

# Sonnenbrand im Grünen

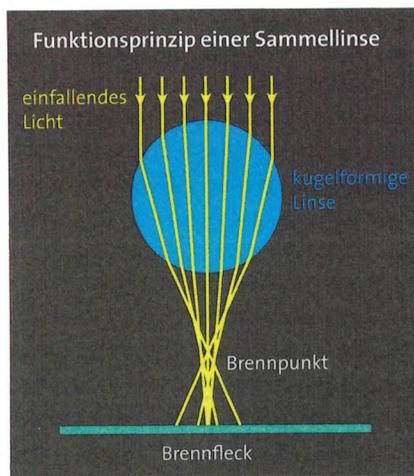
Eine alte Gärtnerregel auf dem Prüfstand:  
 »Verbrennen« die Blätter von Pflanzen wirklich, wenn man sie bei prallem Sonnenschein gießt?

... Wenn in den Tropfen frisch erquickter Blätter  
 Die neue Sonne tausendfach sich spiegelt ...

*Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832)*

Wer hat nicht schon in mittäglicher Sommerhitze die Pflanzen in seinem Garten bedauert, die ausgedorrt ihre Blätter hängen lassen. Der Gartenschlauch wäre zwar zur Hand, aber eine weit verbreitete Gärtnerregel besagt: Wässere niemals in praller Sonne! Die Warnung erscheint durchaus plausibel. Wenn man den Schlauch trotzdem auf die Blätter richtet, fallen im Inneren des Schlagschattens, den die an ihnen hängen gebliebenen Wassertropfen nun werfen, tatsächlich helle Flecke gebündelten Lichts auf (Foto rechts oben).

Doch reicht ihre Intensität, um Brandflecken hervorzurufen? Laut den Gesetzen der geometrischen Optik wird das in die Tropfen eindringende Licht beim Durchqueren der Grenzfläche zwischen Luft und Wasser zum Einfallslot hin gebrochen. Die Form der



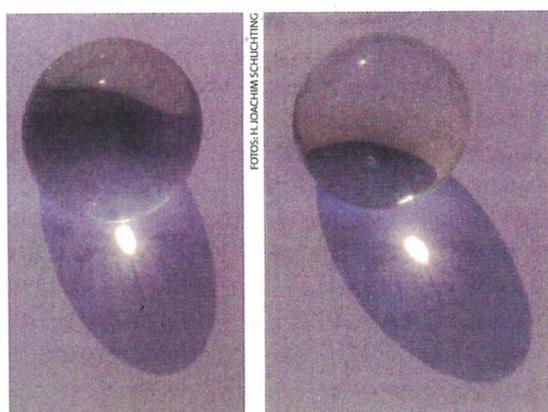
SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, NACH H. JOACHIM SCHLICHTING

Tropfen lässt diese wie eine Sammellinse funktionieren: Sie lenken die Lichtstrahlen zunächst aufeinander zu, bis sie sich überkreuzen und danach wieder auseinanderstreben (siehe Grafik oben).

Stellen wir uns nun vor, dass sich diesem Lichtbündel ein Hindernis in den Weg stellt. Je nachdem, wie nah es dem Kreuzungspunkt des Lichts ist, desto stärker konzentriert sich auf seiner Oberfläche das Licht. Eine Glaskugel von zwölf Millimeter Durchmesser, auf ein Blatt Papier in der Sonne gelegt, gibt uns ein Gefühl für die Situation (siehe Fotos links). Der Brennfleck durchmisst etwa 2,4 Millimeter, fokussiert das Licht also auf etwa ein Fünftel des Kugeldurchmessers. Da Durchmesser und Fläche in einem quadratischen Verhältnis zueinander stehen, ist die Energiedichte auf der kleinen Fläche 25-mal höher als sie es bei direktem Lichteinfall wäre.

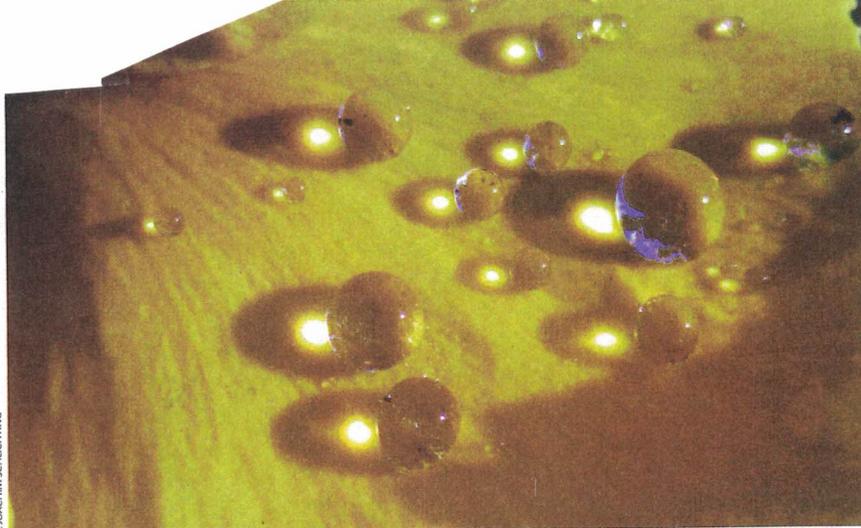
Darüber hinaus können wir davon ausgehen, dass sich ein Blatt Papier, das wir der Sonne aussetzen, leicht um rund 20 Grad Celsius erwärmt. Weil die Temperaturerhöhung proportional zur absorbierten Energie ist, müssen wir also mit einer Endtemperatur von bis zu  $25 \times 20$  Grad Celsius = 500 Grad Celsius rechnen. Weil Schreibmaschinpapier schon bei 360 Grad zu brennen beginnt, reicht das. Nach wenigen Minuten zeigen sich auf der papierenen Unterlage deutliche Verbrennungsspuren. Ob ein in vollem Saft stehendes Pflanzenblatt der Bestrahlung mehr entgegengesetzt hat? Der Test zeigt, dass alles einfach nur ein wenig länger dauert: Man muss etwa dreimal so lange warten, bis das Blatt dunkel wird.

Gegen die Aussagekraft des Glaskugel-experiments könnte man einwenden, dass Wasser mit  $n = 1,33$  einen kleineren Brechungsindex hat als Glas mit typischerweise  $n = 1,5$ . Doch führt der Unterschied lediglich dazu, dass die Lichtstrahlen vom Glas stärker zum Einfallslot hin gebrochen werden. Folglich ist der Brennfleck mit dem kleinsten Durchmesser (der Ort, wo die Lichtstrahlen am stärksten gebündelt sind; im Idealfall ein Brenn-»Punkt«) bei einer Linse aus Wasser etwas weiter entfernt als bei einer aus Glas. In welchem Fall das Licht auf dem Blatt stärker oder schwächer konzentriert würde, lässt sich aber nicht allgemein beantworten. Das hängt vor allem von der Form des Tropfens und darüber hinaus vom Winkel ab, der zwischen Blatt und Sonnenstrahlen liegt, und damit auch von der



FOTOS: H. JOACHIM SCHLICHTING

Auch eine kleine Glaskugel fokussiert das Licht. Links ist das Ergebnis bei hohem und rechts bei niedrigerem Sonnenstand zu sehen.



Kugelförmige Tropfen im Sonnenlicht werfen einen Schlagschatten, in dessen Inneren fokussiertes Licht einen hellen Fleck hervorruft. Zu sehen ist das Blütenblatt eines Stiefmütterchens kurz nach einem Regenschauer.

Tageszeit und sogar der geografischen Breite.

Damit es aber überhaupt zur Bildung von Tropfen kommt, müssen die Blätter mindestens ein wenig hydrophob, also Wasser abweisend sein. Das sind sie in der Regel, denn Blätter atmen durch Spaltöffnungen, so genannte Stomata. Würden diese verstopft, weil das Wasser, statt Tropfen zu bilden, sich in einem Film über das Blatt legt, könnte die Pflanze ersticken.

### Effektive Wasserkühlung

Auf vielen Pflanzen nehmen die Tropfen Linsenform an, die für Gärtner völlig unbedenklich ist. Die Kontaktfläche zum Blatt ist dann relativ groß (siehe Foto rechts), so dass sich der Brennfleck fast immer innerhalb dieser Fläche befindet. Auf diese Weise kann ihn der Tropfen mit seiner großen Wärmekapazität sehr effektiv kühlen. Auch wenn das gar nicht unbedingt nötig ist: Der Brennfleck ist im Fall eines linsenförmigen Tropfens nämlich recht ausgedehnt, weil der Brennpunkt relativ weit hinter dem Blatt liegt. Entsprechend gering fällt die Temperaturerhöhung aus.

Anders ist es bei stark Wasser abweisenden Blättern. Auf ihnen sorgen winzige Härchen für eine gewisse Rauigkeit und verhindern, dass das Wasser bis zur eigentlichen Blattoberfläche vordringt. Der Tropfen grenzt also vor allem an Luft, was aus energetischen Gründen zu kugelförmigen Tropfen führt – mit umso perfekterer Kugelgestalt, je kleiner sie sind (siehe »'ne Perl in jeder Primel Ohr«, S. 73). Dann aber

Im Fall linsenförmiger Tropfen befinden sich die Brennflecken in der Regel im Bereich der Kontaktfläche zwischen Tropfen und Blatt. Dann beugt die kühlende Wirkung des Wassers Verbrennungen vor.

kühlen sie den Brennfleck nicht, weshalb der Linseneffekt seine Wirkung voll entfalten kann.

Die Brennglaswirkung der Tropfen hat auch Wissenschaftler auf den Plan gerufen. 2010 kamen sie bei experimentellen und theoretischen Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass Tropfen auf glatten Blättern das Blattgewebe nicht schädigen können. Nur im Fall stark Wasser abweisender Blätter wie etwa denen des Schwimmfarns, welche die Tropfen durch Härchen auf Abstand halten, kommt es tatsächlich zu Verbrennungen. Ihre Ergebnisse übertrugen die Wissenschaftler sogleich auch kühn auf den Menschen. Unter »idealen« Bedingungen, so schreiben Ádám Egri von der Eötvös-Loránd-Universität in Budapest und seine Kollegen, können Wassertropfen, die nach dem Baden in der Körperbehaarung hängen geblieben sind, ebenfalls zu einem Sonnenbrand führen.

Was lernen wir also aus der alten Gärtnerregel? Schauen wir einige Minuten nach einem Regenschauer mit anschließendem Sonnenschein in den Garten, werden wir vor allem trockene Pflanzen entdecken, die aus ihrer Hydrophobie keinen Hehl machen. Und solange die wenigen verbleibenden Tropfen keine Kugelgestalt annehmen, kann



eigentlich nichts passieren. Trotzdem kann es sinnvoll sein, die Regel zu befolgen: Enthält das Gießwasser zwecks Düngung mineralische Salze, bleiben diese auf den Blättern zurück, falls das Wasser allzu schnell verdunstet. Dann droht statt der thermischen die chemische »Verbrennung«.

### QUELLE

Egri, Á. et al.: Optics of Sunlit Water Drops on Leaves: Conditions Under Which Sunburn is Possible. In: *New Phytologist* 185, S. 979–987, März 2010

### WEBLINKS

Dieser Artikel und Links zu den im Text genannten Publikationen im Internet:  
[www.spektrum.de/artikel/1298016](http://www.spektrum.de/artikel/1298016)