

▶ Transpiration

Kathrin Becker, Fritz Leppert

Grundlagen



Unter Transpiration versteht man die Wasserabgabe in Form von Wasserdampf über die oberirdischen Pflanzenteile. Pflanzen verfügen ihren standortabhängigen Ansprüchen entsprechend über verschiedene morphologische Transpirationsbarrieren und sind in der Lage, die Transpirationsrate zu regulieren. Den größten Anteil an der Transpiration hat die stomatäre Transpiration, die über die Spaltöffnungen erfolgt. Die Regulation wird hier über die Einstellung unterschiedlicher Spaltweiten durch die Schließzellen durchgeführt.

Die Transpiration ist eine wichtige Voraussetzung für die Versorgung der oberirdischen Organe mit Wasser und Nährstoffen. Der Wasserverlust durch Transpiration wird durch die Wasseraufnahme über die Wurzeln und durch den Transport über das Sprosssystem ausgeglichen. Diese Wasserbewegung wird durch den Transpirationssog möglich. In den wassergefüllten Leitungsbahnen tritt dabei eine Saugspannung auf, die als Unterdruck messbar ist.

Versuchsaufbau

Materialien:

- TI-Nspire™ CX
- TI-Nspire™ Lab Cradle oder EasyLink™
- Gas Pressure Sensor (Vernier GPS-BTA)
- Stativ mit 2 Stativklammen
- ca. 40 cm langer Schlauch (gehört zum Lieferumfang des Sensors)
- Schlauchklemme (gehört zum Lieferumfang des Sensors)
- größeres Gefäß, mit Wasser gefüllt
- Pflanze mit gestielten Blättern (z.B. Christrose (Helleborus niger))

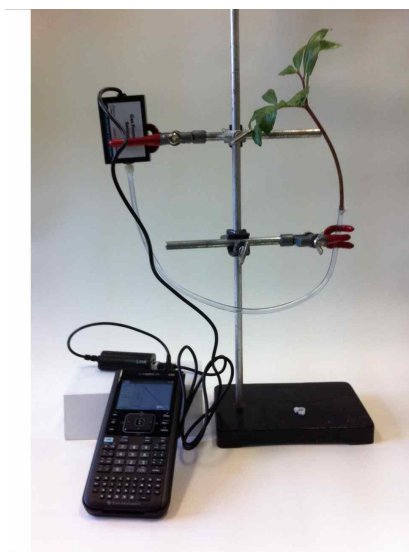


Abb. 1: Versuchsaufbau

Hinweise zur Versuchsdurchführung

Beim Aufbau des Versuchs ist darauf zu achten, dass keine Luft in den Blattstiel gelangt, da dadurch der Transpirationssog unterbrochen wird.

Der Schlauch, der den Blattstiel mit dem Drucksensor verbinden soll, wird in einem Gefäß so unter Wasser gehalten, dass er sich vollständig mit Wasser füllt. An dem einen Ende wird dem Schlauch eine Klemme aufgesetzt.

Ein Pflanzenblatt wird abgeschnitten. Dabei ist darauf zu achten, dass der Durchmesser des Stiels möglichst gut mit dem des Schlauchs übereinstimmt. Das Blatt wird sofort so in das Wasserbecken gehalten, dass das Stielende am Boden liegt. In dieser Position wird der Blattstiel mit einem Skalpell noch etwas eingekürzt. Danach wird er unter Wasser in das Schlauchende mit der Klemme eingeführt und die Klemme vorsichtig geschlossen, so dass der Schlauch den Blattstiel dicht umschließt, der Stiel aber nicht zerdrückt wird.

Der Schlauch wird aus dem Wasser genommen, wobei das offene Ende mit einem Finger zugehalten werden muss. Zuerst wird das Ende mit dem Blatt in einer Stativklemme befestigt. Das Blatt sollte aufrecht stehen. Dann wird das andere Schlauchende mit dem dazugehörigen Verschluss an den Drucksensor angeschlossen. Es ist darauf zu achten, dass kein Wasser in den Sensor gelangt. Dazu ist es erforderlich, dass der Gasdruck-Sensor beim Anschließen höher gehalten und anschließend höher aufgehängt wird als das Schlauchende mit dem Blatt.

Jetzt sollte noch einmal kontrolliert werden, dass sich keine Luftbläschen in dem Schlauch befinden und dass kein Wasser an der Anschlussstelle zum Blatt austritt.

Einstellungen im TI-Nspire™-Menü

Öffnen Sie ein neues Dokument und wählen Sie „7: Vernier DataQuest hinzufügen“ aus. Dies geschieht auch automatisch, wenn der Sensor über das Lab Cradle oder den EasyLink™ mit dem TI-Nspire™ verbunden wird.



Abb. 2: Messansicht

Der Sensor wird automatisch erkannt. Es erscheint die Messansicht und es wird sofort der aktuelle Druck in der Einheit kPa angezeigt. Zunächst wird das Experiment über die Taste [menu] eingerichtet. Der Erfassungsmodus ist

zeitbasiert. Die vorzunehmenden Einstellungen sind in Abb.2 dargestellt. Dann kann das Experiment aus der Messansicht durch Klick auf den Startbutton (grün unterlegter Pfeil) gestartet werden. Für weitere Details bei den Einstellungen sei auf [Keunecke/Tewes] verwiesen.

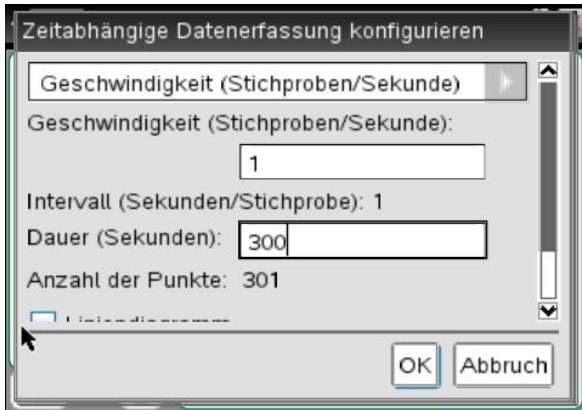


Abb. 3: Einrichten des Experimentes

Sobald die Messung gestartet wurde, wechselt die Applikation in die Graphenansicht. Da die Dauer des Experimentes eingestellt wurde, endet die Messung automatisch. Bei einer Wiederholung des Experimentes werden die aufgezeichneten Daten überschrieben. Es empfiehlt sich daher, eine Sicherung der Daten durch Klick auf den Speicherbutton rechts neben dem Startbutton durchzuführen (s. Abb 2).

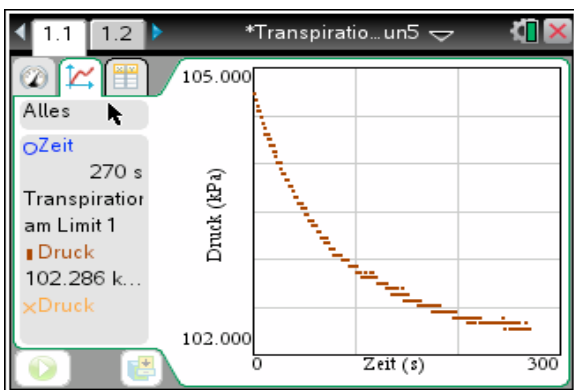


Abb. 4: Graphenansicht

	Zeit	Druck	Zeit
1	0	104.741	
2	1	104.741	
3	2	104.680	
4	3	104.680	
5	4	104.619	
6	5	104.561	

Abb. 5: Tabellenansicht

In der Tabellenansicht finden sich die erfassten Daten in tabellarischer Form, so dass man hier für weitere Berechnungen Zugriff auf die Messdaten hat. Sie lassen sich in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen.

Hinweise für die Auswertung

In Abhängigkeit von der Zeit wird der Gasdruck gemessen. Dieser nimmt kontinuierlich ab. Da über die Blattoberfläche Wasserdampf abgegeben wird, entsteht in den Leitungsbahnen eine Saugspannung, durch die das Wasser aus dem Schlauch angesogen wird. Es kommt zu einer Druckabnahme, die durch den Gasdruck-Sensor messbar ist. Die Druckabnahme pro Zeitintervall kann damit als Maß für die Transpirationsrate gewertet werden.

Es lassen sich verschiedene Einflüsse auf die Transpirationsrate, wie sie in der Natur vorkommen, untersuchen. Beispielsweise ist die Transpirationsrate höher, wenn das Pflanzenblatt mit einer Wärmelampe bestrahlt wird oder man das Blatt einem Luftstrom aussetzt. Der Einfluss der Stomata auf die Transpirationsrate kann eindrucksvoll veranschaulicht werden, indem man die Stomata künstlich verschließt. Zu diesem Zweck kann die Blattunterseite mit Nagellack versiegelt werden. Es sei darauf hingewiesen, dass in dieser Hinsicht die Verwendung von Hautcreme oder Vaseline nicht zu der gewünschten Abdichtung der Stomata führt. Für einen Vergleich von Messdaten, die unter verschiedenen Bedingungen gewonnen wurden, ist darauf zu achten, dass der Höhenunterschied zwischen Blatt und Sensor in der Versuchsanordnung annähernd gleich gehalten wird.

In Abbildung 6 sind der Graph (a) für einen Versuchsansatz ohne weitere Einflüsse auf das Blatt und der Graph (b) für einen Ansatz, bei dem das Blatt von warmer Föhnluft umströmt wurde, dargestellt. Während im ersten Fall (a) nur eine geringe Druckabnahme zu verzeichnen ist, fällt der Druck im zweiten Fall (b) deutlich ab und der Wasserverlust, den die Pflanze bei diesen Verhältnissen erfährt, wird dadurch sichtbar.

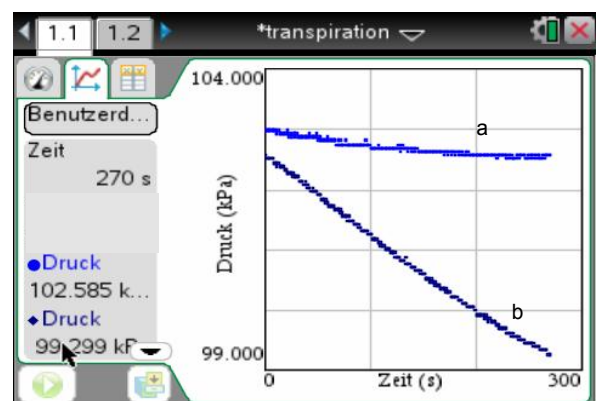


Abb. 6: Versuchsansatz unter Raumbedingungen (a), Versuchsansatz mit warmer Föhnluft (b)

Ist die Blattunterseite versiegelt, so dass über die Stomata keine Transpiration stattfindet, ist kaum ein Wasserverlust und damit nur eine sehr geringe Druckabnahme zu verzeichnen (Abb. 7).

Nach Beendigung des Versuchsdurchlaufs wird durch das Datenerfassungsprogramm eine automatische Skalierung vorgenommen, bei der für die Darstellung der Messwerte die gesamte Bildschirmhöhe ausgenutzt wird und somit auch geringe Druckveränderungen optisch vergrößert erscheinen. Dieser Effekt lässt sich beheben, indem man das Menü der Datenerfassung verlässt und eigenständig eine Skalierung der Ordinate vornimmt (Abb. 8).

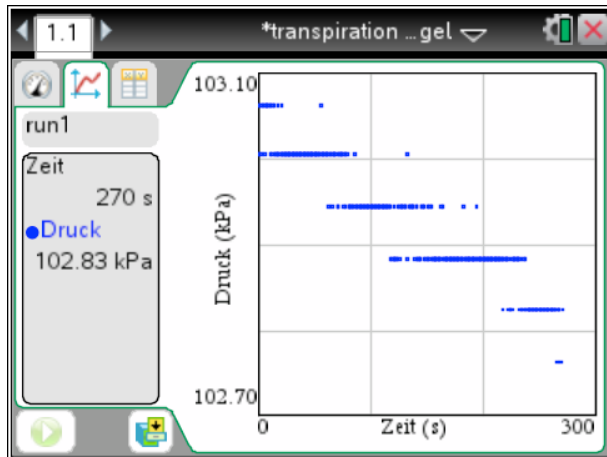


Abb. 7: Versuchsansatz mit versiegelter Blattunterseite

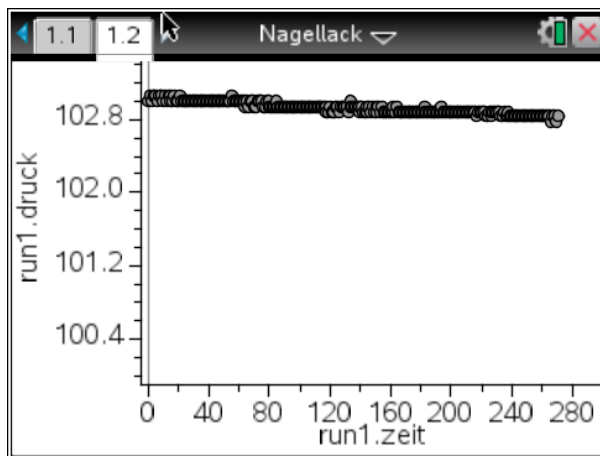


Abb. 8: Ansatz wie in Abb. 7 nach manueller Skalierung der Ordinate

Literatur

[1] [1] Keunecke, K.-H./Tewes, M. (Hrsg.): Anleitung zur Datenerfassung und Auswertung mithilfe der TI-Nspire™-Technologie (Betriebssystem TI-Nspire™ 3.x), T³ Deutschland, 2011 (<http://www.ti-unterrichtsmaterialien.net/index.php?id=1&detail=1049>)

Autoren

Kathrin Becker, Hannover (D)
Kathrin.Becker@t-online.de

Fritz Leppert, Hannover (D)
fleppert@t-online.de

Anmerkung der Autoren

Das beschriebene Experiment ist im Rahmen der T³-Arbeitsgruppe Biologie erarbeitet worden. Diese Arbeitsgruppe entwickelt Versuche für den Einsatz eines Datenerfassungssystems unter Verwendung verschiedener Sensoren, um biologische Phänomene anschaulich darzustellen. Dabei ermöglicht die TI-Technologie zusammen mit den Vernier-Sensoren einen leichten Zugang zu den biologischen Sachverhalten, indem Messwerte erfasst und anschließend dargestellt und ausgewertet werden können. Weitere Experimente finden Sie in dem neu herausgekommenen Heft

Hans-Ulrich Lampe (Hrsg.): Der Einsatz von Graphikrechnern und Taschencomputern im Biologieunterricht, T³-Materialien

Die Materialien wurden im Unterricht und in Fortbildungsveranstaltungen sorgfältig erprobt und haben sich dabei bewährt. Die Materialien sind durchgehend aufgeteilt in Lehrerinformation mit Anleitungen und Tipps und (kopierfähige) Schülerarbeitsblätter, überwiegend mit Lösungsideen. Damit besteht einerseits die Möglichkeit, dass sich die Unterrichtenden in Ruhe mit den technischen Möglichkeiten vertraut machen können, andererseits können die Schülerinnen und Schüler mit den Anleitungen weitgehend selbständig arbeiten.