

Die „Zellulosepappel“.

Ihre Kultur und Züchtung.

Von W. v. WETTSTEIN.

Die starken Überhiebe in den Wäldern und der immer größere Mangel an alten, gut dimensionierten Baumstämmen, hat Handel und Industrie schon längere Zeit dazu veranlaßt, auch schwächeres Holz zu verwerten. Die früheren Forderungen des Welt-handels auf bestimmte Größeneinteilungen sind ganz wesentlich herabgesetzt worden. Die Zelluloseindustrie ist zur Verarbeitung von schwachen Rollen übergegangen. Die untere Grenze der Rentabilität ist durch den Rindenteil, bzw. durch den Arbeitsaufwand, der für die Entrindung notwendig ist, gegeben. Die Gewinnung von Zellulose ist also nicht an ältere Bäume gebunden, sondern man kann genau so vorteilhaft auch Jungwüchse und Durchforstungsholz verwenden. Der gesteigerte Bedarf hat sogar zur Nutzung von einjährigen Pflanzen, von Stroh und Abfall landwirtschaftlicher Produkte geführt. Es ist daher auch von verschiedener Seite empfohlen worden, speziell zelluloseliefernde Pflanzen nach landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Kulturmethoden zu ziehen. Die Sicherstellung des Rohstoffes ist nicht nur für den gegenwärtigen Jahresbedarf notwendig, sondern es muß mit einer nachhaltigen Bedarfsdeckung bei steigender Entwicklung der Industrie gerechnet werden. Die Forschung hat die Aufgabe, bei richtiger Pflanzenauswahl durch Züchtung und beste Kulturmethoden die Erträge möglichst zu steigern, wobei es in gleicher Weise wichtig erscheint, höchsten Rohertrag und höchsten Zellulosegehalt zu erzielen, sowie bei ausdauernden Pflanzen den Zeitpunkt höchsten Nutzeffektes zu erfassen.

Da es heute der chemischen Industrie möglich ist, auch einjährige Pflanzen für die Zellulosegewinnung heranzuziehen, lag es nahe, da das Jugendwachstum eines Baumes, besonders einer Lichtholzart größer ist, als in späteren Entwicklungsjahren, eine Reihe von Untersuchungen an jungen Aufwüchsen durchzuführen. Besonders die Gattung *Populus* (Pappeln) wurde eingehend untersucht. Einige Arten der Schwarzpappelgruppe sind sehr schwachwüchsig, ausgesprochen lichtbedürftig, lassen sich leicht vegetativ vermehren und benötigen erst am Ende des ersten Jahrzehnts ihrer Entwicklung größeren Standraum für ihre Wipfelgestaltung.

Nun haben eingehende chemische Untersuchungen von G. JAYME und F. REHE sowie von C. CORRENS ergeben, daß im Gegensatz zur Buche und Fichte die Pappel schon in sehr frühen Jahren höchsten Zellulosegehalt besitzt. In einer Arbeit der „Cellulosechemie“ 1944, S. 72, sagte JAYME: „Abschließend kann gesagt werden, daß bei Schwarzpappelhölzern in einem mittleren Altersgebiet von etwa 9—17 Jahren Höchstwerte von Zellulosegehalt gefunden werden, weshalb diese auch bei der Zellstoffgewinnung die höchste Ausbeute liefern; da zudem diese Zellstoffe die höheren Festigkeitswerte bei der Mahlung entwickeln, erscheint damit junges Pappelholz in bester Weise zur Aufarbeitung auf Zellstoff geeignet.“ „Diese Beobachtungen stellen die Bestrebungen, schnellwüchsige Pappeln anzubauen und in kurzer Umtriebszeit der Zellstoffindustrie zuzuführen, auf eine ge-

sicherte Grundlage.“ — (17jähriges Holz hat 51,7%, 22jähriges 47%, 43jähriges 44,7% Reinzelluloseausbeute.)

Diese grundlegenden Feststellungen, die noch eine weitere Bestätigung durch die Untersuchungen der Papierfabrik Ew. Schoeller gefunden haben, lassen die Pappelzüchtungen und die Ausarbeitung von Kulturmethode als vordringlich erscheinen. Die züchterischen Arbeiten wurden daher auch während des Krieges auf wirtschaftlich einheitliche Zeiten abgestimmt, im wesentlichen an Pappeln durchgeführt und anderen Zellulosepflanzen geringeres Augenmerk zugewendet.

Als erste wichtigste Arbeit, um einer Züchtung auch eine gesicherte Grundlage zu schaffen, ist die Klarstellung der Kulturform, bzw. bei Bäumen, den geeigneten Standort und Standraum festzulegen. Langjährige Versuchsanlagen, vorzüglich in Frankreich, Italien und am Rhein haben bei kanadischen Pappelhybriden gezeigt, daß für eine einwandfreie Entwicklung und gute, furnierfähige Stammbildung mindestens 60 m² Standraum benötigt werden. Die badische Forstverwaltung tritt für noch größere Entfernung ein und erklärt einen Standraum von 80 bis 100 m² zu brauchen, um Höchsterträge zu erreichen. Die weiten Entfernungen von Baum zu Baum zwingen naturgemäß zum Anbau von Misch- und Hilfsholzarten. Die Forderung der Industrie an Faserholz wollte man durch Durchforstungsstämme und Wipfelnutzung erfüllen. Diesem begreiflichen Wunsche kann aber von seiten der Industrie nicht voll entsprochen werden, da solche Rohware wesentliche Menge Druckholz besitzt und dieses nicht nur zelluloseärmer sondern auch schwerer aufschließbar ist. Die notwendige Forderung auf Belieferung mit geeigneter Ware setzte aber als vordringlich eine Untersuchung voraus, welche Altersstufe der Pappel bereits gut verarbeitbares Holz liefert. Die günstigste Zelluloseausbeute scheint, wie aus den vorerwähnten Prüfungsergebnissen von JAYME hervorgeht, bei Pappelholz in einem Alter von etwa 10 Jahren zu sein. Voraussetzung ist aber ein gesunder freier Aufwuchs des Baumes. Von mehreren Seiten unabhängig voneinander durchgeführte Prüfungen lassen aber bereits auch 4—5jährigen Aufwuchs als durchaus geeignet erscheinen, ja in einzelnen speziellen Fällen konnten einjährige Ruten verwertbare Rohware liefern. Es ist ohne Frage klar, daß, wenn junger Aufwuchs industrieller Verwertung zugeführt wird, auch der Standraum sehr eng genommen werden kann. Gleichzeitig wird aber auch ähnlich wie bei Obst- und Gartenbau, Ackerpflege, Düngung und Fruchtwechselwirtschaft zur Förderung des Wachstums durchgeführt werden können. Dem Forstwirt ist es zur Gewohnheit geworden, eine Kiefernkultur sehr eng anzulegen und das hohe Lichtbedürfnis dieses Nadelholzbaumes zu nutzen. Das Höhenwachstum wird so gefördert und der dichte Schluß des jungen Waldes fördert die Bodengare bzw. eine günstige Bodenflora. Nicht unerwähnt sei, daß neben der Zellulose auch andere wertvolle

Substanzen in jungem Holz in größerer Menge zu finden sind, wie in alten Stämmen.

Im Jahre 1941 wurden in Müncheberg im Einvernehmen mit dem Reichsamt für Wirtschaftsausbau und der Zelluloseindustrie drei Pappelsorten im Verband 1×1 und $1 \times 0,5$ m gesteckt und vier Jahre hindurch jährlich auf Wuchsleistung, Zellulosegehalt und Stammbildung geprüft.

Zum Anbau kamen:

1. Populus serotina (die späte Pappel), Herkunft Garzin, eine Sorte, die schon seit drei Generationen im Oderbruchgebiet zur Gewinnung von Brennholz im Stocktrieb gezogen wird. Der Stockausschlag wird hier alle 3—4 Jahre wieder abgeschnitten und die Baumstrunkhöhe etwa 4 m hoch gehalten. Gewöhnlich werden Straßenreihenpflanzungen angelegt.

2. Populus robusta, Herkunft Schönfließ, eine Sorte, die ein auffallend starkes Jugendwachstum zeigt und eine sehr schmale Kronenbildung hat. Sie wurde als *Populus robusta* bestimmt.

3. Populus angulata \times serotina, eine Neuzüchtung N 8/33 Wettstein. Eine Form, die durch sehr starke Korkleistenbildung auffällt, kräftige Stammbildung verspricht und in der Jugend den höchsten Zellulosegehalt, der hier im Vergleich stehenden Sorten, besitzt. Im Gegensatz zu den beiden anderen Sorten ist auch eine bessere Stammreinigung vorhanden.

4. Außerdem sind von 14 Sorten je 10—20 Stecklinge zur Anpflanzung gekommen, um noch weitere Vergleichsmöglichkeiten zu haben.

Die Versuchsfläche von 2500 m² wurde in vier Teilstücke zu 600 m² aufgeteilt und zur Sortenabgrenzung je eine Reihe Korbweiden (Sorte Ingeborg und Mulattin) verwendet.

Von jeder Sorte wurden 850 Stecklinge gesteckt, und zwar 240 Stück im Verband 1×1 und 560 Stück im Verband $1 \times 0,5$. Die Pflege wurde auf der ganzen Fläche von Hand aus durchgeführt. Schon in den Anwuchsprozenten waren bei den verschiedenen Pflanzweiten Unterschiede zu erkennen. Die Versuchsfläche 8/33 (1×1) Verband hatte leider im Juli 1941 nach einem Gewitterregen durch starke Versandung und dadurch erfolgte Bodenverdichtung eine unliebsame Störung erhalten, deren Einfluß teilweise noch 1944 zu erkennen war. Schon am Ende der Vegetation des 1. Jahres zeigte sich ein wertvoller Hinweis auf die Regenerationsfähigkeit verschiedener Sorten. Die *Populus serotina* hatte in dem trockenen Frühjahrswetter geringste Anwuchsmöglichkeiten.

Tabelle 1. Anwuchsprozente.

Schönfließ	Garzin	8/33 Wettstein
%	%	%
1×1 87	47	70
$1 \times 0,5$ 81	66	82

Die engere Pflanzweite ist in allen Fällen die günstigere gewesen. Die Hälfte der Pflanzen jedes Teilstückes wurde im Herbst abgeschnitten und das Gewicht des Aufwuchses festgestellt. Die zweite Hälfte sollte ohne Beschnitt weiterwachsen. Der Ertrag ist ganz außerordentlich verschieden und gibt nur zu deutlich den Unterschied der Sorten wieder. Die kleinen Parzellen der Abteilung 4 wiesen noch größere Unterschiede auf und brachten auf 1 ha berechnet 14,4—53,3 dz/ha.

Tabelle 2. Ertrag des 1. Jahresaufwuchses.

	Schönfließ	Garzin	8/33 Wettstein
	dz/ha	dz/ha	dz/ha
1×1	13,6	3,9	11,6
$1 \times 0,5$	23,2	6,8	27,4

Der große Unterschied zwischen Garzin und Schönfließ bzw. 8/33 ist etwa das vierfache und zeigt deutlich, daß hier nicht Umweltfaktoren verantwortlich gemacht werden können, sondern ganz wesentlich Sortenunterschiede vorliegen, für die genetisch bedingte Eigenschaften verantwortlich gemacht werden müssen. Der Unterschied zwischen Schönfließ und 8/33 ist im Verband 1×1 wohl nur 2 dz/ha und noch innerhalb der Fehlergrenze. Im Verband $1 \times 0,5$ tritt aber die Überlegenheit von 8/33 hervor, da letztere geringere Seitenastbildung und wohl dadurch veranlaßt stärkere Stämmchenentwicklung aufweist. Der Aufwuchs des folgenden Jahres 1942, der zur Hälfte aus zweijährigen Heistern und zur Hälfte aus einjährigem Nachwuchs, der sich aus den vollständig zurückgeschnittenen Pflanzen neu entwickelte, bestand, wurde im Frühjahr auf einen Trieb ausgegeizt. Wie aus anderen Versuchen hervorging, ergab sich auch hier eine starke, fast seitenzweiglose Neuentwicklung der Leittriebe, ein Vorteil der in mehrerer Hinsicht vielversprechend erschien. In folgender Tabelle 3 ist der Unterschied von zweijährigen Aufwüchsen mit und ohne Rückschnitt aufgeführt, wobei nur das Gewicht der Stämmchen ohne Seitenäste verglichen wird. Die gute Regenerationsfähigkeit in Verbindung mit der verminderten Seitenastbildung tritt ganz besonders deutlich bei dem engeren Verband $1 \times 0,5$ hervor.

Tabelle 3. Gewicht des zweijährigen Aufwuchses mit und ohne Rückschnitt.

Verband 1×1 ,	in t/ha	Verband $1 \times 0,5$	in t/ha
Schönfließ:			
2jährig, ohne Rückschnitt .	8,6	2jährig, ohne Rückschnitt .	14,7
2jährig, mit Rückschnitt .	24,0	2jährig, mit Rückschnitt .	39,9
Garzin:			
2jährig, ohne Rückschnitt .	6,6	2jährig, ohne Rückschnitt .	12,8
2jährig, mit Rückschnitt .	13,2	2jährig, mit Rückschnitt .	23,8
8/33 Wettstein:			
2jährig, ohne Rückschnitt .	6,5	2jährig, ohne Rückschnitt .	19,8
2jährig, mit Rückschnitt .	15,00	2jährig, mit Rückschnitt .	30,2

Im Hinblick auf die ungünstigen Rindenanteile und das sperrige Produkt, sowie die noch sich steigernde Zellulosebildung in dem Holz der späteren Jahre, wurde von einer Verwertung solchen Jugendwuchses vorerst abgesehen. Die große Menge an anfallendem Blattwerk und dünnen Zweigen hat jedoch Vorteile, die unter Umständen doch wertvoll sein können. Der Futterwert ist mittlerem Wiesenheu gleichzusetzen. Es ist ja auch in vielen wiesenarmen Gegenden gebräuchlich, Laub von Bäumen zu verfüttern. Die Industrie kann bei einem Ätherauszug von 3,2% von absolut trockenem Holz immerhin Fettsäuren gewinnen und außerdem Saponine sowie Gerbstoffe er-

halten, die als Nebenprodukte einer Rentabilitätsberechnung wert wären. JAYME fand bei älterem Pappelholz 3,145% Gesamtextrakt, davon 0,645% Ätherauszug und 2,52% Methanolauszug. Nicht zu vernachlässigen sind auch die zuckerartigen Stoffe. Die Angabe genauer Zahlen muß hier leider unterbleiben, da die Vorarbeiten vernichtet wurden. In den Wintermonaten 1943/44, während meiner militärischen Dienstleistung, unterblieb leider die Aufnahme der Versuchsfläche. Eine Versuchsanlage auf dem Gelände des Reichsarboretums in Karlsruhe wurde leider durch Bombenschäden während des Jahres 1944 unbrauchbar gemacht. Während des ersten Aufwuchses konnte nur wieder die Überlegenheit der 8/33 gefunden werden und ebenso das Versagen der Herkunft Garzin. Die nunmehr vierjährige Versuchsfläche in Müncheberg wurde Dezember 1944 und Januar 1945 neuerlich vermessen und die Aufwüchse der einzelnen Jahrgänge gewogen. Die Ergebnisse sind so günstig, daß fraglos zur Anlage solcher Kulturen geraten werden kann. Die weitere günstige Entwicklung in den nächsten Jahren kann als sicher angenommen werden.

Tabelle 4.

	1 × 1 Verband Aufwuchs der ges. Masse ohne Seitenäste		1 × 0,5 Verband Aufwuchs der ges. Masse ohne Seitenäste	
	t/ha	t	t	t
Schönfließ:				
4jähr. ohne Rückschnitt	139,5	102	135,6	101,2
3jähr. nach Rückschnitt	66	56	108,2	86,2
Garzin:				
4jähr. ohne Rückschnitt	69,8	45,1	145,0	103,6
3jähr. nach Rückschnitt	20,7	12,1	90,3	66,6
8/33 Wettstein:				
4jähr. ohne Rückschnitt	49,8	33,1	201,0	167,0
3jähr. nach Rückschnitt	77,0	55,0	138,9	111,5

Der Vergleich der vierjährigen Pflanzen läßt im Verband 1 × 1 deutlich die Überlegenheit der Herkunft Schönfließ erkennen und zeigt gleichzeitig aber auch durch die Gewichtsgleichheit im Verband 1 × 0,5, daß wir an der unteren Grenze der Bodennutzung angekommen sind. Das Versagen der Herkunft Garzin und die weiter deutlich zurückgebliebene Teilfläche von 8/33 (1 × 1) sind gute Beispiele, daß neben der Sortenwahl es wesentlich auf das gute Gelingen der Anlage im ersten Jahre ankommt, da der Schaden durch Verschlammung, wie eingangs erwähnt, sich nicht ausgleichen hat. Die engere Kultur von 1 × 0,5 gibt einen Hinweis, wie weit der Lichtthunger die Seitenastbildung vermindert und so für die ersten Jahre eine enge Pflanzweite volle Berechtigung hat. Ein Ertrag von 167 t/ha würde etwa 500 rm Holz entsprechen oder einem Jahreszuwachs von 125 rm gleichkommen. Dies übertrifft den Massenertrag der besten Zuckerrübenarten der letzten Jahrzehnte.

Die hier in Vergleich gestellten drei Sorten erhalten folgende Beschreibung:

Schönfließ besitzt guten pyramidalen Wuchs, geringe Seitenastbildung, jedoch auch bei voller Selbstbeschattung keine Selbstreinigung. Sie hat vorzüg-

liche vegetative Vermehrbarkeit und gute Regenerationsfähigkeit.

8/33 besitzt breiten Wuchs, bei voller Selbstbeschattung geringe Seitenastbildung mit Neigung zur Selbstreinigung und stark kantige Äste (Korkleisten). Die vegetative Vermehrbarkeit ist geringer und leidet bei trockener Witterung, hat aber sehr gute Regenerationsfähigkeit.

Garzin besitzt breiten und oft krummen Jugendwuchs, ist sehr grobüstig ohne Selbstreinigung. Die vegetative Vermehrbarkeit ist gering und ebenso hat diese Sorte ein schwaches Regenerationsvermögen. Infolge ihres späten Austriebes ist sie aber hervorragend für extreme Umweltfaktoren (Spätfröste, Höhenlagen) geeignet.

Es ist selbstverständlich nicht die ganze Ertragsmenge als Zelluloserohstoff zu betrachten. Die jüngsten Seitentriebeile werden immer einer anderen Verwertung zugeführt werden müssen. Der Abfall an Seitenästen und Verzweigungen der Spitzentriebe ist in Tabelle 5 zusammengestellt. Nicht erfaßt sind die im Herbst abgefallenen Blätter und die am Stamm verbliebene Rinde. Die Verwertungsmöglichkeit des Abfalles ist einer eingehenden Prüfung unterzogen worden, und es wurden auch Fütterungsversuche bei Großvieh angestellt. Wie mir noch Prof. LIESE mitteilen konnte, kann erstaunlicher Weise dieses Futter dem Werte eines mittelguten Wiesenheues gleichgestellt werden. Die Verwertung kann sowohl als Frischfutter wie auch als Silage erfolgen. Zahlenwerte können leider, durch die Zeitumstände verursacht, nicht gebracht werden. Die Industrie findet in dem Abfall eine wertvolle Rohstoffquelle an Zuckerarten, Saponinen und Gerbstoffen. Der obige Ertragsvergleich mit einem Zuckerrübenfeld ist daher nicht unabsehlich gewählt worden.

Tabelle 5. Der Abfall an Zweigen bei der Gewinnung der Stämmchen für Zelluloseerzeugung.

	Verband 1 × 1		Verband 1 × 0,5	
	Abfall in % des Ertrages	t/ha	Abfall in % des Ertrages	t/ha
Schönfließ:				
3jährig . . .	15,2	10	20,4	22,0
4jährig . . .	26,9	37,5	25,8	34,4
Garzin:				
3jährig . . .	41,6	8,6	26,3	23,7
4jährig . . .	35,4	24,7	28,6	41,4
8/33 Wettstein:				
3jährig . . .	26,3	16,7	20,3	27,4
4jährig . . .	28,6	22,0	20,9	34,0

Diese nunmehr vierjährigen Versuche zeigen einwandfrei eine große Ertragssteigerung, die durch Züchtung bzw. Sortenwahl, verbunden mit geeigneter Kulturmethode, erreicht werden kann. Die Rotherträge stellen ein Vielfaches des Durchschnittszuwachses im Walde dar. Durch eine Verwertung des Jugendaufwuchses einzelner Pappelsorten wird der 5–6fache Ertrag an Zellulose auf der Fläche erzielt. Der Höchstwert von 167 t/ha bei 8/33 nach 4 Jahren, der etwa einem Jahreszuwachs von 120–125 rm Holz entsprechen würde, stellt das 15fache eines Buchenwaldzuwachses dar. Es soll aber hier nicht dem Kurzumtrieb der Pappel allein das Wort gesprochen werden. Zu große Flächen für diesen Zweck dem Walde wegzunehmen, hat fraglos sowohl klimatische als auch allgemein biologisch ungünstige Folgen. Ganz anders

wird aber die Kulturart zu beurteilen sein, wenn man wohl bei der engen Bestandesgründung bleibt, aber auf eine Wachstumsdauer von 10—15 Jahren bedacht ist. Schon aus Gründen der höheren Zelluloseausbeute, der Transportschwierigkeiten und des hohen Rinden-anfalles wird es vorteilhaft sein, nach 3—4 Jahren eine Durchforstung auf die Hälfte der Pflanzenzahl vorzunehmen. Das anfallende Material findet auch, wenn die Industrie trotz der außer Zellulose vorhandenen Rohstoffe keine Verwendung hierfür in der nächsten Zeit haben sollte, als neues Pflanzgut oder für Schaufelstiele, Brennholz und als Futtermittel immer noch einen lohnenden Absatz.

Um vorweg die Erträge bei einer Bestandesgründung im weiteren Verband zu prüfen, wurden außerhalb des besten Pappelwuchsgebietes, in Schlesien, Versuchspflanzungen gemacht. In Sacrau wurde, durch die Papierfabrik Ewald Schoeller, eine Pflanzung 5×5 mit zweijährigen Heistern angelegt. Das Pflanzgut war in einer eigenen Baumschule angezogen. Der Aufwuchs des ersten Jahres war zurückgeschnitten worden und im folgenden zweiten Jahre kräftiger seitenastfreier Trieb erzielt. So hatte das Pflanzgut zweijährige Bewurzelung und 3 m hohe, gerade Heistertriebe. Eine neue Züchtung (*Populus carolineana* Italien × *P. deltoides*) leistete nach 5 Jahren 42 rm = 30 fm Faserholz und 7 rm Reiserprügel. Der durchschnittliche Brusthöhendurchmesser war 15,6 cm. Es ist dies mit 8 cm Jahreszuwachs ein normaler Zuwachs im westdeutschen Auewald.

Im Forstamt Nimkau wurde 1933 mit einer kanadischen Pappel eine Fläche von 0,47 ha im Dreieckverband 1,30 m eine Pappelreihpflanzung angelegt. Die erste Durchforstung nach 9 Jahren (1942) lieferte 10 rm Faserholz und 17 rm Reiserknüppel und Schipstangen. Die Aufnahme des stehenden Holzes ergab 95 fm; dies entspricht einem Hektarertrag von 324 rm oder einem Jahreszuwachs von 36 rm.

Eine weitere Pappelversuchsfläche von *P. deltoides* × *serotina* in Grünau-Schlesien, im Verband 4×4 ergab bei der Aufnahme nach 18 Jahren 208,6 fm Faserholz, das einem Jahreszuwachs von 16,5 rm (11,6 fm) entspricht. Auch diese Ertragszahlen lassen wohl klar erkennen, welchen Einfluß Sortenwahl, Umwelt und Standraum bei solchen Baumarten hat und welche Ertragssteigerung zielbewußte Züchtung bringen kann.

Im Jahre 1930 forderte Prof. McKEE (Columbia-Universität) als notwendigen jährlichen Zuwachs für Pappeln 18 t/ha = ca. 50 rm, ein Ertrag, der auch bei guten Weidenhegern angenommen wird. Als Zuwachsmenge gibt der gleiche Verfasser im nordamerikanischen Walde nur 250 kg/ha an, eine Menge, die wohl etwas tief gegriffen ist und im europäischen Forst wohl mit dem dreifachen Zuwachs gerechnet werden kann. Die Höchstwerte der hier beschriebenen neuen Pappelzüchtung, in Engkultur gezogen, brachte 42 t/ha, also die doppelte Menge der Forderung der amerikanischen Papierindustrie. Diese erste Forderung einer quantitativen Steigerung des Pappelertrages durch Züchtung ist somit sichergestellt.

Die zweite, ebenso wichtige Zielsetzung einer qualitativen Verbesserung in unserem Spezialfall der Steigerung des Zellulosegehaltes, ist ebenso in den letzten Jahren durch die Grundlagenforschung vorgetrieben worden, und die Möglichkeit der Durchführung kann

als gesichert bezeichnet werden. Als wesentlich erscheint die Züchtung von Sorten, deren Eltern aus verschiedenen Klimaten stammen. Diese Züchtungen geben auch die Möglichkeit, die Klimarassenforschung bzw. die Oekotypenbildung weiter vorzutreiben, als es bisher erfolgt ist. Von einer Herkunftskreuzung der Aspe (*P. tremula*) Oderbruch × Harz untersuchte Prof. STAUDINGER 76 Geschwisterpflanzen im Alter von 9 Jahren. Das Material für die Zelluloseuntersuchung wurde von Baumscheiben, die in 150 cm Höhe gewonnen wurden, genommen. Die Pflanzung in Müncheberg/Mark wurde 2×2 im Verband durchgeführt, so daß die Umwelteinflüsse als sehr gering für die gefundenen Unterschiede angenommen werden können. Die Variationsbreite von 37—46% Zellulose (bei einem Mittelwert $M = 42,11 \pm 0,19$) muß auf individuelle Unterschiede zurückgeführt werden. Die Eigenschaft, mehr oder weniger Zellulose zu erzeugen, ist auf genetische Faktoren zurückzuführen und gibt einer Züchtung volle Berechtigung. Die Vermutung, daß zwischen Zellulosegehalt und Zuwachsgeschwindigkeit eine Korrelation besteht, konnte an diesem Material verneint werden. So hat z. B. Nr. 969 bei 10 cm Durchmesser 45,6%, Nr. 1196 bei 10 cm Durchmesser nur 41,7% oder Nr. 1134 bei $D = 6,5$ cm einen Zellulosegehalt von 45,4% und Nr. 1095 mit $D = 6,0$ cm nur 39,6%. Eine Korrelation zwischen Zellulosegehalt und Wuchsleistung besteht also nicht. Die Zelluloseuntersuchung wurde von Prof. STAUDINGER nach seiner Methode durchgeführt und es sei ihm hier besonders gedankt.

Tabelle 6.

Zellulose %	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
Individuenzahl	1	1	3	6	14	18	22	6	2	3	Sa. 76

Eine zweite Untersuchung bei 20 Pflanzen von *P. tremula* × *P. tremula villosa* im 10. Wuchsjahr, die C. CORRENS durchführte, hatte eine Variationsbreite von 42,0—49,8% bei einem M-Wert von 45,8%. C. CORRENS untersuchte weiterhin eingehend die Schwankungen an genetisch gleichem Material (Klonen), wobei nur ein Unterschied von 2—3% zu finden war. Diese Feststellung ist eine weitere Stütze für das Vorhandensein genetisch bedingter Faktoren. Die Umwelteinflüsse sind weitaus geringer als erwartet wurde. Wie weit durch Züchtung der Zellulosegehalt noch gesteigert werden kann, werden erst die Untersuchungen weiterer Jahre sicherstellen können. Besonderes Augenmerk muß noch auf den Einfluß der Umwelt auf Wuchsleistung und Zellulosegehalt gelegt werden, um darauf aufbauend Oekotypen für eine wirtschaftliche Nutzung auslesen zu können.

Die Untersuchungen der Müncheberger Versuchspflanzen sollten feststellen, ob der Einfluß der Pflanzweite 1×1 m und 1×0,5 m nicht wesentlichen Einfluß auf die Bildung der Zellulose haben. Festgestellt wurde eine merkliche Zelluloseanhäufung nach Ablauf des 2. Vegetationsjahres, um in den folgenden Jahren nur langsam, im Höchstmaß um 2% sich zu erhöhen. Die Sorte Schönfließ hatte einen Durchschnittsgehalt von 44%, Garzin 42% und 8/33 einen solchen von 47%.

Die gleichzeitige Beachtung anderer wünschenswerter Zuchtziele wird neben hohem Massenertrag und hohem Zellulosegehalt auch noch Vollholzigkeit, Klimafestigkeit und Krankheitswiderstandsfähigkeit

sein. Natürlich ist zu diesem Ideal noch ein weiter Weg.

Die bisher durchgeführten Züchtungsarbeiten sind alle auf eine rasche Jugendentwicklung und deren Nutzung gerichtet gewesen. Von seiten der Forstwirtschaft wurde immer wieder darauf hingewiesen, daß dies keine Vorteile für den Wald ergebe und daß keine Gewähr bestünde für den Zuwachs und die Stammbildung in höheren Altersklassen. Dieser sehr begreiflichen Warnung vor allzugroßen Erwartungen kann mit der Zeit nur beweiskräftig entgegengetreten werden, wenn höhere Altersklassen herangewachsen sind. Die Sorge der Forstwirte nach so vielen und schweren Fehlschlägen, die durch die zu spät erkannte Sorten- bzw. Rassengliederung unserer Baumarten entstanden sind, ist nur zu begreiflich. Es war daher mein Bestreben, seit der Feststellung der luxurierenden Wirkung von Artbastarden und der Erkenntnis der Leistungsverschiedenheiten der reziproken Bastarde, in möglichst frühem Alter eine Auslese für Wertholz festzulegen. Der von der badischen Forstverwaltung beschrittene Weg, nur von besten Bäumen neue Stecklinge zu gewinnen und Einzelbaumnachkommenchaften zu selektionieren, bleibt bis auf weiteres die beste Art, vor schlechtwüchsigen Typen sich zu sichern, wenn auch nur der Phänotyp und nicht der Genotyp erfaßt wird. Die gleichzeitige Mitbeachtung des Standortes kann als ein guter weiterer Schritt zur Selektion von Typen begrüßt werden.

Die im Jahre 1930 in Vergleich gestellten Bastarde von *P. tremula* × *P. tremula*; *P. alba* × *P. tremula*; *P. tremula* × *P. alba* und *P. canescens* × *P. tremula*, welche 1932 als dreijährige Kernwüchse verglichen wurden, haben nunmehr nach 10 Jahren (1942) folgende in Tabelle 7 zusammengestellten Ergebnisse gebracht.

Tabelle 7.

Bezeichnung	Holz- masse 1942 fm	Jahres- zuwachs fm	Verhält- niszahl 1942	Verhält- niszahl 1932
<i>P. trem.</i> × <i>trem.</i> . .	52	4,3	1,00	1,00
<i>P. trem.</i> × <i>alba</i> . .	67,6	5,6	1,31	1,08
<i>P. alba</i> × <i>trem.</i> . .	73,8	6,1	1,42	1,34
<i>P. canescens</i> × <i>trem.</i>	einzelne Baum- reste	—	—	—

Die bessere Wuchseistung der Bastarde ist erhalten geblieben und besonders die Güte von *P. alba* × *P. tremula* ist deutlich. Die Bastarde *P. tremula* × *P. alba* haben wesentlich aufgeholt. Die schon 1932 festgestellte starke Ungleichheit der Rückkreuzung *P. canescens* × *P. tremula* ist, durch Zugrundegehen des größten Teils der lebensunfähigen Pflanzen, nicht mehr weiter in Vergleich genommen worden. Festgestellt wurde, wie hier nochmals betont sei, die Wuchsun- gleichheit und teilweise Lebensunfähigkeit schon im zweiten Lebensjahr. Die 1942 notwendig gewordene Durchforstung hat die Unterschiede noch deutlicher werden lassen. Der Bestand, außer dem Teil, wo *P. canescens* × *P. tremula* gepflanzt war, ist vollkommen geschlossen im Verband 4 × 4 m. Es besteht nach diesem Versuch kein Zweifel, daß eine Sämlingsauslese im zweiten bis vierten Jahre *nicht nur* die Erfassung von wüchsigen Jugendpflanzen sichert, sondern auch eine Auslese der besten Typen für höhere Altersklassen gestattet. Eine 15jährige Pappel muß

schon zeigen, wie der Stamm sich im hiebreifen Alter gestalten wird. Die nunmehr gelungene vegetative Vermehrung von Arten der Sektion *Trepidae* wird weiterhin eine Auslese der wüchsigen Sämlinge gewährleisten. Die vegetative Vermehrung hat mein Mitarbeiter GULLÖVE bei Grünstecklingen und Wuchsstoffen möglich machen können. Die generative Vermehrung durch künstliche Kreuzung bestimmter Formen wird bei diesen Arten aber nach wie vor am besten sein.

Für die Arten der Sektion *Aegeros*, die fast ausnahmslos vegetativ leicht vermehrt werden, sind andere Prüfungen notwendig. Die Prüfungsmethoden für Zellulosepappeln mit ihrer frühen Nutzungsmöglichkeit sind durch einfache Vergleichspflanzungen relativ leicht und wenig zeitraubend. Eine Selektion auf Wertholzpappeln muß auf andere Grundlagen aufgebaut werden. Die gärtnerischen Erfahrungen, die im wesentlichen auf guten Heisternwuchs abgestellt sind, geben in keiner Weise eine Gewähr für gute Bewurzelung und damit für eine gleichmäßige Weiterentwicklung. Der mir oft entgegengehaltene Hinweis auf den frohen Jugendwuchs der Balsampappel, die nach 2—4 Jahren diese Wuchskraft einstellt, und die Anwendung dieser Erfahrungen auf Schwarzpappeln muß als unrichtig bezeichnet werden, da genügend bekannt ist, daß die Entwicklung der Arten dieser Selektionen eine grundverschiedene ist. Die Schwarzpappelarten behalten lange Jahre ihre Wuchskraft bei, die sie in den ersten Jahren zeigen, während die Balsampappeln diese Eigenschaften nicht besitzen.

Die erste Prüfung, die in Karlsruhe in größerem Umfang durchgeführt werden konnte, sollte feststellen, ob gute vegetative Vermehrbarkeit und gute Regenerationsfähigkeit gleichsinnig wirken und beides für Weiterwuchs in den folgenden Jahren grundlegend ist. Eine Korrelation zwischen Regenerationsfähigkeit und Vermehrbarkeit besteht aber nicht. Für den Stecklingsanwuchs ist die Art der Rindenausbildung, die Zeit des Schnittes und die Witterung während des Steckens und gleich danach von ausschlaggebender Bedeutung. Die Prüfung dieser Eigenschaften muß sich somit auf mehrere Jahre und unter verschiedenen Gewinnungsmöglichkeiten des Stecklings ausdehnen.

Die viel wichtigere Regenerationsfähigkeit, die in Korrelation mit der Bewurzelungsfähigkeit steht, wird auf folgende Weise geprüft. Der Stecklingsaufwuchs des ersten Jahres wird nach Abschluß der ersten Vegetationsperiode gänzlich zurückgeschnitten und die Erde leicht angehäuelt. Im folgenden Jahre wachsen naturgemäß eine große Anzahl von neuen Trieben hoch, die bis auf einen Leittrieb ein- bis zweimal vereinzelt werden. Der Aufwuchs des zweiten Jahres, der bei guten Sorten über 2 m erreichen kann, gibt einen ausreichenden Vergleichswert über die Wuchsfreudigkeit. Ein Leistungsvergleich mit Fehlerausschaltung wie bei landwirtschaftlichen Züchtungen, gibt in 2—3 Jahren eine gute Übersicht. Die gut bewurzelten Pflanzen selektionieren sich selber klar heraus und Feststellungen über Abholzigkeit, Verzweigungsfreudigkeit, Austriebzeit und Abschluß können leicht erfaßt werden. Die so erwachsenen Pflanzen haben nun zweijährige kräftige Wurzelstöcke und einen astfreien kräftigen Stamm. Solche Heistern sind ausgezeichnetes Pflanzgut für forstliche Kulturen. Es ergibt sich von selbst,

daß solche gut anwachsende Pflanzen in den nächsten 5—8 Jahren ihre Frohwüchsigkeit beibehalten und für Werthholzerzeugung genommen werden können. Die Holzstruktur ist allerdings nicht so zeitig beurteilbar und muß für spätere Prüfungen zurückgestellt werden. Eine alte Erfahrung ist, daß Bäume, die eine lange Zeit ihre Jugendform beibehalten und sich als Lichtholzart hochschieben, bessere Holzstruktur aufweisen als Bäume, die früh geschlechtsreif werden und eine vorzeitige Krone ausbilden. Gewöhnlich ist Nahrungs- und Wassermangel dafür verantwortlich zu machen. Das Geschlecht bei zweihäusigen Pflanzen dürfte ebenfalls von Bedeutung sein. Diese Art der Klonprüfung hat sich außerordentlich bewährt und die große Variabilität tritt augenfällig hervor. Besonders das zweite Aufwuchsjahr gibt gute Selektion von früh und spät austreibenden Formen. Der Einfluß von klimatischen Umweltbedingungen ist leicht festzustellen. Viele der Fehlschläge in der Praxis beruhen auf der geringen Beachtung der lokalen kleinklimatischen Verhältnisse. Der Einfluß des Bodens ist in zweiter Linie, besonders bei Laubweichholz und ganz wesentlich bei Salix und Populus, von Bedeutung. Die kräftige mittelfache Bewurzelung junger Pappeln verlangt nicht nur hohe Feuchtigkeit, sondern auch gute Durchlüftung. Die Wasserversorgung will die Pappel durch gute kapillare Bodenstruktur dann nutzbar zur Verfügung haben, wenn sie im besten Wachstum ist. Ein verdichteter, luftarmer Boden, wenn er auch noch so feucht ist, ist kein Standort für die Pappel. Die Sorte *P. serotina*, die spät austreibt, deren Steckholz sich auch spät bewurzelt, ist ein prächtiges Test für die Bodengüte. Im Jahre 1943 verwendete ich als Prüfer des neuen Zuchtgartens in Karlsruhe ein Klon von *P. serotina*. In dem gut durchgearbeiteten Teil waren die Anwuchsprozente 80, 85 und 89%, während in dem nur mit grober Motorpflugbearbeitung behandelten Teil 68, 75 und 77% gefunden wurden. Die Bewurzelung war im ersten Teil viel besser und gleichmäßiger. Die weiteren Untersuchungen 1944 haben zwei Bombenrichter, die die Bodenstruktur im weiteren Umkreis wesentlich veränderten, unmöglich gemacht.

Von großer Wichtigkeit erscheint es auch, festzustellen, ob die verschiedenen Pappelsorten *Kurz- oder Langtagpflanzen* sind, da die Ausbildung von Früh- und Spätholz und Vegetationszeitausnutzung damit verbunden ist. Die schwedischen triploiden Aspen

sind, soweit sie mir zur Verfügung standen, ausgesprochene Langtagtypen, die schon im August ihr Wachstum wesentlich vermindern und daher kein so freudiges Wachstum zeigen, wie mitteleuropäische Herkunftskreuzungen. Eine Versuchsanlage in Karlsruhe zeigte, wie groß die Unterschiede in den einzelnen Entwicklungszeiten des Jahres sind. Wir haben bei den Schwarzpappeln und deren Kreuzungen mit verschiedenen Reaktionen auf die Tageslänge zu rechnen. In der Tabelle 8 ist eine Auswahl von 100 Klonen aufgeführt, welche die Unterschiede deutlich wiedergeben. Die kursive Darstellung zeigt, wie bei Kurztagformen, die bei uns im Gebiet des Langtages wuchsen, erst nach dem Juni ein freudiges Wachstum einsetzt und im August/September eher noch ein verstärktes Wachstum erfolgt, so daß bei diesen Reaktionstypen erst der Herbstfrost die Vegetation unterbricht. Das Holz reift nicht aus, und die Spätholzbildung ist auch demzufolge ungünstig. Die Langtagformen haben ihr freudiges Wachstum bis etwa Ende Juli, um dann rasch nachzulassen und unter Umständen sogar schon im September den Zuwachs gänzlich einzustellen. Da wir auch diese Eigenschaften durch Kreuzungen kombinieren können — Erbfaktoren werden als selbstverständlich vorausgesetzt — sind auch tagneutrale Formen vorhanden, wie in der Tabelle 8 zu ersehen. Der Zuwachs — von der Tageslänge unbeeinflusst — ist sowohl im Juni wie auch im August recht gleichmäßig.

Die Beachtung der Reaktion der Bäume auf die Tageslänge dürfte auch bei anderen Holzarten wertvolle Auslese geben. Es ist doch die Bildung von Assimilaten von der Ausnützung des Lichtes abhängig und davon muß letzten Endes auch der Holzzuwachs abhängig sein.

Haben wir durch weitere Grundlagenforschung unsere Kenntnisse soweit vertieft, daß wir Eigenschaften der Jugendentwicklung auf das spätere Wachstum übertragen können, sind wir auch in der Lage, auf die Ausformung des Baumes im hiebreifen Alter Schlußfolgerungen zu ziehen. Die Beeinflussung der phänotypischen Gestaltung wird immer dem Forstmann überlassen bleiben, aber auch er wird dankbar sein, für den Aufbau seines Forstes bekannte Genotypen verwenden zu können.

Auch bei anderen Holzarten sind schon wertvolle Erkenntnisse gesammelt worden und besonders For-

Tabelle 8.

Zuchtnummer und Sortennamen	Länge am 2. 6. 44 cm	Zuwachs in cm	Länge am 30. 6. 44 cm	Zuwachs in cm	Länge am 5. 8. 44 cm	Zuwachs in cm	Länge am 28. 8. 44 cm
20 <i>P. eucalyptus</i>	11,6	21,6	33,2	35,3	68,5	10	78,5
27 <i>P. rubusta</i>	18,7	33,3	52,0	57,0	109,0	12	121,0
12 <i>P. serotina</i>	13,9	36,5	50,4	55,1	105,5	11,5	117,0
47 <i>P. serotina</i> × <i>nigra</i> . .	13,3	48,8	62,1	104,4	166,5	45,7	212,2
74 <i>P. nigra</i>	16,5	37,0	53,5	72,5	126,0	19,6	145,6
62 <i>P. Rasumovsciana</i> . . .	27,4	38,4	65,8	60,2	126,0	5,1	131,1
Sämling von							
269 <i>P. angulata</i>	20,0	49,4	69,4	78,6	148,0	9,5	157,5
52 <i>P. deltoides</i> × <i>Siminii</i> .	23,8	46,6	70,4	94,1	164,5	108,2	272,7
46 <i>P. monilifera</i> Khc. . . .	11,4	24,1	35,5	38,5	74,0	52,6	126,6
57 <i>P. nigra</i> × <i>trichocarpa</i> .	12,8	18,3	31,1	18,9	50,0	25,0	75,0
268 <i>P. angulata</i> (Sämling) .	15,0	29,0	44,0	42,0	86,0	74,0	160,0
44 <i>P. deltoides</i> Hagenbach	13,0	42,0	55,0	63,0	118,0	58,5	177,5
3 <i>P. nigra</i> Knielingen . . .	14,9	40,6	55,5	78,5	134,0	65,6	199,6

scher Nordamerikas und Schwedens haben hier eingehend gearbeitet, doch sei hier nicht näher darauf eingegangen, da der Mangel der Literatur anderer Länder einen Überblick der letzten Jahre unmöglich macht.

Literatur.

1. Anonym: Züchtungsversuche mit schnellwüchsigen Pappeln. Dtsch. Holz-Anz. 1941. — 2. Anonym: New poplar hybrids for drought areas. Brit. Columbia 1939. — 3. Anonym: Pappelanbauprogramm in der Erzeugungssteigerung. Dtsch. Forstw. 1941. — 4. BAUER, F. W.: Fournierpappel im deutschen Wald. Berlin: Verlag Parey, 1938. — 5. Bad. Finanz-Ministerium: Die Nachzucht von Pappeln und Weiden in den badischen Anwaldungen. Selbstverlag, 1934. — 6. BARBEY, A.: Die Pappel, ihre Nützlichkeit und ihre Ausdehnung ihres Anbaues in der Schweiz. Bern Eidg. Dep. d. Inneren, 1942. — 7. BLUMQUIST, S. G.: Ett fynd av jätteasp in Medelpad (*P. tremula gigas*). Bot. Not. 1937. — 8. GAUMANN, K.: Vier Pappeln, ihr Aussehen und ihre Leistung. Forstarch. 1943. — 9. GRIMM, F.: Die Kultur der Pappel. Selbstverlag A. Holtype, 1929. — 10. GULLÖVE, FR. H.: Über die vegetative Vermehrung von *populus tremula*. Züchter 1943. — 11. HENRY, A.: The artificial production of vigorous trees. J. Dublin 1914. — 12. HOTZAGERS, G.: Die Gattung *Populus* und ihre forstliche Bedeutung (viel Literaturangaben!). Verlag M. & H. Schaper, 1941. — 13. JACOMETTI, G.: Miglioramento del Pioppo. Torino, 1933. — 14. JAYME, G., HINDENBURG, K. G., HARDER-STEINHÄUSER, M. und F. BRANDSCHEID: Über die Eignung ein- und zehnjährigen Pappelholzes für Zellstoff-

gewinnung. Holz als Roh- und Werkstoff 1943. — 15. JAYME, BRANDSCHEID, HARDER-STEINHÄUSER und McESER, L.: Eignungsversuche verschiedener Schwarzpappelholzer zur Zellstoffgewinnung. Holz als Roh- u. Werkstoff, 1943. — 16. JAYME, G. und F. REH: Über den Einfluß des Alters von Pappelholz, insbesondere *P. monibifera*, auf dessen chemische Zusammensetzung und Eignung für die Gewinnung von Zellstoffen. Cellulosechemie 1944. — 17. JU, D.: Intensivierung der Pappelkultur in Italien. Z. Weltforst 1941. — 18. LIESE, J.: Fütterungsmöglichkeiten aus dem Walde. Mitt. d. H. Göring Ak. 1943. — 19. MIRON, K.: Kultur der Pappel. Puschkin b. Moskau, 1939. — 20. SUDWORTH: Poplars Principal Tree Willows and Walnuts of the Rocky Mountain Region. Techn. Bull. Nr. 420, 1934. — 21. SYLVÉN, N.: Waldbaumzüchtung in Schweden. Intersylva 1942. — 22. SCHARROW, W. und W. KARLINA: Öl aus der Aspenrinde. Moskau, Holzchem. Industrie, 1940. — 23. SCHENK, C. A.: Forstgenetik in den Vereinigten Staaten. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1942. — 24. STOUT, A. B., MCKEE, R. H. und F. J. SCHREINER: The Breeding of Forest Trees for Pulp Wood. J. of the New-York Bot. Gard. 1937. — 25. VACHART, DU F.: Les loissements en peuplier dans le marais de la Chantayne. Rev. Eaux et Forêts 77 (1939). — 26. WETTSTEIN, F. v.: Wie entstehen neue vererbare Eigenschaften. Züchtungskunst 1927. — 27. WETTSTEIN, W. v.: Vermehrung und Kultur der Pappel. 4. Aufl. Verlag Sauerländer, 1944. — Die Grundlagen der Züchtung schnellwüchsiger Zellulosepflanzen. Forstungsberichte d. Z. K. R., 1942. — Forstpflanzenzüchtung. Hdb. d. Pfl.züchtg. Berlin: Verlag Parey, 1939. Dortselbst reichhaltige Literatur bis 1939.

(Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, ERWIN BAUR-Institut, Voldagsen/Hann.)

Zur Methodik der Auslese von senfölfreien Rapssorten.

Von P. SCHWARZE.

Der Nutzungswert der Rapspflanze wird durch den Gehalt an Senföl, der für viele Cruciferen charakteristisch ist, herabgesetzt. Das aus Rapssaad gewonnene Öl besitzt den scharfen Geschmack und Geruch des Senföles. Diese störenden Eigenschaften lassen sich allerdings durch die Raffination, der wohl heute alle für die Ernährung in Frage kommenden Öle unterzogen werden, beseitigen. Wesentlich ungünstiger wirkt sich jedoch der Senfögehalt des als Futtermittel genutzten Rapskuchens aus, da Senföle, sofern sie in größeren Mengen aufgenommen werden, toxische Wirkungen zeigen. So hat man nach KELLNER (1) bei größeren Gaben von Rapskuchen Erkrankungen der Verdauungs- und Harnorgane, Verkalben, Abmagerung der Tiere, schlechten Geschmack der Milch, Durchfall und Siechtum der mit solcher Milch ernährten Säuglinge und Kälber beobachtet. Weiterhin hat man festgestellt, daß die einheimischen, crotonylsenföhlhaltigen Rapssorten diese ungünstigen Wirkungen weniger zeigen als die allylsenföhlhaltigen ausländischen, insbesondere indischen Rapssorten. Rapskuchen dürfen auf jeden Fall nur in mäßigem Umfang verfüttert werden, namentlich ist dann Vorsicht geboten, wenn die Rapssaad mit indischen Herkünften vermischt war. Man verabreicht die Rapskuchen trocken, da sich beim Anfeuchten freies Senföl entwickelt, so daß sie von den Tieren nur widerwillig oder überhaupt nicht aufgenommen werden.

Nach diesen Darlegungen leuchtet es ein, daß die Züchtung von senfölfreien Rapssorten einen recht erheblichen Fortschritt bedeuten würde. Sie ist an zwei Voraussetzungen gebunden: An das Vorkommen von

senfölfreien oder senfölarman Varianten und an eine Methode, mit der diese sicherlich äußerst seltenen Formen erkannt werden können. Senfölfreie Varianten sind in Analogie zu ähnlichen Fällen (Vorkommen von senfölfreien Stoppelrüben, alkaloidfreien bzw. -armen Formen von normalerweise alkaloidhaltigen Pflanzen usw.) zu erwarten, falls nur in einem hinreichend großen und genotypisch heterogenen Material danach gesucht wird. Über Methoden, die für die Auslese in Frage kommen, wird in dieser Arbeit berichtet.

Senföl ist im Raps überwiegend als Glucosid enthalten, in freier Form normalerweise überhaupt nicht oder nur in Spuren. Man faßt die Senfölglycoside als Abkömmlinge der hypothetischen Iminothiokohlensäure $\text{HN} : \text{C} (\text{SH}) \cdot \text{OH}$ auf: $\text{R}-\text{N}=\text{C} < \begin{smallmatrix} \text{S} \cdot \text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5 \\ \text{OSO}_3 \cdot \text{R} \end{smallmatrix}$.

Bei der Spaltung durch den Fermentkomplex Myrosinase, den senföhlführende Pflanzen gleichzeitig enthalten, entstehen aus einem Molekül Glucosid je ein Molekül Senföl, Traubenzucker und Bisulfat. Die an das Sulfat gebundene Base ist in den meisten Fällen Kalium. Das als Gluconapin bezeichnete Senfölglycosid des Rapses ist noch nicht rein dargestellt, sondern nur indirekt nachgewiesen worden. Das darin enthaltene Crotonylsenföl ist Allylmethylisothiocyanat: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}=\text{C}=\text{S}$. Es siedet bei 174° und zeigt ein starkes Lichtbrechungsvermögen (2). Im Geruch erinnert es an Meerrettich und Allylsenföl. Über die Entstehung des Senföles in der Pflanze und die Rolle, die es im Stoffwechsel spielt, ist noch nichts Sicheres bekannt. Beim Raps und