

Kontinente im Wandel (Teil 2 von 2)

Durch immer bessere Untersuchungsmethoden (z.B. paläomagnetische Analysen ¹⁾ ist man heute in der Lage, frühere Bewegungen der Kontinente (gegenseitige Verlagerung und Drehung durch Kontinentaldrift) hunderte Millionen Jahre zurückzuverfolgen. Dadurch weiß man, dass die heutigen Kontinente früher nicht getrennt, sondern vor ca. 325 bis 150 Mio. Jahren in dem Superkontinent Pangäa (bzw. Pangea) vereint waren ²⁾. Vor ca. 230 Mio. Jahren begann in einem langandauernden Prozess der Zerfall Pangäas und das Auseinanderdriften der Bruchstücke, aus denen nach und nach die heutigen Kontinente entstanden (**Bild 1**). Je nach Quelle differieren die vorgenannten Zeitangaben.

Neben Superkontinenten, welche die gesamte Landmasse oder zumindest ihren größten Teil umfassten, gab es auch Großkontinente mit geringerem Landumfang. Der Übergang zwischen beiden Kategorien ist fließend. Die frühere Existenz der nachfolgenden Super- und Großkontinente ist wissenschaftlich mehr oder weniger umstritten, wobei die Unsicherheit mit dem Abstand zur Gegenwart zunimmt ³⁾:

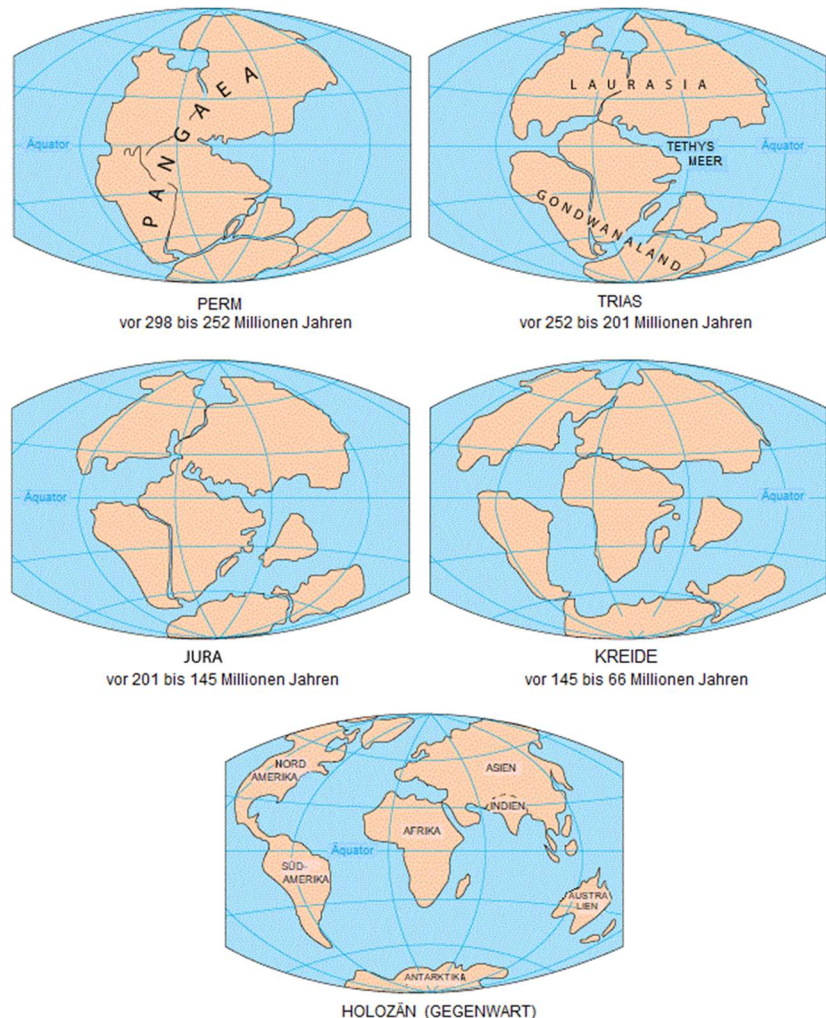


Bild 1 Entwicklung der heutigen Kontinente aus Pangäa ³⁾

- Großkontinent Laurasia vor ca. 200 bis 55 Mio. Jahren
- Superkontinent Pangäa vor ca. 325 bis 150 Mio. Jahren
- Großkontinent Laurussia vor ca. 400 bis 300 Mio. Jahren
- Großkontinent Gondwana vor ca. 550 bis 150 Mio. Jahren (Überschneidung mit Folgekontinenten)
- Superkontinent Pannotia vor ca. 600 bis 550 Mio. Jahren
- Superkontinent Rodinia vor ca. 1.100 bis 750 Mio. Jahren

Die Groß- und Superkontinente Columbia, Ur und Arctia, die möglicherweise vor Rodinia existierten, gelten als sehr hypothetisch. Lediglich Kenorland vor ca. 2.450 bis 2.110 Mio. Jahren wird auf Grund paläomagnetischer Spuren (s.o.) eine größere Wahrscheinlichkeit eingeräumt. Da die Bewegung der Kontinente stetig weiterläuft, werden sie zwangsläufig in der Zukunft wieder zusammenstoßen. In ca. 250 Mio. Jahren wird es einen neuen Superkontinent geben. Zu seiner möglichen Gestalt und dem

Weg dorthin wurden in den letzten Jahren verschiedene Szenarien mittels Computermodellen durchgespielt. **Bild 2** zeigt die vier wichtigsten Ergebnisse dieser Modellrechnungen.

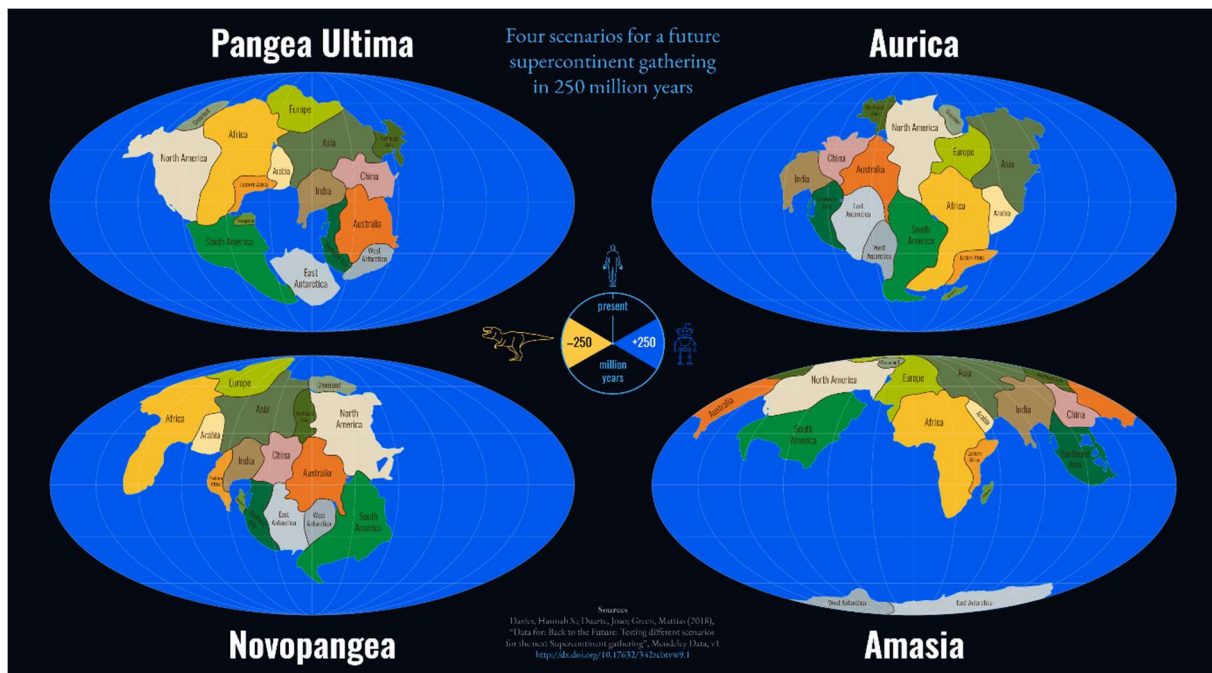


Bild 2 Vier plausible Szenarien des künftigen Superkontinents ⁴

Je nach der künftig eintretenden Variante wird der Umwandlungsprozess mit einer der folgenden Entwicklungen der derzeitigen Ozeane verknüpft sein:

- Pangea Ultima: Schließung des Atlantiks
- Novopangea: Schließung des Pazifiks
- Aurica: Schließung des Atlantiks und Pazifiks und Öffnung eines neuen (Pan-Asiatischen) Ozeans
- Amasia: Schließung des Arktischen Ozeans

Dieser künftige Superkontinent wird nicht der letzte sein. Nach der Bildung eines weiteren Superkontinents und seinem erneuten Auseinanderbrechen wird sich der „Tanz der Kontinente“ wiederholen, solange das Erdinnere noch ausreichend aktiv ist.

Wesentlichen Anteil an der Untersuchung und wissenschaftlichen Einordnung der Platten-tektonik hatte der kanadische Geowissenschaftler John Tuzo Wilson. In den späten 1960er Jahren beschrieb er den nach ihm benannten Wilson-Zyklus, der das Öffnen und Schließen von Ozeanbecken sowie die Bildung und den Zerfall von Superkontinenten beinhaltet ⁵. Er definierte folgende 7 (bzw. 8) Phasen, die nach typischen Beispielen benannt sind, welche derzeit auf der Erde stattfinden (**Bild 3**):

1. Ruhestadium: Eine (große) Kontinentalplatte (z.B. die eurasische Platte) befindet sich in tektonischer Ruhe. Faltengebirge werden durch Erosion abgetragen.
2. Graben- oder Riftstadium: Darunter versteht man das kontinentale Aufwölben einer Platte und das anschließende Reißen mit der Bildung eines Grabenbruchs (Riffs). Von einem passiven Riff spricht man, wenn plattentektonische Vorgänge in der näheren Umgebung, z. B. eine Gebirgsbildung, durch die entstehenden Spannungen zum Auslöser werden (Beispiel Oberrheingraben). Dagegen ist von aktiven Riffs die Rede, wenn sogenannte Hotspots die Ursache sind. Das sind Magmablasen, in denen das geschmolzene Gestein aus dem Erdinneren bis relativ nahe an die Erdoberfläche aufsteigt. Die in diesem Bereich ausgedünnte Kruste wölbt sich auf und reißt schließlich unter Bildung eines Grabenbruchs (Beispiel Ostafrikanisches Grabensystem).

3. Rotes-Meer-Stadium oder Ozeanisches Jungstadium: Das aufsteigende Magma führt zur Erweiterung, Dehnung und Absenkung des Grabens, der schließlich durch angrenzende Meere geflutet wird.
4. Atlantik-Stadium oder Ozeanisches Reifestadium: Durch das weiterhin heraus- quellende Magma bewegen sich die Kontinente immer mehr auseinander und das Meer erweitert sich zum Ozean. Im Bereich des Magma- austritts bildet sich ein Mittelozeanischer Rücken (MOR) und es können vulkanische Inseln entstehen. Die Kontinentalränder sind in dieser Phase passiv.

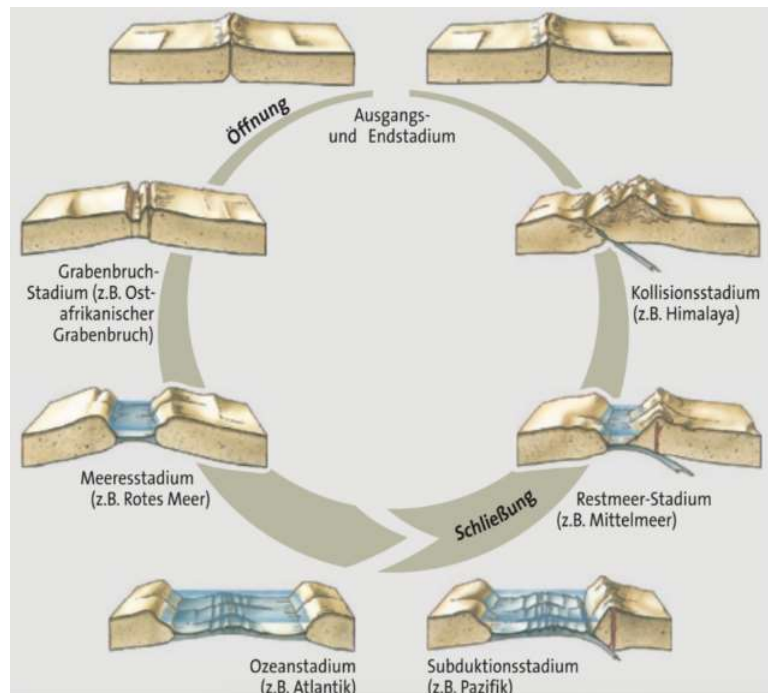


Bild 3 Der Wilson-Zyklus ⁶

5. Pazifik-Stadium oder Inversions- bzw. Subduktionsstadium: Als Ausgleich für die Neubildung der Erdkruste an MOR bilden sich an anderer Stelle Subduktionszonen, an denen sich Platten übereinander schieben (s. Teil 1 zu diesem Newsletter). Dort kommt es verstärkt zu Vulkanismus und Erdbeben und zur Bildung von Tiefseerinnen. Wandelt sich wenigstens ein Rand des Ozeanbeckens von einer passiven Form in eine Subduktionszone um und ist die Subduktionsrate höher als die Spreizungsrate am MOR, so wird das Ozeanbecken allmählich wieder schmaler (Inversion).
6. Mittelmeer-Stadium oder Restmeerstadium: Die Einengung des Ozeanbeckens setzt sich fort. Durch Subduktion des MOR wird die Inversion beschleunigt. Das Mittelmeer, als typisches Beispiel, wird auf diese Weise in einigen Millionen Jahren verschwinden.
7. Himalaja-Stadium: Die Kollision der Platten führt durch den entstehenden starken Druck zur Faltung von Teilen der kontinentalen Kruste und zur Entstehung gewaltiger Faltengebirge. Aus den ursprünglich getrennten Kontinentalplatten ist ein Groß- oder Superkontinent entstanden.
8. Ruhestadium: Durch Erosion (Wasser, Wind, Frost) wird das Faltengebirge nach und nach abgetragen, womit der Wilson-Zyklus wieder an seinem Ausgangspunkt angekommen ist und nach einer Ruhephase von vorn beginnen kann.

Inzwischen gibt es neuere Untersuchungen und Simulationen, die nahelegen, dass es für den Beginn der Plattentektonik einen speziellen Initialmechanismus gegeben haben könnte ⁷. Danach könnten Einschläge großer Asteroiden vor ca. 3,5 Mrd. Jahren, die damals wesentlich häufiger als heute auftraten, Konvektionsprozesse als Motor der Plattentektonik in Gang gesetzt haben.

Ein Wilson-Zyklus dauert etwa zwischen 200 und 250 Mio. Jahren und stellt eine Idealisierung dar, von der es in der Praxis häufig zu Abweichungen kommt. Z.B. werden teilweise nicht alle Phasen durchlaufen und meist gibt es verschiedene parallel ablaufende Zyklen, d.h. mit unterschiedlichen Phasen zur gleichen Zeit.

Die Plattentektonik hat weitreichende Auswirkungen, die das Dasein auf unserem Planeten schon immer beeinflusst haben und auch in Zukunft beeinflussen werden. Dazu gehören insbesondere:

- Erd- und Seebeben (Tsunamis)
- Vulkanausbrüche (lokale und globale Auswirkungen)
- Klima (Kontinental- und Seeklima, Klimaänderungen)
- Flora und Fauna (Artenvielfalt, Gefahr von Massensterben)

Die Erforschung und das immer bessere Verständnis der Plattentektonik auf der Erde sind für die Menschheit von existentieller Bedeutung. Verbesserte Vorhersagen und die Entwicklung geeigneter Anpassungs-Strategien können lokale und ggf. globale Auswirkungen von Naturereignissen auf das Leben zumindest abmildern.

Nach dem aktuellen Forschungsstand ging man bisher davon aus, dass Plattentektonik im Sonnensystem derzeit nur auf der Erde vorkommt. Allerdings weist die Oberflächenstruktur des von einer kilometerdicken Eisschicht bedeckten Jupitermondes Ganymed darauf hin, dass dort Vorgänge ablaufen, die der Plattentektonik auf der Erde mit Oberflächenneubildung und Subduktion ähneln, wenn auch mit dem Unterschied, dass sich dort Eisplatten statt Gesteinsplatten bewegen⁸.

Die bisherige Auffassung, dass die Venus eine weitgehend starre Oberfläche aufweist, wird durch neue Auswertungen von Aufnahmen des Magellan-Orbiters aus den 90er Jahren in Frage gestellt. Offenbar gibt es auf der Venusoberfläche Bereiche, die sich bewegen, aufeinanderprallen und rotieren. Dafür scheint eine Art Tektonik verantwortlich zu sein, allerdings ohne Subduktion und Gebirgsauffaltung⁹.

Quellen

- ¹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Pal%C3%A4omagnetismus>
- ² <https://de.wikipedia.org/wiki/Pangaea>
- ³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Superkontinent>
- ⁴ <https://bigthink.com/strange-maps/next-supercontinent/>
- ⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/Wilson-Zyklus>
- ⁶ <https://content.knowunity.de/CONTENT/WkqiHjsXJbVDjDnajpzi.pdf>
- ⁷ <https://www.scinexx.de/news/geowissen/brachten-einschlaege-die-plattentektonik-in-gang/>
- ⁸ <https://www.wissenschaft.de/astronomie-physik/eismond-mit-plattentektonik/>
- ⁹ <https://www.spektrum.de/news/plattentektonik-auf-der-venus-bewegt-sich-was/1887280>