

## **daisyworld, das MODELL**

In der Computersimulation Daisyworld (Daisy = Gänseblümchen) gibt es auf einem simulierten, erdähnlichen Planeten nur zwei Arten von Lebewesen: schwarze Daisies und weiße Daisies. Weiße Daisies haben weiße Blüten, welche Licht reflektieren, und schwarze Daisies haben schwarze Blüten, welche Licht absorbieren. Beide Arten haben dieselbe Wachstumskurve (ihre Reproduktionsrate hat die gleiche Abhängigkeit von der Temperatur), jedoch sind schwarze Daisies aufgrund ihrer schwarzen Blüten wärmer als weiße Daisies und kahle Erde. Ein Planet mit einem Übergewicht an weißen Daisies ist kühler als einer mit mehr Schwarzen.

Zu Beginn der Simulation ist der Planet Daisyworld so kalt, dass nur ein paar schwarze Daisies und fast keine weißen Daisies überleben können. Jedes Mal, wenn die Temperatur fällt, fangen die schwarzen Blüten an, zu dominieren. Diese absorbieren die Wärme der Sonne, was wiederum dazu führt, dass die Temperatur des Planeten steigt. Dies wiederum führt zu besserem Wachstum der schwarzen Daisies und dieses zu weiterer Temperaturerhöhung. Mit der Erwärmung des Planeten können sich nun auch weiße Daisies besser vermehren, welche aufgrund ihrer geringeren Temperatur eine bessere Vermehrungsrate haben, als die nun schon über ihrem Optimum liegenden schwarzen und heißeren Daisies. Der Planet erreicht ein Temperaturgleichgewicht. Jede Erwärmung führt zu einer größeren Anzahl weißer Daisies, jede Abkühlung zu mehr schwarzen Daisies. Ein derartiges System ist bemerkenswert stabil gegenüber sich verändernder Strahlungsleistung der Sonne. Der gesamte Planet reguliert sich selbst. Ab einem gewissen Punkt jedoch übersteigt die externe Strahlungsleistung die Regulationskräfte durch die konkurrierenden Daisies und der Planet wird von Hitze überwältigt. Wird die Simulation ohne die Daisies durchlaufen, steigt der Temperaturverlauf synchron zur Strahlungsleistung der Sonne. Mit Daisies gibt es zu Beginn der Simulation verstärkte Erwärmung und zum Ende verstärkte Kühlung, was zu einer nahezu konstanten Gleichgewichtstemperatur während des größten Teils der Simulation führt. Auf diese Weise verändern die Daisies das Klima derart, dass die Bedingungen für sie lebensfreundlicher werden. Jedoch zeigt das

Daisyworldmodell für bestimmte Solarkonstanten auch eine verzögerte Wirkung, so dass der Planet zwei unterschiedliche stabile Zustände für diese Solarkonstanten aufweist: Typischerweise ist jeweils der eine abiotisch und der andere nahezu vollständig besiedelt.

Spätere Erweiterungen des Daisyworldmodells schlossen Kaninchen, Füchse und andere Arten mit ein, welche Absorptionsraten zwischen den schwarzen und weißen Daisies haben. Eines der überraschenderen Ergebnisse dieser Simulationen war, dass die selbstregulierenden Kräfte des gesamten Planeten mit der Anzahl der Arten stiegen. Diese Beobachtung unterstützte die Ansicht, dass Biodiversität wertvoll ist, und löste die moderne Biodiversitätsdebatte aus.

Daisyworld zog auch Kritik auf sich: Die Simulation weist kaum Ähnlichkeit mit der Erde auf; das System benötigt eine Ad-hoc-Todesrate, um im Gleichgewicht zu bleiben und das Modell verwischt die Unterschiede zwischen Phänomenen auf der Ebene der Arten und jener der Individuen. Jedoch zeigt Daisyworld unbestreitbar, dass biologisch reguliertes Gleichgewicht keine zweckmässige Erklärung benötigt.

English

This model explores the "Gaia hypothesis", which considers the Earth as a single, self-regulating system including both living and non-living parts. In particular, this model explores how living organisms both alter and are altered by climate, which is non-living. The example organisms are daisies and the climatic factor considered is temperature.

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2006RG000217>

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Daisyworld>