d. h. sie lagern in Berührung mit Wasser Flüssigkeitsteilchen zwischen ihre kleinsten Elemente ein, und dies führt besonders die Volumenzunahme quellender Körper herbei. Auch das Holz ist z. B. quellungsfähig, und es ist ja bekannt, dafs trockenes Holz, welches man in Wasser legt, sein Volumen vergröfsert. Wir wollen hier nicht versäumen, im Anschlufs an das bereits Gesagte einige Mitteilungen über die Organisation der Samen und die Beziehung derselben zum Quellungsprozefs anzuführen. Als Beispiel wählen wir den buntschaligen Samen von Phaseolus multiflorus. Quellen wir einen Samen 24 Stunden in Wasser ein, so läfst sich die Samenschale leicht von den inneren Samenteilen ablösen. Die Samenschale umgiebt, da hier das Endosperm fehlt, direkt den Embryo. Derselbe besteht aus den beiden mächtig entwickelten Cotyledonen, einer kleinen Wurzel- und einer mit Blättchen besetzten Stengelanlage. Betrachtet man einen trockenen Phaseolussamen und orientiert denselben derartig, dafs der in Form eines weifsen Streifens entwickelte Nabel dem Beobachter zugewandt ist, so findet man auf der einen Seite des Streifens eine kleine Vertiefung, die Mikropyle, welche dicht über der Wurzelspitze des Embryo liegt. Am entgegengesetzten Ende des Nabels erblickt man zwei kleine, durch eine seichte Naht getrennte Wülste, die Doppeltuberkeln. Diese, der Nabel und die Mikropyle bilden den hilaren Apparat des Samen. Durch die Mikropyle dringt das Wasser bei der Quellung vor allem in den Samen ein, wie folgender Versuch lehrt:

Ein Phaseolussame a wird völlig in Wasser eingetaucht, einen zweiten Samen b, der nahezu dasselbe Gewicht wie a besitzen mufs, befestigt man in geeigneter Weise auf einer Nadel und taucht ihn derartig in Wasser ein, dafs seine Oberfläche mit Ausschlufs des hilaren Apparates benetzt wird. Wägungen ergeben nach Verlauf von 1 oder 2 Stunden, dafs a recht viel, b aber nur wenig Wasser aufgenommen hat.

17. Wurzeldruck.

(Versuche mit Birken.)

Die Wurzeln vermögen das für das Gedeihen der Pflanzen erforderliche Wasser aufzunehmen. (Vergl. Abschnitt 8.) Ihre Parenchymzellen pressen die aufgenommene Flüssigkeit infolge osmotischer Druckwirkungen, die in ihnen zur Geltung kommen, in die Gefäfse und Tracheiden des Stammes hinein, und von hier aus verbreitet sich dieselbe unter Vermittelung komplizierter Vorgänge, die hier nicht näher

besprochen werden können, nach den Ästen, Zweigen, Blättern. Es ist also eine Saftbewegung in der Pflanze vorhanden.

Um den Auftrieb des Wassers in der Pflanze, welche zunächst durch den sogenannten Wurzeldruck vermittelt wird, näher kennen zu lernen, stellen wir folgenden Versuch an:

Wir bedürfen zu unserm Experiment einer im rechten Winkel gebogenen Glasröhre. Zur Herstellung derselben bedient man sich eines etwa 20 cm langen, 6 mm im Durchmesser besitzenden Rohres. Dieses wird an beiden Enden mit den Händen gefafst und die Mitte desselben unter fortwährendem Drehen des Rohres in eine Gasflamme gehalten. Ist das Glas durch die Hitze genügend erweicht, so ist die Biegung leicht auszuführen.

Als Versuchspflanze benutzt man am zweckmäfsigsten eine grofse Birke von etwa 40—80 cm Umfang. Der Baum wird Ende März oder Anfang April, wenn die Entfaltung des Laubes noch nicht eingetreten ist, in einer Höhe von etwa 40—50 cm über dem Erdboden angebohrt. Die Bohrung halte einen Durchmesser von 6—7 mm und reiche nahezu bis zur Mitte des Stammdurchmessers. Jetzt wird das Ende des einen Schenkels des rechtwinkelig gebogenen Glasrohres in die Bohrung eingeführt, nachdem die letztere vorher mit Hilfe einer Stricknadel zur Entfernung der Holzspäne sorgfältig gereinigt worden ist, und dann das Glasrohr mit Siegellack luftdicht angekittet. Der andere Schenkel des Glasrohres wird in den Hals einer geeigneten Glasflasche (Weinflasche) eingeführt. Nun überlasse man die in der angegebenen Weise vorbereitete Pflanze sich selbst.

Jeden Morgen früh um 7 Uhr und abends um 7 Uhr (wohl auch mittags) beobachte man jetzt längere Zeit hindurch, ob und wie viel Flüssigkeit aus dem Baum ausgetreten ist und sich in dem Glasgefäfs gesammelt hat. Die Quantität der gewonnenen Flüssigkeit kann man dabei leicht ermitteln, indem man dieselbe aus der Flasche in einen in Kubikcentimeter eingeteilten Mafscylinder giefst.

Es ist wünschenswert, die Untersuchungen über den Saftausflufs aus dem verletzten Baume mit Beobachtungen über die jeweiligen Witterungsverhältnisse (Temperatur der Luft, Niederschlagsmengen, Windrichtung und Windstärke), sowie über die Entfaltung der Knospen des Baumes zu verbinden. Die Lufttemperatur stellt man am besten fest, indem man in unmittelbarer Nähe des Baumes, der zur Untersuchung dient, ein Thermometer aufhängt.

Ich gelangte in einer am 5. April begonnenen Versuchsreihe zu folgenden Ergebnissen:

Tag der Beob. April	Niedrigste u. höchste Temp. der Luft	Feuchtigkeitsverhältnis der Luft (Niederschl., Wolkenb.)	Menge des Saft-ausflusses in ccm	Bemerkungen
6.	4,5—19° C.	Himmel hell b s bedeckt	1285	Blattknospen unentwickelt.
7.	10—17°	Heiter, etwas bewölkt, später Regen.	690	
8.	8—11°	Bewölkt, Regen.	735	
9.	6—12°	Teilweise Regen. Himmel klar. Reif (kühl).	882	
10.	8—12°	Himmel klar, teilweise bedeckt, hell.	340	
11.	5—10°	Himmel bedeckt bis klar, kühl. Reif.	285	
12.	5—10°	Himmel teilweise bewölkt, meist hell. Heiter. Nachts Regen.	—	
13.	4—12°	Heiter, leicht bewölkt.	wenige Tropfen	
14.	4—9°	Hell. Nebel.	—	Nachtfrost.
15.	3—14°	Heiter, starker Ostwind. Nebel, sehr trocken.	—	Die Blattknospen brechen auf. Entfaltung beginnt an der Spitze des Baumes.
16.	9—17°	Heiter, warm.	—	desgl.
17.	9—13°	Trübe, starker Nebel, teilweise heiter, Südwind.	—	Die Knospen sind sämtlich aufgebrochen.
18.	12—13°	Himmel trübe, warmer Regen, dann heiter. SW.	einige Tropfen	
19.	10—13°	Himmel teils bedeckt; warm. Regen (stark).	desgl.	
20.	8—12°	trübe,	desgl.	Die Blätter sind zum grofsen Teile entfaltet.
21.	5—14°	Bedeckt.	—	Die Blätter sind vollständig entwickelt.

Fassen wir die Resultate der in vorstehender Tabelle mitgeteilten

Beobachtungen ins Auge, so zeigt sich vor allem, dafs der Saftausflufs bei Beginn des Versuches sehr grofs war, allmählich geringer wurde und schliefslich völlig aufhörte. Der Grund für diese Erscheinung ist hauptsächlich darin zu suchen, dafs die Laubknospen der Birke nach und nach zur Entwickelung gelangten und die Blätter sich entfalteten. Diese Organe begannen lebhaft zu transpirieren. Das Wasser, welches aus dem Boden in die Pflanze eingetreten war, strömte den transpirierenden Blättern zu und konnte sich daher nicht mehr, wie bei Beginn des Versuches, im Holzkörper des Baumes ansammeln. Der Wasserverbrauch seitens der Pflanze infolge der Wasserverdunstung ist somit als die Ursache des allmählich versiegenden Wasserausflusses anzusehen.

Weiter lassen unsere Zahlen erkennen, dafs der Wasserausflufs gesteigert wurde, wenn es geregnet hatte und den Wurzeln durch Regen Wasser zugeführt worden war. (Vergl. die Beobachtungen vom 7. u. 8., ferner 17. u. 18.)

Sehr lehrreich ist es ferner, bei Versuchen über den Wurzeldruck die Saftmengen festzustellen, welche zu verschiedenen Tageszeiten den Baum verlassen. So beobachtete ich regelmäfsig, dafs selbst während der Periode starken Saftausflusses von mittags 11 Uhr bis abends keine Flüssigkeit oder nur wenige Tropfen derselben aus dem Baume ausgetreten waren, während der Saftausflufs in der Nacht und am Vormittag bedeutend war, Erscheinungen, die ihren Grund in der zur Nachtzeit geringen, am Tage aber erheblicheren Transpiration der Pflanze haben.

Die aus Birken oder andern Pflanzen austretende Flüssigkeit stellt kein reines Wasser dar, sondern eine Lösung verschiedener Stoffe (Zucker, Eiweifs etc.).

Dafs der Saft Zucker enthält, ist schon durch seinen süfsen Geschmack leicht wahrzunehmen, und um den Eiweifsgehalt nachzuweisen, ist es nur nötig, einige Kubikcentimeter des Saftes in einem Probierglase zu erhitzen. Es tritt dann infolge der Abscheidung von Eiweifs (Albumin) eine sehr deutliche Trübung der Flüssigkeit ein.

An dieser Stelle ist auch noch der Ort, etwas näher auf das Verhalten solcher Bäume im Sommer einzugehen, die wir in der oben angegebenen Weise angebohrt und mit einem rechtwinkelig gebogenen Glasrohre versehen haben. Aus der in diesem Abschnitt mitgeteilten Tabelle geht hervor, dafs der Saftausflufs aus der Birke völlig aufhörte, nachdem sich die Laubblätter entfaltet hatten. Läfst man

die Glasröhre nun auch noch fernerhin im Bohrloche stecken, so tritt während des ganzen Sommers keine Flüssigkeit aus dem Baume aus, vielmehr ist die Pflanze zu gewisser Zeit sogar imstande, wenn das Ende des nach abwärts gebogenen Schenkels der Glasröhre in Wasser eintaucht, dieses letztere aufzusaugen. Es erhebt sich dann die Flüssigkeit im Glasrohre und füllt dieselbe völlig an. Diese Erscheinung wird durch den im heifsen Sommer starken Wasserverbrauch der Pflanze vermittelt. Infolge ausgiebiger Transpiration verschwindet das Wasser in der Pflanze in mehr oder minder grofser Menge aus den Hohlräumen der Gefäfse und Tracheiden des Holzkörpers, und der Luftdruck ist alsdann unter den im Versuch gegebenen Bedingungen imstande, Flüssigkeit durch das Glasrohr in die Pflanze hineinzupressen. (Vergl. auch unter 15.)

Im Anschlufs an die Beobachtungen über den Wurzeldruck wollen wir hier noch auf die Thatsache hinweisen, dafs unter Umständen nicht nur aus künstlich verletzten Pflanzen, sondern auch unter natürlichen Verhältnissen aus Gewächsen Flüssigkeit ausgeschieden werden kann.

Kultiviert man Maispflanzen in Blumentöpfen, deren Boden man auf 20 oder 25° erwärmt hat, und schützt man die jungen Pflanzen durch Überdecken mit einer Glasglocke vor zu starkem Transpirationsverluste, so bemerkt man nach kurzer Zeit, oft schon nach Verlauf von einer halben Stunde, an der Spitze der Blätter kleine Tropfen, die an Gröfse zunehmen, dann abfallen und durch neue ersetzt werden.

Diese Tropfenausscheidung kommt zustande, indem alle Hohlräume im Innern der schwach transpirierenden aber lebhaft Wasser aufnehmenden Pflanzen strotzend mit Wasser gefüllt werden und die Flüssigkeit schliefslich unter Vermittelung des Wurzeldruckes, sowie von Druckkräften, die auch in den Zellen der oberirdischen Organe entwickelt werden können, nach aufsen hervorgeprefst wird.

18. Das Holz als wasserleitendes Gewebe.

Das von den Pflanzen unter Vermittelung der Blätter an die Luft abgegebene Wasser mufs ersetzt werden, und es macht sich daher fortwährend eine von unten nach oben gerichtete Wasserströmung geltend. — Handelt es sich darum, die Gewebe zu ermitteln, in welchen diese Wasserströmung erfolgt, so beansprucht folgender Versuch Interesse.

Man bringe nahe der Basis eines reich beblätterten Astes eines