

befall von einem Genpaar gesteuert wird, und man außerdem dabei bedenkt, daß bei den Pappelarten, aus denen die Mütter aufgebaut wurden — 'Oxford' muß man als Tripelbastard bezeichnen —, und bei den Ahnen der Sorte 'Androscoggin' teilweise erhebliche Rostgefährdung vorliegt, so ist es verständlich, wenn in der vorliegenden Tetraploidpopulation, die ja aus Samen gezogen wurde, sich, im Gegensatz zu den Eltern, Rostbefallsgrade von 0—4, in einem Falle sogar bis 5 finden lassen.

Betrachtet man dieses Material im Hinblick auf künftige züchterische Aufgaben, so muß darauf hingewiesen werden, daß die genetischen Verschiedenheiten, die im diploiden Zustand der Population verhältnismäßig klein sind, sich erheblich erhöhen können, wenn dieses Material tetraploid gemacht wird. Man wird also die Individuen zur weiteren Zuchtarbeit behalten, die sicher tetraploid sind und dazu großwüchsig sind. Dabei bleibt natürlich immer die Möglichkeit, daß rostresistente, sehr kleinvwüchsige Tetraploide irgendwelche wesentliche Gene vererben können. Besonders gut wüchsige Pflanzen von hoher Rostresistenz, also Rostbefall 0 oder 1, sind in der Liste markiert. Dabei ist klar, daß die Zuchtarbeit mit diesem Material für Anbaugebiete geeignet ist, in denen während der Vegetationszeit überwiegend hohe Luftfeuchtigkeit vorhanden ist, wie z. B. in deutschen Anbaugebieten und auch in Oberitalien. In vielen Gebieten Mittel- und Süditaliens, wo während der Vegetationszeit infolge der Trockenheit geringere Luftfeuchtigkeit auftritt, können für die züchterische Grundlagenarbeit auch die Formen verwendet werden, die bei gutem Wuchs eine Rostanfälligkeit bis etwa zu der Stufe 2 besitzen. Daß

neben einem hohen Grad von Rostwiderstandsfähigkeit auch Resistenz gegen *Dothichiza* und *Marsonina* und möglichst auch weitgehend gegen Viren wünschenswert ist, sei hier nur am Rande erwähnt.

Zusammenfassung

1. Aus Sämlingen der Zuchtsorten 'Oxford' und 'Rochester', Vater mit großer Wahrscheinlichkeit die dem gleichen Zuchtkreis angehörende Sorte 'Androscoggin', wurde mit Vegetationspunktbehandlung durch Kolchizin-Agar eine tetraploide Population hergestellt.

2. Bei den Gliedern dieser tetraploiden Population handelt sich um allopoloide Formen, und der Grad der morphologischen Streuung ist noch viel ausgeprägter als bei den nicht behandelten Diploiden.

3. Während bei den Müttern 'Oxford' und 'Rochester', wie bei dem Vater 'Androscoggin', der Grad der Anfälligkeit gegenüber dem Rost *Melampsora larici* gering ist, zeigt sich in der tetraploiden Population schwächer bis mittelstarker Rostbefall, es treten aber auch eine Anzahl von Individuen auf, die völlig rostresistent sind.

4. Diese 4n-Pflanzen, die bei bester Großwüchsigkeit und klarer Ausprägung von morphologischen Tetraploidieeigenschaften rostresistent sind, sollen für die weiteren Zuchtmaßnahmen genutzt werden: Schaffung von Triploiden mit dem Ziel, genetisch bunte polyploide Populationen mit hoher Leistung und Sicherheit gegen verheerende Pilzepidemien aufzubauen.

5. Es zeigt sich, daß es bei forstlichen Objekten möglich ist, eine große Zahl unerwünschter Erbträger frühzeitig auszumerzen.

Über die Beziehungen zwischen Assimilationsintensität und Ertrag bei Jungpflanzen einiger Pappelklone

WOLFGANG BORSDORF

Institut für Forstwissenschaften Eberswalde der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin,
Bereich Forstpflanzenzüchtung Graupa, Abteilung Pappelforschung

On the Relationships between Assimilation Intensity and Yield in Young Plants of some Poplar Clones

Summary. On 3 and 4 years old poplar hybrids (Sect. *Aigeiros*), cultivated in boxes of 1 m³ capacity, the relation between intensity of assimilation and dry matter production was studied. Satisfactory agreement in rank was possible only with respect to foliage quantity. When comparing assimilation intensity per unit weight of leaf with whole dry substance production negative correlations are visible; similarly plants under the worst — of three very different — soil conditions show highest assimilation intensity per leaf unit and the reverse is also true. Relative root percentage is so highly dependent on soil (and, moreover, on varieties) that it seems necessary, at least for young trees, to take it into account when discussing the above-mentioned relationships.

Einleitung

Den Beziehungen zwischen Assimilationsintensität und Ertrag bei Forstgehölzen hat zuerst POLSTER (1950) versucht nachzugehen. Es liegt auf der Hand,

dass solchen Bemühungen bei der Langlebigkeit der Objekte und der in solch langem Zeitraum wirksamen Vielfalt der Faktoren keine raschen Erfolge beschieden sein können.

Während sich zunächst das Augenmerk der Assimilationsintensität je Blattflächen- oder Blattgewichtseinheit zuwandte, kamen HUBER u. POLSTER (1955) zu der Überzeugung, daß auch die Menge der assimilierenden Blattfläche mitberücksichtigt werden muß: „Entscheidend für den Ertrag ist nur, ob das Produkt aus der Laubmasse und der mittleren Assimilationsintensität des Laubblattes groß oder klein ist“ (l. c. S. 408). Später hat sich diese Aussage als zu formelhaft erwiesen (POLSTER mdL); im Prinzip aber ist sie nach wie vor gültig (vgl. POLSTER 1966, S. 84f.).

Betrachteten HUBER u. POLSTER (l. c.) die sortenspezifische Assimilationsintensität als aussichtsreiches Selektionskriterium, so glaubte hingegen RÜSCH (1959) anhand seiner Befunde an vier Schwarz-

pappelhybriden, die Erwartungen dämpfen zu müssen. SCHWARZE (1958, S. 329) äußert sich in ähnlicher Weise pessimistisch, und auch WALTER (1960, S. 409) mißt der Gesamtblattfläche größere Bedeutung bei als der Assimilationsleistung.

Ein zu anderen Zwecken in Graupa angelegter Versuch mit jungen Pappelpflanzen gab Gelegenheit, diesen Fragen erneut nachzugehen, insbesondere deshalb, weil auch das Wurzelsystem in die Ertragsberechnungen einbezogen werden konnte, was z. B. bei HUBER u. POLSTER (l. c.) aus objektiven Gründen nicht gegeben war.

Methodik

Im Frühjahr 1962 waren 60 ausgemauerte Gruben mit 3 verschiedenen Substraten (Tab. 1) erdboden-gleich gefüllt und mit je 4 Steckhölzern von 10 Schwarzpappel-Hybridsorten (vgl. Tab. 3) bestockt worden. Die Behälter hatten einen Randabstand von 1,5 m und mit 110 × 110 cm Breite und 90 cm Tiefe ein Fassungsvermögen von rd. 1 m³; an der Sohle sicherten je zwei Löcher den Abfluß von etwaigem Wasserüberschuß in den anstehenden kiesigen Sand. Die Umgebung der Behälter war damit physikalisch und chemisch noch ungünstiger als das verwendete Substrat „Sand“. Ein Hinauswachsen der Wurzeln war bei Versuchsende nirgends zu verzeichnen.

Tabelle 1. Einige Kenngrößen der verwendeten Substrate.*

	Sand	Staub-lehm	subhydrischer Boden** (humoser schluffiger Lehm)
pH in KCl	4,5	6,2	4,1
Wasserkapazität %	31,5	40,6	73,1
P ₂ O ₅ } mg/100 g Boden	4,1	11,3	17,4
K ₂ O } nach SÜCHTING	3,3	7,0	23,3
S-Wert }	1,15	13,25	15,12
H-Wert } mval %	5,79	1,21	14,72
T-Wert }	6,94	14,46	29,84
C %	0,61	0,14	5,20
N %	0,02	0,09	0,33

* Die Untersuchungen wurden im Bodenkundlichen Labor der Abteilung Pappelforschung unter Leitung von Dipl.-Gärtn. K. FRITZSCHE durchgeführt.

** Material von der Entschlammung eines Teiches. Im Text kurz als „Schlamm“ bezeichnet.

Im 3. Wuchsjaahr wurde die Hälfte der Pflanzen in der Form entnommen, daß je Grube zwei annähernd gleichmäßig und kräftig entwickelte Pflanzen — und damit je Sorte und Substrat 4 Pflanzen — verfügbar blieben. An diesen wählten wir etwa gleichhoch inserierte, gut belichtete Zweige aus und verfolgten nach der bekannten Methodik (vgl. NEUWIRTH u. POLSTER 1960) mittels zweier im fahrbaren Feldlabor (NEUWIRTH 1965) stationärer Infrarot-Gasanalysatoren — „URAS“ — Nettoassimilation und Transpiration mit z. T. wechselndem Programm, und zwar zunächst eine Woche lang im Juli 1964 und in erweiterter Form nochmals 2 Wochen lang im August 1965.

Ein Tag wurde darauf verwendet, an einer Sorte gleichzeitig Kenntnisse über die Streuungen zu gewinnen (‘Régénéré de Suisse’, Substrat „Lehm“, 3 Zweige je Baum, 4 Bäume = insges. 12 Zweige; zum Vergleich von 3 Bäumen einer weiteren Sorte — ‘Gelrica’ — je ein Zweig). Das Hauptprogramm lautete „5 Sorten auf allen 3 Substraten, je Sorte 1 Zweig“; für kürzere Zeiträume wurden die 15 ver-

fügbar URAS-Anschlüsse nach dem Programm „Alle 10 Sorten auf einem Substrat, je Sorte 1 Zweig“ verteilt.

Da beim Einschluß ganzer Zweige zwangsläufig auch junge, durch stark erhöhte Atmung in der Nettoassimilation beteiligte Blätter (Koch u. KELLER 1961) einbezogen werden, benutzten wir im zweiten Versuchsjahr die in der Abt. Forstpflanzenphysiologie entwickelten Sammledosen („Kraken“), womit Mischproben von je 5 einzeln in kleinere Perfolküvetten eingeschlossenen ausgereiften Blättern möglich sind. Im ersten Jahr waren jeweils 5...9 Blätter eines Zweiges gemeinsam in große (wie üblich an den Außenenecken angeschnittene) Perfolkbeutel eingeschlossen worden.

Das Wetter war während der Meßperiode beider Jahre niederschlagsfrei und überwiegend sonnig; im Meßzeitraum 1965, der wegen größerer Umfangs im folgenden vorrangig dargestellt sei, stiegen die Temperaturen von 12,6° auf 23,5 °C fast stetig an. Wegen schon voraufgegangener Trockenheit wurden die Behälter in beiden Jahren vor Meßbeginn und später nochmals bei Programmwechsel reichlich gewässert.

Die Luftströmung in den Meßschläuchen hielten wir i. allg. auf 700 l/h, nur in den kurzen Perioden trüben Wetters auf 350 l/h.

Im Herbst 1965 wurden u. a. die Trockengewichte der Sproßachsen inkl. Zweige (als Ausdruck des Ertrages), des Laubwerkes jeder Pflanze sowie die der Wurzelmasse je Behälter (mit zwei Pflanzen der gleichen Sorte) bestimmt.

Ergebnisse

Streuung der Meßwerte

Auf die methodischen Schwierigkeiten einer statistischen Absicherung der Ergebnisse von URAS-Messungen haben schon HUBER u. POLSTER (1955, S. 409) hingewiesen. Obgleich die technischen Einrichtungen inzwischen in mancher Hinsicht verbessert worden sind (POLSTER u. Mitarb. 1962; NEUWIRTH 1965), ist eine gleichzeitige Prüfung zahlreicher Sorten in statistisch verwertbarer Menge noch nicht möglich. Es bleibt also u. E. vorläufig nur der eine Weg (s. Methodik), sich zunächst anhand einer oder zweier Sorten Einblicke in die Variationsbreite der Assimilationsintensität innerhalb der Klone zu verschaffen und mit diesen Richtwerten an die Beurteilung vergleichender Meßreihen mit mehreren Sorten heranzugehen.

Dabei ergaben sich für die einzelnen, ca. 60 Minuten umfassenden Meßdurchgänge Variabilitätskoeffizienten um $v \approx 15\ldots 20\%$. (In einer zusätzlichen Meßserie an 14 kräftigen einjährigen Mutterstock-Aufwüchsen der Sorte ‘Forndorf’, mit Sammelproben von je 3 einzelnen Blättern, erhielten wir Ende August 1966 teilweise noch größere Schwankungen mit $v \approx 15\ldots 25\%$. Es ist denkbar, daß daran der eben sichtbar werdende Befall durch *Melampsora larici-populina* mitbeteiligt war.)

In den Morgenstunden lagen die Streuungen bei allen Versuchen besonders hoch und erreichten z. T. $v \approx 50\%$, so daß es ratsam erscheint, für Zwecke der Ertragsanalyse diese Zeitabschnitte von vornherein auszuschließen.

Da die beiden Sorten an den gewählten Meßtagen offensichtlich sehr ähnlich auf Beleuchtungs- und Temperaturschwankungen reagierten, versuchten wir, die Meßwerte analog der sogen. Bodenausgleichsrechnung nach KRISTENSEN auf einheitliche Außenbedingungen zu transponieren

und so die Zahl der Stichproben zu vermehren. Auf diese Weise konnte die Streuung für $n = 24$ auf $v_1 = 8,5\%$ ('Rég. Suisse') bzw. $v_2 = 5,2\%$ ('Gelrica') gesenkt werden, doch ist dazu einschränkend zu sagen, daß es sich, da die Pflanzenzahl konstant blieb, streng genommen nicht mehr um unabhängige Stichproben handelt.

Die Unterschiede in der Assimilationsintensität beider Sorten waren im *t*-Test nur mit Hilfe dieses Ausgleichsverfahrens sicherbar. Zweifellos wären auch für die einzelnen Stundengänge durch vermehrte Stichprobenahme günstigere Ergebnisse erzielbar, doch wäre dies nur durch gleichzeitigen Einsatz mehrerer, genau aufeinander abgestimmter URAS-Geräte zu verwirklichen.

Sortenunterschiede in der Assimilationsleistung

In Tab. 2 sind die Gesamt-Tagesleistungen des fünftägigen Abschnittes mit einheitlichem Versuchs-

programm „5 Sorten auf allen 3 Substraten, je Sorte 5 Blätter eines Baumes“ zusammengestellt. Das Wetter war anfangs trübe, vom 2. Tag an sonnig und trocken-heiß, so daß im Zuge zunehmender Austrocknung der Substrate die Assimilationsleistungen allmählich absanken.

Die Sorten reagierten darin recht ähnlich und behielten im wesentlichen ihre Rangstellung bei. Eine Ausnahme bildet 'Gelrica', die solche Irregularitäten auch beim Vergleich anderer Zeitabschnitte erkennen läßt.

Die Anwendung des U-Testes von MANN u. WHITNEY (vgl. z. B. WEBER 1961, S. 402 ff.) nach Ausgleichsrechnung zeigt, daß zumindest die Distanz zur rangübernächsten Sorte in fast allen Fällen gesichert ist. Damit ergäben sich Unterschiede in der Rangfolge der Sorten auf den drei Substraten bezüglich der Assimilationsleistung je Blatt-Trockensubstanzeinheit.

Tab. 2. Assimilationsleistungen (Tagessummen in mg CO₂/g Trockengew. Blatt) für einen Zeitabschnitt von 5 Tagen (1965).

Sorten nach Rangfolge geordnet; in Klammern die Werte nach Ausgleichsrechnung.

	Gel	RéSui	For	Harff	Rob	++ = 0,8% Gel	U - Sicherung RéSui	++ = 1,6 - 3,2% For	— = > 5% Harff	— = > 5% Rob	
Sand											
10. 8. 65	32,22 (31,70)	27,57 (27,05)	25,94 (25,42)	30,41 (29,89)	26,29 (25,77)	Gel	/	+	++	++	
11. 8. 65	42,81 (33,38)	40,46 (31,03)	35,89 (26,46)	35,79 (26,36)	32,07 (22,64)	RéSui	/	+	+	++	
12. 8. 65	37,95 (35,52)	33,25 (30,82)	31,03 (28,60)	23,70 (21,27)	26,05 (23,62)	For	/	—	—	—	
13. 8. 65	30,65 (37,05)	26,53 (33,02)	17,12 (23,61)	16,21 (22,70)	16,98 (23,47)	Harff	/	—	—	—	
14. 8. 65	31,78 (37,68)	25,40 (31,30)	19,15 (25,05)	18,32 (24,22)	15,72 (21,62)	Rob	/	—	—	—	
$\bar{x} =$ $2 s \approx$ (für $v = 15\%$)	35,06 10,52	30,64 9,19	25,83 7,75	24,89 7,47	23,42 6,03						
	For	Harff	RéSui	Rob	Gel		For	Harff	RéSui	Rob	Gel
Lehm											
10. 8. 65	32,16 (40,16)	29,32 (37,77)	22,35 (30,80)	25,26 (33,71)	25,00 (33,45)	For	/	—	+	++	++
11. 8. 65	46,06 (41,70)	45,92 (41,56)	39,19 (34,83)	31,50 (27,14)	35,50 (31,14)	Harff	/	—	+	++	++
12. 8. 65	48,13 (45,49)	44,66 (42,02)	38,64 (36,00)	28,20 (25,56)	29,92 (27,28)	RéSui	/	+	+	+	+
13. 8. 65	42,55 (42,52)	42,18 (42,15)	39,12 (39,09)	29,84 (29,81)	22,83 (22,80)	Rob	/	—	—	—	—
14. 8. 65	42,09 (44,68)	35,05 (37,64)	36,73 (39,32)	28,37 (30,96)	21,17 (23,76)	Gel	/	—	—	—	—
$\bar{x} =$ $2 s \approx$ (für $v = 15\%$)	42,20 12,66	39,43 11,83	35,21 10,56	28,63 8,59	26,88 8,06						
	Harff	Gel	For	Rob	RéSui		Harff	Gel	For	Rob	RéSui
Schlamm											
10. 8. 65	21,26 (20,74)	20,75 (20,23)	21,35 (20,83)	15,34 (14,82)	16,39 (15,87)	Harff	/	—	+	++	++
11. 8. 65	28,18 (22,38)	27,88 (22,08)	22,11 (16,31)	21,28 (15,48)	22,03 (16,23)	Gel	/	+	+	++	++
12. 8. 65	21,55 (21,30)	22,86 (22,61)	15,26 (15,01)	17,67 (17,42)	16,41 (16,16)	For	/	—	—	—	—
13. 8. 65	17,77 (21,41)	17,52 (21,16)	11,03 (14,67)	13,30 (16,94)	14,06 (17,70)	Rob	/	—	—	—	—
14. 8. 65	19,44 (22,24)	18,22 (21,02)	14,15 (16,95)	15,06 (17,86)	11,64 (14,44)	RéSui	/	—	—	—	—
$\bar{x} =$ $2 s \approx$ (für $v = 15\%$)	21,64 6,49	21,45 6,44	16,78 5,03	16,53 4,96	16,11 4,83						

Da an allen 5 Tagen die gleichen Blätter gemessen wurden, beziehen sich jedoch die Sicherungen zunächst nur auf diese Stichproben. Die Streuung innerhalb der Sorten kann nur anhand der oben mitgeteilten Werte empirisch beurteilt werden.

Nehmen wir aus den Stundengängen den günstigeren Wert von $v \approx 15\%$ an, so ergeben sich für die übliche Sicherheitsgrenze von $2s$ (entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \approx 5\%$) die in Tab. 2 angeführten Näherungswerte. Anhand deren läßt sich abschätzen, daß die Unterschiede zumindest zwischen Spitzens- und Endklonen gesichert sein dürften, ebenso die Rangfolgeumkehr zwischen 'Gelrica' und 'Harff' auf Sand und Lehm. *Es muß also mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß die Sorten je nach Substrat signifikant verschiedene Rangstellungen einnehmen.* Von einer „spezifischen Assimilationsintensität“ schlechthin könnte dann nicht gesprochen werden, vielmehr wäre diese standortsgebunden, wie dies schon HUBER u. POLSTER (1955, S. 409) einschränkend formulierten, ohne zu unmittelbarer Prüfung Gelegenheit zu haben. Die praktische Anwendbarkeit der Methode, insbes. für Leistungsprognosen, wird dadurch beträchtlich erschwert.

Sproß/Wurzel-Relation

Die Bestimmung der relativen Wurzelanteile (in bezug auf das oberirdische Sproßsystem ohne Blätter) zeigte erwartungsgemäß einen starken Einfluß des Substrates (Tab. 3), wobei sich als Faustzahlen für die vierjährigen Pflanzen auf Sand der Wert 1,1, auf Lehm 0,9 und auf Schlamm 0,7 ergab. Darüber

Tabelle 3. Quotienten aus Trockengewicht der Wurzeln/Trockengewicht der oberirdischen Pflanzenteile ohne Blätter.

Gewichte der 2 Bäume innerhalb einer Grube zusammengefaßt.
Im Wurzelgewicht ist das der Steckholzer mit enthalten.

Sorte	Sand		Lehm		Schlamm	
	Block I	Block II	Block I	Block II	Block I	Block II
Robusta	1,17	1,16	1,08	0,72	0,92	0,73
Löns	0,95!	0,81!	1,15	0,79	0,59!	0,70
Virginiana de Frignicourt	—	0,94	0,77!	0,86!	—	0,58
Forndorf	1,01	1,07	0,96	0,75!	0,74	0,75
Brabantica	1,12	1,06	0,95	1,03	0,68	0,73
Harff	0,92	0,97	0,89	0,82	0,74	0,60
Marilandica	0,88!	0,87!	0,94	0,79!	0,80	(0,55?)
Gelrica	1,54	1,19	0,88!	0,76!	0,90	1,06
Neupotz	1,45	1,33	0,84	0,91	0,72	0,76
Régénéré de Suisse	1,10	1,27	0,92	(1,64?)	0,54!	0,54!
\bar{x}	1,13	1,07	0,94	0,91	0,74	0,72

hinaus deuten sich die schon von MÜLLER (1952) vermuteten sortentypischen Eigenheiten an. Sie werden aber vom Einfluß der Substrate meist so stark überdeckt, daß etwaige „sortentypische“ Kennwerte nur für den jeweiligen Boden Gültigkeit beanspruchen dürfen. In Tab. 3 wird dies an 'Gelrica' und 'Régénéré de Suisse' deutlich.

MARCET (1960) fand für zweijährige Pflanzen auf Sand $\approx 2,3$, Lehm $\approx 1,8$ und optimalen Boden $\approx 0,95$ (im Orig. die reziproken Indices, hier umgerechnet), also analoge Abstufungen mit insgesamt noch höherem Wurzelanteil, entsprechend dem geringeren Baumalter (LIETH u. Mitarb. 1965).

Aus diesen Befunden läßt sich bereits ableiten, daß die Aussichten auf ideale Beziehungen zwischen ober-

irdischem Ertrag und Assimilationsintensität zumindest bei Jungpflanzen gering sind. Im folgenden sei daher zunächst die gesamte Trockensubstanzproduktion — ober- und unterirdisch — zum Vergleich herangezogen.

Assimilationsintensität und Wuchsleistung

Betrachtet man allein die Assimilationsintensität je Blatt-Trockengewicht (Tab. 4, Spalte 1), so ergibt sich nur auf Sand eine befriedigende Übereinstimmung mit der erzeugten Trockensubstanz (ibid. Spalte 4). Auf Lehm und Schlamm hingegen stehen in den beiden Kriterien oft sogar entgegengesetzte Rangordnungen ('Gelrica'/Lehm, 'Harff' und 'Régénéré de Suisse'/Schlamm!). HUBER u. POLSTER (1955, S. 382) berichten von solch paradox anmutendem Verhalten einer Wettstein-Pappel als Ausnahme.

Einen Überblick über das Verhalten aller 10 geprüften Sorten soll Tab. 5 vermitteln, wobei allerdings entsprechend der Programmverteilung für die Assimilationsmessungen nur Summen aus zwei Tagen (1965) bzw. einem Tag (1964) zur Verfügung stehen. Für 'Marilandica' und 'Forndorf' sind die Assimilationsintensitäten mit Angaben von HUBER u. POLSTER (1955) vergleichbar, wobei 'Forndorf' dort als „serotina erecta“ erscheint. Die Rangfolgen stimmen nicht überein.

Ein weit günstigeres Bild ergibt sich hingegen bei Berücksichtigung der Laubmasse (Tab. 4, Spalten 2 und 3): Während sich die Rangfolge der Assimilationsleistung auf Sand dadurch nicht verändert, tritt u. a. auf Schlamm eine völlige Umkehr der Stellung von 'Harff' und 'Régénéré de Suisse' ein, und auch auf Lehm werden die Widersprüche verringert.

Es sei betont, daß die Werte der Spalten 3 nur annähernd Auskunft über die wirkliche Gesamt-Nettoassimilation im Meßzeitraum geben können (vgl. dazu POLSTER 1950, S. 74; HUBER u. POLSTER 1955, S. 403f.). Die Aussagekraft der Zahlen wird auch durch vorangegangenen leichten Dürrelaubfall — ein häufiges Ereignis in den letzten Jahren, mit \pm sortentypischen Unterschieden — etwas beeinträchtigt. Bei den stärkst betroffenen Sorten ging dadurch etwa ein Viertel der Blattanzahl verloren. Der dadurch verursachte Fehler dürfte allerdings weit geringer sein, da es sich vorwiegend um die kleinen, schon \pm gealterten Blätter der Zweigbasen handelt. Im übrigen lassen sich gerade für Pappeln kaum feste Blattmassenwerte für die gesamte Vegetationszeit angeben, da sich die Assimilationsfläche im Gegensatz zu den meisten anderen mitteleuropäischen Baumarten (WALTER 1960, S. 405) über längere Zeit hinweg ständig vergrößert.

Betrachten wir nun den oberirdischen Ertrag allein (Tab. 4, Spalten 5), so findet sich, bedingt durch den unterschiedlichen Wurzelanteil, nur teilweise die gleiche Rangstellung der Sorten wie in der Gesamt-Trockensubstanzproduktion, und namentlich für 'Gelrica'/Sand und 'Robusta'/Schlamm ergeben sich damit erhebliche Divergenzen zu der errechneten an nähernden Gesamtassimilation der Spalten 3. Greifen wir noch ein Beispiel aus der vereinfachten Tabelle 5 heraus: Nach der oberirdischen Trockenmasse allein würden 'Löns' und 'Marilandica' auf Sand gemeinsam den 3. und 4. Rang belegen, während ihnen nach der Gesamtproduktion nur der 7. bzw. 8. Rang zukommt — in (wohl zufällig genauer) Übereinstimmung mit ihrer Rangstellung nach der Assimilation bei Einbezug der Blattmasse.

Man muß also bei alleiniger Betrachtung des Holzertrages — als forstlich oft einziger interessanter Komponente — stets damit rechnen, daß die Ertragsdaten

Tabelle 4. Assimilationsleistungen für verschiedene Bezugsgrößen im Vergleich zur Trockensubstanzproduktion.

Sorte o	A/Trockensubstanz [mg CO ₂ /g]	Laubmasse [g]	Produkt Spalte 1.2	Trockensubstanz je Behälter	davon Trockensubst. Sproßsystem
	1	2	3	4	5
Sand					
Gel	175 (1)	100	17,5 (1)	1086 (2)	368 (4)
RéSui	153 (2)	107	16,4 (2)	1269 (1)	480 (1)
For	129 (3)	109	14,1 (3)	1053 (3)	442 (2)
Harff	124 (4)	87	10,8 (4)	965 (4)	415 (3)
Rob	117 (5)	64	7,5 (5)	731 (5)	292 (5)
Lehm					
For	211 (1)	99	20,9 (2)	1051 (2)	454 (2)
Harff	197 (2)	110	21,7 (1)	1028 (3)	436 (3)
RéSui	176 (3)	78	13,7 (5)	953 (5)	412 (4)
Rob	143 (4)	110	15,7 (4)	1017 (4)	403 (5)
Gel	134 (5)	149	20,0 (3)	1473 (1)	656 (1)
Schlamm					
Harff	108 (1)	210	22,7 (4)	2282 (4)	1088 (4)
Gel	107 (2)	226	24,2 (3)	2803 (3)	1275 (3)
For	84 (3)	339	28,4 (2)	4271 (1)	2112 (2)
Rob	83 (4)	158	13,1 (5)	2240 (5)	1017 (3)
RéSui	81 (5)	386	31,1 (1)	4071 (2)	2162 (1)

Erläuterungen:

Spalte 1 gibt die Summen der Assimilationsleistung von 5 Tagen (10.-14. VIII. 1965) wieder.

Spalte 2 enthält die Laubtrockenmasse des zur Assimilationsmessung verwendeten Baumes.

Spalte 3 stellt das Produkt aus Spalten 1 und 2 als Näherungsmaß der Gesamtassimilation je Baum dar.

Spalte 4 gibt die Gesamt-trockensubstanz (Sproß, Blätter, Wurzeln) jeweils für diejenigen Behälter (2 Bäume), an denen URAS-Messungen durchgeführt wurden.

Spalte 5 enthält das Trockengewicht der oberirdischen Produktion ohne Blätter, also das Sproßsystem, als Ausdruck des „Ertrages“.

Tabelle 5. Leistungen der 10 Sorten nach verschiedenen Kriterien.

	Sand				Lehm				Schlamm			
	Gob.	Gtot.	A ₆₄	A ₆₅	Gob.	Gtot.	A ₆₄	A ₆₅	Gob.	Gtot.	A ₆₄	A ₆₅
Brabantica	++	(+)	~	+	(+)	(+)	(-)	~	+	+	~	-
Forndorf	~	~	+	--	~	(-)	(+)	(+)	~	(+)	~	~
Gelrica	(-)	~	~	(-)	+	+	~	~	--	-	++	~
Harff	~	(-)	~	--	--	~	~	+	-	--	--	(+)
Löns	(+)	(-)	+	++	~	~	+	~	~	~	(+)	~
Marilandica	(+)	-	(-)	~	~	~	~	(-)	(-)	(-)	+	++
Neupotz	~	+	++	~	(-)	-	-	++	~	~	~	(-)
Rég. Suisse	+	++	--	~	-	~	~	~	++	++	~	~
Robusta	--	--	~	-	~	~	++	-	~	~	~	--
Virg. Frignicourt	-	-	-	(+)	++	++	--	--	(+)	~	-	+

++ 1. Rang
 + 2. Rang
 (+) 3. Rang
 ~ 4.-7. Rang
 (-) 8. Rang
 - 9. Rang
 -- 10. Rang

Die Spalten bedeuten:
 Gob. = Trockengewicht der oberirdischen Achsen
 Gtot. = Trockengewicht gesamt (Wurzeln + Sproßsystem inkl. Blätter)
 A₆₄ = Assimilationsleistungen an 1 Tag 1964 bzw. 2 Tagen 1965
 A₆₅ = nach Tagessummen je Blatt-Trockengewichtseinheit

schon wegen Vernachlässigung der unterirdischen Masse nicht voll in Einklang mit den Assimilationsintensitäten stehen.

Assimilationsintensität und Substrat

Es verdient Betrachtung, daß sich bei Einbezug der gesamten Blattmasse auch die allgemeine Assimilations-Rangordnung von Substrat zu Substrat einleuchtender gestaltet: Lautete sie zunächst (Spalten 1 der Tab. 4; Tab. 2)

Lehm > Sand > Schlamm,

bei 'Gelrica' sogar noch Sand > Lehm, so ergibt sich nun im Einklang mit den Ertragsdaten (Gesamt-

produktion wie auch Sproßsystem allein) i. allg. die Abfolge

Schlamm > Lehm > Sand.

Daß zumindest die Wasserversorgung auf den Substraten auch zur Versuchszeit in dieser Weise abgestuft war, läßt sich durch Refraktometer- und Rindenfeuchtedaten belegen, die wenige Tage nach den URAS-Messungen 1965, noch unter Dürrebelastung, gewonnen wurden: Zu dieser Zeit lagen die Rinden der „Schlamm“-Pflanzen mit einem Gesamtmittel (für n = 38) von 88,9% der vollen Turgeszenz klar über denen der „Lehm“- (74,3%) und „Sand“-Pflanzen (74,2%), und analog zeigten die Blätter mit R = 18,7 (n = 38) auf Schlamm eine günstigere Hydratur als auf Lehm (R = 20,2) und Sand (R = 19,1). Zwischen den Sorten hingegen waren klare Unterschiede nach beiden Kriterien nicht erkennbar.

Die Auffassung der forstlichen Ertragskunde, wonach „die Assimilationsleistung gleicher Laubmengen auf weniger guten Standorten bedeutend geringer ist als auf besseren“ (ASSMANN 1961, S. 35), trifft jedenfalls für unsere Versuchsobjekte nicht zu.

Diskussion der Ergebnisse

Substrateneinfluß

Die dargelegten Befunde lassen sich — mit der gebotenen Vorsicht — so interpretieren, daß die relativ besten Bodenbedingungen („Schlamm“) je Blattgewichtseinheit am wenigsten intensiv assimilatorisch genutzt werden. Wir könnten uns dann HUBER (1962) anschließen, der gelegentlich einer Diskussion über Probleme der Atmungsökonomie an ein allgemeines Gesetz des Lebendigen erinnerte, wonach schlechte Bedingungen relativ besser genutzt werden.

Daß bei den größeren Blättern auf günstigem Substrat eine lokale CO_2 -Verarmung eintritt, CO_2 also hier als begrenzender Faktor wirkt, ist wenig wahrscheinlich, zumal als Versuchsobjekte stets freistehende Zweige aus der Peripherie der jungen Krone ausgewählt wurden. Eher wäre denkbar, daß die größere Spaltöffnungsdichte der weit kleineren Blätter auf Sand und Lehm mitverantwortlich für die höhere Assimilationsintensität je Blattgewichtseinheit ist: Man darf annehmen, daß die Zahl der Stomata je Blatt auf den einzelnen Substraten nicht wesentlich verschieden ist, während die Flächenausdehnung durch unterschiedliche Hydratur und Nährstoffversorgung weit stärker variiert (SALISBURY 1932, S. 414).

In gewisser Parallele zu unserem Befund berichten HUBER u. POLSTER (1955, S. 387), daß eine klonotypisch kleinblättrige *Populus nigra* zwar pro Blatt viel weniger, aber pro Blattflächeneinheit stärker assimilierte als eine besonders großblättrige Wettsteinzüchtung. Unser Material war hinsichtlich sortentypischer Blattgröße zu wenig divergent, um dies weiter zu verfolgen.

Assimilationsintensität und Laubmasse

So befriedigend die Übereinstimmung zwischen Gesamtproduktion und Assimilationsintensität bei Einbezug der Laubmasse sein mag — für praktische Belange bedeutet die Notwendigkeit, auch die Blattmasse mit ermitteln zu müssen, eine merkliche Belastung.

Daß umgekehrt nicht etwa die Laubmassen allein entscheidend für die Gesamtproduktion sind, läßt sich aus dem Gewichtsanteil der Laubmasse am Sproßsystem leicht ableiten. So müssen unsere 4jähr. ‚Löns‘-Pflanzen mit dem Quotienten 0,28 (Laub/Sproß trocken, $n = 12$, Amplitude 0,23...0,34) als locker belaubt, ‚Régénéré de Suisse‘ hingegen — bei etwa gleichstarkem Dürrelaubfall — mit 0,47 (0,31...0,59 bei $n = 12$) als dicht belaubt gelten; gleichwohl wurde die letztere Sorte auf Lehm in der Trockensubstanzproduktion von ‚Löns‘ noch übertroffen.

Ob für die visuelle „Belaubungsdichte“ die sortentypische Blattgröße (MÜLLER u. SAUER 1958) oder Internodienlänge wesentlicher ist, kann z. Z. nicht beurteilt werden. In die hier verwendeten Quotienten gehen auch etwaige Rohdichteunterschiede der Sorten mit ein.

Es muß in diesem Zusammenhang auffallen, daß auf Sand auch ohne Berücksichtigung des Blattwerkes günstige Relationen erzielt wurden. Dieser Befund deckt sich mit dem von NEUWIRTH und FRITZSCHE (1964, S. 240) gleichfalls auf armem Sand erhaltenen. Vielleicht liegt der Schlüssel zum Verständnis in der geringeren Streuung der Laubmengen auf Sand von Sorte zu Sorte. In Tab. 4 beträgt die einfache Variationsbreite w zwischen den Sorten auf Sand nur 45, auf Lehm schon 71 und auf Schlamm gar 228 g.

Sortenunterschiede in der Belaubungsdichte können sich anscheinend auf dem armen Sandsubstrat viel weniger entfalten, so daß sich die Assimilationsintensität bei Berücksichtigung der Laubmasse nicht ändert.

Im übrigen bestehen auch zwischen Blattmasse und Gesamtrockensubstanz (je Baum) recht enge Beziehungen, verfügen doch kleine, schwachwüchsige Bäume nur über geringe Laubmengen und umgekehrt.

Wenn sich das Laubtrockengewicht in dänischen Buchenbeständen trotz starker Unterschiede in der Bonität fast unabhängig von der Standortsgüte zeigte (MAR: MÖLLER 1945, S. 139 u. 239ff), so gilt dies für unser junges Material nicht. Ein realer Vergleich wäre jedoch nur anhand geschlossener Bestände möglich.

Es dürfte verfehlt sein, danach zu forschen, ob die Menge der Laubmasse Ursache oder Auswirkung hoher Assimilationsleistung je Baum ist; vielmehr haben wir es wohl mit dem Ablauf von Wechselwirkungen zu tun, wobei allerdings die Standortsbedingungen maßgeblichen Einfluß namentlich darauf nehmen, welcher Anteil der Assimilate ausbeute zur Vergrößerung der Laubmasse und welcher zur Vermehrung anderer Teile des Pflanzenkörpers verwandt wird. Erinnert sei an die Versuche von SIMONIS (1947) mit *Trifolium incarnatum*, die, trocken erzogen, zwar je Blattflächeneinheit mehr assimilierten als die Feuchtpflanzen, dennoch aber im (oberirdischen) Ertrag hinter diesen zurückblieben, weil sie mittels der gewonnenen Assimilate weniger die Blattfläche als vielmehr ihr Wurzelsystem vergrößerten — analog zu unseren Pappeln auf Lehm und Sand.

Ertrag und Gesamtproduktion

Hinsichtlich der Ertragskriterien kann nach unseren Befunden nur unterstrichen werden, „daß man bei Produktivitätsmessungen an jungen Gehölzpflanzen stets die Wurzelmasse ausgraben muß, um die Gesamtproduktion genau zu bestimmen“ (LIETH u. Mitarb. 1965). Ob es angängig ist, für ältere Bestände Erfahrungswerte — bezogen auf bestimmte Standorte — zu erarbeiten, da der relative Wurzelanteil mit zunehmendem Alter ohnehin sinkt, müßte noch untersucht werden.

Nach den vorliegenden Ergebnissen muß die Möglichkeit einer Ertragsprognose anhand von Messungen der Assimilationsintensität sehr skeptisch beurteilt werden. Auf jeden Fall wird deutlich, daß wir von einer praktischen Bedürfnissen genügenden Lösung noch weit entfernt sind. Da es vielfach nicht möglich sein wird, die Laubmassen der Versuchsobjekte zu beernten — abgesehen vom finanziellen Aufwand —, müßte zumindest klargestellt werden, ob und ggf. unter welchen Umständen die Assimilationsintensität je Blattgewichtseinheit allein aussagefähig ist.

Angesichts der beträchtlichen Streuungen selbst bei Zweigen bzw. Blättern ähnlicher Insertionshöhe sind jedenfalls Stichprobennahmen in einem statistisch verwertbaren Umfang unumgänglich; zumindest müßten, um die von HUBER u. POLSTER (1955, Fußnote S. 409) aufgezeigten methodischen Schwierigkeiten zu überwinden, für jedes Objekt die Streubreiten ermittelt und dann mit solchen Richtwerten etwaige physiologische Unterschiede beurteilt werden. Es dürfte einleuchten, daß dabei auch Fragen der Rentabilität ins Gewicht fallen.

Den Herren Prof. Dr. POLSTER, Dr. habil. JOACHIM, Dr. NEUWIRTH und Dr. VOGL sei für fachliche Ratschläge und Anregungen auch an dieser Stelle gedankt. Der Dank des Verfassers gebührt ferner Kollegen S. FUCHS für seine

stete Einsatzfreudigkeit bei der Installation und Überwachung der URAS-Apparatur und den wiss.-techn. Assistentinnen L. HEMPEL u. G. SEIFERT.

Zusammenfassung

An 3- und 4jährigen, in Behältern von je 1 m³ kultivierten Schwarzpappelhybriden wurden die Beziehungen zwischen Assimilationsintensität und Stoffproduktion untersucht. Befriedigende Übereinstimmung der Rangfolge ergab sich i. allg. nur dann, wenn die Laubmasse mitberücksichtigt wurde. Bei alleiniger Betrachtung der Assimilationsintensität je Blattgewichtseinheit deuten sich negative Korrelationen zur Gesamt-Trockensubstanzproduktion an; auch beim Vergleich der 3 verwendeten Substrate — mit sehr unterschiedlicher Produktionskraft — zeigen die schwächsten Pflanzen stärkste Assimilationsintensität je Blatteinheit und umgekehrt. Der relative Wurzelanteil ist so stark substrat- (und darüber hinaus sorten-)abhängig, daß es zumindest für Jungpflanzen unumgänglich erscheint, ihn bei Erörterung der genannten Beziehungen zu berücksichtigen.

Literatur

1. ASSMANN, E.: Waldertragskunde. München-Bonn-Wien 1961. — 2. HUBER, B.: Diskussionsbeitrag zu Vortrag EIDMANN in: Internat. Symposium der Baumphysiologen, Innsbruck 23.—25. IX. 1961, Zusammenfassung d. Vorträge u. Diskussionen. o. O. 1962. — 3. HUBER, B., und H. POLSTER: Zur Frage der physiologischen Ursachen der unterschiedlichen Stofferzeugung von Pappelklonen. Biol. Zbl. **74**, 370—420 (1955). — 4. KOCH, W., und TH. KELLER: Der Einfluß von Alterung und Abschneiden auf den CO₂-Gaswechsel von Pappelblättern. Ber. Dt. bot. Ges. **74**, 66—74 (1961). — 5. LIETH, H., D. OSSWALD und H. MARTENS: Stoffproduktion, Sproß/Wurzelverhältnis, Chlorophyllgehalt und Blattfläche von Jungpappeln. Mitt. Ver. forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtg. Nr. 15, 70—74 (1965). — 6. MARCET, E.: Modellversuch zur Frage der spezifischen Eignung bestimmter Pappelsorten für

- nicht optimale Böden. Silvae Genetica **9**, 93—120 (1960). — 7. MAR: MÖLLER, C.: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Kopenhagen 1945. — 8. MÜLLER, R.: Die Gewichtsverhältnisse bei Pappelpflanzen mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelmasse. Pappelwirtsch. **3**, 48—59 (1952). — 9. MÜLLER, R., und E. SAUER: Altstammsorten der Schwarzpappelbastarde für den Anbau in Deutschland. Holz-Zbl. Stuttgart **84**, Nr. 19 (1958). — 10. NEUWIRTH, G.: Aufbau und Wirkungsweise eines Feldlabors zur Messung von CO₂-Assimilation und Transpiration in Pflanzenbeständen. Biol. Plantarum **7**, 212—217 (1965). — 11. NEUWIRTH, G., und K. FRITZSCHE: Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Düngergaben auf das gasstoffwechselphysiologische Verhalten einjähriger Pappel-Steckholzaufwüchse. Arch. Forstwes. **13**, 233—246 (1964). — 12. NEUWIRTH, G., und H. POLSTER: Wasser- verbrauch und Stoffproduktion der Schwarzpappel und Aspe unter Dürrebelastung. Arch. Forstwes. **9**, 789—810 (1960). — 13. POLSTER, H.: Die physiologischen Grundlagen der Stofferzeugung im Walde. München 1950. — 14. POLSTER, H.: Zur Frage der quantitativen physiologischen Analyse der Ertragsbildung bei Forstgehölzen. Tagungsber. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin **82**, 79—89 (1966). — 15. POLSTER, H., G. WEISE u. G. NEUWIRTH: Az erdei növények asszimilációs és transzpirációs ökológiájának módszertani előrehaládása. (Methodische Fortschritte der Assimilations- und Transpirationsökologie von Forstgewächsen.) Erdész. kutat. **58**, 37—49 (1962). — 16. RÜSCH, J.: Das Verhältnis von Transpiration und Assimilation als physiologische Kenngröße, untersucht an Pappelklonen. Züchter **29**, 348—354 (1959). — 17. SALISBURY, E. J.: The interrelations of soil, climate and organism, and the use of stomatal frequency as an integrating index of the water relations of the plant. Beih. Bot. Cbl. **49** E (Drude-Festschr.), 408—420 (1932). — 18. SCHWARZE, P.: Stoffproduktion und Pflanzenzüchtung. In: ROEMER/RUDORF, Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Aufl. Bd. I, 307—365. Berlin u. Hamburg 1958. — 19. SIMONIS, W.: CO₂-Assimilation und Stoffproduktion trocken gezogener Pflanzen. Planta **35**, 188—224 (1947). — 20. WALTER, H.: Einführung in die Phytologie. III: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 1. Teil: Standortslehre 2. Aufl. Stuttgart 1960. — 21. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 4. Aufl. Jena 1961.

Buchbesprechungen / Book Reviews

Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens II. Festschrift aus Anlaß des 140jähr. Bestehens der Staatsdarre Wolfgang. Bearb. u. hrsg. von H. MESSE. Mitteilungen d. Hessischen Landesforstverwaltung, Band 4. Frankfurt/M.: J. D. Sauerländer's Verlag 1966. 166 S., 73 Abb., 18 Tab. Geb. DM 28,—.

Nachdem 1956 aus Anlaß des 130jährigen Bestehens der hessischen Staatsdarre Wolfgang erstmalig eine Festschrift unter dem Titel „Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens“ erschienen war, liegt nach Ablauf von 10 Jahren nunmehr eine zweite Darstellung ähnlichen Charakters vor. Dem langjährigen Leiter der Darre, Oberforstrat Dr. MESSE, ist es als Herausgeber des Buches dabei wiederum gelungen, bekannte Wissenschaftler und Praktiker des In- und Auslandes zur Mitarbeit zu gewinnen.

Neben Geleit- und Vorwort enthält die Schrift 16 in sich geschlossene, voneinander unabhängige Beiträge. Die Thematik ist weit gespannt. Sie reicht von historischen Aspekten des Saatgutwesens über Probleme der Saatgutanerkennung, der geeigneten Herkunftswahl, der praktischen Forstpflanzenzüchtung und samenkundlicher Grundlagenforschung bis hin zur Praxis der Samenaufbereitung und -lagerung. Die gebotene Vielfalt stellt einen interessanten Querschnitt durch eine Reihe aktueller Fragen des forstlichen Saatgutwesens und der eng damit verbundenen Forstpflanzenzüchtung dar. Die Mitteilung wissenschaftlicher Erkenntnisse wie praktischer Erfahrungen ist dabei gleichermaßen wertvoll. Eine Her-

vorhebung einzelner Beiträge wäre daher auch ungerechtfertigt.

Auf Grund der bereits erwähnten Vielfalt und Aktualität wird das Buch verdientermaßen Beachtung nicht nur bei den Vertretern der Forstsamenkunde und Forstpflanzenzüchtung finden, sondern ganz allgemein bei jedem an der Entwicklung der beiden für den Wald so bedeutungsvollen Disziplinen interessierten Forstmann. *F. Weiser, Gatersleben*

von Guttenberg, Hermann: Pflanzenanatomie. Wissenschaftliche Taschenbücher Bd. 32, Reihe Biologie und Landwirtschaftswissenschaften. Berlin: Akademie-Verlag 1966. 285 S., 67 Tafeln. Brosch. MDN 12,50.

Die lichtmikroskopische Pflanzenanatomie ist nach wie vor ein wesentlicher Bestandteil des botanischen Grundstudiums. Es ist ein Verdienst der Herausgeber und des Verlages, für die Abfassung dieses Taschenbuches einen so berufenen Autor gewonnen zu haben. „Die Gewebesysteme der Pflanzen“ und „der anatomische Bau der Pflanzenorgane“ sind die beiden Hauptkapitel des Buches. Die Funktion der Zelle wird einleitend in großen Zügen erläutert, doch ist hervorzuheben, daß in allen Kapiteln physiologische und ökologische Gesichtspunkte als komplementäres Bezugssystem die Aussagen über die Anatomie anschaulich machen. So sind auch die Gewebesysteme nach ihren funktionellen Merkmalen geordnet. Ein eigener Abschnitt ist den aktiven und passiven Be-