

**Anwendung  
der Pentosan-Bestimmungsmethode auf  
verschiedene vegetabilische Stoffe und  
die Materialien der Papierfabrikation.<sup>1)</sup>**

Von E. Kröber und C. Rimbach, mitgetheilt von  
B. Tollens.

**A. Substanzen, in welchen kein oder kaum  
Pentosan vorhanden ist.**

Rimbach hat von Neuem einige solche  
Materialien mit Salzsäure von 1,06 spec. Gew.  
destillirt, die entstandene kleine Menge Fur-  
furo<sup>2)</sup> als Phloroglucid bestimmt und auf  
Pentosan im Allgemeinen berechnet<sup>3)</sup>.

	Proc. Pentosan
Rohrzucker gab auf diese Weise . . .	1,15
Kartoffelstärke . . . . .	0,84
Schwedisches Filtrirpapier . . . . .	1,45
Verbandwatte . . . . .	1,55
Dieselbe nach der Weender Rohfaser- Methode gereinigt . . . . .	0,79
Aus anderer Baumwolle erhielt Kröber	0,61

**B. Substanzen, in welchen Pentosan vorhanden ist.**

**a) Holzgummi oder Xylan.**

Rimbach sowohl als Kröber haben  
verschiedene durch Natronextraction und  
Fällen mittels Alkohol und etwas Salzsäure  
hergestellte Xylane auf ihren Pentosan-  
gehalt geprüft. Ich gebe hier Kröber's  
Zahlen.

	Xylan Proc.	Wasser Proc.	Asche Proc.	Xylan + Wasser + Asche Proc.	Differenz gegen 100 Proc. Proc.	Xylan in der aschenfreien Trocken- substanz Proc.
Holzgummi aus Weizenstroh . . . . .	54,12	9,06	27,55	90,73	9,27	85,38
- - Buchenholz No. 1 . . . . .	62,60	9,41	15,08	87,09	12,91	82,90
- - - - - No. 2 . . . . .	59,47	10,53	17,22	87,22	12,78	82,31
- - - - - No. 3 . . . . .	71,40	14,86	4,10	90,36	9,64	88,10
- - - - - No. 4 . . . . .	69,60	17,39	1,92	88,91	11,09	86,26

Man sieht, dass in den Producten aus  
Stroh und aus Buchenholz recht viel  
Pentosan (hier Xylan) enthalten ist, und  
zwar, auf aschen- und wasserfreie Substanz  
berechnet, 82—88 Proc., dass aber überall  
ein Rest bleibt, welcher wohl aus Hexosan,

<sup>1)</sup> Auszug aus der Göttinger Dissertation von  
C. Rimbach, 1898, und der Abhandlung von  
E. Kröber, Journ. f. Landwirtschaft 1901, S. 7.

<sup>2)</sup> Siehe über ähnliche frühere Versuche mit  
Rohrzucker, Glucose etc. z. B. Günther und Tol-  
lens, Ber. d. d. chem. Ges. 23, S. 1752; Suringar  
und Tollens, Zeitschr. f. angew. Chem. 1897, S. 4;  
Flint u. Tollens, Landw. Versuchs-Stationen 42,  
S. 390; Sestini, L'Orsi, Giornale di Chim.  
e Pharm. 1898, Sep.-Abdr. S. 6/7; Andrlík, Chem.  
Centralbl. 1899, I, S. 905; Warnier, Chem. Cen-  
tralbl. 1899, I, S. 712; Stoklasa, Zeitschr. f.  
Zuckerindustrie in Böhmen 23, S. 319.

<sup>3)</sup> Ich habe die sämtlichen von Rimbach  
angegebenen Phloroglucidzahlen für diese Abhand-  
lung nach Kröber's Tabelle umgerechnet.

Tollens.

d. h. durch die Natronlauge aufgelöste  
Cellulose oder Hemicellulose des Strohs  
oder des Holzes besteht und den Gruppen  
mit 6 Atomen Kohlenstoff angehören wird.  
Der z. Th. grosse Aschengelalt z. B. des  
Strohgummis erklärt sich dadurch, dass die  
Natronlauge stets Kieselsäure aus den Mate-  
rialien extrahirt.

**b) Rohfasern aus verschiedenen  
Materialien.**

Zur Gewinnung des weniger löslichen An-  
theiles der Vegetabilien, welcher als Roh-  
faser bezeichnet wird, benutzt man be-  
kanntlich seit langer Zeit die Henneberg-  
sche Weender-Methode des Auskochens  
der Vegetabilien mit 1 $\frac{1}{4}$ -proc. Schwefelsäure  
und 1 $\frac{1}{4}$ -proc. Kalilauge, wobei die Roh-  
faser zurückbleibt.

Da nun, wie u. A. E. Schulze und  
Winterstein, Düring, sowie ich darauf  
hingewiesen haben, die Rohfaser ein recht  
wenig reines Product und keineswegs reine  
Cellulose ist, sind manche anderen Metho-  
den der Rohfaser-Bereitung aufgekommen,  
welche reinere Producte liefern sollen<sup>4)</sup>.

Kröber hat Rohfasern, welche nach  
Henneberg hergestellt waren, ferner nach  
J. König<sup>5)</sup> durch Erhitzen mit Glycerin  
hergestellte und nach Lebbin<sup>6)</sup> durch Er-  
hitzen mit Wasserstoffsperoxyd und

Ammoniak hergestellte Rohfasern auf den  
Gehalt an Pentosan untersucht:

Materialien, aus welchen die Rohfasern hergestellt waren	Gehalt an Pentosan im Allgemeinen in der wasserfreien Rohfaser
<b>a) Rohfaser nach Henneberg:</b>	
Wiesenheu . . . . .	Im Mittel 4,13 Proc.
Weizenmehl . . . . .	0,24 -
<b>β) Rohfaser nach König:</b>	
Roggenstroh . . . . .	0,80 Proc.
Weizenkleie . . . . .	0,25 -
Wiesenheu . . . . .	0,51 -
<b>γ) Rohfaser nach Lebbin:</b>	
Roggenstroh . . . . .	26,99 Proc.

<sup>4)</sup> Näheres findet man hierüber u. A. in der  
Abhandlung von Suringar und Tollens, Journ.  
f. Landwirtschaft. 1896, S. 343; Zeitschr. f. angew.  
Chem. 1896, S. 712, 747; s. auch das folgende Citat.

<sup>5)</sup> Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Ge-  
nussmittel I (1898), S. 3; Zeitschr. f. angew. Chem.  
1898, S. 50.

<sup>6)</sup> Archiv f. Hygiene 28, S. 212.

Folglich ist in den nach König's Methode erhaltenen Rohfasern sehr wenig, in nach Henneberg's Methode erhaltenen mehr und in den nach Lebbin erhaltenen noch eine sehr grosse Menge Pentosan vorhanden gewesen.

c) Holzarten<sup>7)</sup>.

Kröber fand folgende auf wasserfreie Substanz berechnete Mittelzahlen:

	Pentosan im Allgemeinen Proc.	
Fichtenholz . . . . .	11,62	= 23,58 Proc. Xylan
Buchenholz . . . . .	25,91	
Guajakholz . . . . .	18,16	
Dasselbe, jedoch vorher mit Alkohol von Harz befreit	20,66	

d) Fossiles Holz, Braun- und Steinkohlen<sup>8)</sup>.

Rimbach fand folgende auf wasserfreie Substanz berechnete Zahlen:

	Pentosan im Allgemeinen Proc.
Dikotylenstamm aus einem Torfmoor, gut erhalten, weich und spaltbar . . . . .	8,13
Fossiles Holz, nach allen Richtungen gleich brechend . . . . .	2,17

Braunkohlen zweier verschiedener Herkunft gaben beim Destilliren von je 5 g mit Salzsäure Destillate, welche mit Phloroglucin geringe Mengen Niederschlag lieferten.

Eine Braunkohle mit noch zu erkennender Holzstruktur gab Spuren Phloroglucid, eine andere gab im Destillate mit Phloroglucin wenig eines rothen Niederschlages (Methylfurfurol-Phloroglucid?).

Braunkohlen anderer Herkunft, sowie Steinkohlen gaben keine Spur Phloroglucid.

e) Oxycellulose (Kröber).

Darstellungsart	Furfurol Proc.
Coniferenholz mit Salpetersäure . . .	6,96
Baumwolle mit Brom und Calcium- carbonat . . . . .	1,85

f) Verschiedene pflanzliche Gewebe.

Rimbach hat folgende Materialien, welche aus recht verschiedenen Pflanzenfamilien gewählt waren, mit Salzsäure destillirt:

<sup>7)</sup> S. über Pentosan in Holzarten die Abhandlungen von Counciler, de Chalmot, Tolens, Stone, Storer u. A.

<sup>8)</sup> S. über Pentosan in Torf etc. die Abhandlungen von de Chalmot, v. Feilitzen u. Tolens, Stoklasa, Sestini, Sollied.

Materialien	Pentosan im Allgemeinen Proc.	
Pilz. Polyporus sp. . . . .	4,46	Auf luft- trockne Substanz berechnet.
Flechte. Ramalina polymorpha	3,57	
Laubmoos. Hypnum sp. . . . .	7,79	}
Lycopodium clavatum . . . . .	8,26	
Buchenblätter, abgestorben, vom November . . . . .	15,70	}
Eichenblätter, abgestorben, vom November . . . . .	15,06	
Daucus carota, abgestorbene Stengel . . . . .	21,34	Auf Trocken- substanz be- rechnet.
Rumex acetosella, abgestorbene Stengel . . . . .	18,38	
Spargelwurzel, Gefässbündel . . . . .	44,11	}
- Parenchym . . . . .	22,95	
- Korkschiicht . . . . .	28,37	}
Cocos butyracea, Gefässbündel	18,74	
- Parenchym . . . . .	13,15	}
Baumfarn, Alsophila pruinata, Sklerenchym . . . . .	2,08	
- Parenchym . . . . .	5,47	}
Samen von Arum maculatum . . . . .	5,03	
Hollundermark . . . . .	15,89	

g) Papier und Materialien zur Papierfabrikation.

Rimbach und in besonders ausgedehntem Maasse Kröber haben die jetzt zur Papierbereitung bekanntlich sehr viel benutzten aus Holz hergestellten Materialien, Holzschliff, Sulfit- und Natroncellulose, sowie fertiges Papier mancherlei Art, auf den Gehalt an Pentosan untersucht, und es ist gelungen, für Papier, welches ausser reiner Cellulose (Leinen- oder Baumwolllumpen) nur ein anderes Material enthält, eine Methode zur quantitativen Prüfung auf z. B. Holzschliff oder Sulfitcellulose zu gründen.

a) Materialien.

Unter- sucher	Substanzen	Pentosanprocenta	
Kröber	Baumwolle	0,61	}
	Cellulose (gewöhnl. Filtrirpapier)	1,43	
Rimbach	Schwedisches Fil- trirpapier	1,36	Auf aschen- und wasser- freie Substanz berechnet
Kröber	Baumwollmasse	1,03	
	- Leinenmasse (beide Massen aus einer Papierfabrik)	2,20	
-	Strohstoff	26,76	}
-	Holzschliff I	12,24	
-	Holzschliff II	11,93	
Rimbach	Holzschliff I	10,56	Auf wasser- freie Substanz berechnet
	Holzschliff II	11,65	
Kröber	Natroncellulose un- gebleicht	7,83	Auf aschen- und wasser- freie Substanz berechnet
	- Natroncellulose ge- bleicht	6,41	
-	Sulfitcellulose	7,09	

β) Fertige Papiere.  
Hier wurden folgende Resultate erhalten:

Unter- sucher	Bezeichnung des Papiers	Pentosanprocente
Rimbach Kröber	Alte Makulatur Deutsches Zeitungs- papier, Göttinger Tageblatt	1,40
-	Gartenlaube	11,51
-	Holländ. Zeitung	9,93
-	Amerikan. Zeitung	10,94
Rimbach	Dieselbe	10,58
-	Gelbes amerikan. Couvert	10,46
-	4 verschied. Schreib- u. Zeichenpapiere aus einer Fabrik	10,49
Kröber	2 Papiere aus einer anderen Fabrik	10,59
-		11,01
-		11,11
-		12,92
-		5,29
-		5,73

Von den vielen Einzelzahlen, welche sich in Rimbach's Dissertation und in Kröber's Abhandlung (S. 16 ff.) finden, mögen hier nur

Man muss, wie Kröber angiebt, um die Procente der einen Componente zu finden, ansetzen:

Differenz der Pentosanprocente beider Componenten : Differenz der im Papier gefundenen Pentosanprocente und der Pentosanprocente der zweiten Componente = 100 : x.

Z. B. setzt man, um die in 100 Theilen Holzschliff - Lumpenpapier, welches 10 Proc. Pentosan in der aschen- und wasserfreien Trockensubstanz gegeben hat, zu finden, an:

$$12-1:10-1 = 100:x$$

oder  $\frac{9 \cdot 100}{11} = 81,8$  Proc. Holzschliff

und folglich

$$18,2 \text{ Proc. Lumpenstoff.}$$

Zur experimentellen Prüfung dieser Methode hat Kröber Mischungen von Holzschliff und Baumwolle in bestimmten Verhältnissen hergestellt und deren Pentosangehalt bestimmt.

Angewandt	Erhaltene Pentosan- procente	Angewandt <sup>10)</sup>		Gefunden	
		Holzschliff Proc.	Baumwolle Proc.	Holzschliff Proc.	Baumwolle Proc.
1 Th. Holzschliff, 2 Th. Baumwolle . . . . .	4,573	31,6	68,4	32,5 <sup>11)</sup>	67,5
1 - - 1 - - . . . . .	6,351	48,1	51,9	48,6	51,4
1 - - 1/2 - - . . . . .	8,333	64,9	35,1	66,1	33,9

die Mittelzahlen für die Pentosanprocente angegeben werden.

Aus den Zahlen der Tabelle α ersieht man, dass reine oder fast reine Cellulose (Baumwolle, Leinenfaser), sowie das alte ohne Surrogate hergestellte Papier beim Destilliren mit Salzsäure nur wenig Furfurol geben, welches von weniger als 1 Proc. bis höchstens 1,43 Proc. Pentosan entspricht, so dass man ca. 1 Proc. als ungefähre Ausbeute annehmen kann.

Die übrigen jetzt meistens (neben Baumwolle oder Leinen) zur Herstellung des Papiers benutzten Stoffe geben dagegen, auf wasser- und aschenfreie Trockensubstanz berechnet, annähernd folgende Pentosanprocente:

- Natroncellulose . . . 6 Proc.
- Sulfitcellulose . . . 7 -
- Holzschliff . . . . 12 -

Durch Benutzung dieser Zahlen und von 1 Proc. Pentosan für Baumwoll- und Leinenlumpen kann man, wenn Papier aus Gemischen von zweien dieser Stoffe hergestellt ist, aus den bei der Analyse des Papiers gefundenen Pentosanprocenten auf die Zusammensetzung des Papiers schliessen<sup>9)</sup>.

<sup>9)</sup> Ähnliche Schlüsse bauen Benedikt und Bamberger auf die von ihnen bestimmten Methyl-

Man sieht, dass man bei genau bekannten Materialien zu genügenden Resultaten kommt.

Bei Papieren unbekannter Herkunft sind die zu ziehenden Schlüsse natürlich weniger bestimmt, doch kann man z. B. bei Zeitungspapieren, welche häufig aus Holzschliff mit Sulfitcellulose hergestellt werden, oft den Schluss ziehen, dass sie circa 80 Proc. Holzschliff enthalten.

Wenn z. B. in dem aschen- und wasserfrei berechneten Papier 10 Proc. Pentosan gefunden waren, hat man

$$\frac{(10-7) \cdot 100}{12-7} = \frac{300}{5} = \begin{cases} 60 \text{ Proc. Holzschliff} \\ 40 - \text{ Sulfitcellulose,} \end{cases}$$

waren 11 Proc. Pentosan gefunden, so hat man

$$\frac{(11-7) \cdot 100}{12-7} = \frac{400}{5} = \begin{cases} 80 \text{ Proc. Holzschliff} \\ 20 - \text{ Sulfitcellulose.} \end{cases}$$

zahlen von Holzschliff u. s. w. (s. Chem.-Ztg. 15, S. 221).

<sup>10)</sup> Da die Gehalte an aschenfreier Trockensubstanz in den angewandten Materialien nicht gleich sind, ist das Verhältniss zwischen Holzschliff und Baumwolle nicht wie 33,3:66,7 resp. 50:50 und 66,7:33.

<sup>11)</sup> Berechnet  $\frac{(4,573-1) \cdot 100}{12-1} = \frac{3,573}{11} = 32,5$  Proc. Holzschliff.