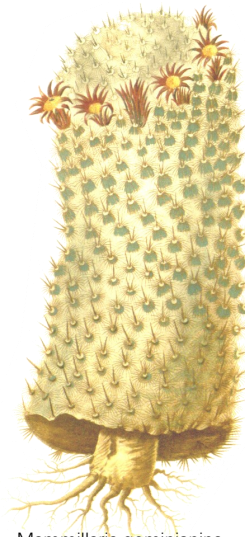


# Schönheit nach Mass – Sukkulenten und der Goldene Winkel

Sukkulente können in den Trockengebieten unserer Erde wachsen, weil sie in ihren Sprossen oder Blättern Wasser speichern können. Dieses Speichervermögen geht mit fleischig verdickten Organen und einem eher klobigen Erscheinungsbild einher. An solch schlichten Pflanzenkörpern sind die Blattstellungsmuster umso deutlicher zu erkennen. Die spiralgige Blattanordnung ist besonders ästhetisch und verdient eine genauere Betrachtung. Sie lässt sich in den Sukkulentenbeeten des Tropenhauses besonders gut studieren.

Der Warzenkaktus (*Mammillaria geminispina*) aus den Halbwüsten Mexikos bildet (wie nahezu alle Kakteen) Dornen anstelle von Blättern und reduziert damit die verdunstungsaktive Oberfläche. Die Dornen sitzen gruppenweise auf warzenartigen Erhebungen, welche den gesamten Pflanzenkörper mit einem regelmäßigen Muster überziehen, das wie am Reißbrett konstruiert erscheint. Darin lassen sich Spirallinien erkennen, die sich gegenläufig und mit unterschiedlicher Steilheit zur Sprossspitze schlängeln.



*Mammillaria geminispina*

Wie ein solches Spirallinienmuster entsteht, lässt sich an *Agave potatorum* nachvollziehen. Diese Sukkulente aus den saisonal trockenen Höhenlagen Mexikos verfügt im Gegensatz zur vorangehenden Art über fleischig verdickte Blätter in einer grundständigen, spiralgigen Rosette. Zeitlebens bilden sich im Zentrum neue Agavenblätter, bevor die Pflanze am Ende ihres Lebens einen übermannshohen Blütenstand hervorbringt und dann abstirbt. Bei der Bildung eines neuen Blattes werden die älteren Blätter nach aussen abgedrängt und verschoben sich um einen Winkel von  $137.5^\circ$ . So stehen die Blätter in der Reihenfolge ihrer Entstehung auf einer flachen Spirallinie mit den jüngsten Blättern im Zentrum und den ältesten ganz aussen. Steilere Spirallinien entstehen mit zunehmender Blattanzahl von selbst. Voraussetzung ist allerdings, dass der Divergenzwinkel von  $137.5^\circ$  eingehalten wird. Dieser Winkel wird Goldener Winkel genannt. Er ergibt sich, wenn man den vollen Winkel im Verhältnis des Goldenen Schnitts teilt. Schon kleinere Abweichungen führen dazu, dass die steileren Spirallinien nicht mehr in Erscheinung treten. Die Regelmässigkeit des Musters ist gestört.



*Mammillaria geminispina*

*Haworthia willowmorensis* aus dem subtropischen Südafrika legt ihre Blattrosetten in gleicher Weise an, und es entstehen die wohlbekanntesten Spirallinienmuster. Nummeriert man die Rosettenblätter nach zunehmendem Alter, lassen sich die einzelnen Spirallinien mit Zahlenfolgen bezeichnen. In der Abbildung sind drei rote Spirallinien [1-4-7-10-13-16-19], [2-5-8-11-14-17-20], [3-6-9-12-15-18] mit der Differenz 3, fünf gelbe Spirallinien [1-6-11-16], [2-7-12-17], [3-8-13-18], [4-9-14-19], [5-10-15-20] mit der Differenz 5 und acht weisse Spirallinien [1-9-17], [2-10-18], [3-11-19], [4-12-20], [5-13], [6-14], [7-15], [8-16] mit der Differenz 8 zu erkennen.

Rechts:  
*Haworthia willowmorensis*  
Blattrosette mit in der Anlagerihenfolge nummerierten Blättern und Blattspirallinien mit den Kennzahlen 3 (rot), 5 (gelb) und 8 (weiss)

Die Differenz innerhalb einer Spiralliniengruppe ist immer gleich der Anzahl Spirallinien, die zur Gruppe gehören. Für die rote Spiralliniengruppe beträgt diese Kennzahl 3, für die gelbe 5 und für die weisse 8. Würde man die Nummerierung der Blätter fortsetzen, würden weitere Spiralliniengruppen mit höherer Kennzahl erscheinen, nämlich 13, 21, 34, 55, 89, 144, ... Die Kennzahlen der Spiralliniengruppen bilden, aufsteigend geordnet, die sogenannte Fibonacci-Folge, die mit 0, 1, ... beginnt und bei der sich die nächste Zahl aus der Summe der beiden vorangehenden Zahlen ergibt.

Je höher die Kennzahl einer Spiralliniengruppe ist, desto steiler ist der Verlauf der zugehörigen Spirallinien. Bei extrem hoher Kennzahl ist Krümmung der Spirallinien kaum mehr wahrnehmbar, und diese verlaufen nahezu auf einer Radiuslinie zur Rosettenmitte. Dies wird aber nur näherungsweise, nie aber exakt der Fall sein. Tatsächlich lässt sich zeigen, dass bei spiralgiger Blattanordnung mit Divergenzwinkel von  $137.5^\circ$  nie zwei Blätter auf derselben Radiuslinie stehen. Das hat für die Pflanze unbestrittene Vorteile. Die Blätter können platzsparend angeordnet werden, weil sie einander nicht im Weg stehen. Ausserdem wird die Ressourcen-Konkurrenz zwischen den Blättern minimiert. Beispielsweise ist die Beschattung durch Nachbarblätter minimal. Natürlich ist die Beschattungsproblematik bei Sukkulente, die in Trockengebieten an der prallen Sonne wachsen, wenig ausgeprägt. Doch das beschriebene Blattanordnungsmuster kommt auch bei Pflanzen der gemässigten Breiten vor. Denken Sie daran, wenn Sie nächstes Mal einen Kopfsalat rüsten.

