

---

# Vernichtet der Klimawandel die Korallenriffe der Welt? Das Beispiel des Great Barrier Reefs



Luftaufnahme des Great Barrier Reefs

## **Seminararbeit** Gymnasium Grootmoor

S4 Physikprofil – Fr. Hatten

Autoren: Insa Reimers, Adrian Kortmann, Florian Lehmann

**Februar 2014**

---

## Inhalt

1) Einleitung	S.3
2) Korallen	S.4
2.1) Great Barrier Reef	S.5
3) Phänomene in Riffen, die durch den Klimawandel verursacht werden	S.5
3.1) Korallenbleiche	S.5
3.2) El Nino	S.7
3.3) Versauerung	S.8
4) Andere Gefahren des Klimawandels	S.11
4.1) Tropenstürme	S.11
4.2) Fortpflanzung der Korallen	S.11
4.3) Anstieg des Meeresspiegels	S.12
5) Feinde	S.12
6) Datenauswertung	S.14
7) Fazit	S.18
8) Quellen	S.19

---

## 1 Einleitung

Der Klimawandel, der seit Mitte des 20. Jahrhunderts durch den zunehmenden Anstieg der Durchschnittstemperaturen der Meere und Atmosphäre zu beobachten ist, hat Einfluss auf die Natur und damit auch auf den Menschen. Seine Folgen zeigen sich an den Polen, an denen das Eis zu schmelzen beginnt, ebenso wie an starken Wetterschwankungen in Südamerika oder in Biotopen wie den hier behandelten Korallenriffen. Korallen liegen den Menschen vor allem aus touristischen Gesichtspunkten am Herzen, doch ihr Sterben hat viel weitreichendere Folgen.

Unsere Seminararbeit, die sich mit dem Thema und der Leitfrage „Vernichtet der Klimawandel die Korallenriffe der Welt? Das Beispiel des Great Barrier Reefs“ befasst, soll die Folgen verdeutlichen. Zuerst werden wir Korallen im Allgemeinen vorstellen, damit man eine Vorstellung von dem Leben dieser Lebewesen bekommt. Nachfolgend werden wir das Great Barrier Reef mit seiner Artenvielfalt und Besonderheit genauer vorstellen.

Da wir unsere Arbeit auf die Themen Klimawandel und Korallenriffe stützen, werden wir die Gefahren, die durch den Klimawandel für Korallen entstehen - wie die Erwärmung und die Versauerung der Ozeane, den Meeresspiegelanstieg und die Verstärkung der Tropenstürme - genauer erläutern. Am Ende unserer Seminararbeit folgt eine Auswertung von Daten des Klimaszenarios A1B, um die Auswirkungen des Klimawandels zu erfassen und ein nachfolgendes zusammenfassendes Fazit.

---

## 2 Korallen

Korallen sind hochempfindliche, sensible Nesseltiere, welche Kolonien bilden und an den tropischen Küsten vorzufinden sind. Derzeit säumen sie etwa ein Viertel der Küsten weltweit [Quelle 2].

Oft werden Korallenriffe aufgrund ihrer großen Artenvielfalt als Regenwälder der Ozeane bezeichnet. Korallen existieren in Meeren mit Wassertemperaturen von 20°C bis 30°C und bestehen aus winzigen Korallenpolypen (Abb. 1), welche mit verschiedenen einzelligen Algen, den so genannten Zooxanthellen, eine Symbiose eingehen [Quelle 2, 3], also eine Lebensgemeinschaft, aus welcher beide Partner Vorteile davontragen. In dieser Symbiose sorgen die Zooxanthellen für die Energieversorgung der Polypen, indem sie Wasser und Kohlendioxid verarbeiten und Kohlenhydrate, also Zucker, und Sauerstoff freisetzen. Dieser Vorgang nennt sich Photosynthese. Des Weiteren verleihen die Zooxanthellen den Korallen ihre Farbe. Der Vorteil, der für die Zooxanthellen besteht, liegt darin, dass die Polypen den Zooxanthellen einen Lebensraum und Schutz bieten [Quelle 11, 12].

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit sowie die Wachstumsgeschwindigkeit von Korallen hängen stark von der Wassertemperatur ab, denn bei starker Hitze können sie sich ebenso wie bei Kälte kaum fortpflanzen [Quelle 22, 2].



Abbildung 1: Bild eines gesunden Korallenriffs mit blauem Seestern darin

---

## 2.1 Great Barrier Reef

Das Great Barrier Reef wurde 1770 vom britischem Seefahrer James Cook entdeckt. Es liegt im Südpazifik nordöstlich von Australien an der Ostküste des Bundesstaats Queensland (Abb. 2). Es hat eine Länge von 2.300 Kilometern und beansprucht eine Gesamtfläche von 347.800 km<sup>2</sup> und ist somit das größte Korallenriff der Erde. Es besteht aus 2.900 einzelnen Riffen und ca. 100 Inseln. Somit ist das Great Barrier Reef die größte von Lebewesen geschaffene Struktur auf der Erde.

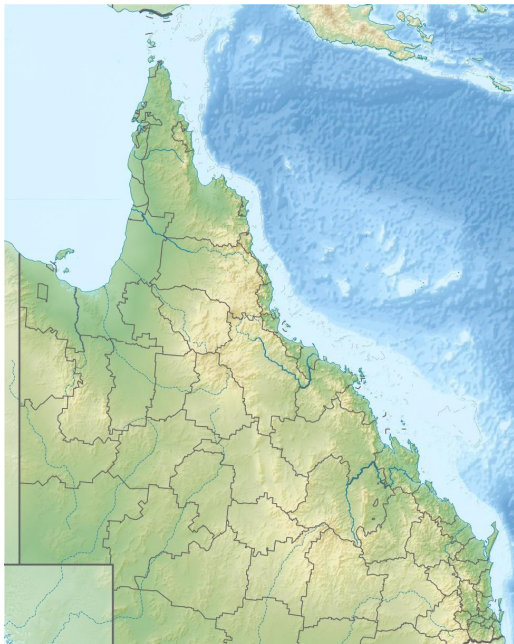


Abb. 2: Geographische Lage des Great Barrier Reefs

Insgesamt leben in diesem Riff mehr als 440 verschiedene Korallenarten. Zudem gibt es in diesem Lebensraum über 1500 verschiedene Fisch- und Schwammarten, 5000 verschiedene Weichtiere, 800 verschiedene Arten von Stachelhäutern und 500 verschiedene Arten von Seetang [Quelle 24].

Im Jahr 1981 wurde es deswegen auch von der UNESCO zu einem Weltnaturerbe erklärt. Diese Vielfalt lässt sich in Abb.1 erahnen und bewirkt eine hohe touristische Attraktivität.

Das Great Barrier Reef ist aber in Gefahr. Durch den Klimawandel ist in den letzten 27 Jahren schon die Hälfte aller Koralle abgestorben [Quelle 18]. Setzt sich der Klimawandel wie bisher fort, wird der Korallenstand bis 2022 auf 5 Prozent geschrumpft sein. Ursachen

dieses Sterbens sind stärker auftretende Tropenstürme, die Erwärmung der Ozeane und damit die eingehende Korallenbleiche sowie die Versauerung der Meere und die explosionsartige Vermehrung der Dornenkronenseesterne [Quelle 9].

## 3 Phänomene in Riffen, die durch den Klimawandel verursacht werden

### 3.1 Korallenbleiche

Unter der Korallenbleiche versteht man das Weißfärben der Korallen und das daraus resultierende Absterben der Korallen (Abbildung 3). Erstmals entdeckt wurde dieses Phänomen in den 70er Jahren. Wenn die vorherrschende Meerestemperatur nur um 1°C ansteigt (1°C höher als der Temperaturdurchschnitt des wärmsten Monats), verfallen die Zooxanthellen in Stress und in Folge dessen in eine sogenannte Schockstarre, was dazu führt, dass die Zooxanthellen anstatt Zucker und Sauerstoff giftige und sehr aggressive Sekrete ausstoßen [Quelle 2, 3]. Die empfindlichen Korallen stoßen daraufhin die Zooxanthellen ab, um sich zu schützen. Dadurch zerbricht jedoch die symbiotische Gemeinschaft und die Koralle verliert ihren Energie- und Nahrungslieferanten. Durch das Fehlen des Farbträgers wird die Koralle farblos. Manche Korallen verlieren nicht komplett ihre

---

Färbung. Dies liegt jedoch nicht daran, dass die Koralle eine Eigenfarbe besitzt, sondern dass noch einige wenige Algen in ihr weiterleben. Nach kurzer Zeit verfärbt sich der Korallenstock, also die „versteinerte“ Koralle wird weiß – sie ist nun ausgebleicht. Die zurückgebliebenen Kalkskelette der Korallen werden nach dem Absterben meist von Schleimalgen und verschiedenen Schwämmen befallen, was die Rehabilitationsmöglichkeit der Korallen fast komplett erlöschen lässt. Erhöhte Wassertemperaturen jagen jedoch nicht nur die Algen fort, sondern locken auch Bakterien, Viren und Pilze an, welche dann die Korallen befallen und meist unbekannte Krankheiten auslösen. Diese breiten sich dann auf die umliegenden Korallen aus und können für ein Absterben dieser sorgen.

Nicht nur die Wassertemperatur hat Auswirkung auf die Korallenbleiche, sondern auch eine erhöhte UV-Strahlung und der Mensch. Viele Menschen kippen ihre Chemieabfälle in das Wasser, da dies die kostengünstigste Entsorgung ist. Dabei vergessen die Menschen leider, dass dies verheerende Folgen für das komplette Ökosystem Meer hat. Nicht nur Fische sterben ab, sondern auch Algen und Korallen.



Abbildung 3: Bild eines von der Korallenbleiche betroffenen Riffs;

Eine Korallenbleiche breitet sich seuchenartig aus. Bereits 70 Prozent der Malediven, 75 Prozent der Seychellenriffe und 80 Prozent des Kenianischen Korallenriffes sind von der Korallenbleiche betroffen. Weltweit sind nach Meldung des 9. International Coral Reef Symposium im Oktober 2000 bereits über 27 Prozent aller Riffe zerstört.

Der Wiederaufbau zerstörter Korallen erweist sich als schwer und problematisch, da der pH-Wert des Meeres durch einen erhöhten  $\text{CO}_2$  Gehalt der Atmosphäre gesenkt wird. Dies verhindert die Kalkbindung, die für den „Wiederaufbau“ einer Koralle benötigt wird. Und diese Veränderung nimmt stetig zu. Forscher behaupten, dass bereits 2100 die Koralle weitgehend verschwunden sein wird. Ein Wiederaufbau der bereits zerstörten aber nicht verlorenen Korallen würde hunderte von Jahren in Anspruch nehmen. Die Bedingungen in den Meeren dafür sind bei immer weiter steigenden Temperaturen schlecht.

Doch nicht nur die Unterwasserwelt ist von dem Korallensterben betroffen, sondern auch die Menschen. Zur heutigen Zeit ist es möglich, aus Korallen medizinische Stoffe herzustellen. Außerdem gelten sie als Wellenbrecher, die die Küste schützen,  $\text{CO}_2$ -Speicher und als Wirtschaftszweig. Durch den Tourismus an korallenreichen Küsten werden bereits von 1,5 Milliarden bis zu 140 Milliarden US-Dollar vor der Karibikküste erwirtschaftet. Und auch für die Einheimischen sind die Korallen wichtige Nahrungs- und Geldlieferanten. Die in den Korallen lebenden Fische bieten den Menschen die benötigten Proteine. Die Fischer leben teilweise selbst von ihren Fängen, teilweise verkaufen sie

---

diese jedoch auch. In der „dritten Welt“ macht der Fischfang und -verkauf bereits ca. 500 Milliarden US-Dollar aus. Würde diese Geld- und Nahrungsquelle durch das Korallensterben erliegen, würde die Existenz vieler Millionen Menschen gefährdet sein und sie würden hungern müssen. Die betroffenen Länder würden immer ärmer werden.

### **3.2 El Niño:**

Ein El Niño beschreibt die Wechselwirkung von Meer und Atmosphäre. Geläufig ist El Niño eher unter der Abkürzung ENSO, welche El Niño/ Southern Oscillation (Südliche Schwankung) bedeutet. Ein El Niño dauert in etwa 9-12 Monate an, selten auch bis zu zwei Jahren.

Normalerweise weht im Pazifik der Südostpassat in Richtung der Innertropischen Konvergenzzone, wodurch der Humboldtstrom angetrieben wird. Dabei wird das Wasser von Südamerika aus nach Indonesien getrieben, wo es sich versammelt und bis zu einem Meter höher ist als vor Ecuador. Während der Reise nach Indonesien erwärmt sich das Wasser durch die Sonneneinstrahlung. Bei Indonesien angekommen konvergiert nun dieses erwärmte Oberflächenwasser und ein Tiefdruckgebiet entsteht. Um den Wasserverlust auszugleichen, steigt vor Südamerika kaltes Wasser auf. Dabei entsteht an der Westküste ein Hochdruckgebiet. Die Luft dieses Hochdruckgebiets strömt in Richtung des Tiefdruckgebietes und die so genannte Walkerzirkulation entsteht.

Wenn ein El Niño auftritt, verändern sich die Klimaverhältnisse des Pazifiks grundlegend. Der Passatwind wird schwächer und dadurch auch der Humboldtstrom, denn sein Antrieb schwächt ab. Das Wasser, welches vor Indonesien angestaut wurde, fließt nun zurück nach Südamerika. Das zurückgeflossene, warme Wasser konvergiert an der Küste Südamerikas anstelle von Indonesien und es entsteht ein Tiefdruckgebiet vor Südamerika und ein Hochdruckgebiet vor Indonesien. Die verschiedenen Strömungsverhältnisse werden in Abbildung 4 dargestellt.

Die Auswirkungen eines El Niño sind verheerend. Aus ursprünglichen Dürreregionen werden Regenregionen und umgekehrt. Das hat zur Folge, dass die Dürrepflanzen ertrinken und die Pflanzen, die humides Klima gewöhnt sind, vertrocknen. Dadurch ändern sich die Nahrungsverhältnisse der Tiere an Land. Aber auch die Meeresbewohner sind von den Veränderungen betroffen, denn die Fische ziehen mit dem warmen Wasser um, da sie poikilotherm und somit abhängig von der Umgebungstemperatur sind.

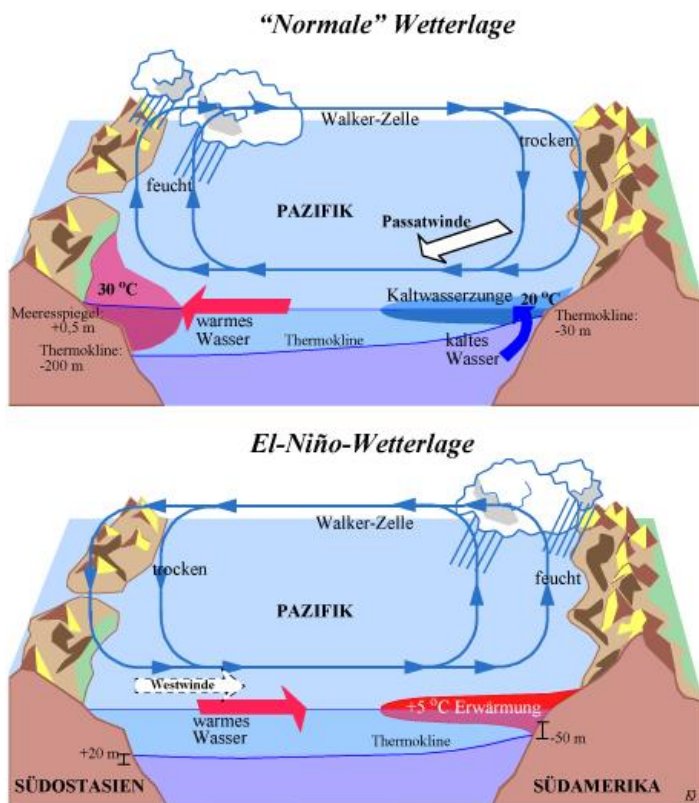


Abb. 4: Zirkulationsverhältnisse über dem Südpazifik normalerweise (oben) und während El Niño (unten).

Wenn ein solcher El Niño auftritt, erhöht sich die Meeresoberflächentemperatur im Südwestpazifik um bis zu 6°C, was für Korallen den sicheren Tod bedeutet, denn das ohnehin schon labile Ökosystem bricht zusammen. 1997/98 war einer der stärksten El Niños zu beobachten. Dieser kam mit solcher zerstörerischen Kraft, dass er die weltweit größte Massenbleiche der Korallen auslöste. Zuerst ging man von einem Einzelfall bei dem Tuamotu-Atoll im Äußeren Süden des Archipels aus, jedoch meldeten kurz danach 32 Staaten und Inselnationen ähnliche massenhafte Korallenbleichen. Dieser El Niño vernichtete in nur neun Monaten etwa 1/6 aller Korallenriffe der Welt und nur die Hälfte davon hat eine Chance auf Rehabilitation [Quelle 1, 4, 14, 15, 16, 17].

Ein El Niño ist ganz klar ein schwerwiegender Einflussfaktor auf die Korallenbleiche. Er löst ein Massensterben der Korallen aus, der mehr ist als nur der „Tropfen, der das Fass zum Überlaufen bringt“.

### 3.3 Versauerung

Die Ozeane auf unserer Erde nehmen mehr als zwei Drittel unseres Planeten ein. Deswegen spielen sie auch eine große Rolle im Klimasystem und dem aktuellen Klimawandel. Durch das Verbrennen von fossilen Energieträgern gelangt Kohlendioxid in die Luft. Seit dem 19. Jahrhundert wurde immer mehr davon in die Luft geleitet. Nicht nur die Erderwärmung ist Folge dieser „Gasanreicherung“, sondern auch die Meere und Ozeane auf unserem Planet versauern [Quelle 23]. Das Kohlendioxid wird vom Wasser an der Meeresoberfläche aufgenommen und gelöst. Die Ozeane nehmen mehr als ein Drittel des vom Menschen produzierten CO<sub>2</sub> auf und speichern es für lange Zeit. Dieser natürliche Speicher verlangsamt die Erwärmung unserer Erde deutlich.

Wenn das CO<sub>2</sub> vom Wasser aufgenommen wird, geht es in Lösung und wird zu Kohlensäure. Die Kohlensäure zerfällt dann in Wasserstoff-Ionen (H<sup>+</sup>) und Hydrogencarbonat-Ionen (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Die Hydrogencarbonat-Ionen teilen sich wiederum nochmals in Wasserstoff-Ionen und Carbonat-Ionen auf. Das bedeutet, es sind am Ende zwei Teile Wasserstoff-Ionen und nur ein Teil Carbonat-Ionen vom Anfangsstoff CO<sub>2</sub> über. Die dadurch vorhandenen Wasserstoff-Ionen bestimmen den PH-Wert des Wassers. Wenn die Anzahl der Wasserstoff-Ionen zunimmt, sinkt der PH-Wert des Wassers (die Anzahl der vorhandenen Wasserstoff-Ionen wird logarithmiert, um den PH-Wert auszurechnen).



---

Der normale PH-Wert von Wasser beträgt 6-8.5 [Quelle 13, 7]. Für verschiedene PH-Werte gelten folgende Bezeichnungen:

PH-Wert 7 = neutral

PH-Wert < 7 = sauer

PH-Wert > 7 = basisch

In Abbildung 5 sieht man, dass der PH-Wert der Meere im Durchschnitt schon um einen Wert im Größenbereich 0,1 gesunken ist. Schon diese minimalen Abweichungen sind gefährlich für die Ozeane und deren Lebewesen. Korallen sind Kalkschalen bildende Meereslebewesen. Sie bilden aus Calcium und den vorhandenen Carbonat-Ionen ihre Schutzschale aus dem Kalk Aragonit. Je mehr  $\text{CO}_2$  ins Wasser gelangt, desto mehr Wasserstoff-Ionen und mehr Carbonat-Ionen gibt es, aber die Wasserstoff-Ionen bilden sich schneller. Das bedeutet, Korallen können viel schlechter ihre Schutzschalen bilden. Außerdem kommt hinzu, dass je mehr  $\text{CO}_2$  ins Wasser gelangt, desto mehr Kohlensäure es gibt. Dies ist schlecht für die bestehenden Schutzschalen der Korallen, da Aragonit von Kohlensäure aufgelöst wird. Das hat zur Folge, dass durch den  $\text{CO}_2$  Anstieg in der Atmosphäre Korallen vom Aussterben bedroht sind. Dadurch, dass immer mehr Wasserstoff-Ionen im Wasser sind, sinkt der PH-Wert des Wassers und es wird saurer.

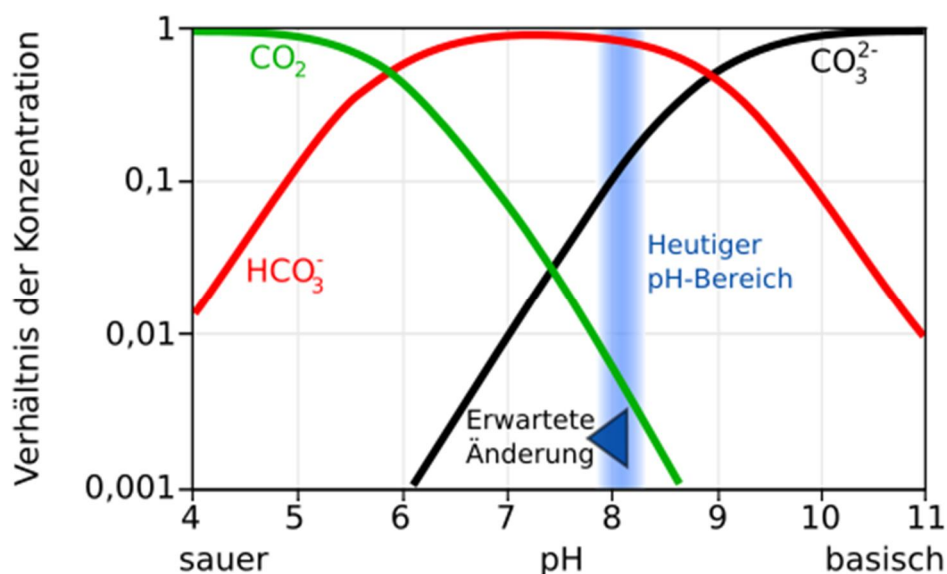


Abbildung 5: Entwicklung des ozeanischen PH-Wertes

Auch Kalkalgen sind auf eine solche Schutzschale aus Kalk (Aragonit) angewiesen. Aufgrund dieser Eigenschaft ist die Population der Kalkalgen schon drastisch zurückgegangen. Dies hat weitreichende Folgen, da die gesamte Nahrungskette der Ozeane auf diesem Plankton beruht. Diese Versauerung der Meere hat zur Folge, dass Korallen ihre Biomineralisation nicht mehr richtig durchführen können, also Calcium nicht mehr richtig selber produzieren können. Dies hat u. a. zur Folge, dass sie ihre Schutzschalen nicht mehr produzieren können.

---

Auch andere Kleinstlebewesen der Riffe betreiben Biomineralisation und produzieren bei der Verarbeitung von CO<sub>2</sub> Biominerale. Dieser Vorgang wird von dem immer saurer werdenden Wasser gestört, so leiden z. B. Miesmuscheln und Seeigel unter dieser Veränderung. Sie können sich unter diesen Bedingungen viel schlechter fortpflanzen und sind deswegen schon in den letzten Jahren um bis zu 25% zurückgegangen. Ebenso betroffen sind Clownfische, Felsenaustern, Schlangensterne und viele mehr.

---

## 4 Andere Gefahren des Klimawandels für die Korallenriffe

### 4.1 Tropenstürme

Ein weiteres, durch die globale Erderwärmung verursachtes Problem für das Great Barrier Reef sind die Tropenstürme, sogenannte Zyklonen, die in ihrer Intensität stark zugenommen haben und vor denen das Riff nicht geschützt werden kann. Das Great Barrier Reef liegt komplett in den Tropen und dem Taifun-Gebiet. Mit ihren großen Wellen, die durch die Stürme entstehen, zerstören sie riesige Bereiche des Riffs [Quelle 29].

Die immer stärker werdende Kraft der Wellen hat eine bedeutende Auswirkung auf die Korallen. Einerseits werden einzelne Kalkstücke von den Korallen abgebrochen und gelöst und andererseits ist zu bedenken, dass die Stürme Sedimente aufwirbeln, die wiederum das einstrahlende Licht reflektieren und dadurch die Intensität des Lichtes verringern, was die Photosynthese negativ beeinflusst. Ein weiteres Problem der aufgewühlten Sedimente ist, dass diese an der Oberfläche der Korallen reiben und sie beschädigen. Zu vermuten ist, dass die Stärke der Stürme eine wesentlich entscheidendere Rolle als die Häufigkeit der Stürme spielt. Denn die starken Stürme ziehen das Riff in Mitleidenschaft und nichts lässt sich dagegen ausrichten. Die Schäden sind auf kurzen Zeitskalen irreparabel und werden durch die Versauerung und den Temperaturanstieg noch verstärkt.

Prof. Dr. John GUNN vom Australian Institute of Marine Science (AIMS) behauptet: „Sturmschäden machen 48 Prozent der Riffschäden aus und sind damit die größte Belastung, 42 Prozent werden durch Dornenkronenseesterne verursacht“, so GUNN. „Weitere zehn Prozent der Schäden werden durch das Korallenbleichen hervorgerufen.“ [Quelle 9]

### 4.2 Fortpflanzung der Korallen

Die komplizierte Fortpflanzung der Korallen wird durch den Klimawandel und die damit verbundene Temperaturerhöhung negativ beeinflusst. Das besonders farbenprächtige Ereignis, das den Namen Korallenblüte trägt, dient der Vermehrung der Korallen. Es findet normalerweise im australischen Frühjahr, also im November statt und richtet sich nach einem von der Natur streng vorgegebenen Zeitplan. Wichtig sind eine Wassertemperatur von 27 °C, die Tageslänge und die Mondphase [Quelle 10]. Durch den Klimawandel erhöht sich die Temperatur und das Phänomen verschiebt sich. Der vorgegebene Zeitplan der Natur tritt nicht mehr regelmäßig auf und die Korallen scheinen nicht den richtigen Zeitpunkt zum Vermehren zu finden. Da die Vermehrung ohnehin schon von Fressfeinden und starken Meeresströmungen eingeschränkt ist, muss der minutiöse Ausstoß der Eizellen und Samen in großer Menge gewährleistet und genau aufeinander abgestimmt sein. Durch die steigende Temperatur und die damit zu früh erreichte ideale Wassertemperatur ist dies schlecht möglich. Die Fortpflanzung der Korallen ist in Folge dessen stark gehemmt [Quelle 30].

---

### 4.3 Meeresspiegelanstieg

Eine weitere Folge des Klimawandels, die sich negativ auf die Korallen auswirkt, ist der Meeresspiegelanstieg. Die von „Algen“ (Zooxanthellen) bedeckten Korallen sind stark von der Fotosynthese abhängig und wenn die Korallen wie auch die Algen durch den Meeresspiegelanstieg in tiefere Gewässer gelangen, kommt nicht mehr genug Sonnenlicht an die Algen, um Fotosynthese zu betreiben. Die Änderung führt zum Abstoßen und anschließenden Absterben der Zooxanthellen und dadurch zum Verhungern der Korallen. Korallen wachsen nur sehr langsam und der Meeresspiegel steigt zu schnell, als das die Korallen nachwachsen könnten, um in höhere Regionen zu kommen (siehe Symbiose Korallen/Algen) [Quelle 1,2].

### 5 Feinde

Der größte natürliche Feind der Korallen ist der Dornenkronenseestern (Acanthaster planci, Abbildung 6). Er ist ein oft rotgefärbter Seestern, der sich von Korallen ernährt und meist am Great Barrier Reef in Australien zu finden ist. Er kann einen Durchmesser von bis zu 40 cm erreichen und hat 6 bis 23 Arme, die mit giftigen spitzen Stacheln besetzt sind. Bei Berührung führen diese beim Menschen zu Übelkeit, Lähmungen und starken Schmerzen. Die Nahrung des Seesterns reduziert sich ausschließlich auf Steinkorallen. Er frisst sie, indem er auf sie klettert, seinen Magen über sie stülpt und Verdauungsenzyme ausstößt, die das Gewebe verflüssigen, sodass er es dann aufnehmen kann [Quelle 4].

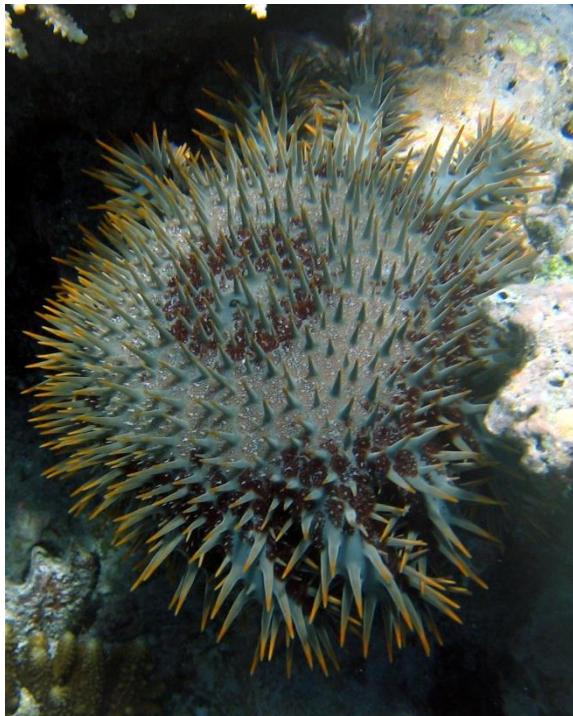


Abb. 6: Dornenkronenseestern

---

Die Seesterne sind neben anderen Ursachen massiv für das Korallensterben am Great Barrier Reef verantwortlich. Sie haben in Australien beträchtlichen Schaden angerichtet. Ein einzelnes Tier kann innerhalb eines Jahres eine Korallenfläche von bis zu 6 m<sup>2</sup> vernichten! Die Dornenkronenseesterne „überfallen“ ein Riff in regelmäßigen Abständen, wobei Millionen Seesterne gleichzeitig über das Riff herfallen. Man kann es sich vorstellen wie eine Heuschreckenplage, nur die Skelette der Korallen und ein komplett abgestorbenes Riff bleiben zurück. Über 90 Prozent der lebenden Korallen werden bei so einer Plage getötet.

Diese Plagen gab es allerdings schon immer, das Problem ist nur, dass sich die zeitlichen Abstände zwischen den Plagen in den letzten fünfzig Jahren stark verkürzt haben und die Zahl der beteiligten Individuen drastisch gestiegen ist. Die Korallenbestände können sich zwischendurch nicht mehr erholen, da die Korallendecke in Abwesenheit der Seesterne nur um 1% im Jahr wächst. Man fragt sich, woran dies liegt und was das mit der globalen Erderwärmung zu tun hat. Erst einmal wird vermutet, dass Düngemittel, die durch den Regen in die Flüsse und von dort in die Meere geschwemmt werden, zur Vermehrung der Seesterne beitragen, da sich die Larven der Dornenkronen von Algen ernähren. Die Algen vermehren sich aufgrund des großen Nährstoff-Angebots (Eutrophierung). Gleichzeitig nimmt durch die Überfischung der Weltmeere die Zahl der ohnehin geringen Fressfeinde von Larven und ausgewachsenen Dornenkronen dramatisch ab. Aber der entscheidende Punkt ist, dass die steigende Temperatur der Weltmeere durch den Klimawandel das Wachstum und die Vermehrung der Dornenkronenseesterne fördert, wohingegen sie das Wachstum und die Fortpflanzung der Korallen hemmt und damit das Gleichgewicht gestört wird [Quelle 20].

In Australien kämpfen Taucherpatrouillen gegen die Plagen im Auftrag der australischen Regierung, die Angst vor einem Einbruch der Touristenzahlen am Great Barrier Reef hat. Die Taucher injizieren ein Gift in jeden Arm des Seesterns, da diese sich sonst regenerieren, und töten sie so. Die Taucher können so an einem Tag zehntausende Tiere töten, aber trotzdem ist dieser Weg nicht sonderlich effektiv, da die Dornenkronenseesterne bis zu 50 Millionen Nachkommen im Jahr hervorbringen können [Quelle 5, 6]. Im Moment wird nach Bakterien geforscht, welche die Seesterne in großer Zahl töten und ihr Immunsystem angreifen könnten. Wenn die Zeit zwischen den Ausbrüchen der Seesternplagen lang genug ist, die Eutrophierung gestoppt wird und die Meeresoberflächentemperatur nicht weiter ansteigt, dann werden sich wieder neue Korallen bilden können.

---

## 6 Datenauswertung

Den Datensätzen der Website [www.Klimawissen.de](http://www.Klimawissen.de) waren verschiedene Aufzeichnungen und Vorhersagen der Temperaturen im Südwestpazifik zu entnehmen. In allen Datensätzen ist deutlich zu erkennen, dass der Südwestpazifik im Norden deutlich wärmer als im Süden ist. Dies liegt daran, dass sich in nördlicher Richtung der Äquator und in südlicher Richtung die Antarktis befindet. Die vorhandenen Daten beziehen sich auf den Bereich zwischen 10° und 40° südlicher Breite, sowie 140° und 165° östlicher Breite. Die Werte der Projektionen beziehen sich allesamt auf das Szenario A1B, welches zugrunde legt, dass die zukünftige Wirtschaft stark wachsen wird, effizientere Technologien eingeführt werden und die Weltbevölkerung langsam zurückgehen wird. Bei diesem Szenario werden ebenfalls die Entwicklung von Handelskompetenzen, mehr sozialer Interaktion und die Verringerung der regionalen Disparitäten berücksichtigt. Das Szenario A1B legt besonderen Wert auf eine primär von einer bestimmten Energiequelle unabhängige Entwicklung und eine Verbesserung des Potentials für Energieentsorgung sowie der Verbrauchstechnologien (Quelle 8).

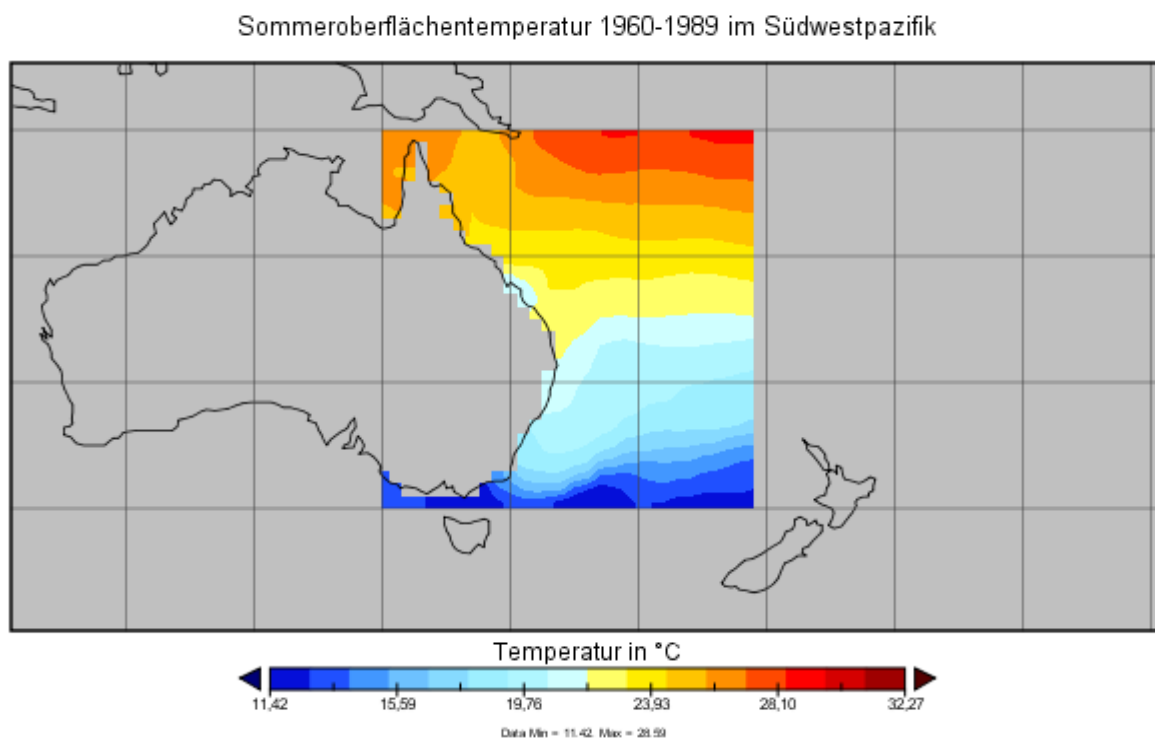


Abbildung 7

---

### Winteroberflächentemperatur 1960-1989 im Südwestpazifik

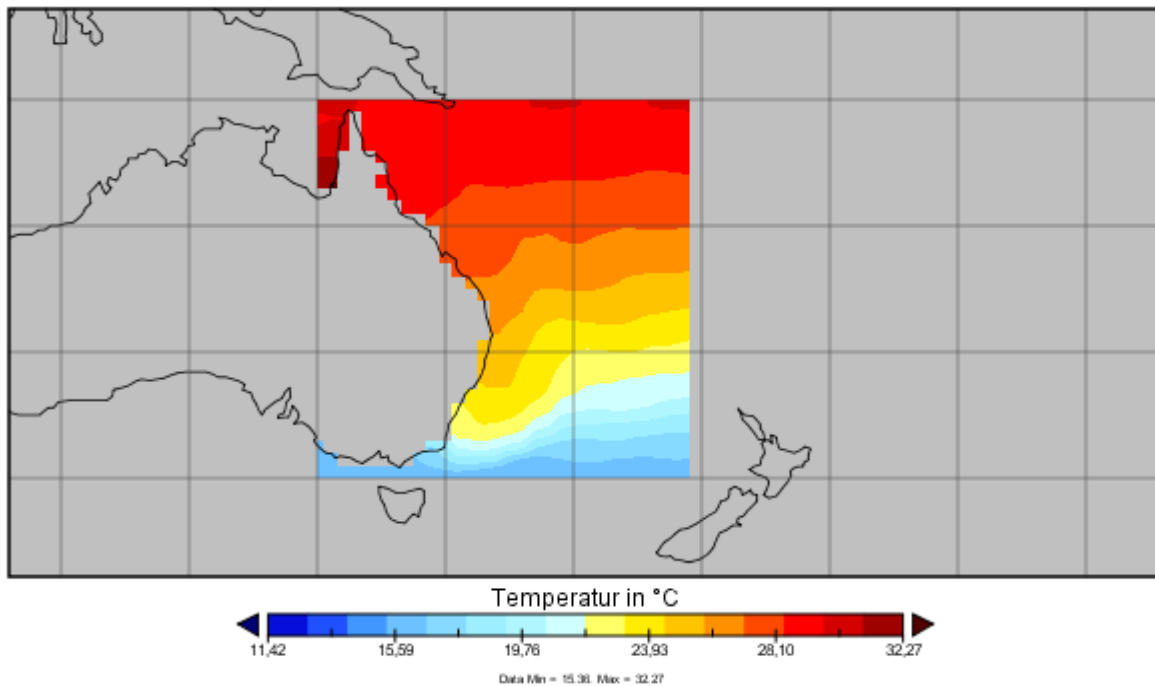


Abbildung 8

Die mittlere (Nord-)Sommeroberflächentemperatur des Zeitraums 1960-1989 im Südwestpazifik zeigt einen Temperaturgradienten durch den die Temperatur von ca. 28°C bei 10° S zu ca. 21°C bei 25° S bis hin zu 11°C bei 40° S abfällt (siehe Abb.7). Im (Nord-)Winter hingegen ist es wärmer und die Temperaturen verlaufen von ca. 29°C bei 10° S zu ca. 24,5°C bei 25° S und bis ca. 17,5°C bei 40° S (siehe Abb. 8).

### Sommeroberflächentemperatur 2070-2099 im Südwestpazifik

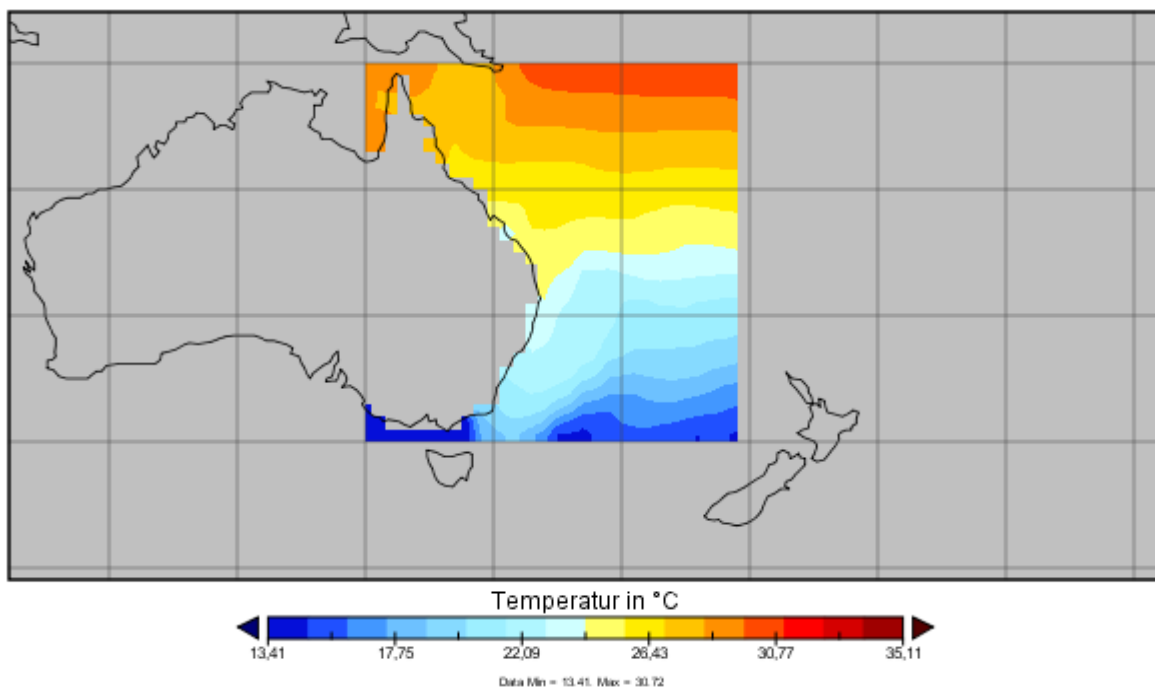


Abbildung 9

Winteroberflächentemperatur 2070-2099 im Südwestpazifik

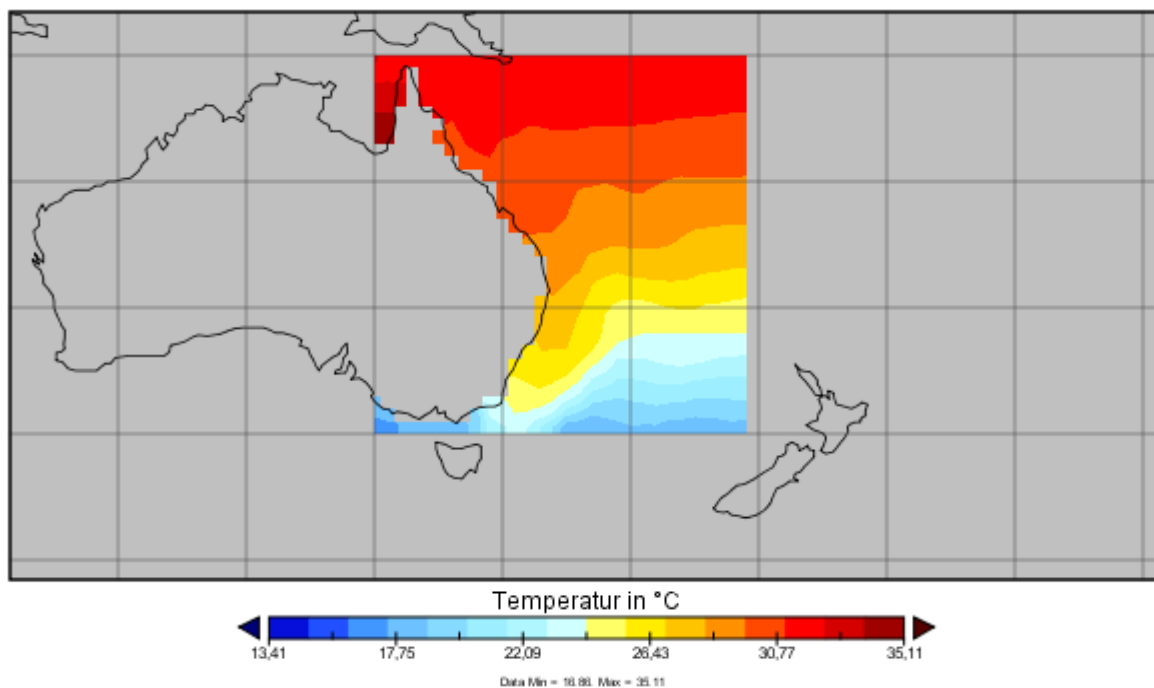


Abbildung 10

Prognosen für die Jahre 2070-2099 hingegen weisen höhere Temperaturen auf. So belaufen sich die Temperaturen im (Nord-)Sommer von 30°C bei 10° südlicher Breite zu ca. 24,5°C bei 25° südlicher Breite bis hin zu 17,75°C bei 40° südlicher Breite (siehe Abb. 10). Im (Nord-)Winter würden sich die Temperaturen von ca. 31,5°C bei 10° südlicher Breite zu ca. 27,5°C bei 25° südlicher Breite bis hin zu 18°C bei 40° südlicher Breite belaufen (siehe Abb. 11).

Differenz der Oberflächentemperatur im Südwestpazifik (Sommer)

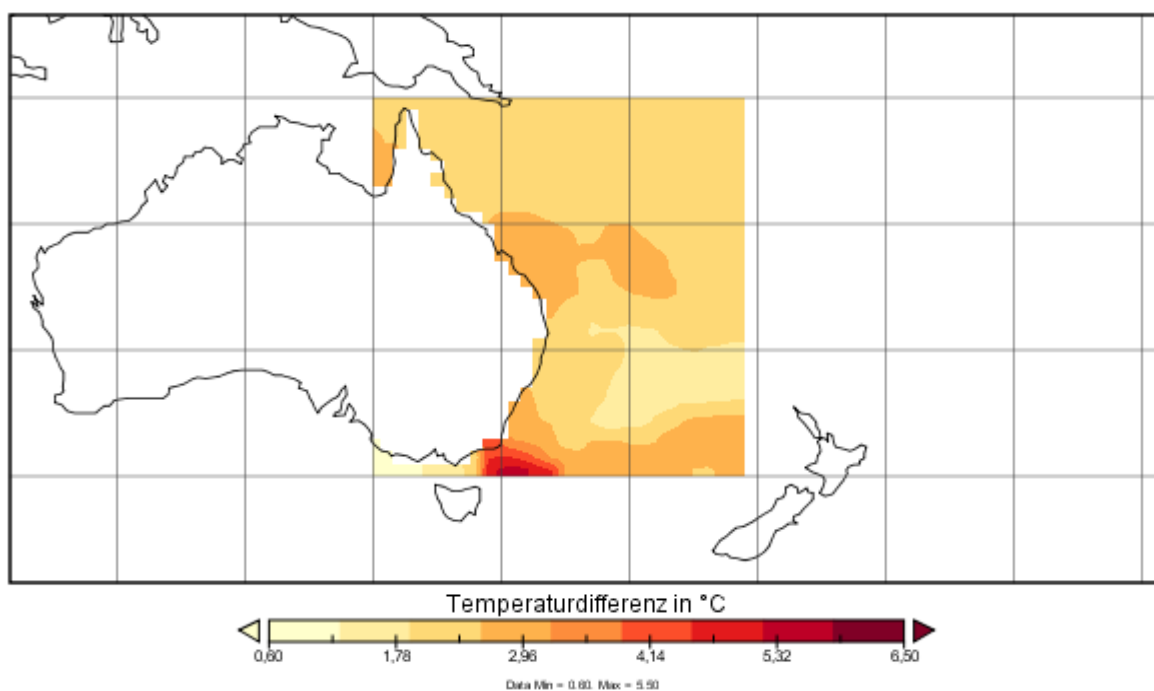




Abbildung 11

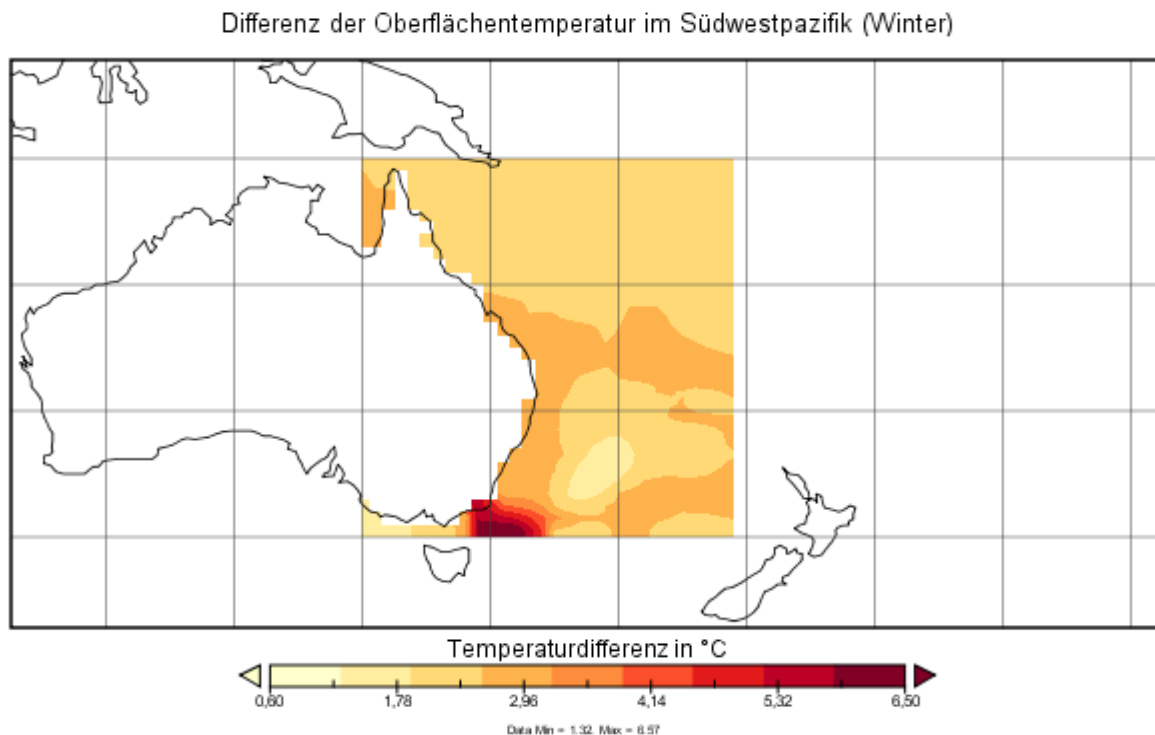


Abbildung 12

Die Differenz der (Nord-)Sommertemperaturmittelwerte von 1960-1989 und 2070-2099 zeigen die Erwärmung des Südwestpazifiks im Sommer. So ist zu erkennen, dass sich das Wasser im Bereich von 10° bis 40° südlicher Breite um mindestens 1,6°C erwärmt, größtenteils jedoch um ca. 2,4°C. Stellenweise ist eine stärkere Erwärmung zu erkennen wie zum Beispiel bei ca. 20° und 37° südlicher Breite um ca. 3°C und bei 40° südlicher Breite und ca. 147° östlicher Länge bis zu 5,3°C (siehe Abb. 12). Auch im (Nord-)Winter lässt sich einer Erwärmung klar erkennen. So erwärmt sich auch hier das Wasseroberfläche um mindestens 1,5°C, jedoch nur auf einem kleinen Bereich zwischen dem 30° und 35° südlicher Breite und zwischen ca. 150° und 154° östlicher Länge. Der Bereich zwischen 10° und 25° südlicher Breite erwärmt sich ca. um 2,3°C, der Bereich zwischen 25° und 40° südlicher Breite um ca. 2,9°C (stellenweise um die geringere Erwärmung von 1,5°C eine Erwärmung von 2,3°C). Auch im Winter ist in dem Bereich von 40° südlicher Breite und ca. 147° östlicher Länge um bis zu 6,5°C.

---

## 7 Fazit

Aufgrund der globalen Erderwärmung erwärmt sich die Erde und somit auch das Wasser. Die Auswertung ergab, dass sich die Oberflächentemperatur des Meeresabschnitts nordöstlich von Australien noch stärker erwärmen wird. Die Erwärmung liegt bei ungefähr 2,96°C, was für die Korallen den sicheren Tod bedeutet, denn schon bei einer Erwärmung von "nur" 2°C beginnt das massenhafte Korallensterben durch die Korallenbleiche der Meere. Eine weitere Folge dieser Erwärmung ist die Vermehrung der Dornkronenseesterne. Durch diese Seesterne sterben die Korallen auch langsam ab. Durch diese Faktoren wäre das wohl bekannteste Korallenriff, das Great Barrier Reef, schon 2099 ausgestorben. Zusätzlich wird dies auch bei allen von einem El Niño betroffenen Gebieten geschehen. Die ausgewerteten Daten sind jedoch nur eine Prognose, denn es handelt sich dabei um die Vorhersagen durch das Klimaszenario A1B, welches nicht durchgesetzt werden muss. Stattdessen kann sich die Welt nach einem anderen Modell entwickeln.

Durch die Erwärmung sterben nicht nur die Korallen aus, sondern auch ihre Chance auf die Rehabilitation schwindet damit. Unsere Leitfrage „Vernichtet der Klimawandel die Korallenriffe der Welt? Das Beispiel des Great Barrier Reefs“ lässt sich so beantworten: Die vollkommene Vernichtung der Korallenriffe wird sehr wahrscheinlich eintreten, wenn die Menschen nicht jetzt anfangen umzudenken und zu handeln. Sobald alle Korallenriffe verschwunden sind, wird es nie wieder welche in freier Natur geben. Dieses Umdenken wird vermutlich nicht ausreichend stark geschehen, da viele Menschen nicht wissen, von welcher Bedeutung diese Riffe für den Menschen sind. Sie wissen oft nicht, dass die Korallenriffe ihnen das Leben retten können, weil sie zum Beispiel Wellen brechen, und, noch viel wichtiger, als Lieferant für medizinische Stoffe dienen. Am schnellsten werden die Menschen vermutlich die wirtschaftlichen Auswirkungen zu spüren bekommen, wenn der Tourismus aufgrund der zurückgehenden Schönheit der Korallenriffe ihnen nicht mehr ausreichend Einkommen beschaffen wird.

---

## 8 Quellen

- 1) Ammann (1998): El Ninjo - La Nina, die kleine Schwester El Niños.  
[http://www.elnino.info/k1\\_1.php](http://www.elnino.info/k1_1.php), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 2) Ammann (1998): El Ninjo -Weltweites Korallensterben infolge von Korallenbleiche ! Ist das El Niño-Phänomen daran Schuld?  
<http://www.elnino.info/korallenbleiche.php>, zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 3) Ammann (1998): El Ninjo - Ursachen für "Coral bleaching"  
[http://www.elnino.info/korallenbleiche\\_2.php](http://www.elnino.info/korallenbleiche_2.php), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 4) Baldenhofer und Marschall (2014): Enso.  
<http://www.enso.info/enso.html>, zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 5) Berns (2008): Der Dornenkronenseestern - Verbreitung.  
<http://tierdoku.com/index.php?title=Dornenkronenseestern#Verbreitung>, zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 6) Fokus (2012): Stürme und Seesterne bedrohen Korallen am Great Barrier Reef.  
[http://www.focus.de/wissen/diverses/wissenschaft-stuerme-und-seesterne-bedrohen-korallen-am-great-barrier-reef\\_aid\\_831131.html](http://www.focus.de/wissen/diverses/wissenschaft-stuerme-und-seesterne-bedrohen-korallen-am-great-barrier-reef_aid_831131.html), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 7) Kasang (2013): Versauerung der Meere.  
[http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Versauerung\\_der\\_Meere](http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Versauerung_der_Meere), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 8) Kasang (2013): Klimaszenarien.  
<http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Klimaszenarien>, zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 9) Knop (unbekannt): Koralle - Dramatisches Korallensterben im Great Barrier Reef.  
<http://www.koralle-magazin.de/reefmix/137-dramatisches-korallensterben-im-great-barrier-reef>, zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 10) Lohmann (2001): Stört das Klima den Sex der Korallen?  
<http://www.welt.de/print-welt/article491769/Stoert-das-Klima-den-Sex-der-Korallen.html>, zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 11) Morgenroth, Kern und Kastern (2010): Inwiefern wirkt sich der Klimawandel auf die Korallen aus und welche Folgen bringt dies mit sich? Seminararbeit, Anne-Frank-Schule.  
[http://www.loicz.org/imperia/md/content/schulprojekt/schuelerarbeiten\\_pdf/afs\\_bargtheide/klimawandel\\_korallen.pdf](http://www.loicz.org/imperia/md/content/schulprojekt/schuelerarbeiten_pdf/afs_bargtheide/klimawandel_korallen.pdf), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 12) N-TV (2013): Folge der Versauerung der Meere - Unterwasser-Welt verändert sich gravierend  
<http://www.n-tv.de/wissen/Unterwasser-Welt-veraendert-sich-gravierend-article11228116.html>, zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 13) Unbekannter Autor (unbekannt): Ph-Wert der Ozeane.  
[http://www.eike-klima-energie.eu/uploads/media/Versauerung\\_der\\_Meere\\_01.pdf](http://www.eike-klima-energie.eu/uploads/media/Versauerung_der_Meere_01.pdf), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 14) Quest (2009): Seminar Klima und Wetter: El Nino.  
[http://www.physik.uni-regensburg.de/forschung/wegscheider/gebhardt\\_files/skripten/EINino.Quest.pdf](http://www.physik.uni-regensburg.de/forschung/wegscheider/gebhardt_files/skripten/EINino.Quest.pdf), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
- 15) Schlanger (2007): El Niño, La Niña, globale Auswirkungen.  
[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2\\_Kreislaeufe\\_Windsysteme/-\\_El\\_Nino\\_1pf.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2_Kreislaeufe_Windsysteme/-_El_Nino_1pf.html), zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.

- 
- 16) Simon (2012): La Nina & El Niño.  
<https://www.top-solar-info.de/Umwelt/el-nino> , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
  - 17) Terra Lexikon (2003), Klettverlag, Leipzig: El Niño.  
[http://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=lexikon\\_suchergebnis\\_artikel&extra=Terra-online&inhalt=&mytitle=Geographie%20Lexikon&titelfamilie=&artikel\\_id=146678](http://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=lexikon_suchergebnis_artikel&extra=Terra-online&inhalt=&mytitle=Geographie%20Lexikon&titelfamilie=&artikel_id=146678) , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
  - 18) Wagner-Nagy (2012), Süddeutsche Zeitung: Great Barrier Reef verliert die Hälfte der Korallen  
<http://www.sueddeutsche.de/wissen/korallenriff-vor-australien-great-barrier-reef-verliert-die-haelfte-der-korallen-1.1484631> , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
  - 19) <http://www.klimawissen.de/>
  - 20) 3SAT (2011): Seesterne grasen Korallen ab.  
<http://www.3sat.de/page/?source=/nano/umwelt/150898/index.html> , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
  - 21) Wikipedia (2014): Dornenkronenseestern.  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Dornenkronenseestern> , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
  - 22) Wikipedia (2014): Koralle.  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Koralle> , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
  - 23) Wikipedia (2014): Versauerung der Meere.  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Versauerung\\_der\\_Meere](http://de.wikipedia.org/wiki/Versauerung_der_Meere) , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.
  - 24) Wikipedia (2014): Great Barrier Reef.  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Great\\_Barrier\\_Reef](http://de.wikipedia.org/wiki/Great_Barrier_Reef) , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.

---

## Bildquellen:

Titelbild: Sarah Ackerman: Amazing Great Barrier Reef 1.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazing\\_Great\\_Barrier\\_Reef\\_1.jpg?uselang=de](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amazing_Great_Barrier_Reef_1.jpg?uselang=de) , zuletzt aufgerufen am 03.05.14.

Abb. 1: Richard Ling: Blue Linckia Starfish.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue\\_Linckia\\_Starfish.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_Linckia_Starfish.JPG) , zuletzt aufgerufen am 03.05.14.

Abb. 2: Uwe Dederling: Australia Queensland relief location map.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Australia\\_Queensland\\_relief\\_location\\_map.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Australia_Queensland_relief_location_map.jpg) , zuletzt aufgerufen am 03.05.14.

Abb. 3: Bruno de Giusti: Moofushi bleached corals.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moofushi\\_bleached\\_corals.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moofushi_bleached_corals.JPG) , zuletzt aufgerufen am 03.05.14.

Abb. 4: Dieter Kasang: ENSO-Wetterlage.

<http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Datei:ENSO-wetterlage.jpg> , zuletzt aufgerufen am 03.05.14.

Abb. 5: Unbekannter Autor: Karbonatsystem des Meerwassers.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karbonatsystem\\_Meerwasser\\_de.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Karbonatsystem_Meerwasser_de.svg) , zuletzt aufgerufen am 03.05.14.

Abb. 6: Matt Wright: Crown-of-Thorns starfish near Qamea Island in Fiji.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CrownofThornsStarfish\\_Fiji\\_2005-10-12.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CrownofThornsStarfish_Fiji_2005-10-12.jpg) , zuletzt aufgerufen am 25.06.2014

Abb.7-12: Eigene Darstellung nach Daten von <http://www.klimawissen.de> mit dem Programm Panoply (<http://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>), jeweils zuletzt aufgerufen am 25.06.2014.