

<i>B. mori</i>	cm ³	Antiserum		
		I	V	VI
Antigen I	0,2	++	—	—
	0,1	++	—	—
	0,01	+	—	—

<i>B. mori</i>	cm ³	Antiserum IV
Antigen I	0,2	++
	0,1	+
	0,01	+
Antigen III	0,2	++
	0,1	++
	0,01	+
Antigen V	0,2	—
	0,1	—
	0,01	—

Tab. 5 (oben) u. 6. Präzipitinreaktion nach Zugabe verschiedener Antigenmengen zu 0,2 cm³ Antiserum. Antigenkonzentration wie in Tab. 4.

Reaktion eindeutig negativ. Auch dieses Ergebnis ist durch Variation der Antigenmengen (Tab. 5 u. 6) gesichert. Während Antiserum II und III nur zweifelhaft mit dem Antigen VI rea-

gieren, gibt das Antiserum IV eine starke Reaktion mit VI. Dieses Ergebnis zeigt in Übereinstimmung mit den Infektionsversuchen, daß sich das Virus bei der Zentrifugierung stark anreichert. Das Virus reagiert als Antigen auch mit dem Antiserum gegen nicht aktives Polyederprotein. Ob hieraus jedoch auf eine Verwandtschaft beider Proteine geschlossen werden darf, ist zweifelhaft, weil eine Verunreinigung des Virus mit Polyederproteinen nicht auszuschließen ist; außerdem gibt auch das Antiserum IV, das das Virus der infizierten Lymphe enthält und also nicht mit Polyedervirus verunreinigt sein sollte, keine Reaktion mit dem Polyederprotein (Antigen V).

Unsere serologischen Versuche stehen in Übereinstimmung mit denen von Grati a; sie zeigen keine Verwandtschaft zwischen dem Virus und der Lymphe gesunder Raupen. Das widersprechende Ergebnis von Glaser und Stanley kann vielleicht darauf beruhen, daß die von ihnen benutzten Raupen latent infiziert waren. Für das Vorkommen latenter Infektion bei Seidenraupen sprechen manche Erfahrungen, die wegen der Frage einer erworbenen Immunität bei Insekten eine eingehendere Untersuchung verdienen.

Zur Biochemie der Schilddrüsenfunktion VII¹: Anzeichen der tierexperimentellen E-Hypervitaminose

VON FRIEDRICH HÜTER

Aus der Biochemischen Abteilung des Forschungsinstitutes für Chemotherapie,
„Georg-Speyer-Haus“, Frankfurt a. M.

(Z. Naturforschg. 2b, 414—419 [1947]; eingegangen am 21. Juli 1947)

Hrn. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Richard Otto zum 75. Geburtstag gewidmet

Vitamin-E-reiche Fütterung von männlichen jungen Kaninchen führt nach mehreren Wochen zu krankhaften Erscheinungen an der Schilddrüse (SD). Die drei Symptome der entstandenen E-Hypervitaminose in dem innersekretorischen Organ sind: 1. Abnorme Volumen- und Gewichtszunahme, 2. Jodfreiheit bzw. -mangel und 3. histologische Veränderung (gesteigertes Epithelwachstum). Vitamin-E-Gaben neutralisieren nicht die schilddrüsensschädigende Wirkung von Kohlkropfnahrung. Ein täglicher α -Toko-pherol-Zusatz zum Normalfutter verhindert nicht den kropferzeugenden *Thiouracil*-Effekt an Kaninchen, sondern wirkt im gleichen Sinne.

Die Bedeutung des *Toko-pherols* für das Wachstum, den Stoffwechsel und die Verhütung von Störungen im Organismus ist noch nicht genügend bekannt. So waren Grundumsatzbestimmun-

¹ VI. Mitteil.: F. Hüter, *Biochem. Z.* 318, 211 [1947].

gen, die F. Verzàr² und Mitarbeiter an Ratten durchführten, nur ein Hinweis für den Zusammenhang zwischen E-Vitamin-Gehalt der Nahrung und der Schilddrüsen-tätigkeit. Es wurde

² F. Verzàr u. Mitarb., *Biochem. Z.* 240, 19 [1931].

dann der die Schilddrüsen aktivierende Einfluß von E-Vitamin-haltigem Weizenkeimöl auf die Ratte und die weiße Maus durch histologische Befunde nachgewiesen³. Spätere tierexperimentelle Untersuchungen über die Beeinflussung der Thyreoidea durch das Vitamin E, das in reinem Zustand isoliert vorlag, ergaben lediglich, daß Gaben von Tokopherol durch Vermittlung des Ovars auf die Schilddrüse wirksam werden⁴.

H. Winkler⁵ zeigte beim Menschen, wie die Vitamin-E-Überdosierung zu einer Einschränkung der Follikelhormon-, Progesteron- und Pro-lanausscheidung führt. Es lag also der Gedanke nahe, daß auch die Hormonproduktion der Schilddrüse durch chronische, übergroße Zufuhr von E-Faktor vermindert werde. Auf Grund dieser Erwägung wurde in der vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen, Beziehungen des Tokopherols zur Thyreoidea des Kaninchens aufzudecken. Außerdem suchten wir eine Lösung der Frage, ob die kropferregende Wirkung von ascorbinsäurearmem Weißkohl und synthetischem Thiouracil durch einen künstlich erhöhten Vitamin-E-Spiegel im Tierkörper gehemmt oder ausgeglichen werden kann⁶.

Aus den Versuchen geht folgendes hervor: 5,5 bis 12,5 mg Tokopherylacetat pro kg Körpergewicht, oberhalb der Reizschwelle liegende Tagesgaben, lassen nach 1 bis 3 Monaten an sonst normal ernährten infantilen Kaninchen einen wesentlichen Unterschied zwischen Männchen und Weibchen bezüglich der Schilddrüsenaktivierung erkennen. Bei weiblichen Tieren wird eine hochaktive Schilddrüse, jedoch hinsichtlich des Jodeiweißes mit einem der Norm entsprechenden Gehalt erzeugt; dagegen zeigen männliche Kaninchen nach übermäßiger Vitamin-E-Fütterung solch *abnorme Schilddrüsenveränderungen*, z. B. Jodmangel, daß wir berechtigt sind, vom Zustand einer *E-Hypervitaminose* zu sprechen. In diesem Falle ist das endokrine Organ hyperplastisch, meist jodfrei, mitunter vergrößert und deutet so auf einen funktionellen Schaden der Thyreoidea hin. Weiterhin beobachteten wir in einigen Tierversuchen, wie das Auftreten einer mittels Weißkraut bzw. Thiopyrimidin hervorgerufenen SD-

Störung durch einen Überschuß von Tokopherol nicht verhindert wird.

Man konnte bei 10 Versuchstieren, die mit α -Tokopherylacetat⁷ gefüttert worden waren, durch gravimetrische, histologische und chemische Untersuchung der SD eine Abweichung von dem normalen Organ nachweisen. Die vorliegenden, experimentell durch Vitamin E verursachten Thyreoidea-Veränderungen sind wohl den Hyperthyreosen zuzuordnen. So berichten auch Hain und Sym⁸ über die Behandlung von Krankheitsfällen mit Vitamin E gegen Wallungen während der Menopause, wobei einige zu Hyperthyreoidismus führten.

Schon im Kurzversuch bewirkten 8 mg Tokopherylacetat/kg Kaninchen (Nr. 9002 der Tab.) eine mäßige SD-Hypertrophie und Zellhyperplasie⁹; es wurde ein SD-Gewicht von 64 mg/kg Körpergewicht gefunden. Die Größenordnung des reduzierten normalen Schilddrüsengewichtes von Kaninchen mit 40 bis 60 mg/kg Körpergewicht sei hier zum Vergleich angegeben.

In etwa der doppelten Versuchszeit wie vorher entstand beim Tier Nr. 472 durch die tägliche Verabreichung von 20 mg Tokopherylacetat eine Schilddrüse mit schwacher Zellvermehrung. Sie wies einen verminderten Jodgehalt (4,5 mg%) auf, der Normalwert beträgt 10 bis 20 mg%. Dieser nicht extreme Befund ist darauf zurückzuführen, daß bereits am vorletzten Versuchstage die Vitamin-E-Zulage abgesetzt wurde und so die Drüse fähig war, wieder Jodeiweiß zu stapeln. Ein Absetzen der Tokopherolzufuhr wird mithin wahrscheinlich den krankhaften SD-Zustand rasch rückgängig machen und heilen.

Eine mehr als dreifach vergrößerte Schilddrüse (red. Gewicht 226 mg/kg) entwickelte sich in langer Versuchsdauer bei Kaninchen 470, das täglich mit 10 mg Tokopherol gefüttert wurde. Das histologische Schnittpräparat der Thyreoidea ist in Abb. 1 wiedergegeben. Der minimale Glykogenwert und das sehr unruhige Verhalten des Versuchstieres sind weitere Anzeichen einer starken Überfunktion der SD.

20 mg Vitamin E am Tage wurden dem Kaninchen Nr. 494 in 3 Monaten verabreicht. Die Jodanalyse der SD ergab einen Wert, der unter der Norm lag. Der niedrige Halogengehalt wurde vielleicht durch Einstellung der zusätzlichen Tokopherolgabe genau wie oben bei Kaninchen 472 verursacht.

Durch tägliche Verfütterung von 20 mg Vitamin E konnte an Kaninchen 478 außer einer schwachen Aktivierung der Schilddrüse keine Abweichung vom normalen Aussehen erzeugt werden.

Die Verabfolgung von 20 mg Tokopherylacetat je Tag bewirkte bei dem weiblichen Tier Nr. 487 eine sehr starke Kolloidausschüttung (das Jodeiweiß aus-

⁶ Siehe F. Hüter, Z. Naturforsch. **2b**, 19 [1947].

⁷ Die Firma Hoffmann-La Roche stellte uns liebenswürdigerweise das Präparat zur Verfügung, wofür wir unseren verbindlichsten Dank aussprechen.

⁸ Hain u. Sym, Brit. med. J. **1943**, 8.

⁹ Nach S. H. Eppstein u. Morgulis scheint für Kaninchen der tägliche Mindestbedarf an α -Tokopherol 100 bis 200 γ zu sein. Proc. Soc. exp. Biol. Med. **45**, 715 [1940]; ref. Chem. Zbl. **1941** I, 2961.

³ H. Paal u. H. Kleine, Beitr. pathol. Anat. allg. Pathol. **91**, 322 [1933].

⁴ Ch. Bomskov u. E. Schneider, Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Pathol. Pharmakol. **191**, 715 [1939].

⁵ H. Winkler, Zbl. Gynäkol. **67**, 32 [1943].

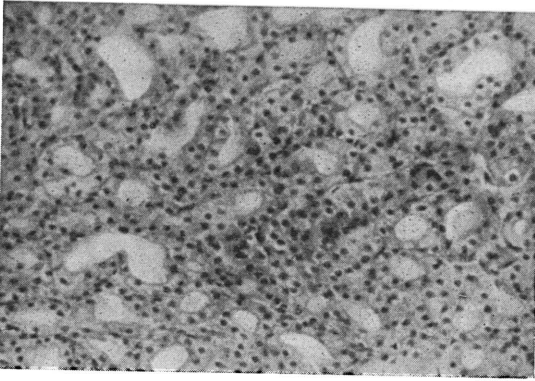


Abb. 1. Schilddrüse mit Anzeichen stark erhöhter Tätigkeit und Kolloidausschwemmung; Epithelwucherung. Männliches Kaninchen Nr. 470. (Vergr. 190/1.)

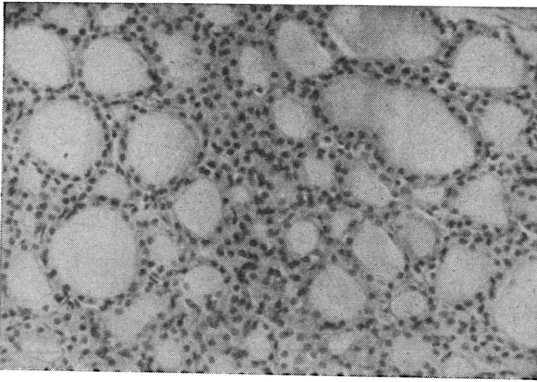


Abb. 2. Hyperplastische, aktive Schilddrüse mit Ausscheidung. Weibliches Kaninchen Nr. 474. (Vergr. 190/1.)

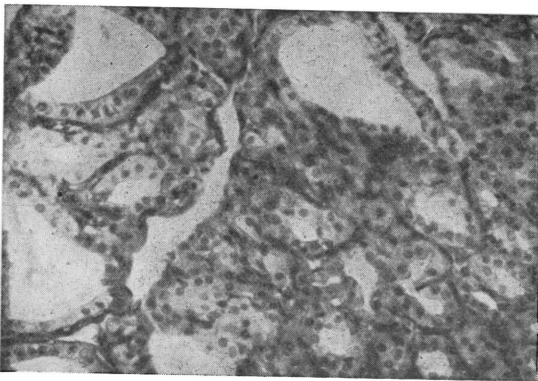


Abb. 3. Randpartie der geschädigten Schilddrüse von Kaninchen Nr. 492; mit Vitamin E gefüttertes Thiouracil-Tier. (Vergr. 190/1.)

genommen), was aus dem niedrigen SD-Frischgewicht (0,09 g) und dem hohen Wert des analysierten Jods (18,47 mg%) hervorgeht.

Perorale Applikation von 1,34 g Vitamin E in Tagesdosen von 20 mg waren von günstigem Einfluß auf die Schilddrüse des Kaninchens 483, dem eine natürliche Kropfnose durch Weißkohlfutter dargeboten wurde. Im Gegensatz zu früheren Versuchen¹⁰ ohne übermäßigen Tokopherolzusatz zum Futter wies jetzt die Thyreoidea einen normalen Jodwert auf. Für die hyperplastische Struktur der Schilddrüse ist das in seinem chemischen Aufbau unbekannt Thioglykosid verantwortlich zu machen. Weiter verdient der Versuch Nr. 483 Aufmerksamkeit, weil bei dem Tier eine reiche Milchbildung und ein dreimaliger Nestbau mit ausgerupften Haaren auf eine Scheinschwangerschaft hinwies. Dieser nymphomanische Dauerbrunzustand des Kaninchens wird wahrscheinlich durch eine lange Produktion genügender Mengen von Follikelhormon bewirkt¹¹.

Ein mit Kaninchen 484 ausgeführter Parallelversuch fiel hinsichtlich der SD-Beeinflussung ähnlich aus wie der vorige. Nur war hier die Ausschwemmung der Drüse in der Hyperplasiaphase weiter voran. Der Grund, der die Gewichtsabnahme des Tieres verursachte, wurde nicht näher untersucht.

Gegenüber den anfangs erwähnten Versuchen bot das Weibchen Nr. 474 nach Verfütterung von 10 mg Vitamin pro die eine tätige, aber sonst regelmäßige Thyreoidea. Abb. 2 zeigt den Drüsenschnitt. Weibliche Tiere erfordern möglicherweise entweder eine größere Vitamin-E-Belastung als männliche, wenn eine SD-Hypertrophie entstehen soll, oder es kommt bei ersteren überhaupt nicht dazu. Beachtenswert war bei diesem Jungtier die Uterushypertrophie.

Kaninchen 492 erhielt neben der Vitamin-E-Beigabe zum Futter 17 Thiouracil-Injektionen unter die Haut. Es wurden jedesmal 55 mg *cyclischer* Thioharnstoff, der in 2 cm³ 1-proz. Natriumbicarbonat-Lösung fein verteilt war, gespritzt. Nach Versuchsende lieferte die Sektion eine Schilddrüse, die dreimal größer war als eine normale. Unter dem Mikroskop bot sich ein histologisches Merkmal (Abb. 3), ähnlich dem, wie es Eitel und Loeser¹² an Meerschweinchenschilddrüsen beobachteten, die sich nach der Zufuhr von Hypophysenvorderlappenpulver hochgradig verändert hatten. Wider Erwarten trat auch bei diesem Versuchskaninchen wie bei den übrigen eine Erhöhung des Körpergewichtes auf, trotz der Hemmwirkung von Thiouracil und Tokopherol gegenüber der regelmäßigen Schilddrüsenfunktion. Diese Tatsache ist ein treffender Beweis für die deutliche wachstums- und entwicklungsfördernde Wirkung des Vitamins E, die gleichfalls an Kaulquappen festgestellt wurde¹³.

¹⁰ F. Hüter, Z. Naturforschg. 1, 283 [1946].

¹¹ Über die künstliche Auslösung der Laktation berichtet E. Fauvet, Dtsch. med. Wschr. 71, 304 [1946].

¹² H. Eitel u. A. Loeser, Naunyn-Schmiedeberg's Arch. exp. Pathol. Pharmacol. 167, 388 [1932].

¹³ C. Müller u. H. Mislin, Z. Vitaminforschg. 16, 169 [1945].

Tier-Nr. Geschlecht Rasse	Substanzmenge und Versuchsdauer	Gewicht in g		Leber			Schilddrüse			Histologischer Befund		
		Anfangs-	Zu-	Aussehen	Frisch- gew. in g	% des Körper- gew.	% Gly- kogen	Aussehen	Frisch- gew. in g		mg/kg Körper- gew.	mc% Jod
9002 ♂ Dunkelblauer Wiener	0,52 g Vitamin E 13. 2. — 11. 3. 1947 26 Tage	2550	+ 110	2660	gelb- braun	89,2	3,55	8,82	0,17	64	0	Kleine, leere Follikel, mitunter wabige Zellen; hohes Epithel, das bläschenförmige Kerne darbietet; starke SD-Hyperplasie und Kolloidausschwemmung.
472 ♂ Deutscher Scheck	0,94 g Vitamin E 19. 7. — 4. 9. 1946 47 Tage	1810	+ 100	1910	blau	61,1	3,19	4,55	0,14	73	4,5	Vergrößerte Follikel mit hohem Epithel, überwiegend kolloidfrei, mit teilweise feinkörnigem Inhalt. Hyperplastische SD mit Ausschwemmung.
470 ♂ Blauweißer Wiener	0,89 g Vitamin E 13. 2. — 13. 5. 1946 89 Tage	1830	+ 870	2700	schoko- laden- braun	85,5	3,17	1,36	0,61	226	0	Hohes Follikel-epithel mit blaß-rötlichem Protoplasma und großen runden Kernen. Unregelmäßige Lichtungen, vorwiegend ohne Kolloid (Abb. 1).
494 ♂ Französisch. Silber	1,66 g Vitamin E 14. 3. — 10. 6. 1947 88 Tage	1620	+ 1070	2690	gefleckt	93,8	3,48	12,14	0,23	85,5	4,92	Drisenbläschen und feinswabige Zellen mit hohem Epithel, meist ohne Kolloid; z. Tl. enthalten die Lumina Körnelnetzen; hyperplastische Thyreoidea.
478 ♀ Holländer	0,94 g Vitamin E 19. 7. — 4. 9. 1946 47 Tage	1700	+ 440	2140	braun	59,6	2,79	3,5	0,13	61	11,49	Gr. Follikel, meist b. z. Hälfte kolloidfrei. Kub. Zellen m. dkl., dick. Kernen; Lumina zeigen abwechselnd Körnelung u. gefälltes Kolloid.
487 ♀ Silbergrauer Scheck	1,96 g Vitamin E 13. 12. 46 — 11. 3. 47 98 Tage	1750	+ 720	2470	braun	86	3,48	8,34	0,09	37	18,47	Gr. kolloidhalt. Follikel m. flach. Epithel u. abgeplatt. Kernen. Kl. leere Bläschen m. hoch. Epithel u. kugelig. Zellkernen; blaße u. rote Kolloidinhalt. Übergang. vorhd.
474 ♀ Rheinischer Scheck	0,95 g Vitamin E 19. 7. — 22. 10. 1946 95 Tage	1800	+ 680	2480	braun	65,9	2,66	3,14	0,12	43,4	11,1	Breite Follikel, große Zellen, helles Protoplasma; feinkörnig. Kolloid, gleichmäßig rot bis blaßrot. Epithel groß und hell (Abb. 2).
483 ♀ Schwarzer Riese	1,34 g Vitamin E 1. 11. 46 — 7. 1. 47 67 Tage	2200	+ 200	2400	schoko- laden- braun	45,1	1,88	0,46*	0,12	50	14,55	Wenig gleichmäßige Follikel mit Kolloid; große Zellen mit feinkörnigem Protoplasma, z. Tl. Kolloidfüllung; Hyperplasie m. mäßiger Ausschwemmung.
484 ♀ Schwarzloh	1,34 g Vitamin E 1. 11. 46 — 7. 1. 47 67 Tage	2700	- 50	2650	dunkel- braun	43,7	1,64	0,95*	0,07	26,4	8,75	Teilweise kolloidhaltige Zellen; überwiegend Ausschwemmung, Hyperplasie; sonst wie Schnitt Kan. 483.
492 ♀ Grausilber	0,44 g Vitamin E + 0,935 Thiouracil 27. 2. — 21. 3. 1947 22 Tage	2100	+ 290	2390	schoko- laden- braun	79	3,3	3,97	0,43	180	0	Unregelmäßige Follikel; feinswabige Zellen, nur Kolloidreste; starke Blutfüllung; erhebliche aktive S-Hilddrüse (Abb. 3)

Tabelle. Versuchsergebnisse bei den mit Vitamin E behandelten Kaninchen.

Tägliches Futter: Dickwurz, Heu und 10 g Hafer, der mit verschiedenen Tokophérolmengen versetzt war; Kan. 483 und 484 bekamen in den letzten 58 Versuchstagen statt Dickwurz pro die 1 kg Weickraut, das gargekocht, abgepreßt und mit dest. H₂O nachgespült war.

* Die niedrigen Werte sind auf die Ausföhrung der Glykogenbestimmung mit pyridinvergäUtem Alkohol zurückzuföhren.

Die histologischen SD-Befunde aller mit Tokopherylacetat behandelten Kaninchen zeigten durchweg eine Drüsenaktivität, deren Ausmaß von der gegebenen Dosis abhängig war. Ein sehr hohes Epithel und kleine, wenig Kolloid enthaltende Follikel sind für die mit Tokopherol aktivierte Schilddrüse charakteristisch. Der Einfluß des Vitamins E auf das Zellgeschehen der Schilddrüse ist durch die beigefügten Abb. 1 und 2 deutlich sichtbar. Ob aber eine direkte Beziehung des Tokopherols zur Einzelzelle der endokrinen Drüse besteht oder nicht, das soll später noch untersucht werden. Es liegt nämlich lediglich eine Angabe vor, daß das Vitamin E in Form von Weizenkeimöl das Normalgewebewachstum in der Herzkultur anregt¹⁴.

Der verschiedenartige Effekt des Tokopherols auf junge Kaninchen beiderlei Geschlechtes, besonders in Hinsicht auf die Schilddrüse, läßt folgende Ansicht über den Wirkungsmechanismus zu: Unter dem Einfluß des per os gegebenen α -Tokopherylacetates wird in dem Gesamtorganismus die Hypophyse zur gesteigerten Bildung von gonadotropem und thyreotropem Hormon veranlaßt. Im männlichen Körper wird aber der zuletzt genannte hypophysäre Wirkstoff in höherem Maße als im weiblichen ausgeschüttet. Zu einem solchen Schluß führt die Beobachtung 1. einer SD-Gewichtssteigerung beim männlichen Tier, die ebenfalls von Hertz und Roberts¹⁵ an Kaninchen während der ganzen Behandlungsdauer mit thyreotropem Hormon festgestellt wurde, und 2. eines normalen Jodgehaltes in der Thyreoidea weiblicher Tiere sowie andererseits die Beobachtung eines Schilddrüsenjodmangels männlicher Wesen.

Nun bestehen bekanntlich zwischen Thyroxin und thyreotropem Hormon enge Wechselbeziehungen; somit hat also die erhöhte Abgabe von thyreotrop wirksamem Hypophysenprodukt eine geringe Thyroxinbildung bzw. deren vollständigen Stillstand zur Folge. Es kommt zur Epithelhyperplasie. Diese Regulation der Schilddrüsentätigkeit

durch das thyreotrope Hormon erfolgt auf humoralem Weg. Eine SD-Schädigung, durch unphysiologisch hohe Steigerung der E-Faktor-Dosis hervorgerufen, geht auf Gleichgewichtsstörungen des endokrinen Drüsensystems zurück.

Außerdem wurden von uns bei den über kurze oder lange Zeit gehenden Fütterungsversuchen mit α -Tokopherylacetat folgende erwähnenswerte Organveränderungen festgestellt: Die Tokopherolkaninchen waren eher geschlechtsreif als die gleichaltrigen Normaltiere. Ihre Ovarien- bzw. Hodengröße verdoppelte sich nach der Vitamin-E-Behandlung. Diese Beobachtungen bestätigen das Ergebnis von F. Stähler¹⁶ und Mitarbeitern.

Ähnlich krankhafte SD-Veränderungen, wie sie oben geschildert wurden, beobachtete man im Entwicklungsalter von Kindern¹⁷. Gleiche Erscheinungen hinsichtlich vermehrter Epithelbildung stellten wir auch in früheren Kaninchenversuchen mit Weizenmehlnahrung fest¹⁸. Es wäre also möglich, daß der reiche Gehalt des Weizenmehles an Vitamin E die beschriebenen histologischen Organschäden bedingt. Man kann nämlich annehmen, daß schon kleine Tokopherol-Dosen nach langer Zufuhr, hauptsächlich bei einseitiger Kost, zu SD-Störungen des Menschen führen.

Nach einer Mitteilung¹⁹ beträgt der Gehalt an Vitamin E in 100 g Weizenmehl (Typ 1050; Ausmahlungsgrad 83%) 6 bis 7,5 mg; diese Mehlmenge kommt etwa zwei Scheiben Weißbrot oder zwei Semmeln gleich. Der tägliche Vitamin-E-Bedarf für Menschen wird auf 10 bis 25 mg geschätzt. An anderer Stelle²⁰ wird nach unserer Ansicht ein zu geringer Wert (1 mg) als Tagesbedarf des Erwachsenen veranschlagt.

Es ist zu bedenken, daß vermutlich die Gefahr eines Tokopherolüberangebotes sogar dann nicht ausgeschaltet wird, wenn das Mehl zwecks Bleichung mit NCl_3 oder Benzoylperoxyd vorbehandelt ist, wobei der Wirkstoff teilweise zerstört wird²¹. Da nun der Vitamin-E-Gehalt im Weizen- und

¹⁴ Stepp-Kühnau-Schröder, Die Vitamine und ihre klin. Anwendung, 6. Aufl., S. 461, 364, Verlag Enke, Stuttgart 1944.

¹⁵ R. Abderhalden, Vitamine, Hormone, Fermente, 2. Aufl., S. 86, Urban u. Schwarzenberg, Berlin u. Wien 1944.

¹⁶ Chr. Engel, Z. Vitaminforsch. 12, 220 [1942].

¹⁷ Fluor kommt in kleiner Menge im Roggenmehl und überhaupt nicht im Weizenmehl vor; vgl. K. Saller, Hippokrates 17, Sonderheft S. 33 [1946]. Es wäre demnach daran zu denken, ob bei einer ausschließlichen Weizenmehlfütterung die Folge nicht eine Mangelkrankheit ist, die durch das Fehlen des lebensnotwendigen „anorganischen Vitamins“ Fluor zustande kommt.

¹⁴ H. Vollmar, Arch. exp. Zellforsch. 23, 42 [1939].

¹⁵ S. Hertz u. A. Roberts, Endokrinol. 29, 82 [1941].

¹⁶ F. Stähler u. Mitarb., Arch. Gynäkol. 174, 236 [1942].

¹⁷ Literaturangaben bei C. Wegelin in Henke-Lubarsch, Handb. d. spez. pathol. Anatomie u. Physiologie, Bd. 8, S. 161, J. Springer, Berlin 1926.

¹⁸ Th. Wagner-Jauregg u. F. Hüter, Z. Naturforsch. 1, 392 [1946].

Roggenmehl nahezu gleich ist, bedingt nach unserer Annahme nicht dieser, sondern ein *Spurenelement*, vielleicht Fluor²², die unterschiedliche Thyreoidea-Wirksamkeit der beiden Mehrlarten¹⁸.

In späteren Versuchen soll geprüft werden, ob geringe Mengen des erwähnten Halogens zum Weizenmehl wegen dessen Güteverbesserung zugesetzt werden müssen oder nicht. Die ernährungsbedingte Untersuchung an Tieren bezüglich

des Vitamin-E-Einflusses auf den Organismus wird von uns fortgesetzt, besonders um auch zu sehen, inwieweit das Tokopherol durch Ascorbinsäure aktiviert oder gehemmt wird.

Hrn. Prof. Dr. A. Dietrich, Stuttgart, bin ich für seine bereitwillige Unterstützung bei der Beurteilung der histologischen Schilddrüsenpräparate zu großem Dank verpflichtet. Frl. E. Schreiber beteiligte sich durch geschickte Mitarbeit an der Ausführung der Versuche.

Ein Ernährungsversuch mit der Süßwasserlungenschnecke *Physa acuta* Drap.

Von EWALD FRÖMMING*

(Z. Naturforsch. 2b, 419—421 [1947]; eingegangen am 26. Juli 1947)

Die Pflanzennahrung allein ist für das Gedeihen von *Physa acuta* Drap. nicht ausreichend; auch diese Art bedarf des tierischen Eiweißes, genau wie *Lymnaea stagnalis* L., *Stagnicola palustris* O. F. Müller, *Radix auricularia* L., *Radix ovata* Drap. und *Viriparus viviparus* L., für die dies bereits nachgewiesen wurde¹.

Von der Ernährungsweise der meisten, insbesondere der kleineren Süßwasserschnecken ist uns bis heute nur wenig bekannt. Dies gilt auch von der durch ein linksgewundenes Gehäuse ausgezeichneten Familie der Physidae. So habe ich einen großangelegten Ernährungsversuch angesetzt, der zugleich über das Wachstum und die Vermehrung einiges aussagen sollte. Als Versuchstiere wählte ich eine Art, die bei uns durch Pflanzeneinfuhr eingeschleppt wurde und von etwa 1930 bis 1940 in allen zoologischen Geschäften zu haben war; auch fand sie sich zu jener Zeit in vielen botanischen Gärten und ist sogar im Freien beobachtet worden (Zusammenstellung bei Adensamer²). Ob sie an den natürlichen Standorten den vergangenen strengen Winter überstanden hat, ist mehr als zweifelhaft. Es handelt sich um die mediterran-westeuropäische Art *Physa acuta* Drap.

Etwa 50 Jungtiere mit einer Gehäusehöhe von 2—4 mm aus eigener Zucht wurden auf zwei Gläser mit je 5 l Wasser verteilt. Einen Bodengrund erhielten die Aquarien nicht, doch wurden sie reichlich mit Wasserpflanzen versehen, die nach Bedarf erneuert wurden; beide Gläser enthielten stets dieselben und

* Berlin N 20, Osloer Str. 99, Aufg. VI.

¹ E. Frömming, Der Einfluß der Nahrung auf das Wachstum der Ohrschlammuschnecke, Bl. Aquar.-Terrariumkunde 40, 359 [1929]; Zur Vermehrung der *Radix ovata* Drap. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. 31, 312 [1934]; ebenda, Über die Ernährung unserer

stets gleich viele Pflanzen und beide standen nebeneinander in diffusem Licht. In den einen Behälter wurde zusätzlich gekochte Pferdeleber gegeben, und zwar in etwa 1 cm³ großen Stücken, von denen mehrere an Fäden eingehängt und sofort erneuert wurden, wenn sie abgefressen waren. In beiden Aquarien wurde alle 15 bis 20 Tage das Wasser erneuert; dies war wegen der starken Defäkation der Tiere notwendig. Der Versuch begann am 20. Dez. 1940 und dauerte bis August 1941; er wurde abgebrochen, da die Tiere der rein pflanzlich ernährten Gruppe fast alle tot waren. Alle 4 Wochen wurden die Gehäuse der kleinsten und größten Tiere mittels einer Schiebellehre gemessen.

Die Sterblichkeit war bei den rein herbivor lebenden Tieren etwas größer und setzte auch früher ein, wie aus Tab. 1 hervorgeht. Es scheint, daß die Lebenskraft von *Physa acuta* Drap. nach 7—8 Monaten erschöpft ist und die Tiere nicht mehr viel älter werden. Immerhin wirkt die zusätzliche Fleischnahrung lebensverlängernd. Erwähnt sei noch, daß auch die Gruppe, die kein Fleisch erhielt, nicht rein herbivor lebte, da die Tiere immer gleich über ihre gestorbenen Artgenossen herfielen und die Kadaver verzehrten — ein Versuchsfehler, der sich leider kaum vermeiden läßt.

Schlammuschnecken 34, 43 [1937]; ebenda, Beiträge zur Lebensweise unserer Deckelsumpfuschnecke *Viviparus viviparus* L. 40, 346 [1940].

² W. Adensamer, Süßwassermollusken Zentral-europas, II. Biologische Übersicht, Bl. Aquar.-Terrariumkunde 46, 152 [1935].