

BACHELORARBEIT

Arbeitstitel: Eisenhypothese Dust-Event 2009

Marco Schulz - Matrikelnummer 7345692

Fassung vom 05.03.2021



Institut für Geophysik und Meteorologie
Universität zu Köln

Erstgutachter: Prof. Yaping Shao (yshao@meteo.uni-koeln.de)

Zweitgutachter: Prof. Joachim Saur (saur@geo.uni-koeln.de)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Theorie	3
2.1. Kohlendioxid und Klima	3
2.2. Eisenhypothese	3
2.2.1. Düngung funktioniert nicht	3
2.2.2. Biologische Pumpe	4
2.3. Staubkreislauf	4
2.3.1. Staubquellen in Australien	4
2.3.2. Eisen in Staub	4
2.3.3. Emissions- und Depositionsmodelle	4
2.4. Wind und Oberflächenströmungen	4
2.5. Dust-Event Australien 2009	5
3. Methoden	5
3.1. WRF Modell	5
3.2. Datensätze	5
3.3. EOF?	5
3.4. Riegers Principal Components?	5
4. Auswertung und Diskussion	5
5. Zusammenfassung und Ausblick	5
A. Anhang	7
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	7
B. Danksagung	7

Das kann ich erst am Ende schreiben!

1. Einleitung

Klima verändert sich. Aktuell Eiszeitalter. Glaziale, Interglaziale abwechselnd. Bekannt (aus Eisbohrkernen), dass geringe CO₂-Konzentration in Atmosphäre während Glazialen. Deckt sich mit den geringen Temperaturen. Wohin das ganze CO₂? Phytoplankton sorgt für 50% des jährlichen CO₂-Austauschs (**Shao.2011**). Phytoplankton benötigt CO₂ zum Wachsen, wodurch dieses zu Biomasse konvertiert wird. Somit bei erhöhten Phytoplankton weniger CO₂. Warum wächst Phytoplankton dann nicht beständig, bis alles CO₂ aufgebraucht? Weitere limitierende Faktoren, da zur Fotosynthese weitere Nährstoffe benötigt werden. Nitrat und Phosphate als Nährstoffe, auch von Tiefsee. Martin und Fitzwater (**Martin.1988**) zeigen, dass Eisen limitierender Faktor. Eiseneintrag hauptsächlich aus Staub. Wenige Staubquellen in Südhemisphäre bzw. südl. Ozean (vgl. China/Sahara). Dadurch Eisenmangel, hingegen reich an Nitraten und Phosphaten aufgrund Upwelling (aufgrund Ekmantransport der zyklonalen Zirkumpolarströmung). Falls dann doch größere Eisendeposition, Phytoplankton-Blüten. Dies als mögliche Erklärung für geringe CO₂-Konzentrationen während Glazialen (Modelle zeigen, dass dies ungefähr die Hälfte des CO₂ Rückgangs erklären könnte. Wenn diese Hypothese angenommen, dann bei größeren Staub-Events (kleine Zeitskala) vermehrtes Phytoplankton Wachstum wahrscheinlich. Ein großes Event 2009 in Australien. Dieses soll in dieser Arbeit genauer untersucht werden. Abgleich Staub- bzw. Eisendeposition mit Entwicklung Phytoplankton (bzw. Chlorophyll- α). Dazu benutze Kölner WRF-Staub-Weiterentwicklung. Vergleich mit Satellitenbildern. Nutze verschiedene Verfahren der Statistik. Berücksichtige Ozeanzirkulation und Wind. Falls Zusammenhang gezeigt werden kann dann Hypothese wahrscheinlich. Wäre weiteres Indiz für Eisenhypothese. Wurde schonmal gemacht (**Gabrie.2016**). Prüfung des Kölner Modells. Zusammenhang \Rightarrow ggf. ebenfalls Hinweis dass Modell gut.

2. Theorie

2.1. Kohlendioxid und Klima

2.2. Eisenhypothese

Andere Nährstoffe für Phytoplankton können durch aufsteigendes Tiefenwasser bereitgestellt werden. Eisen und Mangan werden hingegen hauptsächlich durch äolischen Staub eingebracht. Verweildauer von etwa 6 Monaten in oberflächennahem Wasser bis ca. 150m Tiefe (**Hayes.2015**). Insbesondere im südlichen Ozean kann auch Mangan limitierender Faktor sein (**Browning.2021**).

2.2.1. Düngung funktioniert nicht

verschiedene Ursachen. Verweilzeit in Oberflächenwasser (**Hayes.2015**). Aufnahmefähigkeit / Rezeptivität ist saisonal variabel (**Gabrie.2016**), Sekundärquelle

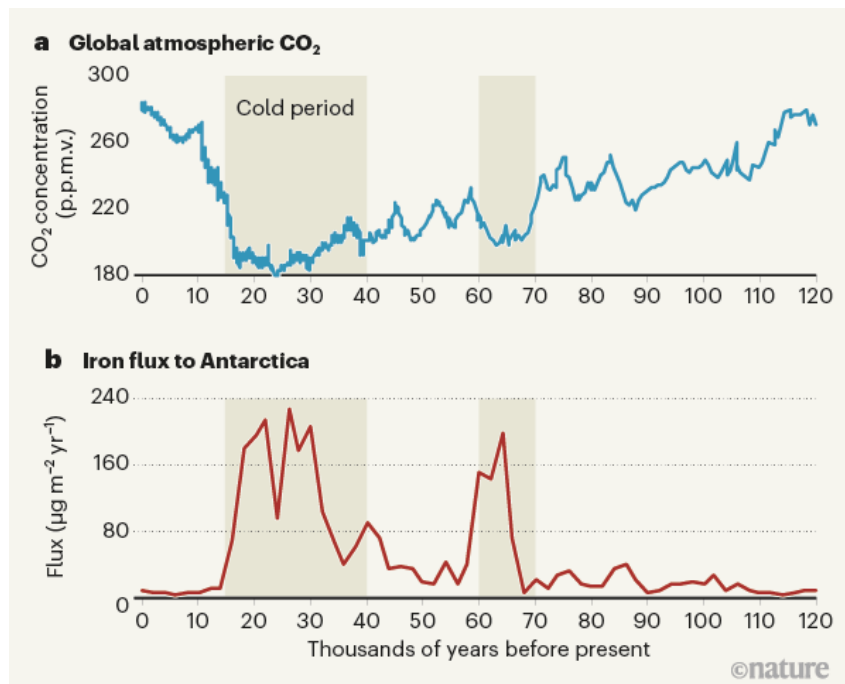


Abbildung 2.1: Antikorrelation von **a** globaler CO₂ Konzentration und **b** Eisendeposition in der Antarktis

2.2.2. Biologische Pumpe

Niedriger Sauerstoffgehalt in der Tiefsee weist auf starke biologische Pumpe hin (dortige durch mehr absinkendes Plankton angereicherte Organismen verbrauchen mehr Sauerstoff)

2.3. Staubkreislauf

wichtige Verbindung zu Energie- und Kohlenstoffkreislauf (Shao.2011)

2.3.1. Staubquellen in Australien

größte Teil Zentralaustralien (Shao.2011) siehe auch Lake Eyre basin

2.3.2. Eisen in Staub

2.3.3. Emissions- und Depositionsmodelle

ggf. lieber in Kapitel Methoden

2.4. Wind und Oberflächenströmungen

Verkleinerung der Tiefe der Oceanic Mixed Layer von September auf Oktober (Tilburg. 2002) (abchecken, dass der Bloom nicht daher kommt!). Einteilung in *nördlich der Tasmanischen Front* und *südlich der tasmanischen Front*?

2.5. Dust-Event Australien 2009

3. Methoden

hole Zeitreihe Chlorophyll alpha Entwicklung von September bis Oktober (bzw. falls saisonale Veränderung, den Zeitraum, welcher der Kurve Dust-Event-Zeitraums entspricht) gemittelt über bspw. 10 Jahre. Berechne daraus Anomalie 2009 und vergleiche diese mit Staubdeposition.

3.1. WRF Modell

nur kurze Vorstellung, da grundsätzlich nur der Output verwendet werden soll. Vergleich mit von **Gabric.2016** genutztem Modell CEMSYS

3.2. Datensätze

Climate Data Store

3.3. EOF?

3.4. Riegers Principal Components?

Was passiert, wenn ich hier jetzt rumschreibe?

4. Auswertung und Diskussion

5. Zusammenfassung und Ausblick

Literatur

- Anderson.2005** Robert Anderson und Gideon Henderson. „PROGRAM UPDATE — GEOTRACES—A Global Study of the Marine Biogeochemical Cycles of Trace Elements and Their Isotopes“. In: *Oceanography* 18.3 (2005), S. 76–79. DOI: 10.5670/oceanog.2005.31.
- Browning.2021** Thomas J. Browning et al. „Manganese co-limitation of phytoplankton growth and major nutrient drawdown in the Southern Ocean“. In: *Nature communications* 12.1 (2021), S. 884. DOI: 10.1038/s41467-021-21122-6.
- ESR.2009** ESR. *OSCAR third degree resolution ocean surface currents*. 2009. DOI: 10.5067/OSCAR-03D01.
- Gabric.2016** A. J. Gabric et al. „Tasman Sea biological response to dust storm events during the austral spring of 2009“. In: *Marine and Freshwater Research* 67.8 (2016), S. 1090. DOI: 10.1071/MF14321.
- Hayes.2015** Christopher T. Hayes et al. „Thorium isotopes tracing the iron cycle at the Hawaii Ocean Time-series Station ALOHA“. In: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 169 (2015), S. 1–16. DOI: 10.1016/j.gca.2015.07.019.
- Martin.1988** John H. Martin und Steve E. Fitzwater. „Iron deficiency limits phytoplankton growth in the north-east Pacific subarctic“. In: *Nature* 331.6154 (1988), S. 341–343. DOI: 10.1038/331341a0.
- Martin.1990** John H. Martin. „Glacial-interglacial CO₂ change: The Iron Hypothesis“. In: *Paleoceanography* 5.1 (1990), S. 1–13. DOI: 10.1029/PA005i001p00001.
- Shao.2011** Yaping Shao et al. „Dust cycle: An emerging core theme in Earth system science“. In: *Aeolian Research* 2.4 (2011), S. 181–204. DOI: 10.1016/j.aeolia.2011.02.001.
- Stoll.2020** Heather Stoll. „30 years of the iron hypothesis of ice ages“. In: *Nature* 578.7795 (2020), S. 370–371. DOI: 10.1038/d41586-020-00393-x.
- Tagliabue.2017** Alessandro Tagliabue et al. „The integral role of iron in ocean biogeochemistry“. In: *Nature* 543.7643 (2017), S. 51–59. DOI: 10.1038/nature21058.
- Tilburg.2002** Charles E. Tilburg et al. „Ocean color variability in the Tasman Sea“. In: *Geophysical Research Letters* 29.10 (2002), S. 125-1-125-4. DOI: 10.1029/2001GL014071.

A. Anhang

Abbildungsverzeichnis

2.1. Antikorrelation von a globaler CO ₂ Konzentration und b Eisendeposition in der Antarktis	4
---	---

Tabellenverzeichnis

B. Danksagung