

Nutation und Wachstum II

Henning Kunze

Im ersten Teil dieser Arbeit (Elemente d. N. 25) wurde an einer Reihe von Tatsachen dargestellt, dass die organischen Gestalten nicht ruhende, feste Formen wie z. B. die Kristalle sind, sondern dass sie ihr Dasein einem ständig sich verwirklichenden Geschehen im Strome des Stoffwechsels verdanken. Die Wanderung des Nutationsimpulses entlang der Sprossachse kann dafür als einfaches Modellbeispiel dienen. Im folgenden sollen noch weitere Beobachtungen an nutierenden Sprossen mitgeteilt werden, die ebenfalls als relativ einfach zu überschauende Beispiele für grössere Tatsachenkomplexe gelten können. Die hier dargestellten Phänomene legen den Gesichtspunkt nahe, dass es sich bei dem Krümmungsimpuls um eine Feldwirkung handelt, bei der unterschiedliche Organ- und Gewebspartien in gleicher Weise beeinflusst werden.

Untersucht wurden die Keimlinge der Möhre (*Daucus carota*) und der Kresse (*Lepidium sativum*).

1. Der Einfluss äusserer Faktoren auf die Sprosskrümmung der Keimpflanzen von *Daucus carota*

Es wurden Keimpflanzen unter vollständigem Lichtausschluss herangezogen. Sie zeigen dabei die bekannten Erscheinungen des Etiolements, sind lang und dünn und haben relativ kurze gelbliche Keimblätter. Die Keimdauer ist gegenüber den im normalen Tag-Nacht-Wechsel herangezogenen Pflanzen nicht verzögert. Die Sprosskrümmung ist auch bei den Dunkelkeimlingen normal ausgebildet, beträgt meistens 180° , in wenigen Fällen bis zu 270° . Auch hier beginnt sie am basalen Ende des Hypokotyls und wandert wie beschrieben sprossaufwärts. Da die Sprosse aufgrund der Vergeilung einen geringeren Durchmesser haben, ist der Krümmungsbogen noch enger als gewöhnlich (*Bild 1*).

Eine zweite Gruppe von Keimlingen wurde im Klinostaten aufgezogen. Hierbei werden die Pflanzen ständig mit langsamer Geschwindigkeit um eine horizontale Achse gedreht, so dass die Schwerkraft nicht mehr richtunggebend wirksam sein



Bild 1: Keimlinge der Möhre. Links nach Aufzucht im Dauerdunkel; die Keimblätter stecken noch in der Samenschale, der Keimblattknoten ist deutlich zu erkennen. Rechts Klinostatversuch, die Keimlinge zeigen Nutationswinkel bis zu 270° .

kann. Demzufolge wachsen die Keimlinge in einer rotierenden Petrischale in alle möglichen Richtungen aus, die meisten liegen auf dem Boden. Alle weisen aber die Sprosskrümmung wie die normal gewachsenen Keimlinge auf (*Bild 1*). Auch hier beträgt der Krümmungswinkel $180\text{--}270^\circ$ und die Krümmung wandert akropetal weiter.

Aus beiden Versuchen geht hervor, dass Licht und Schwerkraft als richtende Faktoren für die Sprosskrümmung ausscheiden. Es handelt sich demnach um echte autonome Wachstumskrümmungen (Nutationen). Eine nach dem Abstellen des Klinostaten einsetzende Aufrichtung der Keimlinge erfolgt aus dem basal an das Nutationsfeld anschließenden Hypokotylbereich. Nur hier wird der negative Geotropismus wirksam. Ähnlich ist es bei der Einwirkung einseitiger Beleuchtung. Die daraufhin stattfindende positiv-phototropische Krümmung liegt ebenfalls unterhalb der Nutationskrümmung und beeinflusst diese nicht (*Bild 2*).

Bild 2: Bei einseitiger Beleuchtung (hier von rechts zu denken) krümmen sich die Keimlinge positiv-phototropisch im Bereich unterhalb des Nutationsfeldes. Auf die Nutationskrümmung selbst hat das Licht keinen Einfluss.



2. Das Wandern des Nutationsfeldes in den Keimblattbereich

Bei der Möhre ist das Wandern des Nutationsfeldes ähnlich wie bei den Dillkeimlingen besonders interessant, weil es sich gegen Ende der Nutationsphase auf den basalen Keimblattabschnitt verlagern kann. Die Wanderung hängt nicht damit zusammen, dass etwa in dem zunächst gekrümmten Bereich das Längenwachstum aufhört und die Krümmung sich deshalb in die noch aktive Wachstumszone weiter oben verlagert. Wie sich an entsprechend markierten Keimlingen zeigt, erfährt auch die ehemals gekrümmte Sprosszone noch ein erhebliches Längenwachstum, nachdem die Krümmung schon verlagert ist. Wenn dann die Nutation die beiden Keimblätter «erfasst», so werden sie beide gleichsinnig und gemeinsam von ihr gekrümmt. Dabei kann man zwei Fälle unterscheiden. Meistens werden die Keimblätter so gekrümmt, dass eines über dem anderen liegt. In dem Fall erfolgt die Krümmung in der Medianebene der Keimblätter (*Bild 3 I, II*). In seltenen Fällen kann man aber auch beobachten, dass die Keimblätter nicht über-, sondern nebeneinander in der Krümmungsebene liegen. Sie sind dann in der Transversalebene gekrümmt (*Bild 3 III*). Diese Erscheinungen zeigen eine bemerkenswerte Tatsache. Im ersten Fall krümmt sich ein Keimblatt rückwärts, d. h. seine morphologische Oberseite wächst stärker als die Unterseite («Epinastie»), das andere Keimblatt macht eine entgegengesetzte Krümmung, indem seine Unterseite sich stärker streckt als die Oberseite («Hyponastie»). Nur durch dieses gegensätzliche Verhalten können beide Keimblätter sich in dieselbe Richtung neigen. Dieses Verhalten ist insofern besonders beachtenswert, als die Keimblätter im Querschnitt durchaus eine deutliche Ober- und Unterseite erkennen lassen. Die Blattoberseite ist im Querschnitt konkav gebogen, die Unterseite konvex. Die Nutation erweist sich damit als *unabhängig von spezifischen Organstrukturen* und als *organübergreifend*.