

6.2 Beispiele von Ungleichgewichten

Metastabile Zustände in der Mechanik

„Metastabilität“ ist eine Form der Stabilität, die zwischen „stabil“ und „instabil“ einzuordnen ist. Die Vorsilbe „meta“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie „nach“ oder „über“.

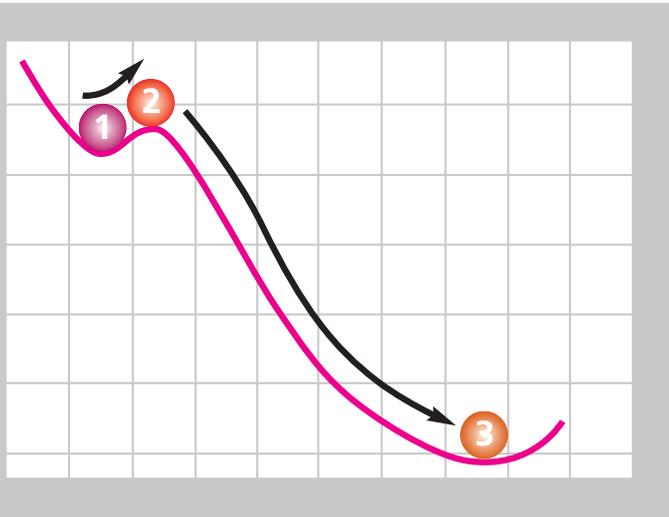


Abb. 6.1:
Metastabiler (1) und stabiler (3) Zustand einer Kugel

Ein metastabiler Zustand ist also nicht ganz stabil und auch nicht ganz instabil. Das Beispiel in Abbildung 6.1 veranschaulicht die Situation.

Eine Kugel liegt in einer kleinen Mulde (1), die höher ist als eine zweite Mulde (3), die sich anschließt. Wird die Kugel nur schwach angestoßen, wird sie zwar in der ersten Mulde hin- und herrollen, doch diese nicht verlassen. Wird sie jedoch stärker angestoßen, muss sie über die Kante (2) rollen und in der unteren Mulde (3) landen. Das bedeutet: Ein metastabiler Zustand verhält sich zwar gegenüber kleinen Veränderungen stabil, gegenüber größeren Veränderungen jedoch instabil. Er ist somit teilweise stabil und gleichzeitig auch teilweise instabil; welcher Zustand eingenommen wird, hängt von der jeweiligen Situation (Veränderung) ab.

Auch am Beispiel eines Baumes, der dem Wind ausgesetzt ist, lässt sich Metastabilität verdeutlichen.

Weht der Wind nicht allzu stark, biegt sich der Baum zwar, doch er bleibt stehen. Es kommt nur zu einer kleinen Abweichung von seinem normalen Stand. Hört der Wind auf, steht der Baum wieder gerade.

Der normale Stand des Baumes ist jedoch nur ein metastabiler Zustand, denn wenn es stürmt und der Wind extrem kräftig bläst, bricht der Baum ab oder wird aus dem Boden gerissen. Sobald er auf dem Boden liegt, hat er einen stabilen Zustand erreicht.



Abb. 6.2:
Ein Baum, der sich im Wind biegt, aber nicht umfällt

Die Beispiele der Kugel und des Baumes stammen aus dem Bereich der Mechanik: Die Metastabilität oder Stabilität wird in diesen beiden Fällen durch die Schwerkraft bestimmt. Im Zustand (1) in der oberen Mulde hat die Kugel eine höhere potenzielle Energie als im Zustand (3). Diese Energiedifferenz wird als „potenzielle Schwerkraftenergie“ oder auch „potenzielle mechanische Energie“ bezeichnet. Da Systeme in der Physik immer zum tiefsten Energiezustand streben, ist der Zustand (3) der stabilere Zustand.