

(Aus Professor *Dittrichs* gerichtlich-medizinischem Institute der deutschen Universität in Prag.)

Der Wert der Bestimmung der Protoplasmahysterese mittels der Alkoholausfällungsmethode für die forensische Blutuntersuchung.

Von

Privatdozenten Dr. Anton Maria Marx,

Assistenten am Institute.

Hajek hat in Nr. 19 der Zeitschrift der tschechischen Ärzte (*Časopis lékařův českých*) aus dem Jahr 1922 über eine Methode zum individuellen Blutnachweis berichtet. Die Untersuchungen hatten Arbeiten des Biologen an der tschechischen Universität in Prag, Prof. *Vladimir Růžička* zur Grundlage, über dessen Anregung *Hajek* seine Untersuchungen vornahm.

Růžička kam auf Grund experimenteller Untersuchungen, deren Ergebnisse in einer Reihe von Arbeiten niedergelegt sind¹⁾, zu der Annahme, daß das Protoplasma (die Protoplasten) ein Stoffsystem darstellt, welches in allen Übergängen von flüssiger bis fester Formart auftritt. In den Protoplasten lassen sich nach *Růžička* 3 Formartabstufungen darstellen: 1. das labile, leicht lösliche, voraussichtlich in einem höher dispersen Zustande befindliche Chromatin, 2. das stabile, schwer lösliche, voraussichtlich in einem relativ geringeren Dispersitätsgrade befindliche Grundsubstanzplastin und 3. das ungefähr die Mitte zwischen diesen beiden einnehmende Strukturplastin. Auf Grund seiner Untersuchungen — die er an folgenden Vergleichsobjekten vornahm: Junge Bakterien — Sporangien; Sporenanlagen — Reifesporen; mitotische Kerne — Ruhekerne; wachsende und reifende Gameten — reife Gameten usw. — kam er weiter zu dem Schlusse, daß die Lebenscyclen verschiedener biologischer Gebilde mit der Bildung der labileren Stoffe (Chromatin) beginnen und mit der Bildung der stabileren Stoffe (Plastin) endigen. Diese normalerweise im Verlaufe des Alterns auftretende

¹⁾ Zusammenfassende Arbeit: VI. *Růžička*: Über Protoplasmahysterese und eine Methode zur direkten Bestimmung derselben. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* **194**, H. 1/2. 1922.

Zustandsänderung sei nicht reversibel und unterscheide sich dadurch von jenen Zustandsänderungen, die bei den verschiedensten Gelegenheiten im Laufe verschiedener Lebensvorgänge in ähnlicher Weise auftreten können. Diese Stabilisierung im Sinne der fortschreitenden Herabsetzung des Löslichkeitsvermögens sei durch eine in der lebenden Substanz selbst auftretende Veränderung verursacht und zwar durch eine Kondensation derselben. Für diese Erscheinung hat *Růžička* den Namen Protoplasmahysterese geprägt.

Růžička verweist auf die Analogie dieser Erscheinung mit der Hysterese der Kolloide. Auch bei alternden Kolloiden geht der metastabile Zustand in einen stabileren, weniger dispersen über, die Kolloide kondensieren sich. Die Folge dieser fortschreitenden Kondensation ist eine kontinuierliche Verlangsamung der Diffusionsgeschwindigkeit, eine Verminderung der Elastizität gealterter Kolloide, eine Zunahme ihrer Festigkeit, eine Abnahme der Quellbarkeit und der Viscosität und schließlich die Ausflockung. *Růžička* verweist darauf, daß in Übereinstimmung damit die Diffusionsfähigkeit junger Zellen und Gewebe größer sei als die älterer, daß weiter die Quellbarkeit tierischer und pflanzlicher Gewebe mit dem Alter abnehme und ebenso die mit Fortlauf der Zeit zunehmende Dehydration der Gewebe bekannt sei.

Nach *Růžička* würde demnach der Grad der Aggregation oder Kondensation einen Maßstab bilden für das Alter des betreffenden Gewebes. Diese Annahme fand er bei den Untersuchungen verschiedener Lebewesen aus den verschiedenen Lebensaltern auch bestätigt. Er verwendete zu diesen Untersuchungen Frösche aus den verschiedenen Stadien der Entwicklung vom Ei angefangen bis zum 10 Jahre alten Tier, weiter junge und alte Pflanzen und Organ- und Körpersäfte von verschiedenen Tieren und von Menschen unterschiedlichen Alters.

Zur Ermittlung des Grades der Kondensation führt *Růžička* eine Reihe von Methoden an, und zwar: Die Bestimmung der Löslichkeit, die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, die Bestimmung der Viscosität, die Elektroendosmose und Kataphorese und schließlich die Ausflockbarkeit der Eiweißstoffe durch Alkohol. So fand er, daß die Blastula von einem Frosch in Trypsin sich schon in 24 Stunden auflöst, während eine Kaulquappe, je nach dem Stadium ihrer Entwicklung, 29 Stunden bis 28 Tage benötigt und kleine Fröschen erst in 38 Tagen zur Auflösung gebracht werden können, wobei noch ein sehr ansehnlicher ungelöster Rückstand verbleibt. Bei der Bestimmung der Ausflockbarkeit durch Alkohol fand er, daß bei Untersuchung von Lösungen, die aus Gewebsteilen älterer Lebewesen hergestellt wurden, viel weniger Alkohol zugesetzt werden mußte, um eine gleich starke Trübung hervorzurufen als bei einem gleichartigen Untersuchungsobjekt, das von jüngeren Lebewesen herrührte bzw. bei Verwendung der gleichen Menge

Alkohol bei den älteren Individuen viel rascher und intensiver eine Trübung und eventuell auch Flockung auftrat als bei jüngeren Individuen. Ganz analoge Resultate ergab die Ermittlung der Wasserstoffionenkonzentration. Bei Untersuchungsobjekten von älteren Individuen war der nach der verbesserten Indikatorenmethode von *Michaelis* gefundene Exponent größer als bei jugendlichen. In dem Ergebnisse dieser Untersuchungen sah *Růžička* einen Beweis für seine Annahme, daß die Substanzen der Lebewesen im Alter einer fortschreitenden Verdichtung — Kondensation — unterliegen. Diese Erscheinung sieht er als eine der Ursachen des Alterns an, indem dadurch der Stoffwechsel mechanisch behindert und so die Altersatrophie bewirkt werde.

Die Idee, diese Beobachtungen auch dem individuellen Blutnachweis in der gerichtlichen Medizin dienstbar zu machen, war gewiß sehr berechtigt. Denn wir haben bisher noch keine verlässliche Methode, welche es ermöglichen würde, festzustellen, ob ein bestimmter Blutfleck von einem bestimmten Individuum herrührt. Würde nun — wie *Růžička* meint — der Grad der Kondensation der lebenden Substanz mit der Zunahme des Alters parallel gehen, so würde dies in der Frage des individuellen forensischen Blutnachweises gewiß einen großen Fortschritt bedeuten. Denn es wäre danach möglich, aus dem Ergebnisse der in dieser Richtung angestellten Untersuchung eines Blutfleckes einen Rückschluß zu ziehen auf das Alter des Individuums, von dem das Blut stammt. Von diesem Gesichtspunkt aus hat *Hajek* seine Untersuchungen vorgenommen.

Zur Untersuchung nahm er Blutproben von 120 Individuen verschiedensten Lebensalters, von Neugeborenen bis in das hohe Alter. Das älteste Individuum war 86 Jahre. Das Blut ließ er jedesmal auf einer Glasplatte antrocknen, nahm hierauf 0,1 g des getrockneten Blutes, verrieb es in einer Reibschale und brachte es in 200 ccm Wasser im Brutschrank zur Lösung. Nach 24stündigem Stehen wurde die Flüssigkeit abfiltriert und nun einerseits die Ausflockbarkeit durch Alkohol, andererseits die Wasserstoffionenkonzentration ermittelt.

Zur Bestimmung der Ausflockbarkeit nahm er 1 ccm der Lösung und setzte derselben 0,2 ccm 96proz. Alkohols zu. Durch Vergleich mit einer Kontrollprobe konnte nun der Grad der aufgetretenen Trübung oder Fällung, selbst wenn diese nur gering war, ermittelt werden.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen war folgendes: Bei jugendlichen Individuen entstand sofort eine intensive Trübung. Bisweilen kam es zu einer Flockenbildung. Bei älteren Individuen waren die Trübungen bedeutend schwächer, bei anderen Individuen des höheren Alters entstanden die Trübungen erst nach einigen Minuten.

Zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration — über die der Vollständigkeit halber und da die Originalarbeit nicht allgemein zugänglich ist, ebenfalls berichtet werden soll, obwohl sie mit meinen Untersuchungen nicht in direkter Beziehung steht — wurde je 1 ccm der bereiteten Blutlösung in 2 Eprouvetten gebracht und in die eine Eprouvette 5 ccm einer 1,5proz. Kochsalzlösung und 1 ccm

des Indikators zugesetzt, während in die zweite Epruvette bloß 6 ccm der Kochsalzlösung zugefügt wurden. Mittels des Walpoleschen Komparators wurde die Intensität der Färbung der Blutlösung, welche mit dem Indikator versetzt worden war, festgestellt und dieselbe mit der Skala von *Michaelis* verglichen. Als Indikator wurde eine 0,1 proz. Lösung von Paranitrophenol verwendet; nur in jenen Fällen, bei welchen der Exponent der Ionenkonzentration größer war als 7, wurde als Indikator eine 0,3 proz. wässrige Lösung von Metanitrophenol verwendet.

Das Ergebnis der Untersuchung war folgendes: Bei Neugeborenen und Kindern bis zum 1. Lebensjahr betrug der Exponent $p_H = 7,45$; dann sank der Exponent ständig, hielt sich jedoch bis zum 15. Lebensjahr bei 7,3, nach dem 15. Lebensjahr fiel er rasch ab, so daß um das 25. Lebensjahr der Exponent $p_H = 6,9$ gefunden wurde, der sich bis zum 35. Jahr in der gleichen Höhe hielt; nach dem 35. Jahr sank er neuerdings, um bei Personen im Alter von 45 Jahren die niedrigste Zahl von 6,55 zu erreichen, worauf er wieder unbedeutend anstieg. Diese Zahlen stellen die auf Grund der Untersuchungen ermittelten Durchschnittswerte dar. *Hajek* kommt zu der Meinung, daß ein Exponent von $p_H = 6,77$ etwa einem Alter von 35 bis 40 Jahren entspreche. Ist der Exponent höher, wäre auf ein jüngeres Individuum zu schließen, wäre er niedriger auf ein älteres. Allerdings ergibt sich aus der Tabelle *Hajeks*, daß die angeführten Zahlen keineswegs als Standardzahlen aufzufassen sind, worauf *Hajek* selbst ausdrücklich hinweist. In 25% der Fälle konnte nämlich *Hajek* eine Abweichung von dem sonstigen Ergebnis der Beobachtungen feststellen, als deren Ursache er vermutungsweise krankhafte Prozesse, Schwangerschaft, Klimakterium sowie individuelle Unterschiede anführt. So fand er, daß bei 5 untersuchten Wasserleichen im Alter von 17 bis 56 Jahren der Exponent für die Wasserstoffionenkonzentration den oben als Regel angeführten Werten entsprach. Eine Ausnahme bildete nur eine 42jährige Frau, in welchem Falle der gefundene Exponent 6,9 betrug. *Hajek* meint, daß sich dies vielleicht durch den Eintritt ins Klimakterium erklären ließe. Weiter fand er, daß bei Individuen die sofort nach einer Verletzung gestorben waren, der Exponent mit zunehmendem Alter regelmäßig abnahm, daß aber bei jenen Individuen, die erst einige Zeit nach einer Verletzung an den Folgen sekundärer Veränderungen starben, das Absinken des Exponenten mit zunehmendem Alter wohl auch festzustellen war, jedoch in bedeutend verringertem Maße als bei Individuen, bei denen keinerlei krankhafte Veränderungen zu finden waren. Mit Ausnahme von 5 Fällen fand *Hajek*, daß das Ergebnis der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration stets parallel ging mit der Ausflockbarkeit. In jenen Fällen, in welchen der Wasserstoffionenexponent hoch war, war auch die aufgetretene Trübung stark und umgekehrt.

Vergleicht man das Ergebnis der Untersuchungen *Hajeks* mit dem Ergebnis der Untersuchungen *Růžičkas*, so ist es ganz auffallend, daß

die Resultate der beiden Untersucher in gewisser Beziehung miteinander in direktem Widerspruch stehen, eine Tatsache, die auch *Hajek* hervorhebt. Während nämlich *Růžička* fand, daß sowohl die Ausflockbarkeit durch Alkohol als auch der Exponent für die Wasserstoffionenkonzentration bei älteren Individuen größer ist als bei jüngeren, fand *Hajek* gerade das Gegenteil. *Hajek* erklärt diesen Unterschied damit, daß *Růžička* mit flüssigem Material gearbeitet habe, während er seine Versuche mit angetrocknetem Blute vornahm, wobei die Globuline und andere Stoffe ungelöst zurückblieben. Da *Růžička* auch getrocknetes Material und zwar 8 Jahre alte, bei 60° getrocknete und hierauf pulverisierte Substanzen, die verschiedenen Entwicklungsstadien des Frosches entstammten, bei seinen Untersuchungen verwendete und dabei die gleichen Resultate erhob wie in jenen Fällen, in denen er frisches Material zu den Untersuchungen nahm, kann diese Erklärung doch nicht ganz zutreffen.

Hajek resümiert das Ergebnis seiner Untersuchungen hinsichtlich der Brauchbarkeit der Methode für forensische Zwecke dahin, daß er meint, mit Rücksicht auf die erhobenen Ausnahmefälle seien der Methode gewisse Grenzen für ihre Verwendbarkeit zu forensischen Zwecken gesetzt und dies solange, als nicht die Ursachen für diese Ausnahmefälle ermittelt seien.

Ich habe nun die Arbeit *Hajeks* nachgeprüft und da ich dieselbe in dieser Zeitschrift referiert habe¹⁾, fühle ich mich besonders verpflichtet, über das Ergebnis meiner Untersuchungen zu berichten. Ich beschränkte mich bei meinen Untersuchungen auf die Erprobung der Ausflockungsmethode, da mir gerade diese, falls sie sich als brauchbar erweisen sollte, wegen der geringen Apparatur und leichten Technik für forensische Zwecke besonders geeignet erschien.

Im ganzen habe ich Blut von 56 Individuen, die im Alter zwischen 2¹/₂ Stunden und 78 Jahren standen, untersucht. Die Leichen derselben stammten teils aus dem pathologisch-anatomischen Institute der deutschen Universität, teils aus unserem Institutsmaterial. So hatte ich die Möglichkeit, das Blut von Individuen zu untersuchen, die infolge einer organischen Erkrankung teils plötzlich, teils nach längerem Krankenlager verstorben waren, als auch das Blut von solchen, welche einen gewaltsamen Tod gefunden hatten und bei welchen sich keinerlei makroskopisch nachweisbare krankhafte Organveränderungen fanden. Ich konnte auf diese Weise untersuchen, ob und in welcher Weise krankhaften Prozessen für den Ausfall der Reaktion eine Bedeutung zukommt. Um weiter darüber einen Aufschluß zu bekommen, ob die Annahme *Hajeks* hinsichtlich der Ursache der Divergenz zwischen dem

¹⁾ Bd. II, H. 4. 1923.

Ergebnisse seiner Untersuchungen und den Untersuchungen *Růžička's* richtig ist, habe ich von jedem Falle einerseits flüssiges Blut und andererseits an der Luft getrocknetes Blut untersucht. Wenn wirklich die Unlöslichkeit einer Reihe von Stoffen des angetrockneten Blutes die Ursache für den Unterschied in den Resultaten dieser beiden Untersucher bildet, wie *Hajek* meint, so ließ sich dies nur dann feststellen, wenn eine gleich große Menge flüssigen Blutes, das einmal in unverändertem Zustande, das andere Mal nach Austrocknung in der gleichen Verdünnung zur Untersuchung genommen wurde. Ich habe daher die Reaktion einerseits mit einer Lösung von 0,1 ccm flüssigem Blute in 200 ccm Wasser, andererseits mit einer Lösung von 0,1 ccm flüssigem, jedoch vorher auf einer Glasplatte getrocknetem Blute in der gleichen Menge Wassers angestellt. Um das Ergebnis meiner Untersuchungen mit dem Ergebnisse der Untersuchungen *Hajek's* vergleichen zu können, nahm ich endlich noch eine Lösung von 0,1 g getrocknetem Blute in 200 ccm Wasser zur Untersuchung. Das getrocknete Blut wurde vor dem Versetzen mit Wasser pulverisiert, die Flüssigkeit 48 Stunden bei Zimmertemperatur stehengelassen und schließlich filtriert. Nur in einigen Fällen wurde die Untersuchung des getrockneten Blutes nicht vorgenommen. Die Untersuchung gestaltete sich in der Weise, daß von jeder Blutlösung in 2 Eprouvetten je 1 ccm mit 0,2, bzw. mit 0,5 ccm Alkohol versetzt wurde. Zur genauen Feststellung des Grades der aufgetretenen Trübung diente eine Kontrollprobe von 0,1 ccm der betreffenden Blutlösung ohne weiteren Zusatz. Es wurde immer gleichzeitig Blut von mehreren Individuen untersucht und soweit dies das Material gestattete, getrachtet, daß bei den einzelnen Gruppenuntersuchungen Blut von Individuen verschiedenen Alters zur Untersuchung gelangte.

In den nachfolgenden Tabellen ist nun das Ergebnis dieser Untersuchungen zusammengestellt. Verglichen wurden miteinander immer nur die in den einzelnen Gruppen angeführten Proben, und es stellen die in den Tabellen für den Ausfall der Reaktion eingesetzten Zeichen stets nur Vergleichswerte für die Proben innerhalb der betreffenden Gruppe dar.

Die Fälle in den einzelnen Gruppen sind dem Alter nach in aufsteigender Reihenfolge geordnet. Die eingetragenen Resultate über den Ausfall der Reaktion wurden nach 5 Minuten abgelesen. Hinsichtlich der Bezeichnung der Kolonnen sei noch folgendes angeführt:

Rubrik A: Untersuchung der aus dem flüssigen Blute hergestellten Lösung.

Rubrik B: Untersuchung der aus dem Trockenrückstand von 0,1 ccm flüssigem Blute hergestellten Lösung.

Rubrik C: Untersuchung der wässerigen Lösung von 0,1 g getrocknetem Blute.

I. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
1	5 hbd.	m.	<i>Enteritis chronica</i>	+ -	+ -		+ -
2	15 a	m.	<i>Plötzlicher Tod im epilept. Anfall.</i> Verdickung des rechten Ammonshornes .	+ + -	+ +		+ + + -
3	19 a	m.	Viertägiges Krankenlager. <i>Encephalitis epidemica</i> .	+ + -	+ +		+ +
4	44 a	m.	<i>Aspiratio corpor. alieni, Fötideitrige Bronchitis, Pneumonie.</i> Degeneration der parenchym. Organe	+ -	+ -		+ -
5	51 a	m.	<i>Ephysema pulm.</i> Lobuläre Pneumonie	+ + -	+ + -		+ + + -
6	54 a	m.	<i>Nephrocirrhosis arteriosclerotica.</i> Hypertrophie des linken Herzens. Arteriosklerose	+	+		+ +
7	78 a	w.	<i>Plötzlicher Tod. Ruptura cordis, Myomalacie, Lipomatosis cordis, Nephrocirrhosis</i>	+ + -	+ + + -		+ + +

II. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
8	21 a	w.	Tod nach kurzer Krankheit. <i>Peritonitis suppurativa post appendicitidem.</i> Degeneration des Herzmuskels	+	+ +	+ +	+ + +
9	56 a	m.	<i>Eiterige Bauchfellentzündung.</i> Lungengangrän. Metastatische Abscesse im Gehirn, in der Milz und den Nieren	+	+ +	+ +	+ + +
10	57 a	m.	<i>Mesaortitis luetica.</i> Frische Lobulärpneumonie, Stauungsorgane	+	+ +	+	+ + +
11	57 a	m.	<i>Peritonitis, Strangulationsileus, Darmperforation</i> .	+	+	+ + -	+ + +

III. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		B		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
12	54 a	m.	<i>Emphysema pulm.</i> Chron. Tbc. der Lungen, Stauungsorgane	+	++	+	++	+	+++
13	58 a	w.	Selbstmord. <i>Suffocatio e strangulatione.</i> Emphysema pulm., Arteriosklerose	+	+				
14	59 a	w.	<i>Vitium cordis.</i> Schrumpfniere, Thromben in den Bauchvenen	+	++	++	+++	++	+++
15	ca. 60 a	m.	Wurde tot aufgefunden. <i>Arteriosklerose.</i> Nephrocirrhosis arteriosclerotica (Alkoholismus)	+	++	+	++	+	+++
16	62 a	w.	Selbstmord. <i>Suffocatio e submersione.</i> Lipomatosis cordis, Arteriosklerose	++-	++				
17	69 a	m.	<i>Chron. Lungentuberkulose.</i> Geschwüre im Larynx, Ileum u. Dickdarm, Nephrocirrhosis arterioscler.	+	+	++	++	+	+
18	72 a	w.	<i>Myodegeneratio cordis.</i> Sclerosis art. coronar. . . .	+	+	+	++-	+	+++
19	72 a	w.	Plötzlicher Tod. <i>Arteriosclerosis universalis.</i> Lipomatosis cordis	+ -	+	+	++-	+	+++

Wie sich aus den Tabellen ergibt, war in allen 56 Fällen innerhalb 5 Minuten eine Trübung aufgetreten und zwar sowohl in den Proben von dem flüssigen Blute als auch in den beiden Proben, die mit dem getrockneten Blute angestellt worden waren. Bei Zusatz von 0,5 ccm Alkohol waren die Reaktionen in der Regel stärker, zumindest aber ebenso stark wie nach Zusatz von 0,2 ccm Alkohol. Die Intensität der Reaktion war in den einzelnen Fällen verschieden.

Was nun zunächst die Hauptfrage anbelangt, ob der verschiedene Grad der Intensität mit dem *Alter* der Individuen in irgendeinem Verhältnis steht, läßt sich aus den Tabellen keineswegs irgend eine Gesetzmäßigkeit in dieser Richtung erkennen. Vergleicht man z. B. die Intensität der Reaktion bei Neugeborenen und wenige Wochen

IV. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		B		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
20	2 m	w.	Bronchitis, Enteritis	+	++	+	++	+ -	+++
21	43 a	m.	Selbstmord. <i>Suffocatio e strangulatione</i> . Lungentuberkulose mit Phthise	+	+	+	++	+ -	+++
22	46 a	m.	<i>Haemorrhagia cerebri</i> . Arteriosklerose d Hirnarterien, der Aorta, Coronargefäße. Verkreideter Herd in der Aorta	+	++	+	+++	++	+++
23	54 a	m.	<i>Nephrosklerosis. Cirrhosis hepatis</i> . Arteriosklerose, Myomalacie, Lobulärpneumonie	+++	+++	+ -	+++	+	+++
24	68 a	w.	<i>Pneumonia</i> . Lipomatosis cordis. Vernarbte Geschwüre im Dickdarm .	+++	++				

V. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		B		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
25	6 m	w.	Bronchitis capillaris . . .	-	+ -	+	++	+	+++
26	15 a	w.	<i>Peritonitis post anginam</i> .	-	+	+++	++	+ -	+++
27	29 a	w.	Plötzlicher Tod. Mors. post partum. <i>Luftembolie</i>	+ -	+	+	+++	+++	++
28	36 a	w.	Selbstmord. <i>Suffocatio e strangulatione</i> . Hyperplasie der Zungengrundfollikel	+	+	+++	++	+++	+++
29	47 a	w.	Selbstmord. <i>Suffocatio e strangulatione</i>	+ -	+	+++	++	+++	+++
30	48 a	m.	Plötzlicher Tod. <i>Myodegeneratio cordis</i> . Emphysema pulm., Arteriosklerosis	-	+	+++	++	++	+++

VI. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		B		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
31	5 hbd.	m.	<i>Bronchopneumonie. Fettige Degeneration der Leber</i>	+	++	+	+++	++	+++
32	22 a	m.	<i>Tuberculosis chronica pulmonum. Tuberkulöse Geschwüre im Dickdarm</i>	+	+	+ -	+ -	++	++
33	24 a	m.	<i>Tumor cerebri. Emphysema pulm., Lipomatosis cordis.. Fettleber</i>	+	++	+	++	+	++
34	50 a	w.	<i>Carcinoma uteri mit Metastasen in den Lymphknoten. Atherosklerose der Aorta, Lipomatosis cordis</i>	+	++	+	++	++	+++
35	62 a	m.	<i>Plötzlicher Tod. Lipomatosis cordis, Arteriosklerose, Emphysema pulmonum.</i>	++	+++	+	+++	+	+++

oder Monate alten Kindern mit den bei älteren Individuen innerhalb derselben Gruppe, so zeigt sich folgendes: Während beispielsweise in der Gruppe 1, die 7 Fälle im Alter von 5 Wochen bis 75 Jahren umfaßt, sowohl die Probe mit dem flüssigen als auch die mit dem angetrockneten Blute von dem 5 Wochen alten Kinde am schwächsten und sehr undeutlich ist und in ihrer Intensität etwa gleichkommt der Probe mit dem Blute von dem 44jährigen Mann, ist in der Gruppe 4, die 4 Fälle im Alter von 2 Monaten bis 54 Jahren enthält, die Reaktion in allen Fällen intensiv und ziemlich gleich stark. Ebenso sind auch in Gruppe 5 die Reaktionen des Blutes von dem 6 monatigen Kinde etwa gleich stark wie die Reaktionen des Blutes von dem 15jährigen Mädchen und in beiden Fällen nicht wesentlich verschieden von den Reaktionen mit dem Blute der 36-, 47- und 48jährigen Individuen. In der Gruppe 6 wiederum, in welcher 5 Fälle im Alter von 5 Wochen bis 62 Jahren enthalten sind, sind die Reaktionen mit dem angetrockneten Blute von dem 6 Wochen alten Kinde annähernd ebenso stark wie die Reaktionen mit dem angetrockneten Blute von dem 62jährigen Manne. Am nächsten kommt diesen beiden Fällen die Probe von dem 50jährigen Weibe, während die Proben von den 22- bzw. 24jährigen Männern schwächer sind. In der Gruppe 7, in welcher 8 Fälle im Alter zwischen 2 Stunden und 78 Jahren zusammengefaßt sind, fiel die Reaktion mit dem Blute von der 55jährigen Frau wieder intensiver aus als jene

VII. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		B		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
36	2 hor.	m.	<i>Debilitas vitae</i> . Atelektasis pulm.	+-	+	+	++	+	++
37	6 hbd.	w.	<i>Furunculosis. Sepsis</i>	+-	+-	+-	+-	+	+-
38	21 a	m.	<i>Pneumonia lobul. pulmon. utriusque</i> . Decubitus mit Absceß d. Ileopsoas. Fettige Degeneration der parenchym. Organe. . .	+	+	+	+	+	+++
39	24 a	w.	<i>Pyelonephritis purulenta</i> . Frische lob. Pneumonie, Milztumor, Allgemeine Anämie.	+	+	+	++	+	++
40	50 a	m.	Plötzlicher Tod. <i>Lipomatosis cordis</i> . Arteriosklerosis, Emphysema . . .	+	++	+	+++	Stammlösung trüb	
41	55 a	w.	<i>Cystitis et pyelitis pseudomembranacea</i> . Emphysema pulm., Atherosklerose, Schwachsinn . . .	++	+++	++	++	++	+++
42	69 a	w.	<i>Pneumonia lobul.</i> Degeneration des Myokards, arterioskler. Schrumpfnieren	+	++	+-	+	+	++
43	78 a	w.	<i>Embolia art. pulm.</i> Thrombose der Vena femoral. und iliaca. Allgemeine Arteriosklerose, Myomalacie, Adipositas.	+	++	+-	+-	+-	++

mit dem Blute von dem 2 Stunden alten Neugeborenen und dem 6 Wochen alten Kinde. Bei der Gruppe 8 wiederum — 7 Fälle zwischen 4 Monaten und 73 Jahren — ist, wenn man das Ergebnis der Untersuchung der Lösungen von 0,1 g getrocknetem Blute berücksichtigt, also jene Untersuchungsmethode, die *Hajek* angewendet hat, die Reaktion des Blutes von dem 4 Monate alten Kinde am schwächsten.

Diese Beispiele zeigen also, daß die Reaktion des Blutes Neugeborener oder bis wenige Monate alter Kinder keineswegs regelmäßig intensiver ist als die mit dem Blute von Individuen aus höherem Alter, wie *Hajek* meint, aber auch nicht regelmäßig schwächer als diese, wie *Růžička* angibt.

VIII. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		B		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
44	4 m	m.	<i>Pneumonia bilateralis</i> . . .	+	++	+	+	+	+
45	17 a	m.	Mord. <i>Vulnus punctum cordis</i>	+ -	++	+ -	+	+	+++
46	23 a	m.	Selbstmord. <i>Chloroformvergiftung</i>	+	+++	+	++	++	++ -
47	27 a	m.	Selbstmord. <i>Brustschuß</i> . Hyperplasie des lymphatischen Apparates . . .	+ -	+	+ -	+	+ -	++
48	42 a	m.	<i>Myocarditis fibrosa</i> . Arteriosklerose der Herzkranzgefäße, Dilatation des r. Ventrikels	+	++	+	+	+	+++
49	40 a	w.	<i>Processus puerperalis</i> . Zwergwuchs, Osteoporose	+	++	+	+	+	++
50	73 a	m.	<i>Lipomatosis cordis</i> . Pneumonie in beiden Unterlappen, Fraktur des l. Oberschenkels. Arteriosklerose, Myomalacie. .	++	++	+	+++ -	+	++

IX. Gruppe.

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	A		B		C	
				0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm	0,2 ccm	0,5 ccm
51	12 a	m.	Unfall durch Überfahren. <i>Fractura baseos cranii</i> .	+ -	+++ -	+ - -	+ -	+++ -	+++ -
52	18 a	w.	Mord. <i>Kopfschuß</i>	+ -	+++ -	+ - -	+ -	+	++
53	20 a	m.	Selbstmord. <i>Kopfschuß</i> . .	+	+++ -	+ -	++	++	+++
54	43 a	m.	<i>Tuberculosis pulm. chron.</i> .	+ - -	+	+ - -	+ -	+	+++ -
55	ca. 55a	w.	Selbstmord. <i>Suffocatio e submersione</i>	+	++	+ - -	+	+++ -	++
56	72 a	w.	<i>Peritonitis post herniam incarc.</i>	+	+++	-	+++	++	++++

Vergleicht man innerhalb der einzelnen Gruppen die Resultate der mit 0,1 g getrocknetem Blute unter Zusatz von 0,5 ccm Alkohol angestellten Proben gleichalteriger oder annähernd gleichaltriger Individuen miteinander, so zeigt sich in manchen Fällen eine ziemliche Über-

einstimmung in der Intensität der Reaktionen, in anderen Fällen finden sich wieder große Unterschiede. So ist beispielsweise annähernde Übereinstimmung in folgenden Fällen festzustellen: 3. Gruppe: Fall 14 (59jähriges Weib) und Fall 15 (etwa 60jähriger Mann), Fall 18 und Fall 19 (beides 72jährige Frauen); 4. Gruppe: Fall 21 (43jähriger Mann) und Fall 22 (46jähriger Mann); 5. Gruppe: Fall 29 (47jähriges Weib) und Fall 30 (48jähriger Mann). Diese annähernde Übereinstimmung in den Reaktionen zeigt sich jedoch nur, wenn man die Proben der aus 0,1 g getrocknetem Blut hergestellten Lösungen nach Zusatz von 0,5 ccm Alkohol miteinander vergleicht, nicht aber, wenn auch die übrigen Proben miteinander verglichen werden. Andererseits sind aber bisweilen die Reaktionen in Fällen mit großen Altersunterschieden oft fast gleich stark. So ist dies bei allen 4 Fällen der *Gruppe 2* zu beobachten, trotzdem 3 dieser Fälle Individuen von 56 bzw. 57 Jahren betrafen, während das 4. Individuum 21 Jahre alt war und in der *Gruppe 4* unterschied sich die Reaktion des Blutes des 2monatigen Kindes nicht wesentlich von der Reaktion der Blutproben von dem 43jährigen Manne, dem 46jährigen Manne und dem 54jährigen Manne.

Wenn demnach auch in manchen gleichaltrigen Fällen die Reaktionen von gleicher Intensität waren, so bildet dies jedoch keine konstante Erscheinung, vielmehr zeigen gerade jene Fälle, bei welchen die Reaktionen gleich stark waren, obwohl das Alter der Individuen weit auseinanderlag, daß ein direktes Abhängigkeitsverhältnis der Intensität der Reaktion von dem Alter des betreffenden Individuums — wenigstens auf Grund meiner Untersuchungen — nicht zu erkennen ist.

Für die Beantwortung der Frage, ob *krankhafte Prozesse* für den Ausfall der Reaktion mit von Bedeutung sind, ist die Zahl meiner Fälle wohl zu klein, um sich ein bestimmtes Urteil darüber bilden zu können. Immerhin glaube ich, auf Grund meiner Untersuchungen nicht zur Annahme berechtigt zu sein, daß die in meinen Untersuchungen zutage tretende Unabhängigkeit der Intensität der Reaktion von dem Alter des Individuums auf diese Weise erklärt werden kann. Ein Beispiel dafür bilden die Fälle der *Gruppe 9*. Um einen Vergleich mit den Ergebnissen *Hajeks* anstellen zu können, sollen nur die in Kolonne C nach Zusatz von 0,5 ccm Alkohol aufgetretenen Reaktionen berücksichtigt werden. Nach *Hajek* wäre zu erwarten gewesen, daß die Reaktion bei dem 12jährigen Kinde am stärksten ausfällt, in den folgenden Fällen die Reaktion an Intensität abnimmt und bei der 72jährigen Frau am schwächsten ist. Nach meinen Untersuchungen ergibt sich folgende Reihenfolge: 72 Jahre — am stärksten, dann 20 Jahre, 18 Jahre, 55 Jahre — gleich stark, am schwächsten 12 Jahre und 43 Jahre. Das 20jährige, das 18jährige und das 12jährige Individuum starben rasch eines gewaltsamen Todes, und es fanden sich bei ihnen makroskopisch keine krankhaften Organ-

veränderungen; trotzdem war die Reaktion des 12jährigen Knaben am schwächsten und gleich stark mit der Reaktion des 43jährigen Mannes, der an einer chronischen Lungentuberkulose gestorben war. Der starke Ausfall der Reaktion bei dem 73jährigen Weibe ließe sich etwa im Sinne *Hajeks* durch eine infolge eitriger Peritonitis gesteigerte Hysterese erklären. Die gleiche Erklärung ließe sich auch für den starken Ausfall der Reaktionen der Fälle 7, 9, 10, 11, 37, 41 und 56 geben, bei welchen die Reaktionen verglichen mit Fällen derselben Gruppe jüngeren Alters auffallend stark war. Daß aber auch darin keine Gesetzmäßigkeit besteht, zeigen andere Fälle, in welchen trotz chronischer auch mit Kachexie verbundener Erkrankungen die Reaktion auffallend schwach war obwohl es sich noch dazu um jugendliche Individuen handelte. Solche Fälle sind die Fälle 1, 24, 32, 37, 39 und 46, alles jugendliche Individuen, bei denen die Reaktion oft bedeutend schwächer war als in dem von alten Individuen stammenden Blute.

Was nun den Unterschied der Reaktion anlangt, je nachdem *ob flüssiges oder getrocknetes Blut* zur Untersuchung kam, konnte ich eine Umkehr der Reaktionsintensität bei Verwendung von getrocknetem Blute gegenüber jener bei Verwendung von flüssigem Blute, wie es *Hajek* gegenüber den Untersuchungen *Růžičkas* fand, nicht feststellen; bisweilen war die Reaktion mit dem getrockneten Blut stärker, bisweilen schwächer als die mit flüssigem Blute bei ein und demselben Individuum. Unter Zugrundelegung der Theorie *Růžičkas* wüßte ich auch keine Erklärung für eine solche Erscheinung. Daß die Intensität der Reaktion abhängig ist von der Menge des verwendeten Alkohols und der Menge des zu untersuchenden Blutes, wie sich aus meinen Untersuchungen ergibt, war von vornherein als ziemlich selbstverständlich zu erwarten.

Mit Rücksicht auf das Ergebnis meiner Untersuchungen möchte ich daher die von *Hajek* am Schluß seiner Arbeit gegebene Zusammenfassung, daß der Verwendbarkeit der Methode *Růžičkas* für den forensischen Blutnachweis noch Grenzen gesetzt sind, dahin erweitern, daß ich —derzeit wenigstens— die Alkoholausfällungsmethode für die forensische Blutuntersuchung für nicht verwendbar halte, da, wie meine Untersuchungen zeigen, aus dem Ergebnisse einer solchen Untersuchung irgend welche für die forensische Praxis verwertbare Schlüsse auf das Alter des Individuums, dem die Blutprobe entstammt, nicht gezogen werden können.

Hajek führt am Schlusse seiner Arbeit noch aus, daß die Methode am ehesten in jenen Fällen für die forensische Praxis Verwendung finden könnte, in welchen die Frage entsteht, ob ein bestimmter Blutfleck von einem bestimmten Individuum stammt. Die Untersuchung würde sich nach *Hajek* derart gestalten, daß von der Blutspur eine bestimmte Menge vorsichtig abgekratzt würde, ohne von dem Gegenstande, an welchem sich die Blutspur findet, etwas mitzunehmen und die abge-

kratzt Menge in dem Verhältnis 1 : 2000 in destilliertem Wasser zur Lösung gebracht würde. Von dem Individuum, mit dessen Blute der Blutfleck zu vergleichen wäre, wäre das Blut auf einer Glasplatte anzutrocknen und hierauf von dem getrockneten Blute die gleiche Menge wie von dem Untersuchungsobjekte in destilliertem Wasser im Verhältnis 1 : 2000 zur Lösung zu bringen. Nun würde einerseits die Ausflockung mit Alkohol und andererseits die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration mit beiden Lösungen vorgenommen und der Grad der Ausflockung bzw. die gefundenen Exponenten in beiden Fällen miteinander verglichen. Zeigt sich hierbei eine Übereinstimmung, so müßte die Möglichkeit, daß die Blutspur von dem Individuum stammt, dem das Vergleichsblut entnommen war, zugegeben werden, in anderem Falle wäre Identität auszuschließen. Dieser Untersuchung müßte allerdings der Nachweis, daß die zu untersuchende Spur tatsächlich Menschenblut ist, vorangehen.

Ich habe nun die praktische Verwendbarkeit der Methode in diesem Sinne geprüft. Von 5 Individuen verschiedenen Alters wurden 0,1 ccm Blut an einem Messer, einem Stück Holz und einem weißen Leinenstück antrocknen gelassen. Die angetrocknete Blutmenge wurde hierauf abgenommen und zwar von dem Messer und dem Holz abgekratzt und von dem Leinenstück der Blutfleck herausgeschnitten. Hierauf wurden die abgenommenen Mengen gewogen und zur Ermittlung des Gewichtes des an dem Leinenstück angetrockneten Blutes ein ebenso großes Leinenstück wie jenes, an welchem sich die Blutspur angetrocknet fand, abgewogen und das festgestellte Gewicht von dem Gewichte des Leinenstückes mit dem Blutfleck in Abzug gebracht.

Die abgenommenen Blutmengen wurden nun in destilliertem Wasser im Verhältnis 1 : 2000 in Lösung gebracht und zu je 1 ccm jeder dieser Blutlösungen 0,5 ccm Alkohol zugesetzt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Zunächst zeigt sich wieder, daß eine Korrelation zwischen Intensität der Reaktion und Alter des Individuums nicht festzustellen ist. Die Intensität der Reaktionen war aber verschieden, je nach dem Gegenstand, an welchem das Blut angetrocknet wurde. Am stärksten war die Reaktion in allen Fällen mit dem am Messer angetrockneten Blute. Hier ließ sich das Blut ohne Beimengungen von der Unterlage abkratzen, sein Gewicht genau bestimmen und daher auch eine Lösung von der gewünschten Konzentration herstellen. Am schwächsten fielen die Proben aus mit dem Blutfleck vom Holz. Eine Ursache dafür dürfte wohl auch darin gelegen sein, daß beim Abnehmen des angetrockneten Blutes auch Holzteilchen mitgingen und das festgestellte Gewicht daher nicht der Blutmenge allein, sondern Blut + beigemengten Holzstückchen entsprach. Die Reaktion des Blutfleckes auf dem Leinenstück war wohl in allen Fällen stärker als die Reaktion mit dem Blute

Nr. des Protokolls	Alter	Geschlecht	Obduktionsbefund	Angetrocknet auf		
				Messer	Holz	Weißes Leinen
1	5 d.	w.	<i>Bronchitis capillaris</i> . . .	++++	+++	++++
2	29 a.	w.	<i>Vitium cordis</i> . Mitralstenose nach Endokarditis, Stauungsorgane	++	+	++
3	37 a.	w.	<i>Phlegmone der Axilla und des Thorax</i> . Status p. incisionem, Lipomatosis cordis, Milztumor . . .	+++	++	+++
4	53 a.	w.	<i>Tuberculosis chron. pulm. et intestini</i>	+++	+—	+++
5	67 a.	m.	Suffocatio e strangulatione	++++	+	+—

von dem Holz, jedoch schwächer als die mit dem Blute von dem Messer.

Auf Grund dieser Untersuchungen ist wohl der Schluß berechtigt, daß die Reaktion allem Anscheine nach durch Vermengung des getrockneten Blutes mit Teilchen von der Unterlage beeinflusst wird, was auch Hajek bereits annahm. Es wäre nun zunächst daran zu denken, eine Gleichartigkeit der beiden Lösungen dadurch zu erreichen, daß auch das Vergleichsblut auf demselben Objekt zur Antrocknung gebracht werden müßte, auf welchem sich der Blutfleck vorfindet. Aber auch dieser Weg würde nicht immer zum Ziele führen, denn in jenen Fällen, in welchen es nicht gelingt das Blut ohne Unterlage abzunehmen, wie bei Blutflecken auf Holz, Stoffstücken u. dgl. würde, wenn die Unterlage einen in Wasser löslichen Farbstoff enthält, durch Färbung und Trübung der Untersuchungsflüssigkeit die Feststellung der Trübung sehr erschwert oder auch unmöglich sein. Ebenso wäre in solchen Fällen eine genaue Feststellung des Gewichtes nicht möglich, ein Umstand, der von großem Nachteil ist.

So wird die Verwendbarkeit dieser Methode auf jene Fälle eingeschränkt, in welchen sich die Blutflecke auf Glas, Porzellan, glatten, nicht rostigen und schmutzigen Messern oder ähnlichen Instrumenten vorfinden. Aber auch in solchen Fällen wird die Anwendungsmöglichkeit noch weiter eingengt. Denn nicht immer steht bei der forensischen Blutuntersuchung so viel Material zur Verfügung, daß nach Vornahme der Untersuchungen zum Nachweis, daß die verdächtige Spur tatsächlich Menschenblut ist, noch so viel Material erübrigt würde, daß deren Gewicht feststellbar wäre.

So glaube ich, daß auch von dieser eng begrenzten Anwendungsmöglichkeit der Alkoholausflockungsmethode beim forensischen Blutnachweis kaum oft wird Gebrauch gemacht werden können.