

EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOLI
TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES
UNIVERSITATIS TARTUENSIS
(DORPATENSIS)

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

X

TARTU 1926

EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOLI
TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES
UNIVERSITATIS TARTUENSIS
(DORPATENSIS)

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

X

TARTU 1926

K. Mattiesen, Tartus.

Sisukord. — Contenta.

1. **Michael Haltenberger.** Landeskunde von Eesti. II—III. Die völkische und wirtschaftliche Struktur des Landes.
 2. **Hans Scupin.** Alter und Herkunft der ostbaltischen Solquellen und ihre Bedeutung für die Frage nach dem Vorkommen von Steinsalz im baltischen Obersilur.
 3. **Theodor Lippmaa.** Floristische Notizen aus dem Nord-Altai nebst Beschreibung einer neuen *Cardamine*-Art aus der Sektion *Dentaria*.
 4. **Theodor Lippmaa.** Pigmenttypen bei Pteridophyta und Anthophyta. I. Allgemeiner Teil.
 5. **E. Pipenberg.** Eine städtemorphographische Skizze der estländischen Hafenstadt Pärnu (Pernau).
 6. **Edm. Spohr.** Über das Vorkommen von *Sium erectum* Huds. und *Lemna gibba* L. in Estland und über deren nordöstliche Verbreitungsgrenzen in Europa.
 7. **J. Wilip.** On new precision-seismographs.
-

LANDESKUNDE VON EESTI

II—III. DIE VÖLKISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE STRUKTUR DES LANDES

VON

MICHAEL HALTENBERGER

TARTU (DORPAT) 1926

Druck von C. Mattiesen, Dorpat.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
II. VÖLKISCHE STRUKTUR	79
1. Volkskörper und Staatsraum	79
2. Struktur des Volkskörpers	84
3. Entwicklungsgeschichte des Volkskörpers	104
III. WIRTSCHAFTLICHE STRUKTUR	107
1. Wirtschaftsraum	107
2. Der Mensch als wirtschaftender Faktor	109
3. Das Wirtschaftsleben	116
a) Bodenwirtschaft	117
b) Viehwirtschaft	123
c) Waldwirtschaft	130
d) Bergwirtschaft	132
e) Industrie	139
f) Verkehr	140
g) Handel	150

II. Völkische Struktur.

Wie gesehen, stellte die physische Struktur Eestis das Naturmilieu des Staates dar. Die Oberflächengestaltung, die Gewässer, das Klima und das Pflanzenkleid bestimmten die natürliche Ausstattung des Staatsraumes. Ebenso wichtig wie der Staatsraum ist in dem Staate die Bevölkerung. Dieser zweite Teil meines Buches soll nun den estnischen Volkskörper geographisch untersuchen. Das Verhältnis des Volkskörpers zu dem Staatsraum, seine Struktur und Entwicklungsgeschichte sollen uns das Verständnis für fernere Fragen wie das Wirtschaftsleben, das Siedlungsbild und die geopolitischen Verhältnisse zu gewinnen helfen. Es ergibt sich also eine Dreiteilung des Stoffes der völkischen Struktur. Die Betrachtung des Verhältnisses zwischen Volkskörper und Staatsraum versetzt uns in die Lage, die Volksdichte und das ethnographische Bild des Landes kennen zu lernen. Die Struktur des Volkskörpers unterrichtet uns über seine Rassen-, Nationalitäten-, Religions-, kulturelle, soziale und Berufszusammensetzung. Endlich führt uns die Entwicklungsgeschichte die vorgeschichtliche und geschichtliche Entwicklung dieses Volkskörpers vor Augen.

1. Volkskörper und Staatsraum.

Der estnische Staatsraum als Ökumene lässt noch etliche leere Stellen erkennen. Diese leeren Stellen der estnischen Ökumene sind an die zahlreichen Sümpfe und Moore des Landes gebunden. Bilden sie doch — wie schon bekannt — etwa 15% des Staatsgebietes (vergl. S. 61 u. 74). Ein Vergleich der Volksdichtekarte mit der Karte der Produktivität des Bodens¹ lässt erkennen, dass das etwa 6600 (genauer 6604) qkm

1) Riigi Statistika Keskbüroo, Eesti Statistiline Album, Vihk I: Maa ja Rahvas. — Bureau Central de Statistique de l'Esthonie,

umfassende unproduktive Land die leeren Stellen der estnischen Ökumene bildet. So z. B. die sumpfigen und moorigen Niederungen im Kreis Pärnu (Pernauser Kreis) oder in der nördlichen Peipusniederung, wo grosse Gebiete mehr als 30% unproduktiven Boden aufweisen.

Abgesehen von diesen leeren Stellen der estnischen Ökumene ist der Staatsraum heute schon ganz bewohnt, wenn auch die **Volksdichte** noch eine recht geringe ist. Mit 24 Menschen auf 1 qkm nimmt Eesti in Europa einen Platz in der fünften Volksdichtekategorie ein, es gehört also in die Staatengruppe mit einer Volksdichte zwischen 15—30 Seelen auf 1 qkm¹. Eesti weist also diesbezüglich osteuropäischen Charakter auf und steht dem heutigen europäischen Russland (ca 25) nahe. Wenn wir aber Eesti im Vergleich mit dem übrigen Ostseegebiet betrachten, so entspricht seine Volksdichte derjenigen von Südfinnland und Mittelschweden, und unterscheidet sich von dem angrenzenden Teil Russlands. Hier im Osten verläuft der warägische Grenzsaum; östlich von Eesti befindet man sich schon in einer Volksdichtezone, in der nur 10—20 Menschen auf 1 qkm kommen². — Die Volksdichtekarte Eestis (siehe Abb. 36) spiegelt die Produktivität des Bodens wider. Recht auffallend ist, dass Süd-Eesti im allgemeinen mehr bewohnt ist, als Nord-Eesti. Man denke hier nur an die hydrographische Verschiedenartigkeit dieser zwei Gebiete. Süd-Eesti ist hauptsächlich das Land der Seen, die aber ohne den estnischen Teil des Peipus kaum 1% (etwa 420 qkm) des ganzen Staatsgebietes beanspruchen. Im Gegensatz dazu ist Nord-Eesti ein stark versumpftes Land, in dem die Sümpfe und Moore etwa 15% des ganzen Staatsgebietes bedecken (vergl. S. 59 u. 61). Als Volksdichtezentren kann man in Eesti im Südosten des Landes den Petseri- (Petschurschen) Kreis betrachten, ferner nach Nordwesten fortgesetzt Volksdichteanhäufungen in der Umgebung von Võru (Werro), dem Virtsjärv (Wirtzjärv), Tartu

Album Statistique, Volume I: Territoire et Population. Tallinn [Reval] 1925. S. 14 u. 19.

1) M. Haltenberger, 'The Politico-Geographical Types of European States. — The Bulletin of the Geographical Society of Philadelphia. Philadelphia 1926. S. 29 u. Karte 5a.

2) M. Haltenberger, Gehört das Baltikum etc. S. 11.

R. Reinhard, Weltwirtschaftliche und Politische Erdkunde. 4. Aufl. Breslau 1925. Abb. 120 auf S. 165.



Abb. 36. Volksdichtekarte von Eesti (vereinfacht nach dem „Eesti Statistiline Album“). Zu S. 80.

(Dorpat), Jõgeva (Laisholm), Tallinn (Reval), wie auch auf beiden Seiten dieser mittleren grossen Zone an der Nordostecke des Peipus und auf der Halbinsel Sõrve (Sworbe) auf Saaremaa (Ösel). Diese Akkumulationszentren sind allerdings bescheideneren Charakters, wie dies die folgenden Volksdichtewerte der einzelnen Kreise zeigen¹:

Harju (Harrien)	38.0	Viljandi- (Fellinscher) Kreis	19.8
Petseri-(Petschurscher)Kreis	36.1	Järva (Jerwen)	19.5
Tartu- (Dorpat) Kreis . . .	31.0	Saare- (Öselscher) Kreis . .	19.3
Valga- (Walkscher) Kreis . .	26.3	Pärnu- (Pernauscher) Kreis	18.0
Viru (Wierland)	21.4	Lääne (die Wiek)	15.9
Võru- (Werroscher) Kreis . .	20.9		

Harju und Petseri sind die bestbesiedelten Gebiete; und der Westen des Landes, wo die grossen, sumpfigen Flächen vorkommen, das am wenigsten bewohnte. Auffallend ist neben dem verhältnismässig grossen Petseri-Dichtegebiet die kleinere räumliche Ausdehnung der anderen; im wesentlichen stellen nur die Städte Tartu (Dorpat) und Tallinn (Reval) eine grössere Akkumulation der Bevölkerung dar. Die drei bedeutendsten Dichtezentren sind aber nicht gleichen Charakters, da im Harju- und Tartu-Kreis die städtische Bevölkerung (59 u. 33%), im Petseri-Kreis dagegen die grosse ländliche Bevölkerung (97%) diese Verdichtung hervorruft².

Das **ethnographische Bild** Eestis (siehe Abb. 37) ist recht homogen. Den grössten Teil des Landes bewohnen die Esten (87.7%). Nur der Osten und Westen zeichnet sich durch eine bedeutendere russische bez. schwedische Bevölkerung aus. Diese zwei nationalen Minderheiten sitzen an den zwei geschichtlichen Grenzen des Landes, als Kennzeichen sowohl der geschichtlichen Vergangenheit wie auch der geographischen Lage Eestis. Das Russentum ist besonders stark im Petseri-Kreis vertreten, wo etwa 64% der Bevölkerung russisch ist. Es ist dies die alte russische Ecke des Landes, die früher nie zu den baltischen Provinzen gehört hat. Nur die geographische Verbreitung des Deutschtums ist noch von Interesse, da dies in den zwei Kulturzentren des Staates, in Tallinn und Tartu, eine beachtenswerte Prozentzahl aufweist.

1) Riigi Statistika Keskbüroo, Eesti Statistiline Album etc. S. 19.

2) Riigi Statistika Keskbüroo, Eesti Statistiline Album etc. S. 18.

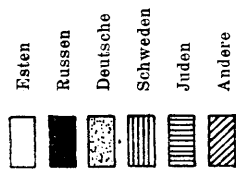
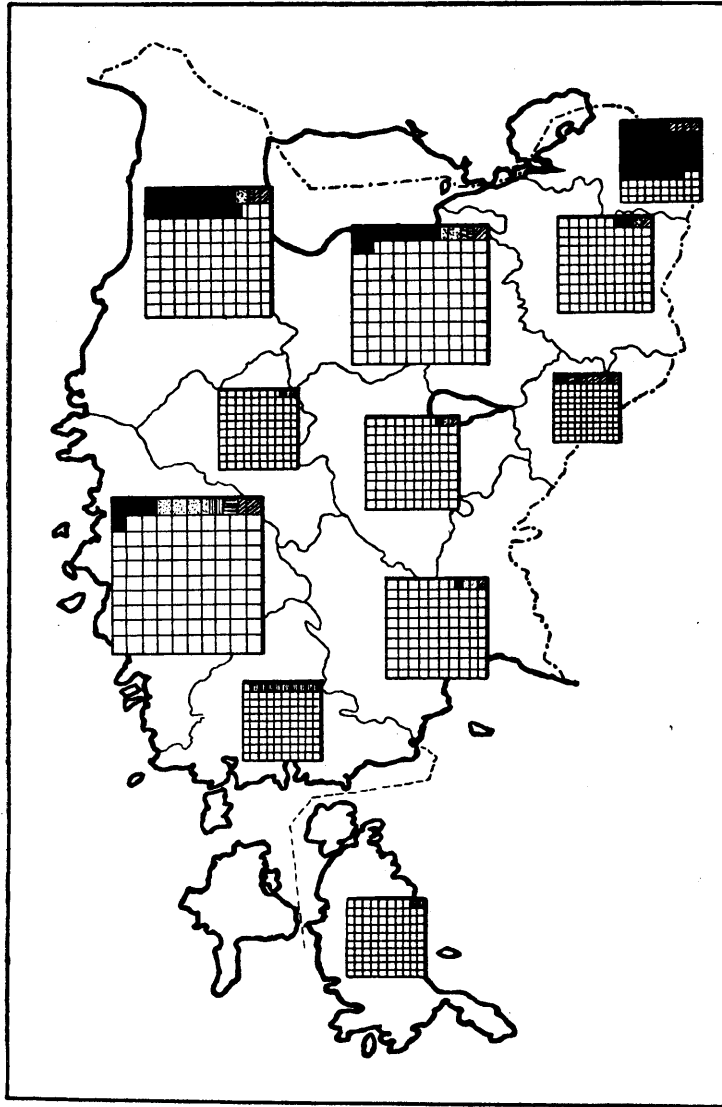


Abb. 37. Nationalitätenkarte von Eesti (nach dem „Eesti Statistiline Album“). Zu S. 82.

Die Deutschen sind ihrer geschichtlichen Rolle nach hauptsächlich Städtebewohner und Grundbesitzer gewesen, heute aber wegen der Agrarreform nur Städtebewohner. In Tallinn bilden die Deutschen etwa 5·6% der Bevölkerung, und in Tartu etwa 6·4%¹. Als Grundbesitzer haben sie ihre frühere Rolle fast gänzlich eingebüsst, der Grundbesitz wurde unter die Esten verteilt. Auf diese Frage kommen wir noch in der Besprechung der sozialen Zusammensetzung des Volkskörpers zurück. (Vgl. S. 103—4.)

2. Struktur des Volkskörpers.

Der Volkskörper Eestis ist aus Volkselementen aufgebaut, die manche Verschiedenheiten ihrer Rasse nach, ihrer Nationalität, Religion, Kultur, ihrem sozialen Leben und ihrer Erwerbstätigkeit nach aufweisen.

a) Der Rasse nach wird das Land in der Hauptsache von einem Menschenschlag bewohnt, der zu der weissen Rasse gehörig genannt werden kann. „Rassenkundlich“ ist es das Gebiet der ostbaltischen und der nordischen Rasse, wie aus der Karte von Hans F. K. Günther ersichtlich ist². Von den fünf europäischen Rassen (nordische, westische, dinarische, ostische und ostbaltische) sind die ostische und ostbaltische diejenigen, welche einen asiatischen Menschenschlag aufweisen. Die ostbaltische Rasse steht aber nach der Darlegung von Günther der „innerasiatischen“ Rasse näher als die ostische, die zwar ebenfalls „kurzgewachsen, kurzschädlig, breitgesichtig“ ist, aber braunes oder schwarzes Haar, braune Augen und gelblichbräunliche Haut hat³. Allerdings erscheint die ostbaltische Rasse heute schon nicht mehr rein, da sie schon früh mit der nordischen Rasse⁴ in Berührung kam, was schon aus alten indogermanischen Lehnwörtern in den finnisch-ugri-

1) Riigi Statistika Keskbüroo, 1922 a. Üldrahvalugemise Andmed, Vihk II. Üleriikline Kokkuvõte. Tabelid. — Bureau Central de Statistique de l'Estonie, Résultats du Recensement de 1922 pour toute la République. Tome II. Tableaux Synoptiques. Tallinn [Reval] 1924. S. 64—65.

2) Hans F. K. Günther, Rassenkunde des deutschen Volkes. 6. Aufl. München 1924. S. 234.

3) H. F. K. Günther, a. a. O. Karte XV—XVIII auf S. 232—33.

4) Die nordische Rasse hat folgende anthropologische Merkmale: sie ist „hochgewachsen, langschädlig, schmalgesichtig“, hat helles Haar, helle Augen und rosige Haut (Günther, S. 23).

schen Sprachen ersichtlich ist. Die Vermischung mit den nordischen Stämmen, und vor allem mit den Urslaven, bedingte aber auch, „dass ein sehr grosser Teil der ostbaltischen Stämme die slawische (also eine indogermanische) Sprache übernahm“. Zu der ostbaltischen Rasse gehören heute in Europa drei Völker: a) die Finnen und die mit ihnen verwandten Völker wie z. B. die Esten, b) die Grossrussen, und c) die Magyaren. Von diesen haben die Magyaren ihre ostbaltische Rasse am wenigsten rein erhalten; von den Finnen zeigen nur die Bewohner Südwest-Finnlands nordisches Blut, die übrigen sind ebenso wie die eine slawische Sprache sprechenden Grossrussen vorwiegend ostbaltisch. Als Urheimat der ostbaltischen Rasse wird das Gebiet zwischen Moskau und Kasan, oder das grössere Gebiet zwischen Moskau und dem Ural angesehen¹.

In welchem Masse sich die ostbaltische Rasse auf estnischem Boden rein erhalten hat, dazu bedarf es näherer rassenkundlicher Untersuchungen. Es wäre unbedingt notwendig zu ermitteln, in welchem Masse die 87·7% Esten trotz Mischungen mit ihren Mitbewohnern die ostbaltische Rasse bewahrt haben, und in welcher Menge nordisches Blut in ihren Adern fliesst. Besonders in dem westlichen Kontakthof konnte die ostbaltische Rasse Veränderungen ausgesetzt sein; eine Tatsache, die schon aus der Berührung mit dem Deutschtum, den Schweden und Südwest-Finnen zu verstehen ist. Das Ostseegebiet erscheint auch rassenkundlich als ein Bereich für sich, die nordische Rasse griff aus Skandinavien über die Ostsee auf die Gegengestade in Norddeutschland, im Baltikum und in Südwest-Finnland über.

Für unsere weitere rassenkundliche Betrachtung ist nur die Estenfrage von Bedeutung. Die „anthropologischen Merkmale“ der Esten haben wir schon oben angegebenen. Bemerkt seien hier noch „die kräftigen Wangenbeine, die bedeutende Breite der Jochbogen und besonders das breite, starke, vorspringende Kinn“². Über das Gehirngewicht lässt sich nach den Untersuchungen von R. Weinberg und H. Madisson³ feststellen, dass

1) H. F. K. Günther, a. a. O. S. 23—25, 268, 269—70.

2) G. Buschan, Illustrierte Völkerkunde. Bd. II, Zweiter Teil, Europa und seine Randgebiete. Stuttgart 1926. S. 982.

3) R. Weinberg, Die anthropologische Stellung der Esten. Berlin 1903. S. 45.

H. Madisson, Sugemeid eestlaste aju kaalust. [Angaben über das Gehirngewicht der Esten.] Tartu [Dorpat] 1925. S. 3, 6.

bei den Esten die Verhältnisse ähnlich liegen wie bei den anderen europäischen Völkern. Auf Grund von 225 Gehirnuntersuchungen durch Madisson ergab sich, dass das Gewicht bei Männern 1413 und bei Frauen 1271 g beträgt. Das Gehirn der Esten ist also gut entwickelt, in welchem Sinne sich auch der Anatom der Universität Tartu (Dorpat), A. Sommer, auf Grund langjähriger Erfahrung geäußert hat¹.

b) Eine kurze Andeutung über die **Nationalitätenfrage** enthielt schon die ethnographische Karte, auf der wir die geographische Verteilung der Nationalitäten auf estnischem Boden kennen gelernt haben. Die Nationalitätenstruktur zeigt das starke Überwiegen des Estentums. Die Statistik vom Jahre 1922 zeigt folgenden Querschnitt durch den Volkskörper²:

Esten	970.000	(969.976)	87·7%
Russen	91.000	(91.109)	8·2
Deutsche	18.000	(18.319)	1·7
Schweden	8.000	(7.850)	0·7
Juden	5.000	(4.566)	0·4
Andere	15.000	(14.508)	1·3 ³
Nichtbekannte	—	(731)	—

Die völkische Struktur Eestis ist also in bezug auf seine Nationalitäten recht homogen. Die nationalen Minderheiten sind vor allem die Russen, Deutschen, Schweden und Juden. Die Russen verleihen mit ihren eigenartigen Kirchenbauten manchen Gegenden ein echt russisches Gepräge. Ich erinnere hier nur an die russische Klosterstadt Petseri (Petschur), deren Bild in der Landschaft eben durch die vielen blau- und grün bemalten und mit Sternen reichlich verzierten zwiebelartigen Türme bestimmt wird. (Siehe Abb. 38 und 39.) Das Deutschtum, welches den alten Adel in den ehemaligen russischen Ostseeprovinzen bildete, nimmt heute stark ab. Ich führe

1) H. Madisson, a. a. O. S. 14.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 25.

Riigi Stat. Keskb., 1922 a. Üldrahvalugemise Andmed, Vihk II etc. S. 64—65.

3) In Otto Hübner's Geographisch-statistischen Tabellen, 68. Ausg. Wien 1925, auf S. 21 ist ein Druckfehler (0·3).

hier nur die zwei wesentlichsten Städte des Deutschtums, Tallinn (Reval) und Tartu (Dorpat), an¹:

T a l l i n n			T a r t u		
1820	5.540	42·9 ⁰ / ₁₀₀			
1871	10.020	34·4 „			
1881	12.737	27·8 „	1881	10.486	35·2 ⁰ / ₁₀₀
1897	10.297	17·5 „	1897	7.020	16·6 „
1913	12.424	10·7 „			
1918	7.691	7·3 „			
1922	6.904	5·6 „	1922	3.210	6·4 „



Abb. 38. Das orthodoxe Kloster von Petseri [Petschur]. Zu S. 86.

Beide Städte sind also jetzt schon keine Städte mehr mit starkem deutschem Einschlag, obwohl vor 40 Jahren noch etwa $\frac{1}{3}$ der Bevölkerung deutsch war; heute nur 5·6⁰/₁₀₀ in Tallinn und 6·4⁰/₁₀₀ in Tartu. Die Schweden Eestis sind insofern von Bedeutung, als sich hier eine alte Mundart und eine altertümliche

1) Riigi Stat. Keskb., 1922 a. Üldrahvalugemise Andmed, Vihk II etc. S. 64--65.

Linna Statistika Büroo, Tallinna linna Statistiline aastaraamat 1924, I. aastakäik. — Statistisches Jahrbuch der Stadt Tallinn (Reval) 1924, I. Jahrgang. Tallinn 1925. S. 16.

Tartu Linna Valitsuse Statistika Büroo [Statistisches Amt der Dorpater Stadtverwaltung], schriftliche Mitteilung.

Kultur¹ erhalten hat, auch ihre Volkstracht², besonders auf der Insel Hiiumaa (Dagö), Vormsi (Worms), Noarootsi (Nuckö), Pakri saared (Rogö-Inseln) und Ruhnu (Runö), haben sie bewahrt. Auffallend ist gegenüber den Russen, Deutschen und Schweden, deren geographische Verbreitung die ethnographische Karte zeigt, die geringe Zahl der Juden. Eesti weist diesbezüglich nordeuro-



Abb. 39. Kirchliche Prozession in Petseri [Petschur]. Zu S. 86.

päischen Charakter auf; in allen diesen Ländern bleibt die Prozentzahl der Juden weit unter 1, dagegen steigt sie plötzlich, sobald man südwärts nach Lettland kommt. In Litauen und Polen steigt diese Zahl noch höher an, und erreicht in Polen ihren Höhepunkt. In Lettland gibt es schon 5% Juden, in Litauen fast 8, und in Polen sogar über 10%³.

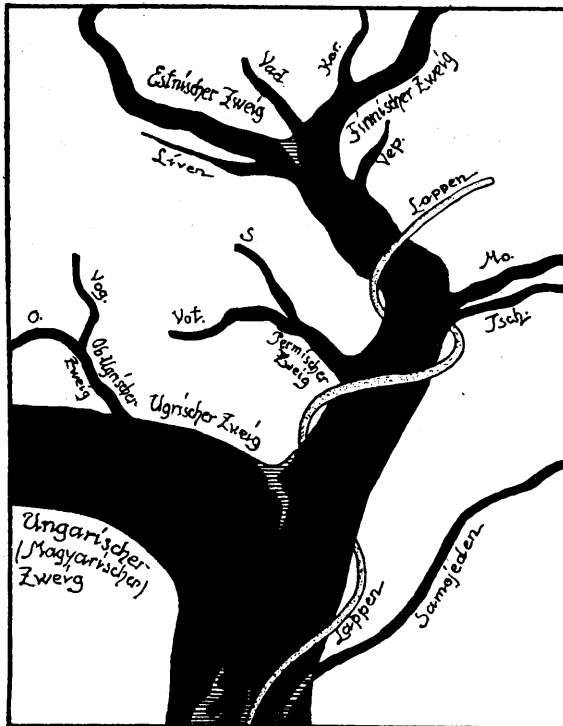
Für das ganze völkische Bild des Landes sind die Esten von besonderem Interesse. Dieses kleine Volk ist eigenartig in seiner Sprache, in seinen ethnographischen und demographischen

1) G. Buschan, a. a. O. S. 159.

2) Axel O. Heikel, Die Volkstrachten in den Ostseeprovinzen und in Setukesien. — Suomalais-Ugrilainen Seura: Kantsatieteellisiä julkaisuja. — Société Finno-Ougrienne: Travaux ethnographiques. IV. Helsingfors 1909. S. 72—92.

3) Nach Hübner sind diese Prozentzahlen etwa folgende: Finnland 0·04

Verhältnissen. Ihrer Sprache nach gehören die Esten mit ihren nordischen und südlichen Brüdern, den Finnen und Magyaren, und mit anderen kleinen Völkern zusammen zu dem „uralischen“ Stamm, dessen Urheimat mehrere Jahrtausende vor Chr. diesseits des Ural war. (Siehe Abb. 40.) Von diesem alten einheitlichen Stamm des uralischen Sprachbaumes trennte sich zu allererst ein dünner



- Kar. = Karelrier.
 Vad. = Woten.
 Vep. = Wepsen.
 Mo. = Mordwinen.
 Tsch. = Tscheremissen.
 S. = Syrjänen.
 Vot. = Wotjaken.
 Vog. = Wogulen.
 O. = Ostjaken.

Abb. 40. Sprachbaum der finnisch-ugrisch-samojedischen Völker nach N. Tann und L. Kettunen¹.

Zweig, der Zweig der Samojuden los, während der dicke Stamm als der der „finnisch-ugrischen“ Völker weiterlebte, und zwar etwa (im Jahre 1922), Norwegen 0·08 (1920), Schweden 0·1 (1920), Dänemark 0·2 (1921), Eesti 0·4 (1922), Lettland 5·0 (1920), Litauen 7·7 (1923), und Polen 10·5 (1921).

Vergl. auch die schon etwas alte (1881), aber immerhin recht anschauliche Karte der Verteilung der Juden in Mitteleuropa in Günthers Rassenkunde des deutschen Volkes, auf S. 421.

1) N. Tann ja L. Kettunen, Urali (Soome-Ugri-Samojeedi) rahvaste hargnemis- ja keelepuu. Tallinna Eesti Kirjastus-Ühisuse kivitrukk. — [N. Tann und L. Kettunen, Verzweigungs- und Sprachbaum der uralischen (finnisch-ugrisch-samojedischen) Völker. Steindruck der Revaler Estnischen Verlagsgesellschaft.]

in dem Zeitraum zwischen 3000—2000 v. Chr. Mit der Zeit teilte sich dieser finnisch-ugrische Stamm in zwei, etwa gleichwertige Zweige: in den ugrischen und den „finnisch-mordwinischen“ Zweig. Dieser finnisch-mordwinische Zweig ist nun ferner für die Esten von Belang. Nach der Abtrennung der permischen Sprachen und der tscheremissischen und mordwinischen Sprache lebte der Stamm als „gesamtfinnischer“ oder der Stamm der „Ostseefinnen“ weiter. Die Gabelung der Ostseefinnen zeigt endlich die nahe Verwandtschaft der Esten mit den eigentlichen Finnen. Die Darstellung dieses uralischen oder finnisch-ugrisch-samojedischen Sprachbaumes von N. T a n n und L. K e t t u n e n lässt aber auf der anderen Seite auch deutlich erkennen, dass die Esten mit den Magyaren schon weniger nahe verwandt sind. Nur die Konstruktion der Sprache und die gleiche Betonung der ersten Silbe der Wörter, wie auch einige wenige, aus demselben Urstamm stammende Wörter¹ verraten die Sprachverwandtschaft zwischen Esten und Magyaren, sonst unterscheiden sich die zwei Sprachen bezüglich ihres Wortschatzes sehr wesentlich voneinander. Die Esten und die Finnen gehören zu der finnischen Gruppe, die Magyaren zu der ugrischen Gruppe, wie auch aus dem Diagramm von E. N. S e t ä l ä deutlich zu ersehen ist. (Siehe Abb. 41.)

Eesti ist noch kaum seinem ethnographischen Zeitalter entwachsen. Die viele Jahrhunderte dauernde Knechtschaft

1) Als Beispiele kann ich hier folgende anführen:

	estnisch	magyarisch	
Hand	käsi	kéz	} (z gleich franz. z, é = ē)
Wasser	vesi	víz	
Butter	või	vaj	
Fisch	kala	hal-	
Blut	veri	vér (é = ē)	
Eis	jää	jég	
Auge	silm	szem (sz gleich franz. s)	
Stein	kivi	kő	
Holz	puu(=pu)	fa	} p = f
Kopf	pea(pää)	fő, fej	
alt	vana	vén (é = e)	
waschen	mõskma	mosni	
gehen	minema	menni	
drei	kolm	három (á = ā)	
was	mis	mi	

(Vergl. J. S z i n n y e i, Finnisch-ugrische Sprachwissenschaft. (Sammlung Göschel.) Leipzig 1910.)

des Volkes bewahrte noch bis Ende des 19. Jahrhunderts die Hausindustrie, die volkstümlichen Bräuche und die Volkskunst. Eesti ist noch immer ein reiches Feld für Folkloristen, und ebenso wie in Finnland wird auch hier von ihnen recht Tüchtiges geleistet¹. In dem ethnographischen Leben spiegelt sich die geographische Lage und die Geschichte des Landes wider. Es war der Einfluss des Westens viel stärker als der des Ostens, so dass die Esten auch diesbezüglich bedeutend von den Russen abstecken. Die zweihundertjährige russische Herrschaft vermochte trotz ihrer gewaltsamen Russifizierung den westlichen Einfluss der dreihundertjährigen deutschen Ordensherrschaft und der fast zweihundertjährigen schwedischen, vorübergehend in einigen Teilen des Landes auch dänischen und teilweise auch polnischen Herrschaft nicht zu verwischen (vergl. S. 7). Dieser westliche Einfluss hatte in dem estnischen Volkswesen viel tiefer Wurzel gefasst, und Russland hatte noch nicht die genügende Zeit gehabt, ihn zu zerstören. Nur in der Religion hatte es schon Erfolge gehabt, worauf wir aber noch zurückkommen wollen.

Die ethnographische Eigenart² des Volkslebens äussert sich sowohl auf physiologischem wie auch auf psychologischem Gebiet. Ich erinnere an dieser Stelle nur an die primitiven Naturbedürfnisse, wie Nahrung, Kleidung, und an die psychologischen Äusserungen des Volkslebens, wie Bräuche und Volkskunst.

Inbezug auf die *Nahrung* äussert sich die nördliche Natur des Landes in der Weise, dass hier das Roggenbrot, die Kartoffel und der Kohl die wichtigsten Nahrungsmittel sind. Ferner sind Breie und Suppen aus Mehl und Grützen zu nennen. Der estnische Bauer liebt den salzigen und sauren Geschmack sehr.

1) Zu nennen sind J. Hurt, M. J. Eisen, O. Kallas, W. Anderson.

2) I. Manninen, Eesti rahvateaduslik ülevaade [Ethnographische Übersicht von Eesti] im Sammelwerk „Eesti“. Tartu [Dorpat] 1925. S. 204 ff.

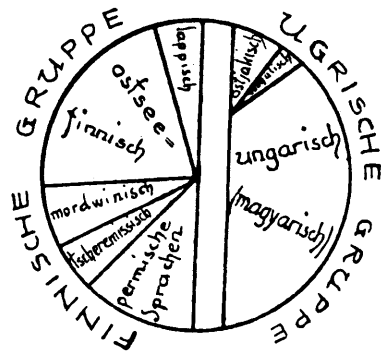


Abb. 41. Diagramm der finnisch-ugrischen Sprachen nach E. N. Setälä.
Zu S. 90.

Auch die Milch trinkt er lieber sauer, frische Milch liebt er weniger. Den Fisch isst er auch seltener frisch, sondern gesalzen, geräuchert oder getrocknet. Als Nationalgetränk gilt das Gerstenbier, das auf den Inseln noch zu Hause gebraut wird.



Abb. 42. Werktägliche Tracht der Eesten von Muhumaa [Insel Mooni]. (Übernommen aus dem Sammelwerk „Eesti“ mit Genehmigung des Kultusministeriums.)

Die *Kleidung* der Eesten ist besonders auf den westlichen Inseln und im Petseri- (Petschurschen) Kreis von grosser anthropogeographischer Bedeutung. Das Konservierungsvermögen der Inseln bedingte, dass es nirgends auf dem Festlande Eestis eine so weit differenzierte Tracht gibt wie auf den Inseln. (Siehe Abb. 42.)

Auf der Insel Saaremaa (Ösel) gibt es sogar in jedem Kirchspiel¹ eine besondere Tracht. Recht stark ist der westliche Einfluss in der Tracht der Inselbewohner, und man findet hier sogar Züge, die mit den Bürgertrachten Westeuropas vom Mittelalter



Abb. 43. Setukesische Volkstracht. (Übernommen aus dem Sammelwerk „Eesti“ mit Genehmigung des Kultusministeriums.) Zu S. 94.

1) Die Kirchspiele (kihelkond) sind geschichtliche und kirchliche Raumeinheiten, welche heute nur eine geschichtliche und keine administrative Bedeutung mehr haben. Ihre Grösse ist verschieden. Im Tartu- (Dorpat) Kreis schwankt ihre Grösse etwa zwischen 200 u. 700 qkm. Gewöhnlich gehören hier 3—4 Gemeinden zu einem Kirchspiel. (J. R u m m a, Die Heimatforschung in Eesti. — Public. Instit. Univ. Dorpat. Geogr. № 4. Tartu (Dorpat) 1925. S. 7—8.)

bis zum 19. Jahrhundert verwandt sind. Schon die verschiedenen Farben der Röcke sind charakteristisch für die Verschiedenartigkeit auf den einzelnen Inseln. Auf der Insel Hiiumaa (Dagö) tragen die Frauen mit breiten grellroten Streifen versehene Röcke, auf der Insel Saaremaa (Ösel) dunkle Röcke, und auf Muhu (Moon)

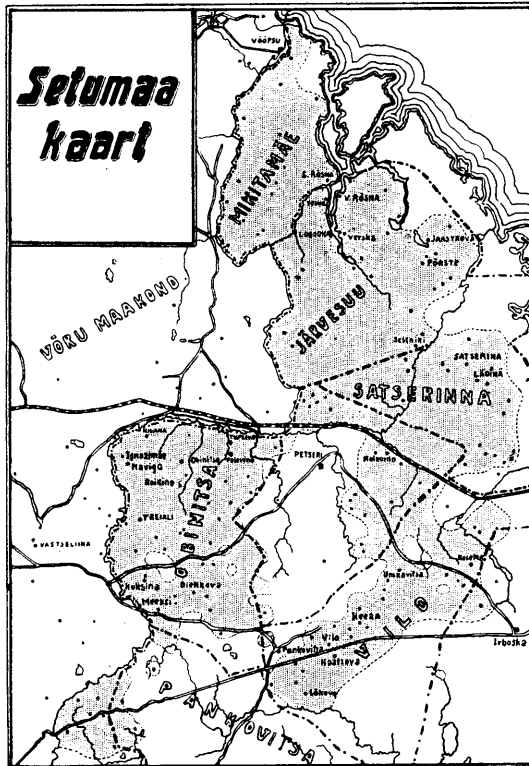


Abb. 44. Ethnographische Karte von Petserimaa [Petschurscher Kreis]. (Mit Genehmigung übernommen aus dem „Jahrbuch des Estnischen Nationalmuseums“. Zu S. 95.

orange gelbe. — Eigenartig in der Volkstracht sind ferner die Bewohner des „Petseri-Kreises“ (siehe Abb. 43). Es ist dies die russische Südostecke Eestis, welche — wie schon erwähnt — nie zu den baltischen Provinzen gehört hat¹. In dem ehemaligen Gouvernement Pleskau bildete dieses Gebiet einen ethnographischen Grenzraum des Estentums, und dieses Verhältnis spiegelt sich auch in seinem Volks-

1) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 7.

tum wider. Es wohnen hier etwa 20.000 Esten und 40.000 Russen¹. Die dortigen Esten sind, von den in neuerer Zeit eingewanderten eigentlichen Esten abgesehen, die orthodoxen sog. *Setukesen*. Es ist dies die ethnographische Kontaktzone, ein Übergangsbereich, dessen Bevölkerung auch schon bezüglich seiner Sprache in starker Umwandlung begriffen ist. Sie sprechen eine vom Russischen stark beeinflusste estnische Sprache, mit russischem Akzent. Durch Mischehen mit den Russen sind viele Setukesen dem Estentum gänzlich verloren gegangen. Deshalb zeigt auch ihre Verbreitungskarte (siehe Abb. 44) keinen geschlossenen Raum, er ist vielmehr schon von russischen Enklaven durchsetzt und hat einen recht unregelmässig verlaufenden Umriss². — Was die Kleidung der Setukesen anbetrifft, so ist der lange grauweisse Mantel der Frauen und das eigenartige Tragen des Hemdes über der Hose bei den Männern recht charakteristisch. Besonders letzteres beweist starken russischen Einfluss; der grauweisse Mantel der Frauen dagegen ist eine mehr modifizierte russische Tracht. Es sind bei den Setukesen aber auch einige den estnischen ähnliche Kleidungsarten erhalten geblieben, z. B. die Kopfbedeckung der Frauen.

Als psychologische Äusserungen des Volkslebens nannte ich die Bräuche und die Volkskunst. Als *Bräuche* stehen die drei wichtigsten Momente des menschlichen Lebens an erster Stelle. Die Bräuche bei der Geburt, bei der Hochzeit und bei dem Ableben des Menschen sind in manchen Gegenden Estis recht eigenartig. Ich gedenke hier wiederum der Setukesen und der Esten. Das Gedächtnismahl auf dem Grabe des Verstorbenen (siehe Abb. 45) bei den Setukesen, und die Geburt in der Badestube oder in dem Stall bei den Esten sind die eigenartigsten Bräuche.

Charakteristisch für die estnische *Volkskunst* sind die beachtenswerten Strickereien der Frauen, und die recht grosse Kunstfertigkeit der Männer in der Holzschnitzerei. Die eigen-

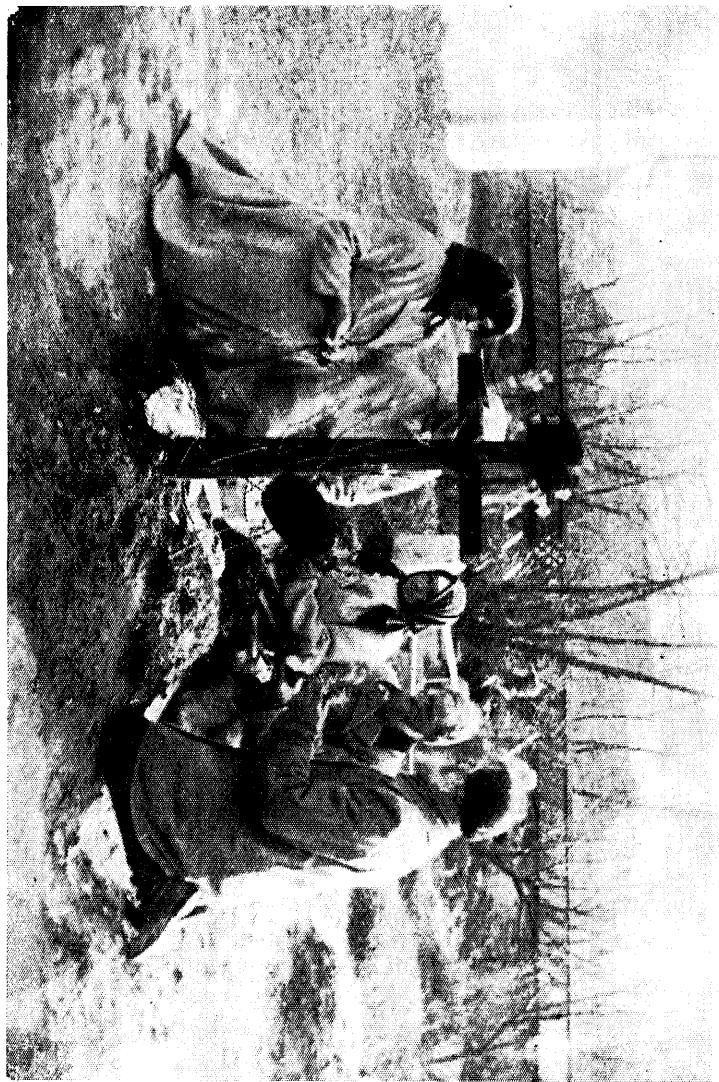
1) Riigi Stat. Keskb., 1922 a. Üldrahvalugemise Andmed. Vihk II etc. S. 64—65.

W. Buck, *Petseri eestlased*. [Die Esten von Petschur.] Tartu [Dorpat] 1909. S. 11.

2) J. Manninen, *Setude ehitused* [Die Gebäude der Setukesen] in „Eesti Rahva Muuseumi Aastaraamat I“ [Jahrbuch I des Estnischen Nationalmuseums]. Tartu [Dorpat] 1925. S. 54. — Deutsches Referat auf S. 150—53.

artigen bunten estnischen Handschuhe, wie auch die Gürtelwebereien erheben die estnischen Frauen über die Finnländerinnen. Die reichlich verzierten Bierschoppen, wie auch die Löffel und

Abb. 45. Gedächtnismahl der Setukesen auf dem Grabe eines Verstorbenen. (Mit Genehmigung übernommen aus dem „Jahrbuch des estnischen Nationalmuseums“.) Zu S. 95.



Badeeimer sind als Volkskunstgegenstände der Männer zu erwähnen. Im allgemeinen haben die Esten ein Verständnis für die Verschönerung der Kleidung, aber nicht für die der Wohnung, die noch recht schlicht ist.

Das demographische Bild Eestis vergegenwärtigt die Bevölkerungsbewegung. Geburtenkoeffizient und Sterbekoeffizient sind hier von geographischem Interesse, denn sie bestimmen die Gesundheit der Bevölkerungsbewegung. Eesti steht in dieser Hinsicht sehr nahe am Abgrunde¹. Sein Geburtenkoeffizient betrug im Jahre 1923 ohne Totgeborene 19·3 (mit den Totgeborenen 19·4), und sein Sterbekoeffizient ohne Totgeborene 14·9 (mit den Totgeborenen 15·0) auf 1000 Einwohner. Es zeigt also Verhältnisse wie etwa in Frankreich (19·4 bez. 17·0), was ein recht bedenkliches Symptom ist. Vergleicht man seine Verhältnisse mit jenen Russlands vor dem Weltkriege (1909), so fällt es auf, dass das Russentum eine viel gesündere Bevölkerungsbewegung aufwies (44·0 bez. 28·9). Besonders das reiche ukrainische Tschernosemgebiet zeichnete sich durch die gesunden Verhältnisse aus; allerdings darf nicht verschwiegen werden, dass auch der Sterbekoeffizient ein ziemlich grosser war. — Bezüglich des Sterbekoeffizienten aber gehört Eesti zu den sanitär entwickelteren Staaten des Ostseegebietes, denn dieser nähert sich im Gegensatz zu den südeuropäischen Staaten immer mehr der Zahl 10 v. T., und überschreitet nicht wie dort die 20 v. T. Eine Auswahl aus der Statistik wird also die geographische Lage Eestis in bezug auf diese Faktoren folgenderweise charakterisieren²:

1) H. B. R a h a m ä g i, Eesti rahva sündivuse vähenemise põhjused ja teed selle nähtuse kõrvaldamiseks. [Die Ursachen des Geburtenrückganges bei den Esten und die Wege zur Beseitigung dieser Erscheinung.] Tartu [Dorpat] 1923. (Im Manuskript.)

2) O. H ü b n e r, a. a. O.

Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 27, 28.

Централън. Стат. Ком. М. В. Д., Статистическій Ежегодникъ Россіи 1912 г. Годъ девятый. С. Петербургъ 1923 г. Отд. II, стр. 3—4. — Comité Central de Statistique — Ministère de l'Intérieur, Annuaire Statistique de la Russie 1912. (Neuvième Année.) St.-Petersbourg 1913. Abt. II. S. 3—4.

Die statistischen Angaben sind nicht überall auf dieselbe Basis bezogen, da sie die Totgeborenen teilweise beim Geburten- und Sterbekoeffizienten berücksichtigen, teilweise aber nicht, oder nur in dem Geburten- bez. dem Sterbekoeffizienten.

Es muss auch fernerhin betont werden, dass die nachkriegszeitlichen Werte oft anormale Verhältnisse aufweisen, wie aus den Geburtenkoeffizienten Deutschlands vom Jahre 1913 (27·5) und 1923 (20·9) zu ersehen ist.

		Geburten- koeff.	Sterbe- koeff.		Geburten- koeff.	Sterbe- koeff.	
		v. T.	v. T.		v. T.	v. T.	
Finnland	(1923)	23·7	13·7	Schweden	(1923)	18·8	11·4
Eesti	(1923)	19·4	15·0	Norwegen	(1923)	23·8	11·8
Lettland	(1923)	21·9	13·7	Dänemark	(1922)	22·3	11·9
Litauen	(1923)	28·1	14·7				
		Geburten- koeff.	Sterbe- koeff.		Geburten- koeff.	Sterbe- koeff.	
		v. T.	v. T.		v. T.	v. T.	
Frankreich	(1923)	19·4	17·0	Italien	(1923)	29·3	16·6
Deutschl.	{ (1913)	{ 27·5	{ 15·0	Spanien	(1923)	30·5	20·7
	{ (1923)	{ 20·9	{ 13·9	Portugal	(1921)	31·8	20·1
Ungarn	(1923)	28·4	19·2	Rumänien	(1922)	37·2	22·8
				Bulgarien	(1921)	40·0	22·0
					Geburten- koeff.	Sterbe- koeff.	
					v. T.	v. T.	
Gouvernement Estland	(1909)	. . .	. . .		25·8	17·9	
„ Livland	„	. . .	. . .		23·3	18·0	
„ Kurland	„	. . .	. . .		21·6	16·8	
„ Kowno	„	. . .	. . .		29·0	19·3	
„ Wilna	„	. . .	. . .		33·3	18·7	
„ Pleskau	„	. . .	. . .		42·7	26·9	
„ Witebsk	„	. . .	. . .		35·0	20·4	
„ Minsk	„	. . .	. . .		39·2	19·3	
„ Orenburg	„	. . .	. . .		62·3	40·9	
Europ. Russland ohne Polen	„	. . .	. . .		44·0	28·9	

Das demographische Bild der heutigen Republik Eesti zeigt folgende beachtenswerte geographische Züge der Bevölkerungsbewegung. Am grössten ist der *Geburtenkoeffizient* im Südosten des Landes, im Kreis Petseri, und im Westen und Südwesten (in den Kreisen Saaremaa, Lääne, Pärnu, Valga¹). In diesen Gebieten ist der Geburtenkoeffizient überall über 20 v. T.² Am

1) Betreffs der deutschen Kreisnamen siehe S. 82.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 27.

grössten ist er im Kreis Petseri mit 35 v. T., und am kleinsten in der Mitte der Landes (in den Kreisen Järva und Viljandi), wo er nur 16—17 v. T. beträgt. Auffallend ist also der hohe Geburtenkoeffizient bei den Orthodoxen des Landes, wie dies ein Vergleich mit der Religionskarte¹ zeigt. Dem Kreis Petseri mit 90·9% Orthodoxen folgen die oben erwähnten westlichen und südwestlichen Kreise (Saaremaa mit 39·7%, Pärnu mit 31·6, Valga mit 24·3). Wo die Koeffizientenzahl aber gering ist, lässt sich dieses Verhältnis schon weniger scharf erkennen. Järva z. B. hat eine geringe Koeffizientenzahl und einen geringen Prozentsatz Orthodoxe (4·7), Viljandi dagegen einen geringen Geburtenkoeffizienten und eine beträchtliche Zahl von Orthodoxen (12·6%); letzterer Kreis weist also etwa ebenso viel Orthodoxe auf, wie der Kreis Lääne (12·9), wo aber der Geburtenkoeffizient, wie wir sahen, ein recht grosser war. Hier in der Mitte des Landes müssen also auch andere Ursachen in Betracht gezogen werden. — Der *Sterbekoeffizient* ist wiederum am grössten im Kreise Petseri, 18 v. T., ferner im Westen auf Saaremaa und Lääne (17 v. T.); und am kleinsten im Nordwesten, in Harju, 13². Im Kreise Petseri ist die Unsauberkeit der Russen und Setukesen die Ursache des hohen Sterbekoeffizienten, da hier Epidemien häufiger auftreten. In dem Küstengebiet der Estnischen Zwischengewässer ist wiederum die mit dem Seeleben in Verbindung stehende Erwerbstätigkeit (Fischer- und Seefahrerleben) die Ursache der grösseren Sterblichkeit. Es wäre von geographischem Interesse, die Kirchspiele oder andere kleinere Raumeinheiten Eestis einer demographischer Untersuchung zu unterziehen.

c) Der **Religion** nach ist die Bevölkerung Eestis auch ziemlich einheitlich. (Siehe Abb. 46.) Im Jahre 1922 gab es 78·6% evangelisch-lutherische, 19% Orthodoxe, 1·7% andere Christen, 0·4% mosaischer Religion (Juden), und 0·3% Konfessionslose³. Von geographischer Bedeutung ist, dass recht viele Esten sich zur orthodoxen Kirche bekennen, gibt es doch 19% Orthodoxe und nur 8·2% Russen. In den übrigen 11% sind also ausser den etwa 2% Setukesen noch 9% eigentliche Esten einbegriffen. Die bedeutende Zahl Orthodoxer im Westen von Eesti hat einen

1) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 25.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 28.

3) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 25.

psychologischen und materiellen Grund. Der grosse Hass der Esten gegen die deutschen Barone liess viele von ihnen in die orthodoxe Kirche übertreten, umso mehr da ihnen dafür von der Zarenregierung Land versprochen wurde. In ihrem dürftigen Wirtschaftsmilieu waren sie dazu auch eher zu bewegen, als in den wirtschaftlich besser gestellten östlichen Kreisen, Tartu und Võru, wo die Zahl der Orthodoxen deswegen auch nur 8.2 bez. 8.8% beträgt. Im Südosten und Nordosten des Landes, im Kreise Petseri bez. in Viru, hängt die übergrosse bez.

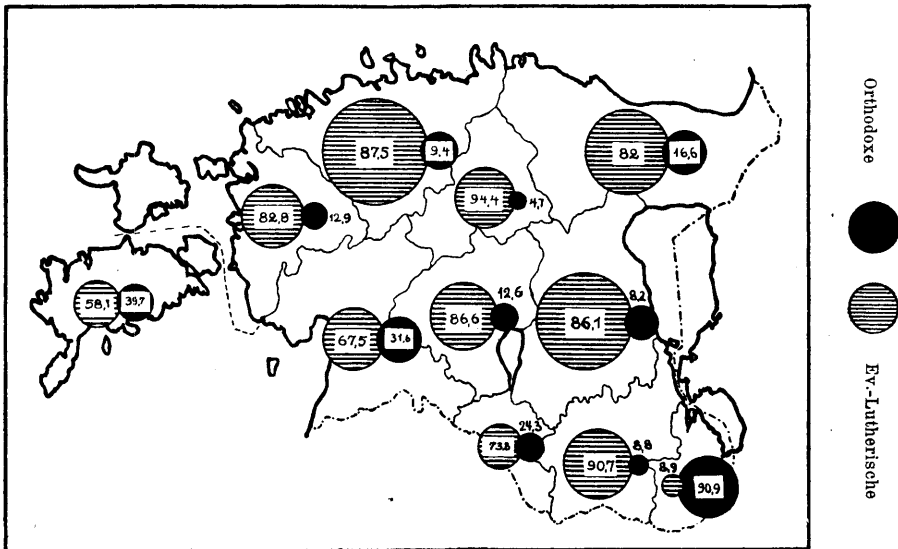


Abb. 46. Konfessionskarte von Eesti (nach dem „Eesti Statistiline Album“).
Zu S. 99.

ansehnliche Prozentzahl der Orthodoxen, 90.9 und 16.6%, mit der bedeutenden russischen Bevölkerung, im Petseri-Kreis auch mit der setukesischen zusammen.

d) Recht bedeutend ist die **kulturelle Überlegenheit** Eestis über seinen östlichen Nachbarn, wodurch sein nordeuropäischer Charakter stark hervorgehoben erscheint. Die Analphabetenzahl, die Prozentzahl der schulbesuchenden Jugend, wie auch die Ostgrenze der deutschen und lateinischen Schriftart beweisen zur Genüge, dass Eesti mit Lettland eine besondere Stellung am Rande Osteuropas einnimmt¹.

1) M. Haltenberger, Gehört das Baltikum etc. S. 8 ff.

Die Zahl der Analphabeten ist recht niedrig, und schon im Beginn des 20. Jahrhunderts war sie in den alten Gouvernements Estland und Livland — von welchem letzterem die nördliche Hälfte zu dem heutigen Eesti, und die südliche Hälfte zu Lettland gehört — etwa derjenigen von Irland und Westfrankreich entsprechend: 5—20 %¹. Das übrige Russland hat zur selben Zeit etwa 60 % Analphabeten gehabt, ebenso auch das Gebiet des heutigen Litauen. Diese Zahlen beziehen sich auf Männer im Alter von ungefähr 20—30 Jahren. Jetzt (1922) ist die Zahl der Analphabeten in Eesti 5·6+5·3 bei der Bevölkerung von über 10 Jahren². Die erstere Zahl bezieht sich auf die Schreib- und Leseunkundigen, die letztere nur auf die Schreibunkundigen. „Absolute“ Alphabeten sind also 89·1 %, „Halbalphabeten“ aber 94·4 % vorhanden. Interessant ist die starke Abnahme der letzteren zu Gunsten der absoluten Alphabeten während der letzten 40 Jahre. Es gab damals (1881) unter der Bevölkerung im Alter von über 14 Jahren noch 51·6 % nur Lesekundige (also Schreibunkundige), heute dagegen ist diese Zahl auf 6·2 zurückgegangen. Die Zahl der absoluten Analphabeten war schon zu jener Zeit eine verhältnismässig kleine, 5·7 % (heute 3·2 %³). Bei der Beurteilung der Analphabetenfrage ist stets im Auge zu behalten, welches Alter als Grundbasis gilt, ferner ob beide Geschlechter, oder von den Männern nur die Soldaten in Betracht gezogen werden. Bezüglich der geographischen Verbreitung der Analphabeten finden wir die grössten Ziffern in dem von Russen und Setukesen bewohnten Südosten und in dem eine bedeutende russische Bewohnerzahl aufweisenden Grenzgebiet im Nordosten des Landes⁴.

Die isolierte Stellung der ehemaligen russischen Ostseeprovinzen bezüglich der schulbesuchenden Jugend vergegenwärtigen folgende Prozentzahlen⁵:

1) A. Hettner, Grundzüge der Länderkunde. I. Bd. Europa. 3. Aufl. Leipzig und Berlin 1925. Karte auf S. 56.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 29.

3) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 29.

4) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 29.

5) M. Haltenberger, Gehört das Baltikum etc. S. 8—9.

A. Острогорскій, Карта начальн. образ. въ Европ. Россіи (по даннымъ къ 1 янв. 1894 г.) [A. Ostrogorski, Karte der Elementarbildung im europ. Russland (auf Grund der Daten vom 1. Jan. 1894)].

Estland . . .	5—6%	Petersburg . . .	2—3%	Wilna	2—3%
Livland . . .	über 6 „	Pleskau	1—2 „	Kowno	unter 1 „
Kurland . . .	5—6 „	Witebsk	2—3 „	Suwalki	1—2 „
Russland im allgemeinen 2·5% ¹ .					

Es ist sicherlich kein Zufall, dass die protestantischen Völker des Baltikums kulturell höher stehen, als die römisch-katholischen Litauer, die sich den kulturell entschieden niedrigeren orthodoxen Russen und den römisch-katholischen Polen anschliessen.

Nicht nur das geschlossene Verbreitungsgebiet des römisch-katholischen und evangelischen Christentums, sondern auch die Ostgrenze des geschlossenen Gebietes deutscher und lateinischer Schriftart kennzeichnen die Bedeutung des warägischen Grenzsaumes als Ostgrenze der west- und mitteleuropäischen Kultur². Die Ostgrenze der deutschen und lateinischen Schriftart fällt etwa mit der Ostgrenze des heutigen Eesti und Lettland zusammen, diejenige der lateinischen allein dagegen mit derjenigen des heutigen Litauen.

e) Die **soziale Zusammensetzung** des Volkskörpers ist hier ebenfalls von anthropogeographischem Interesse, umso mehr da der grosse soziale Umschwung des Landes sein ganzes Wirtschaftsleben bestimmt, aber auch für das Staatsleben von geopolitischer Bedeutung ist. Ein Vergleich der Grundbesitzverhältnisse der ehemaligen russischen Ostseeprovinzen mit denjenigen der Republik Eesti lässt deutlich erkennen, dass das soziale Leben heute recht vereinheitlicht erscheint. Es steht dem estnischen Bauernvolk nicht mehr eine adelige Oberschicht gegenüber, es ist heute ein homogener bäuerlicher Volkskörper, in dem auch die gebildetsten Führer des Volkes noch von Bauerneltern stammen. Der streng demokratische Charakter dieses aufnahmefähigen, tatkräftigen Bauernvolkes äussert sich auch in seiner staatsrechtlichen Auffassung. Das Staatsoberhaupt ist nur der „primus inter pares“, er ist eigentlich kein Präsident des Staates, sondern nur der „Staatsälteste“ (riigivanem), der auch gleichzeitig der verantwortliche Leiter des Ministerkabinetts ist. Der Sturz der Regie-

1) A. Hettner, *Russland*. 4. Aufl. Leipzig und Berlin 1921. S. 207.

2) M. Haltenberger, *Gehört das Baltikum etc.* S. 8—9, und Karte nach Penck und Kaindl auf S. 9.

zung bedeutet also zu gleicher Zeit auch einen Wechsel des Staatsoberhaupts¹.

Das Bild der Verteilung des Grundbesitzes zur Russenzeit und zur Zeit der heutigen Selbständigkeit des Staates wird durch folgende Auswahl aus dem diesbezüglichen statistischen Material vergegenwärtigt²:

	Privatbesitz in %	Freies Land der Bauern in %	Staats- u. Kirchenbesitz in %
Estland . . .	73·9	23·7	2·4
Livland . . .	54·3	34·8	10·9
Kurland . . .	41·6	38·1	20·3

Kleinwirtschaften den Bauern ausgeteilt 67·7% im J. 1922—23
 „ in den Händen von Ackerbaugenossenschaften . 1·0% „ „ „
 Grosswirtschaften der früheren Besitzer 2·5% } „ „ „
 „ an die früheren Besitzer verpachtet 19·3% } „ „ „
 „ in staatlicher Bewirtschaftung 3·5% } „ „ „
 „ als Kirchenländereien . 2·8% } „ „ „
 „ in Nutzung von Institutionen 3·2% „ „ „

Auffallend ist der grosse Prozentsatz der Privatbesitztümer, fast $\frac{3}{4}$ des Bodens in dem Gouvernement Estland, welcher der allergrösste von sämtlichen 50 Gouvernements des Europäischen Russlands ohne Polen war. $\frac{1}{4}$ des Bodens war aber auch schon damals im Gouv. Estland Bauerngut, und in Livland sogar $\frac{1}{3}$. Heute ist das Volk in etwa zwei Dritteln des Landes Kleinwirtschaftsbesitzer. Die früheren Besitzer haben heute nur noch 2·5% Land. Betreffs der an ihre früheren Besitzer verpachteten Güter sei noch bemerkt, dass ihre Zahl in dem

1) Der Begriff des Staatsältesten lässt sich auf die „Landesältesten“ der einzelnen Landschaften des 13. Jahrhunderts zurückführen. (P. Johansen, Siedlung und Agrarwesen der Esten im Mittelalter. — Verhandlungen der Gelehrten Estnischen Gesellschaft. Bd. XXXIII. Dorpat 1925. S. 5 ff.)

2) Oben erwähntes Russisches Statistisches Jahrbuch 1912. Abt. VI, S. 2—3. Eesti. Esthonia * Esthonia * Estland. Verlag von J. & P. Parikas, Tallinn [Reval] 1923. S. 60.

Wirtschaftsjahr 1920—21 noch 40·4% betrug, also bis zum Wirtschaftsjahr 1922—23 um die Hälfte zurückgegangen ist¹.

f) Die **Berufszusammensetzung** des estnischen Volkskörpers weist etwa 60% (genauer 58·8%) Landwirtschafttreibende auf. Die industrielle Bevölkerung des Landes beträgt nur etwa 15% (genauer 15·2%). Eesti ist also ein ausgesprochenes Agrarland. Rechnet man noch die Handelsbevölkerung (4%) zu der industriellen, so bleibt der gemeinsame Prozentsatz immer noch weit hinter demjenigen der Landwirtschafttreibenden zurück. Eesti hat also in dieser Hinsicht osteuropäischen Charakter.

3. Entwicklungsgeschichte des Volkskörpers.

Der estnische Volkskörper ist das Ergebnis einer langen geschichtlichen Entwicklung. Auf estnischem Geschichtsboden war der Mensch schon zur Steinzeit anzutreffen. Zahlreiche Funde stammen aus dieser, wie auch aus der darauf folgenden Bronze- und Eisenzeit, was aus den kleinen archäologischen Karten des Statistischen Albums ersichtlich ist². Als älteste menschliche Spuren fand man Gerätschaften aus Knochen und Horn bei Kunda im Nordosten des Landes im Kreise Viru aus der *älteren Steinzeit*, und zwar aus dem Zeitraume 6000—5000 v. Chr.³ Dieser älteste Fund ist also geologisch spätglazial, d. h. er stammt aus der Zeit des Yoldiameeres (vergl. S. 28). Die *Bronzezeit* (2000—500 v. Chr.) ist arm an Funden. Um so grösser ist die Zahl der aus der *älteren Eisenzeit* (50—500 n. Chr.) stammenden. Es wird vermutet, dass die Bewohner schon zu dieser Zeit Esten waren, deren Einwanderung in diese neue Heimat schon in die Zeit um Christi Geburt verlegt wird⁴. Bei K. R. Kupffer⁵ heisst es aber, dass Esten erst etwa seit dem 9. Jahrhundert n. Chr. in ihrem heutigen Lande leben. Vom *Ende der Eisenzeit* an (900—1200 n. Chr.) sind die Esten schon ein recht bedeutendes Volk, das dank der günstigen geographischen Lage seines Landes schon als Vermittler zwischen West- und Osteuropa gilt. Diese regen Handelsbeziehungen verraten die zahlreichen westlichen und orientalischen Münzfunde. Arabische Silbermünzen hat man z. B. auch

1) Eesti etc. S. 60.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 7.

3) Eesti etc. S. 66.

4) Eesti etc. S. 57.

5) K. R. Kupffer, Baltische Landeskunde. Riga 1911. S. 373.

bei Kohtla (Kochtel) im Kreise Viru gefunden, dieser Fund ist aber nach H. M o o r a und W. A n d e r s o n ¹ noch etwas älter (100 Jahre) als die übrigen grösseren arabischen Münzfunde Eestis und Lettlands. Er enthält nämlich Münzen aus den Jahren 715—838.

Diese geographische Lage Eestis bestimmt nun die weitere geschichtliche Entwicklung des estnischen Volkskörpers. Die westlichen und östlichen Einflüsse, — die zuerst nur höchstens durch gelegentliche Beutekriegezüge der Skandinavier und der Russen repräsentiert wurden und seitens der Esten Gegenkriegszüge hervorgerufen haben, — waren viel mehr kulturellen Charakters. Das 13. Jahrhundert bereitete aber die siebenhundertjährige Knechtschaft der Esten vor, worauf wir schon oben hingewiesen haben (vergl. S. 7, 91). Erst unterlag das Volk einer dreihundertjährigen deutschen und darauf einer zweihundertjährigen schwedischen Herrschaft (die dänische und [polnische Herrschaft in manchen Teilen des von den Esten bewohnten Gebietes ist weniger ausschlaggebend). Die deutsche und schwedische Herrschaft verstärkte also immer wieder den westlichen Kultureinfluss. Aus dem Westen stammt auch die Religion Eestis und die vielen kulturellen Beziehungen, worauf wir in der „Struktur des Volkskörpers“ eingegangen sind. Im 18. Jahrhundert beginnt aber mit der Unterwerfung des Estentums durch die Russen der östliche Kultureinfluss, der wegen der verhältnismässigen Kürze der Zeit nur wenige Erfolge erzielen konnte, wie z. B. bei der Verbreitung des orthodoxen Glaubens (vergl. S. 99—100), zu dem sich ausser den Setukesen 9% eigentliche Esten bekennen. — Zwischen Westen und Osten musste also das kleine Estentum einen Heldenkampf um sein Dasein führen; einen Heldenkampf, der allen drei bedeutenderen finnisch-ugrischen Völkern Europas (Esten, Finnen, Magyaren) gemeinsam ist. Die finnisch-ugrischen Inseln in dem ausgedehnten Meere der Indogermanen bleiben aber trotz des viele Jahrhunderte lang andauernden, stetigen und heftigen Wellenschlages strandfest; der Kern ihres Volkstums ist stark genug, um allen diesen Angriffen genügend Widerstand zu leisten.

Das Umsichgreifen des Deutschtums, Schwedentums und Russentums können wir durch die folgen-

1) H. M o o r a ja W. A n d e r s o n, Kohtla rahaleid [Der Münzfund von Kochtel] in „Eesti Rahva Muuseumi Aastaraamat I“ [Jahrbuch I des Estnischen Nationalmuseums]. Tartu [Dorpat] 1925. S. 104—9. — Deutsches Referat auf S. 155.

den Karten vergegenwärtigen. Das erste Bild (siehe Abb. 47) zeigt das Vordringen des Deutschtums von Süden her; das zweite (siehe Abb. 48) dasjenige des Schwedentums gerade in umgekehrter Richtung; und das plötzliche Umsichgreifen des Russentums über das ganze Land hin erübrigt sich bildlich darzustellen.

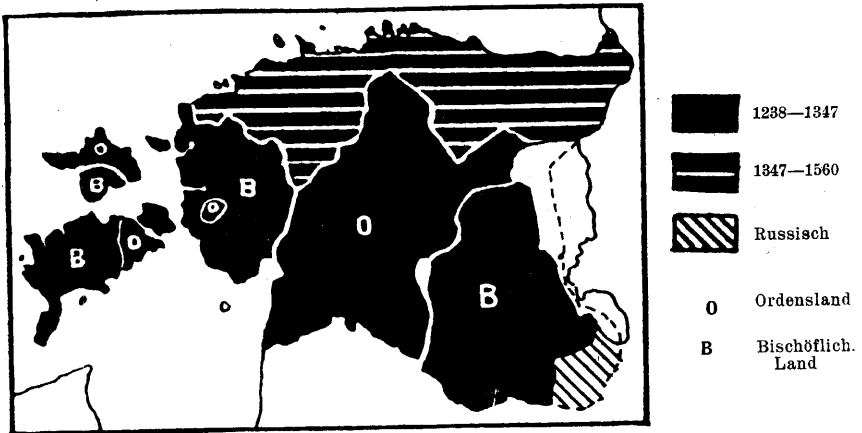


Abb. 47. Das Vordringen des Deutschtums auf estnischem Boden.

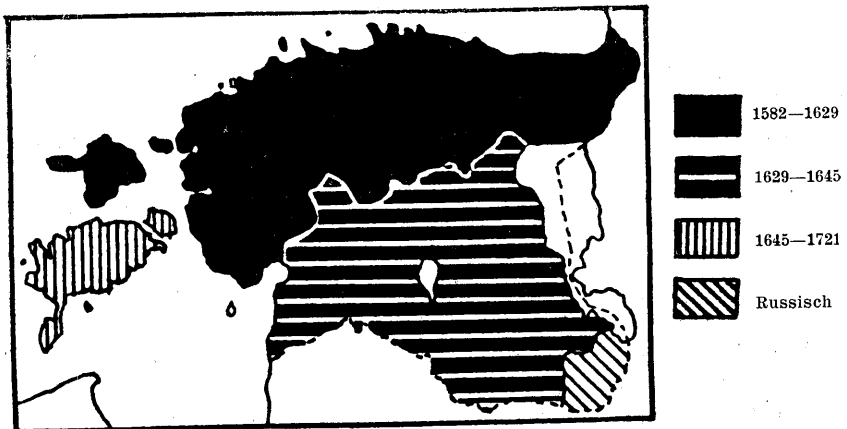


Abb. 48. Das Vordringen des Schwedentums auf estnischem Boden.

Bemerkt sei noch, dass der Südosten des heutigen Eesti, der Kreis Petseri, immer russisch war, also nicht zu dem estnischen Boden gehörte. Das alte Petseri-Gebiet verlief aber der Piusaflussgrenze (Pimsche) entlang, der heutige Kreis Petseri greift etwas über diese Grenze nach Westen über, wodurch der heutige Kreis Petseri etwas grösser geworden ist.

III. Wirtschaftliche Struktur.

Wenn wir Eesti als Wirtschaftsorganismus betrachten, müssen wir zuerst seinen Wirtschaftsraum und dann den wirtschaftenden Menschen in ihm kennen lernen. Wirtschaftsraum und wirtschaftender Mensch stellen eine Symbiose dar, die in dem Wirtschaftsleben ihren Ausdruck findet¹. Das Wirtschaftsleben äussert sich in der erzeugenden, ausbeutenden, umgestaltenden und austauschenden Tätigkeit des Menschen, wobei als Wirtschaftsformen Landwirtschaft, Bergbau, Industrie, Handel und Verkehr erscheinen.

An dieser Stelle haben wir vor allem den estnischen Wirtschaftsraum kennen zu lernen. Den Menschen als wirtschaftenden Faktor berücksichtigen wir nur in Fragen, die direkt mit dem estnischen Volkskörper in Verbindung stehen. Das Bild des Wirtschaftslebens Eestis gestattet einen Einblick in die Physiologie und Biologie des Wirtschaftsorganismus. — Es ergibt sich also aus dem Gesagten, dass die wirtschaftliche Struktur des Landes nach diesen drei Gesichtspunkten untersucht werden muss.

1. Wirtschaftsraum.

Der „Lebensraum“ des Menschen ist in Eesti identisch mit dem Wirtschaftsraum. Die Luft, die Festlandsfläche und Wasserfläche, das Festlandsinnere und Meeresinnere sind der Spielraum der wirtschaftenden Tätigkeit des Menschen in Eesti. Von Fischen mit Dretschnetzen aus grösseren Meerestiefen, wie auch von sehr tiefen Bohrproben in der Erdkruste ist hier nicht die Rede, folglich fällt der Wirtschaftsraum mit dem Lebensraum zusammen. — Als leere Stellen des estnischen Wirtschaftsraumes sind die leeren Stellen der estnischen Ökumene zu betrachten.

1) Fr. Fodor, Magyarország gazdasági földrajza. [Wirtschaftsgeographie von Ungarn.] Budapest 1924. S. 5.

Der estnische Wirtschaftsraum ist von der Natur nicht sehr reichlich ausgestattet. Pflanzenwelt, Tierwelt und Mineralreich bedingen freilich sein wirtschaftliches Milieu, bezüglich des letzteren wurde aber Eesti von der Natur sehr stiefmütterlich behandelt. Diese ärmliche organische und anorganische Ausstattung des Wirtschaftsraumes lässt sich teilweise auf kosmische und tellurische Einflüsse des Erdkörpers zurückführen. — Die höhere geographische Breite Estis äussert sich in der starken Beleuchtung des Landes durch die Sonne während des Sommerhalbjahrs, die auch gleichzeitig als Kompensation für die niedrigere Temperatur dem Land zugute kommt (vergl. S. 71). Als kosmischen Einfluss des Erdkörpers finden wir auf estnischem Boden ferner in den Wasserkraften der Flüsse die Schwerkraft, die aber noch wenig ausgenutzt wird (vergl. S. 64). Den tellurischen Einfluss des Erdkörpers erkennen wir hier nur in der Kleinräumigkeit des Landes, wie auch in seinen Küstengewässern und dem Klima¹. Die Kleinräumigkeit des Staates kommt in seinem bescheideneren Wirtschaftsleben zum Ausdruck; das ist aber allerdings auch eine Folge der ärmlichen natürlichen Ausstattung des Wirtschaftsraumes, was vorher betont wurde, da manche Staaten, wie z. B. Belgien und die Schweiz, trotz ihrer Kleinräumigkeit wirtschaftlich hochentwickelt sind. Die Küstengewässer sind als Nahrungsquellen zu beachten, ausserdem aber liessen sie auch einen tüchtigen Seemannstypus aufkommen, der schon seit langem auf den westeuropäischen Handelsflotten gerne gesehen wurde. Entsprechend seiner Lage in dem aussertropischen immerfeuchten Waldklimagebiet, dessen näheren Charakter wir schon mit Köppen als im „Eichenklimagürtel“ befindlich bestimmt haben (vergl. S. 65), ist Eesti ein mässig kühles Land. Dieses immerfeuchte Waldklima äussert sich in dem eigenartigen feuchten Vegetationsbilde des Landes. Letzteres wurde als ein Waldland mit vielen Sümpfen, Mooren und Wiesen charakterisiert (vergl. S. 74), obwohl die jährliche Niederschlagsmenge nur mittelmässig ist (S. 69); um so grösser ist aber die starke und anhaltende Bewölkung des Landes (S. 71).

Teilweise durch diese kosmischen und tellurischen Einflüsse hervorgerufen, ist die ärmliche organische und an-

1) Das Klima kann allerdings auch als kosmischer Einfluss betrachtet werden (also kosmisch-klimatischer Einfluss).

organische Ausstattung des estnischen Wirtschaftsraumes für das ganze Wirtschaftsleben des Landes ausschlaggebend gewesen. Es ist fast ausschliesslich ein Agrarland, und zwar von jenem landwirtschaftlichen Typus, der sich wegen der grossen Menge der Wiesen und Weiden (zusammen rund 40%) am besten zu einem Viehzuchtland entwickeln kann (vergl. S. 76—77). — Hauptsächlich Roggen, Kartoffel, Kohl und Flachs aus der Pflanzenwelt, und Rinder, Schafe, Pferde und Schweine aus dem Tierreich stellen die „organische“ Ausstattung seines Wirtschaftsraumes dar. Von den Tieren muss das Rindvieh noch besonders hervorgehoben werden, an dieses knüpft sich die wirtschaftliche Zukunft des Landes; eine gesunde Wirtschaftspolitik vermag Europa in dieser Hinsicht mit einem zweiten Holland zu beschenken. Die dürftige „anorganische“ Ausstattung des estnischen Wirtschaftsraumes ist auch eine Ursache dafür, dass Eesti nur ein Agrarland ist. Die beiden wichtigsten Bergbauschätze des wirtschaftlichen Lebens, das Eisen und die Kohle, fehlen hier. Edelmetalle, Edelsteine, Erze und Erdöle fehlen auch, und als schwacher Ersatz sind nur Torf, Brennschiefer (Kukkersit), Dictyonemaschiefer, Phosphoritablagerungen, Gips, Bausteine (Kalk) und zur Zementherstellung notwendiger Ton vorhanden.

2. Der Mensch als wirtschaftender Faktor.

Der Mensch als wirtschaftender Faktor steht in Eesti auf der Stufe der wissenschaftlichen Wirtschaft. Die menschliche Wirtschaftsenergie versucht schon die wirtschaftlichen Möglichkeiten auszunutzen; allerdings befindet sich der Staat noch am Anfang seines höher entwickelten Wirtschaftslebens; viele wirtschaftliche Möglichkeiten sind noch wenig ausgenutzt, wie die Wasserkräfte, um nur ein Beispiel zu nennen. Die viele Jahrhunderte dauernde Fremdherrschaft betrachtete das Land als ein Ausnutzungsgebiet, und auch in dem heutigen Zeitalter der wissenschaftlichen Wirtschaftsstufe hatten die Russen kein Interesse daran, das wirtschaftliche Leben ihrer Ostseeprovinzen wesentlich zu fördern. Es galten zur Russenzeit immer der Kaukasus und der Ural als wirtschaftlich rentable Gebiete des Reiches, und der arme, auch von der Natur stiefmütterlich behandelte estnische Boden verharrte in einer

wirtschaftlichen Ausbeutungskultur. Die innere Kolonisation des Landes hat hier noch nicht begonnen; die Urbarmachung so mancher nasser Gebiete, wie auch die Ausnutzung der Wasserkräfte ist also dem jungen estnischen Staat vorbehalten geblieben. Es fragt sich nun, in welchem Masse die Möglichkeit geboten ist, diesen Anforderungen zu entsprechen. Welchen Weg hat die Wirtschaftspolitik Eestis einzuschlagen, um die wirtschaftlichen Grundlagen seines Daseins sichern zu können? Diesbezüglich wollen wir in dem Folgenden den Menschen als wirtschaftenden Faktor in seinem estnischen Wirtschaftsmilieu untersuchen.

Wie schon gesagt, steht der Mensch des estnischen Wirtschaftsraumes schon auf der wissenschaftlichen Wirtschaftsstufe. Die Reflexions-, instinktive und traditionelle Wirtschaftsstufe hat er schon hinter sich. Auch bezüglich der Wirtschaftsform ist er zu dem Grad der Tierzüchter und Ackerbauer der gemäßigten Zonen gelangt — Bergbau, Industrie, Handel, Transport, Kapitalwirtschaft und Denkarbeit, wie sie E. Friedrich¹ in seiner Aufstellung der Wirtschaftsformen unterschieden hat, befinden sich noch in den Anfängen. Allerdings bedient sich Eesti wie jeder Staat auch der primitiven Wirtschaftsformen, wie des Sammeln wildwachsender Früchte, der Jagd und der Fischerei, sie sind aber — um Friedrichs treffenden Ausdruck zu brauchen — nur „Nebenstützen des Wirtschaftserfolges“². Betreffs des Ausnutzungskarakters des Bodens gehört das Land nach K. Sappers Karte³ in die europäisch-sibirische Pflugbauzone, von welcher sich gegen Norden die Viehzuchtregion Finnlands ausdehnt. Die Prozentzahl der Felder auf der einen Seite (23·5), und diejenige der Wiesen und Weiden auf der anderen Seite (24 + 17 %) zeigen aber, dass der estnische Boden sich dem finnischen Ausnutzungscharakter nähert (vergl. S. 76—77).

Die rationelle Ausnutzung des Wirtschaftsmilieus bestimmt also die gesunde Wirtschaftspolitik des Staates, und

-
- 1) E. Friedrich, Allgemeine und spezielle Wirtschaftsgeographie. 2. Aufl. Leipzig 1907. S. 47—48.
 - 2) E. Friedrich, a. a. O. S. 48.
 - 3) K. Sapper, Allgemeine Wirtschafts- und Verkehrsgeographie. Leipzig, Berlin 1925. S. 124.

bestimmt seinen Platz in dem Thünen'schen¹ „Feld-Graswirtschaftskreise“, der heute einerseits Mitteleuropa, andererseits England, die Kanalinseln, Nordwestfrankreich, Belgien, Holland, Nordwestdeutschland, Dänemark und Südschweden umfasst. Dieser Feld-Graswirtschaftskreis ist der Kreis des „intensiven“ Feldbaues bez. der „intensiven“ Viehwirtschaft. Dem Klima und dem Boden entsprechend kommt Mitteleuropa als Getreide-, Kartoffel- und Rüben-Erzeuger und -Lieferant in Betracht, während der wirtschaftliche Charakter der anderen angeführten Gebiete von der Fleisch- und Molkereiwirtschaft (Milch, Butter, Käse) bestimmt wird. Eesti ist auch jetzt schon Ausfuhrland für Molkereiprodukte und Fleisch, dieser Charakter muss aber noch in grösserem Masse ausgebildet werden. Nach der Statistik² betrug die Prozentzahl der Molkereiprodukte in den Jahren 1923 und 1924 11·6 bez. 15·1, und diejenige des Fleisches (lebende Tiere) 2·4 bez. 1·2.

Im Rahmen des Thünen'schen „Feld-Graswirtschaftskreises“ kann Eesti also einen bedeutenden Platz in der Wirtschaft Europas einnehmen. Es kann innerhalb seines Wirtschaftsmilieus die Selbstversorgung (Autarkie) Europas auf dem Gebiet der Landwirtschaft dadurch fördern, dass es dem industriellen Westeuropa, das den innersten (1.) Thünen'schen Kreis bildet, mit Nahrungsmitteln aushilft. Da es einen Platz in dem zweiten (2.) Kreis (Feld-Graswirtschaftskreis) einnimmt, so umgeben Eesti noch folgende konzentrische Kreise: der Kreis der Waldwirtschaft (3.), derjenige der „extensiven“ Ackerwirtschaft (4.) und der Kreis der „extensiven“ Viehzucht (5.). Für Eesti spielt in dem dritten Kreis nur Nordrussland, Schweden und Norwegen eine Rolle. — Betreffs des „Baltikums“ meint E. Obst³, dieses Gebiet in den dritten Kreis, also in den Kreis der „Waldwirtschaft“,

1) J. H. v. Thünen, Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Hamburg 1826.

K. Sapper, a. a. O. S. 159—60.

E. Obst, Die Thünen'schen Intensitätskreise und ihre Bedeutung für die Weltgetreidewirtschaft. — Zeitschr. f. Geopolitik. III. Jhrg. Berlin 1926. S. 214—18.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Majandus, Viik IV: *Väliskaubandus 1924 a.* — Bureau Central de Statistique de l'Estonie, Statistique Economique, Volume IV: *Commerce Extérieur de l'Estonie en 1924.* Tallinn [Reval] 1925. S. 17.

3) E. Obst, a. a. O. S. 215.

einreihen zu können; für Eesti muss aber dieser Wirtschaftscharakter des Landes in Abrede gestellt werden, da hier die Prozentzahl der Wälder im Staatsgebiet kaum die Hälfte derjenigen der schwedischen beträgt (in Eesti 20%¹⁾, in Schweden 48). In Lettland steht die Prozentzahl (25) derjenigen von Eesti nahe, während sie in Finnland (49) der schwedischen

Külvipinnad 1901-1923 a.

(tuhandedes hekt.)

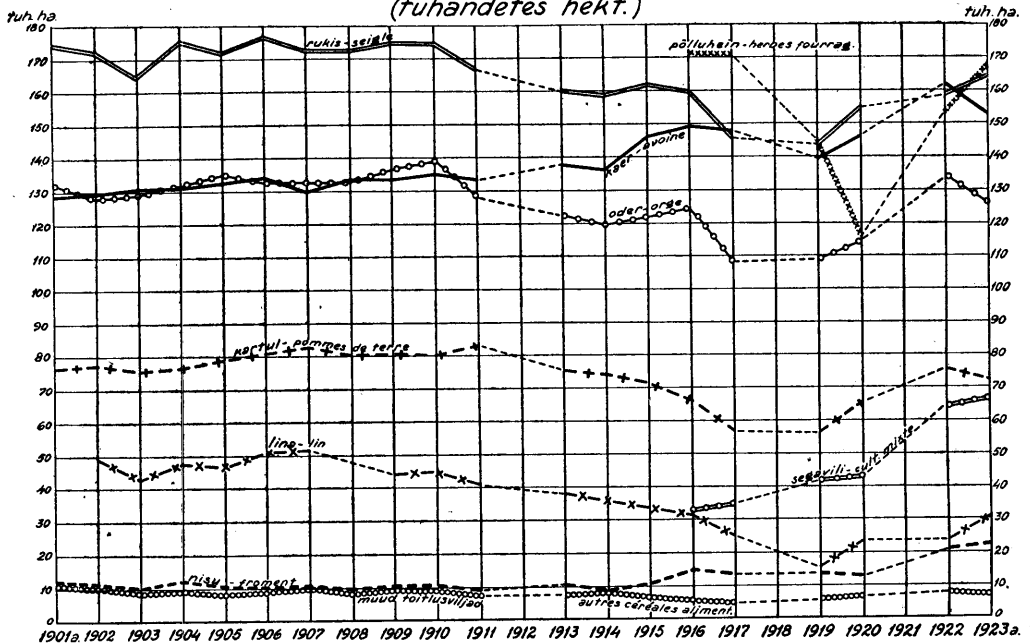


Abb. 49. Diagramm der Anbauflächen des estnischen Bodens in dem Zeitraum 1901—1923 (in 1.000 ha). (Übernommen aus „Eesti Põllumajandus“ mit Genehmigung des Estnischen Staatlichen Statistischen Zentralamtes.) Zu S. 113.

gleich. (Vergl. S. 130 und siehe Hickmann S. 52.) In den vierten Thünen'schen Kreis gehört Südrussland sowie die Fortsetzung der pontischen Kornkammer, in den äussersten Kreis endlich gehört z. B. Sibirien. Im Gegensatz zu dem intensiven Viehwirtschaftsgebiet kommt hier nicht auf die Flächeneinheit,

1) Vergl. S. 74.

sondern auf die dünne Bevölkerung, also auf die Kopfzahl der Menschen, eine hohe Viehzahl. —

Die gesunde Wirtschaftspolitik des Staates muss also stets die drei Hauptgrundlagen des wirtschaftlichen Lebens im Auge behalten, und zwar 1. Zu welchem Wirtschaftszweig eignet sich der Wirtschaftsraum?, 2. Ist genügende Arbeitskraft vorhanden?, und 3. Bieten die politischen und Rechtsverhältnisse Gewähr für ein ungestörtes Wirtschaftsleben?¹. Die Bedeutung dieser letzten Grundlage des Wirtschaftslebens ist aus der Wirtschaftsstatistik der Weltkriegsjahre wie auch aus derjenigen Ssowjetrusslands genügend bekannt. Die unsicheren politischen und Rechtsverhältnisse rufen dann solche Störungen in dem Wirtschaftsleben hervor, wie wir sie z. B. aus den Diagrammen der Anbauflächen und der Gesamternten des estnischen Bodens in dem Zeitraume von 1901—23 ersehen können². (Siehe Abb. 49—50.) Die wirtschaftliche Instabilitätskurve zeigt besonders im Jahre 1914 einen starken Absturz, woran allerdings auch die schlechte Witterung (Regenlosigkeit und grosse Hitze) Schuld hatte.

Die gesunde Wirtschaftspolitik hat ferner darauf zu achten, dass durch Schutzzölle die einheimischen Wirtschaftszweige gefördert werden. Die Zollpolitik muss aber zweckmässig ausgeübt werden, um nicht jede wirtschaftliche Verbindung mit dem Auslande zu unterbinden und dadurch einen wirtschaftlichen Zollkrieg hervorzurufen. Die Übertreibung der Schutzzölle zeitigt nämlich auf der anderen Seite auch manche Dissonanzen in dem Wirtschaftsleben. Ich erinnere nur an den unbegründeten Schutzzoll für Südfrüchte in einem nordischen Staat wie Eesti, wo bekanntlich keine Überfülle an Obst herrscht; aber auch aus jenem Grunde ist der Zoll nicht am Platz, dass z. B. die Apfelsinen durch ihren Vitamingehalt für die Entwicklung der Kinder in höchstem Masse notwendig sind. In einem nordischen Lande, wo die Fleischnahrung schon von Natur aus überwiegt, sollte man die Einfuhr der Südfrüchte gerade erleichtern, um dem Volk die Möglichkeit zu bieten, eine wechsellvollere Nahrung zu sich zu nehmen. Es ist eine anthropogeographische Tat-

1) K. Sapper, a. a. O. S. 158—60.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Põllumajandus, Vihk II. — Bureau Central de Statistique de l'Estonie, Statistique Agricole, Volume II. Tallinn [Reval] 1924. S. 116—17.

sache, dass die Nahrung der zyklonischen und subtropischen Länder am gesunden ist, wo also die Kohlenhydrate, Fette und Proteide am vorteilhaftesten verteilt sind.

Bezüglich der Berufsgliederung der Bevölkerung Eestis führe ich hier nur die Prozentzahlen, der landwirtschaft-

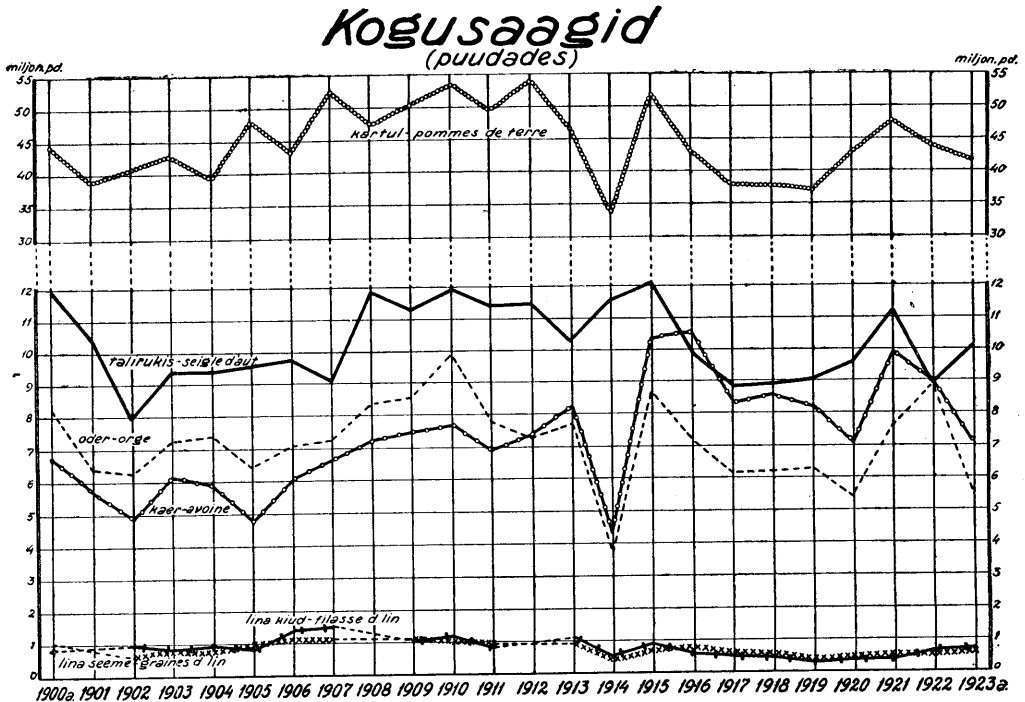


Abb. 50. Diagramm der Gesamternten (in Pud¹). (Übernommen aus „Eesti Põllumajandus“ mit Genehmigung des Estnischen Staatlichen Statistischen Zentralamtes.) Zu S. 113.

treibenden, der industriellen, Handels- und Verkehrsbevölkerung, auf die einzelnen Kreise verteilt, nach den Angaben der Statistik aus dem Jahre 1922 an²:

1) 1 Pud = 16'403 kg.

2) Riigi Stat. Keskb., Rahva Tööala ja Ühiskondline Kihitus 1922 a. Üldrahvalugemise Andmed, Vihk III. — Bureau Central de Statistique de l'Estonie, Résultats du Recensement de 1922, Tome III: Répartition de la Population d'après les Industries, Services et Classes Sociales. Tallinn [Reval] 1925. S. 17.

Kreise	Landwirtsch.	Industrie	Handel	Verkehr
Petseri	90·4	2·7	1·6	0·5
Saare	82·7	5·4	1·2	0·7
Lääne	78·9	7·8	1·3	1·4
Võru	76·3	9·1	1·7	1·1
Viljandi	71·6	10·9	2·5	1·0
Järva	66·3	12·8	1·9	4·4
Pärnu	60·2	15·4	3·1	2·7
Viru	56·7	19·2	3·0	3·0
Valga	55·4	14·2	3·5	6·5
Tartu	54·2	15·5	5·2	2·1
Harju	32·8	26·0	8·3	7·3
EESTI	58·8	15·2	4·0	3·3

Die Bevölkerung ist also vor allem eine landwirtschaft-treibende, und zwar besonders im Kreise Petseri (90·4%) und Võru (76·3) im Südosten des Landes, und in Saare (82·7) und Lääne (78·9) im Westen. In den anderen Kreisen lebt die Bevölkerung auch noch an erster Stelle von der Landwirtschaft: die Prozentzahl der Landwirtschafttreibenden beträgt, den einen Kreis Harju (32·8) ausgenommen, überall über 50. Die industrielle Bevölkerung bleibt in den meisten Kreisen unter dem staatlichen Mittel (15·2). Ausnahmen bilden nur die Kreise der vier Industriezentren: Tallinn, Narva, Tartu und Pärnu, also die Kreise Harju (26·0), Viru (19·2), Tartu (15·5) und Pärnu (15·4). Ein Vergleich der Prozentzahlen der industriellen Bevölkerung dieser vier Industriekreise mit derjenigen der vier Industriezentren beweist zur Genüge, dass die Reihenfolge der industriellen Kreise nicht mit jener der industriellen Städte zusammenfällt¹:

1. Kreis Harju 26·0%	2. Stadt Tallinn 38·4%
2. „ Viru 19·2 „	1. „ Narva 45·4 „
3. „ Tartu 15·5 „	4. „ Tartu 30·2 „
4. „ Pärnu 15·4 „	3. „ Pärnu 30·6 „

1) Vergl. meine Arbeit: „Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte der Republik Eesti“. — Publicat. Instit. Univ. Dorpat. Geogr. № 3. Tartu (Dorpat) 1925.

Es ist also zwar Narva die bedeutendste Industriestadt Eestis, der erste industrielle Kreis ist aber Harju, da in Viru noch eine beträchtliche landwirtschafttreibende Bevölkerung (56·7), im Gegensatz zu deren geringer Zahl in Harju (32·8), lebt. Auch die Handels- und Verkehrsbevölkerung dieser vier Kreise ist verhältnismässig gross, wodurch ihr industrieller Charakter noch stärker hervorgehoben wird:

	Industrie	Handel	Verkehr	I+H+V	Landwirtsch.	Verhältnis zwischen $\frac{I+H+V}{\text{Landwirtsch.}}$
Harju	26·0	8·3	7·3	41·6	32·8	1:0·79
Viru	19·2	3·0	3·0	25·2	56·7	1:2·25
Tartu	15·5	5·2	2·1	22·8	54·2	1:2·38
Pärnu	15·4	3·1	2·7	21·2	60·2	1:2·84

Das Verhältnis zwischen der industriellen, der Handels- und Verkehrsbevölkerung auf der einen Seite, und den Landwirtschafttreibenden auf der anderen Seite, lässt das Übergewicht der ersteren beim Kreise Harju, und dasjenige der letzteren beim Kreise Pärnu deutlich erkennen¹.

Von Bedeutung könnte hier noch der Wirtschaftscharakter der Bevölkerung der Städte sein; aber es erscheint zweckentsprechender, auf diese Frage erst bei der Behandlung der Siedlungsstruktur näher einzugehen. Hier beschränke ich mich nur darauf, die Tatsache anzuführen, dass von den jetzigen dreizehn² Städten Baltiski (Baltischport) die grösste landwirtschafttreibende Bevölkerung (12·7%), Narva die grösste industrielle (45·4), Petseri die grösste Handels- (25·4), und Valga die grösste Verkehrsbevölkerung (18·5) im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung aufweist³.

3. Das Wirtschaftsleben.

Das Wirtschaftsleben wurde als die Symbiose des Wirtschaftsraumes und des wirtschaftenden Menschen erkannt. Die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen verwertet zu ihrem Nutzen

1) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 23—24.

2) Nach der Verordnung des Innenministers vom 16. Oktober 1925, Nr. 1288 kann diese Zahl wesentlich grösser werden, da auf Wunsch des Städteverbandes genehmigt wurde, dass sämtliche Flecken, die mehr als 2.000 Einw. haben, auf Grund einer lokalen Abstimmung Stadtrechte erhalten können.

3) M. Haltenberger, Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte etc. S. 9.

die organische und anorganische Ausstattung des Wirtschaftsraumes. Der Mensch auf hoher Wirtschaftsstufe versucht sein Wirtschaftsleben möglichst vorteilhaft zu gestalten. Der Pulsschlag des Wirtschaftslebens bestimmt dann die Lebensfähigkeit des Wirtschaftsorganismus, von ihm hängt es ab, auf welcher Entwicklungsstufe sich ein Staat befindet. Diesen Pulsschlag des estnischen Wirtschaftsorganismus wollen wir im Folgenden untersuchen, um eventuell in dem Erfassen seiner Unregelmäßigkeiten oder seiner Schwäche einen Weg zur Heilung finden zu können. — Den allgemeinen Charakter des estnischen Wirtschaftslebens haben wir ja schon bestimmt. Eesti ist also ein Agrarland, in dem die **Physiologie** des Wirtschaftsorganismus eben durch die Landwirtschaft bedingt wird. In welcher Form sich die Landwirtschaft äussert, ob das landwirtschaftliche Leben des Staates gesund ist oder noch manche Verbesserungen braucht, auf diese Fragen werden wir in diesem Kapitel Antwort geben. Boden-, Vieh- und Waldwirtschaft bilden den Grundstock des estnischen Wirtschaftslebens. Bergwirtschaft, industrielle Wirtschaft und Verkehr spielen noch eine untergeordnete Rolle, wenn sie auch in gewissem Masse schon die Vervollständigung des Wirtschaftslebens von Eesti bezwecken, von einem autarken Wirtschaftscharakter kann aber bei weitem nicht die Rede sein. Diese Physiologie unseres Wirtschaftsorganismus wird hier stets im Rahmen des Ostseegebietes untersucht, wobei gegebenen Falls auch die vorkriegszeitlichen Verhältnisse in Betracht gezogen werden. Die **Biologie** des Wirtschaftsorganismus beschäftigt sich wiederum damit, in welchem Umfang Eesti durch Aussenhandel mit seinen Nachbarn und anderen Staaten als Wirtschaftsorganismen in Verbindung treten kann, um sein Wirtschaftsleben gesunder zu gestalten.

a) Bodenwirtschaft.

Die Bodenwirtschaft ist jener bedeutende Teil der Landwirtschaft Eestis, der neben der Viehzucht und Waldwirtschaft das Agrarleben des Landes bestimmt. — Am bedeutendsten ist der Ackerbau im Südosten des Landes, in den Kreisen Petseri, Võru, Valga und Tartu, wo über 30% der Bodenfläche Ackerboden ist¹: in Petseri etwa 37%, in Võru

1) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 12.

36·5, in Valga 34·5 und in Tartu 32·3. Die Karte der Verbreitung des Ackerbodens zeigt also im Südosten des Landes das grösste Ackergebiet, da hier die grössten Flächen mit über 40% Ackerboden vorkommen (siehe Abb. 51). Dieses südöstliche Ackerbodendichtegebiet setzt sich vom Petseri-Kerngebiet ausgehend nach NW fort, und wird sowohl im W, wie auch im NO des Staates

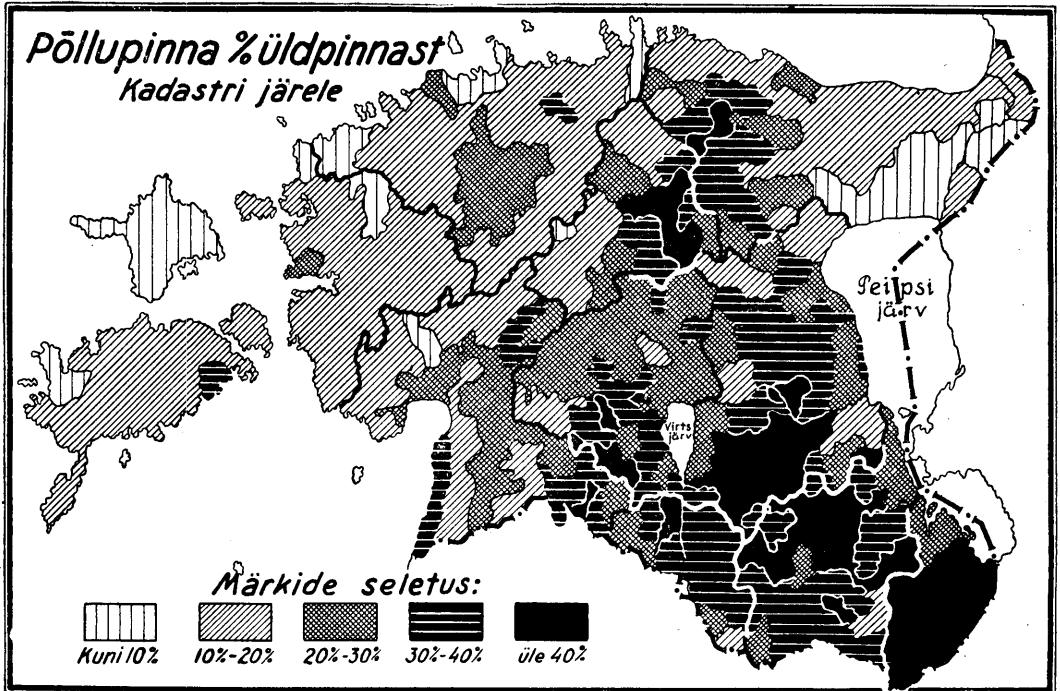


Abb. 51. Ackerboden in % der Gesamtläche. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.)

von Regionen begrenzt, in denen manchmal nur 10% Ackerboden vorhanden sind, wie z. B. auf der Insel Hiiumaa (Dagö) und nördlich des Peipus. Die geographische Verbreitung des guten Ackerbodens ist also eng mit dem südöstlichen Moränenlandschaftsgebiet des Landes verknüpft, und die des schlechten hauptsächlich mit den sumpfigen Gebieten des Åsarlandschaftsgebietes (vergl. Abb. 11 auf S. 29).

Betreffs des Durchschnittsertrages der Felder nahmen die drei Ostseeprovinzen vor dem Weltkrieg eine Sonder-

stellung ein, und zwar war der Durchschnittsertrag der Brotgetreide in den Gouvernements Estland, Livland und Kurland pro Hektar annähernd 1.150 kg. Mit dieser Zahl nahmen sie zugleich auch eine Mittelstellung zwischen Ostpreussen (etwa 1.500 kg Brotgetreide pro Hektar) und den an das Baltikum angrenzenden russischen Gouvernements (durchschnittlich nur 800 kg) ein¹. Das heutige Eesti weist diesbezüglich etwa dasselbe Bild auf, was aus der folgenden aus Pud in kg umgerechneten Tabelle ersichtlich ist²:

Ackerbauprodukte	Gesamternte in kg			Hektarertrag in kg		
	Mittel von 10 Jahren	1921—22	1922—23	Mittel von 10 Jahren	1921—22	1922—23
Roggen { Winterroggen	183.519·3	186.659·9	147.432·7	1.070·9	929·9	1.016·8
{ Sommer „				—	813·4	626·5
Weizen { Winterweizen	183.519·3	15.417·6	20.723·0	1.130·1	1.052·9	1.038·1
{ Sommer „				—	928·2	767·5
Buchweizen, Erbsen, Linsen, Bohnen	—	4.652·7	5.874·5	—	1.367·8	1.128·3
Kartoffel	—	783.640·8	718.603·7	10.348·4	9.526·8	9.448·0
Gerste	—	124.738·4	145.386·0	941·4	1.084·0	706·8
Hafer	—	161.666·3	146.155·2	923·3	905·3	754·4
Gemischtes Viehfutter	—	70.926·7	75.956·6	1.023·4	1.180·8	820·0
Flachs { Samen	—	7.906·4	8.336·1	339·5	347·7	288·6
{ Fasern	—	6.728·9	9.426·7	347·7	393·6	321·4

Der Hektarertrag der einzelnen Bodenfrüchte bezieht sich selbstverständlich nur auf die Flächengrösse des Anbaugebietes der betreffenden Ackerbauprodukte. Die Gesamternte zeigt ein grosses Übergewicht des Roggens über den Weizen, zugleich auch die grosse Bedeutung der Kartoffel, die neben dem Roggen als Volksnahrung dient. — Als Viehfutter kommen Gerste, Hafer und gemischtes Futter in Betracht; die Haferproduktion ist am

1) M. Friederichsen, Finnland, Estland und Lettland, Litauen. (Jedermanns Bücherei.) Breslau 1924. S. 88, 117.

V. Tornius, Die Baltischen Provinzen. 3. Aufl. (Aus Natur und Geisteswelt.) Leipzig 1918. S. 84.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Põllumajandus etc. S. 24—36.

bedeutendsten. Betreffs des Flachsbaues war das Gouvernement Estland sehr bedeutend, und auch heute ist der Flachs von nicht geringerer Wichtigkeit.

Bezüglich der regionalen Verbreitung des Anbaues führe ich hier nur das wirtschaftliche Bild des Winterroggens, der Kartoffel, des Hafers und des Flachses an. *Winterroggen* (siehe Abb. 52) wird besonders viel auf den westlichen Inseln,

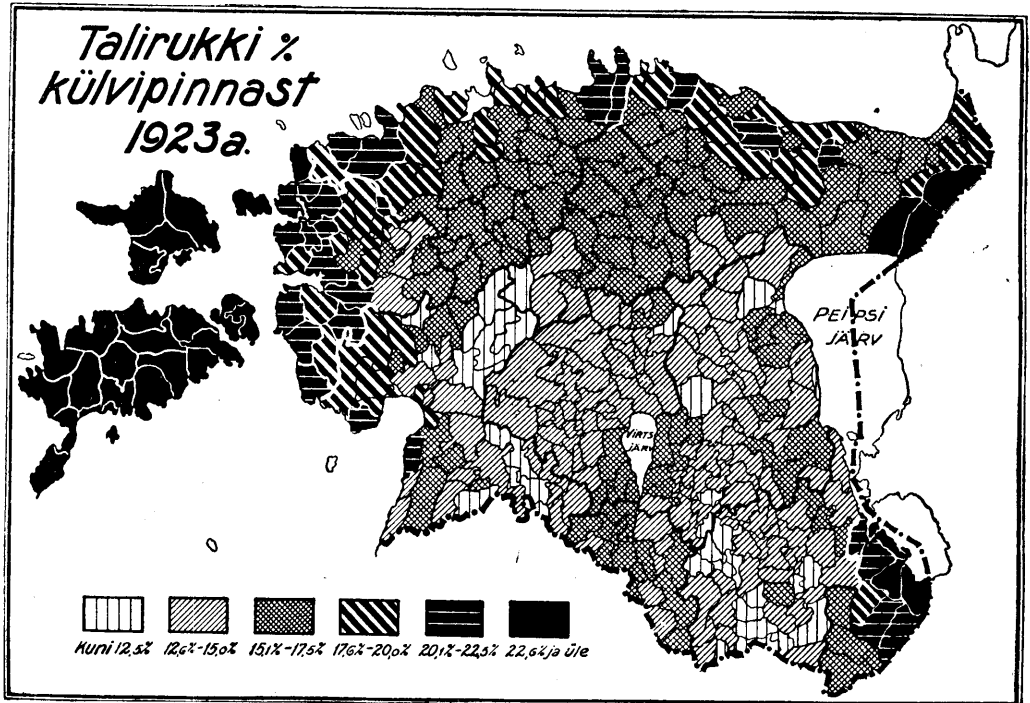


Abb. 52. Winterroggenanbau in % der Saatfläche vom J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.)

wie auch in dem westlichen und nördlichen Küstengebiet des Festlandes und im NO und SO des Landes angebaut. Über 20% der Saatfläche des Bodens trägt hier Winterroggen. Der individuelle Charakter Eestis und Lettlands in bezug auf den Roggenanbau äusserte sich schon vor dem Weltkriege, da die Prozentzahl des Roggens auf den bebauten Feldern in den diesen zwei Staaten entsprechenden russischen Ostseeprovinzen: Estland, Livland und Kurland zu Beginn des 20. Jahrhunderts kleiner war als in den angrenzenden östlichen Gouvernements, sie lagen also noch

diesseits des warägischen Grenzsaums, wie dies folgende Zusammenstellung zeigt¹:

<i>Estland</i>	36·3	St. Petersburg	44·4
Livland	26·3	Pleskau	46·6
Kurland	24·9		

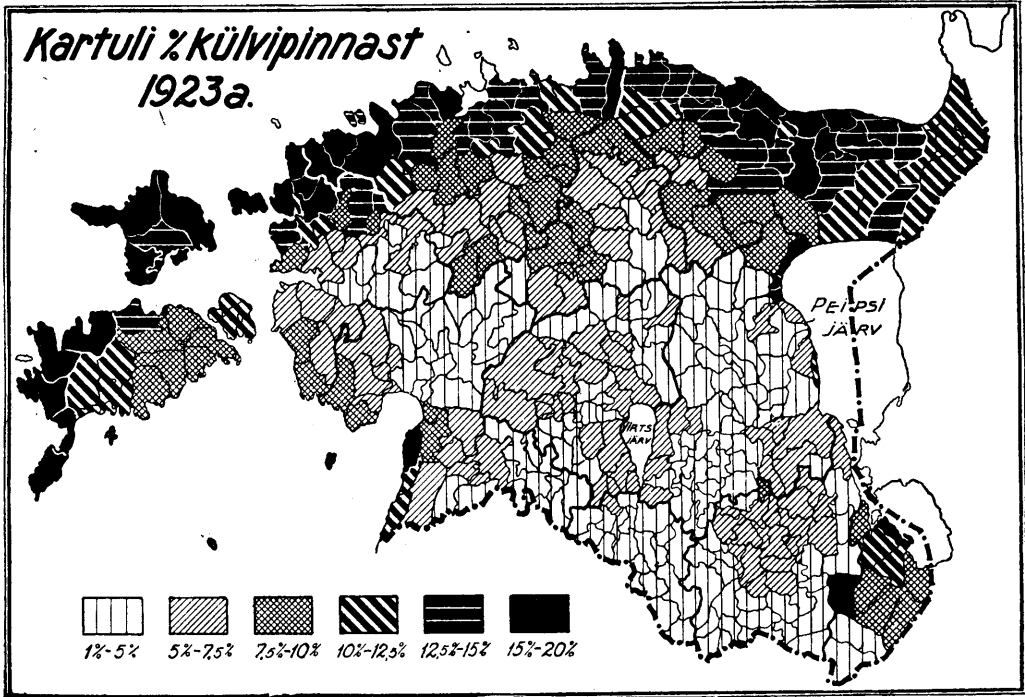


Abb. 53. Kartoffelanbau in % der Saatfläche vom J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.)

Eigenartig ist die regionale Verbreitung der *Kartoffel* (siehe Abb. 53). Sie hält sich wie auch der Winterroggen mehr an das westliche und nördliche Küstengebiet, jedoch mehr an das letztere, wobei man betonen muss, dass die Prozentzahl der Kartoffel auf der Saatfläche nach Süden im allgemeinen abnimmt. Die Verhältniszahl beträgt hier 10—20%, was verglichen mit den vorkriegszeitlichen Zuständen zwei wichtige Tat-

1) M. Haltenberger, Gehört das Baltikum etc. S. 12—13.

sachen erkennen lässt: a) die Ostseeprovinzen zeichnen sich durch einen bedeutenderen Kartoffelanbau aus als die angrenzenden östlichen Gouvernements, b) das Gouvernement Estland nahm auch unter den drei Ostseeprovinzen eine Sonderstellung ein; es produzierte sogar im ganzen europäischen Russland relativ die

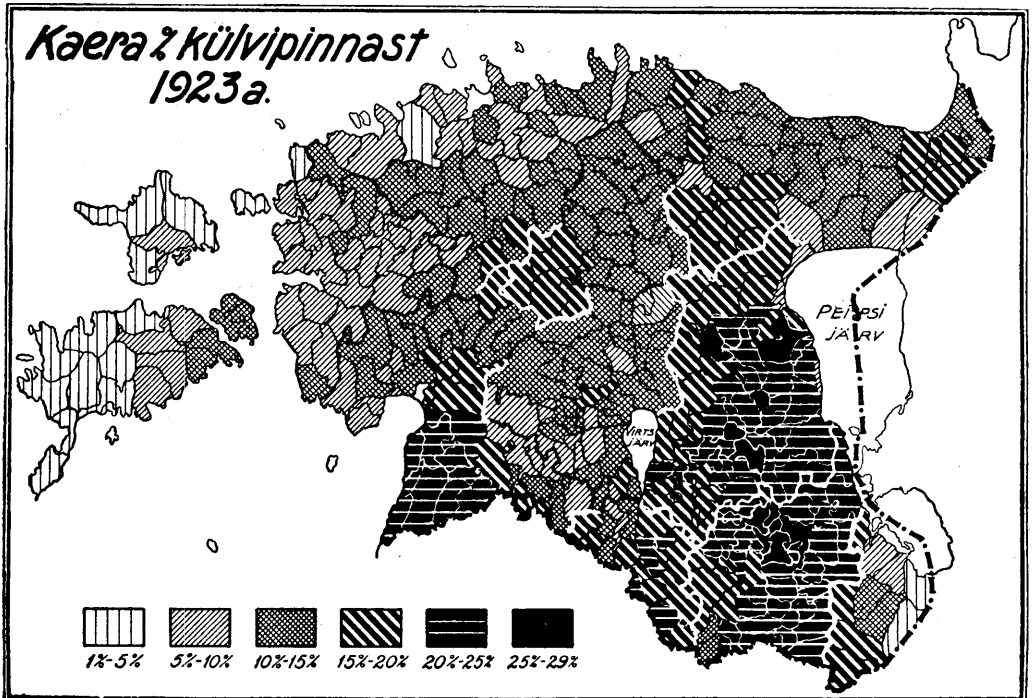


Abb. 54. Haferanbau in % der Saatfläche vom J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.) Zu S. 123.

meisten Kartoffeln. Betreffs des Kartoffelanbaues sind also folgende Angaben von Interesse¹:

<i>Estland</i> . . .	14·8	(St. Petersburg) (5·8)
Livland . . .	5·6	Nowgorod . . . 2·4
Kurland . . .	6·1	Pleskau . . . 2·9

Der *Haferanbau* beschränkt sich mehr auf die südliche Hälfte des Landes, und zwar vor allem auf das Gebiet zwischen Võrtsjärv und Peipus. Bedeutend ist noch der Haferanbau im

1) M. Haltenberger, *Gehört das Baltikum etc.* S. 13.

südlichen Teil des Pärnu-Kreises. Über 20% der Saatfläche trägt hier Hafer (siehe Abb. 54). Im Verhältnis zu den vorkriegszeitlichen Zuständen äussert sich der Einfluss des warägischen Grenzsaums hier ebenso wenig wie bei dem Flachs.

Auch bei dem *Flachs* ist das Hauptverbreitungsgebiet der Süden des Landes, wo 3—10·5 % der Saatfläche Flachs trägt

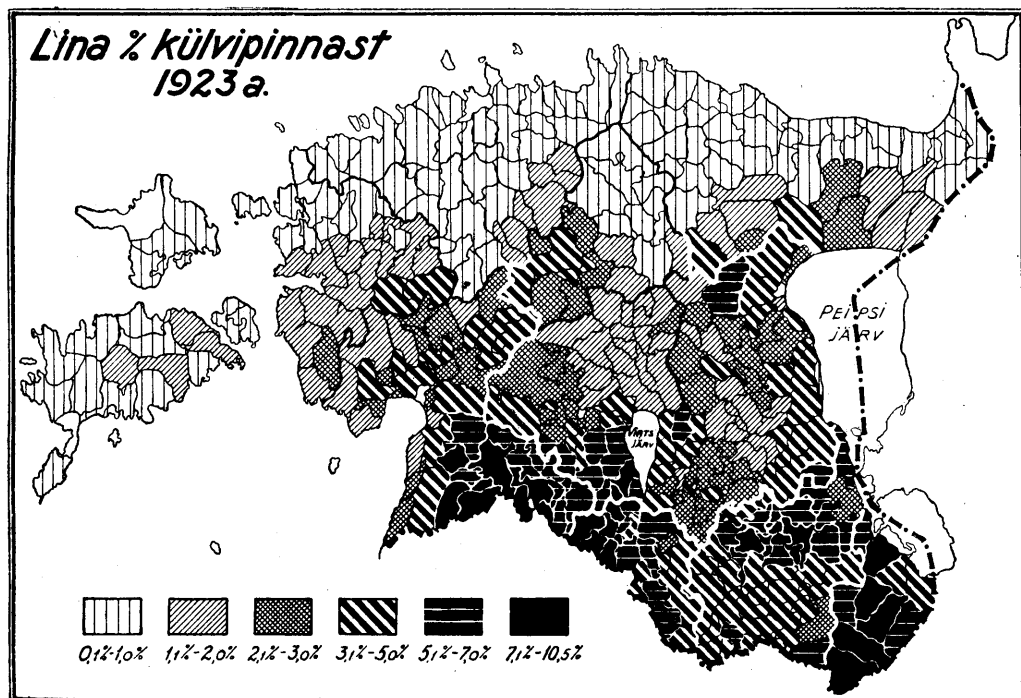


Abb. 55. Flachsanzbau in % der Saatfläche vom J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.)

(siehe Abb. 55). Nach Norden nimmt er allmählich immer mehr ab.

Bezüglich der vier Hauptackerbauprodukte ist also das Vorwiegen des Roggens und der Kartoffel in den nördlichen Gebieten des Landes auffallend, ebenso wie das des Hafers und des Flachsens in den südlichen.

b) Viehwirtschaft.

Der zweite Zweig der Landwirtschaft, die Viehwirtschaft, ist jene Wirtschaftsform, auf deren intensiverem Aus-

bau der Schwerpunkt des ganzen estnischen Wirtschaftslebens beruhen muss. Im Gegensatz zu dem Ackerboden verteilen sich die Weiden hauptsächlich auf den westlichen Teil des Landes (siehe Abb. 56). Die Viehwirtschaft muss auch das industrielle Leben des Staates bestimmen, und von ihr muss in erster Linie der Aussenhandel abhängen. Auch jetzt schon sind die Verhältnisse recht günstig, da heute schon etwa $1\frac{1}{2}$ Stück Vieh

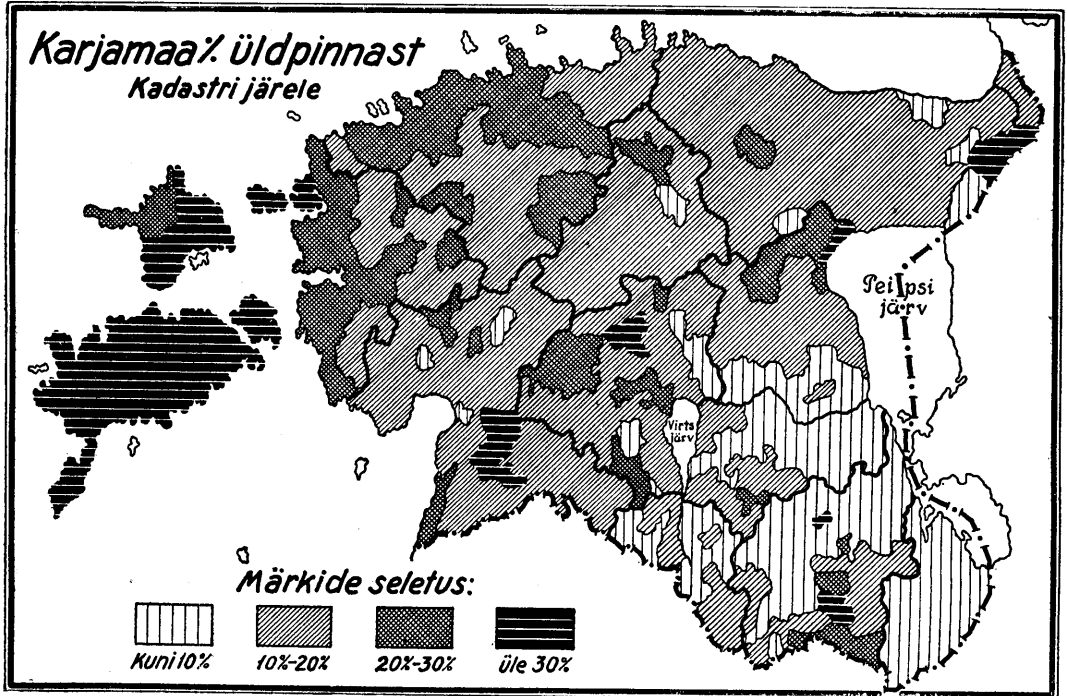


Abb. 56. Weide in % der Gesamtfläche. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.)

(Rinder, Schafe, Schweine) auf einen Menschen kommen. Eestis Viehwirtschaft muss also die dem estnischen Klima am meisten entsprechende Rinderzucht zum Gegenstand nehmen, worauf sich auch unsere Andeutung bezog, dass aus Eesti ein zweites Holland werden kann. (Rinder in Eesti nur 46·3 von der Gesamtzahl des Schlachtviehes, 137·1; in Holland dagegen 30·0 von 61·8.)

Im Rahmen des Ostseebereiches steht Eesti in bezug auf die Fleischtiere und Wollerzeuger im Baltikum

zwischen Litauen und Lettland; und mit Lettland hat es sogar das gemeinsam, dass beide dieselbe Zahl von Schafen auf 100 Einwohner haben. Litauen zeichnet sich viel mehr durch Schweine- zucht aus. Das Baltikum nimmt also im Ostseebereich eine Sonderstellung ein. Nur Dänemark weist hier eine noch grössere Viehzahl, auf die Einwohnereinheit bezogen, auf. Nach den Hübnerschen Angaben berechnet, führe ich die betreffenden Werte folgenderweise an:

Staaten	Jahr der Zählung	Rinder	Schafe	Schweine	Zusammen	Pferde	Alle vier zusammen
		Stück auf 100 Einwohner				Stück auf 100 Einw.	
Deutschland . .	1924	28·9	9·5	28·2	66·6	6·4	73·0
Dänemark . . .	1924	78·6	8·9	84·7	172·2	16·2	188·4
Schweden . . .	1920	46·3	26·6	17·1	90·0	12·3	102·3
Finnland	1922	53·7	45·7	11·0	110·4	11·6	122·0
<i>Eesti</i>	1923	46·3	60·2	30·6	137·1	18·9	156·0
Lettland	1924	46·5	63·5	23·5	133·5	17·5	151·0
Litauen	1923	63·3	69·6	83·1	216·0	16·8	232·0
Russland* . . .	1923	28·9	42·6	6·8	78·3	15·0	93·3

Die Gesamtzahl der vier Nutztiere, wie auch ihre Verteilung auf 100 Hektar Ackerland, auf 100 Einwohner, und auf 1 qkm zeigt für Eesti allein folgende Werte¹:

Tiere	Gesamtzahl		Auf 100 Hektar Ackerland		Auf 100 Einw.		Auf 1 qkm	
	1922	1923	1922	1923	1922	1923	1922	1923
Rinder	527.368	512.625	—	50·0	47·5	46·3	—	11·7
Schafe	744.937	665.938	—	65·0	67·1	60·2	—	15·2
Schweine	272.348	338.366	—	33·0	24·5	30·6	—	7·7
Pferde	198.787	209.815	—	20·5	17·9	18·9	—	4·8

*) In der Zahl der Schafe ist auch die der Ziegen einbegriffen.

1) Riigi Stat. Keskb., Eesti Põllumajandus etc. S. 45—71.

Die regionale Verbreitung dieser Nutztiere knüpft sich eng an das südöstliche Drittel des Landes, vor allem an den erweiterten Umkreis des Virtsjärv. Die einzelnen Kartogramme des Statistischen Zentralamtes spiegeln das Dichtebiet der *Rinderzucht* mit über 14 Stück Vieh auf 1 qkm in dem südöstlichen Drittel des Landes wider, und zwar vom Petseri-

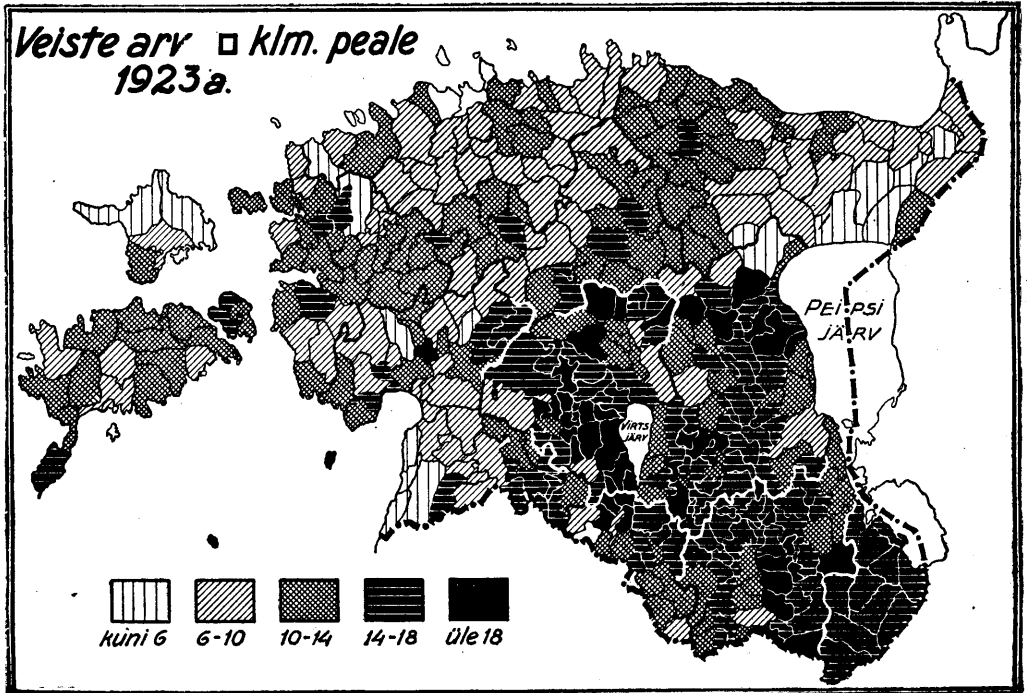


Abb. 57. Zahl der Rinder auf 1 qkm vom J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamtes.)

Kreis bis etwa zur Grenzlinie Pärnu-Nordpeipus. Stellenweise kommt hier sogar über 18 Stück Rindvieh auf 1 qkm (siehe Abb. 57). — Das Dichtebiet der *Schafzucht* befindet sich sowohl in dem genannten allgemeinen Gürtel, als auch im Westen (besonders auf der Insel Saaremaa und stellenweise auch in dem westlichen Küstengebiet des Festlandes). Dieses Dichtebiet weist über 20 Schafe auf 1 qkm auf (siehe Abb. 58). — *Schweine* werden vor allem in dem allgemeinen südöstlichen Viehzuchtgürtel, und

zwar westlich und östlich vom Virtsjärv, gezüchtet, ausserdem westlich von der Hauptstadt Tallinn (Reval). Über 12 Schweine kommen hier auf 1 qkm. (Siehe Abb. 59.) — Das Dichtegebiet der *Pferdezucht* ist weniger ausgedehnt, und befindet sich auch als weniger geschlossenes Gebiet in einem meridional gestreckten Gebiet um den Virtsjärv, also wiederum in dem allgemeinen

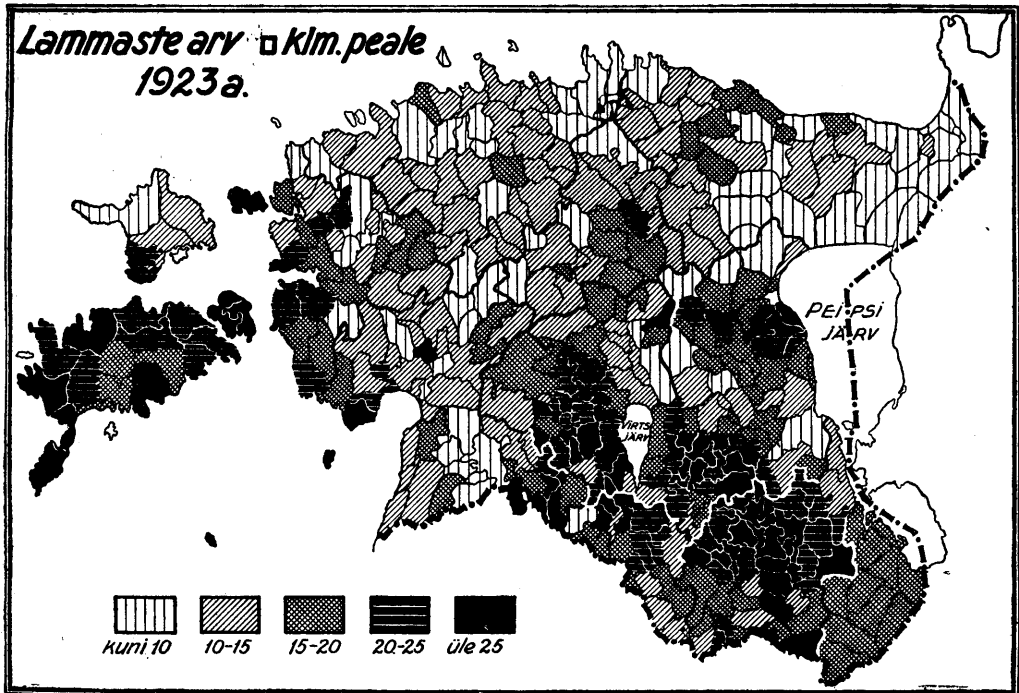


Abb. 58. Zahl der Schafe auf 1 qkm im J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.) Zu S. 126.

Tierzuchtdichtegebiet. Die Zahl der Pferde beträgt hier über 7 auf 1 qkm. (Siehe Abb. 60.)

Die Fischerei Estis ist im allgemeinen von geringer Bedeutung, sie ist in etwa 91% Seefischerei, und nur in 9% Binnenwasserfischerei¹. Nur 0·35% der Erwerbstätigen und 1·45%

1) E. Veberman, Kalandus [Fischerei] im Sammelwerk „Eesti“. Veröffentlicht vom Kultusministerium. Tartu [Dorpat] 1926. S. 698.

der Gesamtbevölkerung beschäftigt sich mit Fischerei¹, während in Norwegen 8 % der Gesamtbevölkerung dies tut². Dem allgemein fischärmeren Charakter der Ostsee entsprechend ist auch Eesti auf Fischeinfuhr angewiesen, und sein Fischbedarf wird an erster Stelle durch England, dann aber durch Schweden und Deutschland gedeckt, woher es Heringe erhält. Seine un-

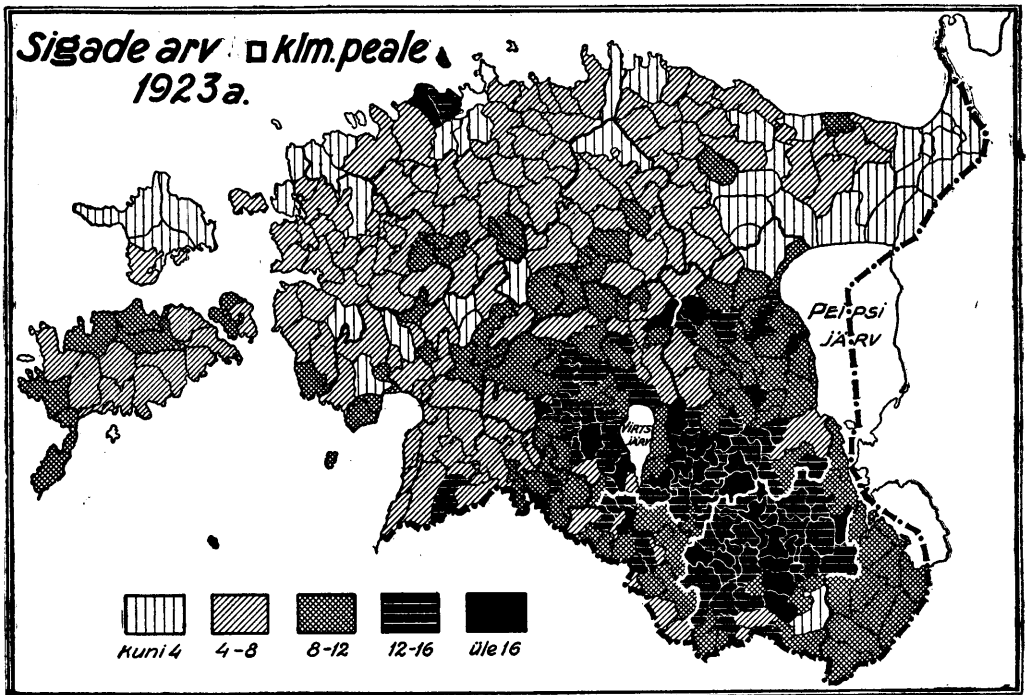


Abb. 59. Zahl der Schweine auf 1 qkm im J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.) Zu S. 127.

bedeutende Fischausfuhr kommt wesentlich nur für Russland in Betracht. Heringe und Killos (estnisch „kilu“, deutsch auch „Breitling“ genannt) gibt es an Russland ab. Die wichtigsten Angaben für das Jahr 1922 führe ich nach schriftlichen Mitteilungen des

1) Riigi Stat. Keskb., *Rahva Tööala ja Ühiskondline Kihitus*, 1922 a. Üldrahvalugemise Andmed, Vihk III. — Bureau Central de Statistique de l'Estonie, *Répartition de la Population d'Après les Industries, Services et Classes Sociales*, Résultats du Recensement de 1922. Tallinn [Reval] 1925. S. 61.

2) H. Wagner, *Lehrbuch der Geographie*. I. Band. Allgemeine Erdkunde. 10. Aufl. Hannover 1923. S. 860.

Fischereiinspektors des Ackerbauministeriums, aber aus Pud in kg umgerechnet, folgenderweise an:

Fische in kg	England	Schweden	Deutschl.	Lettland	Finnland
Einfuhr					
Hering	4.181.942·6	645.793·3	596.261·4	334.359·9	103.333·1
Ausfuhr					
Hering	—	—	19·7	31.160·0	—
Killo	538·0	390·3	785·6	3·3	2.870·0

Fische in kg	Russland	Verein. Staat.	Frankr.	Andere	Zusammen
Einfuhr					
Hering	—	—	—	647.022·6	6.508.712·9
Ausfuhr					
Hering	153.364·6	—	—	—	184.544·3
Killo	119.739·7	3.327·6	2.796·2	1.761·4	132.212·1

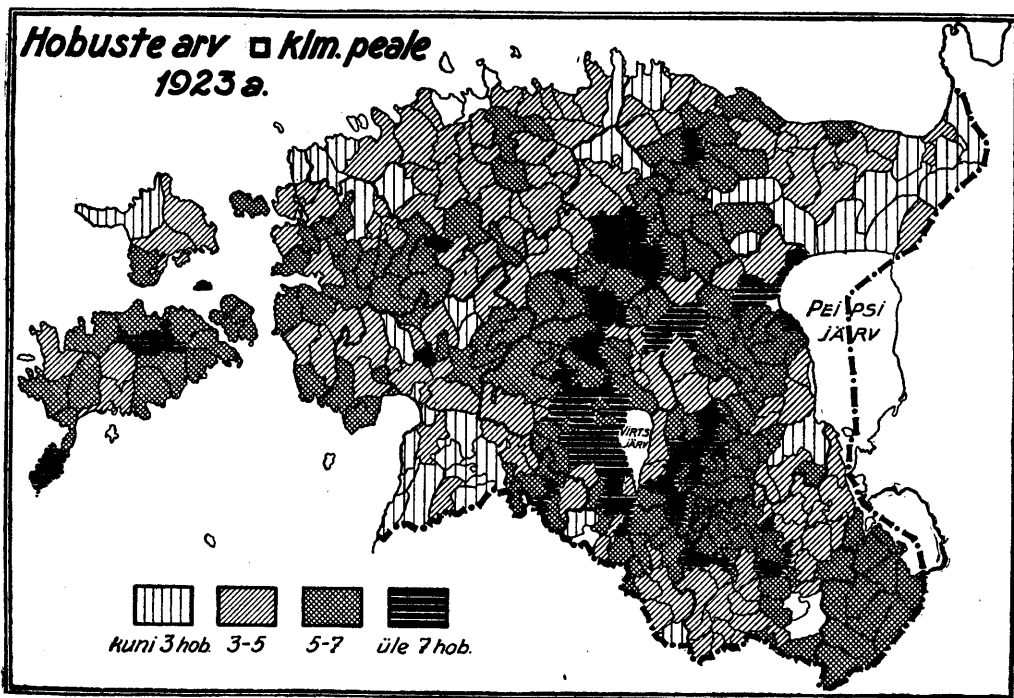


Abb. 60. Zahl der Pferde auf 1 qkm im J. 1923. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.) Zu S. 127.

c) Waldwirtschaft.

Nicht unbedeutend ist in Eesti die Waldwirtschaft. Im Vergleich zu der Boden- und der Viehwirtschaft spielt die Waldwirtschaft aber eine weniger wichtige Rolle, wie dies auch die prozentuelle Verteilung des Waldes, der Felder, Wiesen und Weiden beweist¹:

Wald	Felder	Wiesen	Weiden
20·51	23·4	24·04	16·97

Bezüglich der Waldwirtschaft nähert sich Eesti Norddeutschland, dessen Ostseeländer: Ostpreussen (17·7), Westpreussen (22·9), Pommern (21·7), Mecklenburg-Strelitz (22·0), Mecklenburg-Schwerin (18·7) und Schleswig-Holstein (7·2) etwa dasselbe Verhältnis zeigen². Eesti schliesst sich also an Norddeutschland an, auch hier ist für das Wirtschaftsleben der Agrarcharakter ausschlaggebend. Von Russland weicht es insofern ab, als in den angrenzenden Gebieten Russlands die eigentliche Landwirtschaft der Waldwirtschaft etwa die Wage hält, in Finnland und Skandinavien dagegen vorwiegend Waldwirtschaft die charakteristische Wirtschaft repräsentiert³, wie dies aus folgenden Zahlen ersichtlich ist⁴:

	Landwirtsch. Boden in Prozenten	Wald der Gesamtläche
<i>Eesti</i>	64·41	20·51
Deutschland.	65 —	25·9
Holland	65 —	8 —
Europ. Russland	42 —	38·4*
Schweden	11 —	48·2
Finnland	8 —	49·4
Norwegen	3·5	21·4

1) Diese Angaben sind die genauen, vorher auf S. 74, 76 habe ich nur die abgerundeten angeführt.

2) M. Endres, Handbuch der Forstpolitik. 2. Aufl. Berlin 1922. S. 10—11. (Die hier entnommenen Angaben beziehen sich auf das Jahr 1913.)

3) M. Haltenberger, Gehört das Baltikum etc. S. 11—12.

4) H. Wagner, Lehrbuch der Geographie. II. Band. Länderkunde von Europa. 1. Abt. Allgemeine Länderkunde von Europa. Hannover und Leipzig 1915. S. 134, 146.

*) Ohne Polen.

Auch in seinem engeren Rahmen, im Baltikum, fällt der individuelle Charakter des Landes auf, da sowohl östlich der ehemaligen Gouvernements Estland und Livland, wie auch nördlich, in Finnland, das nordeuropäische Waldgürtelgebiet beginnt. Im Westen setzt sich dieses nordeuropäische Gürtelgebiet in Schweden fort, so dass Estland und Livland wie eine Halbinsel in die

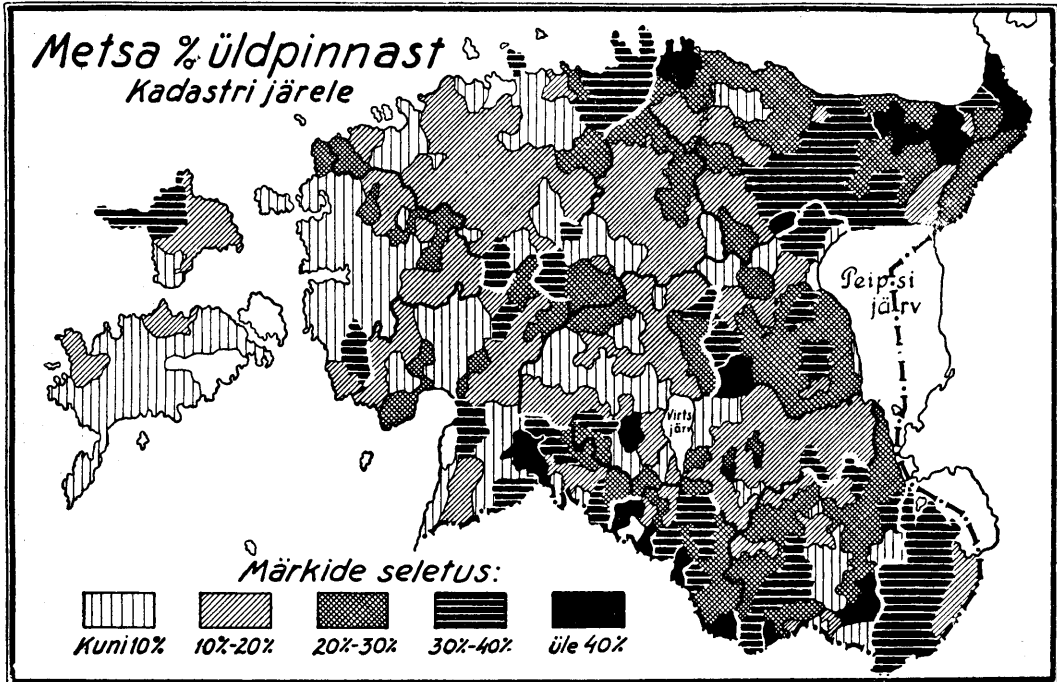


Abb. 61. Wald in % der Gesamfläche. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.) Zu S. 132.

dichtere nordeuropäische Waldzone hineinragen. Die Prozentzahlen des Waldes zur Gesamfläche in dem Ostseebereich sind also folgende¹:

Schweden ²	48·2	<i>Estland</i>	23	Finnland ³	62·8
		Livland	23	St. Petersburg	44 —
		Kurland	32	Pleskau	52 —
		Kowno	22	Olonez	63 —
		Suwalki	32	Nowgorod	49 —

1) A. Линбергъ, Учебный атласъ всеобщей географіи. Москва, 1905. — [A. Linberg, Schulatlas der allgemeinen Geographie. Moskau 1905.]

2) H. Wagner, a. a. O. S. 146.

3) Ältere Angabe des genannten russischen Atlas.

Eesti befindet sich also an der Grenze des nordeuropäischen Walddichtegebietes.

Eesti für sich betrachtet weist bedeutenden Waldbestand im Süden und Nordosten des Landes auf, wo sogar über 40 % der Gesamtfläche Wald ist. Äusserst wenig Wald ist im allgemeinen im Westen vorhanden, wo die Insel Muhu (Moon) sogar gänzlich waldlos ist. (Siehe Abb. 61.) — Betreffs des Charakters des Waldes haben wir schon bei Behandlung der physischen Struktur des Landes gesprochen (vergl. S. 75—77). Hier sei nur auf das Verhältnis zwischen Nadelwald (72·3%) und Laubwald (27·7%) hingewiesen, wodurch der gemischte Charakter der estnischen Waldlandschaft mit bedeutenderer Beteiligung der Nadelhölzer klar hervortritt.

d) Bergwirtschaft.

Das Ostseegebiet ist mit Bergbauschätzen nicht besonders gut ausgestattet. Nur Schwedens Kupfer- und Eisenerzlager haben Bedeutung, die Bergbauschätze der anderen Ostseeländer sind bloss von geringem Wert. In diesem Rahmen ist auch das bergwirtschaftliche Bild von Eesti ins Auge zu fassen.

Der estnische Boden ist ein Landwirtschaftsboden, die Industrie spielt eine wenig wichtige Rolle, da die zwei wichtigsten Bergbauschätze, das Eisen und die Kohle, fehlen. Stiefmütterlich wurde das Land von der Natur auch bezüglich anderer Mineralschätze behandelt. Edelmetalle, Edelsteine, Erze und Erdöl fehlen hier, als schwacher Ersatz sind aber Torf, Brennschiefer (Kukkersit), Dictyonemaschiefer, Phosphoritablagerungen, Gips, Bausteine (Kalk), und zur Zementherstellung notwendiger Ton in ansehnlicher Menge vorhanden. Es sind also nur Bergbauschätze dritten Ranges, die eben den ältesten bez. den jüngsten Formationen eigen sind. Eigentlich sind auf estnischem Boden — wie schon aus dem geologischen Teil bekannt ist — nur das Eozoikum, Kambrium, Ordovicium (Unter-Silur), Silur (Ober-Silur), Mittel-Devon aus der alten Reihenfolge, und nach einer grossen Lücke das Diluvium und Alluvium als jüngste Ablagerungen vertreten¹. Das Fehlen des Neupaläozoikums, wie auch dasjenige des ganzen Mesozoikums und des Tertiärs, er-

1) Eestimaa geoloogiline ülevaate tabel. Prof. N. Erassi väljaandel kokkuseadnud ja joonistanud üliõp. N. Erassi. Geologische Übersichtstabelle

klären uns zur Genüge, warum wir die Karbon-, mesozoischen und tertiären Kohlen, die permalten Kalisalze und die trias- und tertiäralten Steinsalze, wie auch das Petroleum aus dem Tertiär vermissen müssen. Was vorhanden ist, stammt eben — wie es aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist — aus verschiedenen Formationen des Eozoikums, des Paläozoikums und des Känozoikums.

Känozoikum:	Alluvium: Torf, Raseneisenerz, Eisenocker
Paläozoikum	Mittel-Devon: Gips
	Ober-Silur: Fossilienarme Plattenkalke (zuweilen dolomitisch) als Bausteine
	Unter-Silur: Wassalemscher Marmor
	Brennschiefer (Kukkersit)
	Echinosphaeritenkalk als Baumaterial
	Glaukonitkalk
	Glaukonitsand
Eozoikum:	Dictyonemaschiefer mit Pyrit- und Markasit-Konkretionen
	Obolen- (= Unguliten-) Sandstein mit Phosphoritablagerungen
	Blauer Ton zur Zementherstellung.

Nicht allen Bergbauschätzen Eestis ist vom wirtschafts-geographischen Standpunkte aus dieselbe Bedeutung zuzumessen. Torf ist neben Holz und Brennschiefer ein wichtiges Heizmaterial. Er wird gewonnen hauptsächlich im Westen von Eesti und östlich vom Virtsjärv. (Siehe Abb. 62.) — Gips ist nur aus dem Petseri-Kreis in SO-Eesti bekannt, wo er bei Irboska (Isborsk) in nennenswerter Menge abgebaut wird. — Unter den Bausteinen Eestis ist an erster Stelle der „Wassalemsche Marmor“ (estnisch Vasalemma) im Westen von Eesti zu nennen. Er wird in geschliffenem Zustande für Säulen, Grabkreuze und Tischplatten verwendet; er wird aber seines bröckeligen Charakters wegen neuerdings auch in der chemischen Industrie, wie

von Estland. Nach Redaktion des Prof. N. Erassi zusammengesetzt und gezeichnet Stud. N. Erassi. 1923. Tartu (Dorpat).

Hendrik Bekker, Lühike ülevaade Eesti geoloogiast. (Eozoiline ja paleozoiline ladekond). Tartu 1925. — Kurze Übersicht der Geologie Estlands. (Eozoisches und paläozoisches Zeitalter). Dorpat 1925. Verlag „Eesti“.

z. B. in der Sodafabrikation, verbraucht¹. Auch die anderen Bausteine Eestis sind *Kalksteine* bez. *Dolomite*, wie es auch nach dem allgemeinen petrographischen Charakter des U.- und O.-Silurs zu erwarten ist. — Als Baumaterial sind wohl noch zu erwähnen der die Zementherstellung befördernde „blaue Ton“ aus dem Eozoikum (in Kunda und Aseri [Asserin]) und die Tone überhaupt, welche zu *Ziegelsteinen* gebrannt werden. — Wenig aus-

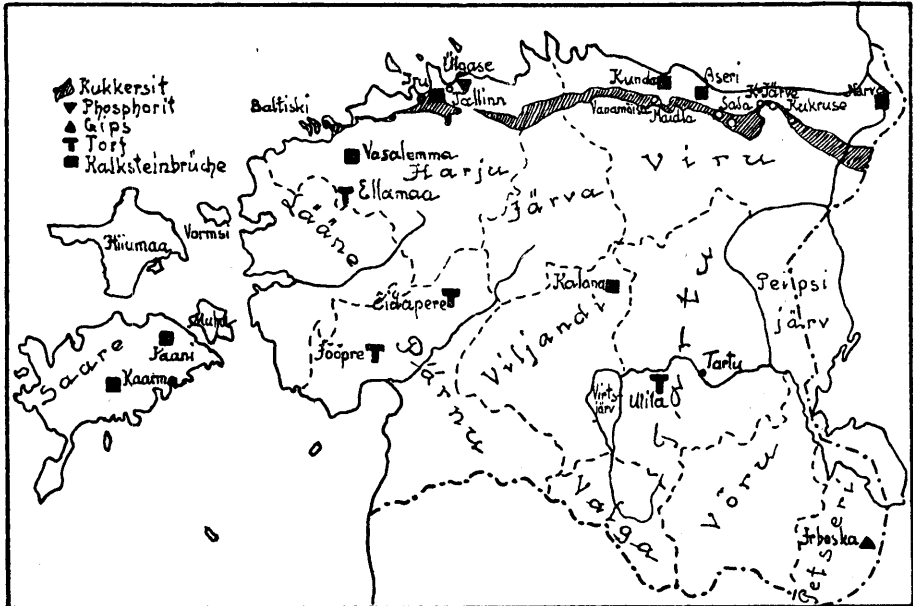


Abb. 62. Bergwirtschaftliche Karte von Eesti². Zu S. 133.

genützt sind die Pyrit- und Markasit-Konkretionen der Baltiski-Halbinsel (Baltischporter Halbinsel) in Nord-Eesti, obwohl sie zur Schwefelsäureherstellung schon seit mehr als

1) Henry von Winkler-Reval, Über Umfang und Abbauwürdigkeit estländischer Bodenschätze. — Mitteil. aus d. Geolog. Institut d. Univ. Greifswald. No. III. 1920. Greifswald. S. 9.

2) Estnisch	Deutsch	Estnisch	Deutsch
Ellamaa	— Ellama	Vasalemma	— Wassalem
Jõopre	— Jaepern	Kaarma	— Karmel
Ullila	— Ullila	Jaani	— St. Johannis
Maidla	— Wrangelstein	Kukuruse	— Kukkers
Baltiski	— Baltischport	Aseri	— Asserin.

einem halben Jahrhundert empfohlen¹, immer aber trotz der hohen Transportkosten aus Schweden, Spanien und dem Ural bezogen worden sind. — Ebenso war es mit den Phosphoritablagerungen des „Obolensandsteins“, an deren Stelle als Düngemittel Superphosphat aus dem Ausland eingeführt wurde und noch immer eingeführt wird. Der Obolensandstein enthält „Oboluskonglomeratbänkchen“, welche besonders im Westen von Nord-Eesti reichlich vorkommen und bei Iru (Irro) sogar eine Mächtigkeit von 60 cm erreichen. Diese Anhäufung abgestorbener Weichtiere, welche 6 bis 20% Phosphorsäure enthalten, ist feinst gepulvert, ohne jede Aufschliessung mit Säuren, zum Düngemittel sehr gut geeignet, nur kann ihr ihrer geringen Mächtigkeit wegen keine grosse Zukunft beschieden sein². Im Sommer des vorigen Jahres hat der Abbau bei Ülgase (Ülgast, Ilgast), nordöstlich von Tallinn (Reval), begonnen, wo die etwa 1 m dicke Schicht roh 14%, und anreichernd 30% Phosphorsäure liefert.

Wegen der heutigen politisch-geographischen Lage des Landes erlangten die Kohlenersatzstoffe: der Dictyonemaschiefer und der Kukkersit grösste Bedeutung. Beide sind bitumenhaltige Gesteine, verwendbar als Heizmaterial, wichtig ferner als Gaserzeuger und wegen ihrer mannigfaltigen Destillationsprodukte. Beide sind untersilurischen Alters; der Dictyonemaschiefer kommt im mittleren und nordwestlichen Eesti vor, der Kukkersit dagegen hauptsächlich im östlichen Eesti und, im Gegensatz zu dem erstgenannten und dem Obolensandstein, nur im Innern des Landes. Wegen des geringeren Ölgehalts ist der Abbau des Dictyonemaschiefers wenig rentabel und muss neben dem Kukkersit zurücktreten. — Dieser „Brennschiefer“ (siehe Abb. 63), der früher in der geologischen Literatur unter den Namen „Brandschiefer“, „roter Brandschiefer“, „bituminöser Schiefer“ bekannt war, führt erst seit 1916 den Namen „**Kukkersit**“ (nach dem Gute Kukruse (Kuckers) an der Bahnstrecke Rakvere (Wesenberg) — Narva (Narwa) in Nordost-Eesti), seitdem der Botaniker M. Zalesky³ den Schleier, der über seiner Entstehung lag, gelüftet hat. Etwa seit einem Jahrhundert bekannt, gelangt dieser durch eine Zyanalge ge-

1) H. v. Winkler, a. a. O. S. 23—24.

2) F. Beyschlag und L. von zur Mühlen, a. a. O. S. 144.
H. v. Winkler, a. a. O. S. 25.

3) M. D. Zalesky, Über einen durch eine Zyanalge gebildeten Sapropel silurischen Alters (Kukkersit). Akademie der Wissensch. St. Peters-

bildete Sapropel untersilurischen Alters erst heute zur vollen wirtschaftlichen Bedeutung. Vor dem Weltkriege hat freilich schon die zarische Regierung seine Ausbeutung gefördert, er erhielt aber in dem russischen Riesenreich nur eine mehr lokale Bedeutung, und war nur dem katastrophal einsetzenden Brennstoffmangel des Baltikums samt der Zarenhauptstadt abzuhelpen bestimmt¹. Eine grosse Rolle spielte auch die günstige verkehrsgeographische Lage des Kukkersitgebietes, da es auf der Tallinn-Petersburger Hauptlinie liegt. In dem Wirtschaftsleben des

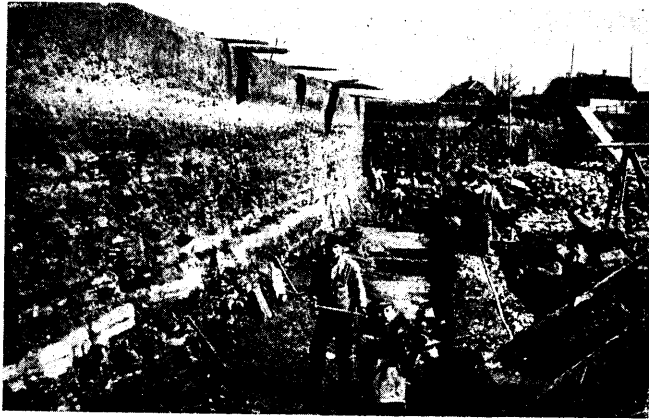


Abb. 63. Tagesbau in Brennschiefergrube Kohtla-Järve (Kochtel-Jerwe). Zu S. 135.

heutigen Eesti ist seine Bedeutung so hoch gestiegen, dass er mit sämtlichen Bodenschätzen der jungen Republik vom Staate monopolisiert worden ist. Der Kukkersit ist ein Gestein sehr wechselnder Zusammensetzung². Er ist ein bräunlich-gelber „milder Mergelschiefer, zwischen den Fingern zerreiblich, reich an orga-

burg 1916; deutsche Übersetzung von H. Lindenbein, Centralblatt f. Miner. usw., Stuttgart 1920, Nr. 5, S. 82.

H. A. R. Lindenbein, La Kukkersite. Etude d'un dépôt marin phyto-gène du silurien inférieur d'Estonie. — Extrait des Archives des sciences physiques et naturelles, 5 me Période, Vol. 3. Genève 1921. S. 379—413.

1) H. v. Winkler, a. a. O. S. 3.

2) Hendrik Bekker, Mõned uued andmed Kukruse lademe stratigraafist ja faunast. Geologia Instituudi Toimetused. No. 1. Tartu [Dorpat] 1924. S. 3—12. — Stratigraphical and Paleontological Supplements on the Kukruse Stage of the Ordovician Rocks of Eesti (Estonia), pp. 13—19.

M. Wittlich und S. Weshnjakow, Beitrag zur Kenntnis des estlän-

nischen Resten (Trilobiten, Muscheln usw.)“, wie ihn G ä b e r t¹ beschreibt. Er kommt in dünnen Flözen zwischen Kalken und Tonen vor, welche auch selber bitumenhaltig sind. In dem Oberflächenbilde des Gebietes lassen sich die Brennschieferschichtenkomplexe wegen ihrer geringeren Widerstandsfähigkeit der Erosion gegenüber als Senken erkennen, und in dem Landschaftsbild verraten ihr Vorhandensein Wiesen, Heuschlag, Wald, Moor, im Gegensatz zur Zone des Pflugbaues, der Felder im Kalksteingebiet, welche morphographisch als flacher Rücken erscheint². Im Gegensatz zum Dictyonemaschiefer, der ein dunkler, mittelharter, fossilarmer Tonschiefer ist, lässt sich der Kukkersit schon durch ein Streichholz entzünden und brennt mit naphthaähnlichem Geruch. Der Bitumengehalt ist nach Kupffer³ 56—70%, beim Dictyonemaschiefer dagegen nur 16—22%. Als Heizmaterial hat er nur den Nachteil, dass er zuviel Aschenabfall hat, der seinen sonst 5000 Kalorien betragenden Heizwert auf 2400 herabdrückt⁴. Gas, Teer, Öle, Farbstoffe, Medikamente, Seifen werden aus ihm gewonnen. Der Kukkersitvorrat reicht nach der Schätzung von Henry v. Winkler für 3 und sogar für mehr Jahrhunderte aus, wenn für Eisenbahn, Zementwerke und andere Betriebe jährlich nur 300.000 t abgebaut werden⁵. Recht bedeutend ist der Kalorienwert des Kukkersitgases, und zwar ungereinigt 4700, von Kohlensäure befreit 6050⁶. — Wirtschaftsgeographisch ohne Bedeutung sind noch heute der Glaukonitkalk und Glaukonitsand, welche nur etwa 8·3% Kali enthalten, „leider in schwerlöslicher Form, so dass sich die für eine Pflanzendüngung aufzuwendende Arbeit kaum lohnen dürfte“⁷.

dischen Ölschiefers, genannt Kukkersit. — Acta et Comm. Univ. Dorpat. A III. 7. Dorpat 1922.

P. N. Kogerman, The Chemical Composition of the Esthonian M.-Ordovician Oil-bearing Mineral „Kukersite“. — Acta et Comm. Univ. Dorpat. A III. 6. Dorpat 1922.

1) C. G ä b e r t, Ueber die Oelschiefer in Esthland. — „Braunkohle“, Halle 1921. No. 48, 49. S. 599.

2) F. Beyschlag und L. von zur Mühlen, a. a. O. S. 145—146.

3) R. Kupffer, Über die chemische Constitution der baltisch-silurischen Schichten. — Archiv f. Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands, Dorpat 1870.

4) H. v. Winkler, a. a. O. S. 19.

5) H. v. Winkler, a. a. O. S. 21.

6) H. v. Winkler, a. a. O. S. 18.

7) H. v. Winkler, a. a. O. S. 21.

Neben den erwähnten Bergbauschätzen Eestis, welche eine grössere oder kleinere wirtschaftsgeographische Bedeutung besitzen, an die aber keine allzu grossen Hoffnungen zu knüpfen sind, — haben wir noch in aller Kürze die Petroleum- und die Steinsalzfrage Eestis zu erörtern. Bezüglich des Petroleums vermutet Scupin¹, dass es gemäss der flachen Lagerung der estnischen Schichten in breiten und flachen natürlichen Petroleumbehältern vorkommt. Die bituminösen Dictyonemaschiefer und Kukkersit, wie auch vereinzelt Nester asphaltartiger Kohlenwasserstoffe, welche letztere auf natürliche Destillation dieser bituminösen Gesteine zurückzuführen sind, lassen es vermuten, dass in Eesti auch Petroleum vorhanden sein wird. — Die Steinsalzfrage wäre von noch grösserer wirtschaftsgeographischer Bedeutung, als das Vorkommen von Petroleum. Das petschursche Salz wäre nach Scupin² imstande in Finnland das englische und spanische, wie auch das südrussische Salz zu verdrängen, was für die junge Republik eine beträchtliche Einnahmequelle sichern würde, umsomehr, da das petschursche Salz auf dem Wasserweg auf dem Peipus, Narva-Fluss und dem Finnischen Meerbusen an die Abnahmestelle befördert werden könnte. Einen geologischen Anhaltspunkt liefert für das silurische Salz das Vorhandensein der Gipslager im genannten Gebiet, wie auch die Steinsalzpseudomorphosen und die ganze geologische Vorgeschichte des Gebietes. Es müssten sich vor der Devonzeit im Süden und Osten Eestis abflusslose Wasserbecken gebildet haben, die unter dem Einflusse des Trockenklimas eindampften. Tonige Ablagerungen des devonischen Rotsandsteins überdeckten diese Salzpfannen, und infolge neuer Senkung lagerten sich Dolomite über diesen ab. Nur ausreichende Bohrungen könnten uns über das Vorhandensein des silurischen Steinsalzes unterrichten und die Möglichkeit widerlegen, dass die Salzablagerungen schon während der geologischen Vorgeschichte wieder aufgelöst worden sind.

Der neue Staat Eesti besitzt also nach dem Dargelegten einige Bergbauschätze, welche durch gesunde Wirtschaftspolitik

1) H. Scupin, Zur Petroleumfrage in den baltischen Ländern. — Acta et Comm. Univ. Dorpat. A. VI.11. Dorpat 1924.

2) H. Scupin, Die Frage des Vorkommens von Steinsalz in Estland. — Sitzungsberichte d. Naturforsch.-Gesellsch. bei d. Univ. Dorpat. Bd. XXIX, Dorpat 1922.

als ständige Einnahmequellen des jungen Wirtschaftsorganismus gesichert werden müssen.

e) Industrie.

Der landwirtschaftliche Charakter des Staates liess schon erkennen, dass die industrielle Bevölkerung im allgemeinen eine untergeordnete Rolle spielt (15.2%), obwohl manche Industriezweige für das Wirtschaftsleben des Staates von Belang sind. Die meisten Arbeiter¹ beschäftigt die Kleidungs-, Metall- und Textilindustrie, und zwar je über 20.000 Menschen von der Gesamtsumme von 168.600; recht viele Arbeiter finden Anstellung auch in der Holz-, Bau- und Lebensmittelindustrie, und zwar je über 10.000 Menschen.

Das Industrieleben spiegelt den allgemeinen Wirtschaftscharakter des Landes wider. Nur Boden-, vieh-, waldwirtschaftliche Industrie auf der einen Seite, und Manufakturen- und bergwirtschaftliche Industrie auf der anderen kommen als wesentlichste in Betracht. Das Industrieleben entspricht also der natürlichen Ausstattung des Wirtschaftsraumes, mit der Einschränkung jedoch, dass die Textilindustrie Narvas, einer der wichtigsten Industriestädte des zaristischen Russlands, durch den Gewinn dieser Stadt dem neuen Staat zugefallen ist.

Im ganzen gibt es in Eesti 254 grössere und 960 mittelgrosse Unternehmungen. Ausführliche statistische Angaben finden sich nur über 237 bez. 743, bei den anderen ist nur der Lohn der Angestellten angegeben. Dem Werte nach an erster Stelle steht die *Textilindustrie*, dann die *Lebensmittel- und Genussmittelindustrie*, ferner die *Papier- und Holzindustrie*. Die anderen spielen mehr oder weniger nur eine Nebenrolle, nur die „Lederindustrie“ ausgenommen. — Dieser industrielle Charakter bestimmt auch den *Aussenhandel*, und zwar die *Ausfuhr* des Landes; über diese Frage wird aber erst ein späterer Abschnitt unserer Arbeit Auskunft erteilen. Für das Jahr 1924 zeigt den Wert der verfertigten Waren und des Arbeiterlohns in estnischen Goldkronen folgende Zusammenstellung² (1 estnische Goldkrone = 100 Eesti-Mark):

1) Riigi Stat. Keskb., Eesti Stat. Album etc. S. 23—24.

2) Riigi Stat. Keskb., Nädala informatsioon № 9 (18). — Staatliches Stat. Zentralamt, Wöchentliche Information. Tallinn [Reval] 1926. S. 151. (In Maschinenschrift.)

Industrie	Zahl der grossen Unternehmen	Wert der verfertigten Waren in Taus.	Lohn der Angestellten in Taus.	Zahl der mittelgrossen Unternehmen	Wert der verfertigten Waren in Taus.	Lohn der Angestellten in Taus.
Textil	30	23.358	3.594	150	358	398
Lebens- und Genussmittel	34	19.464	1.344	133	2.802	429
Papier	15	12.074	1.610	14	443	51
Holz	59	9.297	2.745	217	2.095*	525
Leder	11	6.833	599	28	576	158
Metall	29	5.351*	2.582	87	790*	301
Steine und Erde	25	3.939	1.336	55	456	175
Chemikalien	13	2.902	579	25	699	147
Polier	21	2.166*	1.120	34	402	224

f) Verkehr.

Ungemein wichtig ist für das Wirtschaftsleben eines Staates das Verkehrswesen. Allerdings können Verkehrswege auch aus rein politischen und strategischen Gründen entstehen, im allgemeinen ist das Verkehrswesen aber doch mit dem Wirtschaftsleben verbunden. Von diesem wirtschaftsgeographischen Gesichtspunkte aus betrachtet, stellen die Verkehrswege die Nervenfasern des Wirtschaftsorganismus dar, die durch die Städte als wirtschaftliche Nervenknotten miteinander verbunden werden. Das Zentrum des ganzen wirtschaftlichen Nervensystems bildet die wirtschaftliche Hauptstadt, die in Eesti zugleich der politische Mittelpunkt des Staates ist¹. Im Folgenden wollen wir den Verkehrsraum und das Verkehrswesen in unserem Wirtschaftsorganismus untersuchen.

1. Der **Verkehrsraum** ist auch in Eesti in erster Linie die Festlandsfläche und die Wasserfläche. Die Luft spielt zur Zeit noch eine untergeordnete Rolle. Dieser estnische Verkehrsraum wird, dem allgemeinen Wirtschaftsraume ähnlich, von kosmischen und tellurischen Einflüssen des Erdkörpers bedingt. Als kos-

*) Den Wert für Bearbeitung fremder Materialien einbegriffen.

1) M. Haltenberger, Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte etc. S. 3.

misch-klimatische Äusserung erkennen wir hier schon den bedeutenden Schlittenverkehr, da das Land unter einer etwa ein halbes Jahr dauernden Schneedecke liegt (vergl. S. 70—71). Die Schneedecke ist von äusserst grosser wirtschafts-geographischer Bedeutung, da die vielen sumpfigen und moorigen Gebiete nur zu dieser Zeit in den Bereich des Verkehrs gezogen werden können. Recht grossen Verlust bedeutet für die Bevölkerung der Mangel an Schnee in manchen Jahren. Die Holzversorgung der Städte kann dann ernsten Gefahren ausgesetzt werden, was auch im Winter 1924—25 der Fall war, wo das Land erst Ende Februar unter eine einige Zeit dauernde Schneedecke kam. Neben dem Schlittenverkehr gehört Eesti in das Gebiet des Wagenverkehrs. Als Zugtier wird zu beiden das Pferd gebraucht. Bezüglich seines gemischten Wagen-Schlittencharakters gehört Eesti im Ostseebereich in die nördlichere Hälfte des Gebietes, da im Süden noch der Wagenverkehr überwiegt. Auf der Hettnerschen Karte der wichtigsten Transportmittel und Verkehrswege der Erde¹ befindet sich Eesti mit Lettland, ferner der grössere Teil Finnlands und das mittel- und nordschwedische Küstengebiet in dieser gemischten Zone, während die südliche überwiegende Wagenverkehrszone sich im Inneren Schwedens fortsetzt; in höheren Breiten aber überwiegt schon, ebenso wie in Nordfinnland, der Renntierschlittenverkehr.

Als weiterer kosmisch-klimatischer Einfluss des Erdkörpers ist das Zufrieren der Gewässer anzusehen. Im allgemeinen sind die Gewässer Eestis im Laufe von 20 bis etwa 140 Tagen im Jahre mit Eis bedeckt (vergl. S. 67—69). Dieser grosse Unterschied ergibt sich — wie schon erwähnt — aus dem verschiedenen Verhalten der binnenländischen Gewässer, des Finnischen Meerbusens, der Estnischen Zwischengewässer und des Livischen Meerbusens, wobei aber im Einzelnen auch Verschiedenheiten vorhanden sind (vergl. die Tabelle auf S. 68). Der freie und feste Eisweg ist für das Ostseegebiet verkehrsgemäss recht wichtig, und innerhalb dieses auch für Eesti. Ich wiederhole hier nur das in dem Kapitel über das Klima (S. 68—69) Mitgeteilte, dass sich nämlich im Winter über die eingefrorenen Estnischen Zwischengewässer ein freier und

1) A. Hettner, Die geographische Verbreitung der Transportmittel des Landverkehrs. — Zeitschr. der Gesellsch. f. Erdkunde. Berlin 1894.

fester Eisweg nach den westlichen Inseln öffnet, und dass man auf dem Eise auch über den Peipus nach Russland verkehren kann. In besonders kalten Wintern kann man sogar über den Finnischen Meerbusen und über die offene Ostsee nach Finnland, Schweden und Deutschland verkehren. (Siehe Eesti Stat. Album, S. 10—11.)

Die Äusserung des tellurischen Einflusses des Erdkörpers in dem estnischen Verkehrsraum können wir am besten in der Unbedeutendheit der senkrechten Gliederung des Landes wahrnehmen. Als niedriges Gelände stellt es dem Verkehrswesen keine Hindernisse entgegen. Als solche gelten nur die vielen sumpfigen und moorigen Stellen des Landes, aber keine grösseren Erhebungen, da solche nicht vorhanden sind. Die Moränenhügel, Drumlins und Äsar können auch nicht als Verkehrshemmnisse betrachtet werden, vielmehr knüpft sich der Eisenbahnbau in dem Drumlinlandschaftsgebiet an diese, um die nassen Stellen des Terrains zu umgehen. Es wäre von verkehrsgeographischem Interesse den estnischen Verkehrsraum einer gründlichen Untersuchung zu unterziehen, indem man die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit des Wegebbaus von dem Naturmilieu ermittelt. Es kämen hier die Landwege und die Eisenbahnen in Betracht, und aus diesen verkehrsgeographischen Studien könnten sich manche praktische Winke für den Eisenbahnbau der Zukunft ergeben, umsomehr als das Land von Eisenbahnen noch sehr dürftig umspannt ist. Die in Aussicht gestellten Eisenbahnbauten müssten diese verkehrsgeographischen Ergebnisse unbedingt berücksichtigen. Ich denke hier nur z. B. an die geplante Bahnlinie Pärnu-Viljandi-Tartu-Petseri (Pernau-Fellin-Dorpat-Petschur), die durch den Anschluss nach Moskau imstande wäre, den Transitverkehr des Landes auch auf diesem Wege zu fördern¹. Diese Bahnlinie durchquert das Drumlin- und Moränenhügellandschaftsgebiet Estis (siehe Abb. 11 auf S. 29); es wechseln hier verschiedene geomorphologische Landschaftselemente ab; und die geeignetste Anpassung des Eisenbahnweges an die Dünengebiete, Urstromtäler, Drumlins, Tafelerhebungen und Moränenhügel, wie auch an die sumpfigen Niederungen, müsste eben auf Grund verkehrsgeographischer Studien erfolgen.

1) M. Haltenberger, Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte etc. S. 9.

2. Das **Verkehrswesen** Estis ist noch ziemlich unentwickelt. Die alte Wirtschaftspolitik des vorkriegszeitlichen Zarenreiches liess auch auf dem Gebiet des Verkehrswesens sehr vieles zu wünschen übrig.

a) **Landverkehr.** Die Landwege sind recht schlecht und für Automobilverkehr wenig geeignet; als strategische Kunststrasse ist nur der estnische Anteil der Riga-Pleskau-

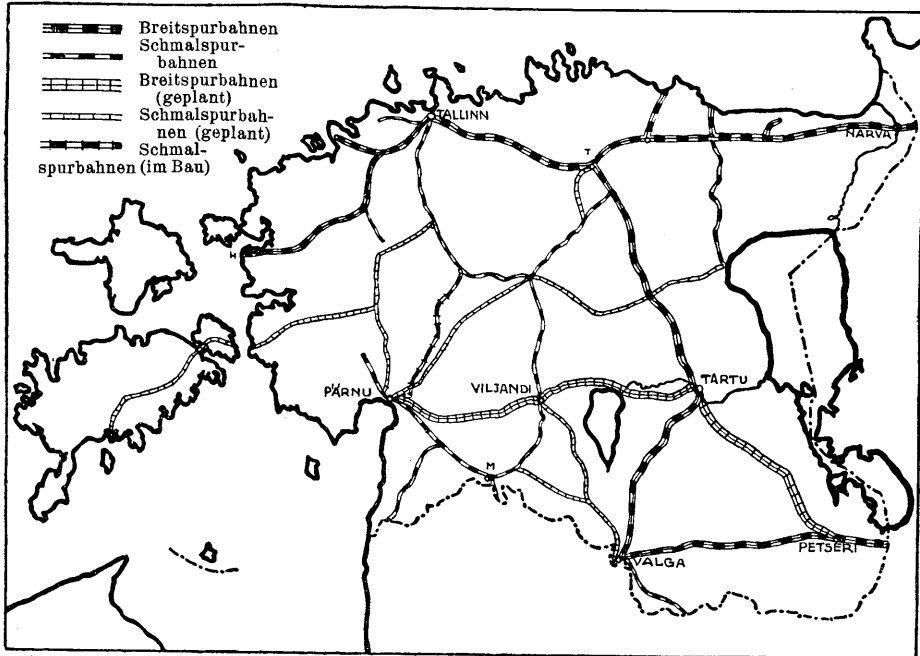


Abb. 64. Eisenbahnkarte von Eesti.

schen Chaussee von Bedeutung. Die Poststrassen, die vor dem Eisenbahnbau so grosse Wichtigkeit hatten, sind auch sehr primitive Landwege, von den Gemeindewegen ganz zu schweigen. Sie werden jetzt vom Autobusverkehr benutzt, der das noch sehr bescheidene Eisenbahnwesen ergänzt.

Das Eisenbahnnetz Estis entwickelte sich aus der russischen sog. „Baltischen Bahn“, die ziemlich spät, erst im Jahre 1868, zwischen Tallinn-Tapa-Narva-St.Petersburg mit einer Abzweigung von Tapa nach Tartu¹ begonnen wurde. (Siehe Abb. 64.)

1) Für die hier in Betracht kommenden Städte bez. Stationen führe ich die deutschen und russischen Namen in folgender Zusammenstellung auf, wo-

Sie verband also die Zarenhauptstadt, St. Petersburg, mit ihrem wichtigen Hafen, Tallinn. Im Süden wurde das Land von der Riga-Moskauer Bahnlinie gar nicht berührt, so dass der grösste Teil des Landes jeder Eisenbahnverbindung entbehrte. — Dieser anfängliche Charakter des Eisenbahnnetzes wurde erst dadurch verändert, dass sich an die Baltische Bahnlinie einerseits von Tartu, andererseits von Tallinn nach Süden verlaufende Linien anschlossen, wodurch das Gebiet mit der Riga-Moskauer Bahn verknüpft wurde. Von Tallinn gehen zwei solche Linien aus, von Tartu dagegen nur eine. Die von Tallinn ausgehenden Bahnen verbinden mit Tallinn einerseits die Küste der Estnischen Zwischengewässer (Tallinn-Haapsalu, mit einer Abzweigung nach einer zweiten Hafenstadt an den Estnischen Zwischengewässern, Baltiski), andererseits über das Innere des Landes den Livischen Meerbusen mit Tallinn (Tallinn-Türi-Viljandi-Möisaküla-Pärnu). Die Eisenbahnstrecke von Tartu verlängerte sich nach Süden gegen

bei bemerkt sei, dass die russischen Namen auch in lateinischer Transkription wiedergegeben sind. Einige ausserestnische Städte, die vor dem Weltkriege noch zu Russland gehörten, werden im Text mit ihren üblichen deutschen Namen angeführt, ebenso einige auch jetzt noch russische Städte.

Tallinn	Reval	Rewelj	(Ревель)
Tapa	Taps	Taps	(Тапсъ)
Narva	Narwa	Narwa	(Нарва)
Türi	Turgel	Allenkjulj	(Аленкюль)
Viljandi	Fellin	Fellin	(Феллинъ)
Möisaküla	Moiseküll	Moisekjulj	(Мойзекуль)
Tartu	Dorpat	Jurjew	(Юрьевъ)
Valga	Walk	Walk	(Валкъ)
Haapsalu	Hapsal	Gapsalj	(Гапсаль)
Rohuküla	Rohhoküll	Rohukjulj	(Рохукюль)
Baltiski	Baltischport	Baltijskij port	(Балтійскій портъ)
Paide	Weissenstein	Weissenstein	(Вейсенштейнъ)
Tamsalu	Tamsal	Tamsalj	(Тамсаль)
Võru	Werro	Werro	(Верро)
Petseri	Petschur	Petschory	(Печоры)
Irboska	Isborsk	Isborsk	(Изборскъ)
Rakvere	Wesenberg	Wesenberg	(Везенбергъ)
Aseri	Asserin	Asserin	(Ассеринъ)
Kohtla	Kochtel	Kochtelj	(Кохтель)
Järve	Jerwe	Jarwe	(Ярве)
Riiselja	—	—	—
Orajõe	Orrenhof	Orrengof	(Орреngoфъ)
Mõniste	Menzen	Menzen	(Менценъ)

Valga zu, wodurch sie über Valga in die Riga-Moskauer Strecke mündete. — Vor der Eröffnung dieser Linie brauchte man aus Tartu etwa 3 Tage, um über St. Petersburg, Pleskau und Düna-burg nach Riga zu kommen. Die direkte Fahrt mit Pferden dauerte etwa ebenso lange. — Als folgende (dritte) Entwicklungsphase des Eisenbahnnetzes auf estnischem Boden kann man die zwei Verbindungslinien der Meridionalbahnen ansehen, die also einerseits die Tallinn-Tapa-Tartu-Valga-Strecke mit der Tallinn-Türi-Viljandi-Mõisaküla-Pärnu-Strecke verbinden (Türi-Tamsalu), und andererseits die Tallinn-Tapa-Tartu-Valga-Strecke und die St.Petersburg-Pleskau-Dünaburg-Warschau-Linie miteinander in Verbindung setzen (Valga-Petseri). — Zuletzt sind noch die drei wichtigsten nordestnischen Glintbahnen als Stichbahnen der Baltischen Bahn (Rakvere-Kunda, Sonda-Aseri, Kohtla-Järve), und, neben anderen noch weniger bedeutenden Bahnen, nahe der lettischen Grenze Valga-Mõniste und Riiselja-Orajõe, letztere als ein Zweig der Mõisaküla-Pärnu-Linie, zu erwähnen. Das heutige Eisenbahnnetz, dessen exzentrischer Charakter so auffallend ist, setzt sich also aus folgenden Teilen zusammen:

1. Baltische Bahn: Tallinn — Tapa — Narva
2. Westestnische Meridionalbahn: Tallinn — Türi — Viljandi — Mõisaküla — Pärnu
3. Ostestnische Meridionalbahn: Tapa — Tartu — Valga
4. Nordwestestnische Küstenbahnen: Tallinn — Keila — Haapsalu — Rohuküla; Keila — Baltiski
5. Binnenländische Verbindungsbahnen: Türi — Paide — Tamsalu; Valga — Võru — Petseri — Irboska
6. Glintbahnen: Rakvere — Kunda; Sonda — Aseri; Kohtla — Järve
7. Bahnen nahe der lettischen Grenze: Riiselja — Orajõe; Valga — Mõniste.

Als im Bau begriffene Meridionalbahnen sind zu erwähnen diejenige zwischen Lelle-Pärnu und diejenige zwischen Sonda und Mustvee¹, welche letztere eine direkte Verbindung zwischen dem Finnischen Meerbusen und dem Peipus herstellen wird. — Für die Zukunft sind von der estnischen Regierung Bahnen geplant, die hauptsächlich den grossen Mangel an

1) Sie ist zur Zeit schon fast fertig.

West-Ostbahnen zu beseitigen haben; ferner eine direkte Verbindung zwischen der Hauptstadt und dem Badeort Kuresaare (Arensburg) auf der Insel Saaremaa (Ösel); und endlich eine, die als Ersatz für die auf lettischem Boden befindliche Valga-Mõisaküla-Strecke dienen soll. Von den geplanten West-Ostbahnen haben wir der bedeutendsten, der Pärnu-Viljandi-Tartu-Linie, bereits gedacht. Der Ausbau der Bahn auf der Insel Saaremaa ist auch wünschenswert, da hier bis jetzt nur eine 4 km lange Strecke vorhanden ist, aber auch diese nur im Sommer, und auch dann nicht täglich, im Betrieb ist. Die geplante Ersatzbahn diesseits der lettischen Grenze ist zur Überwindung eines Übels bestimmt, an dem auch der Staat Lettland an seiner litauischen Grenze zu leiden hat, wo die Bahnstrecke durch die Festlegung der politischen Grenze ebenfalls zerschnitten wurde.

Bezüglich der Eisenbahnentwicklung hatten die Gouvernements Estland, Livland und Kurland im Gegensatz zu den südlich und östlich angrenzenden Gouvernements eine begünstigtere Sonderstellung, wie dies aus den folgenden statistischen Angaben aus dem Jahre 1911 hervorgeht, wo in den drei Ostseeprovinzen auf je 100.000 Einwohner mehr als 60 Werst¹ Eisenbahnlinie entfallen²:

<i>Estland</i>	106·4	Werst	St. Petersburg	35·4	Werst
Livland	67·1	„	Pleskau . . .	59·1	„
Kurland	70·4	„	Witebsk . . .	60·0	„
Kowno	30·3	„			
Wilna	54·1	„			
Suwalki	31·7	„			

Den heutigen Stand des Eisenbahnwesens vergewärtigen wir durch folgende Zahlen, wobei bemerkt sei, dass hier nur die breit- und schmalspurigen Hauptbahnen berücksichtigt werden; die Zweig- und Stationsbahnlängen wollen wir ausser acht lassen. Darnach ergibt sich für das Jahr 1924 eine Bahnlänge von 1.095 km. $\frac{3}{5}$ davon waren Breitspurbahnen, also mit einer Spurweite von 152·4 cm; und $\frac{2}{5}$ Schmalspurbahnen, d. h. solche mit einer Spurweite von 75

1) 1 Werst = 1·067 km.

2) M. Haltenberger, Gehört das Baltikum etc. S. 15.

cm¹. — Eestis Eisenbahnentwicklung nimmt in dem Ostseebereich folgende Stellung ein²:

Schweden	(1918)	1·21 km	Bahnlänge auf 100 qkm Fläche				
Finnland	(1922)	1·55	"	"	"	"	"
<i>Eesti</i>	(1924)	3·77*	"	"	"	"	"
Litauen ³	(1920)	3·50	"	"	"	"	"
Lettland	(1923-24)	4·85	"	"	"	"	"
Dänemark ³	(1920)	10·10	"	"	"	"	"
Deutschland	(1922)	11·12	"	"	"	"	"

Eesti, Lettland und Litauen nehmen im Ostseebereich also einen verhältnismässig günstigen Platz ein. Aber auf die Bevölkerungszahl des Landes berechnet, ändert sich die Reihenfolge der Ostseeländer⁴:

Litauen ³	0·71 km	Bahnlänge auf 1.000 Einwohner			
Deutschland	0·88	"	"	"	"
Lettland	1·40	"	"	"	"
Dänemark ³	1·51	"	"	"	"
<i>Eesti</i>	1·54*	"	"	"	"
Finnland	1·77	"	"	"	"
Schweden	2·05	"	"	"	"

Die dünne Bevölkerung Eestis lässt also seinen Reichtum an Eisenbahnen ziemlich hoch erscheinen.

Wenn man die Eisenbahnen Eestis in seinen einzelnen Kreisen betrachtet, so ergibt sich, dass der Kreis Valga an der lettischen Grenze die grösste Bahnlänge (6·59) sowohl auf 100 qkm, wie auch auf 1.000 Einwohner (2·49) aufweist. Diese Werte beziehen sich aber nur auf die 1.103 km langen ständig benutzten Bahngleise. Wichtig ist ferner der Kreis Järva, der wichtige Kreuzungspunkte, wie Tapa, Tamsalu, Türi enthält (4·76 bez. 2·44); und der Kreis Harju, wo die verkehrsgeographische Be-

1) Riigi Stat. Keskb., Eesti Majandus, Viik III: *Riigiraudteede Tegevus 1923 a. Posti, Telegraafi ja Telefoni Tegevus 1923 ja 1924 a.* — Bureau Central de Statistique de l'Estonie, *Statistique Economique, Volume III: Exercice des Chemins de Fer en 1923. Fonctionnement des Postes, des Télégraphes et des Téléphones en 1923 et 1924.* Tallinn [Reval] 1925. S. 5.

2) Riigi Stat. Keskb., *ibid.* S. 6.

3) Hickmann's Geographisch-statistischer *Universalatlas* 1924. Wien 1924. S. 60.

4) Riigi Stat. Keskb., *ibid.* S. 6.

*) Bezogen auf die Gesamtbahnlänge samt Zweig- und Stationsbahnen (1.702 km).

deutung der Hauptstadt in die Wagschale fällt (3·9 bez. 1·0). Das radiale Ausstrahlen der Eisenbahnlinien aus dem Hauptverkehrsknoten des Staates, Tallinn, ist hier recht bezeichnend. Der sumpfige Kreis Lääne im Westen des Landes und der moränenhügelige Kreis Võru im Südosten sind mit Eisenbahnlinien am dürftigsten versehen (L. 1·36 bez. 0·86, V. 1·48 bez. 0·7). Dort durchquert nur die Linie Tallinn-Haapsalu-Rohuküla den Kreis, und hier allein die Valga-Petseri-Irboska-Linie. — Folgende Statistik gibt auch über die anderen Kreise Auskunft¹:

Valga	6·59	km	Bahnlänge	auf	100	qkm	; 2·49	km	Bahnlänge	auf	1.000	Einw.
Järva	4·76	"	"	"	"	"	2·44	"	"	"	"	"
Harju	3·90	"	"	"	"	"	1·0	"	"	"	"	"
Viru	2·40	"	"	"	"	"	1·14	"	"	"	"	"
Pärnu	2·32	"	"	"	"	"	1·29	"	"	"	"	"
Tartu	2·24	"	"	"	"	"	0·72	"	"	"	"	"
Petseri	2·10	"	"	"	"	"	0·58	"	"	"	"	"
Viljandi	1·52	"	"	"	"	"	0·77	"	"	"	"	"
Võru	1·48	"	"	"	"	"	0·7	"	"	"	"	"
Lääne	1·36	"	"	"	"	"	0·86	"	"	"	"	"
Saare	—	"	"	"	"	"	—	"	"	"	"	"
Eesti	2·44	km	Bahnlänge	auf	100	qkm	; 0·99	km	Bahnlänge	auf	1.000	Einw.

Als Ersatz für die fehlenden Eisenbahnen dient zur Zeit der Autobusverkehr, der etwa 48 Linien umfasst und im Herbst 1925 eine Gesamtlänge von rund 1.900 km besass, was entschieden mehr ist als die Länge des Bahnlinien.

b) Der **Wasserverkehr** Estis kommt als Binnenwasserverkehr und als Seeverkehr in Betracht. Der *Binnenwasserverkehr* ist heute noch wenig bedeutend, da nur etwa 200 km Flusslängen und 160 km Seestrecken befahren werden. Für die Schifffahrt geeignet wären aber noch etwa weitere 600 km, was aus den folgenden statistischen Angaben hervorgeht²:

1) Riigi Stat. Keskb., Ibid. S. 5.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Majandus, Vihk II: *Eesti Sadamad, Vee- teed, Kaubalaevastik ja Laevasõit 1923 ja 1924 a.* — Bureau Central de Statistique de l'Estonie, Statistique Economique, Volume II: *Ports, Marine Marchande et Navigation en 1923 et 1924.* Tallinn [Reval] 1925. S. 16—17.

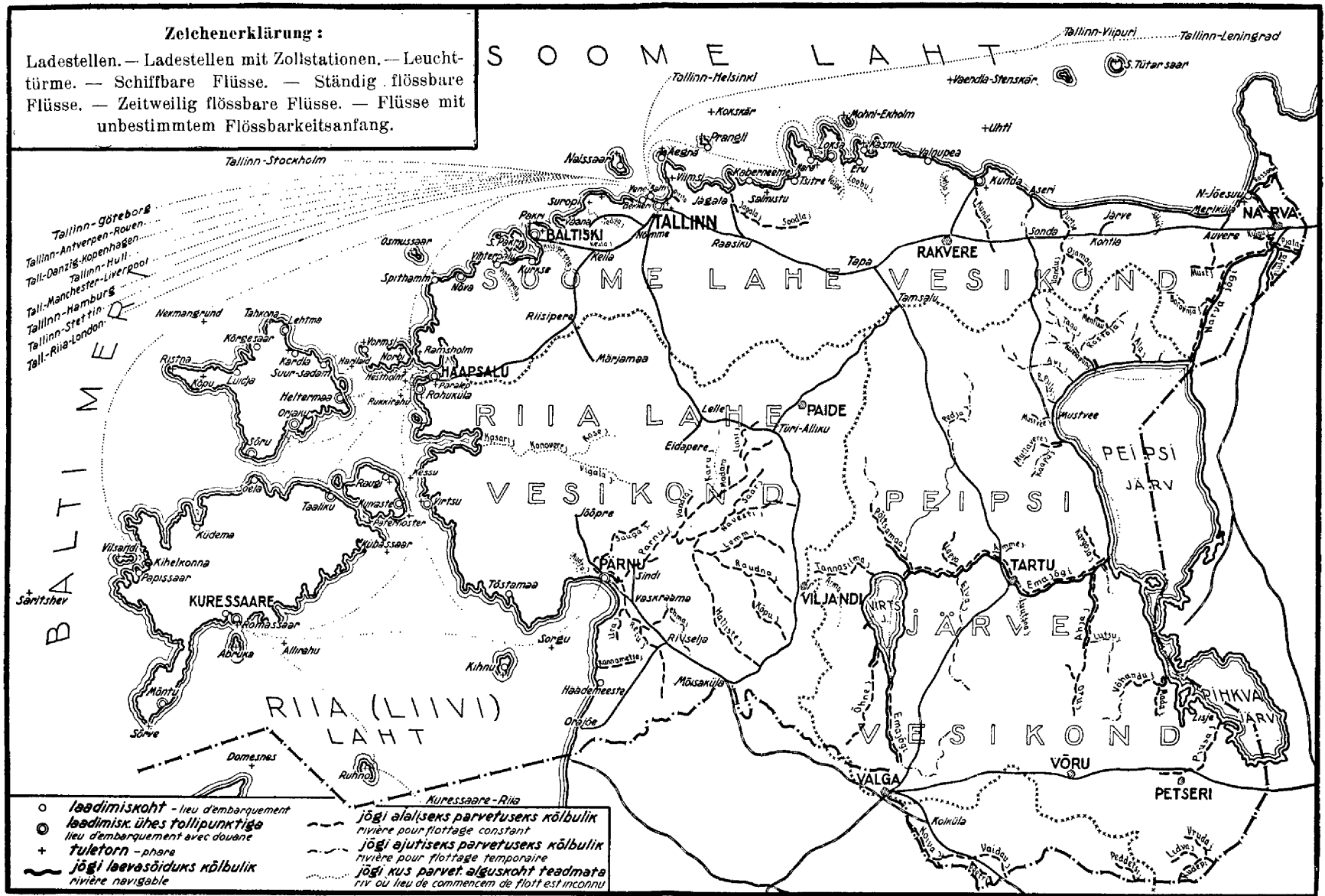


Abb. 65. Karte der Schiffbarkeit der Flüsse Estis. (Übernommen mit Genehmigung des Staatlichen Statistischen Zentralamts.) Zu S. 149.

<i>I. Befahren werden</i>		km
{	Narvajõgi (unterer Teil)	15
	„ (oberer „)	58
{	Suur-Emajõgi (der Grosse Embach) zwischen dem Pei- pus und Tartu	40
	„ „ „ „ „ zwischen Tartu und dem Virtsjårv	57
	Våike „ (der Kleine Embach)	27
		197
{	Peipus	74
	Lammijårv (der Warme See)	16
	Pihkvajårv (Pleskauer See)	36
Virtsjårv	34	160
		357

II. Für die Schifffahrt geeignet wären

Flüsse im Narvajõgi- und Peipus-Bereich	123	
„ „ Emajõgi- und Virtsjårv- „	188·7	
Andere kleinere Flüsse	23·8	335·5
Auf dem Peipus, Lammijårv und Pihkvajårv	214·3	
„ „ Virtsjårv	59·0	273·3
		608·8

Neben den angeführten schiffbaren Flüssen kann noch der Pärnu erwähnt werden, der in seinem Mündungsteil auf einer Strecke von etwa 7 km² schiffbar ist. Bedeutend ist die Rolle der flössbaren Flüsse, wie z. B. des Pärnu-Flusssystemes oder einiger Glinflüsse. Es gibt auch nur zeitweilig flössbare Flüsse, wie z. B. die nördlichen Zuflüsse des Peipus; oder sogar solche, von denen noch nicht bekannt ist, ob sie flössbar wären, z. B. manche Flüsse des Kasari-Flusssystemes. (Siehe Abb. 65.)

Bezüglich des *Seeverkehrs* tritt Eesti ausser dem Ostseebereich auch mit der Nordsee und der Irischen See in Verbindung: ein Umstand, der mit dem Aussenhandel des Landes zusammenhängt, weshalb wir darauf erst bei der Besprechung des Handels eingehen wollen; dann werden wir auch Angaben über die Handelsflotte Eestis machen (vergl. S. 161).

c) Da der **Luftverkehr** bis jetzt noch wenig Verbreitung gefunden hat — es wird bloss die Linie zwischen Tallinn-Helsinki (Helsingfors) benutzt — so sei hier nur noch des **Nachrichtenverkehrs** gedacht. Der „Telegraphen-“ und „Fernsprecherverkehr“

Eestis weist ihm im Rahmen des Ostseebereichs folgenden Platz zu¹:

		Telegraph		Fernsprecher	
		Linien	Drahtlänge in km	Zahl d. Fern- sprechstellen	Mill. Ge- spräche
Schweden	(1923)	12.800	45.152	390.989	572·2
Finnland	(1922)	5.579	15.991	21.978	51·9 (1920)
<i>Eesti</i> ²	(1924)	515	9.484	355	8·7
Lettland	(1923-4)	5.416	26.311	282	23·1
Litauen	(1924)	6.230	7.677	.	1·04 (1923)
Dänemark	(1922-3)	4.193	15.298	8.253	14·9

Eesti zeigt also in dem Telegraphen- und Fernsprecherwesen vom Standpunkt des Ostseebereichs schwach entwickelte Verhältnisse. Post, drahtlose Telegraphie und Kabelwesen sind ebenfalls ohne jede besondere Bedeutung. Es gab im Jahre 1923 261 Postämter, im Jahre 1924 3 drahtlose Stationen, und im Jahre 1923 212 km Kabel³.

g) Handel.

Der Handel spielt in dem Leben unseres Wirtschaftsorganismus keine bedeutende Rolle. Wie bei einem typischen Agrarstaat, weist die Biologie Eestis eine bescheidene Handelsbetätigung auf: die Zahl der Handelsbevölkerung beträgt 4‰, so dass Eesti im Rahmen des Ostseegebietes keine Sonderstellung einnimmt. Finnland (4·8‰), das europäische Russland (5·4), Schweden (7·5) weisen alle eine geringe Handelsbevölkerung auf, nur Ostdeutschland (12·7) gewährt schon ein günstigeres Bild. Vergleicht man aber diese Werte mit denjenigen von Grossbritannien (24·3) oder von Holland (18·2), so fällt der abweichende wirtschaftliche Charakter der Ostseeländer sofort auf⁴.

Als Agrarland könnte Eesti einen so gestalteten Aussenhandel besitzen, dass es hauptsächlich boden-, vieh- und waldwirtschaftliche Produkte ausführte und Industriewaren einfuhrte. Tatsächlich verhält es sich aber so, dass Eesti auf der einen Seite Lebensmittel, und zwar Getreide, in bedeutender Menge einführt, und auf der anderen Seite Industriewaren, und zwar Textilwaren,

1) O. Hübner, a. a. O.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Majandus, Vihk III: Riigiraudteede etc. S. 45, 41.

3) Riigi Stat. Keskb., Eesti Majandus, Vihk III: Riigiraudteede etc. S. 33, 45, 35.

4) H. Wagner, a. a. O. S. 155—56.

ausführt. Recht charakteristisch ist für die Biologie Eestis neben dem Aussenhandel sein Transithandel. Die geographische Lage des Landes prädestiniert es zu einem Durchgangsland. An der Grenze zwischen Nord-, Ost- und Mitteleuropa gelegen, stellt Eesti ein Übergangsgebiet dar, dessen allgemeiner Charakter jedoch mehr nordeuropäische Züge aufweist. Allerdings muss betont werden, dass die Zugehörigkeit des Landes zu diesem oder zu jenem Teil Europas nicht in jeder Hinsicht gleich stark ausgeprägt ist, worauf ich in der Arbeit „Gehört das Baltikum zu Ost-, Nord- oder zu Mitteleuropa?“ hingewiesen habe. Recht klar trat aber die Sonderstellung des Baltikums durch seine Rolle im Aussenhandel des früheren Russischen Reiches hervor. Durch die estländischen (Reval), livländischen (Riga) und kurländischen (Windau, Libau) Häfen ging vor dem Weltkriege ein Drittel des Aussenhandels des Zarenreiches¹. Heutzutage ist das unabhängige Eesti zusammen mit Lettland ein Durchgangsland zwischen West- und Osteuropa geworden, also ein wirtschaftlicher Vorteil, der unbedingt ausgenutzt werden müsste.

Die Entwicklung des Handels im unabhängigen Eesti während der fünf Jahre 1920—24 zeigt in Tonnen folgendes Bild²:

	1920	1921	1922	1923	1924
Aussenhandel .	226.490	271.146	622.662	631.249	727.952
Transithandel .	28.019	195.359	345.788	95.005	161.888
Zusammen . .	254.509	466.505	968.450	726.253	889.840

Aus dieser Tabelle ist also a) der Aufschwung des Gesamthandels (Aussen- und Transithandel), b) das Verhältnis zwischen Transithandel und Aussenhandel, und c) der Rückgang des Transithandels im Jahre 1923 zu ersehen. Der Aufschwung des Gesamthandels zeigt eine dreieinhalbfache Zunahme von 1920 bis 1924; das Verhältnis zwischen Transit- und Aussenhandel ist im J. 1924 etwa 1:4,5, im Jahre 1922 betrug es aber schon mehr als 1:2. Durch die Verbesserung der russischen Hafenverhältnisse (St. Petersburg) wurden jedoch die Waren von dem estnischen Wege abgelenkt. Die Entwicklungskurve des

1) M. Friederichsen, a. a. O. S. 92.

2) Riigi Stat. Keskb., Eesti Majandus, Vihk IV: *Väliskaubandus* 1924 a. etc. S. 7.

Transithandels zeigt deswegen im Jahre 1923 einen stark fallenden Verlauf. (Siehe Abb. 66.) Für das Handelsleben des Staates kommt die geographische Lage auch insofern in Betracht, als der Handel dank der Meereslage des Landes etwa zu $\frac{4}{5}$ in Seehandel besteht¹:

Gesamthandel 889.840 Tonnen im Jahre 1924

Seehandel 797.560 " " " "

Im Folgenden wollen wir den Handel Eestis inbezug auf seinen Transit- und Aussenhandel gesondert betrachten, und zu-

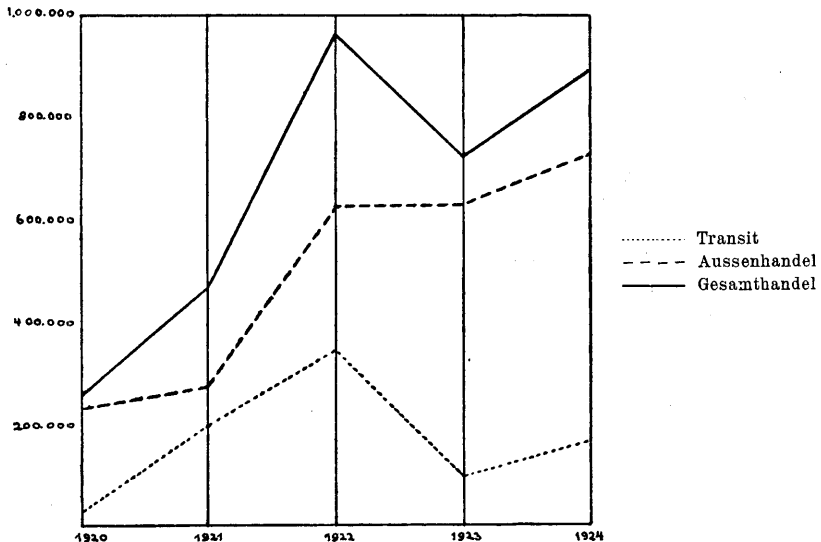


Abb. 66. Handelsgraphikon.

erst den **Transithandel** ins Auge fassen. Er beträgt noch immer etwa $\frac{1}{5}$ des Gesamthandels, im Jahre 1922 betrug er aber über $\frac{1}{3}$. Über die Hälfte (54·4%) des Transithandels machten Getreide, Kartoffel und Viehfutter aus, bedeutend war ferner die Prozentzahl des Holzes und der Holzwaren (21·3) und nicht unwesentlich die von Baumwolle, Flachs und anderen Faserstoffen (10·0). Seiner geographischen Lage entsprechend, vermittelt Eesti den Handel nach Russland einerseits und nach Mittel- und Westeuropa andererseits, was auch aus folgenden statistischen Angaben ersichtlich ist²:

1—2) Riigi Stat. Keskb., ibid. S. 7.

	im J. 1923	im J. 1924
	in Tonnen	
Transit nach Russland	28.894	16.965
„ aus „	66.106	143.721
„ „ anderen Staaten	—	1.202

Durch Eesti führt also Russland Holz und Holzwaren aus, während es auf demselben Wege Baumwolle und verschiedenes Rohmaterial für seinen nördlicheren Teil einführt.

Den ganzen Transithandel für das Jahr 1924 kann ich auf Grund der statistischen Angaben über das Tonnengewicht, in Prozenten und auf den Kopf der Bevölkerung in kg berechnet, folgenderweise¹ auführen¹:

	in Ton- nen	in %	auf den Kopf der Bevölke- rung in kg
1. Getreide (als Korn und gemahlen), Kartoffel, Viehfutter. . .	87.979	54·4	79·4
2. Molkereiprodukte.	1.918	1·2	1·7
3. Fisch und Fischwaren.	2.605	1·6	2·4
4. Andere Lebensmittel, Genussmittel, Spiritus und Getränke	4.391	2·7	4·0
5. Lebende Tiere und Vögel (in Stücken).	—	—	—
6. Lederwaren und andere tierische Produkte.	660	0·4	0·6
7. Samen und Pflanzen.	1.557	1·0	1·4
8. Holz und Holzwaren.	34.413	21·3	31·1
9. Papier, Papierwaren und Drucksachen.	2.085	1·3	1·9
10. Baumwolle, Flachs und andere Faserstoffe.	16.224	10·0	14·7
11. Textilwaren.	707	0·4	0·6
12. Metalle.	266	0·2	0·2
13. Metallwaren.	896	0·5	0·8
14. Landwirtschaftliche Maschinen und Geräte.	171	0·1	0·2
15. Sonstige Kraft- und Industriemaschinen, Transportmittel. . .	1.646	1·0	1·5

1) Riigi Stat. Keskb., ibid. S. 7.

	in Ton- nen	in %	auf den Kopf der Bevölke- rung in kg
16. Instrumente, Apparate und Schusswaffen	150	0·1	0·1
17. Steine, Erdarten und deren Pro- dukte	888	0·5	0·8
18. Steinkohle, Koks, Brennschiefer	—	—	—
19. Öle, Fette, Harze und deren Pro- dukte	1.237	0·8	1·1
20. Düngemittel	2	.	.
21. Chemikalien, Farben, Drogen .	2.800	1·7	2·5
22. Kunstwaren, Musikinstrumente und andere noch nicht genannte Waren	1.293	0·8	1·2
	161.888	100·0	146·2

Der **Aussenhandel**¹ Eestis wird vor allem durch die *Ausfuhr* von Molkereiprodukten, lebenden Tieren, von Holz und Holzwaren, von Papier, Papierwaren und Drucksachen und von Textilwaren charakterisiert, während auf der *Einfuhrliste* in erster Linie Getreide, Kartoffel und Viehfutter, wie auch andere Lebensmittel, Genussmittel, Spiritus und Getränke stehen. Die Statistik der Jahre 1923 und 1924 zeigt folgendes Bild²:

(Siehe die Tabelle auf S. 156 und 157.)

Der Gesamtwert der *Ausfuhr* ist also am höchsten bei Holz und Holzwaren (im Jahre 1923 24·5⁰/₀, im Jahre 1924 22·3⁰/₀), bei Faserstoffen (20·3 bez. 22·7) und bei Textilwaren (18·6 bez. 18·5). Betreffs der letzteren kommt dem Lande die sehr wichtige Tuchfabrik von Narva zugute, die imstande ist, die Nachbargebiete Russlands mit Stoffen zu versehen. Allerdings werden aber Textilwaren auch in bedeutender Menge eingeführt (12·6 bez. 7·9), sie bleiben jedoch hinter dem entsprechenden Ausfuhrwerte zurück. Auch Faserstoffe werden in ansehnlicher Menge einge-

1) In dem Aussenhandel habe ich an erster Stelle die *Ausfuhr* angeführt, da ein von der Natur so ärmlich ausgestattetes Land sehr auf Auslandsprodukte angewiesen ist, die es nur für seine Erzeugnisse ankaufen kann.

2) Riigi Stat. Keskb., ibid. S. 11, 17.

führt. An dem Gesamtwert der Ausfuhr müssen die Molkereiprodukte (11·6 bez. 15·1) in der Zukunft einen grösseren Anteil erlangen, als Viehzuchtland muss Eesti unbedingt noch mehr Molkereiprodukte (Butter und Käse) ausführen. — Vom Gesamtwert der Einfuhr entfällt ein recht bedeutender Anteil auf das Getreide (11·4 bez. 20·7), was auf die Einfuhr des amerikanischen Mehls zurückzuführen ist¹.

Den Gesamtwert der Ausfuhr und Einfuhr in estnischen Goldkronen (100 Eesti-Mark gleich 1 estnischen Goldkrone) vergegenwärtigen folgende Zahlen²:

	im J. 1923	im J. 1924
Ausfuhr . . .	57.119.561·7	78.657.905·6
Einfuhr . . .	93.322.798·5	82.042.091·4

Eesti führt noch immer zu viel Waren ein; freilich war im Jahre 1924 das Verhältnis zwischen Aus- und Einfuhr schon gesunder. Wie schon betont (siehe S. 154, Anmerk.), kann Eesti nur durch eine normal und rationell entwickelte Ausfuhr seine Bedürfnisse an Einfuhrwaren befriedigen.

Die wichtigsten Ausfuhr- und Einfuhrwaren miteinander verglichen, ergibt sich aus der Ausfuhrliste, dass die Molkereiprodukte, Holz-, Papier-, Faser- und Textilwaren bez. gegenstände mehr als $\frac{4}{5}$ des Gesamtwertes ausmachen, während auf der Einfuhrliste die Lebens- und Genussmittel, Spiritus, Getränke etwa mit über $\frac{1}{2}$ bez. $\frac{2}{3}$ des Gesamtwertes vertreten sind:

Ausfuhr	im J. 1923	im J. 1924
Molkereiprodukte	11·6 %	15·1 %
{ Holz und Holzwaren	24·5	22·3
{ Papier, Papierwaren und Drucksachen	10·3	8·2
{ Baumwolle, Flachs und andere Faser-		
stoffe	20·3	22·7
{ Textilwaren	18·6	18·5
	73·7	71·7
	85·3 %	86·8 %

1) Riigi Stat. Keskb., 'ibid. S. 11.

2) Riigi Stat. Keskb., 'ibid. S. 17, 11.

	1923		1923		1923		1924		1924		1924				
	Aus- fuhr in Tonnen	Ein- fuhr in Tonnen	Aus- fuhr- über- schuss in Tonnen	Ein- fuhr- über- schuss in Tonnen	Aus- fuhr in Tonnen	Ein- fuhr in Tonnen	Aus- fuhr- über- schuss in Tonnen	Ein- fuhr- über- schuss in Tonnen	Aus- fuhr- über- schuss in Tonnen	Ein- fuhr- über- schuss in Tonnen	Aus- fuhr- über- schuss in kg	Gesamt- wert der Aus- fuhr in %			
1. Getreide (als Korn und gemahlen), Kartoffel, Viehfutter	15.656	63.303	—	45.647	—	43.0	1.2	11.4	23.729	98.945	—	75.216	67.9	2.2	20.7
2. Molkereiprodukte	3.746	120	3.626	—	3.3	—	11.6	—	4.741	106	4.635	—	4.2	—	15.1
3. Fisch und Fischwaren	85	12.199	—	12.114	—	10.9	0.1	2.2	375	8.104	—	7.729	—	7.0	0.3
4. Andere Lebensmittel, Genussmittel, Spiritus, Getränke	2.512	45.343	—	42.831	—	38.7	2.9	10.6	1.374	44.731	—	43.357	—	39.1	1.1
5. Lebende Tiere und Vögel (in Stücken)	14.096	234	13.862	—	—	—	2.4	—	11.686	270	11.416	—	—	—	1.2
6. Lederwaren und andere tierische Produkte	570	1.507	—	937	—	0.8	1.4	3.1	661	1.159	—	498	—	0.4	1.6
7. Samen und Pflanzen	553	276	277	—	0.3	—	0.4	0.6	2.839	3.196	—	357	—	0.3	1.2
8. Holz und Holzwaren	184.704	1.340	183.364	—	165.6	—	24.5	0.6	233.578	2.180	231.398	—	209.0	—	22.3
9. Papier, Papierwaren und Drucksachen	19.904	8.591	11.313	—	10.2	—	10.3	2.7	24.144	3.917	20.227	—	18.3	—	8.2
10. Baumwolle, Flachs und andere Faserstoffe	10.340	5.435	4.905	—	4.4	—	20.3	13.1	11.414	3.473	7.941	—	7.2	—	22.7
11. Textilwaren	3.565	2.379	1.186	—	1.1	—	18.6	12.6	2.813	1.231	1.582	—	1.4	—	18.5
12. Metalle	11.528	15.993	—	4.465	—	4.0	0.8	3.0	10.451	11.711	—	1.260	—	1.1	0.8
13. Metallwaren	68	9.865	—	9.797	—	8.9	0.5	5.2	198	5.941	—	5.743	—	5.2	0.2

Einfuhr	im J. 1923	im J. 1924
Getreide, Kartoffel, Viehfutter	11·4 0/0	20·7 0/0
{ Andere Lebens- und Genussmittel, Spiritus, Getranke	10·6 „	13·4 „
	22·0	34·1
{ Baumwolle, Flachs und andere Faserstoffe	13·1 „	11·5 „
{ Textilwaren	12·6 „	7·9 „
	25·7	19·4
Sonstige Kraft- und Industriemaschinen, Transportmittel	10·6 „	7·6 „
	58·3 0/0	61·1 0/0

Betreffs der Samen und Pflanzen hat sich der Charakter des Aussenhandels im Jahre 1924 geändert, da heute wegen der Entwicklung der Graswirtschaft Samen und Pflanzen eingeführt, und nicht wie im Jahre 1923 ausgeführt werden.

An dem Aussenhandel Eestis beteiligen sich vor allem Grossbritannien und Deutschland. Grossbritannien hat in Eestis Ausfuhr die Vorhand, Deutschland dagegen in seiner Einfuhr, wie dies für das Jahr 1924 folgende statistische Berechnungen des Gesamtwertes in 0/0¹ zeigen:

Ausfuhr		Einfuhr	
nach		aus	
Grossbritannien	33·5	Deutschland	36·6
Deutschland	22·5	Grossbritannien	14·0

Bedeutend ist noch die Einfuhr aus Russland (12·8) und den Vereinigten Staaten (12·5).

Die Aus- und Einfuhrartikel gingen bez. kamen hauptsächlich aus folgenden Staaten, wobei bemerkt sei, dass die Prozentzahlen den Anteil an dem Gesamtwert der einzelnen Artikel wiedergeben und für das Jahr 1924 berechnet sind².

Ausfuhr			
		nach	
von Molkereiprodukten	„	Deutschland	64·5
	„	Grossbritann.	22·3
„ Holz und Holzwaren	„	Grossbritann.	82·9
„ Papier, Papierwaren und Druck-	„	Russland	61·5
sachen	„	Deutschland	22·8

1) Riigi Stat. Keskb., ibid. S. 19, 13.

2) Riigi Stat. Keskb., ibid. S. 21, 17.

von Textilrohmaterial	nach Grossbritann.	37·7
	„ Belgien	23·4
	„ Deutschland	28·1
„ Textilwaren	„ Dänemark	25·5
	„ Lettland	24·7

E i n f u h r

von Getreide, Kartoffel, Viehfutter	aus Russland	49·2
	„ den Verein. Staat.	20·9
„ anderen Lebensmitteln, Genuss- mitteln, Spiritus und Getränken	„ Deutschland	61·5
„ Baumwolle, Flachs und anderen Faserstoffen	„ den Verein. Staat.	57·1
	„ Grossbritannien	28·6
„ Textilwaren	„ Deutschland	50·2
	„ Grossbritannien	25·0
„ Metallen	„ Deutschland	44·0
	„ Belgien	24·0
	„ Grossbritannien	17·8
„ Metallwaren	„ Deutschland	63·8
„ sonstigen Kraft- und Industrie- maschinen, Transportmitteln	„ Deutschland	63·6
„ Steinkohlen, Koks	„ Grossbritannien	80·8
„ Ölen, Fetten, Harzen und deren Produkten	„ Deutschland	34·3
	„ Russland	21·5
„ Chemikalien, Farben, Drogen .	„ Deutschland	69·0

Das Handelsleben spiegelt also den wirtschaftsgeographischen Charakter des Landes wider, wonach gemäss der Sapperschen Einteilung auf Grund der Zuckermannschen Statistik Eesti noch ein „Zwerghandelsstaat“¹ wäre. Der Gesamtwert des Aussenhandels betrug im Jahre 1924 rund 16 Milliarden Eesti-Mark (EMk)², d. h. 160 Mill. estnische Goldkronen. 160 Mill. estnische Goldkronen entsprechen etwa 175 Mill. deutscher Friedensmark, wenn man die estnische Goldkrone rund 1·1 deutschen Friedensmark gleichsetzt. Da aber nun der Gesamthandel der Welt vor dem Weltkriege (1912) 175 Milliarden deutscher Friedensmark (= 160 Milliarden

1) K. Sapper, a. a. O. S. 205—6.

S. Zuckermann, Statistischer Atlas zum Welthandel. Berlin 1921. S. 162.

2) Riigi Stat. Keskb., ibid. S. 9.

estnischer Goldkronen) betrug¹, so ist an dieser Friedensrelation gemessen der Anteil Eestis am Welthandel etwa $\frac{1}{1000}$ (0·1%). Eesti als Handelsstaat befindet sich also gerade an der Grenze zwischen den Zwerg- und Kleinhandelsstaaten. Die Kleinhandelsstaaten haben schon bis zu $\frac{1}{100}$ (1%) Anteil am Welthandel. Finnland (0·39), Dänemark (0·87) waren Kleinhandelsstaaten, Schweden (1·0) Mittelhandelsstaat, und Deutschland (11·56) Grosshandelsmacht².

In dem Aussenhandel Eestis, der — wie gesagt — zu $\frac{4}{5}$ auf dem Seewege erfolgt, spielt als Hafen die Hauptstadt Tallinn die wesentlichste Rolle. 74% seines Gesamthandels, 56·6 der Ausfuhr, 90·8 der Einfuhr und 80·3 des Transithandels wird durch Tallinn erledigt. Neben Tallinn kommt noch Pärnu und Narva eine gewisse Bedeutung zu, was aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist³:

	Gesamthandel in Tonnen	%	Transit i n T o n n e n	Ausfuhr	Einfuhr	Tran- sit i n %	Aus- fuhr i n %	Ein- fuhr i n %
Tallinn . . .	658.181	74·0	129.925	209.207	319.050	80·3	55·6	90·8
Pärnu . . .	92.643	10·4	1.202	76.520	14.921	0·7	20·3	4·2
Narva . . .	73.423	8·3	30.761	33.918	8.744	19·0	9·0	2·5
Kunda . . .	37.169	4·2	—	35.513	1.656	—	9·4	0·5
Valga ⁴ . .	10.913	1·2	—	4.846	6.066	—	1·3	1·7
Kuressaare .	7.295	0·8	—	6.515	780	—	1·7	0·2
Loksa . . .	5.050	0·6	—	5.049	1	—	1·4	0·0
Baltiski . .	4.037	0·4	—	3.744	293	—	1·0	0·1
Haapsalu .	1.129	0·1	—	1.061	68	—	0·3	0·0
Total .	889.840	100·0	161.888	376.373	351.579	100·0	100·0	100·0

Bezüglich des wirtschaftsgeographischen Charakters der Städte muss ich auf den nächsten Teil des Buches, auf die „Siedlungsstruktur“, verweisen. (Vergl. auch meinen Aufsatz

1) E. Banse's Lexikon der Geographie. I. Band, Braunschweig und Hamburg 1923. S. 563.

2) K. Sapper, a. a. O. S. 203—6.

3) Riigi Stat. Keskb., ibid. S. 9.

4) Valga ist keine Hafenstadt.

„Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte der Republik Eesti“.)

Der bescheidene Handelscharakter des Staates ergibt sich auch aus der kleinen Handelsflotte. Im Jahre 1924 betrug die Gesamttonnage der Welthandelsflotte¹ 64 Mill. Brutto-Tonnen, und davon besass Eesti nur 45.000. Lettland hatte noch weniger, nur 40.000, Finnland dagegen 210.000, Dänemark 1 Mill. 50.000, und Schweden 1 Mill. 200.000, um nur die Staaten im Ostseebereich zu nennen. Deutschland (2 Mill. 954.000, im Jahre 1914 dagegen 5·1 Mill.²) ist nicht ausschliesslich Ostseestaat.

1) Hickmann, a. a. O. S. 63.

2) R. Reinhard, a. a. O. S. 122.

**ALTER UND HERKUNFT DER OSTBALTISCHEN
SOLQUELLEN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE
FRAGE NACH DEM VORKOMMEN VON STEIN-
SALZ IM BALTISCHEN OBERSILUR**

VON

HANS SCUPIN

TARTU (DORPAT) 1926

In zwei Aufsätzen¹⁾ habe ich, ausgehend von der erdgeschichtlichen Entwicklung des östlichen Baltikums, den Standpunkt zum Ausdruck gebracht, dass hier am Ende des Silurs die Möglichkeit zur Bildung von Salzablagerungen bestanden habe, und die bisherigen Beobachtungen damit in Einklang zu bringen versucht, wobei ich auch die im devonischen Altrotsandstein auftretenden bekannten Solquellen von Staraja Russa am Ilmensee mit diesen vermuteten obersilurischen Salzen in Verbindung setzte. Nachdem sich bereits O. v. Linstow in einer mir damals leider nicht zugänglichen kriegsgeologischen Denkschrift²⁾ mit der Frage etwaiger Salzvorkommen beschäftigt hatte, ist er kürzlich noch einmal auf meine Ausführungen eingegangen³⁾, um einen gegenteiligen Standpunkt zu begründen. Ich möchte daher erneut zu der zum mindesten wissenschaftlich sehr interessanten Frage Stellung nehmen, zumal ich bei Durcharbeitung der baltischen und russischen Fachliteratur für andere Arbeiten sowie durch persönliche Mitteilungen auf eine Reihe für die Frage wichtiger Tatsachen aufmerksam geworden bin, die mit in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden müssen.

Es war ganz naturgemäss, dass in der älteren Literatur, besonders bei C. Grewingk, der zuerst die Frage eines etwaigen Salzvorkommens wissenschaftlich behandelte⁴⁾, die Auffassung vertreten wird, dass die an verschiedenen Stellen der baltischen Länder auftretenden Salzquellen auch aus der Formation

1) H. Scupin, Die Frage des Vorkommens von Steinsalz in Estland. Sitzungsber. der Naturforscher-Ges. bei d. Universität Dorpat Bd. 29. 1922/23. S. 1. und Die Aussichten der Erbohrung von Salzen im Bereiche des osteuropäischen devonischen Alten Rotsandsteins. Kali Bd. 17. 1923. S. 161 und 177.

2) O. v. Linstow, Die Mineralquellen von Westrussland und Galizien, Denkschrift über die Möglichkeit, im besetzten Gebiet auf Salzlager fündig zu werden. Bezirksverwaltung Kowno 1918.

3) O. v. Linstow, Über die Aussicht im Baltikum Salzlager zu erbohren. Kali 1925. S. 200.

4) C. Grewingk, Geologie von Liv- und Kurland 1861. S. 293. (Arch. f. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands I. Ser. Bd. 2. S. 767).

stammen, der sie entquellen, also dem Devon. Dementsprechend äussert sich auch O. v. Linstow in seinen Ausführungen auf meinen Aufsatz unter Hinweis auf seine Denkschrift, dass der Hauptträger der Salze gar nicht das Silur, sondern das Mitteldevon sei. Das eben ist der strittige Punkt, und die von O. v. Linstow zur Begründung vorgebrachten Punkte waren es auch, die in älterer Zeit zu der Hoffnung Anlass gaben, im Bereich der Dolomitstufe oder darunter im Altrotsandstein Steinsalz zu finden. Es sind das vor allem die zahlreichen im Devon auftretenden Solquellen, sodann die Gipslager und die sog. Steinsalzpseudomorphosen in der Dolomitstufe (Oberes Mitteldevon). In meinen Ausführungen (1923) habe ich selbst auch auf diese Punkte hingewiesen und ausdrücklich betont (S. 14—16), dass sich im kontinentalen ariden Devon hier recht flache Salzpfannen gebildet haben mögen, habe aber mit Wiederauflösung der ausgeschiedenen Salze gerechnet, da diese sich nur bei einer hinreichend starken tonigen Schutzdecke erhalten konnten. In der Tat sind auch Salzlager nirgends im Devon beobachtet, auch der Gips der Dolomitstufe, den ich von verschiedenen Punkten untersuchte, zeigte keine oder nur ganz verschwindende Beimengungen von Steinsalz.

Massgebend für mich war die weitgehende Analogie des Altrotsandsteins mit dem Buntsandstein Deutschlands, und wie wir die Salzlager in Deutschland trotz der im Buntsandstein aufbrechenden Solquellen nicht in diesem, sondern darunter im Zechstein suchen, so lag der Analogieschluss auch nahe, dass die Quellen nicht oder doch wenigstens nicht durchweg dem Altrotsandstein, sondern dem liegenden Obersilur entstammen. Die Analogie des Devons mit dem Buntsandstein kommt dabei auch in der Gliederung zum Ausdruck, indem man den eigentlichen Unteren Altrotsandstein mit dem Unteren und Mittleren Buntsandstein, die aufgelagerte Dolomitstufe mit dem Röt lithologisch vergleichen kann. In beiden Fällen zuerst kontinentale, unter Trockenklima gebildete Ablagerungen, dann in beiden Fällen erneute flache Transgression; im Röt wie in der Dolomitstufe Gipslager und Steinsalzpseudomorphosen. Den deutschen Ablagerungen vorausgehend ein eingedampfter grosser Salzsee, ein abgeschnürtes Meeresbecken, im Baltikum eine allmählich durch Aufsteigen des Bodens trockengelegte Flachsee, die schon unter dem Einfluss eines Trockenklimas stand und ausserdem einen

Vergleich zuließ mit synchronen Ablagerungen in Amerika, die erdgeschichtlich in Verbindung mit ihrem Liegenden und Hangenden eine ganz ähnliche Entwicklung zeigen (Salina-Schichten).

Das alles gab zu denken und zu erwägen, ob die zunächst liegende, bisher vertretene Auffassung einer ausschliesslich devonischen Herkunft der Solquellen richtig sei. Wenn man bei Solquellen im deutschen Buntsandstein trotz der Gipslager und der Steinsalzpsedomorphosen im Oberen Buntsandstein zunächst nicht den Schluss auf Buntsandsteinquellen, sondern Zechsteinquellen zieht, so erscheint uns das selbstverständlich im Hinblick auf die uns bekannten Salzlager im Zechstein und die nicht nur im Buntsandstein, sondern auch im Zechstein oder dessen Liegendem¹⁾ auftretenden Solquellen. Im vorliegenden Falle fehlen Beobachtungen über Salzlager unterhalb des devonischen Altrotsandsteins, auf die ja erst durch Solquellen ein Rückschluss gemacht werden soll, aber das Analogon in Gestalt von Solquellen im Silur ist vorhanden.

Wie bereits früher (a. a. O. 1922 S. 21) bemerkt, hat schon C. Grewingk auf Anzeichen von Salz auf Ösel, allerdings ohne nähere Begründung, hingewiesen. Es war mir daher von besonderem Interesse, als mir Herr Prof. Dr. Paldrock hierselbst kurz nach dem Erscheinen meines Aufsatzes mitteilte, dass er bei Anlage eines Brunnens auf seinem Grundstück auf Ösel zwischen den „Fließplatten“, also den dolomitischen Kalkplatten des Obersilurs, schwaches Salzwasser zwischen zwei Süßwasserhorizonten gefunden habe. Die ganze Bohrung erreichte etwa 60—70 Fuss, die Temperatur des Süßwassers in der Tiefe war 11° C. Genaue Bohrtabellen waren leider nicht mehr erhalten.

Auch B. Doss²⁾ erwähnt das Vorhandensein von Salzwasser

1) Dahin gehört z. B. die bekannte Solquelle von Wittekind bei Halle, die auf einer Bruchspalte dem unterrotliegenden Quarzporphyr entquillt. In diesem Falle ist die Sole aus dem etwa 5 km südlich liegenden, zusammen mit dem Oberrotliegenden diskordant aufgelagerten Zechstein auf Spalten in die Tiefe in den Quarzporphyr gedrungen, aus dem sie bei Wittekind wieder aufsteigt. Vergl. H. Scupin, Die Beziehungen der Solquellen der Gegend von Halle zum Gebirgsbau. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. 86. 1916. S. 287. Ebenso entstammt der Salzgehalt der Sole von Bitterfeld in der Provinz Sachsen, die den karbonisch-rotliegenden Gesteinen der sog. Halleschen Mulde entspringt, dem nordwestlich gelegenen Zechstein der Stassfurter Mulde.

2) B. Doss, Über die geologischen Aufschlüsse einiger Tiefbohrungen in Windau. Korrespondenzbl. d. Naturf. Ver. v. Riga Bd. 51. 1908. S. 90. Fussnote 2.

auf Ösel. Zwei artesische Brunnen in Arensburg zeigen 696 mg Chlor = 1,147 g Kochsalz (aus 74,4 m Tiefe) und 525 mg Chlor = 0,865 g Kochsalz (aus 38,1 m Tiefe) in 1 Liter Wasser. Wenn v. Linstow diese Vorkommen, ebenso wie die Vorkommen auf Dagö, als „wirtschaftlich heute unwichtig“ bezeichnet (Denkschrift S. 39), so ist das zutreffend, aber diese Vorkommen sind für unsere Betrachtung nicht praktisch an Ort und Stelle, sondern symptomatisch zu werten. Ich habe bereits darauf hingewiesen, dass, trotzdem ich das Salzvorkommen in den „Oberen Ösel-schichten“ suche, in Ösel selbst nicht auf Salzlager gerechnet werden könne, da hier infolge der geringen Tiefen, in denen die in Frage kommenden Schichten auftreten, bzw. infolge des Ausstreichens der Oberen Ösel-schichten die früher etwa abgelagerten Salze ausgelaugt sein würden, und es überrascht daher auch schon der beobachtete geringe Betrag von Kochsalz in den hier vorhandenen Brunnen.

Das salzhaltige Grundwasser auf Dagö befindet sich im Liegenden dieser Schichten und könnte aus den Oberen Ösel-schichten weiter südlich auf Klüften in diesen tieferen Horizont hineingelangt sein, wobei gar nicht einmal Spalten auf Dagö angenommen zu werden brauchen. Die Flachheit des Meeres zwischen Ösel und Dagö gestattet die Annahme eines Aufsteigens des in die Tiefe gedrungenen Salzwassers auf Schichtflächen. Wie O. v. Linstow in seiner Denkschrift mitteilt, wurde hier schon seit dem Ende des Mittelalters aus salzhaltigem Grundwasser Salz gewonnen, auch bestand im 17. Jahrhundert in der Gegend von Pühalep im Osten der Insel ein Gradierwerk, das in 24 Stunden 780—1248 kg Salz erzeugte.

Im Streichen der Oberen Ösel-schichten auf dem Festland in Pernau ist in der Tiefe Salzwasser erbohrt. Hier sind, wie B. Doss¹⁾ mitteilt, 41 Bohrlöcher gestossen worden, von denen aber nur eines Salzwasser in 43 m Tiefe in einem Dolomit antraf, der als unterer Teil der Oberen Öselstufe von Doss gedeutet wurde. Doss bezeichnet diesen Horizont als stark salzhaltig²⁾.

1) B. Doss, Die geologischen Aufschlüsse einer grösseren Zahl artesischer Brunnenbohrungen in Pernau. Korrespondenzbl. d. Naturf. Vereins zu Riga Bd. 50. 1907. S. 173.

2) Auffallend gering ist der Gehalt an NaCl in einer im Altrot-sandstein aufdringenden Quelle in Puttenhof südöstlich Pernau, deren Temperatur von 13,75° C auf tiefen Ursprung hinweist; aber auch die Pernauer Sol-quelle ist nur eine unter 41.

Diese sog. „Untere Stufe“ ist dieselbe, die in Ösel die Eurypterus-Fauna führt, und gerade an diesen Horizont knüpfen sich meine erdgeschichtlichen Betrachtungen betreffs eines Vergleichs mit den amerikanischen Salinaschichten sowie den podolischen Eurypterus-Schichten und der etwaigen Fortentwicklung der obersilurischen, infolge Devonbedeckung jetzt unzugänglichen Schichtenfolge¹⁾, wobei besonders auch die schon von F. Schmidt ins Auge gefasste Möglichkeit erörtert wurde, dass diese sog. „Untere Stufe“ gar nicht älter als die sog. „obere“ im Süden der Insel Ösel, sondern nur eine Fazies dieser letzteren ist.

Aus tieferen Schichten stammt salzhaltiges artesisches Wasser, das in Petersburg unter dem „Blauen Ton“ erbohrt wurde. Nach Helmersen³⁾ sind hier in dem Brunnen der Anstalt zur Anfertigung der Staatspapiere 3 artesische Wasserstockwerke vorhanden bei 80', 388' und 522'. Das Wasserstockwerk bei 388' ist salzführend und zeigte eine Temperatur von 7° R. Das tiefste Wasserstockwerk, über dessen Salzführung nichts berichtet wird, zeigt eine Temperatur von 9° R. Die Temperaturzunahme auf 134 Fuss beträgt also 2° R. Bei 657' wurde der Granit erreicht. Ein genaues Bohrprofil, das sich gut auf diese Angaben beziehen lässt, teilt Th. Grosset⁴⁾ aus dem artesischen Brunnen im Technologischen Institut mit:

Sand	bis	15'
Blauer und hellgrauer Ton	„	59'
Looser Sand	„	86'
Sand mit Wasser	„	100'
Bläulich grauer Ton	„	392'
Feinkörniger Sandstein mit Wasser	„	413' 6"

1) a. a. O. S. 11—15.

2) Die Wärmezunahme beträgt hier demnach, da Petersburg eine mittlere Jahrestemperatur von 4° hat, bis zu dem zweiten Wasserstockwerk etwa 1° C auf 23 m, wenn man das Verschwinden der jährlichen Schwankungen bei 15—20 m Tiefe ansetzt, von da ab 1° auf 18 m. Die geothermische Tiefenstufe ist hier also unverhältnismässig klein, zuerst etwa $\frac{2}{3}$, dann wenig grösser als die Hälfte der normalen. Wodurch sich diese schnelle Wärmezunahme erklärt, ist in diesem Falle schwer zu entscheiden, man wird wohl Zuflüsse aus grösserer Tiefe annehmen müssen.

3) G. v. Helmersen, Der Artesische Brunnen zu St. Petersburg. Bull. de l'Acad. imp. des sciences de St.-Petersbourg VII. 1864. S. 146.

4) Th. Grosset, Zur Kenntnis des artesischen Wassers in St. Petersburg. Ebenda, Nouv. Sér. IV. 1893. S. 131.

Grauer Ton	„	418'
Grauer Sandstein mit Spateisenstein	„	490'
Grünlicher und rötlich-grauer Ton	„	498'
Glimmerhaltiger Sandstein und „Sandsteinartiger Ton“	„	530'
Weisser Quarzsandstein mit Wasser	„	553'

Temperatur 11,1° C.

Im eingedampften Rückstand von 388,233 g aus 100 l zeigten sich 319,000 g Kochsalz, also etwa $\frac{5}{6}$ der ganzen Menge, Chlormagnesium 25,986 g. Im Ganzen fanden sich 3,25‰ NaCl + KCl.

Die Frage nach der Herkunft des Salzgehaltes hat auch Grosset schon beschäftigt. An einen Übertritt des Salzwassers aus dem Meere kann, wie Grosset ausführte, nicht gedacht werden, weil das Verhältnis von Chlor zu Schwefelsäure anders ist, auch der Salzgehalt mit steigender Entfernung vom Meere wächst. So schienen ihm nur zwei Möglichkeiten übrig zu bleiben, entweder Auslaugung des Granits oder sedimentärer Schichten, wobei ihm das Letztere als das Wahrscheinlichere erschien. Er äussert sich schliesslich dahin, dass das Wasser wohl einen langen Weg gehabt habe und Schichten gefunden habe, die an Kochsalz reicher seien als die Petersburger Tone, die einen nur sehr schwachen Salzgehalt aufweisen.

Es entsteht nun die Frage: Aus welchen Schichten kann bei den Petersburger Solquellen der Salzgehalt stammen?

Die nächst jüngeren Schichten, in denen bisher Solquellen gefunden wurden, sind, wie gesagt, die Oberen Öselschichten. Diese sind indes nirgends in einer Entfernung vorhanden, dass man sie mit einiger Wahrscheinlichkeit als Ursprungsgestein annehmen könnte. Südlich von Petersburg verschwinden die jüngeren Silurschichten unter der Devonbedeckung. Obere Öselschichten wird man im östlichen Teile der baltischen Länder erst etwa in der Breite des südlichen Pleskauer Sees unter dem Devon erwarten dürfen, wie a. a. O. von mir ausgeführt. Das ergäbe für Petersburg eine nord-südliche Entfernung von etwa 200 km senkrecht zum Streichen. Hier dürfte also an eine Herkunft aus obersilurischen Salzlagern nicht mehr zu denken sein. Dagegen tritt devonischer Altrotsandstein in noch nicht 25 km Entfernung auf. Dass im Altrotsandstein mit seinem Trockenklima Bildungsmöglichkeiten für Steinsalz vorhanden waren, habe ich aber ausdrücklich selbst betont, wenn sich auch in dem Fehlen von Salzlagern sowie dem

Fehlen von Steinsalz im Gips zunächst Schwierigkeiten boten, und so möchte ich gerade auch für die Petersburger Solen eine Herkunft aus diesem hier dem Untersilur diskordant auflagernden Altrotsandstein annehmen. Da der Südrand des Finnischen Meerbusens wohl durch starke spätglaziale oder postglaziale Spaltensysteme bedingt wird, deren Fortsetzung sich auch durch die Störungen in der Gegend von Petersburg¹⁾ bemerkbar macht, so kann man wohl annehmen, dass durch derartige Spalten im Altrotsandstein südlich von Petersburg das Wasser bis in die dem Blauen Ton eingelagerten sandigen Schichten herabdrang, in denen es dann bis Petersburg der Fallrichtung entgegen aufstieg. Die Annahme von nordsüdlich verlaufenden Spaltensystemen, wie sie O. v. Linstow in Litauen zeichnet²⁾, ist hier nicht erforderlich.

Über die Herkunft des Salzes in der Sole des Altrotsandsteins macht v. Linstow (1925) interessante Mitteilungen. Es soll nach einer mündlichen Äusserung von B. Doss gegenüber Herrn v. Linstow in feinsten Imprägnationen im Sandstein vorhanden sein. Das würde gut zu der „Wüstentheorie“ des Altrotsandsteins passen. Freilich wird es nicht überall im Altrotsandstein zu finden sein, sondern auch nur da, wo Schutz gegen Auflösung durch eine undurchlässige Tonbedeckung vorhanden war. Die Tiefbrunnen in Dorpat im Bereich des Altrotsandsteins enthalten nur ganz geringe Spuren von Kochsalz³⁾. Die oft ganz mürbe Beschaffenheit des Altrotsandsteins, die es gestattet, ein faustgrosses Stück in der Hand ohne Kraftanstrengung zu zerdrücken, lässt auch darauf schliessen, dass hier ein lösliches Zwischenmittel fortgeführt worden ist, wobei man zuerst allerdings an Gips denken würde, wie man dies ähnlich auch im Buntsandstein gelegentlich beobachten kann.

Dieses Vorkommen von Sole im Devon darf aber nicht in dem Sinne verstanden werden, dass nun das Devon als der aus-

1) Vergl. Fr. Schmidt, Kurze Übersicht über die Geologie von St. Petersburg. Guide des excursions du VIII. Congr. géol. internat. St.-Petersbourg. Nr. XXXIV.

2) Vergl. Denkschrift Taf. IV. Das vermutete diluviale Alter dieser Spalten würde gut zu einer Reihe anderer Beobachtungen passen, über die ich mich in Kürze besonders äussern will.

3) C. Landesen, Zur Hydrologie Dorpats. Sitzungsber. d. Naturf. Ges. b. d. Universität Dorpat. Bd. 29. 1922/23.

schliessliche Träger derselben anzusehen ist. Die oben genannten Fälle haben gezeigt, dass einzelne Salzwasservorkommen unbedingt Obersilurisch sind. Wenn es sich nur um vereinzelt Fälle handelt, in denen der Nachweis zu erbringen ist, so muss man im Auge behalten, dass der Raum, auf dem die in Frage kommenden Schichten des Obersilurs ohne Überdeckung durch Devon auftreten (nördliche Fazies der Oberen Öselstufe), ein sehr begrenzter ist gegenüber der sehr ausgedehnten Fläche von Altrotsandstein und dass die Fortentwicklung des Obersilurs unter aridem Klima, also das unmittelbare Hangende der Oberen Öselstufe, uns überhaupt nicht bekannt ist, weil weiter südlich das Meer und der übergreifende Altrotsandstein das unmittelbar Hangende verdeckt¹⁾. Deshalb darf auch dort, wo im Untergrunde Obere Öselstufe unter Altrotsandstein zu erwarten ist, bei Auftreten von Salzwasser nicht ohne weiteres auf devonische Herkunft geschlossen werden. Man wird nicht zustimmen können, wenn Herr v. Linstow, wie er das in seinen gegen meinen Aufsatz gerichteten Ausführungen tut, das Auftreten der Solen im Devon auch als Beweis für ihre Zugehörigkeit zu diesem ansieht oder wenigstens mit als Beweis anführt. Das Salzwasser kann devonischer Herkunft sein, kann aber auch dem Obersilur entstammen, und kann schliesslich sogar eine Mischung aus beiden Quellhorizonten darstellen. Nur dort, wo andere Schichten des Silurs in der Tiefe liegen, wird man bei Bedeckung durch Altrotsandstein zunächst auf devonische Herkunft schliessen dürfen, obwohl bei nicht zu grosser Entfernung solcher jung-obersilurischer Schichten auch dann noch die Möglichkeit einer mindest anteiligen Obersilurischen Herkunft gegeben ist.

So darf auch die in Windau erbohrte Sole nicht ohne weiteres als ausschliesslich devonisch betrachtet werden, nur weil sie unter dem Quartär im Altrotsandstein erbohrt worden ist²⁾. Man wird hier, allerdings in ziemlich grosser Tiefe, die Fortsetzung der Oberen Öselschichten erwarten können, und das Gleiche gilt von der von mir angegebenen Linie Salis—Solze—Staraja-Russa, die dem Durchstreichen der Oberen Öselschichten entsprechen dürfte.

1) Vergl. dazu meine Ausführungen a. a. O. S. 12.

2) B. Doss, a. a. O. Korrespondenzbl. d. Naturf. Ver. v. Riga. 51. 1908. S. 90.

Als Argument für den devonischen Ursprung des Salzwassers, das in den Devongebieten beobachtet wurde, gibt v. Linstow den hohen Gehalt an Magnesiumsalzen an, die er auf die Dolomitstufe des Devons zurückführt. Dass auch im baltischen Silur Dolomite vorhanden sind, wird allerdings auch von ihm erwähnt, doch weist er darauf hin, dass sie gegenüber der starken Entwicklung der Kalksteine zurücktreten. Das ist richtig, aber diese Kalksteine sind Untersilur und kommen für diese Betrachtung nicht in Frage, auch ist der Unterschied in der Mächtigkeit der obersilurischen Dolomite gegenüber den devonischen nicht so gross, wie es nach den Ausführungen v. Linstows scheinen könnte. Fast das ganze Obersilur besteht im wesentlichen aus Dolomiten und dolomitischen Kalken. Grewingk gibt für die devonische, den Altrotsandstein überlagernde sog. Dolomitstufe auf seiner Karte der Ostseeprovinzen (2. Ausgabe) etwa 70 m an, für die vorwiegend dolomitische Untere und Obere Öselstufe, unter der aber auch noch Dolomite und dolomitische Kalke vorkommen, 45 m. Aber auch diese 70 m sind keineswegs durchweg Dolomit, sondern vielfach Kalke, wie die neueren Profile bei H. Bekker¹⁾ erkennen lassen. Über die Bedeutung dieser Dolomitstufe für das Devon gibt das schematische Profil in der Polemik bei v. Linstow übrigens eine unrichtige Vorstellung. Hier erscheinen die Dolomite mehr als 1½ mal so mächtig, als die unterlagernden roten Sandsteine. In Wirklichkeit ist die ganze Stufe mit 70 m erheblich weniger mächtig als die Sandsteinstufe, für die Grewingk 100 m angab. B. Doss²⁾ schätzt sie auf 250 m, aber sie kann noch erheblich mächtiger sein. Jedenfalls spielt die Dolomitstufe im gesamten Devon sogar eine geringere Rolle, als die obersilurischen Dolomite im Silur, und der gesamte Magnesiumgehalt dieser letzteren wird nicht so sehr weit hinter dem Magnesiumgehalt der devonischen sog. Dolomitstufe zurückbleiben.

Man wird also zunächst nur dort, wo Obersilur im Untergrunde fehlt, wie z. B. in dem genannten Falle in Petersburg, den Magnesiumgehalt auf die devonischen Dolomite zurückführen

1) H. Bekker, The Devonian rocks of the Irboska district. Arch. f. Naturk. Estlands, herausgegeben v. d. Naturf. Ges. bei d. Universität Dorpat Bd. X. 1924. S. 1.

2) B. Doss in: Riga und seine Bauten, Orographische und geologische Verhältnisse des Bodens von Riga. 1903. S. 12.

können. Dort wo Obersilur unter dem Devon liegt, ist der Schluss auf devonische Herkunft nur Analogieschluss, aber es spricht durchaus nichts dagegen, dass auch die obersilurischen Dolomite an ihnen beteiligt sind. Jedenfalls ist der Schluss nicht gerechtfertigt, dass der Magnesiumgehalt ohne weiteres auf devonischen Ursprung des Wassers hinweist, ebensowenig wie das Vorkommen des Salzes; er kann nur in Zusammenhang mit den Lagerungsverhältnissen gezogen werden. Leider fehlen aus der Sole bei Windau, wo die devonische Dolomitstufe nicht ansteht, die Obere Öselstufe aber im Untergrunde zu erwarten ist, genaue Angaben über den Mg- und Na-Gehalt, ebenso liegen keine Beobachtungen aus der Bohrung von Pernau vor, wo unter dem Diluvium sogleich Obere Öselstufe folgt. Aus den artesischen Brunnen von Arensburg ist nur Kochsalzgehalt angegeben; die Tatsache, dass über Magnesium nichts ausgesagt ist, könnte vielleicht zu dem Schlusse verleiten, dass er dem Kochsalzgehalt gegenüber zurücktritt, und das Gleiche könnte man vielleicht auf Grund der Angaben über Dagö folgern, umsomehr als hier ein Gradierwerk vorhanden war, das täglich bis 1248 kg Salz erzeugte. Ein hoher Chlormagnesiumgehalt würde die Salzfabrikation für Speisezwecke geschädigt haben. Auch den persönlichen Mitteilungen von Herrn Prof. Paldrock habe ich nur entnehmen können, dass ein bitterer Geschmack nicht empfunden wurde¹⁾. Sollte sich für die rein silurischen Solen wirklich ein niedriger Magnesiumgehalt gegenüber dem Kochsalz ergeben, so wäre dann allerdings aus dem hohen Magnesiumgehalt im Verhältnis zum Kochsalz eine starke Beteiligung devonischer Solen zu folgern.

Es ist nun in dieser Beziehung von Interesse, die Übersichtstabelle über die einzelnen Analysen in der Denkschrift von O. v. Linstow zu verfolgen. Einen besonders hohen Gehalt an Chlormagnesium hat eine Anzahl von Quellen in Druskieniki,

1) Demgegenüber sei andererseits auf eine Gesteinsanalyse von Goebel hingewiesen, der in einem wässrigen Auszuge eines Dolomites von Ösel 0,3381 MgSO₄, 0,2679 MgCl₂, 0,1905 KCl, 0,2032 NaCl g im kg Gestein fand. Vergl. A. Goebel, Über das Bedingende der Färbung in den grauen und gelben Dolomiten und Kalksteinen der oberen silurischen Gesteinsgruppe Liv- und Estlands. Arch. f. Naturk. Liv-, Est- und Kurlands I. Ser. Bd. 1. 1854. S. 274. Ein Auftreten von Salzlagern in der Richtung des Fallens in grösserer Tiefe weiter südlich würde dieses Verhältnis in den Solen natürlich zu Ungunsten des Magnesiums verschieben.

er geht in der Hauptquelle Nr. 1 bis 2,84 g im Liter herauf; am höchsten steigt hier der Gehalt an Chlormagnesium im Verhältnis zum Kochsalz in der Soldatenquelle mit 2,57:2,92. Noch höher aber wird dieses Verhältnis, wenn auch die Zahlen absolut klein sind, wie auch die Zusammenstellung bei v. Linstow (1925) zeigt, bei Kemmern mit 0,013:0,0015 (dazu noch 0,1665 Magnesiumsulfat) und Pattenhof mit $0,41 \text{ MgCl}_2 + 0,16 \text{ Mg}(\text{HCO}_3)_2 : 0,02 \text{ NaCl}$. In den erstgenannten Fällen bieten sich für obersilurische Schichten im Untergrunde keine Anhaltspunkte. Bei Pattenhof ist das allerdings der Fall, doch wurde schon oben bei Erwähnung der Pernauschen Bohrungen auf die Unregelmässigkeit in der Verteilung des Gehaltes an Kochsalz hingewiesen, das sich dort nur in einer von 41 Bohrungen fand. Diese kann sich durch den verschiedenen Verlauf, besonders die verschiedene Tiefe von Spalten erklären, wie sich auch im mitteldeutschen Salzgebiet gelegentlich ein unverhältnismässig grosser Magnesiumgehalt im Wasser aufbrechender Solen findet²⁾. Andererseits habe ich auch bereits in meinen früheren Darlegungen zum Ausdruck gebracht, dass, wenn bei der Trockenlegung des Bodens im obersilurischen Meer Eindampfung und Ausscheidung von Salzen erfolgte, diese wohl nur in Form getrennter Salzpfannen zum Ausdruck kam.

Auf der anderen Seite wird, wenn wir die hier nicht in Betracht kommenden Quellen von Ciechocinek (Zechstein) und Solec sowie Busk (Obermiozän) ausschalten, der Kochsalzgehalt absolut am grössten bei Staraja Russa, wobei gleichzeitig der Chlormagnesiumgehalt im Verhältnis zum Kochsalz den eben genannten Fällen gegenüber verhältnismässig klein wird. Der Gehalt an Chlornatrium + Chlorkalium geht hier bis zu 13,785 hinauf, während der Gehalt an Chlormagnesium nur 1,749 beträgt. Staraja Russa aber liegt, wie früher ausgeführt, in der West-Ost verlaufenden Linie, in der das Ausgehende des Obersilurs unter dem Altrotsandstein zu erwarten ist. Der Gedanke liegt nahe,

2) In Oberröblingen bei Halle im Mansfelder Seengebiet zeigte die Wasserprobe eines Brunnens im Buntsandstein, dessen Wasser aus dem Zechstein heraufkommt, 818,6 mg NaCl, 515,5 mg KCl, 933,1 MgCl₂ im Liter, ein anderer Brunnen enthielt 64,3 NaCl, 224,7 MgSO₄ sowie Spuren von KCl. In der Stadt Halle selbst sind 17,719% NaCl, 0,166 KCl und 0,406 MgCl₂ in dem zur Salzgewinnung dienenden Gutjahrbrunnen vorhanden. Vergl. H. Scupin, Zeitschr. f. Naturwiss. 1916. S. 270 und 294.

dass dieser Gegensatz im Verhältnis von Chlormagnesium zu Kochsalz, der durch die Steigerung des Kochsalzgehaltes bedingt wird, auf magnesiaarme, kochsalzreichere Zuflüsse aus dem unterlagernden Obersilur zurückzuführen ist. Insofern wird dann auch dieses Verhältnis von Chlormagnesium zu Chlornatrium umgekehrt für Obersilurquellen leitend werden können. Dem entspricht gut die Tatsache, dass die 60 km nördlich liegenden Quellen von Nowgorod bereits wieder einen sehr hohen relativen Magnesiumgehalt aufweisen¹⁾. Hier liegt der Altrotsandstein offenbar schon wieder über einem älteren Schichtenglied des Silurs. Sehr gut aber passen wieder zwei Analysen, die Grewingk²⁾ aus der Gegend von Adsel mitteilt, von denen die eine nur wenig, die andere gar kein Chlormagnesium erhält. Es fanden sich bei Schkilter (abgerundet) 0,21⁰/₁₀₀ NaCl 0,38 KCl, 0,07 MgCl₂, bei Muzenek 0,28⁰/₁₀₀ NaCl 0,28 KCl, — MgCl₂. — Adsel aber liegt wenig südlich, also im Hangenden der von mir angegebenen Linie, auf der höheres Obersilur im Untergrunde zu erwarten ist. Eine weitere Analyse wird in Zusammenhang damit von Stubbensee bei Riga mitgeteilt, die 0,49⁰/₁₀₀ NaCl, 0,15 KCl und kein MgCl₂ ergab. In dieser Gegend ist das Auftreten des in Betracht kommenden Obersilurischen Horizontes nicht ohne weiteres zu errechnen, aber ebensowenig zu bestreiten, sei es dass er hier infolge spät- oder post-obersilurischer Wellung (nicht Faltung!) wieder auftaucht, oder dass es sich hier um die genannte uns unbekannte Fortentwicklung des jüngsten Obersilurs handelt (vergl. oben S. 10).

Auf Zuflüsse aus grösserer Tiefe in Staraja Russa weisen auch die Temperaturangaben hin. C. Schmidt³⁾ gibt an, dass in zwei zwischen 1819 und 1834 gestossenen Bohrlöchern von 665' und 735' die Temperatur 13° C betrug. Schon die Tatsache, dass in beiden um 70' Tiefe von einander abweichenden Bohrlöchern die gleiche Wassertemperatur vorhanden war, lässt darauf schliessen, dass diese artesischen Wässer dem gleichen Horizont entstammen, dass also zum mindesten die obere der beiden Tiefenangaben nicht dem Ursprungshorizont der Wässer entspricht,

1) v. Linstow a. a. O. 1919, S. 6.

2) Sitzungsber. d. Naturf. Ges. zu Dorpat I. 1854. S. 117.

3) C. Schmidt, Die Salzquellen von Staraja Russa mit Rücksicht auf die Möglichkeit des Erbohrens sudwürdiger Solen in den Ostseeprovinzen. Arch. f. Naturk. Liv-, Est- und Kurlands I. Ser. 1. 1854. S. 299.

ja dass möglicherweise sogar beide Quellen aus einem gemeinsamen Horizont in grösserer Tiefe auf Spalten bis zu den durch die Bohrlöcher erschlossenen Tiefen aufgedrungen sind. Nimmt man die geothermische Tiefenstufe mit rund 30 m an und legt man als Ausgangspunkt eine Tiefe von 15—20 m zugrunde, so ergäbe sich für den Ursprungsort der Quelle eine Tiefe von etwa 270—275 m, wenn keine anderen Zuflüsse aus höheren Horizonten dazu kommen. Mit diesen wird aber gerechnet werden müssen. Das Auftreten verschiedener Tonschichten wechselnd mit wasserdurchlässigen Schichten lässt von vornherein schon verschiedene Grundwasserstockwerke im Devon vermuten, zu denen dann noch quartäre Wasserzugänge kämen, die infolge der Nähe der Erdoberfläche — der Jahresdurchschnitt ist etwa $4,5^{\circ}$ C. — eine ziemlich niedrige Temperatur erwarten lassen. Dementsprechend wird die ursprüngliche Quelltemperatur, um eine Mischtemperatur von 13° C. herauszubringen, entsprechend höher sein müssen, wobei man sich noch vergegenwärtigen muss, dass die Auslaugung der Gesteine eine Temperaturherabsetzung erwarten lässt. v. Linstow gibt als Tiefe für die Direktorquelle in Staraja Russa $29\frac{1}{2}$ m an bei einer Temperatur von $12,25^{\circ}$ C. In dieser Tiefe ist für Wasserzugänge aus dem Nebengestein nur eine Temperatur von $5-6^{\circ}$ C. zu erwarten. Hier müssen also bestimmt aus grösserer Tiefe stammende Wasser höherer Temperatur angenommen werden¹⁾. Die Bohrungen selbst aber gehen bis etwa zu dieser Tiefe von 250—275 m herunter, ohne das Devon durchsunken zu haben. Die zu erwartenden Zuflüsse aus grösserer Tiefe könnten also wohl dem Obersilur entstammen²⁾.

1) Die Angabe $29\frac{1}{2}$ m Tiefe widerspricht allerdings den oben angeführten Angaben von C. Schmidt (665' und 735'), dessen Analyse bei v. Linstow abgedruckt ist (Denkschrift S. 43, Schmidt 1853). Vielleicht liegt hier eine Verwechslung der Quellenbezeichnung in den älteren russischen Angaben vor.

2) Oben wurde bereits die Ansicht geäussert, dass die verhältnismässig hohe Temperatur in dem Bohrloch von Petersburg auf Zuflüsse aus der Tiefe zurückzuführen ist. Dass der Salzgehalt aus zersetztem Granit stammen könne, hat auch Grosset, wie gesagt, mit in den Kreis der Erwägungen gezogen. Diese Vermutung erhält eine Stütze durch das Vorkommen von Sole bei Nodendal im westlichen Finnland bei Åbo im Archaikum. Die Analyse von Grosset gibt für die von ihm untersuchte Petersburger Sole (a. a. O. S. 146) einen Gehalt von (abgerundet) 3,19 Chlornatrium, 0,029 Chlorkalium, 0,26 Chlormagnesium und $0,007\frac{0}{100}$ Brommagnesium an; der Gehalt an Magne-

Für die südlich in Litauen gelegenen Solen braucht ein Zustrom von Salzwasser aus tieferen als devonischen Schichten auf Grund der Temperaturverhältnisse nicht angenommen zu werden, auch wenn man kühlere Grundwasserzugänge aus höheren Horizonten und dementsprechend wärmere aus tieferen annehmen will, da das Devon hier sehr tief liegt und auch Zugänge aus grösserer Tiefe immer noch aus dem Devon stammen können. Die bei Grodno und Kowno erbohrten Devonschichten — ich schliesse mich der Deutung v. Linstows¹⁾ bezüglich der sog. Kreidesandsteine als Devon durchaus an — dürften den oberen Horizonten des baltischen Devon angehören. Man wird daher geneigt sein dürfen, im Baltikum ganz allgemein dort, wo das Devon oder wenigstens seine Basis in grosser Tiefe liegt, bei einem im Verhältnis zu Kochsalz verhältnismässig hohen Magnesiagehalt, namentlich bei schwachen Solen, in erster Linie an mehr oder weniger reindevonische Solen zu denken, auch wenn die Temperatur einen verhältnismässig höheren Betrag, je nach geographischer Lage 12—15°, erreicht. Jedenfalls liegen dann Anhaltspunkte für einen Zustrom aus einer im Liegenden befindlichen Formation nicht vor. Umgekehrt wird man bei einem zu Tage ausgehenden Devonvorkommen bei relativ geringem Magnesiagehalt und einem auch absolut höheren Kochsalzgehalt, sowie höherer Temperatur, an Zuflüsse aus der Tiefe zu denken haben, namentlich dort, wo Obersilur im Liegenden erwartet werden kann. Als Vertreter des ersteren Typus wird man Druskieniki ansehen dürfen, als Vertreter des zweiten Staraja Russa. Zwar kommt hier eine besonders kleine geothermische Tiefenstufe (wie sie sich für Petersburg zu ergeben scheint) nicht zum Ausdruck, aber der nach sonstigen Vorkommen im baltischen Altrotsand-

siumsalsen im Verhältnis zu Steinsalz und Chlorkalium ist also ein sehr viel geringerer, als er sich bei den Solen findet, wo Anhaltspunkte für einen Zustrom aus älteren Formationen in den Altrotsandstein nicht gegeben sind. Grösser ist wieder der relative Betrag an Magnesia in der von O. v. Linstow (1918 S. 6) aufgeführten Petersburger Sole beim Badehaus Erszowa, für die 0,4004 Magnesia bei 2,1825 Kochsalz + Chlorkalium gefunden wurde.

1) Denkschrift 1918, S. 31.

stein zu erwartende Zugang höheren Grundwassers lässt zur Erreichung der Durchschnittstemperatur derartige tiefere, wärmere Zugänge erwarten.

Ich kann meine Auffassung der ganzen Frage also in folgender Weise zusammenfassen:

Erdgeschichtliche Erwägungen, Trockenlegung alten Meeresbodens unter aridem Klima mit nachfolgenden Wüstenbildungen, legen die Möglichkeit nahe, dass im Baltikum im höheren Obersilur ähnlich wie in Deutschland zur Zechsteinzeit, wenn auch nicht in gleichem Massstabe¹⁾, Salze abgelagert wurden. Diese Erwägungen werden auch in keiner Weise dadurch abgeschwächt, dass die meisten Solquellen im Baltikum dem Devon entquellen, dessen Verbreitungsgebiet ganz ungleich grösser ist, als das der zu Tage ausgehenden obersten Silurschichten, und das schon von vornherein die Möglichkeit offen lässt, dass die Solen dort, wo höheres Obersilur den Altrotsandstein unterlagert, aus diesen Schichten in das Devon aufdringen. Diese Möglichkeit erhält eine Stütze durch die im Obersilur von Ösel und Dagö sowie auf dem Festland bei Pernau erbohrten Solquellen. Der geringe Gehalt an Kochsalz macht sie zwar an Ort und Stelle praktisch heute bedeutungslos, aber sie sind als Hinweis für Salzbildungen in dem erwarteten ober-silurischen Horizont, wo dieser in grössere Tiefe hinabtaucht, sehr bedeutsam. Infolge der geringen Tiefe des Vorkommens an den genannten Punkten konnte von vornherein gar nicht mehr mit der Erhaltung eines Salzlagers gerechnet werden. Da gerade dieser Möglichkeit bisher noch von keinem der Forscher, die sich mit der baltischen Salzfrage beschäftigt haben, nachgegangen worden ist, so hielt und halte ich es noch für das Gegebene, bei der Frage, ob eine Bohrung zweckmässig ist, an diese Möglichkeit anzuknüpfen.

O. v. Linstow hat in seiner Denkschrift sich dahin geäussert, es könne nicht der Rat gegeben werden, Bohrungen zur Erschliessung der salzführenden Schichten vorzunehmen, indem er dabei immer nur devonische Salze im Auge hat, wobei er gleichzeitig betont, dass diese nicht als Lager, sondern nur fein verteilt auftreten und dass Kalisalze fehlen, Steinsalz aber

1) Insbesondere liegen hier keine Anhaltspunkte für eine mehrfache Wiederholung der Überflutung am Ende des Obersilurs vor.

in überreicher Menge in Deutschland vorhanden ist. Dem ist vom Standpunkte dieser kriegsgeologischen Denkschrift völlig zuzustimmen.

Hier aber liegt die Frage wesentlich anders. Die baltischen Länder haben bisher keine eigenen Steinsalzlager wie Deutschland, und sodann handelt es sich hier nicht um die Feststellung von Devonsalzen wie bei O. v. Linstow, sondern um die Möglichkeit der Erschliessung von Obersilursalzen; und wenn Herr v. Linstow auch in seinem letzten Aufsatz den hohen Magnesiumgehalt anführt, der die Solen als für Speisezwecke durchaus ungeeignet erscheinen lässt, so handelt es sich auch hier immer nur um devonische Solen, bei denen der Magnesiumgehalt in der Tat unverhältnismässig steigen kann. Dass ihn ein Zutritt von ober-silurischem Salzwasser völlig verändern kann, darauf scheint mir Staraja Russa, wie oben gezeigt, hinzuweisen. Auch Zechsteinsolen, die nur in geringer Entfernung von einander auftreten, zeigen mitunter einen ganz verschiedenen relativen Gehalt an Magnesiumsalzen.

Keinesfalls aber darf auf Grund der Tatsache, dass die Hauptmasse der Solen im Baltikum im Bereich des Devons ihren Sitz hat, der Wert einer bis ins Obersilur niederzubringenden Bohrung bestritten werden. Das kann nur für die Gebiete anerkannt werden, wo Anhaltspunkte für das Auftreten von höherem Obersilur in der Tiefe unter dem Altrotsandstein nicht gegeben sind. Die Frage ober-silurischer Solen und Salze in der Tiefe ist bisher praktisch überhaupt noch nicht untersucht und muss ganz von der devonischen Solen getrennt gehalten werden, wobei die geographische Verbreitung nicht ohne weiteres zu stratigraphischen Schlüssen führen darf. Auch v. Linstow hat diese von mir behandelte Seite der Frage, dass nämlich silurisches Salz nur unter dem Altrotsandstein in der Tiefe erhalten sein kann, während im gleichen Horizont aber in höherer Lage entgegen dem Fallen Ablagerung zu erwarten ist, gar nicht berührt.

Hinweise auf ein Vorkommen von Steinsalz in der Tiefe unter dem Altrotsandstein sind ausser durch die Lagerungsverhältnisse, sofern sie höheres Obersilur erwarten lassen, durch das Zurücktreten der Magnesiumsalze gegenüber dem Gehalt an Kochsalz gegeben, wobei auch die Temperatur des Wassers unter dem Gesichtspunkt einer Durchschnittstemperatur von höherem

kühleren und tieferem wärmeren zu prüfen ist. Für mich bleibt die Linie Salis — südlicher Pleskauer See — Solze — Staraja Russa diejenige, auf der die praktischen Untersuchungen zu beginnen hätten, da hier im Untergrunde des Altrotsandsteins das höhere Obersilur zu erwarten ist und bei Staraja Russa auch das Verhältnis von Magnesiumsalzen zum Kochsalzgehalt in dem oben genannten Sinne für diese Auffassung ein günstiges ist. Die praktischen Untersuchungen würden dabei mit modernen physikalischen Methoden zu beginnen haben, von deren glücklichem Ausfall das Ansetzen von Bohrlöchern abhängig zu machen wäre. Dagegen stimme ich v. Linstow für den südlichen Teil des Gebietes, wo Silur höchstens in grosser Tiefe zu erwarten ist, wo auch keinerlei Anhaltspunkte für das Auftreten gerade des jüngeren Obersilurs gegeben sind und wo andererseits das Verhältnis des Magnesiums zu Kochsalz ein so ungünstiges wird, in der Auffassung völlig bei, dass hier Bohrungen nicht am Platze sind.

**FLORISTISCHE NOTIZEN AUS DEM NORD-ALTAI
NEBST BESCHREIBUNG EINER NEUEN *CARDA-*
MINE-ART AUS DER SECTION *DENTARIA***

VON

THEODOR LIPPMAA

TARTU 1926

Druck von C. Mattieser, Tartu (Dorpat)

Während meines Aufenthaltes im Nord-Altai in den Jahren 1918—1921 war es mir möglich, in der Umgebung von Tschemal (gelegen auf dem rechten Ufer des Flusses Katun, auf ca 51,4° nördl. Breite) floristisches Material zu sammeln und auch phänologische Beobachtungen anzustellen, über die hier eine kurze Mitteilung gemacht werden soll. Hierbei will ich mich ausschliesslich auf die Frühlingsflora beschränken, und zwar aus dem Grunde, weil gerade diese mangelhaft erforscht ist, was schon daraus hervorgeht, dass Krylow in seiner trefflichen „Flora des Altai“ verhältnismässig wenig Standortsangaben für die im Frühjahr blühenden Arten bringt.

Bei der Bearbeitung des mitgebrachten Herbarmaterials im Botanischen Institut in Tartu war mir von grosser Wichtigkeit das reichhaltige sibirische und speziell altaische Herbarmaterial des Instituts, in dem sich u. a. zahlreiche Exemplare von Ledebour, Fischer, Turczaninow und anderen befinden. Was die Literatur betrifft, so hielt ich mich an die Arbeiten von Krylow, Boissier, Ledebour, Maximowicz, Turczaninow, Hooker u. a.,¹⁾ wobei die Arbeit von Krylow als die wichtigste zu nennen ist²⁾.

-
- 1) Boissier, Ed., *Flora orientalis*, 1867—1888.
Hooker, J., *The Flora of British India*, vol. I—III, 1875—1882.
Krylow, O., *Flora Altaja*, Tomsk, 1908—1914 (russisch).
Ledebour, C., *Flora altaica*, T. I — IV, 1829—1833.
Ledebour, C., *Icones plantarum novarum vel imperfecte cognitarum florum rossicam, imprimis altaicam illustrantes*, Cent. I—V, 1829—1834.
Ledebour, C., *Flora rossica*, 1842—1853.
Maximowicz, C., *Primitiae florum Amurensis*, Mém. prés. à l'Acad. d. Sc. de St.-Pétersbourg par div. sav. IX, 1859.
Schmalhausén, J., *Flora srednej i jushnoj Rossii, Kryma i Kawkasa*, T. I u. II, 1895—1897 (russisch).
Turczaninow, N., *Flora baicalensi-dahurica seu descriptio plantarum in regionibus cis- et transbaicalensibus atque in Dahuria sponte nascentium*, Bull. de la Soc. des natur. de Moscou, 1842—1845.
- 2) Für briefliche Mitteilungen betreffend neuere Literatur ist es mir

Es ist mir leider nicht möglich, nähere Angaben über die meteorologischen Verhältnisse in Tschernal mitzuteilen: es sei nur erwähnt, dass der Winter schneearm ist, so dass sogar Anfang Dezember der bereits gefrorene Boden oft kahl ist. Der Schnee hält sich auf den mit Steppenvegetation bedeckten Südabhängen bis Mitte (Ende) März; zu dieser Zeit fand ich ganz regelmässig blühende Exemplare von *Gagea pusilla* Schult. Auf den Nordabhängen liegt der Schnee ca 2 Wochen länger. Im Januar betrug die Temperatur zuweilen wochenlang -45° C, gewöhnlich war sie aber ca -20° bis -30° .

Gesammelt wurden die Pflanzen einerseits auf den trockenen aus Chloritschiefer bestehenden Bergabhängen, die sich am Ostende der Terrasse, auf der sich das Dorf Tschernal befindet, erheben, und zwar sowohl auf den südlichen wie auf den nördlichen Abhängen, andererseits in dem Tschernal-Tal.

Verzeichnis der beobachteten Pflanzenarten mit Angaben über den Beginn der Blütezeit etc.:

Ephedra nebrodensis Tin. *a typica* Regel. (Kryl. p. 1740). Auf felsigen Bergabhängen auf deren Südseite; Blüt. am 1/5 1920.

Carex caryophyllea Latour. S.-Abh.; mit Blüt. am 17/5 1920 gesammelt.

Carex humilis Leyss. S.-Abh.; Blüt. am 30/4 1920. Es war mir möglich, meine Pflanzen mit Exemplaren aus Montpellier zu vergleichen, mit denen sie gut übereinstimmen (Ex. von Dunal). Die Pflanze ist auf den Südabhängen verbreitet. Für diese Art erwähnt Krylow nur zwei bestimmte Fundorte für das Gouv. Tomsk.

Gagea pusilla Schult. S.-Abh.; Blüt. am 20/3 1920.

Erythronium dens canis L. *β sibiricum* Fisch. et Mey. N.-Abhänge; Blüt. am 4/5 1920; reife Samen am 10/6 1921.

Orithyia uniflora D. Don. Auf S.-Abhängen und an den felsigen Katun-Ufern sehr verbreitet. Blüt. am 5/6 1920; reife Samen am 23/6 1921.

Polygonatum officinale All. (Kryl. p. 1336). S.-Abh.; Blüt. am 1/6 1920.

Iris Bloudowi Ledb. (Led. Ex.!). Auf der Krestowaja-Gora

eine angenehme Pflicht den Herren Prof. Diels (Berlin-Dahlem) und Prof. Busch (Russland) zu danken.

- in der *Larix sibirica*-Region (ca 800 m); Blüt. am 22/5 1920; reife Früchte am 31/8 1920.
- Iris ruthenica* Ait. (Led. Ex.!). Kryl. p. 1325. Blüt. am 10/5 1920.
- Iris tigrídia* Bge. (Led. Ex.!). Auf trock. Südhängen; Blüt. am 5/10 1920; reife Früchte am 23/6 1921. Krylow nennt für das Gouv. Tomsk nur 3 westlich vom Flusse Pestchanaja gelegene Standorte.
- Cypripedium guttatum* Swartz. Tschernal-Tal; Blüt. am 1/6 1920.
- Cypripedium macranthon* Swartz β *ventricosum* Reichenb. Nach Krylow ist diese Form im Altai überhaupt nicht gefunden worden, während die Form *a vulgare* Reichenb. sehr verbreitet ist. Meine Exempl. gehören der β *ventricosum* Reichenbach an. Sie wurden in einem kleinen Tale unweit Tolgujuk (Tschernal) gefunden. Blüt. am 5/6 1920.
- Thesium refractum* C. A. Mey. *a typicum* Kryl. (Kryl. p. 1174). S.-Abhänge; Blüt. am 28/5 1920.
- Rheum rhaponticum* L. S.-Abhänge; Blüt. am 30/5 1920. Am häufigsten an steilen, wenig zugänglichen Abhängen.
- Polygonum alpinum* All. S.-Abh.; Blüt. am 5/6 1920.
- Stellaria Bungeana* Fenzl. Kiefernwald; Blüt. am 9/5 1920.
- Cerastium arvense* L. β *angustifolium* Ledb. (Kryl. p. 177). Blüt. am 5/6 1920.
- Caltha palustris* L. N.-Abh. am Bache bei Tolgujuk; Blüt. im Mai.
- Trollius asiaticus* L. N.-Abh.; Blüt. am 28/5 1920.
- Isopyrum fumarioides* L. Kryl. p. 35. S.-Abh.; Blüt. am 18/5 1920.
- Anemone altaica* Fisch. Blüt. am 30/4 1920; reife Früchte am 10/6 1921.
- Anemone coerulea* DC. Tschernal-Tal; Blüt. am 10/5 1920; reife Früchte am 10/6 1921.
- Anemone narcissiflora* L. Obwohl diese Pflanze sehr oft in der alpinen Höhenstufe oberhalb der Waldgrenze auftritt, wächst sie bei Tschernal (Tolgujuk) auf einer Höhe von ca 500—600 m nahe der oberen Grenze der N.-Abhänge. Blüt. am 20/5 1920.
- Anemone silvestris* L. Tschernal-Tal; Blüt. am 1/6 1921.
- Pulsatilla patens* Mill. γ *intermedia* Rgl. S.-Abhänge; Blüt. am 5/4 1920; reife Früchte am 10/6 1921.
- Atragene alpina* L. γ *sibirica* Rgl. et Til. Kiefernwald bei Tschernal; Blüt. am 1/6 1920; reife Früchte am 27/9 1921.

- Ranunculus auricomus* L. γ *sibiricus* Glehn. Tschernal-Tal; Blüt. am 30/4 1920; reife Früchte am 10/6 1921.
- Ranunculus lanuginosus* L. N.-Abh. bei Tolgujuk; Blüt. am 1/6 1920. Krylow nennt nur einige westlich gelegene Standorte.
- Thalictrum petaloideum* L. (Led. Ex.). S.-Abh.; Blüt. am 5/6 1920; reife Früchte am 25/6 1921.
- Adonis apennina* L. β *sibirica* Pall. Im *Larix sibirica*-Walde zwischen Tschernal und Krestowaja-Gora; Blüt. am 18/5 1920. Meine Exemplare entsprechen vollständig Ledebours Ex., das von ihm als „*A. apennina* L. *petalis late obovatis*“ bezeichnet ist (Herb. Inst. Bot. Tartu).
- Adonis vernalis* L. Auf S.-Abh. (Kryl. p. 17); Blüt. am 5/5 1920.
- Adonis villosa* Ledeb. (Led. Ex.). S.-Abh.; Blüt. am 5/4 1920.
- Aquilegia sibirica* Lam. N.-Abh.; Blüt. am 28/5 1920.
- Paeonia anomala* L. Tschernal-Tal; Blüt. Ende Mai 1920.
- Berberis sibirica* Pall. S.-Abh.; Blüt. am 18/5 1920.
- Corydalis bracteata* Pers. (Led. Ex.). Tschernal-Tal; Blüt. am 25/4 1920.
- Corydalis nobilis* Pers. (Led. Ex.). Auf Schutthalden an S.-Abhängen; Blüt. am 10/5 1920.
- Fumaria Vaillantii* Loisl. S.-Abh.; Blüten Ende Mai 1921.
- Thlaspi cochleariforme* DC. (Turczanin. Ex.). S.-Abh.; Blüt. am 21/4 1920; reife Samen am 10/6 1921. Diese Pflanze ist nach Krylow (p. 88) nur an 2 weit entlegenen Standorten an dem Tscharysch und der Tschuja im West- und Süd-Altai gefunden worden. Auf Südhängen bei Tschernal ist sie ziemlich verbreitet und gehört zu den ersten Frühlingspflanzen.
- Isatis costata* C. A. Mey. (Kryl. p. 113). S.-Abh.; Blüt. am 28/5 1920.
- Cardamine altaica* n. sp.
Diese Pflanze, die in ihrer Tracht an eine Anemone erinnert (vergl. Taf. I), ist in der Umgebung von Tschernal und Anos nicht selten, jedoch war sie nie in grösseren Beständen zu finden. Die mir bekannten Standorte befinden sich am Fusse des It-Kaja (Anos), bei Askat und an den Ufern des Tschernal-Flusses,— überall auf etwas beschatteten Stellen am Waldrande (*Pinus silvestris*) zusammen mit *Anemone altaica*, *Corydalis bracteata*, *Pulmonaria mollis-*

sima etc. — Diese Art, deren morphologischer Bau aus der Tafel III ersichtlich ist¹⁾, gehört zweifellos zu dem Linné'schen Genus *Dentaria*. Unsere Art ist durch ein besonders langes, verhältnismässig dünnes Rhizom ausgezeichnet, das längliche, in eine fast fadenförmige zurückgekrümmte Spitze ausgezogene Niederblätter trägt. Das dreiteilige Anhängsel an der Spitze des Niederblattes (Taf. III Fig. D, D₁) stellt die verkümmerte Laminaranlage dar, während der übrige Teil des Niederblattes dem Blattstiele und Blattgrund entspricht. Rhizomquerschnitte zeigen in den peripheren subepidermalen Schichten der primären Rinde gut ausgebildetes Eckenkollenchym (Taf. III Fig. E, E₁). Die tiefer liegenden Teile der primären Rinde enthalten zuweilen vereinzelt Sklerenchymfasern (Bf. in Fig. E und E₁, Taf. III), die jedoch besonders zahlreich in der Nähe der Phloemteile auftreten und stellenweise, da die Xylem- und Phloemringe unterbrochen sind, mit den Gefässbündeln abwechseln. Die Markzellen führten reichlich Stärkekörner, die durch Jod eine intensive Blaufärbung erhielten. Was die generativen Organe betrifft, so sei auf die Fig. A — C der Taf. III verwiesen. Es sei nur bemerkt, dass ich in den von mir untersuchten Fruchtknoten²⁾ den Funiculus stets fadenförmig fand.

Da die Merkmale, auf denen sich die Abtrennung der Gattung *Dentaria* von der Gattung *Cardamine* basiert, keinen durchgreifenden Charakter besitzen, so ist nach O. E. Schulz und anderen Autoren *Dentaria* nur eine Section der polymorphen Gattung *Cardamine*, eine Ansicht, die ohne Zweifel gut begründet ist.

Cardamine altaica n. sp.³⁾

Rhizoma longissimum, tenue, aequicrassum, c. 1—2 mm diam., squamis c. 4—10 mm longis, basi 1—2 mm latis, in fere

1) Für die Hilfe, die mir Fr. Senta Riig bei der Anfertigung der Zeichnungen (Tafeln und Textfigur) geleistet hat, spreche ich ihr auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

2) Die Abb. C, Taf III ist nach einem in Chloralhydrat durchsichtig gemachten Präparat gezeichnet.

3) Die Exemplare, nach denen die Art beschrieben ist, werden im Bot. Institut der Universität Tartu aufbewahrt.

filiformem apicem recurvatum attenuatis, inter se c. 1 cm distantibus. Caulis 15—20 cm altus, erectus, simplex, inferne nudus, superne 3 (4) foliis, glaber. Folia rhizomatis nulla, folia caulina 4—6 cm longa, — verticillata, brevi petiolata (3—10 mm), trifoliata: folium terminale anguste lanceolatum, in apicem acuminatum, ad basin angustatum, sessile vel brevissime petiolatum, remote serratum, vel integerrimum, 30—40 mm longum, 7—10 mm latum, lateralia aequalia, sed basi inaequilatera; omnia margine ciliata. Axis racemifer petiolo brevior vel aequilongus. Racemus florifer erectus 1—5, raro 10, plerumque 3 florus. Pedicelli floriferi 5—15 mm longi. Flores magni, 15—20 mm longi. Calyx subconicus: sepala 7—8 mm, oblonga, apice obtusiuscula, viridia. Petala alba (rosea): lamina oblongo-ovata, apice rotundata vel leviter emarginata, subito in unguiculum ($\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{2}$ lam.) linearem angustata. Stamina interiora 6—7 mm, exteriora paulo breviora, 4—5 mm longa; antherae oblongae, 2 mm longae, flavidae. Pistillum cylindricum; ovarium c. 10-ovulatum, in stylum brevem (1 mm) attenuatum; stigma stylo manifesto latius. Siliqua mihi incognita.

Draba nemorosa L. var. *hebecarpa* Rgl. (Kryl. p. 84). Tschemal-Tal; Blüt. am 4/5 1920.

Alyssum alpestre L. (Kryl. p. 77). S.-Abh.; Blüt. am 21/4 1920; reife Samen am 23/6 1921.

Arabis incarnata Pall. (Led. Ex.!). (Kryl. p. 68). S.-Abh.; Blüt. am 4/5 1920. Diese zweijährige Pflanze bildet eigenartige, sehr auffallende, fast kugelige graugrüne Rosetten, die ihr Wachstum im September abschliessen, überwintern und im nächsten Sommer die Blütenachse ausbilden.

Chorispora sibirica DC. Blüt. am 28/5 1920.

Bergenia cordifolia Sternb. (*Saxifraga crassifolia* L.) An der oberen Grenze der N.-Abhänge; Blüt. am 3/5 1920; reife Samen am 23/6 1921.

Saxifraga sibirica L. Blüt. am 8/5 1920.

Chrysosplenium ovalifolium Bieb. Diese Art wurde von Ledebour im Jahre 1830 nach den von Salessow gesammelten (Herb. Bieb.) Exemplaren beschrieben. Es ist unbekannt, wo im Altai Salessow die Pflanze gefunden hat. Nachher ist *Chrysosplenium ovalifolium*, soviel mir bekannt ist, nicht mehr angetroffen worden, denn Krylow gibt in seiner Flora die Angaben von Ledebour wieder mit der

Bemerkung, dass die Art sonst nirgends gefunden worden ist. Es ist mir geglückt, diese Art nochmals zu entdecken, und zwar in einer feuchten Schlucht auf dem linken Ufer des Tschemal-Flusses unweit von Tschemal. Blühende Exemplare fand ich am 10/5 1920.

Meine Exemplare entsprechen der Abbildung (t. 404) von Ledebour in den *Icones flor. ross.*; auch die Diagnose von Ledebour, die ich an dieser Stelle wiedergebe, passt gut, nur sind die Staubfäden (Fig. 1) bei meinen Exemplaren merklich kürzer ($= \frac{3}{4}$), als die gelben Saumabschnitte der stets viergliedrigen Blüten.

Ledebour¹⁾ beschreibt die Art wie folgt: Radix [Rhizoma] repens, supra squamis fuscis, subtus fibris aliquot stipata. Caules graciles, flexuosi, inferne pilis paucis minutissimis obsiti, caeterum glabri, 5 pollices circiter alti; floriferi adscendentes; steriles erecti. Folia radicalia nulla; caulina sparsa; infima squameaformia, subfusca; reliqua viridia, subtus pallidiora; in caule flo-

rifero 4—5, distantia, obovato-orbiculata vel spatulata, in petiolum folio breviora attenuata, supra medium leviter serrato-crenata, caeterum integerrima, 4—4 $\frac{1}{2}$ lin. lata, absque petiolo ejusdem circiter longitudinis; in caule sterili versus apicem confertiora, latoelliptica, praeter basin integerrimam circumcirca serrato-crenata. Corymbus terminalis, laxe dichotomus, ad ramificationem primariam aphyllus, caeterum foliosus: foliis floralibus inferioribus alternis; superioribus oppositis, forma caulnorum, crenis paucis remotis notata vel integerrima. Flores in dichotomia solitarii, breviter pedicellati (in sicco lutescens, extus

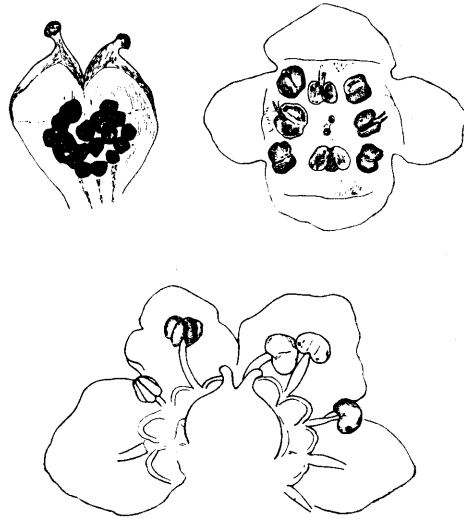


Fig. 1.
Chrysosplenium ovalifolium. Blütenanalyse.
Vergr. 10 mal.

1) Ledebour, Flora altaica, T. II, p. 115.

- basin versus albidi videntur), quotquot vidimus quadrifidi: laciniis ovatis, obtusis. Stamina laciniis vix breviora.
- Spiraea chamaedrifolia* L. a *ulmifolia* Maxim. Blüt. am 1/6 1920.
- Spiraea trilobata* L. S.-Abh.; Blüt. am 2/6 1920.
- Spiraea media* Schmidt. Blüt. am 24/5 1920.
- Cotoneaster nigra* Wahl. (*C. vulgaris* Lindl. β *melanocarpa* Ledeb.) Kryl. p. 426. S.-Abh.; Blüt. am 10/5 1920.
- Coluria geoides* R. Brown. Blüt. am 15/4 1920; reife Früchte am 10/6 1921.
- Fragaria viridis* Duchesne. S.-Abh.; Blüt. am 5/6 1921.
- Potentilla chrysantha* Trev. (Led. Ex.!). S.-Abh.; Blüt. am 18/5 1920.
- Potentilla fragarioides* L. (Led. Ex.!). S.-Abh.; Blüt. am 10/5 1920.
- Potentilla subacaulis* L. S.-Abh.; Blüt. am 1/4 1920.
- Filipendula hexapetala* Gilib. S.-Abh.; Blüt. am 7/6 1920.
- Caragana arborescens* Lam. Blüt. am 25/5 1920.
- Caragana pygmaea* DC. (Kryl. p. 232). S.-Abh.; Blüt. am 1/6 1920.
- Orobus alpestris* Waldst. et Kit. S.-Abh.; Blüt. am 5/6 1920.
- Orobus luteus* L. β *orientalis* F. et M. Blüt. am 5/6 1920.
- Geranium pseudo-sibiricum* J. Mey. Blüt. am 1/6 1920.
- Polygala sibirica* L. a *latifolia* Ledeb. S.-Abh.; Blüt. am 5/6 1920.
- Polygala comosa* Döll. S.-Abh.; Blüt. am 1/6 1920.
- Euphorbia alpina* C. A. Mey. a *glabra* Ledeb. S.-Abh.; Blüt. am 18/4 1920.
- Euphorbia altaica* C. A. Mey. S.-Abh.; Blüt. am 18/4 1920.
- Euphorbia lutescens* C. A. Mey. (Krylow p. 1191). Tschernal-Tal; Blüt. am 1/6 1920.
- Viola hirta* L. S.-Abh.; Blüt. am 1/6 1920.
- Viola pinnata* L. β *dissecta* Turcz. S.-Abh.; Blüt. am 10/5 1920.
- Viola uniflora* L. Tschernal-Tal; Blüt. am 3/5 1920.
- Rhododendron dahuricum* L. S.-Abh.; Blüt. am 1/5 1920.
- Primula cortusoides* L. Meine Exemplare zeigen eine vollst. Übereinstimmung mit Exempl. von Ledebour aus dem Altai. Blüt. am 18/5 1920; reife Samen am 23/6 1921.
- Primula officinalis* Jacq. β *macrocalyx* Bge. Kiefernwald; Blüt. am 30/4 1920.
- Androsace filiformis* Retz. β *glandulosum* Kryl. Flusssufer bei Tschernal; Blüt. am 1/6 1920.
- Androsace Gmelini* Gärtner. Nach Angaben von Krylow ist diese Art in Mittel- und Süd-Altai stellenweise an Fluss- und Seeufern etc. gefunden worden. Bei Tschernal fand

ich die Pflanze am Flussufer (Tschemal-Fluss) mit Blüten am 20/5 1920.

Androsace maxima L. S.-Abh.; Blüten am 28/4 1920.

Androsace septentrionalis L. S.-Abh.; Blüt. am 21/4 1920; reife Samen am 23/6 1921.

Gentiana verna L. *a angulosa* Wahlenb. Blühende Exemplare auf der Krestowaja-Gora am 20/5 1920.

Gentiana squarrosa Ledb. (Kryl. p. 854). Auf der Terrasse unw. des S.-Abh.; Blüt. am 20/5 1920; reife Samen am 10/6 1921.

Anagallidium dichotomum Gries. (*Swertia dichotoma* L.) Kryl. p. 858. Am Ufer des Tschemal-Flusses; Blüt. am 28/5 1920.

Onosma echioides L. *Gmelini* Ledb. S.-Abh.; Blüt. am 28/5 1920.

Pulmonaria mollissima Kerner. Tschemal-Tal; Blüt. am 25/4 1920.

Myosotis silvatica Hoffm. Kiefernwald; Blüt. am 28/5 1920.

Eritrichium pectinatum DC. (Kryl. p. 897). S.-Abh.; Blüt. am 1/6 1920.

Dracocephalum nutans L. (Led. Ex.!). S.-Abh.; Blüt. am 18/5 1920.

Hyoscyamus physaloides L. Auf S.-Abh. an den Randpartien der Schutthalden; Blüt. am 5/5 1920.

Linaria vulgaris Mill. (Kryl. p. 924). S.-Abh.; Blüt. am 28/5 1920.

Veronica teucrium L. *β dentata* Schm. (Kryl. p. 946). Blüt. am 26/5 1920.

Galium vernum Scop. Blüten am 20/5 1920.

Adoxa moschatellina L. Bertka-Tal; Blüt. am 22/5 1920.

Valeriana officinalis L. *β dubia* (Bge) Kryl. S.-Abh.; Blüt. am 18/5 1920; reife Früchte am 23/6 1921.

Patrinia sibirica Juss. Tolgujuk, S.-Abh.; Blüt. am 5/6 1920.

Campanula Steveni Bieb. S.-Abh.; Blüt. am 1/6 1920.

Aster alpinus L. S.-Abhänge; Blüt. am 29/5 1920.

Tussilago farfara L. Blüt. am 21/4 1920.

Ligularia glauca C. Hoffm. *typica* Kryl. N.-Abh.; Blüt. am 1/6 1920.

Senecio campestris DC. Blüt. am 10/5 1920; reife Früchte am 23/6 1920.

Centaurea sibirica L. *a typica* Schmalh. (Kryl. p. 721). Blüt. am 26/5 1920.

Anandria bellidiastrum DC. *f. vernalis* Turcz. Blüt. am 25/5 1921. Bei der *f. auctumnalis* Turcz. beobachtete ich reife Früchte am 10/8 1920. Die Frühlingsform dieser Pflanze

ist bisher im Altai nur unweit Kusnezsk und Ulala beobachtet worden (Krylow).

Scorzonera austriaca Willd. Blüt. am 17/5 1920.

Von den hier mitgeteilten Angaben sind ohne Zweifel am wichtigsten die über *Cardamine altaica* n. sp. und über *Chryso-splenium ovalifolium* Bieb. Bisher waren Arten aus der Sect. *Dentaria* aus dem Altai unbekannt, denn die Art *D. tenuifolia* Ledb. (*Cardamine tenuifolia* Turcz.) wird von O. E. Schulz zu der Section *Sphaerotorrhiza* O. E. Schulz gestellt, die allerdings der Section *Dentaria* L. nahe steht. Sonst ist aus Sibirien nur die Art *D. glandulosa* (W. K.) Schmalhausens subsp. *sibirica* O. E. Schulze bekannt, die unweit Minussinsk vorkommt¹⁾. — Es sei bemerkt, dass die 16 Arten der Sect. *Dentaria* auf der Erde folgendermassen verteilt sind: 6 Arten in Gebirgen Europas, 3 im Kaukasus, 1 Art (*D. bulbifera*) sowohl in West- und Ost-Europa wie im Kaukasus, 2 Arten in Ost-Asien und 4 im atlantischen Nord-Amerika. Es sind, ausgenommen einige alpine Arten, hauptsächlich Waldbewohner.

Das Auftreten von *Cardamine altaica* im Nord-Altai ist von grossem Interesse, weil dadurch die riesige Lücke zwischen den europäischen und ostasiatischen Arealen mehr ausgefüllt wird. Andererseits wird durch *Cardamine altaica* und *Chryso-splenium ovalifolium* die Zahl der aus dem Altai bekannt gewordenen Tertiärrelikte vergrössert.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I. *Cardamine altaica* n. sp. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

Taf. II. *Chryso-splenium ovalifolium* Bieb. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

Taf. III. *Cardamine altaica* n. sp. A — Blüte; B, B₁ — Androeceum; A₁ — Kronblatt; A₂ — Kelchblatt; C — Pistillum; D, D₁ — Rhizom mit den Niederblättern. E, E₁, E₂ stellen einen Querschnitt durch das Rhizom dar, wobei Ep — Epidermis, Koll — Kollenchym, pR — primäre Rinde, Fl — Phloëm, Xyl — Xylem, Bf — Sklerenchymfasern, M — Markzellen bezeichnet. Vergr.: A — 1,5 mal; A₁, A₂, B, B₁, D, D₁ — 3 mal; C — 15 mal; E — ca 30 mal; E₁, E₂ — ca 180 mal.

Eingegangen am 8. März 1926.

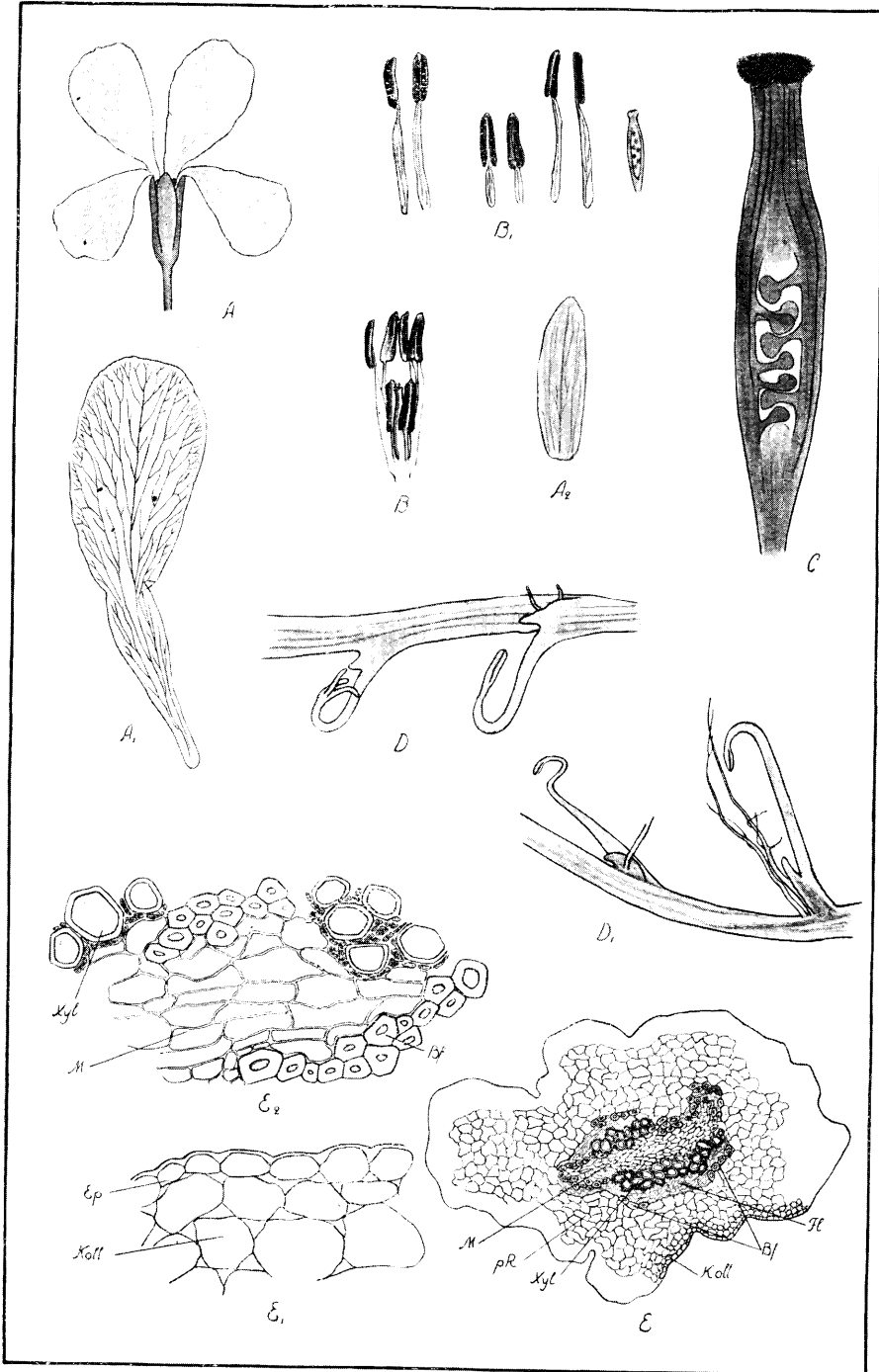
1) O. E. Schulz, Monographie der Gattung *Cardamine*. Eugler's Bot. Jahrbüch. f. Systemat., 32 Bd., 1903, p. 280.



Cardamine altaica n. sp. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.



Chrysosplenium ovalifolium Bieb. $\frac{2}{3}$ nat. Gr.



Cardamine altaica n. sp.

PIGMENTTYPEN BEI PTERIDOPHYTA UND ANTHOPHYTA

VON

THEODOR LIPPMAN

I. ALLGEMEINER TEIL

TARTU 1926

Druck von C. Mattiesen, Dorpat.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeiner Teil.

	Seite
I. Einleitung	5
II. Fragestellung. Von ökologischem Standpunkte aus günstige und ungünstige Pigmentkombinationen	8
III. „Permanentgrüne“ Pflanzenarten	14
1. <i>Botrychium lunaria</i> -Typus	14
IV. Pigmentkombinationen bei anthocyaninführen- den Pflanzen	15
1. Permanentroter Typus	15
A. <i>Corylus avellana purpurea</i> -Subtypus	15
B. <i>Begonia</i> -Subtypus	16
C. <i>Orobanche hederæ</i> -Subtypus	17
D. <i>Saxifraga tridactylites</i> -Subtypus	17
2. <i>Populus tremula</i> -Typus	19
3. <i>Anemone nemorosa</i> -Typus	25
4. <i>Obione pedunculata</i> -Typus	28
5. Pigmentkombinationen A [(1)11] und A [(1)1(1)]	30
6. Pigmentkombination A [(1)1(1)]	31
7. <i>Betula verrucosa</i> -Typus	32
8. <i>Fagus silvatica</i> -Typus	34
9. <i>Convallaria majalis</i> -Typus	34
10. <i>Primula officinalis</i> -Typus	35
11. <i>Rhododendron dahuricum</i> -Typus	37
12. <i>Ilex aquifolium</i> -Typus	38
13. <i>Ledum palustre</i> -Typus	39
14. <i>Sedum acre</i> -Typus	40
15. <i>Dryas octopetala</i> -Typus	41
V. Pigmentkombinationen bei den Hämatokaro- tinoide führenden Pflanzen	41
VI. Doppelte Pigmentkombinationen	46
1. <i>Pinus silvestris</i> -Typus	47
VII. Pigmentkombinationen, die bei den Niederblät- tern beobachtet worden sind	49
VIII. Theoretisch unmögliche Pigmentkombinationen	53
IX. Die herbstliche Anthocyaninbildung und ihre Gründe	56
X. Das phytochromatische Spektrum	64
XI. Zusammenfassung	68

I. Einleitung.

Die prachtvolle Herbstfärbung vieler Pflanzen Mitteleuropas und Nordamerikas hat oft zu Bewunderung und Begeisterung Anlass gegeben, und auch Fachmänner haben sich mehrmals dieser ebenso schönen wie augenfälligen Erscheinung zugewandt. Besonders ältere Autoren, wie Macaire-Princep, H. v. Mohl, Wigand, Treviranus, Wiesner, Kraus, Mer, Sorby, Noll, Overton u. a., suchten der Lösung des Rätsels der Herbstanthocyaninbildung näher zu kommen, und nach ihnen haben Linsbauer, Buscalioni u. Pollacci, Gertz, Miyoshi, Combes und andere Forscher zahlreiche Beobachtungen über die Herbstfärbung veröffentlicht.

Obwohl ein ganzes Jahrhundert seit dem Erscheinen der Arbeit von Macaire-Princep verstrichen ist und die Forschungstätigkeit auf dem Gebiete der roten Zellsaftpigmente im Laufe dieser Zeit eifrig weitergeführt worden ist, sind die Gründe der herbstlichen Anthocyaninbildung dennoch bis heute unbekannt geblieben.

Schöne Schilderungen der herbstlichen Verfärbung haben Kerner von Marilaun und Overton gegeben. So schreibt Overton¹⁾: „Gerade im Ober-Engadin (Alpen), wo ich mich während einiger Wochen aufhielt, erreicht die herbstliche Färbung eine Pracht, welche weder Worte zu schildern noch Pinsel zu malen vermögen. Namentlich die Abhänge auf der linken (S O) Seite des Tales werden auf weite Strecken hin fast ununterbrochen in den verschiedensten Nuancen von Rot gefärbt. Die Färbung rührt hauptsächlich von *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium uliginosum* her; hier und da trifft man aber Rasen von *Arctostaphylos alpina*, welche von weit her sich durch das viel intensivere leuchtende Rot kenntlich machen. An den unteren Partien der Abhänge spielen auch *Epilobium spicatum* (an-

1) Overton, E., Jahrb. f. wiss. Bot., 1899, p. 172.

gustifolium) und *Geranium*-Arten eine nicht unbedeutende Rolle bei der Rotfärbung. In geringerem Grade sind übrigens eine ganze Reihe von Pflanzen, namentlich Compositen und Rosaceen (*Cotoneaster*; *Potentilla*-Arten etc.), an dem ganzen Effekt beteiligt.“

Noch viel auffälliger ist die Herbstfärbung bei den Baumgewächsen. In der Taiga im Altai sind die lichten *Larix sibirica*-Wälder im Herbst prachtvoll gefärbt. Die sommergrünen *Larix*-Nadeln haben eine eigenartige orangegelbe Färbung angenommen, und weite Strecken sind von den gelben Baumriesen bedeckt. Unter ihnen stehen die gelbe bis goldgelbe Blätter tragenden *Caragana*- und *Betula*-Arten, während *Cornus sibirica*, *Spiraea*-Arten, *Cotoneaster nigra* und insbesondere *Prunus padus* rote, karminrote oder violettrote Blätter aufweisen. In höheren Regionen wird das Bild oft noch bunter: einerseits erscheinen hier die dunkelgrünen, fast schwarzen *Pinus cembra*, andererseits sind oft karminrote *Sorbus aucuparia*-Exemplare eingestreut. Oberhalb der Baumgrenze besitzt *Berberis sibirica* (die hier übrigens mehr ausnahmsweise auftritt, denn sie bewohnt die Südabhänge der *Pinus silvestris*-Region) prachtvolles purpurrotes Laub, jedoch sind hier *Salix*-Arten und *Betula nana* und *humilis* massgebend. Während die *Salix*-Arten gelbe Blätter besitzen, sind die *Betula*-Blätter mehr oder weniger rötlich gefärbt, und daher kommt es, dass die oberen Teile der Bergketten golden erscheinen und sich von der nach unten zu folgenden schwarzen *Pinus cembra*-Taiga scharf abheben.

Wodurch diese schöne Färbung dem Naturforscher besonders merkwürdig erscheint, ist die Tatsache, dass diese Farbenpracht anscheinend nutzlos für die Pflanze ist, denn die schönen purpurroten Blätter lösen sich ebenso bald wie die gelben anthocyaninfreien von der Pflanze, um oft schon binnen einiger Tage der Verwesung zu verfallen. Wozu die Anthocyaninbildung im Herbstblatt? Ohne Zweifel haben sich zahlreiche Pigmentforscher diese Frage zu wiederholten Malen gestellt, und die Unmöglichkeit für die Herbstfärbung eine Erklärung zu finden hat wohl dazu den Anlass gegeben, dass man sich genötigt sah, von den ökologischen Hypothesen von Pick, Kerner, Stahl, Buscalioni u. Pollacci u. anderen zu den rein physiologischen (Palladin, Noack) überzugehen. Während meines Aufenthaltes im Nord-Altai (Tschernal, Askat, Kara-Kol) in den

Jahren 1918—1921 war ich durch verschiedene Beobachtungen zur Überzeugung gelangt, dass dem roten Zellsaftpigment eine ökologische Funktion zukommt, und zwar als Schutzmittel gegen übermässige Insolation. Ich war mir klar bewusst, dass die Herbstfärbung mit einer derartigen Funktion im Widerspruch steht, denn es hat anscheinend keinen Zweck, die abfallenden Blätter mit einer Schutzvorrichtung auszurüsten. Deshalb schien mir eine ähnhere Untersuchung der Herbstfärbung für die Entscheidung der Frage von besonderer Wichtigkeit. Die Fragen, die ich mir hierbei stellte und die für die ganze weitere Untersuchung grundlegend sind, waren folgende:

1) Gibt es Pflanzen, bei denen das rote Zellsaftpigment ausschliesslich im absterbenden Laube auftritt?

2) Bilden alle Pflanzen, deren junge Blätter roten Zellsaft führen, rote Herbstblätter?

In der umfangreichen Anthocyan-Literatur würde man vergeblich nach einer Beantwortung dieser Fragen suchen, denn systematisch durchgeführte Beobachtungen über eine Änderung des Pigmentgehaltes während der Vegetationsperiode fehlen.

Die ersten derartigen Beobachtungen stellte ich an *Rhododendron dahuricum*, *Bergenia cordifolia* und einigen anderen Pflanzen im Nord-Altai in den Jahren 1918—1921 an. Meine Ausrüstung war jedoch mangelhaft. Auch war die politische Lage im höchsten Grade unsicher und verwirrt. Immerhin konnte ich im Altai allmählich ca 30 Arten in den Kreis meiner Beobachtungen ziehen.

Meinen tiefsten Dank spreche ich meinem Freunde, dem Künstler G. Gurkin-Tschoros aus, der mir das Wohlwollen der Eingeborenen („Altai Kishi“) sicherte und meine Arbeit auch sonst unterstützte.

Vom Frühling 1922 bis zum Winter 1925 wurden diese Untersuchungen in Estland fortgesetzt. Die Beobachtungen wurden teils im Botanischen Garten zu Tartu, zum Teil aber in Nord-Estland (Tooma, Vägeva, Kunda), SO-Estland (Petersimaa), auf den Inseln Saaremaa (Ösel), Hiiumaa (Dagö) und Muhu (Moon) und in der Umgebung von Tartu ausgeführt. Allmählich dehnte ich meine Studien auf weit über 250 Pflanzenarten aus.

Diese Untersuchungen ergaben einerseits eine ganze Reihe von möglichen Erscheinungsarten im zeitlichen Auftreten der

roten Pigmente in der Pflanze, die ich Pigmentkombinationen nenne. Andererseits stellte es sich heraus, dass mehrere mathematisch wohl mögliche, aber vom Standpunkte der Schutzhypothese ungünstige (nutzlose) Kombinationen überhaupt nicht zu finden sind. So werfen die gefundenen Pigmenttypen (Kombinationen) helles Licht auf die Gründe der herbstlichen Anthocyaninbildungen. Es dürften diese in der vorliegenden Arbeit in der Hauptsache geklärt sein, so dass wir dem prachtvollen Herbstbilde nicht mehr so hilflos gegenüberstehen wie bisher.¹⁾

II. Fragestellung. Von ökologischem Standpunkte aus günstige und ungünstige Pigmentkombinationen.

Den ersten Versuch, die Pflanzen nach dem zeitlichen Auftreten des roten Zellsaftes zu gruppieren, finden wir bei Hassak (1886) und Engelmann (1887). Unter den ca 50 Phanerogamen, die Engelmann untersuchte, unterscheidet er zwei Gruppen. Über diese schreibt er²⁾: „Zur ersten (Gruppe) gehören die Pflanzen, deren Laubblätter während der ganzen oder nahezu der ganzen Vegetationsperiode normalerweise bunt sind, zur zweiten die, welche nur vorübergehend, im Anfang ihrer Entwicklung bunte Färbung zeigen. An diese schliessen sich dann noch Formen an, bei welchen eine Rötung nur unter Einfluss anhaltender stärkerer Beleuchtung auf der dem Licht zugewandten Blattfläche stattfindet“. Also unterscheidet Engelmann nur Formen, die während der ganzen Vegetationsperiode anthocyaninführend auftreten (*Vriesia splendens*, *Nidularium Innocentii*, *Tradescantia zebrina* u. a.) und solche, die nur unter gewissen Umständen rotfarbig sind (*Quercus pedunculata*, *Ampelopsis hederacea*, *Ilex aquifolium* u. a.).

In der schönen Anthocyanmonographie von Gertz unterscheidet letzterer ebenfalls nur zwischen „permanent rubescenta blad“ und „periodisk anthocyanförande blad“, wobei in die erste

1) Prinz Maximilian zu Wied, Eine Frage an die Herren Botaniker über die Ursachen der schönen Herbstfärbung der Baumvegetation im nördlichen Amerika, Arch. Natg. Berlin, 1863, XXIX, pp. 261—266. Der Aufsatz ist mir leider nur aus einem Referat bekannt.

2) Engelmann, Th., Die Farben bunter Laubblätter und ihre Bedeutung für die Zerlegung der Kohlensäure im Lichte, Botan. Zeitung, 45. Jahrg., 1887, p. 427.

Gruppe Pflanzen gestellt werden, deren Blätter von Aussenbedingungen ziemlich unabhängig konstant rot sind, zur zweiten aber solche, die im Frühjahr, Herbst oder Winter rot gefärbt sind¹⁾.

In dem neuesten Anthocyanin-Buch von M. Wheldale Onslow werden ebenfalls permanentrote Formen beschrieben und solche, bei welchen Anthocyanin in den Blättern zu bestimmter Jahreszeit auftritt. Über diese schreibt M. Wheldale Onslow: "It is interesting to note how in some species one finds both reddening of young leaves and autumnal colouring, whereas in others this is not the case. There are, in fact, four possibilities: (a) Both anthocyanin in young leaves and autumnal reddening. Species of *Acer*, *Rosa*, *Crataegus* and *Rubus*. (b) Anthocyanin in young leaves but no autumnal reddening. *Corylus avellana*, *Juglans regia*, *Fraxinus excelsior* and *Quercus robur*. (c) No anthocyanin in young leaves but some autumnal reddening. *Aesculus hippocastanum*. This is a much rarer combination than (a) or (b). (d) No anthocyanin in either young or old leaves. *Fagus sylvatica*."

Allerdings sind die Beispiele, die für (c) und (d) gegeben werden, nicht zutreffend, denn sowohl *Aesculus hippocastanum* wie *Fagus sylvatica* führen oft in den jungen Blättern Anthocyanin, jedoch wichtig ist die Unterscheidung dieser vier Möglichkeiten.

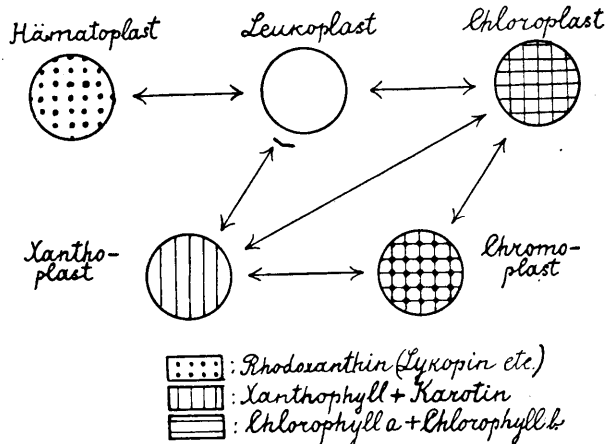
Beobachtungen lehrten mich, dass verschiedene Organe einer und derselben Pflanze sich sehr verschieden verhalten können, also dass zum Beispiel bei einer Pflanze der Stengel in bestimmten Teilen permanentrot auftritt, in den anderen Stengelteilen aber nur in deren Jugendstadien Anthocyanin führt, dass, falls die Niederblätter permanentrot sind, die Laubblätter auch nur im Frühling oder aber im Frühling und Herbst Anthocyanin bilden oder sogar anthocyaninfrei sind. Es fragt sich deshalb, welches Organ für die Untersuchung am zweckmässigsten wäre, um die erhaltenen Typen für die Charakterisierung einer natürlichen Pflanzenassoziation verwenden zu können. Soviel aus den vorliegenden Beobachtungen zu ersehen ist, wiederholen sich dieselben Pigmentkombinationen bei der Blattspreite, dem Blattstiel, Niederblatt und Stengel, so dass es für die

1) Gertz, O., Studier öfver Anthocyan, Lund, 1906, p. LII.

Feststellung der überhaupt möglichen Pigmentkombinationen so gut wie belanglos wäre, welches von diesen Organen man wählt. Jedoch ist die Blattspreite empfindlicher, es treten hier feinere Nuancen schärfer hervor, weshalb das Pigmentsystem der Spreite die Aussenbedingungen, unter welchen sie auftritt, am besten widerspiegelt. Beim Blattstiel, Stengel und dem Niederblatt ist der Fall sehr verbreitet, dass sich ihr Pigmentgehalt während der Vegetationsperiode nur sehr wenig ändert, dagegen finden wir bei der Spreite der Laubblätter eine viel grössere Mannigfaltigkeit. — Diese Erwägungen zwingen mich, bei der Aufstellung der weiter folgenden Pigmentkombinationen die Blattspreite als Organ zu betrachten, welches hierbei der Untersuchung unterliegt. Da, wo die Assimilationsfunktion anderen Organen zukommt (z. B. *Equisetum*-Arten etc.), werden diese beobachtet.

Es sind beim Auftreten sowohl von Anthocyaninen wie Hämatokarotinoiden¹⁾ in einem gewissen Organ zu einer bestimmten Zeit drei Möglichkeiten vorhanden:

1) In einer früheren Arbeit („Das Rhodoxanthin“, Schrift. d. Naturforscherges. bei d. Univ. Tartu, Bd. 24) habe ich die Karotinoide in zwei biologische Gruppen eingeteilt: die Xanthokarotinoide und die Hämatokarotinoide. Zur ersteren gehören die Chlorophyllbegleiter — Xanthophyll und Karotin, zur letzteren die Karotinoide Rhodoxanthin, Lykopin, Buxin und



andere, die die Farbe der Chromoplasten bedingen. Die Funktion der Hämatokarotinoide in den vegetativen Organen der Pflanze ist vermutlich dieselbe wie die der Anthocyanine, denn letztere werden bei vielen Pflanzen durch die Hämatokarotinoide ersetzt.

1) Das Organ ist rein grün (vor dem Absterben gelb) gefärbt, auch bei Verletzungen etc. bilden sich keine roten Pigmente. Bezeichnung: 0.

2) Das Organ führt Anthocyanin oder Hämatokarotinoid. Bezeichnung: 1.

3) Das Organ ist anthocyanin- und hämatokarotinoidfrei, jedoch ist das latente Vermögen das rote Pigment zu bilden vorhanden, was daraus folgt, dass dieses Organ zu derselben Zeit durch Verletzungen, Zuckerkulturen, intensive Insolation etc. zur Pigmentbildung veranlasst werden kann. Bezeichnung: (1).

Da weiter beim Verfolgen der Veränderungen, die im Pigmentsystem des Blattes stattfinden, das Jugendstadium (bis zur Erreichung der definitiven Grösse), das ausgewachsene Blatt und das absterbende Blatt in Betracht gezogen werden müssen, so ergeben sich folgende Kombinationen:

[111]	[110]	[100]	[001]	[011]	[010]	[101]
[000]	[00(1)]	[0(1)(1)]	[(1)(1)0]	[(1)00]	[(1)0(1)]	[0(1)0]
[(1)(1)(1)]	[(1)(1)1]	[(1)11]	[11(1)]	[1(1)(1)]	[1(1)1]	[(1)1(1)]
	[10(1)]	[1(1)0]	[01(1)]	[0(1)1]	[(1)10]	[(1)01]

Es entsteht zunächst die Frage, ob alle diese Kombinationen in der Natur tatsächlich zu finden sind.

Falls die Anthocyane (Hämatokarotinoide) aus rein biochemischen Ursachen in der Pflanze auftreten, wären alle diese Kombinationen denkbar. Wenn den Pigmenten rein physiologische Aufgaben zukämen, könnte man basierend auf der Tat-

Die seit Schimper gebrauchte Einteilung der Plastiden in Chloro-, Leuko- und Chromoplasten habe ich erweitert, indem ich ausser den genannten noch Hämato- und Xanthoplasten unterscheide. Das beigefügte Schema zeigt deutlich die Beziehungen, die zwischen den diversen Plastidenarten bestehen.

Es seien hier die fünf Plastidenarten kurz charakterisiert:

Chloroplasten: enthalten Chlorophyll a und b, Xanthophyll und Karotin.

Leukoplasten: das Stroma enthält keine Pigmente.

Xanthoplasten: enthalten Karotin und Xanthophyll, ausserdem nicht selten geringe Mengen der grünen Pigmente.

Hämatoplasten: enthalten nur Hämatokarotinoid (e), z. B. Rhodoxanthin. Sie entstehen direkt aus Leukoplasten.

Chromoplasten (im engeren Sinne): enthalten geringe Mengen von Chlorophyll, Xanthophyll und Karotin, ausserdem irgendein Hämatokarotinoid (z. B. Rhodoxanthin, Lykopen etc.).

sache, dass die Pigmentkombination [1(1)1] sehr verbreitet ist, erwarten, dass, falls [1(1)0] vorkommt, auch [0(1)1] existiert, und dass zum Beispiel [(1)(1)1] ungefähr ebenso häufig ist wie [1(1)(1)].

Vom Standpunkte einer Schutzhypothese könnte man aber ein ganz anderes Verhalten vermuten. Es müssten dann nur ganz bestimmte Kombinationen möglich sein, während viele überhaupt auszuschliessen wären. Auf den ersten Blick scheint es, dass alle Kombinationen, bei denen Anthocyane oder Hämatokarotinoide in Herbstblättern auftreten, einer Schutzhypothese widersprechen. Jedoch bei genauerer Überlegung sehen wir, dass dem anders ist. Wenn eine Pflanze, zum Beispiel *Empetrum nigrum*, im hohen Norden oder als alpine Pflanze permanent rot auftritt und wenn bei dieser Pflanze in wärmerem Klima sich die rote Phase spaltet und sich eine grüne hineinschiebt, so ist dies vom ökologischen Standpunkte aus verständlich. Es entsteht aber so aus [111] die Kombination [1(1)1]. Die herbstliche Anthocyaninbildung würde demnach nur bei solchen Pflanzen zu erwarten sein, die in ihren jungen Blättern stets oder unter gewissen Umständen Anthocyanin zu bilden vermögen; es würde im Herbst eine unnütze Wiederholung der nötigen Frühlingsfärbung eintreten, die dadurch hervorgerufen wäre, dass die klimatischen Bedingungen im Herbst und Frühjahr ähnlich sind und dass das Blatt das Vermögen zur Bildung der roten Pigmente bis zum Absterben beibehalten hat. Da jedoch nach dieser Vorstellung die Herbstfärbung ein rein automatischer der Pflanze unnützer Vorgang wäre, so könnte man erwarten, dass besonders in günstigeren Klimaten die Kombinationen [1(1)0], [100], [(1)(1)0], [(1)00] häufig auftreten.

Unter den oben erwähnten Kombinationen dürfte man also von ökologischem Standpunkte aus zwischen günstigen (A) und ungünstigen (unmöglichen) (B) unterscheiden können.

A					B			
[111]	[000]	[(1)(1)(1)]	[11(1)]	[(1)1(1)]	[001]	[101]	[(1)0(1)]	[01(1)]
[110]	[(1)(1)0]	[(1)(1)1]	[1(1)(1)]	[1(1)0]	[011]	[00(1)]	[0(1)0]	[0(1)1]
[100]	[(1)00]	[(1)11]	[1(1)1]	[(1)10]	[010]	[0(1)(1)]	[10(1)]	[(1)01]

Das eben Mitgeteilte gilt für Pflanzen, die in ihren vegetativen Organen Anthocyanin bilden, jedoch bezieht sich alles hier Gesagte auch auf die chromoplastenbildenden Pflanzen, bei denen man ebenfalls die Gruppen A und B unterscheiden kann.

Um die Pflanzen, die Anthocyanin führen, von denen, die Chromoplasten bilden, zu unterscheiden, wird vor die Bezeichnung der Kombination noch entsprechend A oder C gesetzt, also z. B. A [111], C [000] usw. Wenn einer Pflanzenart die Fähigkeit sei es Anthocyanin, sei es Hämatokarotinoide¹⁾ zu bilden völlig abgeht, so verhalten sich ihre Blattspreiten wie [000]; wenn aber beide Pigmentarten enthalten sind, wird vor die Bezeichnung der Kombination A + C gesetzt. Die Albinos sind als \bar{A} [000] resp. \bar{C} [000] zu bezeichnen.

Die Mannigfaltigkeit wird noch dadurch vergrößert, dass die Blätter gewisser Pflanzen mehrere Vegetationsperioden überdauern und sich zu wiederholten Malen rot färben, dazwischen aber grün sind. Derartige Kombinationen sind durch A [1(1)1..1], C [(1)1(1)..0] etc. bezeichnet.

Was die Methode der Untersuchung anbetrifft, so wurden die Pflanzen grösstenteils an ihren natürlichen Standorten beobachtet, entsprechendes Material gesammelt und dieses im Laufe der 1—3 folgenden Tage im Laboratorium untersucht. Nur einige Pflanzen, hauptsächlich Bäume, beobachtete ich im Botanischen Garten (Tartu), jedoch wurden auch diese Beobachtungen grösstenteils an wildwachsenden Exemplaren kontrolliert. Das im speziellen Teil unter dem angeführten Beobachtungsmaterial Mitgeteilte ist ein abgekürztes Protokoll der entsprechenden mikroskopischen Beobachtungen. Untersucht wurde stets lebendes Pflanzenmaterial. Es wurden immer mehrere Exemplare für die Prüfung verwandt, und die Beobachtungen, wenn möglich, an Material verschiedener Provenienz kontrolliert. Die Schnitte wurden einfach im Wasser untersucht. Nur in einigen zweifelhaften Fällen bei geringer Farbstoffkonzentration wurde KNO_3 -Lösung als Plasmolytikum benutzt. Es sei hervorgehoben, dass stets ausser den Querschnitten auch Flächenschnitte angefertigt wurden. Dies ist besonders bei Herbstblättern unerlässlich, da man sonst leicht zu irrtümlichen Vorstellungen über die Pigmentlokalisation gelangt.

1) Lippmaa, Th., Das Rhodoxanthin, Schriften d. Naturforscher-Ges. bei d. Un. Tartu, Bd. 24, 1925, p. 78.

III. „Permanentgrüne“ Pflanzenarten.

1. *Botrychium lunaria*-Typus = [000].

Die Pflanzen, die sich wie [000] verhalten, sind dadurch charakterisiert, dass ihre Assimilationsorgane (Blätter, Trophophylle, Trophosporophylle etc.) nie roten Zellsaft oder rote Plastidenpigmente enthalten. Ihre Assimilationsorgane weisen gewöhnlich in den Jugendstadien eine etwas gelbgrüne Färbung auf, was durch geringen Chlorophyllgehalt bedingt ist. Bei mikroskopischer Untersuchung derartiger Pflanzen findet man in den gelblichgrünen bis fast gelben Blättern fast stets typische Xanthoplaste, ausserdem aber auch Chloroplaste. In einigen Fällen, so bei *Mercurialis perennis*, sind die jungen Blätter bläulich bis bläulichgrün gefärbt, was durch Indigogehalt der Pflanze bedingt ist. Die ausgewachsene Blattspreite ist stets chloroplastenreich und ebenso wie die ganze Pflanze vollständig frei von Hämatokarotinoiden und Anthocyaninen. Die absterbenden Blätter sind stets rein gelb gefärbt; oft können sie jedoch durch bald eintretende postmortale Veränderungen eine bräunliche Färbung annehmen. Die gelbe Färbung der absterbenden Blätter wird stets durch Xanthoplasten und gelbe Xanthokarotinoide enthaltende Öltropfen bedingt.

Nach den vorliegenden Beobachtungen verhalten sich wie beschrieben folgende Pflanzenarten:

- Ophioglossum vulgatum* L.
- Botrychium lunaria* (L.) Sw.
- Onoclea struthiopteris* (L.) Hoffm.
- Nephrodium spinulosum* (Sw.) Stempel.
- Nephrodium thelypteris* (L.) Desv.
- Asplenium ruta muraria* L.
- Athyrium filix femina* (L.) Roth.
- Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.
- Polypodium vulgare* L.
- Woodsia ilvensis* (L.) R. Br. f. *rufidula* Aschers.
- Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.
- Nephrodium cristatum* (L.) Mchx.
- Nephrodium dryopteris* (L.) Mchx.
- Nephrodium filix mas* (L.) Rich.
- Nephrodium phegopteris* (L.) Prantl.
- Asplenium trichomanes* L.

Lycopodium annotinum L.
Lycopodium clavatum L.
Lycopodium complanatum L.
Lycopodium inundatum L.
Lycopodium selago L.
Ginkgo biloba L.
Rhynchospora alba (L.) Vahl.
Herminium monorchis (L.) R. Br.
Mercurialis perennis L.
Samolus Valerandi L.

Nach Angaben von Gertz zu urteilen, dürften auch *Leucoium*, *Galanthus*, *Ornithogalum*, *Narcissus*, *Cucurbita*, *Cucumis* und *Bryonia* hierher gehören, denn bei diesen Gattungen fand der genannte Autor weder Anthocyanin noch vegetative Chromoplasten¹⁾. Also gehören zu dem *Botrychium lunaria*-Typus, soviel bekannt ist, die Vertreter der Familien: *Ophioglossaceae*, *Polypodiaceae*, *Lycopodiaceae*, *Ginkgoaceae*, *Cyperaceae*, *Liliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Orchidaceae*, *Cucurbitaceae*, *Euphorbiaceae* und *Primulaceae*. — Das Dominieren uralter Pflanzenformen in der Gruppe [000] ist sehr augenfällig, während jüngere Familien nur durch einzelne Vertreter repräsentiert sind. — Viele Arten sind gegenwärtig Waldbewohner; jedoch sind auch Pflanzen freier Standorte ebenso vertreten.

IV. Pigmentkombinationen bei anthocyaninführenden Pflanzen.

1. Permanentroter Typus = A [111].

Die Pigmentkombination A [111] tritt bei sehr verschiedenen Pflanzen auf. Es lassen sich vier Subtypen unterscheiden: + A [111], aA [111], hA [111] und iA [111].

A. *Corylus avellana purpurea* Subtypus. Bez.: + A [111]. Bei vielen Kulturpflanzen kennt man besondere Varietäten, die durch Anthocyaninreichtum ausgezeichnet sind und gewöhnlich als Blutformen bezeichnet werden. Ich untersuchte derartige rot-

1) Gertz, O., „Studier“, p. XXIX. Gertz nennt ausserdem noch *Herniaria* und *Chrysosplenium*. Für letztgenannte Pflanze wies Gertz jedoch selbst nach, dass sie Anthocyanin bilden kann. Nach meinen Beobachtungen besitzt auch *Herniaria glabra* das Vermögen Anthocyanin zu bilden.

blättrige Varietäten von *Fagus silvatica*, *Acer platanoides* und *Corylus avellana*. Zahlreiche derartige Formen sind anatomisch schon früher von Treviranus, Morren, Hassak, Engelmann, Griffon, H. v. Mohl, Wigand, Molisch, Gertz und anderen untersucht worden. Es sollen hier bloss einige von Gertz in seiner Anthocyanmonographie beschriebene Formen genannt werden: *Yucca aloifolia* L. *rubra*, *Dracaena terminalis* Jaqu. var. *ferrea*, *Corylus avellana* L. var. *purpurea*, *Corylus tubulosa* Willd. var. *atropurpurea*, *Fagus silvatica* L. var. *atropurpurea*, *Ulmus stricta* Lindl. var. *purpurea*, *Beta vulgaris* L. var. *purpurea*, *Berberis vulgaris* L. var. *atropurpurea*, *Brassica oleracea* L., *Oxalis corniculata atropurpurea*, *Acer platanoides* L. var. *purpurea*, *Acer pseudoplatanus* L. var. *purpurea*. —

Über derartige rote Formen schreibt Wheldale Onslow: „The red-leaved varieties of green-leaved types are due to the production of anthocyanin, which is either absent from the type, or present to only a slight extent (red-leaved varieties of *Fagus*, *Berberis*, *Brassica* and *Prunus*“. — Ich kann dieser Meinung keineswegs beistimmen, denn bisher habe ich keinen Fall kennen gelernt, wo eine Pflanze, die sich normal wie [000] verhält, derartige rotblättrige Varietäten besässe. Auch besitzen die gewöhnlichen „grünen“ Formen aller der von Wheldale Onslow erwähnten Pflanzen das Vermögen zur Anthocyaninbildung. — Von ökologischem Standpunkte aus bieten diese Formen nur wenig Interesse, denn sie sind als Abnormitäten zu betrachten, die ja auch sonst bei kultivierten Pflanzenarten nicht selten auftreten und die sich von den normalen Formen nicht durch eine neuerworbene Eigenschaft unterscheiden, sondern bei denen das bereits vorhandene Vermögen zur Anthocyaninbildung eine enorme Steigerung erfahren hat.

B. *Begonia*-Subtypus. Bez.: aA [111]. Es sind hierher Pflanzen gestellt, die auch bei reichlicher Wasserzufuhr konstant anthocyaninführend auftreten, indem die ganze Blattspreite oder aber nur gewisse Teile derselben (gew. die Unterseite) eine Rotfärbung aufweisen. Hierher gehören viele Pflanzen mit vollständig roten oder panachierten Blättern aus tropischen Regenwäldern, die besonders von Hassak und Stahl näher untersucht worden sind. Diesen Pflanzen schliessen sich viele Wasserpflanzen mit roter Blattunterseite an (z. B. *Euryale ferox*, *Victoria regia*, *Nymphaea*-Arten etc.). Viele Araceen, Piperaceen,

Maranthaceen, Begoniaceen u. a. verhalten sich so. Nähere Angaben über diese Pflanzen sind bei Wheldale Onslow¹⁾ zu finden. Es ist von Interesse, das gerade unter diesen Pflanzen sich diejenigen Arten befinden, bei denen man den seltenen Fall beobachtete, wo der rote Zellsaft nicht, wie gewöhnlich, in den peripheren Zellschichten der Lamina auftritt, sondern in den zentralen, und zwar gewöhnlich in der Zellschicht gleich unter den Palissadenzellen. Eine solche Lokalisation des Pigmentes konstatierte Engelmann²⁾ bei *Higginsia refulgens*, *Sinningia purpurea*, *Gesneria Donkharrii*, *Ardisia demissa*, *Pellionia Daveauana*. Diese abweichende Pigmentlokalisation scheint mit besonderen Aufgaben, die hier dem roten Zellsaft zukommen (Stal), im Zusammenhang zu stehen.

C. *Orobanche Hederae*-Subtypus. Bez. hA [111]. Hierher gehören heterotrophe Pflanzen (Saprophyten und Parasiten) mit reduzierten oder fehlenden Assimilationsorganen, bei denen das gesamte oberirdische System durch roten oder violetten Zellsaft mehr oder minder intensiv gefärbt ist. Das Pigment ist hier gewöhnlich in den peripheren Zellschichten lokalisiert. Ich habe *Orobanche hederae* Duby näher untersucht und im speziellen Teil dieser Untersuchung beschrieben. Einige saprophytische Gentianaceen und Burmanniaceen, die hierher gehören (*Voyria tenella*, *Burmannia setacea*, *Apteria setacea*), hat Johow³⁾ näher untersucht und auch abgebildet.

D. *Saxifraga tridactylites*-Subtypus. Bez.: iA [111]. Hierher gehören Pflanzenarten, welche als A [111] auftreten, jedoch unter anderen Aussenbedingungen auch als A [1(1)1], A [1(1)(1)] oder A [(1)(1)(1)] beobachtet werden. Durch extreme Lebensbedingungen ist bei ihnen das für die günstige Jahreszeit bezeichnende grüne Stadium ausgefallen und die Frühlingsfärbung wird bis zum Absterben der Blätter beibehalten.

Hierher gehören oft Landformen von Wasser- und Sumpfpflanzen, z. B. *Tillea aquatica* L., *Peplis portula* L. Viele Halophyte können als diesem Typus angehörig auftreten: *Atriplex hastatum* L. *salinum* Wallr., *Salicornia herbacea* L. Als iA [111] treten oft Alvar-Pflanzen auf. Ein derartiges Verhalten beobachtete ich bei vielen Arten auf den Inseln Hiiumaa und Saaremaa, und

1) Wheldale Onslow, M., The Anthocyanin Pigments of Plants, pp.22, 23.

2) Engelmann, l. c. p. 431.

3) Johow, Fr., Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, p. 413.

schon früher sind solche Fälle von Gertz beschrieben worden. Pflanzen, über die Beobachtungen vorliegen, wären folgende: *Epipactis rubiginosa* (Crtz.) Gaud., *Rumex acetosella* L. *angustifolius* Koch., *Polygonum convolvulus* L., *Hutchinsia petraea* (L.) R. Br., *Braya supina* (L.) Koch., *Saxifraga tridactylites* L., *Geranium robertianum* L., *Calamintha acinos* (L.) Clairv., *Plantago tenuiflora* W. Kit., *Campanula rotundifolia* L., *Campanula persicifolia* L. Endlich ist dieser Typus bei Polarpflanzen nicht selten, wie dies aus den Beobachtungen von Th. Wulff auf Spitzbergen folgt. So treten dort z. B. *Salix polaris* Wg., *Oxyria digyna* (L.) Huds., *Cardamine bellidifolia* L., *Saxifraga flagellaris* Willd. oft als ia (111) auf. Gertz fand dasselbe Verhalten bei vielen alpinen Pflanzen.

Anthocyaninlokalisierung beim *Saxifraga tridactylites*-Subtypus.

Untersuchte Pflanzenart ¹⁾	Anthocyanin ²⁾ in					
	jungen Blättern		erwachs. Blättern		absterb. Blättern	
	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.
<i>Epipactis rubiginosa</i> (Crtz.) Gaud. . .	+	—	+	—	+	—
(<i>Salix polaris</i> Wg.)			—	+		
<i>Rumex acetosella</i> L. <i>angustifolius</i> Koch.	+	+	+	+	+	+
(<i>Oxyria digyna</i> (L.) Huds.)			+	+		
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Atriplex hastatum</i> L. <i>salinum</i> Wallr.	+	+	+	+	+	+
<i>Salicornia herbacea</i> L.	+	+	+	+		
(<i>Cardamine bellidifolia</i> L.)			—	+		
<i>Hutchinsia petraea</i> (L.) R. Br.	—	+	—	+	—	+
(<i>Braya supina</i> (L.) Koch)	+	+	+	—		
(<i>Saxifraga flagellaris</i> Willd.)			+	—		
<i>Saxifraga tridactylites</i> L.	+	(+)	+	(+)	+	(+)
<i>Geranium robertianum</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Calamintha acinos</i> (L.) Clairv.	+	—	+	—	+	—
(<i>Plantago tenuiflora</i> W. Kit.)			+	—		
<i>Campanula rotundifolia</i> L.			—	+	—	+
<i>Campanula persicifolia</i> L.			—	+	—	+

1) In dieser und den folgenden Tabellen sind die Namen der von anderen Autoren untersuchten Arten in Klammern gesetzt.

2) Erklärung der Bezeichnungen: + „reichlich“, (+) „spärlich, fehlt zuweilen“, — „nicht vorhanden“.

2. *Populus tremula*-Typus = A [1(1)1].

Pflanzen, bei denen diese Pigmentkombination auftritt, zeigen folgendes Verhalten: Ihre jungen Blätter führen reichlich Anthocyanin und sind braunrot bis braun gefärbt, denn die rote bis violette Anthocyaninfärbung summiert sich mit der grünen des Chlorophylls. Oft ist bei derartigen jungen Blättern nur die Blattunterseite belichtet, und in solchen Fällen pflegt hier der Hauptsitz des roten Pigmentes zu sein, auch sind die apikalen Teile der Spreite und der Blattrand besonders bevorzugt. Einzelheiten über die Lokalisation des Pigmentes finden sich im speziellen Teil. — Oft, noch bevor die Blätter ihr Wachstum abschliessen, verschwindet die Rotfärbung vollständig, oder aber sie bleibt auf einen sehr schmalen Streifen am Blattrande beschränkt. — In den grünen Blättern derartiger Pflanzen kann Anthocyanin leicht durch mechanische Verletzungen hervorgehoben werden, wie dies Beobachtungen an zufällig verletzten Pflanzen lehren. — Ein prachtvolles Bild bieten Pflanzen dieser Pigmentkombination im Herbst. Alle Nuancen von Zinnoberrot bis Karminrot und Blauviolett sind vertreten. Die Färbung tritt bei Pflanzen unserer Breiten vorherrschend auf der Blattoberseite auf, der gewöhnlich horizontalen Lage der ausgewachsenen Spreiten wegen. Dass jedoch auch die Blattunterseite Anthocyanin bilden kann, beweisen Blätter, die irgendwie in inverse Lage gebracht worden sind; bei diesen wird gerade die Blattunterseite am intensivsten rot. Es ist hier sehr oft deutlich zu sehen, dass die Anthocyaninbildung von Lichtwirkung abhängig ist. Es ist mir gegenwärtig kein Vertreter des *Populus tremula*-Typus bekannt, bei dem ein anderes Verhalten zu bemerken wäre. Dass die Herbstfärbung viel mehr auffällt als die Frühlingsfärbung, rührt daher, dass erstens die Herbstblätter viel grösser sind und die gefärbte Fläche also beträchtlicher; andererseits aber ist diese Erscheinung auch dadurch bedingt, dass die rote Färbung sich jetzt nicht mehr mit Chlorophyll, sondern mit den gelben Xanthokarotinoiden summiert und deshalb noch leuchtender wird.

Bei vielen überwinternd-einjährigen, zweijährigen und mehrjährigen Pflanzen treten gewisse Komplikationen auf. Ihre Blätter entwickeln sich im Laufe der günstigen Jahreszeit und können während dieser anthocyaninfrei sein. Im Herbst bilden diese Blätter oft reichlich Anthocyanin, die Spreiten färben sich ge-

wöhnlich dunkelbraunrot oder fast schwarz, da sie reichlich sowohl Anthocyanin wie Chlorophyll enthalten. Im Frühling funktionieren diese Blätter oft nur kurze Zeit, ohne überhaupt zu ergrünen; zuletzt wird das Chlorophyll abgebaut und es entstehen intensiv rot gefärbte absterbende Blätter. Andere Blätter dagegen, deren Wachstum durch die Winterkälte gehemmt wurde, können im Frühjahr ihren Anthocyaningehalt anfangs sogar vermehren, werden dann aber grün, um sich im Herbst abermals zu röten. Diese Pflanzen verhalten sich also wie A [(1)11] + A [1(1)1]. Da ihre Blätter jedoch nie über 1 Jahr leben und da sie ja ebenfalls durch Anthocyaninbildung in den jungen und absterbenden Blättern charakterisiert sind, so habe ich auch derartige Pflanzen der Pigmentkombination A [1(1)1] zugezählt. Bei *Potentilla anserina* L. beobachtete ich sogar A [(1)(1)1] + A [1(1)1]. A [(1)11] + A[1(1)1] wurde beobachtet bei *Rumex acetosella* L., *Coronaria flos cuculi* (L.) A. Br., *Alliaria alliaria* (L.) Huth., *Erysimum hieraciifolium* L. *virgatum* Roth., *Saxifraga granulata* L., *Fragaria vesca* L., *Fragaria viridis* Duchesne, *Potentilla argentea* L., *Geum rivale* L., *Filipendula hexapetala* Gilib., *Hypericum perforatum* L., *Androsace septentrionalis* L., *Anthemis tinctoria* L., *Achillea millefolium* L.

In der folgenden Tabelle (S. 21) werden Angaben über Anthocyaninlokalisierung bei den Pflanzen gegeben, die, nach meinen Beobachtungen oder nach den vorliegenden Angaben anderer Autoren zu urteilen, sich wie A [1(1)1] verhalten. Was diese letzteren Angaben betrifft, so war es mir oft unmöglich zu entscheiden, ob es sich tatsächlich um A [1(1)1] handelt, oder aber ob A [1(1)(1)] oder auch eine andere Pigmentkombination vorliegt. Die Namen der von mir nicht untersuchten Pflanzen sind eingeklammert.

Ausser bei den in der Tabelle aufgeführten Pflanzen beobachtete ich das Auftreten der Pigmentkombination A [1(1)1] noch bei folgenden Arten in Zentralasien (Tschamal und Kara-Kol, Altai): *Berberis sibirica* Pall., *Spiraea trilobata* L., *Cotoneaster nigra* Wahlenb., *Crataegus sanguinea* Pall., *Potentilla tanacetifolia* Willd., *Potentilla flagellaris* Willd., *Geum strictum* Ait., *Sanguisorba officinalis* L., *Euphorbia alpina* C. A. Mey., *Euphorbia altaica* C. A. Mey., *Euphorbia esula* L., *Circaea alpina* L., *Cornus sibirica* Lodd., *Lonicera hispida* Pall., *Inula salicina* L. Die Pigmentlokalisierung in den Frühlings- und Herbstblättern dieser Arten ist grösstenteils unbekannt.

Anthocyaninlokalisierung beim *Populus tremula*- Typus A [1(1)1].

Untersuchte Pflanzenart	Anthocyaninlokalisierung in					
	jungen Blättern		erwachs. Blättern		absterb. Blättern	
	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.
<i>Eriophorum polystachium</i> L.	—	+	—	—	+1)	+1)
(<i>Solenosterigma bicolor</i>)	—	+	—	—	—	+
<i>Populus tremula</i> L.	—	+	—	—	—	+
(<i>Salix hastata</i> L.)	—	+	—	—	—	+
<i>Betula nana</i> L.	(+)	+	—	(+)	—	+
(<i>Quercus rubra</i> L.)	+2)	—	—	—	—	+
<i>Rumea acetosa</i> L. <i>pratensis</i> M. u. K. .	+	+	—	—	+	+
<i>Rumex acetosella</i> L.	+	+	—	—	+	+
<i>Rumex aquaticus</i> L.	—	—	—	—	+	+
(<i>Rumex domesticus</i> Hartm.)	+	(+)	—	—	+	+
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	(+)	+	—	—	+	+
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+	+	—	—	+	+
<i>Atriplex hastatum</i> L. <i>salinum</i> Wallr.	+	+	—	—	+	+
<i>Coronaria flos cuculi</i> (L.) A. Br. . . .	+	—	—	—	+	(+)
(<i>Paeonia officinalis</i> L.)	+	(+)	—	—	—	+
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	—	+	—	—	—	+
<i>Anemone silvestris</i> L.	+	—	—	—	—	+
(<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.)	—	+	—	—	—	+
<i>Berberis vulgaris</i> L.	(+)	+	—	—	—	+
(<i>Epimedium alpinum</i> L.)	—	+	—	—	—	+
<i>Alliaria alliaria</i> (L.) Huth.	—	+	—	—	—	+
<i>Erysimum hieracifolium</i> L. <i>virgatum</i> Roth.	—	+	—	—	—	+
<i>Saxifraga granulata</i> L.	+	(+)	—	—	+	(+)
(<i>Jamesia americana</i> Torr. u. Gray.) . . .	+	—	—	—	—	+
(<i>Itea virginica</i> L.)	—	+	—	—	—	+
(<i>Liquidambar styracifluum</i> L.)	—	+	—	—	—	+
(<i>Spiraea sorbifolia</i> L.)	+	+	—	—	+	+
<i>Cotoneaster integerrima</i> Medicus.	—	+	—	—	—	+
<i>Pirus aucuparia</i> (L.) Gaertn.	+	+	—	—	—	+
(<i>Photinia serrulata</i> Lindl.)	—	+	—	—	—	+
(<i>Amelanchier spicata</i> C. Koch.)	—	+	—	—	—	+
<i>Rubus chamaemorus</i> L.	+	(+)	(+)	(+)	+	+
<i>Rubus saxatilis</i> L.	+	(+)	—	—	(+)	+
<i>Fragaria vesca</i> L.	+	(+)	(+)	(+)	+	+
<i>Fragaria viridis</i> Duchesne	+	(+)	(+)	(+)	+	+

1) Anthocyanin findet sich hier gebunden an Zellwandungen.

2) Anthocyanin führen hier einzellige Haare, die die Blattspreite bedecken.

Untersuchte Pflanzenart	Anthocyaninlokalisierung in					
	jungen Blättern		erwachsenen Blättern		absterben. Blättern	
	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.
<i>Comarum palustre</i> L.	+	—	—	—	+	+
<i>Potentilla anserina</i> L.	+	(+)	—	—	(+)	+
<i>Potentilla argentea</i> L.	+	+	—	—	+	+
<i>Potentilla silvestris</i> Neck.			—	—	(+)	+
<i>Geum rivale</i> L.	(+)	+	—	—	(+)	+
<i>Filipendula hexapetala</i> Gilib.	+	—	—	—	+	+
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	—	—	—	+	+
<i>Alchemilla vulgaris</i> L. <i>pastoralis</i> Bus.	+	(+)	—	—	+	+
<i>Alchemilla vulgaris</i> L. <i>pubescens</i> Bus.	+	(+)	—	—	+	+
(<i>Rosa Andreae</i> Lange)	+	(+)	—	—	+	(+)
<i>Prunus padus</i> L.	+	+	—	—	(+)	+
<i>Geranium lucidum</i> L.	+	(+)	(+)	(+)	+	(+)
<i>Geranium palustre</i> L.	+	(+)	—	—	(+)	+
<i>Geranium robertianum</i> L.	+	+	—	—	+	+
<i>Geranium sanguineum</i> L.	+	(+)	—	—	+	+
(<i>Cotinus coggygria</i> Scop.)	+	—	—	—	—	+
<i>Rhus radicans</i> L.	—	+	—	—	—	+
(<i>Rhus typhna</i> L.)	+		—	—	—	+
(<i>Rhus toxicodendron</i> L.)	+	(+)	—	—	—	+
<i>Evonymus europaea</i> L.	+	—	—	—	+	—
<i>Evonymus latifolia</i> Mill.	+	—	—	—	+	(+)
<i>Acer mandshuricum</i> Maxim.	+	(+)	—	—	(+)	+
<i>Acer platanoides</i> L.	+	+	—	—	+	+
<i>Acer tataricum</i> L.	+	+	—	—	(+)	+
<i>Rhamnus frangula</i> L.	—	+	—	—	(+)	+
(<i>Vitis vinifera</i> L.)	+	—	—	—	—	+
<i>Parthenocissus quinquefolius</i> (L.) Planchon.	+	—	—	—	(+)	+
<i>Hypericum perforatum</i> L.	—	+	—	(+)	—	+
<i>Lythrum salicaria</i> L.	—	+	—	—	—	+
(<i>Eugenia ugni</i> Hook u. Arn.)	—	+	—	—	—	+
(<i>Callistemon Cunninghami</i> Hort. Berol.)	—	+	—	—	—	+
(<i>Callistemon lanceolatum</i> Sweet)	—	+	—	—	—	+
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	+	—	—	—	+	+
<i>Chamaenerium angustifolium</i> (L.) Scop.	+	—	—	—	—	+
(<i>Oenothera Lamarciana</i> Ser.)	+	—	—	—	+	—
(<i>Oenothera speciosa</i> Nutt.)	+	—	—	—	+	—
(<i>Circaea cordata</i> Royle)	+	—	—	—	+	—
(<i>Dimorphanthus mandshuricus</i> Maxim.)	—	+	—	—	—	+
(<i>Aralia racemosa</i> L.)	—	+	—	—	—	+
<i>Cornus sanguinea</i> L.	(+)	+	—	—	—	+

Untersuchte Pflanzenart	Anthocyaninlokalisierung in					
	jungen Blättern		erwachsenen Blättern		absterben. Blättern	
	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.
<i>(Arctous alpina (L.) N d z.</i>	—	+	—	—	—	+
<i>Vaccinium myrtillus L.</i>	—	+	—	—	—	+
<i>Vaccinium uliginosum L.</i>	—	+	—	—	—	+
<i>Androsace septentrionalis L.</i>	+	—	—	—	+	—
<i>Trientalis europaea L.</i>	—	+	—	—	—	+
<i>(Amsonia latifolia Mich x.)</i>	—	+	—	—	—	+
<i>Calamintha acinos (L.) Clairv.</i>	+	—	—	—	+	—
<i>Lycopus europaeus L.</i>	+	—	—	—	+	+
<i>(Pentastemon cobaea Nutt.)</i>	+	—	—	—	+	—
<i>(Pentastemon gentianoides Poir.)</i>	+	—	—	—	+	—
<i>Plantago maritima L.</i>	+	—	—	—	+	—
<i>(Viburnum lantana L.)</i>	—	+	—	—	—	+
<i>(Viburnum opulus L.)</i>	—	+	—	—	—	+
<i>Succisa pratensis Moench.</i>	—	+	—	—	—	+
<i>Anthemis tinctoria L.</i>	+	(+)	—	—	+	+
<i>Achillea millefolium L.</i>	—	+	—	—	—	+
<i>Lactuca muralis L.</i>	+	—	—	—	+	—

In der Monographie von Gertz sind noch zahlreiche andere Fälle beschrieben, wo Anthocyanin in absterbenden Blättern beobachtet wurde. Da jedoch Angaben über das Vorkommen des Anthocyanins in den jungen Blättern dieser Pflanzen fehlen, so können es nur künftige Untersuchungen entscheiden, um welche Pigmentkombination es sich in jedem einzelnen Fall handelt. Dass sich A [1(1)1] hierbei sehr oft finden wird, steht ausser Zweifel.¹⁾

1) Es seien diese Pflanzen hier aufgezählt: *Berberis Darwinii*, *B. Wallichiana*, *Sassafras officinale*, *Tellima grandiflora*, *Francoa rupestris*, *Philadelphus latifolius*, *Deutzia gracilis*, *D. crenata*, *Ribes aureum*, *Spiraea grandiflora*, *S. opulifolia*, *Cotoneaster Fontanesii*, *C. rotundifolia*, *Pirus communis*, *Sorbus torminalis*, *Amelanchier vulgaris*, *Crataegus flabellata*, *Rubus arcticus*, *R. castoreus*, *R. laciniatus*, *R. occidentalis*, *Potentilla atrosanguinea*, *P. daurica*, *Geum coccineum*, *Sieversia triflora*, *Sibbaldia cuneata*, *Alchemilla vulgaris L. f. alpestris*, *Agrimonia eupatoria*, *Zanthoxylum fraxineum*, *Malpighia coccifera*, *Homalanthus populifolius*, *Stillingia sebifera*, *Euphorbia characias*, *E. gracilis*, *E. humifusa*, *E. procera*, *E. verrucosa*, *Schinus terebinthifolius*, *Rhus succedanea*, *Evonymus obovatus*, *Staphylea pinnata L. colchica*, *Acer spicatum*, *Vitis inconstans*, *Norantea guianensis*, *Hypericum grandiflorum*, *Hypericum quadrangulum*, *Viola cornuta u. and. Viola*-Arten, *Stachyurus praecox*, *Cuphea strigosa*, *C. spicata*, *Psidium Cattleianum*, *P. chinense*, *Eugenia australis*, *Melaleuca pulchella*, *Eucalyptus eornuta*,

Es war möglich, bei vielen Pflanzenformen die Pigmentkombination A [1(1)1] nachzuweisen; die weiter folgenden Kombinationen werden durch weniger zahlreiche Vertreter illustriert. Es wäre jedoch verfehlt, die Pigmentkombination A [1(1)1] als besonders verbreitet zu betrachten: sie ist nur bedeutend auffallender als die anderen, und da sie für die Klärung der Frage über die Gründe der Herbstfärbung von grösster Wichtigkeit ist, so habe ich diesen Fall besonders ins Auge gefasst.

Am häufigsten dürfte der *Populus tremula*-Typus A [1(1)1] im subarktischen Koniferen-Gebiet des borealen Florenreiches auftreten.

Dass die jungen Blätter sehr zahlreicher Tropenpflanzen prachtvoll rot gefärbt sind, ist von vielen Beobachtern hervorgehoben worden. Angaben hierüber haben Haberlandt, Stahl, Johow, Ewart, Weevers und Keeble veröffentlicht. Wheldale Onslow fasst die Ergebnisse des letztgenannten Forschers folgendermassen zusammen: „Keeble further remarks that the coloration of young foliage in low latitudes is of such general occurrence that at the time of leaf-renewal, a tropical forest rivals in its tints the autumnal forest of the temperate regions“. — Es ist merkwürdig, wie wenig Angaben man dagegen über die „Herbstfärbung“ bei den Tropenpflanzen findet. Die Rötung der Blätter während des Laubfalles vor Eintritt der Trockenperiode hat Miyoshi untersucht. Aus seinen Angaben¹⁾ ist zu

E. globulus, Jussiaea acuminata, Epilobium montanum, E. parviflorum, Oenothera acaulis, O. Drummondii, O. fruticosa, Gaura Lindheimeri, Cornus Amomum, C. florida, Rhododendron canadense, R. hybridum, R. intermedium, Azalea pontica, Diospyros ebenum, D. Kaki, Fontanesia phillyraeoides, Forsythia suspensa, Syringa oblata, Ligustrum vulgare, Jasminum nudiflorum, Gentiana alba, G. Oliveri, Trachelospermum Thunbergianum, Verbena officinalis, V. urticifolia, Ballota nigra ruderalis, Betonica officinalis, Physalis Alkekengi, Solanum jasminoides, Browallia grandiflora, Valeriana allariaefolia, Phyteuma Sibthorpiatum, Ligularia sibirica, Cichorium inthibus, Lampsana communis, Crepis sibirica, C. tectorum, Sonchus paluster u. a. Die absterbenden rotfarbigen Blätter dieser Arten sind hauptsächlich von Gertz und Buscalioni u. Pollacci untersucht worden. Bei einer Durchsicht dieser Liste sieht man, dass hier Familien, bei welchen A [1(1)1] und A [1(1)1..1] oft auftreten, besonders reichlich vertreten sind: Rosaceen, Berberidaceen, Euphorbiaceen, Vitaceen, Hypericaceen, Myrtaceen, Oenotheraceen, Ericaceen etc. Ohne Zweifel werden sich unter diesen Pflanzen auch A [(1)(1)1] und A [1(1)(1)] finden.

1) Miyoshi, M., Naturw. Rundsch., XXIV, 1909, p. 422.

ersehen, dass *Terminalia catappa* schöne „Trockenröte“ aufweist. Ihering¹⁾, der seine Beobachtungen über Laubfall in Süd-Brasilien in São Paulo ausführte, berichtet über rötlich bis tiefrot gefärbte junge Blätter bei *Copaifera Langsdorffi*, *Bombax longiflorum*, *Joannesia princeps*, *Lafoensia replicata*, *Pithecolobium* sp., *Schinus terebinthifolius*, *Eugenia ovalifolia*, *E. Guayava*. Nur bei einer Art aber werden tief hochrote absterbende Blätter beschrieben (*Lafoensia replicata*). — Ohne Zweifel ist die Pigmentkombination A [1(1)1] in den Tropen eine seltenere Erscheinung.²⁾

3. *Anemone nemorosa*-Typus = A [1(1)(1)].

Die jungen Blätter verhalten sich wie bei der Pigmentkombination A [1(1)1]. Oft ist die Rotfärbung sehr intensiv und auffällig, so bei *Anemone*-Arten, bei *Sambucus racemosa*, bei *Pedicularis palustris*. Es wiederholen sich dieselben Eigentümlichkeiten in der Pigmentlokalisierung, die bereits beim *Populus tremula*-Typus beschrieben sind: auch hier dient bei den jungen Blättern zuerst die morphologische Unterseite des Blattes oft als Aussenseite, und diese ist dann ganz besonders anthocyaninreich (*Scorzonera humilis*, *Tussilago farfara*, *Solidago virga aurea*, *Sambucus racemosa*, *Pinguicula vulgaris*, *Pedicularis palustris*, *Lamium album*, *Menyanthes trifoliata*, *Koehltreuteria paniculata*, *Aesculus hippocastanum*, *Anemone*-Arten, und andere.) Die beschatteten Blatteile fand ich anthocyaninfrei, oder die Konzentration des Pigmentes war in den verdeckten Teilen gering, — nähere Angaben hierüber im speziellen Teil. Oft noch bevor die Blattspreite ihre definitive Grösse erreicht hat, wird sie grün und enthält dann Anthocyanin überhaupt nicht, oder dieses findet sich nur an bestimmten Stellen am Blattrande (z. B. *Anemone*-Arten). Beim Absterben werden die Blätter in der Regel gelb,

1) Ihering, H. v., Der periodische Blattwechsel der Bäume im trop. und subtrop. Südamerika, Engl. Bot. Jahrb., Bd. 58, 1923, 524—598.

2) Dies folgt auch aus brieflichen Mitteilungen von Prof. Weevers und Prof. F. A. F. C. Went. Prof. Weevers nennt nur *Terminalia catappa*, bei der er in den Tropen mit Bestimmtheit Rotfärbung des absterbenden Laubes beobachtet hat. Prof. Went schreibt: „Was die rote Herbstfärbung in den Tropen betrifft, so muss ich aus meiner Erinnerung sagen, dass dieselbe im allgemeinen nicht auftritt, wenn mir zwar auch Fälle bekannt sind, wo starke Rotfärbung beim abfallenden Laub sichtbar ist, z. B. bei *Terminalia catappa* und *Hevea Brasiliensis*. Es kann aber möglich sein, dass meine Erinnerung mich hier im Stiche lässt.“

so dass man vermuten könnte, die Blattspreite besitze nicht mehr die Fähigkeit zur Bildung des roten Zellsaftpigmentes. Jedoch stellt es sich bei näherer Betrachtung heraus, dass dem anders ist. Es bilden nämlich Blätter, deren Blattstiele irgendwie beschädigt sind, z. B. bei *Anemone*-Arten, regelmässig Anthocyanin. Da der rote Zellsaft bis zum Absterben der Blätter beibehalten wird, so entstehen, nachdem das Chlorophyll abgebaut ist, rote „Herbstblätter“. Ähnliche Beobachtungen sind auch bei *Salix repens*, *Koehltreutera paniculata*, *Tussilago farfara*, *Scorzonera humilis* gemacht worden. Andererseits können Pflanzen, bei denen diese Pigmentkombination auftritt, z. B. auf sehr trockenen, lichtreichen Standorten den Anthocyaningehalt, den ihre jungen Blätter aufweisen, bis zum Absterben der Blätter beibehalten und rote Herbstblätter hervorbringen. Endlich treten viele dieser Pflanzen unter anderen Umständen (genügende Belichtung, Trockenheit) als A [1(1)1] auf und beweisen hiermit deutlich, dass bei ihnen das Vermögen Anthocyanin zu bilden bis zum Absterben des Blattes erhalten bleibt (*Rubus saxatilis*, *Prunus padus*, *Rhamnus frangula*).

Anthocyaninlokalisierung beim *Anemone nemorosa*-
Typus A [1(1)1].

Untersuchte Pflanzenart:	Anthocyaninlokalisierung in							
	jungen Blättern		erwachs. Blättern ¹⁾		absterbenden Blättern (gelbe ¹⁾ (gerötete)			
	Epid.	Mes.	Epid.	Mes.	Epid.	Mes.	Epid.	Mes.
<i>Salix repens</i> L. <i>rosmarinifolia</i> Koch.	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Betula humilis</i> Schrk.	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Urtica dioeca</i> L.	+	(+)	—	—	—	—	+	(+)
<i>Mesembrianthemum pinnatifidum</i> L.	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Anemone altaica</i> Fisch	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Anemone nemorosa</i> L.	+	(+)	—	—	—	—	—	+
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	+	(+)	—	—	—	—	—	+
<i>Chelidonium majus</i> L.	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Isatis tinctoria</i> L.	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Draba incana</i> L.	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Rubus saxatilis</i> L.	+	(+)	—	—	—	—	(+)	+

1) Sehr geringe Anthocyaninmengen führen nicht selten auch diese Blätter (z. B. *Anemone*, *Brunella*, *Mentha* etc.). Angaben hierüber im speziellen Teile dieser Arbeit.

Untersuchte Pflanzenart:	Anthocyaninlokalisierung in							
	jungen Blättern		erwachs. Blättern		absterbenden Blättern (gelben) (geröteten)			
	Epid.	Mes.	Epid.	Mes.	Epid.	Mes.	Epid.	Mes.
<i>Potentilla reptans</i> L.	+	+	—	—	—	—	+	+
<i>Prunus padus</i> L.	+	+	—	—	—	—	(+)	+
<i>Anthyllis vulneraria</i> L., <i>Dillenii</i> Schult	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Koehltreutera paniculata</i> L a x m.	+	(+)	—	—	—	—	—	+
<i>Rhamnus frangula</i> L.	—	+	—	—	—	—	(+)	+
<i>Syringa vulgaris</i> L.	+	—	—	—	—	—	—	(+) ¹⁾
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	—	+	—	—	—	—	(+)	+
<i>Brunella vulgaris</i> L.	+	(+)	—	—	—	—	+	(+)
<i>Lamium album</i> L.	+	—	—	—	—	—	+	(+)
<i>Mentha arvensis</i> L.	+	(+)	—	—	—	—	+	—
<i>Pedicularis palustris</i> L.	+	—	—	—	—	—	+	—
<i>Melampyrum pratense</i> L.	+	—	—	—	—	—	+	—
<i>Melampyrum silvaticum</i> L.	+	—	—	—	—	—	+	—
<i>Pinguicula vulgaris</i> L.	+	—	—	—	—	—	+	—
<i>Sambucus racemosa</i> L.	+	(+)	—	—	—	—	—	—
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Solidago virga aurea</i> L.	+	+	—	—	—	—	+	+
<i>Bidens cernuus</i> L. <i>radiatus</i> DC.	+	+	—	—	—	—	+	+
<i>Tussilago farfara</i> L.	+	+	—	—	—	—	+	+
<i>Scorzonera humilis</i> L.	—	+	—	—	—	—	—	+

Auch bei manchen Pflanzen, die sich im Grossen und Ganzen wie A [(1)(1)] verhalten, können gewisse Komplikationen, die schon beim *Populus tremula*-Typus erwähnt wurden, auftreten. Bei zwei- und mehrjährigen Pflanzen mit überwinterten Blattrossetten und beblätterten oberirdischen Stengeln ist nämlich der Fall verbreitet, dass die Blätter, die im erwachsenen Zustande überwintern, sich anders verhalten als die, deren Wachstum durch die eintretende Kälte verhindert wurde, die aber erst im darauffolgenden Herbst absterben. Ich beobachtete nämlich: A [(1)11] + A [(1)(1)] bei *Potentilla reptans*; A [(1)11] + A [(1)(1)(1)] bei *Draba incana*; A [(1)1(1)] + A [(1)(1)(1)] bei *Chelidonium majus* und *Isatis tinctoria*. Also enthalten die überwinterten Blätter während der kalten Jahreszeit bei allen diesen Pflanzen Anthocyanin. Im Frühling sterben diese Blätter bald ab, wobei bei *Chelidonium* und *Isatis* das Anthocyanin vorher abgebaut, bei *Potentilla* und *Draba* dagegen beibehalten wird, weshalb, nachdem das Chlorophyll

1) Nach Buscalioni und Pollacci.

abgebaut ist, bei ersteren gelbe, bei *Potentilla* und *Draba* aber rote absterbende Blätter entstehen. Die Blätter, die ihre volle Grösse erst während des Absterbens der erstgenannten Blätter und auch später im Sommer erlangen, führen nur anfangs Anthocyanin (*Potentilla*), oder aber sie sind vom Frühling bis zum Herbst frei von dem roten (violetten) Zellsaftpigment. Diese Blätter werden bei allen genannten Arten vor dem Absterben in der Regel rein gelb. — Aus analogen Gründen wie beim *Populus tremula*-Typus sind diese Fälle unter A [1(1)(1)] zusammengefasst.

So wie A [1(1)(1)] besonders oft bei Rosaceen, Polygonaceen, Saxifragaceen, Geraniaceen auftritt, scheint sich A [1(1)(1)] häufig bei Cruciferen, Ranunculaceen, Scrophulariaceen einzustellen.

4. *Obione pedunculata*-Typus = A [(1)(1)(1)].

Es sind mir nur einige Pflanzen bekannt, die unter den von mir beobachteten Bedingungen sich stets wie A [(1)(1)(1)] verhielten; derartige Fälle dürften überhaupt selten sein. — Dagegen können Pflanzenarten, die gewöhnlich als A [1(1)(1)] oder A [1(1)(1)] auftreten, an beschatteten Standorten oder unter für die Anthocyaninbildung sonst irgendwie ungünstigen Aussenbedingungen oft als A [(1)(1)(1)] auftreten. — Der *Obione pedunculata*-Typus ist dadurch charakterisiert, dass sowohl die jungen unentwickelten Blätter wie die, die ihre definitive Grösse erreicht haben, und auch die absterbenden Blätter in der Regel anthocyaninfreie Spreiten haben, dass das Vermögen zur Anthocyaninbildung jedoch bis zum Absterben der Blätter beibehalten wird. Daher können Blätter in allen Altersstadien Anthocyanin führen, jedoch treten solche Blätter stets nur ausnahmsweise auf.

A [(1)(1)(1)] wurde beobachtet bei:

- Paris quadrifolia* L.
- Epipactis rubiginosa* (Crtz.) Gaud.
- Prunus laurocerasus* L.
- Vaccinium uliginosum* L.
- Vaccinium myrtillus* L.
- Lamium album* L.
- Artemisia maritima* L.

Cochlearia danica L.

Herniaria glabra L. *puberula* Peterm.

Obione pedunculata (L.) Moq. - Tand.

Bei *Paris quadrifolia* fand ich die Blattspreite im Sommer anthocyaninfrei, die Herbstblätter waren gelb gefärbt; dass diese Pflanze in den Blattspreiten Anthocyanin zu bilden vermag, zeigten Exemplare mit beschädigten Stengeln, bei denen die Blätter nicht unbeträchtliche Anthocyaninmengen enthielten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Pflanze an anderen Standorten (ich beobachtete die Pflanzen auf schattigen Gehölzwiesen auf der Insel Hiiumaa) als A [1(1)1] oder vielleicht sogar als A [111] auftritt. Jedenfalls beobachtete Gertz bei Exemplaren, die in der Krummholzregion auf dem Wiener Schneeberge wuchsen, blau- bis braunrote anthocyaninführende absterbende (ältrade) Blätter. — *Epipactis rubiginosa* habe ich auch als A [111] angetroffen. Es ist bereits mitgeteilt worden, dass *Vaccinium uliginosum* und *V. myrtillus* gewöhnlich als A [1(1)1] auftreten, *Lamium album* aber als A [1(1)(1)].

Bei *Prunus laurocerasus* sind die Herbstblätter konstant gelb, nie fand ich in ihnen auch nur eine Spur von Anthocyanin; die jungen Blätter (Kalthausexemplare!) waren ebenso stets anthocyaninfrei. Man konnte vermuten, dass hier [000] vorliegt. Jedoch zeigten die basalen Schösslinge, dass den jungen Blättern das Vermögen Anthocyanin in der Spreite zu bilden nicht fehlt. Grüne Blätter, die ich längere Zeit (vergl. den speziellen Teil) auf Zuckerlösungen kultivierte, wurden anfangs gelb, danach äusserst intensiv rot, wobei sie reichlich Anthocyanin führten. Also verhält sich *Prunus laurocerasus* ganz zweifellos wie A [(1)(1)(1)]. Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, dass sich diese Pflanze unter anderen Bedingungen anders verhalten würde.

Jedenfalls kann das Vermögen Anthocyanin zu bilden latent bleiben und nur unter gewissen Aussenbedingungen sich geltend machen. Deshalb widerspricht die Existenz der Pigmentkombination A [(1)(1)(1)] in diesen Fällen einer ökologischen Funktion des roten Farbstoffes nicht. Bei anderen Pflanzenarten dagegen habe ich stets nur minimalen Anthocyaningehalt gefunden, so bei *Artemisia maritima*, *Cochlearia danica*, *Herniaria glabra* f. *puberula*, *Obione pedunculata*. Handelt es sich hier um ein rudimentäres Vermögen zur Anthocyaninbildung? Oder

treten diese Arten an anderen Strandorten als A [111], A [1(1)1] etc. auf? Gegenwärtig besitzen wir zu wenig Angaben, um hierüber auch nur Vermutungen aussprechen zu können.

5. Pigmentkombinationen A [(1)11] und A [(1)1(1)].

Diese Pigmentkombinationen habe ich nur bei überwinterten Blättern von Pflanzen, die sich sonst wie A [1(1)(1)] oder A [1(1)1] verhalten, beobachtet. Ich kenne keine Art, deren Laub sich auch nur unter irgendwelchen bestimmten Aussenbedingungen ausschliesslich so verhielte.

Bei Pflanzen, welche diese Pigmentkombinationen aufweisen, sind die jungen Blätter anthocyaninfrei, die erwachsenen aber enthalten ausser Chlorophyll noch rotfarbigen Zellsaft, ebenso führen die absterbenden Blätter das Zellsaftpigment, oder aber sie sind bei A [(1)1(1)] gelb gefärbt. Bei vielen überwinterten ein-, zwei- und mehrjährigen Pflanzen kann sich ein Teil der Blätter tatsächlich so verhalten. Es sind dies Blätter, die sich während der warmen Jahreszeit bilden und deshalb anfangs oft anthocyaninfrei sind, im Herbst sich aber wegen der beträchtlichen Anthocyanin- und Chlorophyllmengen, die sie enthalten, braunrot, zuweilen fast schwarz färben, sich so den Winter über erhalten, im Frühjahr sich weiterentwickeln (jüngere Blätter), oder aber (basale Blätter) überhaupt nicht mehr grünen und, indem ihr Chlorophyll abgebaut wird, direkt rote absterbende Blätter liefern. In anderen Fällen verringert sich ihr Anthocyaningehalt im Frühling, sie ergrünen und geben zuletzt (bei A [(1)1(1)]) gelbe absterbende Blätter. Diese eigenartigen Pigmentkombinationen sind ohne Zweifel durch die besonderen Lebensbedingungen, unter welchen sich diese Blätter befinden, hervorgerufen worden, denn die anderen Blätter derselben Pflanze verhalten sich wie A [1(1)1] oder A [1(1)(1)]. Der erste Fall — A [(1)11] — ist, wie schon bei Beschreibung des *Prunus padus*- und des *Anemone nemorosa*-Typus mitgeteilt wurde, bei folgenden Pflanzen beobachtet worden: *Rumex acetosella*, *Coronaria flos cuculi*, *Alliaria alliaria*, *Draba incana*, *Turritis glabra*, *Erysimum hieraciifolium*, *Saxifraga granulata*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Potentilla reptans*, *P. argentea*, *Geum rivale*, *Filipendula hexapetala*, *Hypericum perforatum*, *Androsace septentrionalis*, *Anthemis tinctoria* und *Achillea millefolium*, der zweite — A [(1)1(1)] — aber bei *Chelidonium majus*, *Isatis tinctoria*, *Brunella vulgaris*.

6. Pigmentkombination A [(1)(1)1].

Nur bei einer einzigen Art, nämlich *Atriplex litorale*, habe ich ausschliesslich das Verhalten A [(1)(1)1] konstatiert, während andere Pflanzen, die hierher gehören, auch als A [1(1)1] beobachtet worden sind. Es treten nämlich *Vaccinium uliginosum*, *Potentilla silvestris* u. a. nicht selten mit anthocyaninfreien jungen Blättern auf, färben sich aber dessenungeachtet im Herbst oft sehr intensiv rot. Es ist möglich, dass auch *A. litorale* unter gewissen Bedingungen als A [1(1)1] oder sogar A [111] auftritt, und dass es überhaupt nicht Pflanzen gibt, die sich an ihren natürlichen Standorten stets wie A [(1)(1)1] verhalten.

Die Pigmentkombination A [(1)(1)1] ist deshalb von Interesse, weil bei ihr das Missverhältnis zwischen den Anthocyaninmengen, die in jungem und absterbendem Blatte auftreten, das Extrem erreicht. Ohne Zweifel sind auch bei vielen Pflanzen, die sich wie A [1(1)1] verhalten, die Anthocyaninmengen im absterbenden Blatte viel beträchtlicher als in jungen Blättern (z. B. *Evonymus europaeus*). Pflanzen wie *E. europaeus* stellen daher gewissermassen Bindeglieder zwischen den typischen Vertretern des *Populus-tremula*-Typus (A [1(1)1]) und des *Atriplex litorale*-Typus dar.

Es ist schon bei dem Subtypus iA [111] gezeigt worden, dass Pflanzen, die sich an genügend feuchten und mässig beleuchteten Lokalitäten wie A [1(1)1] oder A [(1)(1)(1)] verhalten — also nur im Frühling und Herbst Anthocyanin bilden (*Populus tremula*-Typus) oder auch während der ganzen Vegetationsperiode anthocyaninfrei sind (*Obione pedunculata*-Typus) —, unter ungünstigen Aussenbedingungen, bei ungenügender Wasserzufuhr, die durch physikalische Trockenheit des Substrates (Alvarpflanzen) oder durch dessen niedrige Temperatur (Tundrabewohner und alpine Pflanzen) hervorgerufen worden ist, bei genügender Insolation permanentrot auftreten. Ohne Zweifel stellen sich bei vielen Pflanzen an gewissen Standorten die eben erwähnten Bedingungen, die der Anthocyaninbildung günstig sind, nur in den absterbenden Blättern ein, weshalb die Anthocyaninbildung in jungen und erwachsenen Blättern in diesen Fällen unterbleibt.

Bisher ist A [(1)(1)1] bei folgenden Arten beobachtet worden: *Atriplex litorale* L., *Potentilla silvestris* Neck., *Alchemilla vulgaris* L. *pastoralis* Bus., *Vaccinium uliginosum* L.

7. *Betula verrucosa*-Typus = A [1(1)0].

Die jungen Blätter sind bei Pflanzen, die sich wie A [1(1)0] verhalten, oft stark gerötet und führen ansehnliche Anthocyaninmengen. Eigentümlichkeiten, die bei einzelnen Arten zu beobachten waren, sind im speziellen Teile dieser Arbeit beschrieben. Auch hier ist der Fall sehr verbreitet, dass die jungen Blätter auf der morphologischen Unterseite besonders anthocyaninreich sind, denn gerade diese ist bei den aufrechten, oft zusammengefalteten Blättern die am besten beleuchtete. Nachher, wenn die Blätter eine mehr horizontale Lage eingenommen haben, führt gewöhnlich umgekehrt ihre Oberseite besonders reichlich Anthocyanin. Die erwachsenen Blätter sind in der Regel anthocyaninfrei, oder sie führen diesen Farbstoff nur noch eine kurze Zeit nachdem sie ihr Wachstum abgeschlossen haben. Weiter verschwindet das Anthocyanin aus der Spreite vollständig; auch der Blattrand, der bei A [1(1)(1)] und A [1(1)1] im Sommer oft noch sehr lange Anthocyanin enthält oder überhaupt nicht grün wird, ist bei A [1(1)0] stets anthocyaninfrei. Die absterbenden Blätter sind ausnahmslos rein gelb gefärbt und verdanken ihre Färbung den Xanthoplasten. Anthocyaninbildung findet hier nie statt. Auch bei verletzten Blättern, bei Blättern, die infolge von Ringelung die Herbstfärbung angenommen haben, usw. bildet sich nie das rote Zellsaftpigment, weshalb anzunehmen ist, dass dem Herbstblatt das Vermögen das Anthocyanin zu bilden überhaupt abgeht.

Es ist allerdings möglich, dass man bei einigen Arten, die gegenwärtig hierher zu stellen sind, unter gewissen Bedingungen dennoch rote Herbstblätter beobachten wird. Solche Arten sind dann unter A [1(1)(1)] oder womöglich unter A [1(1)1] unterzubringen.

Die Pigmentkombination A [1(1)0] dürfte in südlichen Gegenden sehr verbreitet sein, denn während die nördlichen Laubbäume *Populus tremula*, *Salix repens*, *Betula humilis*, *B. nana* sich wie A [1(1)1] und A [1(1)(1)] verhalten, sehen wir die Pigmentkombination A [1(1)0] bei *Corylus*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Ulmus*, *Morus*, *Tilia*, *Fraxinus* auftreten.

Dass die jungen Blätter der Tropenpflanzen rotes Pigment enthalten, ist von vielen Forschern hervorgehoben worden, ja die Anthocyaninbildung ist hier in der Regel viel reichlicher als in den jungen Blättern der Pflanzen unserer Breiten, was schon daraus hervorgeht, dass viele Autoren (Keeble, Haber-

Anthocyaninlokalisation beim *Betula verrucosa*-Typus.

Bezeichnung der Pflanzen:	Anthocyaninlokalisation in					
	jungen Blättern		erwachs. Blättern		absterb. Blättern	
	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.
<i>Calla palustris</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Erythronium dens canis</i> L. <i>sibiricum</i> Fisch. et Mey.	—	+	—	—	—	—
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All. . .	—	+	—	—	—	—
<i>Juglans mandshurica</i> Maxim. . . .	—	+	—	—	—	—
<i>Pterocarya caucasica</i> C. A. Mey. . .	—	+	—	—	—	—
<i>Corylus avellana</i> L.	+	—	—	—	—	—
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	+	+	—	—	—	—
<i>Alnus incana</i> (L.) DC.	(+)	+	—	—	—	—
<i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.	+	+	—	—	—	—
<i>Ulmus montana</i> With.	+	(+)	—	—	—	—
<i>Morus nigra</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Aristolochia macrophylla</i> Lam. . . .	+	—	—	—	—	—
<i>Rheum rhaponticum</i> L.	+	—	—	—	—	—
<i>Trollius europaeus</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Ranunculus auricomus</i> L.	+	+	—	—	—	—
<i>Ranunculus cassubicus</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Ribes alpinum</i> L.	+	—	—	—	—	—
(<i>Cercis siliquastrum</i> L.)	+	—	—	—	—	—
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	—	+	—	—	—	—
<i>Tropaeolum majus</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Tilia cordata</i> Mill.	—	+	—	—	—	—
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+	—	—	—	—
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Physoclaena physaloides</i> G. Don. . .	—	+	—	—	—	—

landt, Johow, Weevers, Ihering, Smith u. a.) nach makroskopischen Beobachtungen über reichlichen Gehalt an roten Pigmenten berichten. Keeble vergleicht sogar die bunte Färbung des Tropenwaldes beim Laubausbruch mit der Herbstfärbung unserer Laubwälder. Da andererseits über Anthocyaninbildung im absterbenden Laube dieser Pflanzen nur ganz vereinzelte Angaben vorliegen, ist daran nicht zu zweifeln, dass das „Herbstlaub“ in den Tropen vorwiegend gelb gefärbt ist. Übrigens schreibt Kerner v. Marilaun¹⁾ über diese Verhält-

1) Kerner v. Marilaun, A., Pflanzenleben, 1913, I. Bd., p. 272.

nisse folgendes: „Bemerkenswert ist, dass in den tropischen Landschaften das Farbenspiel, besonders das Auftreten des roten Farbstoffes in den zum Abfallen sich vorbereitenden Laubblättern, zurücktritt, und dass die Ablösung des Laubes von den Zweigen viel langsamer erfolgt als in der nördlich gemässigten Zone“. — Wenn auch nach diesen summarischen Beobachtungen über das Verhalten der Einzelpflanzen mit einiger Sicherheit zu urteilen nicht möglich ist, so wird man dennoch zugeben müssen, dass die reichliche Beteiligung der Pigmentkombination A [1(1)0] und auch A [1(1)(1)] an der Hervorrufung des beschriebenen Farbenwechsels in den Tropen sehr wahrscheinlich ist. Sichereres werden nur künftige spezielle Untersuchungen über Pigmenttypen der Tropenpflanzen erbringen.

8. *Fagus silvatica*-Typus = A [(1)(1)0].

Pflanzen, die gewöhnlich als A [1(1)0] auftreten, können unter gewissen Lebensbedingungen auch in ihren jungen Blättern anthocyaninfrei sein. Ein solches Verhalten ist besonders bei beschatteten Exemplaren zu beobachten und dürfte bei genügender Wasser- und Nitratzufuhr auch bei Pflanzen gut beleuchteter Standorte vorkommen. Bei *Fagus silvatica* beobachtete ich auch in den am stärksten pigmentierten jungen Blättern stets nur ganz minimalen Anthocyaningehalt; grösstenteils waren die jungen Blätter rein grün gefärbt. Allerdings sind meine Beobachtungen an *Fagus silvatica* nur an zwei Exemplaren im Bot. Garten in Tartu ausgeführt worden¹⁾.

Pflanzen, bei denen ich die Pigmentkombination A [(1)(1)0] beobachtet habe, sind: *Fagus silvatica* L., *Tilia cordata* Mill., *Ficaria verna* Huds., *Ribes alpinum* L., *Tropaeolum majus* L., *Phellodendron amurense* Rupr.

9. *Convallaria majalis*-Typus = A [(1)00].

Zu A [(1)00] rechne ich Pflanzen, die in den jungen Blättern in der Regel überhaupt nicht Anthocyanin enthalten und bei denen auch die am stärksten pigmentierten Blätter nur ganz unbedeutende Anthocyaninmengen führen. Die erwachsenen

1) *Fagus silvatica* könnte sich vielleicht auch wie A [(1)00] verhalten. Die Angaben von Wheldale Onslow, dass diese Pflanze (in England) stets anthocyaninfreie junge Blätter besitzt, bedarf jedenfalls einer Prüfung.

Blätter sind grün, und stets auch an beschädigten Teilen der Spreite und in den Blättern mit eingeknicktem Blattstiel anthocyaninfrei. Die Herbstblätter sind gelb gefärbt.

Diese Pigmentkombination beobachtete ich bei *Convallaria majalis*. Die jungen Blätter dieser Pflanze enthalten zuweilen eine kleine Gruppe anthocyaninführender Zellen in dem Blattapex; die erwachsenen Blätter, ebenso die gelben Herbstblätter sind stets anthocyaninfrei. Andere Pflanzenarten, die sich wie A [(1)00] verhalten, sind mir nicht bekannt.

10. *Primula officinalis*-Typus = A [000].

Die Pflanzen, die sich wie A [000] verhalten, sind dadurch charakterisiert, dass ihre Spreite stets anthocyaninfrei angetroffen wird. Die jungen Blätter sind nicht selten chlorophyllarm und deshalb gelbgrün gefärbt (*Primula officinalis*, *Caragana arborescens*, *Honckenya peploides*); im erwachsenen Zustande dagegen sind irgendwelche auffällige Unterschiede in der grünen Färbung im Vergleich mit derjenigen anderer autotropher Pflanzen nicht bemerkt worden. Ihre Herbstblätter sind rein gelb, wobei die Färbung durch Xanthoplaste bedingt wird. Hierbei fehlt aber den Pflanzen keineswegs das Vermögen, in anderen Organen oder Organteilen den roten Zellsaft zu bilden: so führen bei *Primula officinalis*, *Parnassia palustris*, *Nuphar luteum*, *Caragana arborescens* die Blattstiele mehr oder minder reichlich roten Zellsaft; bei *Eriophorum vaginatum* sind die Blattscheiden anthocyaninführend, ebenso bei *Allium victorale*, wo auch die Niederblätter reichlich Anthocyanin enthalten; bei *Majanthemum bifolium*, *Honckenya peploides*, *Chrysosplenium alternifolium* tritt Anthocyanin in den Stengeln mehr oder minder reichlich auf; endlich sind bei *Veratrum nigrum*, *Ophrys muscifera*, *Primula farinosa* die Blüten anthocyaninführend.

Dieses eigenartige Verhalten ist höchst merkwürdig. Die Reduktion der Anthocyaninbildung ist hier so weit vorgeschritten, dass nur Organe, die bei anderen Anthocyanin enthaltenden Pflanzen durch besonders starke Pigmentation ausgezeichnet sind (Blüten, Niederblätter, Stengel, Blattstiele, Blattscheiden), hier noch Anthocyanin führen, während die Assimilationsorgane von diesen frei sind. Es ist kaum zu bezweifeln, dass es sich hier oft um von anthocyaninreicheren Pflanzenformen abstammende Arten handelt, bei denen das Vermögen die roten Pigmente zu bilden eine starke Rückbildung erlitten hat

und gegenwärtig auf bestimmte Organe oder Organteile beschränkt ist. Über die Gründe dieser vermutlichen Progression ist allerdings nichts bekannt.

Pflanzen, die sich nach vorliegenden Beobachtungen wie A [000] verhalten, sind folgende:

Eriophorum vaginatum L.

Veratrum nigrum L.

Allium victorialis L.

Majanthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt.

Ophrys muscifera Huds.

Nuphar luteum (L.) Sm.

Honckenya peploides (L.) Ehrh.

Chrysosplenium alternifolium L.

Parnassia palustris L.

Caragana arborescens Lam.

Primula officinalis (L.) Jacq.

Primula officinalis f. *macrocalyx* Bunge.

Primula farinosa L.

Von A [000] sind streng zu scheiden diejenigen Fälle, wo von normal anthocyaninführenden Formen Mutanten auftreten, denen das Vermögen Anthocyanin zu bilden sowohl in den vegetativen wie in den generativen Organen vollständig fehlt oder sehr merklich geschwächt ist. Bei derartigen Formen sind die Blüten weiss- oder gelbfarbig und anthocyaninfrei oder anthocyaninarm. Sie haben oft die Aufmerksamkeit der Floristen auf sich gelenkt und sind als „f. *alba*“, „f. *pallida*“, „f. *sulfurea*“ etc. beschrieben worden. — Es ist von Interesse, dass eine gewisse Korrelation in der Färbung der Blüten und der vegetativen Organe besteht, und dass bei derartigen Albinos auch diese letztgenannten Organe anthocyaninfrei sind oder nur wenig Anthocyanin enthalten. Wenn bei den Albinos die Spreite sowohl bei jungen wie bei erwachsenen und absterbenden Blättern stets anthocyaninfrei ist, so bezeichne ich derartige Formen als — A [000] oder auch \bar{A} [000].

Es scheinen die Albinos in Ländern mit kontinentalem Klima selten zu sein. So beobachtete ich im Laufe von drei Jahren in Zentralasien (Altai, Tschemal) nur zwei Exemplare von *Erythronium dens canis* β *sibirica* Fisch. et Mey., bei denen die sonst violettrote Krone eine rein weisse Färbung aufwies und bei der auch der Stengel und die Blätter keine

Spur von Anthocyanin enthielten und deshalb eigenartig rein grün (im Stengel gelblichgrün) gefärbt waren. Es sei bemerkt, dass die Pflanze dort verbreitet ist und an den Nordabhängen der niedrigeren Bergketten grosse Flächen bedeckt.

Allerdings sind weitere Beobachtungen hierüber dringend nötig. Wenn es sich tatsächlich herausstellen sollte, dass die Albinos in den Ländern, wo die klimatischen Bedingungen der Pigmentbildung günstig sind, seltener auftreten als dort, wo umgekehrte Verhältnisse herrschen, so könnte dieses darauf beruhen, dass die anthocyaninfreien Mutanten (\bar{A} [000]) hier den Lebenskampf nicht aushalten. Letzteres liesse sich an geeigneten Standorten auch experimentell prüfen.

In Estland habe ich derartige anthocyaninfreie Formen bei vielen Arten beobachtet. Es seien nur folgende genannt: *Coronaria flos cuculi*, *Hepatica triloba*, *Polygala amara*, *Calluna vulgaris*, *Echium vulgare*, *Myosotis palustris*, *Thymus serpyllum*, *Brunella vulgaris*, *Melampyrum nemorosum*, *Pedicularis palustris*, *Plantago maritima*, *P. major*, *Campanula persicifolia*, *C. rotundifolia*, *C. glomerata*, *Lonicera xylosteum*, *Centaurea jacea*, *Orchis Rivini*. Näher untersucht und im speziellen Teil beschrieben habe ich *Orchis Rivini* Gouan, *Azalea indica* L., *Calluna vulgaris* (L.) Salisb., *Echium vulgare* L., *Thymus serpyllum* L., *Plantago maritima* L.

11. *Rhododendron dahuricum*-Typus = A [1(1)1..1].

Man könnte vermuten, dass bei derartigen Pflanzen, deren Blätter mehrere Vegetationsperioden überdauern, die Pigmentkombination A [111..1] sich finden sollte, das heisst es sollten mehrjährige permanentrote Blätter existieren. Besonders wäre die Kombination iA [111..1], die der Pigmentkombination iA [111] bei den Blättern, die nur ca ein Jahr leben, entsprechen würde, in den Polarländern zu erwarten. Aus Estland sind mir jedoch Vertreter dieses Typus nicht bekannt geworden¹⁾, denn Pflanzen wie *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*, die sich vielleicht so verhalten könnten, treten hier als A [1(1)1..1] auf. Ihre jungen Blätter führen mehr oder weniger Anthocyanin, im Hochsommer sind alle Blätter grün, im Herbst aber färben sich die

1) Nur bei jungen *P. silvestris* Exemplaren tritt die Kombination iA [111..1] auf, jedoch verhalten sich die Nadeln älterer Pflanzen wie A [000..0].

Blätter intensiv braunrot, braun oder fast schwarz, da sie ausser Anthocyanin reichlich Chlorophyll enthalten; im nächsten Frühjahr grünen die Blätter abermals, im Herbst aber oder auch im Sommer können aus ihnen leuchtend rote absterbende Blätter hervorgehen, deren intensive Färbung durch Anthocyanin und Xanthokarotinoiden (in den Plastiden) bedingt ist; oder aber die Blätter überwintern noch 1—2 Mal, indem sie vor jeder Ruheperiode reichlich rote Zellsaftpigmente erzeugen und im Frühjahr wieder grün werden.

Bei allen Pflanzen, bei denen ich die Pigmentkombination A [1(1)1..1] beobachtete, war stets sehr deutlich zu sehen, dass nur die freiliegenden Pflanzenteile Anthocyanin bildeten, während die beschatteten Teile rein grün waren. Die absterbenden Blätter nehmen bei derartigen beschatteten Pflanzenteilen eine rein gelbe Färbung an. Die beschatteten Exemplare verhalten sich also wie A [(1)(1)(1)..(1)].

Anthocyaninlokalisierung beim *Rhododendron dahuricum*-Typus A [1(1)1..1].

Untersuchte Pflanzenart	Anthocyaninlokalisierung in					
	jungen Blättern		überwint. Blättern		absterb. Blättern	
	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.
<i>Mahonia aquifolium</i> Nutt.	(+)	+	(+)	+	(+)	+
<i>Empetrum nigrum</i> L.	—	+	—	+	—	+
(<i>Hedera helix</i> L.)	—	+	—	+	?	+
<i>Rhododendron dahuricum</i> L.	—	+	—	+	—	+
(<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv.)	—	+	?	?	—	+
<i>Azalea indica</i> L.	—	+	—	+	—	+
<i>Andromeda polifolia</i> L.	—	+	—	+	—	+
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> (L.) Spr. . .	(+)	+	(+)	+	—	+
<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	—	+	(+)	+	—	+
<i>Vaccinium oxycoccus</i> L.	—	+	—	+	—	+
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Salisb. . . .	—	+	—	+	—	+

12. *Ilex aquifolium*-Typus = A [1(1)(1)..(1)].

Diese Pigmentkombination, die nur bei Pflanzen mit wenigstens zwei Vegetationsperioden überdauernden Blättern gefunden worden ist, steht der einfacheren Kombination A [1(1)(1)] sehr nahe, bei der ebenfalls anthocyaninführende junge und

anthocyaninfreie absterbende Blätter auftreten. Unterschieden sind diese Pigmentkombinationen nur dadurch, dass in dem überwinternden mehrjährigen Blatte wiederholt Anthocyaninbildung stattfindet, während sich bei der Pigmentkombination A [1(1)(1)] die einmal grün gewordenen Blätter in der Regel nicht mehr röten, obwohl sie das latente Vermögen zur Bildung des Zellsaftpigmentes bis zum Absterben beibehalten.

Bisher ist mir nur ein unzweifelhafter Fall von derartigem Verhalten bekannt geworden, nämlich bei *Ilex aquifolium*. Die jungen Blätter dieser Pflanze sind sehr anthocyaninreich und erscheinen braunrot. Nachher werden die Blätter grün, sie behalten diese Färbung bei Kalthauspflanzen auch im Winter, bei freiwachsenden Exemplaren stellt sich aber nach den Beobachtungen von Overton eine intensive Wintererrötung ein, die durch reichliche Anthocyaninbildung verursacht ist. Im nächsten Sommer werden diese überwinterten Blätter nochmals grün. Es ist leider aus den Angaben von Overton nicht zu ersehen, wie sich die absterbenden Blätter der von diesem Forscher untersuchten Exemplare verhielten. Es ist möglich, dass sich rote Herbstblätter bilden können und dass die Pflanze zuweilen als A [1(1)1..1] auftritt. In Tartu werden die absterbenden Blätter, die ich sowohl im Sommer wie im Herbst beobachtet habe, gelb und nur in seltenen Fällen bildet sich in den grünen Blättern roter Zellsaft, der auch in den gelben „Herbstblättern“ erhalten bleibt, so dass diese rötlich gefärbt erscheinen.

Nach den vorliegenden, allerdings nicht genügenden, Angaben vermute ich, dass *Asarum europaeum* und *Galeobdolon luteum* in Estland oft als A [1(1)1..(1)] auftreten.

13. *Ledum palustre*-Typus = A [(1)1(1)..1].

Die jungen Blätter, die sich im Sommer entwickeln, sind bei Pflanzen, bei denen diese Pigmentkombination auftritt, in der Regel anthocyaninfrei. Im Herbst werden die bisher grünen Blätter des reichlichen Anthocyaningehaltes wegen dunkel braunrot und überwintern so; im Frühling wird der Zellsaft in fast allen oder auch allen Zellen der Blattspreite farblos, — also bilden sich aus den überwinterten Blättern abermals grüne Blätter. Diese können im Herbst absterben (z. B. bei *Bergenia cordifolia*), oder aber noch 1—2 mal überwintern. Sowohl die absterbenden wie die überwinternden Blätter bilden reichlich Antho-

cyanin. Diese Pigmentkombination ist vor allem durch die anthocyaninfreien jungen Blätter charakterisiert und steht ohne Zweifel der Kombination A [1(1)1..1] sehr nahe. Es ist sicher, dass es Pflanzen gibt, die gewöhnlich als A [(1)1(1)..1] auftreten, aber auch als A [1(1)1..1] zu finden sind, und umgekehrt.

Anthocyaninlokalisierung beim *Ledum palustre*-Typus A [(1)1(1)..1].

Untersuchte Pflanzenart	Anthocyaninlokalisierung in					
	jungen Blättern		überwinternden Blättern ¹⁾		absterb. Blättern	
	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mesoph.	Epid.	Mes.
<i>Bergenia cordifolia</i> (L.) Sternb.			(+)	+	(+)	+
<i>Helianthemum chamaecistus</i> Mill.			+	(+)	+	(+)
<i>Ledum palustre</i> L.	—	—	—	+	—	+
<i>Lyonia calyculata</i> (L.) Reh b.	—	—	—	+	—	+

14. *Sedum acre*-Typus = A [(1)1(1)..(1)].

Wie A [(1)1(1)..(1)] können sich unter gewissen Aussenbedingungen auch Pflanzen verhalten, die gewöhnlich als A [1(1)1..1] auftreten. Dieses beobachtete ich bei *Rhododendron dahuricum*-Exemplaren in einem kleinen geschützten Tal unweit Tschemal (Altai). Die jungen Blätter dieser Pflanzen waren während des Sommers grün, ihre Spreite fand ich stets anthocyaninfrei. Die Winterfärbung trat viel später auf als bei den Pflanzen der südlichen Abhänge, war aber zuletzt kaum weniger stark entwickelt als bei diesen. Die Herbstblätter dagegen waren rein gelb gefärbt und anthocyaninfrei, nur ganz ausnahmsweise traten an den oberen Zweigen auch vereinzelte rötlich gefärbte Blätter auf.

Bei *Sedum*-Arten (*S. acre* L., *S. album* L., *S. hybridum* L.) findet man die jungen Blätter während des Sommers gewöhnlich anthocyaninfrei; die Blätter, die ihr Wachstum abgeschlossen haben, sind während der günstigen Jahreszeit ebenfalls frei vom roten Zellsaftpigment. Im Herbst werden alle belichteten Teile

1) Die Blätter befinden sich z. B. bei *Bergenia cordifolia* und *Helianthemum chamaecistus* in sehr verschiedenen Entwicklungsstadien, und die jungen Blätter führen hier ebenso Anthocyanin wie diejenigen, die ihr Wachstum abgeschlossen haben. Dagegen sind die jungen Blätter, die sich im Sommer bilden, in der Regel anthocyaninfrei.

sowohl bei den im Wachsen begriffenen Blättern, wie bei denjenigen, die ihre definitive Grösse schon erreicht haben, oft intensiv braun bis violett (*S. hybridum*!) und überwintern so, um im nächsten Sommer abermals zu grünen und eventuell noch einmal zu überwintern. Die absterbenden Blätter sind gelb gefärbt, oder sie führen die Anthocyaninmengen, die in dem überwinterten ergrüneten Blatte noch erhalten geblieben sind. Da während des Sommers auch die ältesten Blätter eine starke Anthocyaninabnahme erleiden und da vor dem Loslösen der Blätter eine Neubildung von Anthocyanin nicht stattfindet, so führen die „Herbstblätter“ auch in den Fällen, wo sie rötlich gefärbt sind, nur wenig Anthocyanin.

Was die Pigmentlokalisierung bei den von mir untersuchten *Sedum*-Arten betrifft, so fand ich sowohl in den überwinterten Blättern wie in den rötlichen absterbenden Blättern die Epidermiszellen besonders pigmentreich, jedoch auch die Mesophyllzellen führten stets geringere oder grössere Anthocyaninmengen.

15. *Dryas octopetala*-Typus = A [(1)1(1)..0].

Die Pigmentkombination A [(1)1(1)..0] unterscheidet sich von derjenigen des *Sedum acre*-Typus dadurch, dass die absterbenden Blätter („Herbstblätter“) stets rein gelb gefärbt sind und in der Spreite nie Anthocyanin führen. Nur bei einer Pflanze habe ich A [(1)1(1)..0] angetroffen, nämlich bei *Dryas octopetala*. Ihr Verhalten wird im speziellen Teile dieser Arbeit näher erläutert. Es sei hier nur erwähnt, dass ich diese Pflanze im Botanischen Garten zu Tartu untersuchte und dass meine Befunde mit den Beobachtungen von Gertz, die auf dem Wiener Schneeberg, und mit denen von Th. Wulff, die auf Spitzbergen ausgeführt wurden, im wesentlichen übereinstimmen.¹⁾

V. Pigmentkombinationen bei den Hämatokarotinoide führenden Pflanzen.

Wie bereits erwähnt, bezeichne ich als Hämatokarotinoide — im Gegensatz zu den Chlorophyllbegleitern Xanthophyll und

¹⁾ Th. Wulff fand die Exemplare auf Spitzbergen im Sommer ganz anthocyaninfrei. Die Blattoberseite war hierbei blassgrün gefärbt, was dadurch bedingt war, dass die Chloroplasten der Palissadenzellen chlorophyllarm waren und eine gelblichgrüne Färbung aufwiesen.

Karotin (Xanthokarotinoide) — die Karotinoide Rhodoxanthin, Lycopin und andere, die nur bei gewissen Pflanzen auftreten und bei diesen die Anthocyaninpigmente ersetzen¹⁾. Es ist wahrscheinlich, dass in einzelnen Fällen in den vegetativen Organen einer Pflanze gleichzeitig sowohl Anthocyanine wie Hämatokarotinoide auftreten können, jedoch nach dem, was bisher über die Verbreitung beider Pigmentgruppen bekannt geworden ist, kann man mit Bestimmtheit behaupten, dass solche Fälle selten sein werden und wohl am häufigsten bei Parasiten und Saprophyten zu finden sind, bei denen der gefärbte Stengel gewöhnlich ebenso wie die Blütenhülle als Schauapparat fungiert.²⁾ In den vereinzelt Fällen, wo R o t h e r t in vegetativen Organen sowohl Anthocyanin wie Chromoplasten fand, waren diese gewöhnlich gelb gefärbt. Es ist möglich, dass es sich hier um Xanthoplasten handelt.

In meiner Abhandlung über das Rhodoxanthin habe ich eine weitgehende Übereinstimmung im Auftreten der Anthocyanine und der Hämatokarotinoide in den vegetativen Pflanzenorganen festgestellt. Es ist mir jetzt möglich, diese Konvergenz auch an den Pigmenttypen, die bei den genannten Pflanzengruppen auftreten, zu demonstrieren. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass bei den Pflanzen, die die Hämatokarotinoide bilden, die also mit vegetativen Chromoplasten ausgestattet sind, ganz dieselben Pigmentkombinationen auftreten, wie bei den anthocyaninführenden Arten. Da es jedoch unter den wildwachsenden Pflanzen Estlands nur wenige Pflanzen der „Hämatokarotinoidgruppe“ gibt, und da auch in der Literatur Angaben, die über das Auftreten einer bestimmten Pigmentkombination bei den die Chromoplasten bildenden Pflanzen berichten, fast vollständig fehlen, so sehe ich mich genötigt, mich in betreff der Chromoplasten enthaltenden Pflanzen auf eine allgemeine Besprechung der Pigmentkombinationen zu beschränken.

Bei der Pigmentkombination A [111] liessen sich die Subtypen + A [111], aA [111], hA [111] und iA [111] aufstellen. Zu + A [111] (*Corylus avellana purpurea*-Subtypus) sind Formen gestellt worden, die sich durch gesteigerte Anthocyaninproduktion auszeichnen und die bei Arten auftreten, die normal nur wenig Anthocyanin bilden und im Sommer grün gefärbt sind.

1) Lippman, Th., Das Rhodoxanthin, p. 78.

2) Johow, Fr., Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, p. 413.

Man konnte die Form $+A$ [111] mit der Form $-A$ [000] vergleichen, denn beide treten nur als Abweichungen bei gewissen Pigmenttypen auf und sind durch sehr gesteigerte oder aber verminderte Anthocyaninproduktion gekennzeichnet. Dagegen sind aA [111] und hA [111] permanentrote Formen, die $+A$ [111] darin gleichen, dass ihre reichliche Anthocyaninproduktion nicht wie bei iA [111] als Resultat der ungünstigen Lebensbedingungen aufzufassen ist, sondern als Organisationsmerkmal. Sie unterscheiden sich aber von dem *Corylus avellana purpurea*-Typus dadurch, dass sie nicht wie dieser eine Abweichung von der normal „grünen“ Stammform einer Pflanzenart darstellen, sondern dass sie gerade die Stammform selbst sind. Mit aA [111] sind autotrophe, mit hA [111] heterotrophe Pflanzenformen bezeichnet.

Es fragt sich nun, ob sich alle diese Fälle bei den Pflanzen, die anstatt der roten Zellsaftpigmente Chromoplasten bilden, ebenfalls vorfinden. Die Frage muss im Allgemeinen unbedingt bejahend beantwortet werden, wenschon wir vorläufig nur wenig Angaben über einzelne Subtypen besitzen. $+C$ [111], ebenso $-C$ [111] hat Rothert bei mehreren Pflanzenarten beobachtet. Er schreibt: „Von einigen Pflanzen gibt es verschiedene Varietäten oder Rassen: „bunte“ mit Chromoplasten in gewissen Organen und „grüne“, bei denen sich an deren Stelle Chloroplasten befinden. Sicher ist das bei *Cocos*, von der es Varietäten mit gelben Blattstielen (und zugleich gelbbraunen Früchten) und solche mit grünen Blattstielen (und Früchten) gibt. Dasselbe scheint bei der viel kultivierten *Bambusa vulgaris* der Fall zu sein, welche man bald mit gelben, bald mit gelb und grün gestreiften, bald mit grünen Stämmen und Zweigen antrifft. Ich vermute, dass es auch von *Cassytha* eine gelbstengelige und eine grünstengelige Varietät gibt. Um noch ein Beispiel anzuführen, werden von *Selaginella* spec. aus Deli im Buitenzorger Garten nebeneinander zwei sonst ganz gleiche Formen kultiviert, von denen die eine braunes, die andere rein grünes Laub hat“.¹⁾

Die Pigmentkombination aC [111] ist mir unbekannt; hC [111] scheint nicht sehr selten zu sein und ist in unserer Flora z. B. durch *Neottia nidus avis* (L.) Rich. vertreten. Bekanntlich hat Wiesner seinerzeit diese Pflanze näher

1) Rothert, W., Bull. de l'Acad. d. sc. de Cracovie, Cl. d. sc. mathématique et natur., Série 13, 1912, p. 193.

untersucht und gefunden, dass sie geringen Chlorophyllgehalt aufweist, dass das Blattgrün aber durch ein anderes Plastidenpigment maskiert ist, wodurch die bräunliche Färbung dieser Pflanze bedingt wird. Ich überzeugte mich, dass der Zellsaft bei *Neottia nidus avis* stets farblos ist. — Von den Pflanzenarten, bei denen, nach Beschreibungen anderer Autoren zu urteilen, die Pigmentkombination hC [111] auftritt, seien *Voyria uniflora* und *V. trinitatis* erwähnt, die von Johow untersucht sind und deren oberirdische Organe ihre charakteristische Färbung gelben (*V. uniflora*) und fleischroten (*V. trinitatis*) Chromoplasten verdanken.

iC [111] habe ich bei *Scirpus parvulus* R. u. Schult. und *Heleocharis uniglumis* (Lk.) Schult. beobachtet, die beide unter günstigen Lebensbedingungen fast ausschliesslich Chloroplasten führen, jedoch auch permanent braunrot gefärbt auftreten können. Bei *Scirpus parvulus* tritt die Pigmentkombination iC [111] besonders oft auf. Diese kleine *Scirpus*-Art habe ich stellenweise auf der Insel Kassaar (Hiiumaa) in reinen Offenbeständen beobachtet, die auf salzhaltigem, lehmigem, sehr wasserreichem Meeresstrande weite Strecken überzogen und diesen eine sehr auffällige orange bis orangerote Färbung verliehen. Die rötliche Färbung der Pflanze rührt her von Chromoplasten, die sich in dem Assimilationsgewebe gebildet haben. — Wie bereits erwähnt, ist die Pflanze, wenn sie im Wasser wächst, rein grün gefärbt.

Die Pigmentkombination C [1(1)1], die durch reichliches Auftreten der Hämatokarotinoide in den jungen und absterbenden Assimilationsorganen charakterisiert ist, habe ich bei *Equisetum heleocharis* Ehrh., *Heleocharis uniglumis* (Lk.) Schult., *Potamogeton natans* L. beobachtet. Bei allen diesen Pflanzen war es deutlich zu sehen, dass die Chromoplastenbildung von der Lichtwirkung abhängig ist, wie dies auch für die Anthocyaninbildung in den oberirdischen Organen die Regel ist. Es ist von Interesse, dass die Hämatokarotinoidmengen, die in den jungen Blättern ausgebildet werden, stets viel geringer sind als die, die man in den absterbenden Blättern antrifft, denn die gefärbte Fläche ist bei diesen nicht nur um ein Mehrfaches grösser, sondern die Chromoplastenbildung hat sich auf tiefere Schichten des Assimilationsparenchyms erstreckt. Dagegen ist die Färbung der einzelnen Chromoplasten in den absterbenden Organen kaum intensiver als in den jungen.

C [1(1)(1)] habe ich bei *Reseda alba* L., *R. odorata* L., *R. lutea* L. und einigen anderen *Reseda*-Arten, die im Botanischen Garten in Tartu kultiviert wurden, beobachtet. Die jungen Blätter enthielten stets mehr oder minder reichlich Chromoplasten, ebenso die jungen Stengelteile. Die erwachsenen Blätter führten in der Blattspreite ausschliesslich Chloroplasten. Ringelungsversuche, die ich mit diesen *Reseda*-Arten im August und September 1924 vornahm, zeigten, dass ihnen das Vermögen eigen ist, reichlich Chromoplasten in den Blättern oberhalb der Ringelungsstelle zu bilden. — In Tartu blieben die Pflanzen bis in den Spätherbst grün gefärbt und wurden zuletzt durch Frost getötet, ohne vorher eine typische Herbstfärbung anzunehmen. In ihrer Heimat dürften viele von ihnen als C [1(1)1] oder auch als iC [111] auftreten.

C [(1)(1)(1)] beobachtete ich bei *Scirpus parvulus* R. und Schult., *Heleocharis uniglumis* (Lk.) Schult., *Erythraea litoralis* (Turner) Fr. und *E. pulchella* (Sw.) Fr. *Scirpus parvulus* zeigte ein derartiges Verhalten bei Entwicklung im Wasser, die anderen aber treten als C [(1)(1)(1)] auf weniger salzigem Boden, überhaupt unter günstigen Lebensbedingungen auf. Die jungen und erwachsenen Assimilationsorgane sind bei derartigen Pflanzen durch Chlorophyll grün gefärbt, die absterbenden aber enthalten Xanthoplasten und sind rein gelb. — Bei *Erythraea*-Arten beobachtete ich aber auch C [(1)(1)1]; das heisst die jungen und erwachsenen Pflanzenteile enthielten ausschliesslich Chloroplasten, während sich vor dem Absterben sowohl im Stengel wie in den Blättern typische Chromoplasten ausbildeten.

C [000] habe ich nur bei einer Pflanze beobachtet. *Adoxa moschatellina*, die was die Färbung betrifft zuerst von Gertz eingehender untersucht worden ist, führt in der Blattspreite stets nur Chloroplasten. Der Blattstiel und der Stengel können ebenfalls rein grün sein, oder aber diese Teile sind durch Chromoplasten bräunlich gefärbt. Da die Blattspreite auch bei den absterbenden Blättern nur blassgrüne Chloroplasten und gelbliche Xanthoplasten enthält, so scheint der Spreite das Vermögen zur Bildung von Chromoplasten gänzlich zu fehlen.

Von Pflanzen, deren Blätter mehrere Vegetationsperioden überdauern, habe ich nur *Juniperus communis* untersucht. Auf Alvar-Triften tritt diese Pflanze oft als C [1(1)1..1] auf.

Andere Pigmentkombinationen habe ich bei den Häma-

tokarotinoide enthaltenden Pflanzen nicht beobachtet. Also sind die Kombinationen [111], [1(1)1], [1(1)(1)], [(1)(1)(1)], [(1)(1)1], [000], [1(1)1..1] sowohl bei den anthocyanin- wie hämatokarotinoid-führenden Pflanzen bekannt, während [(1)11], [(1)1(1)], [1(1)0], [(1)(1)0], [(1)00], [1(1)(1)..(1)], [(1)1(1)..1], [(1)1(1)..0] bisher nur bei ersteren konstatiert worden sind.

VI. Doppelte Pigmentkombinationen.

Es ist schon erwähnt worden, dass in gewissen Fällen Blätter einer und derselben Pflanze sich ganz verschieden verhalten, je nach den Aussenbedingungen, unter welchen sie sich befinden, so tritt z. B. bei *Fragaria vesca* sowohl die Pigmentkombination A [(1)11] wie die Kombination A [1(1)1] auf. Auch ist aus bereits mitgeteilten Angaben zu sehen, dass eine gewisse Pflanze an verschiedenen Standorten sich sehr verschieden verhalten kann und je nachdem, ob die Licht- und Wassermengen geringer oder grösser sind, als iA [111], A [1(1)1] oder A [1(1)(1)], A [(1)(1)(1)], auftritt. Jedoch findet hierbei immer nur die Umwandlung einer Pigmentkombination in eine andere sehr nahe verwandte statt, denn es haben z. B. alle vier eben erwähnten Pigmentkombinationen das gemeinsam, dass der Blattspreite in allen Entwicklungsstadien das Vermögen zur Anthocyaninbildung eigen ist. Sie unterscheiden sich nur dadurch, dass es in gewissen Fällen auch tatsächlich zur Anthocyaninbildung kommt, während diese in anderen Fällen unterbleibt.

Bei Besprechung der Pigmentkombinationen, die bei den Niederblättern zu beobachten sind, werden wir sehen, dass diese zuweilen dasselbe Verhalten aufweisen, wie die Laubblätter, in der Regel aber anders auftreten. Ja es kommt vor, dass die Assimilationsorgane sich wie C [1(1)1] verhalten, also Chromoplasten bilden, während die Niederblätter Anthocyanin führen und zu A [111] gestellt werden müssen.

Noch eigenartiger sind die Fälle, wo die Laubblätter in einem gewissen Alter der Pflanze zu einem Typus gehören, später aber zu einer anderen Pigmentkombination, wobei diese Kombinationen nicht einfach voneinander abzuleiten sind. Von derartigen Fällen, die ich „doppelte Pigmentkombinationen“ nenne, ist mir nur die Kombination iA [111..1] + A [000..0] bekannt geworden.

1. *Pinus silvestris*-Typus = A [111..1] + A [000..0].

Die Kotyledonen, die Primärblätter und die Nadeln der Kurztriebe führen bei jungen *P. silvestris*-Exemplaren Anthocyanin, und zwar besonders reichlich bei denjenigen, die auf sehr trockenem Boden oder auf Hochmoor gedeihen. Zuweilen enthalten bei derartigen Pflanzen sämtliche Zellen des Assimilationsgewebes violettroten Zellsaft, so dass die Nadeln intensiv braun bis violettrot erscheinen. Solche Nadeln fand ich auch bei Exemplaren, die 3—4 Jahre alt waren; ältere Exemplare dagegen waren stets rein grün gefärbt. Die Nadeln können bei jungen Pflanzen also permanentrot sein, da jedoch beschattete Exemplare und solche auf genügend feuchtem Untergrunde ganz grün sind, so handelt es sich hier zweifelsohne um die Pigmentkombinationen iA [111..1] und A [(1)(1)(1)..(1)], und es ist möglich, dass auch andere Kombinationen, die von diesen abzuleiten sind, auftreten.

Ganz anders verhalten sich die Nadeln der Kurztriebe bei älteren Exemplaren. Sie sind sowohl im Sommer wie im Winter grün und erwiesen sich stets als vollständig anthocyaninfrei.

Bei gut belichteten Exemplaren wird die Färbung im Winter olivgrün oder auch bräunlich, wie ich das in Zentralasien (Altai, Tschemal) beobachten konnte. Jedoch auch in diesem letzteren Falle enthielten die Nadeln auch nicht die geringsten Spuren von Anthocyanin. Es sei erwähnt, dass *Rhododendron dahuricum*, *Bergenia cordifolia*, *Sedum hybridum* und einige andere Pflanzen der *P. silvestris*-Höhenstufe im Altai zu dieser Zeit reichlich Anthocyanin enthalten und prachtvolle Winterfärbung aufweisen. — Querschnitte durch die gebräunten *Pinus*-Nadeln zeigten, dass die Chloroplasten grösstenteils zerstört sind, wobei der plasmatische Inhalt der Zellen eigenartige Braunfärbung aufweist. — Also auch unter derartigen extremen Bedingungen¹⁾ bildet sich das rote Zellsaftpigment nicht, das in den Kurztrieben junger Pflanzen reichlich vorhanden ist. — Da die Nadeln auch bevor sie abfallen grün oder gelb gefärbt sind und nie roten Zellsaft enthalten, so muss man annehmen, dass ihnen das Vermögen Anthocyanin zu bilden völlig fehlt. Auch die Zwergform von *Pinus silvestris*, die f. *turfosa* Woerlein, verhält sich ebenso.

1) Die Temperatur beträgt in Tschemal im Winter zuweilen wochenlang — 45°, wobei der Himmel grösstenteils wolkenlos ist.

Auch andere *Pinus*-Arten dürften sich wie $iA [111..1] + A [000..0]$ verhalten.

Diese merkwürdige Pigmentkombination ist von nicht geringem theoretischem Interesse. Es ist schon gezeigt worden, dass bei dem *Betula verrucosa*-Typus ($A [1(1)0]$) das Blatt, bevor es seine definitive Grösse erreicht hat, mehr oder minder reichlich Anthocyanin enthält, nachher aber ergrünt und während der weiteren Lebensdauer des Blattes nie mehr Anthocyanin aufweist, da auch das Vermögen zur Anthocyaninbildung dem Blatte nicht mehr eigen ist. Man könnte auch sagen, dass das Blatt bei den Pflanzen, bei denen die Pigmentkombination $A [1(1)0]$ auftritt, sich anfangs wie $A [111]$, dann wie $A [(1)(1)(1)]$ und zuletzt wie $A [000]$ verhält. Diese einzelnen Stadien, die bei dem *Betula verrucosa*-Typus jedes unter für die Anthocyaninbildung günstigen Bedingungen sich befindende Blatt durchläuft, ist beim *Pinus silvestris*-Typus auf verschiedene Altersstadien der ganzen Pflanze verteilt und zwar so, dass sich ihre Assimilationsorgane anfangs wie $A [111..1]$ und $A [(1)(1)(1)..(1)]$ verhalten, diejenigen aber, die an älteren Pflanzenteilen auftreten, wie $A [000..0]$. Also ist die Spezialisierung beim *Pinus silvestris*-Typus viel weiter vorgeschritten als bei dem *Betula verrucosa*-Typus.

Der *Pinus silvestris*-Typus ist auch deshalb von Interesse, weil er auf die genetischen Beziehungen, die zwischen den diversen Pigmenttypen bestehen, Licht wirft. Die Entstehung der gegenwärtig bei *Pinus* auftretenden doppelten Pigmentkombination liesse sich so vorstellen, dass die Pflanze von Formen abstammt, die sich wie $A [111..1]$, $A [1(1)1..1]$ oder $A [(1)(1)(1)..(1)]$ verhielten, bei denen aber diese Pigmentkombination nachher auf das Jugendstadium der Pflanze fixiert wurde, während die überwiegende Masse der Nadeln gänzlich anthocyaninfrei wurde ($A [000..0]$). Stellt man sich vor, dass auch das Jugendstadium das Vermögen Anthocyanin zu bilden eingebüsst hätte, so würde eine sekundär entstandene anthocyaninfreie Form vorliegen. Dieser Übergang wird durch den *Pinus silvestris*-Typus jedenfalls gut illustriert. Durch diesen Typus werden die Pigmentkombinationen $A [111]$, $A [1(1)(1)]$, $A [1(1)(1)]$ und $A [(1)(1)(1)]$ mit den Pigmentkombinationen $A [000]$, $A [1(1)0]$ etc. verbunden.

Allerdings ist es sehr gut denkbar, dass die Reduktion der Anthocyaninbildung auch ohne derartige Zwischenstadien wie der

Pinus silvestris-Typus stattfinden konnte, so dass aus den Formen A[111], A[1(1)1] etc. direkt A[000] und auch [000] hervorgingen. Jedenfalls muss man als sehr wahrscheinlich annehmen, dass der Pigmenttypus [000] heterogenen Ursprunges ist, und dass es sich hier zum Teil um primären Mangel an roten Pigmenten handelt (so wohl bei vielen Pteridophyta), zum Teil aber um einen sekundären. Vielleicht ist es dadurch zu erklären, dass die Pigmentkombination [000] (*Botrychium lunaria*-Typus) auch bei mehreren Mono- und Dikotylen auftritt.

VII. Pigmentkombinationen, die bei den Niederblättern beobachtet worden sind.

Die Pigmentkombination A [111] ist bei den Niederblättern sehr verbreitet. Bei den untersuchten Pflanzenarten sind diese schon im Herbst anthocyaninreich, wobei sie nicht selten auch geringe Chlorophyllmengen enthalten. Sie sind fast ausnahmslos auf ihrer morphologischen Unterseite beträchtlich stärker gerötet als auf der Oberseite. Oft ist es deutlich zu sehen, dass die Teile der Knospenschuppen, die von den nebenstehenden oder den nach unten zu folgenden Niederblättern verdeckt sind, den Zellsaftfarbstoff nicht gebildet haben (*Corylus*, *Berberis*, *Evo-nymus*, *Tilia* u. a.). — In anderen Fällen dagegen ist daran wohl kaum zu zweifeln, dass die Anthocyaninbildung von der Lichtwirkung unabhängig verläuft (*Allium victorialis*, *Convallaria majalis*).

Nicht selten findet man schon im Herbst viele Knospenschuppen abgestorben und gebräunt (*Fagus*, *Quercus* etc.), im Frühjahr vergrößern sich oft die inneren noch lebenden Knospenschuppen, wobei dann die trockenen gebräunten apikalen Teile einen eigenartigen Kontrast mit den unteren roten Schuppenteilen bilden (*Acer mandshuricum*). Nachher findet Chlorophyllabbau statt, es bildet sich eine Trennungsschicht und die Schuppen fallen noch turgeszent ab, oder sie vertrocknen bereits auf der Pflanze.

Die Pigmentkombination A [111] beobachtete ich bei den Niederblättern von *Heleocharis uniglumis* (Lk.) Schult., *Allium victorialis* L., *Polygonum multiflorum* (L.) All., *Convallaria majalis* L., *Populus tremula* L., *Salix repens* L. *rosmarinifolia* Koch., *Corylus avellana* L., *Betula verrucosa* Ehrh., *Betula nana* L., *Alnus*

incana (L.) DC., *Fagus silvatica* L., *Ulmus montana* With., *Pirus aucuparia* (L.) Gaertn., *Rubus chamaemorus* L., *Prunus padus* L., *Evonymus europaea* L., *Acer mandshuricum* Maxim., *A. platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Lysimachia vulgaris* L., *Sambucus racemosa* L., *Lonicera coerulea* L.

Die Pigmentkombination A [1(1)1], die bei den Laubblättern der Pflanzen unserer Breiten so oft auftritt, habe ich bei typischen Niederblättern überhaupt nicht gefunden. Nur die als Niederblätter funktionierenden Nebenblätter von *Parthenocissus quinquefolius* (L.) Planchon verhielten sich so. Nähere Angaben über den Verlauf des Prozesses der Grünung und der abermaligen Anthocyaninbildung finden sich im speziellen Teile dieser Arbeit; es sei nur hervorgehoben, dass übereinstimmend mit den Laubblättern die jungen Nebenblätter Anthocyanin nur in den Epidermiszellen führen, während bei den absterbenden Nebenblättern, die sich Anfang Juni lösten, schon die typische Verschiebung der Pigmentlokalisation stattgefunden hat und der rote Zellsaft in subepidermalen Zellen auftritt, die Epidermiszellen aber farblos sind.

Die Knospenschuppen von *Viburnum opulus* L. verhalten sich, soviel ich sehen konnte, wie A [1(1)(1)]. Im Winter waren sie sehr intensiv rot gefärbt und führten reichlich Anthocyanin; im Frühjahr vermindert sich der Gehalt an rotem Pigment, ebenso wird Chlorophyll abgebaut. Zuletzt färben sich die Kappen, bevor sie sich lösen, gelb und sind anthocyaninfrei. Da die Laubblätter sich wie A [1(1)1] verhalten, so ist es kaum anzunehmen, dass hier A [1(1)0] vorliegt. Sonst habe ich bei Niederblättern A [1(1)(1)] nicht beobachtet.

A [1(1)0] fand ich bei *Corylus avellana* L. und *Aristolochia macrophylla* Lam. Die Niederblätter führen hier Anthocyanin nur im Winter (*Corylus*) und Frühjahr (*Corylus*, *Aristolochia*), nachher findet eine rapide Anthocyaninabnahme statt; zuletzt wird der Zellsaft überall farblos. Gleichzeitig nehmen die Niederblätter eine grüne Färbung an und beteiligen sich ohne Zweifel, wenn auch nur in geringem Grade, an der Assimilations-tätigkeit. Zuletzt vergilben sie und lösen sich ab. Nie enthalten die vergilbten Niederblätter auch nur eine Spur von Anthocyanin. — Bei *Fraxinus excelsior* führen die Knospenschuppen nur ausnahmsweise Anthocyanin, in der Regel sind sie auch im Winter frei von dem roten Zellsaftpigment, und da auch weiter

in ihnen nie eine Anthocyaninbildung zu beobachten war, so handelt es sich hier wohl um A [(1)00]. Bei *Phellodendron amurense* Rupr. und *Juglans mandshurica* Maxim. fand ich die Knospenschuppen und die Übergangsblätter sowohl im Winter wie im Frühjahr vor und nach dem Loslösen stets anthocyaninfrei. Da den Pflanzen das Vermögen Anthocyanin zu bilden eigen ist, so handelt es sich hier um A [000].

In der folgenden Tabelle ist die Pigmentlokalisierung in den Niederblättern und den Laubblättern gegeben, ebenso sind die Pigmenttypen verzeichnet, die bei ihnen konstatiert worden sind.

Untersuchte Pflanzenart	Niederblätter		Laubblätter		Pigmentkombination
	Anthocyaninlokalisierung	Pigmentkombination	Anthocyaninlokalisierung i. d. jung. Bl.		
	Epid.	Mes.	Epid.	Mes.	
<i>Heleocharis uniglumis</i> (Lk.) Schult.	+ ¹⁾				C [111], C [1(1)1]
<i>Allium victorialis</i> L.	+				C [(1)(1)(1)] A [000]
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	—	+	—	+	A [1(1)0]
<i>Convallaria majalis</i> L.	—	+	—	+	A [(1)00]
<i>Populus tremula</i> L.	—	+	—	+	A [1(1)1]
<i>Salix repens</i> L. <i>rosmarinifolia</i> Koch.	+	+	—	+	A [1(1)(1)] ;
<i>Juglans mandshurica</i> Maxim. Corylus <i>avellana</i> L.	—	—	+	+	A [1(1)0]
<i>C. avellana</i> L. <i>purpurea</i>	+	+	+	(+)	A [1(1)0]
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	+	—	+	—	+ A [111]
<i>Betula nana</i> L.	—	+	+	+	A [1(1)0]
<i>Alnus incana</i> (L.) DC.	—	+	(+)	+	A [1(1)1]
<i>Fagus sylvatica</i> L.	+	+	(+)	+	A [1(1)0]
<i>Ulmus montana</i> With.	+	(+)	(+)	(+)	A [(1)(1)0]
<i>Berberis vulgaris</i> L.	+	(+)	+	(+)	A [1(1)0]
<i>Aristolochia macrophylla</i> Lam. <i>Pirus aucuparia</i> (L.) Gaertn.	+	—	+	—	A [1(1)0]
<i>Rubus chamaemorus</i> L.	+	+	+	(+)	A [1(1)1]
<i>Prunus padus</i> L.	+	(+)	+	(+)	A [1(1)1]
<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	(+)	+	(+)	+	A [1(1)1]
<i>Evonymus europaea</i> L.	—	—	+	—	A [1(1)0] etc
<i>Acer mandshuricum</i> Maxim.	+	—	+	—	A [(1)(1)0]
<i>Acer platanoides</i> L.	+	+	+	(+)	A [1(1)1]
	—	+	(+)	+	A [1(1)1]

1) Anthocyanin imprägniert die Zellwandungen.

Untersuchte Pflanzenart	Niederblätter		Laubblätter			
	Anthocyaninlokalisation	Pigmentkombination	Anthocyaninlokalisation i. d. jung. Bl.	Pigmentkombination		
				Epid.	Mes.		Epid.	Mes.
<i>Parthenocissus quinquefolius</i> L. (Planchon)	+ ¹⁾		A [1(1)1]	+	—	A [1(1)1]
<i>Tilia cordata</i> Mill.	+	+	A [111]	—	+	A [1(1)0]
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	—	+	A [111]	—	+	A [1(1)0]
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	—	A [(1)00]	+	+	A [1(1)0]
<i>Sambucus racemosa</i> L.	—	+	A [111]	+	(+)	A [1(1)(1)]
<i>Viburnum opulus</i> L.	—	+	A [1(1)(1)]	—	+	A [1(1)1]
<i>Lonicera coerulea</i> L.	—	+	A [111]	—	+	A [1(1)(1)]

Bei aufmerksamer Durchsicht der obenstehenden Tabelle ist eine sehr interessante Tatsache ganz unverkennbar: während die Nieder- und Laubblätter in der histologischen Lokalisation des Farbstoffes verhältnismässig gute Übereinstimmung zeigen und nur in einzelnen Fällen (*Salix*, *Sambucus* u. a.) grössere Unterschiede bestehen, ist irgendwelcher Zusammenhang zwischen dem Pigmenttypus des Laubblattes und des Niederblattes überhaupt nicht vorhanden, oder nur in einzelnen Fällen bemerkbar. — Um diese Verhältnisse deutlicher hervorzuheben, seien hier die Pigmentkombinationen vermerkt, die bei den untersuchten 22 Arten auftraten, deren Niederblätter sich sämtlich wie A [111] verhielten: A [111] (1 Art), A [1(1)1] (9 Art.), A [1(1)(1)] (3 Art.), A [1(1)0] (6 Art.), A [(1)(1)0] (1 Art), A [(1)00] (1 Art), A [000] (1 Art).

Dass die Pigmentlokalisation sowohl bei Nieder- wie Laubblättern sehr oft übereinstimmend gefunden wurde, rührt ohne Zweifel davon her, dass derartige Organisationsmerkmale sich auch bei Funktionswechsel eines Organes nur wenig ändern. Gerade deshalb sind die Pigmenttypen, die auf Grund anatomischer Merkmale aufgestellt worden sind, von ökologischem Standpunkte aus von geringem Werte.

Die Aufgabe der Niederblätter besteht ohne Zweifel im Schutze der jungen Blatt- und Stengelanlagen. Deshalb ist es kaum überraschend, dass die Pigmentkombination A [111], die

1) Die im Loslösen begriffenen Nebenblätter von *P. quinquefolius* führen Anthocyanin subepidermal lokalisiert.

bei den Polar- und Alvarpflanzen häufig auftritt, bei den Niederblättern winterkahler Laubbäume die weitaus verbreitetste ist. In der nebenstehenden Tabelle sind die Resultate zusammengefasst, die ich bei Untersuchung von 30 Pflanzenarten erhielt und die jedenfalls das Gesagte gut illustrieren. Allerdings wäre es nötig, diese Ergebnisse an zahlreicherem Material zu prüfen.

Pigmentkombination	Laubblätter	Niederblätter
+A [111]	3,3 Prz.	—
A [111]	—	76,6 Prz.
A [1(1)1]	36,3 "	3,3 "
A [1(1)(1)]	9,9 "	3,3 "
A [1(1)0]	33,0 "	6,6 "
A [(1)(1)0]	6,6 "	—
A [(1)00]	3,3 "	3,3 "
A [000]	3,3 "	6,6 "
C [1(1)1]	3,3 "	—

Es sei noch bemerkt, dass in den Fällen, wo die Niederblätter dicht behaart sind, nur sehr geringer Anthocyaningehalt gefunden wurde (*Fraxinus excelsior*), oder aber die Niederblätter waren vollständig frei von rotem Zellsaftpigment (*Phellodendron amurense*).

VIII. Theoretisch unmögliche Pigmentkombinationen.

Da mehr Material über die anthocyaninführenden Pflanzen vorliegt als über die Pflanzen der „Hämatokarotinoidgruppe“, so sollen hier die ersteren näher besprochen, die letztgenannten aber nur in einzelnen Fällen herangezogen werden. Es sei jedoch sogleich hervorgehoben, dass nach den vorliegenden Beobachtungen zu urteilen die chromoplastenbildenden Pflanzen mit den Pflanzen, die Anthocyanine enthalten, in Bezug auf die Pigmenttypen und deren Häufigkeit weitgehende Übereinstimmung zeigen. Mathematisch sind für die Blattspreite einer Pflanze, die Anthocyanine führt, folgende Pigmentkombinationen möglich¹⁾:

A [111]	A [0 0 0]	A [(1)(1)(1)]	
A [110]	*A [0 0 (1)]	A [(1) (1) 1]	*A [10(1)]
A [100]	*A [0 (1)(1)]	A [(1) 1 1]	A [1(1)0]
*A [001]	A [(1)(1)0]	A [1 1 (1)]	*A [01(1)]
*A [011]	A [(1) 0 0]	A [1 (1) (1)]	*A [0(1)1]
*A [010]	*A [(1)0(1)]	A [1 (1) 1]	A [(1)10]
*A [101]	*A [0 (1) 0]	A [(1) 1 (1)]	*A [(1)01]

1) Die tatsächlich gefundenen Pigmentkombinationen sind fett gedruckt, diejenigen, die theoretisch als unmöglich betrachtet werden müssen, sind durch * gekennzeichnet.

Von diesen 27 Kombinationen sind folgende 11 beobachtet worden und bereits in dieser Arbeit beschrieben: A [111], A [000], A [(1)(1)0], A [(1)00], A [(1)(1)(1)], A [(1)(1)1], A [(1)11], A [1(1)(1)], A [1(1)1], A [(1)1(1)], A [1(1)0]. Die Kombinationen A [110], A [100], A [11(1)] und A [(1)10] sind nicht bekannt, da jedoch die ihnen sehr nahe stehenden Pigmentkombinationen A [(1)(1)0], A [(1)00], A [1(1)(1)] und A [(1)(1)0] konstatiert worden sind, so ist kaum daran zu zweifeln, dass sie sich ebenfalls finden werden. Ganz anders steht es mit den Kombinationen A [001], A [011], A [010], A [101], A [00(1)], A [0(1)(1)], A [(1)0(1)], A [0(1)0], A [10(1)], A [01(1)], A [0(1)1], A [(1)01]: keine von ihnen ist beobachtet worden!

Das sind aber gerade diejenigen Pigmentkombinationen, die einer ökologischen Funktion des Farbstoffes widersprechen würden, denn in vielen Fällen würden hier nur absterbende oder ältere Blätter Anthocyanin enthalten, während den jungen Blättern das Vermögen die Pigmente zu bilden vollständig fehlen würde (A [001], A [011], A [00(1)], A [0(1)(1)], A [01(1)], A [0(1)1]). In anderen Fällen müsste das Vermögen zur Bildung des roten Zellsaftes nur auf das mittlere Entwicklungsstadium des Blattes eingeschränkt sein (bei A [0(1)0], A [010]), während den jungen und älteren Blättern das Vermögen zur Anthocyaninbildung völlig abgehen würde. Bei den Kombinationen A [101], A [(1)0(1)], A [10(1)] und A [(1)01] würde den jungen Blättern das Vermögen zur Anthocyaninbildung eigen sein, nachher aber völlig verschwinden, um sich in den absterbenden Blättern abermals einzustellen.

Die Tatsache, dass alle derartigen Pigmentkombinationen nicht gefunden wurden, ist eines der wichtigsten Resultate der vorliegenden Untersuchung.

Von den Hypothesen, die den Anthocyaninen und Hämatokarotinoiden eine rein physiologische Funktion zuschreiben, sind die wichtigsten diejenigen von Palladin und Noack. Während der erstgenannte Forscher selbst zur Überzeugung gelangte, dass die Anthocyanine mit den Atmungspigmenten nichts Gemeinschaftliches haben, hat Noack in der letzten Zeit die Vermutung zu begründen versucht, dass die Anthocyanine und Flavonole am Assimilationsprozesse irgendwie beteiligt sein müssen und zwar so, dass in den normal assimilierenden Organen nur Flavonole vorhanden sind, in solchen aber, in denen die Assimilation irgendwie herabgesetzt ist oder überhaupt nicht

stattfindet, Anthocyanine auftreten. Experimentell liesse sich diese Hypothese so prüfen, dass man bei einer Pflanze, die Flavonole enthält, die Assimilation zum Beispiel durch Verdunkelung der Pflanze verhindert und beobachtet, ob sich die Anthocyanine anhäufen oder nicht. Tatsächlich ist dieser Versuch zu wiederholten Malen von verschiedenen Forschern gemacht worden, und in letzter Zeit hat Jonesco besonders hervorgehoben, dass die Anthocyanine, falls sie in der Pflanze vorhanden sind, bei Verdunkelung derselben verschwinden. Von einer Anhäufung von Anthocyaninen bei Assimilationssistierung durch Verdunkelung kann deshalb keine Rede sein. Die Anthocyaninbildung ist zweifellos bei verminderter Assimilationstätigkeit oft besonders reichlich, jedoch ist dies nicht darin begründet, dass die Anthocyanine und die Flavonole irgendwie direkt an der Chlorophylltätigkeit mitbeteiligt sind, sondern darin, dass die roten Pigmente Schutzrichtungen darstellen, die sich dann bilden, wenn die Pflanze in ihrer Existenz besonders gefährdet ist. Nur so wird auch die ohne Zweifel äusserst verbreitete Abhängigkeit der Anthocyaninbildung in den vegetativen Organen vom Licht verständlich, denn im Dunkeln würde diese Schutzrichtung eben funktionslos sein.

Die Existenz nur bestimmter Pigmentkombinationen bei jeder Pflanzenart ist mit den rein physiologischen Hypothesen anscheinend nicht vereinbar, denn es ist doch nicht anzunehmen, dass die Assimilation bei den verschiedenen Arten ebensolchen charakteristischen Variationen unterworfen ist. Wenn z. B. bei einer Pflanzenart A [(1)(1)(1)] auftritt, so kann sich die Assimilation sicherlich sowohl steigern wie vermindern, ohne dass eine merkbare Verschiebung in dem Pigmentsystem Anthocyanin \rightleftharpoons Flavonol stattfinden würde. Wie bereits gezeigt wurde, ist die Pigmentkombination A [1(1)0] ziemlich verbreitet. Vom Standpunkte der Hypothese von Noack müsste, falls A [1(1)0] möglich ist, auch A [0(1)1] auftreten können, denn die Anthocyaninbildung im Frühling und Herbst soll lediglich auf ungenügender Assimilationstätigkeit der jungen und der absterbenden Blätter beruhen. Jedoch tritt tatsächlich, wie schon erwähnt, die Pigmentkombination A [1(1)0] verhältnismässig oft auf, während A [0(1)1] überhaupt nicht gefunden worden ist, — eine Tatsache, die mit einer ökologischen Anthocyanin-Hypothese in bestem Einklange steht.

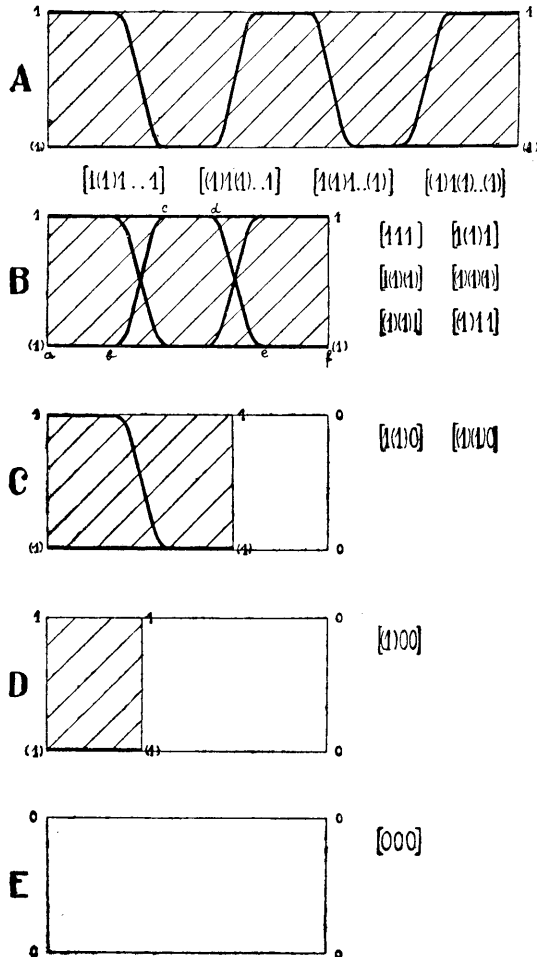
Man hat auch die Vermutung ausgesprochen, dass sowohl Anthocyanine wie Hämatokarotinoide aus rein biochemischen Ursachen auftreten, also Nebenprodukte sind, denen eine direkte Aufgabe überhaupt nicht zuzukommen braucht. Diese Vermutung steht im schärfsten Widerspruch mit den gefundenen Pigmenttypen, denn in solchem Falle ist es nicht einzusehen, weshalb irgendeine von den anfangs erwähnten 27 Pigmentkombinationen nicht möglich sein sollte.

IX. Die herbstliche Anthocyaninbildung und ihre Gründe.

Das Verhalten der in dieser Arbeit aufgestellten Pigmenttypen soll noch schematisch dargestellt werden. In der Figur 1 (A, B, C, D und E) besitzt die Blattspreite in der schraffierten Zone das Vermögen Anthocyanin zu bilden, in der unschraffierten aber nicht, die einzelnen Pigmenttypen sind durch entsprechende Kurven dargestellt. Es ist bei Durchsicht dieser Schemata besonders deutlich zu sehen, dass es eigentlich 5 Komplexe von Pigmenttypen gibt, wobei letztere nur verschiedene Spezialfälle darstellen. Es ist auf den ersten Blick leicht zu erkennen, dass das Herbstanthocyanin nur bei den Pigmenttypen, die unter A und B zusammengefasst sind, auftreten kann, und zwar bei A [1(1)1 .. 1], A [(1)1(1) .. 1], A [111], A [1(1)1], A [(1)(1)1], A [(1)11] regelmässig, bei A [1(1)(1) .. (1)], A [(1)1(1) .. (1)], A [(1)(1)(1)], A [(1)1(1)], A [1(1)(1)] aber nur in einzelnen Ausnahmefällen.

Besonders belehrend ist die Herbstanthocyaninbildung bei dem *Rhododendron dahuricum*-Typus (A[1(1)1 .. 1]), *Ledum palustre*-Typus (A[(1)1(1) .. 1]) u. a. (Fig. 1, A). Hier bilden die jungen Blätter in gewissen Fällen reichlich Anthocyanin, in anderen aber nicht, jedoch alle machen im Herbst Gebrauch von ihrer Fähigkeit die roten Pigmente zu bilden, wobei die überwinterten Blätter sich dunkel braunrot färben, weil sie ja ausser den roten Zellsaftpigmenten auch reichlich Chlorophyll enthalten. Im nächsten Frühjahr ergrünen die Blätter, um sich im darauffolgenden Herbst nochmals zu röten. Diese Blätter überwintern nur bei einzelnen Arten, gewöhnlich aber sind es leuchtend rote Herbstblätter, die bald nachdem sie sich besonders schön gefärbt haben, abfallen.

Die Bedingungen im Blatte, die zur Bildung der roten „Winter“- und „Herbstblätter“ Anlass geben, müssen sehr ähnlich, ja eigentlich übereinstimmend sein. Jedenfalls beginnt die Anthocyaninbildung in beiden Fällen in noch grünem chlorophyllreichen Gewebe, nur bleibt bei den überwinterten Blättern das Chlorophyll grösstenteils erhalten, beim Herbstblatt aber findet gleichzeitig mit der Anthocyaninbildung Chlorophyllabbau statt, und so entstehen zuletzt die schön rot gefärbten absterbenden Blätter. Ohne Zweifel ist hier die Herbstfärbung dadurch bedingt, dass das Vermögen Anthocyanin zu bilden bis zum Absterben des Blattes erhalten geblieben ist und sich vor dem Absterben in der Blattspreite ähnliche Bedingungen einstellen, wie in den Blättern, die überwintern sollen. Es muss besonders hervorgehoben werden, dass bei den absterbenden Blättern die Anthocyaninbildung stets zu einer Zeit stattfindet, wenn das Blatt noch in voller Lebenskraft ist.



Figur 1. Schema der Pigmenttypen. In den schraffierten Teilen besitzt die Blattspreite das Vermögen Anthocyanin zu bilden, in den unshraffierten nicht. Die einzelnen Kombinationen sind durch stark hervortretende Linien dargestellt. So bezeichnet z. B. in dem Schema B die obere horizontale Linie die Kombination A $[111]$, die untere die Kombination A $[(1)(1)(1)]$; die Kombination A $[(1)1(1)]$ ist durch die Kurve a b c d e f veranschaulicht etc.

Vom ökologischen Standpunkte aus ist die herbstliche Anthocyaninbildung allerdings vollständig nutzlos, denn die schützende rote Decke bildet sich hier in Blättern, die ja sowieso dem Tode preisgegeben sind. Allein sie wird verständlich, wenn man bedenkt, dass sie ihre Entstehung einer für die Pflanze wichtigen Reaktion verdankt, die bis zum Tode erhalten bleibt und die sich automatisch in den Blättern auch bevor sie sich loslösen abspielt. Die Anthocyaninbildung in den absterbenden Blättern hat sich nur dadurch erhalten, dass sie eben der Pflanze nicht schädlich ist. Da die Rotfärbung hier aber ebenso gut unterbleiben könnte, so bilden auch tatsächlich viele Arten gelbe anthocyaninfreie Herbstblätter, während sie von dem wichtigen Vermögen Anthocyanin zu bilden in den jungen (oder überwinterten) Blättern Gebrauch machen.

Bei den Pflanzen, deren Blätter wohl zwei Vegetationsperioden durchmachen, die aber nie über 1 Jahr leben, liegen die Verhältnisse ähnlich, denn auch hier bildet sich in der Regel Anthocyanin in erwachsenen oder durch die Kälte in ihrer Weiterentwicklung gehemmten chlorophyllreichen Blättern. Im Frühjahr verlieren sie ihren Anthocyaningehalt, das Chlorophyll wird allmählich abgebaut und es entstehen gelbe absterbende Blätter (A[(1)1(1)]), oder aber es bleibt das Anthocyanin in den überwinterten Blättern erhalten, ja es findet zuweilen gleichzeitig mit dem Chlorophyllabbau sogar eine Steigerung des Anthocyaningehaltes statt, wobei dann rote „Herbstblätter“ entstehen (A[(1)11]).

Es ist die Tatsache sehr wichtig, dass bei allen von mir untersuchten Pflanzen, die sich wie A [1(1)1], A [(1)(1)(1)], A [1(1)(1)], A [(1)(1)1] verhalten, die herbstliche Anthocyaninbildung, falls eine solche stattfindet, stets in völlig lebenskräftigem grünem Blatte beginnt und erst später gleichzeitig mit diesem Prozess auch Chlorophyllabbau stattfindet, so dass sich zuletzt rote Herbstblätter bilden. Ohne Zweifel ist auch bei diesen nur einen Sommer überdauernden Blättern die Herbstfärbung (Anthocyaninbildung) ein nutzloser, automatisch eintretender Prozess,

der dadurch bedingt ist, dass die Fähigkeit zur Anthocyaninbildung bis zum Absterben des Blattes erhalten bleibt und dass die Bedingungen im Blatte vor dem Laubfall der Anthocyaninbildung günstig sind.

Wiesner¹⁾ zeigte, dass die Entstehung der Trennungsschicht durch Verminderung des Wassergehaltes im Blatte hervorgerufen wird, und dass die Bildung dieser Schicht in den Blättern und Zweigen, die sich in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre befinden, stets unterbleibt. Er schreibt: „Zweige von Bäumen und Sträuchern der verschiedensten Art, von denen ich mich durch vergleichende Untersuchung überzeugte, dass die Trennungsschichten ihrer Blätter noch nicht angelegt waren, hielten sich allerdings lange frisch und grün in den feuchten Räumen. Nach einigen Wochen trat eine Fäulnis der saftigen Gewebe der Blätter ein; die Blätter liessen sich wohl leicht von den Stämmen ablösen, aber es kam hier niemals zur Anlage von Trennungsschichten. Zweige hingegen, deren Blätter bereits ausgebildete Trennungsschichten besaßen, die aber nichtdestoweniger noch völlig fest mit den Stämmen verbunden waren, lösten sich ganz normal ab, d. h. die Ablösung der Blätter erfolgte in der Trennungsschicht, und zwar lösten sich innerhalb derselben die Zellen mit ganz unverletzten Membranen von einander ab.“ Andererseits beobachtete Wiesner, dass die Herbstblätter in derartigen mit Wasserdampf gesättigten Räumen nie Anthocyanin bildeten. Es sind also die Bedingungen, die zur Bildung einer Trennungsschicht führen, dieselben, die auch für die Anthocyaninbildung günstig sind, und deshalb erscheint es sehr begreiflich, dass da, wo im Blatte das Vermögen zur Anthocyaninbildung bis in den Herbst erhalten geblieben ist, unter für die Pigmentbildung günstigen Bedingungen das rote Zellsaftpigment entsteht.

Dieses Beibehalten der Fähigkeit zur Anthocyaninbildung bis zum Absterben der Blätter kann ohne Zweifel nur für Pflanzen solcher Standorte von Wichtigkeit sein, wo die klimatischen Bedingungen nicht sehr günstig sind, und wo auch während der Vegetationsperiode mehr oder minder lange andauernde Kälte- oder Trockenperioden auftreten. Gerade deshalb ist das

1) Wiesner, J., Untersuch. üb. d. herbstl. Entl. d. Holzgewächse, Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1871. LXIV Band, I. Abt. p. 501.

Koniferen-Gebiet in Amerika, Europa und Asien so reich an Pflanzen, bei denen die Pigmentkombination A [1(1)1] auftritt, und man könnte erwarten, dass sie auch in den Tropen, da wo Trockenperioden auftreten, sich finden wird. Da jedoch die Anthocyaninbildung im absterbenden Laube nur eine rein automatische nutzlose Wiederholung der wichtigen Frühlings- oder Winterrötung ist, so muss man erwarten, dass die herbstliche Anthocyaninbildung oft unterbleiben kann. Es ist schon gezeigt worden, dass es tatsächlich mehrere Pigmentkombinationen gibt, die dadurch charakterisiert sind, dass das Herbstlaub stets gelb gefärbt ist. Dass der Pigmenttypus A [1(1)0] in den tropischen Regenwäldern besonders verbreitet sein dürfte, ist schon bei Besprechung dieser Pigmentkombination als sehr wahrscheinlich angenommen worden. Des gleichmässigen Klimas wegen brauchen in diesen Wäldern nur die jungen Blätter Schutz; die erwachsenen Blätter bedürfen dessen nicht, da ihnen Trocken- und Kälteperioden nie drohen. Deshalb können sie ohne Schaden das Vermögen zur Anthocyaninbildung im erwachsenen Zustande völlig einbüßen. Bedauerlicherweise wissen wir aber fast nichts über Pigmenttypen einzelner Tropenpflanzen, es ist nur von mehreren Forschern hervorgehoben worden, dass ihre jungen Blätter im Allgemeinen viel intensivere Rotfärbung aufweisen, als die Frühlingsblätter der Pflanzen unserer Breiten, und dass die Herbstblätter in der Regel gelb gefärbt sind.

Wenden wir uns wieder den Arten zu, die in ihren absterbenden Blättern Anthocyanin bilden, so ist hervorzuheben, dass die Pigmentmengen, die die jungen Blätter führen, gewöhnlich viel geringer sind als diejenigen, die in den Herbstblättern derselben Pflanze (z. B. *Potentilla silvestris*) auftreten. Nur bei den Pflanzen, deren Blätter mehrere Vegetationsperioden durchmachen (z. B. *Ledum palustre*, *Lyonia calyculata* u. a.), bilden die lebenskräftigen Winterblätter, die im Frühjahr grünen, ganz ebensolche oder noch grössere Anthocyaninmengen, als die absterbenden Blätter. Auch bei Arten, die sich wie A [1(1)1] verhalten, ist die Pigmentkonzentration in den Zellen der jungen Blätter wohl nie geringer, gewöhnlich aber höher, als in den absterbenden. Nur weil die gefärbte Fläche bei diesen viel grösser ist, so ist die Menge des roten Farbstoffes in letzterem Falle beträchtlicher. Auch wird die Gesamtmenge des Zellsaftpigmentes dadurch in den Herbstblättern vergrössert, dass sich

in diesen oft auch tieferliegende Mesophyllschichten, die bei den jungen Blättern farblosen Zellsaft enthalten, an der Anthocyaninbildung mit beteiligen.

Es ist besonders von Gertz betont worden, dass die Lokalisation des roten Zellsaftes in den jungen und absterbenden Blättern gewöhnlich sehr verschieden ist, und dass viele Arten, die in den jungen Blättern Anthocyanin ausschliesslich in den Epidermiszellen enthalten, in den Herbstblättern subepidermal lokalisierten Zellsaft führen. Bei Beschreibung der einzelnen Pigmenttypen habe ich die Lokalisation des Anthocyanins in den jungen und absterbenden Blättern angegeben; bei Durchsicht dieser Tabellen finden wir, dass die Arten, bei denen das Anthocyanin in beiden Fällen ausschliesslich auf die Epidermiszellen beschränkt ist, dennoch nicht so selten sind. Ein solches Verhalten zeigen, nach meinen Beobachtungen und nach den Angaben anderer Autoren zu urteilen, folgende Arten: *Epipactis rubiginosa*, *Calamintha acinos*, *Evonymus europaea*, *Circaea cordata*, *Oenothera Lamarckiana*, *O. speciosa*, *Androsace septentrionalis*, *Pentastemon cobaea*, *P. gentianoides*, *Plantago maritima*, *Lactuca muralis*, *Pedicularis palustris*, *Melampyrum pratense*, *M. silvaticum*, *Pinguicula vulgaris*. Bei diesen Pflanzen verhalten sich die Epidermiszellen wie A [111], A [1(1)1] oder A [1(1)(1)], die Mesophyllzellen aber wie A [000]. Damit steht im Einklang, dass auch in anderen vegetativen Organen bei fast allen diesen Pflanzenarten das Anthocyanin ebenfalls epidermal lokalisiert ist.

Andererseits findet man bei sehr vielen Frühlingsblättern Anthocyanin wohl vorwiegend in den Epidermiszellen, jedoch am Blattrande führen auch subepidermale Zellen Anthocyanin, so dass schon im jungen Blatte deutlich zu sehen ist, dass wir es hier mit einer Pflanze zu tun haben, die sowohl in Epidermis- wie in Mesophyllzellen Anthocyanin bilden kann. Bei derartigen Blättern ergreift die herbstliche Anthocyaninbildung gewöhnlich viele Zellschichten des Mesophylls, die im jungen Blatte farblosen Zellsaft führten, wobei jedoch auch Epidermiszellen oft Anthocyanin enthalten, wenschon die Konzentration hier zuweilen gering ist und ausnahmsweise nur an plasmolysierten Flächenschnitten die Anwesenheit des roten Zellsaftpigmentes deutlich zu sehen war. Bei derartigen Blättern verhalten sich die Epidermiszellen wie A [1(1)1], die Mesophyllzellen aber treten

zum grössten Teil als A [(1)(1)1] auf, ausgenommen die Zellen am Blattrande, die sich so wie die Epidermiszellen verhalten oder als A [111] auftreten. Dieser Fall lässt sich bei sehr vielen Pflanzen beobachten; es seien hier von derartigen Arten folgende genannt: *Rubus chamaemorus*, *R. saxatilis*, *Fragaria vesca*, *F. viridis*, *Potentilla anserina*, *Alchemilla pastoralis*, *A. pubescens*, *Geranium palustre*, *G. sanguineum*, *Acer mandshuricum*, *Anthemis tinctoria*.

Es ist in vielen Fällen gefunden worden, dass in den Blättern, die im Frühjahr reichlich Anthocyanin in den Epidermiszellen führen und bei denen die Mesophyllzellen zu dieser Zeit nur am Blattrande den roten Zellsaft enthalten, das Anthocyanin in den Herbstblättern streng subepidermal lokalisiert ist. Da die Epidermiszellen in den absterbenden Blättern derartiger Pflanzen stets anthocyaninfrei sind, so ist daran nicht zu zweifeln, dass diesen das Vermögen Anthocyanine zu bilden nicht mehr eigen ist. Ein solches Verhalten beweist, dass die Epidermiszellen hier als A [1(1)0], die Mesophyllzellen aber als A [(1)(1)1] oder A [(1)(1)(1)] auftreten. Dieser Fall ist u. a. bei folgenden Pflanzen konstatiert worden: *Betula nana*, *Paeonia officinalis*, *Anemone silvestris*, *Pirus aucuparia*, *Rhus typhina*, *R. toxicodendron*, *Chamaenerium angustifolium*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*.

In den Fällen, wo in den jungen Blättern der rote Zellsaft subepidermal lokalisiert ist, enthalten auch die Herbstblätter den Farbstoff in derselben Lokalisation, nur sind nicht selten tiefere Mesophyllschichten, die im jungen Blatte anthocyaninfrei waren, beim Herbstblatt rot gefärbt. Hier verhalten sich die Epidermiszellen wie A [000], die Mesophyllzellen aber wie A [1(1)1], A [(1)(1)1] und A [1(1)(1)]. Dieser Fall ist sehr verbreitet. Von Pflanzen, die sich so verhalten, seien folgende genannt: *Hutchinsia petraea*, *Populus tremula*, *Aquilegia vulgaris*, *Alliaria alliaria*, *Erysimum hieraciifolium*, *Hypericum perforatum*, *Lythrum salicaria*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Trientalis europaea*, *Viburnum opulus*, *Succisa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Salix repens*, *Betula humilis*, *Cakile maritima*, *Anthyllis vulneraria*, *Lonicera xylosteum*, *Chelidonium majus*, *Lepidium latifolium*, *Isatis tinctoria*, *Draba incana*, *Scorzonera humilis*, *Podocarpus latifolia*, *Empetrum nigrum*, *Rhododendron dahuricum*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus*, *Calluna vulgaris* u. a. Ebenso verbreitet ist der Fall, wo Antho-

cyanin in den Epidermiszellen und den Mesophyllzellen sowohl junger wie absterbender Blätter auftritt. So bei *Rumex acetosella*, *Polygonum convolvulus*, *Geranium robertianum*, *Rumex acetosa*, *Polygonum hydropiper*, *Atriplex hastatum*, *Acer platanoides*, *Solidago virga aurea*, *Bidens cernuus*, *Tussilago farfara*. — Hier verhalten sich also sowohl Epidermis- als auch Mesophyllzellen wie A [1(1)1].

Dagegen sind mir nur ganz vereinzelte Fälle bekannt, wo Herbstblätter Anthocyanin in der Epidermis und im Mesophyll enthalten, die jungen Blätter aber subepidermal lokalisierten roten Zellsaft. Ein solches Verhalten ist konstatiert worden bei: *Acer tataricum* und *Rhamnus frangula*. Es ist anzunehmen, dass in diesen Fällen die Epidermiszellen sich wie A [(1)(1)1] verhalten, und es ist wahrscheinlich, dass man die Epidermiszellen auch im jungen Blatte anthocyaninführend antreffen wird.

Es wäre noch solch ein Fall denkbar, wo die jungen Blätter den roten Zellsaft ausschliesslich in den Mesophyllzellen enthalten, die Herbstblätter aber ausschliesslich in den Epidermiszellen. Ein solches Verhalten, das der Pigmentkombination A [0(1)1] oder A [001] bei den Epidermiszellen gleichkäme, habe ich nie beobachtet, auch sind mir solche Fälle aus der Anthocyan-Literatur nicht bekannt.

Es ist gezeigt worden, dass bei einer und derselben Pflanze die verschiedenen Blattgewebe nicht selten verschiedenes Verhalten zeigen, indem bei ihnen oft diverse Pigmentkombinationen auftreten. Hierbei stellte es sich heraus, dass bei den Blattgeweben dieselben Kombinationen auftreten, wie bei den ganzen Organen, und dass die Pigmentkombinationen, die für diese letzteren als unmöglich anerkannt wurden, auch bei den einzelnen Geweben nicht auftreten. Man könnte Bedenken erheben, ob man denn überhaupt von einem Pigmenttyp eines Organs, z. B. der Blattspreite, reden kann, denn die verschiedenen Gewebe, die es zusammensetzen, verhalten sich ja nicht selten verschieden. Wenn z. B. *Evonymus europaea*, *Geranium robertianum* und *Lythrum salicaria* zu A [1(1)1] gestellt worden sind, so könnte man sagen, dass sie nicht genau dem Typus entsprächen, denn so verhalten sich in diesen Blättern immer nur gewisse Blattgewebe (Epidermis bei *Evonymus*, Epid. und Mesophyll bei *Geranium* und Mesophyll bei *Lythrum*), während bei *Lythrum* die Epidermiszellen, bei *Evonymus* aber die Mesophyllzellen sich wie A [000] verhalten. Indes ist jedes System immer künstlich. In der

Natur begegnen wir solch einer Fülle von Einzelfällen, dass nur eine gewisse Schematisierung einen Überblick gestattet. Deshalb habe ich das verschiedene Verhalten der einzelnen Gewebe bei Aufstellung der Pigmenttypen ausser acht gelassen.

X. Das phytochromatische Spektrum.

Bei der Charakterisierung pflanzenökologischer Einheiten — Assoziationen und Formationen — hat man bisher dem Pigmentgehalt der diese zusammensetzenden Pflanzenarten nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Indes dürften entsprechende Analysen verschiedener natürlicher Meste sehr interessantes Material liefern, und zwar aus dem Grunde, weil sich in dem Pigmentgehalt die verschiedensten Standortsfaktoren widerspiegeln.

Es ist bereits bei Besprechung der einzelnen Pigmenttypen gezeigt worden, dass der *Saxifraga tridactylitis*-Subtypus — iA [111] — auf trockenen Alvar-Triften verhältnismässig häufig ist, andererseits aber, wie dies z. B. aus den Beobachtungen von Th. Wulff auf Spitzbergen klar hervorgeht, auch bei den arktischen Tundra-Pflanzen oft auftritt. Dagegen ist nach den vorliegenden Beobachtungen kaum daran zu zweifeln, dass diese Pigmentkombination auf feuchten Wiesen vollständig fehlt. — Während die weit nach Norden vordringenden *Betula nana*, *B. humilis*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus padus* u. a. das für den *Prunus padus*-Typus charakteristische Verhalten A [1(1)1] aufweisen, treten südlichere Laubbäume, wie *Corylus avellana*, *Quercus pedunculata*, *Fagus silvatica*, *Aesculus hippocastanum*, *Juglans*-Arten, *Pterocarya caucasica*, *Phellodendron amurense* etc. vorwiegend als A [1(1)0], A [1(1)(1)] auf. In tropischen Regenwäldern müssten diese Pigmentkombinationen besonders verbreitet sein, denn das absterbende Laub ist dort nur in seltenen Ausnahmefällen rot gefärbt, während die jungen Triebe oft so intensive Rotfärbung aufweisen, dass sie zeitweilig den dominierenden Farbton ganzer Landschaften bedingen. — Diese und andere ähnliche Beobachtungen zeigen deutlich, dass Beziehungen zwischen dem Pigmenttypus und dem Standort nicht zu leugnen sind.

Andererseits ist zu beachten, dass die Pigmentmengen sowohl von der Lichtintensität, dem Wassergehalt des Bodens, von

dessen Gehalt an Huminsäuren, Nitraten etc. wie von der Boden konsistenz, Boden- und Lufttemperatur abhängig sind.

Für eine derartige Verwertung der Pigmentkombinationen bei Erforschung der Pflanzenmeste scheint auch die verhältnismässig hohe Zahl der gefundenen Typen zu sprechen, denn es sind dadurch feinere Abstufungen gegeben, die eine genauere Kennzeichnung dieser ermöglichen. Andererseits würden aber derartige Analysen für die Frage über genetische Beziehungen zwischen den diversen Pigmenttypen von allergrösster Wichtigkeit sein und auch verschiedene andere Fragen, die mit der immer noch diskutablen Funktion der roten Pigmente im Zusammenhang stehen, zu lösen helfen.

Eine solche Analyse würde darin bestehen, dass man durch entsprechende Beobachtungen während der ganzen Vegetationsperiode (Vegetationsperioden) und gleichzeitige anatomische Untersuchungen den Pigmenttypus der einzelnen Arten feststellt und auf Grund dieser Angaben das phytochromatische Spektrum des untersuchten Mestes berechnet. Letzteres geschieht so, dass man die Artenzahl, durch die jeder Pigmenttypus vertreten ist, bestimmt und diese Zahlen in Prozenten der Gesamtartenzahl ausdrückt.

Als Beispiel soll hier eine derartige phytochromatische Analyse eines Hochmoores unweit Tooma (Vägeva) in Estland mitgeteilt werden. Es wurden hierbei nur die Phanerogamen berücksichtigt, da gegenwärtig die Anwendbarkeit meiner Methode z. B. für die *Musci* noch nicht geprüft ist.

Von den Phanerogamen treten auf diesem Hochmoor folgende Arten auf: *Betula nana* L., *Empetrum nigrum* L., *Drosera rotundifolia* L., *D. anglica* Huds., *Rubus chamaemorus* L., *Calluna vulgaris* Salisb., *Andromeda polifolia* L., *Lyonia calyculata* Rehb., *Vaccinium oxycoccus* L., *V. uliginosum* L., *Ledum palustre* L., *Rhynchospora alba* Vahl., *Scheuchzeria palustris* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Pinus silvestris* L., f. *turfosa* Woehrl. Auf den Bulten finden sich *Pinus silvestris*, *Lyonia calyculata*, *Ledum palustre*, *Empetrum nigrum*, *Betula nana*, *Rubus chamaemorus*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium uliginosum*, während in den wasserreichen Schlänten auf *Sphagnum*-Unterlage *Andromeda polifolia*, *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Drosera rotundifolia* und *D. longifolia* auftreten.

Nachdem der Schnee auf dem Hochmoore geschmolzen, ist

die braunrote Färbung, die von *Calluna*, *Empetrum*, *Lyonia*, *Ledum* und anderen Arten bedingt wird, besonders auffällig; verstärkt wird sie noch sehr merklich durch die Färbung der roten und rotgelben Polster von *Sphagnum rubellum* Wills., *Sphagnum fuscum* Klingr. u. a. So entsteht ein ganz eigenartiges, für unsere Pflanzenwelt im allgemeinen fremdes Gepräge¹⁾. Besonders dort, wo ein Hochmoor an ein Niedermoor angrenzt, ist der Kontrast in der Färbung sehr eindrucksvoll. Nur die niedrige Moorkiefer nimmt eine Sonderstellung ein. Auch während der Zeit der stärksten Winter- und Frühlingsrötung anderer Hochmoorpflanzen sind die Nadeln ihrer Kurztriebe grün bis gelbgrün gefärbt. Sie erwiesen sich stets als anthocyaninfrei. Es verhalten sich jedoch so nur ältere Exemplare, während die Sämlinge und 1—3 jährigen Pflanzen violettrot gefärbt sind und reichlich Anthocyanin enthalten.

Gleichzeitig mit dem Ergrünen der winterroten Arten bilden sich die jungen anthocyaninreichen Blätter bei *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus chamaemorus*. Besonders die letztgenannte Pflanze führt reichlich Anthocyanin. — Im Hochsommer sind die Phanerogamen des Hochmoores fast anthocyaninfrei, nur die *Drosera*-Arten fallen durch die rote Färbung ihrer Tentakeln auf, auch die rot und braun gefärbten *Sphagnum*-Arten haben ihren Pigmentgehalt beibehalten.

Im Herbst ist die Rotfärbung nicht weniger auffällig als im Frühjahr, denn bei vielen Arten (*Lyonia calyculata*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*) sind hochrot bis violettrot gefärbte absterbende Blätter entstanden. Würde es sich um sommergrüne Arten handeln, so wären die Hochmoore jetzt wie blutrote Flecken in den sie einschliessenden immergrünen *Pinus silvestris*-Wäldern. Weil aber die absterbenden Blätter den olivgrünen bis bräunlichen überwinternden gegenüber stark zurücktreten, so wird die Herbstfärbung vorwiegend von letzteren bedingt. Natürlich beteiligen sich an ihr auch die *Sphagnum*-Arten. Ende Oktober ist die braunrote Winterfärbung hergestellt, die unverändert, ohne Steigerung oder Abnahme, bis Ende April beibehalten wird.

1) B. Tacke u. B. Lehmann, Die Norddeutschen Moore. Leipzig 1912, Abb. 1, 78 und 117.

Analyse.

Beobachtete Pigmentkombinationen¹⁾:

- Betula nana* A [1(1)1]
Empetrum nigrum A [1(1)1..1]
Drosera rotundifolia A [1(1)(1)]
Drosera anglica A [1(1)(1)]
Rubus chamaemorus A [1(1)1]
Calluna vulgaris A [1(1)1..1]
Andromeda polifolia A[1(1)1..1]
Lyonia calyculata A [(1)1(1)..1]
Vaccinium oxycoccus A [1(1)1..1]
Vaccinium uliginosum A [1(1)1]
Ledum palustre A [(1)1(1)..1]
Rhynchospora alba [000]
Scheuchzeria palustris? (nicht unters.)
Eriophorum vaginatum A [000]
Pinus silvestris f. *turfosa* iA [111..1] + A [000..0]

Das phytochromatische Spektrum des untersuchten Hochmoores (Vägeva, Estland) gestaltet sich folgendermassen:

	Artenzahl	%		Artenzahl	%
A [111]	—	0	[000]	1	7
A [000]	1	7	C [111] etc.	—	0
A[(1)1)0]	—	0	A [1(1)1..1]	4	26
A [(1)00]	—	0			
A [(1)(1)1)]	—	0			
A [(1)(1)1]	—	0	A [(1)1(1)..1]	2	13
A [1(1)1]	3	20	A [(1)1(1)..(1)]	—	0
A [1(1)(1)]	2	13	A [(1)1(1)..0]	—	0
A [1(1)0]	—	0	A [111..1] + A [000..0]	1	7

Dieses Spektrum ist durch sehr merkliches Hervortreten anthocyanreicher Typen charakterisiert, was besonders klar daraus hervorgeht, dass 60 Proz. anthocyanführende absterbende Blätter besitzen und dass die anthocyaninarmen Kombinationen A [(1)1)0], A [(1)00], A [(1)(1)1)], A [(1)(1)1)], A [1(1)0], A [(1)1(1)..0],

1) Angaben über Pigmentlokalisation und Zeit der Untersuchung sind im speziellen Teile dieser Arbeit gegeben.

A [(1)1(1)..(1)] vollständig fehlen. Also treten hier die Pflanzen, denen das Vermögen Zellsaftpigmente zu bilden eigen ist, als besonders anthocyaninreiche Kombinationen auf, wenschon die maximale Pigmentation — A [111] — nur bei jungen *Pinus silvestris*-Pflanzen erreicht wird. Immerhin ist auch die Kombination [000] durch *Rhynchospora alba* vertreten.

Ohne Zweifel würde die Eigenart dieses Spektrums erst beim Vergleich mit phytochromatischen Spektra anderer Pflanzenmeste in voller Deutlichkeit hervortreten, zur Zeit besitzen wir jedoch nicht genügend Angaben, um diese zu konstruieren.

XI. Zusammenfassung.

1. Es ist bei der Untersuchung von ca 250 Pflanzenarten (hauptsächlich in Estland, zum Teil im Altai) eine Anzahl verschiedener Erscheinungsarten im zeitlichen Auftreten der roten Zellsaft- und Plastidenpigmente konstatiert worden, die **Pigmentkombinationen (Pigmenttypen)** genannt werden.
2. Diese Kombinationen sind folgende:
 - (1) *Botrychium lunaria*-Typus: [000]. Sowohl junge und erwachsene wie absterbende Assimilationsorgane (Blätter, Sporophylle etc.) sind stets frei von roten Pigmenten.
 - (2) Permanentroter Typus:
 - (a) *Corylus avellana purpurea* - Subtypus: + A [111]. Permanentrote Varietäten grüner Stammformen, die als Mutationen dieser zu betrachten sind.
 - (b) *Begonia*-Subtypus: aA [111]. Autotrophe Formen mit permanentroten (oft panachierten) anthocyaninführenden Blättern, die jedoch nicht Abweichungen grüner Stammformen sind, sondern die Grundform selbst darstellen. Treten ebenso wie (a) und (c) von Aussenbedingungen ziemlich unabhängig auf.
 - (c) *Orobanche hederæ*-Subtypus: hA [111]. Permanent anthocyaninführende heterotrophe Formen.
 - (d) *Saxifraga tridactylitis*-Subtypus: iA [111]. Permanentrote Formen gewöhnlich grüner Pflanzen. Die gesteigerte Anthocyaninbildung ist eine direkte Reaktion auf die ungünstigen Aussenbedingungen. So treten oft Alvar- und Tundrapflanzen auf.

- (3) *Populus tremula*-Typus: A [1(1)1]. Sowohl junge wie absterbende Blätter enthalten roten Zellsaft, während das grüne Zwischenstadium das latente Vermögen zur Anthocyaninbildung besitzt.
- (4) *Anemone nemorosa*-Typus: A [1(1)(1)]. Die jungen Blätter enthalten Anthocyanin, erwachsene und absterbende Blätter sind in der Regel anthocyaninfrei, jedoch wird das Vermögen das Zellsaftpigment zu bilden bis zum Absterben der Blätter beibehalten.
- (5) *Atriplex litorale*-Typus: A [(1)(1)1]. Reichliche Anthocyaninbildung in den absterbenden Blättern, während die jungen und erwachsenen Blätter gewöhnlich grün sind, wobei ihnen jedoch das latente Vermögen Anthocyanin zu bilden eigen ist.
- (6) *Obione pedunculata*-Typus: A [(1)(1)(1)]. Die Assimilationsorgane besitzen bis zum Absterben das Vermögen rote Zellsaftpigmente zu bilden, treten jedoch in der Regel anthocyaninfrei auf.
- (7) *Betula verrucosa*-Typus: A [1(1)0]. Die jungen Blätter führen Anthocyanin, die erwachsenen sind grün und besitzen anfangs noch das Vermögen Anthocyanin zu bilden. Die Herbstblätter sind stets gelb gefärbt.
- (8) *Fagus sylvatica*-Typus: A [(1)(1)0]. Die Blätter besitzen anfangs das Vermögen zur Anthocyaninbildung, führen aber gewöhnlich farblosen Zellsaft. Absterbende Blätter sind stets gelb gefärbt und anthocyaninfrei.
- (9) *Convallaria majalis*-Typus: A [(1)00]. Die jungen Blätter besitzen nur in geringem Grade das Vermögen zur Anthocyaninbildung. Die erwachsenen und absterbenden Blätter sind stets anthocyaninfrei.
- (10) *Primula officinalis*-Typus: A [000]. Die Pflanzen besitzen das Vermögen Anthocyanin in den Blüten, Stengeln etc. zu bilden, die Blattspreiten sind jedoch auf allen Entwicklungsstadien stets anthocyaninfrei.
- (11) *Rhododendron dahuricum*-Typus: A [1(1)1..1]. Mehrjährige Assimilationsorgane, die in dem Jugendstadium, vor dem Absterben und während der Winterruhe reichlich Anthocyanin enthalten.
- (12) *Ledum palustre*-Typus: A [(1)1(1)..1]. Mehrjährige Assimilationsorgane, die anfangs anthocyaninfrei sind, aber

- während der Winterruhe und vor dem Absterben reichlich Anthocyanin enthalten.
- (13) *Ilex aquifolium*-Typus: A [1(1)(1)..(1)]. Mehrjährige Assimilationsorgane, die nur in dem Jugendstadium Anthocyanin enthalten.
 - (14) *Sedum acre*-Typus: A [(1)1(1)..(1)]. Mehrjährige Assimilationsorgane, die nur während des Winters Anthocyanin enthalten.
 - (15) *Dryas octopetala*-Typus: A [(1)1(1)..0]. Wie vorige, jedoch besitzen ältere Blätter nicht mehr das Vermögen zur Anthocyaninbildung, weshalb diese ausnahmslos gelb sind.
 - (16) *Pinus silvestris*-Typus: iA [111..1]+A[000..0]. Doppelte Pigmentkombination. Bei jungen Pflanzen treten die Assimilationsorgane als iA [111..11] auf, nachher sind diese stets anthocyaninfrei und besitzen auch nicht das latente Vermögen zur Anthocyaninbildung.
3. Analoge Pigmentkombinationen treten auch bei Pflanzen, die statt Zellsaftpigmenten Hämatokarotinoide enthalten, auf. Da jedoch die Zahl der untersuchten Arten zur Zeit gering ist, so sind einzelne Typen nicht aufgestellt worden.
 4. Andere Kombinationen, wie A [0(1)1], A [001], A [010], A [101] etc., sind nicht gefunden worden.

Das wichtigste Resultat dieser Untersuchung ist, dass die herbstliche Anthocyaninbildung ausschliesslich bei Pflanzenarten auftritt, bei denen bereits den jungen Blättern das Vermögen eigen ist Anthocyanin zu bilden. Die herbstliche Anthocyaninbildung ist dadurch bedingt, dass bei gewissen Arten (Pigmenttypen A [111], A [1(1)1], A [(1)(1)1], A [1(1)(1) etc.) das Vermögen Anthocyanin zu bilden bis zum Absterben der Blätter beibehalten wird, und dass die Bedingungen im Blatte, die zur Bildung einer Abtrennungsschicht führen, auch die Anthocyaninbildung auslösen. Die herbstliche Anthocyaninbildung ist eine automatisch eintretende Wiederholung der wichtigen „Jugend- und Trockenröte“. Da diese Wiederholung unnütz ist, so ist sie bei vielen Pigmenttypen vollständig ausgefallen (A [(1)00], A [(1)(1)0], A [1(1)0]) oder tritt nur selten ein (A [(1)(1)(1)] etc.).

Die herbstliche Anthocyaninbildung beginnt stets in chlorophyllreichem Blatte, wobei die rote Färbung sich anfangs mit der grünen des Chlorophylls summiert und deshalb zu dieser Zeit wenig auffällt. Später verläuft die Anthocyaninbildung gleichzeitig mit dem Chlorophyllabbau.

5. Die Pigmenttypen sind von grosser Bedeutung bei Erforschung von Pflanzenassoziationen und Formationen. Auf Grund ihrer wird das **phytochromatische Spektrum** eines Mestes bestimmt, das die Prozentzahlen gibt, durch welche jede einzelne Pigmentkombination vertreten ist.

Eingegangen am 8. März 1926.

**EINE STÄDTEMORPHOGRAPHISCHE SKIZZE
DER ESTNISCHEN HAFENSTADT
PÄRNU (PERNAU)**

VON

E. PIPENBERG

TARTU (DORPAT) 1926

Druck von C. Mattiesen, Tartu (Dorpat).

I. Lage.

Die Stadt **Pärnu** (Pernau) befindet sich im Südwesten der Republik Eesti, am Nordostzipfel des Livischen (Rigaer) Meerbusens (s. Abb. 1). Pärnu ist Hafenstadt. Nächst Tallinn

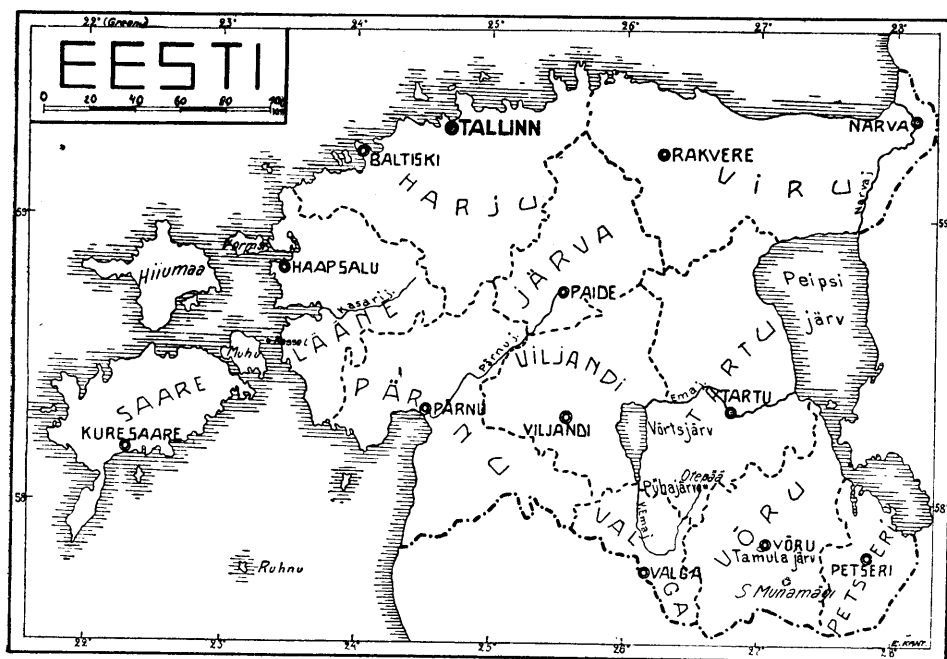


Abb. 1. Übersichtskarte von Eesti.

(Reval) steht sie ihrer Ein- und Ausfuhr nach in Eesti an zweiter Stelle. Inbetreff seiner Einwohnerzahl (20.693¹⁾ folgt Pärnu den estnischen Städten Tallinn, Tartu und Narva an vierter Stelle.

Die Stadt liegt an der Mündung des Pärnufusses, welcher aus dem Innern des Landes in südwestlicher Richtung dem

1) Angaben des Polizeiamts vom 1. Januar 1924.

Livischen Meerbusen zufließt. In diesen Fluss mündet, von Norden her kommend, innerhalb der Grenzen der Stadt die Sauga

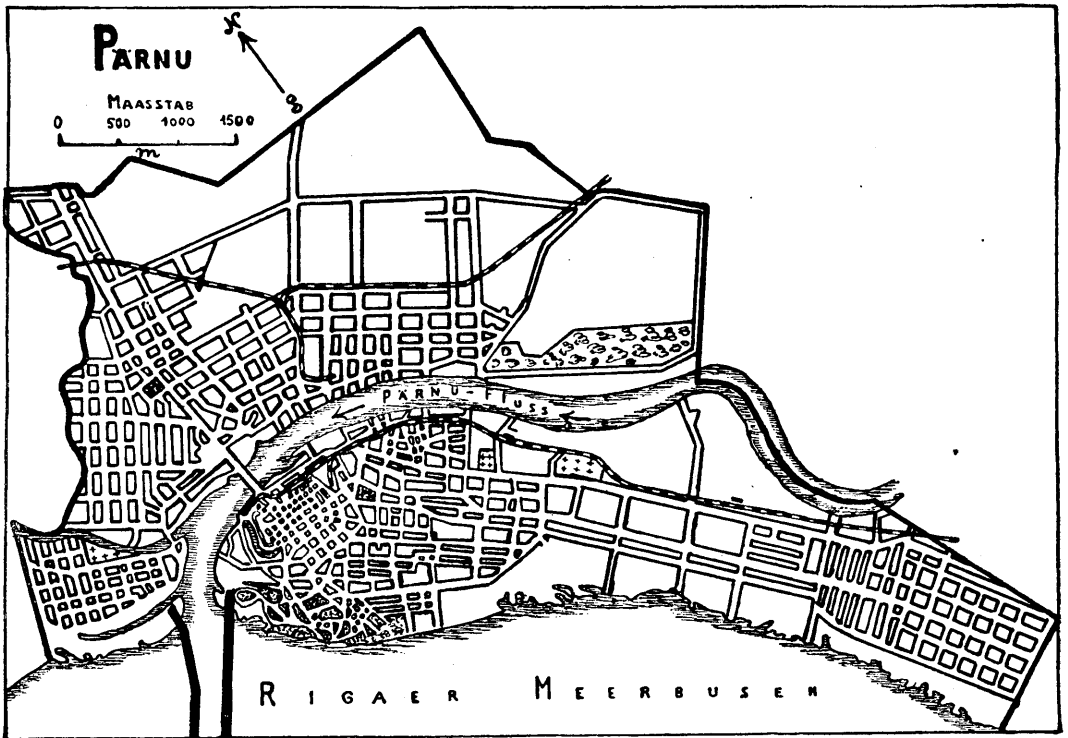


Abb. 2. Stadtplan.

(Saug). Somit kann Pärnu als eine an zwei Flussmündungen gelegene Brückenstadt bezeichnet werden (s. Abb. 2). Im Norden begrenzt die Stadt das Torfmoor von Rääma (Rawasar), im Süden das Meer, im Westen Sümpfe, im Osten Wälder und Sümpfe.

II. Geschichte.

Nach R. Hausmann² wird die Stadt im Jahre 1251 zum ersten Mal erwähnt. Läänemaa (die Wiek) bildete damals mit den estnischen Inseln das Bistum Ösel. Im Süden begrenzte das Bistum der sog. „Emma“-Fluss (jetzt Pärnufluss); im Osten da-

2) „Studien zur Geschichte der Stadt Pernau“, Sitzungsberichte der Altertumsforschenden Gesellschaft zu Pernau 1906.

gegen erstreckte es sich bis zum Peronafluss (jetzt Saugafluss). Den Namen „Pernau“ erhielt die Stadt nach dem letzteren. Die Stadt entstand in der äussersten Südostecke des Bistums deshalb, weil hier das Flussufer höher war, und die Schiffe daher hier anlegen konnten. Auch sollte die Stadtanlage an dieser strategisch günstigen Stelle dem Bistum Schutz resp. Herrschaft über das Pärnu- und Sauga-Becken gewähren. Hier wurde die Kirche des Bistums erbaut; sie wurde der Jungfrau Maria und dem Apostel Johannes geweiht. Als im Jahre 1263 die Litauer weit nach Norden vordrangen, wurde die Kirche schwer beschädigt; doch die Siedlung am Flussufer blieb bestehen. Bald fing man an, dieselbe „Alt-Pernau“ zu nennen, im Gegensatz zur jüngeren Siedlung „Neu-Pernau“, die unterdes am linken Pärnufussufer entstanden war.

Im Mittelalter war Neu-Pernau Hansastadt. Sie stand in regem Verkehr mit dem Hinterlande, insbesondere aber mit den Ostseehäfen, unter denen Lübeck die führende Rolle einnahm. Im Jahre 1562 kam die Stadt unter schwedische Herrschaft, 1568 geriet sie unter die Oberhoheit des livländischen Adels und im Jahre 1575 kam sie zum ersten Mal an Russland. Während des Krieges wurde Alt-Pernau im Jahre 1575 von den Russen verbrannt. Seitdem hörte Alt-Pernau auf, eine geschichtliche Rolle zu spielen. 1582 wurde die Stadt von den Polen besetzt, und im Jahre 1621 kam sie abermals an Schweden.

Die Universität Tartu (Dorpat) wurde vor dem Nordischen Kriege nach Pärnu übergeführt (1699), wo sie sich elf Jahre lang befand, bis am 12. August 1710 Pärnu zum zweiten Mal unter russische Herrschaft kam. Obwohl der russische Zar Peter der Grosse versprochen hatte, in Pärnu von neuem eine Universität zu gründen, ist dieser Plan später doch nicht verwirklicht worden.

Seit dem Jahre 1918 ist Pärnu estnisch.

III. Physikalisch-geographische Grundlagen.

Die Ostseelage der Stadt beeinflusst das Klima derselben. Obwohl letzteres als fast mitteleuropäisch bezeichnet werden kann, unterscheidet sich Pärnu klimatisch von den östlicher liegenden Gebieten durch sein bedeutend höheres Januarmittel ($-5,1^{\circ}$). Die hier vorherrschenden Südwestwinde tragen wesentlich zur

Milderung des Winters und der Sommerhitze bei. Die Wirkung dieser Winde spielt auch im Landschaftsbilde der Stadt eine wesentliche Rolle. Die langgestreckte, vom Meere und dem Pärnufluss begrenzte Halbinsel, auf der sich ein grosser Teil der Stadt befindet, ist morphogenetisch eine Dünenbildung. Durch die Südwestwinde wurde der Meeressand in Form von Wanderdünen in nordöstlicher Richtung vorgeschoben. Jetzt sind diese Dünen meist durch Kiefernwälder befestigt, Obwohl die Dünen hauptsächlich am linken Pärnu-Ufer vorkommen, setzen sie sich auch in den Wäldern des rechten Flussufers fort. Auf das erwähnte Vordringen der Dünen ist auch die Verlegung des Pärnuflusslaufes in nordwestlicher Richtung zurückzuführen, da der Dünen-sand, infolge seines Vorrückens nach Nordosten, den früher im Südosten der Stadt mündenden Fluss eine mehr westliche Richtung zu nehmen zwang. Das linke Flussufer der Pärnu ist niedrig, das rechte dagegen höher.

An dieser Stelle wäre noch als physisch-geographischer Faktor die verheerende Wirkung der im Herbst oft andauernden Südwestwinde zu erwähnen; diese Winde rufen dann am Strande von Pärnu Überschwemmungen hervor. So richtete z. B. die Überschwemmung im November 1923 in der Nähe des Strandes bedeutenden Schaden an.

IV. Physiognomie der Stadt.

Genetisch gehört Pärnu der deutschen Ostkolonisation an. Der Stadtkern ist vom Demmenschen Typus, d. h. mit ovalem Umriss, schachbrettartigem Strassennetz, Festungsmauer, äusserem und innerem Wall, Graben und Toren. Der ursprüngliche Stadtkern befand sich in der Nähe des Pärnuflusses. Er hatte die Form eines ausgezogenen Ovals. Im XVII. Jahrhundert begann die Stadt sich in südöstlicher Richtung, d. h. im Gebiet der heutigen Rigaer Vorstadt, auszudehnen. Da infolge der Lage der Stadt auf einer durch den Pärnufluss und den Livi-schen Meerbusen begrenzten Halbinsel ihre Ausdehnung vor allem in südöstlicher Richtung erfolgen konnte, so trägt auch das heutige Strassennetz der sich hier befindenden Stadtteile ein mit der Topographie des Gebiets in kausalem Zusammenhang stehendes Gepräge: es sind nämlich die auf dem linken

Pärnuufer liegenden Quartale der Vorstädte in nordwest-südöstlicher Richtung ausgezogen.

Im Südosten der Stadt entstand zu Ende des XIX. Jahrhunderts die Vorstadt Rotiküla. Zwischen dem Strande und dem Stadtkern entwickelte sich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts das Villenviertel.

Die mächtige Ausdehnung der Stadt auf dem rechten Pärnuufer zwischen Pärnu- und Saugafluss ist erst den letzten sechzig Jahren zuzuschreiben, da der weiteren Entwicklung auf der erwähnten, durch Fluss und Meer begrenzten Halbinsel am linken Ufer Schranken gesetzt waren. Ferner wurde die räumliche Entwicklung der Stadt am linken Flussufer durch die im Südosten

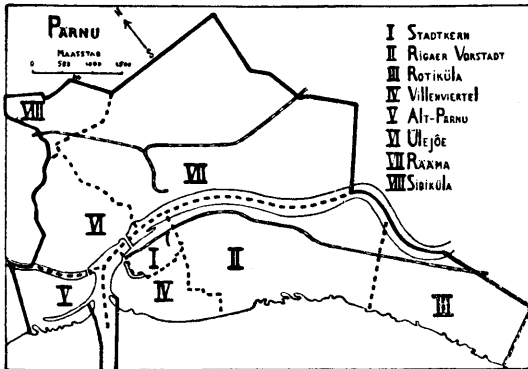


Abb. 3. Morphographische Einheiten.

angrenzenden Wälder und befestigten Dünen gehemmt.

In den siebziger Jahren des XIX. Jahrhunderts wurden von der Stadtverwaltung am Nordrande von Pärnu Bauplätze ausgeteilt; auf diese Weise entstand hier die Vorstadt Sibiküla.

Pärnu ist den beiden anderen westestnischen Küstenstädten, Kuressaare (Arensburg) und Haapsalu (Hapsal), darin ähnlich, dass sich in der Mitte aller drei ebenen Städte ein Schloss resp. Festungsüberreste befinden.

Die Stadt ist in 8 morphographische Einheiten (s. Abb. 3) zu gliedern: 1) Stadtkern, 2) Rigaer Vorstadt, 3) Vorstadt Rotiküla (od. Raeküla), 4) Villenviertel, 5) Vana-Pärnu (Alt-Pernau), 6) Vorstadt Ülejõe (Bremerseite), 7) Vorstadt Rääma (Rawasar), 8) Vorstadt Sibiküla (od. Vingiküla). Von diesen natürlichen Stadtteilen liegen die vier ersten am linken Pärnuufer, und zwar liegt die Rigaer Vorstadt südöstlich von dem am Flussufer gelegenen Stadtkern, während sich Rotiküla südöstlich an diese Vorstadt anschliesst, und das Villenviertel sich südwestlich vom Kern befindet. Auf dem rechten Pärnuufer liegen Vana-Pärnu, Ülejõe, Rääma und Sibiküla. Vana-Pärnu befindet sich auf der Halbinsel,

die einerseits vom Meere, andererseits von den Flüssen Pärnu und Sauga umspült wird; Ülejõe wird vom Pärnu- und Saugafluss nebst dem kleinen Räämaer Bach (im Osten) begrenzt; östlich von Ülejõe erstreckt sich dem rechten Pärnuufer entlang die Vorstadt Rääma; als Nordzipfel der Stadt schliesst sich an Rääma die Vorstadt Sibiküla an. Von den erwähnten morphographischen Einheiten der Stadt sind Rääma und die Rigaer Vorstadt die grössten.

1. Umriss und Grundriss.

Die Stadtgrenze von Pärnu verläuft westlich von Vana-Pärnu, ferner nordwestlich von Ülejõe, sodann nördlich von Sibiküla und Rääma; dann biegt sie nach Süden und erreicht, dem Südostrand von Rotiküla entlang laufend, das Meer.

Die Strassen der Stadt sind vorwiegend geradlinig. In ihren Benennungen spiegelt sich die Geschichte der Stadt wider. So z. B. weist im Stadtkern die Rütli tänav (Ritterstrasse) auf die Zeit der Ordensritter hin. Der Name „Malmi tänav“ (Malmöstrasse) stammt aus der Schwedenzeit. Die Emajõe tänav (Embeckstrasse) in Vana-Pärnu ist der mittelalterlichen Benennung des Pärnuflusses, „Emajõgi“ (Embecke), entnommen. Die „Toome tänav“ (Domstrasse) der Vorstadt Vana-Pärnu deutet auf das Vorhandensein einer Domkirche im Mittelalter an dieser Stelle hin.

Infolge des ebenen topographischen Stadtbildes weist das Strassennetz im Längsprofil keine grösseren Steigungen auf. Nur die in der Nähe des Pärnuflusses gelegenen Strassen sind nach dem Fluss hin abschüssig.

In Pärnu dominiert die schachbrettförmige oder rechteckige Anlage der Strassen. Im Stadtkern, Rotiküla und Vana-Pärnu herrscht die quadratartige Anordnung der Strassen vor. Diese schachbrettförmige Strassenanlage des Stadtkerns ist auf die Strassenart der Demmenschen Stadtkerne (s. oben) zurückzuführen. Ferner verdankt Vana-Pärnu seine quadratartige Anordnung der Strassen dem Umstande, dass dieser Stadtteil etwa zu gleicher Zeit mit dem Stadtkern entstanden ist. — Das rechteckige Strassennetz herrscht in der Rigaer Vorstadt, Ülejõe und Rääma vor. Dreieckig oder trapezartig angelegte Strassenkategorien treten im Südostteil des Kernes und im Villenviertel auf.

2. Aufriss.

Was die Häuser betrifft, so sind diejenigen des Stadtkerns und des Villenviertels vorwiegend zweigeschossig³, während in den anderen Stadtteilen eingeschossige³ dominieren. Das architektonische Bild von Rotiküla ist durch zahlreiche Dachstühle gekennzeichnet.

Dem Material nach sind die Gebäude des Stadtkerns vorwiegend aus Stein. In den Vorstädten überwiegen Holzhäuser.

Im Stadtkern sind einzelne aus dem Mittelalter stammende Häuser erhalten. Diese gehören dem Typus der Hansagebäude an. Letztere besitzen steile Giebeldächer mit roten Dachpfannen. Überhaupt dominieren in Pärnu Giebeldächer; diese Dachart tritt im Villenviertel in recht komplizierten Formen auf.

Was das Material der Dächer anbetrifft, so herrschen Steindächer nicht nur im Stadtkern, sondern auch im Villenviertel vor; zu bemerken sei hier, dass im Villenviertel die Dachpfannen meist von Zement sind. In den anderen Vorstädten überwiegen dagegen Schindeldächer.

Was die Höfe angeht, so gibt es in Pärnu vorwiegend Zentralhöfe. Im Stadtkern überwiegen die geschlossenen Zentralhöfe. Je weiter vom Stadtzentrum, desto offener werden die Hofformen. Offene Höfe findet man in Rotiküla; als fast offene sind die Höfe der übrigen Vorstädte zu bezeichnen.

In Pärnu macht sich die auffallende Verbreitung der Gärten geltend, insbesondere im Villenviertel, das von zahlreichen Gärten überschattet wird. Auch in Vana-Pärnu, Ülejõe und Rääma sind Gärten recht verbreitet. In den beiden letzterwähnten Vorstädten erstrecken sie sich als bogenförmiger Gürtel, der das im Zentrum dieser Vorstädte gelegene Wohnungsgebiet umschliesst; am Aussenrande dieses Bogens verläuft dagegen ein ähnlich angeordneter Gürtel von Feldern, der sich bis zur Stadtgrenze erstreckt. — Verhältnismässig weniger verbreitet sind die Gärten in der Rigaer Vorstadt und in Sibiküla. Vereinzelte Anpflanzungen junger Obstbäume trifft man in Rotiküla. Selten sind die Gärten im Stadtkern.

3) Die Geschosse sind von der Erdoberfläche an gerechnet.

V. Milieubild der Stadt.

Die Gartenstrassen dominieren in Pärnu neben den Wohnstrassen; doch am meisten sind sie im Villenviertel vertreten. Desgleichen ist die Zahl der Gartenstrassen in Ülejõe bedeutend.

Das Villenviertel ist reich nicht nur an Gärten, sondern auch an Alleen. Letztere sind mit Schwefelkiesabbränden gepflastert. Bei einer Gesamtlänge der Strassen Pärnus von 159 km⁴ beträgt die Länge der Alleenstrassen 18 km⁴.

Die City erstreckt sich aus dem Stadtzentrum einerseits bis in die Rigaer Vorstadt, andererseits über die Flossbrücke nach Ülejõe.

Wohnstrassen herrschen im Stadtkern, in der Rigaer Vorstadt und im Zentrum von Ülejõe vor.

Wiesenstrassen überwiegen in Vana-Pärnu.

Feldstrassen dominieren in Rotiküla, Rääma und Sibiküla.

Zuletzt ist noch das in der Nähe des Pärnuflusses im Osten des Stadtkerns gelegene Gebiet der Speicherstrassen zu erwähnen.

1. Stadtkern.

Beide Ufer des Pärnuflusses sind miteinander durch eine Flossbrücke verbunden. Der Pärnufluss erreicht innerhalb der Grenzen der Stadt eine Breite von 250 m, während die Sauga etwa viermal schmaler ist. Die grösste Tiefe des Pärnuflusses beträgt ca 6,5 m⁵ und diejenige der Sauga 4,5 m⁶.

Bezüglich der Eisverhältnisse von Pärnu ist zu bemerken, dass der Pärnufluss durchschnittlich am 3. Dezember zufriert, was aus den Beobachtungen von 1870—1908 zu ersehen ist; die Bucht friert dagegen erst am 9. Dezember zu. Für das Auftauen des Flusses resp. der Bucht kommen durchschnittlich der 12. bzw. 24. April in Betracht. Demzufolge kann die Navigation nur vom 25. April bis zum 9. Dezember stattfinden⁷. Diese ungünstigen Eisverhältnisse beeinträchtigen das Handelsleben der Stadt in grossem Masse.

4) Kurvimetrische Messungen des Verfassers.

5) Angaben der Lotsenstation.

6) Messungen von E. Spohr.

7) Berechnet nach den Angaben des Lotsenkommandeurs C. W. Meybaum.

Unweit der Flossbrücke befindet sich am linken Pärnuufer die Einfahrt in den sog. Winterhafen. Der Winterhafen verläuft in nord-südlicher Richtung. Des geringen seitlichen Eisdruckes wegen überwintern hier Fahrzeuge schwächerer Konstruktion.

Da sich der Hafen in seiner Gesamtausdehnung an den Stadtkern anschliesst, so erscheint es zweckmässig, ihn an dieser Stelle zu besprechen.

Die Bedeutung von Pärnu als Hafenstadt beruht auf seiner Ausfuhr von Holzmaterial; als Einfuhrhafen hat es viel weniger Bedeutung. Den eigentlichen Hafen bilden zwei Quais; beide liegen am linken Ufer des Pärnuflusses; der eine befindet sich oberhalb, der andere unterhalb der Flossbrücke. Die Länge des ersteren beträgt 200 m. Er besteht aus Brettern. Der andere, sich bis zum Winterhafen erstreckende Quai ist etwa 300 m lang und mit Schwefelkiesabbränden bedeckt. Um einer Versandung der Hafeneinfahrt zu steuern, sind an der Pärnumündung zwei Molen erbaut. Unter den ein- und auslaufenden Schiffen dominieren die deutschen, englischen und dänischen. Sie führen hauptsächlich Bretter, Grubenholz und sonstiges Holzmaterial aus. Eingeführt werden vorwiegend Düngemittel, Salz und Steinkohle. Für das Hafenbild charakteristisch sind die sich hier in grosser Anzahl befindenden, ein- und zweimastigen Schoner nebst den Holzmaterialstapelplätzen. Doch in den Morgenstunden sind an Werktagen nahe der Pärnuflussbrücke eine Menge von Fischerbooten, die ihre Ware feilbieten, zu bemerken. An Sonntagen dagegen sieht man bei schönem Wetter eine beträchtliche Zahl der dem Wassersport dienenden, weissen Paddelboote.

Den Stadtkern kennzeichnen von der Seeseite drei Kirchen: die lutherische Elisabeth- und Nikolaikirche und die griechisch-orthodoxe Katharinenkirche. Die lutherischen Kirchen, insbesondere die Nikolaikirche mit ihrem gotischen Turm, verleihen dem allgemeinen Stadtbilde einen hanseatischen Anstrich.

Vom Gesamtbild des Stadtkerns heben sich die in der Nähe des Hafens liegenden, dreigeschossigen Steinspeicher mit ihren flachen Dächern ab. Vor dem Weltkriege dienten sie der damals blühenden Flachsausfuhr. In der Nähe dieser Speicher verläuft ein aus dem Hafen zur Station führender Schmalspurbahnzweig. Die Station selbst, die den Endpunkt der schmal-

spurigen Strecke Tallinn (Reval)—Pärnu darstellt, ist ein schlichtes eingeschossiges Holzgebäude; sie befindet sich unweit der Rütli tänav (Ritterstrasse). Letztere bildet die Hauptstrasse der Stadt; sie verläuft im Zentrum des Stadtkerns in west-östlicher Richtung.

In der Nähe der Flossbrücke wird der tägliche Markt abgehalten. Auf dem Hof des Spritzenhauses sind die Überreste der einstmals nach Pärnu übergeführten Universität Tartu (Dorpat) erhalten. Zu Beginn des vorigen Jahrhunderts befand sich der Marktplatz noch an der Ritterstrasse. Jetzt deckt diese Stelle der Stadtpark.

Zur Beleuchtung des Stadtkerns dient Elektrizität, während die anderen Stadtteile durch Petroleum und Elektrizität erleuchtet werden. — Wasserleitung ist in Pärnu nicht vorhanden. Doch dienen zur Wasserversorgung des Stadtkerns und der Vorstädte, ausgenommen Sibiküla, etwa 75 vorzügliche artesische Brunnen.

2. Rigaer Vorstadt.

Charakteristisch für das Stadtbild der Rigaer Vorstadt sind die Trümmerfelder der ehemaligen Zellstofffabrik Waldhof, zum Teil auch die am linken Pärnuufer gelegenen Sägereien. Waldhof war seinerzeit die grösste Zellulosefabrik Russlands. Sie wurde während des Weltkrieges im August 1915 von den Russen gesprengt, weil diese eine Landung der deutschen Streitkräfte und die darauf folgende Besitzergreifung der Fabrik befürchteten. Die Existenz der Zellstofffabrik war früher ausschlaggebend für die Entwicklung der Rigaer Vorstadt samt Rotiküla im speziellen und der ganzen Stadt im allgemeinen. In dem an den Stadtkern grenzenden Teil der Rigaer Vorstadt befindet sich der sog. Alte Park. Dieser ist der älteste Park von Pärnu.

3. Rotiküla.

Den südöstlichsten Teil der Stadt bildet die Vorstadt Rotiküla. Dieser Stadtteil zeichnet sich durch grosse Gleichartigkeit der weit voneinander gelegenen, schlichten eingeschossigen Gebäude aus. Architektonisch erscheint dieser Stadtteil also sehr monoton. Der Unterbau der neueren Häuser ist vorwiegend aus Zement.

4. Villenviertel.

Schon die Benennung dieses Stadtteils erläutert kurz seinen Charakter. Da die Gebäude hier voneinander weit entfernt liegen, ist die Besiedlungsdichte sehr gering. Dem Strande entlang erstreckt sich der von verschiedenen, auch nicht einheimischen Nadel- und Laubhölzern bestandene Badepark. Der Badepark nimmt eine Fläche von $0,37 \text{ qkm}^8$ ein, während die Gesamtfläche der Parkanlagen Pärnus $0,45 \text{ qkm}^8$ beträgt. (Die Fläche des gesamten Stadtareals = $21,2 \text{ qkm}^8$.) Der an den Stadtkern grenzende Teil des Villenviertels ist fast unbebaut. Hier dominieren Wiesen. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass der sich früher an dieser Stelle befindende Festungsgraben Ende des XIX. Jahrhunderts zugeschüttet wurde, die äussere Grenze des bebauten Stadtgebiets aber damals schon 1—2 km weit vom Graben vorgerückt war. Doch in letzter Zeit hat man hier angefangen eifrig zu bauen. Auch liegt die Vermutung nahe, dass sich noch zur Ordenszeit an dieser Stelle ein Deltazweig des Pärnufusses befand, der später in den Festungsgraben umgewandelt wurde. Zu dieser Vermutung veranlasst auch die Tatsache, dass die Städte des Mittelalters meist an Stellen angelegt wurden, die natürlichen Schutz gewährten — ein Faktor, der auch bei Pärnu ausschlaggebend gewesen ist.

Loosi.

An das Villenviertel schliesst sich im Nordwesten ein kleiner Stadtteil an, der den Namen „Loosi“ trägt. Dieser Stadtteil ist räumlich vom Winterhafen, dem Pärnufuss und dem Seestrand begrenzt. Seiner geographischen Lage nach, der zufolge Loosi durch den Winterhafen samt dem noch erhaltenen Teil des früheren Stadtwalles und durch das sich am Ende des Winterhafens befindliche Revaler Tor vom Stadtkern geschieden wird, wie auch teilweise seinem morphographischen Bilde nach, gehört Loosi zum Villenviertel. Die sich hier befindenden Reparaturwerkstätten für Schiffe verleihen aber diesem kleinen Stadtteil, der nur von drei Strassen gebildet wird, ein eigenartiges Gepräge.

5. Vana-Pärnu (Alt-Pernau).

Die isolierte Halbinsellage lässt es als zweckmässig erscheinen, Vana-Pärnu gesondert zu erörtern. Ein eigenartiges Bild bieten

8) Planimetrische Messungen des Verfassers.

die zahlreichen älteren Holzhäuser dieses Stadtteils. — Gebaut wird in Vana-Pärnu wenig. Da es von drei Seiten durch Wasser begrenzt wird, ist hier die Ausdehnung nur noch nach einer Seite möglich, und zwar in westlicher Richtung. Vana-Pärnu wird mit Ülejõe durch die Flossbrücke des Saugafusses verbunden.

6. Ülejõe (Bromerseite).

Obwohl Ülejõe und Rääma in morphographischer Beziehung ähnliche Züge aufweisen, sind sie doch voneinander gesondert zu betrachten, da das allgemeine Charakteristikum des ersteren das häufigere Auftreten von zweigeschossigen Häusern, wie zum Teil auch das sich in der Nähe des Saugafusses befindende Speichergebiet ist. Die Benennung „Bromerseite“ erhielt Ülejõe im Zusammenhang mit dem sich früher an dieser Stelle befindenden Bauernhof „Bremen“. Das im allgemeinen monotone Bild von Ülejõe wird von einer Parkanlage, dem sog. „Bethauspark“, welcher in der Nähe eines Bethauses gelegen ist, verschönt. Der Bethauspark ist verhältnismässig neu. Das ziemlich dichte Wegenetz gliedert diesen Park in einzelne Teile, in denen spezielle Baumarten angepflanzt sind.

Nahe dem Pärnufluss befindet sich in Ülejõe ein sehr grosser Platz, auf dem die sechsmal jährlich stattfindenden grösseren Märkte abgehalten werden. Gehandelt wird dann hauptsächlich mit Lebensmitteln und Viehfutter. Im August jedes Jahres wird an dieser Stelle der besuchteste Markt, der sog. Jahrmarkt, abgehalten.

7. Rääma (Rawasar).

Die Vorstadt Rääma wird durch das Gebiet der grösseren industriellen Etablissements und der mit diesen in Verbindung stehenden winzigen Arbeiterwohnhäuser charakterisiert; sie zieht sich dem rechten Pärnuufer entlang. Von Bedeutung sind hier die Sägereien und die Strick- und Zementfabrik. — Unweit des Pärnuflusses befindet sich auch ein Kiefernhein, der von befestigten Dünen durchzogen wird. Den Südosten dieser Vorstadt bildet noch ganz un bebauter Wald, während sich innerhalb der Nordbegrenzung beträchtliche Teile des Räämaer Hochmoores erstecken. Den Nordwesten dagegen bildet ein Übergangsgebiet nach Sibiküla.

8. Sibiküla.

Den kleinen nördlichen Zipfel von Pärnu bildet Sibiküla mit seinen charakteristischen kleinen Höfen und Gebäuden. Die Grundstücke haben meist eine längliche Form. Das Trinkwasser wird hier mittels langer Stangen aus Brunnen gehoben. Sibiküla stellt den Übergang einer städtischen Siedlung zu einer ländlichen dar.

VI. Verkehr.

Die Hauptverkehrsadern fallen mit der Ausdehnung der City zusammen, d. h. ausser der Rütli tänav (Ritterstrasse) herrscht der grösste Verkehr einerseits in ihrer Fortsetzung über die Pärnubrücke nach Ülejõe und andererseits bis in die Rigaer Vorstadt. Ein genaueres Bild vom Flussverkehr bieten die am 19. August 1924 von mir angestellten Verkehrsbeobachtungen auf dem Pärnu- und Saugfluss. Diese Beobachtungen

N ^o .	Beobachtungsstelle	Frachtdampfer	Bugsierdampfer	Segler	Fischerboote	Motorjachten	Ruderboote
1.	4 km oberhalb der Pärnubrücke	—	2	—	1	—	5
2.	250 m oberhalb der Pärnubrücke	—	2	—	—	2	5
3.	500 m unterhalb der Pärnubrücke	1	—	2	15	4	34
4.	Molenspitze	—	—	2	12	—	—
5.	Saugamündung	—	—	1	8	1	31
6.	100 m oberhalb der Saugabrücke	—	—	—	—	1	11

wurden morgens von 8—9, mittags von $1\frac{1}{2}$ 2— $1\frac{1}{2}$ 3 und abends von $1\frac{1}{2}$ 8— $1\frac{1}{2}$ 9 ausgeführt. Diese Stunden wurden zur Registrierung des grössten Verkehrs und der mannigfaltigsten Verkehrsmittel gewählt. Das Wetter war am genannten Tage ziemlich windstill und regnerisch, womit auch die geringe Zahl der registrierten Segler zusammenhängt. Beobachtet wurde der aus und in den Hafen gerichtete Verkehr von Fracht- und Bugsierdampfern, Seglern, Fischerbooten, Motorjachten und Ruderbooten. Als Zentrum des Hafens wurde während der Verkehrsbeobachtungen die Flossbrücke des Pärnuflusses angenommen. Registriert wurde an folgenden Stellen: 4 km oberhalb der Pärnubrücke (am Knick

des Flusses), 250 m oberhalb der Pärnubrücke, 500 m unterhalb der Pärnubrücke, an der Molenspitze, an der Saugamündung und 100 m oberhalb der Saugabrücke. Der regste Verkehr wurde 500 m unterhalb der Pärnubrücke konstatiert; am schwächsten war er während der erwähnten 3 Stunden hin resp. zurück an der 100 m oberhalb der Saugabrücke befindlichen Beobachtungsstelle. (Siehe Tabelle auf S. 15.)

VII. Wirtschaftsverhältnisse und geistiges Leben.

Der projektierte Bau der Bahnlinie Pärnu—Viljandi (Fellin)—Tartu (Dorpat)—Petseri (Petschur) würde viel zum wirtschaftlichen Aufschwung der Stadt beitragen, insbesondere da dadurch die Bedeutung von Pärnu als Holzmaterial- und Flachsausfuhrhafen steigen würde. Auch würde der Bau dieser Bahn den Transithandel auf der Strecke Moskau—Pleskau—Pärnu erheblich beleben.

Die nördlich und nordwestlich von Pärnu liegenden Torfmoore von Jööpre (Jöpern) und Lavasaare (Lawasar) spielen im Wirtschaftsleben der Stadt eine gewisse Rolle, da der gepresste Torf im Lokalhandel von Bedeutung ist. — Täglich ziehen aus dem Hinterlande Fuhrwerke mit Lebensmitteln, Viehfutter, Holz und Torf in die Stadt. Am meisten werden Roggenmehl und Molkereiprodukte zu Markt geführt. Das wirtschaftliche Einzugsgebiet der Stadt ist bedeutend. Im allgemeinen verläuft die Grenze des Einzugsgebiets von der Bucht Matsalu (Matzal) der Estnischen Zwischengewässer in östlicher Richtung bis zum Schnittpunkt der Grenzen vom Pärnu-(Pernauer) Kreise, Harjuma (Harrien) und Järvama (Jerwen). Hier wendet sie sich nach Süden und verläuft der Ostgrenze des Pärnu-Kreises entlang bis zum Kikepere- (Kikkiperre-) Moor, das den westlichen Vorsprung des Kreises Viljandi (Fellin) bildet. Im Gebiet dieses Moores biegt sie nach Südosten und erreicht so westlich vom Flecken Mõisaküla (Moiseküll) die lettische Grenze.

Der Wirtschaftscharakter der einzelnen Stadtteile spiegelt sich in den Strassenbenennungen wider. So weist z. B. die Bezeichnung „Puu tänav“ (Holzstrasse) in der Rigaer Vorstadt auf das Vorhandensein von Holzstapelplätzen in dem am Fluss gelegenen Teil dieser Vorstadt hin. Die Benennungen „Põllu tänav“ (Feldstrasse) in Vana-Pärnu bez. Ülejõe, wie

auch die „Ladu tänav“ (Speicherstrasse) im Stadtkern erläutern den landwirtschaftlichen resp. Handelscharakter dieser Stadtteile.

Inbetreff des geistigen Lebens der Stadt sei zu bemerken, dass im Mittelpunkt desselben das estnische Theater „Endla“ steht. Dieses in nordischem Stil gehaltene Gebäude liegt unweit der Station an der Rütli tänav (Ritterstrasse). Die grosse Zahl der Gesellschaften und Vereine (109 im Jahre 1924⁹⁾ spricht für ein reges geistiges und gesellschaftliches Leben. — In religiöser Beziehung ist die bedeutende Anzahl der protestantischen Sektierer auffallend; vorwiegend sind es Baptisten und Adventisten.

VIII. Statistisches.

Am 1. Januar 1924 betrug die Einwohnerzahl 20693, davon 9660 männlichen und 11033 weiblichen Geschlechts. Der Nationalität (s. Abb. 4) nach waren:

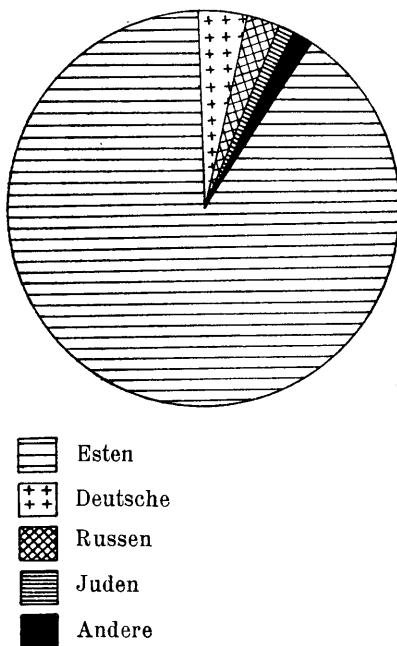


Abb. 4. Völkische Struktur von Pärnu.

9) Angaben des Polizeiamts.

Esten . .	18684
Deutsche	829
Russen . .	545
Juden . .	252
Andere . .	383

Mittelschulen gab es 6, Elementarschulen 12.

Industrielle Etablissements 77, davon grössere 8, und zwar: Schiffsbauwerften 2, Leinfabriken 1, Öl- und Ölkuchenfabriken 1, Zündholzfabriken 1, Holz- und Eisenfabriken 1, Färbereien und Spinnereien 1, Stiefelfabriken 1.

Der Handel zwischen Pärnu und dem Auslande belief sich in russ. Pud¹⁰ (s. Abb. 5):

Jahr	1919	1920	1921	1922	1923
Einfuhr	53 703	1 927	101 992	455 592	665 676
Ausfuhr	85 910	1 649 922	1 344 417	3 049 417	5 413 951
Zusammen . .	139 613	1 651 849	1 446 409	3 505 009	6 079 627

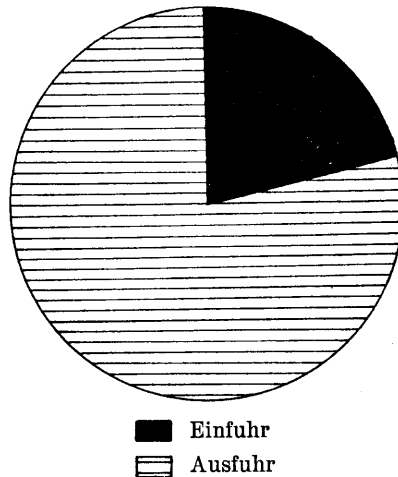


Abb. 5. Hafentätigkeit im Jahre 1923. (Die Ein- bzw. Ausfuhr bezieht sich auf den Gesamthandel mit dem In- und Auslande.)

10) 1 russ. Pud = 16,403 kg.

Die Zahlen der zwischen Pärnu und dem Auslande verkehrenden Schiffe verteilen sich folgendermassen (s. Abb. 6):

Jahr	1919	1920	1921	1922	1923
Eingelaufen .	14	45	68	94	134
Ausgelaufen .	5	40	44	89	132
Zusammen . .	19	85	112	183	266

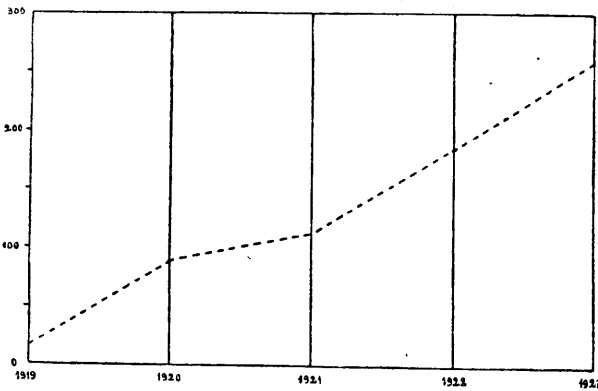


Abb. 6. Wachsen der Hafentätigkeit von 1919—1923. (Links die Zahlen der zwischen Pärnu und dem Auslande verkehrenden Schiffe.)

**ÜBER DAS VORKOMMEN VON *SIUM ERECTUM* HUDS. UND *LEMNA GIBBA* L. IN
ESTLAND UND ÜBER DEREN NORDÖSTLICHE
VERBREITUNGSGRENZEN IN EUROPA**

VON

EDM. SPOHR

TARTU (DORPAT) 1926

Druck von C. Mattiesen, Tartu (Dorpat)

Die vorliegenden Erörterungen stehn im Zusammenhang mit Untersuchungen des Verfassers über die höhere Wasservegetation Estlands und sind durch die Notwendigkeit hervorgerufen, die pflanzengeographische Bedeutung des Vorkommens von *Sium erectum* Huds. und *Lemna gibba* L. in Estland näher zu beleuchten. Damit im Zusammenhang war es geboten, den Verlauf ihrer östlichen, bzw. nordöstlichen Verbreitungsgrenzen in Europa, über die bisher nichts Näheres und Zusammenfassendes bekannt geworden, zu ermitteln und zu deuten. Zur Lösung dieser allgemeinen Aufgaben galt es für die genannten Pflanzen, insbesondere aber für *S. erectum*, folgende Fragen eingehender zu behandeln:

1. Ihre allgemeine Verbreitung und Systematik.
2. Ihr Vorkommen in Estland und in den Nachbarländern, sowie die Lage der estländischen Fundorte im europäischen Areal.
3. Ihre Verbreitung in Russland, insbesondere in bezug auf den Verlauf der nordöstlichen Verbreitungsgrenzen.
4. Die Beziehungen zwischen der nordöstlichen Verbreitungsgrenze der genannten Pflanzen und etwaigen klimatischen oder sonstigen Faktoren.

Im Nachstehenden sind nun der Gang und die Ergebnisse dieser Studien dargelegt, indem die erwähnten Fragen für jede Pflanze gesondert erörtert werden.

Als Quellen, sind, ausser eigenen in Estland angestellten Beobachtungen und der zur Verfügung gewesenen, weiter unten angeführten Literatur, noch folgende benutzt worden:

- 1) das Herbarium des Botanischen Instituts der Univ. Tartu (Dorpat), im folgenden als H. B. I. T. bezeichnet;

2) das Herbarium Kupfferi I von Prof. Dr. K. R. Kupffer¹⁾ in Riga;

3) eine briefliche Mitteilung von Prof. Dr. E. Hayrén¹⁾ in Helsingfors.

Die eigenen Beobachtungen des Verfassers werden, wie üblich, durch !!, die in Herbarien gesichteten Belegstücke durch ! gekennzeichnet.

Von weiteren Abkürzungen kommen noch folgende in Betracht: Bl. = Blüte, Fr. = Frucht, Kr. = Kreis, Ksp. = Kirchspiel.

I. *Sium erectum* Huds.

1. Allgemeine Verbreitung und Systematik.

Nach den herkömmlichen Angaben in einigen Florenwerken (wie z. B. Schmalhausen, 1895, S. 386; Schinz u. Keller, S. 263; Hegi, V, 2, S. 1218 u. a.) erstreckt sich die allgemeine Verbreitung von *Sium erectum* auf Süd- und Mitteleuropa nordwärts bis Südsandinavien, auf West- und Zentralasien, Nordamerika und Australien.

Koso-Poljanskij (S. 172—176) gelang es jedoch festzustellen, dass es sich in Nordamerika nicht um *S. erectum*, sondern um eine von ihm neu aufgestellte Art: *Sium Novae-Mexicae* K.-Pol. handelt.

Für *S. erectum* in Eurasien glaubt Koso-Poljanskij (S. 176—178) 2 verschiedene Varietäten, vielleicht sogar geographische Unterarten unterscheiden zu können²⁾:

„*Var. a. macrodon m.* [= *Sium erectum* Huds. s. str. — *Sium latifolium* var. L. Spec. pl. 1753, p. 361. — *Sium angustifolium* L. Spec. pl. 1763, p. 1672. — *Apium Sium* Crantz, Stirp. Austr. p. 215. — *Sium berula* Gouan, Fl. Monsp. p. 218. — *Sium nodiflorum* Fl. dan. t. 247. — *Berula angustifolia* Koch in Roeling, Deutsch. fl. II, p. 443.“ — etc. etc.] — „Pinnulis basi attenuatis inaequaliter et grosse serratis. serraturis paucis, magnis, vel pinnulis etiam dentatis, lobatis, laciniatis. — Hab. in Europa occidentali usque ad Volgam et Pontum. — Variat: f. *laciniatum* Parsev. Grandm., f. *gracile* Coss. et Germ.“

1) Den Herren Prof. Dr. Kupffer und Prof. Dr. Hayrén sei auch an dieser Stelle für ihr freundliches Entgegenkommen verbindlichst gedankt.

2) D. h. jedoch noch nicht endgültig: „pas encore . . . catégoriquement“ (S. 176).

Var. β stenodon m. [= *Berula angustifolia* Boiss. Fl. orient. II, p. 889 sec. spec. cit! an ex pte?] — Pinnulis basi lata arcte sessilibus regulariter minuteque serratis, nec dentatis, serraturis aequalibus numerosis, minutis, acutissimis, rigidiusculis. (Planta humilior habitu strictiore, minus ramosa, foliis minoribus, jugis saepe valde approximatis, pinnulis fere semper acutiusculis nec acuminatis). — Hab. in Oriente, an alibi?*

Ferner fand Koso-Poljanskij (S. 179), dass die *var. stenodon* durch verschiedene Übergänge nahe Beziehungen zu dem in Südafrika einheimischen *Sium Thunbergii* DC. aufweist.

Ob die von Koso-Poljanskij beschriebenen Formen tatsächlich Varietäten von gewissem systematischem Wert oder nur Standortsformen vorstellen, müssen künftige Untersuchungen endgültig entscheiden. So wäre es doch auch denkbar, dass die *var. stenodon* durch die Standortsverhältnisse des kontinentaleren und wärmeren Klimas des Südostens bedingt ist.

Standortsformen von *S. erectum* sind in der floristischen Literatur verschiedentlich beschrieben worden [vergl. Thellung in Hegi V, 2. S. 1218—1219, insbesondere die gewisse Ähnlichkeit mit *var. stenodon* K.-Pol. aufweisende *f. serratifolium* (Wimmer et Grab.) Thellung und *f. microphyllum* (Wimmer et Grab.) Thellung] und lassen sich nach dem Vorgange Glücks (S. 123—129) wie bei den meisten Sumpf- und Wasserpflanzen am zweckmässigsten als Landformen, Seichtwasserformen und untergetauchte Wasserformen unterscheiden.

Jedenfalls gehörten die in vorliegender Darstellung in Frage kommenden, vom Verfasser gesichteten Pflanzen aus Estland, Lettland, Russland und Polen, mit Ausnahme eines mangelhaften blattlosen Belegstückes aus dem Dongebiet (Nowotscherkassk), dessen Zugehörigkeit nicht näher festgestellt werden konnte, zu der *var. macrodon* K.-Pol.

Über die in Estland im Sinne Glücks beobachteten Standortsformen vergl. das entsprechende Fundortsverzeichnis auf S. 6—8.

2. *Sium erectum* in Estland, Lettland und in den Nachbarländern.

In Estland ist *S. erectum* auf der Insel Ösel (Saaremaa) nicht selten (Fundorte 5—13).

Auf dem Festlande war bisher nur ein Fundort (3) bekannt geworden. In den letztverflossenen Jahren gelang es dem Ver-

fasser 3 neue Fundorte (1, 2, 4) zu entdecken. Die Erschliessung weiterer Fundorte im Lande dürfte in Zukunft wohl sehr wahrscheinlich sein.

Obwohl Blütenbildung in Estland mancherorts beobachtet worden ist, so scheint doch eine Fruchtreife nicht von statten zu gehn. Die vegetative Vermehrung geschieht ausgiebig durch Ausläufer und durch losgerissene Adventivwurzeln treibende Sprossstücke.

Vergleicht man die Verbreitung von *S. erectum* in Estland mit derjenigen in Deutschland und berücksichtigt man dabei auch die Verbreitung von *Sium latifolium* L., so ergibt sich folgendes Bild:

Wenn in Deutschland im allgemeinen *Sium latifolium* L. zu den „selteneren“, *Sium erectum* aber zu den „gemeinen“ Pflanzen gehört (Drude, S. 144), so gilt das umgekehrte Verhältnis für das estländische Festland, wo *S. latifolium* häufig, *S. erectum* selten ist; für Ösel dagegen, wo *S. latifolium* selten zu finden ist (!), besteht somit bis zu einem gewissen Grade das für Deutschland eigentümliche Verhältnis.

In West- und Ostpreussen ist *S. erectum* stellenweise schon seltener (Ascherson u. Graebner, S. 522) und fehlt auf grossen Strecken ganz (Abromeit, S. 319).

Für Lettland sind dem Verfasser mehrere Fundortsangaben bekannt geworden (s. weiter S. 8).

Da *S. erectum* in Finnland (Mela-Cajander u. briefl. Mitteilung von Prof. Hayrén) und in den Estland benachbarten Gebieten Russlands (Ruprecht, Meinshausen, Agejenko, Andrejev, Batalin, Ispolatov, Puring) nicht vorkommt, in Skandinavien aber nur im südlichen Teil verbreitet ist (Lindman, S. 436; Blytt, S. 531), liegen die Fundorte in Estland an der Nord- bzw. Nordost-Grenze der Verbreitung dieses atlantischen Florenelements.

Fundortsverzeichnis für Estland.

Kr. Wiek (Läänemaa): 1. Ksp. Pönal (Lääne-Nigula), im Pönalschen Bach, in ungef. 2,5 km Luftlinienentfernung von der Mündung; Wassertiefe: 40–60 cm, Boden: Sand + Mudde + Steine; 10. 7. 25.!! Die Sprosse des 2–3 m

× 6 m grossen dichten Bestandes, der den grössten Teil des hier 4 m breiten Baches einnahm, gehörten sowohl der untergetauchten — *forma submersa* Glück — wie auch der Seichtwasserform (Glück, S. 124—129) an, deren 10—20 cm lange Luftsprosse vielfach Dolden in den ersten Entwicklungsstadien trugen. Vergesellschaftet war *S. erectum* hier mit folgenden Mitsiedlern: *Scirpus lacustris* — cop.₁, *Menyanthes trifoliata* — sp., *Utricularia vulgaris* — cop.₂.

Kr. Pernau (Pärnumaa): 2. Ksp. Fennern (Vändra), am rechten Ufer des Pernaufusses bei Oriküll (Orikäla), einige 8—12 cm lange, durch Primärblätter (2—3 Blättchenpaare u. ein häufig 3-lappiges Endblättchen) ausgezeichnete Jugendpflänzchen (vergl. Glück S. 124 u. 125) in einer Wassertiefe von 10—25 cm auf lehmigem Boden, eingestreut in eine *Glyceria aquatica*-Siedlung von folgender Zusammensetzung: *Glyceria aquatica* — cop.₁, *Carices* — cop.₂, *Hottonia palustris* — cop.₂, *Myriophyllum spicatum* — sp., *Sagittaria sagittifolia* — sol.; 3. 9. 25!! 3. Ksp. Torgel (Tori) (Lehmann 1896, S. 103).

Kr. Werro (Võrumaa): 4. In der Bümse (Piusa) ungef. 10 km westlich von der Station Petschur (Petseri), Wassertiefe: 50—85 cm, Boden: Sand; 4. 9. 22!! Ein sehr dichter, 1×2 m grosser Bestand, aus vornehmlich zur Seichtwasserform (s. oben) gehörenden Sprossen bestehend, mit wohlaufgeblühten und z. T. auch verblühten Dolden, bei denen die Fruchtknoten ein wenig geschwollen waren. Der ganze Bestand befand sich unter Wasser, und die obersten blütentragenden Sprosse standen 10—15 cm unter dem Wasserspiegel; es ist wohl anzunehmen, dass die vorhergegangenen Entwicklungsstadien bei einem um 20 oder 30 cm tieferen Wasserstande verlaufen sein dürften. Trotz der grossen Bestandesdichte waren hier noch folgende Mitsiedler eingestreut: *Sparganium simplex* f. *fluitans* (Godron et Grenier) Glück (S. 549—555) — cop.₁, *Helodea canadensis* — sp., *Lemna trisulea* — sp.; in nächster Nachbarschaft gediehen: *Batrachium* spec., *Potamogeton alpinus*, *Hippuris vulgaris* f. *fluvialis*, *Callitriche* spec., *Fontinalis antipyretica*.

Kr. Ösel (Saaremaa): Ksp. Kielkond (Kihelkonna): 5. Rootsiküll (Rootsiküla) (Bienert, S. 117, Skottsberg u. Vestergr., S. 34); 6. Piddul (Pidula) (Skottsberg u. Vestergr., S. 34). Ksp. Peude (Pöide): 7. Koigust (Kõiguste) (Bienert, S. 117 u. Schmidt in Lehmann 1896, S. 103). Ksp. Wolde (Valjala) und Pyha (Püha): 8. Neulöwel (Uue-Löve) und 9. 7 km nördlich davon (Skottsberg u. Vestergr., S. 34); 10. Bach bei Neulöwel und 11. im Mündungsgebiete des gen. Bachs (Herb. Kupfferi I: 1902 u. 1907. № 16391! № 22790! № 22789!); 12. zwischen Kangern (Kangruselja) und Töllist (Tölliste) (Skottsberg u. Vestergr., S. 34); 13. Metsküll (Metsküla) (stud. E. Leis 27. 7. 25, H. B. I. T. Seichtwasserform, Bl. in Knospen!).

Fundortsverzeichnis für Lettland.

1. Kr. Riga, verschiedenerorts (Müller, S. 62, ist wohl die erste zuverlässige Nachricht über das Vorkommen von *S. erectum* im ostbaltischen Gebiet überhaupt; Diercke und Buhse, S. 36; Ilster und Lehmann in Lehmann 1895, S. 381; Herb. Kupfferi I: № 26026! № 26027!).
2. Kr. Wenden, Laudohn (Schmidt in Wiedemann und Weber, S. 160).
3. Kr. Tuckum (Herb. Kupfferi I: № 26133!).
4. Kr. Bauske (ebenda: № 24151! № 24785!).

3. *Sium erectum* in Russland, Polen und Litauen und der Verlauf der nordöstlichen Verbreitungsgrenze.

In Russland umfasst das Verbreitungsgebiet von *S. erectum* die südlichen und südwestlichen Gouvernements, die Krim und Kaukasien. Über das Vorkommen in Polen und Litauen liegen, insbesondere was Polen anbetrifft, ausser allgemeinen Angaben (vergl. Pax, S. 98), Belegstücke und Fundortsaufzählungen (s. die Zusammenstellung auf S. 11) vor.

Da es sich aber im vorliegenden Fall in erster Linie um die Ermittlung der nordöstlichen Verbreitungsgrenze handelt, ist keine erschöpfende Aufzählung aller Fundorte in Russland, Polen und Litauen (die spezielle polnische und litauische Literatur ist nicht zu Rate gezogen worden) angestrebt worden, wohl aber

werden die nordöstlich gelegenen Fundorte in Russland nach den zur Verfügung stehenden Quellen möglichst vollständig berücksichtigt und kritisch behandelt. In letztgenannter Hinsicht sind von besonderer Bedeutung die Angaben bei Koso-Poljanskij (S. 177), die sich auf von ihm seinerzeit gesichtetes Herbarmaterial aus dem Botanischen Garten in Petersburg beziehen, und die Fundorte, deren Belegstücke im H. B. I. T. vom Verfasser geprüft werden konnten.

Die aus diesen Quellen sich ergebenden Fundorte sind folgende:

Bei Koso-Poljanskij (S. 177):

„Kasan, Graff! Sarepta, Becker! Claus! Wunderlich! Etiam in prov. Warsawa (Hahman!), Ljublin (Zinger!), Bessarabien (Lipsky!), Mohilew (Pabo!), Podol (Rogowicz!), Kiew (Le-witsky! Trautvetter!), Kursk (Sukatschew!), Don (Litwinow! Pabo!), Astrachan (Krasnow!)—Specimina bessarabica ad var. β proxima! Ex Europa occidentali specimina talia vidi in Serbia pr. Nissa a cl. I. Ilićlecta.“

Im H. B. I. T.:

1. „Prov. Ljublin, fl. Kurovka prope Novo - Alexandria, 21. 7. 1906, N. Zinger“, Bl. u. Fr.! — 2. „Prov. Kursk, distr. Bělgorod, 4. 9. 1900, W. Sukaczew“, Bl.! — 3. Gouv. Kiew, Kr. Tscherkasy, Gorodischtsche, 18. 8. 1900. G. A. Levitskij, Bl. u. Fr.! — 4. Gouv. Jekaterinoslaw, Datum?, von Graf, Bl.!) — 5. Nowotscherkassk, 6. 8. 1856, Hr. Pabo, Blätter fehlen, nur Bl. u. Fr.-stände vorhanden! — 6. Manjtsch, 20. 7. 1856, Hr. Pabo, Bl. u. Fr.! — 7. „Pr. Saratow, 1847, Claus, Hr. Pabo“, Blütenknospen! — 8. „Konstantinogorsk, leg. Dr. Höfft, 1844“. Fr.!

Wie aus diesen Fundorts-Aufzählungen zu ersehn ist, findet sich in beiden eine Anzahl gleichnamiger Orte und Sammler, was sich wohl darauf zurückführen lässt, dass es sich in diesen Fällen um gleiches, seinerzeit durch Schenkung oder auf dem Tauschwege (vergl. Delectus IV. S. 14 n. VIII. S. 22) verbreitetes Material handelt.

Einer besonderen kritischen Erörterung bedürfen noch die oben erwähnten östlichsten Fundorte, Saratow und Kasan, da sie ausserhalb einer sonst mehr oder weniger einheitlich in nordwestlich-südöstlicher Richtung verlaufenden Nordostgrenze liegen. Dass unter der Etikettenaufschrift „Pr. Saratow“ im H. B. I. T. nicht die Stadt oder deren nächste Umgebung („Pr.“ = prope), sondern

1) Bei Beketov (S. 84), der seinerzeit das von Graf gesammelte Material benutzt hat, findet sich eine genauere Fundortsangabe, und zwar für den Kreis Mariupol.

das Gouvernement (= Provinz) Saratow (das sich längs der Wolga in nordsüdlicher Richtung über 500 km lang erstreckt), und zwar dessen südlicher Teil bei Sarepta, zu verstehn ist, ergibt sich aus folgendem: Claus — der Gewährsmann selbst — führt (S. 33, vergl. auch S. 233) unter den Umbelliferen, die nur bei Sarepta und sonst „weder in der Steppe, noch in anderen Localitäten angetroffen werden“, auch „*Berula angustifolia* Koch“ an, und bei Koso-Poljanskij (S. 117) wird unter anderen ebenfalls Claus als Sammler für Sarepta genannt. Und schliesslich wird *S. erectum* in den neueren eingehenden botanischen Untersuchungen des Saratowschen Kreises (Keller, S. 114—115; Petrov, S. 60—62) überhaupt nicht erwähnt.

Für Kasan steht bei Koso-Poljanskij (S. 117) als Gewährsmann Graff (Graf). Doch liess sich aus dem zur Verfügung stehenden Quellenmaterial nichts diesen Fundort Bestätigendes erbringen. Im Gegenteil, in dem anerkannt gediegenen Werk von Koržinskij, in dem auch das Gouvernement Kasan berücksichtigt ist, wird *S. erectum* überhaupt nicht behandelt. Fernerhin ist es bekannt, dass Graf im Gouv. Jekaterinoslaw jahrelang botanisirt hat (Beketov, S. 2), wo er unter anderem auch *S. erectum* sammelte (s. oben), und dass seine Etikettierung nicht immer zuverlässig gewesen ist (freundlichst von Herrn Th. Nenjukov mitgeteilt). Berücksichtigt man dabei noch die grosse Unwahrscheinlichkeit eines so weit nordostwärts liegenden Vorpostens, so ist es wohl sehr naheliegend, hier eine Verwechslung oder ein Versehen anzunehmen und die Fundortsangabe für Kasan als irrtümlich zu deuten.

Ausser den oben angeführten Fundorten bei Koso-Poljanskij und denjenigen im H. B. I. T., finden sich noch weitere Angaben in den verschiedenen Florenwerken, aus denen zwecks besserer Übersicht die für Russland, Polen und Litauen in Frage kommenden Fundortsangaben in nachstehender tabellarischer Anordnung zusammengestellt worden sind. Die Ortsbezeichnungen beziehen sich in der Mehrzahl der Fälle auf Gouvernements, dann aber auch auf Gebiete und Länder des ehemaligen russischen Reiches, also auf Fundorte ausgedehnterer Umgebung.

In dieser Zusammenstellung werden die den Fundortsangaben im gegebenen Werk zu Grunde liegenden verschiedenen Quellen, sowie die Bewertung der Angaben durch folgende Zeichen unterschieden:

- : Literaturangaben.
- | : vom betreffenden Verfasser gesichtetes Herbarmaterial.
- || : vom betreffenden Verfasser selbst gesammelte, bzw. beobachtete Pflanzen.
- + : Literaturangaben und vom betreffenden Verfasser gesichtetes Herbarmaterial.
- ! : vom Verfasser vorliegender Schrift gesichtetes Herbarmaterial.
- (—) : in späteren Zeiten nicht mehr gefunden, bzw. nicht mehr bestätigt worden.
- : das Fehlen ist bestätigt oder erwiesen.
- × : sicheres, nach den vorliegenden Quellen nachgewiesenes Vorkommen.

Fundorte:	Quellen :									
	Ledebour 1844—46	Zinger 1885	Schmalhau- sen 1886	Lehmann 1895—96	Schmalhau- sen 1895	Pačoskij 1897	Zeleneckij 1906	Koso-Po- ljanskij 1915	Majevskij 1917	Herb. I. B. T.
Litauen	—									
Wilna . . . . .			—	|						×
Grodno . . . . .				|						×
Warschau . . . . .	—			|						×
Lomsha . . . . .				|						×
Lublin										×
Mohilew . . . . .			|	|						×
Wohynien . . . . .	|		==							×
Kiew . . . . .	|		==	|					!	×
Podolien . . . . .	|		==		||				!	×
Bessarabien					—					×
Moskau . . . . .		(|)				(|)		(|)		○
Tula . . . . .		(|)				(|)		(|)		○
Rjasan . . . . .		(|)				(|)		(|)		○
Orel . . . . .		(|)				(|)		(|)		○
Tambow . . . . .		(|)				(|)		(|)		○
Kursk . . . . .			|		|	|			!	×
Charkow . . . . .			|		|	|			!	×
Jekaterinoslaw . . . . .	|		|		—				!	×
Don . . . . .			|		—				!	×
Cherson					—				!	×
Krim . . . . .					—	||			!	×
Kasan									!	×
Saratow (Sarepta) . . . . .		+	—		|	|		|	!	×
Astrachan . . . . .					|	|			!	×
Kaukasien . . . . .	+				|	|			!	×

Sium erectum in Russland, Polen und Litauen.

Wie aus dieser Zusammenstellung zu ersehn ist, finden sich, ausser den schon oben behandelten fraglichen Angaben für Saratow und Kasan, noch weitere 5 später nicht bestätigte, bzw.

zweifelhafte Fundortsangaben, und zwar für die Gouvernements Moskau, Tula, Rjasan, Orel und Tambow.

Das Fehlen von *S. erectum* in Moskau wird schon bei Kaufman (S. 201) ausdrücklich hervorgehoben, und in der zuletzt erschienenen vortrefflichen Flora von Syrejščikov wird dieser Umbellifere überhaupt nicht Erwähnung getan.

Für Tula weist Rosen (S. 76) darauf hin, dass *S. erectum* in letzter Zeit nirgends gefunden worden ist.

Für Rjasan, Orel und Tambow liessen sich aus den vorhandenen Quellen keine direkten Hinweise über das Fehlen von *S. erectum* ermitteln. Doch stammen die genannten Fundortsangaben, wie auch die eben erwähnten nicht bestätigten für Tula, von einem älteren Gewährsmann, Semenov, her, dessen Angaben ebenso für verschiedene andere Pflanzen keine Bestätigung gefunden haben (Alechin, S. 303). Ferner hält auch Litvinov (Majevskij, S. 239) die Angaben für die 5 oben genannten Gouvernements für „zweifellos irrtümlich.“

Es dürfte daher das Vorkommen von *S. erectum* in Rjasan, Orel und Tambow sehr unwahrscheinlich sein.

Für den Verlauf der nordöstlichen Verbreitungsgrenze von *S. erectum* kommen somit aus dem oben Dargelegten nächst Estland folgende mit Sicherheit nachweisbare, im europäischen Verbreitungsgebiet die nordöstlichste Lage einnehmende Gouvernements, bzw. Orte in Russland in Betracht:

Gouv. Mohilew (nähere Fundortsbezeichnung nicht bekannt) (Pačoskij 1897, S. 224);

Gouv. Kursk, Kr. Belgorod (H. I. B. T.), ausserdem auch im Kr. Korotscha (nach Lindemann und Avgustinovič in Maljčev, S. 113);

Sarepta (s. oben S. 11 u. H. I. B. T).

4. Die nordöstliche Verbreitungsgrenze von *Sium erectum* und ihre Beziehungen zu klimatischen Faktoren.

Versucht man die Verbindungslinie der nordöstlichsten Fundorte in Estland, Mohilew, Kursk und Sarepta als Verbreitungsgrenze von *S. erectum* in Beziehung zu irgendwelchen Faktoren zu bringen, so findet man, dass der Verlauf

dieser leicht geschwungenen Grenzlinie in allgemeiner NW-SO-Richtung mehr oder weniger dem Verlauf der Isochimene von -5°C (s. Leunis, Fig. 663) entspricht mit dem Unterschiede, dass letztere sich ein wenig südlich von Sarepta hinzieht.

Ferner ist ein gewisser Zusammenhang unverkennbar zwischen den erwähnten nordöstlichsten Fundorten und denjenigen beiden Linien, die die Orte verbinden, welche eine unter 0° gelegene mittlere Lufttemperatur während 130, bzw. 140 Tage im Jahr aufweisen (Klimatolog. Atlas № 82, s. weiter unten die Karte auf S. 18). Eine geringe Abweichung tritt dabei nur im südöstlichen Teil zu Tage, wo die Linie mit 130 Tagen etwas nördlicher von Sarepta gelegen ist.

Somit stellt die ermittelte nordöstliche Verbreitungsgrenze von *S. erectum* eine Vegetationslinie (Grisebach S. 139; Drude, S. 103) dar, indem sie mit den oben erwähnten Temperaturlinien mehr oder weniger übereinstimmend verläuft.

Zur weiteren Beurteilung des Wärmebedürfnisses von *S. erectum* muss folgendes berücksichtigt werden.

Die von *S. erectum* bevorzugten Standorte in Europa zeichnen sich gewöhnlich vor allem durch quelliges oder fließendes Wasser aus und gehören also zu den kühleren Wasserstandsarten. Andererseits weist die allgemeine südliche und westliche Verbreitung darauf hin, dass zum Gedeihen von *S. erectum* diese relativ „kühlere“ Temperatur ein gewisses Minimum nicht überschreiten darf.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, ist es angebracht, auf die beachtenswerten Beobachtungen von Kerner (nach Drude 1902, S. 256—257) hinzuweisen, die die eben aufgestellten Voraussetzungen in zahlenmässiger Fassung bis zu einem gewissen Grade bestätigen.

Kerner wurde darauf aufmerksam, „dass die das Rinnsal der Quellen umgebenden Pflanzen sich zu bestimmten Gruppen verbanden, die, wenn die mittlere Temperatur mehrerer Quellen nahezu dieselbe war, sich immer wiederholten, so dass „er“ bald im Stande war, namentlich in den Kalkalpen, deren Quellen in den verschiedenen Jahreszeiten nur geringen Schwankungen unterliegende Temperatur zeigen, schon im Vorhinein aus der das Rinnsal der

Quelle einsäumenden Vegetation die Temperatur der Quelle beiläufig anzugeben“. Und zwar gibt Kerner dann folgende Gruppeneinteilung:

- „1. Wärmegrenze bis 6,6° C. *Ranunculus aconitifolius*, *Epilobium origanifolium* usw.
2. „ „ 8,2° C. *Montia fontana*, *Stellaria uliginosa*, *Geum rivale*.
3. „ „ 9,5° C. *Senecio crispatus*, *Crepis paludosa*.
4. „ „ 9,8° C. *Epilobium hirsutum*, *Veronica beccabunga*, *Mentha silvestris*.
5. „ „ 10,5° C. *Sium angustifolium*, *Glyceria aquatica*, *Cardamine amara*.
6. „ „ 11° C. *Potamogeton densus*, *Callitriche verna*, *Lemna trisulca*.“

Ferner werden die Temperaturamplituden für folgende Pflanzen angegeben:

„ <i>Phragmites</i> 9,2° C.	} bis 11° C und darüber hinaus.	<i>Caltha palustris</i>	5 bis 10,7° C.
<i>Typha lat.</i> , ebenso.		<i>Cardamine amara</i>	6,6 „ 10,7° C.
<i>Potamogeton densus</i> 9,8° C.		<i>Glyceria aquatica</i>	7,2 „ 10,4° C.
<i>Callitriche verna</i> , ebenso.		<i>Sium angustifolium</i>	8,6 „ 10,3° C.
<i>Lemna trisulca</i> 10,3.		<i>Veronica 2 spec.</i>	6,7 „ 9,6° C.
		<i>Montia fontana</i>	} 6,5 „ 8,2° C.
	<i>Stellaria uliginosa</i>		
	<i>Epilobium origanifolium</i>	} 5,4 „ 6,6° C.“	
	<i>Ranunculus aconitifolius</i>		

Aus diesen Beobachtungen Kerners ist zu ersehen, wie das Wärmebedürfnis von *S. erectum* in den Kalkalpen zahlenmässig zum Ausdruck gebracht werden kann, indem man berücksichtigt, dass *S. erectum* unter den angeführten Quellenpflanzen mit seiner oberen Wärmegrenze bis 10,5°, bzw. 10,3° an zweithöchster Stelle steht, mit seiner bis zu einem gewissen Grade geringeren Temperaturamplitude von 8,6°—10,3° eine mittlere Stellung einnimmt und somit also zu den wärmebedürftigeren Quellenpflanzen gehört.

Diese in den Quellen der Kalkalpen beobachteten Temperaturgrenzen für *S. erectum*, sowie die oben erörterte Annäherung der nordöstlichen Verbreitungsgrenze an den Verlauf gewisser Temperaturlinien liefern eine positive Grundlage, an die weitere Beobachtungen über die Verbreitung und das Wärmebedürfnis dieser Wasser- und Sumpfbumellifere anknüpfen können.

II. *Lemna gibba* L.

Allgemeine Verbreitung: Europa (bis etwa 60° nördl. Breite), Vorderasien, Afrika, Kanaren, Amerika, Australien (Hegi II, S. 141).

1. *Lemna gibba* in Estland, Lettland und in den Nachbarländern.

Von den im ganzen ostbaltischen Gebiet gedeihenden 4 Wasserlinsen-Arten (*Lemna minor*, *L. trisulca*, *L. gibba* und *L. polyrrhiza*) ist *Lemna gibba* in Estland nur an wenigen Orten, und auffallenderweise immer mehr oder weniger im Schutze, bzw. in der Umgebung menschlicher Siedelungen gefunden worden (Fundorte 1—5). Ebenso liegen auch für Lettland nur etliche Fundortsangaben vor (Fundorte 1—3).

Über das Blühen von *L. gibba* im ostbaltischen Gebiet liegen keine Beobachtungen vor, im Gegensatz zu *L. minor* und *L. trisulca*, die der Verfasser in Estland verschiedenerorts und wiederholt blühend angetroffen hat (Spohr S. 1—2).

In Deutschland und in der Schweiz kommt *L. gibba* „selten“ als die übrigen Wasserlinsen-Arten vor (Koch, S. 2413), und ist im nordostdeutschen Flachlande „an der Ostsee anscheinend häufiger“ (Ascherson und Graebner, S. 171).

Da *L. gibba* in den östlich von Estland gelegenen Nachbargebieten Russlands fehlt (Ruprecht, Meinshausen, Puring, Andrejev, Ispolatov) und in Finnland nur auf den drei südlichsten Ålandsinseln (briefl. Mitteilung von Prof. Hayrén) gefunden worden ist, erreicht auch dieses westliche Florenelement in Estland die Nordostgrenze seiner Verbreitung.

Fundortsverzeichnis.

Estland.

- Kr. Harrien (Harjumaa): 1. Reval (Tallinn): a) in Gräben bei der Simeon-Kirche (Wiedemann in Russow, S. 98, vergl. auch Schmidt, S. 95); b) Teich in Katharinental 28. 9. 1925!!
- Kr. Wierland (Virumaa): 2. Ksp. Maholm (Viru-Nigula), Oehrten (Ulvi) (Russow in Lehmann 1896. S. 51).
- Kr. Pernau (Pärnu): 3. Pernau (Pärnu), versch. Teiche im Weichbilde der Stadt und im Winterhafen 1907!! 1918!! 1925!!
- Kr. Dorpat (Tartu): 4. Bei Dorpat (Tartu) (Bienert in Glehn, S. 75).
- Kr. Ösel (Saaremaa): 5. Arensburg (Kuresaar) (Skottsberg u. Vestergren, S. 75).

Lettländ.

1. Kr. Riga: Riga und Umgegend (a. Heugel in Diercke u. Buchse, S. 53; b. Lucas, S. 183; c. Herb. Kupferi I. №№ 1094! 25475!).
2. Kr. Mitau: Drixe-Fluss (Lehnert in Bunge Flora exsicc. v. Est-, Liv- u. Kurland № 742!).

2. *Lemna gibba* in Russland, Polen und Litauen und ihre nord-östlichste Verbreitungsgrenze.

Zu den in der Literatur vorliegenden Fundortsangaben für Russland, Polen und Litauen, die vom selben Leitgedanken aus und in gleicher Weise, wie es oben für *Sium erectum* geschehn ist, in nachstehender Übersicht zusammengestellt worden sind, kommen noch folgende 2 Fundorte aus dem H. B. I. T. hinzu:

1. Kiew, Obolonj, 10. 6. 1905. V. A. Izmailjskij!
2. Poltawa, Kobeljaki, 12. 7. 1908. N. Zinger. Bl.!

Fundorte:	Quellen:								
	Ledebour 1853	Zinger 1885	Lehmann 1895	Schmalhaus- sen 1897	Pačoskij 1900	Pačoskij 1914	Majevskij 1917	Herb. I. B. T.	
Litauen	—		—						×
Grodno			—						×
Witebsk			—						×
Minsk			—						×
Tschernigow				—					×
Kiew								!	×
Poltawa								!	×
Jařoslaw		—					?		?
Moskau	—	—					?		○
Rjasan		—					?		?
Orel		—					?		?
Tambow		—					?		?
Kursk									×
Don									×
Cherson									×
Kasan				—		(—)			○
Simbirsk		—					?		?
Saratow (Sarepta)		—					—		×
Kaukasien	—			—					×

***Lemna gibba* in Russland, Polen und Litauen.**

(? = Vorkommen fraglich, die Bedeutung der übrigen Zeichen s. oben S. 11.)

Von den zweifelhaften Fundortsangaben in der obigen Zusammenstellung haben diejenigen für Moskau (vergl. Kaufman, S. 632 und Syrejščikov) und Kasan (nach Veesenmeyer vergl. Koržinskij, S. 398 und Pačoskij 1914, S. 366) keine Bestätigung gefunden.

Die Angaben für Rjasan, Orel und Tambow beziehen sich wie bei *Sium erectum* auf den nicht zuverlässigen (s. oben S. 12) Gewährsmann Semenov und dürften gleichfalls zum mindesten fraglich sein, wie es ja auch bei Majevskij (S. 597) durch die entsprechenden Fragezeichen zum Ausdruck gebracht wird. Ebenso zweifelhaft und wenig glaubwürdig (? bei Majevskij, S. 597) sind die Angaben für Jaroslaw (aus dem Herb. Semenov) und Simbirsk (nach Veesenmeyer, S. 104, dessen Angaben für Kasan, wie oben erwähnt, nicht bestätigt worden sind).

Für Saratow beziehen sich die Angaben auf Sarepta (vergl. Becker, S. 37).

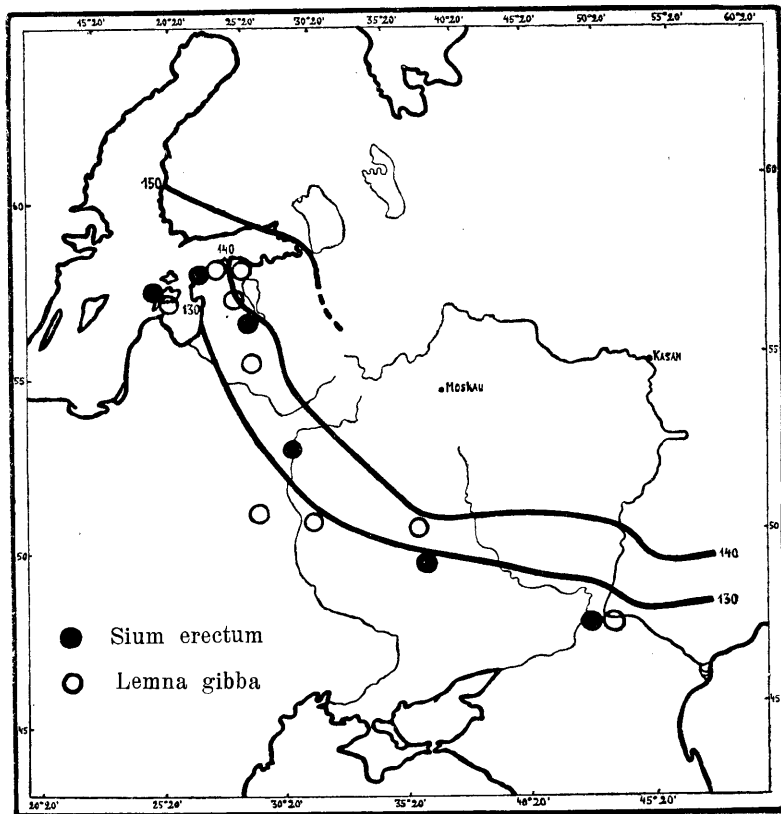
Somit erstreckt sich die Verbreitung von *L. gibba* in Russland auf den südlichen und südwestlichen Teil, und die nordöstlichsten, nach den vorliegenden Quellen mit Sicherheit nachweisbaren Gouvernements, bzw. Fundorte, sind somit folgende:

- Gouv. Witebsk, Kr. Ludsen (Ljuzin), Malnowo (Lehmann, 1895, S. 197);
- „ Minsk, Kr. Mosyr, Turow (Pačoskij 1900, S. 22; 1914, S. 366);
- „ Tschernigow, Kr. Gorodnja, Ljubetsch (ebenda);
- „ Kursk (ohne nähere Fundortsbezeichnung) (Pačoskij 1914, S. 366);
- „ Sarepta (Becker, S. 71).

Doch muss bei der Ermittlung der Verbreitungsgrenze von *L. gibba* berücksichtigt werden, dass ihr, wie den Wasserlinsen überhaupt, gewöhnlich wenig Beachtung zuteil wird und daher ihr Vorkommen an dem einen oder anderen Ort übersehen sein dürfte.

Immerhin ist es sehr bemerkenswert, dass die vorliegenden nordöstlichsten Fundorte von *L. gibba* in nächster Nachbarschaft der oben festgestellten nordöstlichsten Verbreitungsgrenze von *Sium erectum*

tum liegen und damit auch gewisse Beziehungen zu den erwähnten Temperaturlinien aufweisen.



Die nordöstlichsten Fundorte von *Sium erectum* u. *Lemna gibba* u. Isolinien mit einer mittleren Lufttemperatur unter 0° während 130, 140 u. 150 Tage im Jahr.

Zusammenfassung.

Sium erectum und *Lemna gibba* — zwei atlantische, bzw. westliche Florenelemente, deren Nordgrenze in Südsandinavien etwa bei 60° nördl. Breite verläuft — erreichen in Estland die Nordostgrenze ihrer Verbreitung.

Diese, insbesondere für *S. erectum* festgestellte Nordostgrenze, in deren nächster Nachbarschaft auch die bisher mit Sicherheit bekannt gewordenen nordöstlichsten Fundorte von *L. gibba* liegen, erstreckt sich von Estland bis zum Unterlauf der Wolga (bei Sarepta) in allgemeiner NW-SO-Richtung und stellt eine Vegetationslinie dar, indem sie mehr oder weniger mit folgenden Temperaturlinien übereinstimmt:

- 1) mit der Isochimene von — 5° und
- 2) mit denjenigen zwei Linien, die die Orte verbinden, welche eine unter 0° gelegene mittlere Lufttemperatur während 130 und 140 Tage im Jahr aufweisen.

Botanischer Garten der Univ.
Tartu (Dorpat). III 1926.

Literatur.

- A b r o m e i t, J. Flora v. Ost- u. Westpreussen. Berlin 1898—1903.
- A g e j e n k o, V. N. Kratkoje predvariteljnoje soobščeniye ob izslédovanii flory Pskovskago ujezda. Trudy S.-Peterburgskago O-va Jestestvoispytat. **15**, 1. 1884. Protokoly.
- K florě Pskovskago ujezda. Ebenda. **27**, 1. 1896.
- A l e c h i n, V. Poslédnija 30 lét v izslédovanii Tambovskoj flory. Rec. d'articles scientif. dédié au prof. Clément Timiriazeff par ses élèves à l'occas. du 70 anniv. de sa naiss. Moskau 1916. S. 233—306.
- A n d r e j e v, V. Spisok važnějšich rastenij najdennyh v Pskovskom ujezdě v 1907—1911 gg. Acta Horti Botan. Jurjevensis. **13**. 1912. S. 190—192.
- A n d r e j e v, V. u. I s p o l a t o v, E. Dopolnenija k florě Pskovskoj gub. za vremja s 1899 g. po 1907 g. Ebenda. **9**. 1908 (1909). S. 154—160.
- A s c h e r s o n, P. u. G r a e b n e r, P. Flora des Nordostdeutschen Flachlandes. Berlin 1898—99.
- B a t a l i n, A. F. Materialy dlja flory Pskovskoj gub. Acta Horti Petropolitani. **8**, 3. 1884. S. 593—638.
- Dobavlenija k florě Pskovskoj gub. Ebenda. **10**, 2. 1888. S. 439—456.
- Dopolnenije k florě Pskovskoj gub. Trudy S.-Peterburgskago O-va Jestestvoispytat. **25**. Protokoly.
- Novoje dopolnenije k florě Pskovskoj gub. Ebenda. **28**. Protokoly.
- B e c k e r, A. Verzeichnis der um Sarepta wildwachsenden Pflanzen. Bull. de la Soc. des Naturalistes de Moscou. **31**, 1. 1858.
- B e k e t o v, A. O Jekaterinoslavskoj florě. Scripta Botanica Horti Univ. Petropolitanae. **1**. 1886. S. 1—166.
- B i e n e r t, Th. Reisebericht. Sitzungsber. d. Naturf.- Ges. zu Dorpat. **2**. 1864. S. 117—118.
- B l y t t, A. Haandbog i Norges flora. Kristiania 1906.
- C l a u s, C. Lokalfloren der Wolgagegend. Beitr. zur Pflanzenkunde d. Russ. Reiches. **8**. St. Petersburg 1851.
- Delectus plantarum exsiccatarum quas permutationi offert Hortus Botan. Univ. Jurjevensis. **4**, 1901; **8**.
- D i e r c k e, C. u. B u h s e, F. Verzeichnis der in der Umgebung Riga's beobachteten Phanerogamen. Denkschrift Naturf. Ver. Riga. 1870. S. 19—68.
- D r u d e, O. Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890.
- Deutschlands Pflanzengeographie. Stuttgart 1896.
- Der Hercynische Florenbezirk. (Die Vegetation der Erde **6**). Leipzig 1902.

- Glehn, P. v. Flora der Umgebung Dorpats. Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands. II Ser. 2. 1860. S. 489—574.
- Glück, H. Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. T. III. Jena 1911.
- Grisebach, A. Über die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands. Gesammelte Abhandlungen. Leipzig 1880. S. 137—216.
- Hegi, G. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. München. 2 u. 5, 2; Lief. 10—12.
- Ispolatov, E. J. Novyja městonachoždenija někotorych rastenij v Pskovskoj gub. Trudy S.-Peterburgskago O-va Jestestvoispytat. 28. 3. 1898. S. 270—272.
- Botaniko-geografičeskija izslėdovanija v Pskovskoj gub. za lėto 1898 g. Ebenda. 29, 3. 1899. S. 226—236.
- Novyja svėdėnija o florė Pskovskoj gub. Trudy Tiflisskago Botan. Sada. 12, 2. Jurjev 1913. S. 89—97.
- Kaufman, N. Moskovskaja flora. II Aufl. Moskau 1889.
- Keller, B. Botaniko-geograf. izslėdovanija v Saratovskoj gub. Trudy Ob-va Jestestvoispytat. pri Kazanskom Univ. 34, 4. Kasan 1901.
- Klimatologičeskij atlas Rossijskoj imperii. Izd. Nikolajevskoj Glavn. Fizičesk. Observatorii. St. Petersburg 1900.
- Koch, W. D. J. Synopsis der Deutschen u. Schweizer Flora. III Aufl. herausgegeben v. Hallier, E. Leipzig 1892—1907.
- Korinskij, S. Tentamen florae Rossiae orientalis. Mém. de l'Académie Imp. des sc. de St.-Petersbourg. VIII sér. 7, 1. St. Petersburg 1898.
- Koso-Poljanskij, B. Observations sur le genre *Sium* L. sensu DC. Bull. de la Soc. des Naturalistes de Moscou. Nouv. sér. 28. 1915. S. 170—186.
- Ledebour, C. F. Flora rossica. II, IV. Stuttgart 1844—46, 1853.
- Lehmann, E. Flora von Polnisch-Livland und Nachtrag. Archiv f. d. Naturk. Liv-, Est- u. Kurlands. II Ser. 11. 1, 2. Dorpat 1895, 1896.
- Leunis, J. Synopsis der drei Naturreiche. II T. Botanik. I. III Aufl. bearb. v. Frank, A. B. Hannover 1833.
- Lindman, C. A. M. Svensk Fanerogamflora. Stockholm 1918.
- Lucas, C. Verzeichnis der um Hinzenberg wachsenden Pflanzen. Korr.-Bl. Naturf.-Ver. Riga. 12. 1862. S. 161—186.
- Majevskij, P. Flora Srednej Rossii. V Aufl. bearb. v. Litvinov, D. Moskau 1917.
- Maljčev, A. J. Očerk rastiteljnosti Koročanskago u. Kurskoj gub. Sitzungsber. Naturf. Ges. bei d. Univ. Dorpat. 16, 1 u. 2. 1907.
- Meinshausen, K. Fr. Flora ingrca. St. Petersburg 1878.
- Melan, A. J. — Cajander, A. K. Suomen kasvio. Helsingfors 1906.
- Müller, C. J. G. Beitrag zur Flora von Livland. Korr. Bl. Naturf.-Ver. Riga. 1. 1846. S. 61—62.
- Pačoskij, J. Flora Polėsija i priležaščich městnostej. I. Trudy S.-Peterburgskago Ob-va Jestestvoispytat. 27, 2; 30, 3. St. Petersburg 1897, 1900.
- Chersonskaja flora. I. Novorossijskoje Ob-vo Jestestvoispyt. Cherson 1914.
- Pax, F. Pflanzengeographie von Polen (Kongress-Polen). Berlin 1918.

Petrov, S. Rastitel'nost'j Atkarskago i južnoj časti Saratovskago ujěždov Saratovskoj gub. Materialy k poznaniju fauny i flory Rossijskoj imperii. Otd. botan. 5. Moskau 1905.

Puring, N. Očerk rastitel'nosti zapadnoj časti Pskovskoj gub. Trudy S.-Peterburgskago Ob-va Jestestvoispytat. 28, 3. 1898. S. 1—222.

— Izslědovanie flory Pskovskoj gub. za 1899 i 1900 g. Ebenda. 30, 3. 1900. S. 261—291.

Rosen, V. V. Spisok rastenij, najdennych v Tuljskoj gubernii do 1916 goda. Izvěstija Tuljskago Ob-va Ljubitelej Jestestvoznanija. 4. 1916.

Ruprecht, F. J. Flora ingrca. I. Petropoli 1860.

Russov, E. Flora der Umgebung Revals. Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands. II Ser. 3. 1862. S. 1—120.

Schinz, H. u. Keller, R. Flora der Schweiz. II T.: Kritische Flora. III Aufl. Zürich 1914.

Schmalhausen, I. Flora jugozapadnoj Rossii. Kiew 1886.

— Flora srednej i južnoj Rossii. Kiew. I, 1895; II, 1897.

Schmidt, Fr. Flora des silurischen Bodens von Estland, Nord-Livland u. Ösel. Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands. II Ser. 1. S. 149—260. 1855.

Skottsberg, C. u. Vestergrén, T. Zur Kenntnis der Vegetation der Insel Ösel. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. 27. 3. № 7. Stockholm 1901.

Spo hr, E. Někotorija dannija o cvětenii rjasok. Trudy Kostromsk. Naučnago Ob-va po izuč. městn. kraja. 4. Kostroma 1915.

Syrejščikov, D. P. Illjustrirovannaja flora Moskovskoj gub. I—IV. Moskau 1906—1914.

Veesenmeyer, G. Über die Vegetationsverhältnisse an der mittleren Wolga. Beitr. zur Pflanzenkunde des Russ. Reiches. 9. St. Petersburg 1854. S. 41—116.

Wiedemann, F. J. u. Weber, E. Beschreibung der phanerogamischen Gewächse Est-, Liv- u. Kurlands. Reval 1852.

Zeleneckij, N. Prodrumus floriae Tauriae. Odessa 1906.

Zinger, V. J. Sbornik sv'děnij o florě Srednej Rossii. Moskau 1885.

Eingegangen am 15. April 1926.

ON NEW PRECISION-SEISMOGRAPHS

BY

J. WILIP

PROFESSOR ORDINARIUS OF PHYSICS IN THE UNIVERSITY OF TARTU (DORPAT)

TARTU-DORPAT 1926

C. Mattiesen, Tartu-Dorpat.

Introduction.

In the present paper a description of a new kind of Seismograph is given which is specially designed to produce greater precision and reliability than has so far been obtained. Modern seismometry lays great stress on the instrumental side of seismology, whereas in former times the principal research consisted in determining as accurately as possible the single moment of occurrence of the various phases.

Since the time of Prince B. Galitzin the aim of seismometry has been considerably enlarged. It has become possible to calculate the geographical co-ordinates of the epicentre of an earth-quake from the data of a single seismic station. If occasionally deviations occur, they may very often be caused by the inaccuracy of the time-distance relation, which may even be different for each centre.

A second important object of research for which Prince B. Galitzin has laid a sure foundation, is the determination of the angle of emergence of the seismic rays for all groups of longitudinal waves. From such determinations can be drawn conclusions as to the stratifications in greater depths below the crust of the earth.

Both these aims of seismometry demand a very exact mensuration of the three components of dislocation of the earth-surface at the locality of observation. Whereas the measurement of the moments of occurrence themselves depends on the sharpness of the commencements of the signals and the uniform motion of the registering apparatus, this task is facilitated very considerably by the choice of Seismographs which possess the same inherent period, the same amount of damping and the same degree of sensitiveness.

Some Notes on Seismic Registrations.

As to the sensitiveness of Seismographs, the purely mechanical registration method depends on the size of the pendulum weight, in so far as for counteracting the friction the pendulum weight must be made large when greater sensitiveness is required.

The optical registration method is not subject to this drawback, but it requires fairly long optical levers, which presuppose strong and expensive sources of light.

Combinations of mechanical and optical levers allow all desired degrees of magnification, as has lately been accomplished by Prof. Wiechert with his highly interesting Million-Seismograph. The mechanical and the optical registration methods, however, both evince a considerable drawback in their application. They presuppose a room of absolutely constant temperature. If this condition is not fulfilled, the zero-position of the Seismograph fluctuates, so that with great sensitiveness the lines of the registration-drum cross. This circumstance gives an unsightly appearance to the registrations and their utilization is thereby often rendered difficult. These criticisms do not apply to the galvanometric registration method.

An aperiodic galvanometer of the Deprez-d'Arsonval system possesses an undeviating position of rest which, if not disturbed by currents from the earth, will remain motionless for years. The infinitesimally small fluctuations of the zero-position of the pendulum are imperceptible, for which reason the distances between the lines on the registration-drum remain unaltered.

This circumstance is a very important advantage of this registration method. A second, which is of equal importance in many places, is the following. If it is desired to dispose of a very high sensitiveness for the periods of longitudinal waves, as is required in the determination of the geographical co-ordinates of the epicentre and the angle of emergence, the galvanometric method is the one which is indifferent to very short wave-periods ($< 1^0$).

It is very rarely possible to find a place for a seismic station which is altogether free from artificial disturbances. The working of engines, the movement of vehicles etc. produce effects at a distance of many kilometres, causing short periodical movements

which are recorded above the seismic registrations and which give a finely serrated character to the line. On account of the above mentioned peculiarity of the method, these serrations are very insignificant in the galvanometric registration and present no hindrance to the measuring of amplitudes and exact moments of occurrence. The most popular and obvious advantage of this method is of course this, that the registration may be accomplished in a different room from that in which the pendulum is placed, and removed from it as far as may be desired.

The objection, which is sometimes raised, that in the case of disturbances the galvanometer-coil, which represents a short pendulum, will oscillate in its own period, need not be considered in the case of registrations of distant earthquakes. The galvanometer-coil is a bifilar one or, which comes to the same thing, it is suspended by a little ribbon and only might possibly be seriously disturbed by action, if there is resonance and if the supporting parts should be subjected to regular disturbances within the period of the suspension of the galvanometer-coil, as is to be noticed sometimes in towns, in buildings affected by noisy traffic.

The question now arises what kind of suspension would be the most advantageous in the case of horizontal pendulums, the motions of which are to be registered by means of a galvanometer.

Prince B. Galitzin introduced the suspension method of Zöllner which has now been adopted in many seismic stations. This suspension is no doubt preferable to all point-suspensions, because the points are liable to become blunt under the action of large pendulum-weights and thus to render it impossible to obtain an incontestable registration. The suspension of Zöllner is free from this defect and in addition to this possesses a very weak mechanical damping, so that at the limit of aperiodicity the magnetic damping exerts its full effect. But it is a drawback which may not be neglected, that the suspension-wires are too long and elastic, in consequence of which the mobile system may execute not only revolving movements, but also parallel dislocations.

The supporting pivot which Prince B. Galitzin recommends is probably intended to render these displacements harmless, but thereby the oscillating system becomes "rather imperfect mechanically."

Even supposing that no serious apprehensions need be enter-

tained on this account, yet there is another circumstance which might be much more dangerous: this suspension-method makes it necessary to give the apparatus itself a fairly elongated shape. This might lead to the result that the whole construction executes sympathetic movements which would introduce ambiguous elements into the registration. The experiments carried out at Pulkovo with a heavy steel-bell, which in an air-tight chamber contained a pendulum suspended by the Zöllner-method, have proved that the so-called micro-seismic motions of the second order were not absent on windy days.

One might have thought that all these remaining motions illustrate real motions of the soil. But experiments with artificial air blasts in the room itself gave the peculiar result¹⁾ that in the case of variations of atmospheric pressure and slight air currents the steel-bell, which was placed on 3 adjustable screws, started to rock, which may have occurred in this manner that the points of the screws were deforming the plates of the pedestal. It is therefore of little use to cause a pendulum to register in an airtight room, and this is also a rather complicated problem, because to render such a chamber absolutely airtight at atmospheric pressure is very difficult. Besides the chamber with the exhausted air may behave to changes of pressure like an Aneroid-capsule. In the underground station²⁾ one expected to find smaller microseismic motions of the 2-nd order than in the former diagrams, as these localities were nowhere exposed to a direct wind-pressure. Here the pendulums were mounted in a somewhat different way, namely the sheet-iron hooks were in no direct connection with the basis of the pendulum framework, the result of which was that a current of air in the pendulum-room could not exert any influence upon the pendulums by its pressure on the hooks.

Nevertheless the microseismic motions of the 2-nd order remained in considerable strength and at the periods of strong wind proved to be very troublesome in the working up of the earthquake diagrams. It is well known that then one could af-

1) Изв. Пост. Центр. Сейсм. Комиссии, т. IV, вып. 2. 1911.

J. Wilip: On the Influence of Air-Currents on Highly Sensitive Horizontal Pendulums.

2) Изв. Пост. Центр. Сейсм. Комиссии, т. V, вып. 2. 1912.

J. Wilip: The Central Seismic Station at Pulkovo.

ford the luxury of having every component registered photographically twice, and it was just this circumstance which allowed a more comprehensive insight into the real facts to be obtained.

2 exactly parallel horizontal pendulums, only mounted on different columns, showed microseismic motions of exactly opposite direction. Undoubtedly there must have been air-currents at work which had a different direction near the walls of the room and in the middle of it. At the moment when the air was pumped out of the room the weight of the horizontal pendulum pointing to the middle of the pendulum-room could be deflected more towards the door than that of the other pendulum which pointed to the wall opposite.

This character of the air-motion was illustrated with special distinctness by the two E—W components which were parallel to each other at equal distances from the corners of the room¹⁾ and which indicated exactly opposite motions.

It is the sucking effect of the wind which appears at all chinks and gaps of closed rooms and causes air-currents and differences of pressure in these apertures corresponding to the character of the wind. This direct influence of the air-currents due to storms in the pendulum-room is nowadays causing difficulties in the working up of many earthquake diagrams and in the measurement of real surface-dislocations. The disturbing action takes place firstly by a direct pull upon the swinging system, secondly, also by the pressure upon a high pendulum-structure, which owing to the subsidence of the adjusting screws may cause slight inclinations to occur.

It is also possible that even in quiet weather when in the open air a considerable fall of temperature is occurring, air-motions round the seismograph may be produced by the unequal cooling of the walls and the ceiling of the station-building, as well as by colder air-currents penetrating through chinks and pores; those air-motions cause deviations of the zero-position of the pendulum possessing a long period. This circumstance renders more difficult an incontestable investigation of the microseismic motions of the frost which have often been watched.

It may be sometimes possible under certain conditions at a station to find a so-called neutral point, where the sucking

1) l. c.

effect does not appear at all; but this would in any case be a very uncertain way out of the difficulty.

With larger pendulum-weights, as they are used in the cases of the Wiechert and Mainka pendulums, a direct influence of air-currents should be less noticeable. Yet even in such cases the separation of real surface-movements from air-deflections is hardly possible. It is true that greater stability is manifested by the vertical Seismograph; at Pulkovo it very seldom showed greater disturbances, chiefly, it may be supposed, because this apparatus does not react to inclinations. Lighter seismographs, if they are designed for high sensitivity, are always very liable to this defect, especially if the inherent period is made very long (25^s).

As to the inherent period of a seismograph which could be recommended, the following general remarks may be made in this place.

At Pulkovo on each strip of paper two pendulums were made to register galvanometrically in parallel lines, one with 25^s and the other with about $13^s.5$ as inherent period. It appeared that the pendulums with shorter inherent periods were capable of giving more details than the former pendulums with a long period and with a high factor of transmission. Nowadays the most important and most interesting part of an earthquake registration is the very first beginning with its different groups of longitudinal waves, and with an inherent period of $12-13^s.5$ it is just the wave-periods occurring most frequently in these preliminary phases, which possess the highest sensitivity. The inherent period of 25^s recommended in the beginning by Prince B. Galitzin gives an excellent sensitivity for wave-groups of the principal phase, which is very strongly represented as it is and exceeds the scale in the case of greater tremors.

The inherent period of $12-13.5$ possesses the further great advantage that it makes it possible to register the horizontal components with apparatus of the same inherent period, which can easily be given to a Vertical Seismograph. This is an important condition for an incontestable determination of the angle of emergence. In a resultant of all the 3 components I should recommend the inherent period of $12-13^s$, because with an inherent period of $13^s.5$ the Vertical Seismograph is even more stable than with longer periods.

New Horizontal Pendulums with Hermetic Exclusion of Air.

The experiences which I was able to gather as the constant collaborator of Prince B. Galitzin and as director of the Seismic Central Station at Pulkovo, have induced me to study more closely the above-mentioned circumstances and to try to discover how more incontestable registrations of earthquakes and microseismic motions could be obtained. It was therefore necessary to work out for the horizontal pendulum a more stable and less elongated system than that of Hengler-Zöllner and to make it independent of the injurious effects of all air-currents. The solution of this problem has been much facilitated by the fact that the ingenious constructor of the Pulkovo Seismographs, the mechanician Mr. H. Masing, has transferred his domicile to Tartu (Dorpat) and is executing orders for all kinds of scientific apparatus with the greatest precision.

Estonia itself is not yet in a position to establish a Seismic Station, although there are subterranean rooms under the Cathedral Hill which could be adapted for it.

Another small country, Denmark, has forestalled Estonia, as Prof. N. E. Nörlund has ordered from Estonia a full set of pendulums with galvanometric registration and three registration-apparatus, that is to say a complete first-class outfit for a Seismic Station¹).

Let us next turn to the new type of Horizontal Pendulums which were made on my suggestion by the mechanician Mr. H. Masing.

On fig. 1 there is a vertical cross-section through the apparatus on a reduced scale of 7:1.

On the bed-plate AA of 48—52 cm in length and 35—44 cm in breadth a pendulum-structure BB is erected which is composed of cast-iron frames with lattice work.

To this structure 2 contrivances are attached; first, a complicated brass-casting EE, very little inclined, the other cross-section of which is represented in the adjoining picture. This serves for the suspension of the mobile system. Second, a brass-frame RR, placed in front of the part just described, which contains the regulation-mechanism of the couples of magnets

1) In addition to this 2 Horizontal Pendulums of the new type have been ordered from Potsdam by Professor E. Kohlschütter.

$M_1 M_1$, for the galvanometric registration, and $M_2 M_2$, for magnetic damping.

The oscillating part is formed by the frame LL with the principal weight G of ca. 4.5 klg, the coil-system J for cutting the lines of force, and the damping-plate H. Two screws KK allow a small rotation of the frontal part of this system about a horizontal axis, in order to place the winding-plane of the coils and the damping plate vertically to the lines of force, should this be desirable.

This mobile system is suspended from the slightly inclined part EE by means of the plate-springs FF, in this way, that it

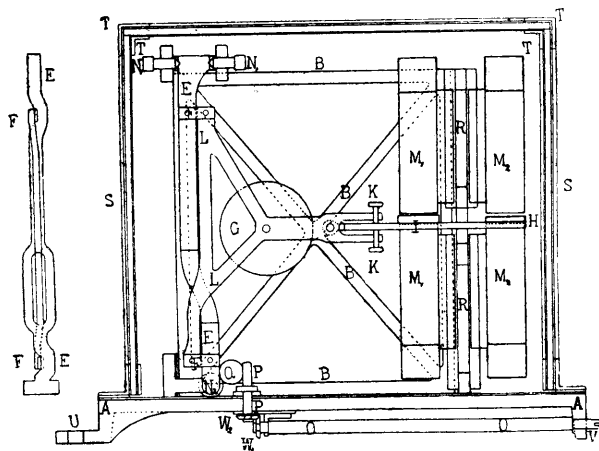


Fig. 1.

draws the spring at the upper point of suspension forward and pushes back the one below, as is easily understood from the figure.

The inherent period of the pendulum is roughly adjusted by means of the two upper screws, $N_1 N_1$, by screwing out one of these and screwing in the other and then by tightening them both.

In the bed-plate AA there are 3 fastening screws each with 2 nuts. (In the figure the boring should be noted at U.) The lower of these may at the same time be used for more exact adjustment of the inherent period and of the zero position of the pendulum by inclining the bed-plate. These 3 screws cross the borings, and their purpose is to create a firm con-

nection with the bed-plate on which the pendulum is mounted by means of bolts fixed into the pillar with cement, for which purpose this latter is provided with a special spirit-level for proper orientation. Thereby the dangerous pressure of the former adjusting screws, which might easily be changed by the effect of the wind, thus modifying the microseismic motions of the 2nd order, is avoided.

For the more exact adjustment of the zero point of the pendulum another couple of screws, $N_2 N_2$, may be used, which allows the lower end of EE to be displaced vertically to the plane of the picture.

In order to effect this more exact adjustment of the zero point even then when the pendulum is entirely covered, a special contrivance with toothed wheels is provided, the construction of which is only roughly indicated in the diagram.

To the lower part of the bed-plate a rod OO is fastened, which may be rotated at its outer end V by means of a key which can be applied there. This rod at its lower end terminates in a conical wheel W_1 . This toothed end by means of W_2 , which is constructed identically, transfers the rotation of the rod to the vertical screw PP, which with its thread engages the toothed wheel Q. Q is fixed to a horizontal axis which carries a toothed wheel on each side at equal distances from Q. (As the axis is placed vertically to the plane of the drawing, this is not visible in the figure.) Both these external toothed wheels transfer the rotation to the toothed screwheads, $N_2 N_2$.

In a similar manner the horizontal displacement is effected in the lower part by means of 2 screws.

The whole apparatus may be hermetically isolated from the external air by a plate-glass cover SS. This cover consists of a glass-box of thick plate-glass, so constructed that the panes are joined together by means of red-lead putty between the brass angles TT. The exclusion of the air below is effected by means of an india-rubber membrane, the lower part of the cover being screwed on to the plate by numerous screws.

In case it should appear that red-lead putty alone is not sufficient, the margin along the brass-edge may be covered over with a lute such as Rudol.

In the drawing many details have been omitted, e. g. the little electro-magnet attached to the apparatus for transmitting

a shock in the determination of the galvanometric transmission factor. Further there are fixed to the bed-plate conducting wires, which pass through hermetically closed borings, for connecting the pendulum-coils with the galvanometer and for supplying the current to the electro-magnet which produces the shock in the determination of the constants. A little mirror

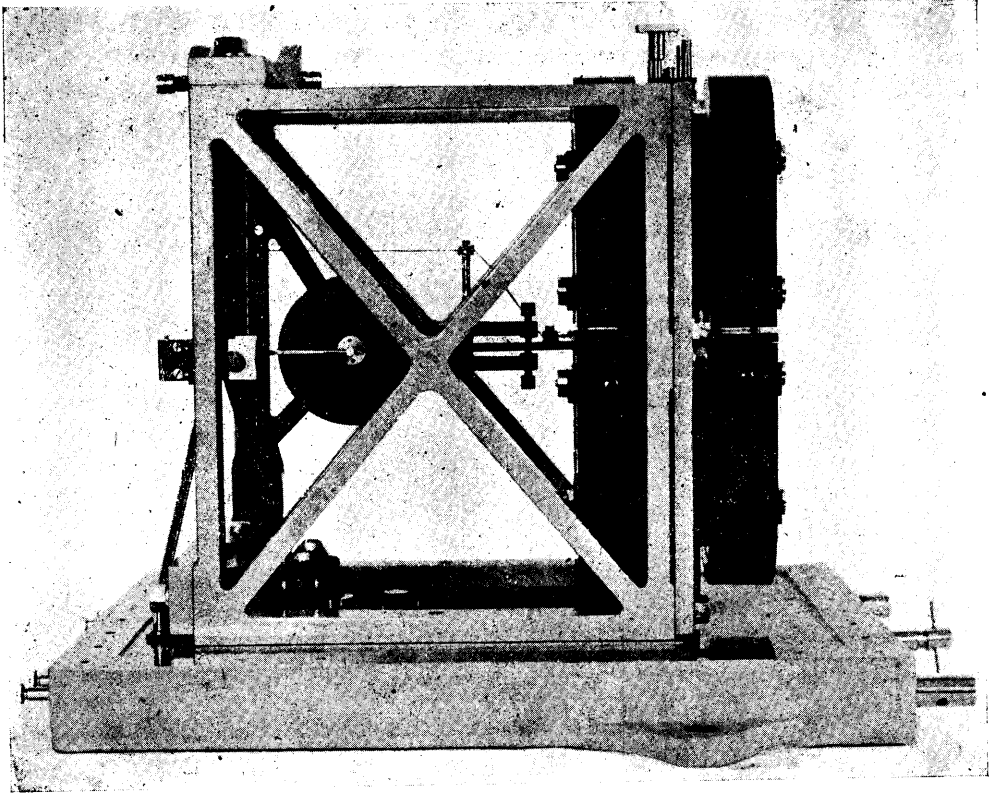


Fig. 2.

also forms part of the apparatus, which is fastened to the oscillating system near the axis of rotation and which is used for the determination of the constants. It may also be used for obtaining the pendulum-length after the method of varying the inclination of the pendulum-axis.

There is also missing in the drawing a small pedestal which can be screwed on to the pendulum-structure, and which

may be used for obtaining the pendulum-length directly from the duration of the oscillation of the system by tilting the bed-plate after removing the case and turning the bed plate through an angle of 90° so that the rotation-axis of the horizontal pendulum falls into a horizontal plane.

Fig. 2 contains a photograph of this horizontal pendulum in about $1/4$ actual size, in which a few details are more easily recognisable.

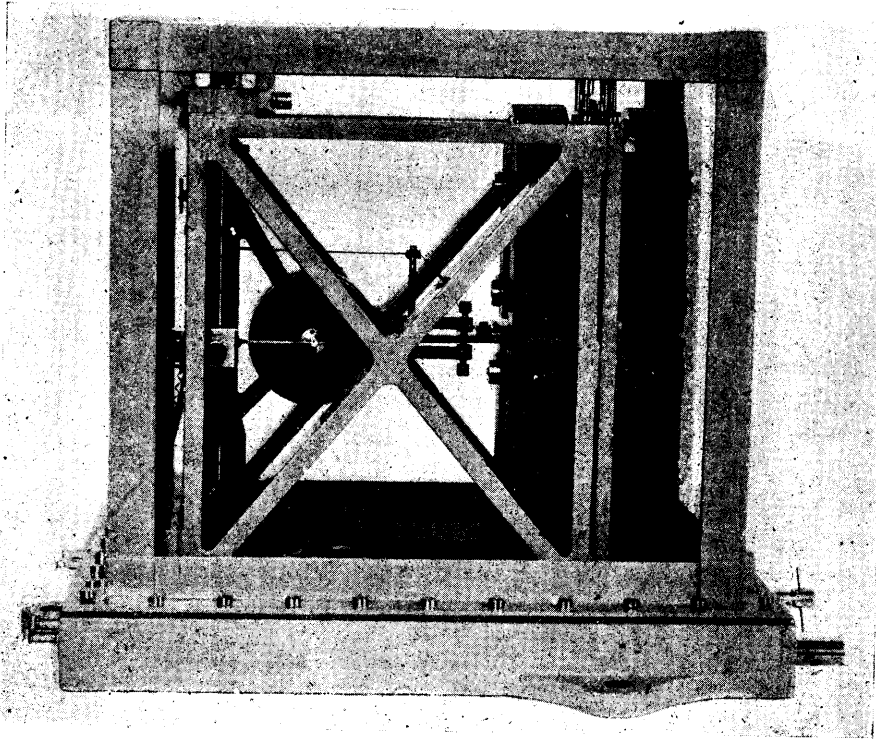


Fig. 3.

Fig. 3 shows the apparatus with the cover of plate-glass. In both cases the drawing fails to show the bolts with their threads and nuts, by means of which the basis must be firmly attached to the low level column.

On the Inherent-Period of the New Pendulum.

Before being finally mounted in the Seismic Station, every horizontal pendulum must have been subjected to a preliminary

investigation either in a laboratory or in the station itself. As this type of pendulum is constructed without adjusting screws which allow the basis to rest on three points, it is possible for the purpose of preliminary experiments to make use of three special adjusting screws with broad screw-nuts by passing these screws through the bolt-holes and screwing them into the nut-plates placed underneath. In this way it is possible freely to vary the rotation-axis of the pendulum which passes through the plate-springs.

In addition to this, as was mentioned above, the two upper screws on the pendulum-structure give another possibility of changing the inclination of the axis of rotation and also the inherent period.

As a rule all the horizontal pendulums possess the peculiarity of increasing their inherent period with growing amplitudes in a much higher degree than this might have been expected from the theory of the ordinary pendulum.

As in aperiodical Seismographs one has chiefly to do with very small deviations, this would not have any great influence on the ultimate result, if one would always choose as the standard a medium-sized period for small amplitudes.

This rule applies still more to the various groups of longitudinal waves which probably present the greatest interest in modern Seismometry.

It was now a question of studying this property more closely also in the case of the new pendulum-type.

Suppose the range of application of these pendulums were for an inherent period between 11—13^s.5; therefore such a pendulum was adjusted in the case of great amplitudes to the period $T = \text{ca. } 14^{\text{s}}$. It appeared that with a normal orientation of the suspension-device of the pendulum the damping is very slight. It is not in the least inferior to that of the delicate Zöllner suspension-method.

There resulted from a long series of oscillation observations as an average for the logarithmic decrement:

$$A = 0,0189.$$

For the dependence of the inherent period on the amplitude there could be observed with this weak damping any desired number of individual periods after a strong single deflexion, from

which by means of graphic adjustment the following table has been computed:

2a	T
0,0270	13 ^s 67
200	13.60
150	13.56
100	13.50
50	13.44
40	13.42
30	13.41
20	13.40
10	13.38
0	13.37.

In these experiments the scale of the telescope was at a distance of 5 m from the pendulum-reflector.

The figures given under 2a denote the sum of the deflexion-angles of the pendulum to the right and to the left, for which the period T is correct.

The chief range of application of the pendulum in the galvanometric registration-method extends only between $2a = 0.0000$ and 0.0010 , where the table indicates the inherent period $T = 13^s.37$ and $13^s.38$ which show an almost identical result.

A striking peculiarity of this new pendulum-type appears from these experiments. But also in the case of very great amplitudes, which are of little interest to precision-seismometry, the increase of the period with the amplitude is insignificant.

In this place we may observe that the above-mentioned phenomenon appears only in those cases when the pendulum has been properly adjusted.

The chief condition of this is that the upper and lower plate-spring must fall exactly into one plane and that this plane should be placed in a vertical direction.

The result is entirely different if these conditions are not fulfilled.

By screwing under one of the ends of a plate-spring a brass-plate of ca. 1 m/m thickness containing a hole bored through it, the normal condition was destroyed on purpose, so that the planes of the plate-spring were displaced a little in relation to each other. In order to obtain the zero-position, the basis of the

pendulum had now to be inclined. In this way a mechanical error of construction was purposely introduced.

A strong damping resulted and consequently during the observation of the dependence of the period on the amplitude it was often necessary to displace the pendulum anew, in order to observe a greater number of values. The plate-springs looked a little bent after all these observations and had to be exchanged for new ones, which were smooth.

Similarly as in the above case the following table has been constructed :

2a	T
0.0230	13 ^s . 83
200	13.73
150	13.45
100	13.00
50	12.24
40	12.05
30	11.84
20	11.62
10	11.37
0	11.08.

Even in these experiments there are recognizable considerable variations of the inherent period at different amplitudes.

Whereas this dependence assumes an almost linear form in the first case, it may here be represented by a curve. The range of application between 0.0000 and 0.0010 shows here already a difference which in the first case is obtained for an interval of 0.0000 to 0.0270.

In all cases, therefore, where the suspension is wrongly adjusted, the pendulum could be used for finer measurements only when using an auxiliary table, by means of which the dependence of the period on the amplitude may be corrected.

Definition of the Constants of the Seismograph.

Before mounting the pendulum at the seismic station the reduced length of the pendulum I must be ascertained from observations once for all.

With this type of pendulum this task is quite simple, as it is possible to adjust its axis of rotation in a horizontal line,

for which purpose a third foot is used which may be screwed on to the pendulum-structure. This causes the weight of the pendulum to be supported partly by one of the plate-springs.

As experiments have proved, this plate-spring is not damaged in the process.

By measuring in this position the duration of oscillation of the system, counting 100 periods every time, one may calculate l from the usual pendulum formula, viz.

$$l = \frac{T_0^2}{4\pi^2} \cdot g.$$

In this way was the result found for a model ordered for Copenhagen:

$$l = 137,6 \text{ m/m.}$$

If the experimenter has patience there is nothing to prevent him from using the method of varying of the inclination of the rotation-axis of the pendulum¹⁾ and finding the length of the pendulum from a series of equations after the method of the smallest squares.

The axis of rotation may be varied by means of two screws at the top of the structure. But inclining the basis together with the whole system would be preferable in a similar manner as this is done with the Hengler-Zöllner frame.

Whereas in the Galitzin-pendulums varying the inclination is admissible only within small limits on account of the flexibility of the suspension-wires, it is possible in this type of pendulum to produce any desired inclinations in order to ascertain the length of the pendulum.

In this place I want to draw attention to the advisability of measuring the periods at the various inclinations in small amplitudes, which is the most practicable method, if one is observing the oscillation of the pendulum by means of the galvanometer belonging to the set.

For the above-mentioned pendulum a series of 7 equations, which were constructed from observations in a disturbed place for periods between 12^s and 5^s, gave the following result:

$$l = 138.2 \pm 1.0 \text{ m/m,}$$

a quantity which corresponds with the calculated one directly.

1) Note: Prince B. Galitzin. Lectures on Seismometry. Freely translated into German by O. Hecker p. 315.

After ascertaining the reduced pendulum-length the seismograph may be permanently mounted in its place. In doing this it is recommendable to perform the mounting in such a way that no free adjustable screws should be used as this was the case with the former Galitzin-pendulums.

For this purpose in the new type 3 bolts are provided which may be luted into the column which must be as broad and low as possible.

By screwing on to the screw-thread of the projecting part corresponding screw-nuts, the basis of the structure with its borings is lifted above the screws so that the basis will now be supported by the screw-nuts. For the purpose of approximate orientation the spirit-level is used which is attached to the bed-plate.

In order to adjust the right zero-position as well as the desired inherent period use should be made chiefly of these three screw-nuts below the basis, and the adjusting top-screws should be employed as rarely as possibly for the inclination of the axis of rotation.

The usually observed gradual decrease of the inherent period of the pendulum will appear more sharply at the beginning of the fitting up than when inclining the whole system. Finally the bed-plate is firmly screwed on by the three top screw-nuts. Still it is advisable to wait about 2 weeks after the mounting and the adjustment of the inherent period before carrying out a more precise controlment and the determination of the final constants, making use in the adjusting of the zero-position of the toothed wheel mechanism only in case of a more precise regulation.

As is well known, the inherent period is adjusted when the damping-magnets are removed i. e. when the front part of the pendulum is less loaded. Therefore it might be expected that after screwing on the damping magnets a little addition to the inclination of the rotation-axis and consequently a shortening of the period would take place.

With the old pendulums however, the observations constantly showed just the reverse; instead of the adjusted period $13^s.5$ a longer period of about $16^s.0$ resulted near the limit of aperiodicity, which every time after the mounting of the magnets necessitated a repetition of the inclination of the pendulum-frame.

This question O. Somville¹⁾ has investigated more closely and has ascribed the variability of the period to the diamagnetic qualities of the copper-plate used for damping.

By choosing a suitable alloy of copper and aluminium it has been managed to remove this defect in the new pendulums.

When adjusting the permanent inherent period the same phenomenon may be observed (a fact which was mentioned when describing the method of ascertaining the reduced pendulum-length after the variation-method of inclining the rotation-axis), viz. that it can be determined more easily by means of the galvanometer in the case of oscillations which when observed with telescope and scale at a distance of 5 m from the pendulum-reflector do not exceed 10 m/m. Here it is advisable to place the detached damping-magnets in such a way that they load the pendulum-frame with their weight similarly as when they are screwed on.

The determination of the constants μ^2 and k by means of these pendulums is very simple. The cover consisting of plate-glass all parts are visible, and by means of a total-reflection prism the telescope and scale may be orientated in any direction within a semicircle.

If the inherent period shows no alteration after mounting the damping-magnets, the quantity $\xi = 0$, and the working up of the observations is considerably simplified. It is even easy to obtain by practical means that μ^2 becomes infinitesimal, which renders possible a rapid and easy calculation of the important constants.

In case the knocker of the impelling electromagnet should be placed too close to the weight, the cover should be lifted after the completion of the observations, and the impelling electromagnet screwed back. Thereupon the pendulum should be covered again and the lower margin of the cover is fastened down firmly by means of screws.

On the Behaviour of the Pendulum in Air-Draughts.

One of the most important questions for every seismograph is probably its behaviour in various currents of air which in

¹⁾ Compare: Annales de l'Observatoire royal de Belgique, 3 série. A. I.,⁴1922.

windy weather or in consequence of sudden changes of temperature may appear in the pendulum-room. Where the enlargement of the seismograph does not exceed 200, these influences are less striking. But in the galvanometric registration-method we have to deal with enlargements varying between 1000 and 2000 for certain wave-periods.

This circumstance therefore deserves very serious attention for the purpose of being able to measure real dislocations of the ground and not incidentally wrong inclinations which are due to the pressure of the moving air.

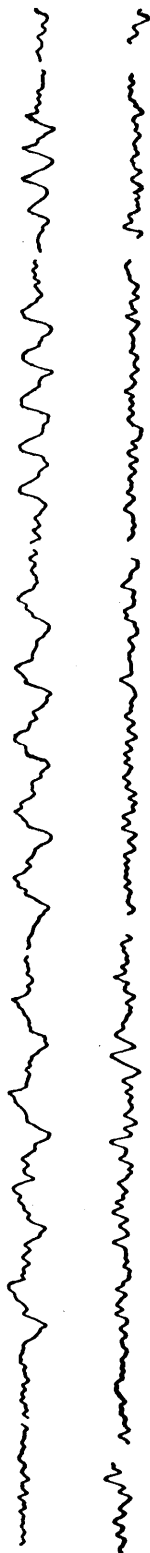
We are dealing here chiefly with the question of how to find the proper explanation of the so-called microseismic movements which appear on windy days and sometimes completely disfigure and mark a great percentage of the most beautiful earthquake-diagrams.

It is a well-known fact that in closed rooms a sensitive pressure-variometer shows constant disturbances on windy days. These disturbances are chiefly due to the variable sucking effect of the wind. If the direction and the strength of the wind remained absolutely constant, such a variometer would denote an air-pressure as little lower than the actual height of the barometer outside, as the wind in passing near openings and gaps of the room causes the air inside to become a little rarefied. Thereby a pull would be exercised in a special direction on the inner walls and all objects contained in the room, as air would constantly be streaming into the more rarefied room through pores and parts sheltered from the sucking of the wind. All objects that could be bent or tilted would incline a little. As the strength and the direction of the wind is never constant and usually varies intermittently, the rarefication of the air will also vary constantly, and consequently the objects placed in the room will execute corresponding oscillations.

Therefore a well-sheltered horizontal pendulum in a closed room may indicate irregular movements under the sucking effect of the wind, when the system is not firmly enough connected with the basis of the station.

As I have shown by an experiment¹⁾, the sucking effect

1) Compare: L. c. J. Wilip. On the Influence of Air-Currents on Highly Sensitive Horizontal Pendulums. 1911.



7s
10s
15s
20s
Fig. 4.

of the wind carried out at Pulkovo may very well be imitated by means of an electric ventilator. It is only necessary to place the ventilator before an opening of the closed pendulum-room and by means of it to rarefy and condense the air in the interior by alternately commuting the direction of the current.

In this way the pendulum-frames and boxes set up periodical oscillations as indicated by the registering galvanometer.

This method is a simple device for testing the seismographs on any station as to their stability.

As usually there are no suitable openings in the walls, it will be found convenient to create such an opening by nailing over the opened door a card-board screen into which a suitable opening is cut for the ventilator.

After this method one of these new seismographs was tested, the conditions required for the mounting of the pendulum being completely absent. The pendulum was simply set up in a stone window-bay on the second story of the University building, it being impossible to screw on the basis of the frame.

The galvanometric transmitting factor in the experiment amounted to $k = 77$, with $\mu^2 = 0$, and the registration was carried out for 2 conditions. The galvanometer reflector was situated at a distance of 1 m from the registration drum.

The first curve in Fig. 4 refers to the case in which the system was supported by 3 adjusting screws as in the old pendulums; the second, which was taken on another day, shows the result for the same pendulum, with this difference that the basis was simply made to touch the wall with as many points as possible without the adjusting screws.

The ventilator was set up in such a way that the wind-current did not strike the pendulum-box, and in both cases it automatically commuted the direction of the current for 4 different intervals of time, namely 7, 10, 15 and 20^s. These groups are marked on the registration by interruptions. The velocity of the drum had been adjusted to 15 m/m per minute.

It is to be seen quite distinctly how in the first case the seismograph imitates the period of commuting. There have resulted pretty regular microseismic movements of the 2nd order. In the second curve, where the seismograph was supported by the window in a more stable manner, nothing is to be recognized of the regularity of the previous record. The short indentations resulted from sea-waves and the long irregular deviations most probably denote chiefly movements of the University building

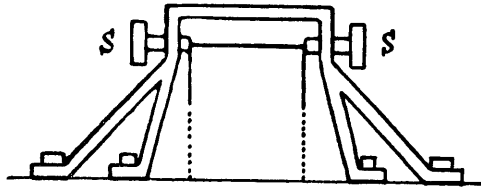


Fig. 5.

in consequence of variable wind-pressure. The total pressure-variation amplitude which under these conditions could be called forth by this ventilator, amounted to 0.14 m/m Hg-column, as could be ascertained by means of a simple closed petroleum-manometer.

This experiment proves very distinctly the great advantages of the new construction and allows the conclusion to be drawn that the old method which consisted in mounting the seismographs unprotected on 3 adjusting screws supported by points on plates placed below, is not admissible.

Even if one should be of opinion that in the registration of earthquakes the accompanying vibrations of the pendulum-stand, as is the case with all pendulum-apparatus, should not have a serious influence on the ultimate result, one ought never to underrate this influence of air-draughts.

Here one might even raise the question, if this construction always affords sufficient immunity against the sucking effect.

It is imaginable that seismic stations might be set up in places where the winds often possess a hurricane-like character, and that in consequence quite considerable pressure-variations might result in closed rooms.

For such cases I could recommend a still more stable method of mounting which is outlined in Fig. 5.

Above the cover of the pendulum a stout cross-beam of iron is erected (as is shown in the figure), which is strongly attached by means of bolts sunk into the column. The upper margin of the glass-box may then be damped between two screws with absolutely flat points (SS). That the pressure is developing on both sides with uniform strength, one can easily see from the zero-position of the pendulum. This method of fastening ought to render the system inflexible in a specially efficient manner.

The Registration-apparatus of H. Masing.

It is a great merit for a master mechanician to have brought the registration-apparatus to such a high degree as that posses-

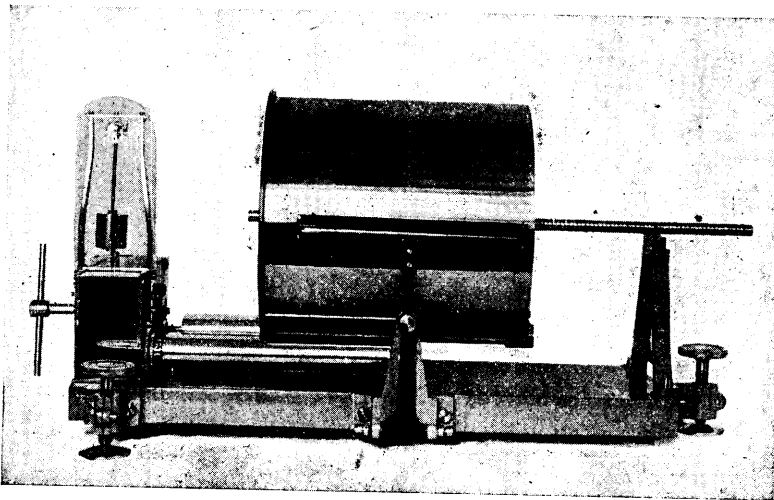


Fig. 6.

sed by the present models which is now being constructed by H. Masing for two velocities, namely 15 m/m and 30 m/m per minute.

The consequences of the war are still perceptible everywhere and an increase in the cost of the photographic registration-method has resulted. Therefore one may ask if it would not be appropriate to reduce the working expenses of this very expensive method without suffering any loss?

The question is to be decided whether half the velocity of 30 m/m per minute recommended by Prince B. Galitzin before the war, would be sufficient to obtain a precise and incontestable analysis of the registrations of earthquakes.

In fact the registrations of distant earthquakes with which precision-seismometry is chiefly concerned, become still more graphic with a velocity of 15 m/m, as is to be seen in the beautiful registrations of E. Gherzi¹⁾ at Zi-ka-wei. For the resolution of periods which amount to less than 1^s these apparatuses are not designed, as their sensitivity is considerably diminished at this stage.

For similar periods which chiefly appear in local earthquakes, cheaper seismographs recording on smoked paper are to be preferred. The most that may be apprehended is that in the determination of the time the precision would suffer a little, which could easily be compensated for by appropriate measuring methods, for instance by obtaining a magnification of the horizontal direction of the lines by means of cylindrical lenses.

Thus the shortening of the minute to one half would be justified in our times, when all things are so expensive.

But if this should be desired, the lesser velocity could be exchanged for the greater at any time.

In Fig. 6 a reproduction of a photographic view of this apparatus is given.

It differs from the registration-apparatus mentioned in the „Lectures on Seismometry“²⁾ and has been developed from an apparatus constructed by H. Mas ing for second-class stations. A single clock-mechanism provided with a strong spring causes the rotation-movement of the heavy drum as well as a shifting of it in the direction of the rotation-axis. Instead of the former Foucault-regulator a conical pendulum-regulator is used.

1) Cf: Observatoire de Zi-ka-wei. Notes de seismologie. Nr. 4. Janvier-Juin 1923. Par le R. P. E. Gherzi S. J.

2) Cf: L. c. p. 227.

By applying revolving balls in the axle bearings and introducing various other improvements, Mr. H. Masing has succeeded in reducing the friction to a minimum, so that the move-

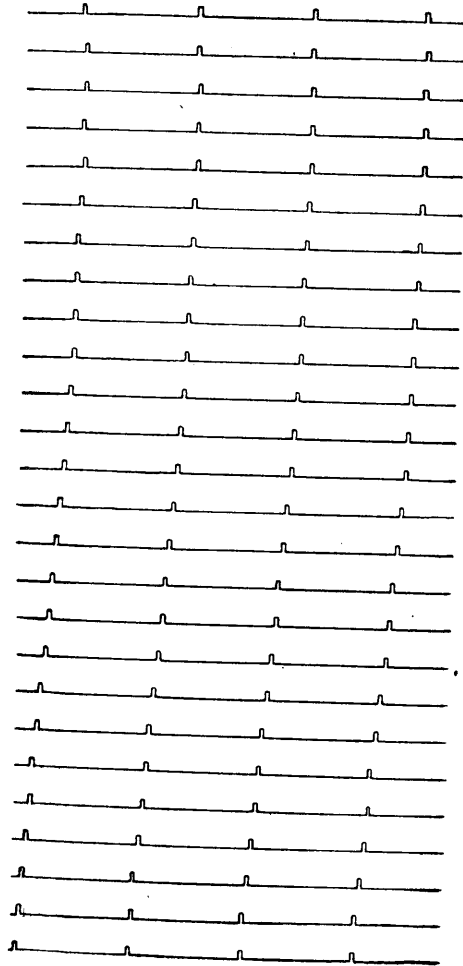


Fig. 7.

ment is hardly inferior to that of the above mentioned type, as is to be seen from Fig. 7.

The distance of the lines from each other amounts on the registration-paper to 5 m/m. The mechanism with one winding up works ca. 26 h. continuously, so that the spring must be

wound up once a day. If one uses registration-paper of the size of the drum-surface, viz. $30 \times 92 \text{ cm}^2$, it is not necessary, with 15 m/m velocity, to change the paper until after 48 hours. The intermediate winding up must not be forgotten. At a velocity of 30 m/m the change of paper must, of course, be effected daily.

Eelmiste köidete sisu. — Contenu des volumes précédents.

A I (1921). 1. A. Paldrock. Ein Beitrag zur Statistik der Geschlechtskrankheiten in Dorpat während der Jahre 1909—1918. — 2. K. Väisälä. Verallgemeinerung des Begriffes der Dirichletschen Reihen. — 3. C. Schlossmann. Hapete mõju kolloiidide peale ja selle tähtsus patoloogias. (L'action des acides sur les colloïdes et son rôle dans la pathologie.) — 4. K. Regel. Statistische und physiognomische Studien an Wiesen. Ein Beitrag zur Methodik der Wiesenuntersuchung. — 5. H. Reichenbach. Notes sur les microorganismes trouvés dans les pêches planctoniques des environs de Couda (gouv. d'Archangel) en été 1917. — **Misc.** F. Bucholtz. Der gegenwärtige Zustand des Botanischen Gartens zu Dorpat und Richtlinien für die Zukunft.

A II (1921). 1. H. Bekker. The Kuckers Stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia. — 2. C. Schlossmann. Über die Darmspirochäten beim Menschen. — 3. J. Letzmann. Die Höhe der Schneedecke im Ostbaltischen Gebiet. — 4. H. Kaho. Neutraalsoolade mõjust ultramaximum-temperatuuri peale *Tradescantia zebrina* juures. (Über den Einfluss der Neutralsalze auf die Temperatur des Ultramaximums bei *Tradescantia zebrina*.)

A III (1922). 1. J. Narbutt. Von den Kurven für die freie und die innere Energie bei Schmelz- und Umwandlungsvorgängen. — 2. A. Томсонъ (A. Thomson). Значение аммонійныхъ солей для питания высшихъ культурныхъ растений. (Der Wert der Ammonsalze für die Ernährung der höheren Kulturpflanzen.) — 3. E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. I. Hälfte (S. I—VII und 1—96). — 4. A. Lüüs. Ein Beitrag zum Studium der Wirkung künstlicher Wildunger Helenenquellensalze auf die Diurese nierenkranker Kinder. — 5. E. Öpik. A statistical method of counting shooting stars and its application to the Perseid shower of 1920. — 6. P. N. Kogerman. The chemical composition of the Esthonian M.-Ordovician oil-bearing mineral „Kuckersite“. — 7. M. Wittlich und S. Weshnjakow. Beitrag zur Kenntnis des estländischen Ölschiefers, genannt Kuckersit. — **Misc.** J. Letzmann. Die Trombe von Odenpäh am 10. Mai 1920.

A IV (1922). 1. E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. II. Hälfte (S. 97—188). — 2. A. Valdes. Glükogeeni hulka vähendavate tegurite mõju üle südame spetsiifilise lihassüsteemi glükogeeni peale. (Über den Einfluss der die Glykogenmenge vermindernden Faktoren auf das Glykogen des spezifischen Muskelsystems des Herzens.) — 3. E. Öpik. Notes on stellar statistics and stellar evolution. — 4. H. Kaho. Raskemetallsoolade kihvtisusest taimeplasma kohta. (Über die Schwermetallgiftwirkung in bezug auf das Pflanzenplasma.) — 5. J. Piiper und M. Härms. Der Kiefernkreuzschnabel der Insel Ösel *Loxia pityopsittacus estiae* subsp. nov. — 6. L. Poska-Teiss. Zur Frage über die vielkernigen Zellen des einschichtigen Plattenepithels.

A V (1924). 1. E. Öpik. Photographic observations of the brightness of Neptune. Method and preliminary results. — 2. A. Lüü s. Ergebnisse der Krüppelkinder-Statistik in Eesti. — 3. C. Schlo ssmann. Culture in vitro des protozoaires de l'intestin humain. — 4. H. Kaho. Über die physiologische Wirkung der Neutralsalze auf das Pflanzenplasma. — 5. Y. Kauko. Beiträge zur Kenntnis der Torfzersetzung und Vertorfung. — 6. A. Tamme kann. Eesti diktiõneema-kihi uurimine tema tekkimise, vana-duse ja levimise kohta. (Untersuchung des Dictyonema-Schiefers in Estland nach Entstehung, Alter und Verbreitung.) — 7. Y. Kauko. Zur Bestimmung des Vertorfungsgrades. — 8. N. Weiderpass. Eesti piparmündi-õli (Oleum menthae esthicum). (Das estnische Pfefferminzöl.)

A VI (1924). 1. H. Bekker. Mõned uued andmed Kukruse lademe stratigraafia ja faunast. (Stratigraphical and paleontological supplements on the Kukruse stage of the Ordovician Rocks of Eesti (Estonia).) — 2. J. Wilip. Experimentelle Studien über die Bestimmung von Isothermen und kritischen Konstanten. — 3. J. Letzmann. Das Bewegungsfeld im Fuss einer fortschreitenden Wind- oder Wasserhose. — 4. H. Scupin. Die Grundlagen paläogeographischer Karten. — 5. E. Öpik. Photometric measures on the moon and the earth-shine. — 6. Y. Kauko. Über die Vertorfungswärme. — 7. Y. Kauko. Eigentümlichkeiten der H_2O - und CO_2 -Gehalte bei der unvollständigen Verbrennung. — 8. M. Tilzen und Y. Kauko. Die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Anwendung von Spiritus als Brennstoff. — 9. M. Wittlich. Beitrag zur Untersuchung des Öles aus estländischem Schiefer. — 10. J. Wilip. Emergenzwinkel, Unstetigkeitsflächen, Laufzeit. — 11. H. Scupin. Zur Petroleumfrage in den baltischen Ländern. — 12. H. Richter. Zwei Grundgesetze (Funktion- und Strukturprinzip) der lebendigen Masse.

A VII (1925). 1. J. Vilms. Köhreglükogeeni püsivusest mõne-suguste glükogeeni vähendavate tegurite puhul. (Über die Stabilität des Knorpelglykogens unter verschiedenen das Glykogen zum Verschwinden bringenden Umständen.) — 2. E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. Nachtrag. — 3. O. Kuriks. Trachoma Eestis (eriti Tartus) mõõdunud ajal ja praegu. (Das Trachom in Estland (insbesondere in Dorpat) einst und jetzt.) — 4. A. Brandt. Sexualität. Eine biologische Studie. — 5. M. Haltenberger. Gehört das Baltikum zu Ost-, Nord- oder zu Mitteleuropa? — 6. M. Haltenberger. Recent geographical work in Estonia.

A VIII (1925). 1. H. Jaakson. Sur certains types de systèmes d'équations linéaires à une infinité d'inconnues. Sur l'interpolation. — 2. K. Frisch. Die Temperaturabweichungen in Tartu (Dorpat) und ihre Bedeutung für die Witterungsprognose. — 3. O. Kuriks. Muutused leeprahaigete silmas Eesti leprosooriumide haigete läbivaatamise põhjal. (Die Lepra des Auges.) — 4. A. Paldrock. Die Senkungsreaktion und ihr praktischer Wert. — 5. A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse- (C_2) Stufe in Eesti. I. — 6. M. Wittlich. Einiges über den Schwefel im estländischen Schiefer (Kukersit)

und dessen Verschmelungsprodukten. — 7. H. Kaho. Orientierende Versuche über die stimulierende Wirkung einiger Salze auf das Wachstum der Getreidepflanzen. I.

A IX (1926). 1. E. Krahn. Über Minimaleigenschaften der Kugel in drei und mehr Dimensionen. — 2. A. Mieler. Ein Beitrag zur Frage des Vorrückens des Peipus an der Embachmündung und auf der Peipusinsel Pirisaar in dem Zeitraum von 1682 bis 1900. — 3. M. Haltenberger. Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte der Republik Eesti. — 4. J. Rumma. Die Heimatforschung in Eesti. — 5. M. Haltenberger. Der Stand des Aufnahme- und Kartenwesens in Eesti. — 6. M. Haltenberger. Landeskunde von Eesti. I. — 7. A. Tammekann. Die Oberflächengestaltung des nord-ostestländischen Küstentafellandes. — 8. K. Frisch. Ein Versuch das Embachhochwasser im Frühling für Tartu (Dorpat) vorherzubestimmen.

B I (1921). 1. M. Vasmer. Studien zur albanesischen Wortforschung. I. — 2. A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 1. — 3. M. Vasmer. Osteuropäische Ortsnamen. — 4. W. Anderson. Der Schwank von Kaiser und Abt bei den Minsker Juden. — 5. J. Bergman. Quaestiunculæ Horatianæ.

B II (1922). 1. J. Bergman. Aurelius Prudentius Clemens, der grösste christliche Dichter des Altertums. I. — 2. L. Kettunen. Lõunavepsa häälik-ajalugu. I. Konsonandid. (Südwepsische Lautgeschichte. I. Konsonantismus.) — 3. W. Wiget. Altgermanische Lautuntersuchungen.

B III (1922). 1. A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 2. — 2. M. A. Курчинский (M. A. Kurtschinsky). Социальный законъ, случай и свобода. (Das soziale Gesetz, Zufall und Freiheit.) — 3. A. R. Cederberg. Die Erstlinge der estländischen Zeitungsliteratur. — 4. L. Kettunen. Lõunavepsa häälik-ajalugu. II. Vokaalid. (Südwepsische Lautgeschichte. II. Vokalismus.) — 5. E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. [I.] — 6. A. M. Tallgren. Zur Archäologie Eestis. I.

B IV (1923). 1. E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. II. — 2. A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 3. — 3. W. Anderson. Nordasiatische Flutsagen. — 4. A. M. Tallgren. L'ethnographie préhistorique de la Russie du nord et des États Baltiques du nord. — 5. R. Gutmann. Eine unklare Stelle in der Oxford Handschrift des Rolandsliedes.

B V (1924). 1. H. Mutschmann. Milton's eyesight and the chronology of his works. — 2. A. Pridik. Mut-em-wija, die Mutter Amenhotep's (Amenophis') III. — 3. A. Pridik. Der Mitregent des Königs Ptolemaios II Philadelphos. — 4. G. Süss. De Graecorum fabulis satyricis. — 5. A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. I. Teil. — 6. H. Mutschmann. Studies concerning the origin of „Paradise Lost“.

B VI (1925). 1. A. Saareste. Leksikaalseist vahekordadest eesti murretes. I. Analüüs. (Du sectionnement lexicologique dans les patois estoniens. I. Analyse.) — 2. A. Bjerre. Zur Psychologie des Mordés.

B VII (1926). 1. A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 4. — 2. W. Anderson. Der Chalifenmünzfund von Kochtel. (Mit Beiträgen von R. Vasmer.) — 3. J. Mägiste. Rosona (Eesti Ingeri) murde pääjooned. (Die Hauptzüge der Mundart von Rosona). — 4. М. А. Курчинский (M. A. Kurtschinsky). Европейский хаосъ. Экономическія послѣдствія великой войны. (Das europäische Chaos.)

B VIII (1926). 1. A. M. Tallgren. Zur Archäologie Eestis. II. — 2. H. Mutschmann. The secret of John Milton. — 3. L. Kettunen. Untersuchung über die livische Sprache. I. Phonetische Einführung. Sprachproben.

TARTU ÜLIKOOLI TOIMETUSED ilmuvad kolmes seerias:

A: Mathematica, physica, medica. (Matemaatika-loodusteaduskonna, arstiteaduskonna, loomaarstiteaduskonna ja põllumajandusteaduskonna tööd.)

B: Humaniora. (Usuteaduskonna, filosoofiateaduskonna ja õigusteaduskonna tööd.)

C: Annales. (Aastaruanded.)

Ladu: Ülikooli Raamatukogus, Tartus.

LES PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITÉ DE TARTU (DORPAT) se font en trois séries:

A: Mathematica, physica, medica. (Mathématiques, sciences naturelles, médecine, sciences vétérinaires, agronomie.)

B: Humaniora. (Théologie, philosophie, philologie, histoire, jurisprudence.)

C: Annales.

Dépôt: La Bibliothèque de l'Université de Tartu, Esthonie.
