

In einem Tropfen Blut verbirgt sich eine ganze Menge: Experimentelle Vitalblutuntersuchungen am Dunkelfeldmikroskop

von Kira Lynn Fiedermutz

Vorbemerkung der Redaktion:

Frau Fiedermutz hat sich im Rahmen einer Facharbeit im Leistungskurs Biologie am Rabanus-Maurus-Gymnasium Mainz dem Thema „Experimentelle Vitalblutuntersuchungen am Dunkelfeldmikroskop“ gewidmet.

Sie untersuchte den Einfluss von Nahrungsmitteln bzw. Nikotin auf das Blut und verwendete zur Darstellung die Dunkelfeldmikroskopie. Die Arbeit drucken wir in einer gekürzten Fassung ab.

1. Grundlagen

1.1. Aufgaben des Blutes

Die wichtigste Aufgabe des Blutes ist der Transport verschiedenster Stoffe. Auf diesem Weg gelangen Wasser und Nährstoffe von den Verdauungs- und Speicherorganen über das Blut in die Gewebe, Abbauprodukte zu den Ausscheidungsorganen, Hormone sowie andere Botenstoffe an ihre Erfolgsorgane bzw. -zellen. Auch Sauerstoff und Kohlendioxid werden im Organismus über das Blut von den Atmungsorganen zu den Geweben bzw. umgekehrt verteilt. Die Temperaturregulation erfolgt ebenfalls mit Hilfe des Blutes, da Wärme zur Körperoberfläche gelangt, wo sie abgestrahlt wird.

Eigenfunktionen des Blutes sind die Blutgerinnung, die dem Verschluss von Wunden dient, sowie die Pufferkapazität, die ein konstant bleibendes chemisches Milieu in Bezug auf pH-Wert und Ionen-gleichgewicht gewährleistet.

Zusätzlich besitzt das Blut eine Abwehrfunktion. Dazu gehören Antikörperbildung und Phagozytose der Fresszellen zum Schutz gegen Krankheitserreger, Gifte oder Fremdstoffe.

1.2. Hämorheologische Faktoren unter Einfluss von Zigarettenrauch

Verschiedene Untersuchungen belegen, dass die Fließeigenschaften und die Blutgerinnung durch Zigarettenrauchen beeinträchtigt werden (Belch 1984; Daibianco 1989; Feher 1990; Gudmundsson & Bjelle 1993).

Durch den Zigarettenrauch wird hauptsächlich Kohlenmonoxid (CO) inhaled, das eine weitaus höhere Affinität zu Hämoglobin besitzt als Sauerstoff (O₂). Durch diese verminderte Sauerstoffbindungskapazität ergibt sich eine Hemmung der O₂-Versorgung des Gewebes. Das Gehirn signalisiert aufgrund dieser Ge-

webehypoxie dem Knochenmark, mehr rote Blutzellen zu produzieren.

Sagone sieht die Ursache für die Hypoxie im daraus resultierenden Carboxyhämoglobinspiegel (CO gebunden an Hämoglobin) im Blut, Anadere vermutet dagegen den Grund in einer verstärkten Erythrozytenaggregation.

Der Hämatokrit, die Größe des Zellanteils, steigt in der Folge an, und es kommt zur Bluteindickung. Dies ist der Grund für die verschlechterte Viskosität (Fließfähigkeit) des Blutes. Außerdem sind die roten Blutzellen in ihrer Flexibilität und somit Verformbarkeit eingeschränkt (Leonhardt), was die O₂-Versorgung belastet (Salbas 1994).

Die Blutviskosität wird beeinflusst durch den Wassergehalt, die Zahl der Erythrozyten bzw. den Hämatokritwert (siehe Abb.1), durch deren Verformbarkeit, die Temperatur und in geringem Maß auch vom Plasmaproteinanteil.

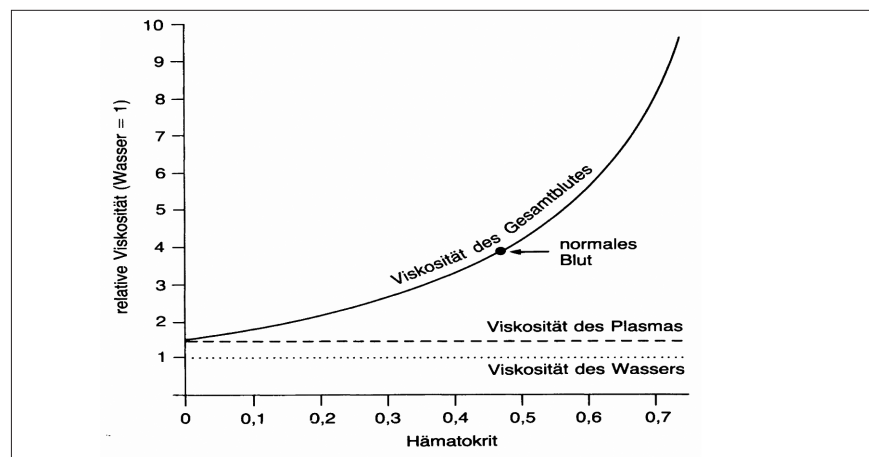


Abb.1: Abhängigkeit der relativen Viskosität des Blutes vom Hämatokritwert, nach Guyton



Die Viskosität des Blutes ist bei Rauchern erhöht.

Eine besondere Eigenschaft der Erythrozyten ist die geldrollenartige Zusammenlagerung (Rouleau-Bildung oder Pseudoagglutination), die im Dunkelfeldmikroskop gut beobachtet werden kann.

Mit der Zunahme der Viskosität steigen auch die Leukozytenzahl (Blann 1992; Calori 1996; Thomas 1996) und die Aggregationsbereitschaft der Thrombozyten (Pittilo 1984), d.h. es kommt vermehrt zur Bildung von Thromben, da die Klebrigkeit der Blutplättchen zunimmt.

Die Plasmapviskosität nimmt nicht nur durch die Bildung der Aggregate zu, sondern auch durch einen erhöhten Fibrinogenspiegel aufgrund des Rauchens. Das langkettige Eiweißmolekül hat die Fähigkeit zur Brückenbildung. Somit kann sich das Protein durch seine Bindung an den Erythrozyten negativ auf die Viskosität auswirken.

Im Dunkelfeldmikroskop kann, neben der oben genannten Thrombozyten-Aggregation, die verschlechterte Viskosität auch in Form von netzartigen Fibrinfäden nachgewiesen werden. Die Umwandlung von Fibrinogen in Fibrin als aktive Form ist ein Hinweis auf die erhöhte Aktivität der Gerinnungsfaktoren, was das Blut klumpig macht.

1.3. Verdauungsleukozytose

Unter Verdauungsleukozytose versteht man die Vermehrung von Leukozyten nach der Nahrungsaufnahme. Sie wurde zum ersten Mal im 19. Jahrhundert von Rudolf Virchow festgestellt. Inwieweit es sich hierbei um eine Immunantwort auf Fremdeiweiß in der Nahrung handelt, oder um eine physiologische Reaktion auf einen hohen Fettanteil, ist noch nicht geklärt.

Nach stark eiweißhaltiger Kost, z.B. nach Fleischverzehr, ist die Verdauungsleukozytose deutlich höher als nach Rohkostaufnahme. Daraus folgt, dass die Fließeigenschaften des Blutes bei einem Rohköstler, der Lebensmittel im Naturzustand, also unbehandelt, zu sich nimmt, besser sind.

Durch Untersuchungen des Blutes mit Hilfe der Dunkelfeldmikroskopie habe ich versucht, die oben beschriebenen Einflüsse des Zigarettenrauchens und der Ernährungsweise nachzuweisen.

1.4.1. Vitalblutuntersuchung mit Hilfe der Dunkelfeldmikroskopie

Die Dunkelfeldmikroskopie ermöglicht es, durchsichtige und kontrastarme Objekte ohne vorherige Färbung zu untersuchen. Ebenfalls können lebende Objekte betrachtet werden.

Von den festen Bestandteilen des Blutes können Erythrozyten, Thrombozyten, Leukozyten und Lymphozyten unterschieden werden. Die Brownsche Molekularbewegung der Eiweißpartikel durch die Eigenwärme des Blutes wird ebenfalls unter dem Dunkelfeldmikroskop sichtbar.

1.4.2. Prinzip eines Dunkelfeldmikroskops

Um das Prinzip der Dunkelfeldmikroskopie leicht nachvollziehen zu können, dient ein einfaches Beispiel aus der Natur. Betrachtet man Spinnennetze vor einem hellen Hintergrund, sind sie kaum sichtbar. Doch verändert man den Blickwinkel, so dass die feinen Strukturen von der Seite beleuchtet werden und sich vor einem dunklen Hintergrund befinden, scheinen die Spinnennetze regelrecht aufzuleuchten.

Anhand dieses Beispiels kann das Phänomen des Aufleuchtens von

Strukturen vor einem dunklen Hintergrund gut auf die Funktionsweise eines Dunkelfeldmikroskops übertragen werden.

2. Die Experimente

2.1. Die Vorgehensweise bei den Blutuntersuchungen

2.1.1. Experiment 1: Gegenüberstellung Raucher und Nichtraucher

Für diese Untersuchungsreihe standen 4 Raucher und 4 Nichtraucher zur Verfügung.

Letzteren nahm ich morgens nüchtern Blut ab. Sie dienten mir zum Vergleich. Als einziges Getränk war Wasser erlaubt.

Den Rauchern wurde Blut zunächst ebenfalls morgens um 8.00 Uhr nüchtern entnommen. Direkt im Anschluss rauchten sie eine Zigarette. Nach einer Wartezeit von 15 Minuten erfolgte die zweite Blutentnahme. Gegen 17.00 Uhr wurde ein letztes Mal nach unterschiedlichem Zigarettenkonsum Blut abgenommen. Die Testpersonen wurden gebeten, alle Zigaretten zu zählen, die sie im Verlauf des Tages zwischen 8.15 Uhr und 17.00 Uhr geraucht hatten.

2.1.2. Experiment 2: Nahrungsvergleich Rohkost und Fleisch

Das Nahrungsexperiment führten 3 Nichtraucher durch, damit es zu keinen Verfälschungen aufgrund des Zigarettenrauches kommen konnte.

Zunächst erfolgten um 8.00 Uhr morgens die nüchternen Blutentnahmen für den Vergleichswert.

Die Testpersonen nahmen für den Rohkosttag zum Frühstück rohes Obst wie Äpfel, Birnen, Mandarinen, Orangen und Bananen, mittags einen



Salat mit Tomaten, Gurken und Karotten zu sich. Tee und Saft als Getränke waren neben Wasser erlaubt. Nachmittags um 16.00 Uhr erfolgte die Blutentnahme.

An einem anderen Tag wurde der Fleischverzehr getestet. Morgens gab es Hühnersuppe, mittags ein halbes gegrilltes Hähnchen ohne jegliche Beilagen. Eine der drei Testpersonen aß zum Vergleich Schweinefleisch.

Nach dem Mittagessen und einer Wartezeit von einer Stunde wurde auch hier wieder Blut abgenommen.

Die Proben wurden unter dem Dunkelfeldmikroskop untersucht und miteinander anhand von Digitalfotos verglichen.

Beide Experimente wurden drei Mal durchgeführt, um eine einigermaßen statistische Aussage treffen zu können.

2.2. Ergebnisse der Blutuntersuchungen, Deutung und Interpretation

2.2.1. Experiment 1: Einfluss des Zigarettenrauchens

Der Fibrinspiegel stieg **nach dem Rauchen einer Zigarette** bei allen vier Testpersonen (E, F, G und H) gegenüber dem nüchternen Zustand deutlich an.

Ebenso haben sich bei zwei Rauchern vermehrt Geldrollen gebildet,

Raucherexperiment:			
Testperson	Zigaretten	Durchgang	Befunde im Dunkelfeld
E	1	Erster Zweiter Dritter	Geldrollen Thrombozyten-Aggregation Fibrin + Thrombozyten-Aggregation
	8-10	Erster Zweiter Dritter	Leukozytose Fibrin (leicht) + Thrombozyten-Aggregation Geldrollen
F	1	Erster Zweiter Dritter	Leukozytose + Fibrin Fibrin + Leukozytose Fibrin + leichte Leukozytose
	4-7	Erster Zweiter Dritter	Fibrin + leichte Leukozytose Fibrin Fibrin + Leukozytose
G	1	Erster Zweiter Dritter	Fibrin Fibrin Fibrin
	7-9	Erster Zweiter Dritter	Geldrollen Fibrin Geldrollen
H	1	Erster Zweiter Dritter	Geldrollen (extrem) Geldrollen (extrem) Geldrollen + Fibrin (leicht dazwischen)
	30-36	Erster Zweiter Dritter	Thrombozyten-Aggregation Geldrollen + Fibrin (leicht) Fibrin

Tabelle 1: Zusammenfassung der Dunkelfelduntersuchungen bei Rauchern

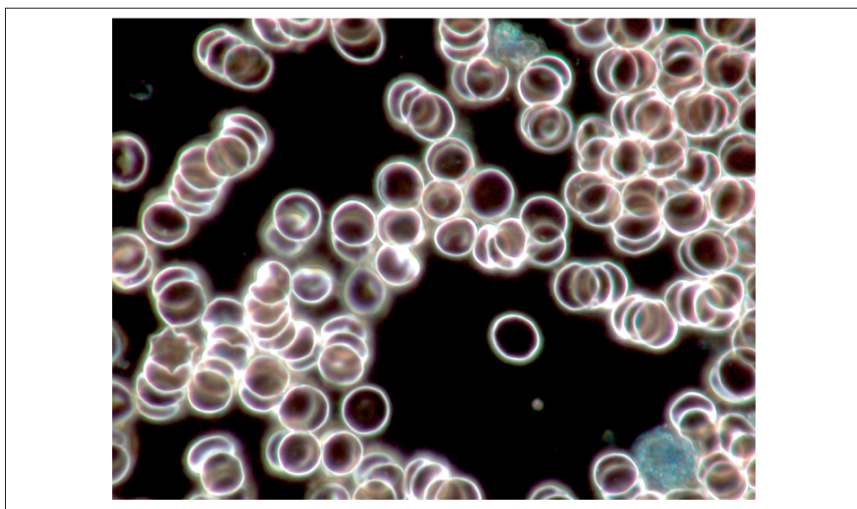


Bild 1: Testperson E, Raucher, nüchtern; (1000 fache Vergrößerung) 20.01.08

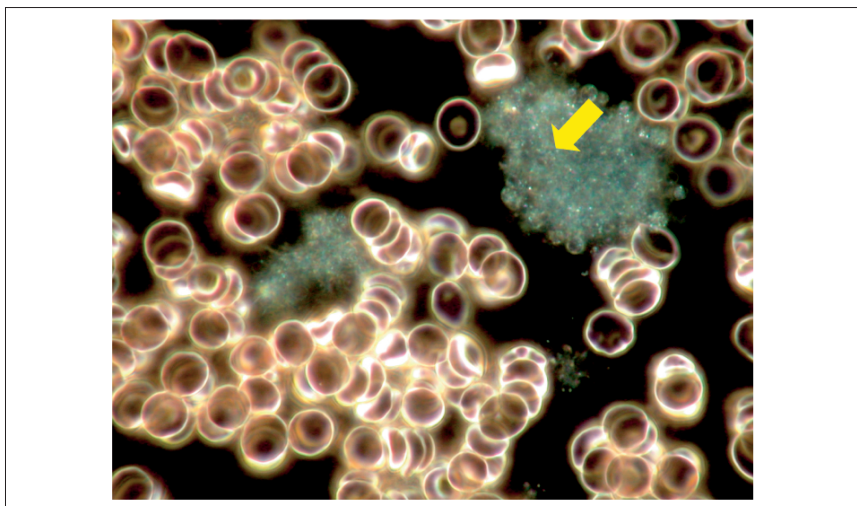


Bild 2: Testperson E, Raucher, nach 1 Zigarette, Durchgang 2; (1000 fach) 02.02.08: Thrombozyten-Aggregation

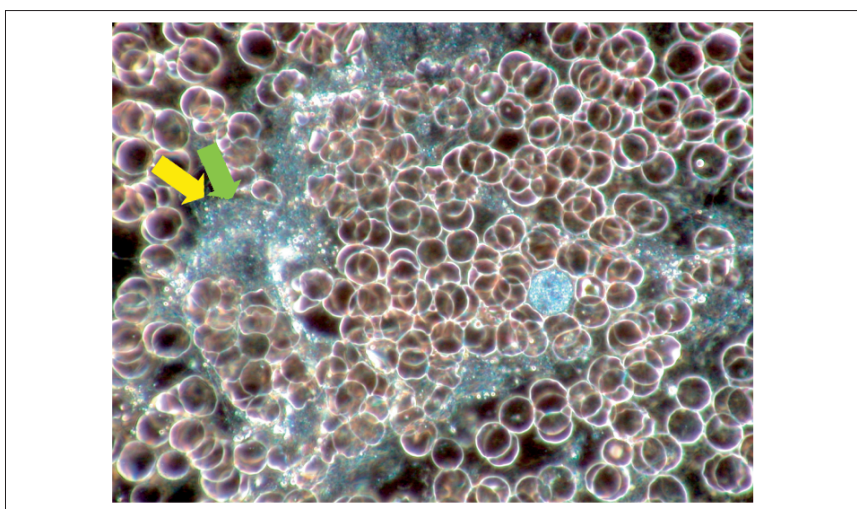


Bild 3: Testperson E, Raucher, nach 8 Zigaretten, Durchgang 2; (1000 fach) 01.03.08 (grüner Pfeil: Fibrin; gelber Pfeil: Thrombozyten-Aggregation)

und die Leukozytenzahl stieg bei einer Testperson an. Thrombozyten-Aggregationen kamen auch bei einem Raucher vor.

Nach dem unterschiedlichen Konsum von mehreren Zigaretten

konnte im Gegensatz zum nüchternen Zustand außerdem ein erhöhter Fibrinspiegel bei allen beobachtet werden. Geldrollen traten bei drei Testpersonen auf. Eine Leukozytose und eine vermehrte Thrombozyten-Aggregation ließen sich jeweils bei zwei Rauchern nachweisen. Die genauen Feststellungen hierzu sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Unterschiede zwischen den nüchternen Nichtrauchern und nüchternen Rauchern sind nicht zu beobachten. Das Blut der Testpersonen nach Zigarettenkonsum zeigte jedoch eine deutlich schlechtere Fließfähigkeit.

Die prozentualen Werte meiner statistischen Diagramme ergeben sich aus den Häufigkeiten aller Feststellungen zusammen (s. Abb. 2).

Bereits nach dem Rauchen einer Zigarette kam es bei 47,06 % zu einem erhöhten Fibringehalt, bei 23,53 % zu vermehrter Geldrollenbildung, bei 17,65 % zu einer Leukozytose und bei 11,76 % zu Thrombozyten-Aggregation. Nach dem Konsum mehrerer Zigaretten wurden ähnliche Ergebnisse festgestellt. Die Viskosität des Blutes nahm zu. Eine Hämatokrituntersuchung konnte nicht durchgeführt werden.

Diese Befunde deuten auf eine Behinderung des Sauerstofftransportes im Körper hin. Die Aggregationen der Blutzellen können als winzige Thromben angesehen werden, die kleine Blutgefäße verstopfen können.

Es ist wissenschaftlich bewiesen, dass das Risiko bei langjährigen Rauchkonsumenten für Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Schlaganfall und Herzinfarkt erhöht ist.

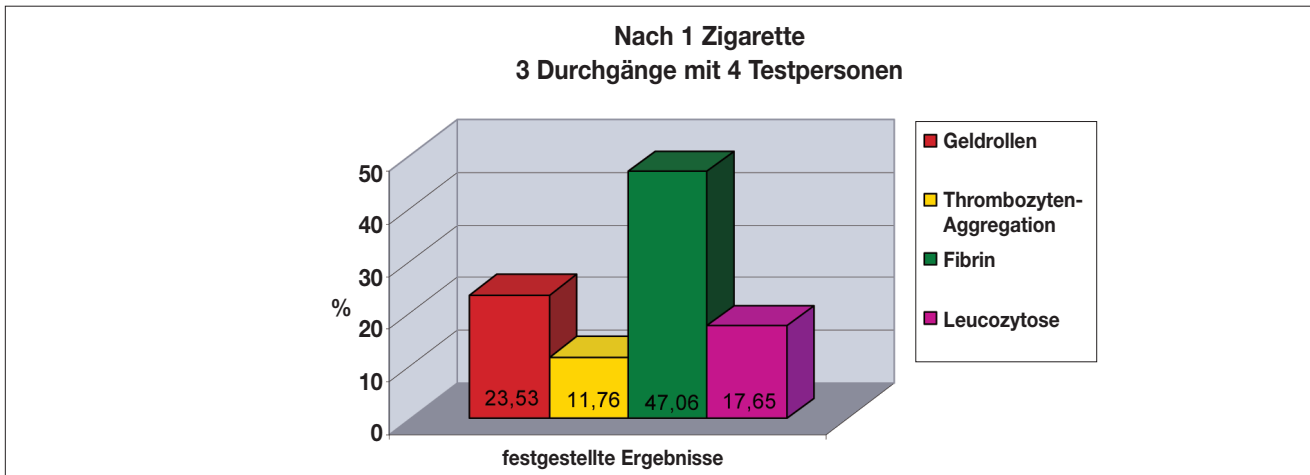


Abb. 2: Prozentuale Häufigkeit von Blutveränderungen nach Zigarettenkonsum

Nahrungsexperiment Fleischverzehr Testperson und Durchgang		Befunde im Dunkelfeld
		Zusammenfassung der Befunde <ul style="list-style-type: none"> • schlechte Fließfähigkeit (verformte und zusammengeballte Erythrozyten) • Thrombozyten-Aggregation • Leucozytose • Geldrollen • Fibrin
Testperson A	Durchgang 1	<i>Leucozytose + Geldrollen</i>
	2	<i>Geldrollen</i>
	3	<i>Leucozytose + Geldrollen</i>
Testperson B	Durchgang 1	<i>Leucozytose</i>
	2	<i>Leucozytose + Fibrin</i>
	3	<i>Leucozytose</i>
Testperson C	Durchgang 1	<i>Leucozytose</i>
	2	<i>Leucozytose</i>
	3	<i>Leucozytose + Fibrin + Thrombozyten-Aggregation</i>

Tabelle 2: Zusammenfassung der Dunkelfelduntersuchungen bei Fleischverzehr

Nahrungsexperiment Rohkost Testperson und Durchgang		Befunde im Dunkelfeld
Testperson A	Durchgang 1	<ul style="list-style-type: none"> • gute Fließfähigkeit (große Abstände zwischen kreisrunden Erythrozyten) • keine Aggregationen • wenig Leucozyten • keine Geldrollen • kein Fibrin
	2	
	3	
Testperson B	Durchgang 1	Befunde wie bei Testperson A
	2	
	3	
Testperson C	Durchgang 1	Befunde wie bei Testperson A
	2	
	3	

Tabelle 3: Zusammenfassung der Dunkelfelduntersuchungen bei Rohkosternährung

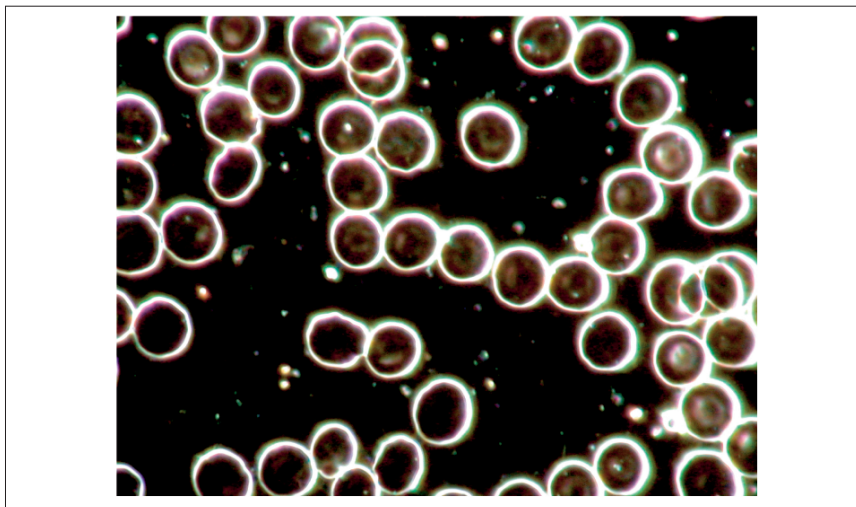


Bild 4: Testperson A, Nichtraucher, nüchtern; (1000 fache Vergrößerung) 27.01.08

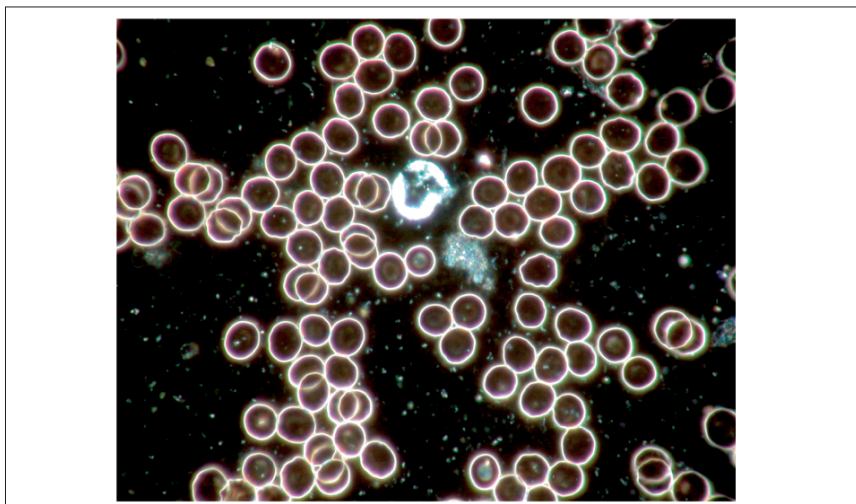


Bild 5: Testperson A, Nichtraucher, nach Rohkostverzehr, Durchgang 1; (1000 fach) 27.01.08

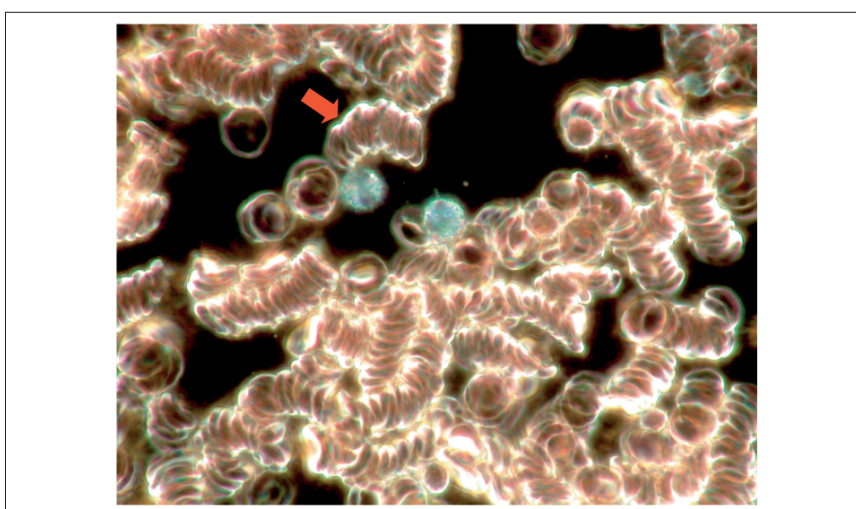


Bild 6: Testperson A, Nichtraucher, nach Fleischverzehr, Durchgang 1; (1000 fach) 09.02.08 (roter Pfeil: Geldrollenbildung)

2.2.2. Experiment 2: Einfluss der Ernährungsweise

Auch bei der Versuchsreihe über den Einfluss der Nahrung konnten bei den Testpersonen (A, B und C) Unterschiede in der Fließfähigkeit des Blutes nachgewiesen werden.

Sie war wesentlich besser nach Rohkostaufnahme im Vergleich zum Fleischverzehr. Bei allen Testpersonen und Durchgängen traten **beim Rohköstler** keine vermehrten Aggregationen, erhöhte Geldrollen- oder Fibrinbildung und vor allem wenig Leucozyten auf, die Erythrozyten waren nicht verformt. Das Plasma war größtenteils besonders sauber (siehe Tabelle 3).

Eine Verdauungsleucozytose, die nur in 400 facher Vergrößerung durch den größeren Ausschnitt sichtbar wird, konnte dagegen **nach Fleischverzehr** bei allen Testpersonen beobachtet werden. Dies bestätigte sich in den Wiederholungen.

Zusätzlich neigte eine Person zu Geldrollen, zwei zu Fibrinanstieg und eine der drei Testpersonen zu Thrombozyten-Aggregationen (siehe Tabelle 2).

Zum Vergleich sind die Fotos, die mit farbigen Pfeilen auf entsprechende Strukturen hinweisen, und die statistischen Diagramme heranzuziehen.

Das Blut der Testpersonen zeigte nach Fleischverzehr eine deutlich schlechtere Fließfähigkeit.

Die prozentualen Werte meiner statistischen Diagramme ergeben sich aus den Häufigkeiten aller Feststellungen zusammen.

Wie in Abb. 3 ersichtlich, trat eine Verdauungsleucozytose bei 57,14 % der Testpersonen nach Fleischverzehr auf im Vergleich zu Rohkost. Zu 21,43 % ergab sich Geldrollenbildung, zu 14,29 % ein erhöhter Fibringehalt und zu 7,14 % Throm-

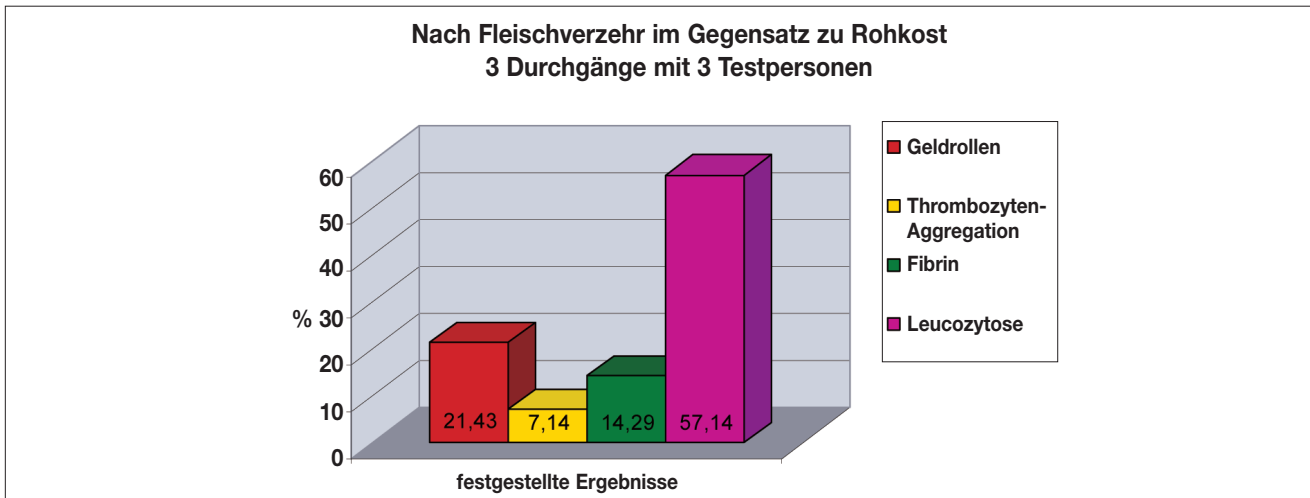


Abb. 3: Prozentuale Häufigkeit von Blutveränderungen nach Fleischverzehr

bozyten-Aggregationen. Alle diese Feststellungen traten nicht ein einziges Mal nach Rohkostverzehr auf. Das Blutplasma erschien außerdem sehr klar im Gegensatz zum Fleischesser.

Der Blutfluss war somit meines Erachtens bei den Rohköstlern signifikant besser einzuschätzen als nach Fleischverzehr.

3. Fehlerbetrachtung zur Durchführung der Experimente

Es ist durchaus möglich, dass Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht – Übergewicht, Untergewicht –, Menstruation und Verwendung der Pille Einfluss nehmen können auf die Versuchsergebnisse. Um das bewerten zu können, müssten größere Versuchsreihen durchgeführt werden mit Unterscheidung nach den genannten Kriterien. Außerdem könnte in der Raucher-Nichtraucher-

gruppe die unterschiedliche Nahrung noch einmal erhebliche Veränderungen bringen.

4. Zusammenfassung

Ein Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss von Zigarettenkonsum auf das Blut festzustellen, um dadurch auf pathologische Risiken schließen zu können.

Durch vermehrte Geldrollenbildung und Thrombozyten-Aggregationen, Leucozytose und verstärkte Fibrinbildung bestätigten die Untersuchungen eine erhebliche Verschlechterung in der Hämorheologie und damit ein erhöhtes Risiko für Erkrankungen wie zum Beispiel Herzinfarkt und Schlaganfall aufgrund einer Behinderung des Sauerstofftransportes.

Im zweiten Teil beim Nahrungsvergleich Rohkost und Fleisch ergab sich bei Letzterem eine Verschlech-

terung in der Fließeigenschaft vor allem durch Leucozytose, aber auch durch Geldrollen- und Fibrinbildung sowie Thrombozyten-Aggregationen.

Alle diese Feststellungen traten nicht nach Rohkostverzehr auf.

Dies lässt nicht zwangsläufig den Schluss zu, dass Rohkost die gesündere Ernährungsvariante sei. Es sollten lediglich die Unterschiede zwischen diesen beiden einseitigen Ernährungsweisen aufgezeigt werden. Nur eine ausgewogene Ernährung ist meines Erachtens wirklich gesund! □

Anschrift der Autorin:

Kira Lynn Fiedermutz
Onkel-Tom-Straße 139
14169 Berlin-Zehlendorf

Literatur beim Semmelweis Verlag