

Verborgene Zyklen und der Einfluss der NAO in Klimadaten: Eine Fourier-Analyse

Aarvalan Saravanaperumal
Betreut durch Lukas Zuberbühler
Kantonsschule Zürich Nord
a.saravanaperumal@hotmail.com

1 Einführung

Wetterveränderungen wirken oft zufällig, doch hinter den Schwankungen von Temperatur und Niederschlag verbergen sich regelmässige Zyklen, die durch klimatologische Faktoren entstehen. Um sie sichtbar zu machen, sind mathematische Methoden erforderlich. Eine solche Methode ist die Fourier-Analyse. Abbildung 1 zeigt eine Zeitreihe mit schwer erkennbaren Zyklen, während Abbildung 2 die durch die Fourier-Analyse entdeckten Zyklen darstellt. [2]

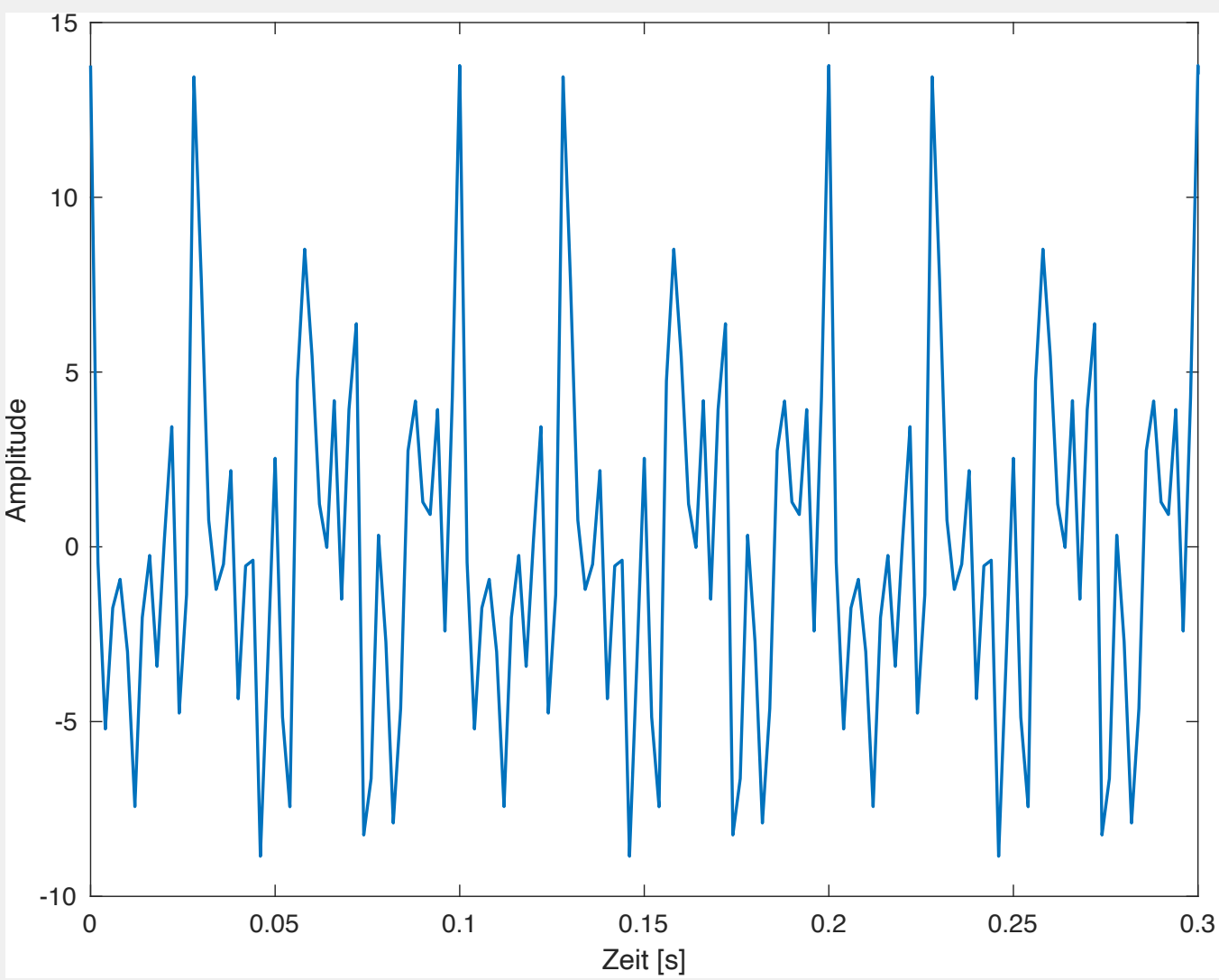


Abbildung 1: Zeitreihe mit verborgenen Zyklen. (eigene Abbildung)

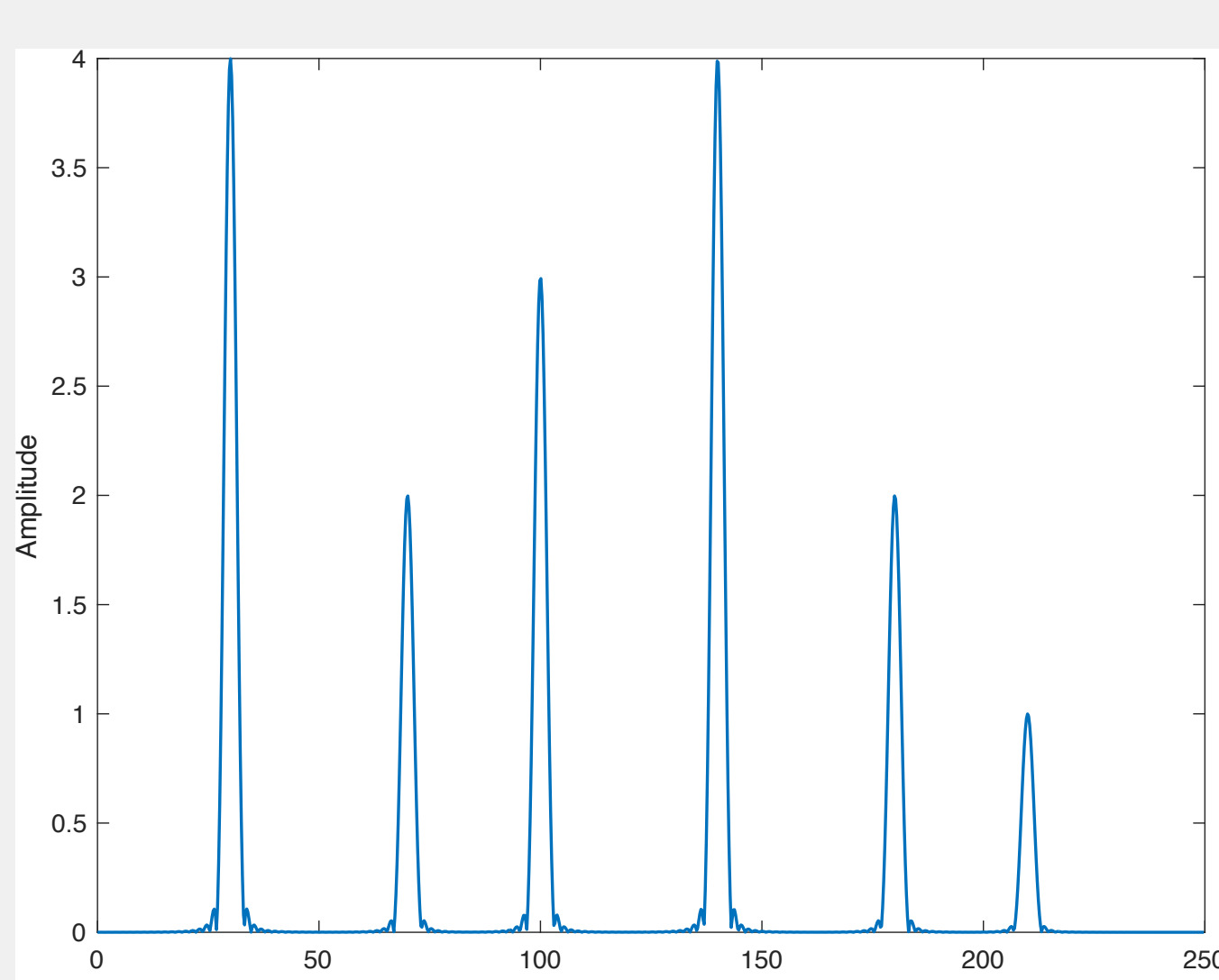


Abbildung 2: Identifizierte Zyklen. (eigene Abbildung)

Ein besonders wichtiger klimatologischer Faktor, der solche Zyklen im europäischen Raum prägt, ist die Nordatlantische Oszillation (NAO) [4]. Die NAO beschreibt die Schwankungen im Luftdruck über dem Nordatlantik [4]. Mit der Fourier-Analyse lassen sich auch die Einflüsse der NAO auf das Wetter detailliert analysieren. Abbildungen 3 und 4 zeigen die NAO und ihre Grosswetterlagen bei starker und schwacher Ausprägung

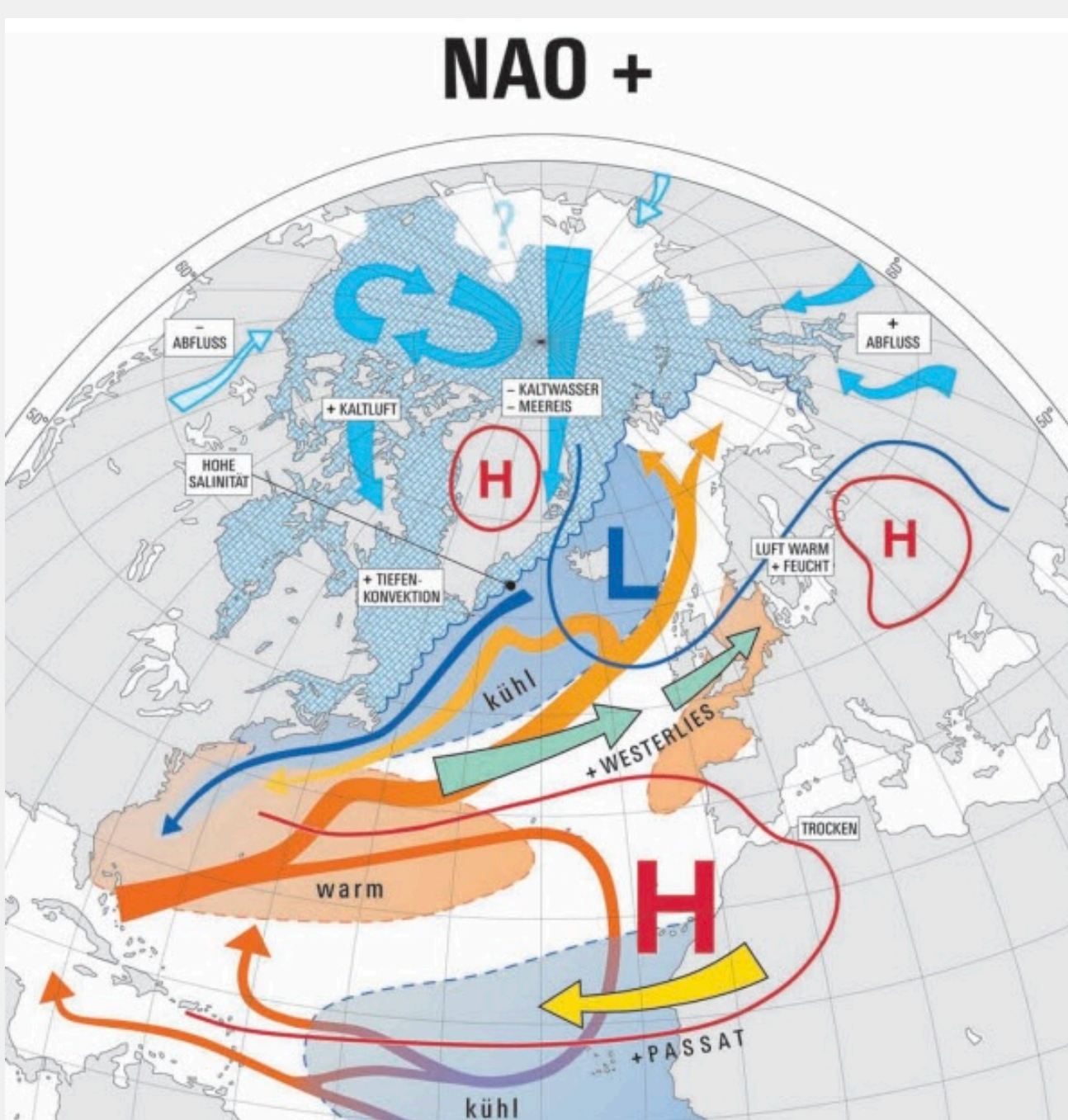


Abbildung 3: NAO-Grosswetterlage während starker Ausprägung. [1]

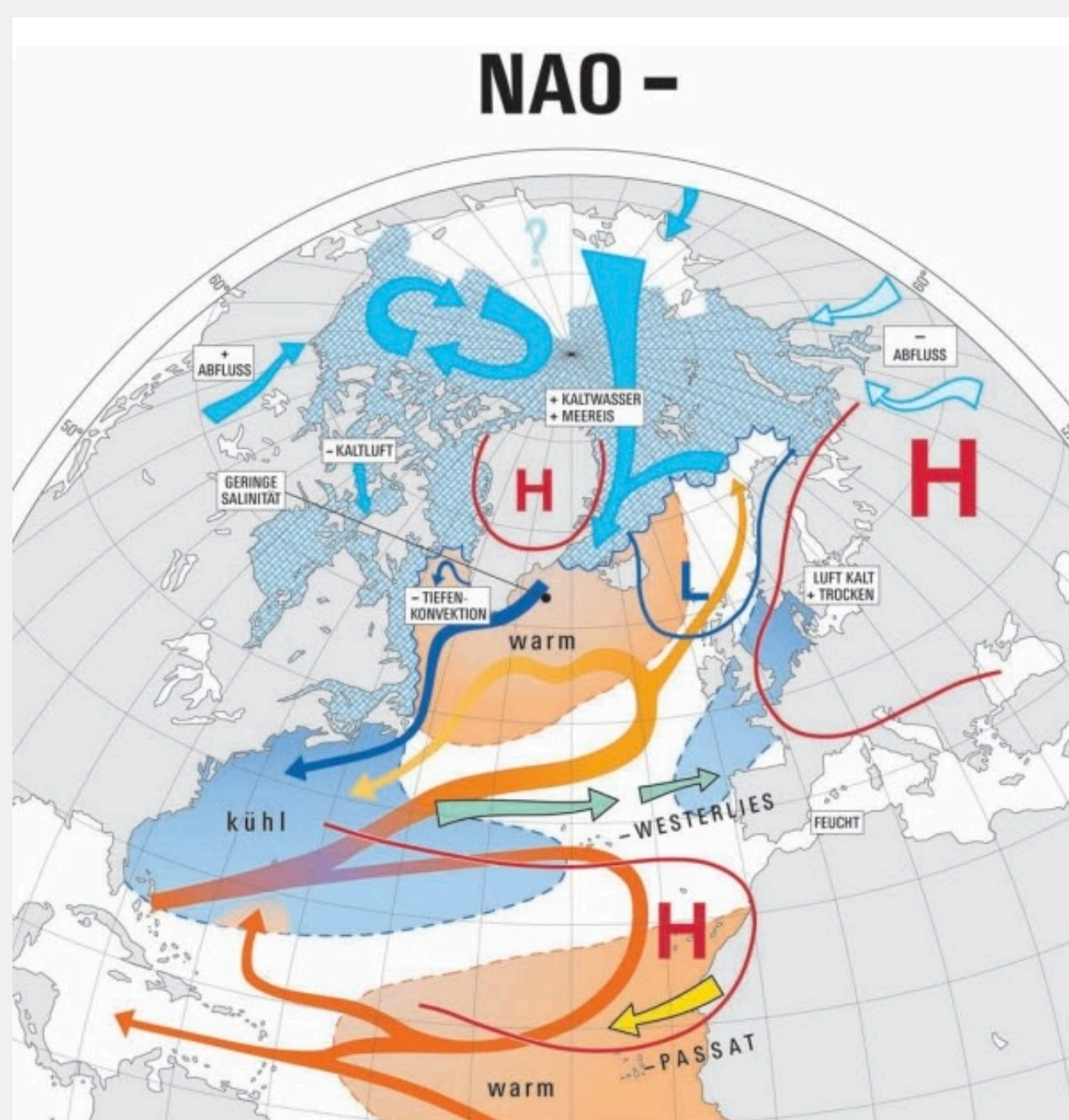


Abbildung 4: NAO-Grosswetterlage während schwacher Ausprägung. [1]

2 Leitfragen & Methodik

Mithilfe folgender Leitfragen wurde das Thema dieser Arbeit systematisch bearbeitet:

1. Wie kann die Fourier-Analyse verwendet werden, um Zyklen in den Temperatur- und Niederschlagsdaten sowie im NAO-Index zu identifizieren?
2. Inwiefern korrelieren die Frequenzspektren der Temperatur- und Niederschlagsdaten mit den Frequenzspektren des NAO-Index?
3. Wie lässt sich eine mögliche Korrelation erklären?

Abbildung 5 zeigt das konkrete Verfahren zur Verarbeitung der Rohdaten, das die Grundlage für die folgenden Resultate und die Diskussion bildet.

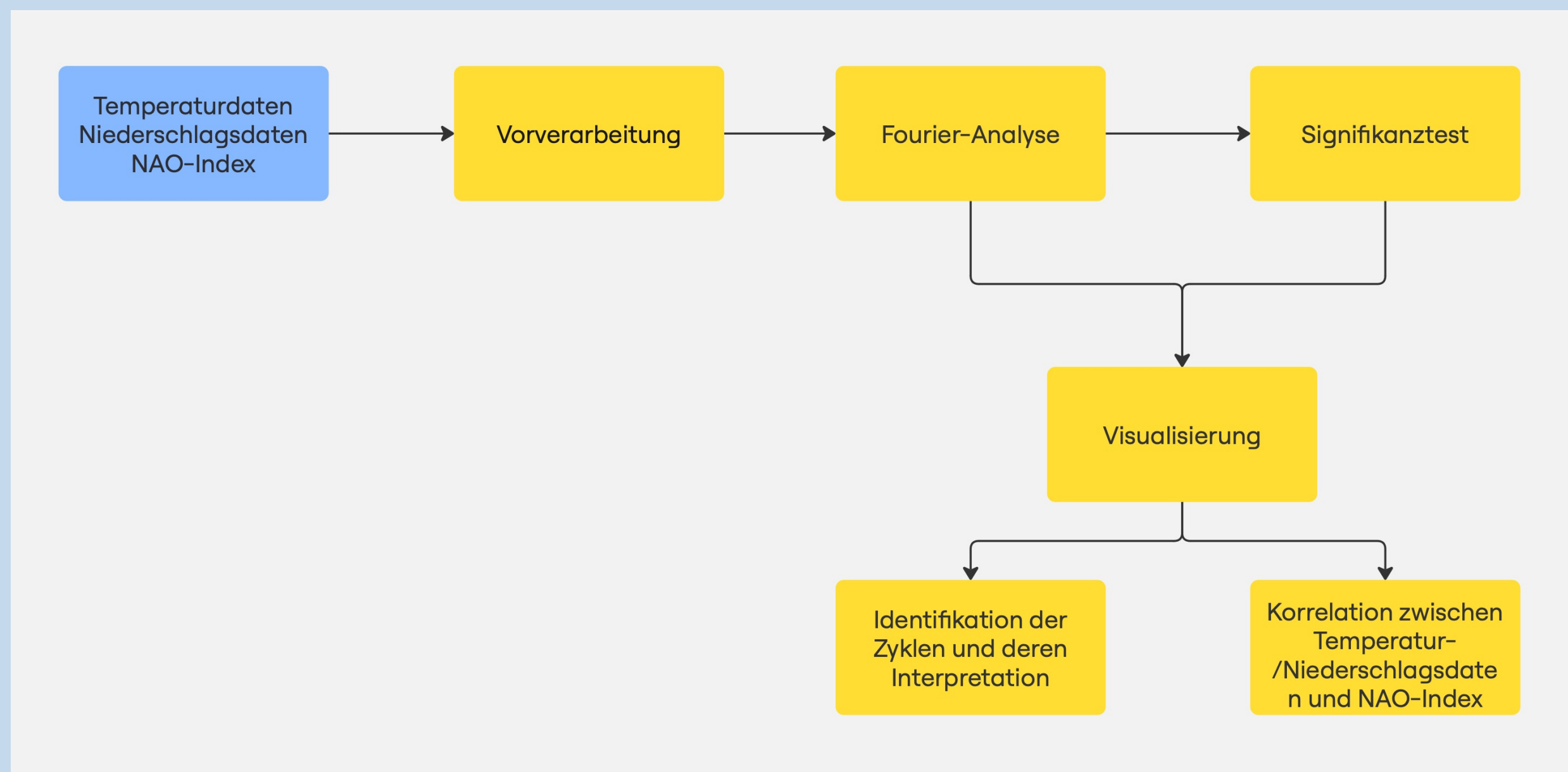


Abbildung 5: Flussdiagramm zur Vorgehensweise. (eigene Abbildung)

3 Resultate

Nachfolgend kommen beispielhafte Abbildungen der umfangreichen Resultate dieser Arbeit:

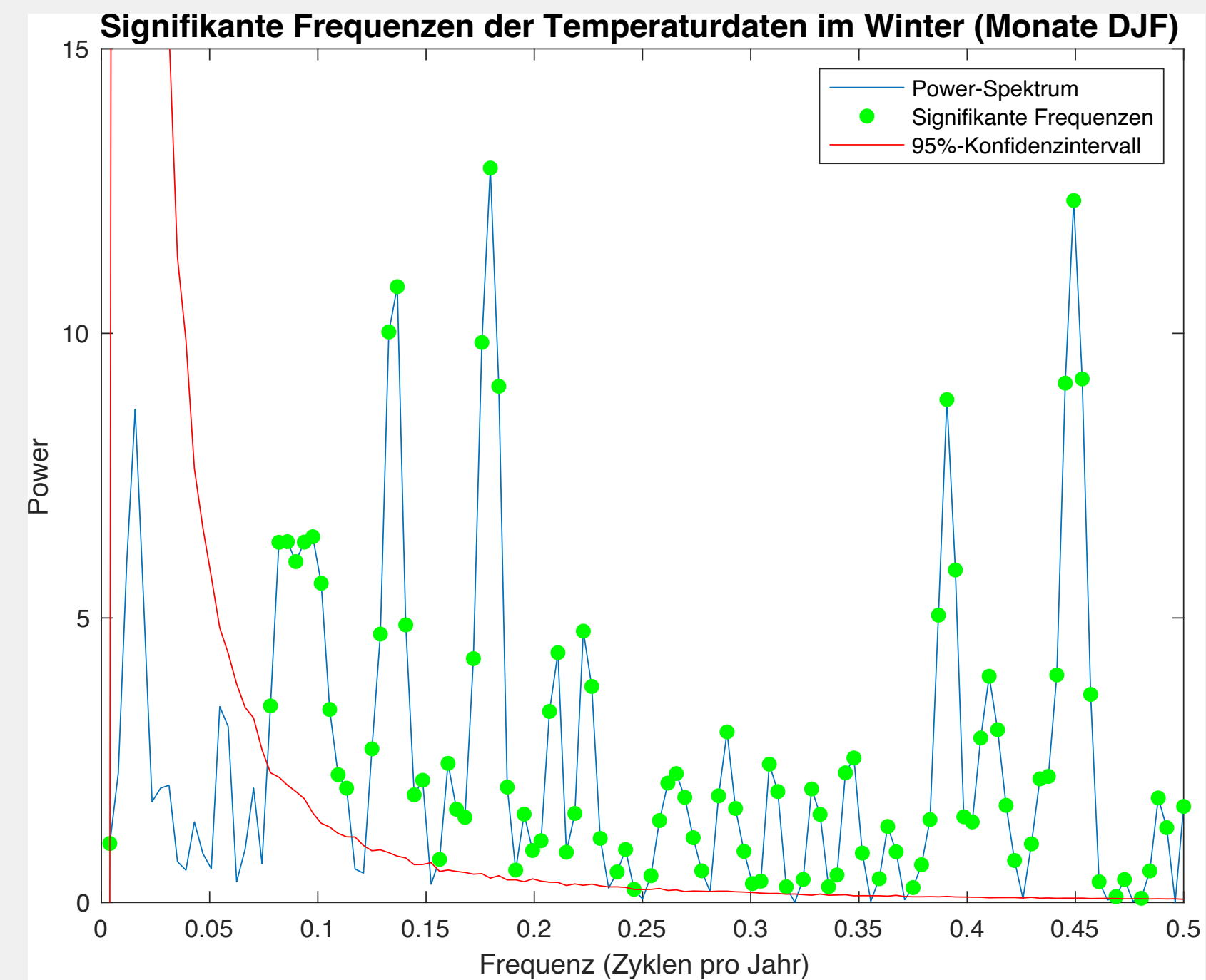


Abbildung 6: Frequenzspektrum der Temperaturdaten im Winter. (eigene Abbildung)

Die Basis für die Beantwortung der ersten Leitfrage boten Abbildungen wie Abbildung 6. Sie zeigt exemplarisch klare, statistisch signifikante Peaks in den Temperaturdaten im Winter.

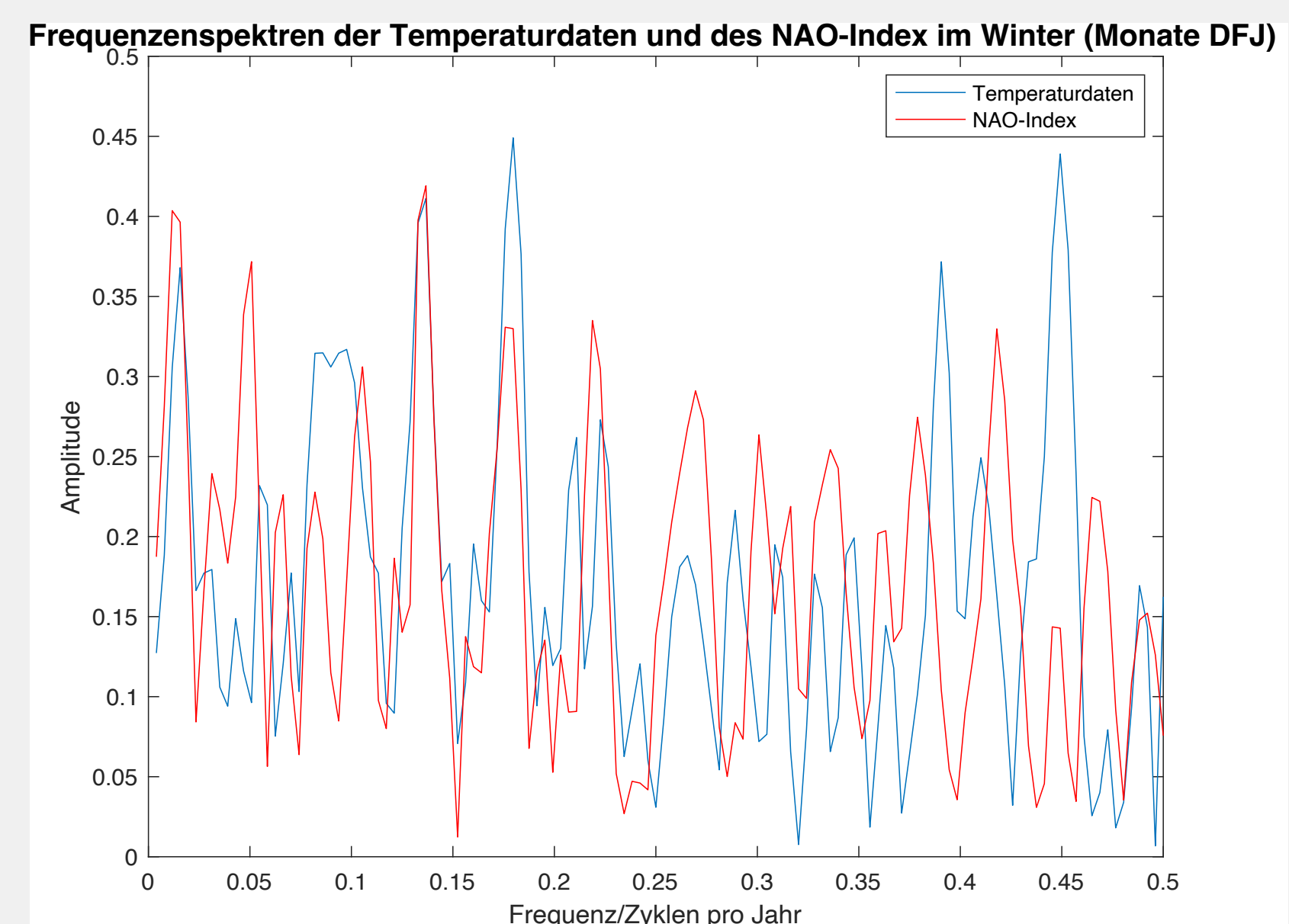


Abbildung 7: Frequenzspektren der Temperaturdaten und des NAO-Index im Winter. (eigene Abbildung)

Die zweite und dritte Leitfrage wurden mithilfe von Abbildungen wie Abbildung 7 analysiert. Sie zeigt exemplarisch für den Winter eine ausgeprägte Korrelation zwischen den Frequenzspektren der Temperaturdaten und des NAO-Index.

4 Diskussion

Anhand der gewonnen Resultate konnten nun alle Leitfragen genau beantwortet werden:

Leitfrage 1: In allen Datensätzen und Jahreszeiten konnten, in unterschiedlicher Ausprägung, signifikante Peaks identifiziert werden, die den gesuchten Zyklen entsprechen. Ihre Verteilung und relative Häufigkeit wurden zudem genauer analysiert.

Leitfrage 2+3: Die durch die Analyse der Korrelationen gewonnenen Erkenntnisse zeigen, dass der Einfluss der NAO auf Temperatur und Niederschlag grösstenteils mit der Fachliteratur übereinstimmt:

- Die NAO beeinflusst die Temperatur stärker als den Niederschlag, auch wenn dies in den Resultaten teils nur in schwachen Korrelationen ersichtlich war. [3]
- Der stärkste Einfluss der NAO auf die Temperatur zeigt sich im Winter, während für den Niederschlag aufgrund der Resultate keine eindeutige Aussage getroffen werden kann. [6] [5] [3]
- Der Einfluss der NAO zeigt sich tendenziell in niedrigeren Frequenzbereichen, also in längerfristigen Zyklen.

Ein möglicher Ausblick für weiterführende Arbeiten wäre die Anwendung eines Spektrogramms zur Analyse des Klimawandels oder die Untersuchung zusätzlicher Standorte.

Quellenverzeichnis

- [1] Die Nordatlantische Oszillation (NAO). *PROMET*, 2008.
- [2] Robin Crockett. *A Primer on Fourier Analysis for the Geosciences*. Cambridge University Press, 2 2019.
- [3] James W. Hurrell. Decadal Trends in the North Atlantic Oscillation. *Science*, 269, 1995.
- [4] James W. Hurrell, Yochanan Kushnir, Geir Ottersen, and Martin Visbeck. *The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact*. American Geophysical Union (AGU), 2003.
- [5] Frank Lunkeit. Einfluss des Ozeans auf die Nordatlantische Oszillation und die Bedeutung für das Klima in Europa. *Warnsignal Klima: Die Meere - Änderungen Risiken*, 2011.
- [6] Ricardo M. Trigo, Timothy J. Osborn, and Joao M. Corte-Real. The North Atlantic Oscillation influence on Europe: climate impacts and associated physical mechanisms. *Climate Research*. 20, 2002.