

# Einfluss von Ozeanzyklen auf die aktuelle Warmphase in Deutschland

geschrieben von Prof. Dr. Horst-joachim Lüdecke | 26. März 2023

von Dr. Ludger Laurenz

## Zum Mitnehmen:

- *Das hohe Temperaturniveau der letzten 20 Jahre in Deutschland mit außergewöhnlich viel Sommer-Sonnenschein kann primär auf die aktuelle Warmphase der Atlantischen Multidekadischen Oszillation AMO und die Ausbreitung des „Western Hemisphere Warm Pool“ WHWP zurückgeführt werden.*
- *In den nächsten 10 Jahren ist zyklusbedingt mit Sinken der Temperatur des Oberflächenwassers im Atlantik, in der Karibik und dem östlichen tropischen Pazifik zu rechnen. Dadurch werden in Deutschland Temperaturniveau und Sonnenscheindauer sehr wahrscheinlich wieder zurückgehen.*
- *Seit 2008 auftretende Frühjahrstrockenheit beruht auf einer ca. 15-jährigen niederschlagsarmen Zyklusphase, die sich während des ca. 65-jährigen AMO-Zyklus regelmäßig wiederholt. In den nächsten Jahren ist allmählich mit Normalisierung der Frühjahrsniederschlagsaktivität zu rechnen.*
- *Es ist verwunderlich, dass der Deutsche Wetterdienst im Klimatologischen Rückblick auf 2022 kein Wort über den Einfluss der Ozeanzyklen auf Wetter und Klima in Deutschland verliert, das hohe Temperaturniveau der letzten Jahrzehnte mit anthropogenem Einfluss begründet und politische Maßnahmen gegen den Klimawandel fordert.*

Seit fünf Jahren suche ich nach natürlichen Zyklen in historischen Klimadaten. Meine Motivation beruht auf dem Misstrauen gegenüber der Behauptung, die aktuelle Warmphase sei allein oder primär anthropogen verursacht, wie in Klimatologischer Rückblick auf 2022 . Die Ergebnisse meiner bisherigen Recherche sind in einer Publikation (Solarer Einfluss auf den Regen in Europa , 2019) und mehreren Beiträgen in klimanachrichten.de dokumentiert. Die Publikation wäre ohne erhebliche Unterstützung durch Sebastian Lüning und Horst Lüdecke nie entstanden.

Immer wieder bin ich bei der Suche nach natürlichem Einfluss auf Wetter und Klima auf die Variation der Sonnenaktivität als Hauptverursacher gestoßen, sowohl bei der Suche mit Hilfe von google scholar als auch bei der Suche in historischen Klimadatenreihen, die im Internet reichlich verfügbar sind.

## Methode zur Sichtbarmachung von solarem Einfluss: Übereinanderstapeln gleicher Zyklusphasen mit Zykluslängen von ca. 11, 22 und 65 Jahren

Bei der Suche nach solarem Einfluss in historischen Klimadaten hat mir die Publikation von **S. C. Chapman et al. 2021** sehr geholfen. Er hat **erstmalig die Startjahre der ca. 22-jährigen Hale-Zyklen der Sonne aufgrund sonnenphysikalischer Messwerte definiert und benannt**. Mit Hilfe dieser Startjahre ist es eine Leichtigkeit, solaren Einfluss in historischen Wetterdatenreihen nachzuweisen.

Ein Beispiel liefert die Niederschlagssumme der 2. Jahreshälfte der Niederlande in der folgenden Abbildung. In dieser Darstellung sind fünf gleiche ca. 22-jährige Zyklusphasen aus dem Zeitraum seit 1926 übereinandergestapelt.

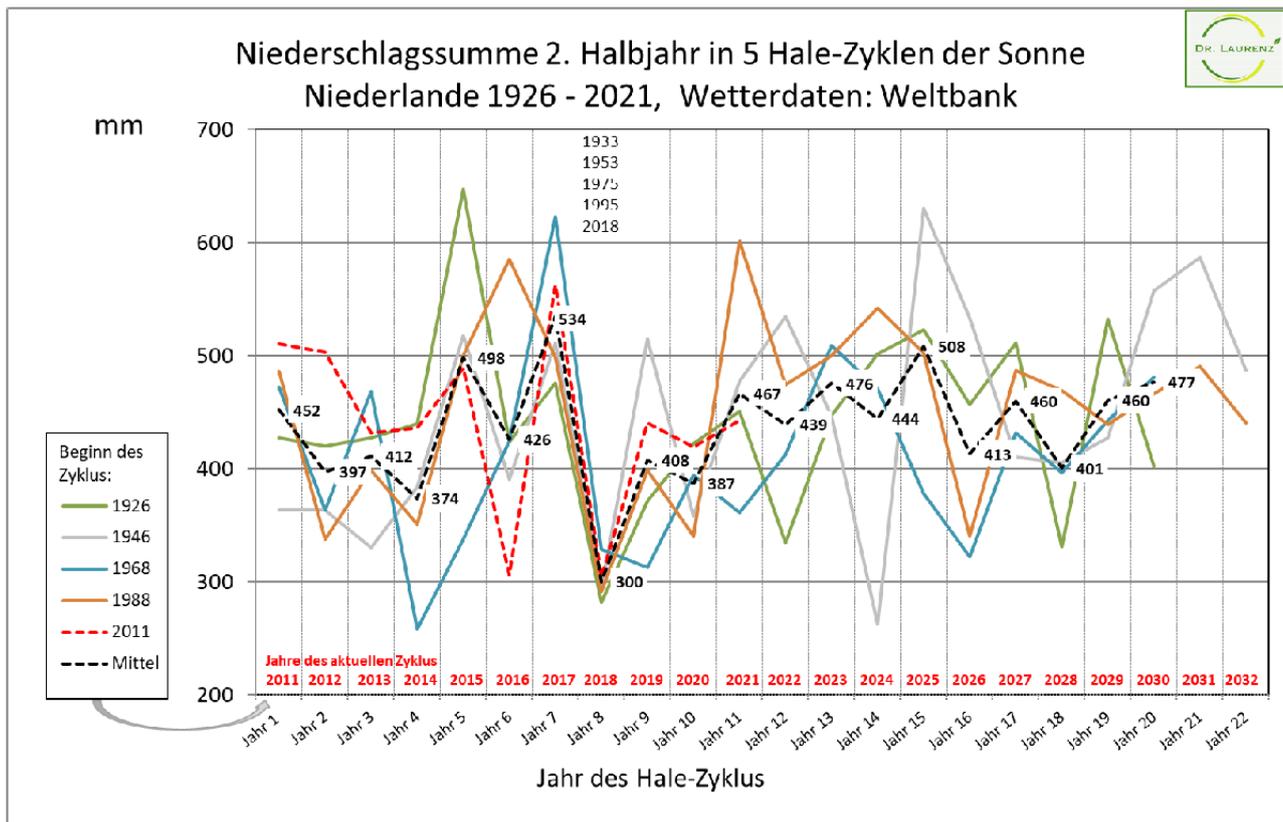


Abbildung 1: Niederschlagssumme im zweiten Halbjahr in den Niederlanden in fünf Hale-Zyklen der Sonne

Das Absinken der Niederschlagssumme von Zyklusjahr 7 zu 8 kann kein Zufall sein, sondern nur über den sich ca. alle 22 Jahre wiederholenden Einfluss der Sonnenaktivität auf die Erdatmosphäre erklärt werden. Der solare Einfluss ist in den anderen Beneluxstaaten und Deutschland ähnlich. Zahlreiche Nachweise von solarem Einfluss, untermauert durch

Literaturhinweise, sind in klimanachrichten.de dokumentiert. Frau S. Veretenenko 2022 liefert eine plausible Erklärung für den Einfluss variierender Sonnenaktivität auf die Erdatmosphäre und Niederschläge.

## Neues Projekt: Wie Karibik und Atlantik uns periodisch einheizen und schöne Sommer bescheren

Ist die aktuelle Warmphase in Deutschland mit 1,7 Grad höherer Temperatur gegenüber 1881 anthropogen verursacht oder das Resultat natürlicher Zyklen, oder beides? Um die Antwort auf diese Frage möglichst anschaulich darstellen zu können, wird im ersten Schritt der Temperaturtrend der Ozeanoberfläche dargestellt, die die Luft erwärmt, bevor sie mit Südwestwind nach Europa getragen wird. Dazu werden zwei Datensätze genutzt, die von der Amerikanischen Wetterbehörde NOAA bereitgestellt werden, die Atlantische Multidekadische Oszillation AMO und die Oszillation der Ausdehnung des „Western Hemisphere Warm Pool“ WHWP, Monthly Atmospheric and Ocean Time Series . Die Gebiete, aus denen die Daten stammen, sind in der folgenden Abbildung erkennbar.

## Sea Surface Temperature Anomalies

CDAS Sea Surface Temperature Anomaly (°C) (based on CFSR 1981-2010 Climatology)  
Analysis Time: 00z Feb 25 2023

TROPICALTIDBITS.COM

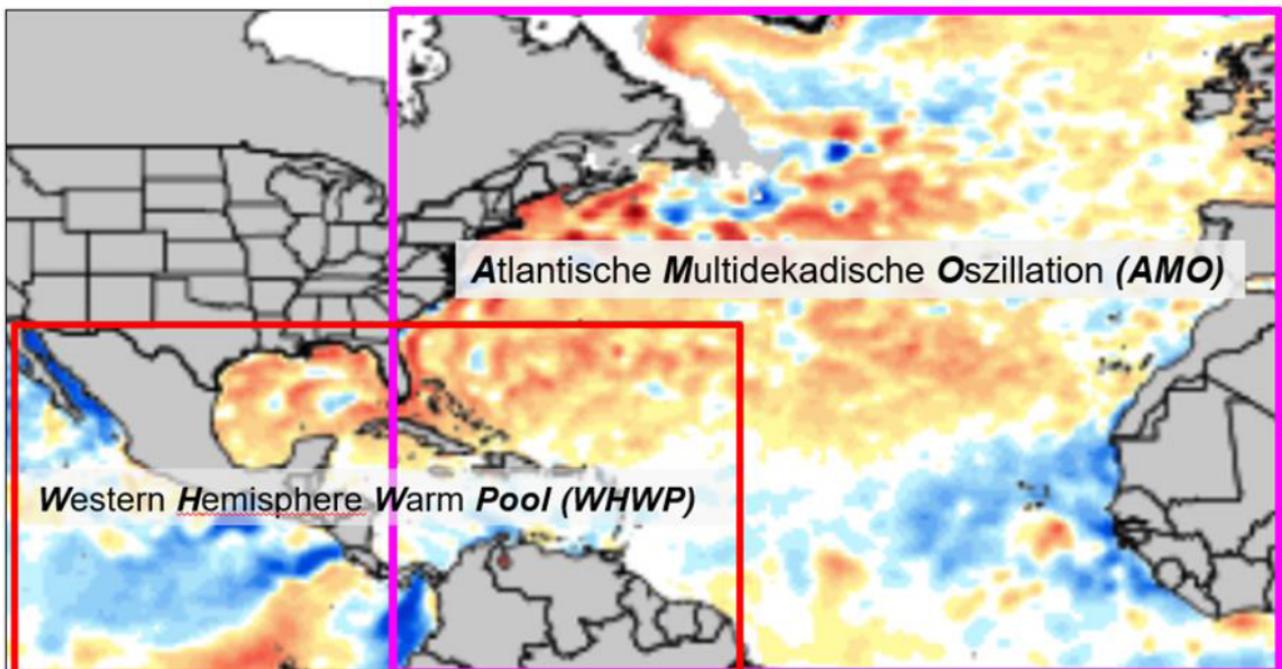


Abbildung 2: Flächenbezug von AMO und WHWP

Die AMO beeinflusst das Klima auf der gesamten Nordhalbkugel von der Arktis bis in die Sahelzone oder Indien s. google scholar und Europa, s. Lüdecke et al. 2020. Sie hat eine Periodenlänge von gut 60 Jahren. Aktuell befindet die AMO am Ende einer Warmphase. Bei der AMO handelt es

sich um eine natürliche Temperaturschwankung, die schon seit mehreren Jahrhunderten nachweisbar ist. Die Schwankungsbreite der AMO mit ca. 0,5 Grad bewegt sich auch aktuell im Rahmen der natürlichen Variabilität.

Die Ausdehnung des Warmwasserpools der westlichen Hemisphäre (Western Hemisphere Warm Pool, WHWP), in dem das Wasser im Sommer wärmer als 28,5 °C ist, erstreckt sich vom östlichen tropischen Nordpazifik bis zum Golf von Mexiko und der Karibik und überschneidet sich in seiner Spitze mit dem tropischen Nordatlantik. Den WHWP habe ich einbezogen, um den zyklischen Einfluss der zweitwärmsten „Badewanne“ der Erde mit einem Sommertemperaturniveau von über 28,5 °C auf das europäische Temperaturniveau überprüfen zu können. Die Variabilität des WHWP beeinflusst die Hurricane Aktivität und das Temperaturniveau weiter Gebiete der Nordhalbkugel (Literatur).

Für das Gebiet der AMO und des WHWP wurde schon 2015 eine Schlüsselrolle für den langfristigen globalen Erwärmungstrend und die atmosphärische Zirkulation mit einer ca. 65-jährigen Variabilitätskomponente festgestellt.

Um den Einfluss von AMO und WHWP auf den Temperaturtrend möglichst anschaulich darstellen zu können, werden zunächst wie schon in dem Beispiel in Abbildung 1 Zeitabschnitte gleicher Zyklusphasen übereinandergestapelt. Als Zykluslänge für die genannten Oszillationen wird versuchsweise der Zeitraum von drei Hale-Zyklen der Sonne, entsprechend ca. 65 Jahre gewählt. Aus jüngsten Veröffentlichungen verdichten sich die Hinweise auf eine Verknüpfung zwischen dem auf der Sonne nachweisbaren ca. 60-jährigen Zyklus und den ca. 60-jährigen Zyklen wie zum Beispiel in der AMO, WHWP oder auch PDO. (Scafetta 2020, Veretenko 2021, Olilla 2022). Der Zeitraum von ca. 65 Jahren ergibt sich, wenn jeweils drei Hale-Zyklen mit den von Chapman genannten Startjahren hintereinander gereiht werden, s. Tabelle 1.

| Hale-Zyklus 1     | Hale-Zyklus 2     | Hale-Zyklus 3     | Ca. 65-jähriger AMO-Zyklus (1+2+3) |
|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|
| 1837-1857<br>(21) | 1858-1880<br>(23) | 1881-1902<br>(22) | 1837-1902 (66)                     |
| 1903-1925<br>(23) | 1926-1945<br>(20) | 1946-1967<br>(22) | 1903-1967 (65)                     |
| 1968-1987<br>(20) | 1988-2010<br>(23) | 2011-2030<br>(20) | 1968-2030 (63)                     |

**Tabelle 1:** Hale-Zyklen der Sonne und ca. 65-jähriger AMO-Zyklus seit 1837, in Klammern Dauer der Zyklen in Jahren. Festlegung des ersten Jahres der Hale-Zyklen in Anlehnung an S. C. Chapman et al. 2021

## Der Trend der AMO ist in den letzten drei Zyklen stabil

Mit Hilfe der so ermittelten Phasenlänge lassen sich ca. 65-jährige Zeitabschnitte der AMO wie in der folgenden Abbildung festlegen, in denen sich der Zyklus wiederholt.

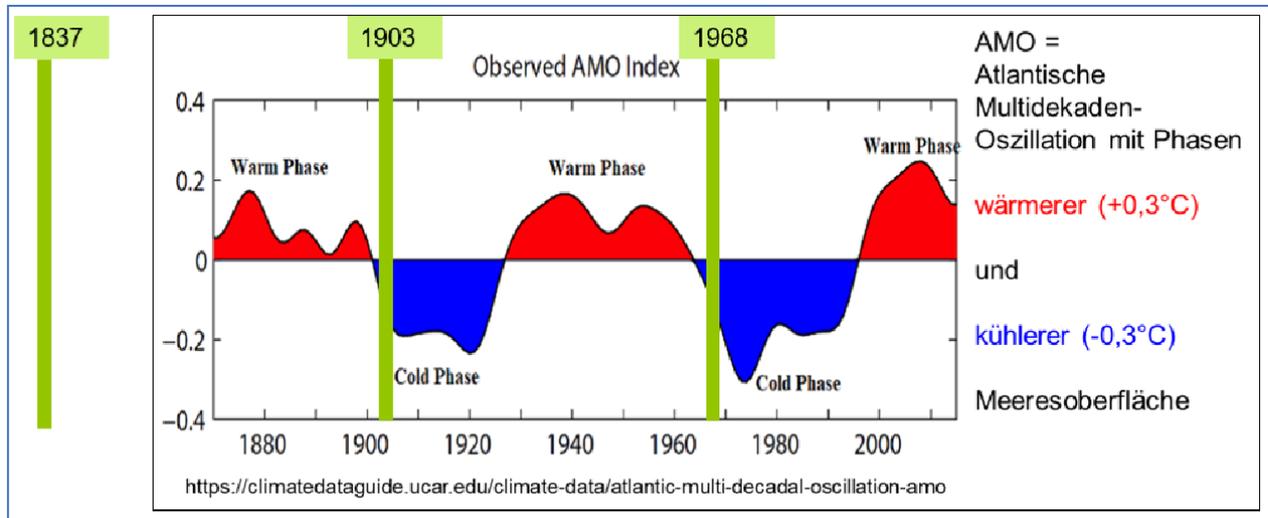


Abbildung 3: Trend der AMO seit 1870 mit Startjahren der ca. 65-jährigen AMO-Zyklen

Werden die drei ca. 65-jährigen Zeitabschnitte der AMO übereinandergestapelt, wird sichtbar, wie sich der Lauf der AMO von Zyklus zu Zyklus wiederholt.

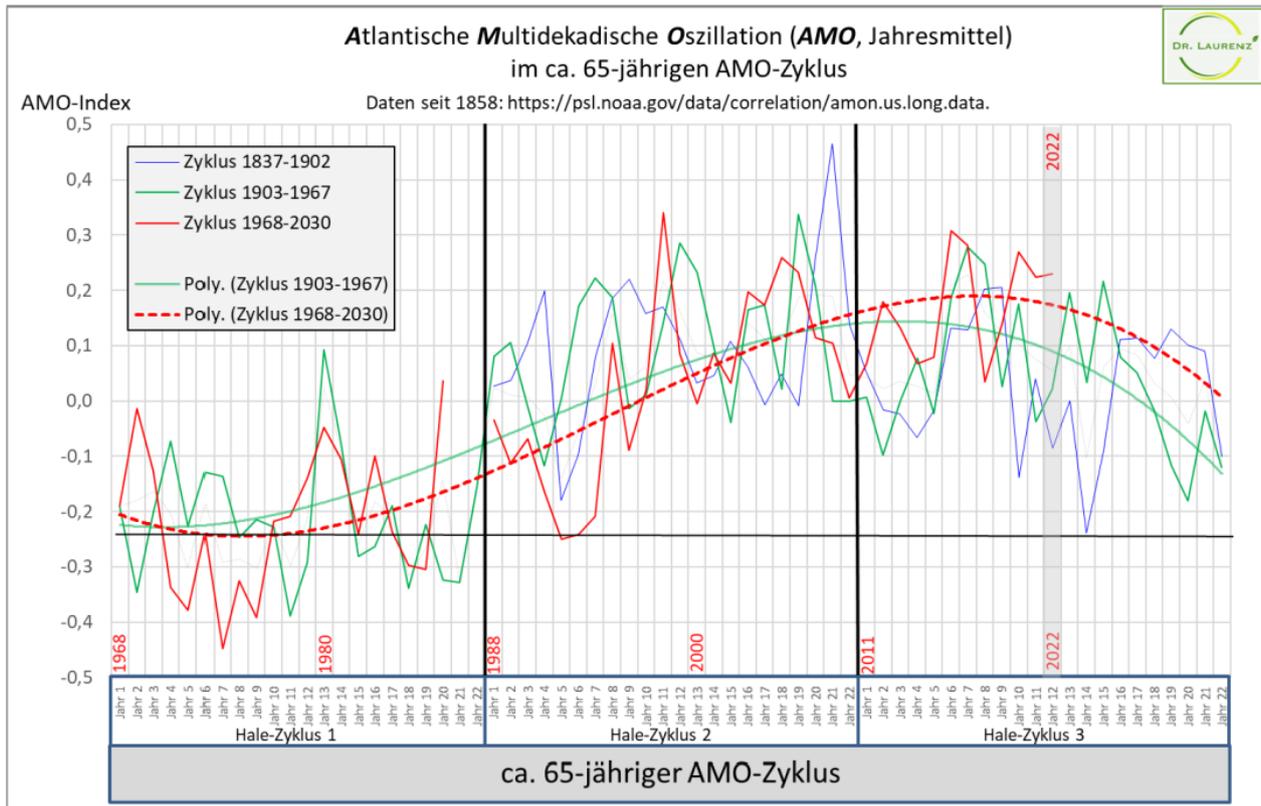


Abbildung 4: Trend der AMO im ca. 65-jährigen AMO-Zyklus seit 1858

Die drei Zyklen folgen einem gemeinsamen Trend. Aktuell (graue Säule, 2022) befindet sich die AMO am Ende der letzten Warmphase und noch auf sehr hohem Niveau gegenüber den beiden vorlaufenden Zyklen (blau und grün). In den nächsten Jahren ist mit mehr oder weniger starkem Sinken des AMO-Index und Abkühlung des nördlichen Atlantiks zu rechnen.

### Flächenausdehnung des WHWP variiert zyklisch und im Gleichschritt mit der AMO

Zeitgleich und deckungsgleich zur AMO schwankt die Flächenausdehnung des WHWP, s. folgende Abbildung. Hier ist der AMO-Trend aus der vorherigen Abbildung mit blau gestrichelter Linie übertragen.

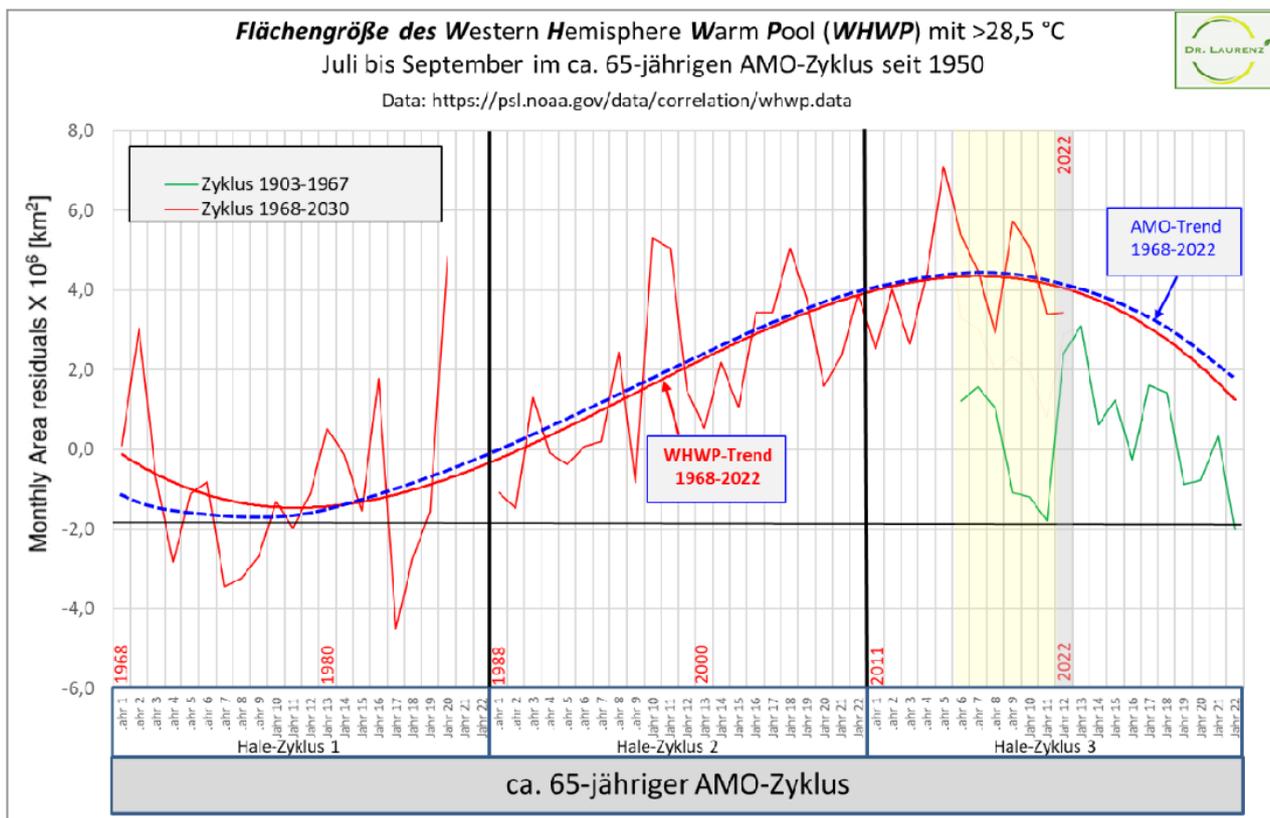


Abbildung 5: Trend der WHWP seit 1950 im ca. 65-jährigen AMO-Zyklus

AMO und WHWP scheinen von demselben äußeren Antrieb synchronisiert zu werden. Ob tatsächlich die periodisch schwankende Sonnenaktivität die treibende Kraft ist, wird sicher in den nächsten Jahren geklärt werden können.

Während der Trend der Wassertemperatur bei der AMO in den drei Zyklen annähernd gleich ist (s. Abb. 4), unterscheidet sich die Flächenausdehnung des WHWP zwischen dem aktuellen (rot) und vorhergehenden Zyklus (grün) in der Mitte des 3. Hale-Zyklus (gelbes Rechteck) um ca. 4 Mio. km<sup>2</sup>, mehr als der zehnfachen Fläche von Deutschland. Dieser Unterschied dürfte zumindest einen Teil des außergewöhnlich hohen Temperaturniveaus der letzten 20 Jahre in Deutschland erklären.

Da AMO und Oszillation des WHWP synchron verlaufen, kann nicht festgestellt werden, wer von beiden den größeren Einfluss auf das Temperaturniveau in Europa hat. Eventuelle geht von der WHWP ein bisher unterschätzter Beitrag aus. Wenn sich die Ausdehnung der „zweitwärmsten Badewanne der Erde“ in Zykluswarmphasen um mehr als das 10-fache der Fläche von Deutschland ausdehnt, ist wegen der hohen Wassertemperatur von >28,5 Grad und der enormen Energiemenge, die an die Luft abgegeben wird, ein bedeutender Anteil an der Erwärmung in Europa vorstellbar.

## Temperaturtrend in Island eng mit der AMO und der Oszillation des WHWP verknüpft

In welchem Umfang der Temperaturtrend von Atlantik incl. der Karibik und des östlichen tropischen Pazifiks auf Europa übertragen wird, zeigt die folgende Abbildung mit dem zyklischen Temperaturtrend von Island. Wegen der Insellage im Atlantik ist in Island noch am ehesten mit einer Temperaturübertragung von der Ozeanoberfläche zu rechnen.

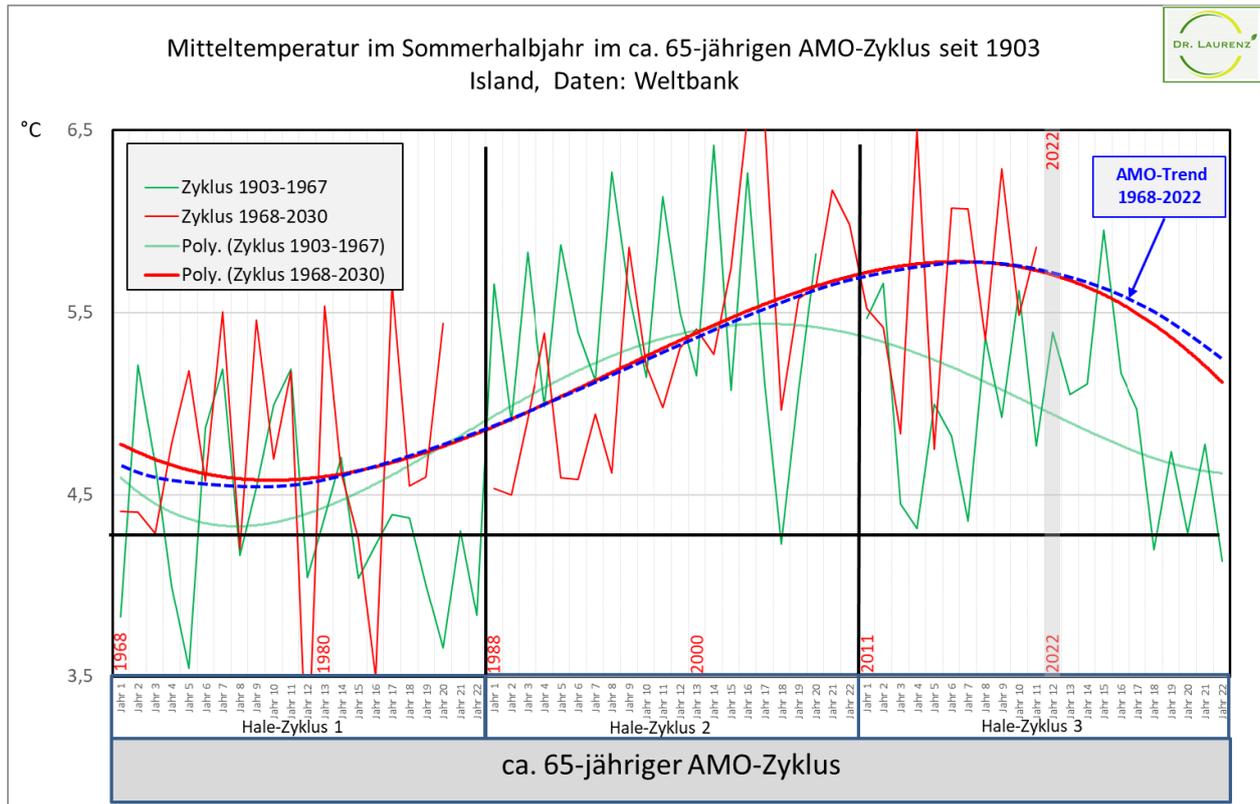


Abbildung 6: Trend der Temperatur im Sommerhalbjahr in Island seit 1903 im ca. 65-jährigen AMO-Zyklus

Auch in dieser Darstellung ist der Temperaturtrend der AMO eingefügt. Der Temperaturtrend in Island verläuft parallel zum AMO-Trend. **So kann der Temperaturanstieg der letzten 30 Jahre in Island von gut einem Grad allein durch den Trend der AMO und Oszillation des WHWP erklärt werden.** Das gleiche gilt für den Eisverlust in der Arktis.

## Arktische Meereisfläche eng mit der AMO und der Oszillation des WHWP verknüpft

Der Zusammenhang zwischen arktischer Meereisfläche und AMO-Zyklus ist in unzähligen Publikationen unübersehbar belegt, s. google scholar. Die Arktischen Meereisfläche wird seit 1979 durch Satelliten gemessen. Die

Antikorrelation zwischen AMO und der Meereisausdehnung wird durch die folgende Abbildung veranschaulicht. Hier werden die Septemberdaten am Ende der Schmelzsaison gewählt.

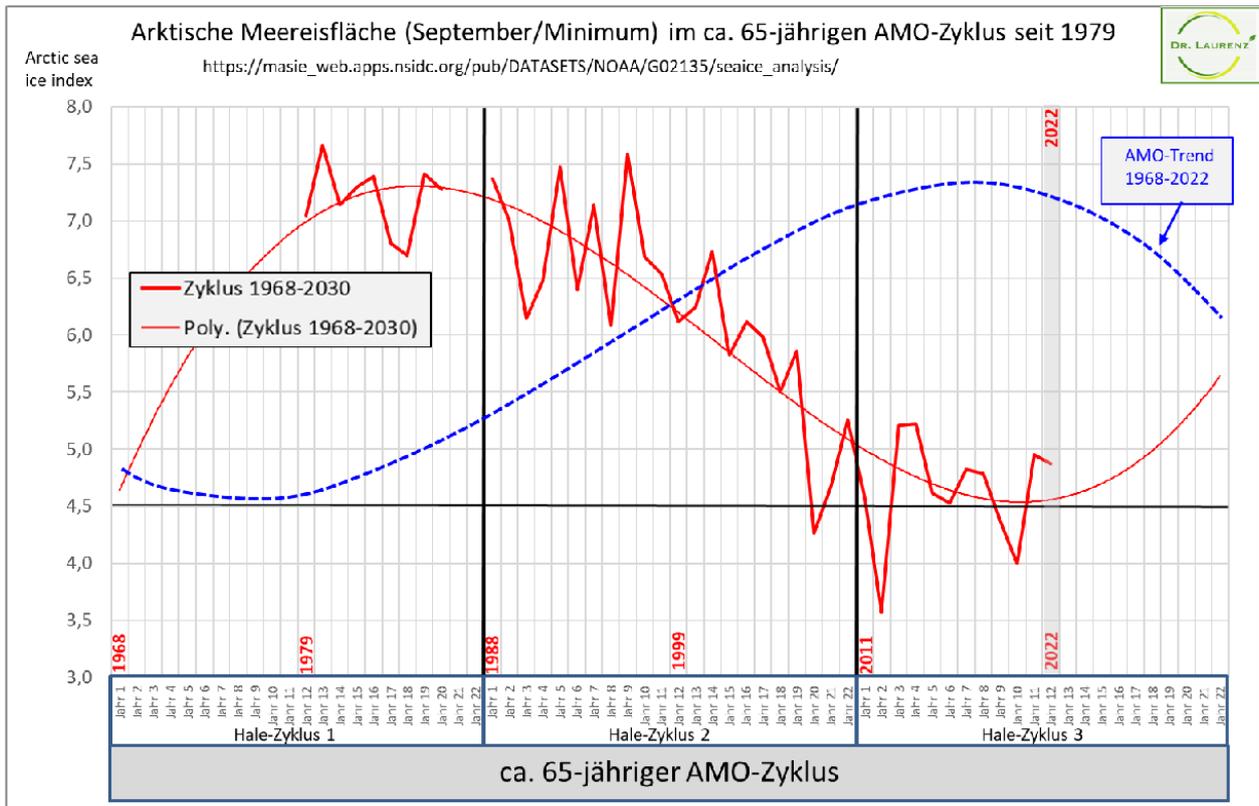


Abbildung 7: Trend der Arktischen Meereisfläche seit 1979 im ca. 65-jährigen AMO-Zyklus

Obwohl die Satellitendaten weniger als einen AMO-Zyklus füllen, kann am Kurvenverlauf die Antikorrelation zwischen dem AMO-Index und der arktischen Meereisfläche abgelesen werden. Je wärmer der Nordatlantik, je höher das Temperaturniveau in Island und der Arktis, umso größer der Eisverlust. Hinsichtlich der Meereisfläche befinden wir uns aktuell mitten in der Minimumphase. In den nächsten 5 bis 10 Jahren dürfte die Meereisfläche wieder zulegen.

## Aktuelle Warmphase in Deutschland vom Trend der AMO und Oszillation des WHWP beeinflusst

Auch im Gebietsmittel von Deutschland hinterlassen die AMO und die Oszillation des WHWP im Temperaturtrend des Sommerhalbjahres tiefe Spuren, s. nächste Abbildung.

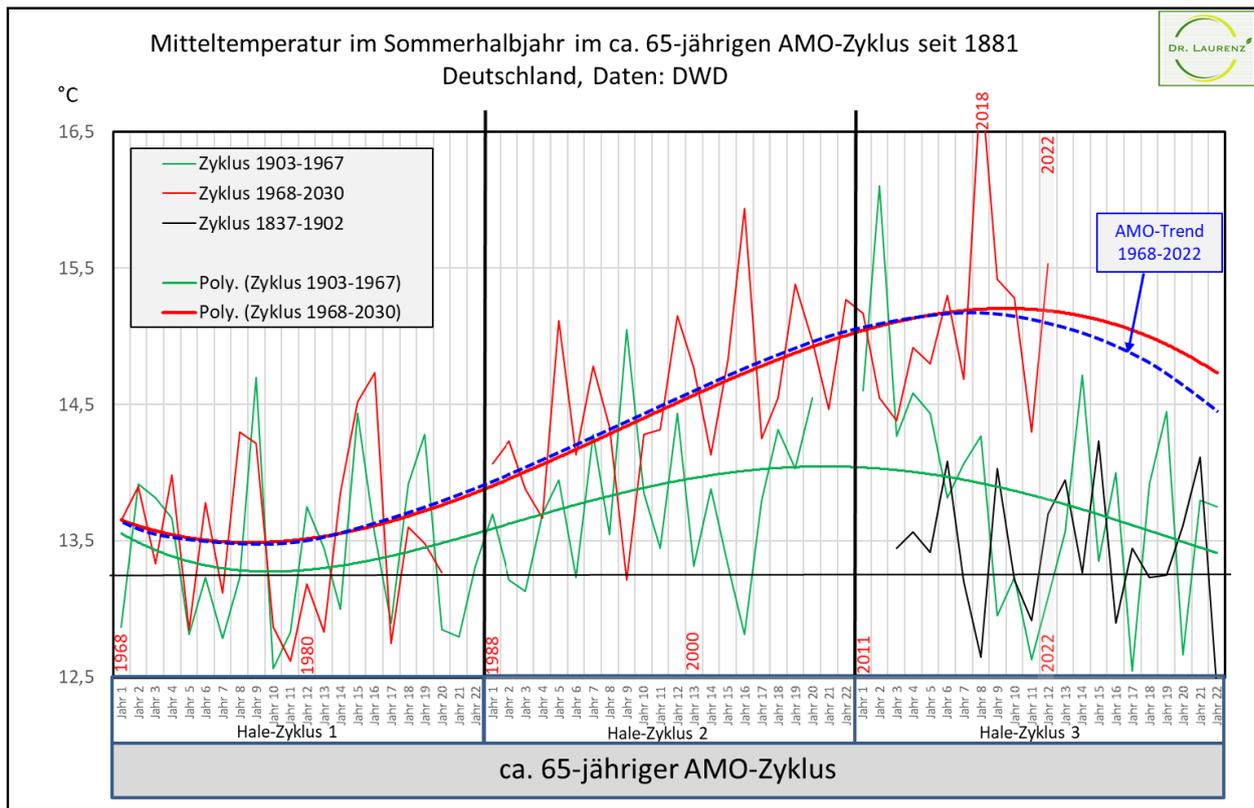


Abbildung 8: Trend der Temperatur im Sommerhalbjahr im Flächenmittel von Deutschland seit 1881 im ca. 65-jährigen AMO-Zyklus

Im aktuellen Zyklus (rot) verlaufen die Kurven für den Trend der Mitteltemperatur und der AMO (blau) parallel. **Der gesamte Temperaturanstieg in Deutschland in den letzten 40 Jahren lässt sich auf den Einfluss der AMO und die Oszillation des WHWP zurückführen.**

Aber warum koppelt sich der Temperaturtrend des aktuellen Zyklus (rot) ab der Mitte des 65-jährigen AMO-Zyklus um das Jahr 2000 herum von den vorherigen älteren Zyklen ab und steigt um ca. 1 Grad höher? Die Ursache könnte in der Oszillation des WHWP liegen. Bei dem WHWP in Abbildung 5 ist die Fläche mit  $> 28^{\circ}\text{C}$  im Zeitraum 2016 bis 2021 (rote Linie im gelben Feld) ca. 4 Mio.  $\text{km}^2$  größer als 65 Jahre zuvor von 1950 bis 1955 (grün). Diese Differenz könnte sich auf das Temperaturniveau in Deutschland ausgewirkt haben.

## Erheblicher Einfluss von AMO und WHWP auf die Sonnenscheindauer in Potsdam

Auch die Sonnenscheindauer in Deutschland unterliegt dem Einfluss von AMO und WHWP, s. nächste Abbildung. Hier werden die Daten von Potsdam genutzt, weil diese bis 1893 zurückreichen, während die Daten für das Gebietsmittel von Deutschland erst seit 1951 verfügbar sind.

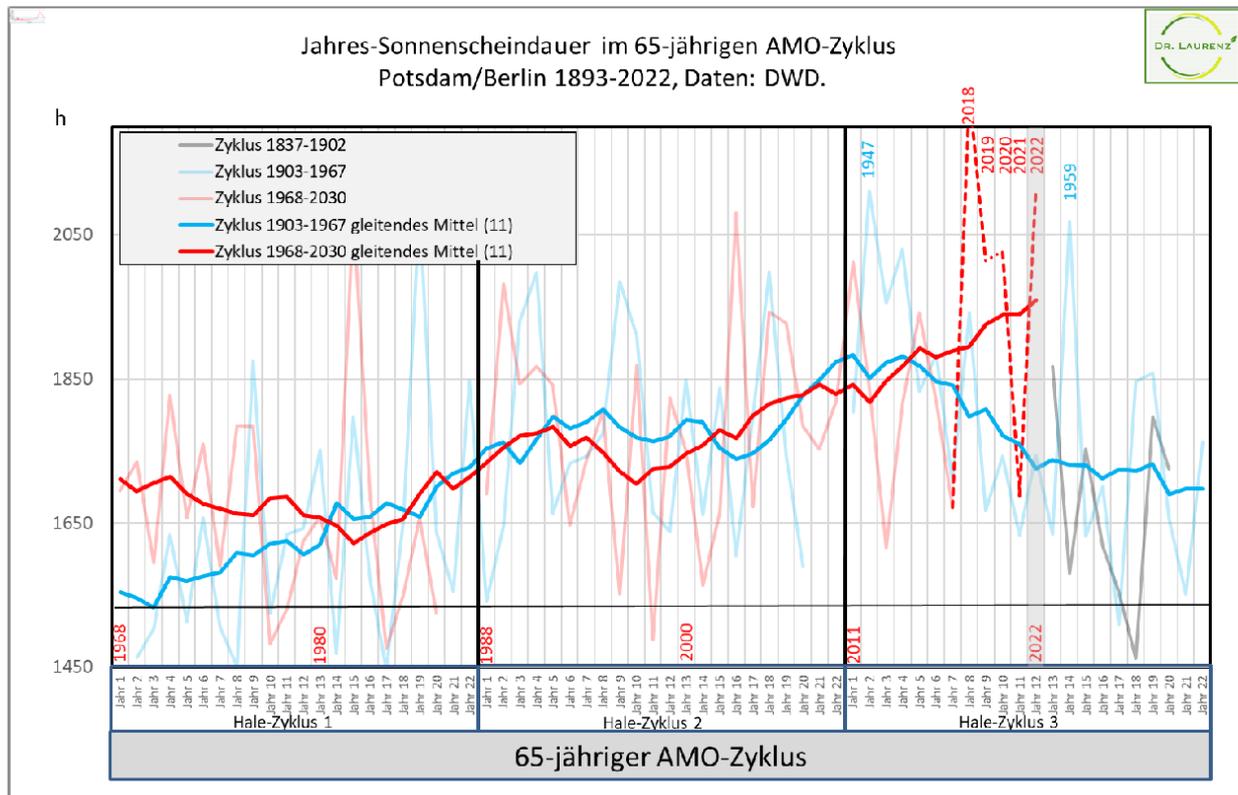


Abbildung 9: Trend der Jahressonnenscheindauer in Potsdam seit 1893 im ca. 65-jährigen AMO-Zyklus

Der Einfluss des ca. 65-jährigen AMO-Zyklus auf die Sonnenscheindauer ist unübersehbar. Der Trend der Sonnenscheindauer nimmt in den beiden Zyklen in ähnlichen Bahnen bis ins letzte Drittel des Zyklus um beachtliche ca. 200 Stunden zu. Der Trend im aktuellen Zyklus (rot) verläuft bis 2017 parallel zum vorhergehenden Zyklus (blau). **Bis 2017 lässt sich der Anstieg der Sonnenscheindauer in den letzten 30 Jahren allein auf den Trend von AMO und Oszillation des WHWP zurückführen.** Einen weiteren Beleg für die Verknüpfung von Atlantiktemperatur und Sonnenscheindauer in Europa liefern Andrzej A. Marsz et al. 2021.

**Die regelmäßige Zunahme der Sonnenscheindauer während des AMO-Zyklus wirkt als Temperaturverstärker der AMO. Die Luft in Europa wird in Warmphasen durch die Atlantik- und Karibikoberfläche vorgewärmt und schließlich durch verlängerte Sonnenscheindauer in Deutschland weiter aufgeheizt (Laurenz 2021).**

Die Ursache extrem hoher Sonnenscheindauer in den Jahren 2018, 2019, 2020 und 2022 auf einen langfristigen Trend zurückzuführen und in die Zukunft zu interpolieren, lässt sich aus der Darstellung nicht ableiten. Eher dürfte die aktuelle Sonnenaktivität für diese Extremjahre verantwortlich sein (Laurenz 2021). Abbildung 1 mit der Niederschlagssumme im zweiten Halbjahr in den Niederlanden zeigt, wie Änderungen der Sonnenaktivität den Wettercharakter von Einzeljahren

bestimmen können. In Abbildung 1 stand für 2018 bei der Sonnenaktivität die Erzeugung von Dürre in den Niederlanden auf dem Programm. Parallel dazu dürfte die Sonnenaktivität in 2018 auch für die Rekordsonnenscheindauer in Potsdam verantwortlich gewesen sein (s. Abb. 9).

## Frühjahrstrockenheit der letzten 15 Jahre in Deutschland korreliert mit ca. 65-jährigem AMO-Zyklus

Mit dem 65-jährigen Periodenzeitraum lassen sich auch noch andere Klima- und Wetterphänomene erklären. In Deutschland ist das Frühjahr seit 2008 ununterbrochen eher zu trocken, mit unterdurchschnittlicher Niederschlagssumme im April. Der April gilt als Frontmonat des Sommers. Dürre und ausgetrocknete Böden Ende April verringern die Wolken- und Niederschlagsbildung in der Folgezeit. So kann sich eine Aprildürre in eine Frühlings- und Sommerdürre weiterentwickeln. Dass sich dieser Trend bald wieder umkehren dürfte, soll die nächste Abbildung zeigen:

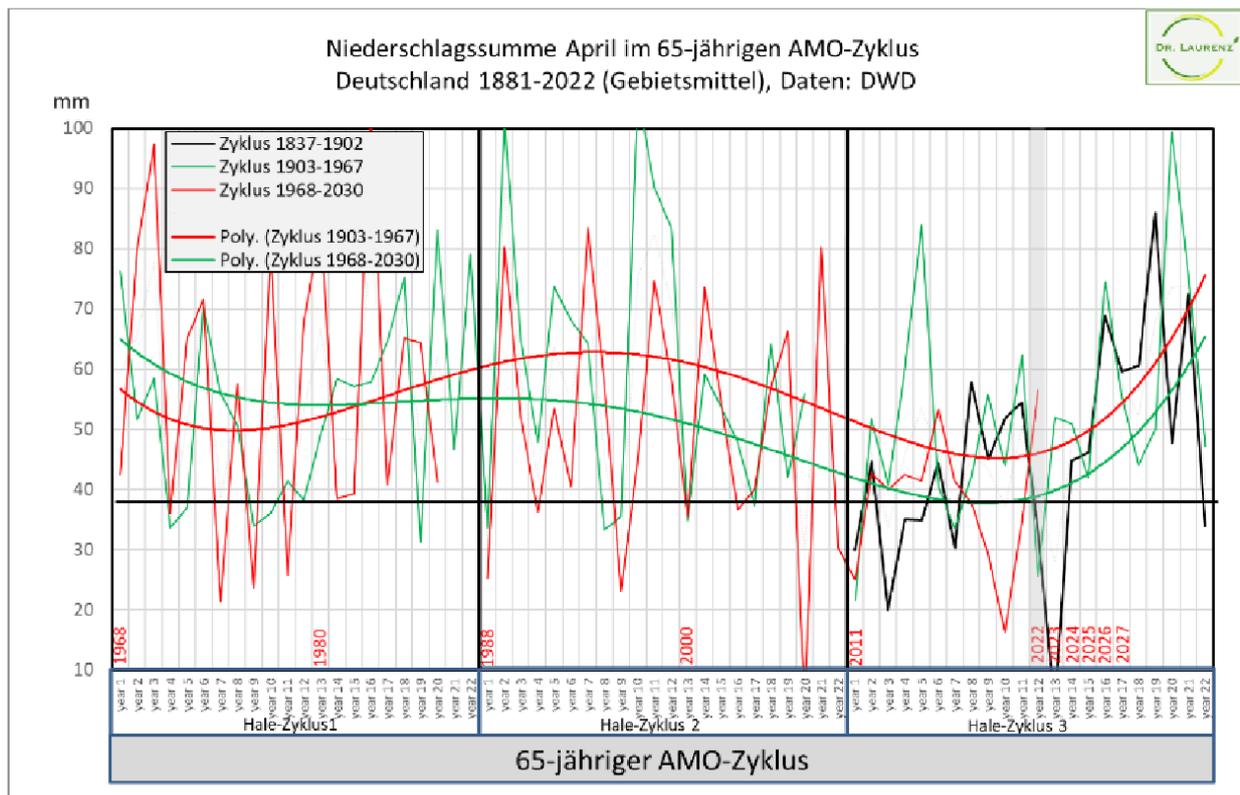


Abbildung 10: Trend des April-Niederschlags in Deutschland seit 1881 im ca. 65-jähr. AMO-Zyklus

Der Niederschlagstrend folgt in allen drei Zyklen einem gemeinsamen Trend. In der ersten Hälfte des dritten Hale-Zyklus liegt die Niederschlagssumme in den drei Zyklen (schwarz, grün, rot) um fast 20 mm

bzw. ein Drittel niedriger als in der davor oder danach liegenden Zykluszeit. In den kommenden fünf Jahren dürfte sich das Niveau der Aprilniederschlagssumme wieder normalisieren, die Gefahr von Frühsommertrockenheit in Deutschland wieder abnehmen.

## **Warum übersieht der Deutsche Wetterdienst den Einfluss der Ozeanzyklen auf die aktuelle Warmphase in Europa?**

Die Verknüpfung zwischen AMO- und WHWP-Zyklen mit dem Temperaturtrend in Deutschland bzw. Europa ist in der Literatur umfangreichst beschrieben und in den Darstellungen in diesem Beitrag unübersehbar. So verwundert, dass der fast vollständig von Steuermitteln abhängige Deutsche Wetterdienst in seinem letzten Jahresbericht kein Wort über Ozeanzyklen verliert, die Erwärmung praktisch allein mit anthropogenem Einfluss begründet (Klimatologischer Rückblick auf 2022). Hier ein kleiner Ausschnitt der Zusammenfassung:

*„Seit dem Jahr 1881 haben wir nun einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur in Deutschland von 1,7 Grad. Dieser lässt sich nur durch den menschengemachten Klimawandel erklären. Seit Anfang der Siebziger Jahre hat sich dieser Erwärmungstrend deutlich beschleunigt und es gibt keinen Grund anzunehmen, dass sich dieser in den nächsten Jahren verlangsamen wird. Wir erleben inzwischen Hitzeperioden und -intensitäten, die wir aus den Klimamodellen eigentlich erst in ein paar Jahrzehnten erwartet hätten. Dies alles muss für uns eine starke Motivation sein, den Klimaschutz in Deutschland und global bedeutend stärker voranzutreiben, denn Anpassung ist viel teurer und selbst bei uns nur begrenzt möglich.“*