

# Neue Forschungsergebnisse stützen die Winterpförtner-Hypothese

geschrieben von Chris Frey | 24. Oktober 2022

**Javier Vinós**

*[Hinweis: Alle vorherigen Teile nebst deren deutschen Übersetzungen sind im Teil VII hier verlinkt!]*

## 1. Einführung

Die Winter-Gatekeeper-Hypothese, die der Autor in seinem [Buch](#) „*Climate of the Past, Present and Future*“ (Vinós 2022) vorschlägt, basiert auf dem Nachweis, dass der Klimawandel in erster Linie das Ergebnis von Veränderungen des polwärts gerichteten Energietransports ist und dass die Sonnenvariabilität ein wichtiger Modulator dieses Transports ist. Wenn die Hypothese zutrifft, wird sie eine neue Antwort auf zwei wichtige Fragen geben: Wie sich das Klima auf natürlicher Weise auf der Zeitskala von mehreren Dekaden bis zu Jahrtausenden verändert, selbst wenn es keine Veränderungen des Treibhauseffekts gibt, und wie Veränderungen der Sonnenaktivität das Klima trotz ihrer geringen Energieveränderungen tiefgreifend beeinflussen können. Eine Schlussfolgerung der Hypothese ist, dass das moderne Sonnenmaximum von 1935-2005 zur globalen Erwärmung des 20. Jahrhunderts beigetragen hat, was eine erhebliche Verringerung der Klima-Sensitivität gegenüber Kohlendioxid bedeutet.

Der polwärts gerichtete (meridionale) Energietransport ist ein sehr komplexer und schlecht verstandener Prozess. Folglich ist die Winter-Gatekeeper-Hypothese nicht einfach zu erklären, da sie Vorkenntnisse über atmosphärische und ozeanische Transportmechanismen voraussetzt. Der Leser wird auf die Teile III, IV und V verwiesen, die zusätzliche Informationen über meridionale Transportmechanismen enthalten, sowie auf Teil VII, der eine Zusammenfassung der Hypothese enthält.

Die Winter-Gatekeeper-Hypothese integriert verschiedene Komponenten des Transportsystems in der Stratosphäre, Troposphäre und im Ozean. Eine schematische Darstellung der beteiligten Energieprozesse ist in Abb. 8.1 zu sehen, wobei der Energietransport durch weiße Pfeile dargestellt ist. Die solare Modulation, die in der Stratosphäre beginnt, wirkt sich auf den gesamten Transport aus, und Vinós (2022) zeigte einen solaren Einfluss auf ENSO und den Polarwirbel. Der Mechanismus, durch den die Sonnenaktivität die ENSO-Aktivität moduliert, ist noch unbekannt, aber ich schlage eine solare Modulation des tropischen Auftriebs nach Brewer-Dobson vor, die als „tropische Route“ des „Top-down-Mechanismus“ bekannt ist (Maycock & Misios 2016; Vinós 2022).

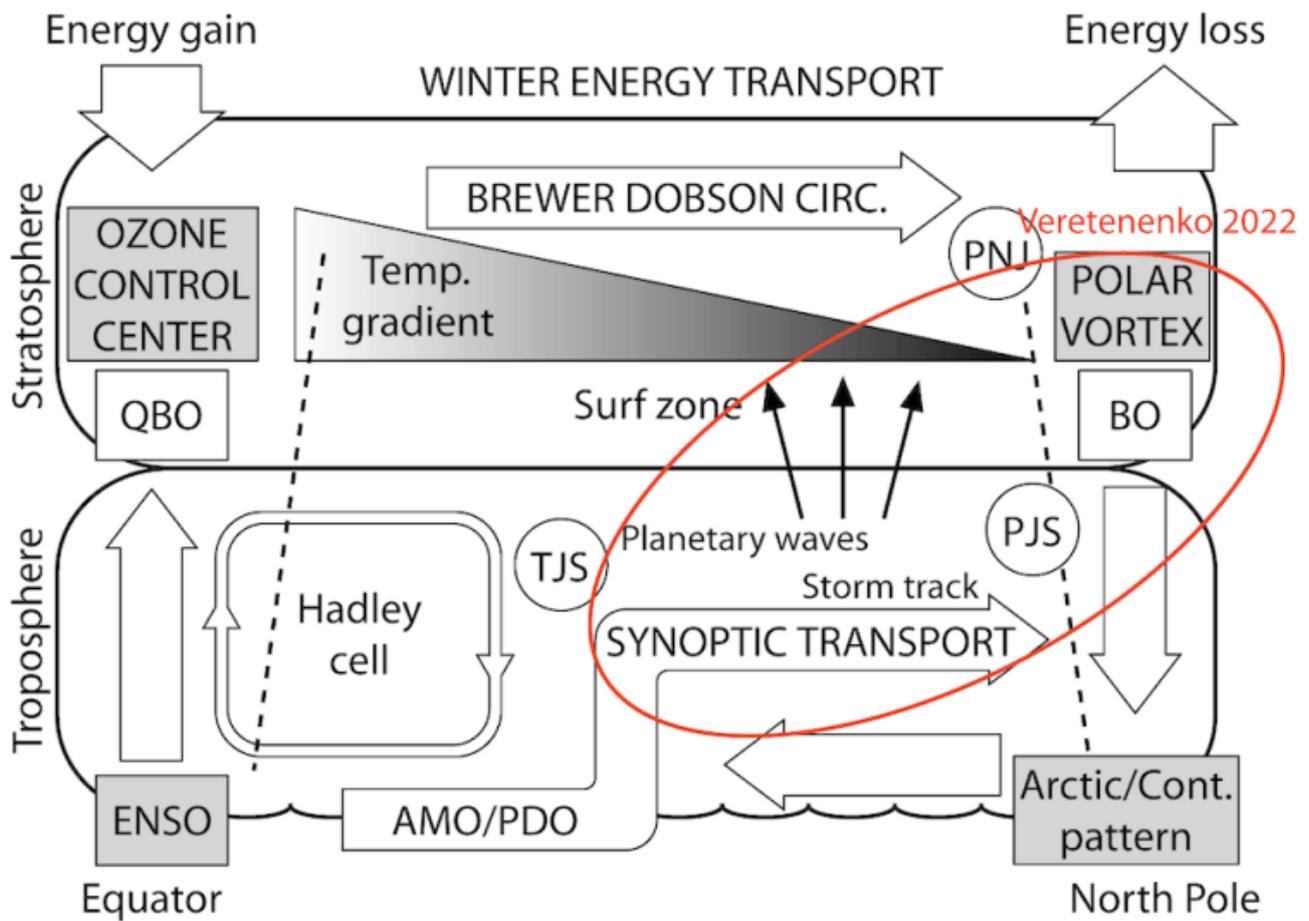


Abb. 8.1. Überblick über den meridionalen Wintertransport auf der Nordhalbkugel.

In Abb. 8.1 bestimmt das Verhältnis zwischen Energiegewinn und -verlust an der Obergrenze der Atmosphäre die maximale Energiequelle im tropischen Band und die maximale Energiesenke in der Arktis im Winter. Die eintreffende Sonnenenergie verteilt sich in der Stratosphäre und der Troposphäre/Oberfläche, wo sie unterschiedlichen Transportmodulationen unterworfen ist. Energie (weiße Pfeile) steigt von der Oberfläche in die Stratosphäre am tropischen Rohr (linke gestrichelte Linie) auf und wird durch die Brewer-Dobson-Zirkulation zum Polarwirbel (rechte gestrichelte Linie) transportiert. Der stratosphärische Transport wird durch die UV-Erwärmung in der tropischen Ozonschicht moduliert, die einen Temperaturgradienten erzeugt, der die zonale Windstärke durch die thermische Windbilanz beeinflusst, sowie durch die quasi-biennale Oszillation (QBO). Diese doppelte Steuerung bestimmt das Verhalten der planetarischen Wellen (schwarze Pfeile) und bestimmt, ob der Polarwirbel eine zweijährige Kopplung mit der QBO erfährt (BO). In der Mischungsschicht des tropischen Ozeans ist ENSO der wichtigste Modulator der Energieverteilung. Die Hadley-Zelle ist zwar am Energietransport beteiligt und reagiert auf dessen Intensität, indem sie sich ausdehnt oder zusammenzieht, doch der größte Teil des Energietransports in den Tropen erfolgt über den Ozean. Änderungen in der Transportintensität führen zu den wichtigsten Variabilitätsmodi, der AMO und der PDO.

Außerhalb der Tropen wird die meiste Energie in die Troposphäre transportiert, wo der synoptische Transport durch Wirbel entlang von Sturmbahnen für den Großteil des Transports in die hohen Breiten verantwortlich ist. Die Stärke des Polarwirbels bestimmt das winterliche Klimaregime in den hohen Breiten. Ein schwacher Wirbel begünstigt einen warmen arktischen/kalten kontinentalen Winter, bei dem mehr Energie in die Arktis gelangt und gegen kalte Luftmassen ausgetauscht wird, die die mittleren Breiten abkühlen. Jetstreams (PJS, polar; TJS, tropisch; PNJ, Polarnacht) bilden die Grenzen und begrenzen den Transport. Rotes Oval, der Teil der Winter-Gatekeeper-Hypothese, der in Veretenenko 2022 untersucht wurde. Die Abbildung stammt von Vinós 2022.

Die Auswirkungen der Sonnenaktivität auf den Polarwirbel, die erstmals 1987 von Karin Labitzke beschrieben worden waren, werden nun besser verstanden. Es gibt inzwischen zahlreiche Hinweise darauf, dass die Sonnenaktivität den Zustand des Polarwirbels beeinflusst. Der Mechanismus, der bereits in den 1970er Jahren vorgeschlagen wurde, wird „*Planetary Wave Feedback*“ genannt (Gray et al. 2010). Die Menge an Energie und Impuls, die auf den Polarwirbel einwirkt, hängt vom Zustand der Stratosphäre ab, der durch die Sonnenaktivität beeinflusst wird. In Zeiten geringer Sonnenaktivität wird mehr Energie zugeführt, wodurch der Polarwirbel gestört wird, der bei hoher Sonnenaktivität stabiler ist. Die Stabilität des Polarwirbels ist von grundlegender Bedeutung für das Winterklima in den mittleren Breiten der nördlichen Hemisphäre und für die Energiemenge, die die Arktis erreicht.

Die Winter-Gatekeeper-Hypothese stellt diesen bekannten solaren Mechanismus in einen Kontext als Teil einer allgemeineren Auswirkung der Sonnenaktivität auf den meridionalen Transport durch die Stratosphäre und Troposphäre von den Tropen zu den Polen. Sie zeigt auch, dass Transportveränderungen das Klima beeinflussen, indem sie die Energiemenge verändern, die den Planeten als ausgehende langwellige Strahlung in den Polarregionen verlässt.

Eine kürzlich erschienene Arbeit von Svetlana Veretenenko vom Ioffe-Institut in St. Petersburg, Russland (Veretenenko 2022, Ve22 von hier), liefert eine wichtige Unterstützung für die Auswirkungen der Sonnenaktivität auf die untere atmosphärische Zirkulation durch ihren Einfluss auf den Polarwirbel. Veretenenkos Arbeit konzentriert sich nur auf den Troposphären-Polarwirbel-Teil der Winter-Gatekeeper-Hypothese (Abb. 8.1, rotes Oval). Es fehlt auch eine Erklärung für die energetischen Veränderungen, die für eine Klimaänderung notwendig sind. Die Winter-Gatekeeper-Hypothese hat eine solche Erklärung durch Veränderungen der ausgehenden Strahlung geliefert (Vinós 2022). Nichtsdestotrotz ist Veretenenkos Arbeit ein wichtiger Schritt zum Nachweis des solaren Effekts auf die globale atmosphärische Zirkulation, ein wichtiger Teil der Winter-Gatekeeper-Hypothese. In der Wissenschaft ist es nicht ungewöhnlich, dass unabhängige Autoren etwa zur gleichen Zeit zu ähnlichen Schlussfolgerungen kommen. Die Winter-Gatekeeper-Hypothese wurde bereits 2018 entwickelt und war in der ersten [Ausgabe](#)

von „*Climate of the Past, Present and Future*“ enthalten. Diese Hypothese hätte vor 20 Jahren nicht entwickelt werden können, weil es nicht genügend Wissen und Daten gab, um sie zu stützen. Es ist an der Zeit, einen großen Durchbruch in unserem Verständnis des natürlichen Klimawandels und der Rolle der Sonne dabei zu erzielen. Dieser Autor ist stolz darauf, ein Teil davon zu sein und begrüßt Veretenenkos [Studie](#) „*Stratospheric Polar Vortex as an Important Link between the Lower Atmosphere Circulation and Solar Activity*“. Die wichtigsten Ergebnisse dieses Artikels werden im Folgenden erörtert.

## 2. Der Polarwirbel und seine Rolle in atmosphärischen Prozessen

Ve22 definiert den Polarwirbel und seine Rolle in atmosphärischen Prozessen sehr gut:

*Der stratosphärische Polarwirbel ist eine großräumige zyklonale Zirkulation, die sich während der kalten Jahreshälfte in der kalten Luftmasse über der Polarregion bildet und sich von der mittleren Troposphäre bis in die Stratosphäre erstreckt. Es entsteht eine kreisförmige Ostwärtsbewegung der Luft, die die polare Luft von der wärmeren Luft der mittleren Breiten isoliert und zu einem Temperaturabfall innerhalb des Wirbels beiträgt. Der Wirbel ist als ein Gürtel starker westlicher Winde in Breitengraden von  $\sim 50\text{-}80^\circ$  N zu erkennen, wobei die Windgeschwindigkeit in den oberen Schichten  $\sim 50\text{-}60$  m/s erreicht. In Abbildung 2b ist die Größe der horizontalen Temperaturgradienten in der Höhe von 20 hPa für Januar 2005 dargestellt.*

Veretenenko 2022

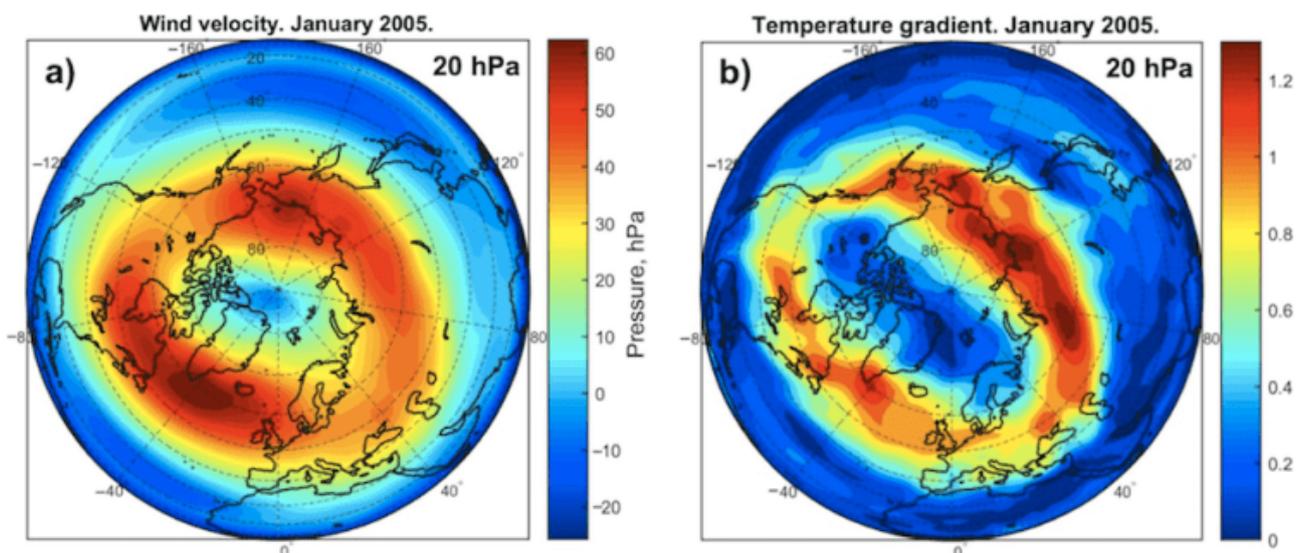


Abb. 8.2 (a) Verteilung der mittleren monatlichen Geschwindigkeit des zonalen Windes (in m/s) im 20 hPa-Niveau (Stratosphäre) in der nördlichen Hemisphäre im Januar 2005. (b) Verteilung des mittleren monatlichen Betrags des horizontalen Temperaturgradienten (in  $^\circ\text{C}/100$  km)

auf der 20 hPa-Fläche im Januar 2005. Abbildung aus Ve22.

Abb. 8.2 veranschaulicht sehr schön das Konzept des Winter-Gatekeeper-Konzeptes. Die starken Winde, die im Winter um die Pole kreisen, wirken wie ein Pfortner, der bestimmt, wie viel Energie in die Polarregion gelangt und einen steilen Temperaturgradienten erzeugt. Die Stärke des Polarwirbels ist an die atmosphärische Winterzirkulation auf der Nordhalbkugel gebunden:

*Der Polarwirbel ist bekanntlich ein wichtiges Element der großräumigen Zirkulation in der Atmosphäre. Die Lage und der Zustand des Wirbels beeinflussen die Entwicklung der Nordatlantischen Oszillation (NAO) und der Arktischen Oszillation (AO). Baldwin und Dunkerton [5] zeigten, dass bei starken Wirbelregimen die NAO- und AO-Indizes tendenziell positiv sind und sich die Zugbahnen außertropischer Tiefdruckgebiete nach Norden verlagern. Gudkovich und Kollegen [6] brachten den Wechsel von kalten und warmen Epochen in der Arktis mit Veränderungen des Wirbelzustands in Verbindung, wobei warme und kalte Epochen mit starken bzw. schwachen Wirbelregimen einhergingen. Labitzke [7] war die erste, der aufzeigte, dass die Auswirkungen der Sonnenaktivität auf die Eigenschaften der Stratosphäre und Troposphäre von der Phase der quasi-biennialen Oszillationen (QBO) in der Atmosphäre abhängen; die Erkenntnisse von Labitzke legen nahe, dass die Stärke des Polarwirbels auch die Reaktion der Atmosphäre auf die solare Variabilität beeinflussen kann.*

Veretenenko 2022

### **3. Räumliche und zeitliche Variabilität der Auswirkungen der galaktischen kosmischen Strahlung auf den Troposphärendruck**

Ve22 glaubt, dass der solare Effekt durch die galaktische kosmische Strahlung vermittelt wird, aber wir müssen bedenken, dass die Sonnenaktivität, die oft durch Sonnenflecken oder den 10,7-cm-Radiofluss gemessen wird, stark mit dem Kehrwert der kosmischen Strahlung korreliert ist, wie in Abb. 8.3 gezeigt. Es gibt eine Verzögerung von etwa einem Jahr, aber die Feststellung einer ähnlichen Verzögerung bei einer Korrelation von Klimaeffekten kann nicht als Beweis für die Beteiligung der kosmischen Strahlung interpretiert werden, da die Verzögerungen unabhängig voneinander auftreten können.

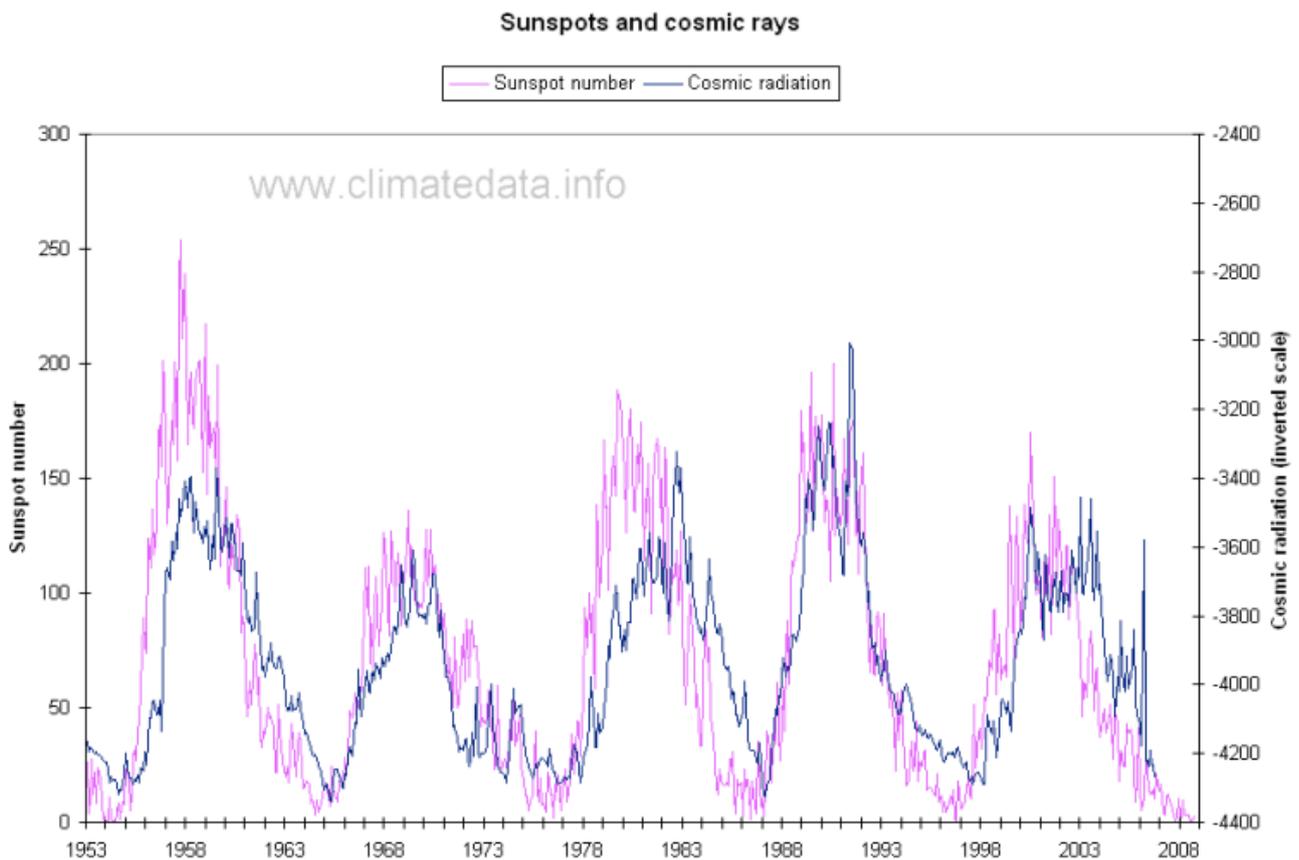


Abb. 8.3. Sonnenaktivität (Sonnenflecken) und kosmische Strahlung (invertiert). Abbildung aus <http://www.climatedata.info>.

Ve22 korreliert die Sonnenaktivität mit dem atmosphärischen Druck, wie dies bereits von vielen Autoren seit den Studien von Labitzke und Van Loon in den 1980er Jahren getan wurde. Ve22 weist auch auf die Umkehrungen der Korrelationen hin, die im Sonnen-Klima-Signal stattgefunden haben und die in den Teilen I, II und IV ausführlich diskutiert wurden.

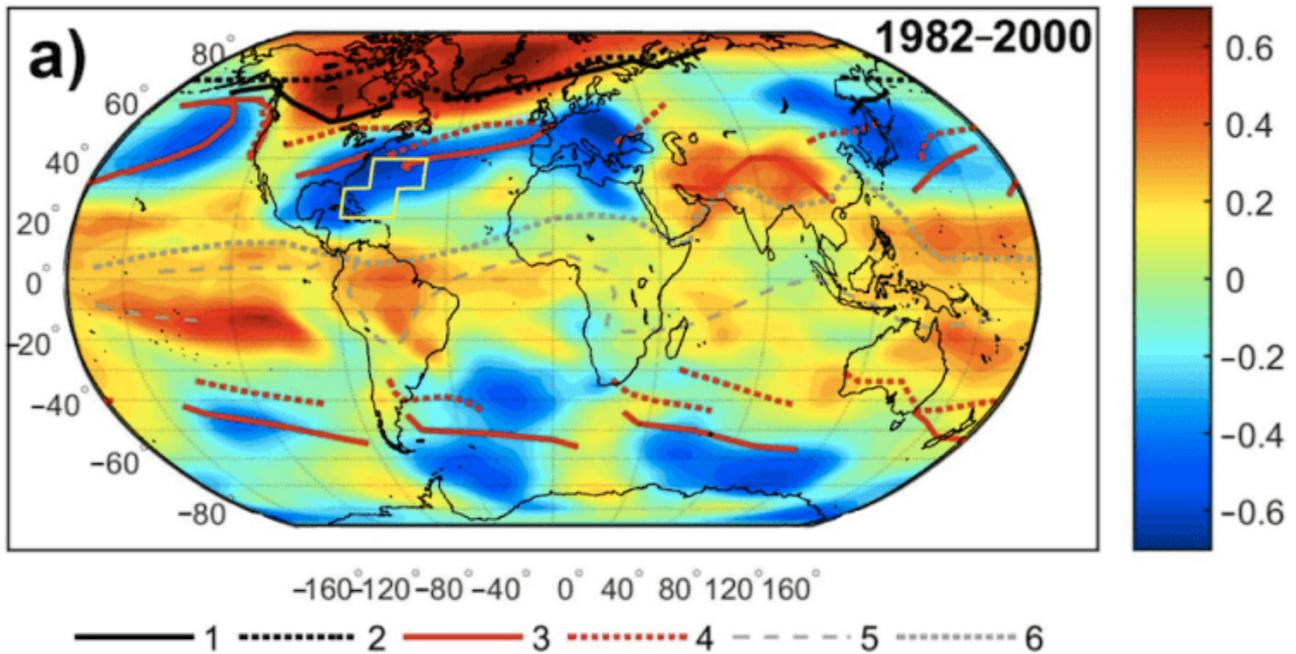


Abb. 8.4. Räumliche Verteilung der Korrelationskoeffizienten zwischen den Jahresmittelwerten der geopotentiellen Höhe in 700 hPa (Troposphäre) und der Rate der kosmischen Strahlung für den Zeitraum 1982-2000. Die Kurven 1 und 2 zeigen die klimatischen Positionen der arktischen Fronten im Januar bzw. Juli. Die Kurven 3 und 4 sind die gleichen für die Polarfronten; die Kurven 5 und 6 sind die gleichen für die äquatoriale Trogachse.

Abbildung 8.4 entspricht Abbildung 3a von Ve22 und wurde durch Hinzufügen von Landkonturen und einer gelben Umrandung des Gebiets, das Ve22 als nordatlantische zyklonenetische Zone (Zone der intensivsten Tiefdruckgebiete) entlang der Ostküste Nordamerikas bezeichnet (20-30° N, 280-300° E und 30-40° N, 290-310° E), geändert.

#### 4. Zeitliche Variabilität der Auswirkungen der Sonnenaktivität auf den Troposphärendruck in der nördlichen Hemisphäre und die Epochen der großräumigen Zirkulation

Für längerfristige Analysen verwendet Ve22 die Sonnenfleckenanzahl als Proxy für die Sonnenaktivität und ihre Korrelation mit dem Luftdruck in zwei Gebieten, der nordatlantischen zyklonenetischen Zone (gelber Kasten in Abb. 8.4) oder der Polarregion (60-85° N). Wie in Abb. 8.4 zu sehen ist, ist die Korrelation mit der Sonnenaktivität in diesen beiden Gebieten entgegengesetzt. Abb. 8.5 zeigt, dass die entgegengesetzte Korrelation mit der Sonnenaktivität im Laufe der Zeit erhalten bleibt, sich aber zu bestimmten Zeiten umkehrt.

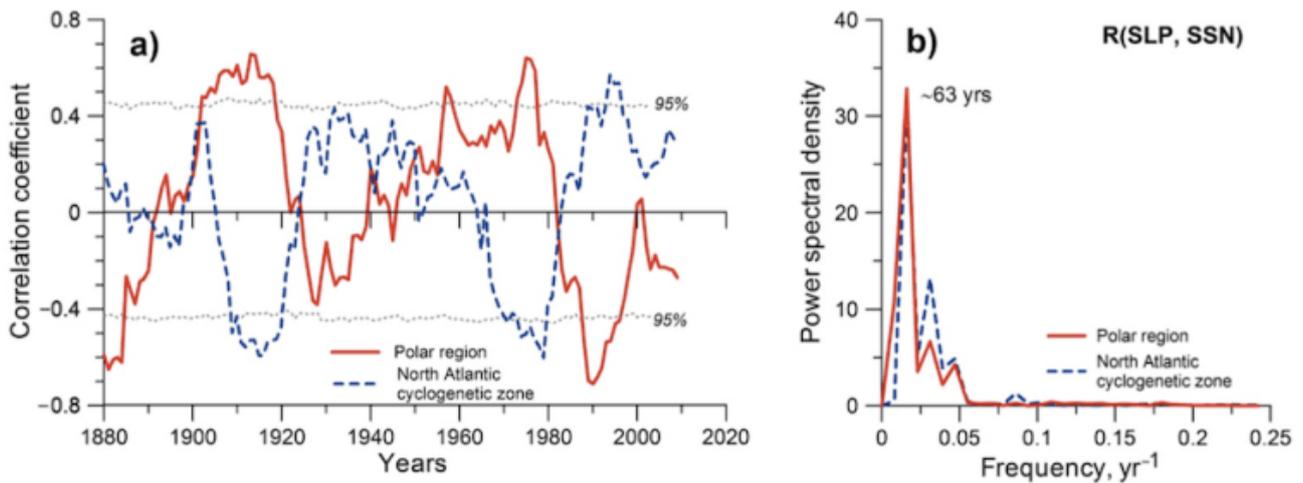


Abb. 8.5. (a) Korrelationskoeffizienten zwischen den Jahreswerten des Luftdrucks auf Meeresspiegel-Niveau und der Sonnenfleckenzahl  $R$  (SLP, SSN) für die Polarregion (durchgezogene Linie) und die nordatlantische zyklogenetische Zone (gestrichelte Linie) für gleitende 15-Jahres-Intervalle. Die gepunkteten Linien zeigen das 95%ige Signifikanzniveau. (b) Fourier-Spektren der gleitenden Korrelationskoeffizienten wie in (a). Abbildung aus Ve22.

Die Daten in Abb. 8.5 deuten auf eine enge Verbindung zwischen den dynamischen Prozessen hin, die sich in der nordatlantischen zyklogenetischen Zone und in der Polarregion als Reaktion auf Phänomene im Zusammenhang mit der Sonnenaktivität entwickeln. Die Umkehrung der Korrelation fand Ende des 19. Jahrhunderts, in den 1920er Jahren, um 1950 und in den frühen 1980er Jahren statt, was auf eine etwa 60-jährige Variation der Auswirkungen der Sonnenaktivität auf die Zirkulation in der Troposphäre hinweist.

Veretenenko 2022

Ve22 geht von den Daten der Korrelationsumkehrungen aus und nicht von den Daten, an denen sich die Trends ändern, so dass bekannte Klimaverschiebungen im Pazifik, wie die von 1976, die der Korrelationsumkehr der frühen 1980er Jahre um etwa sechs Jahre vorausgeht, nicht berücksichtigt werden. Dies hindert Ve22 daran, die festgestellten Veränderungen mit einem globaleren Phänomen in Verbindung zu bringen, bei dem es um den meridionalen Transport durch die multidekadische [Stadiumwellen-Oszillation](#) geht, die die gleiche 65-jährige Frequenz aufweist (Vinós 2022). Im Gegensatz zur Winter-Gatekeeper-Hypothese bietet Ve22 außerdem keine Erklärung für die Korrelationsumkehrungen, die den Sonnenklimaforschern seit einem Jahrhundert Rätsel aufgeben.

Die erzielten Ergebnisse lassen uns daher vermuten, dass die Umkehrung der Korrelationsbeziehungen zwischen Druckvariationen (Entwicklung außertropischer Wettersysteme) und Phänomenen der Sonnenaktivität mit Veränderungen in den großräumigen Zirkulationsepochen zusammenhängen

könnte.

Veretenenko 2022

Ve22 stützt die Korrelation zwischen Sonnenaktivität und atmosphärischem Druck mit einer ähnlichen Analyse unter Verwendung des atmosphärischen Zirkulationsindex' ([Vangengeim-Girs](#)), den dieser Autor auch in Vinós 2022 verwendete ([Abb. 11.10d](#)). Ve22 zeigt korrekt die Beziehung zwischen Sonnenaktivität und meridionaler Zirkulation auf, die eine der Grundlagen der Winter-Gatekeeper-Hypothese ist.

*So scheint der Charakter der Sonnenaktivität ... Auswirkungen auf zyklonale Prozesse (Druckschwankungen) in außertropischen Breiten eng mit den Epochen der großräumigen Zirkulation und insbesondere mit der Entwicklung der meridionalen Zirkulationsformen verbunden zu sein. Die Ergebnisse der Spektralanalyse [Abbildung 8.5, rechtes Feld] zeigen, dass das jährliche Auftreten der meridionalen Zirkulationsformen ... durch dominante Oberschwingungen von ~60 Jahren gekennzeichnet ist ... Die erzielten Ergebnisse erlauben uns daher die Vermutung, dass die Umkehrung der Korrelationsbeziehungen zwischen den Druckschwankungen (Entwicklung außertropischer Drucksysteme) und den Phänomenen der Sonnenaktivität mit Veränderungen der großräumigen Zirkulationsepochen verbunden sein könnte.*

Veretenenko 2022

## **5. Die Entwicklung des Polarwirbels als möglicher Grund für die zeitliche Variabilität der Auswirkungen der Sonnenaktivität auf die Zirkulation in der unteren Atmosphäre**

Ve22 setzt die beobachteten Veränderungen in der atmosphärischen Zirkulation und ihre wechselnde Korrelation mit der Sonnenaktivität in Beziehung zu Veränderungen im Zustand des Polarwirbels. Anhand von Reanalysen zeigt Ve22 eine Periode starker stratosphärischer Wirbel von Mitte der 1970er bis Ende der 1990er Jahre, die durch stärkere zonale Winde bei 60-80°N und niedrigere polare Temperaturen gekennzeichnet waren. Schwächere Wirbelphasen gab es in den beiden Jahrzehnten davor und danach.

Umstrittener sind die Ergebnisse von Ve22 über die Veränderungen des Drucks und der Temperatur am Boden in der arktischen Region.

*Man kann sehen, dass die Periode mit einem starken Wirbel (~1980-2000), in der die stratosphärischen Winde verstärkt wurden (Abbildung 7), tatsächlich von einer Druckabnahme und Erwärmung in der Arktis begleitet wurde. Die vorangegangene Periode mit einem schwachen Wirbel (~1950-1980) war dagegen von einem Druckanstieg und einer Kälteepeche in der untersuchten Region begleitet.*

Veretenenko 2022

Dies macht wenig Sinn, da ein starker Wirbel eine Zone mit niedrigerem Oberflächendruck und niedrigerer Temperatur schafft. Die Daten bestätigen dies, da die Arktis seit dem Wechsel zu einer schwächeren Wirbelphase im Jahr 1997 eine intensive Wintererwärmung und nicht die in Abbildung 7 von Ve22 gezeigte Abkühlung erlebt hat. Der Autor vermutet ein Problem mit der Abbildung 7 von Ve22 oder mit der Methodik der polynomialen Trendbereinigung.

## **6. Zerstörung der Korrelation zwischen Wolken und galaktischer kosmischer Strahlung: Mögliche Rolle der Wirbelabschwächung**

Ve22 untersucht als Nächstes die Korrelation zwischen den Anomalien der Bedeckung mit tiefen Wolken und der kosmischen Strahlung, welche die Grundlage der Theorie von Svensmark bildete. Wie Ve22 zeigt, verschwand die Korrelation nach 2000, und Ve22 versucht, das Ende der Korrelation mit einer Veränderung des Polarwirbels in Verbindung zu bringen. Meiner Meinung nach ist dieser Versuch erfolglos. Die Theorie von Svensmark setzt eine direkte Wirkung der kosmischen Strahlung auf Wolkenkondensationskerne voraus. Es ist nicht möglich zu begründen, dass mehr kosmische Strahlung zu mehr Wolken und weniger Wolken führt. Ve22 versucht dies jedoch, indem sie die physikalische Wirkung der kosmischen Strahlung auf die Kondensationskerne durch eine nicht näher spezifizierte Wirkung auf die Zyklogese ersetzt.

*Man kann sehen, dass die Korrelationskoeffizienten für Druck-GCRs [galaktische kosmische Strahlung] und Wolken-GCRs in entgegengesetzten Phasen variieren. Die höchste positive Korrelation R (LCA, FCR) fand in dem Zeitraum statt, in dem die Auswirkungen der GCR auf die Entwicklung von Tiefdruckgebieten am stärksten ausgeprägt waren. In den späten 1990er Jahren begann diese Korrelation zu sinken und änderte ihr Vorzeichen gleichzeitig mit der Umkehrung der Druck-GCR-Korrelation. Die vorgestellten Daten belegen also, dass die hohe positive Korrelation zwischen Wolkenmenge und galaktischer kosmischer Strahlung, die auf der dekadischen Zeitskala [16,39] festgestellt wurde, hauptsächlich auf die Auswirkungen der GCR auf die Entwicklung dynamischer Prozesse in der Atmosphäre unter einem starken Polarwirbel zurückzuführen ist.*

Veretenenko 2022

Dies erscheint verworren. Die Änderung von Svensmarks Theorie, um die Hypothese aufrechtzuerhalten, dass die solaren Auswirkungen auf die atmosphärische Zirkulation auf kosmische Strahlung zurückzuführen sind, funktioniert nicht. Die alternative Erklärung, dass die Auswirkungen auf dynamische Veränderungen zurückzuführen sind, die durch Veränderungen der solaren UV-Strahlung, vermittelt durch stratosphärisches Ozon, ausgelöst werden (der „Top-Down“-Mechanismus; Maycock & Misios 2016), wird durch beträchtliche Beweise gestützt und ist Bestandteil der Winter-Gatekeeper-Hypothese. Sie ist einfacher und eine besser

unterstützte Alternative.

Als Nächstes geht Ve22 auf eine höchst spekulative und recht ausführliche Diskussion der möglichen Auswirkungen von solaren Protonenereignissen, Polarlichtphänomenen im Zusammenhang mit geomagnetischer Aktivität, Magnetstürmen und Sonnenwind auf den Polarwirbel ein. Sie argumentiert sogar für eine 60-jährige Periodizität der gesamten Sonneneinstrahlung, die bei Sonnenflecken nicht beobachtet wird. Sie wirft auch die Möglichkeit auf, dass Veränderungen in der Chemie der mittleren Atmosphäre an den Schwankungen der Stärke des Polarwirbels beteiligt sind. Der Autor findet es überraschend, dass der wichtigste Faktor, von dem bekannt ist, dass er sich auf die Stabilität des Polarwirbels auswirkt, nämlich der planetarische Wellen-Rückkopplungs-Mechanismus (Gray et al. 2010), in diesem Papier nicht berücksichtigt wird.

## 7. Schlussfolgerungen

Ve22 endet mit drei Schlussfolgerungen:

1. *Die zeitliche Variabilität der Phänomene der Sonnenaktivität auf die Zirkulation der unteren Atmosphäre zeigt eine etwa 60-jährige Periodizität, die mit Veränderungen in den Epochen der großräumigen Zirkulation verbunden zu sein scheint...*
  2. *Die Veränderungen der Zirkulationsepochen scheinen wiederum mit den Übergängen zwischen den verschiedenen Zuständen des stratosphärischen Polarwirbels zusammenzuhängen...*
  3. *Der Zustand des Polarwirbels kann durch verschiedene Phänomene der Sonnenaktivität beeinflusst werden, die zu einer etwa 60-jährigen Oszillation seiner Intensität beitragen...*
- Veretenenko 2022

Die ersten beiden sind eindeutig und werden durch die Beweise gut unterstützt. Wie in der Winter-Gatekeeper-Hypothese behauptet, weist der meridionale Transport Epochen auf, die durch klimatische Veränderungen voneinander getrennt und durch unterschiedliche Zustände der winterlichen atmosphärischen Zirkulation und der Stärke des Polarwirbels gekennzeichnet sind. Die Periodizität dieser mehrdekadischen Transportschwingung, an der auch die Ozeane beteiligt sind, beträgt etwa 65 Jahre. Die Sonnenaktivität ist einer der wichtigsten Modulatoren der meridionalen Transportschwankungen, da sie auf drei Kontrollzentren einwirkt: die tropische Ozonschicht, den Polarwirbel (ebenfalls durch Ve22 identifiziert) und ENSO (Vinós 2022).

Zum ersten Mal seit hundert Jahren wurde ein Mechanismus zur Erklärung des solaren Einflusses auf das Klima vorgeschlagen, der mit allen Beweisen übereinstimmt und die Fähigkeit einschließt, den Energiehaushalt des Planeten durch gleichzeitige Änderungen der ausgehenden Energie zu verändern. Er erklärt, wie eine sehr kleine Änderung der UV-Energie in der Stratosphäre den meridionalen

Energietransport verändern kann, so dass es für den Planeten einfacher oder schwieriger wird, Energie zu bewahren. Ve22 liefert Beweise für den Zusammenhang zwischen Sonnenaktivität → Polarwirbel → atmosphärische Zirkulation und identifiziert das Kontrollzentrum des Polarwirbels als eine der Verbindungen zwischen Sonnenaktivität und atmosphärischer Zirkulation.

Dieser Beitrag erschien ursprünglich auf der [Website](#) von Judith Curry.

## 8. References

Gray LJ, Beer J, Geller M, et al (2010) [Solar influences on climate](#). Reviews of Geophysics 48 (4)

Maycock A & Misios S (2016) Top-down” versus “Bottom-up” mechanisms for solar-climate coupling. In: Matthes K, De Wit TD & Liliensten J (eds.) Earth’s climate response to a changing Sun. EDP Sciences, France, 237-246. [Free book download](#)

Veretenenko S (2022) [Stratospheric polar vortex as an important link between the lower atmosphere circulation and solar activity](#). Atmosphere 13 (7), 1132

Vinoś J (2022) Climate of the past, present and future. A scientific debate, 2<sup>nd</sup> ed. Critical Science Press. [Free book download](#)

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2022/10/21/new-research-supports-the-winter-gatekeeper-hypothesis/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE