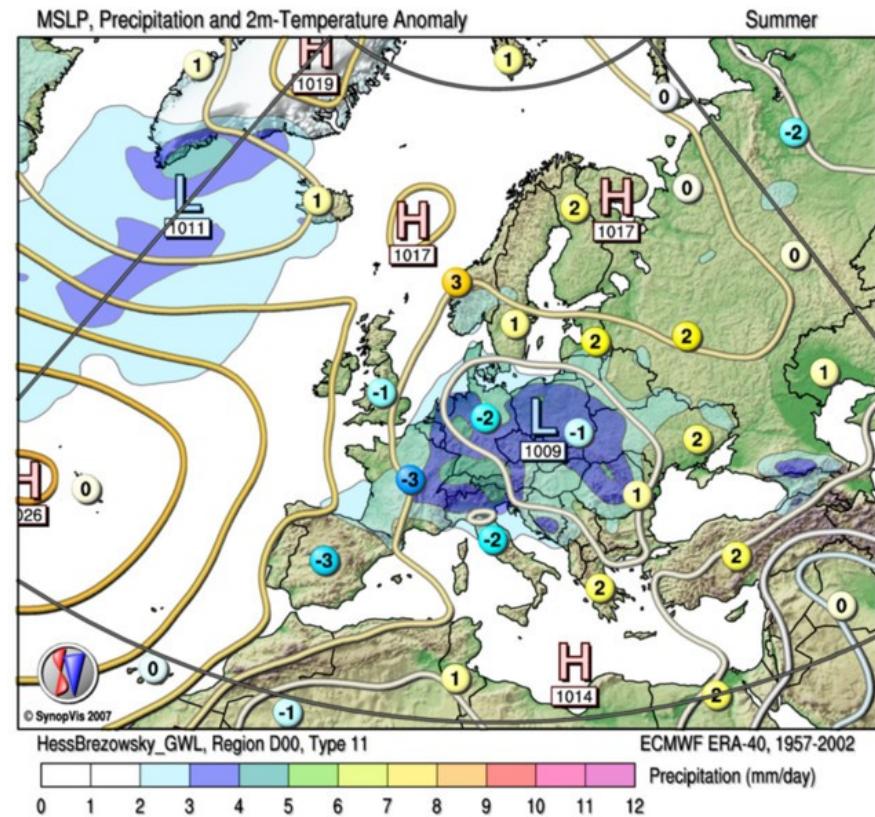
Großwetterlagen:

Großwetterlagen Europas (nach HESS / BREZOWSKY)

Wa



TM



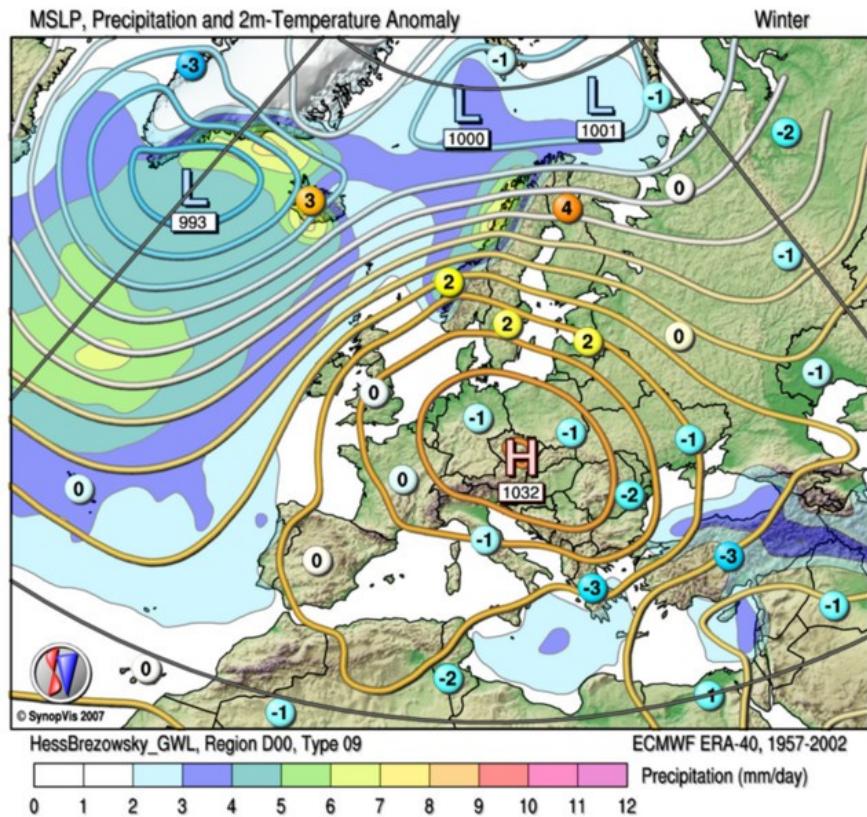
Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

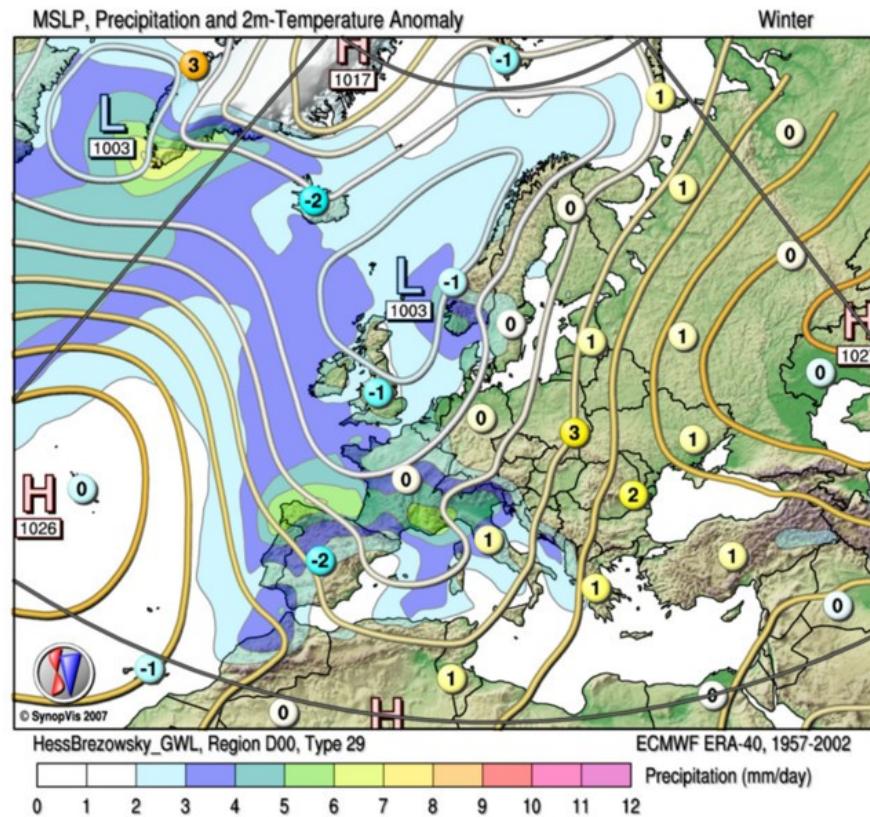
Großwetterlagen:

Großwetterlagen Europas (nach HESS / BREZOWSKY)

HM



TRW



Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre

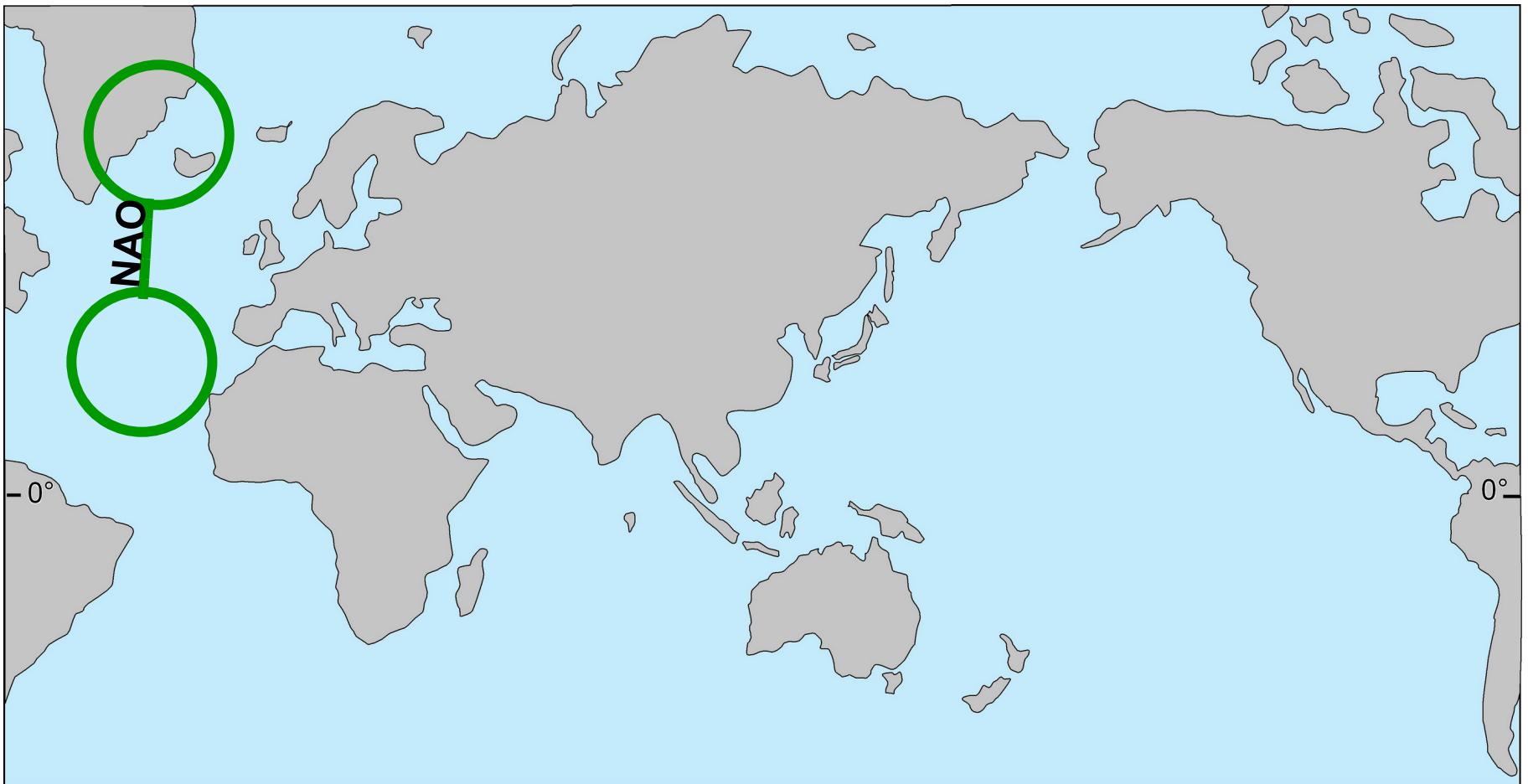
Charakteristika der Außertropischen Zirkulation:

Die Nordatlantische Oszillation (NAO)

als bedeutsamste Zirkulationsschwankung
im nordatlantisch-europäischen Raum

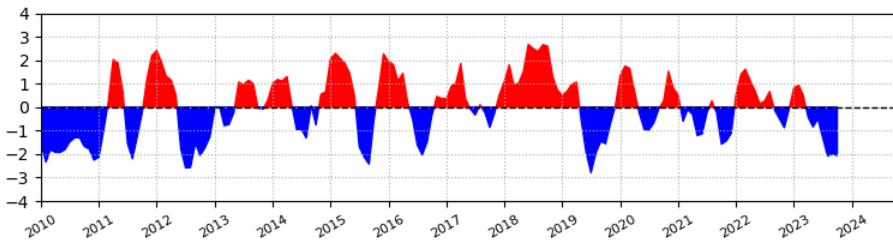
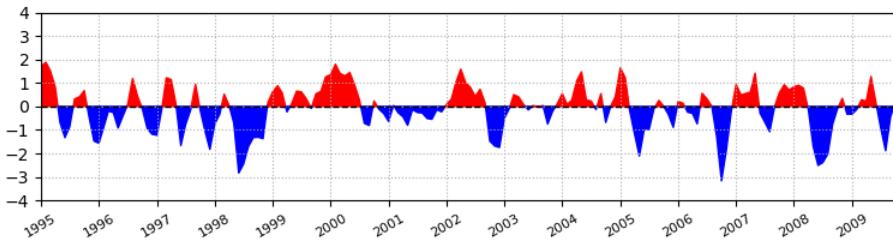
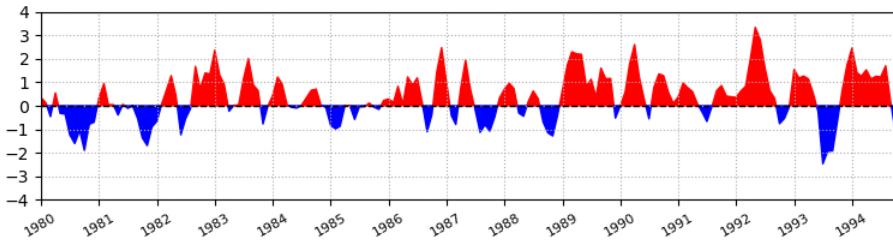
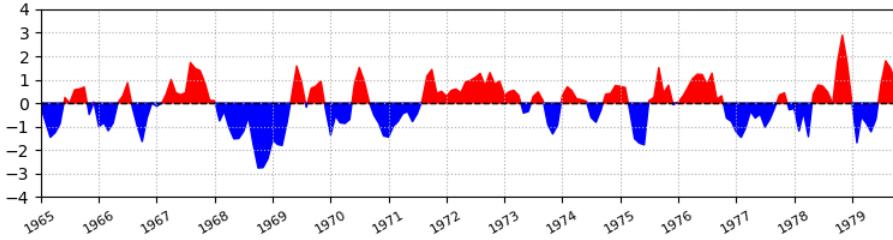
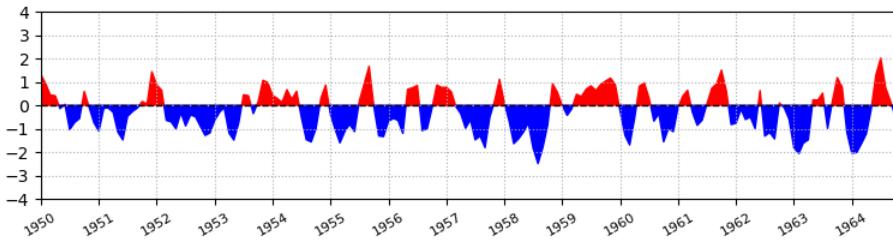
Definiert über die Druckdifferenz zwischen Azoren-Hoch und Island-Tief

Bedeutsame Zirkulationsschwankungen



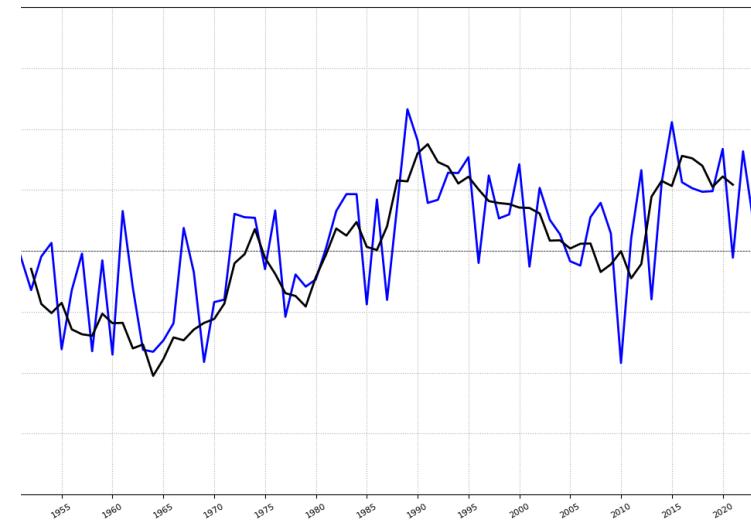
NAO: North Atlantic Oscillation

Standardized 3-Month Running Mean NAO Index
Through October 2023

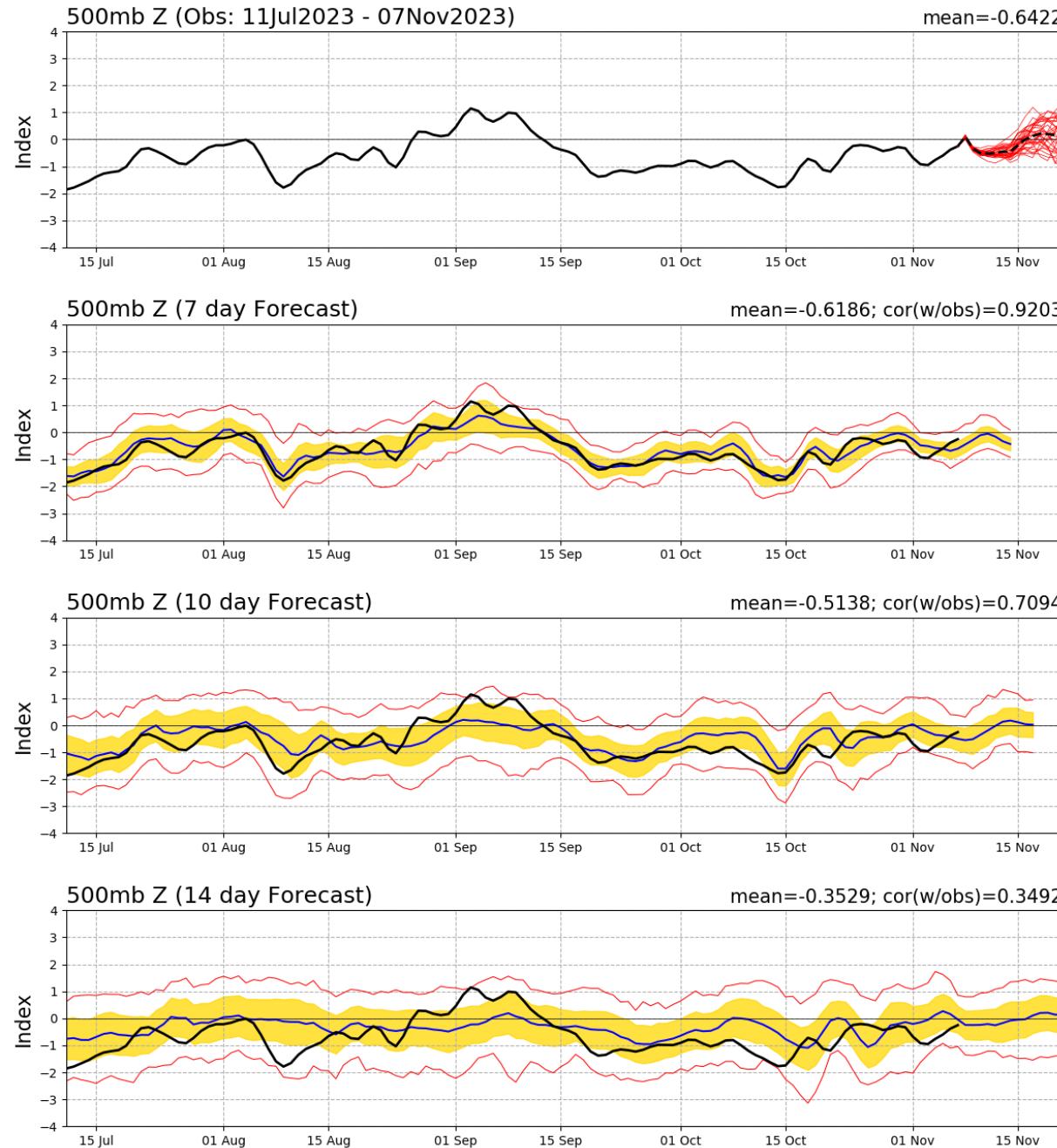


NAO-Index

JFM Season Standardized NAO Index (1950-2023)



NAO Index: Observed & GEFS Forecasts



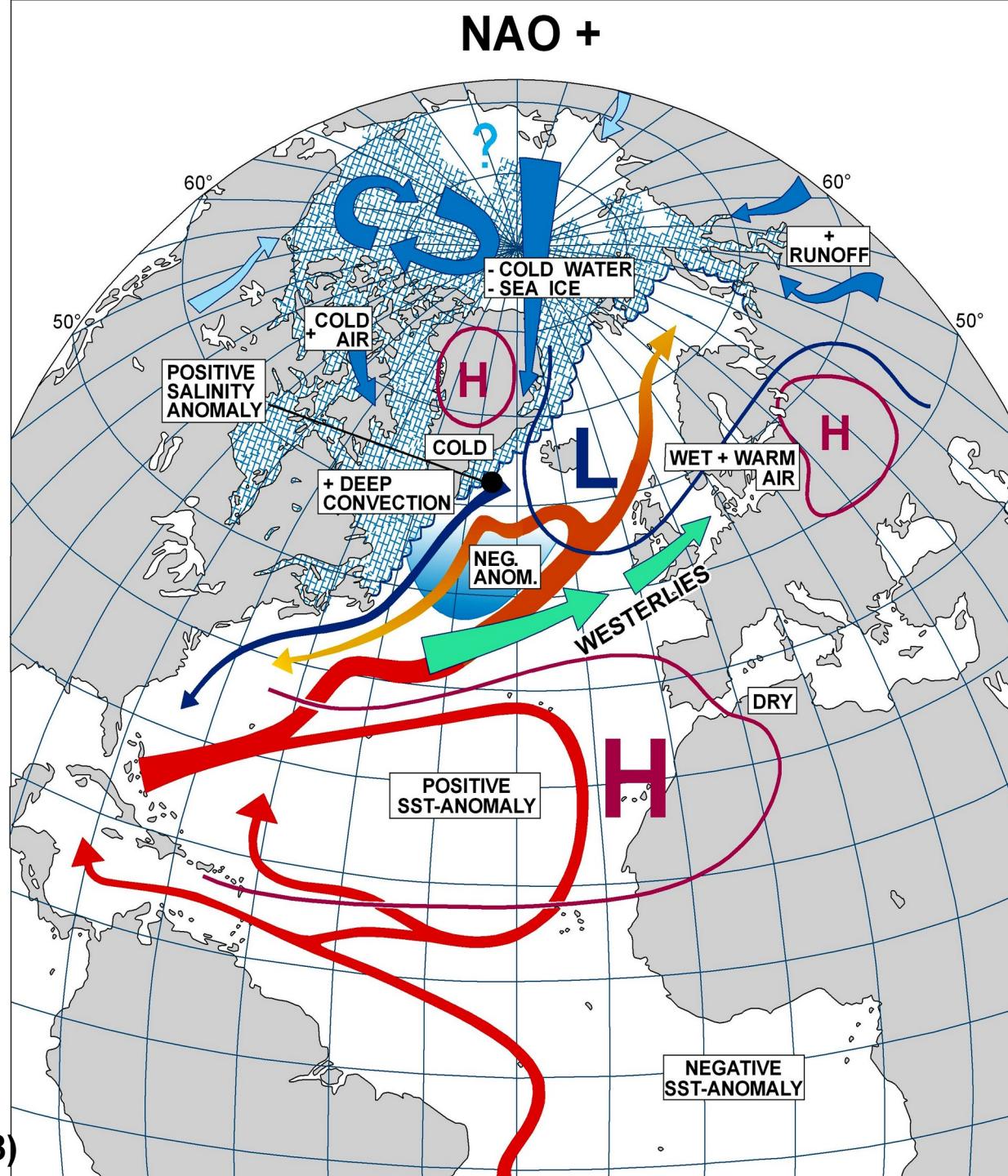
NAO-Index

The ensemble mean forecasts of the NAO index are obtained by averaging the 11 MRF ensemble members (blue lines), and the observed NAO index (black line) is superimposed on each panel for comparison. For the forecasted indices (lower 3 panels), the yellow shading shows the ensemble mean plus and minus one standard deviation among the ensemble members, while the upper and lower red lines show the range of the forecasted indices, respectively

(<https://www.cpc.ncep.noaa.gov>)

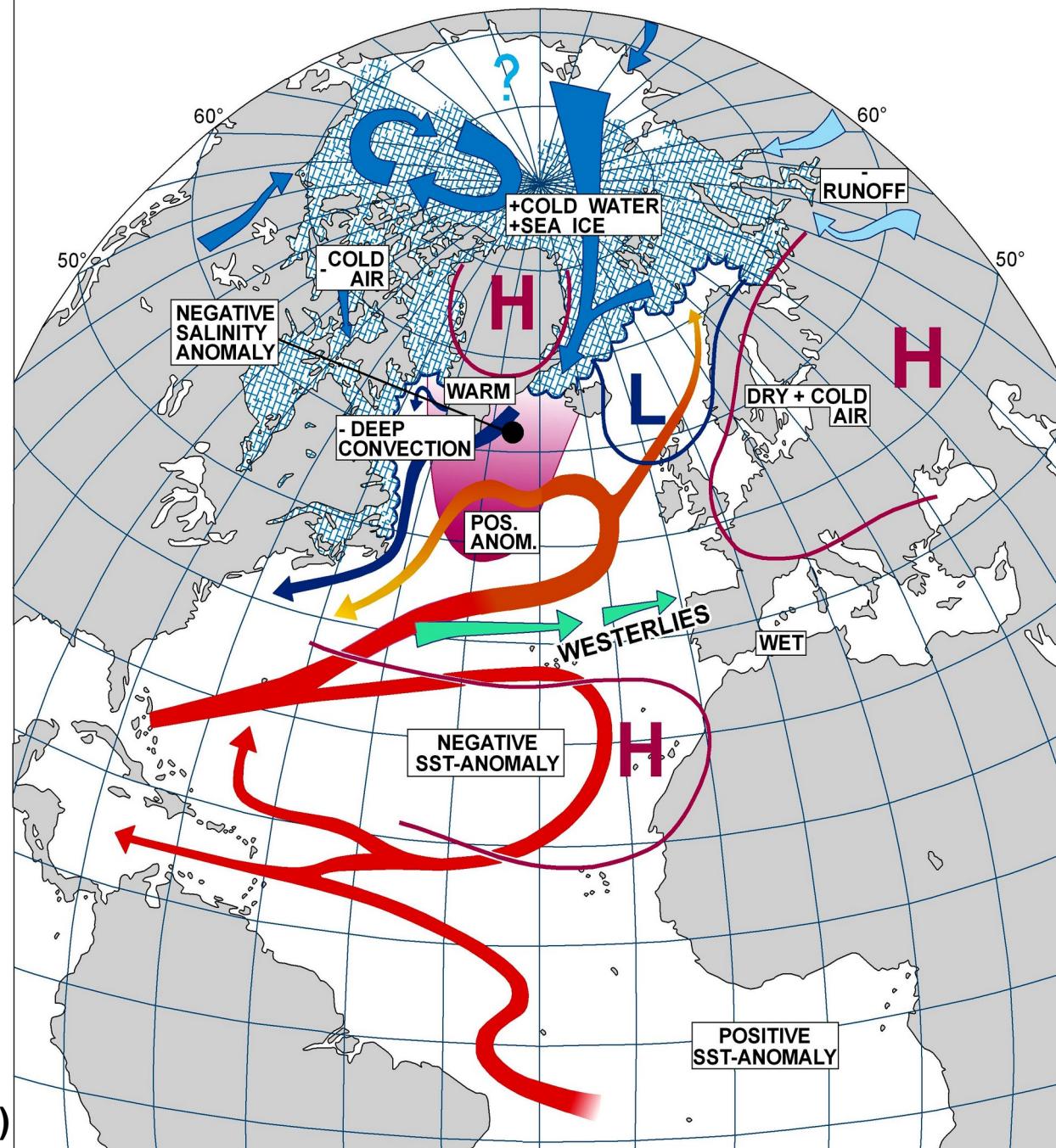
Positive Phase der NAO

NAO +

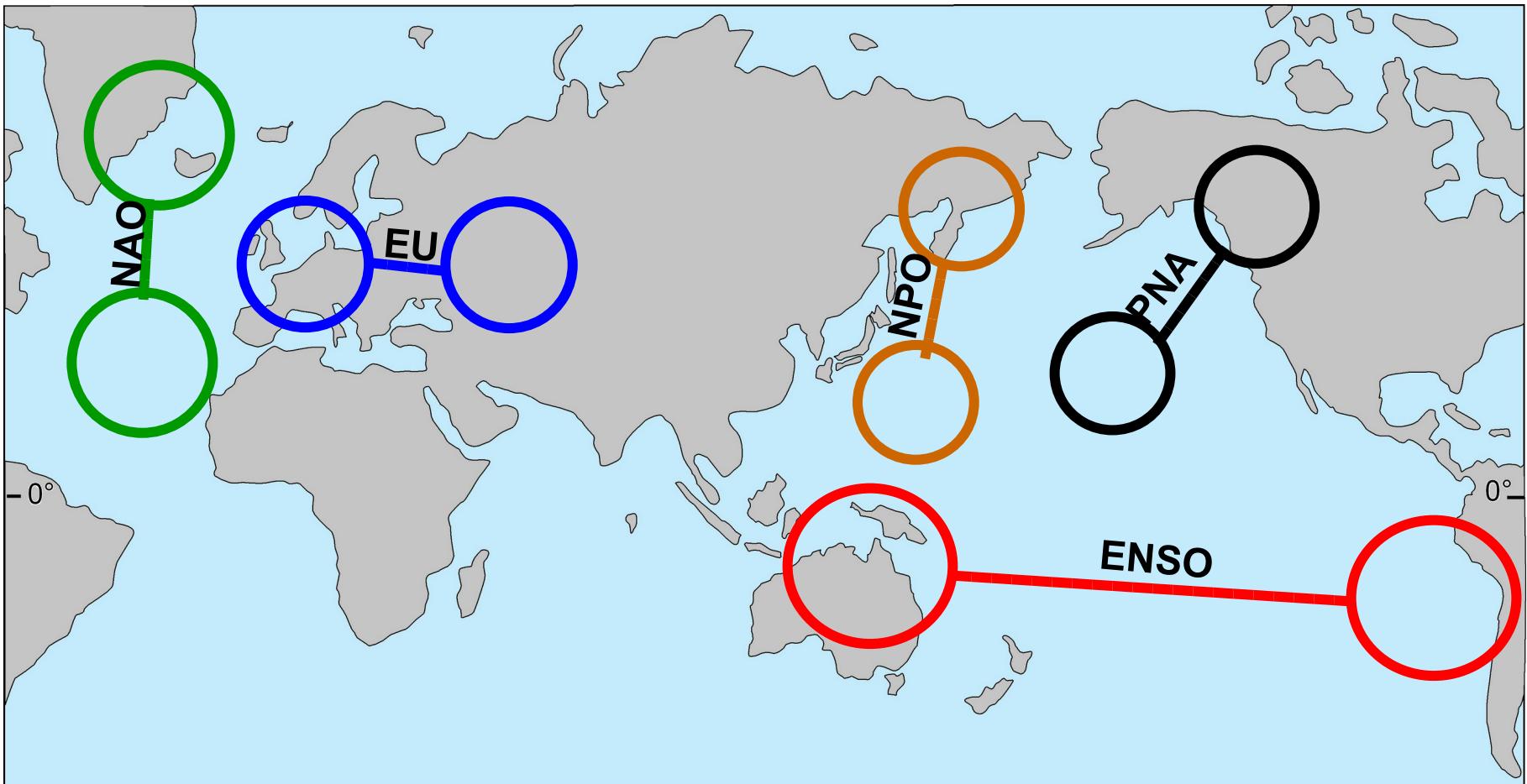


Negative Phase der NAO

NAO -



Bedeutsame Zirkulationsschwankungen



NAO: North Atlantic Oscillation
EU: Eurasian Pattern

NPO: North Pacific Oscillation
PNA: Pacific North American Pattern

ENSO: El-Nino / Southern Oscillation