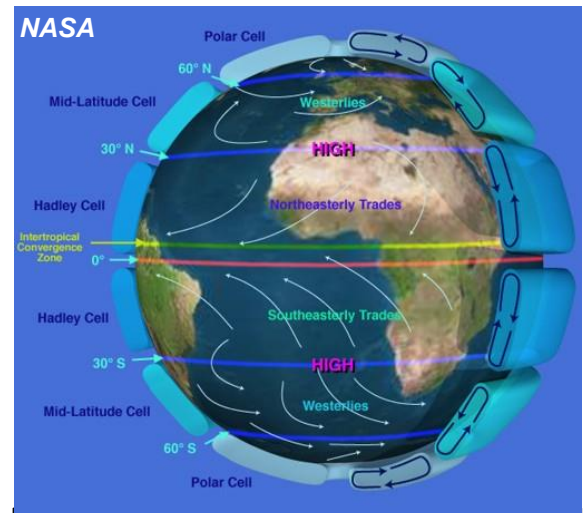


## HADLEY-ZELLEN

Beiderseits des Äquators ordnen sich die **Hadley-Zellen** an, die das Klima der **Tropen** und **Subtropen** charakterisieren. Ihr aufsteigender Ast verläuft über der Innertropischen Konvergenzzone (ITCZ), unter den Absinkzonen erstrecken sich ausgedehnte Wüsten. Die ITCZ wandert mit dem Sonnenstand und produziert die **tropischen Regenzeiten** mit nahezu täglichen Gewitterschauern, während an den Außenrändern der Hadley-Zellen kein Tropfen Regen fällt. Ganzjährige **Passatwinde** (NHK: NE-Passat, SHK: SE-Passat) schließen den Kreislauf. **Wüsten** gibt es aber nicht nur in den **Subtropenhochs** (z.B. Sahara, Arabische Wüsten, Australien). Auch **kalte Meeresströmungen** können die Luft so stark stabilisieren, dass Niederschläge teils komplett ausbleiben (z.B. Atacama, Namib). Und mächtige Gebirgszüge wirken **im Lee** wie gigantische Regenschatten (z.B. Gobi, Patagonien).



Die großen Atmosphärischen Zirkulationszellen (Hadley-, Ferrell-, Polar-Zelle) bestehen aus Zonen mit aufsteigender und absinkender Luft, die von horizontalen Strömungen an Ober- und Unterrand geschlossen werden. Aufsteigende Luftströmungen stehen meist mit Niederschlägen in Verbindung, absinkende Luftmassen trocknen aus.

Weitere markante Erscheinungen der Tropen und Subtropen sind der extrem regenreiche Monsun, die gefährlichen Tropischen Wirbelstürme der warmen Ozeane sowie die **El-Nino-Oszillation**, eine Zirkulationsanomalie im südpa-



zifischen Raum mit Auswirkungen auf nahezu alle Kontinente. In Asien und Afrika tritt der **Monsun** in Erscheinung. Dabei handelt es sich im Gegensatz zum Passat um ein jahreszeitlich wechselndes Windsystem mit einer trockenen Strömung im Winter (NHK: NE-Monsun, SHK: SE-Monsun) aber extremer Niederschlagszufuhr im Sommer (NHK: SW-Monsun, SHK: NW-Monsun). Speziell der Raum Indien/Bangladesh/Myanmar sowie das Gebiet in West-Zentralafrika sind betroffen, etwas weniger intensiv auch Nordaustralien. Enorme Niederschläge führen auch die **Tropischen Wirbelstürme** mit sich. Sie tragen klingende Namen wie zum Beispiel Hurrikan (Nordatlantik), Cordonazo (Nordostpazifik), Taifun (Nordwestpazifik) oder Zyklon (Indischer Ozean), sind aber enorm gefährlich mit katastrophalen Regenmengen, außerordentlich hohen Sturmfluten und Wind, der im Extremfall sogar 300km/h überschreiten kann.

## FERRELL-ZELLEN

Polwärts der beiden **Hadley-Zellen** schließen die so genannten **Ferrell-Zellen** an, indirekt thermisch betriebene Zirkulationszellen, welche aufgrund der gerade in den mittleren Breiten so stark ausgeprägten Temperaturunterschiede die weltweit größten horizontalen Energietransporte bewerkstelligen. Unvorstellbare **125.000.000.000MWh** fühlbare Wärme werden hier täglich polwärts verfrachtet, um die globalen Einstrahlungsgegensätze auszugleichen. Der aufsteigende Ast befindet sich dabei über der kalten **subpolaren Tiefdruckrinne**, die Absinkzone verläuft über den heißen **subtropischen Wüsten**. Die horizontale Querströmung am Unterrand des Kreislaufes wird mittels Corioliskraft zu großräumigen **Westwinden** umgelenkt.

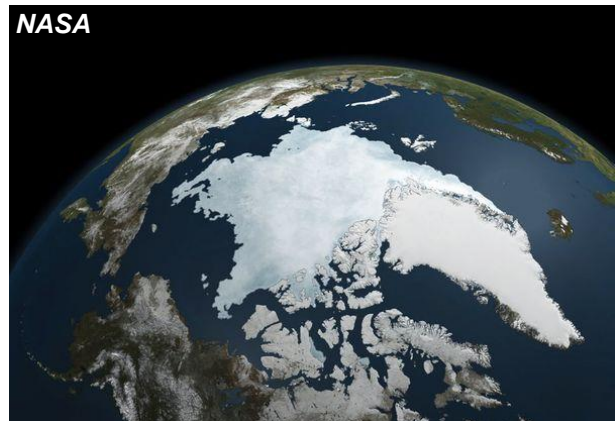
Im **Nordatlantischen Raum** wird die subpolare Tiefdruckrinne durch das **Islandtief**, der subtropische Hochdruckgürtel durch das **Azorenhoch** repräsentiert. Zwischen diesen beiden Aktionszentren verläuft die so genannte **Nordatlantische Frontalzone**, welche die wärmeren Luftmassen im Süden von den kälteren im Norden trennt. Verschiebt sich im **Sommer** die Frontalzone dauerhaft nach Norden (etwa Richtung Norwegen), so kann sich das Azorenhoch bis zu den Alpen ausweiten und verursacht bei uns einen **heißen Sommer** (wie z.B. 1947, 1982, 1983, 1992, 1994, 2003, 2013). Verbleibt sie hingegen in „Reichweite“, so ist das Sommerwetter bei uns unbeständig mit zwar ebenfalls warmen Phasen, die allerdings mehr oder weniger regelmäßig von Kaltfronten und Tiefdruckgebieten unterbrochen werden. Im **Winter** ist ein noch extremeres Szenario möglich. Hier können sich unter besonderen Umständen die Druckverhältnisse über dem Nordatlantik sogar komplett umkehren, wodurch dann anstelle des gewohnten Islandtiefs ein ausgeprägtes Islandhoch tritt, während über den Azoren tiefer Luftdruck vorherrscht. Die Folge ist ein völliges Abblocken der Westwinde, die damit den Kontinent nicht mehr erreichen können. Stattdessen weitet sich nun das mächtige **Sibirische Hochdruckgebiet** über ganz Europa aus und verursacht weitläufig **extreme Frostverhältnisse** (wie z.B. Winter 1928/29, Februar 1956, Winter 1962/63, Januar 1985, Februar 2012).

*Als indirekte thermische Zirkulation (Ferrell-Zelle) bezeichnet man in der Atmosphäre ein System, in welchem nicht warme sondern kühlere Luft aufsteigt, während wärmere Luftmassen absinken. Im Gegensatz dazu wird die Hadley-Zelle, wo heiße Luft aufsteigt bzw. die Polar-Zelle mit absinkender kalter Luft direkt thermisch betrieben.*

## ARKTIS UND ANTARKTIS

Extreme Kälte und Trockenheit sind Merkmale, die speziell im Inneren der polaren Landmassen **Antarktika** und **Grönland** auftreten. Gründe hierfür sind die lange Polarnacht, die auch tagsüber nur flache Sonneneinstrahlung, die hellen Eisflächen und nicht zuletzt die große Höhenlage auf mächtigen Eispanzern. So liegen z.B. in Antarktika gleich mehr als 8 Mio. km<sup>2</sup> oberhalb von 2000m Seehöhe (Südpol in 2800m). Dabei entstehen tonnenschwere Kaltluftmassen, die zu den Küsten hin abfließen und auf ihrem langen Weg Orkanstärke erreichen. Die Folge sind unwirtlichste Stürme, verbreitet dichtes Schneetreiben und Nebel, welche sich mit begrenzten Wolkenfeldern zu gefährlichem White-Out verbinden. Auf das Südpolplateau hingegen fließt von oben extrem trockene und saubere Luft aus der Stratosphäre nach und verleiht der Zentralregion den Charakter einer Eiswüste.

Die **Arktis** wiederum besteht aus einem Ozean, der im Winter zu mehr als 90% mit etwa 3m dickem Eis bedeckt ist. Lediglich an der Europäischen Seite sorgen der warme Nordatlantikstrom und seine Ausläufer (Irmingerstrom Richtung Island, Norwegischer Strom Richtung Barentssee sowie Westspitzbergenstrom) für teilweise eisfreie Bedingungen selbst in hohen Breiten. In Sommer zieht sich das Packeis weitgehend in den Zentralarktischen Raum zurück, an dessen Rändern schwimmt Treibeis durch das offene Meer. An den Küsten ist nun häufig mit Nebel/Hochnebel zu rechnen, in einzelnen Regionen betrifft das immerhin 80-95% aller Tage zwischen Mitte Juni und Mitte September. Besonders dramatisch zeigt sich in der Arktis die **aktuelle Erderwärmung**. Der jährliche Rückgang der Meereisbedeckung erreicht mittlerweile Ausmaße, die selbst pessimistische Prognosen noch erheblich übertreffen.



*Anfang September 2011 erreichte die arktische Meereisbedeckung mit 4,33 Mio. km<sup>2</sup> den zweitgeringsten Wert (nach 2007) seit Aufzeichnungsbeginn. Sowohl die Nordwest- als auch die Nordostpassage waren eisfrei.*