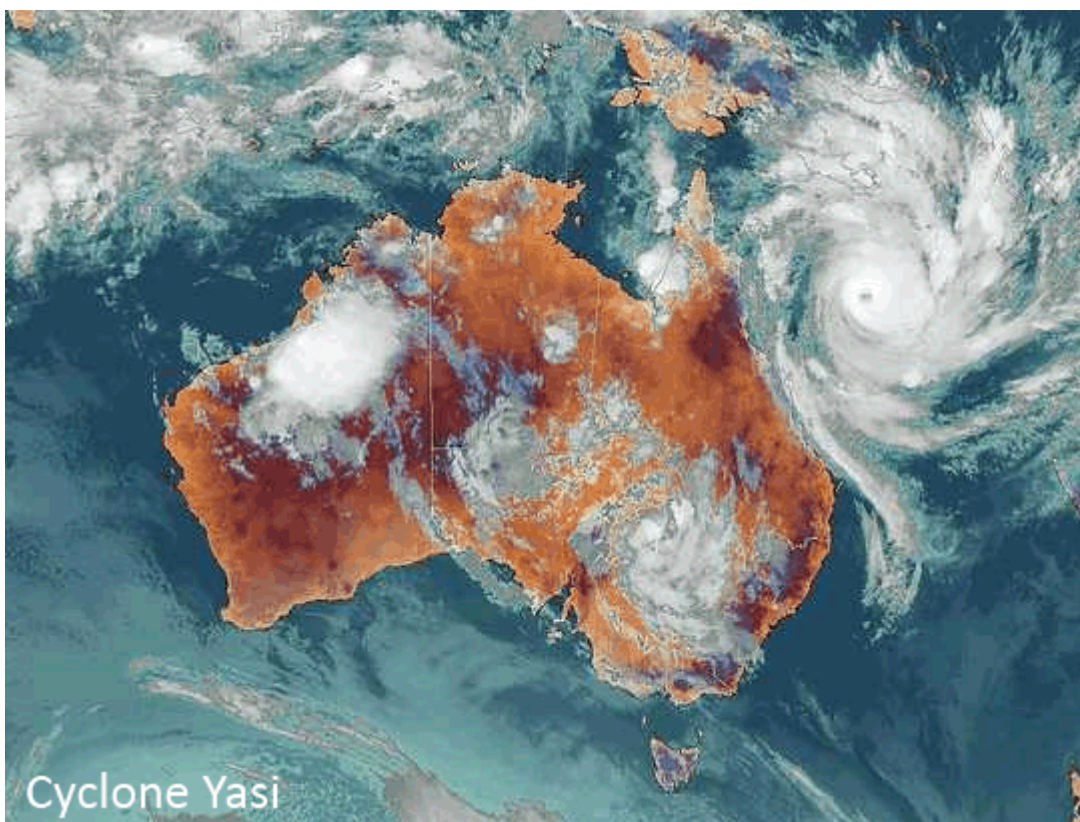


Yasi – der Monster-Zyklon(p)

Was sich da Ende Januar/Anfang Februar auf den Nordosten Australiens zu bewegte kann man nur als Monster Zyklon oder einäugigen Monster Zyklopen bezeichnen.

Als dieser Tropische Zyklon am 02. Februar 2011 in North Queensland ankam sah er Furcht erregend aus, und das war er auch. Mit Windgeschwindigkeiten von 295 km/h, hohe Wellen vor sich hertreibend und gewaltigen Ausmaßen kam er daher. Die gewaltigen Ausmaße dieses Monsters mit einem Durchmesser von 1000 km sind im folgenden Bild zu sehen.



http://www.nsvl.noaa.gov/images/high_resolution/638_20110131-CycloneYasi.jpg.au/

<http://joannenova.com>

Auf der Skala (1-5, siehe Tabelle)) der Tropischen Zyklone erreichte er die Stärke 5, vergleichbar mit dem Hurrikan Kathrina, der New Orleans verwüstete und durch seine gewaltigen Wellen und seinen Flutwellen zum Deichbruch führte und mit 1200 Toten und der totalen Verwüstung einer Stadt gewaltige Opfer forderte.

Yasi verursachte große Sachschäden, glücklicherweise jedoch nur ein Todesopfer; ein Mann erstickte an Dieselaabgasen eines Dieselgenerators als er versuchte sein Haus wieder mit Strom zu versorgen. Als Yasi auf das Festland traf, verringerte sich seine Stärke sehr schnell auf Kategorie 3 und 2, was natürlich immer noch verheerende Sturmstärken sind, die

jedoch „beherrschbar“ bleiben, in der Regel keine dramatischen Schäden mehr hervorrufen.

Die Saffir-Simpson-Hurrikan-Skala

Stufe / Kategorie	Windgeschwindigkeit			Anstieg des Wasserspiegels in Meter
	Knoten	mph	km/h	
Tropisches Tief	< 34	< 39	< 63	≈ 0
Tropischer Sturm	34–64	39–73	63–118	0,1–1,1
Hurrikan Kategorie 1	64–83	74–95	119–153	1,2–1,6
Hurrikan Kategorie 2	83–96	96–110	154–177	1,7–2,5
Hurrikan Kategorie 3	96–113	111–130	178–209	2,6–3,8
Hurrikan Kategorie 4	113–135	131–155	210–249	3,9–5,5
Hurrikan Kategorie 5	> 135	> 155	> 250	> 5,5

<http://de.wikipedia.org/wiki/Saffir-Simpson-Hurrikan-Skala>

Energie eines Tropischen Zyklons

Die Energie eines derartigen Tropischen Zyklons besteht aus

- a) der Energie, die durch die Kondensation des Wasserdampfs in den Wolken mit nachfolgendem Niederschlag entsteht;
- b) der kinetischen, d. h. der Bewegungsenergie, die die starken Winde des Zyklons ausmachen.

Zu a)

Die in der Kondensation steckende Energie kann man leicht abschätzen, wenn man den effektiven Durchmesser des Zyklons mit 500 km veranschlagt.

Pro Tag liefert ein Tropischer Zyklon der Stärke 5 etwa 2 cm Niederschlag, was auf die Fläche gerechnet $1,6 \cdot 10^{16} \text{ cm}^3 / \text{Tag} = 1,6 \cdot 10^{16} \text{ g} / \text{Tag}$ Wasser bedeutet. Die Kondensationswärme beträgt 2,3 kJoule/g. Ergibt somit $3,7 \cdot 10^{19} \text{ Joule} / \text{Tag}$

Seine gesamte in 5 Tagen frei werdende Energie beträgt also $1,8 \cdot 10^{20} \text{ Joule}$ (der Weltenergieverbrauch 2008 betrug $4,74 \cdot 10^{20} \text{ Joule}$, nur etwas mehr als das 2 ½ fache).

Die Hiroshima-Bombe hatte eine Sprengkraft von ca. 13 kT TNT, was einer Energie von $5,2 \cdot 10^{13} \text{ Joule}$ entspricht.

Ein Tropischer Zyklon enthält somit die Energie von fast 4 Millionen Hiroshimabomben, allerdings über einen größeren Raum und längere Zeit verteilt.

Zu b)

Die Wind-Energie ist nun nicht so einfach zu rechnen, denn eigentlich muss man den turbulenten Charakter des Windes berücksichtigen.

Aber eine einfache Überschlagsrechnung für den Zyklon im Maximum seiner Stärke mag hier genügen.

Die Luft rotiert um das Zentrum des Zyklons mit einer kinetischen Energie:

$$E_{\text{Zyklon}}^{\text{Wind}} = 1/2 \cdot m \cdot v^2 = 1/2 \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot V \cdot v^2$$

Setzt man nun für die effektive Luftdichte und mittlere Geschwindigkeit der rotierenden Luftpakete ein

$$\rho \approx 1 \text{ kg / m}^3$$

$$v \approx 100 \text{ km / h}$$

Und berechnet das Volumen V mit

$$V = \pi \cdot (10^3 \cdot 500 \text{ m})^2 \cdot 10000 \text{ m} = 7.85 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$$

So erhält man als Energieinhalt

$$E_{\text{Zyklon}}^{\text{Wind}} = 0.5 \cdot 1 \text{ kg / m}^3 \cdot 7.85 \cdot 10^{15} \text{ m}^3 \cdot (100 \cdot 10^3 \text{ m} / 3600 \text{ s})^2$$

$$E_{\text{Zyklon}}^{\text{Wind}} = 3 \cdot 10^{18} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2 = 3 \cdot 10^{18} \text{ Joule}$$

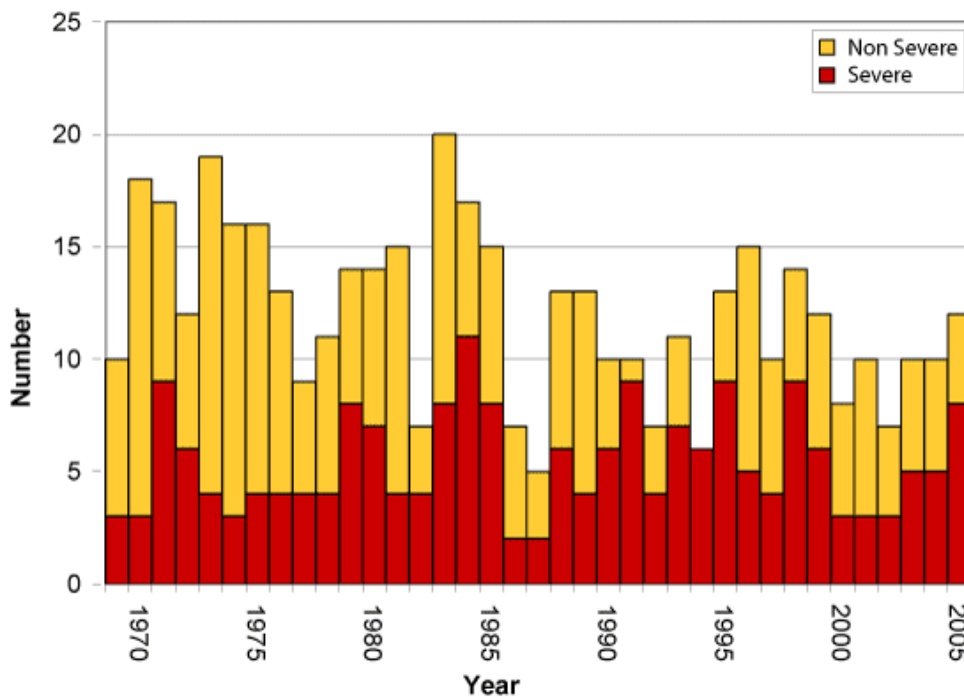
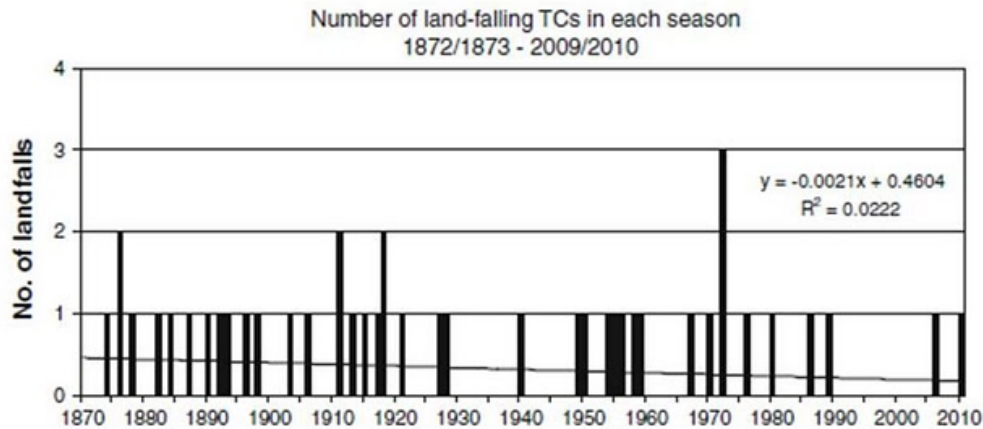
Die Windenergie, die weitaus zerstörerischer wirkt als der Niederschlag ist um den Faktor 1/60 geringer als die Kondensationsenergie.

Diese Rechnung ist sicher nur als grobe Näherung zu sehen, sie gibt jedoch das Größenverhältnis zur Energie, die in der Kondensation steckt, richtig wieder.

War Yasi ein ungewöhnliches Monstrum an Tropischem Zyklon in Australien?

Zu allen Zeiten gab es in Australien gewaltige Tropische Zyklone. Im März 1899 fegte der bislang tödlichste Zyklon über Bathurst Bay mit mehr als 10 m hohen Sturmwellen hinweg und forderte 300 Menschenleben. Der Zyklon Tracy verwüstete Weihnachten 1974 Teile der Stadt Darwin und riss 71 Menschen in den Tod. Die bisher höchste Windgeschwindigkeit wurde 1996 bei dem Zyklon Olivia auf der Insel Barrow vor Westaustralien mit 400 km/h gemessen. Den meisten Regen brachte der Zyklon bei Crohamhurst 1983 mit 907 mm Niederschlag. Der Zyklon mit dem niedrigsten Luftdruck von <926 hPa traf in Mourilyan Mill 1918 auf das australische Festland; und diese Aufzählung ist nicht vollständig.

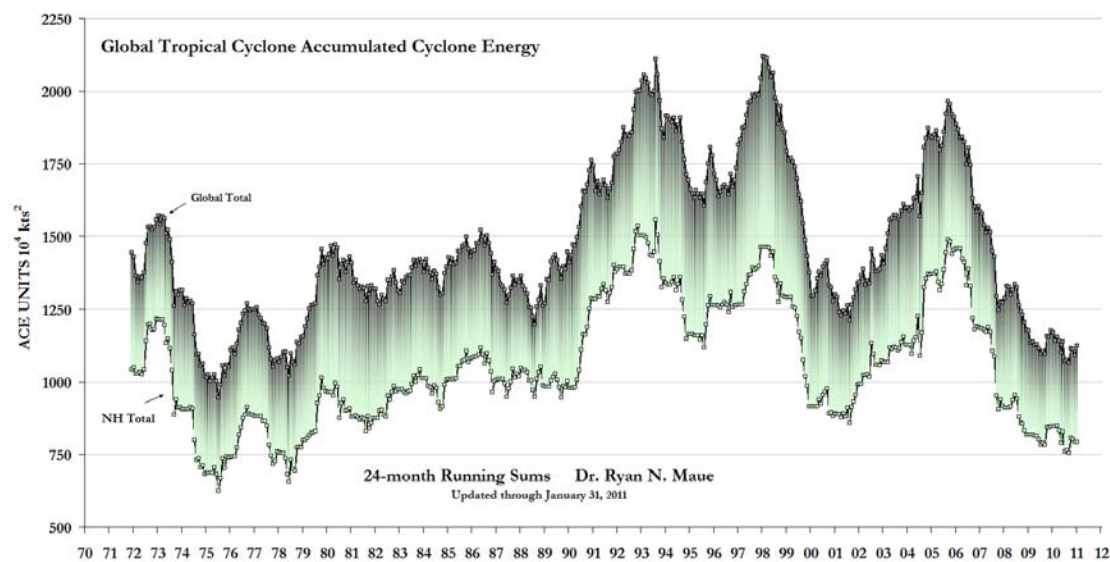
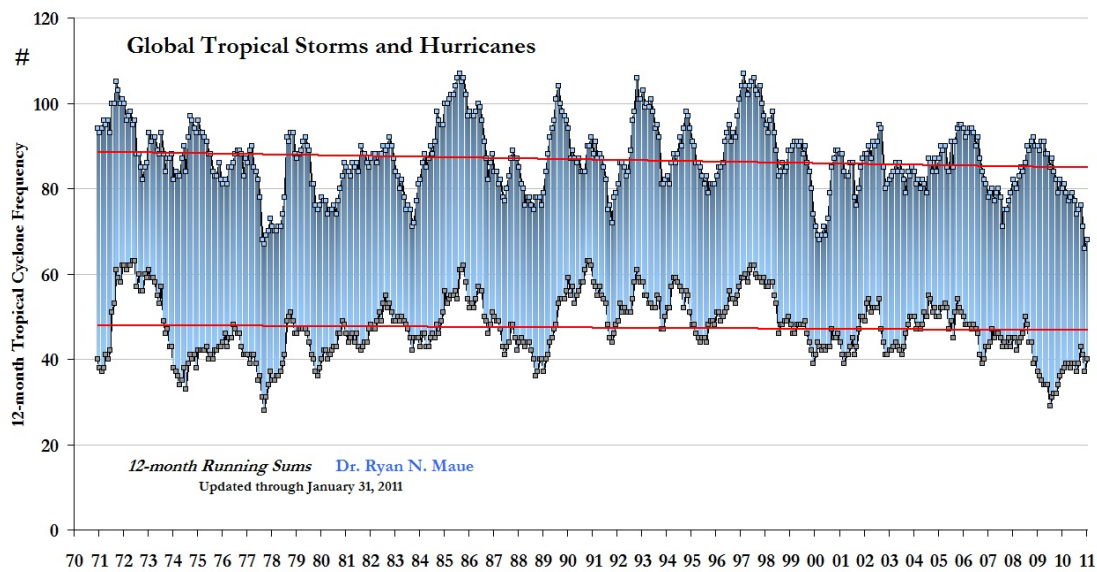
Die Anzahl Tropischer Zyklone, die auf das Festland von Australien trafen von 1872/1873 bis 2009/2010 und von 1970 bis 2005 sind in den beiden folgenden Abbildungen dargestellt.



<http://www.bom.gov.au/cyclone/images/tc-graph-1969-2005.png>

Wie man sieht, war Yasi keine Ausnahmereischeinung an Tropischen Zyklonen vor Australien.

Die folgende Abbildung zeigt, dass auch die aufsummierte Energie aller Tropischen Zyklone mit der Erwärmung der letzten Jahrzehnte nicht zugenommen hat.



http://www.coaps.fsu.edu/~maue/tropical/global_running_ace.jpg

Die Zugbahn von Yasi

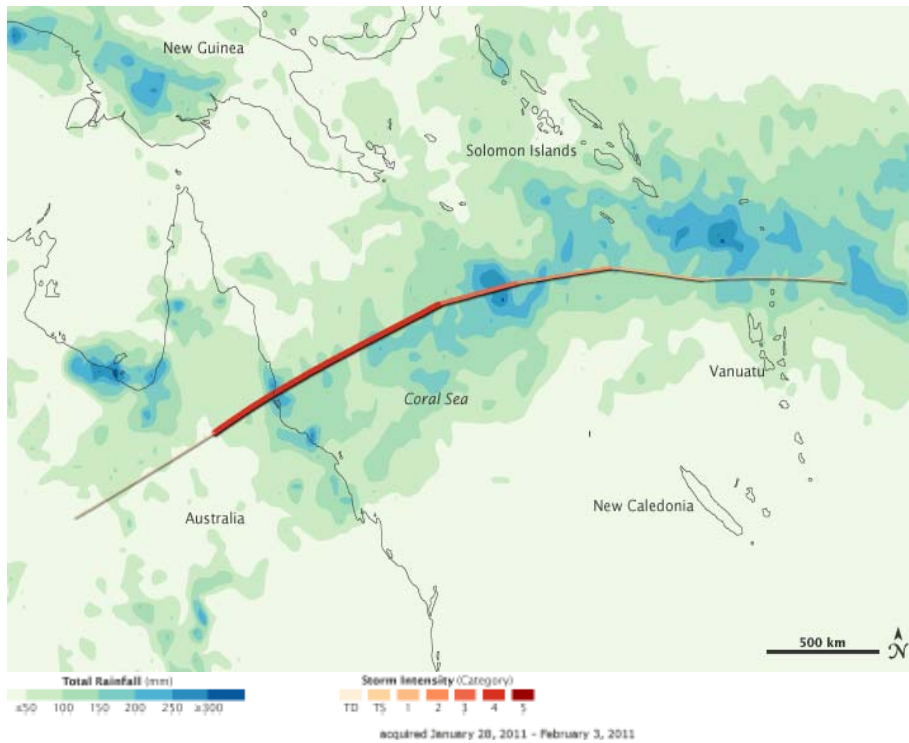
Yasi wurde am 30. Januar 2011 2500 km westlich vom späteren Landfall in Australien nordöstlich von Vanuatu als Tropische Depression geboren, von der man noch nicht ausgehen konnte zu welchem Monster sie sich entwickeln würde.

(Zur Entstehung von Tropischen Zyklonen (Tropical Cyclons „Googeln“ oder folgende URL: <http://earthsci.org/flooding/unit1/u1-05-01.html>)

Yasi folgte zunächst unter erheblicher Verstärkung einer westlichen Trajektorie und erreichte bereits am 31. Januar die Kategorie 4 mit Windgeschwindigkeiten über 200 km/h (Windstärkeangaben nach Bureau of Meteorology, Australien).

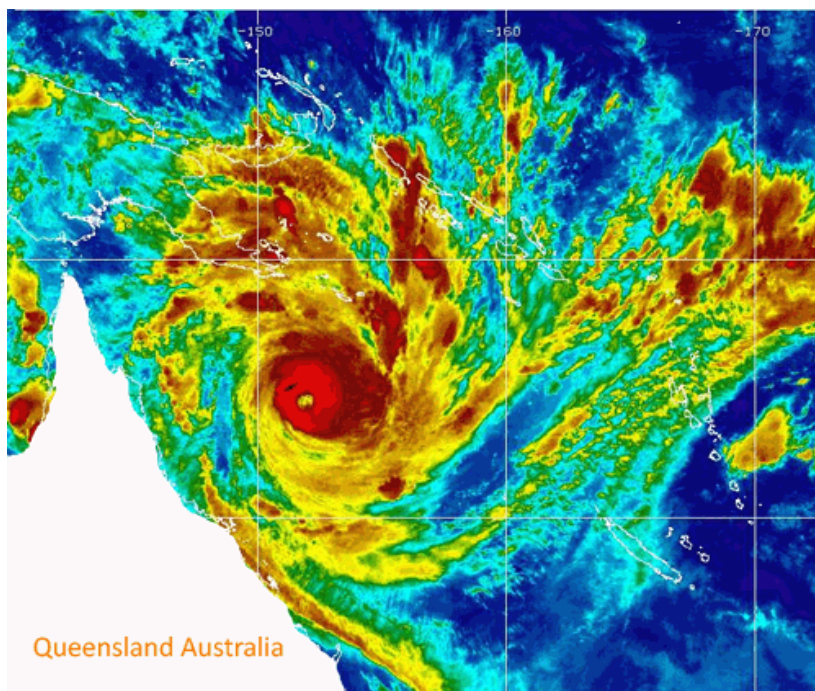
Gleichzeitig veränderte er die Zugbahn Richtung Südwest, nun volle Breitseite auf die Nordostküste Australiens zu.

Seine Verlagerungsgeschwindigkeit betrug etwa 30km/h.



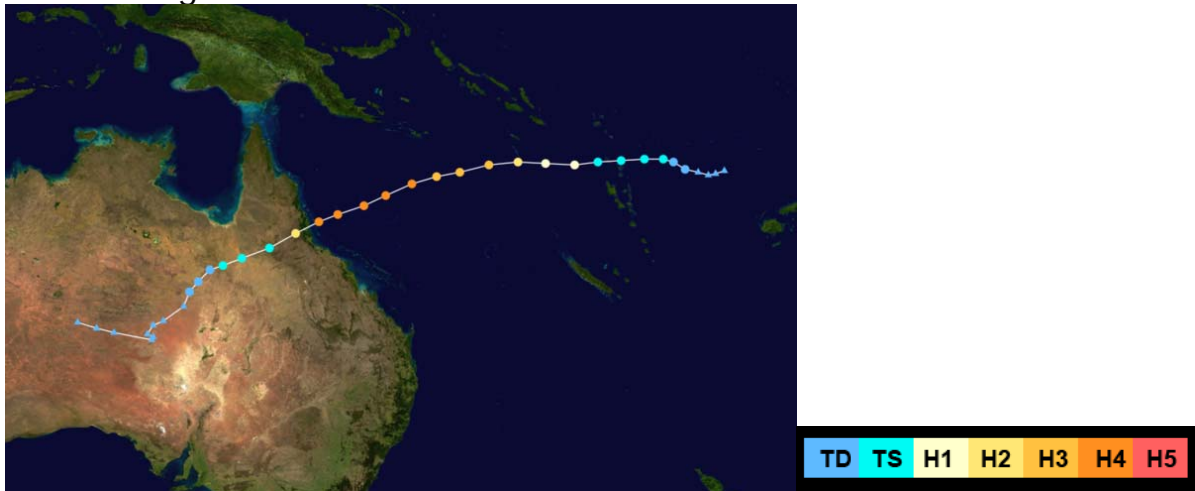
<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=49115>

Am 02. Februar schlug er in Queensland bei der Stadt Cairns auf das Festland auf. Die Dramatik ist im nächsten Bild, das im Infrarot-Bereich aufgenommen wurde, zu erkennen.

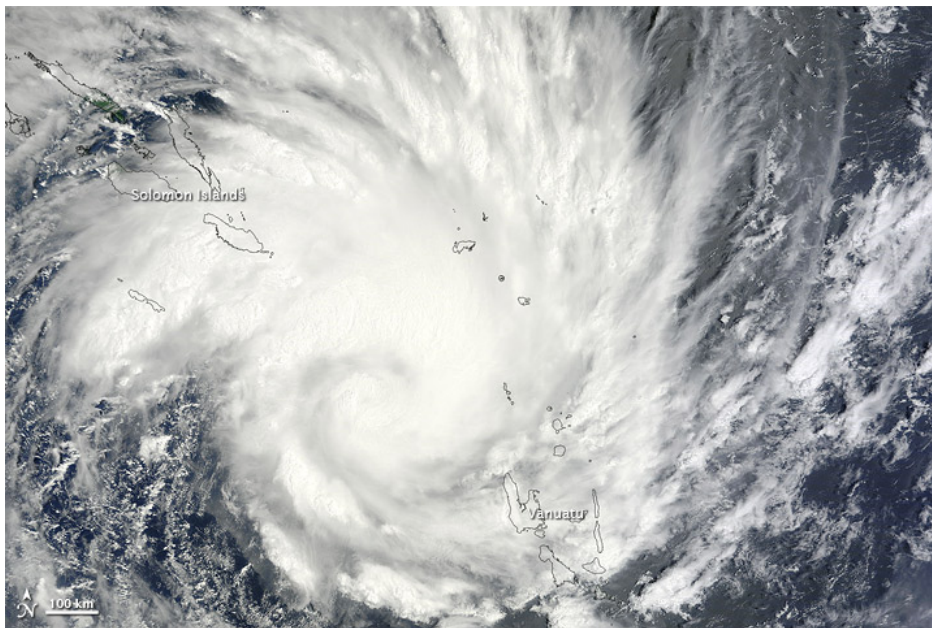


<http://jonova.s3.amazonaws.com/graphs/storms/yasi-cat-4-500.gif>

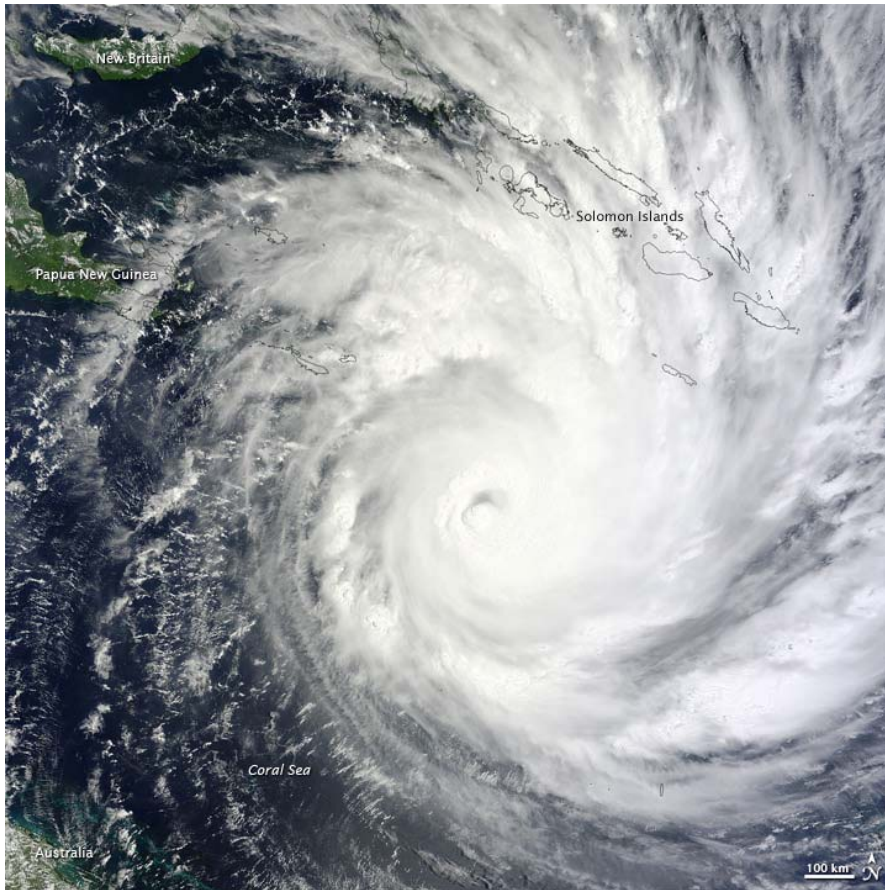
Im Folgenden sind noch einige Satellitenaufnahmen zu sehen, die die Entwicklung des Monsters beschreiben.



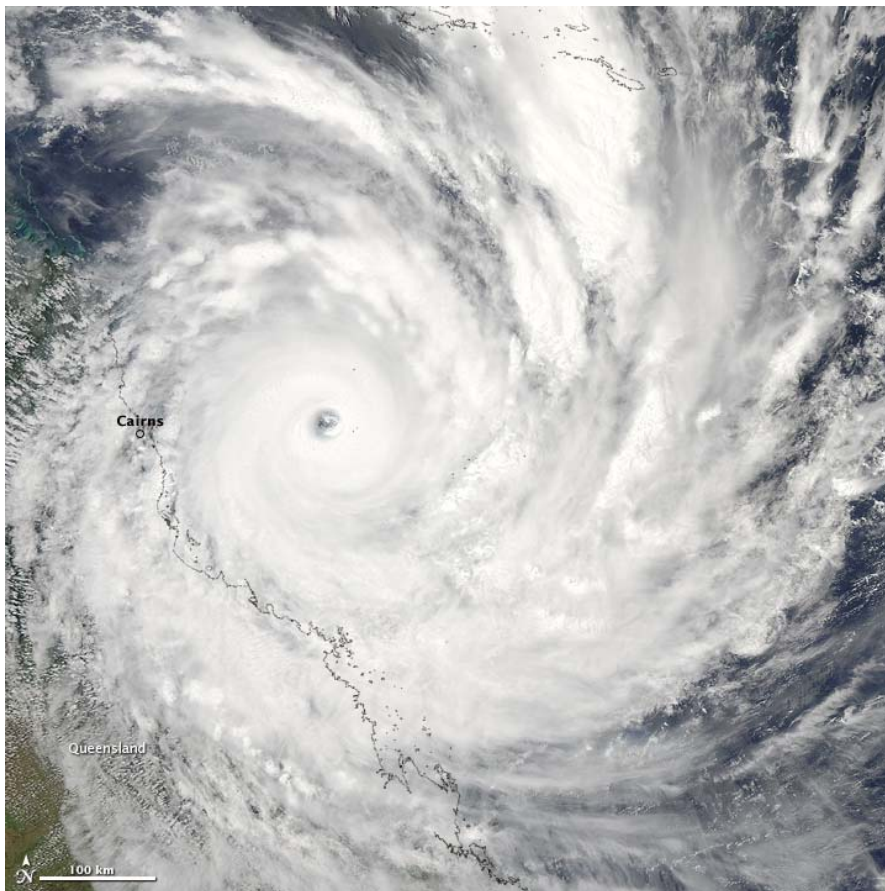
TD: Tropische Depression; TS: Tropischer Sturm; H1-H5: Tropische Zyklone mit Stärke 1-5



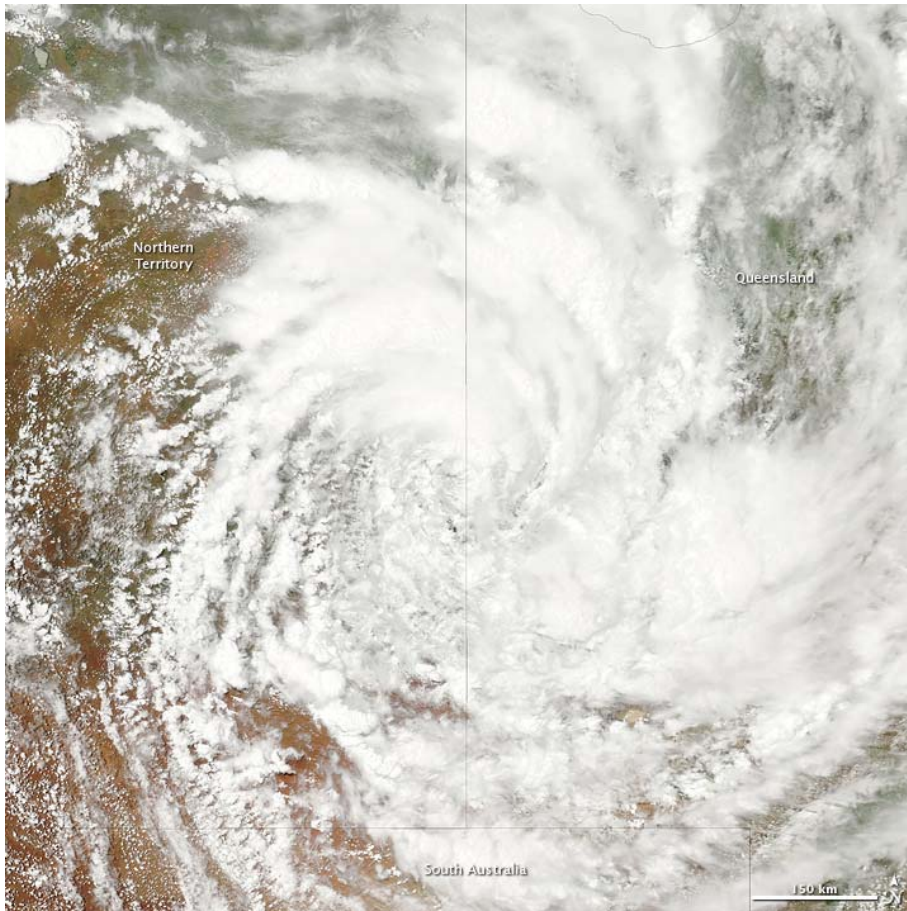
31. Januar 2011



01. Februar 2011



02. Februar 2011



04. Februar 2011

Hat La Nina zur Verstärkung des Monsters beigetragen?

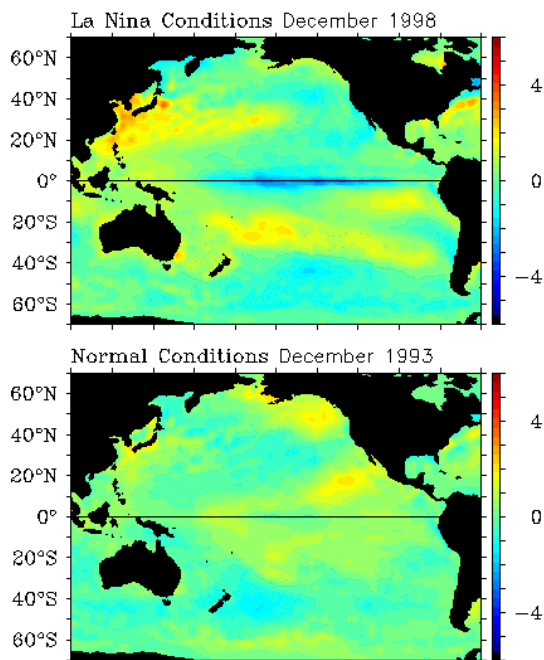
Diese Frage ist, um es vorweg zu sagen, klar mit ja zu beantworten. Zur Erinnerung: La Nina ist der klimatische Zustand im Südlichen Pazifik, in dem die Süd-Ost Passatwinde, meistens nach einem vorangegangenen El Nino, wieder Fahrt aufgenommen haben und deutlich noch über den normalen Zustand hinaus verstärkt werden.

<http://rlrational.wordpress.com/2011/01/28/la-nina-das-kleine-madchen/>

Dabei treiben sie sowohl wieder das kalte Wasser des Humboldtstroms vor der peruanischen Küste nach Westen, aber auch vor diesen das warme Oberflächenwasser aus der Zeit des El Nino. In dieser Phase entstehen auch deutliche Erhöhungen des Meeresspiegels im westlichen Pazifik von über einem Meter.

Deutlich ist im folgenden Bild der wärmere Zustand des Pazifiks östlich von Australien um ca. 2-3°C in einem La Nina Zustand (oberes Bild) zu erkennen, was zu größerer Instabilität und heftiger Vertikalbewegung der Luftmassen führt.

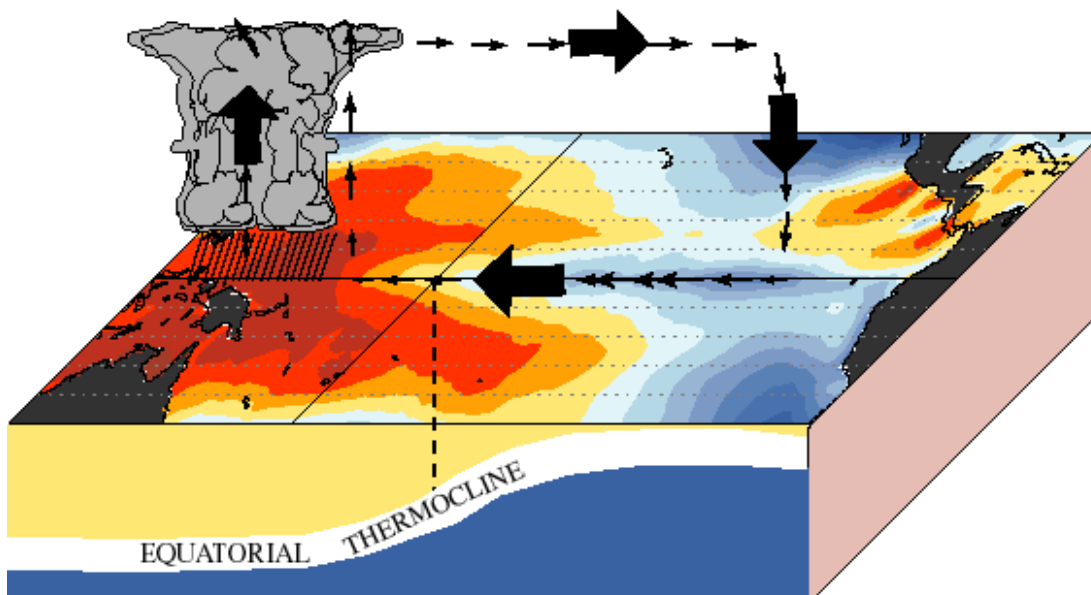
Reynolds Monthly SST Anomalies (°C)



<http://www.wrh.noaa.gov/fgz/science/lanina.php?wfo=fgz>

Berücksichtigt man die Verstärkung der Walker Zirkulation bei einer La Nina und die Verstärkung des Tiefdrucksystems über Westpazifik mit dem nunmehr noch stärkeren Auftrieb, so wird ihr potentieller Einfluss auf die Bildung und Intensität eines Tropischen Zyklons noch deutlicher (siehe nächste Abbildung).

December - February La Niña Conditions



http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/lanina_schem.shtml

Das „Kleine Mädchen“ La Nina hat großen Einfluss und steht – wie sein gegensätzlicher Bruder El Nino - mit seiner Klimawirkung regional und global als Großmacht da. Entstehung, Abklingen und Umkehr sind einigermaßen verstanden, aber leider auf Grund des komplexen Zusammenwirkens vieler Einflussgrößen und ihrer chaotischen Natur bis heute nicht durch Klimamodelle vorhersagbar.

Dr. Rainer Link, Physiker
Februar 2011