

Zur Kenntnis der Pektinstoffe in Stroh- und Röstflachs

Von Dr.-Ing. HANS BOCK und Dipl.-Ing. RUTH EINSELE

Mitteilung aus dem Institut für Chem. Technik der T. H. Karlsruhe

Betrachtet man einen systematischen Querschnitt durch einen Flachsstengel, so erkennt man die faserbildenden Bastbündel an der Peripherie ringförmig angeordnet, jedoch aus getrennten Gruppen bestehend. Die Bastbündel sind in das Rindengewebe eingebettet und bestehen aus einzelnen Bastfasern. Wir unterscheiden die Epidermis oder Oberhaut, die primäre Rinde oder das Bastparenchym, in welchem die Bastbündel gelagert sind, und das Holz mit dem Cambium, das für das sekundäre Dickenwachstum verantwortlich ist.

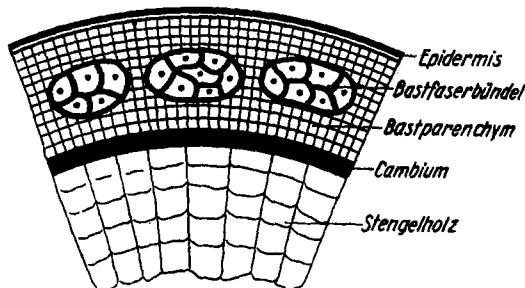


Abb. 1. Systematischer Schnitt durch einen Flachsstengel.

Die Trennungswände der einzelnen Zellen sind die mit Rutheniumrot anfärbbaren Mittellamellen. Alle Mittellamellen des lebenden Gewebes der Pflanze bestehen aus Pektinstoffen. Die Mittellamellen der Bastfasern jedoch bestehen aus Pektin und Lignin. Die Bastfasern selbst bestehen aus Cellulose. Durch die Färbung mit Rutheniumrot ist auch eine Schichtung innerhalb der Bastzellen nachgewiesen worden¹⁾. Es handelt sich hierbei um Schichten oder Lamellen mit verschiedenen chemischen Eigenschaften. Sie unterscheiden sich im Wassergehalt und in der Stärke ihrer Anfärbarkeit. Van Wisselingh schließt daraus, daß Pektinstoffe und Hemicellulosen neben Cellulose in geringen Mengen am Aufbau der Faser beteiligt sind. Die Pektinstoffe kommen also im Flachs an drei morphologisch verschiedenen Stellen vor:

1. Sie bilden die Mittellamellen des Bastgewebes, in dem die Bastfaserbündel eingebettet sind.
2. Sie bauen neben Lignin die Mittellamellen der Bastfasern auf und vereinigen so die Bastfasern zu Bastfaserbündeln.
3. Sie sind am Aufbau der cellullosischen Bastfasern selbst in geringem Maße beteiligt.

Die in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen über die Konstitution und die Molekülgröße von Obstpektin^{2,3)} wurden von Bock u. Einsele⁴⁾ auf die Flachspektine ausgedehnt. Es gelang, Flachspektin ebenso wie Obstpektin durch Behandlung mit höchstkonzentrierter Salpetersäure zu verestern. Durch viscosimetrische Molekulargewichtsbestimmungen der in Aceton gelösten Nitropektine wurden Molekulargewichte bis zu 30 000 festgestellt, u. zw. die höchsten Molekulargewichte für Nitropektine, die durch direkte Einwirkung der Salpetersäure auf die Flachsstengel hergestellt wurden. Dabei ist allerdings zu beachten, daß das Pektin im Flachsstengel — abgesehen von einer Schädigung der Molekülgröße durch die Einwirkung der Salpetersäure — in noch höherem Polymerisationsgrad vorliegen kann, da bei der direkten Nitrierung für die Molekulargewichtsbestimmung nur diejenigen Anteile von Nitropektin erfaßt werden, die sich in der hochkonzentrierten Salpetersäure lösen.

Wirkung des Rötvorganges auf das Pektinmolekül.

Unter Rösten verstehen wir Verfahren, durch welche die Flachsfasern aus dem Pflanzenkörper freigelegt werden. Es sind im Laufe der Jahre zahlreiche Rötvorverfahren entwickelt worden. Allen gemeinsam ist folgendes Grundprinzip: Durch enzymatische oder durch chemische Einwirkung werden die

Mittellamellen des Bastparenchyms zerstört, das Gewebe lockert sich, und die Bastfaserbündel können mechanisch leicht aus dem Zellverband herausgelöst werden.

Bei der Röste bleiben die Bastfaserbündel als solche erhalten. Demnach muß der Rötvorgang vorwiegend auf einer chemischen und damit auch physikalischen Veränderung der die Mittellamelle des Bastparenchyms bildenden Pektinstoffe beruhen. Um eine diesbezügliche Veränderung festzustellen, wurden Messungen der Molekülgröße von Röstflachspektinen vorgenommen.

Molekulargewicht der Stroh- und Röstflachspektine, gemessen über Nitropektin.

Strohflachspektin isoliert und nitriert	Röstflachspektin isoliert und nitriert	Strohflachspektin direkt nitriert	Röstflachspektin direkt nitriert
11000	—	26000	9000
16000	—	28000	7000
16000	—	30000	10000

Die Molekülgröße der Röstflachspektine kann nur durch die direkte Nitrierung von Röstflachs bestimmt werden. Die isolierten Röstflachspektine gaben nach der Nitrierung beim Ausfällen in Wasser keinen Niederschlag von Nitropektin mehr. Dieses Verhalten ist darauf zurückzuführen, daß die durch den Rötvorgang schon sehr stark angegriffenen Pektinmoleküle bei der weiteren Behandlung der Isolierung und Nitrierung zu niedermolekularen Spaltstücken abgebaut werden.

Die Molekulargewichte, die für Röstflachspektin durch direkte Nitrierung erhalten wurden, liegen wesentlich niedriger als die entsprechenden Werte für Strohflachspektine. Daraus geht hervor, daß der Rötvorgang vorwiegend in einer Spaltung der Hauptvalenzketten der Polygalakturonsäuren beruht.

Der Einfluß der Röste auf den Uronsäuregehalt von Flachsstengeln.

Bei den direkten Uronsäurebestimmungen an den Flachsstengeln interessieren uns vor allem 2 Fragen: Wieviel Pektinstoffe sind in Stroh- und Röstflachs enthalten und welchen Prozentsatz davon können wir durch einfache Säurehydrolyse herauslösen.

Die Uronsäurebestimmungen wurden nach der abgeänderten Methode von Tollens-Lefèvre ausgeführt⁵⁾. Die Flachsstengel wurden zum Versuch in 1–2 cm lange Stücke geschnitten. Die Versuchszahlen sind auf die trockenen Stengel berechnet.

Gesamtgehalt an Galakturonsäure von Stroh- und Röstflachsstengeln.

	Versuch	% OO ₂	% Galakturonsäureanhydrid	Mittelwert
Strohflachs	1	1,9	8,1	
Strohflachs	2	1,9	8,1	
Strohflachs	3	2,0	8,6	8,3
Strohflachs	4	2,0	8,6	
Strohflachs	5	2,0	8,6	
Röstflachs	1	1,1	4,7	
Röstflachs	2	1,1	4,7	
Röstflachs	3	1,2	5,1	4,9
Röstflachs	4	1,2	5,1	

Durch Auskochen mit angesäuertem Wasser konnten aus Flachsstengeln nur wesentlich geringere Mengen Pektin erhalten werden, als den Galakturonsäurewerten obiger Tabelle entspricht. Wir isolierten aus 100 g Strohflachs durch Auskochen und Ausfällen zwischen 2 und 4 g Festsubstanz, aus Röstflachs unter 1 g. Wie aus folgender Tabelle hervorgeht, darf davon jeweils die Hälfte als Polygalakturonsäure angesprochen werden.

Galakturonsäuregehalt der aus Stroh- und Röstflachs isolierten Pektine

	% OO ₂	% Galakturonsäure-anhydrid
Pektin aus Strohflachs	10,1 10,6 11,5	43,4 45,5 49,4
Pektin aus Röstflachs	9 11,4	38,7 49,1

¹⁾ Herzog: Technologie der Textilstoffe. Bd. 5, I. Teil, S. 20–22 [1930].
²⁾ Henklein u. Schneider, Ber. dtsch. chem. Ges. 69, 323 [1936].
³⁾ Schneider u. Bock, ebenda 70, 1617 [1937].
⁴⁾ J. prakt. Chem. 155, 225 [1940].
⁵⁾ H. Meyer: Analyse und Konstitutionsermittlung org. Verbindungen; Schneider u. Bock, diese Ztschr. 51, 96 [1938].

Selbst bei Berücksichtigung großer Verluste, mit denen bei der Isolierungsmethode gerechnet werden muß, entspricht die Menge des isolierten Pektins in keiner Weise dem durch die direkte Uronsäurebestimmung an Flachsstengeln ermittelten Galakturonsäuregehalt. Das Flachsstroh wurde daher nach 10 Auskochungen, durch welche die obigen Pektinausbeuten erhalten werden, 24 h bei 105° getrocknet und wieder auf Uronsäure untersucht.

	% CO ₂	% Galakturonsäureanhydrid
Strohflachs nach dem 10. Absud	1,1 1,1	4,7 4,7
Röstflachs nach dem 10. Absud	1,1	4,7

Auch nach zehnständigem, einmaligem Auskochen mit angesäuertem Wasser sind dennoch Uronsäuren im Stengel vorhanden. Der Galakturonsäuregehalt des Strohflachses ist wesentlich stärker gesunken als der des Röstflachses.

Stroh- und Röstflachs wurden nun unter den gleichen Bedingungen weiter ausgekocht. Nach dem 20. und 30. Absud wurden die Stengel wieder getrocknet und ihr Uronsäuregehalt festgestellt. (Aus diesen Absuden wurde nach Eindicken im Vakuum durch Ausfällen in Methylalkohol kein Pektin mehr erhalten.)

	% CO ₂	% Galakturonsäureanhydrid
Strohflachs nach dem 20. Absud	1,1	4,7
Strohflachs nach dem 30. Absud	1,1	4,7
Röstflachs nach dem 20. Absud	1,1	4,7
Röstflachs nach dem 30. Absud	1,1	4,7

Nehmen wir zum Vergleich die Galakturonsäurewerte der Flachsstengel vor dem Auskochen, nach dem 10. und nach dem 30. Absud in einer Tabelle zusammen:

	% Galakturonsäureanhydrid		
	vor dem Auskochen	nach dem 10. Absud	nach dem 30. Absud
Strohflachs	8,4	4,7	4,7
Röstflachs	4,9	4,7	4,7

so ist daraus ersichtlich:

1. Die Galakturonsäurewerte bleiben nach dem 10. Absud konstant, d. h. durch einfache Säurehydrolyse bei 100° und gewöhnlichem Druck kann nur ein bestimmter, immer gleicher Prozentsatz Pektin löslich gemacht werden.
2. Der Prozentsatz der durch Säurereinwirkung bei 100° und gewöhnlichem Druck nicht löslich gemachten, im Stengel verbliebenen Pektinstoffe ist bei Stroh- und Röstflachs derselbe.

Es wird also durch den Röstprozeß gerade diejenige Menge Pektin aus dem Stengel herausgelöst, die auch durch einfache Säurehydrolyse in Lösung gebracht werden kann.

Diejenige Menge Pektin, die durch den Röstprozeß so stark abgebaut wird, daß das Zellgefüge seinen Zusammenhang verliert, muß aus den Mittellamellen des Bastparenchymas stammen. Die restliche Menge, die sich in den Mittellamellen der Bastfasern und in den Bastfasern selbst befindet, wird durch die Röste nicht wesentlich geschädigt, da die Bastfaserbündel als solche erhalten bleiben.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ändert sich der restliche Galakturonsäuregehalt sowohl des Röst- als auch des Strohflachses selbst durch eine 20stiündige Behandlung mit 1%igen Säuren bei 100° nicht. Daraus ist zu schließen, daß das Pektin der Mittellamellen der Bastfasern nicht in der gleichen Weise verändert wird wie die Mittellamelle des Bastparenchymas, wonach eine Überoste, wenigstens in bezug auf die Pektinstoffe, und damit auf den Zusammenhalt der Bastfaserbündel von selbst vermieden wird.

Wir dürfen nicht annehmen, daß die zeitlich verschiedene Angreifbarkeit des Pektins während des Röstprozesses des Bastparenchymas einerseits, der Bastfaserbündel und Bastfasern andererseits, morphologisch bedingt ist, daß etwa das mehr der Epidermis zuliegende Bastparenchym schneller vom Röstwasser durchdrungen wäre als die dem Stengelinnern näher liegenden Faserbündel. Sicherlich diffundieren sowohl

das Wasser als auch die Enzyme der Röstorganismen in gleicher Weise auch in das Innere der Faserbündel. Daß die Mittellamellen des Bastparenchymas trotzdem früher als die der Bastfaserbündel angegriffen werden, kann in einer Verschiedenheit der die Mittellamellen bildenden Stoffe begründet sein. Die Frage, ob es sich bei diesem Unterschied um Pektin einerseits, Pektin-Lignin oder Pektin-Celulose andererseits handelt, kann durch diese Untersuchungen nicht geklärt werden.

Wiesner gibt an⁶⁾: „Die Mittellamellen der Bastfasern selbst und die der angrenzenden Parenchymeschichten sind verschieden. Erstere enthalten neben Pektin noch Lignin, letztere nur Pektin. Daher bleiben die Bastfaserbündel bei der Röste zusammen, zerfallen nicht in Einzelfasern, werden nur vom übrigen Stengel getrennt.“

Daß es sich in den Mittellamellen des Bastparenchymas und denen der Bastfasern um verschiedene Stoffe handelt, geht auch aus den Angaben Herzogs⁷⁾ hervor. Dieser schreibt: „Die Gefahr der Überreste ist nicht so groß, wie sie früher immer wieder hingestellt wurde. Großversuche haben gezeigt, daß ein Flachs, der bei einer Temperatur von 22° bei 192 h vollkommen röstreif war, eine Ausbeute an Langfaser von 23,2% ergab. Derselbe wurde dann täglich zweimal gespült und blieb insgesamt 456 h bei derselben Temperatur im Röstwasser. Weder die Ausbeute an Langfaser, noch die Festigkeit dieses Flachses hatten irgendwie gelitten.“

Versuche in ähnlicher Richtung wurden auch an Hechelflachs gemacht. Tschilkin u. Rosawa⁸⁾ fanden in Flachsfasern nach dem Durchhecheln nach 18ständigem Kochen, allerdings ohne Säurezusatz, noch 1,29% Pektin. Erst nach viermaligem zweistündigen Erhitzen im Autoklaven bei 2 at ging der Pektингehalt auf 0,15% zurück. Nach 4ständigem Kochen mit 2%iger Sodalösung verschwand der Pektингehalt bis auf 0,025%.

Aus allen diesen Angaben geht mit Sicherheit hervor, daß ein leichter und ein schwerer angreifbares Pektin im Flachsstengel vorhanden ist. Das leicht angreifbare ist das in unseren Untersuchungen beschriebene, durch einfache Säurehydrolyse zu gewinnende Pektin des Bastparenchymas, das auch durch den Röstprozeß aus den Flachsstengeln entfernt wird. Das schwer angreifbare Pektin bildet die Mittellamelle der Bastfaser und ist möglicherweise auch am Faseraufbau selbst in geringen Mengen beteiligt. Darauf deuten die Unterschiede im Verhalten von Baumwoll- und Flachszellulose hin. Flachszellulose wird von Salzsäure und Alkalien leichter angegriffen und absorbiert aus Kupfersulfat doppelt soviel Kupfer wie Baumwollzellulose. Dieses Verhalten kann mit dem Pektингehalt von Baumwolle und Flachsfasern in Zusammenhang gebracht werden. Nach Tschilkin u. Rosawa⁹⁾ enthält Baumwolle 0,46% Pektin, die technische Faser von ausgebreittem Flachs nach dem Durchhecheln 1,43% Pektin. Wiesner¹⁰⁾ führt die vermehrte Kupferaufnahme der Flachsfasern auf einen Gehalt der Flachszellulose an Oxyzellulose zurück, gibt jedoch keine Versuche dafür an.

Bestimmung des Uronsäuregehaltes der einzelnen Stengelzonen von Strohflachs.

Aus der Röstpraxis ist bekannt, daß die verschiedenen Stengelteile nicht zu gleicher Zeit röstreif sind¹¹⁾. Der untere Stengelteil röstet schneller als der obere. Wir stellten uns daher die Frage, ob der Pektингehalt in den einzelnen Stengelteilen verschieden ist und die verschieden lange Röstdauer damit in Zusammenhang gebracht werden kann. Zu diesem Zweck wurden die lufttrockenen Stengel von 2 Proben Strohflachs in je 3 gleiche Stengelzonen unterteilt und der Uronsäuregehalt der verschiedenen Teile bestimmt.

	% CO ₂	% Galakturonsäureanhydrid
Unteres Stengeldrittel	1,9	8,17
Mittleres Stengeldrittel	1,9	8,17
Oberes Stengeldrittel	2,1	9,03
Unteres Stengeldrittel	1,7	7,31
Mittleres Stengeldrittel	1,6	6,88
Oberes Stengeldrittel	1,9	8,17

Das obere Stengeldrittel mit der verzweigten Spitze enthält eine größere Menge Galakturonsäure als die mittlere und

⁶⁾ Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, I. Bd., S. 534 [1927].

⁷⁾ L. c., S. 234.

⁸⁾ Flachs-, Hanf-, Juteind. [russ.: Lno-Penkno-Dshutowaja Promyschlenost] 7, 43 [1937]; Chem. Ztbl. 1937, II, 893.

⁹⁾ Chem. J. Ser. B. J. angew. Chem. [russ.: Caimitscheski Shurnal. Sser. B. Shurnal prikladnoi Khimii] 10, 709 [1937]; Chem. Ztbl. 1937, II, 2095.

¹⁰⁾ L. c., I. Bd., S. 414 [1927].

¹¹⁾ Herzog, I. c., S. 213

untere Stengelzone. Die Werte der mittleren und unteren Stengelzone liegen dicht beieinander. Da die Hauptaufgabe des Röstens in einem Abbau der Hauptvalenzketten des Pektins besteht, darf die längere Röstdauer der oberen Stengelzone auf ihren höheren Galakturonsäuregehalt und damit Pektингehalt zurückgeführt werden.

Wenn sich dieser Unterschied im Galakturonsäuregehalt der einzelnen Stengelzonen in der verschiedenen langen Röstdauer bemerkbar macht, so müßte es sich um einen unterschiedlichen Gehalt an leicht hydrolysierbarem Pektin handeln, das in den Mittellamellen des Bastparenchys und den primären Membranschichten abgelagert ist, und gerade im Röstprozeß angegriffen wird. Zum Beweis stellten wir folgende Versuche an: 100 g jeder Stengelzone wurden in 1—2 cm lange Stücke geschnitten und mit $\frac{1}{2}$ %iger Milchsäure ausgekocht. Nach dem 10. Absud wurden die Stengelstücke bei 105° getrocknet und einer Galakturonsäurebestimmung unterworfen.

	% CO ₂	% Galakturonsäureanhydrid
Unteres Stengeldrittel	1,1	4,7
Mittleres Stengeldrittel	1,1	4,7
Oberes Stengeldrittel	1,1	4,7

Vergleichen wir die Galakturonsäurewerte vor dem Auskochen der Stengelteile mit denen nach dem 10. Absud in folgender Tabelle:

	% Galakturonsäureanhydrid	
	vor dem Auskochen	nach dem 10. Absud
Unteres Stengeldrittel	7,31	4,7
Mittleres Stengeldrittel	6,88	4,7
Oberes Stengeldrittel	8,17	4,7

Der Mischschmelzpunkt unter dem Mikroskop

Von Prof. Dr. LUDWIG KOFLER und Dr. ADELHEID KOFLER
Aus dem Pharmakognostischen Universitäts-Institut, Innsbruck

Der Mischschmelzpunkt wird allgemein dazu verwendet, eine Substanz mit einer bekannten zu identifizieren. Ein unveränderter Schmelzpunkt der Mischung spricht für die Gleichheit der beiden Stoffe, ein tieferer unscharfer Schmelzpunkt für ihre Verschiedenheit. Mehr erwartet der Chemiker nicht von der Mischprobe. Seine Frage lautet dabei nur: Sind die beiden Substanzen identisch oder nicht?

Die Bestimmung des Mischschmelzpunktes unter dem Mikroskop gestattet nicht nur eine Entscheidung dieser Frage, sondern erlaubt darüber hinaus noch eine weitere Charakterisierung der unbekannten Substanz und ein systematisches Identifizieren. Denn unter dem Mikroskop läßt sich in einfacher Weise mit einer einzigen Bestimmung die eutektische Temperatur des Gemisches scharf feststellen.

Mischungen zweier Stoffe, die nicht isomorph sind und miteinander keine Molekülverbindung bilden, schmelzen bekanntlich unscharf und verflüssigen sich bei einer niedrigeren Temperatur als jede der beiden Komponenten. Der Beginn des Schmelzens liegt bei der eutektischen Temperatur, das Ende ist abhängig von dem Mischungsverhältnis und liegt zwischen dem Eutektikum und einer der beiden Komponenten.

Zur Bestimmung der eutektischen Temperatur werden nach dem Augenmaß ungefähr gleiche Mengen der beiden Komponenten am einfachsten zwischen zwei Objektträgern verrieben, eine kleine Menge des Pulvers auf einen anderen Objektträger gebracht und mit einem Deckglas bedeckt. Dieses mikroskopische Präparat wird auf dem Mikroschmelzpunktapparat erhitzt und unter dem Mikroskop beobachtet^{1), 2)}.

Wenn die eutektische Temperatur erreicht ist, schmilzt ein Teil der Substanz zu Tropfen zusammen, die aber nicht klar sind, sondern Kristalltrümmer der überschüssigen Komponente enthalten. Je nach dem Mischungsverhältnis ist die Menge des bei der eutektischen Temperatur schmelzenden Teiles verschieden. Sind die beiden Komponenten genau im eutektischen Verhältnis miteinander gemischt, so schmilzt die ganze Substanz. Je weiter entfernt das Mischungsverhältnis vom eutektischen Punkt liegt, um so weniger Substanz

so sehen wir, daß der verschieden große Galakturonsäuregehalt der 3 Stengelzonen nach dem Auskochen auf den gleichen Wert von 4,7% abgesunken ist. Dieser Wert ist der gleiche, der auch nach dem Auskochen der Gesamtstengel von Stroh- und Röstflachs erhalten wurde. Der Mehrgehalt an Galakturonsäure in der oberen Stengelzone ist demnach leicht hydrolysierbares Pektin und muß im Bastgewebe, nicht in den Fasern deponiert sein.

Zusammenfassung.

Flachspektin läßt sich sowohl durch direkte Nitrierung der Stengel als auch durch Nitrierung des isolierten Pektins in Nitropektin überführen. Die Molekulargewichte dieser Nitropektine liegen je nach der Art der Vorbehandlung des Pektins bzw. der Flachsstengel zwischen 5000 und 30000. Das Molekulargewicht des Röstflachspektins weist bedeutend niedrigere Zahlenwerte auf, d. h. die Galakturonsäureketten des Pektins werden durch die Röstorganismen abgebaut.

Interessante Zusammenhänge ergaben sich aus den Galakturonsäurebestimmungen an Stroh- und Röstflachs. Strohflachs enthält fast doppelt soviel Galakturonsäure wie Röstflachs. Die Differenz zwischen dem Galakturonsäuregehalt von Strohflachs ist diejenige Menge Pektin, die sich in den Mittellamellen des Bastparenchys befindet und beim Röstprozeß durch fermentativen oder chemischen Abbau herausgelöst wird. Die restliche im Röstflachs verbleibende Pektinmenge ist durch gelinde Säurehydrolyse nicht angreifbar. Dieselbe Restpektinmenge erhält man auch durch die Säureauskochung des Strohflachs, die zur Darstellung der Pektine angewandt wird und die einer künstlichen Röste entspricht.

Herrn Professor Dr. F. A. Henglein danken wir auch an dieser Stelle für die fördernde Unterstützung dieser Arbeit.

Eingey. 22. April 1940. [A. 63.]

schmilzt bei Erreichen der eutektischen Temperatur. Unter dem Mikroskop kann man aber selbst bei nur 2%igem Anteil einer Komponente deutlich den Beginn des Schmelzens bei der eutektischen Temperatur beobachten.

Diese Bestimmung läßt sich unter dem Mikroskop mit kleinsten Substanzmengen in wenigen Minuten durchführen. Die Reproduzierbarkeit der erhaltenen Werte ist gut, die Abweichungen betragen in der Regel nicht mehr als $\pm 1^{\circ}$. Durch diese Methode eröffnet sich eine fast unbegrenzte Möglichkeit zur Kennzeichnung und Identifizierung organischer Substanzen.

Unter anderem kann man Substanzen mit gleichem oder ähnlichem Schmelzpunkt leicht unterscheiden, wenn man sie mit geeigneten Testsubstanzen mischt und die eutektischen Temperaturen dieser Mischungen vergleicht, wie folgendes Beispiel zeigt. Die fünf Substanzen schmelzen bei 135° oder 136° , die eutektischen Temperaturen ihrer Gemische mit Phenacetin liegen zwischen 83° und 135° , die ihrer Gemische mit Nipagin zwischen 77° und 114° .

Schmp. °C	Substanz	Eutektische Temperatur °C des Gemisches mit	
		Phenacetin	Nipagin
135	Zimtsäure	98	99
135	Phenacetin	135	87
135	2,6-Dimethyl-pyron	91	77
135—136	Malonsäure	83	105
136	Sitosterin	115	114

Die Bestimmung der eutektischen Temperatur eines oder mehrerer Gemische macht bei vielen organischen Substanzen die zum qualitativen Nachweis üblichen, häufig unsicheren Farbenreaktionen überflüssig; auch die zur Charakterisierung einer Substanz vorgenommene Herstellung von Derivaten läßt sich häufig ersparen.

Wertvoll ist die Methode ferner für den Nachweis und die Charakterisierung von Substanzen, die infolge Zersetzung keinen scharfen Schmelzpunkt besitzen. Hier kann man durch Mischen mit geeigneten Substanzen scharfe Eutektika

¹⁾ L. Kofler, Mikrochemie 15, 242 [1934]; diese Ztschr. 51, 703 [1938].

²⁾ L. Kofler, Mikroskopische Methoden zur Identifizierung organischer Substanzen. Beih. zur Ztschr. des V.D.O. Nr. 36 [1940]; Auszug diese Ztschr. 53, 167 [1940].