

## Chaostheorie – was ist das?

*Eine Beschreibung von Phänomenen, wo kleine Ursachen große Wirkungen haben.*

Ist das Chaos tatsächlich chaotisch oder gibt es da eine Ordnung?

*Es gibt dieselbe Ordnung wie sonst auch, aber es spielt die Wärmetheorie mit: viele kleine Teilchen verhalten sich doch nicht ganz genau berechenbar. Auch die Quantentheorie spielt mit und sagt, dass es nur mehr statistische Aussagen bei den Atomen gibt und das ist bei Trillionen von Atomen dann doch eine nicht vorhersagbare Komponente.*

Was war die geschichtliche Ausgangssituation für die Chaosforschung?

*Ein chaotisches Phänomen ist z.B. das **Dreikörperproblem**: Wie kreisen drei fast gleich große Massen umeinander? – Da bemerkte man, dass das nicht mehr genau vorherberechenbar war, da kleine Änderungen der Anfangsbedingungen zu großen Änderungen im Ablauf kommen.*

*Lange Zeit wurden diese Phänomene als eher weniger verbreitete Spezialfälle angesehen. Da eine angemessene Untersuchung ohne Computer wenig erfolgversprechend schien, und kaum jemand besondere Erkenntnisse erwartete, da die Phänomene vollständig auf den Konzepten der klassischen Physik beruhen, wurden sie wenig beachtet. Das änderte sich erst mit dem Aufkommen schneller Computer.*

*In den 1960er Jahren entdeckte **Edward N. Lorenz** die Phänomene, die heute als deterministisches Chaos bezeichnet werden, an einem Modell für das Wetter. Als er, um Zeit zu sparen, gerundete Werte einer früheren Berechnung verwendete, beobachtete er, dass winzige Änderungen der Anfangsbedingungen nach kurzer Zeit zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen führten.*

*([http://www.welt.de/wissenschaft/article1914384/Ein\\_Schmetterling\\_kann\\_Staedte\\_verwuesten.html](http://www.welt.de/wissenschaft/article1914384/Ein_Schmetterling_kann_Staedte_verwuesten.html))*

Was ist der **Schmetterlingseffekt**?

*Ein Schmetterling in China kann durch einen Flügelschlag ein Gewitter in Europa auslösen, da eventuell eine Luftströmung ausgelöst wird, die diesen Endeffekt hat. Wäre der Schmetterling still gewesen, hätte das Wetter einen anderen Verlauf genommen. Das gilt aber nicht für jedes Wetterphänomen.*

Hier eine Antwort aus dem Internet von Fabi [Re: Chaostheorie????](#) 20. November 2005 15:35:

*Natürlich hängen Ursache und Wirkung zusammen. Die Chaostheorie eliminiert das Prinzip der Kausalität keineswegs. Im Gegenteil: Sie bestärkt es sogar in gewisser Hinsicht. Die Chaostheorie besagt, dass es prinzipiell unmöglich ist eine Ursache ganz genau zu analysieren. Egal wie genau ein Ereignis bemessen wird, es bleibt immer ein Messfehler, da unsere Messverfahren nicht beliebig genau sein können. So weit ich weiß, waren die genauesten Messungen, die je gemacht wurden bis maximal 14 Stellen hinterm Komma genau. Sieht man nun dieses gemessene Ereignis als Ursache für eine direkt darauffolgende Wirkung an, so ist über diese Wirkung eine maximale Genauigkeit von bis zu 13 Stellen hinterm Komma bekannt. Wenn dann diese Wirkung selbst Ursache für eine darauffolgende Wirkung ist, so sind nur noch max. 12 Stellen hinterm Komma bekannt. usw... Man kann also unmöglich, selbst mit den präzisesten Messungen nicht, eine längere Kausalitätenkette bilden, da mit jedem weiterem Schritt in der Kette die Ungenauigkeit stark zunimmt. Somit wäre es also theoretisch denkbar, dass zwei, voneinander scheinbar völlig unabhängige Ereignisse (z.B. Flügelschlag eines Schmetterlings → Wirbelsturm) doch in einem kausalen Zusammenhang zueinander stehen und wir diesen nur aufgrund unserer ungenauen Messungen nicht erkennen können. Das könnte also bedeuten, dass es etwas wie Zufall nicht gibt, da wir bei scheinbar zufälligen Ereignissen nur die Ursache nicht genau genug bestimmen können, um den eigentlich kausalen Zusammenhang aufzeigen zu können.*

**Doppelpendel:** <http://de.wikipedia.org/wiki/Doppelpendel> und <http://www.youtube.com/watch?v=m5cTs7dmuPk>