

425

LATVIJAS  
UNIVERSITATES RAKSTI  
ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS

---

IX.

---

RĪGĀ, 1924. G.

P LW  
144

2

644-13 - 88

LATVIJAS  
UNIVERSITATES RAKSTI  
ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS

---

IX.



---

RĪGĀ, 1924. G.



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTES RAKSTI  
ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS

---



REDACTED  
D. 1961. Ž. 111



## LATVIEŠU DIALEKTU INTONACIJU ATTIECĪBAS.

Prof. J. Plāķa.

Viena no latviešu valodas pamatiezīmēm baltu valodu starpā ir viņas vārda akcenta jeb uzsvara koncentrējums vārda sākuma zilbēs. Uzsvara atvilkšana sākusies un nuorisinājusies latviešu valodas šķirtā dzīvē. Vēstures laikmetā šis process jau pilnīgi nuobeidzies. Leišu zemiešu dialekta ziemeļvakaru izluoksnēs un augstiešu ziemeļritu izluoksnēs jau sen iesācies un atruodas nuorisināšanās stadijā līdzīgs vārda uzsvara atvilkšanas process nuo beigu zilbes uz sākuma pusi. Minētuos šīs valodas dialektuos uzsvara atvilkšana norisinājas zināmuos fonētiskuos nosacījumuos, kuŗiem ir stingrs psihisks un fizioloģisks pamats. Jāpieņem, ka šis process nuorisinājies arī latviešu valodā līdzīguos nuosacījumuos, juo tuo apliecina nevien latviešu valodas fakti, kuo gūstam salīdzinājuma ceļā, bet arī līdzīgi fakti citās radu valodās, kur nuovērojamas tādas pašas parādības, piem. serbu-chorvatu, slovenu valodās un arī sengrieķu dialektuos. Latviešu valodas šķirtā dzīvē vārda uzsvara virzīšanās bijusi regresīva.

Progresīvas dabas virziens, kuŗš pazīstams leišu valodas aizvēstures periodā un arī pirmslavu valodā resp. kuŗu pierāda uz pazīstamā de Sosira un Fortunatova likuma pamata (JF. Anz. VI, 157—166, 1895; Критич. разборъ Ульянова, Сборн. LXIV, 62), latviešu valodā nav nuovērojams.

Latviešu valoda, kā redzams, gājusi uzsvara atvilkšanas procesā pa tuo pašu ceļu, pa kuŗu tagad iet leišu valoda, sākuot ar minētām Lietavas ziemeļdaļas izluokšņu grupām un izplatuoties arvien tālāk uz dienvidiem, ieturuot vienīgi regresīvu virzienu. Pie tam nuovērojams, ka: 1) ja uzsvars pārlec (regresīvā virzienā) nuo vienas zilbes uotrā, t. i. blakus stāvuošā zilbē, tad pēdējās gaŗums dabū kāpjuošu intonaciju, kaut arī viņš iepriekš būtu bijis krituoši intonēts resp. piederējis krituoši intonētai formu sistemai; 2) intonācijas veida maiņa nuotiek arī zilbes iekšienē neatkarīgi nuo vārda uzsvara virzīšanās, pie kam akustiskais maksimums tiek pārvietuots nuo gaŗuma beigu uz viņa sākuma morām, t. i. kāpjuoši intonēts gaŗums še tuop krituošs; 3) grūsta in-

tonacija attīstās no krituošas un arī no kāpjuošas, kas, pārvietuojoties akustiskajam maksimumam, kļuvusi par krituošu resp. kāpjuoši krituošu.

1. likums ir ļoti raksturīgs, un viņu apliecina leišu rītiešu izluokšņu fakti. Formu paradeigmats, piem. dažuos divzīlbīguos vārdus, kas agrāk ir bijis vienāds saknes zilbes intonācijas ziņā, kļūst visai raibs, juo formas ar agrākuo saknes uzsvāru ir krituoši akcentētas, bet ar tagadējuo (atvilkto) kāpjuoši intonētas, sal.:

rītiešu <sup>1)</sup>			rakstu valodas		
sg. n. galva	širdis	sūnus —	galvā	širdis	sūnūs
a. gālva	širdj	sūņū —	gālva	širdj	sūņū
d. gālvei	širdzei	sūnui —	gālvai	širdžiai	sūnui
v. galva	i. širdi	sūnu —	v. galvā	i. širdimi	sūnumi
etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.

tāpat arī:

sg. n. masc. g.	bált(a)s	gýv(a)s	vien(a)s	báltas	gývas	vienas
sg. n. fem. g.	balta	gýva	viēna	baltā	gyvā	vienā

Dažās izluoksnēs (piem. Zeimeles) šāds intonāciju raibums paradeigmatā ir nuolīdzinājies, un pārsvaru ņēmis viscaur kāpjuošs tonis.

Serbu-chorvatu valodas fakti liecina tuo pašu. Štakaviešu dialektā tās zilbes intonācija, uz kuŗu ir pārlecis uzsvārs nuo sekuojuošās zilbes, ir kāpjuoša, kaut arī paradeigmats še uzrādītu krituošās intonācijas pamatu, sal.:

štakaviešu		krievu	
sg. n.	dúša sèlo stvār grād	душá	селó твáрь гóродъ
a.	dúšu	дúшу	
g.	dúšē	душí	
l.	dúši stvári grádu	въ душѣ	въ тварí
v.	dúšo	—	въ* городý
pl. n.	dúše sèla	дúши	сéла

Ka apstākļi šinī ziņā ir vienādi leišu un serbu-chorvatu valodās, tas mums duod gaišu liecību, ka viņus izsauc vienādi un vispārīgi fonētiski nuosacijumi, kādi izpaužas uzsvāra pārleķšanas aktā (regresīvi)

<sup>1)</sup> Salīdz. piem. Fr. Specht, Lit. Mundarten I.: 120—122 (vārda sūnūs formas), 124—125 (vārdu vienas, gývas formas), 129—130 (vārda galvā formas), 130—131 (vārda arklýs formas), tāpat arī citur un ievēruo, ka Baranauskis apzīmē ar ~ kāpjuošu divmorigu garumu un ^ kāpjuošu trismorigu garumu (H. Weber, Ostlitauische Texte, XXXIII).

nuo zilbes uz zilbi. Leišu valuodā, piem. divzilbju vārduos, šie nuosacījumi izpaužas saknes zilbes pakāpeniskā spēka un augstuma pieaugšanā, lai tadā ziņā pārspētu gala zilbi un pārvilkto vārda akustiskuo maksimumu nuo beidzamās zilbes uz pirmuo (sal. manu rakstu „Daži attīstības puosmi“, 47. lapp.). Par tuo pašu liecina ari serbu-chorvatu valuoda, kur kāpjuošs tuonis pēc Mazinga pētījumiem (sal. viņa Die Hauptformen des serb.-chorw. Akz., 60 ff.) izpaužas divi zilbēs: pirmā kā kāpjuošs, pieauguošs un uotrā, sekuojuošā, kā pazeminājuošies (sal. ari Gauthiot, MSL., 1900, III, 339). Tamlīdzīgas parādības ar kāpjuošu akcentu nuovēruojamas ari slovenu valuodā (sal. Vondrāk, Vergl. Slav. Gr. I, 233). Šis liecības atbalsta ari de Sosira likums tai ziņā, ka uzsvars viegli var mainīt savu vietu (ari, pruoatams, regresivā virzienā), ja blakus zilbju moru maksimumu formula ir  $\sim + \sim$ .

2. likums izpaužas, kā redzējām, tai ziņā, ka zilbes iekšienē gaŗuma sākuma moras atvelk nuo beigu morām spēka un augstuma maksimumu, sevišķi vārda sākumā, un tas ir visai dabiski, juo zilbes resp. vārda sākums koncentrē sevi lielāku kustības sparū, kas arvien vairāk atslābst uz viņu beigām. Uz šī, tiri fiziskā likuma (sal. straujāku pagrūsta ķermeņa kustību sākumā un palēnināšanuos uz beigām), pamatuojas uzsvara koncentrēšanās vārda sākuma zilbēs mūsu un dažās citās radu valuodās un ari akustiskā maksimuma koncentrēšanās zilbes gaŗuma sākuma morās. Zemiešu dialekta fakti apstiprina šo likumu. Še augstiešu kāpjuošais akcents kļūst kāpjuoši krituošs, sal.: Dēivs, jōuks, gāidīs, dēina, tālka, dōubie, žūolie, pēŗtes, tōŗģos, ōndou etc., loc. sg. et pl. galvūoj, galvūos, žuolie, žuolies, gaidý, gaidžōus, avie, avies, dōngōu etc., kur rakstu valuodā ir: Diēvas, juōkas, gaidýs, dienā, talkā. duobē, žolē, pirtis, tuŗģus, vanduō etc., loc. sg. et pl. galvojē, galvosē, žolējē, žolēsē, gaidýjē, gaidžiuosē, avýjē, avýsē, dangūjē resp. galvōj, galvōs, žolēj, žolēs, gaidýj, gaidžiuōs, avýj, avýs, dangūj etc.

Paraleles šiem faktiem atruodam ari serbu-chorvatu valuodā, sal. štak. krālǰ, pǰp, strāža, jāža, tēža, vodē etc. ar čak. krālǰ, pǰp, strāža, jēža, tēža vodé etc. (sk. Шахматовъ, Изв. о. р. я. и сл. ИАН. 1901, VI, 1, 1, 344—351), un ari sengrieķu dialektuos, piem. atiešu: γλαυξ, αἴγες, γυναῖκες, καλώς etc., kamēr duoriešu γλαυξ, αἴγες, γυναῖκες, καλώς etc.

3. likums iziet nuo iepriekšējā. Ja spara un augstuma maksimums, kuŗš jau atradies gaŗuma sākuma morās nuo laika gala jeb ari pārgājis tur vēlākā laikmetā, vēl straujāk un spilgtāk še koncentrējas, izpauzdamies spēcīga grūdienu veidā, tā kā tūlit pēc viņa iestājas spējs spēka atslābums un augstuma kritums, tad krituošs akcents pāriet grūstā; juo krituošs tuonis pakāpeniski atslābst spēkā un vienmēriģi



pazeminās augstumā, neizpauzdamš strauju, nuorautu, bet slaidu vienmērīgi dekrescentu kustību. Šuos faktus apliecina leišu zemiešu dialekta izluoknes ļoti spilgtā veidā, sevišķi zemiešu ziemeļvakaru daļās. Dialekta austrumu daļu izluoksnēs krītošam akcentam vēl ir slaidi dekrescenta daba. Attālinuoties uz rietumiem, arvien vairāk manāma lielāka maksimuma koncentrēšanās gaŗuma sākuma daļās, un raksturiskais grūstā tuoŗa grūdiens tuop arvien spēcīgāks un spilgtāks. Rietumu daļās šī koncentrēšanās resp. grūdiens ir tik straujš un spilgts, ka diftonguos uotrais komponents (i un u) tik lielā mērā atslabst un pazeminās, ka kļūst nedzirdams. Tādā kārtā augstiešu krītuošais akcents, piem. vārduos: tēvas, dārbas, vējas, pēdā, kója, oŗys, širdis, žvēris etc. pāriet grūstā (piem. Palangā, Veivirzēnuos): ūevs, dārbs, vīes, pīeda, kūoje, vūoŗis, šērdes, žvīeres etc. Ari augstiešu kāpjuoŗi intonētās vārdu zilbēs sastuopam zemiešu rietumu izluoksnēs daŗkārt grūstu akcentu, piem.: pōnas, sveikas, piŗštas, gālas, n. pl. vartāi., d. sg. meŗgai., 1., 2. praes. sg. buvaū, buvai etc. vietā dzirdam (Palangā): pūons, svēks, pēršts, gāls, vārtā, mērgā, bōvōu, bōvā etc.

Leišu augstiešu dialekta rītiešu izluokŗņu grupām kaimiŗņuos (ziemeļuos) ir latviešu augŗzemnieku dialekts. Kuopējas ruobeŗas viŗiem iet rietumu un austrumu virzienā, sākot apmēram nuo Bauskas līdz pat Ezerēniem (Zarasiem) un pat vēl tālak aiz tiem. Ģeografiskā sakarā šie abu tautu nuovadi, laikam, bijuŗi allaŗ. Ari viŗu akcenta īpatnības ir vienādas resp. vārdu uzsvara uu zilbju akcenta vēstures gaita viŗiem virzījusies un virzās vienāduos pamata vilcienuos. Leišu ziemeļu zemiešu dialektu izluoknes ir vecākas savā akcenta vēsturē par augstiešu rītiešu izluoksnēm, gluŗi tāpat kā latviešu vidus un tāmnieku izluoknes šini ziŗā ir vecākas par augŗzemnieku izluoksnēm. Pēdējā dialektā, kā redzams, vārda uzsvars ilgāk paglabājis pirmatnīguo stāvuokli, t. i. varējis stāvēt tiklab saknes kā ari gala zilbēs, un vēlāk sācis koncentrēties vārda sākuma zilbēs nekā vidus un tāmnieku dialektā. Jau tas apstāklis, ka augŗzemnieku dialektā izluokŗņu un izluokŗņu grupu starpā akcenta ziŗā nav tādas vienādības un saskaņas, kāda sastuopama vidus un tāmnieku dialektuos, liecina par vēlāku kustības periodu. Analogīja še tik bieŗi traucējusi fonetiskuo attīstību, sevišķi ruobeŗu juoslās pie vidus dialekta, ka vienā pagastā ir daŗkārt tur krītuoŗi intonētās formas, kur uotrā kāpjuoŗi akcentētas; atruodas pat tādas vietas, kur sastuopams viens pats intonacīju tips (Ģārsenē). Tāpat ari krītuošās intonacījas nuokrāsa ir daŗāda: vienā vietā tā ir maīga un tūvuoŗas stieptam tuoŗa tipam, uotrā atkal skarbāka un tiecas uz grūsta akcenta pusi. Taŗ pats sakāms ari par kvantitati,

kuŗas gaŗuma daŗadība atbilst intonācijas nuokrāsas daŗadībai. Tuomē akcenta kustības pamata likumi augŗzemnieku dialektā ir pietiekuoŗā mēra nuoteicami. Vecais krituoŗais tuonis ir pamatā un tas ir sastuopams tur, kur leiŗu valuodā uzsvars paradeigmatā (lielākā formu daŗā) ir vārdu saknes zilbē. Kāpjuoŗs resp. stiepts tuonis ir ieradies sekundarā kārtā un tur, kur uzsvars, salīdzinuoŗ ar leiŗu valuodu, ir atvilkts par vienu zilbi atpakaļ resp. pārņests nuo galuoŗnes saknes zilbē, gluŗi tāpat, kā tas nuovēruojams ņimbrīŗam leiŗu rītieŗu izluokŗņu grupās. Tādā kārtā pamata vilcienuos leiŗu rakstu valuodas I b un II b tipam (pēc Videmaŗa resp. Kursaiŗa) atbilst augŗzemnieku krituoŗais akcents, kamēr I a un II a tipam — kāpjuoŗais jeb stieptais tuonis. Pierādījumam ņemsim pēdējuos tipus, salīdzinādami ar leiŗu vārdiem, piebilstuoŗ, ka kāpjuoŗi intonēju vārdu augŗzemnieku izluokŗņēs samērā ir maz; arī leiŗu valuodā II a vārdu skaits ir visai niecīgs. Pievedīsim vienīgi tuos vārdus, kuŗi sastuopami vienādā intonējumā lielumlielā izluokŗņu vairumā.

## I a tips.

## II a tips.

augŗzemn.	leiŗu rītieŗu	leiŗu rakst. val.	augŗzemn.	leiŗu rītieŗu	leiŗu rakst. val.
doŗva    dōŗva <sup>1)</sup>	—	dervā	goŗva	galva	galvā
dīna    diēna (svārstās)	diēna	dienā	pāda    pēda	pēda	pēdā
īla    iēla (svārstās)	eīle	eilē	dzīsmā    dziŗsmā	giēsmē	giesmē
īva    iēva	iēva	ievā	orķls    orķls <sup>1)</sup>	—	ārķlas    arķlŗs
zīma    ziēma	ziēma	ziemā			
dēgl(i)s    dīglis	—	dyglē	bāŗzs    bēŗzs	bēŗŗs	bēŗzas
taūŗ	taūre	taurē	calms    cēlms	kelms	kēlmas
vaŗde    veŗde	vaŗla	varlē	doŗbs    dōŗbs <sup>1)</sup>	dāŗbs	dāŗbas
veīze    viēŗe	vŗŗa	vyŗā	kolnc    kalnc	kālns	kālnas
zōaŗe    zāeŗe	ŗōle	ŗolē	kōts    kāts	kōts	kōtas
Dī(v)s    Diēvs (svārstās)	Diēvs	Diēvas	krāŗls    krēŗls	krēŗŗs	krēŗlas
draūgs (svārstās)	draūgs	draūgas	leīnc    līnc	lŗns	lŗnas
ŗimŗs    ņimŗs	ŗēŗmŗs	ŗimŗtas	lūgs    luōgs	lūngs	lāngas
dvīnc	dvŗns	dvynŗs	māŗli    mēŗli	mēŗŗs	mēŗlas
gaŗls	gaŗdis	gaidŗs	plūŗts    pluōŗts	plūoŗŗs	plūoŗtas
kūde    kuōēde	kuŗda	kandis	reŗts    rŗts	rŗts	rŗtas
piŗts    piŗts <sup>1)</sup>	piŗts	piŗtis	soŗgs    sōŗgs <sup>1)</sup>	sāŗgs	sāŗgas
ūgle    uōgle	uŗglis    oŗgla	anglis	sŗts    siēts	siēts	siētas

<sup>1)</sup> Sal. AUL. III, 142 u. 143.

I a tips.			II a tips.		
augšzemn.	leišu rtiešu	leišu rakst. val.	augšzemn.	leišu rtiešu	leišu rakst. val.
l <sup>e</sup> īts    liēts	liēts	liētūs	valnc (svārstās)	vēlnēs	vēlnias
eūdec    ūdec	uñdo    uñdenis etc. <sup>2)</sup>	vanduō	zīds    ziēds	žieds	žiedas
			zīrgs    zirgs <sup>1)</sup>	žirgs	žirgas
			zūds    zuōds	žūnds	žāndas
			ō <sup>a</sup> zs    ā <sup>e</sup> zs	ōžis	ožys
			vēzs	vēžis	vēžys
			sīrds    sirds <sup>1)</sup>	širdēs	širdis
			zvērs	žvērēs	žvēris
				etc. <sup>2)</sup>	

- a - un - ā - celmu īpašības vārdi, kas leišu valuoḁā pieder vienīgi pie Ia un Ila tipiem, sastuopami lielum lielā vairumā augšzemnieku izluoksnēs ar kāpjuošu akcentu. Pievedam še divzilbju adjektīvus, kuri sastuopami leišu valuoḁā:

augšzemn.	I. rīt.	I. rakstu val.
āugsts	āukšts	āukštas
bolts    bōlts <sup>1)</sup>	bālts baļta	bāltas baltā
boļta    bōlta <sup>1)</sup>		
cīts    ciēts	kiēts	kietas
drāgnis	drēgnēs	drēgnas
dz <sup>e</sup> ivs    dzīvs	gývs	gývas
ilgs    ilg <sup>1)</sup>	ilgs	ilgas
jaūns	jaūns	jaunas
kořsts    kōrsts <sup>1)</sup>	kārštēs	kārštas
m <sup>e</sup> īksts    mīksts	mīnkštēs	mīnkštas
plōnc    plānc	plōns	plōnas
s <sup>e</sup> īksts    sīksts	—	sýkstas
solts    sōlts    saļts	šālts	šāltas
smoļks    smāļks	—	smāļkas
šk <sup>e</sup> īsts    škīsts	škýstēs	škýstas
tīvs    tiēvs	—	tenvas
vāls	—	vēlas    vēlūs
vīnc    viēnc	viēns viēna	viēnas vienā
vīna    viēna	etc.	

<sup>1)</sup> Sal. AUL III, 142. un 143.

<sup>2)</sup> Sal. arī FBR. III. sausnēješu, neretiešu un prelliešu izluokšņu vārdus. Tikai te ir aplams kāpjuoša akcenta apzīmējums ar ^, kur vajadzēja ~, kā latviešu valuoḁā parasti lietuojam.



## - u - celmu adjektivi

augšzemn.	l. rit.	l. rakstu val.
braņģis    brāņģis	braņģis	brangūs
gōrds    gōrds <sup>1)</sup>	gařds	gardūs
jaūks	jaūks	jaukūs
soldenc	sařds	saldūs
tō <sup>a</sup> š    tāls	—	tolūs

etc.

Vienzilbīgie vārdi — pronomini savā akcenta izveiduojumā lielam lielā augšzemnieku izluokšņu vairumā dibinās uz tiem pašiem pamatiem, kā augšā pievestie divzilbju celmi — nomini. Kāpjuošs akcents sastuopams šē tais formās, kuŗās vārda uzsvars atvilkts nuo galuotnes saknes zilbē, t. i., kas nuo sākuma bijušas divzilbīgas un kas nu tapušas par vienzilbīgām. Visdruošāku liecību šē duod abu skaitļu lokatīvu formas.

vidz. malien.	l. rit.	l. rakst. val.	augškurzemn.	l. rit.	l. rakst. val.
l. sg. masc. g. tai			masc. g. tamā    timā	tām(e)	tamē
fem. g. tai	tōj    tō	tojē	tamā    timā		
l. pl. masc. g. tuōs	tuōs	tuosē	tamūs    timūs	tamūs	timūs
fem. g. tās	tōs	tosē	tamās	tamās pēc loc. sg. parauga.	

Tālāk nāk abu skaitļu instrumentaļa un datīva formas

	augšzemn.	l. rit.	l. rakstu val.
fem. g. i. pl.	tōm    tōm    tām	tōms    tōm	tomis
d. pl.	tōm    tōm    tām	tōm    tōms	tóms
masc. g. i. pl.	tiīm    tim    tiēm	tiēm (R <sub>2</sub> R <sub>3</sub> )	tais
d. pl.	tiīm    tim    tiēm	tiēm    tiēms	tiems

Instrumentaļa forma šē pievienuojusi sev datīva formu skaņu un arī intonācijas ziņā. Par izejas punktu šē jāskaita sieviešu kārtas formas. Viņas pabalsta arī attiecīgās kuopējās persuoniskuo vietnieku vārdu formas: muīms, juīms || mūms, jūms, l. rītiešu muīms, juīms || muīm, juīm, l. rakstu val. mumis, jumis. Leišu valuoda rāda, ka sava luoma šē piekritusi attiecīgai duaļa formai; sevišķi leišu rītiešu formu paraleles gaiši liecina par plurala un duaļa formu jukumu. Analogijas ceļā, pieslejuoties instrumentaļa formai un ar lokatīva pabalstu izveiduojušas ar kāpjuošu intonāciju arī vienskaitļa datīva formas:

	augšzemn.	l. rit.	l. rakstu val.
fem. gen.	taī    tòi	taī    tòi	taī
masc. gen.	taīm    tām	tām	tām

Ar vietnieka vārdu formām saskan arī lielā izluokšņu vairumā atiecīgās nominu formu galuotnes, juo viņu akcentu tipa pārveidojumā ir tas pats pamats, sal.:

loc. sg. <sup>1)</sup>			
augšz. goļvā	zō <sup>a</sup> lē	kōlnā	širdiē
l. rīt. galvōj    galvo	žolēj    žōlē	[káln(e)]	širdyj    širdī
l. rakstu v. galvojē	žolējē	[kálne]	širdyjē
loc. pl. <sup>1)</sup>			
augšz. goļvās	zō <sup>a</sup> lēš	koļnūs    koļnuošs	sirdiēs
l. rīt. galvōš    galvos	žolēs    žōles	kalnuošs	širdys    širdis
l. rakstu v. galvošē	žolēsē	kalnuosē	širdysē
instr. et dat. pl.			
augšz. goļvām    goļvōm	zālēm    zō <sup>a</sup> lēm	koļniēm    koļniīm    koļnim	[sirdiēm    sirdiīm    sirdim]

Dat. sg. tamlīdzīgās nominu formās pa lielākai daļai ar īsu galuotni. Arī adjektīvi ar nuoteicamo galuotni pieslejas substantīviem: piem. n. sg. lobā, lobaīs, n. pl. lobās, lobiē etc.

Atgriezeniskuo laivārdu galuotņu gaŗumi intonācijas ziņā sakrīt ar minēto nominu galuotņu intonāciju, sal.: sg. 1. skōtuoš || skōtūs, 2. skōtiēs || skōtīs, 3. skōtās; pl. 1. skōtamiēs || skōtamīs, 2. skōtatiēs || skōtatiīs.

2. un 3. likums akcenta kustības vēsturē nuovēruojams, kā augšā minējām, leišu zemiešu dialektā un visspilgtāk tas izpaužas viņa ziemeļvakaru daļā. Tāds pat akcenta veidojums sastuopams latviešu valuodas tāmnieku un vidus dialektuos, kas dienviduos pieslēdzas minētam leišu valuodas dialektam, sākuot, apmēram, nuo Mazaiķiem līdz pat Palangai. Visspilgtāk šie likumi izpaužas Vidzemes vidus dialektā trējāda gaŗuma izluoksnēs, kur, tāpat kā zemiešu dialektā, senie krītuošie gaŗumi tuop par grūstiem un kāpjuošie par krītuošiem, pie kam jāpiezīmē, ka šie pēdējie pēc savas dabas (akustiskā efekta) gluži līdzīgi zemiešu tā sauktajiem krītuošī kāpjuošiem; bet par tuo zemāk. Kurzemes latviešu vidus dialektuos grūstais tuonis tuop arvien skarbāks, ejuot nuo austrumiem uz rietumiem — nuo vidus dialektā tāmnieku izluoksnēs. Ap Jelgavu grūstais akcents vietām ir tik maigs, ka grūti atšķirams nuo augšzemnieku krītuošā, kamēr tāmniekuos tas tik skarbs, ka teikuma uzsvarā sadzirdama pat pauze gaŗuma vidū. Arī kapjuošais tuonis Jelgavas apkārtņē nav tik spilgts kā tāmnieku apviduos. Vidus dialektā arī sa-

<sup>1)</sup> Vietām loc. sg. et plur. nominu galuotnēs krītuošs un pat laužts tuonis, sevišķi Augškurzemē; tāpat arī atgriezeniskuo verbu persunu galuotnēs. Svārstās intonācijas tipī arī nuoteicamuo adjektīvu galuotnēs.

stuopamas dažas vienādas parādības ar tuo leišu izluokšņu grupu parādībām, kas atruodas rītiešu un zemiešu pārejas juoslās, piem. ir, uī, aī pārveidojumi (sal. AUL. III. 142 u. 143). Akcenta attīstības puosms minētos latviešu un leišu dialektuos ir agrāks par augšzemnieku un leišu rītiešu akcenta attīstības stāvuokli. Vislabāk tuo apliecina gaŗumu intonaciju tipi luokāmās galuotnes un ari sufiksuos. Kamēr augšzemnieku un ari leišu rītiešu dialektā (kur uzsvars atvilkts uz minētām vārda daļām, kuo taisni pierāda leišu rītiešu formas) tie ir kāpjuoši intonēti, tamēr latviešu vidus un tāmnieku dialektuos tie jau koncentrējuši savu akustiskuo maksimumu gaŗumu sākuma morās resp. kļuvuši krituoši jeb grūsti.

Tā kā leišu zemiešu dialektā sastuopami akcenta tipi tikai ar spēka un augstuma maksimumu gaŗumu sākumā, tad tādiem būtu jābūt ari visiem akcenta veidiem minētos latviešu dialektuos. Tuomēr še sastuopam vārdus ari ar kāpjuoši intonētiem celmu gaŗumiem. Salidzinuot šādus vārdus ar vienādiem leišu valuodas vārdiem, atruodam, ka viņi savā lielum lielā vairumā pieder pie II. b tipa (pēc Videmaņa resp. Kursaiša sagrupējuma). Ka šie vārdi bijuši kādreiz oksitonēti (un tādu stāvuokli paglabājuši ari vēl baltu valuodu šķiršanās periodā), par tuo duod liecibu viņu saknes vokalisms, izpauzdams pa lielākai daļai redukcijas vokalisma pakāpi, un ari salidzinājumi ar radū valuodu vārdiem, kuŗās vēl daži nuo viņiem ir ar galuotnes uzsvaru. Tādu stāvuokli tie, duomājams, paglabājuši vēl baltu valuodas atsevišķās nuozarēs un ari latviešu valuodā šis tips paturējis visilgāk savu oksitonēto veidu. Pievedam še tuos piemērus, kam rada vārdi sastuopami vēl leišu valuodā:

lat. cilpa — leiš. kilpa, deļna — délna, duōna — dúona, dziŗnas — gírnos, jūŗa — júrios, kāja — kója, liēpa — lēpa, lūpa — lúpa, saūja — sáuja, stiŗna — stírna, vārna — vārna, vētra — vētra, vilna — vílna, uōsta — úostas, bērzs — bērzas, buŗts — búrtas, dūmi — dúmai, irķls — irķlas, jēras — ēras, kalts — káltas, kaūls — káulas, krūms — krúmas, kuŗts — kúrtas, laĩks — láikas, lĩnis — lýnas, milti — míltai, piēns — píenas, prūsis — prúsas, sprānds — sprándas, sāns — šónas, sārms — šármas, sūds — šúdas, tēvs — tévas, tilts — tíltas, tulks — túlķas, vējš — vējas, velns — vélņas, vīrs — výras, cēŗps — kēŗpē, drēbe — dróbē, dzēŗve — gēŗvē, kuŗpe — kúrpe, māte — móte || motē, pelce — pēlķē, rīķste — rýķšte, saūle — sáulē, zīle — žýlē, brālis — brólis, kuŗmis — kúŗmis, lūsis — lúšis, māls — mólis, ziŗnis — žíŗnis, zviŗbulis — žvíŗblis, nāss — nósis, tāss — tóšis, zvĩns — žvýnis, mēness — mēnēsis etc. Ari daudz leišu IIa tipa īpašības latviešu valodā ir ar kāpjuošu tuoni: balts — báltas, bērs — bēras, caūrs — kíauras, ilģs — ilģas, liēss —



liesas, luōss — lūošas, miļš — mielas, palss — pālšas, pilns — pilnas, gaūss — gausūs, skaidrs — skaidrūs, etc. Viss var būt, ka IIb tipā pārgājuši daži IIa tipa vārdi; tuo liecina nupat pievestie pēdējā tipa īpašības vārdi, kas latviešu valuodā dabū kāpjuošu tuoni; tuo apstiprina arī augšzemnieku izluoksnes, kur IIb tipa vārduos daudzkārt svārstās tuoņa tips, tā piem. ar kāpjuošu akcentu blakus krituošam tur sastuopami: cilpa || cylps, dzērve, kō<sup>a</sup>ja, līpa, lē<sup>a</sup>pa, šaūja, stērna, tolka, mō<sup>a</sup>tē, rē<sup>i</sup>kstē, zeilē, kaūls, krē<sup>u</sup>ms, kuīms, pīnc, sō<sup>a</sup>nc, vējs, mō<sup>a</sup>ls etc. Daži IIb tipa vārdi lielum lielā augšzemnieku izluokšņu vairumā ir kāpjuoši intonēti, tāpat ka vidus dialektā, sal.: drēbe, dēlna || dēlla, līnc, mēņess; bez tam vēl augšz. d. kāpjuoši intonēti IIb tipa ir: dzē<sup>i</sup>sla, lō<sup>a</sup>va, malka, sīna, slūta, eūdr(i)s, ūga, ūss || uōšs, vē<sup>i</sup>ksnā etc. (sal. manu r. „Daži attīstības puosmi etc. 46. un sek.).

Pirmatnīgie vienzilbigie vārdi — pronomini aprakstāmuos latviešu dialektuos paturējuši negruozitu veidu vienzilbigās formās — kāpjuoši intonētu zilbes gařumu, sal. fem. g. sg. n. tā, g. tās, a. tuō, pl. n. tās, g. tuō, d. tām; masc. gen. sg. g. tā, a. i. tuō, pl. n. tiē, g. tuō — g. tiēm, pielīdzinuoť tādā kārtā ir dat. resp. instr. pl. fem. et masc. gen. intonaciju ziņā vispārējai formu sistēmai. Loc. sg. fem. et masc. gen. tajā, pl. tajās tajuos

Luokāmās galuotnēs (un arī sufiksuos) gařums viscaur krituošs resp. grūsts.

loc. sg. gālvā, zālē, kālnā, sirdī, tīrgū,

loc. pl. gālvās, zālēs, kālnuos, sirdīs, tīrguos,

dat. resp. instr. pl. gālvām, zālēm, kālniem sirdīm, tīrgiēm.

Tāpat arī nuoteicamās īpašības vārdi un arī pilnās (atgriezeniskuo) verbu personu galuotnēs viscaur krituošs resp. grūsts tuonis, sal. baltāis, baltie, baltā, baltās, skatuos, skaties, skatās, skatāmies, skatāties.

Minētās vidus dialekta izluoksnes, kurās sastuopams trejāds zilbju akcents, kā redzams, ir maisījums no abiem malu dialektiem, juo viņas atruodas pārejas juoslā nuo viena malu dialekta uotrā — Vidzemes Valkas, Valmieras un Cēsu apriņķu vidējas Pagaujas nuovaduos. Kā šīs duomas ir pareizas, par tuo liecibu duod viņu akcentu tipu sadalījums vārdi celmu un galuotņu (arī sufiksu) zilbēs. Pēc savu celmu akcentējuma trejāda gařuma izluoksnes pieslejas tāmnieku un Kurzemes vidienas dialektam, pie kam viņu grūstais un krituošais tuonis sakrīt ar šuo dialektu grūstuo intonaciju un kāpjuošs — ar kāpjuošo. Kāpjuošais tuonis še ir cēlies senuos oksitonētuos vārduos gluži tāpat kā tāmnieku un pārējās vidus dialekta daļās, turpreti grūsts akcents izveiduojes nuo senā krituošā un krituošais — nuo agrākā kāpjuošā; vārdu

sakuot, šē ir nuorisinājies gluži līdzīgs intonāciju pārveidojuma process kā leišu zemiešu dialektā, kā tuo jau augšā pieminējam. Atkārtuojam šē vēlreiz, ka zemiešu tā sauktais kāpjuoši krituošais un Valmieras apvidus krituošais pēc savas dabas (akustiskā efekta) ir gluži vienāds. Pievedam šē dažus piemērus (ceļma vārdus) nuo leišu augstiešu, zemiešu un latv. Valmieras apvidus dialektiem.

## leišu

leišu krit. resp. grūsts — latv. grūsts			augst. kāpj. zem. kāpj.-krit.	latv. krit.
gýsla	gýsla	dzýsla	barzdà (a.bařzda)	bàřzda <sup>1)</sup>
óda	úoda    úoda	áda	diená	dēina
síena	séina    sēina	siena	rankà	rōnka
smilga	smilga	smilga	vieta	vēita
šlúota	šlúota    šlouta	slúota	ziemà	žēima
úoga	óuga    óuga	úoga	duobē	dōube
đārbas	đārbš    đārbš	đārbš	taurē	tāure
kélmās	kélmš    kélmš	célmš	daržas	dāržos
lāngas	lōngš    lōngš	lūogs	Diēvas	Dēivs
brīedis	brēidis    brēidis	brīedis	kiēmas	kēims
	etc.		laņkas	—
			vilkas	vīlks    vēlks
			sniēgas	snēigs
			kirvis	kērvēs
			pirtis	pērtēs
			tuřgus	tōrgos
				tiřgus
				etc.

Galuoťu intonāciju ziņā trejāda gaŗuma izluokšnes pieslejas augšzemnieku dialektam resp. Vidzemes Malienas izluokšņu grupām. Lietu vārdu luokāmuo galuoťu (daŗkārt ari sufiksu) gaŗumuos sastuoťams stiepts tuonis, tāpat ari vietniekvārduos un īpašības vārdu nuoteicamās formās, kā tuo redzējam augšā pievestuos augšzemnieku dialekta piemēruos. Tāmnieku un Kurzemes vidus dialektuos akcentu tipu sadalījums pa radu vārdiem resp. viņu daļām ir ļuoti nuoteikts, kamēr augšzemnieku dialektā tas visai svārstīgs tiklab vienādu vārdu celmu, kā ari galuoťu zilbēs. Ari šī parādība izpauŗas trejāda gaŗuma izluokšnēs. Tā piem. dažās nuo viņām pie kāpjuošām galuoťnēm nominu un pronominu dat. pl. sastuoťams ari kāpjuoši intonēts loc. sg.; citās turpreti loc. sg. tāpat kā loc. pl. ir ar grūstu tuoni, sal.:

1) latv. \* = šē krituoša tuoŗa apzīmejumam.

Valmieras (Endzelina<sup>1</sup>) izl. (tāpat arī Raunā u. c.)

						n. sg. mazā mazais
dat., instr. pl.	sievām mātēm cilvēkiem	brāļiem	avim	ragūm	tām tiēm	masajām mazajiem
loc. sg.	sievā mātē cilvēkā	brālī	avi	alū	tai    tāt	mazajā
loc. pl.	sievās mātēs cilvēkos	brāļuos	avis	ragūs	tās tuos	mazajās mazajuos
						n. pl. mazās maziē

Drustuos<sup>2</sup> (tāpat Smiltēnē, Dzērbenē, Nēķinā u. c.)

						n. sg. labā labašs
dat., instr. pl.	mēitām	upēm	gāldiēm	brāļiēm	tām tiām	
loc. sg.	mēitā	upē	gāldā	brālē	tōi	(lauztī)
loc. pl.	mēitās	upēs	gāldūos	brāļūos	tōis tūos	(lauztī)
						n. pl. labās labiā

Slēdziens. Salīdzinot ar leišu dialektu intonāciju attiecībā, iznāk, ka senajam leišu resp. baltu krituošajam akcentam atbilst latviešu grūstais tāmnieku un vidus dialektā un arī krituošais augšzemnieku dialektā; leišu kāpjuošajam — latviešu krituošais (Valm. apv.). Latviešu kāpjuošais akcents cēlies katrā dialektā atsevišķi senuos (leišu resp. baltu) oksintonētos vārduos.

<sup>1</sup>) Sal. Endzelin, Lett. gr. §§ 221, 237, 245, 259, 274, 299, 321, 359.

<sup>2</sup>) Sal. Cīrulis, RKr. XV, 51 u. sek.



## PRETREFORMACIJAS LAIKMETA DOKUMENTI par Livoniju Varmijas (Ermelandes) bīskapijas archivā, Frauenburgā (Rītpūsijā).

Prof. K. Kundziņa.

1582. gada sākumā ar Zapoljes mieru izbeidzās „Livonijas karš“ starp Poliju un Krieviju. No šī brīža sākās Polijas varas nostiprināšana iekarotā zemē. Blakus poļu pārvaldes kārtības ieviešanai valdība sāka rūpēties arī par katoļu baznīcas un ticības atjaunošanu Livonijā, tiklab pilsētās, kā uz laukiem. Rīgā ar valdības atļauju apmetās jezuiti un šē nodibināja savu „koleģiju“. Pilsētās un uz laukiem no jauna sāka parādīties katoļu priesteri. Lai papildinātu garīdznieku kontingentu, Stefans Batorijs starp citu stājās sakarā ar Varmijas (Ermelandes) diecezes bīskapu Mārtiņu Kromeru Heilsbergā, Rītpūsijā, uzaicinot to gādāt par priesteriem, kas būtu ar mieru uzņemt misionaru pienākumus Livonijā. Varmijas diecēzēs iedzīvotāji tanī laikā vēl runāja senprūšu valodu un tāpēc arī priesteriem šī valoda nevarēja būt pilnīgi sveša.<sup>1)</sup> Tas gan būs bijis viens no iemesliem, kāpēc radās nodoms, ņemt priesterus priekš Vidzemes taisni no šejienes, jo senprūšu valodas pratējiem bij samērā viegli iemācīties arī latviešu valodu. Uzaicinājums nepalika bez panākumiem. Jau 1582. gada pavasarī Heilsbergu atstāj trīs šīs diecezes klerīki, kuri uzņemas tālo un grūto ceļu uz ziemeļiem. Tie ir Fabiāns Kvadrantīns (Quadrantinus), Ertmanis al. Hartmanis Tolgsdorfs (Tolgsdorff, arī Tolksdorff) un Andrējs Krūgers (Krügerius al. Wartenburg). Varmijas bīskapijas archivā, Frauenburgā (Rītpūsijā), uzglabājušās šo vīru vēstules, kurās tie rakstījuši savam garīgajam tēvam, bīskapam Kromeram. Šīs vēstules rakstītas 1582.—1588. gados un stāsta mums par šo garīdznieku ceļojumu no Heilsbergas līdz Rīgai, par viņu pirmajiem iespaidiem Livonijā un par viņu vēlāko darbību pilsētās un uz laukiem.

Apmeklējot 1923. g. vasarā Frauenburgu, man bij izdevība konstatēt minētā archivā pavisam 27 šādas vēstules, kas stāv sakarā ar minēto

<sup>1)</sup> Sk. tālāk vēstuli № 20.

priesteru nākšanu uz Livoniju. Visas viņas adresētas bīskapam Kromeram. 17 no tām ir Kvadrantīna rakstītas, 3 — Tolgsdorfa, 3 — Krūgera, 1 — Stefana Batorija pilnvarnieka Solikovska, 1 — jaunieceltā Livonijas (Cēsu) bīskapa Patricija Ņidecka un viena ir kopīgs visu triju misionaru ziņojums. (Bez tam archīvā atrodami norakstā un oriģinālā vēl daži citi dokumenti par Livonijas lietām, par kuņiem šē nerunāšu.) No minētām vēstulēm vēsturnieki līdz šim izmantojuši vienīgi dažus Kvadrantīna ziņojumus, kas attiecas uz pretreformāciju Pērnavā.<sup>1)</sup> Pārējās, to starpā taisni tās, kas attiecas uz notikumiem Latvijā, mūsu vēsturniekiem līdz šim nav bijušas pieejamas. Tāpēc uzskatu par savu pienākumu, šē sniegt visupirms īsu pārskatu par minēto dokumentu saturu, pievienojot tam tālāk dažu, interesantāko, vēstulu tekstu in extenso. Bez ceļojuma apraksta un ziņām no Rīgas, Cēsīm, Valmieras un Raunas par pretreformācijas gaitu, Latvijas senatnes pētītāju varētu interesēt arī personīgās ziņas par Ertmani Tolgsdorfu, ievērojot to nozīmi, kāda viņam piekrit latviešu rakstniecības vēsturē.

Nevaru beigt īso ievadu, neizteicis sirsnīgāko pateicību Varmijas (Ermelandes) bīskapijas archīva pārzinim, doma vikaram Dr. Marquarda kgam Frauenburgā, kuņš ar vislielāko pretimnākšanu man deva iespēju iegūt šē publicēto dokumentu norakstus.

#### A. Vēstulu saturs.

1) Arch. Episcopale Warmiense, D. 25. fol. 9. Fabiana Kvadrantīna vēstule bīskapam Kromeram, Karalaučos, 3. maijā 1582.

Kvadrantīns ar biedriem ieradies Karalaučos. Šē kāds Kristaps Ungermans izgādājis tiem caurbraukšanas atļauju caur Klaipēdu. Lūgums, atvieglināt kādam minētā Ungermana radniekam, kuņš atrodas Gutstetas cietumā, viņa stāvokli.

2) Arch. Ep. W., D. 25. fol. 10/11. Fab. Kvadrantīna vēstule M. Kromeram, Rīgā, 21. maijā 1582.

16. maijā Kv. ar biedriem ieradies Rīgā. Ceļojums caur Kurzemi. Incidents ar kādu Kurzemes vācieti. Iedzīvotāju simpatijas pret Zviedriju. Katoļu ticības stāvoklis Rīgā. Baznīcas. Katoļu garīdznieku sprediķi. Iedzīvotāju attiecības pret tiem. Rīgas pilsētas apraksts. Atsūtīto garīdznieku nākamās darbības vietas. Dievkalpošanas pieredumu trūkums un citas vajadzības.

3) Arch. Ep. W., D. 37. fol. 109. Karaļa komisara Joh. Solikovska vēstule bīskapam Kromeram, Rīgā, 22. maijā 1582.

Kromera atsūtītos garīdzniekus karalis nodomājis sūtīt uz Cēsīm, Raunu, Valmieru un Pērnavu. Solikovska plāni. Personīgās ziņas.

<sup>1)</sup> Th. Czernay, Fabianus Quadrantinus und die Gegenreformation in Pernau (Sitzungsberichte der Altertumsforschenden Gesellschaft zu Pernau 1899—1901).

4) Arch. Ep. W., D. 37. fol. 113—117. Fab. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Pērnāvā, 18. jūnijā 1582.

Parskats par Kvadrantīna un viņa biedru darbību Livonijā kopš viņu ierašanās 16. maijā.

5) Arch. Ep. W., D. 75. fol. 60. Ertmaņa Tolgsdorfa vēstule Kromeram, Rīgā, 23. jūnijā 1582.

Tolgsdorfs pateicas Kromeram par viņa vairāk nekā tēvišķo gādību, kuŗu tas līdz šim baudījis. Isas ziņas par viņa biedriem. Autors pats darbojas Rīgā, Jēkaba un klosterā baznīcās. Viņa materialais stāvoklis. Luterāņu attiecības pret katoļu ticību. Rīgas pils. Kristus miesas un asiņu svētku svinības Rīgā.

6) Arch. Ep. W., D. 75. fol. 62—65. Fab. Kvadrantīna vēstule M. Kromeram, Pērnāvā, 7. aug. 1582.

Zviedrijas valdības mēģinājumi radīt Livonijā pretpoļu kustību. Viļņas bīskapa uz Rēveli sūtītā ziņneša apturēšana un iztaujāšana. Zviedru pretenzijas uz dažiem novadiem. Katoļu ticības panākumi Livonijā. Personīgas ziņas.

7) Arch. Ep. W., D. 25. fol. 12. Fab. Kvadrantīna vēstule M. Kromeram, Pērnāvā, 31. okt. 1582.

Stāvoklis labojies. No zviedru puses briesmas mazinājušās, jo tiem radušies sarežģījumi ar Krieviju. Zviedrijas kara spēka daļas atstājušas Pērnavu. Autora lūgums pēc pabalsta.

8) Arch. Ep. W., D. 25. fol. 13. F. Kvadrantīna vēstule bīskapam Kromeram, Pērnāvā, 20. janv. 1584.

Autors sen nav saņēmis ziņas no bīskapa. Viļņas bīskaps atstājis Livoniju un laikam vairs neatgriezīsies. Autors sūdzas par savu grūto stāvokli un lūdz bīskapu Kromeru viņu atsaukt.

9) Arch. Ep. W., D. 25. fol. 23/24. F. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Pērnāvā, 1. februārī 1584.

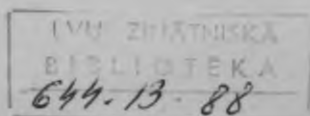
Autora grūtais materialais stāvoklis. Lūgums atsaukt viņu no Livonijas un piešķirt kanoniķa vietu Gutstetā. Par Cēsu bīskapa ierašanos vēl trūkst ziņu.

10) Arch. Ep. W., D. 37. fol. 69. Andrēja Krūgera vēstule bīskapam Kromeram, Runburgā (Raunā), 5. aprīlī 1584.

Kromera vēstulī autors kopā ar Ertmani (Tolgsdorfu) saņēmis Trikatā 23. martā. Karalis nodevis Krūgeru un Tolgsdorfu Cēsu bīskapa gādībā, bet pēdējais vēl nemaz nav ieradies. Kr. materialais stāvoklis ļoti grūts. Viņš šaubās, vai katoļu ticības propagandai būs kādi panākumi (izņemot starp zemniekiem). Luterāņu mācītāju darbība. Autora lūgums, neatstāt viņu likteņa varā.

11) Arch. Ep. Warm., D. 25. fol. 27. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Pērnāvā, 1. sept. 1584.

Autors ar saviem 2 biedriem ir ar mieru arī turpmāk palikt Livonijā, ja viņiem piešķirts noteiktu atalgojumu. Igaņu zemnieki bez izņēmuma piegriežas atkal katoļcīsmam, bet vācieši no herezijas (luteranisma) neatkāpjas.



12) Arch. Ep. Warm., D. 25. fol. 15. Kvadrantīna, Krūgera un Tolgsdorfa kopēja vēstule bīskapam Kromeram, Rīgā, 20. novembrī 1584.

Karalis grib, lai visi trīs arī turpmāk paliktu savās vietās. Viļņas kardināls (Radzivils, Livonijas pārvaldnieks), viņiem piespriedis, atalgojumu, 100 fl. gadā. Dancīgas tirgotājs ar apsoltu naudas pabalstu vēl nav ieradies.

13) Arch. Ep. Warm., D. 25., fol. 22. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Rīgā, 27. nov. 1584. g.

Autors un viņa biedri ļāvušies pierunāties, arī turpmāk palikt savās vietās. Ienākumu uzlabošanās. Visa Livonija pieņēmusi jauno kalendaru. Kardināla Radzivila svīnīga uzņemšana Rīgā. Jezuīta Leonarda Rubena sekmīgie sprediķi.

14) Arch. Ep. Warm., D. 25., fol. 20/21. F. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Pērnavā, 11. dec. 1584.

Pērnavieši pretojas jaunā kalendara ieviešanai. Atklāts dispuāts starp Kvadrantīnu un luterāņu mācītāju lut. baznīcā.

15) Arch. Ep. Warm., D. 25., fol. 16/17. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Pērnavā, 8. janv. 1585.

Incidents sakarā ar karaļa un Viļņas kardināla manifestu. Ziņas par zviedriem un Krieviju. Zviedrijas valdība cenšas nostiprināt protestantismu Rēvelē. Par bīskapu ieceltais Patricijs (Nideckis) vēl nav ieradies. Personīgas ziņas.

16) Arch. Ep. Warm., D. 25., fol. 14. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Pērnavā, 29. aprīlī 1585.

Sagaidāma jaunieceltā Cēsu bīskapa ierašanās. Darbības panākumi. Dancīgas tirgotājs ar apsoltu naudas sumu vēl nav ieradies.

17) Arch. Ep. Warm., D. 6., fol. 118—120, Kvadrantīna vēstule Kromeram, Pērnavā, 29. nov. 1585.

Par zviedru ģenerāļa Pontus de la Gardie nāvi. Personīgas ziņas.

18) Arch. Ep. Warm., D. 25., fol. 18/19., Fab. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Grodņā, 1. martā 1586.

Autors atbraucis uz Grodņu, lai panāktu karaļa rīkojumu par zemes gabala piešķiršanu Pērnavas baznīcai, kas viņam arī izdevies. Par Rīgā notiekošo sacelšanos pret jezuītiem.

19) Arch. Ep. Warm., D. 25., fol. 25/26, Kvadrantīna vēstule Kromeram, Valmieras pilī, 10. nov. 1586.

Kv. atrodas tagad pie Livonijas bīskapa Valmierā. Pērnavā viņam ir vietnieks — dedzīgs priesteris. Ertmanis Tolgsdorfs par vāri grib iestāties jezuītu ordenī. Poļu kaņaspēks ielencis Rīgu. Bīskaps lūgs Kromeru, nodot viņa rīcībā vēl kādu garīdznieku.

20) Arch. Ep. Warm., D. 37., fol. 46, Ertmaņa Tolgsdorfa vēstule Kromeram, Valmierā, 11. nov. 1586.

Autors lūdz atļaut viņam iestāties jezuītu ordenī. Kāds viņa radnieks, kas nesen iesvētīts par priesteri un prot latviešu valodu, varētu stāties viņa vietā.



21) Arch. Ep. Warm., D. 37, fol. 47. Livonijas bīskapa Patricija Ņidecka vēstule Kromeram, Valmierā, 11. nov. 1586.

Ziņo par Tolgsdorfa vēlēšanas iestāties jezuitu ordenī un lūdz, gadījumā, ja tas notiktu, sūtīt kādu citu viņa vietā.

22) Arch. Ep. Warm., D. 25, fol. 28., Fab. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Valmierā, 20. febr. 1587.

6. februārī miris Livonijas bīskaps (Ņideckis). Vēstules autors pārvalda tagad viņa īpašumus.

23) Arch. Ep. Warm., D. 37, fol. 18., Andreja Krūgera vēstule Kromeram, Valmierā, 12. martā 1587.

Nav varējis izvest savu nodomu, apciemot Kromeru kopā ar Livonijas bīskapu, jo pēdējais saslima un tagad ir nomiris. Par bērēm un atstāto īpašumu. Ceļojums jāatliek.

24) Arch. Ep. W., D. 37, fol. 18., Ertmaņa Tolgsdorfa vēstule Kromeram, Valmierā, 11. martā 1587.

Par bīskapa Andrēja Patricija Ņidecka nāvi un atstāto īpašumu.

25) Arch. Ep. W., D. 25, fol. 29., Fab. Kvadrantīna vēstule Kromeram, Krakovā, 5. febr. 1588.

Ziņo, ka pēc savas izstāšanās no jezuitu ordeņa nav varējis atrast miera un tāpēc atkal tanī iestāties. Viņa pēcnācējs Pērnāvā ir Georgs Kapijs (Copius). Atsakās no savas Gutstetas kanoniķa vietas par labu Andr. Krūgeram, ja Kromers tam piekrt.

26) Arch. Ep. Warm., D. 76, fol. 84., Andreja Krūgera vēstule bīskapam Kromeram, Cēsīs, 29. aprīlī 1588.

Ziņo, ka Kvadrantīns un Tolgsdorfs iestājušies jezuitu ordenī un lūdz, lai Kromers viņam piešķirtu Gutstetas kanoniķa vietu.

27) Arch. Ep. Warm., D. 76, fol. 101. Pauļa Kampana (Campanus) vēstule Kromeram, Krakovā, 17. jun. 1588.

Ziņo, ka Tolgsdorfs, kuņš gribējis iestāties jezuitu ordenī, tiek sūtīts atpakaļ uz Livoniju, jo tur viņš visai vajadzīgs.

## B. Atsevišķu vēstuļu teksts.

### Vēstule № 2.

Varmijas bīsk. archivs, D. 25, fol. 10/11, Fabiāns Kvadrantīns Kromeram.

R-ndissimo in Chr-o Patri et D-no meo, D-no Martino Cromero Dei Gratia Episcopo Warmiensi, D-no et patrono observandissimo.

R-ndissime in Xp-o Pater et D-ne, D-ne observandissime, salutem

plurimam et vitam longævam, cum humili precum mearum commendatione.

Tandem post exactos non modici itineris difficillimos labores, divina aspirante gracia, ad locum optatum, Rigam . . . .<sup>1)</sup>, salvi et incolumes pervenimus sextodecimo die Maii, postquam octoginta milliaria Polonica, minus duobus, (tanto enim intervallo distat ab Heilsberga Rigensis civitas) emensi essemus. Pervenimus autem itinere admodum gravi et laborioso; tum quod currus, nimio plus onustus, variisque rebus et personis ultra quam expediebat gravatus erat; tum quod viam semper fere arenosam habebamus, eo quod a Monte Regio Rigam usque ut plurimum juxta littus maris nobis proficiscendum erat. Quo factum est, ut non solum maiorem itineris portionem, sed ferme iter integrum (quod, qui nobiscum fuere, testabuntur), pedites conficere necesse habuerimus: coacti simus etiam pedetentim progredi et subsistere nonnunquam ob fessos equos, et nosmet ipsos vehementer fatigatos, itinerisque laboribus admodum exhaustos. Nec quidquam tamen incommodi nobis in via accidit, praeterquam quod quidam homo ebrius in Curlandiae hospitio quodam, propterea quod non nomine Vos vel, Vestra dominatio, sed simpliciter nomine Tu eum compellaveram, primo verbis iniuriosissimis impetere me, post etiam ense adoriri coepit, adortusque fuisset homo insanus et furiosus, nisi a nostris, partim blanditiis, partim metu, ut qui plures eramus, a concepto facinore repressus fuisset. Homo iste Livo erat, et idcirco more gentis suae superbus. Experiti quoque sumus, in omnibus hospitiiis fere, Livoniensium hominum erga sacram Maiestatem Regiam plane incredibilem ac maiorem, quam dici scribe potest, ingratitude. Neque enim beneficium tam divinum et ingens, quo eos affectit Rex, agnoscunt, quod de durissima eademque crudeli Moschi<sup>2)</sup> tyrannide, qua pressi fuerant, erepti, in dulcem libertatem Regia potestate vindicati sunt: sed magis vehementer dolent homines ingrattissimi, quod non in Suecorum potius, quam Polonorum imperium venerint: ac ob id miris modis lamentantur et suspicia agunt: qui et de Sueco non nisi honorificentissime semper de Rege vero nostro abiecte et contemptim loqui consueverunt, nec ob aliam causam magis, quam quod Jesuitas Rex in Rigensem civitatem invexit.

Venientes Rigam, Regem non invenimus, postridie enim, quam nos Heilsberga profecti eramus, hoc est secundo Maii, hinc discesserat. Et discessisset quidem, ut fertur, primo Maii: caeterum quia is dies

<sup>1)</sup> Viens vārds nav salasāms.

<sup>2)</sup> T. i. krievu.

coronationis suae fuerat, loco se movere eo ipso die noluit. Nostri quoque causa diutius quam constituerat hic commoratus esse perhibetur. Invenimus autem Illustrissimum et Reverendissimum d-um Episcopum Vilmensem<sup>1)</sup>, qui nos, postquam eum nomine R-ae P-tis vestrae consalutassemus, perhumaniter excepit, lectisque literis, nobis in haec verba respondit: habere se in mandatis a sacra Maiestate Regia, ut postquam venissemus, mittent nos ab loca ad ipso Rege destinata: ad quae quidem sine mora nos missurus esset, ubi paululum a fatigatione itineris quiessemus. Habitationem quoque in arce nobis dedit sat commodam et honestam. Postea vero quam ab Episcopo digressi essemus, vocavit is ad se P. Petrum Scargam et E. Joannem Vincerium (qui duo soli e Societatis patribus hic morantur) ac de nostro adventu eos certiores reddidit, simul quid de nobis statuendum esset, consuluit. Patres hoc ei dedere consilii, ne nos ad loca destinata prius mitteret, quam d-nus Solikovius, qui in dies expectaretur, adveniret. Qui et venit paulo post, ut inferius scribitur. Libet autem nonnihil hic de Rigensi civitate dicere. Occupant patres Societatis in ea templa duo: Alterum D. Jacobi, quod e praecipuis unum est, pulchrum et amplum. Alterum Monialium, in quo P. Joannes Vincerius certis in hebdomada diebus sacrum facit, et si adsint, qui audiant, concionatur. Supersunt in eo moniales quattuor, omnes provectae et fere decrepitae aetatis, quae huc usque in fide catholica professioneque sua constantissime et eximio cum laude perseverarunt: nec ab ea se dimoveri passae sunt, tametsi a senatu frequentissime partim blanditiis partim minis tentatae essent. In earum templo ego heri, cum esset Dominicus Dies, sacrum et concionem habui, praesentibus Rigensibus non paucis, pro templi ratione: qui me ad finem usque patientissime audierunt.

Est et Riga, civitas non quidem usque adeo ampla, sed tamen quae cum Regio monte in magnitudine conferri, in munitione vero eidem longe anteferri possit. Est enim moenibus et vallis undique cincta ac circumcepta. Ex una parte habet praeterfluentem Dunam, fluvium navigabilem, et Istula nostra latiore. Atque, ut uno verbo dicam, Riga munita est moenibus et vallis: utinam vallo quoque sacrosanctae religionis nostrae et fidei catholicae muro circumdata esset! Pater Scarga acriter heri, dum in templo D. Jacobi praesente episcopo concionaretur, religionis causa in Rigenses, latino sermone, quo tum praeter morem usus est, invehi a nobis audiebatur. Sed hunc finem habuit concio gravis et elegans, ut fere omnes, quotquot aderant, Li-

<sup>1)</sup> Livonijas pārvaldnieks (vēlāk kardināls) Georgs Radzivils.

vones, tamquam pulsi ab aliquo, catervatim e templo elaberentur. Nihil in se desiderari patiuntur Patres: sed adeo immersa est haeresi civitas haec, ut parvus de ea sperari possit fructus: quanquam Deo nihil impossibile est, qui novit etiam de lapidibus istis excitare filios Abraham. Sed ad rem. Nudius tertius sub vesperam venit D-nus Solkovius, quem nomine R-mae P-tis Vs-trae, ut debui, diligenter salutavi. Qui valde laetatus erat ab adventum nostrum. Atque hic etiam de certis locis, in quibus laboraturi essemus, nos certiores reddidit. Mihi enim assignavit Pernaviam, civitatem maritimam et portu insignem, sed haereticam, et triginta milliariibus a Riga distantem, Sueciam et Daniam versus: D-no Andreae Rumbergam <sup>1)</sup> et d-no Ertmanno Wolmeriam. Et quidem ego et dominus Andreas propediem ad loca messis nostrae mittemur: Ertmannus vero aliquandiu Rigae haerebit, quoad Wolmeriae res omnes melius constituentur. Templata omnia per totam Livoniam, quatenus eam Moschus possedit, direpta sunt: nullibi calices, nullibi vestae sacrae, nullibi missalia, nullibi altarium paramenta reperiuntur: de novo erunt comparanda omnia. Messis hic multa est et copiosa, sed operarii pauci. Rogemus ergo dominum messis, ut mittat operarios in vineam suam. Jnitio sine ullo dubio summam experiemur difficultatem, etiam in rebus ad corporis sustentationem necessariis: sed omnia propter Xp-m animo alacri ferenda erunt. Et quidem quod ad personam attinet, quicquid est in me laboris, diligentiae, eruditionis, vigilantiae, studii: totum id lubens, quin et vitam ipsam, si necessitas flagitaverit, pro ecc-ia Dei divino fretus adjutorio impendam. Summa autem diligentia R-mam P-tam Vestram obsecro et oro, dignetur adhuc unum agendorum exemplar per primam occasionem huc mittere. Nam illud, quod R-ma P. Vestra nobis dare dignata est, uni tantum e nobis servire potest, propter locorum, ad quae mittemus, ab invicem distantiam. Nec tales libri hic inveniuntur tametsi aere quis eos comparare vellet! Quod si et casula adhuc una R-ma P-te Vestra carere posset, esset nobis ea cumprimis necessaria. Missalibus quoque destituimus. In itinere consumpsimus prope 30 taleros ob annonae caritatem, et quia diutius, quam putabamus, in via haerere necesse habuimus Rationes expositorum transmisi R-mae P-tis V-rae oeconomio Georgio Galiczki et aurique pro viatico, quo redire possent, dedi viginti marcas . . . .

Nihil praeterea occurrit nunc, quod scribere possim. Sed immortalem deum obtestor et oro, ut R-am P-tam V-am in longaevos annos foeliciter suis imperantem quo diutissime incolumem ec-siae suae sanctae

<sup>1)</sup> T. i. Raunu.



nobisque omnibus custodire dignetur, eidemque post vitae huius mortalis decursum, perpetuam coronae gloriam una cum omnibus sanctis in pulchra vita largiri dignetur. Amen.

Riga XXI Maii Anno d-ni MDLXXXII.

R-mi P-tis Vs-ae filius in Chr-o

Fabianus Quadrantinus.

Communis omnium fama spargit, d-um Solikovium fore archiepiscopum Livoniensem.

Vēstule № 3.

Varmijas bīsk. archivs, D. 37. fol. 109. Solikovskis Kromeram.

Reverendissime in Christo Pater et Domine, Domine observandissime!

Cum ex revisione Livonica Rigam absente Regia Majestate rediissem, inveni sacerdotes a Rev-ma Paternitate Vestra missos. Hos Regia Majestas vult mitti Wendam, Raumburgam, Wolmariam et Parnaviam Jam ego quendam Wendae reliqui. His, qui nunc venerunt, etiam sua loca dabuntur, cuique seorsim. Calices, missalia et reliqua usibus templorum necessaria illis desunt, nos tamen ita omnia accommoda dabimus, ut nihil eis desit. Scribam de illis Regiae Majestati. Dominum Fabianum Quadrantinum Pernaviam, Dominum Undelum Warteburgensem Rumburgam mitto. Dominum Hartmanum hic Rigae Patri Scargae eius loco, quem Wendae reliqui, Georgium Copium, relinquo. Stadnicus unus Wolmariam tenet. Ga...<sup>1)</sup>ticus est ferox iuvenis; frenum tamen eo absente eius mandatariis ita iniecimus, ut et Ecclesiam et res illius direptas et dispersas non minus a nostris quam a Moschis<sup>2)</sup>, rursus collegerimus, saltem quae supererant, inque nostram potestatem acceperimus. De Prutenicis controversiis nihil habeo, quod respondeam Rev-mae Paternitati Vestrae, cum Regia Majestas iam Riga discesserit. De edicto Regiae Majestatis de libertate credendi quod quisque velit, ego nihil audivi. Quid autem attineat edicta edi, stante iam illa impura confederatione, non video! De me ipso quod nihil vel scripserim antea vel etiam nunc scribam, non miretur Rev-ma P. V. Non sum enim adhuc renunciatus nec leopoliensis nec quirinus alius. Jussus tantum ad Comitiam Regis in Livonia penes Reverendissimum Dominum Episcopum Wilnensem, Locumtenentis Regiae Majestatis, subsistere et cum rebus

<sup>1)</sup> Vairāki burti nav salasāmi.

<sup>2)</sup> Moschi — šeit un turpmāk aizvien = krievi.

Reipublicae pro modulo meo in servitium Suae Dominationis Rev-mae, prout res tulerit et occasio et necessitas postulaverit, providere praecipuae curae, ecclesias catholicas habere commendatas; itaque quid agam, scio; quid sim nescio. De Livonia quidem mecum et per alios et per se Regia Majestas locuta est. Me cum non repugnantem invenisset, brevi num Leopolum vel in Livoniam deputandus sim, ut ita dicam, se planum esse facturam conclusit, communicato ut arbitror cum eo consilio, de quo dici potest ut de causa sine qua non.

Felicissime valere cupio Dominationem Vestram Reverendissimam, Eique addictissima mea obsequia perdiligenter commendo.

Rigae 22 Maii 1582.

Rev-mae Peternitati Vestrae  
addictissimus  
Jo. Solikowskyus.

Vēstule № 5.

Varmijas bisk. archivs, D. 75. fol. 60. Ertmanis Tolgsdorfs Kromeram.

Ab immortalī Deo, felicia omnia Reverendissimae Paternitati Vestrae precor.

Quod quidem scribo, non tam impatientia (dei enim causa, omnia cum auxilio divino perferam libentissime) quam misera rerum nostrarum conditione permotus. Voluntatem Rev-mae P. V. pro gloria dei incremento perfecturi, in Livoniam iter perfecimus perdifficile, ubi et nunc pro gloria dei exercituum laboramus: Dominus Fabianus quidem in Pernavia civitate, quae 30 milliaribus a Riga iacet, Dominus Andreas vero in arce quadam Rumberga<sup>1)</sup> nuncupata; ego vero Rigae, consilio Reverendissimi D. D. Episcopi Wilnensis et Rev-i D. Solikovii, ago ad S. Jacobum, cum Rev-is Patribus Societatis Jesu Petro Scarga et Patre Joanne Vincerio; concionor autem ego et Pater Joannes aliquando in Domo Jacobi, interdum in monasterii templis, auditoribus satis frequentibus; qui tamen spectatum potius (uti haereticorum mos est) et risum quam auditum boniquid, adsunt. Labores non desunt, multo minus convicia et contumeliae desperatorum. Quoad cibum provisi sumus utcumque: reliqua vero provisio regia haec est, ut consumamus et nostras et pecunias in Prussia promeritas; sic tamen ut nulli nostrum ne de obulo quidem promerendo aliquid constet, (ubi illud reticeo,

<sup>1)</sup> Rumberga, Rumburga, Raumburga aizvien = Rauna.

tantam hic esse rerum omnium caritatem, quantam nunquam audivi) adeo res nostrae in lubrico haerent. Verumtamen hisce rebus ego minime permotus, in vinea domini Sabbaoth non minorem operam locabo, quam si de multis nummis lucrandis mihi constaret, mercedem ab immortali Deo aliquando recepturus. Sed de his satis: illud saltem adiciam, miserabiliore conditione nunquam res nostrae (sic!) fuisse, quam hoc tempore et loco sunt; quae omnia ego divinae providentiae committo. — Jam ad alia. Rigae adeo est gens perversa et errorum tenebris involuta, ut praeter vulgum, raro aliorum civium aliquis nostra templa visitet; concionatores sunt illi undecim, quorum sententiam sequuntur omnes, exosis interea omnibus Catholicis. Arcem, quae extra civitatem sita est, inhabitant R. D. Episcopus Wilnensis, R. D. Joannes Solikovius, R. D. Ernestus Weyser, viri singulari humanitate, pietate vero summa. Accommodat se D. Weyser nostris ceremoniis, nec ullum amplius in eo signum haereseos comparet. Praeter famulos eorum milites aliquot ungarorum a rege in civitate Rigensi in praesidium Catholicorum aluntur. Unde quamvis gens perversa haeresi tumet, nihil tamen nos a pietate catholica deflectimus. Festo Corporis Christi summa celebritate et sacrum et processionem (quam fecimus ex Domini Jacobi templo ad monasterium, quae templa coemeterio tantum separantur, et per coemiterium) caeteraque divina, 4 eo die concionibus habitis, (tot nempe omni die festo conciones a nobis habentur) peregrimus, summa haereticorum nihil mali audentium attentare, irreverenti admiratione. Quem modum etiam Dominica infra octavam et ipso die octavo Corporis Christi servavimus. Cantorum, qui divina perficiunt, nos ipsi vicem supplemus cum organista, quem nobiscum adduximus. Sed iam temporis brevitatem finem me facere compellit. Plura alias Rev-mae P. V. scribam. Quod si iam incultum quid adiunctum hisce literis fuerit, parcat quaeso Rev-ma P. V. festinationi meae, Immortali Deo Rev-mam P. V. commendo.

Datum Rigae ad S. Jacobum 23. Junii anno 82.

Indignissimus Rev-mae P. V.  
famulus presbyter  
Erthmanus Tolgsdorff.

#### Vestule № 10.

Varmijas bisk. archives, D. 37. fol. 69. Andrejs Krügers biskapam Kromeram.

Reverendissime Domine clementissime! Post humilem officiorum

meorum commendationem salutem et pacem a Christo Jesu unico Domino nostro Reverendissimae Paternitati Tuae precor et opto.

Quas ad nos 29. Februarii benevolentissimas et vere paternas literas dedit, eas cum Domino Ertmano 23. Martii Tricato accepimus. Ex quibus idem quod nobis a Reverendo Patre Scarga perscriptum est, cognovimus, Suam Regiam Majestatem nostri curam in episcopum Vendensem<sup>1)</sup> reicere, de cuius adventu profundissimum est silentium, imo aliqui certissime asserunt, ipsum e vita migrasse; nobis autem maiores ac maiores in dies crescunt necessitates. Quare Illustrissimo Cardinali Wilnensi conditiones nostras literis resignavimus, ut ad ferias Domini Jacobi Deo volente hinc migremus: siquidem hucusque parvum fructum facere potuimus. Et quidem mea sententia est, etiamsi Reverendissimus Vendensis venerit, exceptis rusticis exiguum fructum faciet. Sua Regia Majestas, quos Moschorum ex civitatibus lutheranos concionatores adduxerat, novos ubique implantavit, qui neque eius, Suae Regiae Majestati, neque aliis catholicis principibus pareant; quo fit, ut etiamsi doctissimi viri huc mittantur, facile contemnentur; est enim gens superba, et infideles filii. Itaque, quandoquidem nullum hic fructum cernimus et ab omnibus desolati sumus, iterum ad Rev-mam Dominationem Tuam Dominum nostrum clementissimum confugimus. Ab ipso namque post Deum stat tota spes mea. Et quod meam personam attinet, recordare, clementissime Domine, quam oboediens et obsequentissimus Tuae Reverendissimae Paternitati extiterim; binas Elbingam protectiones aliis abnuentibus non absque rerum mearum dispendio, non recusavi, hic etiam in Livonia biennium in summa paupertate in maximis laboribus ago. Confido itaque in Domino vereque credo, quod Rev-ma P. T. etsi non meritorum meorum, quae admodum parva vel nulla sunt, ipsius tamen clementissimae benevolentissimaeque promissionis, nobis saepenumero oblatae memor erit. Dominus autem Jesus Rev-mam Paternitatem Tuam, ab hisce ingruentibus morbis benignissime eripiat et ad nominis sui gloriam et animarum salutem propagandam quam diutissime nobis servet incolumem, quod ego apud communem Dominum indignis precibus meis postulare nunquam intermittam.

Vale, clementissime Domine, in annos longissimos vale.

Runburg, die 5. Aprilis Anno Domini 1584.

Rev-mae Dominationi Tuae cliens obsequentissimus  
Andreas Krugerius.

<sup>1)</sup> 1582. g. 3. decembrī Stefans Batorijs bij nodibinājis Cēsu bīskapiju, par kuņas pirmo bīskapu iecēla Aleks. Mieltinski, bet pēdējais nomira, nemaz neuzņēmis savu pienākumu izpildīšanu.



## Vēstule № 13.

Varmijas bīsk. archīvs, D. 25. fol. 22. F. Kvadrantins bīsk. Kromeram.

Reverendissime in Christo Pater et Domine mi, Domine longe observandissime.

Ex communibus literis nostris Reverendissima Paternitas Tua intelligere dignata est, cum singularem ergo nos benignitatem Regiam, tum mentium nostrarum de perseverando in Livonia deliberatam voluntatem. Quia enim Sua Regia Majestas, permota haud dubie literis P-tis tuae Rev-mae, benigniorem nostri ducere videtur rationem, lubentes in hac vineola Domini plantanda et excolenda, dum eidem Domino visum fuerit, persistimus. Neque enim aliud a nobis quaesitum est unquam, nisi ut certum pro laboribus suis cuique salarium assignaretur. Quod quia in annum sequentem multis nostris precibus tandem impensisque impetravimus, haud gravate colla nostra gloriae Dei animarumque salutis subicimus. — Rigenses mandato novum Calendarium: ita ut universa Livonia nobiscum consentiat in usu novi Calendarii. Rigenses praeterito die Dominico Illustrissimum Dominum Cardinalem, Reverendumque Patrem Campanum Provinciale et ceteros Patres Rigenses solemniter ac plane regali exceperunt convivio: propterea quod Illustrissimus Dominus Cardinalis et cum eo Pater Provincialis, hac septimana discessurus sit Vilnam: rediturus, ut fertur, in Livoniam mense Januario: sed id incertum. Convivium illud Rigenses publico spectaculo cohonestare voluerant quidem, sed per vim turbinum saevaeque tempestatis impediti sunt. Disposuerunt tamen non pauca tormenta bellica maiora noctu: redeunte scilicet Illustrissimo Domino Cardinali de loco convivii ad arcem. Vidi hic Reverendum Patrem Provinciale, quem antea non videram, virum longe optimum et praestantissimum, qui me in Domino amanter et paterne licet indignum, amplexus est. Reverendus Pater Leonardus Rubenus, Rector et Ecclesiastes Rigensis, vir insignis et eloquens, fortiter ad Rigenses concionatur, iisque explicat Augustanam Confessionem ingenti cum fructu: audiunt eum Rigenses admirabundi, et de nova Confessionis Augustanae explicatione suspensi. Aliis quoque in locis Livoniae magnus animarum acquiritur fructus. Dicam uno verbo. Messis quidem multa est, operarii vero pauci. Nihil occurrit nunc, quod scribam praeterea. Decem illi taleri, quos misit nobis Rev-ma P. tua, necdum manibus

nostris oblatae (sic!) sunt. Commendo Rev-mam Paternitatem tuam Deo optimo maximo, meque paternae benevolentiae et amoris ipsius.

Datum Rigae XXVII. Novembris Anno Domini MDLXXXIII.

R-mae P-tis tuae  
 Servus in Domino  
 et filius obsequentissimus  
 Fabianus Quadrantinus  
 C. G. C. P.

Vēstule № 20.

Varmijas bīsk. archīvs, D. 37. fol. 46. Ertmanis Tolgsdorfs Kromeram.

Reverendissime in Christo Pater ac Domine, Domine clementissime, salutem cum humillima meorum obsequiorum delatione.

Jam mensis unus elapsus est, ex quo ad Reverendissimam Paternitatem Vestram literas meas dedi, in quibus, postquam animi mea diuturna vota Paternitati Vestrae Reverendissimae revelassem, omnium cum submissione rogavi, quatenus per Paternitatem Vestram Reverendissimam potestas mihi daretur, ad finem optatum deducendi ea, ad quae iam a multis annis animus meus spiritu divino inflammatur. Quoniam vero ne hoc tempore quidem videam, quomodo animo ardenti contraire possim, cum nec diebus nec noctibus quies mihi ulla a Societatis Jesu Sanctae suscipiendae desiderio datur, ita ut eadem cogitationes etiam in aliis meis occupationibus permolestae sint, compulsus, iterum hisce literis meis ad Rev-mam P. V. supplex confugio, quam Christi amore rogo, ut sicuti hactenus nihil non petenti mihi concessit, ita preces hasce exaudiat, concedatque, ut (pace Rev-mae P. V.) societati dictae nomen dare queam. Pientissimus enim Rex noster, precibus meis iam adeo locum dedit, ut binis suis ad me literis datis, hortetur solummodo, quatenus institutum meum aliquantum in commodius tempus differam, neque prius stationem meam diseram, quam P. V. Rev-mae animum meum ac propositum explicem. Video itaque animae meae pacem ac quietem non nisi a voluntate Rev-mae P. V. dependere, quam oro iterum, ut ad eandem obtinendam potestatem mihi facere dignetur; ego enim tanto a P. V. R-ma beneficio obtento, postquam mundo liber, animum meum arctius cum Deo coniunxero, etiam ardentius P. V. Rev-mae salutem ac incolumitatem immortalis Deo commendabo. Immortalis Deus Rev-mam P. V. Episcopatum suo ac

Ecclesiae catholicae conservet diutissime firmam et salvam: cuius ego me benevolentiae totum commendo.

Datum Wollmariae, 11 die Novembris Anno Domini MDLXXXVI.

Rev-mae P. V.

Servus

Erthmanus Tolgsdorff.

P.S. Sacerdotem noviter ordinatum iam apud me habeo, consanguineum meum, quilocum meum supplere poterit; est enim in lingua Lothavica instructus.

Vēstule № 26.

Varmijas biskapa archivs, D. 76. fol. 84. Andr. Krügers —Kromeram.

Reverendissime in Christo Pater et Domine, Domine clementissime, Salutem vitamque longaevam cum oboedientiae servitorumque meorum humillima commendatione.

Quandoquidem ita Domino Deo visum fuit, ut duo clarissimi socii mei Fabianus et Erthmanus Societatis Jesu institutum amplexi essent, quorum alter sponte meque non rogante suum mihi resignavit beneficium, hoc ut Paternitas Vestra Reverendissima, Dominus et collator, mihi sua autoritate confirmare velit, qua possum summa animi submissione oro et obsecro. Video enim, quod non adeo grati sunt labores mei, vel potius pius zelus Paternitatis Vestrae Rev-mae huius provinciae praelatis. Contentus ero minutissima gratia et liberalitate Paternitatis Vestrae Rev-mae prae opimis aliorum collationibus, de qua minime dubito. Expecto gratissimum responsum P. V. Rev-mae, quam Deus optimus maximus florentem optimeque valentem quam diutissime servet incolumem.

Datum Wendae, 29. Aprilis 1588.

Vestrae Rev-mae Paternitatis  
subiectissimus

sacellanus

Andreas Krügerius.

Vēstule № 27.

Varmijas bisk. archivs, D. 76. fol. 101. Paulus Campanus—Kromeram.

Reverendissime in Christo Pater et Patrone observandissime.

Cum variis incidentibus occupationibus, quae meum istuc remorantur

adventum, me sistere coram Reverendissima Amplitudine Vestra nondum possim, saltem id aliquando per literas tento perficere, meaque humilia obsequia et exiles preces Amplitudini Vestrae offerre, uti nunc facio optimi latoris Reverendi Domini Ertmanni nactus opportunitatem; quem ad Societatem nostram anhelantem, in Livoniam tamen remittendum indicavi partim meapte sponte, misertus vere Ecclesiae illius Livonicae necessitatum, partim etiam rogatus a Reverendissimo nominato. Differat itaque hunc ingressum suum; aut etiam totam illam cogitationem suam in unam Livoniam iuvandam ornandamque transferat me auctore... non sum ita amans boni privati, ut publico anteponendum ducam; praesertim ubi video tantam necessitatem, quantam in Livonia video. Deus sua misericordia illam Provinciam respicere dignetur; cuius uti adhuc Reverendissima Amplitudo Vestra misereatur, et plures operarios illuc mittat, ipse quoque supplex accedo ac ut R. Amplit. Vestra diutissime bene valeat, Deum precor, eius nos omnes gratiae et amori humiliter commendans.

Cracoviae, 17. Junii 1588.

Reverendissimae Amplitudini Vestrae

servus indignus

Jo. Paulus Campanus.



# BEITRÄGE ZUR QUELLENSCHIEDUNG IM ALTEN TESTAMENT.

Von Immanuel Benzinger.

In meiner Abhandlung „Jahvist und Elohist in den Königsbüchern“ (Stuttgart, 1921) habe ich den Nachweis dafür unternommen, dass der Stoff der Erzählungen in den Königsbüchern sich mühelos auf ein Quellenpaar verteilen lässt. Diese beiden Quellen sind identisch mit den uns aus dem Pentateuch so wohl bekannten Jahvisten und Elohisten. Im Einzelnen wird sich ja an der vorgeschlagenen Scheidung der Quellen wohl dies und jenes noch ändern. In der Hauptsache aber, grundsätzlich, ist der Nachweis des Vorhandenseins des doppelten Überlieferungsfadens J und E in diesen Büchern als geliefert zu betrachten, wie z. B. auch Sellin anerkennt.

In unserer Kenntnis von J und E sind wir dadurch meiner Ansicht nach ein gutes Stück vorwärts gekommen. Namentlich treten uns ihre Eigenarten als Schriftstellerpersönlichkeiten jetzt viel schärfer und plastischer entgegen. Ich denke dabei namentlich an das, was man ihre politische Stellungnahme nennen könnte. J betrachtet und erzählt alles vom jüdischen (jerusalemischen) Standpunkt aus, E ebenso entschieden vom nordisraelitischen Gesichtswinkel aus. Des Näheren werde ich darauf im folgenden noch mehrfach zu reden kommen.

Nun bietet der Pentateuch noch so mancher Stelle, wo die Scheidung von J und E noch immer nicht befriedigend gelungen ist. Es gilt nun, aus der gewonnenen Erkenntnis die Folgerungen auch für diese Erzählungen zu ziehen. In der Tat wird so manches Problem nunmehr in ein neues Licht gestellt und vereinfacht.

## I. Die Geschichte vom Goldenen Kalb am Sinai.

Exod. 32.

Die Geschichte von den goldenen Kälbern, die Jerobeam I in Bethel und Dan aufstellte, steht I. Kön. 12, 26—33. In der Hauptsache gehört der Bericht E an. Für die Einzelheiten verweise ich auf

meine genannte Abhandlung S. 11 f. Ganz bezeichnend ist, wie E für das Vorgehen Jerobeams eine recht gute Entschuldigung hat: die Aufstellung der Stierbilder, die Einrichtung des Festes u. s. w. wird erklärt und begründet mit dem Hinweis auf das Jerusalem Heiligtum. Ersichtlich ist die Feier der Aufstellung als Gegenstück zu Salomos Tempelweihe erzählt; hier wie dort feiert der König in Verbindung damit „das Fest“. Der Grund von allem ist (nach E) ein politischer: Jerobeam will sein Volk dem Einfluss von Jerusalem ganz entziehen. Solange das Volk dort sein Heiligtum sieht, und dorthin zu den Festen pilgert, so wird erzählt, fürchtet Jerobeam, dass die Herzen des Volkes wieder Rehabeam und Jerusalem zufallen. Mag man diese Erwägung Jerobeams für geschichtlich möglich halten oder nicht, der Verfasser meint sie jedenfalls im Ernst, und sie ist in seinen Augen eine Entschuldigung, wenn auch vielleicht nicht eine vollgiltige Rechtfertigung für Jerobeams Vorgehen. Wer die Verse unbefangen und ohne das deuteronomistische Vorurteil liest (natürlich unter Auslassung von V. 30), der wird darin nichts von einem schweren Vorwurf finden. Die Worte: „Siehe, das sind deine Götter, die dich aus Ägyptenland geführt haben“ sind im Munde des Jahveverehrer Jerobeam (vergl. den Namen Ahia seines Sohnes I. Kön. 14,1) und an diesem Platze das Bekenntnis, dass er keine neuen Götter einführen will, sondern an dem alten Gott festhalten, der Israel aus Ägypten geführt hat. In diesem Zusammenhang muss daran erinnert werden, dass auch in der Eliageschichte (ebenfalls E) sich keinerlei Anspielungen auf diese goldenen Stierbilder finden. Die Baalspriester schlachtet Elia ab, über die Priester von Dan und Bethel redet er nicht einmal. Gegen den Baalskult kämpft er mit ganzem Herzen und aller Seele, aber den Bilderdienst jener Heiligtümer rechnet er nicht dazu. Und als dann der Eiferer Jehu zum Throne kommt und nach dem Willen und unter der Anleitung der Jahvepartei allen „Götzendienst“ ausrottet, da kommen wiederum diese Kälber ihm gar nicht in den Sinn. Vor Hosea hat, soviel wir wissen, kein Israelite daran Anstoss genommen, oder richtiger gesagt, kein solcher Anstoss ist in unserem Alten Testamente geäußert.

Die angeführten Worte „siehe, das sind die Götter, die dich aus Ägyptenland ausgeführt haben“ finden sich noch einmal im Alten Testament, nämlich in Exod. 32,8. Sie werden dort ihrem Ursprung nach erklärt als Worte Aarons, mit denen er das goldene Kalb am Sinai dem Volke vorführte. Ich habe seinerzeit (a. a. O. S. 12) noch

nicht gewagt, aus dieser ganz anderen Erklärung des Ursprungs die Konsequenz zu ziehen und die Stelle der anderen Quelle zuzuweisen, sondern ohne nähere Prüfung dem allgemeinen Urteil folgend angenommen, dass auch diese Stelle in Exodus zu E gehöre. Aber ich sehe jetzt, dass das ganz unmöglich ist. Was im Königsbuch ein Bekenntnis zu Jahve ist, ist in Exod. 32 eine Verhöhnung Jahves. Im Königsbuch, wo von den z w e i Kälbern die Rede ist, hat der Pluralis „deine Götter, die dich . . . geführt haben,“ einen Sinn — wenn dieser auch nicht der Theologie der Propheten entspricht. In Exod. 32, wo nur e i n Kalb angefertigt worden ist, stellen die Worte gerade durch den Pluralis den Stierdienst in seiner ganzen Lächerlichkeit und Verwerflichkeit dar. Die Worte, im Munde Jerobeams ursprünglich, werden in Exod. 32 zitiert und in ihr Gegenteil verwandelt. Das beides kann natürlich nicht ein und derselbe Schriftsteller getan haben. Also gehört Exod. 32,8 zu J.

E kann überhaupt nicht gut solche Worte dem Aaron in den Mund gelegt haben, ist dieser doch für E der Priester, der Levit, der dem Mose von Gott selbst beigegeben ist als sein Mund, d. h. als der, der für Mose und an seiner Statt redet. Einen solchen Flecken kann E nicht auf das Bild seines Gottesmannes geworfen haben.

Damit haben wir den festen Ausgangspunkt für eine erneute quellenkritische Untersuchung von Exod. 32 gewonnen, und zugleich die Richtschnur für dieselbe. Man hat bisher stets — und nicht ganz mit Unrecht — die Geschichte als Ganzes, so wie sie dasteht, betrachtet als eine Zurückverlegung in älteste Zeiten und eben damit eine starke Verurteilung des Bilderdienstes von Bethel. Das ist ja wohl auch die Meinung von J, dem die mehrfach zitierten Worte Aarons angehören. F, der den Stierdienst bei Jerobeam nicht so besonders schwer zu tadeln weiss, kann unmöglich die Sache in dieser Form in das Altertum zurückgetragen haben. Mit anderen Worten: alle die Sätze, die diesen Gedanken ausdrücken, müssen J angehören.

Nun hat freilich Smend, der zuletzt, soviel ich sehe, sich eingehender mit der Frage nach J und E im Pentateuch beschäftigt hat, erklärt (Die Erzählung des Hexateuchs 1912 S. 170), dass der Versuch, in Exod. 32 zwei Berichte über das goldene Kalb nachzuweisen, missglückt sei. Allerdings: soweit es sich um zwei Berichte über d a s g o l d e n e K a l b handelt, dürfte das richtig sein. Aber wie, wenn der Bericht von E gar nichts von einem solchen Kalb erzählte?

Dass zwei Berichte vorliegen, ist sicher, sobald nachgewiesen ist, dass 32,8 von J stammt. Denn dass E an der Erzählung beteiligt ist, hat noch niemand bestritten. Und in diesem Falle bekommen dann auch die Zeichen von Uneinheitlichkeit, die man sonst zur Not wegerklären konnte, doch ein anderes Gesicht. Wenn 32,2 Aaron dem Volke seinen Schmuck abverlangt, um einen Gott zu giessen, und 33,6 das Volk noch allen seinen Schmuck hat und aus einem ganz anderen Grunde ablegt, so wird es nach dem bisher Gesagten ganz klar sein, dass ersterer Vers zur Erzählung vom goldenen Kalbe, also zu J gehört und letzterer (Exod. 33,6) dem Elohisten zukommt, der eben nichts davon weiss, dass aus dem Schmuck ein goldenes Kalb gegossen wurde. Dass es wirklich eine solche Erzählung gab, die vom Kalb nichts wusste, zeigt 32,25. Dort wird von dem Tun und Treiben des Volkes gesagt, dass das Volk zügellos geworden war, weil Aaron ihm die Zügel hatte schiessen lassen, womit ganz gewiss nicht sein Götzendienst bezeichnet sein kann. Schon Dillmann hat (in seinem Kommentar) mit feinem Gefühl gesehen, dass E (den Dillmann als B bezeichnet) von einem goldenen Kalb nichts erzählt hat. Leider sind ihm die Kritiker auf diesen richtig leitenden Spuren nicht gefolgt.

Weiterhin sind V. 20 und 26—29 deutlich erkennbare Dupletten, zwei Berichte über die eine Tatsache, dass Mose den Vorfall bestrafte. Nach V. 20 verbrennt er das goldene Kalb, das also, wie die Regel war, aus einem hölzernen Kern mit Goldblechüberzug bestand. Dann zerstösst er die Kohle zu Staub, streut diesen auf das Wasser und gibt den Israeliten das „Fluchwasser“ zu trinken — eine im Geist der alten Zeit sehr sinngemässe Strafe, vergl. das Fluchwasser Num. 5,11 und das Reinigungswasser mit der Asche von der roten Kuh Num. 19. Es ist ein Gottesgericht. Jahve wird selbst dadurch die Schuldigen und die Verführten scheiden und jene strafen. Die Wirkung dieses Gottesgerichts wird nicht erzählt. Der wohl in der alten Erzählung von J nicht fehlende Bericht über das „grosse Sterben“ ist durch V. 26 ff. verdrängt worden. Nur der Abschluss hat sich noch erhalten in V. 35, der zu dieser Erzählung gehört: „Und Jahve schlug (*nagaph*, gewöhnlicher Ausdruck von Jahve, der eine Plage verhängt) das Volk wegen des Kalbes, das Aaron gemacht hatte“ (so wohl ursprünglicher Text). Hier redet also J.

Bei E dagegen ruft in V. 26 ff. Mose, wie er das zügellose Tun und Treiben des Volkes sieht, die Leviten auf und diese vollziehen



ein grosses Morden; bei 3000 Mann werden erschlagen. Wofür? Die Nachricht verrät uns noch, um was es sich handelte bei E, nämlich um einen Aufruhr gegen Mose. „Wer für Jahve ist, her zu mir!“ ruft Mose, sobald er am Tor des Lagers ist. Da stellen sich alle Leviten, d. h. sein eigener Stamm zu ihm, und nur die Leviten. Denen gibt er dann den Befehl zum Würgen. Man darf nicht einwenden, dass dabei die Strafe ausser allem Verhältnis zur Schuld stehe. Ganz genau ebenso wird in der Erzählung des Jahvisten in Num. 16 die Empörung von Dathan und Abiram gegen Moses Führerschaft damit gestraft, dass die Empörer samt ihren Angehörigen von der Erde verschlungen werden. Der Aufruhr gegen Mose ist eben nichts geringeres als zugleich Aufruhr gegen Gott. Wenn J diesen Aufruhr in die Form der Geschichte vom goldenen Kalb kleidet — Abfall von Gott zu anderen Göttern — so spricht er also damit eigentlich denselben Gedanken nur in anderer Form aus. Zu jener Geschichte in J von Dathan und Abiram haben wir hier den Parallelbericht von E über eine politische Empörung gegen Mose. Zu der harten Strafe vergleiche man auch noch die Erzählung Num. 12 (ebenfalls E), wo Mirjam, weil sie „übel geredet von Mose“ (V. 8), mit dem Aussatz bestraft wird, und Gott selbst die Erklärung gibt, warum Auflehnung gegen Mose ein besonders schweres Vergehen ist (V. 6—8). Im Sinne von E ist die bei der Exod. 32 erzählten Gelegenheit bewiesene Treue der Leviten der Grund für ihre Erhebung zum Priesterstamm, wie Smend richtig gesehen. Urim und Tumim sind ihnen dafür gegeben worden (Deut. 33,9 in dem gleichfalls elohistischen Mose-segen); wenigstens wissen wir keine andere Geschichte in J oder E, auf die sich die Worte des Mosesegens sonst beziehen könnten.

Von hier aus rückwärts (in Exod. 32) schliesst V. 25 ganz gut an V. 19 an (d. h. an den Abschnitt 15—19): Mose und Josua hören auf dem Rückweg vom Gottesberg den lauten Lärm im Lager von Weitem. Als er (Mose) dann in die Nähe kam, sah er den Aufruhr im Volk und rief gleich am Tor des Lagers die Leviten zu sich u. s. w. (V. 25 ff.). Mose mit Josua zusammen vom Berge herunterkommend entspricht der Erzählung von E in Exod. 24, 12, 13a: „Jahve befahl Mose: steige zu mir den Berg herauf... so will ich dir die Steintafeln... geben, die ich aufgeschrieben habe... Und Mose machte sich mit seinem Diener Josua auf den Weg“. In J dagegen (Exod. 24, 1. 2. 9—11. 13b. 14) wird ausdrücklich gesagt, Mose soll allein zu Jahve herantreten. Er steigt dem entsprechend allein auf den



Berg Gottes (24, 13b) und kommt allein zurück (32, 19b). Man hat zwar schon behauptet, dass Josua in 32, 17. 18 nicht als der Diener Moses erscheine, sondern als der Krieger von Exod. 17, 8—15, welche Stelle J zugehöre. Aber auch wenn diese Zuteilung letzterer Stelle richtig ist, sollte man doch eigentlich daraus, dass Josua den Lärm im Lager fälschlicherweise für Kriegslärm hält, lieber nicht den Schluss ziehen, dass der Josua dieser Verse ein grosser General gewesen.

An sich scheint nun diese ganze Geschichte von E, wie ich sie im Bisherigen zusammengestellt, recht gut an Exod. 31, 18b anzuschliessen: „Er (Gott) übergab ihm die beiden Gesetztafeln . . . vom Finger Gottes beschrieben. Und Mose machte sich auf den Rückweg“ (32, 15). Eine besondere Einleitung zu unserer Geschichte scheint nicht nötig zu sein. Allein in 32, 1—14 kann nicht alles J angehören; V. 9—14 sind eine Duplette zu V. 30—34 und werden durch diese letzteren Verse geradezu ausgeschlossen. Denn wenn Mose vor der Bestrafung des Volkes schon Fürbitte bei Jahve eingelegt und seine Verzeihung erlangt hat, braucht er das nachher nicht noch einmal zu tun, und kann jedenfalls dann nicht sagen: „vielleicht werde ich euch Verzeihung erwirken.“ V. 31a redet nun von einem Gott aus Gold, gehört also zu J. Demnach bleibt für V. 9—14 nur E, oder man muss die Verse für einen redaktionellen Zusatz halten, wie manche tun. Allein letzteres ist nicht empfehlenswert. Was in aller Welt sollte den Redaktor dazu veranlasst haben, hier am denkbar ungeschicktesten Ort eine Fürbitte Moses einzuschieben, wo doch schon eine solche an ganz passendem Platze (V. 30 ff.) da war? Der Gedanke, dass Gott an Stelle des Israel-Volkes ein Mose-Volk sich schaffen will, ist, will mich dünken, zu originell für einen Redaktor von der Art, wie man ihn sich doch wohl vorstellen muss, wenn er solche Zusätze gedankenlos schrieb. Dagegen passt der Gedanke sehr schön in die Empörungsgeschichte: das Volk hat Mose verworfen, — Gott will nun Mose zu einem Volke machen.

Damit ist nun schon gegeben, dass auch in der Erzählung von E die Rede davon war, dass Gott noch oben auf dem Berge Mose von dem Vorgefallenen unterrichtete. Diese Worte sind jetzt ausgefallen, beziehungsweise in den entsprechenden von J in V. 7. 8 untergegangen. Mose muss aber eine solche Mitteilung erhalten haben, schon deswegen, weil er ohne das zwar beim goldenen Kalb die Situation mit einem Blick übersehen konnte, aber bei einem Aufstand des Vol-

kes gegen seine (Moses) Führung den Lärm im Lager nicht so urplötzlich und ganz von selbst hätte verstehen können und gleich die richtigen Massregeln hätte treffen können (V. 26 ff.).

Endlich scheint mir auch in V. 1—4 eine Spur von E noch vorhanden zu sein. In V. 1 ist die Begründung, die das Volk seinem Wunsche gibt, sonderbar: auf! mache uns einen anderen Gott! — denn dieser Mose da, wir wissen nicht, was ihm zugestossen ist. Mose ist doch nicht der Gott, und wenn Mose etwas zugestossen ist, so brauchen sie deshalb doch nicht gleich einen anderen Gott. Wohl aber brauchen sie einen anderen Führer. Im Sinne von E würde also passen: Auf, lasst uns einen anderen Führer wählen, denn dieser Mose da, wir wissen nicht was ihm zugestossen ist. Dürfen wir schliesslich von V. 6 auch noch einiges für E nehmen (Vergl. das „Sichvergnügen“ des Volkes V. 6b mit dem „lärmenden Singen“ V. 18), so haben wir eine fast vollständige Erzählung vor uns.

Sie berichtete folgendes: In Folge der langen Abwesenheit Moses empört sich das Volk und will einen anderen Führer: Aaron gibt nach. Ein grosses Fest wird gefeiert. Jahve unterrichtet Mose davon und entlässt ihn mit den Gesetztafeln, nachdem Mose erfolgreich Fürbitte für das Volk eingelegt. Mose ruft sofort am Tore des Lagers die Treugebliebenen zu sich. Sein Stamm Levi folgt dem Ruf und unterdrückt durch ein gewaltiges Blutvergiessen den Aufstand (32, ähnlich wie V. 1b und 6, dann 9—19a, 25—29). Mose erhält dann Befehl zum Weiterziehen (33, 1). Dem halsstarrigen Volk, in dessen Mitte Jahve nicht weiter ziehen kann, befiehlt Jahve, den Schmuck abzulegen (33, 4—6 in der von Holzinger bei Kautzsch vorgeschlagenen Ordnung: 5a. 4a... 5b... 6. 4b). Sie entledigen sich ihres Schmucks, und niemand legt seinen Schmuck mehr an vom Berge Horeb an. Vermutlich wird dieser dann bei der Herstellung der Lade verwendet, die nach Deut. 10. 1 ff. an dieser Stelle zu berichten war. (Dieses Stück musste später mit Rücksicht auf den Bericht von P. Exod. 37, 1 ff. weggelassen werden). Für die Lade wird dann das Offenbarungszelt errichtet. Die Lade zieht nun an Gottes statt mit dem Volke weiter (33, 7—11).

Die übrigbleibenden Verse von Exod. 32, also die Bestandteile von J, bilden gleichfalls eine zusammenhängende und vollständige Geschichte. Ausser den schon besprochenen Unterschieden von E sei hier noch angemerkt, dass nur in J die Gesetztafeln zertrümmert werden. J muss also einen Bericht über ihre Neuanfertigung gehabt

haben (34, 1—4). Aber jetzt stehen diese Verse an falscher Stelle; sie unterbrechen die 33, 12—23 begonnene und 34, 5. 6a. 8 vollendete Erzählung von der Gotteserscheinung, die Mose zu Teil wird.

Weiter ist zu beachten, dass in dieser Erzählung (33, 12—23) Jahve dem Mose auf seine Bitten verspricht, dass er in Person mitgehen und das Volk zu seinem Bestimmungsort bringen wolle (V. 14—16).

Dass die Geschichte vom goldenen Kalb, welche die Errichtung der Kälber Jerobeams in Bethel und Dan voraussetzt, nicht der ersten Ausgabe von J (J<sup>1</sup>), sondern erst einer späteren angehören kann, ergibt sich aus dem, was weiter unten (unter 4) über die Entstehungszeit von J<sup>1</sup> gesagt ist.

## 2. Die Gründung des Heiligtums in Dan.

Ri 17 und 18.

Ich füge hier diese Geschichte an, weil sie in manchem interessante Parallelen zu der vorhergehenden zeigt. Im allgemeinen ist der zusammengesetzte Charakter des Stückes schon seit langem anerkannt. Die Einzelscheidung ist aber auch in der neuesten Bearbeitung (von Kittel bei Kautzsch-Bertholet) unbefriedigend, weil sie neben der religionsgeschichtlichen Stellung von E dessen politischen Charakter als Darstellung der Überlieferung Nordisraels ganz ausser Acht lässt. Ich lasse zunächst meine Quellenscheidung folgen mit den notwendigen Erläuterungen in Form von Anmerkungen zu den im Text bezeichneten Stellen. Worte und Sätze, die in beiden Berichten nötig sind, aber nur e i n m a l im Texte stehen, sind in runde Klammern ( ) gesetzt, solche, die eine Textänderung aus anderen Gründen bilden, in eckige Klammern [ ].

17, 1 (Es war ein Mann auf dem Gebirge Ephraim namens) Michajehu<sup>1</sup>), 2 der sprach zu seiner Mutter: die elfhundert Silbersekel, die dir entwendet wurden, daher du einen Fluch ausgestossen und in meiner Gegenwart gesagt hast..., siehe dieses Geld ist bei mir, ich selbst habe es entwendet [aber jetzt gebe ich es dir zurück].<sup>3</sup>) Da sagte seine Mutter: mögest du gesegnet sein von Jahve. 3 Er gab die elfhundert Silbersekel seiner Mutter zurück. Die sagte: ich weihe das Geld Jahve

17, 1 (Es war ein Mann auf dem Gebirge Ephraim namens) Micha.<sup>1</sup>)

und verzichte darauf zum Besten meines Sohnes, dass man daraus ein Schnitz- und Gussbild<sup>2)</sup> mache. 4 [Und er gab das Geld seiner Mutter zurück]<sup>3)</sup>. Und seine Mutter nahm zweihundert Silbersekel und gab sie einem Schmelzer, der machte daraus ein Schnitz- und Gussbild;<sup>2)</sup> das kam in das Haus Michajehus.<sup>1)</sup>

7 (Nun war da) ein junger Mann aus Bethlehem-Juda aus dem Geschlechte Juda,<sup>4)</sup> 8 der gieng fort von der Stadt Bethlehem-Juda um als Fremder sich niederzulassen, wo er eine Gelegenheit fände; der kam auf seiner Wanderung auf das Gebirge Ephraim zum Hause Michas. 9 Micha fragte ihn: woher kommst du? Er antwortete ihm: aus Bethlehem-Juda; ich bin auf der Wanderschaft, mich irgendwo als Fremdling niederzulassen, wo ich eine Gelegenheit finde. 10 (Micha sprach zu ihm:) Bleibe bei mir, ich will dir jährlich zehn Silbersekel geben, den Aufwand für deine Kleidung und deinen Lebensunterhalt. 11 Und der junge Mann wurde ihm wie einer seiner Söhne.<sup>5)</sup> 12 Und der junge Mann diente ihm als Priester und lebte im Hause Michas.

18, 1 In jenen Tagen gab es noch keinen König in Israel.

2 Und die Daniten (sandten) aus ihrem Geschlecht fünf Männer aus verschiedenen Ortschaften.<sup>6)</sup> das Land auszukundschaften. (Diese ka-

5 Und der Mann Micha, der hatte ein Gotteshaus und liess sich dafür Ephod und Teraphim<sup>2)</sup> machen und stellte einen seiner Söhne an, dass er ihm als Priester diene. 6 In jenen Tagen gab es noch keinen König in Israel; jeder tat, was ihm recht dünkte. 7 (Nun war da) ein Levit,<sup>4)</sup> der lebte dort [d. h. auf dem Gebirge Ephraim in Michas Nähe] als Fremder.

10 (Zu ihm sprach Micha:) Werde mein Vater<sup>4)</sup> und Priester. Und er [drang in den Leviten].<sup>5)</sup>

11 Und der Levit willigte ein, bei dem Manne zu bleiben. 12 Und Micha stellte den Leviten an.

13 Und Micha sprach bei sich: jetzt weiss ich, dass Gott mir Gutes tun wird, denn ein Levit ist mein Priester geworden.

18, 1 In jenen Tagen suchte der Stamm Dan<sup>6)</sup> sich Wohnsitze, denn es war ihm bis zu jener Zeit kein Wohnsitz zugefallen inmitten der Stämme Israels. 2 (Und sie sandten) kriegstüchtige Leute aus Zorea und Eschaol,<sup>6)</sup> das Land zu durchforschen und sagten ihnen: gehet, durch-

men nun) auf das Gebirge Ephraim. 3 Wie sie nahe beim Hause Michas waren<sup>7)</sup> und den Dialekt<sup>4)</sup> des jungen Mannes erkannten, da bogen sie dorthin ab<sup>8)</sup> und fragten ihn: wer hat dich hierher gebracht? Was tust du hier? Was verdienst du hier? 4 Er antwortete ihnen: so und so hat Micha an mir gehandelt, er hat mich gedingt und ich diene ihm als Priester.

7 (Dann giengen) die fünf Männer (weiter und kamen nach Laisch) und fanden die Leute dort ruhig und sorglos und im Besitz von Reichtum. [Sie wohnten ferne von den Sidoniern und hatten auch keine Beziehungen zu den Aramäern]<sup>9)</sup> 8 (Wie sie dann zurückkamen) zu ihren Stammesgenossen, 9 da sagten sie: auf! wir wollen sie überfallen, denn wir haben das Land besichtigt, es ist sehr gut. 10 Wenn ihr dorthin kommet, treffet ihr sorglose Leute und das Land ist weit und breit. 11 (So brachen auf) von dem Geschlechte Dan sechshundert wohlbewaffnete Krieger. 12 Und sie lagerten in [wo?], daher heisst jener Ort [Kultusstätte?] bis auf den heutigen Tag Machaneh Dan [Lager Dan's]; er liegt westlich von Kirjat Jearim. 13 Von dort (zogen sie auf das Gebirge Ephraim). 14 Und die fünf Männer, die ausgezogen waren, das Land auszukundschaften<sup>6)</sup> [nach Laisch], sprachen zu ihren Stammesgenossen: wisst ihr auch, dass in jenem Gehöft ein Schnitz- und Gussbild sich befindet? Seht zu, was ihr tun wollt! 15 Da bogen sie dorthin ab<sup>6)</sup> und kamen zum Hause des jungen Mannes und sagten ihm guten Tag. 16 Die sechshundert wohl-

forschet das Land. (Diese kamen nun) zum Hause Michas und übernachteten daselbst.

5 Und sie baten ihn [d. h. den Priester]: befrage doch Gott,<sup>2)</sup> dass wir erfahren, ob die Reise, auf der wir uns befinden, Erfolg haben wird. 6 Der Priester gab ihnen die Auskunft: gehet ruhig, die Reise, auf der ihr euch befindet, hat die Billigung Gottes. 7 (Und sie giengen (weiter und kamen nach Laisch), einer Stadt, die sorglos lebte nach der Art der Sidonier, an nichts fehlte es, was es auf Erden gibt. Sie wohnten ferne von den Sidoniern und hatten auch keine Beziehungen zu den Aramäern.)<sup>8)</sup> 8 (Wie sie dann zurückkamen) nach Zorea und Eschaol, da sprachen sie zu ihnen: was 9 zaudert ihr? Zögert nicht länger, dorthin zu ziehen und das Land in Besitz zu nehmen. 10 Denn Gott hat es in eure Hand gegeben, einen Ort wo es an nichts fehlt, was es auf Erden gibt. 11 (So brachen sie auf) von dort, von Zorea und Eschaol, 12 und zogen hinauf nach Kirjat Jearim in Juda, 13 (Dann zogen sie auf das Gebirge Ephraim) und kamen zum Hause Michas.



bewaffneten danitischen Krieger stellten sich vor dem Tore auf. 17 Die fünf Männer, die auf Kundschaft ausgegangen waren,<sup>6)</sup> giengen hinein und nahmen das Schnitzbild und das Gussbild. 18 Wie nun jene in das Haus Michas giengen und das Schnitz- und Gussbild nahmen,<sup>7)</sup> da sagte der Priester zu ihnen: was macht ihr da? 19 (Sie sagten zu ihm): Schweig' still und halte den Mund!

21 Dann wandten sie sich und zogen weiter; die Weiber und Kinder und das Vieh und den Tross liessen sie vorangehen. 22 Wie sie nun schon ein Stück weit vom Hause Michas entfernt waren,<sup>7)</sup> scharten sich die Leute aus dem Gehöfte des Micha zusammen, und jagten den Daniten nach. 23 Sie riefen die Daniten an; die aber wandten sich um und fragten Micha: was gibt's, dass du dich zusammengeschart hast? 24 Er antwortete: meinen Gott, den ich mir gemacht habe, habt ihr genommen [und den Priester]<sup>9)</sup> und seid davongegangen — was bleibt mir nun noch? Wie könnt ihr mich da noch fragen: was gibt's? 25 Die Daniten aber sagten: lass uns keinen Laut mehr hören, sonst könnten erbitterte Leute über euch herfallen, dann hast du selbst dein und deiner Leute Leben weggeworfen! 26 Darauf zogen die Daniten ihres Weges; Micha aber sah, dass sie ihm zu stark waren und kehrte nach Hause zurück. 27 Nachdem sie nun so den Gott, den Micha gemacht hatte [und den Priester, der ihm gedient]<sup>9)</sup> geraubt hatten<sup>7)</sup>, (kamen sie nach Laisch), zu ruhigen und sorglosen Leuten. Und sie er-

17 Der Priester aber stand vor der Türe [und die 600 wohlbewaffneten Krieger]<sup>10)</sup>.

19 (Sie sagten zu ihm:) komm mit uns und werde unser „Vater und Priester“.<sup>9)</sup> Was gefällt dir besser: Hauspriester bei einem Manne zu sein, oder Priester eines ganzen Stammes in Israel? 20 Da freute sich der Priester, er nahm Ephod und Teraaphim und trat in die Mitte des Zuges.

27 (Und sie kamen nach Laisch) und brannten die Stadt nieder, 28 — sie liegt in der Talebene von Bet Rechob. Und sie bauten die Stadt wieder auf (und nannten sie Dan).

schlugen sie mit der Schärfe des Schwertes. 28 Niemand half ihnen, denn sie wohnten ferne von der Sidoniern und hatten auch keine Beziehungen zu den Aramäern.<sup>8)</sup> Und sie liessen sich daselbst nieder 29 (und nannten die Stadt Dan) nach ihrem Ahnen Dan, der dem Israel geboren wurde. Früher hatte sie Laisch geheissen. 31 Und sie stellten sich das Schnitz- [und Guss]bild,<sup>2)</sup> das Micha gemacht hatte, auf, alle die Zeit über, da das Gotteshaus in Silo bestand.

30 Und die Daniten stellten sich [den Ephod und Teraphim]<sup>2)</sup> auf, und Jonathian, der Sohn Gersons und Enkel Moses, und seine Nachkommen waren Priester des Stammes Dan bis zu der Wegführung der Einwohner des Landes.

Hiezu mögen zunächst einige Einzelbemerkungen folgen, welche die obige Quellenscheidung soweit nötig rechtfertigen sollen.

1) Dass der Name in den Quellen verschiedene Form hat, ist längst bemerkt worden, hilft aber nicht weit, da von V. 9 ab nur noch die Form Micha gebraucht wird.

2) Ebenso ist altbekannt, dass die eine Quelle von „Schnitz- und Gussbild“ redet, die andere von Ephod und Teraphim. Beidemale handelt es sich natürlich je nur um ein Gottesbild. Darüber wie zum Schnitzbild auch das Gussbild in den Text kam, sehe man die Kommentare nach. Ob in V. 31 das alleinstehende Schnitzbild auf die Quelle zurückgeht und der betreffende Interpolator diese Stelle übersehen hatte, oder ob das Gussbild bloss von einem nachlässigen Abschreiber vergessen wurde, kann uns vollständig gleichgiltig sein. Dass es in V. 31 an Stelle statt neben Ephod und Teraphim steht, ist Textverderbnis. Dass diese Verse nicht zu J gehören, liegt auf der Hand. Von Ephod und Teraphim ist natürlich das erstere ursprünglich, ein auch für E legitimes Kultusgerät, das sich bis in die späteste Zeit erhalten hat. Dass Ephod kein Gottesbild ist, könnte man eigentlich gerade aus unserer Stelle lernen, die man immer als Beweis für diese beliebte Erklärung anführt. Denn Micha hat in E (wohin Ephod gehört) ein Gotteshaus (V. 5), also natürlich auch ein Gottesbild, oder etwas entsprechendes (vielleicht eben den Teraphim), das verschweigt aber E. Dazu lässt er sich ein Ephod machen d. h. irgend ein Ding das für das heilige Losorakel notwendig ist, vergl. 1. Sam. 23, 7; 30, 7. Demnach gehört diesem Erzähler E auch 18,5 zu.

3) „Und er gab das Geld zurück“ V. 4 ist Glosse, dadurch veranlasst, dass irgendwie die im jetzigen Text vorangehenden drei

Worte („ich will es dir zurückgeben“), die zu V. 2 hinaufgehören, aus Versehen hierher zu stehen kamen.

4) Dem Jahvisten gehört der „junge Mann“ aus Bethlehem zu, der nicht Levit ist, sondern aus dem Stamme Juda. Von ihm wird gesagt, dass er dem Micha wurde „wie einer seiner Söhne“ (17, 11); das passt nur auf einen jungen Mann. Dagegen bittet Micha den Leviten: „bleibe bei mir als Vater und Priester“ (17, 10); so kann er nicht zu einem Jüngling sagen. Nichts im Text nötigt uns, anzunehmen, dass auch der Levit aus Bethlehem kam auf der Suche nach einer neuen Heimat. Die Verteilung wird im Gegenteil glatter, wenn man in 17, 7 das „er lebte dort als Fremder“ mit Budde (Kurzer Handkommentar z. d. St.) so versteht, dass der Levit schon vorher in Michas Nähe wohnte und ihm bekannt war. (Vergl. den Artikel in 17, 13 d e r Levit nicht e i n Levit). Demnach gehören alle Stellen, die von dem „jungen Mann“ reden, zu der Erzählung von J. Für 18, 3 wird dies insbesondere noch durch den ganzen Inhalt bewiesen: die Daniten erkennen die Sprache, d. h. den Dialekt des jungen Mannes, wie sie am Hause Michas vorbeikommen. Die Leviten sprechen keinen besonderen Dialekt, wohl aber die Judäer im Süden im Unterschied von den Leuten auf dem Gebirge Ephraim. Die Daniten, die aus dem Süden kommen, erkennen den Dialekt.

5) So mit der allateinischen Übersetzung: coëgit.

6) Die vorgeschlagene Scheidung geht davon aus, dass die Daniten die Fragen von 18, 3 wohl an den jungen Judäer, der hier nach dem Norden verschlagen ist, richten können, nicht aber an den Leviten, dessen Aufenthalt in einem fremden Stamm und dessen Dienst als Priester gar nichts auffallendes haben. Die Antwort 18, 4 zeigt dementsprechend keine Spuren von Zusammensetzung aus zwei Quellen. Also gehört der ganze Vers 18, 3 dem Jahvisten an. Da hier die Daniten erst, nachdem sie den Dialekt des jungen Mannes hören, zu Michas Gehöft abbiegen, muss V. 2b, der bereits von ihrem Übernachten dort erzählt, aus E stammen. Der Ausdruck „sie bogen vom Wege ab“ (nämlich zu Michas Gehöft) kehrt 18, 15 wieder und weist auch diesen Vers dem Jahvisten zu. Der „junge Mann“ ist dort also quellenmässig und „der Levit“, „das Haus Michas“ ausgleichender Zusatz. In den mit 18, 15 eng verbundenen und zusammengehörigen Versen 18, 14 und 18, 16. 17 ist nun immer von den „fünf Männern, die auf Kundschaft gegangen waren“ die Rede; also gehört die Fünfzahl auch in 18, 2 zu J. Und zwar sind sie

dort aus dem „danitischen Gebiet“, d. h. aus verschiedenen Ortschaften genommen. Die genauere Bestimmung „aus Zorea und Eschtaol“ gehört also zu E, ebenso die „kriegstüchtigen Leute“.

7) Eine sprachliche Einzelheit dient ebenfalls als Leitfaden: die in der Erzählung von J sich viermal wiederholende Konstruktion: *hemmah hikkiru... we* (oder ähnlich) 18, 3. 18. 22. 27.

8) Dass Laisch fern von Sidon liegt und keine Beziehungen zu den Aramäern hat, könnte an sich gleich gut in beiden Berichten stehen, wenn diese Bemerkung nur erklären soll, dass die Daniten Meister über die Stadt wurden. Die Pluralkonstruktion würde es in diesem Fall zu J weisen, da E von der ganzen Stadt im femininum des Singularis redet. Aber es ist möglich, dass doch noch mehr in den Worten liegt. Sie können auch meinen, dass weder Sidon noch Damaskus einen Anspruch auf Laisch hätten. Damit dass Dan (Israel) die Stadt nahm, haben also die Israeliten in keiner Weise in die Rechte von Sidon oder Damaskus eingegriffen. Das hervorzuheben, hatte der Jahvist, der Judäer, gar keine Veranlassung. Judas Stellung zu diesen beiden Staaten wurde in keiner Weise davon berührt, was etwa Israel getan hatte. Wohl aber mag man in Israel zu dieser Feststellung gelegentlich Veranlassung gehabt haben, sowohl zu ihrer Betonung in der am Heiligtum gepflegten Überlieferung als auch namentlich zu ihrer Aufnahme in die Schrift des Elohisten. In den Zeiten enger „Freundschaft“ mit Tyrus unter Ahab z. B. empfahl es sich darauf hinzuweisen, dass stets Friede und Freundschaft zwischen den Völkern geherrscht (vielleicht gerade weil im Falle Laisch die Sache nicht so ganz klar war), und wenn man die Schrift des Elohisten als Unterlage für Verhandlungen und Verträge mit Damaskus verwendete, war eine derartige Versicherung und Aufklärung Damaskus gegenüber erst recht angebracht. In V. 28 macht allerdings die Zuteilung an E Schwierigkeiten, man muss dann annehmen, dass einige Sätzchen von E weggefallen sind.

9) Die Redewendung „werde uns Vater und Priester“ (V. 19) ist dieselbe, wie in 17, 10, wo sie sich als elohistisch ausweist. Die Verhandlungen mit dem Priester zeigen keine Dupletten oder andere Spuren, welche darauf hinweisen würden, dass auch nach J der Priester mit den Daniten zog, abgesehen von der Erwähnung in V. 24 und 27, die sehr gut später zum Ausgleich eingeschoben sein kann, vergl. die Stellung in V. 24, die den nachträglichen Zusatz verrät. Die Daniten zeigen bei J wenig Respekt vor dem Priester, und fah-

ren ihn recht barsch an: „Halt' den Mund!“ (18, 19a). Sächlich liegt auch für sie kein Grund vor, den Judäer mitzunehmen; da tat es jeder Danite als Priester ebensogut.

10) Durch Irrtum eines Abschreibers oder als Randbemerkung eines Lesers erst nach der Vereinigung beider Berichte hier (18, 17) wiederholt aus V. 16.

Zum Gesagten habe ich noch Folgendes zu bemerken.

Die vorgeschlagene Quellenscheidung hat zunächst gegenüber den bisherigen den formellen Vorzug, dass sie nur wenige und dazu nur ganz unbedeutende redaktionelle Zusätze und keinerlei eingreifenden redaktionellen Umarbeitungen annimmt. Ebenso ist nirgends nötig, irgendwelche Auslassungen durch den Redaktor vorauszusetzen. Beide Berichte sind vielmehr vollständig erhalten und bilden je ein lückenloses Ganzes, das sich glatt liest.

Viel wertvoller und wichtiger scheint mir aber ein anderer Vorteil zu sein. Bei allen bisherigen Versuchen suchte und fand man zwei Erzählungen, die einander so ähnlich waren, wie ein Ei dem andern. Sogar der Diebstahl, der die Einleitung bildet, muss bei der Quellenscheidung von Kittel (a. a. O.) eigentlich in beiden gestanden haben, sonst versteht man den Anfang des zweiten Berichts in 17, 3b. 4 nicht. Beidemale haben wir dann ein Heiligtum Michas (nur das Gottesbild wird verschieden bezeichnet), und einen Leviten als Priester. Beidemale rauben die Daniten das Bild und nehmen den Priester mit, und verpflanzen beide in ihr neues Heiligtum in Dan. Dabei hat man sich noch nie die Frage vorgelegt: warum erzählt denn eigentlich der Elohist, der als der jüngere gilt, diese Geschichte noch einmal mit wenig anderen Worten? und warum gibt sich der Redaktor so grosse Mühe, die b e i d e n gleichen Berichte zu erhalten und ineinander zu schieben, statt einfach einen zu wählen und den anderen fallen zu lassen, wie er es sonst oft getan? Wenn wir z. B. Gen. 37 Josephs Verkauf nach Aegypten mit unseren Kapiteln vergleichen — die beiden Geschichten haben ausserordentliche Ähnlichkeit, was die Art der Ineinanderarbeitung von J und E durch den Redaktor betrifft — so sehen wir, dass es dort zwei wesentlich verschiedene Berichte sind, die der Redaktor durch geschicktes Ineinanderarbeiten auszugleichen sucht, was auf andere Weise gar nicht möglich gewesen wäre. Aber hier war nichts auszugleichen. Wozu dann soviel Mühe um nichts? Meine Quellenscheidung dagegen er-



gibt zwei Erzählungen, die in den wichtigsten Punkten sehr bezeichnende, scharfe Unterschiede aufweisen.

Der Jahvist erzählt: aus gestohlenem Gelde wird ein Gottesbild für Michas Haus hergestellt. Einen wandernden Judäer dingt er um guten Lohn als Priester. Danitische Kundschafter auf ihrem Weg kommen bei Michas Haus vorüber und lassen sich von dem jüdischen Priester von dem Bild erzählen. Wie dann der Stamm der Daniten ebenfalls in der Nähe vorüberzieht, stacheln die einstigen Kundschafter ihre Genossen dazu auf, das wertvolle Gottesbild zu rauben. Micha und der Priester müssen froh sein, dass sie mit dem Leben davon kommen. Das Bild aber wird in Dan aufgestellt.

Der Elohist erzählt: Micha hat ein Gotteshaus und beschafft sich dazu ein Orakelgerät. Es gelingt ihm einen Leviten aus der Nähe zu seinem Orakelpriester zu bekommen, worüber er sich freut, weil es Gottes Gunst verheisst. Die Daniten suchen neue Stammsitze. Ihre Kundschafter kehren unterwegs bei Micha ein, übernachten dort und lassen sich ein Orakel geben. Dieses trifft ein. Wie sie dann mit ihrem Stamm wieder des Weges kommen, da überreden sie den Priester, dessen Orakel sich bewährt hat, mit ihnen zu ziehen. Den Orakelephod nimmt er mit (wie wenn es selbstverständlich wäre, dass dieser zu dem Priester gehört, der ihn zu handhaben weiss!). In Dan wird dann das bewährte Orakel aufgestellt und der Levit — es ist kein Geringeres als Moses Enkel Jonatan — begründet das Priestertum dort.

Mit kurzen Worten: bei E eine Geschichte in majorem gloriam des Nordheiligums Dan, das zwar nicht von den Ervätern stammt, wie Bethel, aber Moses Enkel und seine Nachkommen zu Priestern hat und ein bewährtes Orakel besitzt.

Bei J eine Geschichte in minore gloriam von Dan, die gelinde gesagt, ein recht eigentümliches Licht auf dasselbe wirft: aus gestohlenem Geld ein Gottesbild, das dann selbst wieder von den Daniten gestohlen wird und nun den Kern des Heiligums bildet.

Die oben besprochene Geschichte vom Goldenen Kalb will in ihrer jüdischen Form (bei J) dem Heiligum von Bethel einen Mackel anhängen. Dasselbe will unsere Geschichte (bei J) dem Heiligum Dan gegenüber. In sehr geschickter Weise versteht es der Elohist, dort aus Aarons und des Volkes Götzendienst eine religiös verhältnismässig harmlose Empörung gegen Mose zu machen. Hier weiss er mit feiner Kunst die rohe Gewalttat umzubiegen zu einem

verhältnismässig harmlosen Mitlaufenlassen des Ephod, das zudem durch den Namen des Täters gedeckt wird.

Ich will nicht unterlassen, hinzuzufügen, dass selbstverständlich der Elohist mehr oder weniger von dieser Umwandlung schon in der Tempelüberlieferung von Dan vorgefunden haben wird. Dort erzählte man sich die Gründung des Heiligtums doch wohl immer etwas anders, als der Jahvist es tut.

Noch eine andre Bemerkung ist am Platz. In unserer Geschichte wie in dem bereits oben angeführten Kapitel Gen. 37 lernen wir den Redaktor kennen als einen Mann, der mit viel Verständnis und feiner Kunst die Berichte in einander zu fügen gewusst hat. Das muss man stets im Auge behalten, damit man davor bewahrt bleibt, diesem Redaktor so plumpe und ungeschickte Einschreibungen und Zusätze zuzuschreiben, wie oft geschieht (vergl. oben in der Geschichte vom goldenen Kalb die betreffenden Bemerkungen).

### 3. Die Opferung Isaaks.

Gen. 22, 1—19.

Die Erzählung wird von allen Kritikern übereinstimmend dem Elohisten zugewiesen und als einheitlich betrachtet. Nur bei Sellin (Einleitung in das Alte Testament 3. Aufl. S. 46) finde ich eine Hindeutung darauf, dass auch die Hand des Jahvisten vielleicht zu spüren ist, dass er wenigstens als Vorlage gedient haben könnte. Sellin hat ganz richtig gesehen, dass im ganzen Erzählungsstoff der Genesis dies die einzige Geschichte ist, die der Elohist erzählt, für welche sich keine entsprechende Erzählung beim Jahvisten findet. Das ist an sich schon auffallend, und wird dadurch noch viel auffallender, dass die Geschichte, so wie sie jetzt erzählt ist, die Gründungsgeschichte des grossen Heiligtums von Jerusalem ist, die uns erzählt, welcher uralten Offenbarung dieses seinen heiligen Charakter verdankt. Wenn irgend eine Geschichte, so durfte diese in J nicht fehlen.

Man wird nun freilich einwenden, dass „Moriya“ in V. 2 Zusatz von späterer Hand ist. Das ist zweifellos richtig. Morija ist kein „Land“, wie es jetzt heisst, sondern ein Berg, und die Nennung des Platzes mit Namen hier ist überhaupt unmöglich, da ja ausdrücklich gesagt wird, dass Gott erst später dem Abraham den Platz näher bezeichnen werde. Aber der Zusatz trifft darum doch das Richtige. Morija (oder ähnlich) ist der Name, den V. 14 erklären will, und zwar

ist damit das Heiligtum von Jerusalem gemeint und nicht irgend ein obskures, sonst garnicht im Alten Testament genanntes Heiligtum. Der Platz, an dem Abraham seinen Sohn Isaak, den nachmaligen Patriarchen des Volkes, auf Gottes Befehl zum Opfer bringen will, ist dem Judäer wie dem Israeliten der heiligste, der grösste Opferplatz gewesen, das ist selbstverständlich.

Auch hier wird man einwenden, dass V. 14 garnicht zu E gehört, sondern von fremder Hand, vom Redaktor rührt, und auch hier wird man wenigstens den ersten Teil des Einwands gelten lassen müssen. Der Elohist kann unmöglich seinen Abraham dem Platz einen Namen geben lassen, der mit „Jahve“ zusammengesetzt ist. Aber wenn der Vers nicht von E stammen kann, muss er deshalb Zusatz des Redaktors sein? Wenn ja, so denke ich, waren zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder machte der Redaktor den Zusatz aus seinem Eigenen, beziehungsweise aus der Meinung seiner Zeitgenossen, — oder er gab damit eine ältere Tradition wieder. Der erstere Fall ist für mich ganz undenkbar. Der Redaktor sollte, weil er die Geschichte entgegen seiner Quelle und der durch den Elohisten überkommenen Tradition auf Jerusalem bezog, willkürlich den Namen und die Etymologie geändert haben? Dazu wüsste ich keine Parallele, denn so eigenmächtig hat er sonst nie gearbeitet. Vielmehr hat er überall mit feinem Geschick den alten Wortlaut soviel wie möglich erhalten und geschont (vergl. das zu den beiden vorstehenden Geschichten gesagte). Und wie sollte „man“, d. h. die Tempelpriesterschaft in Jerusalem gerade zu seiner Zeit oder kurz vorher dazu gekommen sein, diese in E erzählte Geschichte nach Jerusalem zu verlegen, wenn „man“ bis auf die Zeit des Hiskia, d. h. bis zur letzten „Ausgabe“ des Jahvisten nichts davon wusste? Denn sonst hätte dieser in seinem Buche die Geschichte sicher nicht weigelassen. Also bleibt nur die andere Annahme, dass der Redaktor einer älteren Tradition folgt, welche (anders als E) die Geschichte in Jerusalem lokalisiert. Aber wozu brauchen wir dann den Redaktor? Diese andere alte Tradition, die so manche Geschichten der Patriarchenzeit anders lokalisiert als E, — nämlich mit Vorliebe in Juda — diese andere Tradition heissen wir eben den Jahvisten, oder besser gesagt, diese jüdische Tradition finden wir im Buche des Jahvisten niedergelegt.

Wir müssen also V. 14 dem Jahvisten zuweisen und dessen Beteiligung an der Erzählung anerkennen. Dann bekommen aber so

manche Dinge, die man bisher als Unebenheiten empfunden und etwa auf Rechnung der weniger gewandten Erzählerkunst des Elohisten geschrieben hat, ein anderes Aussehen.

Da sind zunächst die Verse 15—18, die allgemein als Zusatz des Redaktors betrachtet werden. Nachdem bereits vor dem Opfer des Widders der Engel in V. 13 das Urteil über Abrahams Handlungsweise abgegeben, ist die Wiederholung mit denselben Worten („dass du deinen eigenen Sohn nicht verweigert hast“) allerdings sehr unnötig, und die Geschichte ist mit der Namensnennung V. 15 eigentlich zu Ende. Ich möchte aber die Verse dem Redaktor doch lieber nicht aufbinden. Was in aller Welt sollte ihn denn veranlassen haben, hier an so ganz ungeschickter Stelle die Verheissung grosser Nachkommenschaft an Abraham einzuschieben? Warum, wenn er sie bei dieser Geschichte anbringen wollte, hat er dann nicht einfach die Engelrede V. 12 erweitert durch den Zusatz von V. 16 und 17? Ich glaube überhaupt nicht, dass der Redaktor das Bedürfnis gefühlt hat, die von ihm so künstlerisch und kunstvoll hergestellten Gesamtberichte immer wieder mit erbaulichen Phrasen aus Eigenem zu verballhornen. Aber — wo er in seinen zwei Quellen zwei Engelreden fand, die doch nicht ganz identisch waren, da hat er pflichtgetreu mit schonender Hand sie beide erhalten und durch ein eingefügtes „zum zweiten Male“ (V. 15) neben einander möglich gemacht. Dinge, wie den Befehl Gottes an Abraham, oder die Namensnennung konnte er natürlich nicht gut zweimal erzählen.

Aber nun: welche Engelrede gehört zu E und welche zu J? Bei beiden redet der „Engel Jahves“, das giebt also keinen Fingerzeig, da es in der einen Stelle so gut wie in der andern für „Engel Elohims“ eingesetzt sein kann. Aber in V. 12 redet der Engel von Gott in der ersten Person, ist also Gott: „m i r hast du deinen Sohn nicht verweigert.“ In V. 16 redet er von Gott in der dritten Person: „dies ist der Ausspruch Jahves.“ Mit anderen Worten: in V. 11 lautete die ursprüngliche Einleitung der Rede, „da rief Jahve“; das ist jahvistische Erzählungsweise. Umgekehrt entspricht dem Gedanken der Prüfung Abrahams (V. 1 aus E) recht gut die belohnende Verheissung, nachdem die Prüfung bestanden ist (V. 16). Dazu kommt vor allem die eigenartige Segensformel „dein Same soll seiner Feinde Tore in Besitz nehmen“, die nur einmal noch und zwar ebenfalls beim Elohisten wiederkehrt als Wunsch an die von Hause scheidende Rebekka (Gen. 24,60 Vergl. Smend, die Erzählung des Hexateuchs S. 49).



Ferner stossen sich V. 2 und V. 3. 4. 9. insofern, als in V. 2 der Ort der Opferung Isaaks als „Berg“ bezeichnet wird, in V. 3. 4. 9 dagegen als „Kultusstätte“ (*makōm*). Nun kann ja wohl eine Kultusstätte auf einem Berge liegen, aber eben gerade auf dem fraglichen Berge Morija lag keine, wenigstens nicht nach der Anschauung der Jahvisten. Nach ihm war auf dem Platz des späteren Tempels eine ganz profane Dreschtenne, und erst David hat diese, nachdem der Engel Jahves dort erschienen war, zu einer Kultusstätte gemacht durch Erbauung eines Altars. Der Jahvist kann also nicht gut schon vor Abraham eine Kultusstätte dort voraussetzen. Wohl aber kann der Elohist von einer solchen reden, denn bei ihm ist der Schauplatz jedenfalls nicht der Berg Morija.

Endlich muss zwischen V. 2 und 3 etwas ausgefallen sein. V. 2 befiehlt Gott: „gehe zu einem der Berge, den ich dir bezeichnen werde“. Abraham geht, Gott sagt ihm aber nicht, welches der Berg ist, und doch heisst es V. 3 fin.: „er zog nach der Kultusstätte, die ihm Gott bezeichnet hatte“, und er erkennt sie sofort, als er sie sieht (V. 4); V. 9 wird dann ausdrücklich wiederholt „die Kultusstätte, die ihm Gott bezeichnet hatte“. Bei einem so feinen und geschickten Erzähler, wie es der Erzähler dieses Kapitels ist (bei der Voraussetzung der Einheitlichkeit), der auch für Kleinigkeiten, wie das Opferholz und das Feuer, Platz hat, kann man den Ausfall dieser doch recht wichtigen Sache nicht so leicht verstehen. Wohl aber begreift sich der Wegfall sehr leicht bei Verschmelzung des Berichts mit dem von E, wenn dort von vornherein die Kultusstätte bezeichnet war und ein bekannter Ort war.

Welches war nun diese Kultusstätte? Bei J war, wie schon gesagt, der Berg Morija der Platz. Ihm gehört also ausser V. 14 und 12b auch noch V. 2 (von „gehe ins Land Morija“ an). Er wird wohl statt Morija gehabt haben: *היבוי* „gehe ins Land der Jebusiter und bringe ihn (Isaak) dort als Brandopfer dar auf einem der Berge, den ich dir bezeichnen werde“.

Um den Ort zu finden, an welchen E die Geschichte verlegt, werden wir uns zunächst daran erinnern, dass in E die nordisraelitische Überlieferung und Sage zu uns spricht. Diese hat sicherlich nicht die Heiligkeit des Jerusalemer Tempels durch die Opferung Isaaks begründen wollen; die Erzählung ist ja auch sicher älter — ich meine jetzt dem Stoffe nach — als der salomonische Tempel. Überhaupt müssen wir für E die jüdischen Heiligtümer ausser Betracht lassen. Es hat von vornherein gar keinen Wert, V. 14 ins



elohistische zurückzuübersetzen und einen mit 'el oder 'elohim zusammengesetzten Namen in Juda zu suchen, auf den die Etymologie etwa passen könnte (*Ari'el, Jeru'el* oder dergleichen). Ferner ist es, wie schon oben gesagt, ganz klar, dass nur eines der grossen Heiligtümer (des Nordens) in Betracht kommen kann, also Dan, Bethel oder Sichem. Von diesen fällt Dan weg, das sein Alter nur bis zur Richterzeit zurückführte und dessen Gründungsgeschichte uns E in Ri 17 und 18 erzählt (s. oben Nr. 2). Ebenso scheidet Bethel aus, das Heiligtum, das zu dem Erzvater Jakob gehört, und dessen Heiligkeit auf die Gen. 28, 10 ff. erzählte Gotteserscheinung zurückgeht. Bleibt also Sichem als der aus allgemeinen Gründen hier zu erwartende Platz. Zu Sichem hat Abraham auch in der Erzählung des Jahvisten enge Beziehungen. Es ist der erste Platz im Land Kanaan, wo ihm Jahve erscheint; seinen ersten Altar baut er dort (Gen. 12,6). Und zwar erfahren wir den genauen Ort: es ist der *mākōm*, die Kultusstätte von Sichem, wo er ihn errichtet. Ihr Name ist *'elōn mōreh*, die Orakelterebinthe (Gen. 12,6) oder die Zaubererebinthe, wie sie Ri 9,37 heisst; d. h. der heilige Baum dieses Namens bildete den Mittelpunkt der ganzen Kultusstätte. Über die Bedeutung dieses Heiligtums und der Stadt Sichem in der ältesten Geschichte Israels wolle man Sellin, Wie wurde Sichem eine israelitische Stadt S. 1 ff. vergleichen; über Sichem als Wohstätte Abrahams A. Jeremias, ATAO 3. Aufl. S. 265, 286. Der Elohist begründet die Heiligkeit dieser Stätte mit unserer Geschichte. Wellhausen hat also gar nicht „die Sache am falschen Ende“ angefasst, wenn er den Schauplatz unserer Geschichte mit Sichem identifiziert, sondern als der geistvolle Historiker instinktiv das Richtige gefühlt, wenn auch die von ihm vorgeschlagene Änderung von *Morija* V. 2 in *chamorim* (die in Sichem wohnten Gen. 34,4) keine Wahrscheinlichkeit hat.

Fraglich bleibt, ob der Elohist seine Geschichte wie der Jahvist mit der Erklärung des Namens der Kultstätte beschloss. Notwendig ist es nicht, es kann bei ihm der Name des Orts in V. 2 gestanden haben, etwa *אל-מקום שבם אל-אלון מורה* wie Gen. 12,6. „gehe zur Kultusstätte von Sichem, der Orakelterebinthe.“ Auch hat die Erzählung auch ohne dies ihr Thema: der Ersatz der Kinderopfer im Jahvekult durch Tieropfer. Aber recht wohl möglich ist, dass bei E diese Kultusstätte erst jetzt ihren Namen erhielt. Dann trifft wohl Sellins Vermutung (a. a. O. S. 1) das Richtige, dass E in V. 8 und 14

יִרְהַה statt יִרְאֶה las. Dann bekommen wir für die elohistische Form von V. 14 etwa: Abraham nannte die Kultusstätte 'el möreh, die noch heute heisst 'elön möreh.

Es ist aus einem ganz besonderen Grund für die Quellenscheidung sehr bedauerlich, dass wir diese Frage nicht entscheiden können. Vers 8 in seiner jetzigen Form יִרְאֶה nimmt ganz deutlich Bezug auf die jahvistische Namensklärung V. 14; der sehr eigenartige Ausdruck *jir'eh* („er wird sich ersehen“) ist nur gewählt um in echt orientalischer Weise den Namen anzudeuten (so richtig Gunkel in seinem Kommentar). Demnach müssten wir diesen Vers (und V.7) mit V. 14 dem Jahvisten zuteilen, u. Elohim als eine aus der Verbindung der zwei Berichte kommende Änderung für Jahve betrachten. Hat aber E die obige Namensklärung gegeben, dann wäre es auch möglich, dass ihm der Vers gehörte und *jir'eh* Änderung für *jōreh* ist (mit Rücksicht auf V. 14). Ich ziehe aber auch in diesem Falle vor, die Verse J zuzuweisen; es ist schon immer bemerkt worden, dass die Verse eine schriftstellerische Kunst zeigen, „die sich merkwürdig von den gelegentlichen Mängeln in E abhebt“ (Holzinger, Kommentar z. d. St.).

Dass die beiden Erzählungen in der Hauptsache einander ziemlich gleich waren, ermöglichte dem Redaktor die Zusammenfügung zu einem fast einheitlichen Ganzen, dessen kunstvoller Aufbau von je her allgemeine Verwunderung erregt hat. Auch hier zeigt sich, dass der Redaktor ein Künstler war, kein geistlos mechanisch arbeitender Mann, wie man so oft sich denkt.

Weil sie einander so ähnlich waren, können die Erzählungen auch nicht reinlich von einander geschieden und in ihrem Wortlaut wiedergegeben werden, wie etwa in Ri 17 und 18. Doch können wir sie wenigstens in ihren sachlichen Eigenheiten und in den Hauptzügen wiederherstellen.

E erzählte, dass Gott Abraham prüfen wollte (ein für E recht charakteristischer Zug). Deshalb befiehlt er ihm im Traum, seinen Sohn Isaak am Kultusort von Sichem zu opfern. Wo Abraham weilt, erfahren wir jetzt nicht mehr, vielleicht nicht allzuweit von Sichem. Er geht mit dem Knaben dort hin. Doch im letzten Augenblick verhindert Gottes Engel das Opfer und zeigt Abraham einen Widder, den dieser statt des Sohnes schlachtet, und verheisst ihm für seinen Gehorsam reiche und mächtige Nachkommenschaft (den Ort benennt Abraham *Elön möreh?*).

J erzählt den Befehl Jahves an Abraham, der in Berseba weilt,

in das Land der Jebusiter zu ziehen und dort auf dem Berge, den Jahve ihm zeigen wird, seinen Sohn zu opfern. Mit zwei Dienern, dem Esel und allem Nötigen machen sich Abraham und sein Sohn auf den Weg. Am dritten Tag sieht Abraham den Berg, den Gott ihm zeigt. Er steigt allein mit seinem Sohne hinauf. Im letzten Augenblick greift Jahve selbst ein, und zeigt Abraham einen Widder, den er statt des Sohnes opfert. Der Berg bekommt von dieser Geschichte den Namen Moriija. Dann kehren beide nach Berseba zurück.

Die Geschichte ist eine der interessantesten für die Quellenkritik. Sie lehrt uns, wie schon bemerkt, den Redaktor als Künstler kennen. Und sie lässt uns in die Entwicklung der Sage einen interessanten Blick tun, indem sie uns sowohl die nordisraelitische, als die judäische Variante je auf zwei Stufen erkennen lässt. Die alte nordisraelitische Form antwortet auf die Frage: Warum werden in Sichem (und sonst?) keine Kinderopfer dargebracht? Vielleicht auch erklärt sie den Namen Elōn mōreh. Das hat der Elohist dann umgewandelt zu einem „Charaktergemälde“ des Gerechten, der die schwerste Versuchung besteht. Die alte judäische Erzählung erklärt, warum der Jahvismus keine Kinderopfer hat. Der Jahvist, für den diese Frage längst keine Bedeutung mehr hatte, erzählt die Geschichte als Kultussage, welche die Heiligkeit des Tempelbergs begründet. Letztere Form kann erst einige Zeit nach dem Tempelbau geschrieben sein, also nicht zu J<sup>1</sup> gehören (s. u. Nr. 4). Die Erzählung muss aber schon vorher dem judäischen Sagenschatz angehört haben. Der jüngere Bearbeiter von J, der nach der Trennung der Reiche schrieb, hatte sie schwerlich dem nordisraelitischen Sagenkreis entlehnt. Sie hatte in jener alten Zeit wohl dieselbe Form wie im Nordreich, doch jedenfalls ohne Beziehung auf den Namen 'Elōn mōreh, denn dieser bestand nach J<sup>1</sup> schon vor Abraham (Gen. 12,6).

Wenn die nordisraelitische Erzählung die Erklärung des Namens hatte, so gehörte diese schon der alten Form an. Als Kultussage von Sichem war sie dort alt (älter als die judäische Form) und war dort zu Hause. Es begegnet uns das oft, dass die Sagenform bei E die ältere ist (z. B. bei der Josephgeschichte), obgleich der Schriftsteller E jünger ist als J. Das erklärt, warum so vielfach das höhere Alter von E gegenüber J verteidigt worden ist.

#### 4. Zur Frage nach der Entstehungszeit von J und E.

Die Methode, nach der man bisher ganz allgemein zu bestimmen gesucht hat, wann J und E gelebt und geschrieben haben, war die,

dass man die historischen Anspielungen in ihren Erzählungen aufsuchte, die Zeit, auf welche sie sich bezogen, feststellte und darnach das Alter der Quelle bestimmte. Gen. 27,40, sagt man, ist eine Anspielung auf den Abfall der Moabiter, also ist J jünger als Joram, und s. w. Allein solche Gründe sind, der Natur der Sache nach, nicht sehr beweiskräftig. Die Anspielungen sind meist so dunkel, dass nicht jeder sie sieht und anerkennt. Oft kann man sie einfach auch als „spätere Glosse“ ihrer Beweiskraft entkleiden. So ist das Ergebnis heute das (um nur die neuesten Darstellungen zu nennen), dass die einen (Rothstein bei Bertholet-Kautzsch) die jahvistische Schrift nach dem Sturz der Athalja unter Joas (also im letzten Drittel des 9. Jahrhunderts) geschrieben sein lassen, die andern (Sellin, Einleitung 3. A.) sie unter David-Salomo ansetzen. Den einen ist die elohistische Schrift die ältere, den andern die jahvistische. Und da die Gründe von dieser Art nunmehr alle erschöpfend vorgetragen sind, ist keine Aussicht vorhanden, dass irgend einmal die Einen die Andern überzeugen.

Ich meine, man dürfte jetzt einen Schritt weiter kommen, wenn man versucht, die Sache am andern Ende anzufassen, und zunächst ohne Rücksicht auf die beiden Schriften sich die Frage stellt: welche Zeiten und Verhältnisse in der israelitischen Geschichte machen die Entstehung solcher Schriften wahrscheinlich? Das eine ist ja wohl allgemein zugegeben, dass an den einzelnen Heiligtümern Geschichten, welche die Gründung und andre für das Heiligtum wichtige Ereignisse erzählten, von Anfang an überliefert wurden, schriftlich und mündlich. Aber etwas anderes ist es um eine Zusammenstellung solcher einzelnen Sagen und ihre Verarbeitung zu einer ganzen Geschichte. Da es damals noch keine honorarzahlenden Verleger und kein lesehungriges Publikum gab, muss ein besonderer Grund und Zweck jeweils den Anstoß zu einer solchen Niederschrift gegeben haben, und dieser muss in den allgemeinen politischen oder religiösen Verhältnissen oder in beiden zusammen gelegen haben, nicht im Bedürfnis eines einzelnen Mannes oder Heiligtums.

Was ich im Folgenden als tastende Versuche vorlegen möchte, hat sich mir dadurch bewährt, dass ich auf diesem Wege immer mehr zu einem deutlichen, einem wirklichen und plastischen Bild von der Entstehung dieser Literatur kam, das wenn auch noch lange nicht alle Räthsel lösend, doch in den Hauptpunkten als möglich sich erwies. Und das ist mir die Hauptsache, ein klares Bild zu bekommen. Ein anschauliches, lebendiges Bild, das möglich ist, ist



auch wenn es nicht als richtig sich erweist, immer noch besser als gar kein Bild. Man wird zugeben müssen: an übermässiger Klarheit hat bisher keine der Darstellungen der Geschichte dieser Literatur gelitten. Über schattenhafte Allgemeinheiten ist man kaum hinausgekommen. Nirgends finde ich einen Versuch, diese Schriften in eine konkrete Situation hineinzustellen und von dieser aus wenigstens in der Hauptsache zu erklären.

Ich stelle die im Folgenden dann näher erläuterten Ergebnisse hier der Übersichtlichkeit halber voraus:

- 1) Die erste Niederschrift von J ( $J^1$ ) fällt unter David.
- 2) Die letzte Ausgabe von J fällt unter Hiskia.
- 3) Die erste Niederschrift von E ( $E^1$ ) fällt unter Jerobeam I.
- 4) Die letzte Ausgabe von E fällt unter Josia.

1) Davids innere Politik hatte die eine Aufgabe, den Gegensatz zwischen Juda und den Nordstämmen dauernd zu überbrücken. Es galt, in den Ausdrücken jener Zeit geredet, den Nordisraeliten zu zeigen, dass Juda ein vollberechtigtes Glied im Kreise der zwölf Brüder war, und von Anfang an die Schicksale seiner Brüder geteilt hatte. Es galt, die Nordstämme davon zu überzeugen, dass das Königtum nicht von David widerrechtlich, nur mit Gewalt usurpiert war, sondern durch Gottes Willen von uralter Zeit her dem Stamme Juda bestimmt war. Zu dieser politischen Einigung des Volkes war das beste Mittel der Jahvekult, der allen gemeinsam war oder wurde. Man mag über den Ursprung desselben denken, wie man will, — soviel wird jederman zugeben, dass unter David der Jahveglaube das stärkste Band war oder sein konnte, das die Stämme zusammenhielt, neben der eisernen Faust des Herrschers. Und auch die Tatsache wird von niemand bestritten werden, dass David es sich angelegen sein liess, diesen Jahveglauben zu fördern, nicht nur aus innerer Überzeugung, sondern auch aus politischen Gründen.

Da braucht es keinen übergrossen Aufwand von Fantasie, um sich vorzustellen, wie David einem seiner Priester, etwa dem Ebjathar (den Duhm und Budde für den Verfasser der „Davidgeschichte“ vorgeschlagen haben), den Auftrag gab, diese Dinge „historisch zu begründen“, den Nachweis aus der Geschichte des Volkes zu liefern dafür, dass Juda der Herrscherstamm und er der legitime Herrscher war. Das Werk, das so entstanden, ist das Buch des Jahvisten in seiner ältesten Form ( $J^1$ ). Mit dem Nachweis, dass Jahve von der Schöpfung her der eigentlich überall zu verehrende Gott ist, beginnt es; die Patriarchengeschichte zeigt, wie Juda mit



allen anderen Brüdern zusammen ein unzertrennliches Ganzes bildet. Die Richterzeit läuft aus in der Zusammenfassung des Volks unter dem Königtum Sauls, und dessen legitimer Nachfolger ist David, der das Reich zum Grosstaat gemacht hat. In Juda ist von Alters der Mittelpunkt des Jahvekults: dort haben die Erzväter durch ihre Opfer und Altäre die grossen Heiligtümer Hebron und Berseba begründet; dort in Jerusalem hat, dank Davids Fürsorge, das grosse Jahveheiligtum, die Lade, ihren Wohnsitz gefunden.

Damit hatte man für die judäischen Ansprüche die „aktenmässigen Belege“, in denen man jederzeit nachsehen konnte. Dass man dafür sorgte, dieser Form der Tradition die möglichste Verbreitung zu geben, ist selbstverständlich. Die Heiligtümer hatten die dazu nötigen Beziehungen unter sich in genügendem Masse.

Zur Unterstützung dieser Ansetzung von J<sup>1</sup> sei noch auf ein Doppeltes hingewiesen. Fürs eine wird allgemein anerkannt, dass die Davidgeschichten in den Samuelbüchern, soweit sie J angehören, von einem Augenzeugen niedergeschrieben sind. Wenn, wie oben erwähnt, Ebjathar von Duhm und Budde als Verfasser vermutet wird, so mag das ja als bloss geraten abgelehnt werden. Aber den grossen Wert hat dieser Vorschlag auf alle Fälle, dass man damit die Verfasserfrage ins Licht ganz konkreter Verhältnisse hinein stellt. Man wird dann aber ohne Weiteres zugeben müssen, dass zu einer Zeit, wo diese Davidsgeschichten geschrieben wurden, auch alle Voraussetzungen für die Abfassung des ganzen Jahvistenbuchs vorhanden waren, und dass der Mann, der die ersteren schrieb, auch recht wohl im Stande war, auch die übrigen Geschichten und Sagen zu erzählen. Und dann — Ebjathar hat doch wohl nicht aus langer Weile in der Verbannung in Anathot seine „Memoiren“ geschrieben, sondern in Davids Auftrag eine „Geschichte Davids“. Warum nur diese? Was wollte David mit dieser allein? Das lässt sich schwer verstehen. Wohl aber wird es klar, wenn es sich um die ganze Geschichte des Volkes handelte.

Zum andern: auch die älteste hebräische Gesetzsammlung gehört in diese Zeit. Die alten Gesetzsammlungen, nach denen im „Westland“ Recht gesprochen wurde, waren in babylonischer Schrift und Sprache geschriebene Auszüge (natürlich mit mehr oder minder starken Abänderungen) aus dem Hammurapi-Recht. Schon 1908 habe ich (Religionsgesch. Volksbücher II, 15 S. 18) von Bundesbuch geschrieben: „in letzterem haben wir, was das bürgerliche Recht betrifft, die hebräische Wiedergabe einer solchen Sammlung. Solche

Übersetzungen dürfen wir von der frühen Königszeit an erwarten. Mit der Entstehung des Königtums fällt zusammen eine Zeit der relativen politischen Unabhängigkeit der palästinensischen Kleinstaaten vom Grosskönig im Osten. Das erwachende Nationalgefühl lässt das Bedürfnis entstehen — wenn es nicht schon von selbst mit dem Königtum gegeben ist, — dass man das Recht, nach dem gerurteilt wurde, in der eigenen hebräischen Sprache und mit der als national geltenden Schrift niedergeschrieben haben wollte. Der Jahvismus mit seinem immer mehr sich verschärfenden Gegensatz gegen die babylonische „Lehre“ konnte das nur fördern. So sind in dieser Zeit alle Bedingungen für das Entstehen einer solchen hebräischen Gesetzsammlung gegeben.“ — „Und für das Entstehen eines solchen Geschichtswerkes, wie J“, — das ist der einzige Zusatz, den ich heute zu machen habe.

Ich freue mich, konstatieren zu können, dass von ganz anderen Gesichtspunkten aus und aus anderen Gründen Sellin in seiner Einleitung (3. Aufl. S. 78 f.) zu einem ähnlichen Ergebnis gekommen ist in Betreff der Abfassungszeit von J. Seine Behauptung, dass die ganze jahvistische Schrift unter Salomo abgeschlossen sei, wird er jetzt wohl nicht mehr aufrecht halten wollen.

Im Übrigen will ich nicht streiten, wenn jemand statt David lieber Salomo sagt, und die Abfassung von J unter Salomo verlegt. Wir haben sogar in 1. Reg. 5,5 einen Vers, der sich sehr gut zum Abschluss des ganzen Werkes eignen würde: die schöne Schilderung des Friedens unter Salomo, in dem das Volk unter seinem Weinstock und Feigenbaum lebt, ein Wort, dessen messianischen Charakter ein Micha (4,4) und Sacharja (3,10) gefühlt haben. Wir haben dann natürlich anzunehmen, dass das Buch im Anfang seiner Regierung geschrieben wurde (selbstverständlich nicht von Ebjathar), als der Verfasser den Salomo noch feiern konnte als den erwarteten Bringer des Heils, den Friedensfürsten, in dem erfüllt wird, was den Vätern verheissen.

2) Eine jahvistische Schule, die das Geschichtswerk im Lauf der Generationen mit Einschüben bereichert und durch Nachträge stets „auf der Höhe“ erhalten hätte, gibt es natürlich nur in der Fantasie der Gelehrten. Aber die Darstellung hat den Königen späterer Zeit noch zu verschiedenen anderen Zwecken gedient und ist dem entsprechend neu bearbeitet worden. Darüber haben wir natürlich gar keinerlei Nachrichten, auch nicht einmal andeutungsweise.

Aber wir erfahren aus 1. Reg. 15,19, dass ein „Bündnis“ bestand

zwischen Abia von Juda und Benhadad von Damaskus, und dass Abias Sohn Asa dieses „Bündnis“ zu erneuern wünschte und deshalb alles Silber und Gold, das er hatte, als „Geschenk“ nach Damaskus sandte. Der Zweck war beidemal, an Damaskus einen Rückhalt gegen das Nordreich zu finden. Abia hat also seine Gesandten und Sachwalter an den Hof von Damaskus geschickt. Er musste dabei selbstverständlich Benhadad „über die Ziele seiner Politik“ und die der nordisraelitischen unterrichten, d. h. in der Sprache jener Zeit dem König sagen, worauf seine und der Judäer Rechtsansprüche auf das Land sich gründeten und wie unbegründet die des nordisraelitischen Königs, eines einfachen Empörers waren (vgl. dazu Tell Amarnabrief Knudtzon 9-Winckler 7). Das dazu nötige Material fand er in der Schrift des Jahvisten „aktenmässig“ zusammengestellt, und diese war also die beste „Instruktion“ für seine Sachwalter, wurde vielleicht sogar als Ganzes dem Aramäer „zu den Akten gegeben“, — natürlich mit den nötigen Ergänzungen, namentlich den Abfall des Nordreichs betreffend.

Die Situation hat sich mutatis mutandis unter Ahas von Juda wiederholt (2. Kön. 16, 5—9). Von den verbündeten Königen Rezin von Damaskus und Pekah von Samarien bedroht, schickt Ahas Gesandte und Geschenk an den Assyrerkönig. Er bietet sich ihm freiwillig als Vasall an und sendet Tribut. Wie Abia, muss auch Ahas den Grosskönig genau darüber aufklären, wer er ist und was seine Rechte und Ansprüche sind. Und bei den Assyrern ist das zu den Akten genommen worden. Hier haben wir also eine dritte Gelegenheit, wo die Schrift des Jahvisten, die eben die offizielle Darstellung des Geschichtsverlaufs war, ihre Verwendung fand, wo eine solche Schrift notwendig und unentbehrlich war.

Den Abschluss, die letzte Ausgabe, hat J unter König Hiskia erhalten und zwar im Anfang seiner Regierung, jedenfalls vor dem Feldzug Sanheribs. Für die Gründe muss ich auf meine Eingangszitierte Schrift (Jahvist und Elohist, S. 65 ff.) verweisen, ebenso für die diplomatische Verwendung des Werkes durch Hiskia. An eine weitere Verwendung durch Hiskia möchte ich denken angesichts der Nachrichten von seiner Kultusreform (2. Kön. 18,4). Diese wurde nach 2. Chron. 30, 1—12 über die Grenzen Judas hinaus nach dem Nordreich ausgedehnt, eine selbstverständliche Sache, denn bei Hiskias ganzem Vorgehen (von dem die Kultreform nur ein Stück bildete) handelte es sich um die Wiedergewinnung des Nordreichs oder von Stücken desselben. Die kultischen Massnahmen im Nord-

reich bedeuteten also ein Werben für die davidische Dynastie. Sollte da nicht auch das Buch des Jahvisten als „Propagandaschrift“ (man nehme das Wort, bitte, im besten Sinne) für Jahve und die Dynastie Davids gedient haben, wie damals, als es unter David zum erstenmal geschrieben wurde?

3) Was E anlangt, so ist ein principieller sachlicher Unterschied von J auf zwei Gebieten zu erkennen: auf politischem und auf sittlich-religiösem. Mit ersterem meine ich, dass E alles vom nordisraelitischen Standpunkt aus betrachtet; er gibt die nordisraelitische Sagenform und Überlieferung. Den Nachweis hierfür habe ich, was die Geschichtsüberlieferung anlangt, in der Eingangs angeführten Schrift geliefert. Für die spezifisch israelitische Färbung seiner alten Sagen vergleiche man das oben unter Nr. 1, 2, 3 gesagte, dem noch eine Reihe weiterer Beispiele, wie die Josephsgeschichte, der Segen Moses u. a. angefügt werden könnten. In religiös-sittlicher Beziehung erscheinen, wie bekannt, seine Anschauungen als fortgeschrittener und mehr entwickelt.

Was ersteres, die politische Färbung betrifft, so wird man sie nicht ohne weiteres der Schriftstellerpersönlichkeit zuschreiben dürfen. Die ganze israelitische Sage hat sicher schon diesen Charakter getragen. Es wird sich also nur Fall zu Fall, oft überhaupt nicht, entscheiden lassen, ob diese Färbung erst von E hinzugebracht oder alt ist. Umgekehrt verdanken die entwickelteren religiösen Anschauungen, die religionsgeschichtlichen Theorien, das schärfere sittliche Urteil ihren Ursprung deutlich dem Schriftsteller. Die alte Sage erzählt natürlich zunächst im Geiste ihrer Zeit. Nur bei einem Punkte möchte ich die Frage aufwerfen, ob nicht altes Herkommen mitspielt: bei der Verwendung der Gottesbezeichnung Elohim statt Jahve regelmässig in der vormosaischen Zeit und mit Vorliebe auch nachher. Ich frage mich immer wieder, ob nicht die alte nordisraelitische Sage überhaupt von Elohim geredet hat und ob nicht beim Jahvisten die Verwendung des Gottesnamens Jahve auf die oben geschilderten Verhältnisse zurückzuführen ist. Ich kann mir sehr gut vorstellen, dass man in Nordisrael dann später nach der Reichspaltung erst recht diese alte Gottesbezeichnung wieder verwendet und nicht so viel, wie in Juda, von Jahve geredet hat. Die religionsgeschichtliche Theorie, dass Jahve einer höheren und späteren Offenbarungsstufe angehört, ist natürlich erst von einem E hinzugebracht. Sie ist vielleicht ausgedacht, eben um diesen Widerspruch der Gottesbezeichnung der alten Sage mit dem officiellen Namen Jahve zu erklären.



Die Veranlassung zur Niederschrift einer solchen Geschichte vom nordisraelitischen Standpunkt aus war gegeben mit der Reichstrennung. Wollte Jerobeam sich auch in religiöser und kultischer Beziehung von Jerusalem-Juda freimachen, so hatte er allen Grund, nicht nur ein eigenes Reichsheiligtum einzurichten, sondern auch die alte israelitische Tradition wieder zu beleben, zweimal wenn von jüdischer Seite aus nicht allzulange vorher die jahvistische Darstellung, die Jerusalem zum Mittelpunkt machte, in Umlauf gesetzt worden war (wenn dieser Ausdruck erlaubt ist). Diesem letzteren Werk gegenüber galt es zu zeigen, dass die Geschichte der Erzväter und die ganze bisherige Geschichte des Volks doch nicht so völlig im jüdischen Sinne verlaufen war, dass Israels Anrecht auf das Königtum noch besser begründet war, dass seine Reichshauptstadt Sichem die alte Königsstadt war, an die das Königtum geknüpft war, dass seine Heiligtümer ebenso wie die jüdischen auf die Patriarchen zurückgingen. Daher die fortwährende einzigartige Parallelität der beiden Schriften, die Tatsache, dass der elohistische Stoff den Jahvisten begleitet, wie der „Schatten den Gehenden“ (Sellin). So erklärt sich auch die Wahrnehmung, dass die Überlieferung bei E vielfach als Weiterbildung der jahvistischen, die elohistische Erzählung vielfach als eine Korrektur der jahvistischen erscheint, während anderweitig ebenso deutlich ist, dass manche Sage bei E die ältere Form hat (zum Beisp. in der Josephsgeschichte).

Dazu kommt noch ein anderes: auch zwischen Ba'sa von Israel und Benhadad von Damaskus bestand ein „Bündnis“ (I. Kön. 15,19; s. oben), das wohl schon in frühere Zeit zurückging. Nichts war ja natürlicher, als dass Jerobeam, um seine Stellung zu stützen, mit den Aramäern Verbindungen anknüpfte. Es ist hübsch zu sehen, wie die Aramäer die klingenden Gründe beider Parteien annehmbar fanden. Aber selbstverständlich musste man offiziell auch eine „aktenmässige Unterlage“ haben, beim Nordreich so gut wie bei Juda. Für diesen Zweck war es ganz notwendig, dem Sachwalter in Damaskus in der Geschichte des Elohisten das Material zur Widerlegung der Ansprüche von Juda an die Hand zu geben, beziehungsweise die israelitische Darstellung dem König von Aram vorzulegen.

Es sind also so ziemlich dieselben religiös - politischen Verhältnisse und Erwägungen gewesen, welche hier die jahvistische, dort die elohistische Schrift ins Leben riefen. Nichts spricht da-



gegen, dass wir die erste Ausgabe der Elohisten, E<sup>1</sup>, in diese frühe Zeit verlegen. Denn, wohlgemerkt, die religiösen Ideen, welche die jetzige elohistische Geschichte beherrschen, gehören der ersten Ausgabe von E noch nicht an. E<sup>1</sup> ist noch nicht eine „theokratische“ Schrift, sondern weicht von J<sup>1</sup> nur in Bezug auf den politischen Standpunkt ab: „der Schwerpunkt der Geschichte Israels lag [nach E] von jeher im Josephstamm, und Sichem ist das eigentliche Zentralheiligtum Israels“ (Sellin, Einleitung, 3. A., S. 47).

4) Auch die Weiterentwicklung beider Schriften verlief ganz parallel. An Gelegenheiten, wo im Nordreich eine solche Staatsurkunde wie E<sup>1</sup> Verwendung finden konnte, fehlte es natürlich nicht, man denke z. B. an die Beziehungen zwischen Omri und Ethbaal von Tyrus. Nach der „Freundschaft“ zwischen David-Salomo einerseits und Hiram von Tyrus andererseits musste, wenn nun in dieser „Freundschaft“ das Nordreich an Stelle Judas treten sollte, der Nachweis geliefert werden, dass dieses und nicht Juda die eigentliche und rechtmässige Fortsetzung des davidisch-salomonischen Reiches war und daher auch die „traditionelle Freundschaft“ mit den Tyrern fortzusetzen berechtigt war.

Die Situation unter Jerobeam-Nadab hat sich dann wiederholt zur Zeit Pekahs (s. oben). Wenn Ahas sich an die Assyrer mit der Bitte um Hilfe wandte unter Darlegung seines Rechtes, so blieb selbstverständlich Pekah dabei nicht müssig, sondern legte auch seine Seite der Sache dem Assyrer vor.

Damit sind wir dann schon in die Zeiten eines Amos und Hosea heruntergeführt. In einer Ausgabe von E aus dieser Zeit werden wir uns nicht wundern Gedanken zu finden, welche eine auffallende Gemeinschaft mit denen der Propheten verraten — mit Ausnahmen natürlich. Die Vorstellung, dass das Königtum eigentlich ein Abfall von der Idee war, hat sicher nicht in einer Staatsurkunde gestanden, die nach Assyrien ging.

Wohl aber kann sie gestanden haben in der letzten Ausgabe von E, die wir unter Josia ansetzen müssen (vergl. Benzinger, Jahvist und Elohist S. 74). Diese Ausgabe ist also von einem in Jerusalem lebenden Mann (ob von einem Judäer?) besorgt worden. Als unmittelbare Veranlassung können wir uns die Kultreform Josias denken. Diese wird entsprechend der des Hiskia auf das Gebiet des Nordreichs ausgedehnt. Was ich a. a. O. S. 74 dazu gesagt, kann ich nur ohne jeden Zusatz wiederholen: „ich kann mir sehr gut denken, dass E in seiner damaligen Form geradezu im Interesse der

josianischen Reform im Nordreich... herausgegeben worden ist. Das Werk hat die Erzählungen von den grossen Propheten des Nordreichs, Elia und Elisa, die dem Nordisraeliten teuer waren, aufgenommen; es berichtet von den Heiligtümern Bethel, Dan und Sichern; es gibt die nordisraelitischen Sagen von Joseph u. a. — d. h. es zeigt, dass auch Juda das alles anerkennt und heilig hält, mit andern Worten, dass die Tradition und der Glaube und Kultus gemeinsam sind.“ Unter David hatte es gegolten, den nordisraelitischen Stämmen den Gedanken der Zugehörigkeit Judas zum Volk und das Recht Jahves und seiner Heiligtümer überzeugend klar zu machen. Unter Josia galt es nunmehr, den Rest Nordisraels dadurch zu gewinnen, dass man ihm zeigte, wie auch dem Judäer das heilig war, woran des Nordisraeliten Herz hing.

Das Räthsel der engen Verwandtschaft von E mit dem Deuteronomium ist damit auch gelöst. Ist diese letzte Ausgabe geschrieben im Interesse der josianischen Reform im Nordreich, so versteht es sich von selbst, dass ihr Verfasser von den Ideen des Deuteronomiums durchdrungen war und als erster den Kreis derer eröffnet, die wir als deuteronomistische Schriftsteller zu bezeichnen pflegen.

Aus diesem doppelten Zwecke von J und E, bald für religiöse Propaganda zu dienen, bald politische Ansprüche zu stützen, erklärt sich nun auch der Doppelcharakter beider Schriften. Von der einen Seite betrachtet, können sie als religiöse Bücher bezeichnet werden, von der andern Seite aus als politische Urkunden. Wie weit in letzteren das religiöse Moment vorhanden, beziehungsweise eliminiert war, wissen wir nicht.

Es wird nun die nächste Aufgabe sein, zu versuchen, ob wir im Einzelnen feststellen können, welche Geschichten den einzelnen Ausgaben zugehören.

## DIE ENTWICKLUNG DES DEUTSCHEN HISTORISCHEN ROMANS.

Von Professor Nussberger.

Antrittsvorlesung in der Aula der Universität Latvia, den 28. Okt. 1923.

### Literatur.

- Karl Rehorn*: Der deutsche Roman. Köln u. Leipzig 1890.  
*Richard du Moulin Eckart*: Der historische Roman in Deutschland. Berlin 1905.  
*Heinrich Keiter und Tony Kellen*: Der Roman. 4. A. Essen-Ruhr 1912.  
*Hellmuth Mielke*: Der deutsche Roman. 4. A. Dresden 1912.  
*Hubert Rausse*: Geschichte des deutschen Romans bis 1800. Kempten u. München 1914.  
*Hermann Bock u. Karl Weitzel*: Der historische Roman als Begleiter der Weltgeschichte. Leipzig o. J. (1923).

Das Interesse, das sich heute Dichtungen wie Mereschkowskys „Leonardo da Vinci“, Romain Rollands „Beethoven“ und „Michelangelo“, Kolbenheyers Spinoza- oder Schäfers Pestalozziroman, Bartschs Schubert- oder Walter von Molos Schillerdichtung zuwendet, zeigt, dass zu Zeiten einzelne Dichtungsgattungen eine ausgesprochene Vorliebe geniessen. Diese Vorliebe, ganz unabhängig von staatlichen und regionalen Grenzen, wird heute offenbar durch die momentan herrschende allgemeine Geisteslage begünstigt. Dabei ist es nicht so sehr das psychologische Moment, das am biographischen Roman fesselt. Ein solches könnte ja auch an erfundenen Stoffen in Erscheinung treten. Vielmehr zieht ihr starker Wirklichkeitsgehalt an. Eine Zeit, die durch solche Umwälzungen geschritten ist wie die unsrige, hat offenbar den Sinn für rein phantastische Erfindungen einigermassen eingebüsst. Ein Geschlecht, das so viel in Rauch aufgehen sah, ist dadurch allein schon dazu geführt worden, sich an wirklichen Schicksalen zu vergnügen. Es hat sich uns wieder bewahrheitet, dass keine Dichtung so wunderbar und überwältigend sein kann wie das Leben.

Wenn ich, von solchen Voraussetzungen ausgehend, es unternehme, die Rolle zu skizzieren, die der Historische Roman in der deutschen Literaturgeschichte gespielt hat, so kann das freilich nur geschehen, indem ich mir gleichzeitig klar mache, dass dazu noch ein anderer, näherer Beweggrund bestimmend mitwirkte. Ist doch von Riga aus,

durch Herder, der Gedanke geschichtlicher Betrachtung befruchtend in die Welt getragen worden; zeigt doch gerade der Historische Roman die weitreichende Wirkung, die von seinen Ideen ausging.

Der Historische Roman wurde in England durch Walter Scott begründet. Scott hatte sich, durch Herders Volkslieder angeregt, mit lyrischen Uebersetzungen beschäftigt. Unter dem Eindrucke von Goethes „Götz von Berlichingen“ ging er zur geschichtlichen Erzählung über. 1814 gab er „Waverley“ heraus, den ersten seiner historischen Romane, dem in verhältnismässig kurzer Zeit 73 weitere Dichtungen ähnlicher Art folgten. Die englische Geschichte der jüngsten Vergangenheit und älterer Zeiten, mittelalterliche Zustände auf dem Kontinent und der britischen Insel waren darin mit einer Treue des Details geschildert, die etwas völlig Neues bedeutete. Eine Menschenschilderung war betätigt, die in alle Falten des Herzens leuchtete und alle Schichten der Bevölkerung gleich klar übersah. Der Knecht wie der Thronprätendent waren zu unverwischbaren Gestalten geprägt. Scotts Erzählungskunst ging umständlich und mit lässlichem Humor zu Werke. Aber sie erreichte ihr Ziel stets sicher und brachte die Höhepunkte der Handlung voll zur Geltung. Scott eroberte dem Roman die bevorzugte Stellung, die er dann während des ganzen 19. Jahrhunderts inne hatte. Er ist durch ihn zur führenden Literaturgattung erhoben worden, während das Drama in epigonenhafter Erstarrung abwärts schritt und die Lyrik gegen die realistischen Tendenzen der Zeit mühsam ankämpfte. Der Historische Roman erhielt durch ihn den Rang, den einst das Volksepos eingenommen hatte. Er brachte einem lesenden Geschlechte die eigene Vergangenheit nahe. Er erhielt ihm den Zusammenhang lebendig mit seinen grossen Anliegen.

Scotts Dichtungen war ein überraschender Beifal beschieden gewesen. Zu Lebzeiten in England der gefeiertste Dichter der Zeit, war er lange in Europa der am meisten gelesene Erzähler. Ueberall übersetzte man ihn, ahmte ihn nach. Die Wirkung seines Einflusses geht durch alle Länder. Sie ist bis zum Jahrhundertende in der Literatur zu spüren. In Frankreich steht Victor Hugo mit „Notre Dame de Paris“, Alfred de Vigny mit „Cinq Mars“ in seinem Banne. Flaubert nähert sich ihm mit der „Salambo“. In Italien ahmt Alessandro Manzoni in den „Promessi Sposi“ seinen Stil nach. In Deutschland macht man sich die Verbreitung der Scottschen Werke zunutze, indem man die ersten Nachahmungen als Uebertragungen aus dem Englischen ausgibt. Hauff ist hier der erste selbständige Nachfolger, sein „Lichtenstein“ die sympathische Dichtung, die Scotts Schreibweise auf

deutsche Verhältnisse überträgt. Aber auch noch die späteren Vertreter der Gattung sind ihm verpflichtet. Es gehen geheime Fäden hinüber von Conrad Ferdinand Meyer zum Verfasser von „Ivanhoe“, und Theodor Fontane feiert sein Andenken. Als junger Balladendichter wie mit seinen märkischen Geschichtsromanen steht Fontane Schulter an Schulter mit dem Sänger des schottischen Hochlands. Russland endlich schickt in Tolstois „Krieg und Frieden“ ein Echo den Klängen zurück, die von der britischen Insel zuerst über Europa ertönten.

Solcher Ausbreitung kam offenbar eine psychische Disposition der Zeit fördernd entgegen. Die Entwicklung des Historischen Romans im 19. Jahrhundert wird durch dessen allgemeine Geistesrevolution erklärt. Der Aufschwung der Naturwissenschaften in der ersten Hälfte kommt dieser Entwicklung zunächst zustatten. Dadurch wird eine realistische Denkweise hoch gebracht, die schon die erste Aufnahme der Gattung begünstigt hatte. Der zunehmende Wirklichkeitsinn bringt neue Impulse. Er gewährleistet die Verselbständigung des Stils, eine gewisse Grösse und Sicherheit der Darstellung. Beträchtlichen Gewinn zieht sodann der Historische Roman von der Begründung neuer geschichtsforschender Methoden durch Ranke und seine Schule. Der Dichter schliesst sich eng an die aufstrebende Wissenschaft an. Er nimmt Anteil an ihren Problemen. Er eignet sich ihre Methode an, sichert sich den selbständigen Zugang zu den neu erschlossenen Quellen. So schwingt sich der Historische Roman endlich auf die Höhe moderner Forschung. Er vermag der Wissenschaft selbst neue Anregung zu bieten durch die Plastik seiner Darstellung, die intuitive Erfassung vergangener Zeitalter. Gesättigt von den Errungenschaften moderner Forschung und getragen von den ureigensten Zeitströmungen erlangt die Geschichtserzählung nunmehr repräsentative Bedeutung. Sie bringt die realistischen Tendenzen des Jahrhunderts zu reinem, vollkommenem Ausdruck. Sie wird die beliebteste Dichtungsgattung und beherrscht eine zeitlang das gesamte Schrifttum. Die grössten Talente huldigen ihr, fügen sich dem durch sie geprägten Stil. Keller sammelt endlich seine „Züricher Novellen“. Storms romantische Erzählung empfängt bestimmtere Konturen, zeichnet schärfere Profile. Fraglos hat sich die Zeit entscheidend der Gattung zugewandt.

Die Gunst des Publikums gereicht indes nicht immer zum Vorteil. Der Historische Roman hat, als er Mode wurde, zuweilen über seinen gelehrten Liebhabereien die Ziele ernster dichterischer Gestaltung aus dem Auge verloren. Er vergrub sich mitunter in antiquarischen Kleinkram. Er nahm das Drum und Dran der Kostümirung



wichtiger als die Durchleuchtung seelischer Probleme. Er glaubte mit der Echtheit der Garderobe schon Poesie geliefert zu haben. Er prunkte mit der Verlebendigung entlegener Kulturen, entschwundener Zeitalter. Vor allem vergass er, dass die schnellfertige Produktion leicht das Zeichen sinkender Werthhaftigkeit ist. Er ist endlich von der naturalistischen Dichtung rasch überwunden worden und verschwand gegen die Jahrhundertwende fast völlig aus der Literatur.

Ursprünglich rankte sich der Historische Roman rein anekdotisch um geschichtliche Gestalten und Ereignisse. Das Bewusstsein, dass es sich um beglaubigte Personen der Weltgeschichte handle, womöglich um solche mit berühmten Namen, genügte, um das Interesse zu fesseln. Und so drappierte er nun seine Figuren mit dem Ueberkommenen romanhafter Abenteuer und beschied ihnen freimütig das abenteuerliche Schicksal kühner Erotik. Mit der Verselbständigung seines Stils entwickelte der Historische Roman nach und nach die Gattungen der genrebildlichen, der ideengeschichtlichen und der psychologischen Erzählung. Das Verhältnis zum Stoff verschob sich dabei im Sinne zunehmenden Realismus. Poesie und geschichtliche Wirklichkeit erschienen anfänglich als zwei getrennte, wesensverschiedene Dinge. Allmählich durchdrangen sie sich und gelangten endlich zur vollkommenen Verschmelzung. Erst wurde das dichterische Element von aussen an die Geschichte herangetragen. Man machte sie durch möglichst theatralischen Aufputz der Gestalten für die dichterische Behandlung geeignet. Mehr und mehr sah man in der geschichtlichen Bewegung selbst den Goldkern echter Poesie und machte die Vorgänge historischer Evolution zum Gegenstande dichterischer Darstellung. Die Geistesverfassung entschwundener Jahrhunderte, der Zusammenprall aufeinanderfolgender Epochen, die seelische Atmosphäre eigenartiger Kulturen und ihrer Träger, ja selbst die Stufung nationaler und kultureller Entwicklung wurden im Historischen Roman behandelt. So sehr war endlich der Schriftsteller der Mittel geschichtlicher Darstellung Meister geworden, dass es ihm gelang, die gegeneinander kämpfenden historischen Mächte des Staates und der Kirche als seelische und weltanschauliche Antinomien zu fassen und die grossen Vorgänge auf dem Welttheater als psychologische Tiefenprobleme zu entwickeln. Eine Durchdringung geschichtlich-realistischer und dichterisch-psychologischer Welterfassung war schliesslich erreicht, die nicht mehr überboten werden konnte. Sie liegt in Conrad Ferdinand Meyers Dichtung vor. Sie muss daher als der eigentliche Gipfel und Abschluss der Gattung angesehen werden.

Zu dieser Höhe führte ein langer Weg empor. Bei Ulrich Hegner beruht die Geschichtserzählung noch wesentlich auf der Wiedergabe erlebter Eindrücke. Seine Novelle „Salis Revolutionstage“ ist der älteste deutsche Vertreter der Gattung. 1814 erschienen geht die Erzählung zeitlich den frühesten Scottschen Dichtungen parallel. Wenig später tritt der erfindungsbegabte Karl Spindler mit zahlreichen Geschichtserzählungen hervor. Auch er wendet sich mit Vorliebe der französischen Revolution zu. Wir lernen in seinen Geschichten deren Führer leibhaftig kennen. Sie treten uns mit ihren individuellen Eigenheiten entgegen, mit den Besonderheiten ihrer Sprache und Gebärde. Überall rankt sich in diesen Anfängen der Historische Roman um die rein menschlich gesehene Persönlichkeit. Sie taucht im Zeitstrom auf. Sie empfängt ihr Schicksal aus den Wirren der allgemeinen Bewegung bis sie wieder darin untergeht und endlich verschwindet. Wie aber der persönliche Anteil am geschichtlichen Geschehen bei den Dichtern dieser Frühzeit die Hauptrolle spielt, so ist es vornehmlich die von ihnen selbsterlebte Revolutionszeit, die sie darstellen. Als das Interesse am Historischen Roman dergestalt noch vorwiegend persönlicher Natur war und sich an den dargestellten Helden heftete, begründete Heinrich Zschokke den echten Stil historischer Erzählung. Der 1771 in Breslau geborene, später nach der Schweiz geflüchtete Staatsmann und Denker besaß darstellerische Talente in mancherlei Richtung. Seine Haupttätigkeit gehört, was die Dichtung anlangt, der didaktischen Gattung an. Seine „Stunden der Andacht“ sind das vielgelesene Erbauungsbuch der Freisinnigen seiner Zeit. In „Adrich im Moos“ und im „Freihof in Aarau“ gelangen Zschokke indessen auch bemerkenswerte Leistungen auf dem Gebiete des Historischen Romans. Jener behandelt die Kämpfe der schweizerischen Bauersame gegen die Städte im 17. Jahrhundert. Dieser greift nach ihren Feinden mit Oesterreich am Ausgange des Mittelalters zurück.

Das bedeutendste Talent unter den ältern Vertretern des Historischen Romans war unstreitig Willibald Alexis. Durch ihn wurde die historische Erzählung auf eine höhere Stufe gehoben. Wie die meisten Dichter seiner Epoche verdankte er die entscheidenden Jugendeindrücke den Ereignissen der napoleonischen Aera. Seine ersten Romane „Walladmor“ und „Schloss Avelon“ hatte er als Bearbeitungen Scottscher Originale ausgegeben und damit grossen Erfolg geerntet. Mit den folgenden Werken „Haus Düsterweg“ und den „Zwölf Nächten“ steht er im Zeichen des jungdeutschen Reflexionsromanes. Erst spät fand er das eigentliche Gebiet seiner Begabung. Seit 1840

baute er die brandenburgisch-preussische Geschichte in einer Romanserie an, welche die Zeit von Ausgang des Mittelalters bis in die jüngste Vergangenheit hinein umspannt. Sein „Roland von Berlin“ galt den Kämpfen der untergehenden mittelalterlichen Stadtfreiheit mit dem aufkommenden Landesfürstentum. Der „Falsche Waldemar“ griff nach dem Demetriusmotiv, das die Markgrafschaft des Müllers Rehbock im 14. Jahrhundert darbot. Die sechs Bände seines „Cabanis“ entrollen ein breites Bild von der friderizianischen Epoche, während der Roman „Ruhe ist des Bürgers erste Pflicht“ mit kriminalistischen Motiven in die Verfallszeit der Schlacht bei Jena hinunterführt. In den „Hosen des Herrn von Bredow“ gelang Alexis in der Form der geschichtlichen Idylle seine ausgeglichene Leistung. Breitspurig und behaglich stellt er hier, etwas vergröbernd, eine Götzgestalt in die Zeit entschwindender Fehdefreiheit. Die hirschledernen Reithosen des Helden geben dabei das Mittelpunktmotiv her, indem sie in einer Zeit politischer Unruhe die treue Redlichkeit ihres Besitzers an den Tag bringen und ihn so vor dem Verdacht der Empörung schützen. Der „Wärwolf“ mit dem Portrait des der Reformation nicht geneigten Kurfürsten Joachim bot eine Fortsetzung zu den „Hosen des Herrn von Bredow“, der „Isegrim“ in der Schilderung der Restaurationszeit ein aufhellendes Gegenstück zum Verfallsbilde vom Anfang des Jahrhunderts. Der letzte Band „Dorothea“, ins 17. Jahrhundert zurückführend, stand nicht mehr auf der Höhe der früheren. Neben seinen Romanen verfasste Alexis journalistische Arbeiten, Reisebeschreibungen, biographische Studien. Mit Hitzig zusammen gab er den „Neuen Pitaval“ heraus, eine Sammlung von Verbrechergeschichten, denen er die kriminalistischen Motive für seine Dichtungen entnahm.

Alexis' Lebenswerk liegt indessen in den Romanen vor. Sie bekunden ein ungewöhnliches Feingefühl für die treibenden geschichtlichen Mächte. Zum ersten Mal entrollen sie das Gesamtbild einer Zeit, deren allgemeine Entwicklung sich in den persönlichen Schicksalen spiegelt. „Es ist ein Konnex da, den wir nur nicht sehen, zwischen den Werken der grossen Geschichte und den Taten der kleinen Menschen,“ sagt Alexis. Mit Scott verbindet ihn die Absicht, in seinen Romanen ein künstlerisches Abbild der Geschichte des Volkes zu geben. Wohl ahmt er Scott nach in der Treue des Details. Die Echtheit des Kostüms wirkt stets überzeugend. Die geschichtlichen Portraits sind scharf gesehen und mit Sicherheit hingestellt. Was Alexis aber den Namen des märkischen Scott eintrug, war der Blick für die geschichtliche Gesamtentwicklung. Dadurch wurde ein neues Element in den

Geschichtsroman hineingetragen. Der historische und poetische Kern der Erzählung näherten sich. In der geschichtlichen Entwicklung selbst wird jetzt der eigentliche poetische Gehalt gesehen. Und für diese Geschichtserzählung, die ihren Blick auf die Linien der allgemeinen Entwicklung richtete, wusste Alexis die Landschaft geschickt fruchtbar zu machen. Lange bevor Leistikow die in der Sonne glänzenden Kiefern des märkischen Sandbodens malte, hat Alexis die kargen Reize der nördlichen Landschaft poetisch verwertet. Freilich leidet er an einer beträchtlicher Überschätzung alles Märkischen. Er holt seine Bedeutung für die Kultur Deutschlands aus einer Zeit herauf, wo davon noch keine Rede sein konnte. Man wird bei ihm beständig von der zwischen den Zeilen zu lesenden Frage bedrängt: „Was wäre die Mark ohne die Hohenzollern?“ Diese Enge des Gesichtsfelds unterscheidet ihn von der vorurteilsfreien Weltgewandtheit und Weltgewandtheit Theodor Fontanes, auf den vorausgedeutet zu haben einmal das Hauptverdienst von Alexis sein wird.

Während der jungdeutschen Epoche und der Zeit der politischen Lyrik trat das Interesse am Historischen Romane einigermaßen zurück. Man warf jetzt mit Vorliebe im aktuellen Zeitromane Gegenwartsfragen auf. Man erörterte soziale und religiös-philosophische Probleme und suchte hierdurch auf die bestehende Ordnung einzuwirken. Der Historische Roman verlor seine Leser. Wohl pflegten Anastasius Grün, Lenau und andere die geschichtliche Epik. Aber Lenaus „Albigenser“ und „Savonarola“ bedienten sich entsprechend dem stärkern Pathos, mit dem darin geschichtliche Ideen ausgesprochen waren, der rhythmischen Form. Grabbe und Büchner wählten zur Gestaltung geschichtlicher Probleme das Drama. Sie wollten es über die Typik der klassischen Linie hinausführen, ihm individuelleren Kontur verleihen. Einzig Heinrich König tritt zu dieser Zeit mit geschichtlichen Erzählungen hervor. Aber seine „Klubbisten von Mainz“ prägen bei glänzender Charakteristik der Gestalten, vor allem des Forschungsreisenden Georg Forster, doch keinen neuen Stil der Geschichtserzählung aus. Das geschieht erst in der nun folgenden Epoche.

Als in den 50-er Jahren das Interesse für den Historischen Roman neu erwachte, hatte sich die Zeit inzwischen verjüngt. Den Versuchen, eine überwundene Daseinsordnung zu restaurieren, hatte die Julirevolution endgültig den Riegel gestossen. Die Philosophie Feurbachs und David Friedrich Straußens Polemik hatten zwischen Geschichte und Legende schärfer unterscheiden gelehrt, die aufstrebenden Naturwissenschaften einen strengeren Wirklichkeitssinn entwickelt. Vor allem war



durch die junge Historikerschule Rankes die Methode exakter Forschung nun auch auf die Erkenntnis der Vergangenheit übertragen worden. Die Geschichtsschreibung hatte sich nach jugendlichen Schematisierungsversuchen endlich das Ziel gesteckt, zu zeigen, „wie es denn eigentlich gewesen war“. Im Zeichen unbedingten Realismus steht jetzt die Wissenschaft. Und so auch die Kunst der Geschichtserzählung. War früher Übereinstimmung mit der Forschung ihr auszeichnender Vorzug gewesen, so galt nun die gesicherte wissenschaftliche Grundlage der allgemeinen Zeitzeichnung als schlechthinige Bedingung des Versuches. Der enge Zusammenhang mit der Forschung wird beim Dichter die Regel. Auch er setzt sich jetzt zum Ziel, ein lebendiges und anschauliches Bild der Vergangenheit zu entwerfen, und baut es aus beglaubigten Einzelzügen auf. Dabei verschiebt sich das Verhältnis des Dichters zu Gegenwart und Vergangenheit. Hatte einst das Bewusstsein einer der Gegenwart im Wesentlichen gleichgearteten Vorzeit zur Schilderung verlockt, für die sich im Einzelnen der Dichter die volle Freiheit der Zeichnung wahrte, so wurde nun die Verschiedenheit von Einst und Jetzt Ausgangspunkt der Darstellung; und man band sich auch im Kleinen an die Ergebnisse der Forschung. Und wenn einst Scott, dem Ranke verstimmt Unzuverlässigkeit vorgeworfen, das Muster für den geschichtlichen Erzähler abgegeben hatte, so wurde nun Macaulay der Wegleiter des Dichters, die Verbingung künstlerischer und wissenschaftlicher Vorzüge, wie sie seine englische Geschichte aufwies, das leuchtende Vorbild der Epoche.

Wissenschaft und Poesie zu vereinen streben nun vor allem die beiden Talente, die jetzt die Führung übernehmen und die Richtlinien der Entwicklung bestimmen: Joseph Victor Scheffel und Wilhelm Heinrich Riehl. Jener als dichterisches Vollblut und im sichern Besitze des wissenschaftlichen Rüstzeugs, das unauffällig Verwendung findet. Dieser pretiöser, mühsamer und mit einem akademischen Beigeschmack, der das Verhängnis des Historischen Romans werden sollte. Als Schwarzwaldsohn brachte Scheffel von Hause aus das unverdünnte alemanische Stammesblut mit. Seit seiner Studienzeit besass er reges Interesse für die Fragen der jungen germanistischen Forschung. Mit seinem Lehrer Adolf Holzmann trat er als einer der Ersten für die künstlerische Einheit des Nibelungenliedes ein. In Italien malerische Neigungen abwerfend, schuf er auf Capri den Romanzenzyklus vom „Trompeter von Säckingen“. Aus Landschaftseindrücken seiner Revisorzeit erwachsend, trug die Dichtung mit den Liederinlagen, den philosophischen Betrachtungen des Katers Hiddigeigei, den leicht-



füssigen Trochäen im Stile des „Atta Troll“ noch echt romantischen Charakter. Der „Ekkehard“ dagegen, die „Geschichte aus dem 10. Jahrhundert“, am Fusse des Hohentwiel entworfen und auf dem Wildkirchli im Toggenburg vollendet, rief entschlossen „zur Umkehr aus dem Abgezogenen, Blassen, Begrifflichen zum Konkreten, Farbigen, Sinnlichen auf“, selbst schon eine der herrlichsten Erfüllungen des Poetischen Realismus. An die subjektive Manier erinnerten nur noch die gelegentlichen Zeitanspielungen, der ungezwungene Ton der von Energie und Bildkraft satten Sprache. Die volle Realität der aus Ekkehards Klosterchronik geschöpften Mönche und Bauern, Ritter und Edelfrauen verbürgten die Anmerkungen, die Scheffel nach Vollendung des Werkes sich beizugeben entschlossen hatte. Weniges nur war mit dem Goldtone echter Schöpferlaune eingefügt, neu und unerhört die Mischung urwüchsiger Kraft und naiven Bildungstrebens, handfesten Dämonenspuks und frommen Glaubens in diesem Zeitbilde, das raschere Wirkung hätte tun müssen, als tatsächlich geschah. Der „Hugideo“ und der „Juniperus“ umstehen das dichterische Hauptwerk Scheffels als ungleiche Brüder, während die Liederbücher von „Frau Aventure“ und „Gaudeamus“ die volle Individualität der trinkfrohen, der Zeit ironisch ins Auge schauenden Dichterpersönlichkeit spiegeln.

Solchem Reichtume gegenüber bewahrt die kargere Schöpferkraft Wilhelm Heinrich Riehls die Bedeutung eines neuen Programmes. Seine „Kulturgeschichtlichen Novellen“, die ungefähr gleichzeitig mit dem „Ekkehard“ herauskommen, suchen „freigeformte Charaktere auf dem Grund der Gesittungszustände einer gegebenen Zeit in ihren Leidenschaften und Konflikten walten zu lassen“. Den ersten folgten neue Novellen, später selbst ein Roman. Der Mitbegründer der Kulturgeschichte suchte in seinen Erzählungen die grossen Namen der Geschichte zu vermeiden. An den unscheinbarsten Vertretern sollte das Typische der Zeit aufgewiesen werden. Aus dem sorgfältig gezeichneten Milieu erhoben sich die Lebensbedingungen des Einzelnen. Die kulturgeschichtliche Novelle in reinster Form war hier begründet, die Milieuthorie des Naturalismus durch die Geschichtserzählung vorweggenommen. Über dem liebevoll geschilderten Detail blieb freilich das Seelische oft ohne ausreichende Tiefe. Dazu kam: schon Riehl wollte nicht bloss Geschichten, sondern zugleich auch Geschichte erzählen.

Immerhin war in seinen Novellen eine neue Richtung eingeschlagen. Sie begann die historische Epik im Verlaufe der 50-er Jahre mehr und mehr zu färben. Zwar fehlte es nicht an Vertretern der ältern Richtung. Luise Mühlbach schlachtete in unzähligen Ro-

manen die geschichtliche Memoirenliteratur weiter aus. Georg Hesekei führte die Haupt- und Staatsaktionen der jüngsten Vergangenheit in epischen Bildern vor. Herman Gödsche münzte unter dem Pseudonym Sir John Retcliff die Politik der Zeit in sensationeller Aufbauschung literarisch aus. Dagegen pflegten Max Ring und Emil Brachvogel die durch Riehl inaugurierte Sittenschilderung. In Holteis Reisebeschreibungen und Hackländers Humoresken entwickelte sich die ethnographische Erzählung zur selbstständigen Gattung weiter. Wenn nun aber sogar die Jungdeutschen Heinrich Laube und Karl Gutzkow zum Geschichtsromane übergangen, so zeigt das bereits das Überwiegen der historischen Erzählungsform, die allmählich das gesamte Schrifttum der Zeit zu beeinflussen begann.

Mit den 70er Jahren bricht die eigentliche Höhezeit des Historischen Romanes an. In kurzem Abstände hatten Italien und Deutschland die nationale Einheit errungen, schon vorher die Schweiz sich zum Bundesstaate aus einem losen Verband souveräner Kantone zusammengeschlossen. Das bedingte ein Überwiegen historischen Denkens in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Im Geistesleben dominierte nun der Entwicklungsgedanke ebenso wie das Experiment und die exakte Beobachtung der Naturwissenschaft den Fortschritt ehemals bestimmt hatten. Schon 1851 hatte Keller das künftige Bedürfnis geschichtlicher Dichtung vorausgesehen und prophezeit, es werde sich überall dort einstellen, wo „ein Volk oder ein Stamm ein solches mit seinem eigensten Sein durchwebtes Stück ruhmvoller Geschichte, getragen von grossen Personen und Ereignissen, durchlebt hätte.“

In Deutschland war dieser Augenblick nach dem Zusammenschluss der Stämme im Reiche eingetreten. In seinen „Ahnen“ entsprach Freytag dem Wunsch nach poetischer Rückschau auf den zurückgelegten Weg. Er hatte in seiner Breslauer akademischen Zeit mit lyrischen Versuchen begonnen, dann in den „Journalisten“ das muster-gültige Lustspiel der Reaktionszeit geschaffen. Mit glücklicher Verteilung von Licht und Schatten leuchtete er hier in die Zerklüftung der politischen Parteien hinein. „Soll und Haben“ erfüllte die Forderungen des jungdeutschen Zeitromans. Im breiten Überblick über die Volksschichten war hier die Technik des Nebeneinander angewandt und ein Problem gelöst, das die Jungdeutschen wohl aufgestellt, nicht bezwungen hatten. Das Kulturbild der Gegenwart belauschte das bei seiner Arbeit tätige Volk. Die „Verlorene Handschrift“ erreichte die gleiche Höhe geschlossener Kunstform nicht mehr. Als grossgedachte,

populäre Kulturgeschichte gingen dann aber die „Bilder aus der deutschen Vergangenheit“ zur Geschichtserzählung über und bereiteten das Werk vor, das in Querschnitten die Entwicklung des Nationalbewusstseins von der Urzeit bis zur Gegenwart künstlerisch darzulegen unternahm. Die acht Bände der „Ahnen“ verfolgen die Geschicke eines Geschlechtes durch den Gang der Jahrhunderte. Es wandelt in ihrem Verlaufe seine Eigenart und bewahrt sie zugleich. Freytag hat selbst auf die Stellen hingewiesen, wo die einzelnen Teile verknüpft sind. Im Tone des Bardens hebt „Ingo“ die Erzählung an und führt in die Völkerwanderungszeit hinauf. Glänzend ist urgermanische Sitte gemalt. Markig sind die Gestalten in die stimmungsvolle Landschaft der Urzeit hineingestellt. Der „Ingraban“ bringt die Einkehr des Christentums bei den Thüringern. Bonifazius wird ihr Sendbote. Das Vordringen der Slaven bietet Gelegenheit zu fesselnden Kulturbildern. Mit feiner Einfühlung ist die Bekehrung des vertriebenen Germanen zum Christentum dargestellt. Das „Nest der Zaunkönige“ führt in die Sachsenzeit. Klöster sind gegründet, Vasallen erheben sich trotzig. Das Leben ist mannigfaltiger, aber auch kampfreicher geworden. In den „Brüdern vom deutschen Hause“ sind die Ansätze mittelalterlicher Kultur zu voller Blüte erwachsen. Die Kreuzzüge bringen Erweiterung des Horizontes, die Berührung der Völker Minnesang und ritterliche Sitte ein. Das religiöse Leben gewinnt durch die erstarkenden Ansprüche der Kirche problematischen Charakter. Farbzig zeichnet „Markus König“ sodann das Reformationszeitalter. In die Wirren der Geistesbewegung trägt der Konflikt mit den polnischen Grenzländern neue Not. Der Band der „Geschwister“ führt zweigeteilt in die Zeit des 30 jährigen Kriegs und des beginnenden 18. Jahrhunderts hinab. Mit dem Buche „Aus einer kleinen Stadt“ klingt der Zyklus im bürgerlichen 19. Jahrhundert aus. Ein Arzt, der in den Kämpfen von 1813/14 mitficht, und ein Journalist des wilden Jahres 1848 stehen an seinem Ende. Wohl haben die späteren Bände von Freytags „Ahnen“ die Versprechen der ersten nicht voll eingelöst. Ein Nachlassen der Gestaltungskraft ist spürbar. Die Darstellung verzettelt sich in einer Reihe lose gefügter Genrebilder und Anekdoten. Vielleicht darf man fragen, ob nicht schon die Anlage gewisse Gefahren in sich barg. Die poetische und die geschichtliche Darstellung streben nach dem Individuellen und dem Allgemeinen auseinander. Freytags „Ahnen“, die beiden Zwecken gerecht werden sollen, erreichen keinen ganz. Jedenfalls suchte Keller in seinen „Züricher Novellen“ die Schwierigkeit dieses Dilemmas zu beheben. Er setzte die zyklische Komposition an

die Stelle der historischen Kontinuität. Der runde Kranz dichterischer Erfindung mit der umschliessenden Rahmenerzählung betonte die künstlerische Einheit und unterstrich die Idee des Zusammenschauens, wo früher pedantisch der gelehrte Nachweis realer Entwicklung versucht war. Aus ähnlichem Bedürfnis wie Freytags „Ahnen“ erwachsen, dienten Kellers „Züricher Novellen“ dem Wunsche nach poetischer Verklärung der Vergangenheit. Ihre Wurzeln reichen in die Zeit nach der Gründung des Bundesstaates hinauf, wie Freytags „Ahnen“ der Gründung des Reiches gefolgt waren. Mit freisinnigem Künstlerbekenntnis variieren sie das Problem der werthhaften Persönlichkeit. Mit massenpsychologischer Durchleuchtung begleiten sie welthistorische Vorgänge. Sie schauen auf das erreichte Ziel nationaler Entwicklung, das verschiedene Stämme und Zungen in geschlossener Einheit band, und prägen der neugewonnenen Staatsform beglückt das Siegel: „Freundschaft in der Freiheit“ auf.

Aber während die führende Dichtung den Sinn der Epoche künstlerisch zu deuten versuchte, benützte der Moderoman die Konjunktur in industriöser Massenfabrikation. Man kam dem Bedürfnis nach bunteren Farben und romantischer Ferne, das die neuen Zustände geweckt hatten, entgegen. Man nützte das durch Freytag geweckte Interesse an der deutschen Vergangenheit geschickt aus. Felix Dahns „Kampf um Rom“ verdankt seinen sensationellen Erfolg der Verbindung genauer Geschichtskennntnis mit den Mitteln billiger Kolportageliteratur. Sorgfältiger waren Georg Ebers Romane gearbeitet. Doch auch sie prunkten mit den Erträgen moderner Forschung, ohne seelisch in die Tiefe zu gehen. Ebers' ägyptische, spanische, niederländisch-deutsche Kulturbilder popularisieren wissenschaftliche Erkenntnis bei geringer menschlich-dichterischer Ausbeute. In manchem erinnern sie an den breiten Kulturroman des 17. Jahrhunderts, der ein junges Wissen einem nach Bildung hungrigen Geschlechte vorlegte ohne anderes Ziel als den Kitzel erstaunter Neugier. Der saturierten Stimmung im neuen Reiche kamen Ernst Ecksteins Romane aus der römischen Kaiserzeit entgegen. Heinrich Steinhausen zielte in „Irmela“ auf die Erneuerung von Scheffels Erzählerstil, während Wilhelm Jensen mit stimmungstragenden Schilderungen in die Fusstapfen von Wilhelm Heinrich Riehl trat.

Von dieser kulturhistorischen Richtung hebt sich der psychologische Roman Conr. Ferd. Meyers ab. Er begründet eine neue Form der Geschichtserzählung. Dem kulturhistorisch-epischen Romane war das glänzende wissenschaftliche Rüstzeug zum Verhängnis ausgeschlagen.

Meyers Muse wahrte den Ernst rein dichterischer Ziele. „Ich bediene mich der Form der historischen Novelle einzig und allein um meine Erfahrungen und meine persönlichen Gefühle darin niederzulegen. Auf diese Weise bin ich unter einer sehr objektiven und ausserordentlich künstlerischen Form in Wirklichkeit ganz individuell und subjektiv.“ In Bezug auf den eben vollendeten „Pescara“ fügte Meyer diesen Worten bei: „In allen Gestalten des „Pescara“, selbst in dem hässlichen Morone, steckt etwas von Com. Ferd. Meyer.“ Damit ist das Bekenntnis reiner Erlebnisdichtung erbracht.

Meyers Entwicklung war eine höchst eigenartige. Er kam spät zur vollen Reife. Dann freilich schüttete er mit unvergleichlicher Fülle fein ziselirte Kunstgebilde aus und rundete sein Lebenswerk. Aus altbürgerlicher Familie stammend, der Sohn eines frühverstorbenen Vaters, der, selbst Staatsmann, in seinen Mussestunden geschichtliche Studien verfasste, wuchs Meyer in Lebensumstände hinein, die der Entwicklung seines Talenttes nicht günstig waren. Lange hat er sich in unfruchtbaren Versuchen aufgerieben, die Laufbahn des Gelehrten, des praktischen Juristen erwogen. Der grosse Künstler der Form begann mit bescheidenen Übersetzungen.

Ich war in einen schweren Bann gebunden.

Ich lebte nicht. Ich war im Traum erstarrt.

Nach einer an innern Kämpfen reichen Jugend, die eine mystisch-religiöse Epoche durchlief, brachten Reisen nach Paris, Deutschland, Rom Meyer endlich innere Befreiung, Weite des Horizontes und die entscheidenden Anregungen zu dichterischer Betätigung. Zwei Erlebnisse von grösster Tragweite fallen in Meyers Jugend, die beide über die spätere Entwicklung des Dichters entschieden. Die Kenntnis der aesthetischen Schriften Friedrich Theodor Vischers und der Anblick der Kunst Michelangelos wird für ihn bedeutsam. Jene begründete die Anschauung, dass jeder in der Poesie ausgesprochene Gedanke in einen schönen Leib gekleidet sein müsse. Die Tendenz zu energischer Bildlichkeit, zur Sprache der Gebärde, die Symbolik sinnlicher Gestaltung geht daraus hervor. Michelangelo bestimmte das innerste Wesen dieser plastischen Form. Er prägte ihren Charakter als Monumentalität, als von innern Kräften bebende Würde, als gebändigte Sammlung, Grösse mit einem Wort. Vor den Bildwerken der sixtinischen Kapelle, im Anblick der Sibyllen und Propheten Buonarottis empfing Meyer den endgültigen Anstoss zum dichterischen Schaffen, zugleich das unvergleichliche Vorbild strenger, gemeisselter, mit dem Aufwand aller Kräfte gestalteter Kunstform.



Dem in der Stille Gereiften trug der Ausbruch des deutsch-französischen Krieges das befruchtende Ereignis zu. Es beseitigte endgültig die Zweifel der Bestimmung. Es festigte das noch schwankende Wesen. Nun folgen sich Meyers Werke rasch. Die nächsten brachten Klärung über die spezifische Begabung. Die folgenden entwickelten den neuen, ganz auf das Psychologische gestellten Stil. Meyers Erzählung sättigt sich nun mit den Energien einer gedrängten, der Zeit angepassten Darstellung. Der Romanzenzyklus „Huttens letzte Tage“ presst in den tragischen Ausgang eines Lebens den Vollgehalt seiner Kämpfe. Das seelische Portrait des Helden ist in der Konfrontierung mit Erasmus, Luther, Ariost zum Zeitbilde der Reformation und Renaissance geweitet. Es belädt die lyrische Form bereits mit dem Schwergewicht des Romans. „Engelberg“, die milde, in tizianische Farben getauchte epische Idylle, im Vers der mittelhochdeutschen Erzähler geschrieben, bringt den Übergang zur Prosa. Die Geschichtserzählung ist im „Amulett“ tastend versucht, in „Jürg Jenatsch“ meisterlich gehandhabt. Er malt auf den Hintergrund des alpinen Gebirges eine Bartolomäusnacht in den Farben eines Delacroix oder Ingres. Der von Kellers Humor durchzitterte „Schuss von der Kanzel“ bewegt sich wieder in engeren Grenzen, ein feines Kabinettstück und Pendant zum heiter-gelassenen „Landvogt von Greifensee“ des Landsmannes. Der in 12. Jahrhundert spielende „Heilige“ prägt endlich die ganz auf das Psychologische gestellte Geschichtserzählung in reinsten Form aus mit der Analyse des Martyriums des Bischofs Thomas Becket. Mit den Mitteln strengster Objektivität und grösster Plastik der Darstellung versenkt sich Meyer hier in die Irrgänge einer vielgestaltigen Seele und eines rätselhaften Schicksals.

Dem Aufstieg der 70er Jahre folgen in der ersten Hälfte des neuen Dezenniums rasch vollendete, spielend entworfene Novellen. Sie schöpfen aus der neueren Geschichte, bald in Frankreich angesiedelt, bald in Italien oder Deutschland. Mehr und mehr tritt die Renaissance jetzt als bevorzugtes Stoffgebiet hervor. In „Plautus im Nonnenkloster“ ist der südliche Himmel aus der Perspektive des Konstanzer Konzils zum ersten Male visiert, mit der Rahmennovelle aus Poggios Humanistenmunde Renaissanceluft von ferne gestreift. Die kunstvoll gebaute Novelle „Die Hochzeit des Mönchs“ — Dante erzählt sie an Can Grandes Herdfeuer — durchweht der volle Atem der schönheitstrunkenen Epoche. Das Rätsel individueller Psychologie ist endlich das Thema der Meyerschen Erzählung geworden. Der enttutete Mönch, der auf ungewohntem Weltboden ausgleitet, der weib-

liche Page an der Seite Gustav Adolfs, der unerkannt neben ihm durch die Schlachtfeuer des 30jährigen Krieges abenteuert, die Entwicklungskrise der stämmigen Bäuerin, die umsonst vor ihrem Blute hinter Klostermauern flüchten möchte, die tragischen „Leiden eines Knaben“, der unweit vom Hofe des Sonnenkönigs ein Opfer verschrobener Sitte und missleiteter Erziehung untergeht: das sind die Motive, die Meyer jetzt mit Vorliebe aufgreift. Hatte früher der allgemeine Gedanke in der Dichtung der aufsteigenden Epoche überwogen, war dort die Hingabe des Einzelnen an die Gemeinschaft wiederholt gefeiert worden, so siegte nun der volle Individualismus. Die Ursprünglichkeit der seelischen Artung, das Rätsel der schillernden Persönlichkeit locken Meyer. Es wird seine Neigung, in die Abgründe der Leidenschaft zu tauchen, der Problematik eines widerspruchsvollen Charakters nachzuspüren, das aus der Eigenart der Seele gewobene Schicksal zu ergründen.

Dies alles aber ist mit den Mitteln strengster Objektivität bewältigt. Der Gang der Geschichte und die individuelle Entwicklung erhellen sich dabei gegenseitig. Der Mönch, der seine Kutte abwirft und zur Hochzeit schreitet, spiegelt das Jahrhundert, das die Pforten hinter dem transzendenten Mittelalter schliesst und zur faustischen Kultur durchbricht. In den „Leiden eines Knaben“ dämmert mit dem unglücklichen Leben eines Kindes zugleich eine überbildete Kultur, an deren Ende die französische Revolution steht.

Die ersten 80er Jahre umfassen Meyers eigentliche Höhe. Den rasch sich folgenden Novellen gingen damals Dramenpläne nebenher, die die Fruchtbarkeit der Epoche bezeugen. Die Gedichte werden in formschöner Sammlung vereinigt. Sie prägen noch deutlicher als die Erzählungen den Stilcharakter von Meyers Dichtung. Klassische und romantische Traditionen sind dem Realismus der Zeit in neuer Synthese verbunden. In grösserem Abstände folgten wieder die letzten Werke Meyers. Sie zeigen eine neue geistige Haltung. Sie sind ethisch gerichtet. Der Einzelne erscheint wieder stärker gebunden. Aber es sind nun nicht mehr die gemeinsamen Interessen des Vaterlandes oder der Kirche, die an die Gesamtheit knüpfen. Im Individuum selbst liegen die sittlichen Prinzipien, die sein Leben normativ bestimmen. Die „Richterin“ erörtert das Gewissensproblem am Schicksal einer kühnen Rätlerin, die zur Zeit Karls des Grossen über ihren Stamm herrscht, bis sie, innerlich gedrängt, für den lange verheimlichten Jugendfehl zur Sühne schreitet. Die „Versuchung des Pescara“ zeichnet das Portrait eines Spätlings der Renaissance, über dessen Vornehmheit der frevlerische Egoismus der Epoche keine Macht

mehr erlangt. Endlich schliesst, schon mit sinkender Kraft, „Angela Borgia“ die Reihe von Meyers Dichtungen. Überall ist hier der Individualismus der Epoche endgültig überwunden. Er bildet nur noch die Folie für die Gebundenheit an sittliche Grundsätze, mit denen die Helden handeln oder denen trotzend sie untergehen.

Es war zu vermuten, dass eine Dichtung mit so feinem Sensorium für die Atmosphäre der Jahrhunderte nicht ohne Zusammenhang mit der eigenen Zeit geschaffen worden sei. Gleichwohl wollte man, ausgehend von Freys rein erzählender Biographie, Meyer für einen weltabgewandten Ästheten halten. Erst jetzt ist der starke Zeitgehalt seiner Dichtung endlich erkannt. Wenn der „Jürg Jenatsch“ das Bild eines kühnen Volksführers entwirft, der in den Wirren der Gegenreformation das politische Steuer des Vaterlandes ergreift und in den Bergen der Heimat den europäischen Feldherrn und Diplomaten Schach bietet, so verkörpert er den Überschwang vaterländischen Empfindens, der den Ereignissen der nationalen Einigungsbewegung folgte. Wenn Jenatsch dem politischen Ziele zuletzt selbst den Glauben opfert, indem er, der protestantische Pfarrer, zum Katholizismus übertritt, so holte Meyer solchen Widerstreit der vaterländischen und religiösen Motive aus den Kulturkämpfen im neugegründeten Reiche. Die Gegensätze, die damals zwischen Staat und Kirche ausbrachen und das bekannte Bismarckwort zeitigten „Nach Canossa gehen wir nicht“, sind im „Jürg Jenatsch“ angetönt. Im „Heiligen“ erfuhren sie ihre grosse dichterische Spiegelung. Der Antagonismus, der die Gegenwart zerriss, erhielt sein Abbild in den Kämpfen zwischen dem Bischof von Canterbury und König Heinrich II von England.

Mit dem Ausgang der 80er Jahre bricht die Blüte der historischen Dichtung ab. Der Naturalismus, der nun die Literatur erobert, wendet sich der Gegenwart zu. Für die Zeichnung der Vergangenheit hat er nicht mehr viel übrig. Das entspricht dem strengen Verismus der jungen Schule. Man wollte sich nur noch für das verbürgen, was man selbst gesehen und erfahren hatte.

So zeigen die Dichter der naturalistischen Strömung wenig Neigung zur geschichtlichen Form. Sie greifen wohl gelegentlich danach, um proletarische Massenbewegungen als Träger der Geschichtsentwicklung nachzuweisen; oder auch stellen sie kulturelle Zukunftsprogramme in historischem Gewande auf. Die Versenkung in den Geist vergangener Kulturen um ihrer selbst willen ist überwunden. Demgemäss gewahren wir geschichtliche Dichtungen bei den naturalistischen Dichtern nur als entlegene Provinzen ihres Gesamtwerkes oder als

vorübergehende Durchgangsphase, die rasch überwunden wird. So bei Hauptmann und Ibsen. Beider Schaffen tendiert nach anderer Richtung. Die historische Dichtung erscheint bei ihnen in keinem notwendigem Zusammenhang mit dem gesamten Lebenswerk. Einzig bei Fontane führt eine direkte Linie von der geschichtlichen Frühdichtung zu den späteren Gesellschaftsromanen.

Fontane steht als Gesamtpersönlichkeit auf der Schwelle zwischen der alten und der neuen Schule. Seine Romane weisen auf den Punkt hin, wo der Realismus von der Mitte des 19. Jahrhunderts in den Naturalismus des Ausgangs hinüberführt. Noch der Generation angehörend, die die Revolution von 1848 erlebte, im „Tunnel“ durch Strachwitz und Geibel herangebildet, rekapituliert Fontane als Erzähler nach den Balladenanfängen im Fluge den Gang der Literatur im 19. Jahrhundert. Er beginnt mit breiten Schilderungen aus der napoleonischen Ära im Stil der ältesten Vertreter der Gattung. „Ellernklipp“ und „Quitt“ klingen mit kriminalistischen Motiven an Alexis Romane an. „Grete Minde“ ahmt den Chronikstil Storms nach. Der „Schach von Wutenow“ endlich führt zu den modernen Gesellschaftsbildern aus dem Berlin der 90er Jahre hinüber. Er ist ebenso sehr Seelengemälde als Zustandsschilderung aus der Zeit des Regiments Gendarmes. Sicher ist die psychologische Sonde gehandhabt. Die ganz auf das Seelische gerichtete Technik entwickelt die Gestalten aus dem Gespräch. Im selbstgeschriebenen Brief enthüllen sich die Charaktere. Die epische Erzählung ist zusammengedrängt, das seelische Problem als die eigentliche Aufgabe des Dichters erkannt. Und diesem Zwecke werden die reichen Mittel einer langen dichterischen Entwicklung unterstellt. Die Kunstgespräche der Meyerschen Renaissancenovelle leben wieder auf, Storms Kleinmalerei leuchtet liebevoll in verborgene soziale Winkel, Alexis geschichtlicher Weitblick verbindet sich jungdeutscher Erörterung moderner Gesellschaftsprobleme im pikant geführten Gespräch. Fontane steht am Ende einer langen Reihe. Als vollkommener Meister fasst er die Stilmittel einer nun reifen dichterischen Entwicklung zusammen, um sie einer neuen Zeit mit andern dichterischen Aufgaben weiterzugeben.

vorübergehende Durchgangsbasis; die menschlichen Abwunden sind, so bei  
 Hauptmann und Schiller, Robert Schiller, endlich auch andere  
 Richtung. Die historische Dichtung erscheint bei ihnen im letzten  
 notwendigen Zusammenhang mit dem gesamten Lebenswerk. Diese  
 bei Fontane führt eine dicke Linie von der geschichtlichen  
 Dichtung zu den späteren Gesellschaftsromanen über zu den 43.  
 Fontane steht als Gesamtpersönlichkeit als der Schwelle zwischen  
 der alten und der neuen Schule. Seine Romane weisen auf den Punkt  
 hin, wo der Realismus von der Mitte des 19. Jahrhunderts in den Naturalis-  
 mus des Ausgangs hinführt. Noch der Generation angehörig, die  
 die Revolution von 1818 erlebte, im Tunnel durch Sturz und Geißel  
 herangebildet, empfand Fontane als Erzähler nach den Fallbeispielen  
 gen im Foyer des Gang der Literatur im 19. Jahrhundert. Er beginnt  
 mit frühen Schilderungen aus der napoleonischen Art im Stil der ältesten  
 Verfassungen der Gattung, „Ellenkipf“ und „Quint“ klingen mit klein-  
 nalistischen Motiven an. Als Erzähler an „Gute Munde“ nimmt den  
 Chronikstil Stimm nach. Der „Schach von Waterloo“ endlich führt  
 zu den modernen Gesellschaftsbildern aus dem Berlin der 30er Jahre  
 hinfür. Er ist romantische Seelenlandschaft als Zustandsbeschreibung aus  
 der Zeit des Regiments Gedankens. Sicher ist die psychologische  
 Sünde gebildet. Die ganz aus der seelischen Geschichte der  
 entwickelt die Gestalten aus dem Gespräch, das selbstgeschriebenen  
 Brief enthalten sich die Charaktere. Die epische Erzählung ist zu  
 zusammengeknüpft, das seelische Problem als die eigentliche Aufgabe des  
 Dichters erkannt. Und diesem Zwecke werden die reinsten Mittel einer  
 langen dichterischen Entwicklung aufgestellt. Die Kunstgespräche der  
 Meyerschen Romane zu erzählen, leben wieder auf. Stimm, Kleinmann,  
 Leucht, jedoch in vorzüglicher sozialer Wirklichkeit. Als geschichtliche  
 Weltbild verbindet sich jungdichterischer Erörterung, moderner Geistes-  
 schaffprobleme im plattlich gefärbten Gespräch. Fontane steht am  
 Ende einer langen Reihe. Als vollkommener Meister lässt er die  
 Stilmittel einer nun reifen dichterischen Entwicklung zusammen-  
 um sie einer neuen Zeit mit ändern dichterischen Aufgaben wider-  
 zugehen. In der Zeit der 30er Jahre ist die Form schließlich aus dem  
 Fortschritt der Zeit als Bewegungswort, als Mittel der  
 Fortschrittlichkeit zu stellen, aber auch stellen, aber auch stellen, aber  
 Zeit und in gewisser Weise als die Voraussetzung in der Zeit  
 notwendig zu sein, um ihrer Zeit um ihrer Zeit zu sein. Dann  
 schließt sich die dichterische Dichtung bei den naturalistischen  
 als (oder) Provinz (oder) Provinz (oder) Provinz (oder) Provinz



# MAKSIMALAS ZARNELPOŠANAS IESPAIDS UZ *MISGURNUS FOSSILIS* ZARNAS ANATOMIJU.

## EKSPERIMENTALS GALA ZARNAS RESPIRATORISKAS FUNKCIJAS PIERĀDĪJUMS.

Leo Āboliņa.

(No Salīdzinošās anatomijas un eksperimentālās zooloģijas institūta.)  
Dir.: Prof. Dr. N. G. Lebedinsky

### Darba saturs:

Priekšvārds. Darba uzdevums. Literatūras pārskats: a) eksperimentāla rakstura literatūra, b) anatomiska literatūra. Paša pētījumi. Pētījumu tehnika: a) eksperimentu gaita, b) mikroskopiska tehnika. Pētījumu rezultāti: a) daži vispārēji novērojumi, b) normas zarnas anatomija, c) eksperimentu histoloģiskie rezultāti, d) kop-savilkums un teoretiski slēdzieni. Literatūra. Tabulu paskaidrojums. Tabulas.

### Priekšvārds. Darba uzdevums.

*Misgurnus (Cobitis) fossilis*, pēc *Boulenger'a* sistematikas, pieder pie *Teleostei* kārtas, *Ostariophysi* apakškārtas, *Cyprinidae* saimes, *Cobitidinae* grupas. Visus *Cobitidinae* (tai starpā bez *Misgurnus fossilis* arī pārējos mūsu vietējos — *Nemachilus barbatula* un *Cobitis taenia*) raksturo vairāk vai mazāk attīstīta zarnelpošanas funkcija.

Zivs mitinās dūņainos, lēni tekošos ūdeņos un, glābdamās mitrās dūņās, viegli pārcieš ūdens baseina izkalšanu. Ir bijuši gadījumi, kad tā atrasta gandrīz pilnīgi sausos zemes dobumos. Šinīs gadījumos dzīvnieks noturēts par kādu īpašu „zemes zivi”, no kā cēlies arī nosaukums *Misgurnus (Cobitis) fossilis (Leydig)*. Latviskais nosaukums — dūņu pīkste — būs cēlies no zivs īpašības reaģēt uz satveršanu ar īpašu pīkstošu skaņu: pēdējā ceļas no tā, ka no zarnas tiek izspiests viņu piepildošais gaiss.

Karstā laikā caur izgarošanu lielā mērā mazinās ūdenī šķīdinātā skābekļa parciālais spiediens. Kad ūdens baseins, kurā zivs mitinās, izžūst, ūdenī vispār ir aprobežots skābekļa daudzums. Visos tais gadījumos, kad ūdenī šķīdinātā skābekļa nepietiek normalai žaunelpo-

šanai, zivs pāriet no pēdējās uz zarnelpošanu, bieži lietojot abus elpošanas aparatus vienā laikā. Pats process norisinās tādā kārtā, ka zivs paceļas līdz ūdens līmenim, ieņem mutē gaisu un puslokā uz leju apgriežoties ātri izvada to caur barībkanalu un analcaurumu burbuļu veidā uz āru.

Gala zarnas sienīņa spēlē šē respirācijas virsmas lomu un ir atiecīgi histoloģiski būvēta.

Mana darba galvenais uzdevums bij — atrast, kādas pārmaiņas ienes šinī pikstes zarnas histoloģiskā būvē piespiesta pastāvīga zarnelpošana, kā arī eksperimentālā ceļā pierādīt pašu gala zarnas respiratorisko funkciju.

Šo temu izvēlējos savam diploma darbam uz Prof. Dr. N. Lebedinsky kga priekšlikumu. Par temas atvēlēšanu, kā arī par pastāvīgo interesi un padomiem pie darba izvešanas izsaku šē savam šefam izjustu pateicību.

### Literaturas pārskats.

#### A) Eksperimentāla rakstura literatūra.

Pirmais šo zivi pētījis un tuvāk aprakstījis *Erman's* (1808), nodarbojoties ar novērojumiem par pneumatiskā pūšļa gāzēm un dzīvnieku elektrību. Lai pārlicinātos par pikstes zarnelpošanas spējām, *Erman's* izdarījis vairākus mēģinājumus. Viņš turējis zivis traukos ar ūdeni un novērojis, ka atkarībā no zivju skaita, pēdējās gan biežāk, gan retāk, bet caurmērā ik 15 minūtes lietojušas zarnelpošanu. Novērojums turpinājies dažus mēnešus un pa visu šo laiku novērotājam nav gadījies manīt, ka šis elpošanas process kādreiz būtu ticis pārtraukts. Ka norītais gaiss nenonāk žaunās vai kādā citā kermeņa daļā, bet zarnā, liecina turpmākais mēģinājums. *Erman's* atpreparējis dzīvai zivij vienus sānus tā, ka kļuvusi redzama zarna, uzsējis tādu zivi uz dēliša un ievietojis traukā. Katru reizi, kad zivs norijusi gaisu, bijis redzams, ka zarna piepildās ar gaisu un jaunienākušais gaiss izspiež iepriekšējo. Pēc tam zarna atslābst un paliek pa pusei piepildīta ar gaisu līdz jaunam elpojenam. *Vena subintestinalis* asinis paliek arvien tumšākas, bet pēc ieelpojiena pieņem atkal spilgti sarkanu, arteriālu krāsu. Žaunelpošana viena pati pie šis zivs nespēj apmierināt organisma prasības pēc skābekļa. Augstā, bet tikai dažas collas platā traukā zivi vieglāk novērot, un tad ir redzams, ka pēc gaisa ieelpojiena žaunu kustības uz 10—15 min. pavisam apstājas. Pēc tam žaunelpošana sāk pamazām atjaunoties, arvienu straujāk, līdz, acimredzot, viss apkārtējais ūdenī šķīdušais skābeklis izmantots, un zivs atkal paceļas ieelpot gaisu. *Erman's* novērojis, ka pat dažas kubikpēdas lielos ūdens baseinos zarn-

elpošana, kaut gan retāk, tomēr tikusi lietota un tādēļ, pēc autora domām, nav uzskatāma par papildelpošanu vajadzības gadījumam (blosse interimistische Nothhülfe), bet par zivs galveno elpošanas veidu. Lai pierādītu šo uzskatu, autors uzstādījis sekošus mēģinājumus. Ielējis traukā vārošu ūdeni un tūlīt pārklājis pēdējo ar eļļas kārtu. Kad ūdens atdzisidams pieņēmis istabas temperatūru, caur plāno eļļas kārtu ūdenī ielaista viena pikste. Tādā gaisa tīrā ūdenī, kurā citas sugas zivis īsā laikā nobeigtos, pikste dzīvoja vairākas nedēļas (tik ilgi turpinājās mēģinājums), lietodama zarnelpošanu. Visu laiku nebija nomanāmas ne mazākās žaunu kustības. Toties zarnelpošana likās pastiprināta, jo līdz limenim pacēlusies zivs atjaunoja zarnas gaisu ikreiz 2—3 reizes no vietas, kamēr tais apstākļos, kur žaunelpošana nebija pilnīgi izslēgta, pietika viena gaisa malka. Otrā mēģinājumā zivs dzīvoja tais pašos apstākļos, tikai ar to starpību, ka zem eļļas kārtas tika izstiepts tīkliņš, tā ka zivij bija laupīta iespēja pacelties līdz limenim un atjaunot zarnā gaisu. Īsā laikā dzīvnieks palika nemierīgs un vairākkārt mēģināja izlauzties caur tīkliņu. Spēcīgās žaunu kustības palika krampjainas, dzīvnieks iegrīma asfiktiskā apdulluma stāvoklī un pēc vienas stundas bija nobeidzies. „Ich glaube hieraus den Schluss ziehen zu können, dass bei diesem merkwürdigen Thiere die Function des Darmkanals die der Kiemen wirklich ersetzt,“ domā autors. Ka pikste nevar iztikt bez zarnelpošanas pat tad, kad ūdenī skābekļa diezgan, pierāda beidzamais autora eksperiments. Autors turēja zivis lielā baseinā ar svaigu ūdeni. Viņam izdevās aizsprostot ar vasku dzīvnieka analcaurumu. Dzīvnieks diezgan reti, bet tomēr rīja gaisu un, tā kā izlietotam gaisam nebija izejas, bet zarnelpošana neskatoties uz to turpinājās, dzīvnieks palika arvienu lielāks, nemierīgi peldēja pa baseinu un otrās dienas beigās uzpūsts šūpojas ūdens virspusē. Normali zivs mierīgi guļ trauka dibenā. Tikai trešā dienā, kad caur nemitīgu muskuļu kontrakciju vaska aizbāznis bija izsviests un gaiss ar troksni no piepūstās zarnas iztecējis, pikste pēc kāda laika atkal nomierinājās un ieņēma parasto stāvokli trauka dibenā. Vēl viens eksperiments, kuļu pavadīja pa analcaurumu atdalītā gaisa ķīmiskā analīze, pierādīja, ka „die Luft im Darmkanal dieser Fische ihren Gehalt an Sauerstoffgas ebenso vollkommen verliert, als in der Lunge eines warmblütigen Thieres“. Ir pilnīgi saprotami tādēļ, ja *Erman's* raksta: „Es gibt nach meiner jetzigen vollkommenen Ueberzeugung einen Fisch, bei dem der Darmkanal die Zwecke der Lunge erfüllt, der folglich ohne Kiemen-Respiration leben kann, wenn nur eine Circulation von respirabler Luft im Darmschlauche unterhalten wird“.

Turpmākie pētnieki tikai papildināja *Erman'a* novērojumus. *Leydig's* (1853) interesējies galvenā kārtā par pikstes zarnas histoloģisko būvi. Viņa rīcībā bijuši tikai 2 Mainā ķerti eksemplari. Pēc *Leydig'a*, pikste spēj vairākas dienas izdzīvot mitrā traukā bez ūdens. *Baumert's* (1853) stādījis sev par mērķi pikstes zarnelpošanas fizikāli — ķīmisku analīzi, bet paraleli apraksta arī dažus vispārējus novērojumus. Šie apraksti galvenos vilcienos sakrīt ar *Erman'a* novērojumiem. *Baumert's* sevišķi pastrīpo to apstākli, ka abi *Misgurnus fossilis* elpošanas veidi norit samērā nekārtīgi, bez noteiktas pastāvīgas ritmikas, gan paātrinoties, gan palēninoties jeb pavisam apstājoties. Arī *Baumert's* novērojis, ka pēc katra zarnelpošanas akta parastā žaunvēdināšana uz kādu laiku pilnīgi apstājas, lai pēc tam atkal pamazām atjaunotos.

Sevišķi interesanti *Baumert'a* pikstes elpošanas ķīmijas pētījumi. Novērodams zivju žaunu un ādas elpošanu līdz malām piepildītos, hermetiski noslēgtos traukos, un traukos, caur kuņģiem pastāvīgi cirkulējis skābekļa bagāts ūdens (tādos apstākļos autors nav ne reizi novērojis zarnelpošanas aktu), autors nāk pie dažiem slēdzieniem, no kuņģiem svarīgākais sekošais. *Misgurnus fossilis* elpošanas lielākā intensitātē salīdzinot ar *Thinca* u. c. izskaidrojas ar lielo asinstrauku bagātību zarnā, bet svārstīgais koeficients 0,015 c c. — 0,036 cc. (skābekļa tilpums uz 1 ķermeņa svara gr. 1 stundā) izskaidrojas ar nekārtīgo elpošanas raksturu. Lai iegūtu zarnelpošanas rezultātā atdalītās gāzes, *Baumert's* uzstādījis sekošu asprātīgu mēģinājumu. 5 litrus lielu retortveidīgu trauku piepildījis ar svaigi destilētu ūdeni, novietojis trauku ar dibenu uz augšu un ielaidis tanī caur kakliņu aiz diedziņa vienu piksti. Eksperiments turpinājās vienu stundu, pikste varēja ieelpot gaisu tikai nolaižoties līdz trauka kakliņa malai, un atdalītās gāzes sakrājās retortes dibenā. Rezultāti bija caurmērā sekoši.

100 atdalītās gāzes tilpumos:

Slāpekļa 87,02 — 88,23

Skābekļa 11,18 — 10,61 (starp 10—13); bet pēc *Bischofa* (1818) 9,26—9,56.

Ogļskābes 1,18 — 1,16 (zem 2).

Vēlākā laikā izdarītā *Costachesco* analīze (sk. *Lupu* 1907) deva sekošus skaitļus:

Slāpekļa 88,04

Skābekļa 9,74

Ogļskābes 2,22

Skaitļi pilnīgi analogiski tiem, kurus gūstam pie plaušu elpošanas analīzes (cilvēks):

Ielopotais gaiss (atmosferas)	Izelpotais gaiss
Skābekļa 21	15
Ogļskābes 0,04	3—4
Slāpekļa 79	81—82

*Baumert's* līdzīgi *Carus* (1834) atzīmē arī, ka pikste var nodzīvot bez barības ilgu laiku un barībai trūkstot elpo ļoti reti. *Baumert's* pretēji *Erman'am* domā, ka zarnelpošana viena pati nespēj uzturēt zivs dzīvību, jo viņa mēģinājumos, kad žaunelpošana bijusi pilnīgi izslēgta, pikstes nobeigušās pa lielākai daļai jau pēc 24 stundām. No otras puses, arī pilnīgi svaigā ūdenī, pikstes jutušās nelabi un mēģinājušās izlauzties pie ūdens līmeņa, ja viņas kavējies zem līmeņa izstiepts tiklīnš. *Jacobs* (1898) turējis divas pikstes veselu mēnesi nemainot traukā ūdeni, un tas nav atstājis nekādu sliktu iespaidu uz dzīvniekiem. Zarnelpošanas akti sekojuši viens otram ar ļoti lieliem starpbrīžiem. *Jacobs* nav arī novērojis nevienu gadījumu, kad zarnelpošana būtu tikusi pilnīgi pārtraukta.

Ļoti oriģinālā ceļā strīdu par pikstes zarnelpošanas funkcijas plašumu izšķīris, beidzot, *Calugareanu* (1907). Jau *Jolyet's* u. *Regnard* (1877) bija novērojuši, ka normalos apstākļos pikste uzņem caur žaunām  $\frac{2}{3}$  un caur zarnu  $\frac{1}{3}$  visa ieelpojamā skābekļa. Turpretim ogļskābes atdalīšana norisinās gandrīz pilnīgi caur žaunām.

Pieslienoties šiem novērojumiem *Calugareanu* atrod pie pikstes trīs elpošanas veidus: 1) žaunelpošana + ādas elpošana + zarnelpošana; 2) žaunu + ādas elpošana; 3) ādas + zarnelpošana.

Skābekļa absorbēšanas uzdevumu zarnelpošana var veikt gandrīz pilnā mērā, turpretim ogļskābes atdalīšanu ļoti nepietiekoši. Izslēdzot eksperimentālā ceļā žaunu un ādas elpošanu, var novērot, ka skābekļa absorbcija pamazinās par 10%, bet ogļskābes atdalīšana par 31%. Tā tad, ogļskābes atdalīšanai arī pie zarnelpošanas nepieciešama ūdens (žaunu u. ādas) elpošana. Šis apstāklis pēc *Calugareanu* domām atrod pietiekošu izskaidrojumu gāzu parciālā spiediena likumā.

Abu elpošanas veidu nepieciešamību zivs dzīvības uzturēšanā pārliecinoši demonstrē sekošs *Calugareanu* mēģinājums. Autoram izdevās uzturēt piksti pie dzīvības 40 stundas, mitrā atmosfērā, kur zivs varēja izlietot tikai ādas un zarnelpošanu. Nāve šekoja aiz asiņu pārpildīšanās ar ogļskābi. *Babak's* un *Dedek's* (1907) skaita *Cobi*



*tidinae* zarnelpošanu par zināmu papildelpošanas veidu (akzessorische Respirationstätigkeit), kušš pie šim zivju sugām filogenetiski izcēlies funkcionālas piemērošanās ceļā. Pie zemas  $t^0$  (vājas vielu maiņas), piem.  $5^0\text{C}$ ., pie *Misgurnus* novērojama gandrīz tikai žaunelpošana un ventilētā ūdenī dzīvniekam pietiek dažu vāju periodisku žaunvāku kustējienu. Temperatūrai ceļoties, žaunelpošana pieaug un dzīvnieks sāk izlietot arī zarnelpošanu. Pirmā gadījumā novērojamas pastāvīgas enerģiskas žaunvāku kustības. Otrā, kā to jau aprakstīja *Erman's*, pēc katra zarnelpošanas akta žaunu kustības pamazām apklūst, iestājas apnoiskais intervāls, un zivs mierīgi gul trauka dibenā. Pēc tam dispnoiskās žaunu kustības pa lielākai daļai pēkšņi un spēji atjaunojas, ievadīdamas jaunu zarnelpošanas aktu. Paaugstinot vidotņu  $t^0$  (kā arī tanī pat laikā pamazinot skābekļa saturu) traukā, var panākt ļoti biežu zarnas ventilēšanu, bet pat pie  $25^0\text{C}$  novārtā ūdenī novērojamas vēl īsas apnoiskas pauzes. Pat pie  $30^0\text{C}$  autori varēja konstatēt, ka zarnelpošana viena pati sekmīgi apmierināja pastiprināto gāzu maiņu. Autori skaita šo eksperimentu par labāko pierādījumu pīkstes zarnas glotādiņas elpfunkcijas izsmēlošam raksturam.

*Misgurnus fossilis* zarnelpošana, tā tad, nav uzskatāma par vajadzības gadījumam rezervētu palīgīdzekli (Nothilfe), kā tas ir pie *Cobitis taenia* un *Nemachilus barbatula*. Zarnelpošana pie pīkstes ir normāla fizioloģiska funkcija ar noteiktu uzdevumu un robežām. Viņa izcēlusies caur sugas funkcionālu piemērošanos īpašiem dzīves apstākļiem. Zivs dzīvības uzturēšanai nepieciešama kā žaunelpošana, tā zarnelpošana.

#### B) Anatomiskā literatūra.

Nepilnīgākas un dažā ziņā arī nesaskanīgākas ir literariskās ziņas par *Misgurnus fossilis* zarnelpošanas anatomiju. Ja pieņemam *Jacobshagen'a* (1912) uzskatu par pareizu un skaitām visu *Cephalogaster* (*Oesophagus* un *Stomachus* pēc *E. Haeckel'a* terminoloģijas) par ektodermaļu veidojumu, iznāk, ka ādas elpošana, žaunu un plaušu elpošana ir ektoderma funkcijas. Tikai retai zarnelpošanai kalpo ektoderms, uzņemdamies blakus parastām gremošanas funkcijām jaunu papilduzdevumu. Sakarā ar to pīkstes gala zarnas anatomiskā būve atšķiras no tipiskās zivs zarnas organizācijas.

Jau *Treviranus* (1814) konstatē, ka pīkstes zarna bagātīgi apgādāta ar arteriāliem un venoziem asinstraukiem.

*Budge* (1847) pirmais atzīmē interesanto faktu, ka M. zarnas sienīņu audu sastāvā ieiet arī šķersstripotā muskulatūra. Vēlāk šo atradu-

mu apstiprināja *René du Bois-Reymond* (1889) un citi pētnieki, un šķersstripotā muskulatūra tika atrasta arī pie dažiem citiem *Ciprinidae*.

Bet visipatnējāks un līdz ar to visvairāk pretrunīgu aprakstu ir izsaucis pīkstes gala zarnas epitelijs, kuŗu dažādie autori taisni tādēļ skaita par respiratorisku, ka viņš savādāk būvēts, kā pie pārējām zivīm.

*Leydig's* (1853) bija pārsteigts no lielās asinstraiku bagātības gala zarnas gļotādiņā; viņš nevarēja pie toreizējās tehnikas atrast pēdējā epiteliu un tādēļ izteica domas, ka šī gļotādiņa sastāv tikai no smalka kapilāru tīkla, kuŗš atbalstās uz parenchimatiska rakstura savienotājaudiem. Biežais kapilāru tīkls un šaurās parenchimas spraudziņas starp to: visa aina lielā mērā atgādina plaušu *mucos'u*. Līdzīga funkcija ir izsaukusi līdzīgu anatomisku būvi.

*Ebert's* (1862) stāsta par gļotādiņā brīvi guļošiem asinstraikiem, kuŗu cilpās atrodoties pa vienai, vai grupās pa 2—5 cilindriskām šūnām. Viņš domā, ka pārāk spēcīgā asinstraiku attīstība pīkstes zarnā kavē normalu epiteliu izveidošanos.

Arī *Edinger's* (1876) atrod virs gļotādiņas izliekušos kapilāru tīklu atsevišķu kupolveidīgu loku izskatā. Šis tīkls pa lielākai daļai nav pārklāts ne ar kādiem šūnu elementiem.

*Lorent's* (1878) apraksta daudzkārtainu cilindrisku epiteliu, sastāvošu no divām šūnu rindām, kuŗu pamatos guļ bieži arī rindās grupētas iepaļas šūnas. Bieži virs cilindriskā epiteliu atrodama vēl endotelijam līdzīga, plakana šūnu kārtā.

Arī *Paneth* (1888) atrod cilindrisku epiteliu, bet vienkāršo. Endoteliju viņš nevar konstatēt.

Zināmu skaidrību šais pretrunīgos uzskatos ienesa *Jacobs* (1898). *Jacobs* konstatē dažādo gļotādiņas anatomisko raksturu zarnas priekšgalā (tuvu pie „kungā”) un viņas pakalgalā. Zarnas priekšgalu raksturo stipri attīstītas gļotādiņas krokas. Viņu visu izklāj augsts vienkāršs cilindriskas epitelijs ar gluži tādu pat raksturu, kā pie citām zivīm. Šinī daļā asinstraiku samērā maz, bet daudz gļotšūnu. Tālāk uz pakalgalu krokas paliek arvien zemākas, kapilāru arvien vairāk, gļotšūnu mazāk, un epitelijs, sevišķi reljefa zemākās vietās, plakanāks. Pēdējā zarnas daļā, gala zarnā, tanīs vietās, kur epiteliu iedodas kapilāri, viņi izsauc epiteliu elementu pārkārtošanos telpā. Zem kapilāru spiediena cilindriskās epiteliu šūnas modificējas, izstiepijas; kodoli šinīs šūnās pārvietojas vai nu gļotādiņas virspuses virzienā un nogulstas paraleli virsmai, radot endotelijam līdzīgu ainu, vai arī, biežāk, ceļo *submucosa's* virzienā, radīdami *mucos'ā* nekārtīgas kodolu grupas. Pēdējās pie paviršākas novērošanas var atgādīnāt daudzkārtaino epiteliu.

Starp šīm kapilāru bagātām epitēlija daļām atrodas tādas bez kapilāriem; šinīs vietās epitēlijs tipiski vienrindains, cilindrisks. Arī *Calugareanu* (1907) domā, ka gala zarnas gļotādiņas kapilāri nedz brīvi neiedodas zarnas *lumen'a*, nedz arī viņus pārklāj endotēlijevīdīgas šūnas. Kapilārus šķīr no zarnas iekšas modificēto epitēlijšūnu plānīe, izstieptie, kopā sadevušies augšgali.

Pēc *Jacobs* un *Calugareanu* pētījumiem jāskaita par pierādītu tas fakts, ka pikstes gala zarnas epitēlijs, līdzīgi visu pārējo zivju zarnu epitēlijiem, ir vienkāršais cilindriskais, tikai apkārtējo audu modificēts. Paliek vēl jautājums par šī kaimiņaudu modificējošā iespaida cēloņiem.

*Jacobs* par tādu cēloni pieņem zarnelpošanas funkcijas izsaukto asinstrauku aktīvu savairošanos un iespīešanos epitēlijā. Uzskats zināmā mērā sakrīt ar *Ebert'a* un *Edinger'a* novērojumiem. Citu ļoti interesantu izskaidrojumu pielaiž *Helene Lupu* (1914.).

Viņa novērojusi, ka gremošanas perioda beigās (22—24 stundas pēc barības uzņemšanas) visa ekskrementu masa sakrājas „kuņģī“ un spirāliski grieztā viduszarnā (*Mesogaster*). Caur to gala zarna (*Opisthogaster*) paliek tukša un var netraucēti kalpot zarnelpošanas mērķim. Bagātīgais gļotšūnu skaits „kuņģī“ un viduszarnā apvelk visu ekskrementu masu ar gļotu maisiņu (*Sac muqueux*). Arī gala zarnas (*Opisthogaster*) iekšpuse izklājas ar gļotu kārtu, kuņu atdala starp parastām epitēlija šūnām grupās novietotās gļotšūnas. Pateicoties kuņģa šķērstrīpotās muskulatūras enerģiskai kontrakcijai lielās ekskrementu masas defekācija caur šo glumo vidotni norisinās viegli, nebojājot vārīgo gala zarnas sienīņu. Pēc defekācijas nevajadzīgais gļotu maisiņš nomūk no zarnas sienīņas un tiek izmests ārā. Pie nākamās defekācijas atkārtojas tas pats process. Gala zarnā gļotšūnu samērā maz un viņas apvienotas grupās pa 6—8. Šīs gļotšūnas katra gremošanas perioda laikā pārcieš zināmu evolūciju. Perioda sākumā šūnās uzkrājas gļota. Šūnas paliek lielākas, izplēšas un kriptu veidā iegrimst paklājošā *mucos'a*. Līdz ar to, starp katrām divi kriptām atrodošies savienotājaudi līdz ar kapilāriem tiek spiesti uz āru pret epitēliju. Šis spiediens izsauc jau agrāk aprakstītās epitēlija modifikācijas pikstes gala zarnā. Pēc defekācijas kriptas deģenerē, gļotšūnas atjaunojas no apakšējām bazālšūnām, ieliekumi izlīdzinās un, kamēr jaunās gļotšūnās nav vēl sākusies gļotu atdalīšana, trūkst arī atsevišķo spiediena centru. Zarnu izklāj vienāds cilindrisks epitēlijs ar kutikularo membrānu. Šinī īsā laika sprīdī zarnelpošana caur biezo epitēlija kārtu nav iespējama. Nākamā momentā sākas atkal gļotu rašanās gļotšūnās, kriptu izveidošanās un kapilāru iespīešanās epitēlijā. Līdz ar to atjaunojas zarnelpošanas iespējāmība.

Lai galīgi pieņemtu vienu vai otru izskaidrojumu, vajadzīgi, acimredzot, vēl jauni pētījumi ar attiecīgu jautājuma nostādījumu. Jādomā, abi fizioloģiskie momenti viens otru neizslēdz. Jautājums paliek tikai par viena vai otra momenta filoģenetisko prioritāti un līdz ar to par to ceļu, kādu gājusi zarnelpošanas attīstība.

## PASA PĒTĪJUMI.

### Pētījumu tehnika.

#### A) Eksperimentu gaita.

Jau no 1920. g. oktobra līdz 1921. g. martam, ilgāk kā 5 mēnešus, biju turējis vienu *Misgurnus* akvarijā ar upes smilti, dažiem augiem un ūdeni, kuš reizēm tika atjaunots. Dzīvnieks visu laiku bij bez barības, gulēja trauka dibenā, elpoja samērā reti un bij stipri samazinājies savos apmēros. Martā zivi iefiksēju [№ A], lai vēlāk novērotu bada iespaidu uz iekšējiem orgāniem. Eksperimentus uzsāku 6 augustā 1921. g. ar 35 *Misgurnus fossilis* eksemplāriem, kuši bija noķerti kādā upītē netālu no Ogres. No tiem tūlīt tika iemidzināti un iefiksēti divi eksemplāri (№№ B un C), kā normali kontrol dzīvnieki. No 8. līdz 23. augustam izdarīju iepriekšējus novērojumus pie 2 zivīm, turot tās atdzisinātā novārītā ūdenī, 1500 cm.<sup>2</sup> platā akvarijā pie 4 cm. dziļa ūdens slāņa, tā ka uz katru dzīvnieku nācās 3 litri ūdens. Zivis bieži lietoja zarnelpošanu. No 12 aug. vienu zivi turēju minimalā novārītā ūdens daudzumā — 0,6 litr., pie 2—3 cm. dziļuma. 14. aug. zivs nobeidzās, cik vērojams, aiz nepietiekošas ķermeņa virsmas slapināšanas. Tādēļ nākamās mēģinājumos bij jāņem vairāk ūdens. 28. aug. visas 32 zivis sadalīju divi grupās. 8 eksperimentējamie eksemplāri tika turēti 400 cm<sup>2</sup> platā zaļā stikla akvarijā, līdz istabas temperatūrai atdzisinātā novārītā ūdenī. Ūdens tika gar vienu akvarija sienu (lai izvairītos no gaisa absorbēšanas caur burbuļu rašanos) uzmanīgi ieliets pēdējā līdz 40 cm. augstam līmenim, tā ka uz katru dzīvnieku nācās 2 litri ūdens. Trīs reizes nedēļā ūdens tika mainīts. No sākuma akvarija dibenā bij plāna smilts kārtā. Vēlāk tā tika izņemta, lai neievestu eksperimentā lieku gaisu, kušu mitrā smilts varēja absorbēt, jo bij izrādījies ka dzīvnieki labi jūtas arī pilnīgi tīrā stikla traukā. Augu akvarijā nebij. Pārejās 24 zivis, kā kontrol dzīvniekus, turēju augiem apstādītā akvarijā ar smilšu substratu. Akvarija ūdens tilpums bija 37,5 litr., dziļums 0,25 mt. Ūdens laiku pa laikam tika pa daļām mainīts un ventilēts. No sākuma neviena zivju grupa netika barota.

Abas grupas sāku barot tikai oktobra vidū. Kaut gan dzīvnieki bij pietiekoši spirtgi arī bez barības, barošanas nolūks bij — izslēgt varbūtējo bada iespaidu uz skābekļa asimilācijas procesu. Baroju ar smalkos gabaliņos sagrieztām sliekām, ik 2—3 dienas, pietiekošā daudzumā. Rupjākās barības atliekas tika izņemtas pēc tam, kad zivis bij paēdušas, smalkākās pie jaunas ūdens maiņas.

Eksperimentējamie dzīvnieki vispārīgi daudz biežāk lietoja zarnelpošanu nekā kontrol dzīvnieki.

28. decembrī nobeidzās pirmā eksperimentējamā pīkste. Pēc 4 mēnešu ilgas dzīves novārtā ūdenī, pie pastāvīgas maksimālas zarnelpošanas, dzīvniekos sāka parādīties pirmās paguruma zīmes.

Tādēļ tūlīt otrā dienā iefiksēju pirmo eksperimentēto eksemplaru, № 1. 5. janvārī nobeidzās atkal divi dzīvnieki. 7. janvārī iefiksēju № 2 un № 3. 11. janvārī abus pārpalikušos pārnesu jaunā traukā ar 25 cm. augstu ūdens līmeni un 3 litriem ūdens uz katra dzīvnieka. 15. janvārī no abiem nobeidzās atkal viens, pārpalikušo, № 4, 17. janvārī iefiksēju. Sasniegtais eksperimenta maksimālais garums bija 4 mēneši 20 dienas.

Pa visu šo laiku no kontrol dzīvniekiem nobeidzās tikai 1, pie tam vismazākā zivs, par kuŗu varēja domāt, ka tā nobeigusies barības trūkuma dēļ, jo viņa nevarēja norīt pat smalki sagrieztus sliekas gabaliņus. Bez tam, novērojumi rādīja, ka jaunie dzīvnieki, vispārīgi, grūtāk panes akvarija dzīves apstākļus.

Pārpalikušās 20 zivis 22. janvārī atkal sadalīju 2 grupās. Eksperimentam iedalīju 6 zivis, akvarijā ar 10 litriem ūdens, pie 25 cm. augsta līmeņa. 2. un 7. martā nobeidzās 2; 8. martā, pēc  $1\frac{1}{2}$  mēneša (rēķinot akvarijā ar normalu ūdeni pavadīto laiku, pēc  $6\frac{1}{3}$  mēn.) iefiksēju № 5. 28. martā tikko nobeigušos paspēju iefiksēt 1 zivi [№ 6]. 1. aprīlī iefiksēju № 7 un № 8 (eksperimentējušies  $2\frac{1}{4}$  mēn.).

Pa šo laiku arī kontrol akvarijā no 14 dzīvniekiem nobeidzās 3 (vismazākie), palika 11.

27. aprīlī no šiem 11 eksemplariem atkal atdalīju eksperimentam 4 un ievietoju akvarijā ar 12 litr. ūdens pie 30 cm. augsta līmeņa. Tūlīt 30. aprīlī nobeidzās viens, un paspēju to, tikko nobeigušos, iefiksēt [№ 9]. 4. maijā pārpalikušiem 3 mazākiem pievienoju vēl 2 eksemplarus, vienu lielu un vienu mazu. Tanī pašā dienā nobeidzās viens no mazākiem [№ 10]. 9. jūnijā iefiksēju № 11 (eksperimentējies  $1\frac{1}{4}$  mēneša); 13. jūnijā № 12 un № 13 (eksperimentējušies  $1\frac{1}{2}$  mēneša). Pieskaitot akvarijā ar normalo ūdeni pavadīto laiku, № 7 un 8 iefiksēti pēc 7 akvarijos pavadītiem mēnešiem, № 11 pēc  $9\frac{1}{3}$  mēn. un



№12, 13 pēc  $9\frac{1}{2}$  mēnešiem. 16 jūnijā nobeidzās pēdējais eksperimentējamais eksemplars.

Samērā lielais mirstību skaits starp eksperimentējamiem dzīvniekiem uz eksperimenta beigām viegli izskaidrojams. Mūsu jaunā institūtā toreiz nebija vēl ierīkoti akvariji ar tekošu ūdeni. Akvariji ar kontrol-dzīvniekiem gan tika bieži vēdināti un ūdens viņos atjaunots, bet neskatoties uz to viņu iemītnieku dzīves apstākļi bij, acīmredzot, tālu no normaliem. Šais apstākļos arī kontroldzīvniekiem bieži trūka gaisa un ūdens t<sup>o</sup> bij augstāka par to, pie kuņas viņi bija dabā pieraduši, tā ka pastiprināta zarnelpošana pie šiem dzīvniekiem sākās jau ilgi pirms viņu ieviešanas tiešā eksperimentā ar novārītu ūdeni. Caur to viņu izturības laiks novārītā ūdenī, saprotams, stipri saīsinājās.

Tā kā akvarijos turētos kontroldzīvniekus nevarēja vairs uzskatīt par normaliem, 31. maijā tika iefiksēts kontrolei viens svaigs, dienu atpakaļ noķerts dzīvnieks, № D.

Tā paša gada 20. septembrī iefiksēju beidzamos kontroleksemplarus, tikko noķertas, 2 dienas akvarijos nodzīvojušas zivis № № E, F, H, I un vienu — kontrolakvarijā 13 mēnešus pārlaidušu dzīvnieku — [№ G.]

Iefiksētie dzīvnieki paši, kā arī viņu zarnas tika uzmanīgi izmērītas milimetros.

Mērījumi, kā arī eksperimentu ilgums — redzami no sekošas tabeles\*).

#### Eksperimentētie dzīvnieki.

Atzīmes N N.	Zivs gaarums	Zivs riņķmērs vidū	Visa barībkanala gaarums	Zarnas caurmērs vidū	Eksperimenta ilgums	
●11 ♀ +	19,5	5,5	12	—	$1\frac{1}{4}$ ( $9\frac{1}{3}$ )	mēn.
●12 ♀ +	23	6,5	12,5	—	$1\frac{1}{2}$ ( $9\frac{1}{2}$ )	"
●13 ♀ —	16,5	3,5	7	—	$1\frac{1}{2}$ ( $9\frac{1}{2}$ )	"
5 ♀ —	17	4,5	7	0,35	$1\frac{1}{2}$ ( $6\frac{1}{3}$ )	"
7 ♀ —	20	5,5	9	0,4	$2\frac{1}{4}$ (7)	"
8 ♀ —	18	5	8	0,4	$2\frac{1}{4}$ (7)	"
1 ♀ +	21	6,5	8,5	0,55	4	"
2 ♀ +	23	7	9	0,45	$4\frac{1}{3}$	"
3 ♀ +	20	5,5	7,5	0,35	$4\frac{1}{3}$	"
4 ♀ +	20,5	6,5	9,5	0,55	$4\frac{2}{3}$	"

\* ) Ar ● apzīmētie dzīvnieki un viņu barībkanals mērīti tikko iemidzināti, vēl nefiksēti; pārējie pēc fiksēšanas — spirtā, kad objekts jau sarāvies.

Krustiņš apzīmē pilnīgu dzimumgatavību; pie tādu dzīvnieku ♀ dzimuma eksemplariem gonadās redzamas labi izveidojušas oļiņas. Bez krustiņa — jauni indivīdi, bet viņu gonādu raksturs jau makroskopiski nosakāms; „—“, gonadas makroskopiski nav vēl nosakāmas.

## Kontroldzīvnieki.

B	+	20	7	8,5	0,3	
C	+	17	5,5	7	0,3	
● D	+	21	6,8	10,5	0,5	
● E	+	19	6,5	10	—	
● F	—	16	5,8	8,5	—	
● H	+	23	7,5	12	—	
● I	+	18	6,3	10	—	
● G	+	19,5	5	11	—	
A	+	18,5	3,5	8,5	0,25	5 mēneš. badojies.

## B) Mikroskopiskā tehnika.

Visu materialu, izņemot № 3, fiksēju *Zenker'a* šķidrumā. № 3, turpretim, iefiksēju sublimatā ar pikrinskābi. Paraleli tiku mēģinājis fiksēt arī formolā, bet abi pēdējie šķidrumi fiksēja krietni sliktāk. Tādēļ vēlāk pieturējos tikai pie *Zenker'a* šķidruma, sasniegdams arvienu labus rezultātus. Pirms fiksēšanas dzīvnieks tika pārnestš nelielā traukā ar apm. 4 cm. augstu ūdens līmeni, ūdenim piepilināts chloroforms ar eteri, trauks noslēgts un dzīvnieks tanī turēts apm. 35 minutes. Pēc dažas minutes ilgstošām straujām kustībām un konvulsiviem žaunu kustējieniem, dzīvnieks sāka iemigt, bet tikai pēc 1/2 stundas bij iemidzis pilnīgi. Tā tika iemidzināti kā eksperimentētie, tā kontroldzīvnieki. Iemidzinātais dzīvnieks tika uzšķērsts vanniņā zem ūdens, baribkanals tika izpreparēts visā gaļumā līdz ar anus'am piegulstošo ķermeņa sienīņu un tādā veidā fiksēts. Tais gadījumos, kad galva netika pie zarnas atstāta, baribvads zem branchialās daļas tika pārsiets ar diegu un virs šīs vietas atdalīts no galvas. Ja pie atpreparēšanas gaiss no zarnas tomēr bija paspējis iziet un pēdējā bija sakļāvusies, viņa tika viegli piepūsta un augšgals aizsiets. Ar to tika panākta respiratoriskās zarnas iefiksēšana viņas normalā elastiskā stāvoklī. Pēc fiksēšanas apm. 2 cm. gaļā gala zarna tika sadalīta divi 1 cm. gaļos numurētos gabalos. Griezumu serijām tika ņemts katrs 10-ais 5—10 μ biežais parafina griezums, numurējot tos sekošanas kārtībā, sākot no analā gala. Tādas saisinātās šķērsgriezumu serijas tika pagatavotas no visiem eksperimentētiem un kontroldzīvniekiem. Griezumus krāsoju ar *Haematoxylin (Delafield)* — *Eosin* (arī *Schmorl* modifikaciju); *Haematoxylin* — *v. Gieson*; *Mallory* u. c. krāsu kombinācijām. Vislabākās respiratoriskā epitēlija ainās deva *Haematoxylin* — *Eosin* metode; kapilāru un savienotā jaudu tīkliem vispiemērotāka bija *Mallory* kombinācija. Pēc nāves iefiksētie dzīvnieki tika principiāli izslēgti no salīdzināšanas.

## Pētījumu rezultāti.

### a) Daži vispārēji novērojumi.

Uz daudzgu novērojumu pamata par eksperimentēto dzīvnieku vidējo zarnelpošanas pauzi pie istabas temperatūras (13—14° R) jāpieņem 7—8 minūtes. Salīdzinot šo skaitli ar agrāko autoru novēroto 10—15 min. garo pauzi, kad dzīvnieki bija turēti akvarijos svaigā ūdenī, redzams, ka skābekļa trūkums ūdenī izsauc pastiprinātu zarnelpošanu. Jāatzīmē tomēr, ka minētās pauzes garums var stipri svārstīties, atkarībā no zivs fizioloģiskā stāvokļa, uzbudinājuma u. t. t. Šis novērojums sakrīt ar *Baumert'a* aizrādījumu par pikstes neregulāro elpošanas raksturu. Parasti, pirmai pēc gaisa uzpeldējušai zivij sekoja otra, trešā u. t. t., vairākas uz reizi, pulkā, līdz visas nebija apmierinājušas savas prasības pēc skābekļa. Tad uz zināmu laiku iestājās pauze (gandrīz) priekš visām. Sevišķi bieži zivis rija gaisu pēc katras ūdens maiņas, bet tas, varbūt, izskaidrojams ar zināmu uzbudinājumu, kuŗu izsauc dzīvnieku traucēšana.

Atjaunojot traukā ūdeni bieži gadījās novērot savādus zivju „lēcienušus“. Likās, itkā zivs, kuŗa bija pieradusi pie zināma ūdens līmeņa, tagad, pa trauka piepildīšanas laiku, pie zemāka līmeņa, dodamies ar parasto ātrumu uz ūdens virsmu iegrābt gaisu, izšaujas cauri līmenim un pēc tam metas atpakaļ ūdenī. Bieži, sevišķi uz eksperimenta beigām, varēja novērot, ka pēc gaisa pacēlusies zivs rija vairākus gaisa malkus uz reizi, kas sakrīt arī ar agrākiem novērojumiem. Kas attiecas uz tipiskām žaunu kustībām zarnelpošanas paužu laikā, viņu raksturs pilnīgi sakrīt ar *Erman'a* un *Babak'a* aprakstiem. (Sk. literatūras pārskatu.)

Novembra sākumā, t. i. pēc 3 mēnešiem, varēja novērot, ka eksperimentējamo zivju *anus* stipri izspiedies un viņa trauki asins pieplūduši. Tā kā šī parādība pie kontrol dzīvniekiem tādā mērā nebija novērojama, viņu varētu uzskatīt par attiecīgu muskuļu biežākas lietošanas rezultātu, *funkcionālu hipertrofiju*. Bet ļoti var būt arī, ka pārmērīgi biežais gaisa atdalīšanas kairinājums bij izsaucis jau patoloģiskas pārmaiņas *anus'a* muskulatūrā un gļotādiņā. Pie šī jautājuma apstāšos kādreiz vēlāk, sakarā ar eksperimentēto dzīvnieku nāves cēloņu iztirzāšanu. Pateicoties minētai parādībai gāzu atdalīšana pa *anus'u* palika arvien grūtāka. No novembra arvienu biežāk varēja novērot pie eksperimentējamiem dzīvniekiem dažādas divvainas pozas, kā ilgstošu karāšanos gandrīz perpendikulārā stāvoklī ūdenī, karāšanos puslokā tuvu pie līmeņa, gulēšanu trauka dibenā ar vēderu uz augšu u. c. Kad kādam dzīvniekam gadījās nobeigties, pēdējās dienas pirms nāves viņš gandrīz

pastāvīgi turējās puslokā saliecies, tuvu pie līmeņa,—likās, gāzu uzpūsts. Uzšķēržot tādu dzīvnieku, zarna arvienu izrādījās gaisa piepildīta. Tādi dzīvnieki negribēja vairs ieņemt barību.

Šie pēdējie fakti, domājams, stāv ciešā sakarā ar eksperimentēto dzīvnieku nāves cēloņiem pēc maksimalā  $4\frac{2}{3}$  mēn. ilgā eksperimenta laika.

Beidzot jāatzīmē vēl viens novērojums pie kontrolldzīvniekiem. Pie šiem dzīvniekiem, sevišķi pie pašiem mazākiem, ziemā varēja novērot melnās krāsas izžušanu un baltu marmoraini grupētu plankumu rašanos uz galvas un gar sāniem, sākot no galvas (pie 3 zivīm). Vēlāk, aprīļa mēnesī, normalā krāsa sāka atjaunoties.

#### b) *Normalas Misgurnus fossilis zarnas anatomija.*

Pikstes barībkanals ļoti vienkārši būvēts. Taisnā trūbiņa, tikai vienā vietā viegli spirāliski griezta, stiepjas caur visu ķermeņdobumu bez manāma ārēja sadalījuma atsevišķās daļās. Īsta dziedzerkuņģa, tāpat kā dažiem citiem *Ciprinidae*, pikstei nav; par „kuņģi“ šē var saukt platāko zarnas sākuma daļu. Abas pēdējās īpašības: ārēji nediferencētais barībkanals un dziedzerkuņģa trūkums, bez šaubām, primitīvas gremošanas organu sistēmas pazīmes.

Barībkanalu saista mezenterijs, kuņš (pretēji *Leydig'am*) vāji, bet skaidri attīstīts. Šis apstāklis ir arī citu vēlāko autoru atzīmēts.

Zarnai no apakšpuses cieši piegulst un stiepjas gar to *Vena sub-intestinalis*, no virspuses *Arteria coeliaca*. No abiem apm. 1,5—2 mm. attālumā viens no otra atiet ārkārtīgi liels skaits zaru trauku un ieurbjas zarnas sienā.

Salīdzinot dažāda vecuma individus, varu pievienoties *Altzinger'am*, kuņš aprēķina pikstes barībkanala gaļumu attiecībā pret visu ķermeni kā 3:5. Pirmais skaitlis dažreiz pat drusku jāsamazina. Dzīvnieka dzimums uz barībkanala lielumu un formu, acīmredzot, nekādu iespaidu neatstāj. Caurmērā cilindriskā barībkanalā var izšķirt sekošas daļas:

1) Taisnais, īsais (apm. 3 cm. gaļš pie vidēji liela dzīvnieka — sk. tabeli), samērā šaurais barībvad (Oesophagus) ar bālganu gļotādiņu, gareniskās, tiklveidīgi apvienotās krokās. Dziedzeru nav. Novērojumi sakrīt ar *Oppel'a* aprakstu.

2) No sirds līdz aknu kaudalai malai — apm. 2 cm. gaļais „kuņģis“ gaišsārtā krāsā, ar biežām muskuļainām sienām. Viņa sākumā ietiek *Duct. hepato-pancreaticus*. Gļotādiņa smalku bieži guļošu krociņu un liekumu veidā, kuņas pamazām paliek zemākas un „kuņģa“ piloriskā galā pavisam izzūd.

3) Plānā, sārtā (no gļotādiņas, ne muskulatūras), 3—4 cm. garā, viegli spirāliski grieztā vidējā zarna (*Mesogaster*). Gļotādiņa gandrīz gluda, samtaina, ar vieglu smalku tiklojumu, ar sīkām gareniskām krociņām pārsvarā.

4) Īsā (2—2,5 cm.) plānā, platā, respiratoriskā gala zarna (*Opisthogaster*) sārtā krāsā. Viņa velkas starp gonadām taisnā virzienā uz *anus'u*. Iepriekšējās daļas gļotādiņas raksturs turpinās arī šinī daļā, tikai gareniskās krociņas pamazām izzūd, un paliek tikko saskatāmas, cirkulāri grupētas vieglu izliekumu rindas.

Barībvadu šķiņš no „kuņģa“ (no ārpuses nemanāms) spēcīgs sfinkters, vidējo zarnu — viegls gredzenveidīgs iežņaugums.

Barīkkanāla sienas histoloģiskā būve sekoša:

<i>Oesophagus</i>	„Kuņģis“	<i>Mesogaster</i>	<i>Opisthogaster</i>
	<i>Serosa</i>		<i>Serosa</i>
Longitudin. gludā muskulat.		Longitudin. gludā muskulat.	
Longitudin. šķērsstrīp. muskulatūra		.....	
Cirkulārā	”	.....	
Longit. šķērsstr. muskulatūra	”	.....	
Cirkulārā gludā muskulatūra		Cirkulārā gludā muskulatūra	
gļotādiņa {	<i>Submucosa</i>	gļotādiņa {	<i>Submucosa</i>
	<i>Mucosa</i>		<i>Mucosa</i>
	Epitelijs		Epitelijs

Šis iedalījums zināmā mērā sakrīt ar *Altzinger'a* novēroto un to papildina.

No visiem minētiem audiem ar respirācijas funkciju tiešā sakarā stāv tikai epitelijs un *mucosa*. Pīkstes gļotādiņas savienotājaudiem piemīt retikulāro audu raksturs. Šūnu elementu samērā maz. Dominē cirkulārā un vertikālā virzienā ejošas, spēcīgi attīstītās elastiskās šķiedras. Šī biežā šķiedru tīkla pinumos izkaisīti mazie iegarenie savienotājaužu kodoli un lielā vairumā arī apaļie, tumšākie leukocīti, kuņģu sevišķi daudz gļotādiņas izliekumos, epitelijs tuvumā. Sevišķi raksturīgi izpaužas savienotājaužu fibrilārā daba tieši zem epitelijs — *mucos'a*. Še fibrīli uzkrītoši resni un spēcīgi. Viņu grupējums pilnīgi saskan ar gļotādiņas reljefu. Spēcīgas šķiedras aptek epitelijs cirkulārā virzienā, iedodamās katrā gļotādiņas izliekumā koniska tīkla veidā (sk. zīm. 1 un 3, I. tab.). Viss epitelijs pilnīgi atbalstās uz šī šķiedru tīkla. Funkcionāla atbalsta nozīmē ir pilnīga tiesība runāt par pīkstes respiratoriskās gļotādiņas „fibrilāro skeletu“. Jādoma, ka šim elastiskajam „skeletam“ liela nozīme: viņš satur pa respirācijas laiku pieplūstošo



asiņu spiedienu un pa asiņu atplūduma laiku pats atslābst. Ar to mazāk elastiskais epitelijs pasargāts no pārāk ātrām spiediena maiņām; viņam atliek tikai pasīvi atkārtot elastiskā „fibrilārā skeleta“ kustības. Tais gadījumos, kad, kā vēlāk redzēsim, ar asinīm pildītas lakunas izveidojas tieši zem epitelijs un nav audu, kuņi varētu mazināt asiņu spiedienu, epitelijs virs lakunām bieži tiek pārrauts. Elastiskais fibrīļu „skelets“ var spēlēt lielu lomu arī pie respiratoriskās virsmas palielināšanas un respiratorisko gāzu presēšanas caur zarnu.

Šī *mucosa's* savienotājaudu lielā respiratoriskā nozīme man šķe sevišķi jāpāstrīpo, jo, cik zinu, līdzšinējie autori šim apstāklim piegriezuši maz vērības.

Ģlotādiņas virsmu, tieši virs *mucosa's* savienotājaudiem, izklāj vienkāršs cilindriskais epitelijs ar tipiskiem iegareniem kodoliem. Epitelijs šūnu pamatos sastopamas *H. Lupu* (1914) aprakstītās bazālšūnas. Starp epitelijs šūnām vietām iespiedušies leukociti. No virspuses epitelijs pārklāts ar kutikularo membrānu, tomēr visur viņu nevarēja saskatīt. Šāds tipisks cilindriskais epitelijs sastopams tikai nedaudz vietās. Visās pārējās vietās viņš modificēts tā, kā to ir aprakstījuši jau *Jacobs*, *Lupu* un *Calugareanu*. Bet arī šinīs vietās ir iespējams konstatēt, ka modificēto audu izejforma ir bijusi — vienkāršais cilindriskais epitelijs.

Visos preparātos sastopams tipisks pakavveidīgs šūnu grupējums (sk. zīm. 4. tab. I.) pie kam, saskaņā ar *Lupu* aprakstu, nedaudzās tipiski cilindriskās ģlotšūnas arvien ieņem pakava ieliekumu, radot tādā kārtā kriptu. Izliekumos turpretim šūnas zaudē tipiski cilindrisko formu, paliek stūrainas, stieptas vai plakanas, sevišķi tur, kur izliekumā iedodas vairāk elastisko fibrīļu ar kapilāriem. Bieži šīs šūnas iegūst pie tam vēdekļveidīgu grupējumu. Starp vēdekļa staru kārtībā guļošām stieptām epitelijs šūnām iedodas līdz pat izliekuma virsmai kapilāri. Bet šos pēdējos tomēr arvienu šķīr no zarnas iekšas izstiepto epitelijs šūnu kopā sadevušies plakanie virsgali. Dažos lielākos izliekumos šīs vēdekļveidīgais šūnu sakopojums pārgājis citā, pilnīgi nekārtīgā (sk. zīm. 2. tab. I.). Starp epitelijs šūnām iespiedušies kapilāri atspieduši dažas epitelijs šūnas bazālā virzienā, citas *lumen'a* virzienā un izjaukuši viņu kārtīgo rindaino grupējumu. Bet arī šie kapilārus no ģlotādiņas virsmas šķīr plāna kārtīna plakaniski orientētu, modificētu epitelijs šūnu. Normali, kapilāri nekur brīvi nepaceļas virs ģlotādiņas.

Negribu šie iztīrāt jautājumu, cik lielā mērā literatūrā minētā *Lupu* hipotēze saskan ar faktiskiem novērojumiem. Bet man vairākos gadījumos ir izdevies konstatēt, ka tur, kur zem epitelijs novērojams

lielāks asiņu pieplūdums, biežāka kapilāru tīkla veidā, taisni tur novērojama arī vislielākā epitelijšūnu grupējuma novēršanās no normalā kārtaini rindainā uz nekārtīgi plakaniskā pusi. Saprota, ka ar to tiek panākta dziļāka kapilāru iespiešanās epitelijā un asiņu tuvināšanās zarnas gaisam. Vienpusīgais, lokālais pakļājošo audu (asinu un savienotājaudu) spiediens dažās tādās vietās izliecis uz iekšu pat veselu gļotādiņas daļu (sk. zīm. 2. tab. I). Tādēļ jānāk pie slēdziena, ka pikstes gala zarnas epitelijšūnu grupējuma vietējās modifikācijas izsac ne tikai *Lupu* minētais periodiskais gremošanas un gļotu atdalīšanas process, bet tieši arī pati zarnelpošanas funkcija caur mazāku vai lielāku (periodisku) asiņu pieplūdumu dažādās zarnas vietās.

Zarnas sienā iebūvētie *Vena subintestinalis* zari daudzkārtīgi dichotomiski dalās un cirkulāri aptek zarnu. Viņi izurbjas caur *muscularis*, turpinādami arvienu zarot izplēšas *submucosā* un bieži rada še lielus, longitudināli un cirkulāri guļošus *sinus'us*. No šiem sinusveidīgiem asinstraikiem atiet uz epiteliju vertikālā virzienā, dichotomiski dalošies kapilāri, kuņi tieši zem paša epitelija, sevišķi pēdējā izliekumos, rada attiecīgi kupolveidīgi izliektu biezu kapilāru tīklu. Še kapilāri iet ne tikai vertikālā, bet arī horizontālā virzienā. Paši kapilāri paliek arvienu tievāki, tā ka, beidzot, pa šauru trūbiņu eritrociti var sekot vairs tikai rindā, viens aiz otra. Kapilāru tīklu pavada elastīgie fibrili un, cik var novērot, savienotājaudi līdz ar kapilāriem iespiežas arī starp epitelija šūnām (pretēji *Edinger'am*). Kapilāru tīkls, kā jau minēts, arvienu paliek plānas epitelija kārtas pārklāts. Ši kārtiņa vietām tik plāna un sastāv no tik stipri izstieptiem bezkodolainiem epitelijšūnu augšgaliem, ka var radīt maldīgu ainu, it kā kapilāri tieši atvērtos zarnas *lumen'a*.

Slēdzot novērojumus par normalas pikstes respiratoriskās gala zarnas histoloģiju, nepieciešami atzīmēt vēl sekošu atšķirību asinstraiku grupējumā pie dažāda vecuma dzīvniekiem. Pie jaunākiem dzīvniekiem (sk. zīm. 1. un 2., tab. II), respiratoriskās gļotādiņas kapilāru un *sinus'u* šķērsgriezumu suma griezumos kā absolūti (salīdzinot ar attiecīgo sumu pie vecākiem dzīvniekiem), tā relatīvi (salīdzinot šo šķērsgriezumu sumas un visas zarnas šķērsgriezuma koeficientu ar attiecīgu koeficientu pie vecāka dzīvnieka) mazāka par attiecīgu šķērsgriezumu sumu pie vecākiem dzīvniekiem. Asinstraiku skaits pie jaunākiem dzīvniekiem mazāks. Paši šie asinstraiki var būt arī tāda pat caurmēra, kā pie vecākiem dzīvniekiem. Kas sevišķi atšķir jaunāka dzīvnieka asinstraiku grupējumu no attiecīga grupējuma pie vecākiem dzīvniekiem, ir samērā vājā kapilāru tīkla attīstība „fibrilārā skeleta“ kārtā zem epitelija.

Kapilari, pa kuņiem epiteliā nokļūst tur sastopamie eritrociti, ir ļoti smalki, daudz retāk sastopami un iet gandrīz tikai vertikālā virzienā. Acīmredzot, vēl samērā vēlās ontogenētiskās attīstības stadijās notiek stipra izvirzīto kapilāru vairošanās caur dichotomisku dalīšanos. Šī procesa rezultātā tieši zem epiteliā rodas biezs kapilāru tīkls, kuŗš var uzņemt sevī daudz asiņu. Tādā kārtā, *Misgurnus fossilis* ontogenezes laikā zarnas asintrauku skaits un viņu topogrāfija tā pārveidojas, ka caur to zarnas asiņu masa tiek tuvināta respirācijas virsmai. Šinī apstākļi atspoguļojas, bez šaubām, pīkstes respiratoriskās gala zarnas filogēnija.

c) *Eksperimentu histoloģiskie rezultāti.*

Salīdzinot tīpiskās mikroskopisko griezumņu ainās no dažādi ilgi eksperimentētiem dzīvniekiem nākam pie slēdziena, ka eksperimentālā ceļā izsauktā maksimālā zarnelpošana radījuši zināmas pārmaiņas respiratorisko audu anatomiskā sastāvā un grupējumā, kas redzams no sekojošiem aprakstiem.

1. tīps. Eksperimenta ilgums  $1\frac{1}{2}$  mēn. Preparāti №№ 5, 11, 12, 13. Respiratoriskās zarnas būvē nav novērojamas nekādas histoloģiskas pārmaiņas, izņemot tikai dažu gļotādiņas daļu labāku apgādāšanu ar asinīm.

2. tīps. Eksperimenta ilgums  $2\frac{1}{4}$  mēn. Preparāti №№ 7, 8. Salīdzinot ainu ar normalu, kā arī ar 1. tīpa ainu, var konstatēt lielu asiņu pieplūdumu respiratoriskā zarnā. Šis asiņu pieplūdums izpaužas lielu sinusveidīgu asinstilpumu izveidošanā *submucos'a*. Arī tieši zem epiteliā sastopami diezgan lielā skaitā vertikāli un slīpi ejoši kapilāri, bet viņu kopsuma vēl nedod biezu kapilāru tīkla ainu. Tā kā visi autora rīcībā bijušie 2. tīpa eksperimentētie dzīvnieki bija samērā jauni, jādama, ka vājāka kapilāru tīkla attīstība izskaidrojama ar šo apstākli. Tādēļ par vienīgo  $2\frac{1}{4}$  mēneša ilgās maksimālās zarnelpošanas iespaidu uz pīkstes zarnu jāskaita pastiprināts asiņu (līdz ar to eritrocitu) pieplūdums zarnā un ar to saistītā lielu jaunu sinusu rašanās *submucos'a*, kā arī agrāk bijušo palielināšanās. (Sk. zīm. 3. un 4., tab. II; salīdz. ar zīm. 1. un 2. tab. II). Arī ap šiem lielajiem sinusiem, kā visur pīkstes zarnā ap asintraukiem, novērojama stipra savienotājāudu fibrilāro elementu konsolidēšanās.

3. tīps. Eksperimenta ilgums  $4\frac{1}{3}$  mēn. Preparāti №№ 1, 2, 3, (4). Trešā tīpa preparāti dod stipri oriģinālas ainās. Pie otrā tīpa preparātiem konstatētais asiņu pieplūdums respiratoriskā zarnā novērojams arī še. Bet pieplūdušās asiņu masas stāvoklis attiecībā

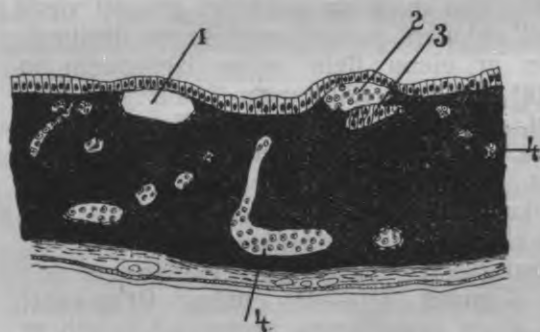
pret respirācijas virsmu pavisam cits. Griezumi sniedz sekošas tipiskas ainas. Liels mazāku sinusveidīgu asinstrauku skaits *submucos'a*. Stipri attīstīts kapilāru tīkls gļotādiņas vidus daļā un zem epitēlija, *mucos'a* (sk. zīm. 1. tab. III). Skaidri redzams, ka pēdējais radies kapilāru vertikālas dichotomiskas dalīšanās ceļā. Šis pazīmes raksturo tipisku normalu, vecāka indivīda zarnu. Klāt pienācis jauns elements. Tieši zem paša epitēlija, tipiskā kapilāru tīklā radušās lielākas, apaļas vai iegarenas asinīm pildītas, „fibrilārā skeleta“ ierobežotas, sinusveidīgas spraugas. Šādu sinusveidīgo spraugu virziens arvienu vai nu longitudināls jeb cirkulārs, bet ne vertikāls, jeb no tā izrietošs slīps, kā tas ir, kad mums ir darīšana ar kapilāru dichotomiju. No tā var taisīt slēdzienu, ka šie mūsu priekšā tiešām ir asiņu masas pieplūdums savienotājam sinusos, zem epitēlija. Līdzīga tipiska aina (sk. zīm. 2. tab. III) atklājas arī citā preparātā.

Te tāpat, kā iepriekšējā preparātā, stipri attīstīts kapilāru tīkls. Bez šī kapilāru tīkla atkal, tieši zem epitēlija, liels asiņu pieplūdums sinusveidīgās savienotājam spraugās. Šiem sinusiem nav tik noteiktas formas kā iepriekšējā griezumā. Viņi ovali un nekārtīgi grupēti viens caur otru. Virziens longitudināli cirkulārs, paraleli elastiskiem fibriliem. Liekas, ka te mums ir darīšana ar vienu lielu asiņu izplūdumu no kapilāru tīkla „elastiskajā skeletā“, pie kam asiņu masa izlauzusies caur kapilāru sienām un izplūdusi starp elastiskajiem fibriliem mazākā spiediena virzienā. Bez minētā šie nāk klāt vēl viens jauns moments. Kā no zīmējuma redzams, lielā asiņu masa radījusi vienpusīgu lokālu spiedienu uz epitēliju un izliekusi to *lumen'a* virzienā, pie kam atsevišķas epitēlija daļas ieguvušas ekstremu vēdekļveidīgu šūnu grupējumu un caur to visa epitēlija (respiratoriskā) virsma palielinājusies.

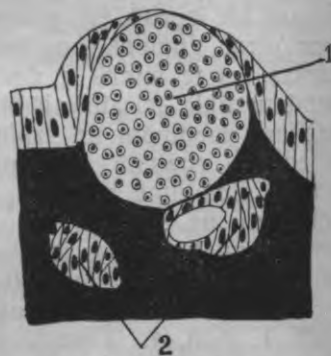
4. tips. Eksperimenta ilgums  $4\frac{1}{3}$ — $4\frac{2}{3}$  mēn. Preparāti №№ 1, 2, 3, 4. Ceturtā tipa ainas sastopamas preparātos kopēji ar trešā tipa ainām dažādos kombinējumos dažādās respiratoriskās gala zarnas vietās, tā ka var novērot zināmu pāreju no 3. uz 4. tipu. Tikai preparātos №№ 1 un 4 ir pārsvarā jau ceturtā tipa ainas. Arī visas galējās ceturtā tipa ainas sastopamas tikai šais preparātos, sevišķi preparātā № 4 (maksimālais eksperimenta ilgums —  $4\frac{2}{3}$  mēn.).

1. aina. Pie trešā tipa konstatētais asiņu pieplūdums *mucos'a*, tieši zem epitēlija, sasniedz te savu augstāko pakāpi. No *submucos'as* pa ceļas spēcīgi asiņu pārpildīti kapilāri un izplēšas zem epitēlija lielos asiņu rezervuāros — plašā kapilāru tīklā un sinusos. Šiem asiņu rezervuāriem apkārt ļoti daudz leikocītu. Kur asiņu spiediens sevišķi liels, dažos gadījumos novērojama vienkārša epitēlija ieliekšanās zarnas *lumen'a*,

līdzīgi tam, kā to mazākā mērā redzējam jau pie trešā tipa. Citos gadījumos (zīm. 3. tab. III) virs šīm vietām epitelijs palicis biežāks, daudzkārtains; kodoli nekārtīgi grupēti, pa lielākai daļai guļ paraleli zarnas iekšējai virsmai (ne vertikāli, kā normali). Visa tāda epitelijs masa mazu kupolu jeb konusu veidā iedodas zarnas iekšienē. Ja kupols sevišķi liels, viņa virsgalā var novērot deģenerējošu sūnu grupas. Konusa centrā un pamatos sastopamas biežas mitotiskas figūras. Še mūsu priekšā, tādā kārtā, gadījums, kad asins pieplūšana (*hyperaemia*) izsaukusi epitelijs ieliekšanos zarnas spraugā kopā ar pastiprinātu epitelijsūnu vairošanos ieliektā konusa pamatos. Mums ir jau no literatūras un no ikdienišķas dzīves zināmi piemēri, kad tīri mehāniski kairinājumi izsauc ādas epitelijsūnu hipertrofisku vairošanos un virsādas sabiezēšanu šinīs vietās. Līdzīgu hipertrofisku epitelijsūnu savairošanos konstatēja mūsu institūtā arī V. Melders, aprakstot anomālu *Rana esculenta duodenum*'a izliekumu. Starpība tik tā, ka manā gadījumā lielu lomu var spēlēt arī pastiprinātā asinu spiediena trofiskā vērtība.



Zīm. 1. Ceturta tipa gala zarnas šķērsriezums.  
1 — lielāks asintrauks tieši zem epitelijs;  
2 — sinusveidīgs asiņu izplūdums;  
3 — ovāla epitelijsūnu grupa mucos'ā;  
4 — kapilāri.



Zīm. 2. Ceturta tipa gala zarna. Epitelijsūnu konusa galēja forma.  
1 — konusa centrs;  
2 — epitelijsūnu grupas mucos'ā; caur vienu iet kapilārs.

Šematizēti zīmējumi no mikrografijas.

2. aina. Tieši zem epitelijs asintrauka šķērsriezums (Zīm. 1.). Viņa dimensijas atgādina lielāku bazālu trauku no *submucosa*'s. Tāpat kā tur, arī šē trauka virziens longitudināls. No *submucosa*'s zem epitelijs pārvietojusies asiņu masa attiecīgi ļoti liela. Turpat līdzās sastopami tipiski sinusveidīgi asiņu izplūdumi līdz ar attiecīgu epitelijs



jeliekšanos zarnas spraugā. Asinis šē piepilda visa izliektā epiteliālā konusa iekšpusi. Zem asiņu masas guļ ovāla stipri kompakta epitelijsūnu grupa. Dažos gadījumos konusa vidū atrodam kāda lielāka longitūdināla kapilāra šķēsgriezumu, tā ka var konstatēt to asinstrauku, no kuŗa asinis ieplūdušas sinusā. Citos gadījumos tādi asinstrauku šķēsgriezumi nav atrodami; tur asinis radījušas sinusu izlaužoties no kāda trauka kautkur dziļāk *mucos'a* jeb *submucos'a*.

Visur, kur novērojama šāda asiņu izlaušanās no traukiem un iespiešanās epitelijā, var novērot arī ovalās vai apaļās kompakās epitelijsūnu grupas *mucos'a*, (Zīm. 1. un 2.). Rodas tāds iespaids, it kā pieplūdušo asiņu masa, iespiezdamās no vairākām pusēm, būtu norāvusi šīs sūnu grupas no pārējās epiteliālās segas (konusa) un atspiedusi viņas dziļāk uz leju savienotājaudos, kur sūnas, padodamās apkārtējo audu spiedienam, pārgrupējušās līdz minimālam apmēram. Tomēr griezumu serijas šo uzskatu neapstiprina. Tādēļ jādomā, ka galveno lomu pie šo epitelijsūnu grupu pārvietošanās spēlē epitelijsūnu īpašība ieaugt savienotājaudos un vēlāk, trūkstot sakaram ar galveno epiteliālo masu, pārvietoties pa savienotājaudiem, pamazām zaudējot savu epiteliālo raksturu. Šī parādība novērojama sevišķi epitelija reģenerācijas gadījumos (Loeb, 1898, Kronmayer, 1899). Epitelija reģenerācija norisinās, kā redzēsim, diezgan lielos apmēros arī mūsu eksperimentēto dzīvnieku gala zarnā, un savairojušās bazālo sūnu masas varētu dot materialu šādām epitelija salām savienotājaudos.

Teksta zīmējums (Zīm. 2.) rāda arī epitelijkonusa galēju formu. Konuss gandrīz lodveidīgs. Visu viņa centru ieņem kompakta asiņu masa. Epitelijkārta virs konusa ārkārtīgi plāna. Sūnas guļ slīpi, gandrīz plakaniski, un tikko šķīr visu asiņu masu no zarnas spraugas. Tā pati plakaniskā epitelijsūnu grupējuma aina, kuŗa pie normaliem dzīvniekiem novērojama pakavveidīgo sūnu apvienību izliekumos virs kapilāriem, šē sakarā ar pasiprināto mehānisko impulsu, atkārtojas ārkārtīgi palielinātos apmēros, iekš kā izpaužas pastiprinātas zarnelpošanas iespaids.

3. aina. Ja visos iepriekšējos gadījumos bija runa par asiņu izplūšanu *mucos'a*, apkārtējo audu sinusveidīgās spraugās, šinī gadījumā mums ir darīšana ar istām lakunām starp epiteliju un *mucos'u*. Šī ir vispār pati galējākā pīkstes zarnas histoloģiskās modifikācijas forma, kur visa galvenā asinu masa pārvietojusies pie pašas epiteliālās respirācijas virsmas, atspiezdama no pēdējās visu *mucos'u*. Tādas ainas redzamas zīm. 3. un 4. tab. III. Lielās lakunas sastopamas pa vienai, vai pa vairākām reizē. Līdzās tipiski epiteliālie konusi, mazākas lakunas jeb

tādas vēl tikai izveidošanās stadijā. Kur lakuna galīgi izveidojusies, viņa iegarenas, ovali kantainas formas; epitelijs virs viņas pa lielākai daļai vienkāršs, cilindrisks, pacelts līdzīgi tiltam pār izspiedušos asiņu masu. Visa ovalā lakuna pacelta virs normalā gļotādiņas līmeņa un karājas zarnas spraugā, to piepildošā elpojamā gaisā. Kad šo ovalo lakunu epiteliālā sienīnā epitelijs zem asiņu spiediena pārgrupējas no cilindriska slīpi jeb plakaniski guļošā, ir sasniegta maksimālā asiņu masas tuvināšanās respirācijas virsmai, kā arī pēdējas maksimālā palielināšanās. Šīs ovalās lakunas var būt ļoti plašas un ieņemt lielu daļu no attiecīgā zarnas šķērsgriezuma. Viņas var būt tik augstu paceltas virs gļotādiņas līmeņa, ka asiņu masai viņās pamazinoties, epiteliālā sega sakļaujas un guļu noliecas pie gļotādiņas. Zīm. 1. un 2., tab. IV rāda mums ainu, kur šķērsgriezumā slīpi aizķertas tādas pustukšas ovalas lakunas.

Kad asiņu spiediens dažās lakunās paliek tik liels, ka pārsniedz epiteliālo audu elasticitāti, epiteliālā sienīnā pārtrūkst un virs gļotādiņas rodas patoloģiski asiņu izplūdumi. Epiteliālā sienīnā tādos gadījumos tiek atlauzta un pieliekta pie gļotādiņas gar vienu un otru pusi no uzlauztās lakunas. Tādos atlauztos epiteliā gabalos var novērot šūnu deģenerāciju. Epitelijs šūnu deģenerācija novērojama arī minēto pustukšo guļošo, ovalo lakunu virsotnēs, kurās abas sienīnas bieži ir kopā sakļāvušās. Šāda šūnu deģenerācija liek domāt, ka kautkur citur vajag atrasties epiteliā regenerācijas centriem, un tiešām, tāds mēs atrodam vai nu pašos lakunu segas pamatos, vai arī, vēl biežāk, epiteliā konusus starp (līdzās) atsevišķām lakunām, par ko liecina biežās mitotiskās figūras (zīm. 3., tab. IV). No šiem centriem, tā tad, iziet epiteliā atjaunošanās. Zem pārmērīgā asiņu spiediena deģenerējošā lakunu sienīnā atjaunojas no pamatiem. Acīmredzot, no šiem regenerācijas centriem iziet epiteliā atjaunošanās arī tais patoloģiskos gadījumos, kad asinis pārrauj lakunu un nolauž zināmai gļotādiņas daļai visu epiteliālo sienīnu. Patoloģiski asiņu izplūdumi — asiņojumi — no organa sienīnas gļotādiņā, vai pat organa spraugā bij attiecībā uz citiem orgāniem, piem. uterus, jau zināmi. Pie tam tur arī hiperēmija ir ar īpašu funkciju saistīta periodiska parādība. (*Zietzschman*, 1923.)

Mitotiskās figūras bieži novērojamas arī plašās, zemās, ar cilindrisko epiteliā izklātās, gļotādiņas vietās starp lakunām un konusiem.

Ja salīdzina mitotisko figūru biežumu pie normalas un šādas eksperimentētas pikstes vispār, pie pēdējās viņu noteikti vairāk.

#### *D) Kopsavilkums un teoretiski slēdzieni.*

Ilgstoša dzīvnieku turēšana akvarijos ar ūdeni bez pēdējā šķīdināta

skābekļa izsauc pastiprinātu, maksimālu zarnelpošanu, par ko liecina vidējās zarnelpošanas pauzes lielā saīsināšanās.

1) Maksimālais eksperimenta ilgums —  $4\frac{2}{3}$  mēneša. Pēc šī laika pie dzīvniekiem sāk parādīties noguruma pazīmes un dažī no viņiem nobeidzas.

Gala zarnas funkcionalā paguruma un dzīvnieka nāves cēloņi man vēl neskaidri un pie viņu analīzes domāju apstāties kādā no nākamajiem darbiem. Varētu pielaist sekošas varbūtības. Patoloģiskie asinsizplūdumi no gļotādiņas zarnas spraugā var pieņemt tādas apmērus un tā sabojāt respiratoriskās zarnas sieniņu, ka bojājumi pārsniedz epitēlija reģenerācijas spējas, un caur to tiek traucēta zarnelpošana.

Tomēr jautājumu par to, vai aprakstītās gala zarnas histoloģiskās pārmaiņas uzskatāmas par tiešu eksperimentēto dzīvnieku nāves cēloni, es gribētu atstāt vēl atklātu. Lielu lomu varētu spēlēt arī dažādi traucējumi pašā elpošanas mehānismā, piem., inervācijā, muskuļu tonusā u. t. t. Varētu, beidzot, pielaist, ka 4,5 mēneša ir maksimālais laiks, kādu pīkste var vispār izdzīvot, lietojot skābekļa asimilācijai tikai zarnelpošanu. Šis maksimālais laiks, apmēram, sakristu ar maksimālu sausuma periodu dabā, un eksperiments būtu tad tikai pastiprinātā veidā atspoguļojis dabiskās attiecības.

2) Pieauguša normāla dzīvnieka gala zarnā, salīdzinot to ar citu zivju gala zarnu, novērojamas zināmas īpatnējības audu elementu sastāvā un sakārtojumā, tā ka zarnas struktūra tieši atbilst funkcijas vajadzībām. Šī funkcijai piemērotā struktūra attīstās dzīvnieka ontogēneses laikā un galīgi izveidojas tikai pēcembriālā periodā, pie vecākiem īpatņiem. Jau normalas organu funkcijas laikmetā augošās pīkstes respiratoriskā zarnā rodas daudz jaunu kapilāru, kuri izveido dzīvniekam raksturīgo un zarnelpošanai nepieciešamo biezo *mucosa's* kapilāru tīklu, pavadītu no attiecīgā spēcīga „fibrilāra skeleta“. Minētā *mucosa's* kapilāru tīkla un „fibrilārā skeleta“ attīstībā izpaužas zarnelpošanas funkcijas izsauktā tendence pārvietot zarnas asins masu tuvāk respirācijas virsmai, gļotādiņā. Šī tendencē atspoguļojas zivs filogēze.

3) Tā pati tendence, līdz pat galējībai, realizējas pie eksperimentētiem dzīvniekiem, kuri piespiesti lietot pastiprinātu zarnelpošanu.

Pēc 2 mēnešu ilgas maksimālas zarnelpošanas novērojams palielināts asiņu pieplūdums (*hyperaemia*) respiratoriskā gala zarnā, bet galvenā asiņu masa vēl arvienu ieņem *submucosa's*, kurā radies daudz jaunu sinusu un pārējie stipri izplēsti.

Pēc 4 mēnešus ilgas maksimālas zarnelpošanas galvenā asins masa

pārvietojusies *mucos'a*. Pēdējā radušies tipiski asiņu izplūdami (*ekstravasati*) no kapilariem savienotājaudu sinusveidīgās spraugās, tieši zem epitelijs. Izplūdušo asiņu lokālais spiediens izsaucis dažas histoloģiskas pārmaiņas respiratoriskā epitelijs. Šis histoloģiskās pārmaiņas divējāda rakstura. Pirmkārt, attiecīgās vietās novērojama pastiprināta epitelijsūnu mitotiska vairošanās, kuŗa noved pie zarnas spraugā ieliekušos kompaktu epitelijsūnu konusu izveidošanās. Otrkārt, asinis ar savu spiedienu tīri mehāniski raksturīgi izliec virs sinusiem viņu epitelijs segu. Abi procesi papildina viens otru un var norisināties vienā laikā.

Pēc  $4\frac{2}{3}$  ilgas maksimālas zarnelpošanas zarnas histoloģiskās pārmaiņas sasniedz savu galējību. Starp *mucos'u* un epitelijs rodas lielas, no savienotājaaudiem brīvas, asinīm pildītas lakunas, kuŗas stipri iedodas zarnas *lumen'a* un pārklātas tikai ar raksturīgi izliektām, lokveidīgām epitelijsūnu segām. Šādas lakunas kopīgi ar minētiem epitelijs konusiem un izliekumiem ieņem zarnas lielāko daļu. Tā realizējas otra pastiprinātas zarnelpošanas prasība — palielinās epitelijs respiratoriskā virsma. Sakarā ar to visā respiratoriskā zarnā, vispār, salīdzinot to ar normāla dzīvnieka zarnu, novērojama pastiprināta epitelijsūnu mitotiska vairošanās. Pirmāis spējākais asiņu spiediens var pārraut epitelijs segu, un tad novērojami patoloģiski asiņu izplūdami zarnā. Nolauztās epitelijs daļas deģenerē. Arī pie epitelijs regenerācijas liela nozīme pastiprinātai mitozei.

4) Uz mūsu novērojumu pamata var ar lielāku pārliecinātību, nekā līdz šim, apgalvot, ka respiratoriskai funkcijai kalpo gala zarna.

5) Pati respiratoriskās gala zarnas funkcionālā struktūra (V. Roux, 1881) ļoti labila un, piemērojoties pastiprinātai funkcijai, spēj pāriet robežas, kuŗas sugai nosprauduši viņas tipiskie dzīves apstākļi.

## THE INFLUENCE OF THE MAXIMAL BOWEL-RESPIRATION ON THE ANATOMY OF THE BOWEL OF *MISGURNUS FOSSILIS*.

An Experimental Proof of the Respirational Functions of the End-Bowel.

(Summary)

by LEO ĀBOLIN, Asistent, Cand. rer. nat.

(Latvian University. Institute of Comparative Anatomy and Experimental Zoology,  
Director: Prof. Dr. N. G. Lebedinsky.)

It is a well known fact, that in *Misgurnus fossilis* the power of bowel-respiration is more developed, than in other kinds of *Cobitidinae*, — and this ability is used by them in cases, when there is a want of oxygen in water. —

As to the histological structure of the end-bowel (*opisthogaster*) of the named fish, there are some peculiarities to be observed in the arrangement of the tissues of the slimy-membrane.

My intention was: 1) to show in an experimental way, that our fishes use the bowels for respirative functions,

2) to find all changes in the histological structure of the end-bowel by intensified, constrained and constant bowel-respiration.

My work contains the following chapters:

Preface. The Revue of the Character of Anatomical and Experimental Literature. The Technic of Investigation and the Protocols of the Experiments. The Results of Investigation as to:

- 1) some general observations
- 2) anatomy of the fishes end-bowel
- 3) changes in the histological structure of the end-bowel, caused by experiments.

The experiments were carried on from August 1921 till September 1922. The author had observed 35 fishes. To the *direct* experiments were exposed 13 fishes. They were placed into glass-basins filled with water, which was firstly boiled and then cooled till the habitual room temperature and consequently did not contain any oxygen for the fishes to breathe through gills or through the skin. The fishes were fed every third day with chopped earth-worms; the water in the basin was changed twice or thrice a week and in such a manner as to avoid the absorption of air.

The water in the basin stood 25 cm. high, and there were about 3 litres of water for every fish.

Separate exemplars were held in such artificial circumstances of life for a very different time (1, 2, 4 months). 4 exemplars *were exposed to this experiment for 4 months 20 days*, while in all other cases the experiments could be carried on only for some weeks. After the maximal experimental time (as mentioned above) had been reached, the author had to interrupt the experiments, because the fishes showed signs of tiredness and there were cases of death.

Compared with fishes under control (placed into basins, filled with plants and good fresh water), — the fishes under experiment used the bowel-respiration more frequently, than the first mentioned ones. — While the first mentioned fishes took a pause of about 15 minutes after the bowel-respiration, — the fishes experimented took a pause of only about 7—8 minutes. *The want of oxygen in water had caused an accelerated maximal bowel-respiration.*



The fishes' bowels were prepared and fixed in the liquid of *Zenker*, paraffin cut-series were prepared (every cut 5-10  $\mu$ . thick), dyed with *Haematoxylin Delafield-Eosin*, *Mallory* and other combinations, — after these operations the bowels were compared. From some typical exemplars microphotos were taken and drawings made. By comparing the cut-series it became evident, *that the accelerated bowel-respiration had caused some histological changes directly in the fishes' end-bowels*. In such a manner these experiments proved the respirational functions of the end-bowel.

With regard to a normal fish's end-bowel the following interesting facts are to be stated (drawing 1—4 list I):

In *Misgurnus fossilis* the elastic fibrils in the connective tissues of the slimy-membrane of the bowel are more developed than in other fishes. — The fibrous character of the connective tissues is very clearly to be seen under the *epithelium in mucous*. There the fibrils are especially big and strong. They are grouped according to the relief of the slimy-membrane. Strong threads surround the epithelium in circular direction, forming in every curve of the slimy-membrane something like a conic net (drawing 1, 3 list I). — The epithelium is wholly supported by the thread net. In the sense of functional (not anatomical) support we have the right to speak about „*fibrous skeleton*“ of respirational slimy-membrane of *Misgurnus*. The destination of this elastic skeleton is to retain the pressure of blood during the time of respiration. In accordance with the pressure of blood the elastic fibrous skeleton is more or less strained. In such a manner the epithelium, which is less elastic, is protected from the direct pressure of blood, it must only repeat the movements of the fibrous skeleton.

If exposed to the direct pressure of blood the epithelium very often bursts (in cases when it is not protected by fibrous skeleton, but covers directly lacunae, filled with blood). In a great measure the fibrous skeleton influences also the respirative surface and respirative gases.

I must underline the great respirational importance of the *mucous* connective tissues, to which fact little attention has been paid till now by other authors.

According to the age of the exemplars experimented, there were observed some differences in the histological structure (drawing 1, 2, list II).

If we compare the younger exemplars with the older ones:

1) *absolutely* (the sum of cross-cut capillary-vessels and sinuses of the respirative slimy-membrane in a specially prepared cut-series),

2) *relatively* (the sum, mentioned above, got from a specially prepared cut-series, — and the indicator of the cross-cuts in the whole bowel),

We must say, that the sums mentioned in both items in the case of older exemplars exceeds those of younger ones. The chief difference in the arrangement of the blood-vessels in younger exemplars consists in the fact, that the chief blood masses are concentrated in the sinuses of *submucous*; the capillary net in the fibrous skeleton under epithelium is developed comparatively poorly. The capillary-vessels, which provide the epithelium with *eritrocits* are very thin, very few in number and always placed in a vertical position. Evidently, in cases of late *onthogenetical* development, even during the normal functions of the organs, the capillary-vessels are multiplying by *dichotomy*. In the result of dichotomous processes, we get a thick capillary net, able to contain large quantities of blood.

Thus, during the onthogenesis of *Misgurnus fossilis* the quantity of the blood-vessels in the bowel, also their topography change considerably, and consequently a great quantity of blood comes in near contact with the respirative surface.

The same tendency was observed with the fishes experimented;—exposed to the constrained bowel-respiration.

After 2 months of the maximal bowel-respiration, a considerable congestion of blood (*hyperaemia*) in the respirative end-bowel was observed. The chief masses of blood however were concentrated in the *submucous*, enriched with many new sinuses, the old sinuses being considerably widened (drawing 3, 4, list II).

After 4 months of maximal bowel-respiration, we find the chief masses of blood concentrated already in *mucous*. A typical blood *extravasation* from the capillary vessels *between the sinuses of the connective tissues* is to be observed. The local pressure of blood causes now some *histological changes in the respirative-epithelium*. These changes can be of two kinds: 1) an accelerated *mytotic* multiplication of the epithelium cells,—in result the formation of thick concaved *cones of epithelium cells* in the *lumen* of the bowel; 2) *the epithelium* over the sinuses is *bent* out mechanically by the pressure of blood. Each of the both processes completes the other, and may take place in the same time (drawing 1—4, list III).

These processes can be in great measure influenced by the *trophical value of the constrained blood pressure*. After  $4\frac{2}{3}$  months of the maximal bowel respiration the histological changes in the bowel reach their extremity. *Between the mucous and epithelium large lacunae are formed*. They are filled with blood, are not protected by connective tissues, are

covered only with arched epithelium cells, and considerably bent in the lumen. The lacunae together with the cones, mentioned above, and the curves or arches fill up the greater part of the bowel. In such a manner the other demand of the constrained bowed respiration, e. g. the widening of the respirative surface, is realised (drawing 3, 4, list III).

In connection with the above said, if we compare a normal bowel with a respirative bowel, an accelerated, mytotic multiplication of the epithelium-cells is to be observed (drawing 4, list IV).

The epithelium-cover can be torn by the first stronger blood pressure, which fact causes a *pathological blood extravasation in the lumen of bowel*. The torn parts of the epithelium-cover degenerate (drawing 1, 2, list IV).

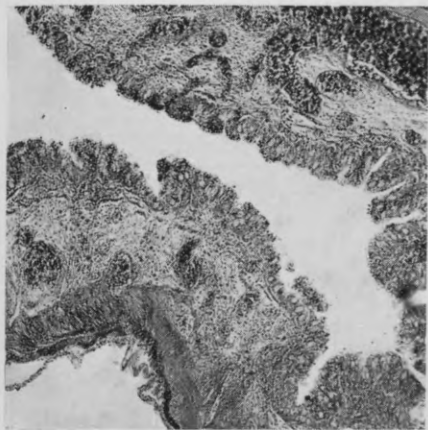
The augmented *mytosae* has also a great importance for the regeneration of the epithelium-cover (drawing 2, 3, list IV).

All these observations show, that *the respirative functional structure of the end-bowel of Misgurnus fossilis is very inconstant*, and adapting itself to the intensified function-may pass over the limits assigned to it by the circumstances of life for each kind.

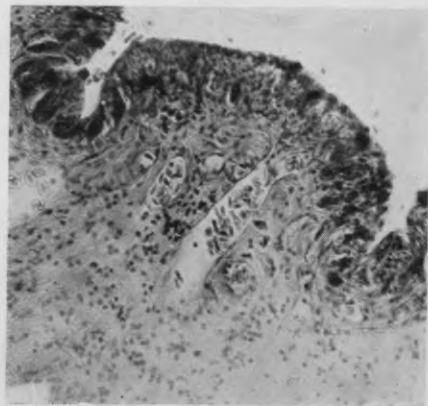
#### LITERATURA.

1808. A. Erman. Untersuchungen über das Gas in der Schwimmblase der Fische und über die Mitwirkung des Darmkanals zum Respirationsgeschäfte bei *Cobitis fossilis*. Gilberts Ann. d. Phys., B. 30.
1818. Bischof. Untersuchungen der Luft, welche die Fischart *Cobitis fossilis* von sich gibt. Journ. f. Chem. u. Phys. von Dr. J. S. C. Schweiger, Nürnberg, Bd. XXII.
1853. F. M. Baumert. Die Respiration des Schlammpeitzgers. Breslau.
1853. E. Leydig. Einige histologische Beobachtungen über den Schlammpeitzger. Müllers Archiv f. Anat. u. Phys.
1862. C. J. Ebert. Ueber d. Darmepithel d. *Cobitis fossilis*. Würzburger Naturwiss. Zeit.
1876. L. Edinger. Ueber die Schleimhaut d. Fischdarmes nebst Bemerkungen zur Phylogense der Drüsen d. Darmrohres. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 13.
1878. H. Lorent. Ueber d. Mitteldarm v. *Cobitis fossilis*. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 15.
1881. W. Roux. Der zuchtende Kampf der Teile oder die „Teilauslese“ im Organismus, zugleich eine Theorie der funktionellen Anpassung. Gesamm. Abhandlungen über Entwicklungsmechan., Bd. 1.
1889. J. Paneth. Ueber das Epithel d. Mitteldarmes von *Cobitis fossilis*. Zentralbl. f. Phys., Bd. 2, Litt. 1888., S. 485.
- J. Paneth. Nachträgliche Bemerkung. Ibid., S. 631.
1896. A. Oppel. Lehrbuch d. vergleichenden mikroskopischen Anatomie d. Wirbeltiere. 1 Teil, der Magen, Jena.
1889. René du Bois-Reymond. Gestreifte Magenmuskulatur bei *Cobitis*. Dissertat., Berlin.
1898. Ch. Jacobs. Ueber die Schwimmblase d. Fische. Inaug. Diss., Tübingen.
1898. Leo Loeb. Ueber Regeneration d. Epithels. Arch. f. Entwicklmech., Bd. 6.

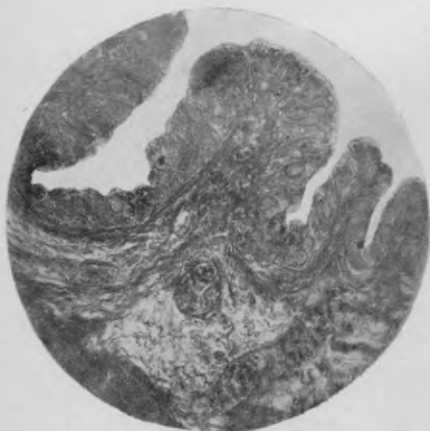
*Tabula I.*



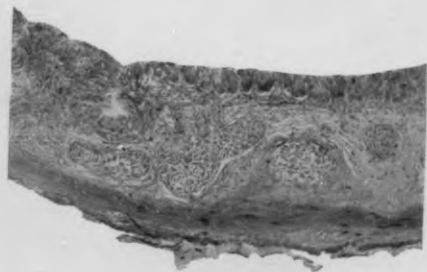
*Fig. 1.*



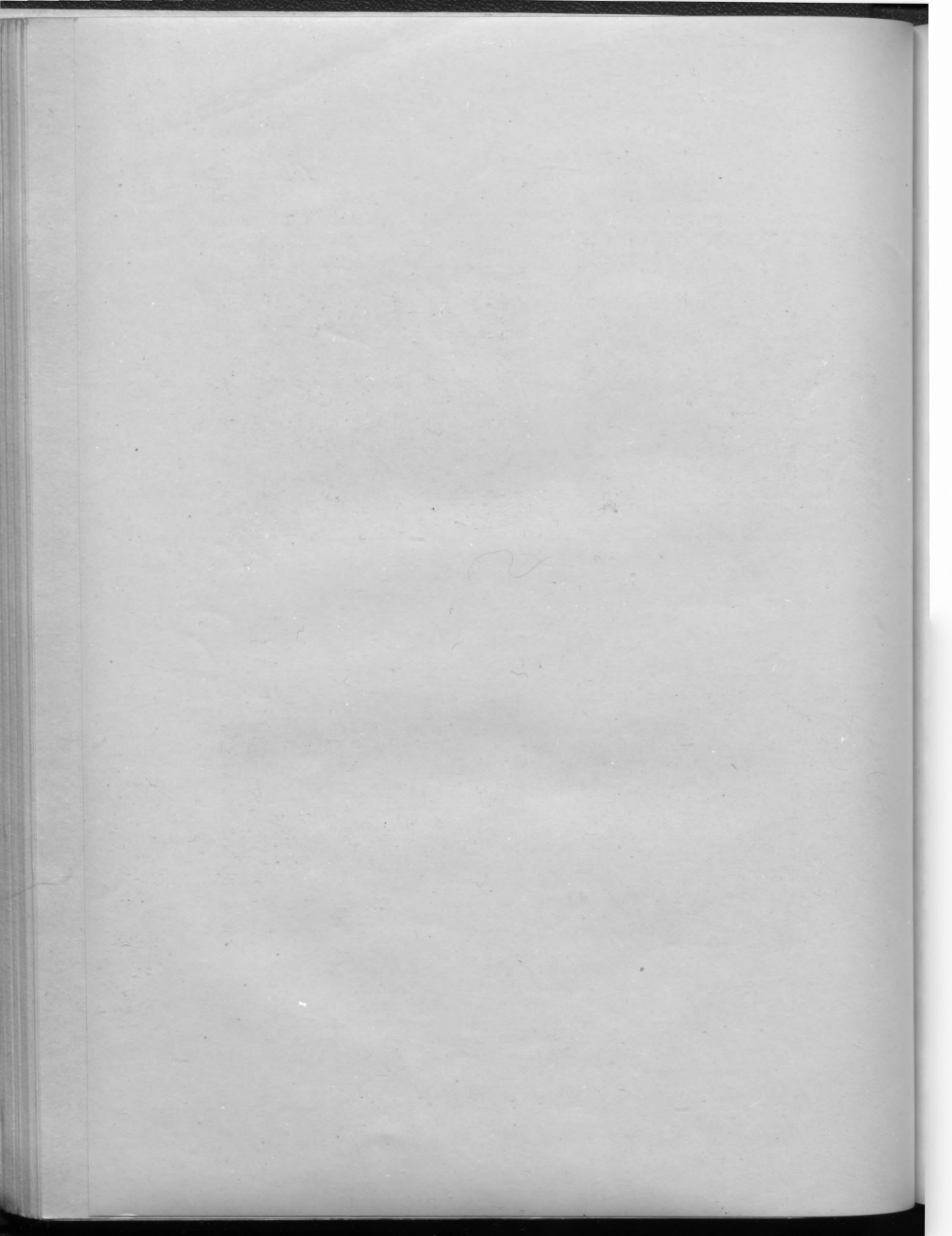
*Fig. 2.*



*Fig. 3.*



*Fig. 4.*

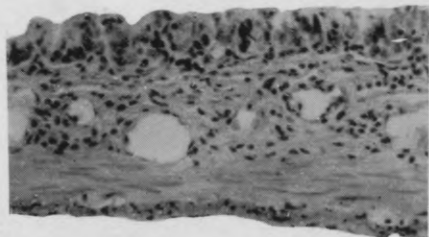




*Tabula II.*



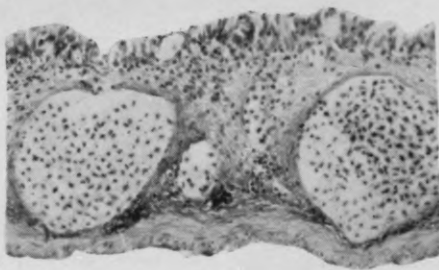
*Fig. 1.*



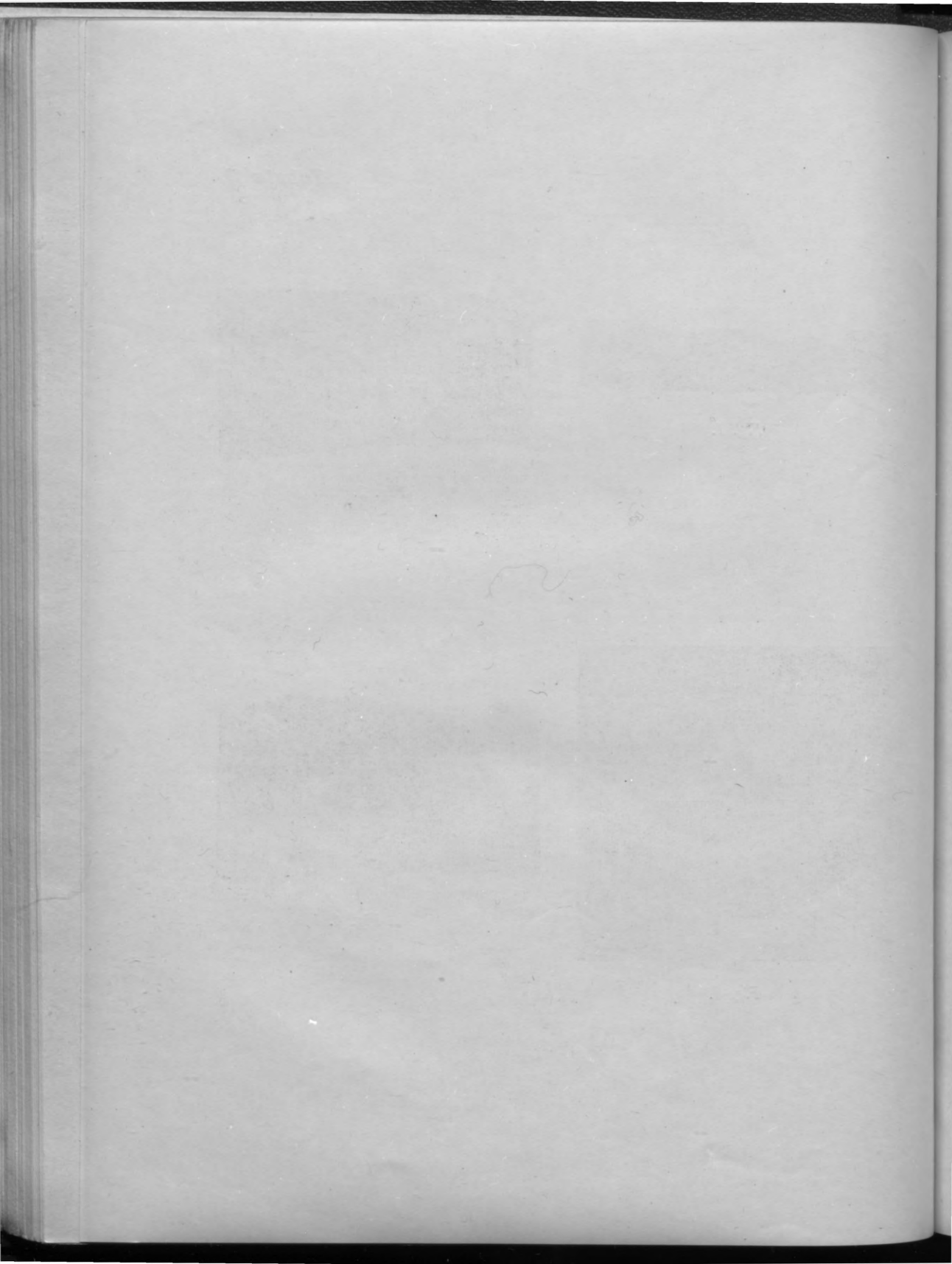
*Fig. 2.*



*Fig. 3.*



*Fig. 4.*



1899. *E. Kronmayer*. Die Parenchymhaut und ihre Erkrankungen. Arch. f. Entwmech., Bd. 8.
1902. *J. Sobotta*. Ueber die Entwicklung d. Blutes, d. Herzens u. d. grossen Gefässstämme der Salmoniden, Anat. Hefte, 19 Bd., H. 3.
1906. *O. Sundvik*. Bindegewebe d. Fischdarmes (Oppel's Stratum compactum). Anat. Anz., Bd. 30.
1907. *H. Eggeling*. Dünndarmrelief und Ernährung bei Knochenfischen. Jen. Z. f. Natw., Bd. 43, H. 2.
1907. *D. Calugareanu*. Die Darmatmung v. *Cobitis* f. 1 Mitteil., Ueber d. Bau des Mitteldarmes. Pflügers Archiv. Bd. 118.
1907. *D. Calugareanu*. Zweite Mitteilung. Ueber Gaswechsel. Ebenda, Bd. 120.
1907. *E. Babak u. B. Dedek*. Vergleich. Untersuchungen über die Darmatmung d. Cobitiden und Betrachtungen über die Phylogenese derselben. Biol. Ctrbl., Bd. 27.
1907. *E. Babak u. B. Dedek*. Untersuch. über den Auslösungsreiz der Atembewegungen bei Süßwasserfischen. Arch. f. die ges. Phys., Bd. 119.
1907. *H. Lupu*. Sur le *Cobitis fossilis*. Annal. Scientif. de l'Univ. de Jassy, T. 4., Fasc. 3/4.
1909. *H. Reuss*. Die Wirkung d. Kohlensäure auf Fische.
1911. *Ed. Jacobshagen*. Untersuchungen über d. Darm d. Fische und Dipnoer. Teil 1: Beitrag zur Charakteristik d. Vorder-, Mittel- und Enddarmes. Jen. Z. f. Natw., Bd. 47, H. 4.
1913. *Ed. Jacobshagen*. Teil 2. Materialien zur Vergl. Anat. des Darmkanals der Teleostomen. Jen. Z. f. Natw., Bd. 49, H. 3/4.
1914. *H. Lupu*. Recherches histo-physiologiques sur l'intestin du *Cobitis fossilis*. Annal. Scientif. d. l'Univ. Jassy, T. 8.
1917. *Jos. Altzinger*. Ueber die quergestreifte Darmmuskulatur d. Fische. Anat. Anz., Bd. 50, № 17.
1921. *E. Babak*. Mechanik und Inervation d. Atmung, in *Winterstein's Handbuch d. Vergleich. Physiologie* Bd. 1, H. 2. Jena.
1923. *V. Melders*. Rana escul. barības kanaļa izliekums. Latv. Univers. raksti, VI.
1923. *Otto Zietschmann*. Lehrbuch d. Entwicklungsgeschichte d. Haustiere, 1 Abt. Berlin, Verl. R. Schootz.

## TABULU PASKAIDROJUMS.

### 1. tabula.

*Fig. 1.* Normalas gala zarnas šķērsgriezums. Vēdekļainie gļotādiņas izliekumi. Asins sinusi *submucosā* un kapilāru tīkls *mucosā*. Spēcīgās elastiskās šķiedras kapilāru tīkla rajonā. Eritrocīti epitēlijā.

Mikrofotografija. Periplan. 10× obj. 3. Krāsots pēc *Mallory*.

*Fig. 2* Normalas gala zarnas šķērsgriezums. Lielāks gļotādiņas ieliekums zarnas spraugā. Liels kapilāru skaits, iespiezdamijs epitēlijā, izsauc pēdējā nekārtīgu šūnu grupējumu. Kapilārus šķīr no zarnas spraugas plakaniski orientētas epitēlijšūnas.

Mikrofotografija. Periplan. 20× obj. 3. Krāsots ar hematoksilīnu un eosīnu.

*Fig. 3.* Normalas gala zarnas šķērsgriezums. Daži vēdekļveidīgie gļotādiņas izliekumi. Redzams „fibrilārais skelets“, kurš piekļaujas epitēlija virsmas reljefam.

*Fig. 1.* palielinātā veidā. Mikrofotografija. Peripl. 20× obj. 3.

*Fig. 4.* Normalas gala zarnas šķērsgriezums. Pakavveidīgais epitēlijšūnu grupējums. Mikrofotografija. Peripl. 8× obj. 3. Krāsots pēc *Mallory*.

### 2. tabula.

*Fig. 1.* Normāla jauna individa gala zarnas šķērsgriezums.

Mikrofotografija. Periplan. 8× obj. 3. Krāsots pēc *Mallory*.

*Fig. 2.* Normāla jauna individa gala zarnas šķērsgriezums.

- Mikrofotografija. Periplan.  $20\times$  obj. 3. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.  
 Fig. 3. Otrā tipa eksperimentēta dzīvnieka gala zarnas šķērs griezumā. Liels asiņu pieplūdots *submucosā*  
 Mikrofotografija. Periplan.  $8\times$  obj. 3. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.  
 Fig. 4. Tas pats preparāts. Mikrofotografija. Periplan.  $20\times$  obj. 3.

### 3. tabula.

Fig. 1. Trešā tipa eksperimentēta dzīvnieka gala zarnas šķērs griezumā. *Vena subintestinalis*. Kapilāru dichotomiska dalīšanās *mucosā*. Turpat, tieši zem epitēlija, savienotājaudos, longitudināli ovalu sinusu šķērs griezumā.

Mikrofotografija. Periplan.  $8\times$  obj. 3. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.

Fig. 2. Trešā tipa gala zarnas šķērs griezumā. Kapilāru tīkls *mucosā*. Epitēlija vēdekļveidīgās struktūras. Asiņu izplūdots *mucosā*, zem epitēlija, „fibrilārā skeletā”. Asiņu spiediens izliecis epitēliālo šūnu segu.

Mikrofotografija. Periplan.  $8\times$  obj. 3. Krāsots pēc Mallory.

Fig. 3. Ceturtā tipa gala zarnas šķērs griezumā. Epitēliālie konusi un lakunas. Ārkārtīgi spēcīgi kapilāri *mucosā*.

Mikrofotografija. Periplan.  $8\times$  obj. 3. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.

Fig. 4. Ceturtā tipa, gala zarnas šķērs griezumā. Lakunas dažādās izveidošanas stadijās. Starp viņām šūnu pastiprinātas mitotiskas vairošanās centri.

Mikrofotografija. Periplan.  $8\times$  obj. 3.

### 4. tabula.

Fig. 1. Ceturtā tipa gala zarnas šķērs griezumā. Epitēliālie konusi. Tukša guļoša lakuna. Mikrofotografija. Periplan.  $8\times$  obj. 3. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.

Fig. 2. Ceturtā tipa gala zarnas šķērs griezumā. Augšpusē daļa sakļāvušās guļošas lakunas virsotnes ar deģenerējošām šūnām. Zemāk — pārtrūkusī lakunas epitēliālā sega. Abās pusēs liels skaits dažādu mitotisko stadiju.

Mikrofotografija. Periplan.  $10\times$  obj. 6. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.

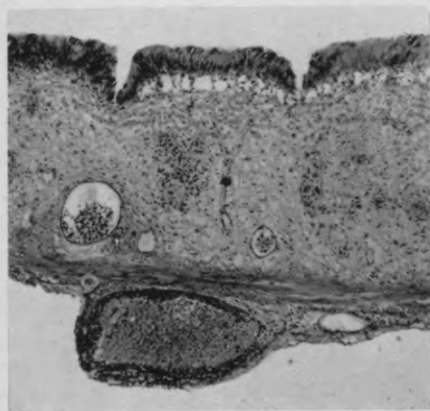
Fig. 3. Ceturtā tipa gala zarnas šķērs griezumā. Lodveidīgas epitēlijšūnu grupas *mucosā*. Liels skaits mitotisko figuru epitēlijā starp lakunām.

Mikrofotografija. Periplan.  $10\times$  obj. 6. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.

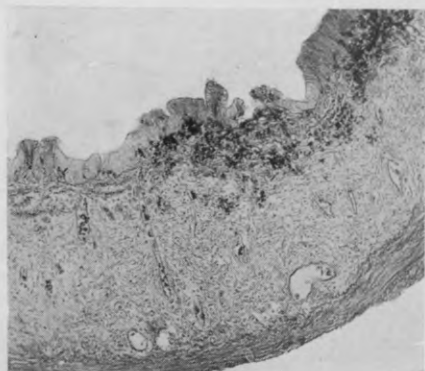
Fig. 4. Ceturtā tipa gala zarnas šķērs griezumā. Liela sinusveidīga sprauga *mucosā*. Dažādas mitotiskas figuras epitēlijā, gļotādiņas zemākās vietās.

Mikrofotografija. Periplan.  $10\times$  obj. 6. Krāsots ar hamatoksilīnu un eosīnu.

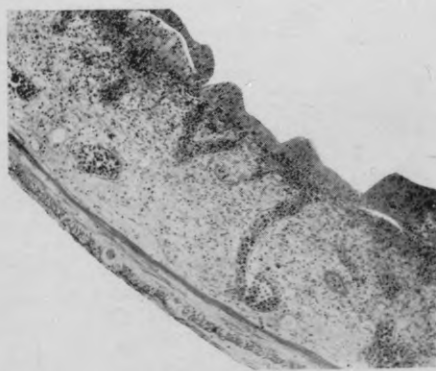
*Tabula III.*



*Fig. 1.*



*Fig. 2.*

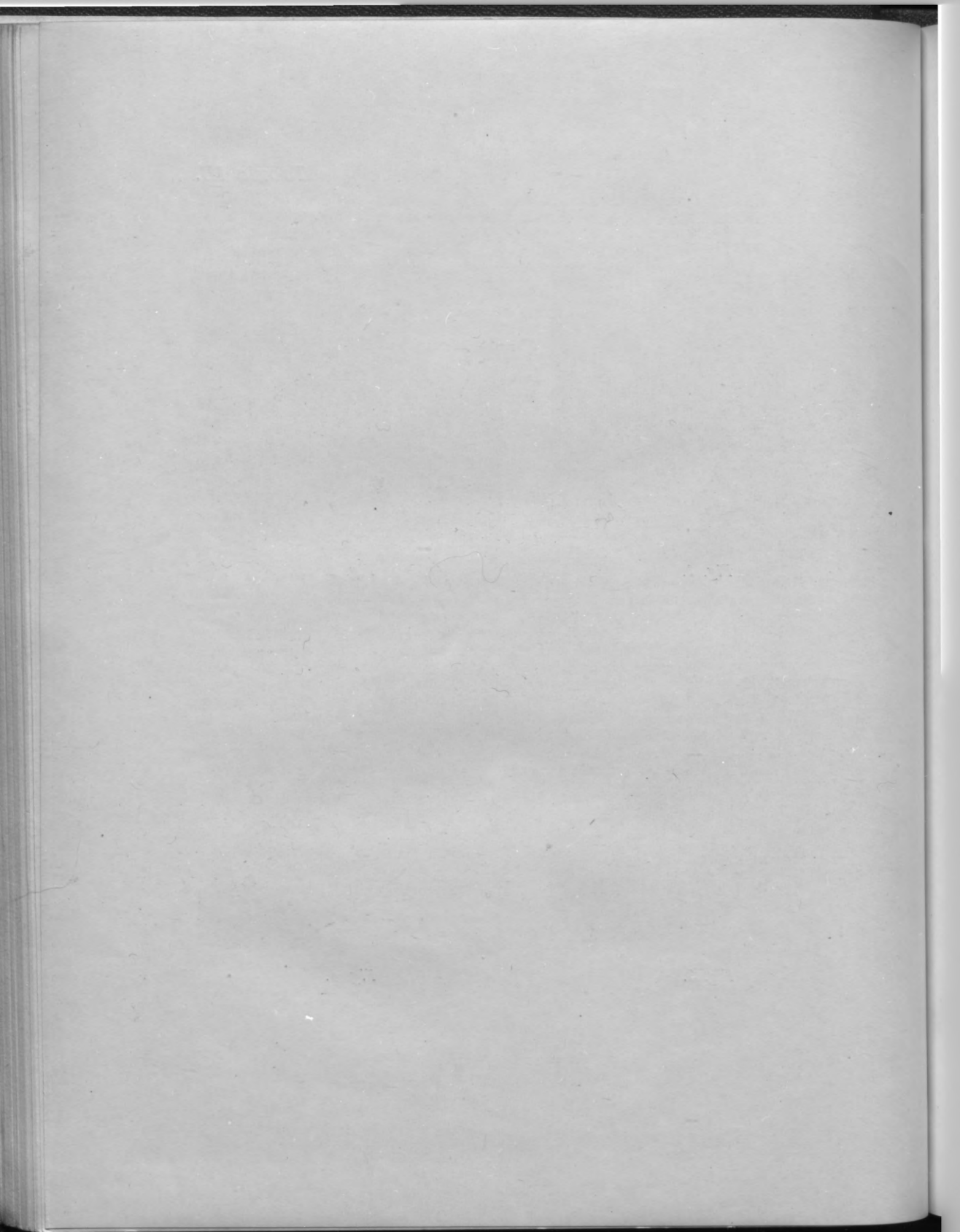


*Fig. 3.*

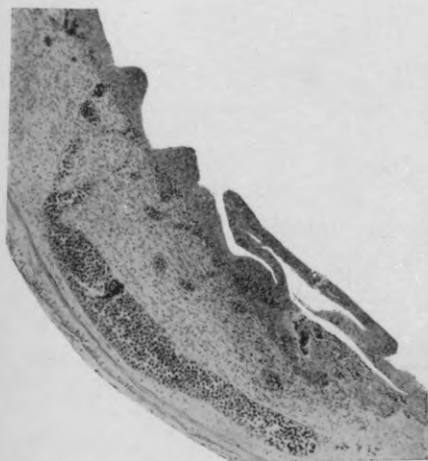


*Fig. 4.*

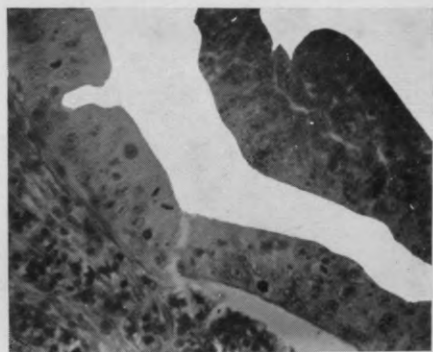




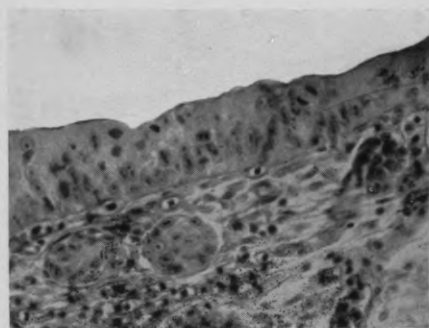
*Tabula IV.*



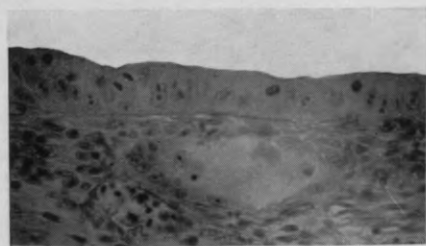
*Fig. 1.*



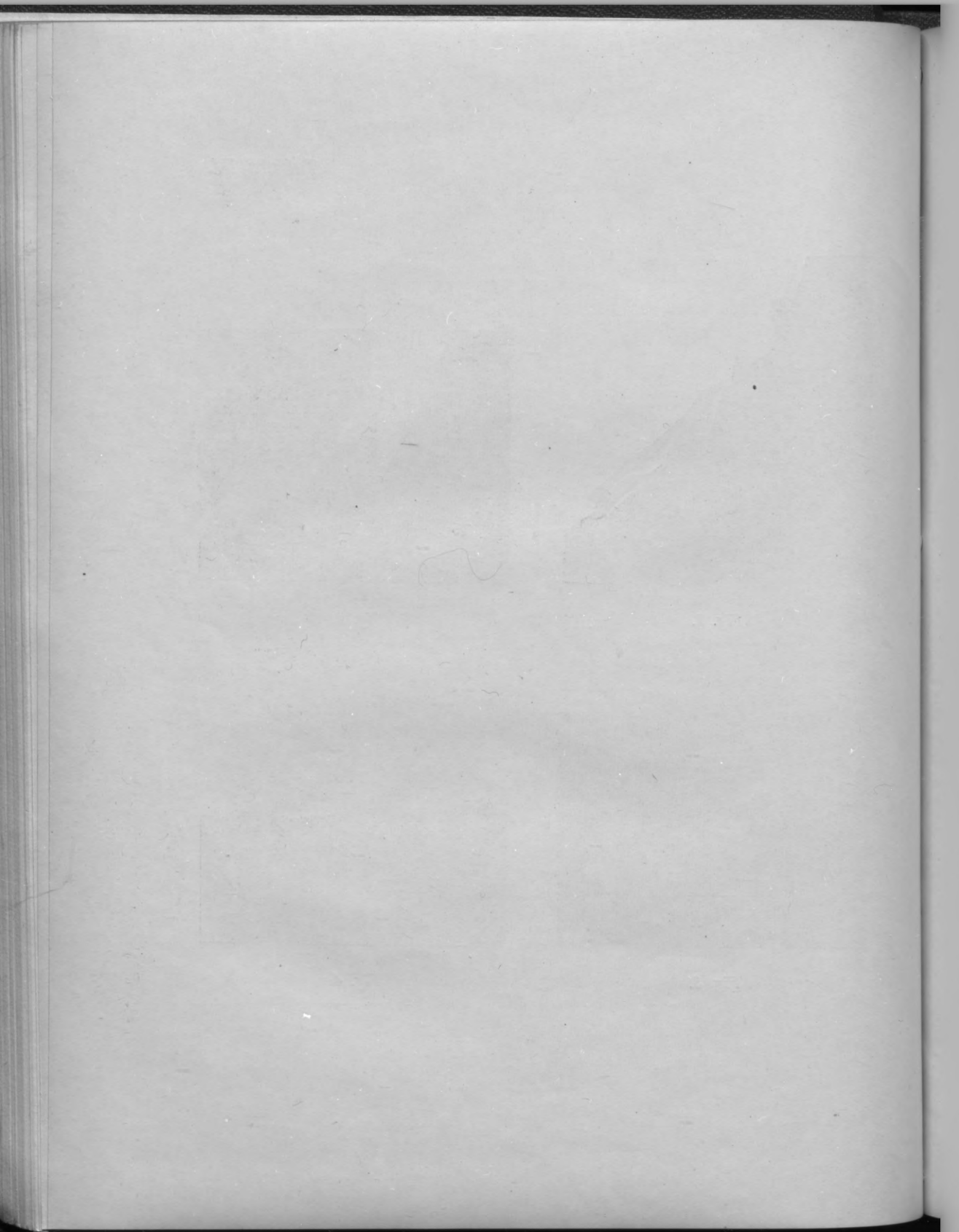
*Fig. 2.*



*Fig. 3.*



*Fig. 4.*



## STUDIEN ÜBER DIE LAUBMOOSGATTUNG ZYGODON HOOK. ET TAYL. (10).

Von N. Malta.

### 10. Übersicht der europäischen *Zygodon*-Arten.

Anfangs bestand die Absicht an dieser Stelle nur den Formenkreis des *Z. viridissimus* zu behandeln. Es erwies sich aber, dass die übrigen Arten der Gattung in mehreren systematischen Fragen mit *Z. viridissimus* so eng verknüpft sind, dass eine von den übrigen Arten gesonderte Behandlung des *Z. viridissimus* nicht als zweckmässig erschien. In der vorliegenden Mitteilung ist demnach die Systematik und die Verbreitung aller europäischen Arten besprochen. Vollständige Synonymenlisten, die in der Mitteilung fehlen, sind bei *Limpricht* (Laubmoose II) zu finden.

In dieser Übersicht ist die Gattung *Zygodon* Hook. et Tayl. im engeren Sinne behandelt. *Amphidium* (Nees) Schimp. lässt sich als eine von *Zygodon* getrennte Gattung durchaus aufrechterhalten. Es ist fraglich, ob beide Gattungen überhaupt nächstverwandt sind. Durch das Auffinden eines Vorperistomes bei *Z. gracilis*, worüber weiter berichtet wird, ist bei *Zygodon* wieder ein *Orthotrichum*-Merkmal festgestellt. Die Zahl der ausschliesslich bei einer Gattung vorkommenden Merkmale ist in der natürlichen Familie der *Orthotrichaceae* sehr gering.

Von den 5 europäischen *Zygodon*-Arten: *Z. viridissimus* (Dicks.) R. Br., *Z. conoideus* (Dicks.) Hook. et Tayl., *Z. gracilis* Wils., dem hier beschriebenen leider noch unvollständig bekannten *Z. Baumgartneri* n. sp. und *Z. Forsteri* (Dicks.) Mitt. gehören die ersten 4 Arten zur Sektion *Euzygodon* C. Müll. *Z. Forsteri* ist der einzige Vertreter der Sektion *Bryooides* Malta in Europa und nimmt im Zusammenhange damit eine Sonderstellung unter den europäischen *Zygodon*-Arten ein. Unter den Arten der Sektion *Euzygodon* C. Müll. unterscheidet sich *Z. gracilis* Wils. von den übrigen Arten durch eine Reihe von Merkmalen und vor allem schon durch seinen Habitus sehr auffallend. Der hier als eine Unterart des *Z. viridissimus* behandelte *Z. dentatus*

Breidler, könnte, nach dem Auffinden eines vollständigen Sporophyten-Materiales der Pflanze, sich von *Z. viridissimus* als spezifisch verschieden erweisen.

#### Tabelle der Arten.

- A. Blätter an der Spitze gezähnt.
- I. Brutkörper fehlend. Kräftige, kalkhaltige Felsen bewohnende Pflanzen . . . . . *Z. gracilis*.
- II. Gelbbraune Brutkörper (Fig. 1, D) stets vorhanden, meist zahlreich. Rindenbewohner, fast ausschliesslich im Alpengebiete . . . . . *Z. viridissimus*  
*subsp. dentatus*.
- B. Blätter ganzrandig.
- I. Blattzellen nicht papillös, grösser als 18  $\mu$ . Pflanze autözisch, fast stets reichfruchtend. Kapseln birnförmig . . . *Z. Forsteri*.
- II. Blattzellen papillös, kleiner als 14  $\mu$ . Zweihäusig.
1. Brutkörper vom Typus E in Fig. 2 (siehe auch d in Fig. 8) mit meist farblosen Zellwänden. Blätter breit, plötzlich zugespitzt. Peristom doppelt . . . . . *Z. conoideus*.
2. Brutkörper von verschiedenem Bau und verschiedener Form, jedoch nie vom Typus E in Fig. 2, Zellwände gelb bis gelbbraun.
- a. Stämmchen und Blattgrund nie rot. Peristom fehlend . . . . . *Z. viridissimus*.
- b. Stämmchen und besonders der Blattgrund oft rot. Brutkörper klein (Fig. 14, c). Blätter kurz, breit und plötzlich zugespitzt . . . . . *Z. Baumgartneri*.

#### *Zygodon viridissimus* (Dicks.) R. Br.

Zweihäusig. ♂ und ♀ in gesonderten Rasen oder gemischtrasig. Brutkörper verschiedengestaltig (Fig. 1), auf blattachselständigen Trägern, mit gelblicher bis gelbbrauner Membran, Ablösung rhexolyt. Blätter verschiedengestaltig (Fig. 3), feucht meist zurückgebogen. Blattzellen papillös, etwa 9  $\mu$  gross. Kapsel länglich-oval, seltener fast birnförmig, an der Mündung meist verengt. Peristom fehlend. Sporen 16  $\mu$ .

*Zygodon viridissimus* zeichnet sich gegenüber den anderen europäischen Arten der Gattung durch einen grossen Formenreichtum aus. Dieses geht schon daraus hervor, dass *Z. rupestris* Lindb., *Z. Stirtoni* Schimp. und *Z. dentatus* Breidl., welche als selbständige Arten neben *Z. viridissimus* gestellt wurden, von den meisten neueren Autoren



wieder zu *Z. viridissimus* gebracht worden sind. Nach Correns<sup>1)</sup> Untersuchungen über die Brutkörperformen des *Z. viridissimus* ist der Art wiederholt Aufmerksamkeit zugewendet worden. So hat Hagen<sup>2)</sup> in „Norges Orthotrichaceae“ die Formen des *Z. viridissimus* eingehend behandelt. Wenn ich während der Bearbeitung der Gattung mich bei *Z. viridissimus* relativ lange aufgehalten habe, so geschah dieses aus folgenden Gründen. Erstens besass die Art, von der es von vornherein anzunehmen war, dass sie sich wenigstens zum Teil in geographisch abgesonderte Rasen aufspalten lassen wird, schon an und für sich ein erhöhtes Interesse. Zweitens erhoffte ich, dass die bei *Z. viridissimus* erworbenen Erfahrungen mir bei der Bearbeitung polymorpher exotischer Arten gute Dienste leisten werden. Die Bearbeitung des Formenkreises des *Z. viridissimus* habe ich mit der Untersuchung der Brutkörperformen der Art begonnen.

Schon Limpricht (Laubmoose II) führt bei *Z. viridissimus* zwei Brutkörperformen an. Nach ihm bildet diese Art einzellreihige Brutkörper (Fig. 1, A) und Brutkörper, deren mittlere Zellen durch Längswände geteilt sind (Fig. 1, C). Correns hat beide Brutkörperformen eingehend untersucht. Er traf Pflanzen mit beiden Brutkörperformen nicht durcheinander wachsend, sondern in getrennten Rasen an, wobei die beiden Formen in getrennten Gebieten vorzukommen schienen. Die einzellreihige Form, die Zellfadenform, fand Correns mehr im Norden und Osten, die Zellkörperform mehr im Süden und Westen. Correns benannte daher die Pflanzen mit Brutkörpern der Zellfadenform als *forma borealis* und die mit der Zellkörperform als *forma australis*. Bei der letzteren unterschied Correns zwei Typen: einen westlichen — *typ. occidentalis* mit grösseren und einen östlichen — *typ. orientalis* mit kleineren Brutkörpern. Somit hatte Correns 3 Brutkörperformen bei *Z. viridissimus* festgestellt (A, C und D in Fig. 1). Diesen konnte ich eine vierte (Fig. 1, B) aus dem Mittelmeergebiete hinzureihen. Die Merkmale der 4 Brutkörperformen sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt.

I. Längswände fehlen, selten eine schiefe Wand in der Spitzenzelle.

1. Brutkörper keulenförmig, oben plötzlich zugespitzt bis abgerundet,  $89\mu$ <sup>3)</sup> lang und  $33\mu$  breit, 4—5 stockig, selten 3 — oder 6 stockig.  
 . . . . . A (Fig. 1).

<sup>1)</sup> Correns, C., Unters. über die Vermehr. d. Laubmoose durch Brutorg. u. Steckl. 1899, Jena.

<sup>2)</sup> Hagen, I., Norges Orthotrichaceae. Det Kngl. Norske Vidensk. Selsk. Skrift. 1907. № 13 (1908).

<sup>3)</sup> Mittelwert, wie alle übrigen Massangaben.

2. Brutkörper länglich, allmählicher zugespitzt, oft mit ausgezogener Spitze,  $113\mu$  lang und  $29\mu$  breit, 5—7 stockig . . . B (Fig. 1).

II. Längswände stets vorhanden.

1. Brutkörper meist gelblich,  $103\mu$  lang und  $40\mu$  breit, 5—6 stockig, seltener 4 stockig. Längswände meist nicht deutlich gebogen . . . . . C (Fig. 1).

2. Brutkörper plötzlicher zu beiden Enden hin verengt als bei C, meist gelbbraun bis rötlich-braun,  $86\mu$  lang und  $34\mu$  breit, 4—5 stockig. Längswände oft deutlich gebogen . . . . . D (Fig. 1).

In der Fig. 2 A—D sind Mikrophotographien der 4 obigen Brutkörperformen gegeben.

An einem grösseren Material des *Z. viridissimus* aus dem ganzen Verbreitungsgebiete der Art, welches über 450 Exemplare umfasste<sup>1)</sup>, wurde die Konstanz der Merkmale und die Verbreitung der oben angeführten Brutkörperformen geprüft. Es zeigte sich, dass die Brutkörperformen meist leicht und sicher zu erkennen sind. Dieses wird besonders dadurch erleichtert, dass im Gesichtsfelde des Mikroskopes gewöhnlich mehrere und oft zahlreiche Brutkörper auf einmal zu übersehen sind. Was Übergänge zwischen den angeführten Brutkörperformen anbelangt, so sind solche zwischen A und B nicht selten. Übergänge zwischen C und D sind dagegen nicht beobachtet worden. Auf die Frage, ob Übergänge zwischen der Zellfaden- und Zellkörperform, z. B. zwischen A und C vorhanden sind, wird man bejahend nur nach dem Durcharbeiten eines grösseren Materials antworten, denn die Fälle, welche man als Übergänge bezeichnen könnte, sind verhältnismässig selten. Die Zahl der Längswände in den Brutkörpern von C variiert recht stark und es können bei einzelnen Brutkörpern nur wenige Längswände vorhanden sein. Desgleichen kann bei der Form A in der Spitzenzelle eine schiefe Wand auftreten. Es wäre demnach möglich, dass man in einigen Fällen nach einem Brutkörper nur schwer entscheiden könnte, ob die

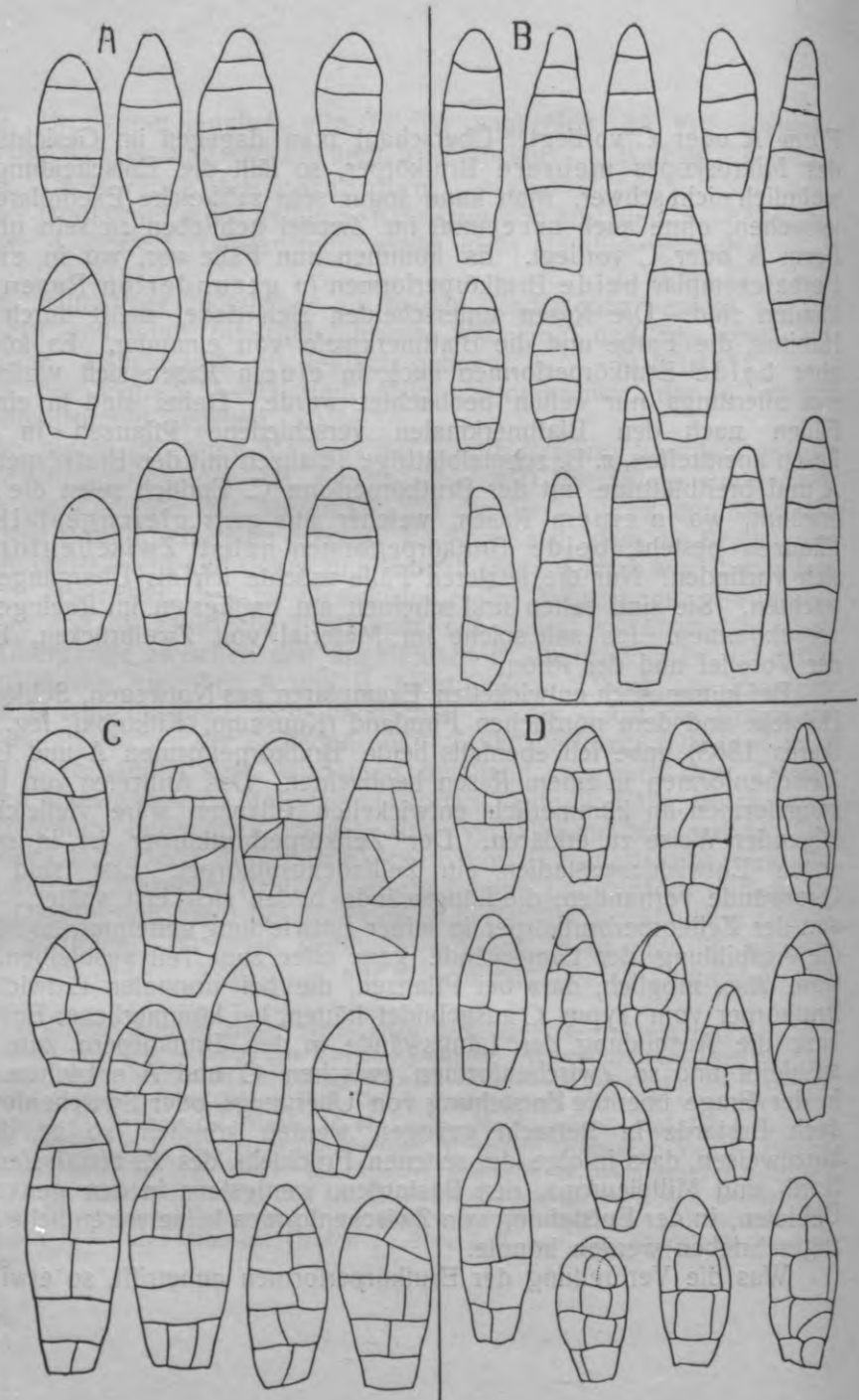
<sup>1)</sup> Ich spreche auch an dieser Stelle allen denjenigen Herren und Instituten, die durch Zusendung von Material das Zustandekommen der vorliegenden Übersicht ermöglichten, meinen herzlichsten Dank aus. Insbesondere danke ich den Herren: Dr. A. Amann (Lausanne), I. Baumgartner (Wien), Prof. Dr. A. Bottini (Pisa), Prof. Dr. V. F. Brotherus (Helsingfors), G. Dismier (St. Maur), H. N. Dixon (Northampton), Prof. Dr. I. Györrfy (Szeged), Lektor Dr. E. Jäderholm (Norrköping), C. Jensen (Kopenhagen), Ch. Meylan (St. Croix), Lektor Dr. Hj. Möller (Stockholm), Inspektor W. Mönkemeyer (Leipzig), Rev. P. G. M. Rhodes (Birmingham), Dr. R. Timm (Hamburg), sowie den Direktionen des Botan. Museums zu Dahlem, des Botan. Museums in Kristiania, des Naturhistorischen Museums in Wien, des Botanical Garden zu New-Jork und des Staatsherbariums in München.

Form A oder C vorliegt. Überschaute man dagegen im Gesichtsfelde des Mikroskopes mehrere Brutkörper, so fällt die Entscheidung gewöhnlich nicht schwer. Man kann sogar sehr zahlreiche Exemplare untersuchen, ohne auch nur einmal im Zweifel geblieben zu sein ob die Form A oder C vorliegt. Es kommen nun Fälle vor, wo in einem Herbarexemplar beide Brutkörperformen in gesonderten Rasen vorhanden sind. Die Rasen unterscheiden sich dabei meist durch den Habitus, die Farbe und die Blattmerkmale von einander. Es können aber beide Brutkörperformen auch in einem Rasen sich vorfinden, was allerdings nur selten beobachtet wurde. Dabei sind in einigen Fällen nach den Blattmerkmalen verschiedene Pflanzen in dem Rasen anzutreffen, z. B. schmalblättrige Pflanzen mit der Brutkörperform A und breitblättrige mit der Brutkörperform C. Endlich seien die Fälle erwähnt, wo in einem Rasen, welcher aus ganz gleichgestalteten Pflanzen besteht, beide Brutkörperformen nebst Zwischenformen sich vorfinden. Nur die letzteren Fälle möchte ich als Übergänge betrachten. Sie sind selten und scheinen am häufigsten im Rheingebiete vorzukommen. Ich sah solche im Material von Zweibrücken, Bonn, der Voreifel und der Rhön.

Bei kümmerlich entwickelten Exemplaren aus Norwegen, Schleswig-Holstein und dem nördlichen Finnland (Kuusamo, Kitkojoki, leg. Brotherus 1883) habe ich ebenfalls beide Brutkörperformen A und C mit Zwischenformen in einem Rasen beobachtet. Das Auftreten von Übergangsformen an kümmerlich entwickelten Pflanzen wäre vielleicht in folgender Weise zu erklären. Der Zellkörperbrutkörper ist in seinen ersten Entwicklungsstadien ein Zellfadenbrutkörper. Erst sind nur Querwände vorhanden, die Längswände bilden sich erst später. Wird nun der Zellkörperbrutkörper in seiner Entwicklung gehemmt, so könnte die Ausbildung der Längswände ganz oder zum Teil ausbleiben. Es wäre also möglich, dass bei Pflanzen, die bei normaler Entwicklung Brutkörper vom Typus C ausgebildet hätten, bei kümmerlicher Entwicklung die Ausbildung der Längswände in den Brutkörpern zum Teil ausbleibt und so Zwischenformen zwischen C und A entstehen. Da in der Frage über die Entstehung von Übergangs- oder Zwischenformen auch Bastarde in Betracht gezogen werden könnten, so ist darauf hinzuweisen, dass infolge des seltenen Fruchtens des *Z. viridissimus* in Nord- und Mitteleuropa, den Bastarden, wenigstens in den genannten Gebieten, in der Entstehung von Zwischenformen keine wesentliche Rolle zugeschrieben werden könnte.

Was die Verbreitung der Brutkörperformen anbetrifft, so erwies es

Fig. 1. Brutkörperformen des *Z. viridissimus*. Vergl. 270. A — var. *vulgaris*; B — var. *vulgaris* f. *mediterranea*; C — var. *occidentalis*; D — subsp. *dentatus*.



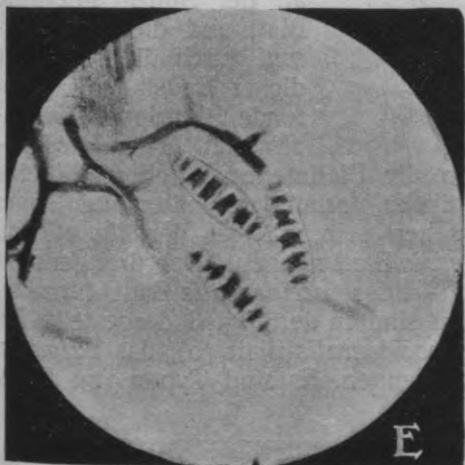
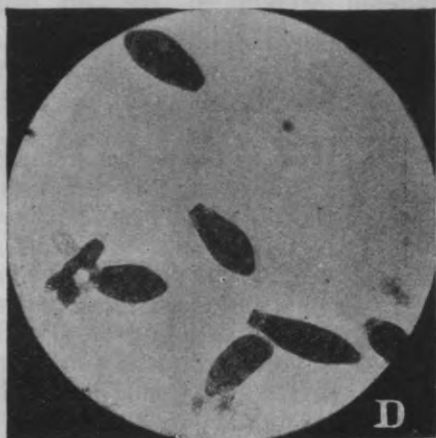
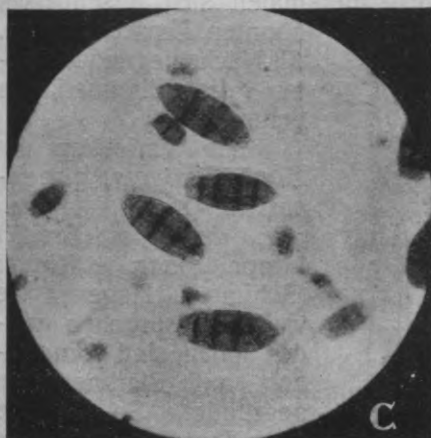
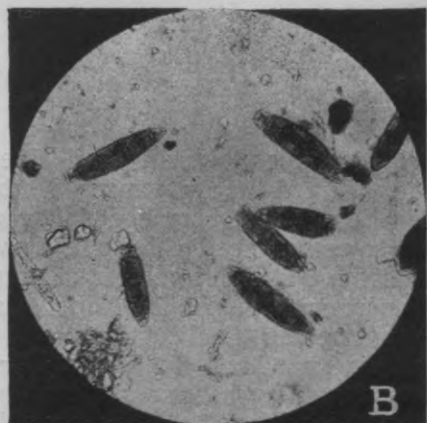
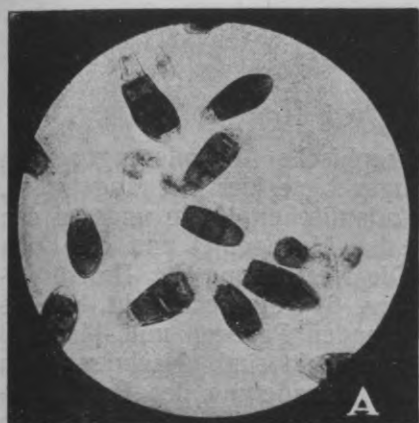


Fig. 2. A—D. Brutkörperformen des *Z. viridissimus*; E — Brutkörper des *Z. conoideus*.



sich, dass dieselben zum Teil eine geographische Absonderung zeigen. Die Form A ist im ganzen Verbreitungsgebiete der Art angetroffen. Die Form C ist vorwiegend längs der atlantischen Küste und auf den Inseln verbreitet, die Form D bewohnt das Alpengebiet und die Form B ist im Mittelmeergebiet zuhause. Die Verbreitung der Brutkörperformen wird durch die Kartenskizze (Fig. 6) veranschaulicht, wo die Standorte der die Brutkörperform A tragenden Pflanzen mit +, der B mit ▲, der C mit ●, ◐ und D mit ⊙ vermerkt sind. Nachdem durch die morphologische und geographische Absonderung der Brutkörperformen ihr Wert für die Systematik der Art festgestellt war, galt es nach anderen Merkmalen, die den Brutkörpermerkmalen sich anschliessen

könnten, Umschau zu tun. Als Nächstliegendes konnten die Blattmerkmale gelten.

Die Varietäten des *Z. viridissimus*: *var. rupestris* (Lindb.) Hartm., *var. dentatus* (Breidl.) Limpr., *var. Stirtoni* (Schimp.) Hagen, die weiter besprochen werden sollen, sind vornehmlich auf Blattmerkmale gegründet. So ist die *var. dentatus* durch das an der Spitze gezähnte Blatt und die *var. Stirtoni* durch die starke als dicker Endstachel auftretende Blattrippe gekennzeichnet. In den Beschreibungen der *var. rupestris* spielen die Blattmerkmale ebenfalls eine grosse Rolle. Das Blatt soll bei dieser Varietät schmäler und länger und mit längerer Stachelspitze versehen sein, als bei der Hauptform. Ich möchte diesen Typus das *vulgaris*-Blatt nennen. Den drei genannten Typen wäre noch ein vierter — das *occidentalis*-Blatt hinzuzufügen. Die vier angeführten Typen sind in der Fig. 3 dargestellt, ich will sie das *dentatus*-Blatt (a), das *occidentalis*-Blatt (b), das *vulgaris*-Blatt (c) und das *Stirtoni*-Blatt (d) nennen. Es sind Typen von Blatt-



Fig. 3. Blattformen des *Z. viridissimus*. a — *dentatus*-Blatt, b — *occidentalis*-Blatt, c — *vulgaris*-Blatt, d — *Stirtoni*-Blatt. Vergr. 30.

formen, unter denen b, c, und d durch zahlreiche Übergänge verbunden sind. Vergleicht man diese 4 Blattformen als Merkmale mit den besprochenen 4 Brutkörperformen, so erweist es sich, dass die Brutkörperformen viel schärfer getrennt sind und bedeutend seltener Übergangs- oder Mittelformen aufweisen als die Blattformen. Untersucht man die eine bestimmte Brutkörperform tragenden Pflanzen auf ihre Blattmerkmale, so stellt es sich heraus, dass die Brutkörperformen meist mit bestimmten Blattformen kombiniert auftreten. So tragen Pflanzen mit *dentatus*-Blättern ausschliesslich Brutkörper vom Typus D und das *Stirtoni*-Blatt und das *occidentalis*-Blatt sind fast stets mit der Brutkörperform C kombiniert. Die Brutkörperform A ist vorwiegend an das *vulgaris*-Blatt gebunden. Pflanzen mit der Brutkörperform B zeigen verschiedengestaltige Blätter. Meist erinnern diese an das *vulgaris*-Blatt, sind aber oft kürzer und plötzlicher zugespitzt als das letztere.

Die Brutkörper und die Blattmerkmale, im letzteren Falle hauptsächlich die Blattform, bilden diejenigen Merkmale, welche ich für die Systematik des *Z. viridissimus* verwendet habe. Andere Merkmale des Gametophyten, die in ihrer systematischen Bedeutung den oben angeführten Merkmalen, unter denen besonders den Brutkörpermerkmalen, gleichgestellt werden könnten, sind nicht ermittelt worden. Infolge des relativ seltenen Vorkommens der Sporophyten und des daher sehr spärlichen Sporophytenmaterials, konnte den Sporophytenmerkmalen in der Systematik der Art keine führende Rolle zugewiesen werden.

#### Übersicht der Formen des *Z. viridissimus*.

- I. Zähnelung der Blattspitze besonders bei jüngeren Blättern fast stets wahrnehmbar. Brutkörperform D. Rindenbewohner im Alpengebiete . . . . . *subsp. dentatus* (Breidl).  
Hierzu:  
*forma latifolia* f. n. mit breiten, kurz zugespitzten Blättern.
- II. Blattspitze nicht gezähnt. . . . . *subsp. eu-viridissimus* subsp. nova.
  1. Brutkörper ohne Längswände.  
Brutkörperform A. Blätter meist lang zugespitzt (Fig. 3,c) . . . . .  
. . . . . *var. vulgaris* var. nova.  
Hierzu:  
*forma mediterranea* f. n. mit der Brutkörperform B, Mittelmeergebiet;  
*forma crassinervis* f. n. mit starker, gelbroter in die Blattspitze eintretender oder selten austretender Rippe;

*forma rupestris* (Lindb.) — dunklergefärbte Felsenpflanzen mit schmäleren, starrerem, in feuchtem Zustande weniger zurückgebogenen Blättern.

2. Brutkörper mit Längswänden.

a. Brutkörperform C. Vornehmlich atlantisches Küsten- und Inselgebiet. . . . . *var. occidentalis* (Correns).

Hierzu:

*forma Stirtoni* (Schimp.) mit als dicker Endstachel austretender Blattrippe (Fig. 3, d). Vornehmlich engeres Küstengebiet von Nordwest- und West-Europa.

(b.) Brutkörperform D. Alpengebiet . . . . .  
. . . . . *subsp. dentatus* (Breidl.).

Die angeführten Formen sind weiter einzeln besprochen. Hier sei nur ein Umstand, durch welchen sich die Systematik der Art sehr verwickelt gestaltet hatte, hervorgehoben. Es sind nämlich bei *Z. viridissimus* zwei Reihen von Formen aufgestellt worden. Die Formen der einen Reihe wurden hauptsächlich auf Blattmerkmale, die Formen der anderen von Correns auf Brutkörpermerkmale gegründet. Die Formen der beiden Reihen sind zum Teil identisch, zum Teil greifen sie in einander über. Diese Formen sind die folgenden:

*Z. viridissimus* (f. *typica*)

<i>var. rupestris</i> (Lindb.)	<i>f. borealis</i> Correns
<i>var. Stirtoni</i> (Schimp.)	<i>f. australis typ. occidentalis</i> Correns
<i>var. dentatus</i> (Breidl.)	<i>f. australis typ. orientalis</i> Correns

Als Correns seine Formen auf Grund der Brutkörpermerkmale aufstellte, war er der Meinung, dass er nur die *Z. viridissimus f. typica* aufspaltete. Auf der Seite 114 seines Werkes sagt er: „Wenn wir zunächst auch nur die Hauptform allein ins Auge fassen, und die, von anderer Seite auch als Arten betrachteten, Varietäten *Limpricht's* (II. 10): *Z. v. β rupestris* (Lindb.) und *Z. v. γ dentatus* (Breidl.), sowie den *Z. Stirtoni* Schimp. bei Seite lassen, so müssen wir nach dem Bau der Brutkörper doch noch zwei *Sippen* unterscheiden... Ich habe sie deshalb einstweilen als *forma australis* und *forma borealis* bezeichnet.“ Tatsächlich ist aber *f. australis typ. orientalis* = *var. dentatus* (Breidl.). Das musste nun zu Widersprüchen führen. Auf der Seite 117 seines Werkes bemerkt denn auch Correns, dass die *var. dentatus* sich an seinen *typ. orientalis* im Bau der Brutkörper so eng anschliesst, dass eine Unterscheidung beider Formen nach den Brutkörpern nicht möglich

ist. Wie schon erwähnt, sind die beiden letztgenannten Formen identisch. Das Nebeneinanderbestehen der beiden oben angeführten Reihen von Formen musste auch andere Schwierigkeiten und Irrtümer zur Folge haben. Der Hauptzweck der vorliegenden Bearbeitung des *Z. viridissimus* bestand darin in der Vereinigung der beiden Reihen.

*Subsp. eu-viridissimus* subsp. nova.

Diese Unterart umfasst zwei Formenreihen: die *var. vulgaris* und die *var. occidentalis* (Correns). Beide Reihen sind durch Übergänge eng miteinander verbunden. Gegenüber der *subsp. dentatus* (Breidl.) ist hervorzuheben, dass eine Zähnelung der Blattspitze bei *eu-viridissimus* jedenfalls sehr selten ist. Der Blattrand kann durch stärkere Papillen leicht krenuliert sein. Ich sah auch einige abnorm entwickelte Blätter, bei denen durch eine Beschädigung der Blattspitze zahnartige Gebilde, meist in Einzahl, entstanden waren.

*Var. vulgaris* var. nova.

(f. *borealis* Correns; *var. rupestris* (Lindb.) Hartm. z. T.)

Diese Varietät, die ich als Stammform der übrigen Formen des *Z. viridissimus* ansehen möchte, ist durch den *Zellfadenbrutkörper* gekennzeichnet. In typischer Ausbildung werden bei der *var. vulgaris* die Brutkörperform A und das längere, schmalere und langzugespitze *vulgaris*-Blatt angetroffen. Die *var. vulgaris* kommt im ganzen Verbreitungsgebiete der Art vor. In Nord-Amerika ist die *var. vulgaris* wahrscheinlich die einzige Form des *Z. viridissimus*. In Europa dominiert die *var. vulgaris* sowohl in den nördlicher gelegenen, wie in den südlichen, trockenen Gebieten, z. B. im Mittelmeergebiete. Die Bezeichnung der Form nach Correns als „forma borealis“ liess sich aus dem oben angeführten Grunde nicht ohne Einwände beibehalten. Correns hat seiner Zeit kein Material des *Z. viridissimus* aus dem Süden vorgelegen. Was die *var. rupestris* (Lindb.) Hartm. anbetrifft, so ist es unmöglich diese Varietät auch nur einigermaßen befriedigend zu umgrenzen, mögen auch die Felsenpflanzen nicht selten den Rindenpflanzen gegenüber einen stark verschiedenen Habitus zeigen. Auch Hagen hat in seinen Norges Orthotrichaceae *rupestris* ganz fallen lassen und dieselben nichtmal als Varietät angeführt. Es wäre meiner Meinung nach angebracht die dunklergefärbten Felsenpflanzen mit starrerem und schmäleren Blättern als eine *forma rupestris* zu unterscheiden.

Die *forma crassinervis* der *var. vulgaris* ist eine Form mit verstärkter, gelbroter, in die Blattspitze eintretender, sehr selten sogar austretender Blattrippe. Sie ist eine Parallellform zu der *forma Stirtoni* der *var. occidentalis*, tritt aber viel seltener als die letztere auf, wobei, wie erwähnt, die verstärkte Rippe meist nur bis zur Spitze fortgeführt ist und nur sehr selten als Endstachel austritt. Pflanzen mit Zellfaden-Brutkörpern, also zur *var. vulgaris* angehörig, und deutlich austretenden Blattrippen sah ich nur von der Rhön (leg. Geheeb und leg. Mönkemeyer). Es scheint, dass bei *eu-viridissimus* die austretende Blattrippe in der Regel mit der Brutkörperform C zusammen auftritt.

Im Mittelmeergebiete bildet die *var. vulgaris* eine meist niedrige Form mit schmäleren und länger zugespitzten Brutkörpern (Fig. 1, B) aus. Ich habe sie als *forma mediterranea* benannt. Auch in der Blattform können bei der *f. mediterranea* Unterschiede gegenüber der typischen *var. vulgaris* auftreten. Die Blätter sind bei der *f. mediterranea* nicht selten kürzer und plötzlicher zugespitzt, so dass man von der *f. mediterranea* sogar oft den Eindruck einer selbständigen Rasse erhält. Doch sind Übergänge in allen Merkmalen zu der typischen Form der *var. vulgaris*, die ebenfalls im Mittelmeergebiete vorkommt, so zahlreich, dass ich die Mittelmeerpflanzen mit den obigen Merkmalen doch besser als *f. mediterranea* der *var. vulgaris* unterscheiden möchte.

#### *Var. occidentalis* (Correns).

(*forma australis typ. occidentalis* Correns).

Diese Varietät ist durch die Brutkörperform C gekennzeichnet. In typischer Ausbildung besitzt sie breitere Blätter als die *var. vulgaris*. Das breitere und kürzer zugespitzte *occidentalis*-Blatt ist ausser der Form auch durch andere Merkmale von dem schmäleren und länger zugespitzten *vulgaris*-Blatte verschieden. Die Farbe des *occidentalis*-Blattes ist graugrün gegenüber dem meist gelblichen Farbentone des *vulgaris*-Blattes. Die Zellwände des *occidentalis*-Blattes sind weniger stark verdickt als bei dem *vulgaris*-Blatt. Die Zellen des *vulgaris*-Blattes sind gewöhnlich stärker papillös als die des *occidentalis*-Blattes. Man könnte nach dem Gesagten annehmen, dass die *var. occidentalis* und *var. vulgaris* durch eine Reihe von Merkmalsunterschieden getrennt sind. Tatsächlich sind aber die beiden Varietäten durch Übergänge in allen Merkmalen, die Brutkörpermerkmale nicht ausgenommen, verbunden. Die Blattform ist bei der *var. occidentalis* grösseren Schwankungen unterworfen als bei der *var. vulgaris*. Neben dem *occidentalis*-



Blatte kommen bei der *var. occidentalis* fast typische *vulgaris*-Blätter vor. Das *occidentalis*-Blatt hat wiederholt Veranlassung zu Verwechslungen mit *Z. conoideus* gegeben. Auch Warnstorfs *Z. viridissimus var. brevifolius* (Laubmoose p. 351.) dürfte sich auf *Z. conoideus* beziehen. Wie es schon in der Abteilung 1 dieser Studien gezeigt werden konnte, und auch in dieser Abhandlung weiter bei *Z. conoideus* besprochen ist, sind *Z. viridissimus* und *Z. conoideus* in nichtfruchtendem Zustande am sichersten an den Brutkörpern zu unterscheiden (Vergl. A, B, C, D und E in Fig. 2).

Die *var. occidentalis* bewohnt das westliche Küstengebiet und Inselgebiet Europas von Åland bis Nord-Spanien (siehe Karte Fig. 6.). Im Finnland und Schweden ist sie nur an die Inseln und das engere Küstengebiet gebunden. In Norwegen ist die *var. occidentalis* schon häufiger. In Dänemark, Schleswig-Holstein und in den angrenzenden Gegenden Nord-Deutschlands ist die *var. occidentalis* ebenfalls verbreitet. Auf den britischen Inseln und im nordwestlichem Frankreich ist sie die dominierende Rasse des *Z. viridissimus*. Im Alpengebiete und im Mittelmeergebiete fehlt die *var. occidentalis* anscheinend ganz. Ein vom eigentlichem Verbreitungsgebiete der Varietät, weit entfernter Standort ist aus Siebenbürgen, Com. Hanyad, Nagy - Ag, leg. Péterfi bekannt. Es ist dieses das mir bisher einzig bekannte abgesonderte Vorkommen der *var. occidentalis*. Die übrigen etwa 100 Standorte, von denen ich Exemplare sah, liegen sämtlich im nordwestlichen und westlichen Teile Europas. Vornehmlich im engeren Küstensaume und auf den Inseln bildet die *var. occidentalis*, die durch eine starke, gelbbraune als dicker Endstachel austretende Blattrippe gekennzeichnete

#### *forma Stirtoni* (Schimp.)

aus. Diese Form wurde als Art unter den Namen *Z. Stirtoni* Schimp. und *Z. aristatus* Lindb. beschrieben. Auch *Z. teichophilus* Stirton gehört nach Dixon<sup>1)</sup> wahrscheinlich hierher. Schon Fergusson (Revue bryologique 1879, p. 26) konstatierte Übergänge zwischen *Z. Stirtoni* und *Z. viridissimus* und auch Limpricht (Laubmoose II, p. 13) fasste *Z. Stirtoni* als eine Varietät des *Z. viridissimus* auf. Hagen kommt in „Norges Orthotrichaeae“ ebenfalls zum Schlusse, dass *Z. Stirtoni* bloss als eine Varietät des *Z. viridissimus* aufzufassen ist, und bemerkt dabei, dass vielleicht jede *Z. viridissimus*-Rasse ihre

<sup>1)</sup> Dixon, H. N., Dr. Stirton's new british mosses revised. Journal of Botany. Vol. LXI, p. 69 (1923).

Stirtoni-Form aufweisen könnte. Correns Annahme, dass *Z. Stirtoni* grössere und reichlicher geteilte Brutkörper besitzt als die typische *var. occidentalis* (*forma australis typ. occidentalis*), konnte bei der Untersuchung eines grösseren Materials nicht bestätigt werden. Ich stelle *Z. Stirtoni* zu der *var. occidentalis* als *forma Stirtoni* (Schimp.). Dieselbe ist in ihrer Verbreitung eng an die *var. occidentalis* gebunden und unterscheidet sich von der letzteren nur durch ein Merkmal — die verstärkte und austretende Blattrippe. In anderen Merkmalen ist das *Stirtoni*-Blatt dem *occidentalis*-Blatte sehr ähnlich. Die Zellwände sind gewöhnlich relativ wenig verdickt, die Papillen sind fein und nicht reichlich vorhanden. Sehr oft sind neben Blättern mit austretender Rippe solche mit wohl verdickter aber nicht austretender Rippe vorhanden, und man bleibt oft im Zweifel ob die entsprechende Pflanze zu der *forma Stirtoni* oder der typischen *var.*

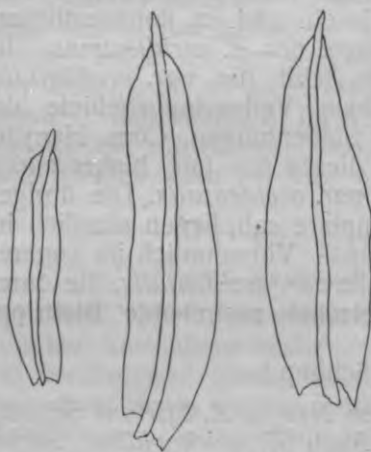


Fig. 4. Blattformen der *forma Stirtoni*. Vergr. 30.

*occidentalis* zu stellen ist. Was Hagens Annahme, dass jede *viridissimus*-Rasse ihre *Stirtoni*-Form besitzen könnte anbetrifft, so kommen tatsächlich verdickte und gelbbraune Rippen auch, wie erwähnt, bei der *var. vulgaris* vor. Doch ist die Rippe meist nur bis zur Spitze fortgeführt und nur sehr selten tritt sie heraus. Das typische *Stirtoni*-Blatt (Fig. 4) habe ich jedenfalls fast nur mit der Brutkörperform C kombiniert angetroffen. Offenbar besitzt die *var. occidentalis* in bedeutend höherem Masse als die anderen Formen des *Z. viridissimus* die Eigenschaft eine Form mit verstärkten und austretenden Blattrippen auszubilden. Die Bezeichnung *forma Stirtoni* möchte ich nur auf die *aristata*-Form der *var. occidentalis* beschränken. Das Vorkommen

der *f. Stirtoni* vornehmlich im engeren Küsten und Inselgebiete könnte zur Fragestellung veranlassen, ob die Ausbildung der starken Rippe nicht mit dem Einflusse des Seeklimas zu erklären wäre. Etwas Analoges der *f. Stirtoni* dürften wir in *Schistidium maritimum* sehen, welches als eine Küstenpflanze ebenfalls stärkere Rippen als die übrigen *Schistidium*-Arten besitzt. Der obigen Annahme würde in der Gattung

*Zygodon* die Tatsache widersprechen, dass *Z. conoideus*, welcher in seiner Verbreitung ebenfalls eng der Küstenlinie folgt, und auch zusammen mit der *forma Stirtoni* vorkommt, nie austretende Rippen zeigt. Da die *forma Stirtoni* vornehmlich eine Felsenpflanze ist, so könnte man die Ausbildung der starken Rippe mit dem Einflusse des Felsensubstrates im Zusammenhange bringen. Es wäre hierbei hinzuweisen, dass die *forma Stirtoni* auch auf Rinde vorkommt. Von Baumstämmen kenne ich die *f. Stirtoni* aus Norwegen, Ostfold, Onsö (Ryan) auf *Sorbus Aucuparia* und Dänemark, Insel Møen (C. Jensen) auf Buchen.

Die systematische Gliederung des *eu-viridissimus* bot grosse Schwierigkeiten. Sie ist nur zum Teil befriedigend ausgefallen. Nach zahlreichen Versuchen erschien mir die vorliegende Einteilung des Formenkreises des *eu-viridissimus* als die zweckmässigste und vielleicht auch die natürlichste. In der Beurteilung des systematischen Wertes der einzelnen Merkmale, habe ich versucht Objektivität zu bewahren. Wenn die Brutkörpermerkmale vorangestellt worden sind, so ist das nicht aus Vorliebe für die Brutkörper oder aus Voreingenommenheit geschehen. Es hat sich gezeigt, dass die Brutkörpermerkmale, als die relativ konstanteren und auch leichter erfassbaren, tatsächlich die geeignetesten Merkmale sind, auf Grund von welchen eine Einteilung des Formenkreises des *eu-viridissimus* ausgeführt werden kann.

#### *Subsp. dentatus* (Breidl.)

[*forma australis typ. orientalis* Correns; *var. dentatus* (Breidl.) Limpr.; *Z. dentatus* Breidl.],

ist durch eine Summe von Merkmalen von *eu-viridissimus* verschieden, unter denen die Zähnelung der Blattspitze das auffallendste, wenn auch nicht das beständigste Merkmal ist. Unter jüngeren Blättern findet man fast stets solche mit mehr oder weniger deutlicher Zähnelung, bei älteren Blättern ist die Zähnelung oft undeutlich. Das beständigste Merkmal der Unterart dürfte die Brutkörperform (Fig. 1, D) sein. Diese ist viel konstanter als die Brutkörperformen des *eu-viridissimus*. Die zu *dentatus* gehörigen Pflanzen sind schon im Herbar durch ihren lockerrasigen Wuchs kenntlich. Der treffliche Kenner der Alpenmoose, Herr J. Baumgartner, dem ich reichliches Material von *dentatus* und wertvolle Angaben über das Vorkommen und die Verbreitung der Unterart verdanke, teilte mir brieflich mit, dass *dentatus* in der Natur, wenn keine Kümmerformen vorliegen, schon nach dem Habitus

sich von *eu-viridissimus* durch den lockeren Wuchs und die flattrigen Stämmchen gut unterscheidet. Der Form nach tritt das *dentatus*-Blatt recht verschiedengestaltig auf (Fig. 5). Der Grad der Zähnelung ist ebenfalls sehr verschieden. Die Zellen der Lamina sind meist weniger stark verdickt und schwächer papillös als bei der *var. vulgaris* von *eu-viridissimus*. Das Zellnetz des mehr ovalen und gewöhnlich tiefer herablaufenden Blattgrundes ist lockerer als bei *eu-viridissimus*. Es besteht oft aus rechteckigen, dünnwandigen und fast hyalinen Zellen. In vielen Fällen ist jedoch das Zellnetzbild des *dentatus*-Blattes fast

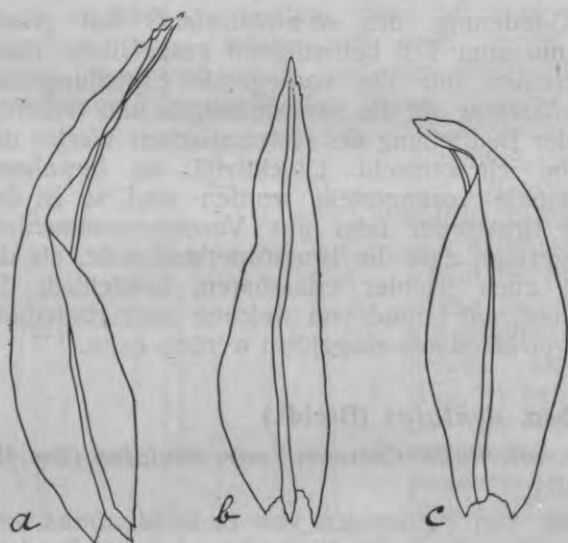


Fig. 5. Blattformen der subsp. *dentatus*. c — Blatt der *f. latifolia*. Vegr. 30.

ganz dasjenige des *eu-viridissimus var. vulgaris*. Ziemlich konstant ist die Ausbildung der Blattspitze in bezug auf die Rippe. Dieselbe habe ich bei *dentatus* nie verstärkt oder austretend angetroffen. Eine sehr auffallende, breitblättrige Form, die Dr. H. Paul bei Bernau, am Chiemsee sammelte (Fig. 5c), habe ich als *forma latifolia* unterschieden.

Die subsp. *dentatus* ist unter allen übrigen Formen des *Z. viridissimus* die einzige, welche das Artrecht beanspruchen könnte. Mit „Arten“

wie *Z. rupestris* Lindb. oder *Z. Stirtoni* Schimp. ist *dentatus* nicht zu vergleichen. Der Umstand, dass der Sporophyt des *dentatus* nur sehr unvollständig bekannt ist, erschwert in bedeutendem Masse die endgültige Entscheidung über der Artwert des *dentatus*. Die subsp. *dentatus* fruchtet sehr selten. Ich sah fruchtende Exemplare nur von Tölz in Oberbayern. Unter dem *Zygodon*-Material des Staatsherbariums in München befinden sich 2 Exemplare des *dentatus*, welche die Aufschriften „c. fruct.“ und „c. fructibus senioribus“ tragen. In dem

einen aus dem Herbare P. G. Lorentz mit der Fundortsangabe „Tölz, an einer grossen Buche der Bocksleiter mit *Orthotrichum pallens* etc. 2100' SO, leg. Molendo, 12. Dec. 1860“ sah ich nur alte Seten ohne Kapseln. In dem zweiten Herbarexemplare, ebenfalls aus dem Herbare Lorentz, mit der Fundortsangabe „Oberbayern, Tölz: in der Isarleiter an Ahorn und Buchen der ersten Terrasse, 2050—2100' OSO, leg. Molendo, 9. Dec. 1860“ war ein altes Sporogon samt der Kapsel zu finden. Dieses Sporogon ist das einzige, welches mir von der *subsp. dentatus* vorgelegen hat. Es sitzt pseudolateral und dabei zweifellos auf einer *dentatus*-Pflanze. Die Seta ist etwa 4 mm. lang. Die Kapsel ist leider alt mit verschrumpften Sporen. Hinweise auf das Vorhandensein eines Peristomes fehlen. Die Kapsel zeigt, soweit man es infolge ihres Alters konstatieren kann, bemerkenswerte Verschiedenheiten gegenüber den Kapseln von *eu-viridissimus* (Fig. 5 a). Abgesehen von der Form ist sie entschieden länger als es gewöhnlich die *eu-viridissimus*-Kapseln sind. Die *eu-viridissimus* Kapseln sind 1,2—1,7 mm. lang, die Kapsel der Tölzer-Pflanze ist 2 mm., lang. Auch die Sporen, die zum grössten Teile verschrumpft und dabei von sehr verschiedener Grösse sind, scheinen bedeutend



Fig. 5a. Fruchtende Pflanze der *subsp. dentatus* von Tölz. Vergr. 14.



grösser als bei *eu-viridissimus* zu sein. Es wäre daher möglich, dass beim Auffinden eines besseren Sporophytenmaterials von *dentatus*, die Sporophytenmerkmale des letzteren die Auffassung des *dentatus* als eine selbständige Art begründen könnten. Einstweilen stelle ich *dentatus* als Unterart zu *Z. viridissimus* in dessen Formenkreis *dentatus*, wenn auch als eine schon fast abgesonderte Form gehören dürfte.

Der gezähnten Blätter wegen wurde *dentatus* anfangs zu *Z. gracilis* Wils (*Z. Nowellii* Schimp.), resp. dessen *var. alpina* Schpr. gestellt. Breidler hat seine in Steiermark 1878 bei Eisenerz gesammelten Pflanzen als *Z. Nowellii var. alpina* zum Teil unter dem Fragezeichen verteilt. Im Jahre 1883 erkannte Breidler *dentatus* als eine von *Z. gracilis* verschiedene Pflanze und stellte die Art *Z. dentatus* Breidl. auf. Bei *Juratzka* in der Laubmoosflora p. 191 sind die Pflanzen von Breidler aus Steiermark, Radmertal bei Eisenerz noch als *Z. gracilis* Wils. angeführt. Die *subsp. dentatus* ist eine Alpenpflanze. Sie kommt im Alpengebiete von der Schweizer Jura bis zum Ötscher in Niederösterreich vor. Aus der Schweiz kenne ich *dentatus* aus den Kantonen: Waadt, Aargau, Zürich, Bern und Graubünden. Aus Oberbayern liegen zahlreiche Standorte vor. Auch aus dem Algäu und Voralberg ist *dentatus* bekannt. Ostwärts ist *dentatus* nach freundlicher Mitteilung Herrn J. Baumgartners „vom Ötscher in Niederösterreich durch den ganzen Kalkalpenzug bis Salzburg sehr verbreitet. In schattigen Voralpentälern ist er auf *Fagus* (seltener *Acer Pseudoplatanus*) geradezu ein stellenweise in Menge auftretendes Charaktermoos. Am Ostende des Kalkalpenzuges (Ötscher-Schneeberg) fehlt *dentatus* augenscheinlich. Im Haupt- (Urgebirgs) Zuge ist *dentatus* schon selten und südlich des Hauptkammes fehlt er wahrscheinlich ganz.“ Nördlich von der Donau ist *dentatus* von J. Baumgartner bei Burgstein gesammelt worden, wo die Pflanze nach Baumgartner in den Buchenwäldern des böhmisch-mährischen Massivgebirges eine inselartige Verbreitung zu haben scheint. Geographisch sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von der *subsp. dentatus* im südlichen Norwegen (Bratsberg, Tinn, Svadde ved foten av Gausta på alm 200 m., leg. Kaalaas, det. J. Hagen). Ich habe die Pflanzen dank dem freundlichen Entgegenkommen der Direktion des Botan. Museums in Kristiania untersuchen können und kann die Bestimmung Hagens nur bestätigen. Die Pflanze ist typisches *dentatus*.

Die *subsp. dentatus* wird von den niedrigsten Lagen bis etwa 1300 m. angetroffen und ist ausschliesslich Rindenbewohner, während *eu-viridissimus* auf Rinde und an Felsen vorkommt und sogar auf Sand angetroffen worden ist. Als Baumarten werden auf den



Fig. 6. Die Verbreitung der Formen des *Z. viridissimus* in Europa: + — *var. vulgaris*, ● — *var. occidentalis*, ▲ — *f. mediterranea*, ♣ — *f. Stirtoni*, ⊙ — *subsp. dentatus*.

Zetteln für *dentatus* angeführt: die Buche, *Acer Pseudoplatanus*, *Castanea sp.*, *Pirus communis*, *Ulmus sp.* und auch die Fichte und Weisstanne.

Im Zusammenhange mit dem Interesse, welches die *subsp. dentatus* auch zukünftig beanspruchen dürfte, lasse ich ein Verzeichnis der von mir untersuchten Fundorte der Unterart folgen. Von den angeführten Orten liegen oft zahlreiche Herbarexemplare vor.

Schweiz: Waadt, Ste-Croix (Meylan)!, Bern, Interlaken (Culmann)!, Zürich, Männedorf und Uetikon (Weber)!, Aargau (Geheeb)!, Graubünden, Bergell (Pfeffer)!

Algäu: Hinterstein (Holler, Herzog)!, Hirschsprung (Holler)! Oberstdorf (Molendo, Holler)!

Oberbayern: Tölz (Molendo, Lorentz)!, Schliersee (Molendo und Lorentz)!, Kochel (Schellenberg)!, Benedicktbeuren (Schellenberg)!, Chiemsee (Arnold, Paul)!, Königsee (Paul)!

Vorarlberg: Bregenzerwald (Holler)! (bei Rieden unweit Bregenz von Blumrich auch *eu-viridissimus*-var. *vulgaris* gesammelt!)

Tirol: Kufstein (Wahnschaff)!

Steiermark: Radmertal bei Hieflau (Braidler)!, Eisenerz (Braidler)!, Hartles Graben im Gesäuse (Baumgartner)!, „Sunk“ bei Trieben (Fehlner)!

Salzburg: Jäger-See im Klein-Arltal (Baumgartner)!

Oberösterreich: Ebensee (Baumgartner)!, Sengsen-Gebirge (Baumgartner)!

Niederösterreich: Opponitz (Baumgartner)!, Ötscher (Baumgartner)!, Burgstein bei Isper (Baumgartner)!

Norwegen: Telemark (Bratsbergs amt), Tinn, Svadde ved foten av Gausta på alm 200 m. leg. Kaalaas!

### Die Verbreitung der Formen des *Z. viridissimus*.

Schon im Vorhergehenden ist bei den einzelnen Formen die Verbreitung derselben besprochen worden. An dieser Stelle soll noch die Verbreitung nach Gebieten kurz behandelt werden. Auf der Kartenskizze (Fig. 6) sind die Fundorte nach Formen aufgetragen, soweit der Maßstab der Karte und die Fundortsangaben das Auftragen aller untersuchter Fundorte es erlaubten. Es konnten ungefähr  $\frac{2}{3}$  aller untersuchten Fundorte aufgetragen werden. Der Häufigkeitsgrad des *Z. viridissimus* in verschiedenen Gebieten, sowie das Häufigkeitsverhältnis der einzelnen Formen in einem Gebiete, sind aus der Karte nur un-

genügend zu ersehen. Die Karte soll hauptsächlich nur die Verbreitung der einzelnen Formen veranschaulichen.

In Finnland und Skandinavien, den atlantischen Teil Norwegens nicht ausgeschlossen, dominiert die *var. vulgaris* entschieden. Die westliche *var. occidentalis* ist natürlicherweise in Norwegen viel häufiger als in Schweden und Finnland. In Schweden sah ich die *var. occidentalis* ausser Gotland nur einmal in der *forma Stirtoni* vom Kap Kullen, und in Finnland ist sie nur von Åland bekannt. In Dänemark sind *var. vulgaris* und *var. occidentalis* ungefähr gleich häufig, was auch für die benachbarten deutschen Gebiete Schleswig-Holstein, Hamburg und Lübeck zutrifft. Auf den britischen Inseln und in Nord- und Nordwest-Frankreich (etwa nördlich von der Loire) dominiert entschieden die *var. occidentalis*. In Mittel- und Süd-Frankreich sehen wir wieder die *var. vulgaris* als vorherrschende Rasse.

In ganz Deutschland mit Ausnahme des Küstengebietes und des bayerischen Alpen- und Voralpengebietes ist die *var. vulgaris* die entschieden häufigste und durch weitere Gebiete die einzige Form des *Z. viridissimus*. Dieses trifft auch für die östlichen Grenzgebiete des Verbreitungsareales der Art wie Polen, Ungarn und die Karpaten zu.

Das Alpengebiet ist durch das Auftreten der *subsp. dentatus* gekennzeichnet. Ausser dieser Form kommt hier auch die *var. vulgaris* vor. In der Schweiz dürften beide Formen nahezu gleich häufig sein. In dem bayerischen Alpengebiete fehlt die *var. vulgaris* wahrscheinlich ganz oder ist sehr selten, die *subsp. dentatus* ist dagegen häufig. Nach Baumgartner dominiert im östlichen Alpengebiet die *subsp. dentatus* im nördlichen Kalkalpenzuge, während im südlichen Teile die *var. vulgaris* als die vorherrschende Form auftritt.

Im Mittelmeergebiet und in den eigentlich ausserhalb dieses Gebietes liegenden Teilen Süd-Europas kommt nur die *var. vulgaris* mit der *f. mediterranea* vor. Auch von den Kanarischen Inseln, Tunis, Skutari und Lenkoran in Transkaukasien ist die *var. vulgaris* bekannt. Aus der folgenden Tabelle dürfte die Verbreitung der Formen in einzelnen Gebieten ersichtlich sein. Die Zahlen bedeuten die Anzahl der untersuchten Fundorte resp. Herbarexemplare. In dem vorliegenden Falle, wie bei Kryptogamen meist überhaupt, repräsentiert ein jedes Herbarexemplar einen eigenen Fundort. Denn falls zwei Herbarexemplare auch von demselben Sammler an gleicher Lokalität nur zu verschiedener Zeit gesammelt worden sind, so liegt sehr wenig Wahrscheinlichkeit vor, dass sie von demselben Baumstamme oder Felsen geschweige denn von demselben Rasen herkommen.



	<i>viridis</i> +	<i>f. mediterranea</i> ▲	<i>occidentalis</i> ●	<i>f. Stürtoni</i> ◐	<i>dentatus</i> ⊙
1) Nord-Amerika . . . . .	4	—	—	—	—
2) Finnland . . . . .	17	—	1	3	—
3) Schweden . . . . .	15	—	1	3	—
4) Norwegen . . . . .	42	—	9	10	1
5) Dänemark . . . . .	8	—	9	3	—
6) Schleswig-Holstein, Hamburg, Lübeck . . . . .	16	—	13	—	—
7) Deutschland ausser 6 und 8 . . . . .	57	—	4	—	—
8) Oberbayern (incl. Algäu) . . . . .	—	—	—	—	20
9) Schweiz . . . . .	13	—	—	—	9
10) Österreich. Alpengebiet . . . . .	11	—	—	—	21
11) Tschechoslovakei, Polen, Ungarn (incl. Karpaten) . . . . .	3	—	1	—	—
12) Britische Inseln . . . . .	6	—	30	10	—
13) Holland . . . . .	—	—	1	—	—
14) Belgien . . . . .	3	—	—	—	—
15) Frankreich + Korsika . . . . .	19	2	22	3	—
16) Pyrenäische Halbinsel + Balearen . . . . .	4	1	1	—	—
17) Italien (Sardinien und Sizilien incl.) . . . . .	20	7	—	—	—
18) Illyrische Länder . . . . .	18	5	—	—	—
19) Griechenland . . . . .	1	—	—	—	—
20) Kleinasien (Skutari) . . . . .	1	—	—	—	—
21) Kaukasus (Lenkoran) . . . . .	1	—	—	—	—
22) Kanarische Inseln . . . . .	1	—	—	—	—
23) Tunis . . . . .	1	—	—	—	—

Ausser der Verbreitung der Formen in einzelnen Gebieten ist aus der Tabelle in den vertikalen Reihen die Gesamtverbreitung der entsprechenden Form zu ersehen. So ist die *subsp. dentatus* im Alpengebiete in 50 Fundorten und aus Norwegen in 1 Fundorte angetroffen. Der norwegische Standort kann daher mit Recht als ein abgesondertes Vorkommnis angesehen werden. Die *var. occidentalis* wurde in 91 Fundorten angetroffen, die sämtlich in Ländern liegen, welche sich an die westliche Küste Europas, anschliessen. Nur 1 Fundort in 11), Ungarn, Siebenbürgen, Nagy-Ag liegt weit im Binnenlande. Auch dieser ist als ein abgesondertes Vorkommnis anzusehen.

Was die Gesamtanzahl der untersuchten Fundorte des *Z. viridissimus* anbetrifft, so ist diese, wenn man das relativ seltenere Vorkommen der Art in den meisten Gebieten Europas in Betracht zieht, genügend gross um die Verbreitung der Formen in allgemeinen Linien fest-



zusetzen. Weiteres Material aus West-Europa dürfte in der gegebenen Verbreitung der Formen nichts wesentliches ändern. Es wäre zu erwarten, dass *Z. viridissimus* in den Formen *var. vulgaris* oder *var. occidentalis* noch an der östlichen Küste des Baltischen Meeres und auf den zu Estland angehörigen baltischen Inseln angetroffen werden könnte.

Als eine gewisse Lücke muss empfunden werden, dass ich *Z. viridissimus* von den höheren Lagen im Kaukasus nicht untersuchen konnte. Die entsprechenden Exemplare im Herbarium Prof. Dr. V. F. Brotherus sind verlegt worden und konnten nicht aufgefunden werden. Ich hätte mir aus diesem Material einiges für die Klärung der Verbreitung der *subsp. dentatus* versprochen.

Im Folgenden sind einzelne, vom geographischen Standpunkte aus  $\pm$  bemerkenswerte Fundorte des *Z. viridissimus subsp. eu-viridissimus* angeführt.

#### Nord-Amerika.

Hudson Bay (Drummond)! *vulg.*; Cascade Mountains (Allen)! *vulg.*; Adirondack, N. J. (Britton)! *vulg.*; Vancouver Inseln und White Top, Va. (Small et Britton) nach E. G. Britton<sup>1)</sup>.

#### Europa.

Nördliche Fundorte: Fär-Öer (C. Jensen)! *occid.*; Norwegen, Nordland, Salten, Fauske (Hagen)! *occid.*; Finnland, Kuusamo (Brotherus)! *occident.* + *vulg.* (Übergang?).

Östliche und südöstliche Fundorte. Finnland: Ostrobotnia kajanensis nach Bomansson und Brotherus<sup>2)</sup>; Tavastia borealis (Brotherus)! *vulg.*; Tavastia australis (Norrlin)! *vulg.*; Nylandia (Brotherus, Brenner)! *vulg.*, darunter Hogland (Brenner); Regio aboënsis (S. O. Lindberg)! *vulg.*; Alandia (Bomansson) *vulg.* + *occident.* + *Stirt.*

Pommern: Friedrichshorst bei Gr. Linichen (Hintze, Roemer)! *vulg.*  
Schlesien: Rybnik und Ochojetz (Fritze)! *vulg.*

Karpaten: Fatra Krivan (Baumgartner)! *vulg.*; Javorina (Fritze)! *vulg.*; Hohe Tatra, Podspady (Fritze) nicht gesehen, die Pflanze fehlt nach freundlicher Mitteilung des Herrn Prof. Dr. J. Györrfy im Herbare

<sup>1)</sup> Britton, E. G., The genus *Zygodon* in North America. The Bryologist Vol. XI, № 4, p. 61—65, (1908).

<sup>2)</sup> Bomansson, J. O. et Brotherus, V. F., Herbarium Musei Fennici II., Musci (1894).

Limprichts, wie der Besitzer des Herbares Herr Dr. A. de Degen Herrn Prof. Dr. J. Györfy mitteilte.

Galizien: (Žmuda) nicht gesehen, in Kosmos XXXVII, 1912, Lemberg, nach Justs Bot. Jahresh.

Siebenbürgen: Hanyad (Péterfi)! *occid.*; Fogaraser Alpen (Herzog) nach Herzog, Kryptog. Forschungen 4, p. 292 (1919), nicht gesehen.

Taurien: Jaila Gebirge (Sapêhin), nicht gesehen.

Kaukasus: Ossetia (Brotherus), nicht gesehen: Lenkoran (Mikutowicz)! *vulg.*

Kleinasien: Skutari! *vulg.*

Südliche und südwestliche Fundorte.

Griechenland: Cephalonia (Bretzel)! *vulg.*

Sizilien: Agrigenti (Martelli)! *medit.*

Balearen: Majorca (Nicholson)! *medit.*

Spanien: Algeciras (Fritze)! *vulg.*

Portugal: Algarve (Solms)! *vulg.*

Spanien: Pontevedra (Luisier)! *vulg.*; Asturien (Durieu)! *occid.*

Pyrenäen: leg. Schimper! *occid.*

#### Afrika.

Tunis: Draham (Pittard)! *vulg.*

Algier: nach Brotherus in Engler-Prantl Pflanzenfamilien, nicht gesehen.

Kanarische Inseln: Teneriffa (Fritze)! *vulg.*

*Z. viridissimus* ist Rinden- und Felsbewohner. Als maximale Höhe für die Schweiz (Fribourg) werden von Amann<sup>1)</sup> 1547 m. angegeben. Wie es schon angeführt wurde, ist die *subsp. dentatus* ausschliesslich Rindenbewohner. Die Formen der *subsp. eu-viridissimus* kommen dagegen alle wie auf Rinde so auch an Felsen vor. Als Baumarten werden bei *eu-viridissimus* von Laubbäumen angegeben: *Fagus sylvatica*, *Ulmus sp.*, *Fraxinus sp.*, *Tilia sp.*, *Betula sp.*, *Robinia sp.*, *Quercus sp.*, *Salix sp.*, *Sorbus Aucuparia*, *Pirus sp.*, im Süden auch *Olea europaea*, *Castanea sp.*, *Laurus sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Tamarix sp.* und *Vitex agnus castus*. Seltener kommt *Z. viridissimus* auch an Nadelbäumen vor: Deutschland, Pommern, Wollin, Misdroy, auf einer Düne an *Kiefern* (Winkelmann)! *occ.*; Frankreich, Vendée, dunes de Fromentine à la base des Pins (Camus)! *occ.*; Italien: Pisa,

<sup>1)</sup> Amann, J., Nouvelles additions et rectifications à la flore des Mousses de la Suisse. Bull. Soc. vaud. sc. nat. 55, p. 131 (1923).

ad Pinorum truncos in silva Pisana (Arcangeli)! *vulg.* und Görz an Zypressen im Volksgarten (Breidler, Loitbsberger)! *vulg.* Auch bei Skutari in Klein-Asien ist *Z. viridissimus* auf Zypressen gesammelt worden. Was anorganische Substrate anbetrifft, so kommt nach Hagen (l. c.) *Z. viridissimus* in Norwegen auf Gneis, Granit, Porphy, rotem Sandstein, Glimmerschiefer, Chloritschiefer und Kalkstein vor. Es scheint somit nach Hagen weniger auf die chemische als auf die physikalische Beschaffenheit des Substrates anzukommen. Wie Hagen daselbst bemerkt, bevorzugt die Art trockene und warme Bergseiten. Zu den von Hagen angeführten Gesteinsarten könnte noch Basalt und Phonolith hinzugefügt werden. Ein seltenes Vorkommen dürfte das der *var. occidentalis* auf Sand sein (Schleswig, Glücksburg, bewaldete Strandabhänge bei Quellental, Dez. 1876, leg. Prah!)

*Z. viridissimus* fruchtet im Süden bedeutend öfter als im Norden. Relativ zahlreiche fruchtende Exemplare sah ich aus dem Mittelmeergebiete. In diesen waren fast stets ♂ und ♀ Pflanzen gemischt. Das seltene Fruchten der Art im Norden scheint wenigstens zum Teil in dem getrennten Vorkommen der ♀ und ♂ Pflanzen und dem öfteren Ausbleiben der ♂ Pflanzen seinen Grund zu haben.

#### *Zur Phylogenie der Formen des Z. viridissimus.*

Da die *var. vulgaris* im ganzen Verbreitungsgebiete der Art vorkommt, die übrigen Formen dagegen nur Teilgebiete des gesamten Artareales bewohnen, dürfte schon aus diesem Grunde die *var. vulgaris* als die ursprüngliche und zugleich älteste Form angesehen werden. Diese Annahme wird auch dadurch gestützt, dass die *var. vulgaris* die einfachere Brutkörperform (Zellfadenform) besitzt, welche in der Gattung *Zygodon* wie auch in der Familie der *Orthotrichaceae* die dominierende Brutkörperform ist. Die Zellkörperbrutkörper sind gewöhnlich grösser als die Zellfadenbrutkörper. Sie sind auch fester gebaut als die Zellfadenbrutkörper, denn die letzteren zerbrechen leicht, besonders wenn es sich um längere Brutkörper handelt, wie z. B. bei *Z. quitensis* Mitt. aus Süd-Amerika. Die Zellkörperform würde demnach nicht nur einen komplizierteren, sondern zugleich auch einen vollkommeneren Typus darstellen. Der Zellkörperbrutkörper ist in den ersten Entwicklungsstadien ein Zellfaden. Zuerst sind nur Querwände vorhanden, die Längswände werden erst später gebildet. Demnach spricht auch die Ontogenese des Zellkörperbrutkörpers für die Zellfadenform als die älteste Form.

Die Aufspaltung des *Z. viridissimus* in geographische Rassen dürfte erst in neuerer Zeit erfolgt sein. Während der Vereisung könnte *Z. viridissimus* in Süd-Europa Zuflucht gefunden haben, von wo aus später die Auswanderung nordwärts längs der atlantischen Küste und in das Alpengebiet erfolgte. Dabei entstanden oder traten neue Merkmale hervor, wie die Zellkörperform der Brutkörper, die verdickte, als Endstachel austretende Blattrippe der *forma Stirtoni* und im Alpengebiete bildete sich die *subsp. dentatus* aus.

***Zygodon conoideus* (Dicks.) Hook. et Tayl.**

(*Z. Brebissoni* Br. eur.)

Zweihäusig. ♂ und ♀ Pflanzen in gesonderten Rasen oder gemischtrasig. Rasen meist kleiner und Stämmchen graziler als bei *Z. viridissimus*. Brutkörper (Ausbildung und Ablösung wie bei *Z. viridissimus*) auch in reifem Zustande mit fast stets farbloser, verdickter

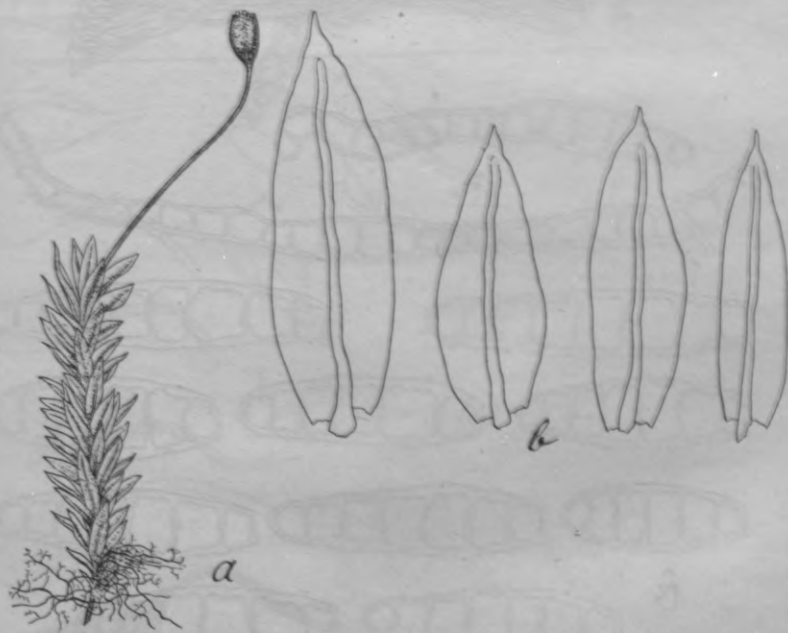
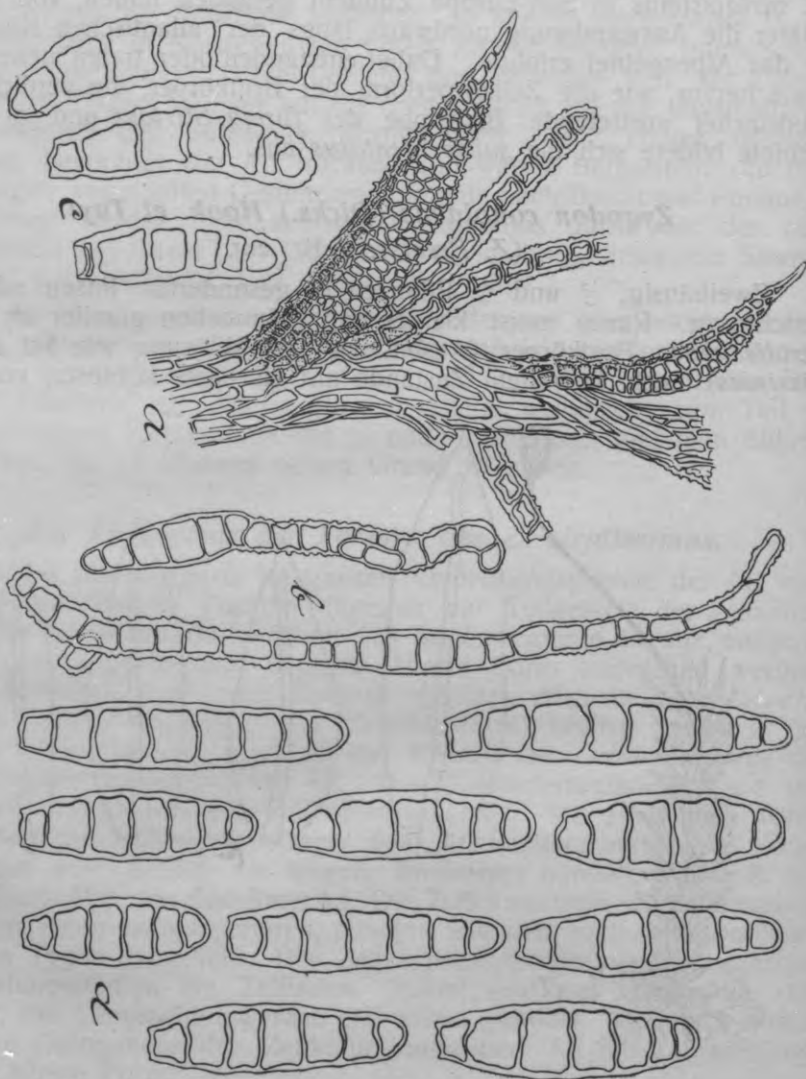


Fig. 7. *Z. conoideus*. a — Habitusbild; b — Blattformen. Vergr. 30.

Fig. 8. *Z. conoidens*. a — junge Pflanze mit sekundärem Protonema; b — ausgekeimte Brutkörper; c — gelbe Brutkörper mit papillöser Membran. Vergl. a—b 185, c—d 270.





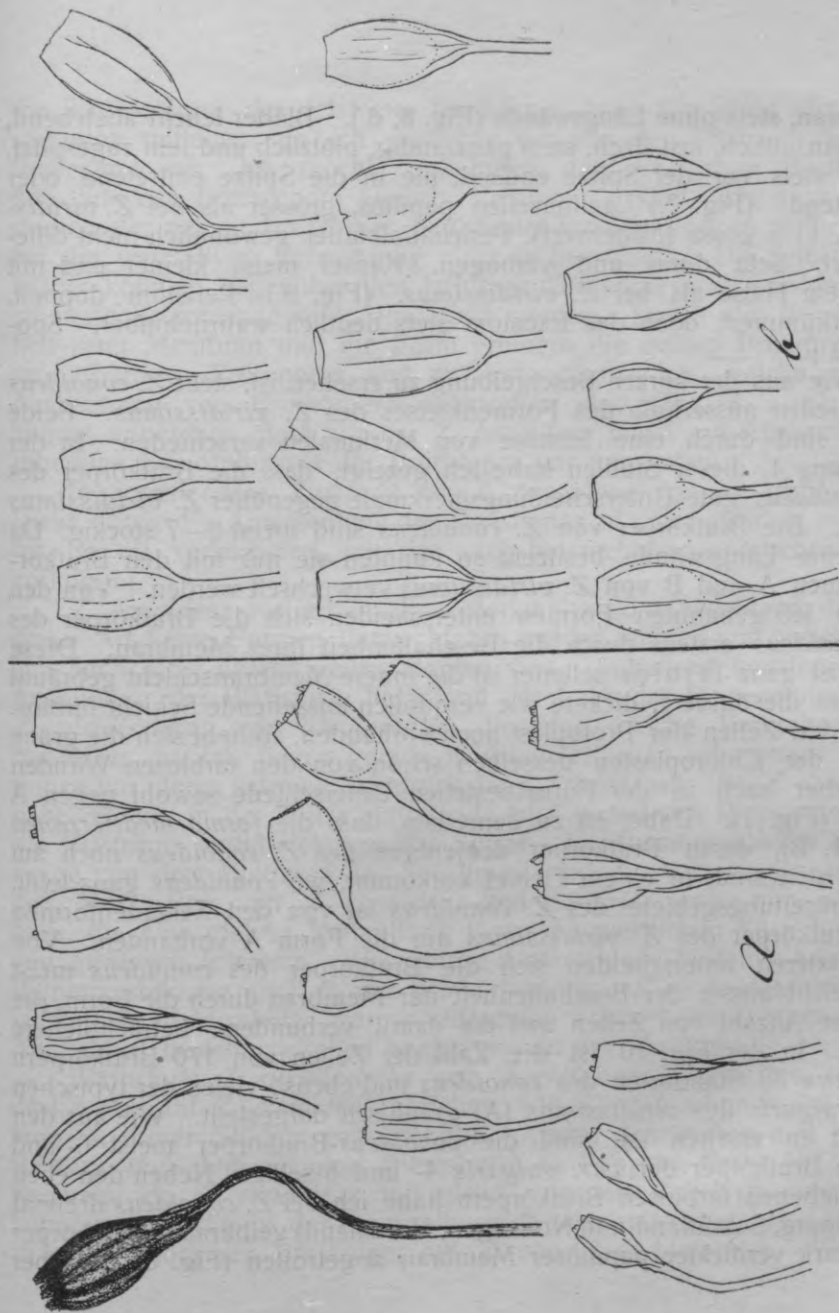


Fig. 9. a — Kapselformen des *Z. conoides*; b — Kapselformen des *Z. viridissimus*. Vergr. 14.

Membran, stets ohne Längswände (Fig. 8, d.). Blätter feucht abstehend, breit lanzettlich, fast flach, stets ganzrandig, plötzlich und fein zugespitzt. Rippe stets vor der Spitze endend, nie in die Spitze eintretend oder austretend. (Fig. 7.) Laminazellen papillös, grösser als bei *Z. viridissimus*, 11  $\mu$  gross (Mittelwert). Perichätialblätter gewöhnlich nicht differenziert. Seta dünn und verbogen. Kapsel meist kleiner und mit längerem Halse als bei *Z. viridissimus*. (Fig. 9.) Peristom doppelt, oft verkümmert, doch das Exostom stets deutlich wahrnehmbar. Sporen 19  $\mu$ .

Wie aus der kurzen Beschreibung zu ersehen ist, steht *Z. conoideus* entschieden ausserhalb des Formenkreises des *Z. viridissimus*. Beide Arten sind durch eine Summe von Merkmalen verschieden. In der Abteilung 1. dieser Studien habe ich gezeigt, dass die Brutkörper des *Z. conoideus* gute Unterscheidungsmerkmale gegenüber *Z. viridissimus* bieten. Die Brutkörper von *Z. conoideus* sind meist 6—7 stockig. Da sie keine Längswände besitzen, so könnten sie nur mit den Brutkörperformen A und B von *Z. viridissimus* verwechselt werden. Von den beiden letztgenannten Formen unterscheiden sich die Brutkörper des *Z. conoideus* erstens durch die Beschaffenheit ihrer Membran. Diese ist meist ganz farblos seltener ist die innere Membranschicht gebräunt und nur die äussere, dickere wie verquollen aussehende Schicht farblos. Ist in den Zellen der Protoplast noch vorhanden, so hebt sich die grüne Farbe der Chloroplasten desselben schön von den farblosen Wänden ab. Aber auch in der Form bestehen Unterschiede sowohl gegen A wie B (Fig. 1). Dabei ist zu bemerken, dass die *forma mediterranea* (Fig. 1, B), deren Brutkörper denjenigen des *Z. conoideus* noch am ähnlichsten sind, in einem Gebiet vorkommt, wo *conoideus* ganz fehlt. Im Verbreitungsgebiete des *Z. conoideus* ist von den Zellfadenformen der Brutkörper des *Z. viridissimus* nur die Form A vorhanden. Von der letzteren unterscheiden sich die Brutkörper des *conoideus* meist sehr leicht ausser der Beschaffenheit der Membran durch die Form, die grössere Anzahl von Zellen und die damit verbundene beträchtlichere Länge. In der Fig. 10 ist die Zahl der Zellen von 170 Brutkörpern von etwa 30 Standorten des *conoideus* und ebenso vielen der typischen *var. vulgaris* des *viridissimus* (A) graphisch dargestellt. Wie aus den Kurven zu ersehen ist, sind die *conoideus*-Brutkörper meist 6- und 7-, die Brutkörper der *var. vulgaris* 4- und 5-zellig. Neben den eben beschriebenen farblosen Brutkörpern habe ich bei *Z. conoideus* dreimal (Cherbourg, Schottland und Norwegen, Hordaland) gelbbraune Brutkörper mit stark verdickter papillöser Membran angetroffen (Fig. 8, c). Über

die Entwicklung der letzteren Brutkörper kann ich leider nichts Bestimmtes mitteilen, da ich dieselben nur von den Pflanzen abgelöst, freiliegend sah. Ich möchte annehmen, dass die gelben Brutkörper, den farblosen Brutkörpern ähnlich, stammbürtig sind. Da auch Keimstadien der gelben Brutkörper beobachtet worden sind, so ist ihr Anteil bei der vegetativen Vermehrung nicht zu bezweifeln. Die gelben Brutkörper könnten gegenüber den farblosen Brutkörpern als weniger differenzierte Protonemagebilde aufgefasst werden. Durch die Beschaffenheit ihrer Membran und die Form erinnern die gelben Brutkörper an stammbürtiges Protonema und an Protonemastadien, welche bei der Auskeimung von Brutkörpern anzutreffen sind (Fig. 8, a, b). Man könnte annehmen, dass wir bei *Z. conoideus* einen auf Atavismus beruhenden Dimorphismus der Brutkörper vor uns haben.

In fruchtendem Zustande ist *Z. conoideus* von *Z. viridissimus* leicht durch die Anwesenheit des Peristomes zu unterscheiden. Letzteres ist oft verkümmert, wie das auch bei mehreren exotischen Arten vorkommt.

*Z. conoideus* variiert in allen Merkmalen so unbedeutend, dass bei dieser Art keine Formen unterschieden werden können und wahrscheinlich auch nicht unterschieden worden sind. Auffallend konstant ist die Ausbildung der Blattspitze betreffend der Lage des Rippenendes. Bei *Z. viridissimus* var. *occidentalis*, die eine gleiche Verbreitung wie *conoideus* besitzt, liegen gerade in dieser Hinsicht sehr grosse Variationen vor, deren extremer Ausdruck die f. *Stirtoni* ist. Bei *Z. conoideus* habe ich nie in der Spitze eintretende oder austretende Rippen gesehen, die Blattrippe endet stets vor der Spitze. Im Zusammenhange mit der Frage von dem Einflusse des Seeklimas, sind die Verschiedenheiten in den Merkmalen von *Z. conoideus* und *Z. viridissimus* var. *occidentalis*, die eine gleiche Verbreitung längs der westlichen Küste besitzen, von gewissem Interesse. Wesentliche Unterschiede bestehen ausser der Rippenausbildung auch in der Brutkörperform. *Z. conoideus* hat Zellfaden-, *Z. viridissimus* var. *occidentalis* Zellkörperbrutkörper. Eine Ähnlichkeit besteht zwischen beiden nur in der Blattform.

Warnstorfs *Z. viridissimus* var. *brevifolius* (Laubmoose, p. 351) dürfte sich auf *Z. conoideus* beziehen, wie ich das schon in der Abteilung 1. dieser Studien gezeigt habe. Ausser den kurzen und breiten Blättern und dem Standort (Flensburg, an Pappeln, Prahl 1877), von welchem ich *Z. conoideus* mit gleichlautendem Zettel gesehen habe, könnten auch die in der Beschreibung der Varietät angeführten längeren 5—7 stockigen Brutkörper auf *Z. conoideus* hinweisen. Wie aus

der Fig. 10 ersichtlich ist, habe ich unter 170 Brutkörpern der *var. vulgaris* von *Z. viridissimus*, die einzig nur vorgelegen könnte, da Warnstorf die *var. brevifolius* unter der *forma borealis* Correns anführt, keinen 7-zelligen gefunden. Sollten 7-zellige Brutkörper bei

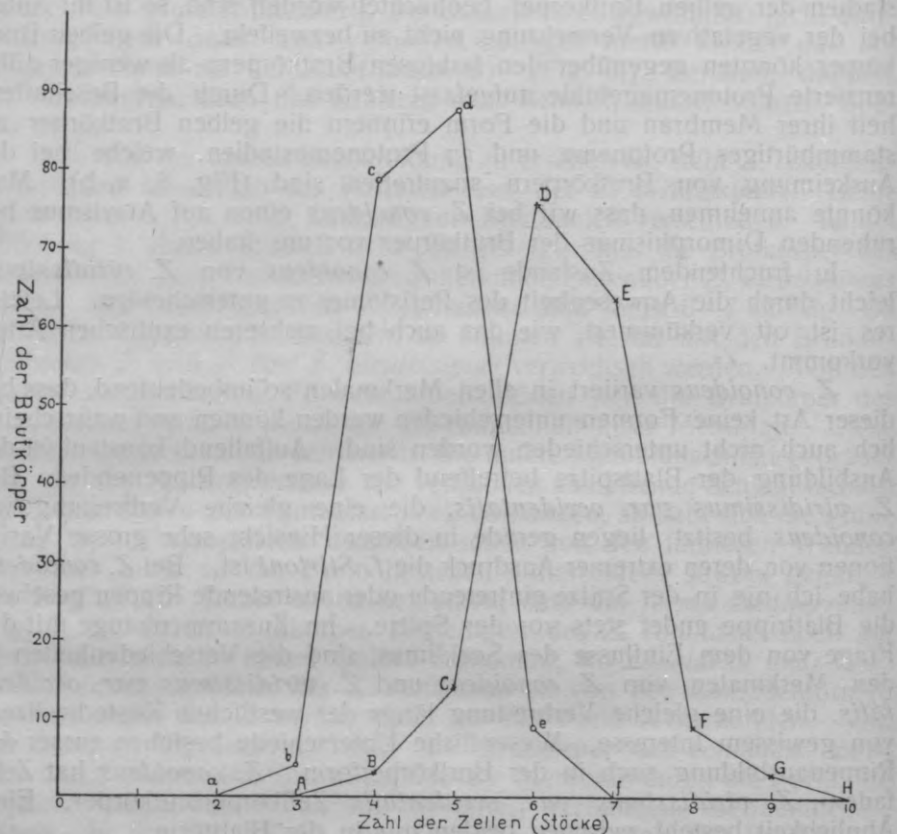


Fig. 10. Zahl der Zellen in den Brutkörpern von *Z. conoideus* (ABCDEF) und der typischen *eu-viridissimus var. vulgaris* (abcdef). Anzahl der untersuchten Brutkörper—170.

der *var. vulgaris* doch angetroffen werden, so liegt, soweit ich die Verhältnisse bei *eu-viridissimus* kenne, sehr wenig Wahrscheinlichkeit vor, dass diese mit dem breiten und kurzen *occidentalis*-Blatt zusammen auftreten würden.

*Z. conoideus* ist auf die alte Welt begrenzt, wo die Art das westliche Küsten- und Inselgebiet von Åland bis zu den Kanarischen Inseln bewohnt. *Z. conoideus* ist auch für Nord-Amerika angegeben worden, doch beruhen diese Angaben, wie E. G. Britton (l. c.) gezeigt hat, auf Verwechslungen. Wie es schon in der Abteilung I dieser Studien (1921) mitgeteilt wurde, ist die Bemerkung von Limpricht, dass die Angaben von Jensen, Lindberg und Prahl über das Vorkommen von *Z. conoideus* in Schleswig sich auf *Z. Forsteri* (Dicks.) Mitt. beziehen, irrtümlich. Zur Verbreitung der Art seien folgende Standorte angeführt: Finnland: Åland, Sund, Bergö (Bomansson)! eingesprengt zwischen *Z. viridissimus*. Norwegen: Rogaland (Stavangers amt); Hordaland (Søndre Bergenhus amt); Sogn og Fjordane (Nordre Bergenhus amt). Es werden von Hagen von den genannten Bezirken insgesamt 17 Standorte angeführt. Dänemark: Jütland, Langaa (C. Jensen)!; Insel Alsens c. fruct. (Prah)! Fär-Öer: Syderö, Vaag (C. Jensen)! zusammen mit *Z. viridissimus var. occidentalis*. Deutschland: Schleswig, Flensburg (Prah)!; Schleswig, Hadersleben (Prah)!; Hamburg (Timm und Wahnschaff)!; Ostfriesland, Aurich (Eiben)!; Ostfriesland, Egels (Eiben)!; Rheinprovinz, Eupen (Römer), in Warnstorf, Deutsche Laubmoose als *Z. viridissimus!* Belgien: Louette-Saint-Pierre (Gravet) in Gravet, Bryotheca belgica № 323! Grossbritannien: nach freundlicher Mitteilung des Herrn H. N. Dixon durch das ganze Inselgebiet verbreitet. Ich konnte Exemplare von 15 Standorten aus den verschiedenen Gegenden des Gebietes untersuchen. Frankreich: nach Dismier<sup>1)</sup> ist die Art in den Departements: Manche, Calvados, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine, Finistère und Loire-Inférieure mit Sicherheit festgestellt. Spanien: Pontevedra (Luisier)! Kanarische Inseln: Gran Canaria (Bryhn).

Da *Z. conoideus* und *Z. viridissimus var. occidentalis* eine gleiche Verbreitung aufweisen, hat man Grund anzunehmen, dass in Gegenden, in welchen die *occidentalis* vorkommt, *Z. conoideus* aber bisher nicht festgestellt worden ist, der letztere noch angetroffen werden könnte. Demnach wäre im Norden *Z. conoideus* an der Südküste von Schweden, auf Bornholm, an der Küste Pommerns, auf Gotland und vielleicht auch auf Oesel zu erwarten. In Frankreich dürfte *Z. conoideus* auch südlich von der Loire längs der Küste gefunden werden. Ebenso ist das Vorkommen der Art im nördlichen Spanien und ausser Gran Canaria auch auf den übrigen Kanarischen Inseln sehr möglich. Auf der

<sup>1)</sup> Dismier, G., Note sur le *Zygodon conoideus* (Dicks.) Hook. et Tayl., d'après le travail M. N. Malta. Revue bryologique 1922, p. 61.



Verbreitungsskizze (Fig. 11) sind die letztgenannten Gebiete zum Teil in das gezeichnete Verbreitungsareal des *Z. conoideus* mit eingeschlossen.

*Z. conoideus* ist fast ausschliesslich Rindenbewohner. Als Baumarten werden auf den Zetteln: *Fagus silvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Populus sp.*,



Fig. 11. Verbreitungsgebiete von *Z. conoideus* mit ——— umgrenzt, von *Z. forsteri* mit - - - - - umgrenzt und von *Z. gracilis* // // // bezeichnet.

*Salix sp.*, „Obstbäume“, *Sambucus racemosa* (England, Sussex, leg. Nicholson) angegeben. In vereinzelt Fällen kommt *Z. conoideus* auch auf Felsen vor (Fär-Öer). Ich fand die Pflanze in einem mir von Herrn C. Jensen freundlichst übersandten Exemplar des *Z. viridissimus* von den Fär-Öern in einem kleinen einzelnen Räschen. Nach der Mitteilung Herrn C. Jensen wuchsen die Pflanzen an Felsen.

*Zygodon gracilis* Wils.

(*Z. Nowellii* Schimp.; *Z. viridissimus*  $\beta$  *saxicola* Molendo; *Didymodon gracilis* Schimp.; *Didymodon subalpinus* Card.)

Zweihäusig. ♂ und ♀ Pflanzen in gesonderten Rasen, seltener gemischt-rasig. ♂ Blüten dick knospenförmig, endständig. Rasen breit bis über 7 cm. hoch, trocken starr. Pflanzen von Habitus einer *Barbula* oder *Didymodon* sp. Brutkörper fehlend. Blätter feucht zurückgekrümmt, länglich-lanzettlich, herablaufend, oberwärts gekielt, scharf zugespitzt, an der Spitze gezähnt. Laminazellen im grössten Teile des Blattes unregelmässig, meist rundlich, klein, etwa 8 $\mu$  gross, papillös, am Blattgrunde rechteckig bis linear, gelb, dickwandig. Perichätialblätter wenig differenziert, meist gerade und sehr scharf zugespitzt. Sehr selten fruchtend. Kapsel länglich-zylindrisch. Peristom doppelt mit Vorperistom. Exostom bleich, papillös sich in 16 Zähne spaltend. Endostom mit 8 schwach papillösen, kräftig entwickelten, zweizellreihigen Wimpern (Fig. 19). Sporen 15 $\mu$ .

*Z. gracilis* ist unter den europäischen *Zygodon*-Arten schon durch seinen Habitus eine sehr auffallende Erscheinung. Brutkörper, welche bei allen anderen Arten vorkommen, werden bei dieser Art wahrscheinlich nie ausgebildet. Jedenfalls habe ich solche bei der Untersuchung von 50 Exemplaren aus dem ganzen Verbreitungsgebiete der Art, sowohl aus den Alpen wie aus Nord-England, nicht angetroffen. Da die Pflanze sehr selten fruchtet, wäre vegetative Vermehrung bei ihr wohl zu erwarten. Es ist möglich, dass eine Rolle bei der vegetativen Vermehrung des *Z. gracilis* kleinen Ästchen zufällt, die in den Blattachsen entstehen, sich relativ leicht ablösen und schon vor der Ablösung am Grunde mit Rhizoiden versehen sind. Es dürfte sich in diesem Falle doch nur um wenig differenzierte Gebilde handeln.

Durch die oberwärts gezähnten Blätter unterscheidet sich *Z. gracilis* von einer ganzen Anzahl anderer Moose. In der Form und der Grösse variieren die Blätter recht erheblich (Fig. 12). Die englischen Pflanzen besitzen gewöhnlich schmalere Blätter als die Alpenpflanzen. Die Frage über die Verschiedenheit der englischen Pflanzen und der Alpenpflanzen ist in der Systematik des *Z. gracilis* schon mehrfach behandelt worden. *Culmann* hat sich zu derselben in „Flore des Mousses de la Suisse“ in folgender Weise geäussert:

„Limpricht dit que Schimper distinguait notre plante des Alpes de la plante anglaise sous le nom de *Z. Nowellii* var.  $\beta$  *alpina* et rapporte tous les expl. des Alpes à cette variété, tandis qu'en réalité Schimper

n'attribue à la variété qu'une seule station: celle de Livinaiongo. Néanmoins il me semble que, de fait, Limpricht a raison en ce sens que toutes les plantes des Alpes se tiennent de près et semblent former une race légèrement distincte de celle d'Angleterre. Je propose donc de nommer *Z. gracilis* Wils. var. *alpina* Schimper toutes les plantes des Alpes. Elles sont plus robustes et possèdent des feuilles plus larges que les mousses anglaises."

Es steht fest, dass die englischen Pflanzen nur selten so robust ausgebildet sind, wie die meisten Pflanzen aus der Schweiz und Tirol.

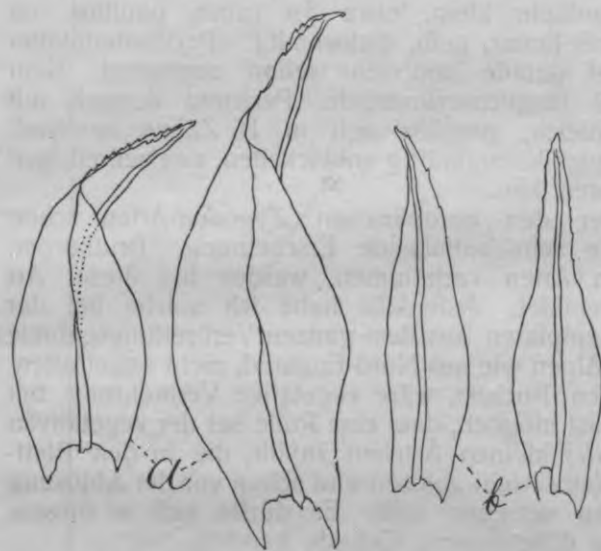


Fig. 12. Blätter von *Z. gracilis*. a — Bl. höherer, breitblättriger Pflanzen, rechts — Tirol, Windisch-Matrei (Baumgartner), links Jorkshire (Holt); b — Bl. kleinerer, schmalblättriger Pflanzen, rechts — Tirol, Kitzbühler Horn (Braidler), links — Lancashire (Hunt).

Die bayerischen Pflanzen sind dagegen sehr oft den englischen in der Grösse und Stärke gleich. Die verschiedene Blattbreite steht mit der Grösse und Stärke der Pflanzen im Zusammenhange. Es gibt demnach Fälle, in denen die englischen Pflanzen von den Alpenpflanzen durch die Blattform und Blattgrösse nicht zu unterscheiden sind (Fig. 12). Meiner Meinung nach, handelt es sich bei der Alpenpflanze keineswegs um eine mehr oder weniger scharf abgegrenzte Rasse. Die Unterscheidung der höheren robusteren und breitblättrigen Alpenpflanzen als *var. alpinus* Schimp. wäre aber durchaus statthaft. Bei *Roth* (Europäische Laubmoose) und auf dem Zettel der № 231 in *Bauers Musci europ. exsicc.* ist diese Varietät als *var. alpinus* *Culmann* bezeichnet. Unter anderen Gametophyten-Merkmalen des *Z. gracilis* wäre auf den Querschnitt der Blattrippe hinzuweisen. Dieser zeigt basale Deuter, wie das bei *Zygodon* stets der Fall ist. Die basalen Deuter

sind ein gutes Unterscheidungsmerkmal den Gattungen *Barbula*, *Didymodon* und *Leptodontium* gegenüber, die eine Blattrippe mit medianen Deutern besitzen.

Die Sporophytenmerkmale spielen für das Erkennen der Pflanze, infolge des sehr seltenen Fruchters derselben, keine wesentliche Rolle, sind aber von grossem systematischen Interesse. Ohne das doppelte Peristom von *Z. gracilis* zu kennen, hätte man die Art keineswegs sicher zu *Zygodon* stellen vermägt. Das Peristom erinnert an ein *Orthotrichum*-Peristom, besonders durch die Anwesenheit des Vorperistomes (Fig. 13). Dieses konnte an Pflanzen festgestellt werden, die Herr J. Baumgartner bei Windisch-Matrei, c. 1000 m., 21. IX. 1902 sammelte. Ich war überrascht ein Vorperistom bei einem *Zygodon* zu finden und habe darauf nachgeprüft, ob die das Vorperistom tragenden Kapseln wirklich zu *Z. gracilis* gehören. Es sei auf dieses hier hingewiesen, da man sonst eine Verwechslung mit einer *Orthotrichum*-Kapsel vermuten könnte. Ob das Vorperistom stets ausgebildet wird, vermäg ich nicht zu sagen, da fruchtende Pflanzen mir bisher nur von dem obigen Standorte vorgelegen haben.

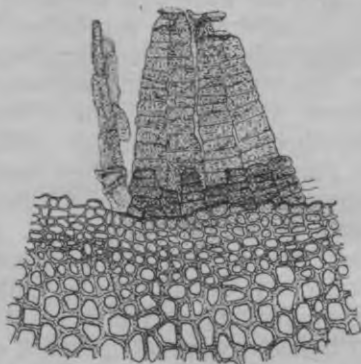


Fig. 13. *Z. gracilis*. Peristom mit Vorperistom.

*Z. gracilis* ist ausser dem Alpengebiete und dem nördlichen England (Fig. 11) auch für Irland und Nord-Amerika angegeben worden. E. G. Britton (l. c.) p. 65 sagt über das Vorkommen der Art in Nord-Amerika: „First discovered in America by Dr. A. J. Grout in great abundance on the faces of cliffs on Chestnut Bald, North Carolina, 6000 ft. elevation. Aug. 1907.“<sup>1)</sup> Dank der Freundlichkeit von Frau E. G. Britton konnte ich eine Probe von Dr. Grout's Pflanze untersuchen. Die mir zugesandte Probe ist zweifellos ein *Leptodontium*, sie gehört wahrscheinlich zu *L. flexifolium* oder zu einer demselben nahe verwandten Art. Für Irland, Connemara, wird *Z. gracilis* bei *Braithwaite* (British Moss-flora) und *Dixon* (The Student's Handbook of British Mosses ed. 1. und 2.) angeführt. Da ich

<sup>1)</sup> Die Angabe über das Vorkommen von *Z. gracilis* in Nord-Amerika in der Abteilung 9. dieser Studien [Acta Univers. Latviens. VI, p. 282 (1923)] beruht auf die angeführte Mitteilung von E. G. Britton.

während der Durchsicht des Materiales von *Z. gracilis*, in den Herbarien kein irisches Exemplar der Art angetroffen hatte, bat ich Herrn H. N. Dixon mir eine Probe eines irischen Exemplares von *Z. gracilis* zu senden. Bei Nachforschungen in den Herbarien Braithwaite's und Wilson's, die daraufhin auf die Bitte von Herrn H. N. Dixon vorgenommen wurden, stellte es sich heraus, dass *Z. gracilis* aus Irland in beiden Herbarien fehlt. Da auch sonst keine Belege für das Vorkommen der Art in Irland vorhanden sind, ist es nach schriftlicher Mitteilung H. N. Dixon's anzunehmen, dass die obige Angabe auf ein Irrtum beruht. *Z. gracilis* wäre also vorläufig für Nord-Amerika und Irland zu streichen. Ausser zahlreichen englischen Exemplaren des *Z. gracilis* aus Jorkshire (vornehmlich aus der Umgebung von Malham) ist die Art aus Lancashire in den Herbarien in zwei von Hunt und Schimper gesammelten Exemplaren vorhanden. Die Pflanzen von G. Hunt sind in Rabenhorst's Bryotheca europaea № 1080, „in muris vetustis, Lancashire, leg. G. Hunt“ herausgegeben worden. *Z. gracilis* ist in neuerer Zeit in Lancashire wahrscheinlich nicht angetroffen worden. In Dixon's Handbook of British Mosses ed. 1. und 2. wird die Pflanze für Lancashire nicht angegeben. Das Vorkommen des *Z. gracilis* im östlichen, der Grafschaft Jorkshire anliegenden Teile von Lancashire, wäre nach brieflicher Mitteilung Herrn H. N. Dixon's jedoch möglich. Es liegt demnach kein zwingender Grund vor das Vorkommen der Art in Lancashire zu bezweifeln. Im Herbarium des Botan. Museums zu Dahlem befindet sich eine Kapsel mit *Z. gracilis*, welche die Aufschrift: „*Z. gracilis*, Scotia, ex herb. Hunt“ trägt. Da *Z. gracilis* sonst von Schottland nicht bekannt ist, wäre in diesem Falle ein Fehler in der Fundortsangabe anzunehmen.

Aus dem Alpengebiete ist *Z. gracilis* in der Schweiz von Bern, Kandersteg, 1200—2000 m. (Culmann)!; Schwyz, Rigi-Kaltbad, 1400 m. (van den Broeck et Dens, Weber)! und Appenzell Halten ob. Weissbad, 1000 m. (Culmann)! bekannt. Aus Bayern liegen vor: Algäu; Höfatswanne, Dittersbachertal und Gastruber Alpe (Molendo)! Eibsee bei Garmisch (Molendo)! Schliersee 1100 m. (Molendo)! Hohenschwangen, 830 m. (Loeske), Steinlingalpe an der Kampenwand, 1550 m. (Paul)! Aus Tirol ist die Pflanze von Andraz 1700 m. (Molendo)!, Kitzbühler Horn (Braidler)!, Livinallongo 2100 m. (Molendo)! und Windischmatrei (Baumgartner, Kern)! bekannt. Molendo's Pflanze von Windischmatrei in Rabenhorst, Bryotheca europaea № 626 unter dem Namen *Zygodon viridissimus*  $\beta$  *saxicola* Molendo ist *Z. viridissimus* var. *vilgaris*. Dagegen ist *Z. viridissimus*  $\beta$  *saxicola* Molendo „in Ba-



*variae alpinus prope Schliersee in parietete calcarea umbrosa 31—3300' SW leg. Molendo et Lorentz 1861, 62* eine Kümmerform von *Z. gracilis* Wils. Bredler's *Z. Nowellii var. alpina* „an alten Buchen in der Radmer bei Eisenerz 600—700 m. 20/5 1878“ ist *Z. viridissimus subsp. dentatus*.

*Z. gracilis* kommt nur auf kalkhaltigem Substrat: Kalkfelsen, kalkhaltigem Schiefer und wohl auch auf anderen kalkhaltigen Gesteinen vor. Schwächer entwickelte Pflanzen von *Z. gracilis* könnten mit *Z. viridissimus subsp. dentatus* verwechselt werden, doch unterscheidet sich der letztere von *Z. gracilis* leicht durch die Anwesenheit von Brutkörpern, die bei *dentatus* stets und meist reichlich ausgebildet werden. Ferner ist *Z. gracilis* mit *Leptodontium flexifolium* verwechselt worden. Wie es schon hingewiesen wurde, leistet der Querschnitt der Blattrippe bei der Unterscheidung von *Leptodontium* und *Zygodon* die besten Dienste.

*Z. gracilis* hat verwandte Arten in Amerika. So ist z. B. *Z. campylophyllus* C. Müll. aus Mexico sicher ein naher Verwandter von *Z. gracilis* Wils.

#### *Zygodon Baumgartneri* Malta sp. n.

*Dioicus videtur; caespitosus, viridis. Propagula brevia, paucicellulosa. Folia humida parum recurva, breviter acuminata, brevia, plana, late lanceolata, integerrima, nervo sub apice evanido, cellulis basalibus plerumque rectangulis laevis saepe rubellis, ceteris subrotundo-angulosis incrassatis dense papillosis.*

Obersteiermark, Hieflau, im Gesäuse, an *Tilia* b. d. Kapelle unterm Stalleck c. 550 m. 30 VI 1913 leg. J. Baumgartner.

Die Pflanze wurde mir als *Z. viridissimus?* von Herrn J. Baumgartner zugesandt. In den Blattmerkmalen erinnert die Pflanze durch das kurze, breite, plötzlich zugespitzte Blatt und das klare Zellbild an *Z. conoideus*. Der Brutkörperform nach ist sie von *Z. conoideus* ganz verschieden. Die Brutkörper der Pflanze sind denen der *var. vulgaris* des *eu-viridissimus* noch am ähnlichsten, unterscheiden sich aber von den letzteren in der Grösse und der Form. Die Stämmchen, und noch öfters der Blattgrund, zeigen eine rötliche Färbung, welche auch in die Brutkörper übergeht. Trotzdem die Pflanze nur unvollständig bekannt ist, habe ich sie hier als eine neue Art unterschieden, weil es sich herausstellte, dass sie zu keiner der bisher bekannten Arten gebracht werden kann. *Z. Baumgartneri* hat vermutlich verwandte Arten in Amerika. Ohne den Sporophyten der Art zu kennen, kann man die

systematische Stellung derselben nicht ganz sicher bestimmen. Ich möchte bei *Z. Baumgartneri* ein doppeltes Peristom erwarten.

Wenn man aus Europa, und dabei noch aus einem relativ gut durchforschten Gebiete, eine neue Art beschreibt, fragt man sich wie es

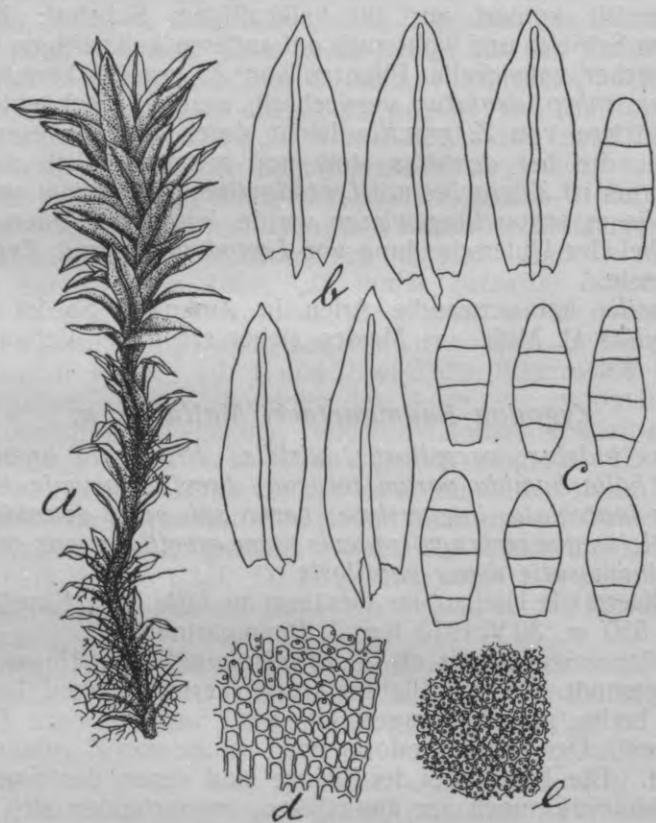


Fig. 14. *Z. Baumgartneri*. a—Habitusbild, Vergr. 14; b — Blätter, Vergr. 30; c — Brutkörper, Vergr. 270; d — Zellen des Blattgrundes, Vergr. 185; e — Zellen der Blattmitte, Vergr. 185.

zu erklären ist, dass die Pflanze bisher unbekannt geblieben ist. Was die Gattung *Zygodon* anbetrifft, so ist von derselben, die auffallenden Erscheinungen wie *Z. gracilis* und *Z. Forsteri* vielleicht ausgenommen,

überhaupt sehr wenig gesammelt worden. Nichtfruchtende *Zygodon*-Rasen vom Habitus des *Z. viridissimus* werden gewöhnlich für als ohne Sporogone unbestimmbare *Orthotrichum*- oder *Ulota sp.* gehalten und überhaupt nicht aufgenommen. Zukünftige Nachforschungen werden zeigen ob *Z. Baumgartneri* im Alpengebiete eine weitere Verbreitung besitzt, oder ob die Art gleich anderen Raritäten der Alpenflora nur auf einen oder wenige Punkte beschränkt ist.

### *Zygodon Forsteri* (Dicks.) Mitt.

(*Z. conoideus* Schwäg.; *Z. conoideus* Br. eur.).

Autözisch. ♂ Blüten terminal auf Seitenästen unter der ♀ Blüte. Polster sehr dicht, gewöhnlich reichfruchtend. Stämmchen mit reichlichem, weisslichen Rhizoidenfilz verwebt. Brutkörper fast zylindrisch, farblos, meist spärlich. Blätter länglich bis spatelförmig, fleischige Rippe rötlich-gelb, kräftig, vor der Spitze endend, in dieselbe eintretend oder als Endstachel austretend. Zellen der Lamina nicht papillös, am Blattgrunde rechteckig, dünnwandig und hyalin, im übrigen Teile des Blattes polygonal, seltener rundlich,  $20,4 \mu$  (Mittelwert). Perichätialblätter nicht differenziert. Seta steif. Kapsel aufrecht, birnförmig, derbhäutig, trocken 8-rippig. Peristom doppelt. Das Exostom aus 8 gelblichen, papillösen, trocken zurückgeschlagen-angepressten Zähnen, die sich später in 16 zwispaltige Zähne spalten. Das Endostom mit niedriger Grundhaut und 8 schwach papillösen, pfriemenförmigen Wimpern fast von Zahnlänge, die zuweilen verkümmert sind. Sporen  $10 \mu$ .

*Z. Forsteri* ist der einzige Vertreter der Sektion *Bryoides* Malta in Europa und ist schon nach dem Habitus von den übrigen Arten der Gattung sehr verschieden. Der sehr dichte polsterförmige Wuchs, der weissliche Rhizoidenfilz, die grossen meist fast spatelförmigen Blätter, die glatten Blattzellen sowie die aufrechte birnförmige Kapsel sind für die Art sehr charakteristische Merkmale. Juratzka hielt die Unterschiede zwischen *Z. Forsteri* und den übrigen Arten als ausreichend für die Gründung einer neuen Gattung *Euzygodon* Jur. Zieht man nur die europäischen Arten in Betracht, so könnte eine generische Abtrennung des *Z. Forsteri* als gerechtfertigt erscheinen. Im Umfange der Weltflora erscheinen aber die Unterschiede, welche in Europa zwischen den Vertretern der Sektionen *Bryoides* und *Euzygodon* C. Müll. bestehen, schon als bedeutend abgeschwächt. So gehört der diözische *Z. gracillimus* Broth. aus Java, Neuseeland und Bolivia

zweifellos zur Sektion *Bryoides*, trägt aber in bedeutendem Masse schon Züge der Sektion *Euzygodon* C. Müll.

*Z. Cesatii* de Not. ist sicher nur eine Form des *Z. Forsteri* mit verkümmertem inneren Peristom, wie das bei den meisten *Zygodon*-Arten mit doppeltem Peristom vorkommt. Bei der Nachprüfung des Originals des *Euzygodon Sendtneri* Jur. [*Z. Sendtneri* (Jur.) Vent. et

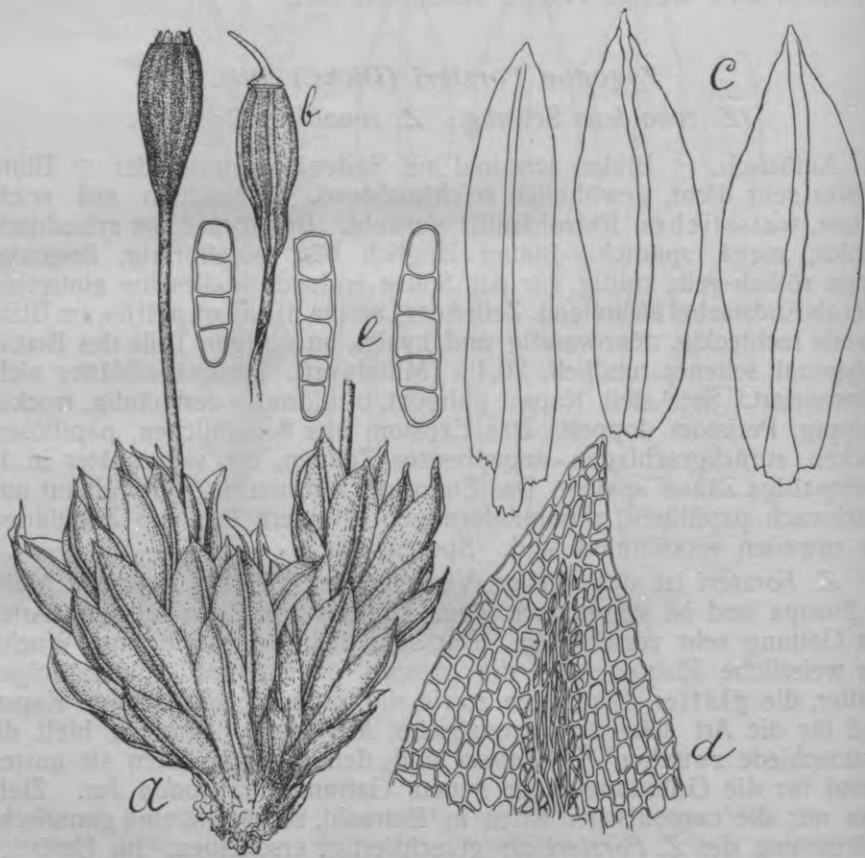


Fig. 15. *Z. Forsteri*. a — Habitusbild (Kapsel feucht), Vergr. 14; b — trockene Kapsel, Vergr. dieselbe; c — Blätter, Vergr. 30; d — Zellen der Blattspitze, Vergr. 185; e — Brutkörper, Vergr. 270.

Bott.] erwies es sich, wie das schon vorher zu erwarten war, dass *Z. Sendtneri* von *Z. Forsteri* spezifisch nicht verschieden ist. Auslaufende Blattrippen kommen bei *Z. Forsteri* sehr oft vor. Es sind in einem Rasen und sogar an einem Stämmchen Blätter mit auslaufenden und in der Spitze endenden Rippen zu finden. Es würde meiner Meinung nach genügen eine *forma Sendtneri* (Jur.) mit auslaufender Blattrippe bei *Z. Forsteri* zu unterscheiden.

Das Verbreitungsgebiet von *Z. Forsteri* umfasst das westliche und südwestliche Europa mit Ausnahme der Pyrenäischen Halbinsel (Fig. 11). Aus anderen Weltteilen ist die Art nicht bekannt. Die nördliche Grenze verläuft in Süd-England durch die Grafschaften: Somerset, Dorset, Worcester, Buckinghamshire (!) und Essex. Fundorte des *Z. Forsteri* an dessen östlicher Grenze sind Köln (Sehlmeyer)!, Bonn (Fürth, Dreesen)!, Siebengebirge (Dreesen), Strassburg (Schimper)!, St. Goar (Herpell)!, Salève (J. Müller)!, Cepisch in Istrien (Sendtner)!, Insel Cherso (Baumgartner). Der südlichste Standort ist: Sardinien (mehrere Sammler darunter Müller!). Der südwestlichste Standort liegt in den Pyrenäen, Bagnères de Bigorre! (Philippi)!

Innerhalb des angegebenen Verbreitungsgebietes ist *Z. Forsteri* keineswegs überall anzutreffen und dürfte auf weitere Strecken ganz fehlen. In der „Flore des Moussees de la Suisse“ von Amann wird *Z. Forsteri* nicht angeführt. Im Herbar des Naturhistorischen Museums zu Wien liegt dagegen ein Exemplar von *Z. Forsteri* mit der Fundortsangabe: „Helvetia, E. Thomas“. Da die Pflanze dicht an der Grenze der Schweiz bei Salève gesammelt worden ist, wäre ihr Vorkommen im westlichen Teile des Gebietes vielleicht möglich.

Wohl selten dürften in Limpricht's Laubmoose bei einer anderen Art sich so viel falsche Fundortsangaben finden, wie das bei *Z. Forsteri* der Fall ist. Lauenburg (Nolte), Sachsenwald bei Hamburg und die Grafschaft Söder (Hübener) sowie Schleswig: Hadersleben (Hornemann), Clusries bei Flensburg (Lange), Harrislee bei Flensburg (Prah) und Tondern (Prah) beziehen sich sicher zum Teil auf *Z. conoideus* zum Teil auf *Z. viridissimus*.

Die Annahme Warnstorfs (Laubmoose, p. 351), dass *Z. Forsteri* in der Mark angetroffen werden könnte, ist unter dem Einflusse der Angaben Limpricht's entstanden.

Für die Verwechslung von *Z. Forsteri* und *Z. conoideus* (Dicks.) Hook. et Tayl. kann einzig die Synonymik des *Z. Forsteri* verantwortlich gemacht werden. Die Pflanzen sind so verschieden, dass eine Verwechslung in den Merkmalen fast unmöglich ist. In den



Herbarien liegt *Z. Forsteri* sehr oft einfach als *Z. conoideus* (ohne Autor) oder auch als *Z. conoideus* Hook. bezeichnet.

*Z. Forsteri* ist ausschliesslich Rindenbewohner. Als Bäume werden auf den Zetteln *Fagus silvatica*, *Quercus* sp., *Populus* sp., *Ulmus* sp., *Ostrya* sp. und *Junglans* sp. angegeben. *Z. Forsteri* bewohnt



Fig. 16. Habitusbilder von *Z. conoideus* (1), *Z. viridissimus* var. *vulgaris* (2), *Z. Forsteri* (3) und *Z. gracilis* var. *alpinus* (4).

oft Astvertiefungen, resp. die Ränder der Astvertiefungen, in denen sich Wasser angesammelt hat. Diese Art des Vorkommens ist vielen Sammlern aufgefallen. Da die moderne Forstwirtschaft Bäume mit Astlöchern nicht duldet, wird die Art im Zusammenhange mit dem Abholzen der alten Bäume immer seltener. Dieses trifft z. B. nach freundlicher Mitteilung Herrn H. Andres für den Venusberg bei Bonn zu, von welchem seinerzeit Dreesen *Z. Forsteri* in zahlreichen Exemplaren verteilt hat. Der Rhizoidenfilz des *Z. Forsteri* beherbergt eine reiche Cyanophyceen-Flora, was wohl im Zusammenhange mit der Nähe des Wassers in den Astvertiefungen steht. Auch die häufige Ausbildung von sekundärem Protonema (Chloronema) aus den Rhizoiden dürfte durch die relativ grosse Feuchtigkeit des Rhizoidenfilzes von *Z. Forsteri* zu erklären sein.

*Z. Forsteri* bewohnt oft Astvertiefungen, resp. die Ränder der Astvertiefungen, in denen sich Wasser angesammelt hat. Diese Art des Vorkommens ist vielen Sammlern aufgefallen. Da die moderne Forstwirtschaft Bäume mit Astlöchern nicht duldet, wird die Art im Zusammenhange mit dem Abholzen der alten Bäume immer seltener. Dieses trifft z. B. nach freundlicher Mitteilung Herrn H. Andres für den Venusberg bei Bonn zu, von welchem seinerzeit Dreesen *Z. Forsteri* in zahlreichen Exemplaren verteilt hat. Der Rhizoidenfilz des *Z. Forsteri* beherbergt eine reiche Cyanophyceen-Flora, was wohl im Zusammenhange mit der Nähe des Wassers in den Astvertiefungen steht. Auch die häufige Ausbildung von sekundärem Protonema (Chloronema) aus den Rhizoiden dürfte durch die relativ grosse Feuchtigkeit des Rhizoidenfilzes von *Z. Forsteri* zu erklären sein.

## Studijas par lapu sūnu ģinti *Zygodon* Hook. et Tayl. (10).

N. Maltas.

### 10. Eiropas *Zygodon*'a sugu apskats.

Galvenie rezultāti, kuŗi iegūti Eiropas sugas apstrādājot, ir sekošie:

1) Suga *Z. viridissimus* uz vairķermeņu un lapu iezīmju pamata ir iedalāma divās apakšsugās: *subsp. dentatus* (Breidl.) un *subsp. eu-viridissimus* *subsp. n.* Pēdējā apakšsuga savukārt sakrīt 2 varietatēs: *var. vulgaris* v. n. un *var. occidentalis* (Correns).

Minētās varietatēs ietilpst vairākas formas. *Z. viridissimus* apakšsugas varietates un formas pa daļai ir *ģeografiski norobežotas*. Filoģenetiskā ziņā par vecāko formu ir uzskatāma *subsp. eu-viridissimus var. vulgaris*, no kuŗas varētu būt attīstījušās pārējās formas.

2) Suga *Z. conoideus* ir patstāvīga suga ar izplatības arealu no Alandu salām līdz Kanariju salām Ziemeļjūras un Atlantijas okeana piekrastes un salu apgabalā. *Z. conodeus* tika konstatēts kā priekš *Fār-Ōer*'u salām jauns augs no daņu briologa C. Jensen'a ievāktā un autoram piesūtītā *Z. viridissimus* eksemplarā. Pie *Z. conoideus* ir novēroti vairķermeņu dimorfismu atgādinoši apstākļi.

3) Sugas *Z. gracilis* izplatību noskaidrojot ir izrādījies, ka dati par *Z. gracilis* atrašanu Ziemeļamerikā un Irijā ir nepareizi. Pie *Z. gracilis* ir konstatēts *priekšperistoms* kā jauns organs visā *Zygodon*'a ģintī.

4) Suga *Z. Baumgartneri* sp. n. tiek kā jauna suga aprakstīta. Attiecīgie eksemplari ir ievākti Steiermark'ā, Austrijā un ir autoram piesūtīti kā apšaubāms *Z. viridissimus*.

5) Sugā *Z. Forsteri* ietilpst arī *Z. Cesatii* de Not und *Z. Sendtneri* (Jur) Vent. et Bott. *Z. Forsteri* austrumu robežu rada Reinupes ieleja. Dati par *Z. Forsteri* atrašanu Šlezvigā un Hamburgas apkārtņē dibi-nāti uz šās sugas samainīšanu ar *Z. conoideus* un *Z. viridissimus*.

Studien zur japanischen Sprache und Schrift (1907)

10. Einiges über die japanische Sprache

11. Die japanische Schrift

12. Die japanische Grammatik

13. Die japanische Literatur

14. Die japanische Kunst

15. Die japanische Religion

16. Die japanische Philosophie

17. Die japanische Geschichte

18. Die japanische Geographie

19. Die japanische Ethnologie

20. Die japanische Anthropologie

21. Die japanische Archäologie

22. Die japanische Numismatik

23. Die japanische Epigraphik

24. Die japanische Paläontologie

25. Die japanische Zoologie

26. Die japanische Botanik

27. Die japanische Mineralogie

28. Die japanische Geologie

29. Die japanische Meteorologie

30. Die japanische Astronomie

31. Die japanische Chronologie

32. Die japanische Kosmologie

33. Die japanische Ethnologie

34. Die japanische Anthropologie

35. Die japanische Archäologie

36. Die japanische Numismatik

37. Die japanische Epigraphik

38. Die japanische Paläontologie

39. Die japanische Zoologie

40. Die japanische Botanik

41. Die japanische Mineralogie

42. Die japanische Geologie

Handwritten mark or signature

# DIE ISOPOTENZ ALLGEMEIN HOMOLOGER KÖRPERTEILE DES METAZOENORGANISMUS.

Von N. G. Lebedinsky.

Vergleichend-anatomisches und experimental-zoologisches Institut der Universität Lettland (Riga).

Die experimentelle Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte des Amphibiensakrums, welche sich ihrem Abschlusse nähert, führte mich zum Problem der allgemeinen Homologie, so dass eine prinzipielle Auseinandersetzung über die Bildungspotenzen allgemein homologer Körperteile sich von selbst ergeben hat. Die folgenden Zeilen berichten im Sinne einer vorläufigen Mitteilung über die dabei gewonnenen Einblicke.

Rasche Fortschritte der vergleichend-anatomischen und entwicklungsmechanischen Forschung letzter Jahrzehnte haben eine Fülle von neuen Feststellungen über die Natur allgemein homologer Organe zu Tage gefördert und uns in die Lage versetzt latente morphogenetische Potenzen solcher Körperteile miteinander zu vergleichen.

Die allgemeine Homologie besteht, um mit *Gegenbaur* zu reden, „wenn ein Organ auf eine Kategorie von Organen bezogen wird, oder wenn ein damit verglichenes Einzelorgan nur als Repräsentant einer solchen Kategorie zu gelten hat. Die Kategorien werden dann immer aus mehrfach im Körper vorhandenen Organen oder Teilen bestehen, die für den Tierstamm oder für die engere Abteilung typische Einrichtungen sind.“ Nach der Art der Organkategorie, die bei der Vergleichung in Frage kommt, können hauptsächlich zwei Unterabteilungen der allgemeinen Homologie unterschieden werden. „Homotypie besteht an Organen, die sich als Gegenstücke zu einander verhalten“; „Homodynamie besteht zwischen Körperteilen, die auf eine allgemeine, durch Reihenfolge sich äussernde Formerscheinung des Organismus sich beziehen“. Diese Teile sind, „den Typus des Organismus bestimmend, in der Längsachse desselben angeordnet“.

Meine Auffassung über die Potenzen allgemein homologer Organe fasse ich in Form von drei Thesen zusammen. Den ersten zwei ist eine gedrängte Übersicht des aus der Literatur oder auf Grund eigener Beobachtungen gesammelten Tatsachenmaterials beigefügt.

1. *These*. Homotype Körperteile sind isopotent im Sinne Roux'. Beobachtungsgrundlagen: 1. Die Fähigkeit der dexiochiren dekapoden Krebse sich in die aristerochiren (bezw. umgekehrt), meist nach experimentellen Eingriffen, umzuwandeln; *Przibram* u. a. Aut. 2. Das Vorkommen angeborener Linkser unter den typischerweise rechtshändigen Menschenrassen. 3. Die Möglichkeit des Auftretens eines doppelseitigen Hektokotylusarmes bei Cephalopoden: bei einer *Eledone* wurde auch der linke Arm des dritten Paares hektokotylisiert vorgefunden; *Appelhöf*.

2. *These*. Homodyname Körperteile sind isopotent. Beobachtungsgrundlagen: 1. Regionenwanderungen in der Wirbelsäule der Vertebraten, bezw. die Fähigkeit der Grenzwirbel (und ihrer Adnexe) sich in die Wirbelkategorie der benachbarten Region umzuwandeln; *A. Rosenberg* u. a. A., sowie eigene Untersuchungen am Amphibiensakrum. 2. Wanderungen und Umwandlungen der Extremitätenplexus; v. *Davidoff*, *Frets*, *Fürbringer* u. a. A. 3. Die Erscheinung der Parhomologie der Extremitätenmuskulatur; *Bolk*, *Fürbringer*, *Ruge* u. a. 4. Zahlreiche homöotische Heteromorphosen der Arthropodengliedmassen, als Naturfunde und als Resultate der experimentellen Regeneration; *Bateson*, *Przibram*, *Wheeler* u. a. 5. Zusatzheteromorphose bei einem *Carcinus maenas* mit einem rechten Schreitbein (2. oder 3. Brustextremität) an der linken Seite des sonst immer extremitätenlosen 6. Abdominalsegmentes; *Bethe*. 6. Das gelegentliche Vorkommen überschüssiger Flossen zwischen den vorderen und hinteren Flossen bei Knochenfischen; *Derjugin*.

3. *These*. Allgemein homologe Körperteile (also homotype und homodyname Teile zusammen genommen, sind isopotent. Diese These ergibt sich als Folgerung aus den beiden vorhergehenden.

### Metazoa organisma vispārhomoloģisku ķermeņa daļu izopotence.

N. G. Lebedinskija.

(Salīdzinošās anatomijas un eksperimentālās zooloģijas institūts.)

Šī rakstā autors īsumā ziņo savu jaunuzstādīto teoriju par daudzšūnu dzīvnieka ķermeņa daļu un vispārhomoloģisku organu vienādu potenci. Saskaņā ar šo teoriju bilaterālo dzīvnieku labās un kreisās puses attiecīgiem orgāniem piemīt vienāds daudzums formveidojošu potenci. Līdzīgs uzskats tiek izteikts arī attiecībā uz segmentētu dzīvnieku vienādiem, seriāli atkārtotiem orgāniem.

Rīgā, 1924. g. 23. janvārī.



## BEZNERVU AKCESORISKA PAKAĻKĀJA, iegūta *Pelobates fuscus* ekstremitatu transplantacijā.

Dauvartu Annas.

(No Salīdzinošās anatomijas un eksperimentālās zooloģijas institūta.  
Direktors: Prof. Dr. N. G. Lebedinsky.)

Amfibiju ekstremitātes transplantējot, *Braus's* un *Harrison's*, normala transplantata vietā iegūst ļoti bieži dubultveidojumu. Implantācijas vietā no transplantējamās kājiņas griezuma vietas rodas jauna ekstremitāte, kuŗa ir transplantata tiešs atspoguļojums. „Es kommt häufig vor, dass die implantierte Gliedmasse nicht die einzige überzählige Extremität bleibt, sondern, dass durch Verdoppelung noch eine zweite überzählige Extremität entsteht. War die transplantierte Gliedmasse eine vordere, so ist auch die durch Verdoppelung entstehende eine solche, und zwar verhält sie sich immer wie das Spiegelbild zu der implantierten.“

Šādi apraksta *Braus's* (1905) tos dubultveidojumus, kuŗus viņš iegūst transplantējot *Bombinator igneus* kāpuru pakaļkāju aizmetņus. Dubultveidojums tā tad sastāv no divām daļām: transplantata un superregenerata, jeb „das akzessorische Glied“, kā *Braus's* viņu nosauc. Abi locekļi sēd uz konusveidīga izauguma.

Akcesoriskā (papildu) ekstremitāte pēc ārējā izskata līdzinās tām anomalijām, kuŗas apraksta *Barfurth's* (1894) un *Tornier's* (1897). Minētos, caur gadījumu atrastos, vai mākslīgi radītos ekstremitatu vai viņu daļu dubultveidojumus mikroskopiski izpētot ir izrādījies, ka superregenerētos locekļos visu audu sistēmas, kā skelets, muskuļaudi, asinstrauki un nervi, attīstās normali. *Braus's*, turpretim, akcesoriskās ekstremitātes nervus konstatējis nav. Skelets radies normali proksimo-distālā virzienā. Muskuļaudi un asinstrauki attīstās tāpat, kā implantētā ekstremitātē. Kāpēc gan mākslīgi izsauktos *Barfurth'a* un *Tornier'a* superregeneratos attīstās nervi, bet *Braus'a* aprakstītos gadījumos viņu nav? *Braus's* šo izskaidro ar to, ka tā ķermeņa daļa, kuŗai tālāk attīstoties jāsaturs nervu audi, nes sevī zināmu potenci, pateicoties kuŗai šis loceklis arī citā vietā pārņests autogēni producē nervus. Ja viņš paliek savā vietā (*in loco*) un pateicoties kairinājuma iedarbībai blakus rodas viņam līdzīgs, tad pirmais var dalīt autogēno nervu produkcijas potenci ar savu jaunradušos līdzbiedri. Ja ekstremitāte transplantēta, viņa ir spējīga attīstīt nervus autogēni, bet tālāk šo potenci raidīt nevar. *Braus's* nāk pie slēdziena, ka akcesoriskā ekstremitāte izveidojas normali, tikai bez nerviem.

Tā kā beznervu ekstremitātes *Braus's* iegūst kā transplantācijas rezultātu, tad šinī gadījumā mūs tādā pat mērā var interesēt arī *Har-*

*rison'a* mēģinājumi, kuņi no tehniskās puses un pēc iegūto dubultveidojumu ārējā izskata līdzinās *Braus'a* aprakstītiem.

*Harrison's* (1907) transplantē *Bufo lentiginosus* pakalkājas un iegūst pretējus rezultātus, t. i. akcesoriskās ekstremitātēs aizvien sastopami nervi.

*Dürken's* (1919) šos pretrunīgos rezultātus izskaidro ar to, ka mēģinājumi izdarīti pie dažādu sugu pārstāvjiem.

Visi līdz šim iegūtie diezgan pretrunīgie rezultāti modina sevišķu interesi un liek gaidīt uz jauniem pētījumiem pie citām dzīvnieku sugām. Tāpēc ļoti labprāt piekritu profesora *N. Lebedinsky* kunga ierosinājumam, izpētīt pie *Pelobates fuscus* ekstremitatu transplantācijas (1924) iegūto akcesorisko pakalkāju.

Aprakstišu īsumā *N. Lebedinsky* transplantācijas metodi. Viņa atšķiras no iepriekšējām ar to, ka ekstremitāti transplantē tādā vietā, kur viņu nevar iespaidot dzīvnieka periferiskie nervi. Par piemērotāko vietu minētam nolūkam izrādās *Pelobates fuscus* kāpura vēdera kaudalā daļa, kur zem ādas savienotāja atrodas bagātīgi limfas krājumi, kuņi pilda diezgan plašu telpu starp ādu un vēdera muskulatūru. Pateicoties šim apstāklim un ņemot vērā zināmus aizsardzības līdzekļus izdarot transplantāciju, izslēgta varbūtība, ka ekstremitate pieaugtu vēdera muskulatūrai.

Operējamo dzīvnieku iemidzina, piepilinot ūdenim dažus pilienus etera un chloroforma. Tikko dzīvnieka kustības nav vairs redzamas, pārliet viņu „Petri“ traukā, kuņš izklāts ar filtrējamo papīru. Pēc tam izdara operāciju, nogriežot kāpuram pakalkājas aizmetni, kuņi ieliek sāls fizioloģiskā šķīdinājumā. Operācijai lieto šauru, labi asinātu potadatu, ar kuņas palīdzību vēdera ādā šķērsām iegriež rētu ekstremitātes ielikšanai. Griezumam jāiet tieši zem ādas, kraniali kaudalā virzienā. Nogriežto ekstremitātes aizmetni ar pincetes palīdzību pārliet rētā tādā pat virzienā, kā izdarīts griezumam. Ekstremitātes pirksti vērsti kraniali.

Pēc operācijas paceļ kāpuru ar visu filtrējamo papīru un pārliet viņu ūdenī patumšā vietā. Dažas minutes dzīvnieka kustības ir tikko manāmas. Šinī laikā no rētas sūcošās limfa sarec un aiztur rētā implantēto ekstremitāti.

Dienas divas, trīs pēc operācijas rēta ir redzami samazinājusies un labi ir saskatāms implantētās kājiņas distalāis gals. Ar laiku visa ekstremitate iznāk no rētas. Tad arī viņas proksimalais gals jau ir pieaudzis kāpura ādai. Transplantāts spēji attīstās un paceļas virs neliela ādas stiebrīņa, kuņš aizvien pieņemas garumā, bet toties paliek tievāks. Pēc 15—20 dienām šis aizmetnis ir tikai mata resnumā un

pie viņa karājošais implantats mētājas uz visām pusēm. Tad mēģinājumu pārtrauc, transplantatu nogriež un fiksē tālākiem pētījumiem.

Tikko aprakstītos apstākļos ir iegūta 1922. g. vasarā *Pelobates fuscus* akcesoriskā kājiņa.

Šinī gadījumā transplantācija izdarīta homoplastiski, t. i. no viena dzīvnieka ņemtā kājiņa implantēta otram.

Transplantējamās kājiņas attīstības stadija ir pāreja no cilindriski veidotā aizmetņa uz lāpstveidīgo. Labi saskatāms IV. pirksta paaugstinājums. Šinī attīstības stadijā amfibiju ekstremitatēs jau ir pilnīgi izveidojušies nervi.

*Pelobates fuscus* kāpurs, kuņam izdarīta implantācija, ir daudz vairāk attīstījies: viņa pakaļkājām saskatāmi jau visi pirksti.

Mēģinājums iesākts 28. VI, nobeigts 14. VII. 22. Iegūta dubultveidojuma kopgarums 3,1 mm. Transplantētā kājiņa — 2,1 mm gara, tipiski izveidotas trīstūrainas lāpstiņas formā, ar labi attīstītu lielā pirksta un īsāko mazā pirksta malu. Tikko saskatāma pigmentācija. Abu ekstremitātu plantarā puse piegriezta kāpura ķermenim.

Akcesoriskā kājiņa vēl nav tik tālu izveidojusies; lai gan arī šeit var jau izšķirt lielā un mazā pirksta malas,



Zīmējuma paskaidrojums.

*Pelobates fuscus* kāpurs. Uz vēdera atrodas dubultveidojums: lielākā transplantētā un mazākā akcesoriskā kājiņa — 1 mm gara. (Objekts uzņemts ūdenī. Uz kāpura ķermeņa redzamas stikla plātnes malas, ar kuņu pārklāts dzīvnieka galvas gals.)

Larve von *Pelobates fuscus*. An der Bauchseite sieht man die Doppelbildung: die transplantierte, grössere, und die akzessorische, kleinere, 1 mm lange Extremität. (Das Objekt wurde im Wasser photographiert. Man bemerkt leider auch den Rand der Glasscheibe, mit welcher der Kopfteil des Tieres bedeckt war.)

t. i. tibialo un fibularo. Gaņums = 1 mm. Tāpēc nav grūti konstatēt, ka abas kājiņas — transplantats un akcesoriskā, ir itkā viena otras tiešs atspoguļojums, ar ko viņas pastiprina iepriekšējo pētnieku novērojumus par līdzīgiem dubultveidojumiem. Abas kājiņas atrodas vienā plāksnē, gandrīz paraleli saimnieka — kāpura vēdera virsmai. Viņas sēd uz konusveidīga izauguma zem, apmēram, 150° leņķa. (sk. zīm.).

Mikroskopiskai iz-

pētīšanai objekts apstrādāts sekoši. Fiksēts Zenker'a šķidrumā, ieliets parafinā. Serijas grieztas 6 mikronus biezas. Griezumi iet gandrīz paraleli tai plāksnei, kuŗā atrodas abas kājiņas. Krāsots pēc *Mallory* metodes.

Transplantata mikroskopiskos griezumus izpētot izrādās, ka jau ir attīstīti *Tibiale* un *Fibulare* skrimšļaudi, tāpat arī pirkstu starojuma pirmskrimsli. Redzami ir arī degenerējušie nervi.

Turpretim akcesoriskā kājiņā vēl nav pirmskrimsli izveidojies, kā arī nervi nav saskatāmi, lai gan šādā normalas embriogeneses stadijā, nervi parasti jau sen ir izveidojušies.

Šis īsais *Pelobates fuscus* kāpura akcesoriskās kājiņas pētījums ir tikai neliels papildinājums akcesorisko ekstremitātu salīdzinošās attīstības mehanikā.

## EINE NERVENLOSE AKZESSORISCHE HINTEREXTREMITÄT VON PELOBATES FUSCUS,

entstanden in einem Transplantationsversuch.

Von Anna Dauwart.

Aus dem Vergl.-anatomischen und experim.-zoologischen Institut der Universität Lettland (Riga).

Direktor: Prof. Dr. N. G. Lebedinsky.

Beim Transplantieren von Amphibienextremitäten erhielten mehrere Forscher anstelle des typischen Transplantates eine Doppelbildung, d. h. an der Schnittstelle des transplantierten Beines war eine zweite Extremität entstanden, welche spiegelbildlich dem Transplantat glich. Bei mikroskopischer Untersuchung stellte es sich nach den Beobachtungen *Braus'* (1905) heraus, dass sich alle Gewebearten normal entwickelt hatten, eine Ausnahme bildeten die Nerven. *Braus* transplantierte die Hinterextremitäten von *Bombinator igneus*. *Harrison* (1907) dagegen erhielt bei *Bufo lentiginosus* widersprechende Resultate, d. h. in den akzessorischen Extremitäten befanden sich stets Nerven. *Dürken* erklärt die sich widersprechenden Ergebnisse damit, dass die Versuche an Vertretern verschiedener Arten vorgenommen worden waren.

Bei Transplantation der hinteren Extremitäten bei *Pelobates fuscus*-Larven erhielt Herr Prof. *N. Lebedinsky* (1924) in einem Falle eine Doppelbildung, welche er mir zur Untersuchung der akzessorischen Extremität übergab. Die Implantation wurde nach *Lebedinsky's* Methode homoplastisch im kaudalen Teil des Larvenbauches ausgeführt (also dort, wo sich unter der Haut reichliche Lymphansammlungen vorfinden), damit das implantierte Glied vollkommen getrennt wäre vom periphe-

ren Nervensystem der Larve. Das zu implantierende Bein war etwa  $1\frac{1}{2}$  mm lang u. befand sich auf dem Übergangsstadium vom zylindrischen Auswuchs zur typischen Schaufelform. Die Erhebung der IV. Zehe war gut zu erkennen. Die Nerven sind bei diesem Entwicklungsstadium der Amphibienextremität schon längst vorhanden. Die Larve, auf welche die Implantation vorgenommen wurde, war viel weiter entwickelt: alle Zehen waren deutlich zu unterscheiden.

Der beschriebene Versuch wurde am 28. VI. 1922 begonnen und am 14. VII. 1922 abgeschlossen.

Die Gesamtlänge der erhaltenen Doppelbildung beträgt 3,1 mm. Das transplantierte Bein ist 2,1 mm lang geworden und hat die typische dreieckige Schaufelform mit deutlich erkennbarer tibialer und fibularer Seite. Die Pigmentierung lässt sich erst eben erkennen. Die plantare Fläche beider Extremitäten ist dem Körper der Larve zugekehrt.

Das akzessorische Bein ist noch nicht so weit ausgebildet. Seine Länge beträgt nur 1 mm. Jedoch kann man auch hier die beiden Seiten der kleinen Schaufel voneinander unterscheiden. So ist es denn nicht schwer festzustellen, dass sich beide Extremitäten, d. h. transplantierte und die akzessorische, zu einander direkt wie Spiegelbilder verhalten, was die Beobachtungen vieler Forscher über ähnlich entstandene Doppelbildungen bestätigt. Beide Extremitäten liegen in gleicher Ebene, fast parallel zur Bauchoberfläche der Wirtslarve. Sie sind einem kegelförmigen Gebilde aufgewachsen und zwar unter einem Winkel von etwa  $150^\circ$  zueinander (s. Abb.).

Das Objekt wurde für die mikroskopische Untersuchung folgenderweise behandelt. Nach Fixierung in Zenkerscher Lösung und Einbetten in Paraffin wurden Schnitte von  $6\mu$  Dicke hergestellt, und zwar fast parallel der Fläche, in welcher beide Extremitäten liegen. Färbung nach *Mallory*.

Bei der Untersuchung der mikroskopischen Schnitte des Transplantats zeigte es sich, dass die knorpeligen *Tibiale* und *Fibulare*, wie auch die vorknorpeligen Zehenstrahlen ausgebildet waren; auch liessen sich degenerierte Nerven feststellen. In der akzessorischen Extremität dagegen, in welcher noch nicht einmal das vorknorpelige Skelett gebildet war, sind keine Nerven anzutreffen, obgleich typischer Weise auf ähnlichen Entwicklungsstadien die Nerven schon längst zur Ausbildung gelangt sind.

Die vorstehende Mitteilung will einen kleinen Beitrag zur Kasuistik der nervenlosen akzessorischen Amphibienextremitäten liefern.



## Literatura.

1894. *W. Barfurth*, Die experimentelle Regeneration überschüssiger Gliedmassenteile bei den Amphibien (Polydaktylie). Arch. f. Entwicklungsmechanik., B. 1.
1897. *G. Tornier*, Über experimentell erzeugte dreischwanzige Eidechsen und Doppelgliedmassen von Molchen. Zoolog. Anz., B. 20.
1905. *H. Braus*, Experimentelle Beiträge zur Frage nach der Entwicklung peripherischer Nerven. Anat. Anz., B. XXVI.
1907. *N. D. Tschernoff*, Embryonalentwicklung der hinteren Extremitäten des Frosches. Anat. Anz., B. XXX.
1907. *R. G. Harrison*, Experiments in transplanting limbs and their bearing upon problems of the development of nerves. Journ. of exper. Zool., Bd. 4. (Cit. pęc B. Dürken.)
1908. *S. J. Schmalhausen*, Die Entwicklung der anuren Amphibien. Anat. Anz., B. XXXIII.
1919. *B. Dürken*, Einführung in die Experimentalzoologie.
1924. *N. G. Lebedinsky*, Entwicklungsmechanische Untersuchungen an Amphibien. I. Eine neue Methode zum Erzielen nervenloser Extremitätentransplantate bei Anurenlarven. Archiv für mikroskopische Anatomie u. Entwicklungsmechanik. B. 100. (Cit. pęc I. korekturas.)

# ÜBER EINE NEUE QUANTITATIVE BESTIMMUNG DER ALKOHOLE.

## I. Die Bestimmung und Trennung des Methylalkohols.

Von Waldemar M. Fischer u. Arvid Schmidt.

Für den qualitativen Nachweis der einwertigen Alkohole, speziell der wichtigsten von ihnen den Methyl- und Aethylalkohol, besitzen wir eine grosse Reihe von Reaktionen<sup>1)</sup>. Im Schrifttum befinden sich gegen 59 qualitative Bestimmungsarten allein für den Methylalkohol verzeichnet<sup>2)</sup>.

Spezielle, nur den einzelnen Alkoholen zukommende, Reaktionen kennen wir nicht und der Nachweis, derselben wird meist durch die spezifischen Reaktionen der Ueberführung in einen Säureester, welche sich durch ihre Nichtlöslichkeit in Wasser oder durch einen charakteristischen Geruch auszeichnen, geführt.

Nur für den Methylalkohol kennen wir eine andere Bestimmungsart, welche auf der leichten Oxydierbarkeit bezw. Dehydrierung desselben beruht und zu Formaldehyd führt. Aber auch hier ist die Oxydierbarkeit des Methylalkohols zu Formaldehyd keine spezielle Reaktion desselben, da eine ganze Reihe anderer Stoffe unter denselben Bedingungen gleichfalls Formaldehyd liefern<sup>3)</sup>.

Als einzige spezielle Reaktion des Methylalkohols bleibt somit die Dehydrierung desselben:  $\text{CH}_3\text{OH} - \text{H}_2 = \text{CH}_2\text{O}$ .

Die Dehydrierung des Methylalkohols für analytische Zwecke ist von C. Mannich und H. Geilmann<sup>4)</sup> untersucht worden. Sie erweist sich aber als wenig empfindlich, auch ist das Grenzverhältnis der Reaktion sehr klein. Allerdings haben die Verfasser nur Kupfer als

<sup>1)</sup> H. Bauer: Analytische Chemie des Methylalkohols. Sammlung Ahrens 20, 279. (1914).

<sup>2)</sup> A. O. Gettler: Journ. Biol. Chem. 42, 311. (1920).

W. Autenrieth: Arch. der Pharm. 258, 1. (1920).

<sup>3)</sup> E. Salkowski: Biochem. Ztschr. 67, 349. (1913).

ibid. 68, 337. (1914).

Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs u. Genussmittel 28, 225. (1915).

Th. v. Fellenberg: Mitteil. f. Lebensm. Unters. u. Hyg. 6, 1. (1913).

<sup>4)</sup> Arch. d. Pharm. 254, 50. (1916).

Dehydrierungsmittel verwendet und vielleicht dürften andere Dehydrierungsmittel noch bessere Resultate ergeben. Eine besondere Art des Nachweises speziell des Methylalkohols beruht auf der leichten Ueberführung desselben in Methyljodid und dessen Nachweis als Nitrosäure<sup>1)</sup> (nach vorherigem Umsatz mit Silbernitrit zu Nitromethan) oder durch Anlagerung an Schwefelmethyl als Trimethylsulfinjodid<sup>2)</sup>.

Infolge des Angeführten darf der Nachweis des Methylalkohols nie nach einer Reaktion geführt werden, sondern stets nach einigen.

Was nun die quantitative Bestimmung der Alkohole anbetrifft, so müssen wir hier zwei Fälle unterscheiden je nachdem, ob wir es mit reinen Alkoholen bzw. solchen Gemischen derselben, aus welchen die Alkohole leicht abdestilliert werden können, zu tun haben, oder aber mit solchen Gemischen von Stoffen wie Aceton, Formaldehyd, Aether u. s. w., von denen die Alkohole für die Bestimmung nicht leicht zu befreien sind. Im Falle reiner Alkohole oder wässriger Lösungen derselben werden meistens physikalische oder physikalisch-chemische Methoden wie die Bestimmung der Dichte, des Brechungsvermögens des Stalagmometrischen Verhaltens u. s. w. angewandt, und hier findet man nur dann Schwierigkeiten, wenn es sich um sehr kleine Quantitäten sehr verdünnter Lösungen handelt, die durch Destillation nicht angereichert werden können und wo wir auf rein chemische Methoden angewiesen sind.

Handelt es sich um Gemische eines Alkohols mit anderen schwer trennbaren Stoffen, so werden auch hier, wie beim Nachweis, meistens die betreffenden Alkohole verestert und die gewonnenen Ester gewogen. Speziell für den Methyl und Aethylalkohol wird gewöhnlich die auf  $\pm 0,5\%$  genaue Methode von Zeisel und Stritar<sup>3)</sup> in mannigfaltiger Ausführungsform verwendet<sup>4)</sup>. Sie beruht, bekanntlich, auf der Ueberführung des Methyl oder Aethylalkohols durch konzentrierte Jodwasserstoffsäure in die Jodide und Zersetzung derselben, nach dem Abdestillieren, mit alkoholischem Silbernitrat, wobei sich quantitativ AgJ bildet, das zur Wägung gebracht wird. Ihr Vorzug beruht ausser auf der verhältnismässig grossen Genauigkeit noch darauf, dass sie gestattet nicht nur die freien niedrigeren Alkohole, sondern auch die Methoxy und Athoxy-Gruppen sowie Methylimid und Aethylimidgruppen zu bestimmen und bildet die meist angewandte Methode für diesen Zweck. Ihr Nachteil beruht darauf, dass sie eine verhältnismässig umständliche Apparatur

<sup>1)</sup> Ch. Manzoff: Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs u. Genussm. 27. 469. (1913).

<sup>2)</sup> G. Reif: Arbeit d. Kaiserl. Gesundh. Amts 50. 50. (1914).

<sup>3)</sup> Zeitschr. f. analyt. Ch. 29. 359; 42. 579; 43. 387.

<sup>4)</sup> Hans Meyer: Analyse u. Konstitutionsermittlung 3. Aufl. 740. (1916).

erfordert, ziemlich viel Zeit in Anspruch nimmt und vor allem, dass sie bei den heutigen Jodpreisen sehr teuer zustehen kommt. Aus diesen Gründen wird sie meistens nur bei wissenschaftlichen Untersuchungen angewandt und hat sich wenig in der Praxis eingebürgert.

Allerdings fallen, bei den heute immer mehr und mehr angewandten mikrochemischen Bestimmungsmethoden, zu welcher auch das Zeiselsche Verfahren ausgebildet wurde<sup>1)</sup>, viele der aufgezählten Nachteile fort, doch haben sich die mikrochemischen Methoden noch nicht in dem Masse eingebürgert, wie sie es verdienen.

Für die quantitative Bestimmung des Methylalkohols wird neuerdings auch ein kolorimetrisches Verfahren angewandt, welches zuerst von Denigés<sup>2)</sup> angegeben wurde und welches in mannigfaltiger Ausführung gleichfalls zur Anwendung gelangt. Sie beruht auf der Oxydation des Methylalkohols meist mit festem Kaliumpermanganat in schwefelsaurer Lösung zu Formaldehyd und dem Vergleich der Rötung einer Fuchsinchwefligsäurelösung mit den Proben eines unter denselben Bedingungen oxydierten Methylalkohols von bekanntem Gehalt. Sie wird meistens in den Fällen angewandt, wo es sich um den Nachweis und Bestimmung des Methylalkohols neben Aethylalkohol handelt, doch ist auch hier das oben bei der Besprechung des Nachweises des Methylalkohols Angeführte zu berücksichtigen.

Fasst man das Gesagte bezüglich des Nachweises und der Bestimmung der Alkohole zusammen, so ist es leicht zu ersehen, dass es uns besonders an quantitativen Methoden fehlt, welche auch in Gemischen mit anderen flüchtigen Stoffen eine einfache Bestimmung der Alkohole gestatten. Andererseits ist die Bestimmung der Alkohole, insbesondere des Methyl- und Aethylalkohols, eine häufig vorkommende Aufgabe sowohl bei wissenschaftlichen Arbeiten als auch in der Praxis. Die niederen Alkohole entstehen oftmals als Abspaltungsprodukte bei Kondensationen, durch deren Bestimmung der Vorgang leicht quantitativ verfolgt werden kann. Eine grosse Anzahl von Stoffen enthält in leicht verseifbarer Form die Methoxy und Aethoxygruppe, welche durch eine Methyl- oder Aethylalkoholbestimmung gleichfalls leicht quantitativ ermittelt werden könnten. Die Säureester, primäre Amine, einige Alkoholoide wie Cocain, Pektinstoffe, zum Teil Gerbstoffe und eine ganze Reihe anderer Naturprodukte enthalten leicht als Alkohole abspaltbare Alkylgruppen.

<sup>1)</sup> F. Pregl: Die quantitative organische Mikroanalyse II. Aufl. 178. (1923). Springer.

<sup>2)</sup> G. Denigés. Compt. rend. de l'acad. des scienc. 150. 529.

Th. v. Fellenberg: Biochem. Zeitschrift 85. 45 (1918).

Bei den Untersuchungen der Holzdestillate, des Acetons, des Formalins, bei forensisch-chemischen Untersuchungen u. s. w., ist die quantitative Methylalkoholbestimmung eine häufig vorkommende Aufgabe, welche meistens, mangels an exakten Verfahren, nach konventionellen Methoden ausgeführt wird.

Die mangelhafte quantitative Bestimmung speziell des Methylalkohols in Holzdestillationsprodukten wird sehr treffend von M. Klar<sup>1)</sup> charakterisiert: „Treten wir zunächst der Frage näher, ob es eine wirklich zuverlässige Bestimmungsmethode von Methylalkohol gibt, so muss mit „nein“ geantwortet werden, denn bei der ganz ausschliesslich ausgeübten Methode der Überführung von Methylalkohol, in Methyljodid und Messung desselben darf es auf Genauigkeit nicht ankommen, wenn man nach dieser Methode arbeiten will.“

Der eine der Verfasser kam mehrfach in die Lage quantitative Bestimmungen, besonders des Methylalkohols auszuführen, zum Teil bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen, zum Teil bei wissenschaftlichen Arbeiten, und konnte die Umständlichkeit und Unzuverlässigkeit der üblichen Methoden kennen lernen. Seit einer Reihe von Jahren wurde deshalb nach einer Methode gefahndet um besonders den Methylalkohol auf eine möglichst einfache Art auch in Gemischen mit anderen flüchtigen Stoffen und in verdünnten wässerigen Lösungen zu bestimmen.

Nach einer grossen Reihe von vergeblichen Versuchen ist es den Verfassern gelungen eine genaue und einfache quantitative Bestimmung des Methylalkohols auszuarbeiten, welche gleichfalls gestattet auch den Methylalkohol von anderen flüchtigen Stoffen, ausser den homologen einwertigen Alkoholen zu trennen, und die sich, nach einigen vorläufigen Versuchen zu urteilen, auch auf die Bestimmung des Aethyl und der Propylalkohole wird anwenden lassen.

Wir begründeten unsere Methode auf der äusserst grossen Bildungs- und Verseifungsgeschwindigkeit durch Wasserstoffionen, der Nitrite. Schon A. von Beyer und Villiger<sup>2)</sup> heben die äusserst grosse Bildungsgeschwindigkeit der Nitrite hervor. Von einem von uns ist denn weiter die Verseifungsgeschwindigkeit der Nitrite gemessen worden<sup>3)</sup>, wobei die fast momentane Verseifung durch Wasserstoffionen und ebenso rasche Bildung konstatiert wurde, im Gegensatz zu der langsamen Verseifung durch Hydroxylienen. Dieses Verhalten der Nitrite

<sup>1)</sup> M. Klar: Technologie der Holzverkohlung 2. Aufl. 360 (1921) Springer.

<sup>2)</sup> Berl. Berichte **34**. 755 (1901).

<sup>3)</sup> Festschrift zum fünfzigjährigen Jubiläum des Rig. Polyt. Inst. S. 95 (1912); Zeitschrift für anorg. Ch. **78**. 134 (1912).

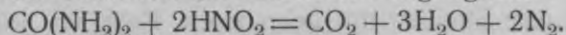


wurde bereits ausgenutzt um eine quantitative Trennung der salpetrigen und der Salpetersäure auszuführen<sup>1)</sup>.

Das Prinzip der Methode beruht auf Folgendem: Wird zu einer, auch der verdünntesten, methylalkoholischen Lösung Natriumnitrit zugegeben und angesäuert, so bildet sich fast momentan Methylnitrit, welches infolge seines niedrigen Siedepunktes ( $-12^{\circ}$ ) und seiner Unlöslichkeit in wässriger Lösung aus der Reaktionsflüssigkeit entweicht und welches durch eine angesäuerte Jodkaliumlösung momentan zu  $\text{CH}_3\text{OH}$  und  $\text{HNO}_2$  verseift wird. Die freie salpetrige Säure oxydiert eine äquivalente Menge HJ zu freiem Jod, das in üblicher Weise mit Thiosulfat titriert werden kann.

Das Verfahren bot anfangs scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten bei der Ausführung dadurch, dass beim Ansäuern der Natriumnitritlösung gleichzeitig mit dem Methylnitrit auch freie salpetrige Säure entweicht und es musste ein Weg gefunden werden, damit in der Reaktionsflüssigkeit die freie salpetrige Säure zerstört wird. Das Einfachste schien zu sein der Reaktionsflüssigkeit Stoffe zuzusetzen, mit denen die salpetrige Säure unter Stickstoffentwicklung, oder aber unter Bildung nichtflüchtiger Produkte reagiert. Hierbei kämen natürlich nur solche Stoffe in Betracht, mit denen die freie salpetrige Säure langsamer als mit Methylalkohol reagiert, doch da die Esterbildung in diesem Falle äusserst rasch verläuft, versuchten wir der Reaktionsflüssigkeit Hydroxylamin, Hydrazin, Natriumazid oder Phenol zuzusetzen. Es erwies sich aber, dass diese Stoffe mit der salpetrigen Säure viel schneller reagieren als der Methylalkohol, so dass in diesem Falle das Nitrit nur sehr langsam entweicht.

Von denjenigen Stoffen, welche mit der salpetrigen Säure langsam reagieren, ist der Harnstoff am leichtesten zugänglich.



Bei Gegenwart von Harnstoff verläuft die Bildung von Methylnitrit ganz glatt, jedoch ist hier eine geringe Menge von  $\text{N}_2\text{O}_3$  dem Methylnitrit beigemischt, so dass man bei der Absorption der Gase durch eine angesäuerte Jodkaliumlösung zu hohe Werte erhält. Es ist möglich, dass beim Ansäuern der methylalkoholischen Natriumnitrit + Harnstoff-Lösung die freie salpetrige Säure, welche bei Zimmertemperatur nur in äusserst geringer Konzentration in wässriger Lösung existenzfähig ist<sup>2)</sup>, sich zum geringen Teil zu entweichenden  $\text{NO} + \text{NO}_2$  zersetzt, bevor die

<sup>1)</sup> W. M. Fischer: Zeitschrift für Phys. Chem. 65. 61 (1908).

<sup>2)</sup> Vrgl. Abegg: Handbuch der anorg. Ch. III. 144 (1907).

Reaktion mit Harnstoff und Methylalkohol eintritt. Aus diesem Grunde versuchten wir die Konzentration der angewandten Säure möglichst zu verringern, indem wir die methylalkoholische Lösung langsam mit einem Gemisch von Essigsäure + Natriumacetat ansäuerten. Die Menge der entweichenden Stickoxyde wurde geringer, jedoch vollständig vermieden konnte sie nicht werden, auch war die Menge der entweichenden Stickoxyde von Versuch zu Versuch verschieden, so dass es auch hier nicht möglich war vollständig eindeutige Resultate zu erhalten. Daraufhin versuchten wir das entweichende Methylnitrit von der salpetrigen Säure durch Vorschalten eines U-Rohres mit trockenem Harnstoff oder Glycein oder Phenol zu befreien. Es erwies sich aber, dass mit festem Harnstoff oder Glycein das  $N_2O_3$  zu langsam reagiert, durch das Phenol wird aber das Methylnitrit zum Teil zersetzt.

Nunmehr versuchten wir die entweichenden Gase zuerst durch ein U-Rohr mit festem, geschmolzenem Natriumnitrit zu trocknen und dann durch ein zweites U-Rohr, welches mit festem Natriumbikarbonat gefüllt war, zu leiten um dann erst die Absorption durch die angesäuerte Jodkaliumlösung zu bewirken.

Es erwies sich, dass trocknes Methylnitrit durch Natriumbikarbonat nicht verseift wird.

Wir konnten somit quantitativ aus der Reaktionsflüssigkeit den Methylalkohol entfernen und ihn von allen der Bestimmung schädlichen Beimengungen erhalten. Da ausser den Alkoholen fast alle anderen Stoffe mit salpetriger Säure keine leicht flüchtigen Stoffe bilden, so gelingt es leicht den Methylalkohol von diesen Stoffen (ausser den homologen Alkoholen) zu trennen und zu bestimmen.

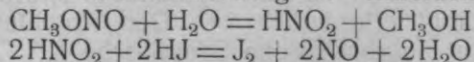
Als Standardlösungen zur Prüfung unserer Methode benutzten wir einerseits einen chemisch reinen Methylalkohol (Kahlbaum), welchen wir zuerst mehrere Stunden mit gebranntem Kalk am Rückflusskühler kochten und dann nach N. Bjerrum u. L. Zechmeister<sup>1)</sup> mit blankem Magnesiumband behandelten. Er erwies sich als 99,8—99,9%. Hier-von wurden 6,010 gr. zu einem Liter Wasser gelöst. 10 ccm. dieser Lösung entsprechen somit 0,0589 gr.  $CH_3OH$ . Diese Lösung werden wir weiter mit I bezeichnen.

Andererseits bereiteten wir eine Lösung von reinem Methylalkohol durch Verseifen von mehrmals aus Petroläther umkrystallisiertem Methyloxalat (Fp. 51,5°) Zu diesem Zweck wurden 8,4812 gr. des Esters mit überschüssigem Kaliumhydrat in einem Literkolben ver-

<sup>1)</sup> Ber. Ber. 56. 894 (1923).

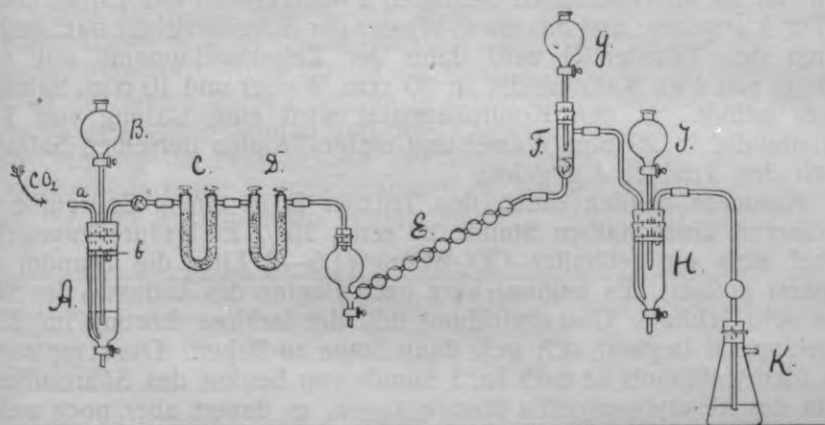
seift, dann mit Schwefelsäure neutralisiert und bis zur Marke aufgefüllt. 10 ccm. dieser Lösung enthielten 0,04602 gr.  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Diese Lösung werden wir weiter mit II bezeichnen. Der Titer der annähernd  $\frac{1}{10}$  n  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung wurde auf reinstes bei  $130^\circ$  getrocknetes  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  eingestellt.

Um das Methylnitrit möglichst schnell aus dem Reaktionsgemisch zu entfernen und ferner um die Oxydation des bei der Einwirkung von  $\text{HNO}_2$  auf die Jodwasserstoffsäure entstehende  $\text{NO}$ , bei der Absorption durch die angesäuerte Jodkaliumlösung zu vermeiden:



ist es geboten im Kohlensäurestrom zu arbeiten.

Der für die quantitative Bestimmung und Trennung verwendete Apparat kann leicht aus Teilen, die sich fast in jedem Laboratorium befinden, zusammengestellt werden.



Als Entwicklungsgefäß A dient ein 150—200 ccm. fassender Tropftrichter, der mit einem dreifach durchbohrten und mit Paraffin vergossenem Gummistopfen verschlossen ist. Durch die eine Bohrung geht ein Zuleitungsrohr für die  $\text{CO}_2$  (a), welche einem grossen Kipp-Apparat entnommen wurde; durch die andere ein kleiner Scheidetrichter (100 ccm.) B und durch die dritte ein Ableitungsrohr für die Gase. Dieses letztere ist mit einer mit Glaswolle gefüllten Kugel versehen und steht mit zwei U-Röhren C und D in Verbindung. Von diesen ist C mit trockenem, geschmolzenem Natriumnitrit und D mit festem Natriumbicarbonat gefüllt. Als Absorptionsgefäß für den Ester benutzen wir einen kleinen

Zehnkugelapparat mit angeschmolzenem Hahn von ca. 60 ccm. Inhalt (E). In Ermangelung eines solchen kann statt dessen ein mit Glasperlen gefüllter Tropftrichter wie A benutzt werden. An den Zehnkugelapparat gliedert sich ein mit etwas Glaswolle gefüllter Vorstoss (F) an, auf dem mit Hilfe eines Gummistopfens ein kleiner Scheidetrichter (G) aufgesetzt ist. Mit dem Vorstoss ist ein kleiner, mit Glasperlen zur Hälfte gefüllter Tropftrichter nach der Art von (A) verbunden und welcher zur Absorption der letzten Spuren des Nitrites dient (H), der aber nicht unbedingt erforderlich ist. Den Abschluss bildet eine an den Kontrollapparat angeschlossene Saugflasche K.

Zwecks Bestimmung des Methylalkohols in irgend einer wässrigen Flüssigkeit wird durch Einleiten von  $\text{CO}_2$  die Luft aus dem Apparat verdrängt, dann durch den Trichter B eine Lösung von ca. 4 gr. Harnstoff in 10 ccm. gesättigter Natriumnitritlösung und ein bestimmtes Volumen der zu analysierenden neutralen Flüssigkeit in das Entwicklungsgefäß A gegeben, und mit etwas Wasser der Scheidetrichter nachgespült. Durch den Trichter G wird dann der Zehnkugelapparat mit einer Lösung von 4 gr. Kaliumjodid in 30 ccm. Wasser und 10 ccm. Salzsäure (1,18) gefüllt. In den Kontrollapparat wird eine Lösung von 1 gr. Kaliumjodid in 20 ccm. Wasser und einige Tropfen derselben Salzsäure durch den Trichter J gegeben.

Nummehr werden durch den Trichter B in einem Zeitraume von annähernd einer halben Stunde 20 ccm., 25<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Essigsäure zugegeben, wobei stets ein lebhafter  $\text{CO}_2$ -Strom (1,5—2 Liter die Stunde) den Apparat passiert. Es beginnt kurz nach Beginn des Zuflusses der Säure eine sehr lebhafte Gasentwicklung und die farblose Lösung im Zehnkugelapparat beginnt sich gelb dann braun zu färben. Die Hauptmenge des Methylalkohols ist nach ca. 1 Stunde von Beginn des Säurezuflusses an in das Absorptionsgefäß übergegangen, es dauert aber noch weitere 1—1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden bis auch die letzten Spuren des Alkohols entfernt werden. — Man muss somit ca. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden  $\text{CO}_2$  durchleiten um sichere Daten zu erhalten. Nach dieser Zeit wird die Flüssigkeit aus dem Entwicklungsgefäß herausgelassen, ohne den  $\text{CO}_2$ -Strom zu unterbrechen und nach ca. <sup>1</sup>/<sub>4</sub> Stunde der Inhalt des Zehnkugelapparates und des Kontrollgefäßes in eine Stöpselflasche entleert, mit ausgekochtem Wasser gut nachgespült und das freie Jod mit Thiosulfat titriert. Da man durch die angesäuerte Jodkaliumlösung ca. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden  $\text{CO}_2$  durchleiten muss und ausserdem je nach der Dichte der Packung des Bikarbonat-U-Rohres geringe Spuren des  $\text{N}_2\text{O}_3$  dennoch in das Absorptionsgefäß gelangen können, wodurch etwas zu hohe Resultate erhalten werden

muss man bevor zur Bestimmung des Methylalkohols geschritten wird, durch einen leeren Versuch (ohne Hinzugabe des Methylalkohols) bei derselben sonstigen Füllung des Apparates während der Zeit von  $2\frac{1}{2}$  Stunden  $\text{CO}_2$  durch den Apparat leiten und durch Titration mit  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  die freigewordene Jodmenge bestimmen.

Eine grosse Reihe der ausgeführten leeren Versuche zeigte, dass eine Korrektur von 0,2—0,45 ccm.  $\frac{1}{10}$  n.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  erforderlich ist. Bei derselben Packung des Natriumbicarbonatrohres und annähernd derselben Geschwindigkeit des Durchleitens der Kohlensäure (1,5—2 L. pro Stunde) fällt die Korrektur auch nach 10—15 Bestimmungen stets die gleiche aus, sie ist somit konstant und bedingt keinen Fehler.

a. *Bestimmung des Methylalkohols in reinen Lösungen.*

Um die genauen Arbeitsbedingungen festzustellen, haben wir gegen 120 Bestimmungen von reinen Methylalkohollösungen ausgeführt, wobei die Konzentration des Alkohols, die Zeit des Durchleitens der Kohlensäure u. s. w. variiert wurden. Aus dieser Reihe seien hier nur einige angeführt. Auch darauf sei hingewiesen, dass der Apparat nur während der ersten halben Stunde beaufsichtigt zu werden braucht, ist die Säure zugegeben worden und der  $\text{CO}_2$ -Strom eingestellt, so ist keine Beaufsichtigung bis zum Schluss der Bestimmung nötig, wodurch die verhältnismässig lange Durchleitungszeit der Kohlensäure nicht mit Zeitverlust für den Ausführenden verbunden ist.

Tabelle 1.

Nr der Analyse	Nr der verwendeten Lösung und ccm. derselben	Gr. $\text{CH}_3\text{OH}$	Gef. ccm. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Korrektur in ccm. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Ccm. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nach Abzug der Korrektur	Gefunden gr. $\text{CH}_3\text{OH}$	Gefunden $\frac{\text{gr.}}{\text{CH}_3\text{OH}}$	Bemerkungen
52	10 ccm. I.	0,05997	19,50	0,40	19,10	0,05987	99,84	Dauer des Versuchs $2\frac{1}{2}$ Stunden
53	"	"	19,45	"	19,05	0,05970	99,60	
54	"	"	19,45	"	19,05	0,05970	99,60	
55	"	"	19,40	"	19,00	0,05957	99,56	
61	10 ccm. II.	0,04602	15,10	0,45	14,65	0,04593	99,79	
63	"	"	15,05	"	14,60	0,04577	99,45	
64	"	"	15,15	"	14,70	0,04608	100,1	
66	"	"	15,10	"	14,65	0,04593	99,79	
68	2,5 ccm. I.	0,0147	5,20	0,45	4,75	0,01489	101,40	
70	"	"	5,15	"	4,70	0,01473	100,2	
71	"	"	5,10	"	4,65	0,01457	99,13	

Der Titer der  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung war: 10 ccm.  $\frac{1}{10}$  n  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  — 10,22 ccm.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .



Aus den Angaben der Tabelle 1 ist zu ersehen, dass die Methode beim Arbeiten mit annähernd  $\frac{1}{10}$  n. Lösungen bis auf 0,2—0,3% genaue Resultate liefert. Bei Verwendung verdünnterer Lösungen sinkt die Genauigkeit bei unserer Arbeitsweise. Bei sorgfältigem Arbeiten kann man auch hier genaue Werte erhalten. Wir haben ca. 12 mgr.  $\text{CH}_3\text{OH}$  in 10 ccm. Lösung noch genau bestimmen können. Die Methode dürfte sich leicht zu einer Mikromethode ausbauen lassen, über welche später berichtet wird.

b. *Bestimmung des Methylalkohols in Gegenwart von Aceton, Formaldehyd sowie anderer Stoffe.*

Am häufigsten kommt die Methylalkoholbestimmung in Gegenwart von Aceton oder Formaldehyd vor, für welchen Zweck eine Reihe von Methoden vorliegen.

Verhältnismässig einfach gestattet sich die Bestimmung von Aceton in Gegenwart von Methylalkohol, für welchen Zweck man das Aceton quantitativ durch eine alkoholische Jodlösung in Jodoform überführt und diesen zur Wägung bringt, oder aber den zugefügten Jodüberschuss mit Thiosulfat titriert<sup>1)</sup>. Im Rückstand muss dann der Methylalkohol nach Zeisel bestimmt werden.

Oder aber das Aceton wird nach G. Denigés<sup>2)</sup> mit überschüssigem Quecksilber-2-sulfat als  $(\text{HgSO}_4)_2 \cdot 3\text{HgO} \cdot 4\text{CO}(\text{CH}_3)_2$  gefällt und im Filtrat der Methylalkohol in der üblichen Weise bestimmt.

Bei der Oxydation mit festem Kaliumpermanganat soll das Aceton nicht Formaldehyd bilden und man kann den Methylalkohol gleichfalls kolorimetrisch bestimmen.

Nach Pringsheim und E. Kuhn<sup>3)</sup> kann die Bestimmung des Methylalkohols in Gegenwart von Aceton auf der Nichtoxydierbarkeit des Acetons in verdünnter wässriger Lösung durch Kaliumbichromat-Schwefelsäure begründet werden. Bedeutend schwieriger ist die Bestimmung von Methylalkohol bei Gegenwart von Formaldehyd, geschweige denn wenn auch noch Aceton oder andere leicht flüchtige und oxydierbare Stoffe zugegen sind.

Die auf Methylalkohol-Formaldehydgemische bezüglichen Methoden sind von G. Lockemann und F. Croner<sup>4)</sup> zusammengestellt und ge-

<sup>1)</sup> Vrgl. Hans Meyer: Analyse und Konstitutionsermittlung. III. Aufl. 402 (1916).

<sup>2)</sup> G. Denigés: Journ. de Pharm. et de Chem. 9. 7 (1899).

<sup>3)</sup> Zeitschrift für angew. Chem. 32. 286 (1919).

<sup>4)</sup> Zeitschrift für analyt. Chem. 54. 11 (1915).

prüft worden. Alle diejenigen — welche auf der Überführung des Formaldehyds in ein schwer lösliches Hydrazon oder in des Hexamethylentetramin beruhen, geben keine genauen Resultate, da in verdünnten wässrigen Lösungen die Reaktionen nicht quantitativ verlaufen. Die oben genannten Verfasser bestimmen daher den Formaldehyd durch azidimetrische Titration nach Zusatz von Hydroxylaminchlorhydrat und den Methylalkoholgehalt durch Bestimmung des Gesamtoxydationstiter mit  $\frac{1}{2}$  n. Kaliumpermanganat und  $\frac{1}{2}$  n. Oxalsäure, somit aus einer Differenz auf indirektem Wege.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung kann man sehen, wie mangelhaft und schwierig die Bestimmung des Methylalkohols bei Gegenwart dieser Stoffe ist. Wir versuchten deshalb eine Reihe von Bestimmungen des Methylalkohols nach unserer Nitritmethode, auch bei Gegenwart von Aceton, Formaldehyd sowie anderer Stoffe auszuführen. Wie zu erwarten war, erhielten wir auch hier vollständig exakte Werte.

Zu 10 ccm. der Lösung 1. des Methylalkohols wurden 0,3 gr. Aceton und 0,1 gr. Formaldehyd zugegeben und die Bestimmung des Alkohols wie oben ausgeführt. Ferner mischten wir unsere Standardlösung des Methylalkohols mit einer Reihe mehr oder weniger flüchtiger Stoffe, nur unter Ausschluss von einwertigen Alkoholen, wie Benzin, Aether, Phenol, Benzol, Pyridin, Methyläthylketon u. s. w. Auch hier werden die Resultate nicht beeinträchtigt.

Tabelle 2.

Nr der Analyse	Ccm. Lösung	Gr. CH <sub>3</sub> OH in der Analyse	Bei der Titration erhalten ccm. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Korrektur	Gefunden ccm. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gefunden gr. CH <sub>3</sub> OH	Gefunden %/o CH <sub>3</sub> OH	Bemerkungen
88	10 ccm. 1	0,05997	19,42	0,45	18,97	0,05947	99,17	
90	"	"	19,55	"	19,10	0,05987	99,84	
91	"	"	19,55	"	19,10	0,05987	99,84	
92	"	"	19,50	"	19,05	0,05971	99,59	
96	"	"	19,60	"	19,15	0,06002	100,0	
97	"	"	19,50	"	19,05	0,05971	99,59	
98	"	"	19,45	"	19,00	0,05957	99,35	

Titer der Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Lösung: 10 ccm.  $\frac{1}{10}$  n. K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> — 10,22 ccm. Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Eine fernere praktische Bedeutung dürfte die Methode haben für die Bestimmung des Methylalkohols in rohem Holzgeist, wo derselbe neben Aceton, Pyridinbasen, Aminen und Allylalkohol enthalten ist. Von diesen, in nennenswerter Menge, vorkommenden Verunreinigungen des Methylalkohols ist nur der Allylalkohol bei der Bestimmung

störend, da er gleichfalls ein leichtsiedendes Nitrit (Kp.  $43.5^{\circ}$ ) bildet. Sein Gehalt ist nicht gross und wird gewöhnlich durch direkte Bromierung bestimmt.

Um den Methylalkohol bei Gegenwart von Allylalkohol zu bestimmen, braucht man nur zu dem zur Analyse abgemessenen Volumen des allylalkoholhaltigen Methylalkohols, Bromwasser bis zur Gelbfärbung zuzugeben und dann die Bestimmung in der üblichen Weise vorzunehmen.

So wurde zu 10 ccm. der Lösung II — 0,05 gr. Allylalkohol zugegeben und dann mit Bromwasser bis zur beginnenden Gelbfärbung versetzt. Nach einigen Minuten wurde die Gelbfärbung durch einige Tropfen Kaliumhydrat zum Verschwinden gebracht und die Bestimmung ausgeführt. Wir erhielten 99,5 — 99,84 $\frac{0}{0}$  Methylalkohol.

Die neue Methode ist somit für sämtliche Methylalkoholbestimmungen geeignet in Abwesenheit von nur derjenigen einwertigen Alkohole, welche gleichfalls leicht flüchtige Nitrite bilden.

Wie vorläufige Versuche ergeben haben, kann auch der Aethylalkohol leicht quantitativ auf diesem Wege bestimmt werden, nur muss man das Entwicklungsgefäss in ein Wasserbad von annähernd  $40^{\circ}$  hereinstellen. Auch für die quantitative Bestimmung der Gemische von Methyl- und Aethylalkohol sowie überhaupt der einwertigen niederen Alkohole wie auch bei Gegenwart anderer Stoffe wird sich die Methode leicht anwenden lassen. Hierüber sowie über die Anwendung der Methode zur Bestimmung der primären Amine einiger Alkaloide u. s. w. soll später berichtet werden.

#### *Zusammenfassung.*

Auf Grund der äusserst raschen Esterifizierbarkeit der salpetrigen Säure und deren fast momentaner Verseifbarkeit durch Wasserstoffionen haben Vff. eine einfache Bestimmung und Trennungsmethode des Methylalkohols bei Gegenwart fast aller Stoffe ausser den niederen homologen Alkoholen ausgearbeitet.

Es gelingt den Methylalkohol auch in Gegenwart solcher Stoffe wie Aceton, Formaldehyd, Aether u. s. w. direkt zu bestimmen und zu trennen, wofür bisher keine direkten Methoden vorhanden waren.

Bei Gegenwart von ungesättigten Alkoholen wie Allylalkohol gelingt die Bestimmung nach vorheriger Bromierung des Allylalkohols.

Ein für die Bestimmungen geeigneter Apparat wird beschrieben.

Januar 1924.

Analytisches und synthetisches Laboratorium.

## Jauna metode alkoholu daudzuma noteikšanai.

### I. Metilalkohola daudzuma noteikšana un viņa atdalīšana.

Valdemāra M. Fišera un Arvida Šmidta.

#### *Kopsavilkums.*

Pamatojoties uz slāpekļpaskābes visai ātro esterificēšanos un gandrīz acumirkliġo estera apziedošanas ar ūdeņraža joniem, sarakstītāji izstrādāja vienkāršu metilalkohola noteikšanas un atdalīšanas metodi. Izņemot zemākos alkohola homologus, ar minētās metodes palidzību ir iespējams tieši noteikt un atdalīt metilalkoholu gandrīz visu vielu klātbūtnē, pat acetona, formaldehida, ētera un citu, kas līdz šim nebij iespējams.

Ja šķidrumā atrodas nepiesātinātie alkoholi, kā piem. alilalkohols, tad viņi iepriekš jābromē.

Noteikšanai piemēriġs aparats tiek aprakstīts.

Janvārī 1924. g.

Analitiskā un sintetiskā laboratorija.

1. Metallische Legierungen auf Kupferbasis

Die Kupferlegierungen sind in zwei Hauptgruppen zu unterteilen: die Kupferzinnlegierungen (Messing) und die Kupfernickellegierungen (Konstantan). Die Kupferzinnlegierungen sind die wichtigsten Kupferlegierungen und werden in verschiedenen Stufen hergestellt. Die Kupfernickellegierungen sind ebenfalls wichtige Legierungen, die in verschiedenen Stufen hergestellt werden. Die Kupferlegierungen sind in zwei Hauptgruppen zu unterteilen: die Kupferzinnlegierungen (Messing) und die Kupfernickellegierungen (Konstantan). Die Kupferzinnlegierungen sind die wichtigsten Kupferlegierungen und werden in verschiedenen Stufen hergestellt. Die Kupfernickellegierungen sind ebenfalls wichtige Legierungen, die in verschiedenen Stufen hergestellt werden.

Die Kupferlegierungen sind in zwei Hauptgruppen zu unterteilen: die Kupferzinnlegierungen (Messing) und die Kupfernickellegierungen (Konstantan). Die Kupferzinnlegierungen sind die wichtigsten Kupferlegierungen und werden in verschiedenen Stufen hergestellt. Die Kupfernickellegierungen sind ebenfalls wichtige Legierungen, die in verschiedenen Stufen hergestellt werden.



# SVINA GLAZURU PIEMĒROŠANAS LIKUMĪBAS PARASTIEM MĀLIEM AR DAŽĀDU MINERALO- GISKU SASTĀVU.

E. Rozenšteins.

## Ievads.

Sistematiski pētījumi, kuŗi noskaidrotu augšminēto jautājumu, literatūrā nav parādījušies. Prof. Dr. Segers<sup>1)</sup> gan ir pamatīgi izpētījis sakarību starp smalkfajansa sastāvu un glazurām, bet šie likumi nav piemērojami parastiem māliem un glazurām. Dr. Segers matu spraugu novēršanai smalkfajansa glazurās ieteica noteiktā virzienā grozīt vai nu glazuras, vai drumstalas sastāvu. Dr. Segera izstrādātie glazuru variāciju noteikumi tomēr nav pilnīgi apstiprinājušies, kā to pierāda Prof. Dr. E. Selchs savā darbā<sup>2)</sup>. Dr. Selchs pretēji Dr. Segeram ir atradis, ka svina aizvietpošana smalkfajansa glazurās neaizkavē, bet veicina matu spraugu parādīšanos, pie kam  $\text{Na}_2\text{O}$  lielākā mērā nekā  $\text{K}_2\text{O}$ . To pašu novērojam, kā tālāk redzēsīm, arī pie maisītām svina glazurām uz parasto mālu drumstalām, tikai otrādā kārtībā:  $\text{K}_2\text{O}$  atstāj lielāku iespaidu nekā  $\text{Na}_2\text{O}$ . Parasto mālu drumstalas sastāva mainīšana glazuras spraugu novēršanai pēc Dr. Segera likuma, tādā virzienā kā smalkfajansam, pēc būtības būtu pilnīgi nepareizs paņēmiens. Iedomāsimies tikai drumstalas sastāva dažādību un apdedzināšanas temperatūras starpību. Ņemsim parasto keramisko masu sastāvdaļu — laukšpatu. Parasto mālu izstrādājumu apdedzināšanas temperatūras robežās, augstākais līdz SK 09, laukšpats nemaz nedabū iedarboties kā kurnis, palikdams vienkārši liesināšanas līdzekļa lomā. Citādi tas ir ar laukšpatu smalkfajansā, kuŗu pirmo reiz apdedzina pie SK 9—11. Piroķimiskās reakcijas abos gadījumos norisinās dažādos virzienos.

Līdz šim glazuru piemērošanu parastiem māliem izdarīja empiriskā ceļā. Vairāku sastāvu glazuras uznesa uz drumstalas, iededzināja un

<sup>1)</sup> H. Seger, Gesammelte Schriften, lpp. 476 un 495.

<sup>2)</sup> E. Selch, Der Einfluss der basischen Flussmittel auf die Haarrissigkeit u. den Schmelzpunkt von borsäurefreien Bleiglasuren.

novēroja, kā glazura piestāv. Ja glazuras uzrādīja kļūdas, parasti mainīja glazuras sastāvu, kamēr guva apmierinošus rezultātus. Mans nolūks bija pētīt dažāda sastāva mālus un piemērot viņiem zināma tipa svina glazuras, lai redzētu, vai ir iespējams atrast likumīgu sakarību starp mālu sastāvu un glazurām. Mani interesēja jautājums, cik lielā mērā mālu mineralogiskās sastāvdaļas iespaido glazuru piestāvēšanu. Ja man izdotos šinī ziņā atrast zināmu likumību, tad ceļas jautājums, vai, zinot mālu atsevišķo atduļķošanas frakciju daudzumu un mineralogisko uzbūvi, nebūtu iespējams izvēlēties piemērotu glazuru.

Latvijas māli pieder galvenā kārtā pie kvartera formācijas diluvija un aluvija ģeoloģiskām pakāpēm. Samērā reti sastopami devona formācijas un dienvidus-vakara Latvijā — Permas formācijas māli. Starp visizplatītākiem, kvartera formācijas māliem, pirmo vietu ieņem mālu mergēļi ar caurmērā 17—22% ogļskābā kaļķa un magnēzijas savienojumiem. Mālu, kuņģi būtu brīvi no min. karbonātiem, ir samērā daudz mazāk. Pēc Dr. Segera pētījumiem mālu mergēļi, atkarībā no  $\text{CaCO}_3$  un  $\text{MgCO}_3$  daudzuma un attiecībām pret  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , kā arī atkarībā no apdedzināšanas temperatūras, dod drumstalu, kuņas krāsa mainās no dzeltenas līdz dzeltenī-rozā.  $\text{CaCO}_3$  un  $\text{MgCO}_3$  nesaturošie māli, turpretim, dod sarkanu drumstalu.

Parasto mālu mineralogiskais sastāvs, tāpat kā attiecības starp atsevišķām sastāvdaļām, ir ļoti svārstīgs. Bez tam, katra no šām mālu mineralogiskām sastāvdaļām attiecībā pret glazurām uzrāda dažādas īpašības, caur ko uzdevums atrast sakarību starp šādu mālu sastāvu un glazurām, nav vieglais. Smalkfajansa masas, kuņas tiek sastādītas uz racionalās analīzes pamata, izejot no zināma sastāva materiāliem, — nav padotas tādām stiprām sastāva svārstībām, kā parastie māli, un tamdēļ pati glazuru piemērošana ir daudz vienkāršāka. Saviem pētījumiem izvēlējos dažus vietējās ķieģelniecās un podniecībās lietojamus mālus, kuņģi bija iesūtīti Universitātes silikātu-techn. laboratorijai attiecīgas glazuras piemērošanai. Vietējās Rīgas podniecībās pārstrādā galvenā kārtā mālu mergēļus. Keramiķiem ir pazīstama lieta, ka mālu mergēļiem ir vieglāki piemērot glazuras nekā  $\text{CaCO}_3$  un  $\text{MgCO}_3$  nesaturošiem sarkaniem māliem. Gluži dabīgi, ka tamdēļ podnieki izvēlas mālu mergēļus, kaut gan pēdējie dod daudz burbaināku drumstalu nekā sarkanie māli. Caurspīdīgās glazuras uz sarkanas drumstalas dod pat skaistāku efektu, sevišķi ja drumstala ir izgreznota ar apakšglazuras krāsām. Sarkanie māli galvenā kārtā tiek patērēti būvkeramiskiem izstrādājumiem un taisni tādiem, no kuņģiem prasa lielāku izturību pret atmosferālajām. Šiem izstrādājumiem jābūt ar blīvu drumstalu — kā

piem. fasades ķieģeļi, terakotas un dakstiņi. Viņus pieprasa kā glazētus, tā arī neglazētus. Taisni tamdēļ mani sevišķi interesēja izpētīt sakarību starp sarkaniem māliem un svina glazurām.

Starp izmeklēšanai un glazuru piemērošanai iesūtītiem sarkaniem māliem gadījās viens ārkārtīgi tauks plastisko mālu paraugs, kuŗu es izvēlējos kā pamata mālu dažādu mākslīgu kompozīciju sastādīšanai. Dažas no šādām mākslīgi sastādītām kompozīcijām pilnīgi sakrita ar dabīgiem paraugiem. Citas kompozīcijas sakrita ar dabīgiem paraugiem pēc pirmo divu vissmalkāko atduļķošanas frakciju daudzuma, bet atšķīrās pēc pārējo rupjāko frakciju mineraloģiskās uzbūves un beidzot dažas kompozīcijas bija vienīgās savā ziņā. Mākslīgi pagatavotām kompozīcijām, kuŗas sakrita ar dabīgo mālu paraugiem, vajadzēja pie glazuru piemērošanas dot vienādus ar pēdējiem rezultātus, pastiprinot tādējādi likumību.

Drumstalu un glazuru sakarības pētīšanai izvēlējos sekoša tipa fritētas svina glazuras:

$PbO \cdot 0,1 Al_2O_3 \cdot SiO_2$  līdz  $PbO \cdot 0,1 Al_2O_3 \cdot 2,5 SiO_2$  ar intervāliem pa  $0,5 mol. SiO_2$ .

Šādu glazuru tipu izvēlējos aiz sekošiem motīviem:

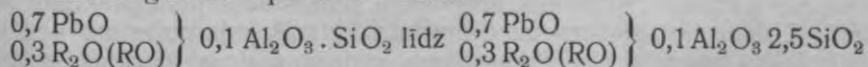
1) Šā tipa glazuru deformēšanās un šķidrīšanas temp. ietilpst podniecības un būvkeramisku izstrādājumu apdedzināšanas temp. robežās;

2) Tā kā bieži svina-silikātu frites glazurām, kamēr viņas nav iededzinātas, lai nenobruktu no drumstalas, piejauc ap 10% plastiska materiāla — parasti ugunsstiprus mālus, tad svina glazuru tips ar  $0,1 Al_2O_3$  saturu visvairāk atbilst šādam sastāvam;

3)  $Al_2O_3$  klātbūtne glazurās kavē atstiklošanos.

Bez tam pagatavoju un izmēģināju arī tā saucamās maisītās glazuras, lai redzētu, kādu iespaidu atstāj uz svina glazuru piestāvēšanu drumstalai, ja viņās ievēd alkalijas un sārmu zemes. Šim nolūkam daļu svina oksīda —  $0,3 mol.$  aizvietoju ar  $K_2O, Na_2O, CaO$  un  $MgO$ .

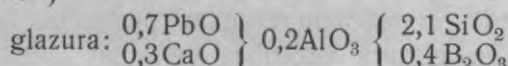
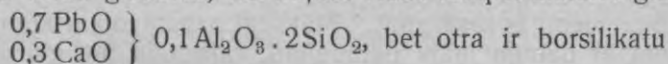
Maisītu glazuru tips tā tad būtu:



Glazuru izplešanās koeficientam pie glazuru un drumstalas sasakņošanas piekrit svarīga loma. Senāk bija tajos uzskatos, ka bezklūdaina glazuras piestāvēšana drumstalai atkarājas vienīgi no tā, vai glazurāi un drumstalai ir vienāds koeficients vai ne. Pieņēma ka pie nevienādiem izplešanās koeficientiem glazura vai nu atlec no drumstalas, vai dabū matu spraugas, raugoties pēc tā, kā izplešanās koeficients lielāks. Glazuru matu spraugu izcelšanos izskaidroja ar to, ka tai ir lielāks

izplešanās koeficients nekā drumstalai. Vēlāk izrādījās, ka lieta nav tik vienkārša. Dr. Rieckes un Dr. Stegera pētījumi<sup>1)</sup> pierādīja, ka bez izplešanās koeficienta vēl krīt svarā masas un glazuras elastība un stiepes izturība. Dr. Riecke un Stegers atrada, ka pie smalkfajansa glazurām elastībai un stiepes izturībai piekrīt noteicoša loma. Pie porcelana turpretim galvenā loma piekrīt drumstalas un glazuru izplešanās koeficientam; elastība un stiepes izturība te nāk otrā vietā.

Tā kā man aparatu trūkuma dēļ nebija iespējams noteikt eksperimentālā ceļā glazuru izplešanās koeficientu, — tad saviem pētījumiem izraudzījos divas glazuras, no kurām viena ietilpst maisītu glazuru tipā:



Šo abu glazuru izplešanās koeficienti tomēr ir zināmi, pamatojoties uz teoretiskiem aprēķiniem un Dr. Riecke un Dr. Stegera eksperimentāliem pētījumiem.

Pirmās glazuras lineārais izplešanās koeficients ir noteikts eksperimentālā ceļā un lidzinās  $588 \times 10^{-8}$ , otrās — bor-silikātu glazuras —  $570 \times 10^{-8}$ <sup>2)</sup>.

Glazuru izplešanās koeficientu var arī teoretiski aprēķināt pēc Winkelman'a un Schott'a formulas, pēc glazuru kvantitatīvā sastāva. Katra oksīda izplešanās koeficients ir zināms. Teoretiski aprēķinātais un eksperimentālā ceļā noteiktais glazuras izplešanās koeficients ne katru reizi pilnīgi sakrīt. Ir gadījumi, kā to atradis Dr. Riecke, kur starpība vienā un otrā ceļā iegūtiem skaitļiem sniedzas līdz 18%. Šo parādību Dr. Singers izskaidro ar glazuru konstitucionalām īpašībām.

Eksperimentālā ceļā noteiktais glazuras izplešanās koeficients stāv tuvāk īstenībai. Ir vēl viens apstāklis, uz ko norāda Dr. Selchs, kurš nepiešķir glazuras izplešanās koeficienta noteikšanai lielu praktisku nozīmi. Uzkausējot glazuru uz drumstalas, pirmā iedarbojas uz pēdējās sastāvdaļām, pa daļai tās izkausējama, caur ko mainās glazuras sastāvs, kuņai pēc tam ir pavisam cits izplešanās koeficients, nekā iepriekš. Pēc Dr. Riecke domām, tikai uz kaļķi saturošām drumstalām glazura

<sup>1)</sup> Dr. Riecke und Dr. W. Steger „Ueber den Wärmeausdehnungskoeffizienten von Glasuren“.

<sup>2)</sup> Izmēģinājot abas šīs glazuras uz viena un tā paša sastāva drumstalām, mans nolūks bija pārliecināties, vai pie glazurām uz parastiem māliem galveno lomu spēlē glazuru izplešanās koeficients, vai citi augšminētie faktori.

var iedarboties enerģiskāki, kamēr uz kaļķa brīvām turpretim tikko manāmi. Dr. Riecke gan aizrāda, ka šā jautājuma noskaidrošanai vajadzētu izdarīt analītiskus pētījumus, — domāta būs laikam ķīmiskā analīze: — Esmu tai pārliecībā, ka jautājuma noskaidrošanai par glazuru iedarbību uz drumstalas sastāvdaļām liela nozīme var būt optiskām metodēm: drumstalas un glazuras drupatu preparātu (Splitterprāparate) izmeklēšanai, tad slīpējumu izmeklēšanai šķērsi drumstalas un glazuras kārtām pēc interferences metodes, kā arī glazuras virskārtnas un starpkārtnas gaismas staru laušanas koeficienta noteikšanai ar refraktometru. Par šiem mēģinājumiem runāšu vēlāk.

### Eksperimentalā daļa.

Mālu atduļķošanai pēc Noebel'a metodes<sup>1)</sup> viņa konstruētā aparatā piemīt dažādi trūkumi, kamdēļ atradu par piemērotāku atduļķošanu izdarīt pēc pārgrozītās angļu metodes. Atduļķošanu Noebel'a aparatā izpilda ar tādu ūdens straumes ātrumu, ka no pēdējās piltuves 40 min. laikā noskrien 9 litri ūdens. 4 piltuvju tilpumi attiecas kā 1:2<sup>3</sup>:3<sup>3</sup>:4<sup>3</sup>. Piltuves ir savienotas viena ar otru un caur visām tek ūdens zem zināma spiediena no rezervuara. Ūdens līmenis rezervuarā ir nostādīts 60 ccm virs I. mazākās atduļķošanas piltuves. Tamdēļ ka atduļķošanas piltuvju tilpumi ir dažādi, arī ūdens straumes ātrums viņās nav vienāds. Vislielākais ātrums ir pirmā — mazākajā, bet vismazākais — pēdējā lielākajā piltuvē. Nevienāda ūdens straumes ātrums piltuvēs sadala mālu, kušš sastāv no dažāda lieluma daļiņām, piecās frakcijās, skatoties pēc šo daļiņu lieluma. Atduļķošanas izvešanai Noebeļa aparatā I. piltuvē iepilda 50 gr. duļķveidīgu mālu, pēc tam, kad viņi iepriekš apstrādāti ar ļoti vāju sārma šķīdumu. Vāji 0,5—1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sārma šķīdumi peptonizē mālus. Ūdens straume tad nu aizskalo sīkākās daļiņas uz nākošām piltuvēm, pie kam vissīkākās daļiņas — V. frakcija, tiek pat pavisam aizskalotas projām un neuzkrājas piltuvēs. Visrupjākās daļiņas, turpretim, sakrājas pirmā piltuvē. Nākošās 3 sīkākās frakcijas pakāpeniski pēc graudu lieluma uzkrājas pārējās 3 piltuvēs. Tās daļiņas, kušas uzkrājas 4 atduļķošanas piltuvēs, apzīmē par atduļķošanas atlikumiem, bet vissīkākās daļiņas, kušas neuzkrājas piltuvēs, par atduļķoto substanci, jeb tieši par mālu (Ton) šā varda šaurākā nozīmē. Atduļķotā substance pēc sava ķīmiskā sastāva un mineralogiskās uzbūves parastos mālos ir ļoti dažāda, kā mēs

<sup>1)</sup> Noebel'a atduļķošanas metode sīkāk aprakstīta Dr. Raman'a „Die Bodenkunde“ un „Principles and Practice of Agricultural Analysis, Volume I, 1906, 227. lpp.



to vēlāk redzēsīm. Maldīgi ir tamdēļ uzskati, kuži pieņem, ka atduļķotā substance ir uzskatāma, mineralogiski, kā vairāk vai mazāk tīrs kaolīnīts, vai clayīts —  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ <sup>1)</sup> jeb kā keramiķi viņu apzīmē pēc Dr. Segera priekšlikuma, par mālu substanci.

Tā kā es savam darbam pamatā liku atduļķošanas analīzi, ar kužas palīdzību centos mālus sadalīt atsevišķās frakcijās, noteikt atsevišķo frakciju daudzuma attiecības, un izpētīt viņu mineralogisko un ķīmisko sastāvu, — tad gluži dabīgi, ka man sevišķi rūpēja tāda atduļķošanas metode, kuža dotu iespēju ērti visas frakcijas savākt un ar kužas palīdzību mālus varētu sadalīt frakcijās, neatkarīgi no viņu fizikalām īpašībām, tā ka lai daļiņu lielums katrā atsevišķā frakcijā patiesi būtu pastāvīgs. Atduļķošana Noebel'a aparatā šinī ziņā nedod vēlamos rezultātus. Pirmkārt atduļķošanas atlikumu graudiņu lielums atsevišķās piltuvēs ir stipri svārstīgs atkarībā no mālu plastiskuma, kaut gan hidrostatiskais spiediens piltuvēs vienmēr ieturēts pastāvīgs. Salīdzināšanai pievedīšu tikai 2 piemērus:

Vijīga, plastiska māla, R<sub>III</sub>, atduļķošanas atlikumu graudiņu vidējais lielums, noteikts ar mikroskopa palīdzību.

II. fr. 0,085 mm.

III. fr. 0,071 mm.

IV. fr. 0,035 mm.

Liesa māla P<sub>IV</sub>, atduļķošanas atlikumu graudiņu lielums, noteikts tādā pašā ceļā:

II. fr. 0,043 mm.

III. fr. 0,028 mm.

IV. fr. 0,021 mm.

Šā apgalvojuma pastiprināšanai varētu vēl pievest citus piemērus, bet domāju, ka pietiks. Ir redzams, ka vienā un tai pašā piltuvē, vienreiz iegūstam tādus, bet otru reizi atkal citādus rezultātus. IV. piltuvē vajadzēja pie ūdens straumes ātruma — 9 litri 40 minūtēs — uzkrāt daļiņas līdz 0,01 mm., bet, kā redzams, līdz ar „atduļķotās substances“ daļiņām ir aizskalota arī daļa „šlufa“. Izdarot atduļķošanu Noebel'a aparatā parasti atduļķoto substanci neuzkrāja, bet aprēķināja, atvelkot no duļķojamā māla daudzuma atduļķošanas atlikumus piltuvēs, un starpību attiecināja uz atduļķoto substanci, uzskatot viņu nepareizi par māla substanci. Tā kā taisni no liela svara pie mālu izmeklēšanas ir uzkrāt atduļķošanas substanci un to izpētīt, tad šis svarīgās sastāvdaļas aiz-

<sup>1)</sup> I. V. Mellors „Transact. Engl. Cer. Sol.“ VIII. sējumā, 23. lpp., 1919 par kaolīnītu apzīmē  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  kristalisko un clayītu amorfo modifikāciju.

skalošana nav attaisnojama. Izdarot atduļķošanu Noebel'a aparatā parasti ar nedestilētu ūdeni, — sevišķi ja tas ir ciets, viņā izšķīdinātie elektrolīti iedarbojas koagulējoši uz koloidalām un suspendētām daļiņām, caur ko atduļķošanai vajaga daudz ūdens. Tamdēļ atduļķošanas substances uzkrāšanai vajadzētu lielu rezervuaru. Angļu atduļķošanas metode, kuŗa gan prasa vairāk laika, turpretim ir ļoti eksakta un vienkārša. Atduļķošanu izdara glāzē pie neliela destilēta ūdens patēriņa. Sevišķi aparāti nav vajadzīgi. Šo atduļķošanas metodi es apzīmēju par angļu metodi tamdēļ, ka viņa ir pieņemta un ieviesta visās Anglijas lauksaimniecības mācības iestādēs pie augsmes kārtas izpētišanas. Pati atduļķošanas metode ir aprakstīta<sup>1)</sup> un referāts par viņu ievietots žurnālā<sup>2)</sup>. Angļu mālu atduļķošanas metodi ir modificējis agronomis J. Vitiņš. Pēdējais viņu aprakstījis savā grāmatā<sup>3)</sup>.

Pēc J. Vitiņa mālu atduļķošanas metodes, kuŗu es arī izraudzijos saviem nolūkiem, 10 gr. mālu vāra Erlenmeyer'a traukā ar 200 ccm. destilēta ūdens apm. 6 stundas. Mālu šķīdināšanai pielej dažus pilienus amonjaka. Duļķi pēc tam pārlej vārāmā traukā ar apm.  $\frac{1}{2}$  litra tilpumu un uzpilda ar ūdeni 10 cm. augstumā. Pēc 24 stundu stāvēšanas, ūdeni suspendētās un koloidālā stāvoklī atrodošās daļiņas nolej jeb nosūc ar sifonu, lielākā traukā. Vārāmā traukā atlikušās daļiņas no jauna uzduļķo destilētā ūdenī. Ūdens stabam tāpat jābūt 10 cm. augstam. Pēc 24 stundām, ja ūdens ir duļķains, atkal nolej šķīdrumu. Uzduļķošanas un noliešanas manipulācijas ik pēc 24 stundām atkārto tik ilgi, kamēr šķīdrums vairs nav duļķains. 24 stundu laikā paspēj nosēties daļiņas, kuŗu caurmērs ir lielāks par 0,005 mm., turpretim daļiņas sākot no 0,005 mm. caurmērā un mazākas, līdz pat koloidālam stāvoklim, paliek ūdenī peldot un top nolietas.

Pēc šo vissīkāko daļiņu nodalīšanas, atlikumu turpina apstrādāt ar destilētu ūdeni tādā pat, kā tikko aprakstīts, kārtā tālāk, tikai ar to starpību, ka nākošām frakcijām 24 stundu vietā ļauj nogulsnēties ik pēc 6 stundām (II. frakcija ar daļiņu lielumu no 0,01—0,005 mm.), tad ik pēc 10 minūtēm (III. frakcija ar daļiņu lielumu no 0,05—0,01 mm.) un tālāk ik pēc 1 minutes (IV. frakcija ar daļiņu lielumu no 0,05—0,25). Rupjas daļiņas, kuŗu caurmērs pārsniedz 0,25 mm., 1 min. paspēj nogulsnēties un sastāda V. frakciju — atduļķošanas atlikumu, kuŗu ar dažāda rupjuma sietiem vēl var sadalīt sīkākās apakšfrakcijās.

Mālu mergeļus iepriekš atduļķošanas apstrādā ar sālskābi

<sup>1)</sup> The Journal of Agric. Science I. sējums 1906. g. — 470.—474. lpp.

<sup>2)</sup> „Журнал опыти. агрономии”, 1907, стр. 114—115.

<sup>3)</sup> J. Vitiņš „Почвы района табачн. плантаций Кубанской области”.

kaļķa un magnēzijas karbonātu sadalīšanai. No koloidu ķīmijas ir zināms, ka kaļķa un magnēzijas ogļskābie savienojumi, ar pretēju mālu substances daļiņām elektrības lādiņu, iedarbojas uz pēdējām koagulējoši un traucē atduļķošanu. Mālu mērģelam pielej tikdaudz sālskābes, cik vajadzīgs  $\text{CO}_2$  izdališanai. Plānu dubļveidīgu masu uzvieto uz filtra un mazgājot ar destilētu ūdeni atsvabina no kaļķa un magnēzijas chlorīdiem un sālskābes pārpalikuma. Ja māli satur arī brīvus dzelzsoksidus, kā tas bieži mēdz būt, kuņģi ir radušies pie silikatu sadēdēšanas un kuņģi ieiet mālu sastāvā, — tad sālskābes izvilkmā bez kaļķa un magnēzijas savienojumiem pāriet arī šie dzelzsoksi. Kalcija un magnēzija izmazgāšanu ar ūdeni turpina tik ilgi, kamēr mālu daļiņas vēl neskrien caur filtru. Kad tas jau notiek, tad pārtrauc mazgāšanu, izbaksta filtram uz piltuves caurumu un ieskalo atlikumu no filtra vārāmā glāzē atduļķošanai.  $\text{CaCl}_2$  un  $\text{MgCl}_2$  klātbūtne tiktāl ir nepatīkama, ka šie savienojumi pat ļoti atšķaidītās koncentrācijās darbojas koagulējoši uz sīkām mālu sastāvdaļām un traucē atduļķošanu, kas spiež vairākreiz atjaunot ūdeņus sīko daļiņu nošķiršanai.

#### Pamata mālu raksturojums.

Pamata māli no Cēsu apriņķa, Ērgļu pagasta pieder pie kvartera formācijas diluvija pakāpes nogulumiem. Smalka viendabīga mālu struktura liek domāt, ka šie māli ir dabīgā ceļā atduļķoti. Šo mālu slāņu atrašanās apstākļi apstiprina to. Ielejas līdzenumā, kur ūdens straumei ir bijusi lēnāka gaita, ir uzkrājušās smalkas mālu daļiņas, piegāzē, turpretim, izplešas mālu slāņi ar grants piemaisījumiem. Pamata māls, kuņģu es apzīmēju ar signaturu  $R_{III}$  ir brūnā krāsā. Mālu paraugs pēc  $1/2$  gada stāvēšanas laboratorijā vēl uzrādīja 9% mikluma, kas parastiem māliem ir augsts % un norāda uz mālu lielu plasticitāti.

Atduļķošana pēc modificētās angļu metodes:

Tā kā I. atduļķošanas frakcijas koloidalās un suspendētās daļiņas, iegūtas ar vairākkārtēju duļķa noliešanu ik pēc katrām 24 stundām — ar daļiņu lielumu līdz 0,005 mm., ļoti slikti gulsnējas, tad viņu koagulācijai mēģināju dažādu koncentrāciju  $\text{CaCl}_2$  — šķīdumus. Trisvalentīgu metālu savienojumu šķīdumi, kā piem.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , iedarbotos gan enerģiskāki pēc koloidķīmijas likumiem, bet es viņus apzinīgi nelietoju, jo baidījos, ka pie koagulācijas tomēr daļa Al savienojuma var tikt absorbēta un vēlāk, pie atduļķošanas frakcijas ķīmiskās analīzes, iespaidot rezultātus attiecībā uz  $\text{Al}_2\text{O}_3$  saturu.

Lai nebūtu jālieto lielas koncentrācijas ar nolūku novērst  $\text{CaCl}_2$  absorbciju, izvēlējos tādu koncentrāciju, kuŗa 18 stundās deva I. frakcijas

daļiņu koagulāciju. Daļiņu nogulsnešanai iz 10 ccm. šķidruma 18 stundās vajadzēja lietot 3 ccm. 7,8 milimolarā  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  šķidruma. Atduļķojot vissīkākās daļiņas līdz 0,005 mm. caurmērā no pārējām daļiņām, man sakrājās 3262 ccm. šķidruma, kuŗa skaidrināšanai vajadzēja 979 ccm. 7,8 milimolarā  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  šķidruma, kuŗš daudzums satur 1,6643 gr.  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

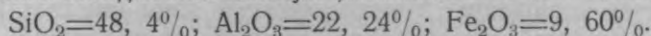
Lieko dzidro ūdeni virs nogulsnes nosūca ar sifonu, slapjo nogulsni savāca porcelana bļodiņā un ūdeni iztvaicēja. Sausne iztaisīja 3,7 gr., jeb 37%.

Apmēram tādas pašas  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  koncentrācijas es lietoju arī pārējo mālu I. un II. atduļķošanas frakcijas nogulsnešanai.

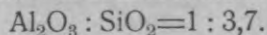
Pamata mālu I. atd. fr. ar daļiņu caurm. līdz 0,005 mm. iztaisa	37%
II. " " " " no 0,005—0,01 " "	32,7%
III. " " " " " 0,01 —0,05 " "	21%
IV. " " " " " 0,05 —0,25 " "	9,1%
V. " " " rupjām daļiņām	0,15%
	100,00%

I. un II. atduļķošanas frakcijas izpētīšana kristaloptiskā ceļā ir savienota ar grūtībām, jo šim nolūkam vajaga polarizācijas mikroskopa ar imersijas sistemu, kāda manā rīcībā nebija. Nācu pie slēdziena izdarīt I. un II. frakcijas ķīmisku analīzi, noteicot  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  un  $\text{SiO}_2$  saturu. Ķīmiskā analīze minētos gadījumos dod iespēju taisīt zināmus slēdzienus.

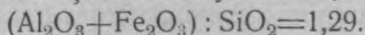
$R_{III}$  māla I. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze deva šādus rezultātus:



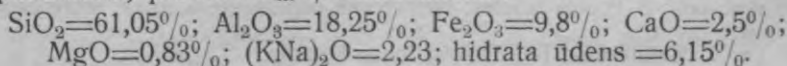
Pārrēķinot procentuālo sastāvu molekulārās attiecībās, dabūjam:



Ja pielaižam, ka viss  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ir savienojuma veidā ar  $\text{SiO}_2$ , jo dzelzsoksīds silīkatos var aizvietot alumīnija oksīdu, tad



Jāpiezīmē, ka daļa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tomēr ir brīvā,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  veidā ne tikai I., bet arī pārējās atduļķošanas frakcijās. Bez tam vēl daļa dzelzsoksīdu var būt absorbēta no alumīnija hidrosilīkātiem. Salīdzināšanas dēļ, lai izceltu vairāk sīkāko atduļķošanas frakciju ķīmisko sastāvu attiecībā uz  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  un  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  procentuālo saturu pret pilna māla attiecīgiem komponentiem, pievedu  $R_{III}$  ķīmisku analīzi:



R<sub>III</sub> māla II. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze:

$\text{SiO}_2=49,35\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3=16,42\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3=7,38\%$ .

Molekularās attiecības starp

$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2=1 : 5,09$ ;  $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2=1 : 3,95$ .

Ķīmisku analīzi izdarīja arī pie III. atduļķošanas frakcijas, kas deva šādus rezultātus:

$\text{SiO}_2=63,04\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3=12,15\%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3=8,65\%$ .

$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2=1 : 8,31$ ;  $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2=1 : 5,81$

Tā kā lielais daudzums  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  būs saistīstā veidā ar  $\text{SiO}_2$ , tad  $\text{SiO}_2$  molekularās attiecības pret  $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$

I. frakcijā būs  $> 2,9$  un  $< 3,7$

II. " "  $> 3,9$  un  $< 5,09$

III. " "  $> 5,8$  un  $< 8,31$

Interesanti, ka III. frakcijā  $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$  molekularās attiecības pret  $\text{SiO}_2$  stāv ļoti tuvi laukšpata molekularam sastāvam:

$\text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2=1 : 6$

Izdarot kristaloptisku III., IV. un V. atduļķošanas frakcijas izmeklēšanu, rezultāti pastiprināja, ka III. frakcija sastāv no dzelzssaturoša laukšpata, un tāpat arī IV. un V. frakcija. No kristaloptiskiem paņēmieniem mineralu identificēšanai lietoju gaismas staru laušanas koeficienta noteikšanu pēc Beckes līnijas un citus. Mālu mineralu gaismas staru laušanas koeficienta noteikšanai kā refraktometru lieto mikroskopu, konstatējot iepriekš Pulfricha refraktometrā<sup>1)</sup> attiecīgo šķidrums gaismas staru laušanas koeficientu. Mineralu gaismas staru laušanas koeficienta noteikšana vien tomēr nav pietiekoša mineralu identificēšanai, jo gadās, ka dažādiem mineraliem, kā piem. kvarcam un dažiem laukšpātiem, ir tuvi laušanas koeficienti<sup>2)</sup>. Tamdēļ vajaga ņemt talkā vēl citas kristaloptiskas metodes, kā: kristaloptisko asu (vien- vai divasīgs) un zīmju (+ vai —) noteikšanu ar polarizācijas mikroskopu<sup>3)</sup>.

Salīdzinot R<sub>III</sub> mālu pirmo 2 atduļķošanas frakciju ķīmiskās analīzes rezultātus ar pārējo triju rupjāko frakciju analīzēm, ir skaidrs, ka pirmās ir  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bagātākas un  $\text{SiO}_2$  nabagākas. Tāda paša likumība ir novērojama arī pie citu mālu abām sīkākām frakcijām. Izņēmums šai ziņā ir tikai tā saucamie vizlas māli.

<sup>1)</sup> Metode aprakstīta prof. Dr. F. Rinnes grāmatā „Einführung in die kristallogr. Formenlehre u. elem. Anleitung zu kristallogr.-optischen Untersuchungen. 3. Aufl.

<sup>2)</sup> skat. prof. B. Popofa tabeles: оптический определитель важн. минералов горных пород.

<sup>3)</sup> Dr. E. Weinschenk, Das Polarisationsmikroskop.



Pēc ķīmiskās analīzes un molekularām attiecībām iznāk, ka pirmās 2 atduļķošanas frakcijas neatbilst bisilikātam, viņas ir skābakas. Nenoliedzami, ka normāla sastāva parasto mālu abas vissīkākās frakcijas satur laukšpata sadēdēšanas atliekas. Tā kā laukšpats var sadēdēt pakāpeniski, tamdēļ ir iespējami, kā H. Stremme<sup>1)</sup> apgalvo, dažādi starpprodukti.

Laukšpata molekularais sastāvs ir:  $R_2O(RO) \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ . Pie laukšpata sadēdēšanas  $SiO_2$  saturs pamazīnās, sākot no 6 molekulām uz leju, tāpat arī alkaliju un sārmu zemju saturs slīd uz leju,  $Al_2O_3$  saturs turpretim pieaug. Kā galējais pilnīgākais laukšpata sadēdēšanas produkts ir uzskatāms alumīnija hidrobisilikāts. Interesanti, ka  $R_{III}$  un citu normāla sastāva mālu I. atduļķošanas frakcija ir  $Al_2O_3$  bagātāka un  $SiO_2$  nabagāka nekā II. atduļķošanas frakcija, ko var izskaidrot ar to, ka I. frakcijā būs uzkrātas laukšpata pilnīgākas sadēdēšanas atliekas, un jo pilnīgāka sadēdēšana, jo smalkāka dispersija.

Parastie māli, kā to F. Senfts paskaidro<sup>2)</sup>, ir cēlušies laukšpatam sadēdot zem atmosfēraliju iespaidiem, kur liela loma, bez  $CO_2$ , ir piekritusi gaisa skābeklim. Zem skābekļa iespaids, laukšpata dzelzsoksīdulu savienojumi ir oksidēti par dzelzsoksihidrātiem, kuri uzkrājušies mālos. Turpretim laukšpata kaolinizēšana notiek bez skābekļa iedarbības. Pie kaolinizēšanas procesa samazinās un izzūd dzelzsoksīdi. Abām sīkākām normāla sastāva mālu atduļķošanas frakcijām, kurās būs kopotas laukšpata sadēdēšanas atliekas, piekrīt keramikā pie glazuru piemērošanas ļoti svarīga loma, kā mēs to tālāk redzēsim, jo no viņu daudzuma un pārējo rupjāko atduļķošanas frakciju mineralogiskās dabas—laukšpats, kvarcs, muskovīts vai citi, atkarājas zināmu glazuru piestāvēšana. Kā atduļķošanas rezultāti rāda,  $R_{III}$  māli ir tik tauki, ka bez liesināšanas viņus ir grūti apdedzināt. Caur to man radās izdevība minētos mālos ievest dažādus liesināšanas līdzekļus, samērā lielos vairošanos, un novērot dažādi mākslīgi liesinātu mālu izturēšanos pret dažādām glazurām. Liesināšanu izdarīja ar tā paša māla apdedzinātiem, sasmalcinātiem un izšķirotiem (starpfrakcija no sietiem ar 900 un 4900 acīm/cm<sup>2</sup>) miltiem, kvarca smiltīm un laukšpata pulveri. Metāla formās tika pagatavota vesela serija paraugu plāksniņu. Uz apdedzinātām pie SK 09 plāksnītēm uznestas attiecīgas svina frites glazuras un iededzinātas elektriskā Ubbelohdes sistēmas krāsnī pie attiecīgām temperatūrām. Glazuru iededzināšanas temperatūras tika, salīdzinot ar glazuru deformēšanas tempera-

1) Ztschr. Geolog. Gesellsch. 1910, Monatsb. 122, Chem. Zeit. 1911, 529.

2) Fels und Erdboden, München 1876. g. 1pp. 197.

туру, ieturētas pa 6—7 SK numuriem augstāk. Pati Ubbelohdes sistēmas krāsniņa dod iespēju viegli regulēt temperatūru pēc vēlēšanās; vienmērīgi iesildīt un atdzisināt. Arī glazuru iededzināšanas gaita ir viegli novērojama.

1. tabele.

№№	Glazuru molekulārās formulas	Glazuru jēlsastāvs							
		Meniģe	Krits	Zoda kalc.	Potaša kalc.	Magnezīts kaust.	Kaolins	Borskābe	Kvarcs
1.	$\text{PbO} \cdot 0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	228,3	—	—	—	—	25,8	—	48
2.	$\text{PbO} \cdot 0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,5\text{SiO}_2$	228,3	—	—	—	—	25,8	—	78
3.	$\text{PbO} \cdot 0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	228,3	—	—	—	—	25,8	—	108,5
4.	$\text{PbO} \cdot 0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2$	228,3	—	—	—	—	25,8	—	138,6
5.	$0,7\text{PbO}$ $0,3\text{Na}_2\text{O}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	159,9	—	31,8	—	—	25,8	—	108
6.	$0,7\text{PbO}$ $0,2\text{Al}_2\text{O}_3$ $0,3\text{CaO}$ $0,4\text{B}_2\text{O}_3$ $\cdot 2,1\text{SiO}_2$	159,9	30	—	—	—	51,6	49,6	102,5
7.	$0,7\text{PbO}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3$ $0,3\text{CaO}$ $\cdot 2\text{SiO}_2$	159,9	30	—	—	—	25,8	—	108
8.	$0,7\text{PbO}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3$ $0,3\text{MgO}$ $\cdot 2\text{SiO}_2$	159,9	—	—	—	12	25,8	—	108,5
9.	$0,7\text{PbO}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3$ $0,2\text{CaO}$ $\cdot 2\text{SiO}_2$ $0,1\text{Na}_2\text{O}$	159,9	20	10,6	—	—	25,8	—	108,5
10.	$0,7\text{PbO}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3$ $0,2\text{MgO}$ $\cdot 2\text{SiO}_2$ $0,1\text{Na}_2\text{O}$	159,9	—	10,6	—	8,06	25,8	—	108,5
11.	$0,7\text{PbO}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3$ $0,3\text{Na}_2\text{O}$ $\cdot 2,5\text{SiO}_2$	159,9	—	31,8	—	—	25,8	—	138,6
12.	$0,7\text{PbO}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3$ $0,3\text{K}_2\text{O}$ $\cdot 2,5\text{SiO}_2$	159,9	—	—	41,5	—	25,5	—	138,6

Glazuru sastāvdaļu sakausēšana izdarīta izoderotos Hesenes tiģeļos deggāzes liesmā Segera krāsnī. Kā ļoti laba tiģeļa odere nodē kaolina un smilšu maisījums, attiecībā 1:1<sup>1)</sup>. Maisījumu iejauc ūdenī par miklu un ar to izsmērē sienīņas. Vajadzīgais ūdens daudzums nosakāms izmēģināšanas ceļā, jo šķidra mikla dod pie iekalšanas spraugas un vietām atlec no sienīņām.

<sup>1)</sup> sk. Dr. Berģe „Keram. Praktikum.“

Glazuru sastāvdaļas iepriekš sakausēšanas samā, labāki sakot, pamatīgi samaisa bumbu dzirnaviņās un tad izlaiž caur smalku sietu ar 900 acīm/cm<sup>2</sup> pilnīgāka viendabīguma sasniegšanai. Pēc glazuras sakausēšanas, ko nosaka ar paraugu ņemšanu pēc viņu spīdīgā izskata, liesmu izdzēs un ļauj krāsniņai līdz ar tīgeli atdzist. Glazuru sastāvdaļu iekausēšanai lielākos apmēros, ja krāsns konstrukcija atļauj, ir ieteicami lietot tīgelus ar aizbāžamu caurumu dibenā. Kad glazura ir sakausēta, izgrūž tapu un ugunsšķidra masa iztek un pēc vēlēšanās krīt aukstā ūdenī, kur pēkšņi atdziestot sadrūp. No oderētiem tīgeliem glazura ar oderi, kuŗa pie apdedzināšanas saŗūk, tīgeli apgāŗot uz muti — parasti izlec laukā. Glazura ir sakususi vienā gabalā un drupaina oderes materiala attīrīšanai ņem kaltu un slīpējamo akmeni palīgā. Sadrupinātu glazuru sasmalcina bumbu dzirnaviņās un smalka pulvera iegūšanai izsijā caur 3000 acis/cm<sup>2</sup> sietu.

Attiecībā uz PbO ievēšanu glazurās, gribu atzīmēt, ka drošāki ir PbO ievest nevis PbO-gletes, bet Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> meniges veidā, aiz sekoŗiem motīviem. PbO ir metaliska Pb saturoŗs un pie iekausēšanas ļoti jūtīgs pret reducējoŗām gāzēm, caur ko frites glazuras, kā man pašam bija izdevība novērot, iznāk pelēkas. Pat ugunsģāzes ar gaisa pārpilnību, bet saturoŗas grūti sadegoŗas vielas, darbojas uz PbO reducējoŗi <sup>1)</sup>.

Lai novērotu, kā izturas pret svina glazurām drumstala, kuŗa satur dažādus daudzumus kvarca un laukŗpata smilŗu, tad pagatavoju veselu seriju paraugu, kuŗu sastāvs redzams 2. tabelē. RIII māla liesināšanai lietotās kvarca smiltis ŗķiroja uz 2 sietiem ar 900 un 4900 acīm/cm<sup>2</sup>. Izlietota tika abu sietu starpfrakcija. Graudiņu lielums, mikroskopiski pārbaudīts, svārstījās starp 0,106—0,21 mm. un tā tad ietilpst IV. atduŗķoŗanas frakcijā. Visos gadījumos, kur notiek RIII liesināšana ar smiltīm, mēs mainām mālu mineraloģisko uzbūvi, jo ievedam vēl kvarcu. IV. mālu frakcijā bez laukŗpata būs reprezentēts arī kvarcs. Divās RIII kompozīcijās ieveda kalija-natrona-laukŗpatu ar graudiņu lielumu no 0,007—0,071 mm., ŗāda rupjuma daļiņas ietilpst III. frakcijā. Abos pēdējos gadījumos 3 rupjakās frakcijas satur tikai laukŗpatu. Ar sadēdēšanas atlieku samazināšanu resp. smilŗu satura palielināšanu, kā tas redzams no 3. tabeles, piemēroto glazuru skaits samazinās. No tīrām svina glazurām piestāv vienīgi glazura № 4 un arī tikai uz drumstalām RIII<sub>11</sub> un RIII<sub>12</sub>. ŗi glazura, salīdzinot ar citām, ir SiO<sub>2</sub> satura bagātāka. No maisītām glazurām — glazura № 7, kuŗā 0,3 mol. PbO aizvietotas ar CaO, izturas daudz labvēlīgāki, nekā attiecīga tīrā svina glazura № 3.

<sup>1)</sup> sk. Sprechsaalkalender 1922, 66.

Kvarca un laukšpata iedarbības studēšanai pagatavoju divas drumstalas R<sub>III,6</sub> un R<sub>III,10</sub>, kuņas satur vienādu daudzumu sadēdēšanas atlieku un liesināšanas vielu, tikai ar to starpību, ka pie R<sub>III,10</sub> — liesināšanas viela ir tīrs laukšpats, pie R<sub>III,6</sub> — turpretim, laukšpats un kvarcs. Pie R<sub>III,6</sub> piestāv glazuras № 7 un 8 bez kļūdām, bet uz R<sub>III,10</sub> viņas ir sašprēgājušas. Tas pierāda, ka māli, saturoši kvarca smiltis, izturas pret glazurām labvēlīgāki, nekā laukšpatu saturoši.

2. tabele.

	Jēlmasas sastāvs	R <sub>III</sub> māla un kvarca smilšu vai laukšpata maistjuma sastāvs pēc frakcijām %					Piezīmes
		I.	II.	III.	IV.	V.	
		62,75					
R <sub>III,11</sub>	90 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> smiltis .	33,30	29,43	18,90	18,19	0,18	
		59,25					
R <sub>III,12</sub>	85 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 15 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> smiltis .	31,45	27,80	17,85	22,73	0,17	
		55,76					
R <sub>III,4</sub>	80 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> smiltis .	29,00	26,16	16,80	27,28	0,16	
		52,28					
R <sub>III,5</sub>	75 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> smiltis .	27,75	24,53	15,75	31,82	0,15	
		48,79					
R <sub>III,6</sub>	70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> smiltis .	25,90	22,89	14,70	36,37	0,14	
		41,82					
R <sub>III,13</sub>	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> smiltis .	22,20	19,62	12,60	45,46	0,12	
		52,28					
R <sub>III,9</sub>	75 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> laukšpata	27,75	24,53	40,75	6,82	0,15	
		48,79					
R <sub>III,10</sub>	70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla un 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> laukšpata	25,90	22,89	44,70	6,37	0,14	

3. tabele.

	№ 3. PbO . 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2 SiO <sub>2</sub>	№ 4. PbO . 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2,5 SiO <sub>2</sub>	№ 7. 0,7 PbO   0,3 CaO   0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2SiO <sub>2</sub>	№ 6. 0,7 PbO   0,2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   0,2, 1SiO <sub>2</sub> 0,3 CaO   0,4 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
R <sub>III,11</sub>	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
R <sub>III,12</sub>	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
R <sub>III,4</sub>	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām
R <sub>III,5</sub>	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	
R <sub>III,6</sub>	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	
R <sub>III,13</sub>		sasprēgā	bez kļūdām	
R <sub>III,9</sub>	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	sasprēgā
R <sub>III,10</sub>	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā

	№ 8.	№ 9.	№ 10.
	0,7 PbO   0,3 MgO   0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub>	0,7 PbO   0,2 CaO   0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub> 0,1 Na <sub>2</sub> O	0,7 PbO   0,2 MgO   0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub> 0,1 Na <sub>2</sub> O
R <sub>III11</sub>		bez kļūdām	sasprēgājusi
R <sub>III12</sub>		bez kļūdām	
R <sub>III4</sub>			
R <sub>III5</sub>			
R <sub>III6</sub>	bez kļūdām		
R <sub>III13</sub>			
R <sub>III9</sub>			
R <sub>III10</sub>	sasprēgājusi		

**Māli, kuņi apzīmēti ar signaturu P<sub>1</sub>**, ir ņemti Jelgavas lidzenumā, kur viņi gul tieši zem aņamās zemes kārtas divi pēdas biežā slāni. Viņu krāsa netīri brūngana. Šis māls ir cēlies caur aluvija ģeoloģiskās pakāpes Joldijas jūras laikmeta māla mergēļa sadēdēšanu. CO<sub>2</sub> saturošie ūdeņi iedarbojas uz māla mergēļa ogļskābiem kaļķu un magnēzija savienojumiem, pārvēršot tos bikarbonatos. Ūdens bikarbonatus aizskalo prom, tā ka ar laiku rodas CaCO<sub>3</sub> un MgCO<sub>3</sub> savienojumu brīvs māls. Ka šis māls ir cēlies caur māla mergēļa sadēdēšanu, to pierāda zem virsējā sadēdējušā māla atrodošies spēcīgi māla mergēļa slāņi. Māls P<sub>1</sub> senāk ir lietots fasadu ķieģeļu, terakotu, dakstiņu un drenu cauruļu pagatavošanai uz vietas atrodošā ķieģelīnīcā. Pie apdezināšanas viņš dod koši sarkanu krāsu. P<sub>1</sub> atduļķošanas rezultāti pēc modificētās metodes sekoši:

I. atduļķ. fr. ar daļiņu lielumu līdz	0,005 m. — 17 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	} — 56 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
II. " " " " "	0,005—0,01 m. — 39 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
III. " " " " "	0,01 — 0,06 m. — 29 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
IV. " " " " "	0,05 — 0,25 m. — 6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
V. rupjākās daļiņas	9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	

I. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze:

SiO<sub>2</sub>=48,72<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=22,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=9,88<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, kas dod molekularās attiecības (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): SiO<sub>2</sub>=1:2,88.

Salīdzinot R<sub>III</sub> un P<sub>1</sub> — I. atduļķošanas frakcijas ķīmisko sastāvu, uzkrīt gandrīz vienādie sakrītošie rezultāti. Tas pierāda, ka P<sub>1</sub> sīkākās atduļķošanas frakcijas satur tādas pašas sadēdēšanas atliekas, kā R<sub>III</sub>. Triju rupjāko atduļķošanas frakciju kristaloptiska izmeklēšana pierādīja, ka galvenā mineraloģiskā sastāvdaļa ir laukšpats, tad nāk kvarcs un muskovīts (kalija vizulis), — biotīta nav. Attiecībā uz laukšpata klāt-



būtni zemes virskārtā prof. W. M. Wiljams's<sup>1)</sup> savā darbā pieturas pie uzskatiem, ka visrupjākā V. atduļķošanas frakcijā laukšpats vēl varot būt, bet nekādā ziņā smalkākās — III. un IV. frakcijā. Kvarca daļiņas, lūk, pateicoties savam lielākam cietumam, esot izturīgākas pret mehāniskiem sadēdēšanas aģentu iespaidiem. Laukšpats, kā mikstāks minerals, ātrāk sadrūpot un ar savu lielāku virsmu pēc tam vieglāki padodoties ķīmiskai sadēdēšanai. Šo procesu gala rezultāts esot tas, ka laukšpats sīkākās frakcijās pilnīgi izzūdot un uzkrājoties vienīgi kvarcs. Māls P<sub>1</sub>, kuŗš katrā ziņā ir pieskaitāms zemes virskārtām, rāda gan citādu ainu. R<sub>III</sub> un citi mālu paraugi apstiprina to pašu, tā ka W. Wiljams'a uzskati ir stipri apšaubāmi. W. Wiljams's savā darbā nemaz nerunā par pētīšanas metodēm, kuŗas tas pielietojis savos pētījumos. Var redzēt, ka eksakto kristaloptisko pētīšanas metodi, kuŗa var dot šai jautājumā istu patiesu atbildi, prof. Wiljams's nav pielietojis. Nekādā gadījumā nevaru piekrist arī prof. Wiljams'a apgalvojumam, ka II. atduļķošanas frakcija ar daļiņu lielumu no 0,01—0,005 sastāv no amorfas krama skābes, kur ķīmiskā analīze skaidri rāda, ka te dārišana ar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> savienojumiem.

**Atduļķots P<sub>1</sub> — māls.** Mēs redzējām pie R<sub>III</sub> māliem, ka caur liesināšanu ar kvarca smiltīm un laukšpatu, t. i. ar šo liesināšanas līdzekļu pavairošanu mālos, — samazinās viņam piemērotu glazuru skaits. Ja tas tā, tad ar minēto liesināšanas līdzekļu samazināšanu dabīgos mālos, varētu sagaidīt pretējus rezultātus — mālam piemērotu glazuru skaitu palielināšanos. Lai to pierādītu, stājos pie P<sub>1</sub> māla atduļķošanas. Pirms atduļķošanas P<sub>1</sub> saturēja 24,94% atduļķošanas atlikuma, kuŗu noteica Noebel'a aparatā. Pēc atduļķošanas lielākos apmēros laboratorijas ceļā, neievērojot nekādus sevišķus noteikumus ne attiecībā uz ūdens staba augstumu, ne uz nosūkšanas laiku, atduļķotais māls, pārkontrolējot atduļķošanas atlikumus Noebel'a aparatā, uzrādīja tikai 14,38%. Neatduļķotie P<sub>1</sub> māli saturēja — 9,1% rupjāko daļiņu, atduļķotie — 0,08%, tā tad V. frakcija visa un vēl daļa no IV. — ir atšķirtas. Zinot neatduļķotā P<sub>1</sub> māla atduļķošanas frakcijas vairumus pēc pārgrozītās angļu atduļķošanas metodes un atšķirto rupjāko daļiņu daudzumu, varam aprēķināt atduļķotā P<sub>1</sub> māla atsevišķas atduļķošanas frakcijas.

I.	atduļķošanas frakcija	— 18,9	} 62,2%
II.	"	43,3	
III.	"	32,2%	
IV.	"	5,5%	

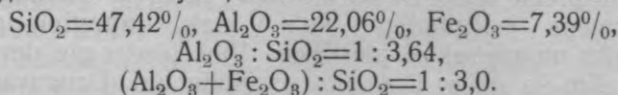
<sup>1)</sup> Почвоведение, Москва 1914.

Ja nu ieskatāmies 4. tabelē, tad redzam, ka māls ir uzlabots, glazuru piestāvēšanas lauks ir paplašinājies.

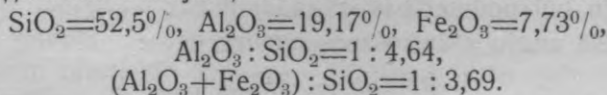
**Glūda CK** no Kazdangas apkārtnes, gaiši pelēkā krāsā, saturoša diezgan humusa vielu. Atduļķošanas rezultāti sekošie:

I. frakcija	— 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	} 42 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
II. "	12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
III. "	33 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
IV. "	17 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
V. "	9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	

I. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:



II. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:

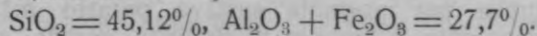


III., IV. un V. atduļķošanas frakcijas, kristaloptiski izmeklējot, izrādījās gandrīz par tīru kvarcu ar nelieliem laukšpata piemaisījumiem. Kaut gan P<sub>1</sub> satur 56<sup>0</sup>/<sub>0</sub> laukšpata sadēdēšanas atlikumu, CK turpretim tikai 41<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, tomēr pateicoties gandrīz tīriem kvarca smilšu piemaisījumiem ar nedaudz laukšpata, gala rezultāts bija priekš CK labvēlīgāks. Glazuras № 4, № 9 un № 10 uz P<sub>1</sub> drumstalas bija sasprēgājušas, kamēr uz CK turējās bez defektiem.

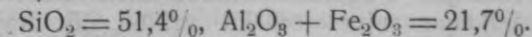
**Lietavas māls L<sub>II</sub>**. Pelēkā krāsā — satur daudz augu atlieku un humusa vielas. Augu atliekas, kā rupjāks materiāls, pie atduļķošanas uzkrājas V. frakcijā. Atduļķošana deva šādus rezultātus:

I. frakcija	21,07	} 33,46 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
II. "	12,39	
III. "	20,07	
IV. "	14,25	
V. "	32,22	

I. frakcijas ķīmiskā analīze:



II. frakcijas ķīmiskā analīze:



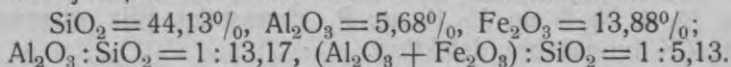
III., IV. un V. frakcija saturēja kvarcu, laukšpatu un vizlu. Neliels sadēdēšanas atlieku daudzums un laukšpata un vizlas piemaisījumi pārējās frakcijās stipri ierobežoja glazuru piestāvēšanas iespējamību. No veselas serijas glazuru piestāvēja vienīgi glazura №7. Glazura №6, kuŗai arī vajadzētu piestāvēt LII drumstalai, jo viņas izplešanās koeficients ir mazāks nekā glazurai №7, bija sasprēgājusi. Šis apstāklis liek domāt, ka šeit krit svarā ne tik daudz glazuru izplešanās koeficients, kā viņu elastība un stiepes izturība. Šo slēdzienu, kā to turpmāk redzēsim, pastiprinās vēl citi piemēri.

**V-māls** tumši sarkanā krāsā atrodas 6' dziļumā zem morenu nogulumiem. Morenu masa sastāv no mālu mergeļa ar dūres un lielākiem kaļķakmeņu ieslēgumiem. Pats V-mals, turpretim, ir ļoti viendabīgs, smalks un pietiekoši plastisks. Viņš pieder pie devona formācijas. Līdz šim šo mālu, liesinājot ar glūdu no Daugavas krastiem, izlietoja kiegļu ražošanai. Īpašnieku interesēja jautājums, cik noderīgs V-māls varētu būt podniecības izstrādājumiem.

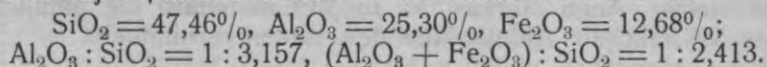
Modificētā angļu atduļķošanas analīze deva:

I. frakcija	— 31 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	} 41 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
II. "	— 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
III. "	— 24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
IV. "	— 21 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
V. "	— 14 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	

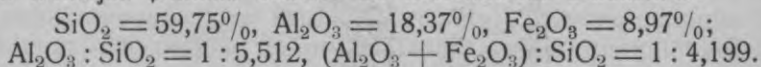
I. frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:



II. frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:



III. frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:



Salīdzinot normāla sastāva parasto vizlas mālu I. vissīkākās atduļķošanas frakcijas, redzam, ka vizlas mālu I. frakcija  $\text{Al}_2\text{O}_3$  satur a ziņā ir daudz nabadzīgāka par normāla sastāva parasto mālu I. frakciju. Zīmīgi, ka vizlas mālu II. un pat III. frakcija uzrāda augstāku  $\text{Al}_2\text{O}_3$  saturu nekā I. frakcija. Pagaidām atturoš taisīt kādus slēdzienus par vizlas mālu I. frakcijas mineraloģisko uzbūvi. II. frakcijas ķīmiskā

analīze nepārprotami liecina, ka mums ir darīšana stipri ar dzelzsoksīdiem bagātu muskovītu. C. Doelters<sup>1)</sup> pieved līdzīgu 84. muskovīta ķīmisku analīzi, kurš starp citu satur:  $\text{SiO}_2 = 47,72\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 28,70\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 7,24\%$ , pārrēķinot  $\%$  saturu molekulārās attieksmēs, dabūjam:  $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2 = 1 : 2,426$ .

Normala sastāva parasto mālu II. frakcija satur laukšpata ķīmiskās sadēdēšanas atliekas. Vizlas māli turpretim — mehāniski sadrupušu vizlu. Kalija vizla — muskovīts — pēc C. Doeltera pētījumiem ir ļoti stabila un grūti padodas ķīmiskai sadēdēšanai. A. Atterbergam<sup>2)</sup> izdevies caur ilgu mašīnu pārvērst vizlu plastiskā, māliem līdzīgā stāvoklī, laukšpatu un kvarcu, turpretim, nē. Ja tas izdevās mākslīgā ceļā, tad mums daudz vairāk ir pamata pieņemt, ka daba ilgākos laika sprīžos šo uzdevumu veiks vēl labāki un pamatīgāki. Līdz šim definējot no mineraloģiskā viedokļa jēdzienu „māls“ pieņēma, ka mālu svarīgākās sastāvdaļas ir māla substance, jeb citas skābākas laukšpata sadēdēšanas atliekas, kurās mālos var nākt lielākos vai mazākos daudzumos priekšā. Šīs smalkās daļiņas ar lielu dispersitātes gradu piešķir māliem plastiskās īpašības. No otras puses pēc ārējām pazīmēm, par māliem dēvēja dabīgas mineralvielas ar plastiskām īpašībām un domāja ka minētām vielām — māliem ir jā satur laukšpata sadēdēšanas atliekas. Kā mums rāda piemērs ar vizlas māliem, tad abi šie jēdzieni nav viens otru seguši. Definējot mālus pēc ārējām pazīmēm, esam lietojuši jēdzienu plašākā nozīmē, nekā mineraloģiski. Ka mālu smalkā — otrā atduļķošanas frakcija varētu sastāvēt no vizlas, par to aizrādījumu literatūrā neesmu atradis.

Pat Le Chatelier<sup>3)</sup> saka: „Esmu novērojis, ka divas substances, vizla un glaukonīts, kurās dabā nav sastopamas smalka pulvera veidā, ļaujās tomēr smalki samalties“.

Tā tad mineraloģiski mums katrā ziņā ir jāpaplašina jēdziens „māli“. Lai vairāk izceltu šā māla īpatnību, es viņu apzīmēju par „vizlas mālu“. Vizlas māliem nepiestāv neviena no tīrām un maisītām svina glazūrām, pat glazūra № 6 ne. Iedūļķojot vizlas mālos krītu, sākot pat no 15%, jau rodas iespēja dažas glazūras piemērot drumstalai bez kļūdām.

Salīdzināsim mākslīgās mālu kompozīcijas pēc tab. 2 ar attiecīgiem dabīgiem paraugiem. P1 atduļķošanas paraugam pēc sadēdēšanas atlieku un piemaisījumu vielu daudzuma un pēdējo mineraloģiskas

<sup>1)</sup> C. Doelters „Handbuch der Mineralchemie“ II. sējums, 426. lpp.

<sup>2)</sup> A. Atterberg, Verh. zweit. intern. Agregeol. Konferenz (Stockholm) 1911. 288.

<sup>3)</sup> Kieselsäure und Silikate, lpp. 379.

uzbūves, atbilst  $R_{III_{12}}$ . Glazuras № 4, 6 un 7, kuŗas bez kļūdām piestāv  $P_{I \text{ atd.}}$ , izturas gluŗi tāpat pret  $R_{III_{11}}$  (skat. tabeles 3 un 4). Dabīgai mālu drumstalai  $P_I$  savukārt atbilst  $R_{III_4}$ . Arī viņām abām piestāv vienas un tās pašas glazuras — № 6 un 7. Glūdai CK pēc sadēdēšanas atlieku daudzuma atbilst  $R_{III_{13}}$ , bet attiecībās starp kvarca un laukšpata smiltim asi atšķiras. CK smiltis sastāv gandrīz no tīra kvarca,  $R_{III_{13}}$  — turpretim pārsvars ir laukšpatam. Kā jau piemēri  $R_{III_6}$  un  $R_{III_{10}}$  rādīja, māliem, saturošiem kvarca un laukšpata smiltis, ir iespējams piemērot glazuras plašākā apjomā, nekā laukšpatu saturošiem vien. CK patiesi piestāv glazuras № 4, 6, 7 un 9,  $R_{III_{13}}$ , tikai viena № 7.  $L_{II}$  un V-māliem nestāv pretim attiecīga mākslīga kompozīcija.

4. tabele.

	№ 3. PbO . 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . 2 SiO <sub>2</sub>	№ 4. PbO . 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . 2,5 SiO <sub>2</sub>	№ 7. 0,7 PbO 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2 SiO <sub>2</sub> 0,3 CaO	№ 6. 0,7 PbO   0,2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   2,1 SiO <sub>2</sub> 0,3 CaO   0,4 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
$R_{III}$	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
$P_{I \text{ atd.}}$	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
$P_I$	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām
CK		bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
$L_{II}$	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	sasprēgā
V.	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā

	№ 9. 0,7 PbO 0,2 CaO 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2 SiO <sub>2</sub> 0,1 Na <sub>2</sub> O	№ 8. 0,7 PbO 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2 SiO <sub>2</sub> 0,3 MgO	№ 10. 0,7 PbO 0,2 MgO 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2 SiO <sub>2</sub> 0,1 Na <sub>2</sub> O
$R_{III_{30}}$	bez kļūdām		
$P_{I \text{ atd.}}$	bez kļūdām		
$P_I$	sasprēgā		sasprēgā
CK	bez kļūdām		sasprēgā
$L_{II}$	sasprēgā	sasprēgā	
V.	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā

Glazuru piemērošanas novērojumiem pie  $R_{III}$  māliem, kuŗiem piejaukti dažādi oglskābā kaļķa daudzumi, tika pagatavota mākslīgu paraugu serija, sk. tab. 5. Tabelē 6. sakopotie rezultāti rāda, ka ar  $CaCO_3$  satura paaugstināšanu mālos — glazuru piestāvēšanas apjoms paplašinās. —  $R_{III_1}$  drumstalai ar mazāko  $CaCO_3$  saturu no tīrām svina glazurām piestāv tikai glazura № 4, pārējās, kā piem. № 1, 2 un 3 ar lielāku svina un mazāku krama skābes saturu, ir sasprēgājušas. Ja salīdzinām glazuru izturēšanos šai gadījumā un pie tīriem



R<sub>III</sub> — māliem, sk. tabeli 4, tad starpības neatrodam nekādas. 11 d. CaCO<sub>3</sub> uz 100 d. R<sub>III</sub> nav vēl manāmi iespaidojušas R<sub>III</sub>. CaCO<sub>3</sub> iespaids sāk parādīties jau pie R<sub>III<sub>2</sub></sub>, kuŗam jau pietāv arī glazura № 3. R<sub>III<sub>7</sub></sub> un R<sub>III<sub>8</sub></sub> nekā jauna, salīdzinot ar R<sub>III<sub>2</sub></sub> nedod. Pārejot pie maisītu svina glazuru tipa, interesanti konstatēt, ka glazura № 11 izceļ R<sub>III<sub>3</sub></sub> un R<sub>III<sub>7</sub></sub> atšķirību no R<sub>III<sub>2</sub></sub>. Borsilikātu glazura № 6 izturējās labvēlīgi pret R<sub>III</sub> un, kā bija sagaidāms, arī pret R<sub>III<sub>1</sub></sub> un visām pārējām. Pie glazurām, kur 0,3 mol. PbO aizvietnota ar 0,3 mol. Na<sub>2</sub>O un K<sub>2</sub>O, mums uzkrīt, ka glazuru īpašības nav uzlabojušās, bet gan palikušas sliktākas, salīdzinot ar tīrām svina glazurām. Tīra svina glazura № 3 pietāv sākot ar R<sub>III<sub>2</sub></sub> un beidzot ar R<sub>III<sub>8</sub></sub>. Maisīta glazura № 5, — ar 0,7 PbO un 0,3 Na<sub>2</sub>O, pārējais molekul. sastāvs 0,1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> un 2 SiO<sub>2</sub> paliek tas pats, kā pie № 3, dod uz visām, pat uz R<sub>III<sub>8</sub></sub> — drumstalas spraugas. — Tīra № 4 glazura pietāvēja bez kļūdām uz R<sub>III<sub>1</sub></sub>—R<sub>III<sub>8</sub></sub> drumstalām, tā paša tipa maisīta glazura № 11 — tikai uz R<sub>III<sub>3</sub></sub>—R<sub>III<sub>8</sub></sub>, № 12, maisīta tāda paša tipa svina glazura, kā № 11, ar 0,3 K<sub>2</sub>O aizvietojumu, deva apmierinošus rezultātus tikai uz R<sub>III<sub>8</sub></sub> drumstalas. Salīdzinot abas glazuras №№ 11 un 12, jānāk pie slēdziena, ka K<sub>2</sub>O lielākā mērā nekā Na<sub>2</sub>O veicina glazuru matu spraugu parādīšanos.

5. tabele.

	Jelmasas sastāvs, rēķinot kritu uz 100 d. R <sub>III</sub> — māla	
	R <sub>III</sub> — māls	Duļķots krits
R <sub>III<sub>1</sub></sub>	100 d. R <sub>III</sub> — māls	11 d.
R <sub>III<sub>2</sub></sub>	" "	18 d.
R <sub>III<sub>3</sub></sub>	" "	25 d.
R <sub>III<sub>7</sub></sub>	" "	33 d.
R <sub>III<sub>8</sub></sub>	" "	43 d.

R<sub>III</sub> — māla sastāvu pēc atduļķošanas frakcijām, skat. 185 lpp. Mālu un krīta pamatīgai samaisīšanai mālos ieduļķoju smalku duļķotu kritu ar 98<sup>0</sup>/<sub>100</sub> CaCO<sub>3</sub> saturu. Duļķis pēc tam ietvaicēts, sausne pamatīgi sasmalcināta, šķirota uz smalka sieta, iejaukta ar ūdeni līdz normal-konsistencei (nelip pie rokām) un veidota misiņa formā. Mūsu Latvijas apstākļos dārgā krīta vietā ļoti labi var lietot irdeno smalko purvu kaļķi, kuŗš sastopams diezgan bieži un satur, pēc universitātes silikātu-techn. laboratorijā izdarītām analizēm, pie 110<sup>0</sup> izkaltētā veidā pat līdz 98<sup>0</sup>/<sub>100</sub> CaCO<sub>3</sub>.

6. tabele.

	№ 5	№ 11	№ 12	№ 6
$R_{III_1}$	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām
$R_{III_2}$	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām
$R_{III_3}$	sasprēgā	bez kļūdām	sasprēgā	bez kļūdām
$R_{III_7}$	sasprēgā	bez kļūdām	sasprēgā	bez kļūdām
$R_{III_8}$	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$R_{III_1}$	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām
$R_{III_2}$	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām
$R_{III_3}$	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām
$R_{III_7}$	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām
$R_{III_8}$	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām

Lai būtu iespēja plašāki izpētīt kvarca smilšu un  $CaCO_3$  kopējo iespaidu uz drumstalas izturēšanos pret glazurām, tika pagatavotas 3 serijas mākslīgu mālu merģeļu paraugu.  $CaCO_3$  ievada  $R_{III}$  mālos, kā parasts caur ieduļkošanu. Duļķi iztvaicēja, sasmalcināja un samaisīja pēc tam ar smiltīm, ielauca ar ūdeni un miklu presēja metala formā. Pirmā mālu merģeļu paraugu serija, sk. tab. 7, pēc sadēšanas atlieku un kvarca+laukšpata smilšu daudzuma, atbilst kompozīcijām starp  $R_{III_4}$  un  $R_{III_5}$ , sk. tab. 2, otra paraugu serija, sk. tab. 9, — atbilst maisījumiem starp  $R_{III_5}$  un  $R_{III_{13}}$ , trešā serija, skat. tab. 11, — starp  $R_{III_6}$  un  $R_{III_{13}}$ . Aplūkosim no visām 3 serijām mālu merģeļus ar 11 d.  $CaCO_3$ , uz 100 d. māla+smilšu maisījuma.  $R_{III_{1+4}}$  satur 54,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>,  $R_{III_{1+5}}$  — 50,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> un  $R_{III_{1+6}}$  — 46,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sadēšanas atlieku. Starpība sadēšanas atlieku saturā ziņā nav liela, parasti, pie  $CaCO_3$ , brīviem māliem šī starpība uz glazuru piestāvēšanu manāmi neatsaucas. Nelielais daudzums  $CaCO_3$ , kā redzams, ir iespaidojis drumstalas izturēšanos pret glazurām uz slikto pusi. Glazura № 6, kuŗa  $R_{III_{1+4}}$  piestāv bez kļūdām, uz  $R_{III_{1+5}}$ , turpretim, ir sasprēgājusi. Visizturīgākā glazura № 7, kuŗa pat piestāv  $R_{III_{13}}$  ar 41,8 d. sadēšanas atlikumu, piestāv gan vēl  $R_{III_{1+5}}$ , bet ir sasprēgājusi uz  $R_{III_{1+6}}$ .

Ja tagad ņemam otru grupu mālu merģeļu ar 18 d.  $CaCO_3$ , uz 100 d. māla un smilšu maisījuma no visām 3 serijām, tad redzam, ka mālu piemērošanās īpašības glazurām ir stipri uzlabojušās, bet nelielas sadēšanas atlieku saturā starpības tiek stipri tāpat, kā pie 1. grupas, izceltas.

$R_{III_{2+4}}$  piestāv glazuras № 4, 6, 7 un 9,  $R_{III_{2+5}}$  — № 7 un 9,  $R_{III_{2+6}}$  — tikai № 7.

Pie III. mālu merģeļa grupas ar 25 d.  $CaCO_3$  uz 100 d. māla + smilšu maisījuma nelielās sadēdēšanas atlieku starpības 3 serijās tiek stipri tušētas.  $R_{III_{3+4}}$  bez kļūdām piestāv glazuras № 2, 3, 4, 6, 7, 9 un 12.

$R_{III_{3+5}}$  — visas tās pašas, izņemot № 12.  $R_{III_{3+6}}$  — № 3, 4, 6, 7 un 9.

Pie IV. mālu merģeļa grupas ar 33 d.  $CaCO_3$  ir acīmredzot pretešķības pilnīgi izlīdzinājušās.  $R_{III_{7+5}}$ ,  $R_{III_{7+4}}$  un  $R_{III_{7+6}}$  piestāv bez kļūdām vienas un tās pašas glazuras № 2, 3, 4, 6, 7, 9 un 12.

7. tabele.

	Jelmasas sastāvs	Uz 100 d. $R_{III}$ māla + smilšu maisījuma	Māla un smilšu maisījuma sastāvs pēc frakcijām %				
			Krīts	I.	II.	III.	IV.
$R_{III_{1+4}}$	70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla, krīts 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	11 d.	28,78	25,43	16,33	29,3	0,16
			54,21				
$R_{III_{2+4}}$	65 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla, krīts 15 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	18 d.	28,3	25,01	16,06	30,48	0,15
			53,3				
$R_{III_{3+4}}$	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla, krīts 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	25 d.	27,75	24,53	15,75	31,82	0,15
			52,28				
$R_{III_{7+4}}$	55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> māla, krīts 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	33 d.	27,13	23,90	15,40	33,3	0,15
			51,0				

8. tabele.

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
$R_{III_{1+4}}$	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā
$F_{III_{2+4}}$	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām
$R_{III_{3+4}}$	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
$R_{III_{7+4}}$	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
	№ 7	№ 6	№ 9	№ 12
$R_{III_{1+4}}$	bez kļūdām	bez kļūdām	sasprēgā	
$R_{III_{2+4}}$	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	
$R_{III_{3+4}}$	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
$R_{III_{7+4}}$	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām

9. tabele.

	Jēlmasas sastāvs	Uz 100 d. R <sup>III</sup> māla + smilšu maisījuma	Māla un smilšu maisījuma sastāvs pēc frakcijām %				
			Krits	I.	II.	III.	IV.
R <sup>III</sup> <sub>1+5</sub>	Māls 65 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	11 d.	26,72	23,62	15,17	34,3	0,15
R <sup>III</sup> <sub>2+5</sub>	Māls 60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 15 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	18 d.	26,12	23,08	14,82	35,84	0,14
R <sup>III</sup> <sub>4+5</sub>	Māls 55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	25 d.	25,44	22,4	14,44	37,5	0,13
R <sup>III</sup> <sub>7+5</sub>	Māls 50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 25 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	33 d.	24,67	21,8	14,00	39,4	0,13

10. tabele.

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
R <sup>III</sup> <sub>1+5</sub>	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā
R <sup>III</sup> <sub>2+5</sub>	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā
R <sup>III</sup> <sub>4+5</sub>	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
R <sup>III</sup> <sub>7+5</sub>	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām
	№ 7	№ 6	№ 9	№ 12
R <sup>III</sup> <sub>1+5</sub>	bez kļūdām	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā
R <sup>III</sup> <sub>2+5</sub>	bez kļūdām	sasprēgā	bez kļūdām	sasprēgā
R <sup>III</sup> <sub>3+5</sub>	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	sasprēgā
R <sup>III</sup> <sub>7+5</sub>	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām

11. tabele.

	Jēlmasas sastāvs	Uz 100 d. R <sup>III</sup> māla + smilts maisījums	Māla un smilšu maisījuma sastāvs pēc frakcijām %				
			Krits	I.	II.	III.	IV.
R <sup>III</sup> <sub>1+6</sub>	Māls 60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 10 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	11 d.	24,67	21,80	14,00	39,40	0,13
R <sup>III</sup> <sub>2+6</sub>	Māls 55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 15 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	18 d.	23,94	21,17	13,58	41,18	0,13
R <sup>III</sup> <sub>3+6</sub>	Māls 50 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	25 d.	23,13	20,43	13,13	43,18	0,13
R <sup>III</sup> <sub>7+6</sub>	Māls 45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , krits 35 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> , smiltis 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	33 d.	22,20	19,61	12,60	45,47	0,12

12. tabele.

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
R <sub>III</sub> <sub>1+6</sub>	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā
R <sub>III</sub> <sub>2+6</sub>	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā
R <sub>III</sub> <sub>3+6</sub>	sasprēgā	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām
R <sub>III</sub> <sub>7+6</sub>	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām

	№ 7	№ 6	№ 10	№ 11
R <sub>III</sub> <sub>1+6</sub>	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā	
R <sub>III</sub> <sub>2+6</sub>	bez kļūdām	sasprēgā	sasprēgā	
R <sub>III</sub> <sub>3+6</sub>	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	sasprēgā
R <sub>III</sub> <sub>7+6</sub>	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām

13. tabele.

	№ 12	№ 8
	0,7 PbO 0,3 K <sub>2</sub> O	0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2,5 SiO <sub>2</sub> 0,1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub> 0,3 MgO
R <sub>III</sub> <sub>1+6</sub>		sasprēgā
R <sub>III</sub> <sub>2+6</sub>		sasprēgā
R <sub>III</sub> <sub>3+6</sub>	sasprēgā	
R <sub>III</sub> <sub>7+6</sub>	bez kļūdām	

**P<sub>III</sub> mālu mergelis no Jelgavas līdzenuma** guļ 6 pēdu dziļumā, rēķinot no aņamās zemes kārtas. Slāņu biezumu vērtē 5'. Virs P<sub>III</sub> māla izplešas mums jau pazīstamais, no dabas aģentiem pārveidotais, P<sub>I</sub> māls. P<sub>III</sub> satur daudz dzelzsoksīdu svabādā veidā, ko varēja labi novērot pie CaCO<sub>3</sub> un MgCO<sub>3</sub> izvilšanas ar sālskābi.

Atduļķošana deva:

I. frakcija	37,35	} 55,40, CaCO <sub>3</sub> = 20,5%
II. "	18,07	
III. "	36,14	
IV. "	6,02	
V. "	2,42	
	<u>100,00</u>	

I. frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:

SiO<sub>2</sub> = 47,08%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 14,82%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 13,6%;  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : SiO<sub>2</sub> = 1 : 5,26, (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) : SiO<sub>2</sub> = 1 : 3,39.



II. frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:

$$\text{SiO}_2 = 55,87\%, \text{Al}_2\text{O}_3 = 14,6\%, \text{Fe}_2\text{O}_3 = 7,3\%;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 6,48, (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2 = 1 : 4,91.$$

Salīdzinot P<sub>I</sub> un P<sub>III</sub> mālu sadēdēšanas atliekas, dabūjam skaistu piemēru, kas ilustrē mālu mergēļa sadēdēšanas procesa gaitu. CO<sub>2</sub> saturošs zemes virskārtas ūdens, iesūkdamiēs mālu mergēļa slāņos, izšķīdina gaļos laika sprīžos CaCO<sub>3</sub> un MgCO<sub>3</sub>, no kam galu galā rodas CaCO<sub>3</sub> un MgCO<sub>3</sub> brīvs māls. Šī iedarbība, kā P<sub>I</sub> un P<sub>III</sub> atduļķošanas frakciju ķīmiskās analīzes rāda, nav pastāvējusi CaCO<sub>3</sub> un MgCO<sub>3</sub> izšķīdināšanā vien, bet arī laukšpata sadēdēšanas veicināšanā. Pirmās divas frakcijas liecina, ka laukšpats ir stiprāki sadēdējis P<sub>I</sub> mālos, nekā P<sub>III</sub> mālu mergēli. Dr. M. Fiebelkorns<sup>1)</sup> apgalvo, ka māls, kas cēlies caur mālu mergēļa sadēdēšanu virsējos slāņos, tiek vēlāki izskalots un sīkās sadēdēšanas atliekas ar ūdeņiem sanestās dziļāki zemē. Mūsu piemērs gan par labu šiem uzskatiem nerunā, jo taisni uzkrītošā kārtā P<sub>I</sub> un P<sub>III</sub> divu sīkaku atduļķošanas frakciju kopsuma iztaisa 56 un 55,4%.

III. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības:

$$\text{SiO}_2 = 63,93\%, \text{Al}_2\text{O}_3 = 71; \text{Fe}_2\text{O}_3 = 9,55\%;$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 15,26, (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2 = 1 : 8,22.$$

P<sub>III</sub> mālu mergēļa III. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze un molekularās attiecības norāda, ka šai frakcijā ir uzkrājies laukšpats un kvarca smiltis. Kristaloptiski pārbaudījumi apstiprina šo faktu. IV. un V. frakcija līdzīgi III. frakcijai satur laukšpata pārsvarā pret kvarcu.

**Vizlas mālu mergēlis K** pieder pie devona formācijas un guļ 1<sup>1/2</sup> ass dziļumā zem smilšu morenas kārtas. K-māli ir no Cēsu apriņķa. Mālu krāsa tumši rozā. Māli pie apdedzināšanas līdz SK OIOa dod netīri iesarkanu drumstalu. Apdedzināta drumstala krāsas ziņā nav tik pievilcīga, kā jēla.

K-mālu atduļķošana pēc angļu metodes. Kā parasti mālu mergēli pirms atduļķošanas apstrādā ar HCl. Sālskābes izvilks — gaišs; acimredzot svabadi dzelzsoksīdi, ne arī hidroksīdi mālā nav sastopami.

I. atduļķošanas frakcija	44,72	55,90%
II. " "	11,18	
III. " "	20,09	
IV. " "	11,32	
V. " "	12,70	
	100,00	CaCO <sub>3</sub> = 22,86%

<sup>1)</sup> Dr. Fiebelkorn „Die Entstehung unserer Tongesteine“, lpp. 35.

Kaļķu karbonātu saturs visos mālu mergēļos aprēķināts pēc  $\text{CO}_2$  daudzuma.  $\text{CO}_2$  noteikšana izpildīta volumetriski Šeiblera-Frühlinga aparatā. Kaļķa karbonāta aprēķināšana pēc  $\text{CO}_2$  satura, ja māli satur ne tikai kaļķa karbonātus, bet arī magnēzijas veidā, kā tas parasti sastopams mūsu Latvijas apstākļos, nav īsti eksakts paņēmieni, bet tehniskām vajadzībām tomēr pietiekošs.

I. atduļķošanas frakcija satur:

$$\text{SiO}_2 = 47,87\%, \text{Al}_2\text{O}_3 = 12,35\%, \text{Fe}_2\text{O}_3 = 14,58\%;$$

$$\text{Molekularās attiecības: } (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2 = 1 : 3,74.$$

II. atduļķošanas frakcija satur:

$$\text{SiO}_2 = 46,33\%, \text{Al}_2\text{O}_3 = 18,78\%, \text{Fe}_2\text{O}_3 = 17,17\%;$$

$$\text{Molekularās attiecības: } (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2 = 1 : 2,63.$$

**RO-mālu mergēļa** geoloģiskā piederība nav zināma. Vietējā podniecība, kuŗa izlieto šos mālus podniecības ražojumiem, domā, ka viņi iegūti Jelgavas apkārtnē. Mālu mergēlis ir ļoti viendabīgs; rupjāku kaļķakmeņu konkrēciju, no kā podnieki ļoti baidās, negadās.

Ar  $\text{HCl}$  apstrādātu un izmazgātu mālu atduļķošanas rezultāti:

I.	atduļķošanas frakcija	32,4	47,3%
II.	"	14,9	
III.	"	28,5	
IV.	"	5,0	
V.	"	19,4	
		100,0	$\text{CaCO}_3 = 29\%$

I. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze:

$$\text{SiO}_2 = 47,97\%, \text{Al}_2\text{O}_3 = 22,1\%, \text{Fe}_2\text{O}_3 = 8,3\%.$$

Daļa dzelzsoksīdu, kuŗa mālos sastopama brīvā veidā un ir uzskatāma kā ķīmiskās sasēdēšanas rezultāts — pie apstrādāšanas ar sālskābi pārgāja šķīdumā.

Molekularās attiecības:

$$\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 3,7, (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2 = 1 : 2,96.$$

III., IV. un V. atduļķošanas frakcija sastāv galvenā kārtā no kvarca smiltīm ar nelieliem laukšpata piemaisījumiem.

**Mālu mergēlis N** — no kādas vietējās podniecības deva šādus rezultātus:

I.	frakcija	24,46	$\text{CaCO}_3 = 28,2\%$
II.	"	21,76	
III.	"	32,05	
IV.	"	8,97	
V.	"	12,82	

N-māla merģeļa III., IV. un V. atduļķošanas frakcija satur kvarca smiltis.

**Mālu merģelis no Lietavas** — L<sub>1</sub> pelēkā krāsā deva šādus atduļķošanas rezultātus:

I. frakcija	27,69	38,32	CaCO <sub>3</sub> = 27,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
II. „	10,63		MgCO <sub>3</sub> = 13,14 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
III. „	26,43		kopā karbonatu 41,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
IV. „	15,67		
V. „	19,68		

I. atduļķošanas frakcijas ķīmiskā analīze:

SiO<sub>2</sub> = 48,55<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 15,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 9,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>

III., IV. un V. frakcijas satur galvenā kārtā kvarca smiltis.

Salīdzinot dabīgos mālu merģeļus attiecībā uz viņu izturēšanos pret zināma tipa svina glazurām, izrādās, ka ar CaCO<sub>3</sub> satura pieaugšanu mālos, tāpat kā pie mākslīgiem mālu merģeļu paraugiem — piemērotu glazuru skaits pieaug.

Tā kā parasti dabīgie mālu merģeļi nesatur ap 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> CaCO<sub>3</sub>, tad arī tipiskais neliela CaCO<sub>3</sub> daudzuma iespaids nevar tapt pārbaudīts. Interesanti būtu novērot, vai pie dabīgiem mālu merģeļu paraugiem arī būtu novērojama tā pati parādība, ka nelieli CaCO<sub>3</sub> daudzumi merģeļi neuzlabo, bet gan var padarīt to sliktāku, attiecībā uz drumstalas izturēšanos pret glazurām. Lielāks CaCO<sub>3</sub> saturs atkal pilnīgi izlīdzina mālu mineralogiskās dabas pretešības.

Vizlas māls, kuram nepiestāv no mūsu glazuru tipa neviena glazura, caur CaCO<sub>3</sub> iedūļķošanu, jeb atkal ņemsim dabīgu vizlas mālu merģeļi, K — izturas pret glazurām kā normala sastāva mālu merģeļi. Mālu merģeļos ar lielāku CaCO<sub>3</sub> saturu — kā izrādās, piemaisījumu vielu daudzums un viņu daba: kvarcs, laukšpats vai vizla — nespēlē vairs tādu lomu, kā pie ogļskābā savienojuma brīviem māliem.

Lai izpētītu glazuru iedarbību uz drumstalu, tad tam nolūkam pirmām kārtām pagatavoju drupatu preparatus sekošā kārtībā. Atskal-dīju glazuru ar pēc iespējas plānu drumstalas kārtiņu, sasmalcināju un uzduļķoju ūdenī. Glazētas drupatiņas, kā smagāks materials (svina glazurām ir liels īpatnējs svars) nogrima, bet neglazētas drupatiņas suspendētā veidā peldēja ūdenī. Duļķi nolēju un nogulsni izkaltēju. Pētot drupatu preparatus mikroskopiski, parastā gaismā, izrādījās, ka PbO bagātākā glazura — Nr. 1 no mūsu glazuru sērijas — bija tik stipri iedarbojusies uz māla merģeļi L<sub>1</sub> ar augstāko CaCO<sub>3</sub> saturu, ka joslā, kur glazura robežo ar drumstalu, bija izdalījušies daudz kristali. Kāda sa-

stāva šie kristali, netiku izpētījis. Pie pārējām svina glazurām — ar zemāku PbO saturu, kā par piem. pie glazuras Nr. 2:  $\text{PbO} \cdot 0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,5\text{SiO}_2$  pie  $\text{CaCO}_3$  saturošas drumstalas  $\text{R}_{III_3}$  šāda parādība netika novērota. Caur zemāku PbO saturu, kuš darbojas kā ļoti stiprs kusnis, pārējās svina glazuras nav spējušas tik enerģiski iedarboties.

Glazuru un drumstalu starpkārtiņu konstatēšanai šajos gadījumos izlietoju citu optisku metodi. Atskaldīju lielāku glazētu drupatiņu un uz karborunda slīpējamiem akmeņiem centos pagatavot plānu slīpējumu — izslīpējot glazuras un drumstalas starpkārtiņu. Šim nolūkam izraudzījos ar glazuru Nr. 2 segtu drumstalu  $\text{R}_{III_3}$ . Tāpat mēģināju izslīpēt glazuras virskārtiņu. Ar Pulfricha refraktometra palīdzību (stikla pusbumbiņa) noteicu glazuras virskārtiņas un starpkārtiņas gaismas staru laušanas koeficientus<sup>1)</sup>. Abi slīpējumi deva gandrīz vienādus laušanas koeficientus. Niecīgas starpības varēja celties caur aparata nepilnību. Manā rīcībā bija refraktometrs, kuš deva iespēju noteikt laušanas koeficientus tikai daudz maz noteikti trešā zīmē. Tie komponenti, kuši no drumstalas pie glazuru uzkausēšanas var pāriet glazurā un mainīt tās sastāvu, var pāriet tik nelielos daudzumos un tik niecīgi grozīt laušanas koeficientu, ka ar refraktometra palīdzību un pie tam vēl nepilnīgu, grūti pierādīt laušanas koeficientu starpību glazuras starp- un virskārtiņā. Domāju, ka jūtīgākā interferences metode dos iespēju atrisināt jautājumu par hipotētiskas glazuras starpkārtiņas esamību. Nenoliedzams fakts tomēr ir, ka PbO bagātā glazura Nr. 1 uz drumstalas  $\text{L}_1$  ir tādu starpkārtiņu devusi. Cits jautājums, kāda nozīme tādai starpkārtiņai var būt pie spraugumu izlīdzināšanas starp glazuru un drumstalu.

14. tabele.

	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 11 $0,7\text{PbO}$ $0,3\text{Na}_2\text{O}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2$	Nr. 12 $0,7\text{PbO}$ $0,3\text{K}_2\text{O}$ $0,1\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2$
$\text{P}_{III}$	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām	sasprēgā	sasprēgā	sasprēgā
K	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām		bez kļūdām	bez kļūdām
N	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	sasprēgā		
RO	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām
$\text{L}_1$	bez kļūdām	bez kļūdām	bez kļūdām	sasprēgā	bez kļūdām	bez kļūdām

<sup>1)</sup> Par Pulfricha refraktometru un lietošanu sk. Rinne „Einführung in die Kristallograph. Formenlehre“, lpp. 95.

### Atziņas.

1. Pie māliem, kuņi brīvi no ogļskābā kaļķa un magnēzija, glazuras piemērošanas iespējamības aug, ja viņos pavairojas laukšpata sadēdēšanas atlieku daudzums un samazinās mineralu piemaisījumu — kvarca, laukšpata, vizlas — daudzums.

2. Māli ar vienādu sadēdēšanas atlieku daudzumu, bet dažādiem dabas mineralu piemaisījumiem, izturas pret svina glazurām labvēlīgāki, ja piemaisījums ir kvarca smiltis, un sliktāki, ja piemaisījums ir laukšpats. Māli ar kvarca un laukšpata smilšu piemaisījumiem uzrāda additīvas īpašības.

3. Vizlas māli, kuņi ir pavisam citādas mineralogiskas dabas nekā parastie, jo pirmās divās atduļķošanas frakcijas nesatur laukšpata sadēdēšanas atliekas, bet gan vizlu ļoti smalkā dispersijā, — jāizdala sevišķā grupā. Vizlas māliem nav iespējams piemērot nevienu ne no tīrām, ne no maisītām svina glazurām.

4. Svina glazuras piemērošanas iespējamības mālu mergēļiem aug ar  $\text{CaCO}_3$  vai  $\text{MgCO}_3$  satura palielināšanos:

a) māli ar 11 d.  $\text{CaCO}_3$  uz 100 d. mālu izturas pret glazurām pat sliktāki, nekā ogļskābo savienojumu brīvie māli;

b) māli ar 18 d.  $\text{CaCO}_3$  uz 100 d. mālu visumā gan veicina glazuru pietāvēšanu, bet lielā mērā izceļ sadēdēšanas atlieku satura daudzumu dažādos mālos;

c) pie mālu mergēļiem ar 25% un lielāku  $\text{CaCO}_3$  saturu glazuru piemērošanas iespējamības stipri pieaug un starpības sadēdēšanas atlieku daudzuma ziņā un mālu mineralogiskā uzbūvē izzūd.

5. Mālu uzlabošanas virzieni, saskaņā ar pievestām atziņām, ir šādi:

$\text{CaCO}_3$  un  $\text{MgCO}_3$  brīvos normala sastāva mālus var padarīt nodrošīgākus plašākam glazuru piemērošanas apjomam caur atduļķošanu, jo tādā kārtā samazina mineralu piemaisījumu un palielina sadēdēšanas atlieku daudzumu.

6. Tauriņi, plastiski māli, kuņi grūti kaltējami un apdedzināmi, pateicoties viņu lielam saņūkumam, jāliesina ar tā paša māla, apdedzināta un sasmalcināta, miltiem, bet ne ar smiltīm, jo līdz ar smiltīm ievēdam mālos nevēlamus piemaisījumus, kuņi ierobežo glazuru izvēli.

7. Vizlas mālus var uzlabot tikai ar  $\text{CaCO}_3$  ieduļķošanu ne mazāk par 18 d. uz 100 d.

Piezīme:  $\text{CaCO}_3$  ieduļķošanai var lietot krītu, purvu kaļķi un mergēļus.

8. Normala sastāva mālus bez  $\text{CaCO}_3$  un  $\text{MgCO}_3$  satura, kā arī ar nelielu, ap 11 d.  $\text{CaCO}_3$  saturu uz 100 d. māla, uzlabo ar  $\text{CaCO}_3$



ieduļķošanu tādos daudzumos, ka uz 100 d. māla —  $\text{CaCO}_3$  būtu ne mazāk par 18 d.

9. Uz vienāda sastāva drumstalas no divām glazurām ar zināmiem izplešanās koeficientiem, tā ar mazāko izplešanās koeficientu sasprēgā, bet otrā ar lielāko koeficientu ne. Šis apstāklis norāda uz to, ka pie glazurām, kuņas lietojamas uz parastā māla drumstalām, pirmā loma piekrīt ne glazuras izplešanās koeficientam, bet gan viņas elastībai un stiepes izturībai.

10. No tīrām svina glazurām, glazuras ar lielāku krama skābes, resp. mazāku  $\text{PbO}$  saturu, vieglāki piemērojamas drumstalām. Aizvietējot svina glazurās 0,3 mol.  $\text{PbO}$  ar ekvivalentiem daudzumiem alkaliju —  $\text{Na}_2\text{O}$  vai  $\text{K}_2\text{O}$ , glazuru īpašības top sliktākas, pie kam  $\text{K}_2\text{O}$  lielākā mērā veicina glazuru spraugu parādīšanos nekā  $\text{Na}_2\text{O}$ . Pa daļai svina glazuru aizvietošana ar sārnu zemju oksīdiem uzlabo lielā mērā glazuru īpašības, kaut gan no otras puses glazuras caur to top grūtāki kūstošas. 0,3 mol.  $\text{PbO}$  aizvietošana ar  $\text{CaO}$  dod labākus rezultātus, nekā ar  $\text{MgO}$ . Jaukta svina-kalcija silikātu glazura piestāv bez kļūdām pat vēl uz tādām drumstalām, kur citas visas glazuras ir saprēgājušas.

Domāju, ka mana darba mērķis, ievest zināmu sistemu parasto mālu apvērtešanā un noskaidrot, kādu iespaidu uz glazuru piestāvēšanu drumstalai atstāj mālu atsevišķās mineraloģiskās sastāvdaļas un viņu daudzumi, ir sasniegts. Noskaidrots, ka priekšraksti, kuņas uzstādījis Dr. Segers smalkfajansa glazuru matu spraugu novēršanai ar masas sastāva mainīšanu, pie parastiem māliem nav piemērojami. Tāpat šē nav piemērojami Dr. Segera noteikumi par smalkfajansa glazuru mainīšanu.

Loloju cerību, ka šis darbs keramiķiem varēs noderēt kā pamats un norādījums, kādā virzienā jāstrādā, lai gūtu apmierinošus rezultātus glazuru piemērošanā mālu drumstalām.

### **The principal results of my investigations are as follows:**

1. The ability of adapting glazes by loams which do not contain calcium and magnesium carbonates increases with the amount of decomposed felspar ("Feldspatreste" — Stremme) and decreases with the amount of mineral admixtures i. e. quartz, felspar and mica.

2. Loams with equal quantity of decomposed felspar but with various admixed natural minerals adapt leadglazes better if the admixed mineral is arenaceous quartz and worse if it is felspar.

In case both admixed minerals are present the adapting properties are additive.

3. Mica loams should be dealt with as a special group, as they

are of quite a different mineralogical origin than the common loams — the two first fractions of washing contain instead of products of decomposition of felspar, mica in a very fine dispersion.

Mica loams do not adapt neither pure nor mixed leadglaze.

4. The ability of adapting lead glazes by loam-marls increases with the quantity of  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{MgCO}_3$ :

a) loams with 10 p. c.  $\text{CaCO}_3$  adapt glazes worse than loams free of carbonates,

b) loams with 20 p. c.  $\text{CaCO}_3$  in general strengthen the adhering power of glazes but on the other side so composed loams are particularly sensible to the quantity of decomposed felspar,

c) loam-marls with 25 p. c. and more of  $\text{CaCO}_3$  adapt glazes particularly well independently of the amount of decomposed felspar and the mineralogic structure of the loam.

5. On the strength of the above said loams can be improved by: normal loams without  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{MgCO}_3$  can be improved as to the range of adaption of glazes by washing, for by this way the quantity of admixed minerals is diminished and the quantity of decomposed felspar increased.

6. Plastic loams which are not easily dried and rosted on the strength of their great shrinkage must be thined with rosted and powdered loam of the same origin, and not with sand which is a non-desired admixture which decreases the range of adaptation of glazes.

7. Mica loams can be improved exclusively by thinning them with at least 20 p. c. of  $\text{CaCO}_3$ .

Note  $\text{CaCO}_3$  can be used in form of chalk, lime and marls.

8. Normal loams, without  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{MgCO}_3$ , or with a small quantity of  $\text{CaCO}_3$  are improved by thinning with  $\text{CaCO}_3$  up to such an amount that the thined loam contains at least 20 p. c. of  $\text{CaCO}_3$ .

9. Of two glazes with known coefficient of extension and used on the same loams the glaze with the smaller coefficient cracked, the glaze with the greater one not. This shows that the properties of glazes on common earthenware depend chiefly on their tensile strength and not on their coefficient of extension.

The aim of my research was to introduce a system of investigation the common loams and to find the relations between the adaption of glazes and the mineralogical constitution of the loams. It has been found that the directions given by Dr Seger to avoid hair-cracks of fayence by changing the composition of loam are not applicable to common loams. The same concerns the directions about glazes of fayence.

# DIE RATIONELLE ANALYTISCHE KLASSIFIZIERUNG DER BRENNSTOFFE.

Von  
Prof. C. Blacher—Riga.

## I.

Die auf Laboratoriumsuntersuchungen sich stützenden Feststellungen sind immerhin die bequemsten, billigsten und schnellsten, wenn es auch oft schwer fällt, die auf diesem Wege erhaltenen Resultate mit den Ansprüchen der Betriebspraxis in Einklang zu bringen. Und doch liegt in dieser Verbindung der Arbeit im Laboratorium mit der Praxis nicht nur die Bedeutung der eigentlichen technischen Analyse, sondern sollte auch diejenige der mit ihr zusammenhängenden praktischen Arbeiten in den chemisch-technischen Hochschulinstituten gesehen werden. Daher sind die Bemühungen der Vertreter der angewandten Wissenschaften unablässig darauf gerichtet diese Beziehung immer weiter auszugestalten.<sup>1)</sup>

Die früher gebräuchlichen Methoden der Qualifizierung der Brennstoffe überhaupt und des am meisten wissenschaftlich bearbeiteten Brennstoffs der Steinkohle im besonderen gingen unvermittelt von dem praktischen Verhalten derselben aus — Flammkohle, Magerkohle,

<sup>1)</sup> Die diesen Gegenstand betreffende pädagogische Litteratur ist sehr gross und über viele Zeitschriften verstreut. Meine eigenen diesb. Arbeiten veröffentlichte ich zuerst unter dem Titel „Über chemisch-technische Laboratoriumsarbeit“ in der „Chemischen Industrie“ in den Jahren 1898/99, ferner erschien 1900 im Heft 45 der „Zeitschrift für angewandte Chemie“ die Abhandlung „Die praktischen Übungen in der chemischen Technologie“, darauf aufgebaut war mein (nunmehr vergriffenes) Lehrbuch der Feuerungstechnik „Теплота въ заводскомъ дѣлѣ“, Verlag von G. Löffler, Riga, 1905. Die direkte Anwendung ist gegeben in „Практическія занятія по химической технологии“, und zwar: выпускъ I: „Технологія теплоты“, Киевъ, 1912 und выпускъ III: „Сточныя воды“, Иваново-Вознесенскъ, 1920. Eine Zusammenfassung meiner hierher gehörenden Arbeiten findet sich im Artikel „Theorie und Praxis, eine Studie zum Thema: Die Aufgaben der angewandten Wissenschaften“, Festschrift des Rigaschen Polytechnischen Instituts, 1912. Man sehe auch meine Abhandlung: „Die pädagogische Systematisierung der feuerungstechnischen Einrichtungen“ in № 4 (1922) dieser Acta, wie auch in der Zeitschrift „Die Feuerungstechnik“ März 1924.

Backkohle u. drgl.<sup>2)</sup> Seit längerer Zeit und neuerdings ganz besonders bemüht man sich die **Untersuchung der Kohle im Laboratorium zum Ausgangspunkt der Klassifizierung** zu nehmen. So machte schon 1844 Johnson<sup>3)</sup> darauf aufmerksam, dass die Verdampfungsfähigkeit der Kohle dem Verhältnis von fixem Kohlenstoff zu flüchtigen Kohlenwasserstoffen entspricht, 1858 nahmen diesen Gedanken Rogers<sup>4)</sup> und nach ihm Frazer<sup>5)</sup> auf, wobei letzterer auf die Notwendigkeit hinwies, die Werte auf Reinkohle, d. h. die organ. Substanz zu beziehen. Campbell, Strehan und Pollard<sup>6)</sup> benutzten das Verhältnis des Kohlenstoffgehalts zu Wasserstoffgehalt für die Klassifizierung<sup>7)</sup>. Auch Regnault<sup>4)</sup> hatte sich mit diesem Problem befasst. Fast gleichzeitig gaben 1873 Gruner<sup>5)</sup> und Fleck<sup>6)</sup> eine auf die Kohlenanalyse aufge-

<sup>2)</sup> Man sehe die betr. Spezialhandbücher über Brennstoffe von Fischer, De Grahl, C. Blacher (russ.) und anderen, wie auch C. Blacher, „Feuerungstechnisches“ bei Kymmel, Riga 1909, S. 62 ff., Rigasche Industrie-Zeitung, 1908, S. 204 ff., Zeitschr. für Dampfkesselbetrieb 1910, S. 64 ff. Auch in die russ. Zeitschrift Записки Импер. Русск. Техн. Общ. 1910 sind die Artikel des „Feuerungstechnisches“ als Referat aufgenommen und als Sonderdruck „Къ вопросу о топкахъ“ herausgegeben worden.

<sup>3)</sup> Nach Parr, Journ. of Ind. and Eng. Chem. 14, 919 (1922), Brennstoff-Chemie 1923, S. 27.

Neuerdings kommt auch Trenkler (siehe Fussnote 50) auf das Verhältnis H/C zurück.

<sup>4)</sup> Ann. des mines, ser. 3, vol. 12, p. 161. Nach Drakeley.

<sup>5)</sup> Ann. des mines ser. 7, vol. 4; p. 169. Dinglers Polytechnisches Journal 208, S. 424, 213, S. 244 (1873). Blacher, „Die Wärme im Fabrikbetriebe“ (russ.) S. 102, „Feuerungstechnisches“ an angegeb. Stelle.

G. de Grahl, „Wirtsch. Verwertung der Brennstoffe“ 2-te Aufl. 1921, S. 24. De Grahl gibt nicht an, dass die Tabelle von Gruner stammt, doch unterliegt es keinem Zweifel, dass sie auf Gruner zurückgeht. Es scheint die Fassung zu sein, welche Simmers-Pach (Siehe Hinrichsen-Taszak „Chemie der Kohle“) der Grunerschen Tabelle gegeben hat.

Die erste Einteilung der Kohle und zwar in Sand-, Sinter- und Backkohle scheint von Karstens (1836) zu stammen (offenbar in „Archiv für Mineralogie etc.“, siehe Chem. Zeitung 1922, S. 837). Gruner stützte sich seinerseits auf Regnault, später hat Hill die Grunerschen Daten wie folgt geändert: Koks ausbringen für gasreiche Sandkohlen 52,6—55,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, gasreiche (junge) Sinterkohlen 55,5—60,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, backende Gaskohlen 60,0—66,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Backkohlen 66,6—84,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, gasarme (alte) Sinterkohlen 84,6—89,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, magere anthrazitische Kohlen über 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Nach Muck (Fussnote 7) entsprechen die Grunerschen Typen ganz den in Westfalen üblichen Bezeichnungen.

#### Vergleichsbezeichnungen Gruner-Westfalen.

- |       |  |
|-------|--|
| Typ I | entspricht der mageren Gas- und Sandkohle<br>(NB. in Westfalen von untergeordneter Bedeutung); |
| „ II  | entspricht der Gas- und Flammkohle;  |
| „ III | „ der Fett- oder Kokskohle;  |
| „ IV  | „ der halbfetten Esskohle;   |
| „ V   | „ der mageren (Sand-) Kohle.   |

baute Klassifizierung, von denen die erstere Modifikation bekannter geworden ist und zum Teil noch jetzt gilt. Ich bringe hier die bekannte Gruner'sche Tabelle in der von de Grahl<sup>6)</sup> veröffentlichten Form (Tab. I). Auf die hier mit einbezogene Struktur des bei der

Tab. I. Klassifizierung der Steinkohle nach Gruner.

Kohlenart	Elementare Zusammensetzung			O+N H	Koksausbeute	Koksaussehen	Spez. Gewicht	Verdampfungsvermögen von 1 kg. reiner Kohle b. 112° u. Wasser von 0°
	C %	H %	O + N %					
I. trockene Steinkohle m. langer Flamme (Flammkohle)	75 bis 80	5,5—4,5	19,5—15,0	4—3	55—60	pulverförmig, höchst zusammengefrített	1,25	6,7—7,5
II. fette Steinkohle m. langer Flamme (Gaskohle)	80 bis 85	5,8—5,0	14,2—10,0	3—2	60—68	geschmolzen, stark zerklüftet	1,28 bis 1,3	7,6—8,3
III. eigentliche fette Kohle (Schmiedekohle)	84 bis 89	5,0—5,5	11,0—5,5	2—1	68—74	geschmolzen, b. mittelmässig kompakt	1,3	8,4—9,2
IV. fette Steinkohle m. kurzer Flamme (Kokskohle)	88 bis 91	5,5—4,5	6,5—5,5	1	74—82	geschmolzen, sehr kompakt, wenig zerkl.	1,3 bis 1,35	9,2—10,0
V. magere oder anthrazitische Steinkohle	90 bis 93	4,5—4,0	5,5—3,0	1	82—90	gefrített oder pulverförm.	1,35 bis 1,4	9,0—9,5

Bestimmung der flüchtigen Bestandteile resultierenden Kokes hat ungefähr um dieselbe Zeit Schondorff seine Einteilung aufgebaut unter kritischer Besprechung der Grunerschen Methode<sup>7)</sup>. 1900 hat dann Seyler<sup>8)</sup> eine Klassifizierung angegeben, die er jetzt gegenüber der

Mit späteren deutschen Feststellungen stimmen die Grunerschen Typen nicht mehr. Die in diesem Absatz enthaltenen Angaben sind einer Abhandlung von Starke „Die Steinkohlen und ihr feuerungstechnischer Wert“, Feuerungstechnik 10, S. 169 (1923) entnommen.

<sup>6)</sup> Dingers Polyt. Journal 195, S. 132.

<sup>7)</sup> Muck, „Chemie der Kohle“, ferner Zeitschr. für Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1875, S. 149, Blacher, „Die Wärme etc“, S. 103 (russ.).

<sup>8)</sup> Proc. South Wales Inst. Eng. 21, 483 (1900), nach Drakeley und Einleitung zu Greenwell-Elsden „Analysis of brit. Coale and Coke etc.“ 1907; ferner Fuel 2, 272 (1923, Juli/Sept.); Brennstoff-Chemie 1923. S. 361.



weiter unten erwähnten von Drakeley als der letzteren fast identischen Vorläufer verteidigt. 1905 ist darauf vom Verf.<sup>9)</sup> zum ersten Mal der Begriff „Kohlenwasserstoffgehalt der flüchtigen Bestandteile“ für die Steinkohle eingeführt worden, der den Ausgangspunkt zu einer später (1913) weiter ausgebauten Klassifizierung der Brennstoffe bildete. Die weitere Vervollkommnung derselben stellt den Gegenstand dieser Abhandlung dar.

Gleichfalls um 1913 machte Aufhäuser<sup>10)</sup> darauf aufmerksam, dass man das Molekularverhältnis: disponibler Wasserstoff zu Kohlenstoff, d. h.

$$(H - O/8) : C/12$$

zur Charakterisierung der Brennstoffe verwerten kann, da in anbetracht des hohen Heizwertes der Gewichtseinheit Wasserstoff der Wert des

Tab. II. Wertziffer für verschiedene Brennstoffe nach Aufhäuser.

Die hauptsächlichsten Brennstoffe nach der Grösse ( $H - \frac{O}{8}$ ) : $\frac{C}{12}$ geordnet.	Zusammensetzung in %		Aequivalentverhältnis ( $H - \frac{O}{8}$ ) : $\frac{C}{12}$
	Kohlenstoff C	„disponibler“ Wasserstoff $H - \frac{O}{8}$	
Gas aus einer Gasflammkohle . . . . .	20,0	4,3	2,6
Benzin . . . . .	85,0	15,0	2,12
Petroleum . . . . .	85,0	14,0	1,97
Gasöl . . . . .	86,0	13,0	1,81
Rohes Erdöl (Kalifornien) . . . . .	83,6	11,5	1,65
Xylol $C_8 H_{10}$ . . . . .	90,6	9,4	1,25
Benzol $C_6 H_6$ . . . . .	92,3	7,7	1,00
Steinkohlenteeröl . . . . .	87,0	6,9	0,95
Dünnteer (Vertikalofenteer) . . . . .	88,0	6,4	0,87
Naphtalin $C_{10} H_8$ . . . . .	93,8	6,2	0,80
Dickteer (nach Abzug von 30% freiem Kohlenstoff)	62,5	4,1	0,79
Westfälische Gasflammkohle . . . . .	85,0	4,3	0,60
Fettkohle . . . . .	88,0	4,1	0,56
Braunkohle . . . . .	64,0	2,2	0,41
Torf . . . . .	62,0	2,0	0,38
Anthrazit . . . . .	94,0	2,6	0,33
Holz . . . . .	50,0	0,5	0,12
Reiner Holzstoff (Cellulose) $C_6 H_{10} O_5$ . . . . .	44,4	0,0	0,00
Zechenkoks . . . . .	96,0	0,0	0,00

<sup>9)</sup> „Die Wärme im Fabrikbetriebe“ (russ.) S. 103; Rigasche Industrie-Zeitung 1908, № 17; „Feuerungstechnisches“ S. 63; Zeitschr. für Dampfkesselbetrieb 1910 S. 64. „Къ вопросу о тонкахъ“, Зап. И. П. Т. О., 1910 und Broschüre.

<sup>10)</sup> Dr. Aufhäuser, Glückauf 1913, № 16; „Brennstoff und Verbrennungsvorgang“, Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1917, S. 266 (dortselbst die Tabelle);

Brennstoffes proportional dieser sog. „Wertziffer“ steigt. 1917 hat dann Aufhäuser die beistehende Tabelle (Tab. II) veröffentlicht<sup>10)</sup>. De Grahl kritisiert diese Vorschläge und tritt für eine Verbesserung ein, welche die Bindung des Sauerstoffs an den Kohlenstoff berücksichtigt, ohne damit eine endgültige Lösung der Aufgabe zu beanspruchen<sup>10)</sup>.

In der allerletzten Zeit sind von anglikanischer Seite Arbeiten veröffentlicht worden, welche einen weiteren Fortschritt in der Frage der analytischen Wertschätzung der Brennstoffe und speziell der Kohle bedeuten. So hat Parr<sup>11)</sup> aus dem Gehalt an fl. Bestandteilen und dem Heizwert der Kohle ein Schaubild entworfen, das er für die Klassifizierung der Kohlen empfiehlt. Ein solches Schaubild, das sich auf dem Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt der Kohle aufbaut, hat darauf Drakeley<sup>11)</sup> in Vorschlag gebracht. Ich komme später auf diese Arbeiten im Zusammenhang zurück<sup>11a)</sup>.

## II.

Wie man sieht, sind es meist nur empirische Grundlagen, — am wenigsten noch bei Parr, — welche als Ausgangspunkt für eine einteilige Brennstoffwertung gedient haben. Ich habe mich nun meinerseits bemüht, zunächst aus pädagogischen Gründen (siehe weiter unten) dem Sinne der Verwendung der Brennstoffe entsprechende Beziehungen zu wählen und zu möglichst streng zahlenmässigen Ausdrücken zu gelangen, wie einen solchen z. B. der analytisch leicht zu ermittelnde Gehalt an fl. Bestandteilen, die sog. Koksprobe darstellt.

Geht man hierbei wieder, wie überall, von der Steinkohle aus, so käme für ihre praktische Verwendbarkeit in erster Linie in Betracht, ob die Kohle eine lange oder kurze Flamme hat und ob die Flamme fett ist, d. h. bei Abkühlung mit viel Russabscheidung brennt oder mager bzw. trocken ist, d. h. eine starke Abkühlung verträgt, was z. B. besonders bei kleinem Feuerraum und gleichzeitiger grosser Heizfläche ins Gewicht fällt. Darüber — und das sind die speziell für die Feuerungs-

D. Otte in Hanomag-Nachrichten 1919, H. 11, S. 147; G. de Grahl, „Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe“, 1921, S. 74 ff.

<sup>11)</sup> Parr, Journ. of Eng. and Ind. Chem. 14, 919 (1922); Brennstoff-Chemie 1923, S. 27.

• Drakeley, Fuel 2, 195 (1923); Brennstoff-Chemie 1923, S. 361.

<sup>11a)</sup> Während der Korrektur kam mir eine Anzeige der Akad. Verlagsgesellsch. — Leipzig in die Hand, welche das Erscheinen eines Buches „Kohlenchemie“ von Strache und Lant meldet. In dem Inhalt finde ich verzeichnet: „Brookmanns Klassifikation der festen Brennstoffe“, welche bei Hinrichsen (Fussnote 23) sehr knapp aussieht.

technik wichtigsten Daten — geben die Grunersche Tabelle, wie auch die anderen Klassifikationen keinen eindeutigen Aufschluss, vor allem gestatten sie nicht entsprechende in Zahlen gefasste Werte abzuleiten.

Ich habe nun gezeigt<sup>12)</sup>, dass man um genaue Ausdrücke für die gen. Eigenschaften zu erhalten den von Ferd. Fischer eingeschlagenen Weg konsequent weiter verfolgen muss. Fischer<sup>13)</sup> macht nämlich darauf aufmerksam, dass man die bei der Koksprobe im Tiegel zu ermittelnden flüchtigen Bestandteile als aus Wasser und „flüchtigen Kohlenstoffverbindungen“ bestehend ansehen kann. Die Dulong'sche Formel für die Errechnung der Brennwerte von Steinkohle<sup>14)</sup>

$$Q = 81,4 C + 342 (H - O/8) + 25 S$$

nimmt an, dass sämtlicher Sauerstoff an Wasserstoff gebunden ist und sieht es so aus, als wenn dadurch die Annahme, die flüchtigen Bestandteile beständen aus Wasserdampf und fl. Kohlenstoffverbindungen gerechtfertigt wäre, besonders weil nach Versuchen von Bunte<sup>15)</sup> diese Formel für Steinkohle Werte gibt, welche nur um rund 2<sup>0</sup>/<sub>10</sub> von den kalorimetrisch ermittelten abweichen. Diese auch von mir akzeptierte Begründung ist jedoch nicht ganz einwandfrei, weil bekanntlich stark sauerstoffhaltige Brennstoffe ein sehr kohlenäurereiches Destillationsgas geben<sup>16)</sup>, was im Gegenteil darauf deuten würde, dass der Sauerstoff unter denselben Bedingungen, unter welchen im Laboratorium die Koksprobe, d. h. die Bestimmung der fl. Bestandteile vorgenommen wird, gerade an den Kohlenstoff geht. Doch sind die bei der trocknen Destillation vor sich gehenden pyrochemischen Prozesse noch nicht genügend geklärt, um diese Frage entscheiden zu können<sup>17)</sup> und kommt es ja

<sup>12)</sup> „Feuerungstechnisches“ S. 63; „Ueber die in Riga gangbaren Sorten britischer Steinkohle“, Rigasche Industrie-Zeitung 1908, № 17; „Die Wärme etc.“ S. 103.

<sup>13)</sup> „Chemische Technologie der Brennstoffe“ Bd. II, S. 181.

<sup>14)</sup> Dulong's Originalmitteilung ist mir nicht bekannt. Die Dulong'sche Formel erwähnt wiederholt ohne Quellenangabe Scheurer-Kestner, Bulletin de la Soc. chimique de Paris (2), 10, S. 443 (1868); dortselbst 16, S. 24 (1871, II), Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des sciences 69, S. 412. Diese Formel fehlt in keinem Spezialwerk über Brennstoffverwertung.

<sup>15)</sup> Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1900, S. 669.

<sup>16)</sup> Man sehe z. B. die Ergebnisse der neuesten Untersuchungen von Dolch und Gerstendörfer: „Ueber die Zusammensetzung der Destillationsgase fester Brennstoffe“, Brennstoff-Chemie 1922, S. 230. Auch De Grahl bespricht diese Frage in seinem Lehrbuch, S. 74 ff.

<sup>17)</sup> So versucht dagegen Davis in einer Arbeit „Der disponible Wasserstoff in der Steinkohle und eine direkte Methode für seine Bestimmung“ in Journ. of Eng. and Ind. Chem. 15, S. 594 (1923) (referiert in Brennstoff-Chemie 1923, S. 313) nachzuweisen, dass die Vermutung, dass der Sauerstoff in überwiegender Masse in der

auch für die wärmetechnische Charakterisierung der Brennstoffe und der Kohle in erster Linie darauf an, ob überhaupt die Sauerstoffvalenzen im Brennstoff als abgesättigt angesehen werden können, ohne darauf zu achten, wie sie gesättigt sind. Dass nicht der gesamte Sauerstoff z. B. im Holz oder auch im Torf nur an den Wasserstoff gebunden zu sein braucht, ersieht man daraus, dass für die Cellulose ( $C_6H_{10}O_5$ ), welche nach dieser Annahme aus  $C_6 + 5H_2O$  bestehen müsste, der so errechnete Heizwert nicht mit dem kalorimetrisch ermittelten übereinstimmt. Mit der Art der Sauerstoffsättigung brauchte man also, scheint's, vorläufig nicht zu rechnen.

Wenn nun die fl. Bestandteile aus Wasserdampf und fl. Kohlenstoffverbindungen bestehen, so ist durch das gegenseitige am besten als Prozentgehalt der Kohlenwasserstoffe in den fl. Bestandteilen ausgedrückte Verhältnis dieser beiden Bestandteile die Flamme charakterisiert und zwar in Bezug auf Sauerstoffbedarf, Neigung zum Russen, Reduktionswirkung u. dergl. mehr. Wir hätten hier also einen **zahlenmässigen** Ausdruck für den Charakter der Flamme des Brennstoffs und zugleich damit für ihn selbst<sup>18)</sup>. Hier müssen wir zuerst klären, ob die viel diskutierte Unsicherheit in der Art der Sauerstoffsättigung nicht die Möglichkeit dieses zahlenmässigen Ausdrucks unterbindet.

Nehmen wir an, dass der Sauerstoff an den Wasserstoff gebunden

Form der HO-Gruppe gebunden ist, viel an Wahrscheinlichkeit für sich hat; um so mehr, als auch die Verbindungen, die in erster Linie zum Aufbau des Pflanzenkörpers dienen, wie Cellulose, Hemicellulosen u. s. w. zum grössten Teil Hydroxyverbindungen sind.

<sup>18)</sup> An dem in der Fussnote 12 angegebenen Orte (nicht in „die Wärme“) schrieb ich als Versuch der Ausgestaltung dieser Gedanken folgendes: „Mir scheint, dass man in diesen Spekulationen vielleicht nicht ohne einigen Nutzen noch weiter gehen kann. Da aus der Differenz zwischen dem Kohlenstoff der organischen Substanz und dem nicht flüchtigen Kohlenstoff derselben (Koksausbeute) der in die fl. Bestandteile übergegangene Kohlenstoff bekannt ist, so lässt sich auch der Kohlenstoffgehalt der Kohlenwasserstoffe errechnen. Dieser dürfte bei den backenden und leicht russenden Kohlen, wo die organische Substanz erst zu schmelzen beginnt und erst dann unter starker Zersetzung die Kohlenwasserstoffe nur schwer hergibt, höher sein, als bei den trocknen Gaskohlen, welche leichter Kohlenwasserstoffe ausscheiden. Wir berühren damit ein Gebiet, welches in eine weiter unten angeschnittene Frage („Zur analytischen Charakterisierung der Steinkohle hinsichtlich ihres Verhaltens in der Feuerung,“ „Feuerungst.“ S. 102) hineingehört. Einen grossen Misstand haben freilich diese Spekulationen, dass sie sich, wenn auch nur teilweise auf einen als analytischen Restbetrag ermittelten Wert aufbauen, den Sauerstoffgehalt der Kohle.“ — Wir werden weiter unten sehen, wie man sich jetzt für derartige Spekulationen sicherere Unterlagen zu beschaffen bemüht.

ist, so gibt es Wasserdampf und C-H-Verbindungen, d. h. Kohlenwasserstoffe, ist der Sauerstoff mit Kohlenstoff vereinigt, so gibt es Kohlensäure und wieder C-H-Verbindungen, nur dass im ersten Fall auf 16 gr. Sauerstoff 2 gr. Wasserstoff kommen, im zweiten Fall auf 16 gr. Sauerstoff  $12/2 = 6$  gr. Kohlenstoff; die gegenseitigen gewichtsmässigen Beziehungen werden also anders ausgedrückt werden, im ersteren Falle wird der  $\%$ -Gehalt an unbrennbaren Gasen niedriger, im zweiten Fall höher ausfallen. Doch da es uns nicht daran liegt und liegen kann, die genau den Tatsachen entsprechende Zusammensetzung zu ermitteln, sondern nur relative Zahlenwerte zu erhalten, so läuft es bloss auf einen anderen Masstab hinaus. Die faktische Zusammensetzung wird wohl je nach Temperatur, Druck, Reaktionsgeschwindigkeit wechseln und ist überhaupt, wie wir gesehen haben, schwer zu ermitteln.

Nun wäre noch einem Einwande zu begegnen. Wie das Beispiel mit der Cellulose zeigt, scheint im Holz der Sauerstoff jedenfalls nicht voll abgesättigt zu sein: es wäre also nur die Annahme einer teilweisen nicht für alle Brennstoffe gleich weitgehenden Absättigung richtig<sup>19)</sup>. Da es uns aber wieder nicht auf absolute Werte ankommt, sondern darauf, Anhaltspunkte für eine Charakterisierung der Brennstoffe zu erhalten, so muss es sich erst später zeigen, ob die Zulassung dieser Unsicherheit statthaft war oder nicht. Ich kann es mir jedoch nicht versagen bereits hier auf einige Verhältnisse hinzuweisen, die vielleicht später berücksichtigt werden müssen. Nur wenn man nämlich dem Sinne der Dulong'schen Formel entsprechend den Sauerstoff für abgesättigt, d. h. als Wasser (oder auch Kohlensäure) in die fl. Bestandteile gelangend annimmt, wirkt sein Gehalt auf dieselben verdünnend, die Flamme magerer gestaltend ein, denn anderenfalls, d. h. wenn der Sauerstoff im freien aber festen Zustande im Brennstoff vorhanden wäre, müsste er einen Teil desselben zum Explosivstoff machen, was ja in bestimmtem Masse beim Holz der Fall zu sein scheint, bei dem bei 270° eine Wärmeentbindung auftritt, die den Prozess der trocknen Destillation zu einem exotherm und schnell verlaufenden macht, was

<sup>19)</sup> Hier ein vorläufiger Hinweis. Die Abweichung des mit dem Kalorimeter errechneten Heizwertes einer Verbindung von dem aus den Elementarbestandteilen rechnerisch ermittelten könnte ev. auch einen Anhaltspunkt für das Mass der Sauerstoffsättigung geben unter Einstellung für den Sauerstoff des von Mendelejeff („Основы фаб.-зав. производствъ“ S. 90; Блахеръ, „Теплота“ S. 18) errechneten sog. Wärmewertes des Sauerstoffs — für seine Verbindung mit Kohlenstoff zu CO<sub>2</sub> oder Wasserstoff zu H<sub>2</sub>O —, der 3150 Kal. beträgt. Auch Davis (siehe Fussnote 17) behandelt die Frage der Art der Bindung der Einzelelemente im Zusammenhang mit der Dulong'schen Formel. Uebrigens sehe man weiter unten Fussnote 22.



besonders beim stark getrockneten und noch mehr beim gerösteten Holz in Erscheinung tritt<sup>20)</sup>. Der Sauerstoffgehalt eines Brennstoffs müsste mithin, wenn er nicht bereits abgesättigt wäre, eher die Flamme konzentrierend wirken, da ja er doch den Vorteil vor dem Luftsauerstoff hat, von Stickstoff unverdünnt und in fester konzentrierter Form aufzutreten. Freilich muss er beim Brennen vergast werden. Da die Holzflamme magerer ist als diejenige der Steinkohle, müsste angenommen werden, dass der Sauerstoff dort zum grössten Teil gebunden ist und nur der die Destillationswärme gebende Teil (etwa 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, 200 auf 5000) frei ist<sup>21)</sup>. Der im Holz enthaltene Kohlenstoff und Wasserstoff würden in freiem Zustande 6000 Kal. geben, nach der Dulong'schen Formel erhält man 4260 Kal. Obgleich der hohe Wert vom kalorimetrisch ermittelten von rund 5000 weiter entfernt ist, als der niedrigere, so ist immerhin dadurch die Tatsache der Sättigung des grössten Teils des Sauerstoffs wenn auch nicht bewiesen, so doch wahrscheinlich gemacht. Doch das möge vorläufig für unsere Zwecke genügen<sup>22)</sup>.

<sup>20)</sup> In besonderer Veranlassung auf einem Gute in Estland vor längerer Zeit von mir unternommene Versuche der Darstellung von Röstholz in Retorten zeigten die hohe Entzündlichkeit desselben, welche die Abkühlung des Retorteninhalts ausserordentlich erschwerte. Damals war es noch nicht bekannt, dass die Entgasung des Holzes exotherm verläuft, daher war mir unverständlich, weshalb das von den wertloseren Gasen befreite Holz sich so leicht entzündete und explosionsähnlich abbrannte. Vergl. C. Blacher, „Ueber Röstholz“, Die chemische Industrie 1900, S. 508, Baltische Wochenschrift 1900.

<sup>21)</sup> Die Zahlen für die Entgasungswärme finden sich weiter unten (Abb. 2).

<sup>22)</sup> Die Tatsache, dass das Holz, trotzdem der Sauerstoff in ihm vielleicht weniger abgesättigt ist, also wenigstens teilweise als konzentriertes Verbrennungsmittel wirken sollte, keine so intensive Flamme gibt — vielleicht würde das Röstholz (siehe Fussnote 20) sich ähnlich wie Steinkohle verhalten — bringt auf den durchaus nicht von vornherein abzuweisenden Gedanken, dass man den ganzen Sauerstoff nicht als zur Reinkohle, d. h. der organischen Substanz der Brennstoffe gehörenden Beimengung, d. h. als „Ballast“ — wie der meines Wissens zuerst von den Russen angewandte charakteristische Ausdruck lautet — ansehen könnte. Aus der weiter unten angeführten Tabelle III errechnen sich unter der Annahme, dass sämtlicher Sauerstoff und Stickstoff — nehmen wir den auch dazu — als Ballast angesehen werden müssen, die unten abgeleiteten Heizwerte der nunmehr auch noch sauerstoff- und stickstofffreien organischen Substanz. Wären die Bindungen überall qualitativ und quantitativ gleichwertig, so gäbe es auf diesem Wege proportionale Werte zu den aus dem C- und H-Rest berechneten, diese als mechanisches Gemenge aufgefasst. Die letzteren Heizwerte sind unten in Klammern nebenbei gesetzt. Anthrazit 8840 (8750), Cardiff 9300 (9380), Aitkens 9250 (9470), Yorkshire 9200 (9550), New-Castle 9150 (9640), Watson-Hartley 9100 (9620), Dombrowo 8800 (9400), Braunkohle I 8920 (10200), Torf II 7960 (10900), Torf IV 8630 (10800), Holz 7900 (11000), Cannel 9800 (10150), Boghead 10050 (10300), Naphta 10500. Ohne auf diese nicht uninteressanten Spekulationen weiter einzugehen, möchte ich nur darauf hinweisen, dass je grösser diese Zahlen von einander abweichen,

Endlich muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Annahme, aller Sauerstoff gehe in die fl. Bestandteile über, nicht zutrifft, da stets der Koks Sauerstoff enthält, freilich ist meines Wissens die Herkunft desselben, ob er nicht am Ende aus der Luft stammt, nicht erwiesen. Ebenso könnte der Stickstoff als nicht wärmegebender, sondern die Flamme verdünnender Stoff angesehen werden. Doch da ich in den ersten Mitteilungen nur den Sauerstoff und zwar den ganzen analytisch ermittelten, den Stickstoff jedoch nicht berücksichtigt, vielmehr, wo nur  $O + N$  bekannt war 1% für letzteren abgezogen habe, so möge es vorläufig bei dieser Annahme bleiben, bis die weitere Entwicklung uns zwingen wird, näher auf diese Verhältnisse einzugehen, falls diese Unterlassung trotz der in Aussicht genommenen bloß sinngemässen Klassifizierung doch sich als unstatthaft erweisen sollte.

Nehmen wir an, dass bei der Koksprobe sämtlicher Sauerstoff in die flüchtigen Bestandteile übergeht und sich mit dem Wasserstoff in Bindung befindet, so würden die fl. Bestandteile aus Wasserdampf und flüchtigen Kohlenwasserstoffen bestehen. Da sowohl der Sauerstoffgehalt der Kohle, als auch die Menge der fl. Bestandteile ermittelt werden können, so ist die bereits oben erwähnte Zahl: **der Kohlenwasserstoffgehalt der fl. Bestandteile** nach der Formel

$$\frac{(\text{fl. B.} - 1,125,0) \cdot 100}{\text{fl. B.}}$$

zu errechnen und zwar ausgedrückt in Prozenten. Ist der Gesamtsauerstoff des Brennstoffs in den fl. Bestandteilen an Kohlenstoff als Kohlensäure gebunden so ergibt sich die Formel

$$\frac{(\text{fl. B.} - 1,37,0) \cdot 100}{\text{fl. B.}}$$

Die Voraussetzung, dass der Sauerstoff als  $\text{CO}$  vorhanden ist, würde nicht unserer Annahme von der fast vollen Absättigung der Sauerstoffvalenzen entsprechen, da  $\text{CO}$  brennbar ist, was dem Sinn der Dulong-

desto mehr offenbar der Brennstoff organische Struktur aufweist, desto stärker wäre auch die Bindung des C und H untereinander, welche im Kalorimeter für ihre Ueberwindung Wärme verlangt und desto grösser könnte auch durchaus die Sauerstoffsättigung sein (siehe Braunkohle, Torf, Holz), welche natürlich bei der Berechnung nicht berücksichtigt wird, wodurch der Heizwert höher erscheinen muss, als er tatsächlich ist. Das könnte weiter für die Berechtigung der der Klassifizierung zugrundegelegten Annahme sprechen, dass der Sauerstoff als an Wasserstoff gebunden zu betrachten ist. Man sehe auch Fussnote 19. De Grahl bespricht und berücksichtigt auch diese Verhältnisse. Siehe sein Lehrbuch S. 74 ff.

schen Formel zuwiderlaufen würde. Der Unterschied in den Angaben der beiden Formeln beträgt, wenn man die Mittelwerte für  $O=8$  und für fl. B. = 35 einsetzt etwas unter 10% mehr Kohlenwasserstoffgehalt (auf den letzteren bezogen) für die erste Formel, ein Unterschied, der nicht in Betracht kommt, so dass wir bei der Annahme bleiben können, dass die fl. Bestandteile aus Wasserdampf und Kohlenwasserstoffen bestehen.

Fassen wir die oben bereits enthaltenen Andeutungen präziser zusammen, so erhalten wir für die Charakterisierung und damit auch für die Klassifizierung der Steinkohlen und auch der Brennstoffe überhaupt, auf welche diese Betrachtungen sehr wohl ausgedehnt werden können, folgende Grundsätze. **Je mehr fl. Bestandteile ein Brennstoff enthält, desto mehr Destillationsprodukte gibt er, desto länger ist die Flamme. Je höher der Kohlenwasserstoffgehalt der fl. Bestandteile ist, desto fetter ist die Kohle, besonders deren Flamme, welche infolge dessen zu Russabscheidungen neigt. Dementsprechend sind auch die Destillationsgase kohlenwasserstoffreicher und haben einen höheren Brennwert.**

Bevor wir weiter gehen, muss bei dieser Gelegenheit Klarheit hineingebracht werden in einen Punkt der Terminologie. Was fette Flamme und fetter Brennstoff bedeuten, ist ohne weiteres klar. Weniger eindeutig sind die Bezeichnungen „mager“ und „trocken“, die für verschiedene Zwecke verwandt werden können. Am praktischsten scheint mir zu sein, dass man sich möglichst an das bisherige hält. Die Bezeichnung „mager“ nach der bei De Grahl angegebenen Fassung der Grunerschen Tabelle, ist mehr in der Richtung zu den Anthraziten, der Ausdruck „trocken“ in der Richtung zum Holz zu verwenden. Dieses entspricht auch dem von Muck (Fussnote 5) angegebenen Vergleich dieser Tabelle mit den deutschen Bezeichnungen. Wir werden später sehen, dass das neue Schaubild Abb. 5 auch hier eine gewisse Aufklärung bringt<sup>28)</sup>.

<sup>28)</sup> Danach ist die bei mir („Feuerungstechnisches“ S. 62; Rig. Ind. Ztg. 1908, S. 204) gewählte Bezeichnung „magere langflammige Kohle“ nicht richtig. Sie scheint aber sinngemäss wohl insofern eine Berechtigung zu haben, als man eine verdünnte Flamme sehr gut mit mager bezeichnen könnte. Beim Brennstoff scheint der Ausdruck „mager“ „arm an Gas“ und noch dazu an armen Gas zu bedeuten. Doch müsste hier noch eine Einigung erzielt werden. Aus dem neuen Schaubilde heraus könnte man „trocken“ mit wenig Kohlenwasserstoffen und „mager“ mit wenig fl. Bestandteilen identifizieren. Dabei würden freilich die Navigation-Kohlen unter die mageren Kohlen fallen, was der deutschen Terminologie zu entsprechen scheint, da z. B. in den Berichten des Hamburger Vereins die Esskohlen (siehe unter Tab. IV) unter den Magerkohlen

Nun wäre noch hinzuzufügen, dass man die Angabe des Gehaltes an fl. Bestandteilen auf die organische Substanz, d. h. den asche- und wasserfreie Brennstoff umrechnen muss<sup>24)</sup>.

Überhaupt ist die org. Substanz der Brennstoffe, besonders der Kohle, die sog. Reinkohle charakteristisch für den betr. Brennstoff, die Kohlensorte, die Handelsmarke, die Flözsubstanz, so dass in die Klassifizierung noch der kalorimetrische Heizwert derselben aufgenommen werden könnte. Zahlenmässig unabhängig von ihr, aber für sie charak-

angeführt werden. Nach Muck (Fussnote 5) heissen sie „halbfett“, was nach dem obigen begreiflich wäre.

Auch hier sieht man, dass die Betrachtung der Flammenentwicklung an Hand der fl. Bestandteile und ihres Kohlenwasserstoffgehalts sich als in vieler Beziehung fruchtbar erweist. Dieser Ansicht schien auch der im Kriege gefallene Prof. Hinrichsen vom Materialprüfungsamt Gross-Lichterfelde — Berlin gewesen zu sein. Man sehe Hinrichsen und Tazak, „Die Chemie der Kohle“ 1915, S. 340.

<sup>24)</sup> Die Frage, was als **Reinkohle** oder im allgemeinen als **reiner Brennstoff** aufzufassen ist, ist nicht so einfach, wie es bei oberflächlicher Betrachtung aussieht. Soeben haben wir von wasser- und aschefreier Substanz gesprochen und gleich darauf wird im Text nachgewiesen, dass das hygroskopische Wasser, wie es die Tabelle III sehr deutlich zeigt, ein Charakteristikum der Brennstoffsubstanz ist, also zu ihr gehört. Am Gehalt an hydr. Wasser lässt sich z. B. sofort erkennen, ob eine Steinkohle trocken oder fett ist. Vor kurzem haben wir oben wieder andererseits nicht mit Unrecht darauf hingewiesen, dass der Sauerstoff auch als Verunreinigung angesehen werden könnte. Aber auch eine so offenbare Verunreinigung, wie Asche, ist nicht einfach gedanklich von der reinen Substanz zu trennen. So sind die aschehaltigeren feinkörnigeren Partien einer Kohlensendung stets sauerstoffreicher, d. h. magerer. Es ist als wenn die Asche auflockernd wirken und die Oxydation der Kohlenstoffsubstanz befördern würde. (Besonders die fetteren Davison-Cowpenmarken neigen leicht zu Oxydation und Selbstentzündung, weshalb auch die Bestimmung des Hydr. Wassers im Trockenschrank bei diesen Kohlen auf Schwierigkeiten stösst. Über die Oxydation der Kohlenstoffsubstanz habe ich mich breiter ausgelassen in „Feuerungstechnisches“ S. 84 und dem Artikel über englische Kohlen in der „Rig. Ind.-Zeitung“ 1909, S. 260; Zeitschr. f. Dampfkesselbetr. 1910, S. 125.)

Der Aschegehalt der Kohlen ist neuerdings von Lessing — London zum Gegenstand gründlicher Studien gemacht worden (Studies in the distribution of mineral matter in coal; excerpt from the transaction of the institution of mining engineers 60, Teil 3, S. 288 und 61, Teil 1, S. 36, 1921, ferner: The study of mineral matter in coal, Fuel (Coal, Guard.) 1, 6, 1922, Brennstoff-Chemie 1922, S. 135). Nach ihm hat die Reinkohle 1,5—2% Asche, die in den 4 Grundbestandteilen der Kohlenstoffsubstanz ungleich verteilt sind. „Fusain“ enthält 15,6% Asche, „Durain“ 6,26, „Clairain“ 1,22, „Vitrain“ 1,11. Fusain ist weicher, zerreiblich und verursacht seine Anwesenheit in der Staubkohle deren hohen Aschegehalt. Auch der Schwefel gehört zum Teil der org. Substanz an, was besonders Parr an angegebener Stelle bei der Bestimmung des Heizwertes der Reinkohle berücksichtigt. Über den Schwefel der Steinkohle finden sich Abhandlungen von Schellenberg (Brennstoff-Chemie 2, 349 (1921) und Donath (dortselbst 3, 120, 1922).

teristisch sind noch zweierlei Merkmale derselben: ihre **Hygroskopizität** und die **Temperatur des Entgasungsmaximums**.

Fast ein jeder feuchte Brennstoff gibt beim Lagern in einem trocknen Raum nicht all sein Wasser heraus, sondern nur den Teil, der als mechanisch beigemischt aufgefasst und als Lagerfeuchtigkeit bezeichnet werden kann. Erhitzt man den Brennstoff weiter bis 100—110° C so gibt er weiteres, das sog. hygroskopische Wasser ab, das also ein Mass für das Wasserbindungsvermögen der org. Substanz und damit ein Charakteristikum derselben darstellt. Ohne sich in diese schwierige Einzelfrage zu vertiefen, sei hier nur erwähnt, dass die scharfe Abgrenzung des hygroskopischen Wassers nach oben und nach unten nicht immer leicht ist, da die Menge des beim Lagern in trockenem Raum zurückbleibenden Wassers von der im Raum herrschenden Luftfeuchtigkeit, d. h. vom Partialdruck des Wasserdampfes im Raume abhängig ist, so dass für eine genaue Bestimmung Normen aufgestellt werden müssen<sup>25)</sup>, und da ferner bei der Temp. v. 100° und 110° viele Brennstoffe entweder bereits leicht flüchtige organische Verbindungen herzugeben beginnen, wie z. B. Torf und Braunkohle oder auch vom Luftsauerstoff angegriffen werden und im Gewicht zunehmen, wie besondere Marken fetter (z. B. Northumberlander Davisons, Cowpens) Steinkohle.

Da beim Beobachten des Verhaltens verschiedener Steinkohlensorten in der Feuerung, es sich herausstellte, dass Kohlen mit gleichem Gehalte an fl. Bestandteilen, wie auch an Kohlenwasserstoffen in denselben, verschieden schnell auf dem Rost entgasten, schneller oder langsamer brannten und dementsprechend schwerer oder leichter auf dem Rost rauchschwach zu verfeuern waren, so versuchte ich die Entgasungskurven der Kohlen bei langsam steigender Temperatur zu ermitteln. Meine diesb. Arbeiten<sup>26)</sup> wurden durch den Weltkrieg unterbrochen, infolge dessen ist die Versuchsanordnung nicht einwandfrei genug, immerhin

<sup>25)</sup> Für gewöhnlich genügt das 1—2-tägige Lagern von einigen Kilogramm Brennstoff in einem Raum mit mittlerer Luftfeuchtigkeit; genauere Bedingungen sind neuerdings vom Materialprüfungsamt Gross-Lichterfelde veröffentlicht worden. Mitt. 37, 1919, S. 178. Kempf, „Der lufttrockene Zustand und die Hygroskopizität fossiler Kohlen in Beziehung auf die zahlenmässige Erfassung ihres Heizwerts“.

<sup>26)</sup> C. Blacher und J. Jacoby, „Zur analytischen Charakterisierung der Steinkohle hinsichtlich ihres Verhaltens in der Feuerung“ in „Feuerungstechnisches“ S. 102. C. Blacher, „Brennstoff und Feuerung“ in „Rauch und Staub“ 1911, S. 109. Derselbe, „Попытка рациональной классификации топлива на основании анализа“, Вѣстник Общ. Технологовъ 1913. Vortrag auf dem II. Allrussischen Kongress für Bergwerkswesen, Metallurgie und Maschinenbau in St. Petersburg 1913.



gebe ich die erhaltenen Resultate hier an, da sie für die Klassifizierung charakteristische Hinweise ergeben haben. Ein kleines halbkugelförmiges Platinschälchen<sup>27)</sup>, welches die zu untersuchende Brennstoffprobe enthielt, wurde in einen Platintiegel hineingehängt, wodurch der aus den fl. Bestandteilen sich bildende Kohlenstoff sich grösstenteils auf den Tiegelnwänden niederschlug und später nicht als Koksrest mitgewogen wurde. Das ganze wurde in einen Heräusschen Tiegelofen (mit Platinheizspirale) hineingestellt und die langsam mit Hilfe eines Rheostaten gesteigerte Temperatur durch ein Platin-Platinrhodium-Thermoelement gemessen. Es ergab sich eine ansteigende Kurve, welche die fl. Bestandteile auf der Temperaturabszisse aufgebaut darstellte, der Differentialquotient der Kurve musste dann den Zuwachs an fl. Bestandteilen in Abhängigkeit von der Temperatursteigerung oder die sich pro Temperatur oder auch pro Zeiteinheit — falls die Temperatur proportional der Zeit anstieg — ausscheidenden brennbaren Gase oder, was dasselbe ist, die zur Zeit der Entgasung zu erwartende wechselnde Länge der Flamme bedeuten. Die Kurvenmaxima entsprachen mithin dem oben erwähnten Temperaturmaximum der Entgasung, welches für jeden Brennstoff sehr charakteristisch war. Das eine war schon von vornherein klar, dass Brennstoffe, die einen Prozess der Kohlenstoffanreicherung z. B. durch den Einfluss vulkanischer oder durch tektonischen Druck veranlasster Hitze durchgemacht hatten, wie z. B. die kurzflammigen dem Anthrazit näher stehenden Kohlen, die fl. Bestandteile bei viel höherer Temperatur abgeben mussten, was tatsächlich durch die erhaltenen Resultate bestätigt wurde. Die Abb. 1. zeigt die Kurven (Flammenkurven) für verschiedene Brennstoffe<sup>28)</sup>. Man kann sich wohl des Eindrucks nicht enthalten, dass diese Kurven bei der Charakterisierung der Brennstoffe werden mitsprechen können<sup>29)</sup>.

Nun ist mittlerweile eine ganze Reihe hierher gehörender Arbeiten veröffentlicht worden, welche alle eine für die Industrie der Entgasung der Kohle gebräuchliche Methodik der Schätzung der Brauchbarkeit der Kohle für diese Zwecke vorschlagen<sup>30)</sup>. Es läuft also bei diesen

<sup>27)</sup> Abbildung in der russ. Abhandlung von 1913. Die Methode wurde noch weiter vervollkommenet, die betr. Notizen und Diplomarbeiten sind mir jedoch während der Kriegswirren abhanden gekommen.

<sup>28)</sup> Rauch und Staub 1911, S. 102; Вѣстн. Общ. Техн. 1913.

<sup>29)</sup> Dergleichen Ansicht ist auch Hinrichsen. Siehe Fussnote 23.

<sup>30)</sup> Man sehe die Zusammenfassung von Fritsche im Aufsatz über die systematische Untersuchung der festen Brennstoffe, Brennstoff-Chemie 1921, S. 380, ferner die Kontroverse Strache-Fischer in ders. Z. 1921, S. 94.

# ENTGASUNGSKURVEN VERSCH. BRENNSTOFFE NACH C. BLACHER.

(FLAMMENKURVEN)

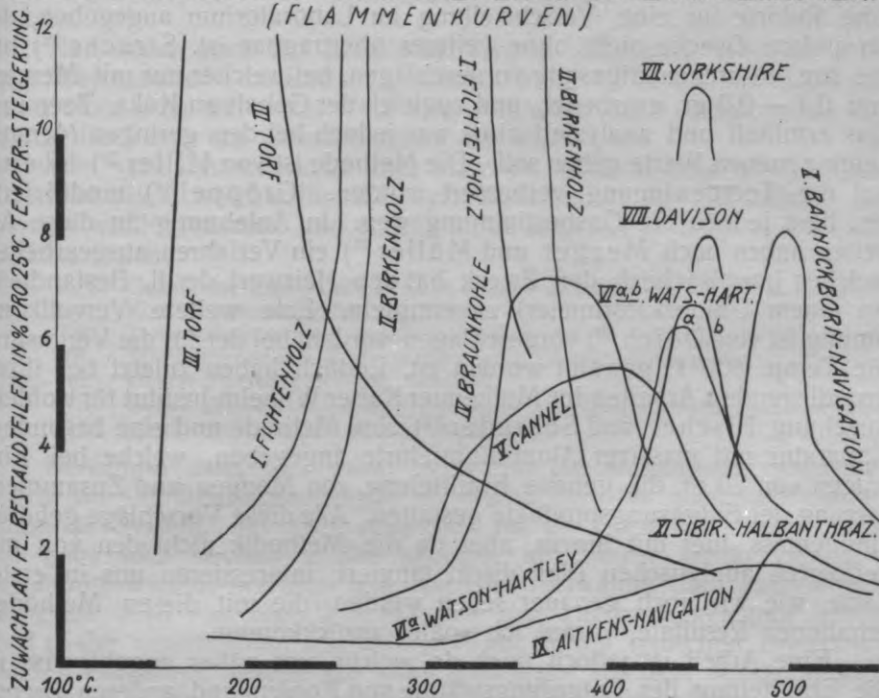


Abb. 1.

III. Torf von Rütingschen Moor bei St. Petersburg (Station Siverskaja der ehem. Warschauer Bahn). Mittelkurve aus drei Schichten: junges Sphagnum, halbzersetztes Sphagnum und Specktorf.

IV. Braunkohle aus der Sammlung des Rigaschen Polytechnischen Instituts. Herkunft unbekannt.

V. Westfälische Cannelkohle, hart, mattschimmernd; aus derselben Sammlung.

VI. Watson-Hartley Steam Coal, entspr. Tab. III.

VII. South Yorkshire Hard Steam Coal, entspr. Tab. III.

VIII. Davison Large Steam Coal, entspr. Tab. III.

IX. Aitkens Navigation Steam Coal, entspr. Tab. III.

X. Bannockborn Navigation Steam Coal, schottisch. Siehe „Feuerungstechnisches“ S. 76; Rig. Ind. Ztg., 1909, S. 229.

XI. Halbanthrazitische Kohle aus Nowo-Nikolajewsk in Sibirien. Fl. Best. in der org. Substanz 15%.

Vorschlägen auf eine Ermittlung der zu erwartenden Ausbeuten an Produkten (Theer, Koks, Gas) und ihrer Eigenschaften heraus. So hat Graefe<sup>31)</sup> eine Retorte für eine Verschwelung im Laboratorium angegeben, die für andere Zwecke nicht ohne weiteres übertragbar ist. Strache<sup>32)</sup> hat die sog. Röhrenentgasung vorgeschlagen, bei welcher nur mit Mengen von 0,1 — 0,2 gr. gearbeitet, und zugleich der Gehalt an Koks, Teer und Gas ermittelt und analysiert wird, was jedoch bei den geringen Mengen keine genauen Werte geben soll. Die Methode ist von Hiller<sup>33)</sup> in bezug auf die Teergewinnung verbessert worden. Gröppel<sup>34)</sup> modifizierte sie, liess jedoch die Gasbestimmung weg. In Anlehnung an diese Arbeiten haben noch Mezger und Müller<sup>35)</sup> ein Verfahren ausgearbeitet, welches hauptsächlich den Zweck hat den Heizwert der fl. Bestandteile (in einem Unionskalorimeter) zu ermitteln. Eine weitere Vervollkommnung ist von Dolch<sup>36)</sup> vorgeschlagen worden, bei der für die Vergasung die Temp. 800° C gewählt worden ist. Endlich haben zuletzt bei ihren grundlegenden Arbeiten im Mülheimer Kaiser Wilhelm-Institut für Kohlenforschung Fischer und Schrader<sup>37)</sup> eine Methode und eine besondere Apparatur mit massiver Aluminiumretorte angegeben, welche bei Einwagen von 20 gr. die genaue Ermittlung von Mengen und Zusammensetzung der Entgasungsprodukte gestatten. Alle diese Vorschläge gehören sinngemäss hier mit hinein, aber da die Methodik nicht den von mir verfolgten analytischen Plan direkt tangiert, interessieren uns in erster Linie, wie wir noch genauer sehen werden, die mit diesen Methoden erhaltenen Resultate, vorauf ich später zurückkomme.

Eine Arbeit ist jedoch noch da, welche uns näher angeht, dass ist die Ermittlung der Entgasungswärme von Kohlen und anderen Brennstoffen im Kalorimeter durch Strache und Grau<sup>38)</sup>. Die bei der Entgasung frei werdenden Wärmemengen stehen auch zu dem Temperaturmaximum der Entgasung in gewisser Beziehung, da bei grösserer Wärmeausscheidung der Prozess explosiver und auch bei niedrigerer

<sup>31)</sup> „Laboratoriumsbuch für die Braunkohlenteerindustrie“ 1908, S. 20.

<sup>32)</sup> „Gasbeleuchtung und Gasindustrie“ Braunschweig 1913, S. 282; Mitt. d. Inst. f. Kohlenvergasung etc. Heft 5, 1919. Vorher: Zeitschr. des öster. Ing.-und Arch.-Vereins 1911, № 24.

<sup>33)</sup> Journ. für Gasbeleuchtung 1916, S. 129.

<sup>34)</sup> Ges. Abhandl. zur Kenntnis der Kohle 2, S. 201 (1917).

<sup>35)</sup> Journ. für Gasbel. 1920, S. 669.

<sup>36)</sup> Mitt. des Inst. f. Kohlenvergasung, Wien 3, S. 1 (1921), Brennstoff-Chemie 2, S. 121, 253 (1921).

<sup>37)</sup> Brennstoff-Chemie 1, S. 87 (1920); Zeitschr. f. angew. Chemie 1920, S. 172.

<sup>38)</sup> Brennstoff-Chemie 1921, S. 97.

Temperatur vor sich gehen könnte. Die Kurven in Abb. 1 (bes. an dem Holz und Torf entsprechenden) scheinen tatsächlich darauf zu deuten.

Nun käme noch das bereits bei Gruner angeführte **spez. Gewicht der Brennstoffe**<sup>39)</sup> in Betracht, welches beim Anthrazit sein Maximum beim Holz oder gar beim Torf sein Minimum hat. Damit wäre vorläufig die Reihe der Charakteristika erschöpft.

Wir verfügen nunmehr über folgende zahlenmässig ausdrückbare Charakteristika, welche für die Systematisierung der Brennstoffe verwendet werden können und welche durch folgende Zeichen ausgedrückt werden sollen:

- fl. B. Gehalt der org. Substanz an flüchtigen Bestandteilen in % ausgedrückt.
- Kw Kohlenwasserstoffgehalt der fl. Bestandteile in %.
- Tm Temperaturmaximum der Ausscheidung der fl. Bestandteile.
- Rw Wärmetönung der Zersetzungsreaktion (Reaktionswärme).
- Ho Oberer Heizwert der org. Substanz.
- Wh Gehalt des Brennstoffs an hygrokopischem Wasser in % der lufttr. Brennst.
- SpG. Spezifisches Gewicht des Brennstoffs.

Berechnet man nun diese zuerst für die Steinkohlen ermittelten Werte für sämtliche Brennstoffe so ergibt sich für dieselben ein bestimmtes System, das sich graphisch in ein Schaubild fassen lässt. Ich gebe hier in Abb. 2 das teilweise mit neuen Daten versehene Schaubild wieder, welches ich, wie oben erwähnt, dem Petersburger Kongress 1913 vorgelegt habe<sup>40)</sup>. Die ihm zugrunde gelegten Zahlen sind in der weiter unten angeführten Tab. III, der typischen Brennstoffklassen enthalten, welche aus einer gleichfalls auf dem Kongress 1913 mitgeteilten Tabelle<sup>41)</sup> in erweiterter und vervollständigter Form abgeleitet worden ist.

<sup>39)</sup> Das spezifische Gewicht der Brennstoffe ist von dem Wassergehalt abhängig, auch bei der Steinkohle: siehe Drakeley u. Jones, Journ. Soc. Chem. Ind. **42**, 163. T. (1923) [20.4.]; Brennstoff-Chemie 1923 S. 263.

<sup>40)</sup> Вѣстникъ Общества Технологовъ, 1913. Vielleicht habe ich eine gewisse Anregung zu dieser Gruppierung aus einem Schema erhalten, das der bekannte russische Forscher, Prof. Alexejeff in seinem Buch „Ископаемые угли Росс. Имп. etc.“ 1895, angibt. Siehe auch C. Blacher „Die Wärme etc.“, S. 101.

<sup>41)</sup> Вѣстникъ Общ. Техн., 1913, Die erste Tabelle typischer Kohlen brachte ich in dem Lehrbuch „Теплота въ заводскомъ дѣлѣ“ S. 109, weiter ausgestaltet kam sie in die Rigasche Ind. Ztg. 1908, № 17, in „Feuerungstechnisches“ S. 66 und in Zeitschr. f. Dampfkesselbetr. 1910, S. 64. Зап. И. П. Т. О. 1910, „Къ вопросу о тонкахъ“; darauf wurde sie im Aufsatz „Brennstoff und Feuerung“, „Rauch und Staub“ 1912, S. 109, weiter ausgestaltet und noch ergänzt 1913 auf dem Kongress vorgetragen. Im vorliegenden Aufsatz findet nun eine weitere Durcharbeitung und Ergänzung von Grund aus statt.

# Schema einer Klassifizierung der Brennstoffe nach C. Blacher.

(1913)

fl. B. % - Gehalt der flüchtigen Bestandteile in der org. Substanz.  
 Kw % - Gehalt der Kohlenwasserstoffe in den fl. Bestandteilen.  
 Tm Temperaturmaximum der Ausscheidung der fl. Bestandteile.  
 Rw Wärmelösung der Zersetzungsgasreaktion (Reaktionswärme).  
 Ho Oberer Heizwert der org. Substanz.  
 Wh % - Gehalt des lufttrocknen Brennstoffs an hydr. Wasser.  
 Sp. G. Spezifisches Gewicht des Brennstoffs.

Anm. Die eingeklammerten Zahlen bedeuten, dass die betr. Werte nicht aus derselben Probe erhalten worden sind. Für die Werte von Tm siehe man die Anmerkungen zu Abb. 1.

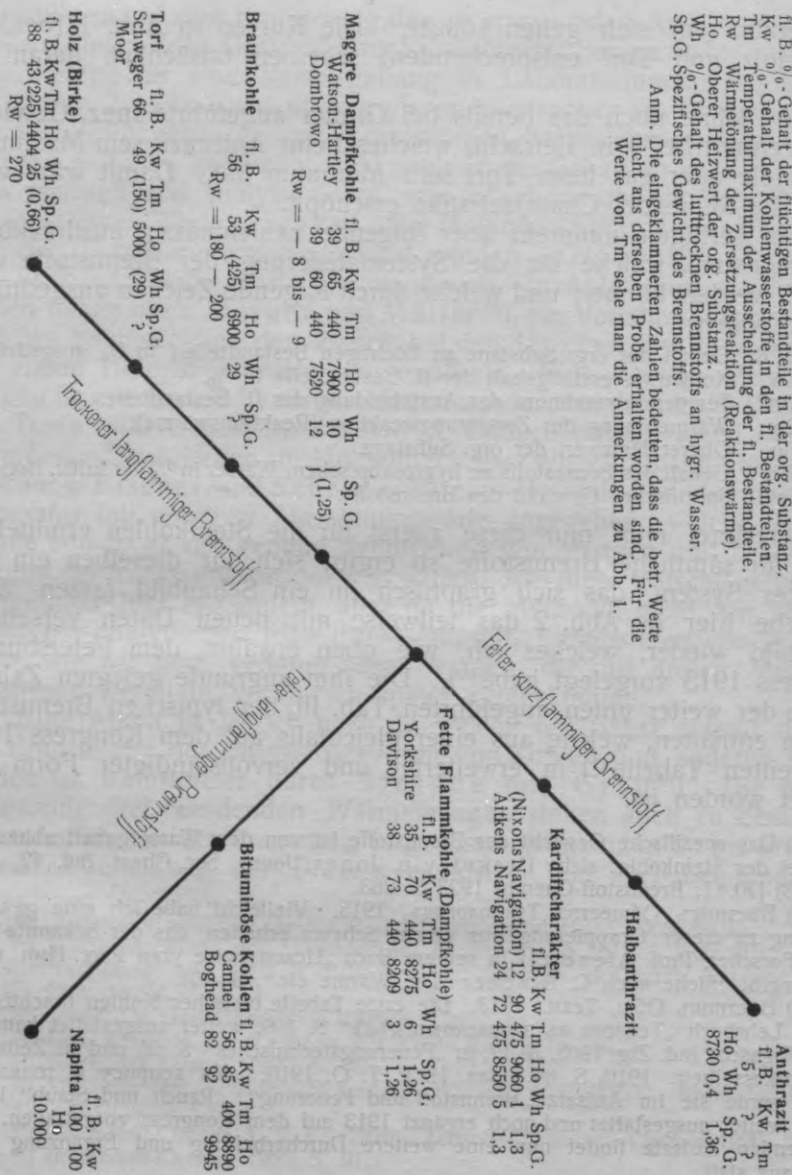


Abb. 2.



Auf dem Schaubild sieht man eine fortschreitende auf einer Linie aufgetragene Reihe, welche mit dem Anthrazit beginnend über die kurzflämmigen fetten Kohlen, die gewöhnlichen Dampfkohlen, die Magerkohlen, über den Torf zum Holze geht. Bei den Dampfkohlen beginnt eine Abzweigung, welche über die bituminösen Kohlen herüber mit den flüssigen Brennstoffen, im speziellen mit Naphta endet. Dortselbst sind die oben gewählten Charakteristika alle eingetragen. Wie man sieht fügt sich alles sehr gut in das Schema. In Tabelle III ist die Reihe zuerst angeführt und der Abzweig nach dem dickeren Trennungsstrich darangesetzt. Sie enthielt eine systematische wie man sieht, zugleich nach dem Kohlenstoffgehalt (ausser nach demjenigen an fl. Bestandteilen) geordnete fast lückenlose Reihe der gangbaren Brennstoffe.

Der Sinn der schaubildlichen Anordnung wird klar, wenn man sich vergegenwärtigt, was oben ausgeführt wurde, dass nämlich die Länge der Flamme dem Gehalt an fl. Bestandteilen proportional ist und der Gehalt der letzteren an Kohlenwasserstoffen anzeigt, wie weit man es mit einer fetten Flamme und mithin mit einer fetten Kohle zu tun hat. In der graphischen Darstellung würden die drei Zweige bedeuten: vom Zentrum zum Anthrazit zu stehen die **fetten kurzflämmigen**, zu Naphta zu die **fetten langflämmigen**, zum Holze zu die **trocknen langflämmigen Brennstoffe**. Magere (bzw. trockne) kurzflämmige Brennstoffe scheint es nicht zu geben. Der Grund ist jedenfalls ein chemischer, hier wollen wir uns mit diesb. Betrachtungen nicht aufhalten, es möge nur die Vermutung geäussert werden, dass diese aus dem Schema auftauchende Frage zu beweisen scheint, dass auch in dieser sinngemässen Anordnung doch tiefere ursächliche Zusammenhänge aufgedeckt werden.

Einige allgemeine Andeutungen mögen die Beziehungen zwischen Klassifizierung und Verwendung der Brennstoffe verständlich machen<sup>42)</sup>. Steht ein kleiner Feuerraum zur Verfügung, wie z. B. auf Seedampfern, im besonderen auf Kriegsschiffen, wo es darauf ankommt, den durch Russabscheidung entstehenden Rauch zu vermeiden, so wird man eine Kohle von dem zum Anthrazit zu laufenden Zweige der fetten kurzflämmigen Brennstoffe wählen. Hier liegen tatsächlich alle die sog.

<sup>42)</sup> Genauer begründet und mit Beispielen belegt ist diese praktische Seite der Frage in dem in der voranstehenden Fussnote erwähnten Aufsatz „Brennstoff und Feuerung“ in der Z. „Rauch und Staub.“ Man sehe auch die speziellen Artikel über nach Riga gelangende englische Kohle in „Feuerungstechnisches“ und in der Rig. Industrie Ztg. 1908.

„Navigation“-Marken, unter ihnen besonders die Normalkohlen der englischen und deutschen Flotten, einerseits die Kardiffer-Marken, z. B. Nixons Navigation steam coal und andererseits die westfälische Esskohle. Mindere Sorten sind schottische Aitkens - Gleencraig- und Longrigg-Navigation-Marken, welche jedenfalls für Kessel mit kleinem Feuerraum in Frage kommen. Will man dagegen sehr intensive Heizflächenbeanspruchungen haben, so muss man langflammige fette Brennstoffe nehmen, wobei bei Wasserrohrkesseln darauf zu achten ist, dass zwischen den Rohren genügend Raum für die Verbrennungsreaktion nachbleibt, anderenfalls wird die Flamme übermässig gekühlt und tritt starke Russabscheidung mit grossen Verlusten durch unverbrannt abziehende Gase, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe, ein. Wählt man nun bei starkem Feuerraum kühlender Heizfläche (Wasserrohrkessel) eine langflammige aber magere bzw. trockene Kohle, so steigt der Nutzeffekt infolge fast vollständiger Ausschaltung der Verluste durch unverbrannte Gase. Einen derartigen Kunstgriff wandte ich bei Verdampfungsversuchen auf dem Rigaer städtischen Elektrizitätswerk 1905 an<sup>43)</sup>. Als bei Verfeuerung fetterer Yorkshirer Kohle der garantierte Nutzeffekt nicht erreicht werden konnte, schlug ich die trockenere schottische Watson-Hartley Marke vor, wonach das Ergebnis befriedigend ausfiel. Noch ein Beispiel aus der rigaschen Praxis. Als, — ich glaube, es war während des Burenkrieges — infolge der Verringerung der verfügbaren englischen Tonnage die Kohlenpreise stiegen, dachten viele an den Übergang zur Torfheizung. So zog auch die Kusnezoffsche Porzellanfabrik die Frage des Porzellanbrennens auf Torf in Erwägung, zumal in ihren bei Moskau belegenen Porzellanöfen seit Jahren anstandslos Torf verwandt wurde. Eine von mir unternommene Untersuchung ergab jedoch, dass der Moskauer Torf sehr fett, der Rigasche jedoch sehr mager und für diesen Zweck weniger geeignet war, der Porzellanbrand jedoch eine stark reduzierende fette Flamme erforderte, die womöglich unter Russabscheidung brannte. Bei oxydierender Flamme erhielt die Glasur infolge Überganges der Ferro — in Ferriverbindungen einen hässlich gelblichen Stich. Hier war also ein Brennstoff von dem Abzweig „fett langflammig“ nötig und da der gewöhnliche Torf nicht dort zu finden ist, so war nur ein besonders fetter Torf brauchbar, der streng genommen vielleicht nicht ganz in das Schaubild passte. Diese Beispiele mögen vorläufig genügen.

<sup>43)</sup> „Feuerungstechnisches“, S. 49 ff.; Rigasche Ind. Ztg. 1907, № 22 und 23; Зап. Имп. Русск. Техн. Общ. 1910; „Къ вопросу о топкахъ“ (Broschüre).

## III.

So weit war die Durcharbeitung der von mir in Angriff genommenen Frage der Klassifizierung der Brennstoffe bis zum Kriegsausbruch gelangt. Nach Wiederaufnahme meiner Tätigkeit in Riga, als ich mich infolge Mangels der für wissenschaftliche Forscherarbeit erforderlichen Litteratur — die ganze hochwertige Bibliothek des früheren Rigaschen Polytechnischen Instituts war von den russischen Behörden ins Innere des Reiches evakuiert worden und befindet sich jetzt noch im Iwanowo-Wosnessensker Polytechnischen Institut — mit pädagogischen Fragen befasste, begann ich auch die beschriebene Methode der Klassifizierung weiter auszugestalten, weil sie gerade, wegen der sinngemässen Ableitungen der Charakteristika sich auch vom pädagogischen Standpunkt aus, weil leicht fasslich, als sehr brauchbar erwies. Ich begann mit der Kontrolle des s. z. entworfenen Schaubildes auf Grund der Durcharbeitung von älterem und neu hinzugekommenem Material und der Vervollkommnung des Schemas durch weitere Beispiele<sup>44</sup>).

Vorher noch wäre jedoch eigentlich eine erste Pflicht zu erfüllen: Das Ausschalten der Unsicherheit in der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes, welcher sich aus einer Reihe von anderen Bestimmungen als Restglied ergibt, und die Vereinfachung der Sauerstoffbestimmung selbst.

<sup>44</sup>) Das hierfür erforderliche Material ist in der nötigen Vollständigkeit und Zuverlässigkeit dünn gesäet. Am reichhaltigsten ist es von dem Hamburger Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung geliefert, welcher alle die in seinen Untersuchungen vorkommenden Brennstoffe in der Hamburger Thermochemischen Prüfungs- und Versuchsanstalt von Dr. A. Aufhäuser analysieren liess. Dieses erstklassige Material ist in den Berichten des Vereins niedergelegt. Auch die deutschen Dampfkesselrevisionsvereine haben teilweise gute Daten. Ob die Angaben der jetzigen deutschen Wärmestellen auf derselben Höhe stehen, wage ich nicht zu beurteilen. Lange nicht so gut sind die englischen Quellen, was wohl daran liegen mag, dass dort reichlich und billig Kohle für eigene Zwecke zu haben war und das Ausland auch ohne genaue Analysen die englische Kohle abnahm. Viel besser ist die Frage der Brennstoffwirtschaft organisiert in den Vereinigten Staaten von Amerika und, wenn ich mich nicht irre, auch in Canada. In den Ver. Staaten gibt es besondere Abteilungen des Department of Interior (Bureau of Mines and Geological Survey), deren Veröffentlichungen reiches und wertvolles Material enthalten. Das in den sonstigen Versuchsanstalten vorhandene Material ist teils nicht überall veröffentlicht, teils an nicht leicht zugängigem Orte wiedergegeben. (Die Hauptstädte und Industriezentren Europas, z. B. auch Riga, wo die chem. Versuchsanstalt des Polyt. Instituts viele Brennstoffe analysierte und der Verein der Dampfkesselbesitzer, der in seinen Berichten diesb. Material brachte.) Die von mir untersuchten Kohlen sind in ihrer Zusammensetzung angegeben in „Теплота“, S. 100 ff.; „Feuerungstechnisches“ und in der Rig. Ind. Ztg. 1905 ff., 1908, 1909; Z. f. Dampfkesselbetr. 1910, S. 64 ff. Зап. И. П. Т. О. 1910, „Къ вопросу о топкахъ.“

Da ich jedoch diese Frage in einem besonderen Aufsatz behandle<sup>45)</sup>, wo auch die mittlerweile begonnenen experimentellen Arbeiten beschrieben werden sollen, so übergehe ich an dieser Stelle das Problem der direkten Bestimmung des Sauerstoffs in organischen Verbindungen und im besonderen in den Brennstoffen vollständig.

Bei Inangriffnahme der Rechnungen tauchten einige Fragen wieder auf, die einer erneuten Lösung harren. Bisher war einfach der als Restglied nachgebliebene Sauerstoff zur Bestimmung des Gehaltes der fl. Bestandteile an Kohlenwasserstoffen herangezogen worden, es steht jedoch augenscheinlich dem nichts entgegen, den Stickstoff mit hinein-zubeziehen, da ja sowohl sein als freier Stickstoff austretender Teil wie auch der als Ammoniak entweichende im Sinne der gewählten Klassifizierung die Flamme verdünnen. Die Zugrundelegung der Summe  $O+N$  ist desto mehr geboten, als in den meisten Analysen sowieso nur diese Summe angegeben ist und ich früher, um auch solches Material mit verwerten zu können, von der Summe ( $O+N$ ) 1% für Stickstoff in Abzug gebracht habe.

Streng genommen müsste auch auf die Verwendung einer einheitlichen Methode der Bestimmung der fl. Bestandteile genau gesehen werden, doch ist dieses zur Zeit nicht zu erreichen, da die Auswahl einer international empfohlenen Methode noch nicht erfolgt ist. Ich arbeite meist mit zwei Brennern und achte darauf, dass der Platintiegel gut in eine Flammenatmosphäre von Bunsenbrennertemperatur taucht. Dieses entspricht, mir scheint, am besten den Bedingungen der Kokerei und Gaspraxis, wo die Kohle sofort in einem auf hohe Temperatur erhitzten Raum kommt. Es gibt sehr gut unter einander stimmende Werte, worüber ein ander Mal genauer berichtet werden soll. Vorläufig verweise ich auf die Ausführungen von Steinkamp<sup>46)</sup>.

Ich hatte ferner schon oben darauf hingewiesen, dass die Annahme, sämtlicher Sauerstoff des Brennstoffes gehe in die fl. Bestandteile, nicht den Tatsachen entspricht, ich glaubte jedoch mich darüber hinwegsetzen zu können, da ja die der Klassifizierung zugrunde liegenden Daten verhältnismässige und empirische seien. Ein Beispiel belehrte mich jedoch eines besseren. Als ich eine volle

<sup>45)</sup> Der Aufsatz „Über die direkte Bestimmung des Sauerstoffs in organischen Substanzen, insbesondere in Brennstoffen“ soll demnächst in diesen Heften erscheinen.

<sup>46)</sup> Brennstoff-Chemie 1923, S. 52. Man sehe auch Fritsche, dortselbst 1921, № 23. Übrigens wäre es vielleicht zweckmässig, die Methode speziell für die Klassifizierung umzugestalten — eine komplizierte Frage, auf die wir zum Schluss noch zurückkommen.

im Hamburg ausgeführte Analyse des englischen sog. rauchlosen Brennstoffs „Coalite“ fand und die erforderlichen Daten zu berechnen begann, stellte es sich heraus, dass Koalit eine sehr magere Flamme mit bloss 19,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Kohlenwasserstoffen geben musste. Da stimmte offenbar etwas nicht, da die Grundidee der Darstellung dieses Brennstoffes darin bestand, nach Entfernung der heizschwachen sauerstoffreichen Destillationsgase und der leichteren Kohlenwasserstoffe ein Restprodukt zu erhalten, das nur reiche schwere Kohlenwasserstoffe enthaltende Dämpfe hergeben musste und dementsprechend gerade mit sehr fetter intensiver Flamme brennen sollte<sup>47)</sup>. Da Koalitanalysen wenig bekannt geworden sind, die Frage des nicht bis zu Ende entgasten Brennstoffs, des Halbkokes durch die neueren Urteerverfahren wieder brennend geworden ist und in dem Mühlheimer Institut für Kohlenforschung einer sehr eingehenden Untersuchung durch Franz Fischer und seine Mitarbeiter unterworfen wird, müsste beim Durchsuchen der einschlägigen Resultate auch die Frage geklärt werden, ob und wieviel Sauerstoff im Koks zurückbleibt. Leider war das mir zur Verfügung stehende Material nicht ausreichend<sup>48)</sup>. Aus den in der Brennstoff-Chemie veröffentlichten Mühlheimer Arbeiten war der Gehalt des Halbkokes an fl. Bestandteilen nicht zu ersehen, so dass ich nur auf eine von De Grahl veröffentlichte Analyse angewiesen war. Aus Tab. IV und Schaubild Abb. 5 ist zu ersehen, dass die Zahl Kw für den Halbkoks bereits viel höher ist, als für den Koalit. Immerhin zeigen diese Beispiele, dass der in dem Koks verbleibende Sauerstoff nicht übersehen werden darf.

In Riga vor dem Kriege gehandelter Koks zeigte Sauerstoffgehalte von 0,3—3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Stickstoff mit eingeschlossen. Analysen des Hamburger Vereins zeigen ähnliche Werte, ebenso im Grossen in England unternommene Entgasungsversuche<sup>48)</sup>.

Um hierin wenigstens allgemeine aber zuverlässige Anhaltspunkte

<sup>47)</sup> Über die Herstellung von Koalit und ähnlichen Produkten siehe Brennstoff-Chemie 1921, S. 225 ff. und das Lehrbuch von De Grahl. Auch in der Zeitschrift „Rauch und Staub“ ist viel über diesen „rauchlosen Brennstoff“ geschrieben worden. In den Hamburger Berichten ist in allen Jahrgängen (bis 1914, die späteren Hefte waren mir nicht zugänglich) nur eine sich wiederholende Koalit-Analyse zu finden.

<sup>48)</sup> Fr. Fischer, „Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle“, Mühlheim-Ruhr, standen mir nicht zu Verfügung.

C. Blacher „Gaskoks oder Giessereikoks für Zentralheizungen?“, Rig. Ind. Ztg. 1911, № 19/21. Wenn ich mich recht erinnere, sind in England von Wright Versuche in grösserem Masstabe mit Derbyshire-Silkstone-Kohle ausgeführt worden, die ich im Auge habe. Die Literaturquelle kann ich leider nicht angeben.



Tabelle III. Typische Brennstoff-

		Anthrazit, Wales Pembrokschire a. d. Loverflötz <sup>3)</sup>	Cardiff, Wales, englische Normal- kohle, kurzflammig, rauchfrei <sup>4)</sup>	Aitkens, Navigation, aus Fifechire, fett, kurzflam. mit Cardiffcharakt. <sup>5)</sup>	South Yorkshire Association, Ald- vark Main, fett, zieml. langflam. <sup>6)</sup>	New-Castle, Davison large steam coal, fett, langflammig <sup>6)</sup>	Watson-Hartley, steam coal aus Schottl., trocken, ziemlich langfl. <sup>7)</sup>	Dombrower Kohle aus Polen (chem. russ.) trocken, langfl. <sup>4)</sup>
Organische Substanz d. Brenn- stoffs (wasser- u. aschefrei) <sup>1)</sup>	Kohlenstoff . . . . .	95,1	91,4	86,9	82,6	83,4	80,6	78,7
	Wasserstoff . . . . .	3,0	4,9	5,0	5,5	5,5	5,2	4,9
	Sauerstoff . . . . .	0,8	1,0	7,5	9,1	9,0	12,1	13,4
	Stickstoff . . . . .	0,5	1,4	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2
	Schwefel . . . . .	0,6	1,3	0,6	1,8	1,4	1,0	2,8
	Fl. Bestandteile . . . . .	4,0	11,9	24,3	35,1	38,0	39,0	39,0
	Kohlenwasserstoffgeh. in den fl. Bestandt. %	—	90,0	72,0	70,9	73,6	65,0	60,2
	Kor-   Kohlenw. in den rig. <sup>2)</sup>   fl. Bestandt. %	—	85,5	68,7	70,0	72,4	66,5	59,8
	Heizwert, kalorime- trisch . . . . .	8730	9060	8550	8275	8209	7900	7520
	Lufttrockner Brennstoff	Asche . . . . .	1	2,9	4,3	3,8	3,0	5,2
Hygrosk. Wasser . . . . .		—	0,7	4,6	2,5	5,8	10,5	12,0
Unt. Heizwert . . . . .		8490	8483	7513	7466	7245	6360	6050
Spezif. Gewicht . . . . .		1,36	1,3	1,3	1,26	1,26	—	—
Temperaturmaximum d. Entgasung . . . . .		—	475	475	440	440	440	440

<sup>1)</sup> Unter organischer Substanz ist hier Rohbrennstoff abzüglich Wasser und Asche verstanden, der Pyritschwefel ist nicht abgezogen. <sup>2)</sup> Die Korrektur besteht darin, dass nicht, wie für die Werte der darüber befindlichen Reihe, nur der Sauerstoffgehalt in Rechnung gesetzt wurde, sondern der Sauerstoff und Stickstoffgehalt abzüglich des im Koks verbliebenen Sauerstoffs, den Sauerstoffgehalt des Koks zu 10% angenommen. <sup>3)</sup> Fischer, Technologie der Brennstoffe I, S. 517. Engineer 1880, II, S. 261. <sup>4)</sup> Мюллеръ и Степановъ, Зап. Имп. Русск. Техн. Общ. 1897, II, 147. <sup>5)</sup> Bericht des Hamburger Vereins für Feuerungsbetrieb, 1905, S. 52. Die Brennstoffanalysen werden meist in den folgenden Jahresberichten wiederholt. <sup>6)</sup> Blacher, „Feuerungstechnisches“ S. 79 u. 85; Rfg. Ind. Zeitung 1909, S. 243 u. 258; Z. f. Dampfk. 1910, S. 85 u. 115. <sup>7)</sup> Dortselbst, S. 73, bezw. 225, bezw. 77.

## klassen nach C. Blacher.

Fortsetzung	Braunkohle I aus Böhmen, Venus Tiefbau <sup>8)</sup>	Braunkohle II <sup>9)</sup>	Braunkohle III von Foligno, Oberitalien <sup>8)</sup>	Torf I, schwarzer aus Irinowka bei Petersburg <sup>10)</sup>	Torf II vom Schwegermoor <sup>9)</sup>	Torf III von Postadown (England) <sup>11)</sup>	Torf IV, hell., vom städt. Revaler Schweinsberger Moor <sup>12)</sup>	Holz, Birke, ungeflösst <sup>13)</sup>	Zellulose (Watte) <sup>14)</sup>	Camel coal, Plidderie engl., sehr fett und langflammig <sup>15)</sup>	Boghead Kohle, australische Shale Boghead, sehr fett und langflammig, bituminös <sup>15)</sup>	Naphtarückstände <sup>16)</sup>
C	72,0	65,5	59,4	66,0	60,5	55,9	52,0	49,0	44,0	82,8	83,2	87
H	5,9	5,6	5,4	7,7	7,5	6,8	6,0	6,1	6,3	7,3	10,0	13
O	22,9	22,9	24,1	30,0	36,1	41,0	44,3	49,7	7,8	5,8	—	—
N	22,4	1,2	34,6	0,8	1,6	1,2	1,0	—	—	1,3	—	—
S	0,5	4,8	0,3	—	0,1	—	—	—	—	0,7	1,0	—
fl. B	50,9	56,0	57,9	—	65,7	69,0	75,0	87,8	91,4	55,6	82,4	100
Kw	52,5	53,9	35,8	—	48,6	41,0	38,6	43,3	38,8	84,9	92,1	100
Kw	51,7	52,4	37,5	—	46,5	39,6	37,5	43,4	38,7	84,7	91,2	100
H <sub>0</sub>	6880	—	5371	—	5550	—	5000	4404	4097	8890	9945	10.500
Asche	3,4	19,7	16,0	—	1,2	1,1	—	0,4	0,5	5,7	15,8	—
Wh	23,7	33,3	26,7	—	48,5	19,0	—	12,5	7,7	1,8	0,3	—
H <sub>0</sub>	4873	2720	3240	—	—	—	—	—	—	7900	7930	9870
Sp. G	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	400	—	—

<sup>8)</sup> Bericht des Hamburger Vereins, z. B. 1912 unter „Braunkohle“. <sup>9)</sup> Nach Trenkler, Elektrotechn. Zeitschr. 1914, S. 672 ff. durch Bartel, „Torfwerke“ 1923, S. 288. <sup>10)</sup> Чельцовъ, Зап. Имп. Русск. Техн. Обш. 1899, S. 167, Fischers Jahresberichte über die Leistungen der chem. Technologie 1899, S. 9. <sup>11)</sup> Analyse eines Torfes von einer Generatorenanlage der Firma Crossley Brothers, Engineer vom 8. Dez. 1911, S. 588 durch Bartel, „Torfwerke“, S. 277. <sup>12)</sup> Analyse der Versuchstation des Rlg. Polyt. Instituts. <sup>13)</sup> Bericht des Hamburger Vereins, z. B. 1912. <sup>14)</sup> Strache und Grau, Brennstoff-Chemie 1921, S. 97. <sup>15)</sup> Bunte, nach Fischer, Brennstoffe I, S. 523. <sup>16)</sup> Z. B. Blacher „Die Wärme etc.“ S. 116.

zu gewinnen, stützen wir uns auf einen Fachmann, Trenkler, welcher diesb. Hinweise in einer 1919 von der deutschen Hauptstelle für Wärme-wirtschaft arrangierten Vortragsreihe gegeben hat<sup>49)</sup>. Er benutzt die von Börnstein<sup>50)</sup> gemachten Angaben, dass die Zusammensetzung des Halb-kokes der Brennstoffe fast immer dieselbe ist und zwar enthält er im Durchschnitt 90% C, 4% H und 6% O, während der bei 1000° C erzeugte Koks die Zusammensetzung 97% C, 1% O und 1% N aufweist. Wir können diese Zahlen umso mehr akzeptieren, als auch andere zu Gesicht kommende Werte diesen Angaben zu entsprechen scheinen.

Von nun an möge hiermit bei der Bestimmung des Kohlenwasser-stoffgehaltes der fl. Bestandteile von dem im Brennstoff enthaltenen Sauerstoff ein im Koks zurückbleibender Teil desselben abgezogen werden und zwar 1% auf den Koks bezogen.

Beistehende Tab. III enthält nun die Zusammensetzung einer ganzen **Reihe von typischen Brennstoffen**, wo die nach veränderter Methode vorgenommenen neuen Umrechnungen unter „Korrigiert“ angegeben sind.

Auf diesen Unterlagen fussend konnte man sich nunmehr an den Aufbau eines vervollständigten Schaubildes machen. Es stellte sich nun dabei bald heraus, dass die Unterbringung der Brennstofftypen auf einer Linie den charakteristischen Zahlenausdrücken nicht genügend Rechnung trug, indem bereits der Gehalt an Kohlenwasser-stoffen in den fl. Bestandteilen nicht derselben Reihenfolge gehorchte, wie der Gehalt der Brennstoffe selbst an fl. Bestandteilen, was ja eigentlich ganz natürlich war. So ergab sich denn von selbst ein Koordinatensystem, welches als Ordinate die Zahlen „fl.B.“, als Abszisse die Werte „Kw“ aufzeigte. Es entstand mithin ein bereits konstruktiv genaueres Flächenbild, welches ein neues Moment in die Frage der Klassifizierung hereinzutragen schien, das aber immerhin auch die im ersten Schema entstandene gegabelte Linie deutlich wahrnehmbar in sich enthielt. Bei der Durchsicht der betr. Literatur stellte es sich jedoch heraus, dass bereits englische und amerikanische Forscher eine Einordnung der Brennstoffklassen in ein Koordinaten-system vorgeschlagen hatten. Ich nehme diese Versuche voraus und komme damit nun auf die eingangs bereits erwähnten Arbeiten von Parr und Drakeley zurück. Unter besonderer Betonung seiner Bestrebungen eine für die Praxis brauchbarere Klassifizierung der Kohlen

<sup>49)</sup> Trenkler, „Sparsame Wärmewirtschaft“ Verlag d. Ver. d. Ing. 1920. H. 1., S. 31

<sup>50)</sup> „Über die Zersetzung fester Brennstoffe bei langsam gesteigerter Temperatur“, Journ. für Gasbeleuchtung 1906, S. 652 ff.

zu geben, betont Parr<sup>51)</sup> ausdrücklich, dass von diesem Gesichtspunkt aus in erster Linie der Gehalt an fl. Bestandteilen besonders ihr Sauerstoffgehalt, auf den meine Klassifizierung aufgebaut ist, und welcher neuerdings vom Grebel<sup>51a)</sup> ganz besonders unterstrichen wird, in Frage käme. Darauf gibt er einen kritischen historischen Überblick über die diesb. (meist nur anglikanischen oben bereits erwähnten) Bestrebungen und kommt dabei zum Schluss, dass als weiteres Merkmal der Heizwert der Reinkohle berücksichtigt werden müsse, wobei er zugleich den Begriff der Reinkohle genauer zu entwickeln sich bemüht. Ausser Asche und Wasser berücksichtigt er das aus ersterer bei Rotglut entweichende Zersetzungswasser und den Pyritschwefel. Auf Grund dieser Überlegungen stellt er eine Formel für den Heizwert der Reinkohle „unit coal“ (in englischen Einheiten „British thermal units“) auf, deren Brauchbarkeit er daran sieht, dass verschiedene durch Schwebanalyse getrennte Teile einer Kohle für Rohkohle verschiedene für Reinkohle fast identische Werte zeigten. Sein Schaubild baut er nun so auf, dass er als Abszisse die fl. Bestandteile, als Ordinate den von ihm errechneten Heizwert der Reinkohle nimmt. Das so erhaltene Bild muss dem von mir vorgeschlagenen prinzipiell ähnlich sein, da nur die Koordinaten vertauscht sind, indem der Gehalt der fl. Bestandteile an Kohlenwasserstoffen doch wohl in gewissen Grenzen dem Heizwert der organ. Substanz proportional sein muss. Abb. 3 zeigt das Parr'sche Schema<sup>52)</sup>.

<sup>51)</sup> Journ. of Eng. and Ind. Chem. 14, 919 (1922); Brennstoff-Chemie 1923, S. 27.

<sup>51a)</sup> Grebel, „Les meilleurs combustibles contiennent peu d'oxygène“, Chal. et Ind. 1922, 26/VI, S. 1334, Feuerungstechnik 10, 278.

<sup>52)</sup> In dem in der Brennstoff-Chemie angegeb. Stelle enthaltenen Referat über die Parr'schen Veröffentlichungen ist, wie mir scheint, die Formel für die Berechnung des Heizwertes der org. Substanz nicht richtig. Parrs Formel lautet:

$$\frac{\text{Heat value}}{\text{in B. t. u. for unit coal}} = \frac{\text{Indicated B. t. u.} - 5,000 \text{ S}}{1,00 - (1,08 \text{ ash} + 22/40 \text{ S})}$$

Will man diesen Ausdruck für Heizwertangaben in Kalorien pro kg umformen, was der Referent offenbar beabsichtigt hat, so muss man den unkorrigierten Heizwert in Kalorien pro kg nehmen und ihn nicht, wie der Referent gemacht hat, mit dem Faktor 0,5556 multiplizieren, sondern den Wärmeabzug für Schwefel (d. h. Oxydation etwa des halben Schwefels  $\text{SO}_2$  und des Pyriteisens zu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) durch Multiplikation mit 0,5556 entspr. reduzieren, wobei nicht 5,0 S, sondern 5.000 (d. h. fünftausend S) zu verändern ist. Der Nenner enthält hauptsächlich einen Proportionalitätsfaktor, welcher nicht weiter verändert wird. Die Formel muss dann lauten:

$$\text{Heizwert} = \frac{\text{WE/kg} - 0,5556 \cdot 5000 \text{ S}}{1 - (1,08 \text{ Asche} + 22/40 \text{ S})}$$

während der Zähler im Referat die Form  $0,5556 \text{ WEkg} - 5,0/\text{S}$  hat, was mir nicht richtig zu sein scheint.

# KLASSIFIKATION DER KOHLE NACH PARR.

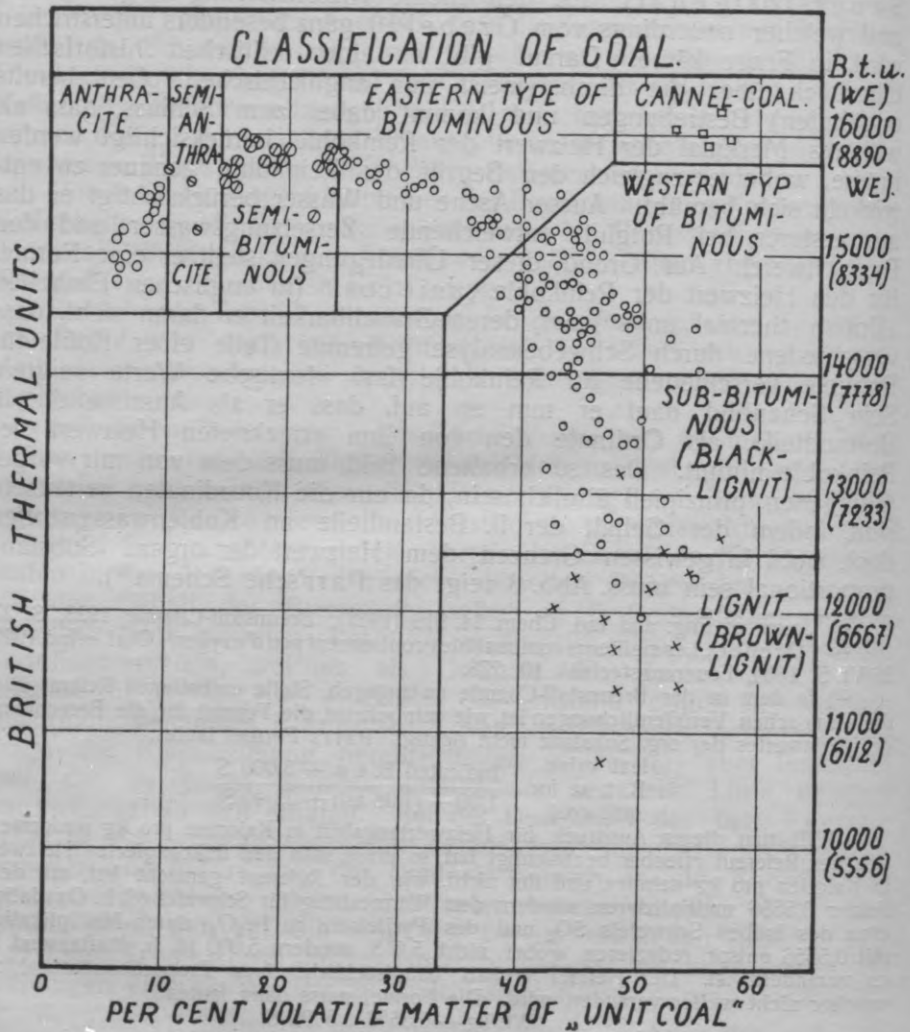


Abb. 3.



Drakeley<sup>53)</sup> trägt auf die Seiten eines rechtwinkligen gleichseitigen Dreiecks den Prozentgehalt der Kohlen an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ein, wodurch jede Kohle in dem Dreieck einen ihr eigentümlichen Punkt erhält. Alle Kohlen kommen auf diese Weise innerhalb eines schmalen Bandes (Coal pannel) nach Klassen geordnet

### DREIECK DER KOHLENKLASSEN NACH DRAKELEY (AUSSCHNITT).

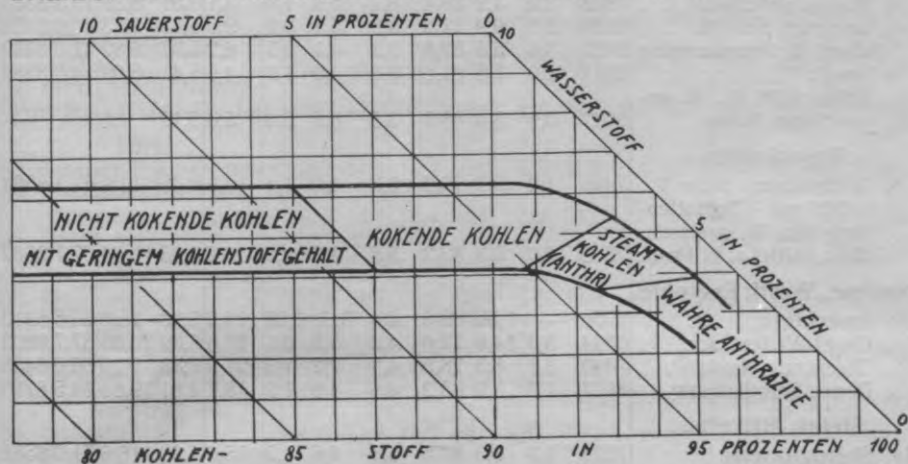


Abb. 4.

zu liegen. Abb. 4 zeigt das Drakeleysche Dreieck im Ausschnitt. Aus demselben leitet Drakeley einige Betrachtungen geologischen Charakters ab.

Für ein möglichst vollständiges, nicht mehr auf einer Linie, sondern auf einer Fläche auf den Werten „fl. Bestandteile“ und „Kohlenwasserstoffe in den fl. Best.“ aufgebautes **neues Schaubild**, an welches ich nun heranging, reichten die in der Tabelle III angegebenen Brennstoffindividuen nicht aus. Ich musste daher eine ganze Reihe anderer Analysen mit heranziehen, die in der beigefügten Tab. IV zusammengestellt sind.

<sup>53)</sup> Fuel 2, 195 (1923); Brennstoff-Chemie 1923, S. 361. Aus dem Referat ist nicht verständlich, wie so die drei Werte, entspr. den drei Koordinaten, ohne räumliche Darstellung die Lage des Punktes im Diagramm für die betr. Kohle bestimmen, zwei müssten es doch auch tun. Das Original war mir nicht zugänglich.

Tab. IV. Ergänzungstabelle verschiedener Brennstoffe.

Brennstoffe	R o h b r e n n s t o f f								Reinbrennstoff				
	Heizw.	H <sub>2</sub> O	Asche	C	H	O+N	S	fl. B.	N +	O	fl. B.	Kw.	Heizw.
<b>Anthrazite</b>													
1. Cawdor-Wales . . . . .	7925	2,0	3,1	87,0	3,7	3,6	0,6	6,14	3,8	6,48	50,3	8570	
2. New-Walley-Large . . . . .	7724	4,4	3,6	84,4	3,6	2,9	0,7	8,4	3,15	9,15	72,5	8633	
3. Wales, unbekannt . . . . .	7803	2,2	4,2	86,4	3,1	3,1	1,0	3,1	3,31	3,31	10,3	8531	
4. Longrigg, Schottl. . . . .	7163	2,6	9,9	77,8	3,8	5,1	0,8	9,0	5,83	10,3	40,0	8438	
5. Schottl., für Sauggasanlag. . . . .	7427	3,6	5,5	82,8	3,3	4,1	0,7	6,2	5,07	6,82	41,0	8389	
6. Desgl. . . . .	7311	2,0	7,5	81,2	3,3	4,9	1,1	4,6	5,41	5,09	14,0	8289	
7. Kohlscheid, Rh.-W. ge- waschene Nüsse . . . . .	8047	0,9	3,4	88,5	3,5	3,3	0,4	5,0	5,12	4,8	—	—	
<b>Magerkohlen.</b>													
8. Gottesegen, Nuss 4 . . . . .	7445	1,2	9,7	79,9	3,8	4,0	1,4	10,6	4,49	11,9	64,1	8594	
9. Schürbank-Charlotten- burg, Rh. W. gewasch. Nuss, Mittel a. 21 Prob. . . . .	7685	2,6	6,3	82,3	3,8	3,6	1,4	9,7	3,95	10,64	67,7	8682	
<b>Navigat., Westf. Esskohle.</b>													
10. Esskohle . . . . .	8750	—	1,56	89,6	4,8	3,92	0,18	14,9	3,98	15,0	76,5	8910	
11. Canal-Walley, scr. . . . .	6844	3,0	14,6	72,0	4,2	5,5	0,7	17,0	6,69	20,65	67,7	8603	
12. Gleencraig-Navig. . . . .	7440	3,2	5,3	78,5	4,8	7,2	1,0	21,9	7,88	23,9	66,6	8435	
13. Donez-Smoljaninow . . . . .	8077	1,2	3,2	85,2	4,6	4,6	1,2	18,7	4,81	19,55	74,5	8710	
<b>Steink.-Briketts.</b>													
14. Siebenplaneten . . . . .	7528	1,3	8,3	80,5	4,1	4,6	1,2	15,0	5,09	16,6	71,0	8581	
15. Anchor, Cardiff . . . . .	7971	1,1	4,7	86,2	3,9	3,2	0,9	15,2	3,4	16,15	82,9	8692	
16. Merthyr „Lokomot.“ . . . . .	7637	3,2	5,9	82,1	3,7	3,9	1,2	20,1	4,29	21,0	82,2	8643	
<b>Kokskohlen.</b>													
17. Dunston-Garesfield . . . . .	7699	0,7	7,2	80,7	4,9	5,9	0,6	24,2	6,41	26,3	75,7	8469	
18. Weardale Cok. C. . . . .	—	7,33	4,20	—	—	3,75	—	22,67	3,97	24,0	85,0	—	
<b>Fettkohlen.</b>													
19. Consolidation - Stück- kohle. Rh. W. . . . .	7566	3,4	5,0	79,9	4,7	6,6	0,4	25,3	7,2	27,65	73,5	8574	
20. Sieben Planeten (Har- pener). Rh. W. . . . .	7699	0,9	7,0	82,8	3,9	4,4	1,0	15,0	4,78	16,3	73,7	8594	
<b>Gaskohlen.</b>													
21. Levers.-Wallsend. Durh. . . . .	7586	0,7	7,5	78,8	4,9	7,1	1,0	26,1	7,74	28,7	72,5	8556	
22. Londonderry . . . . .	7438	1,5	7,6	76,6	5,0	7,5	1,8	31,6	8,26	34,8	75,4	8490	
23. Pelaw-Main. . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	6,39	29,6	78,4	—	
24. Wearmouth I . . . . .	7628	1,2	5,4	79,0	5,0	8,2	1,2	28,8	8,8	30,85	71,0	8462	
25. „ II . . . . .	7274	2,0	8,8	75,3	4,8	7,2	1,9	29,6	8,08	33,2	66,8	8458	
26. Stella-Cannel . . . . .	—	—	8,6	—	—	8,06	—	32,4	8,83	35,5	71,3	—	
27. Königgrube. Rh. W. . . . .	7431	0,9	10,0	78,3	4,9	5,4	0,5	29,8	6,06	33,5	79,0	8643	

Tab. IV. Forts. Brennstoffe	R o h b r e n n s t o f f								Reinbrennstoff			
	Heizw.	H <sub>2</sub> O	Asche	C	H	O+N	S	fl. B.	N + O	fl. B.	Kw.	Heizw.
<b>Dampfkohlen, gew.</b>												
28. Brade-Stückk. Schl.	6189	6,9	7,7	66,4	4,5	18,9	0,6	33,5	16,3	39,2	55,0	7591
29. Barnsley-Nuss, Derbyshire	7468	3,7	2,7	77,9	5,0	9,9	0,8	35,8	10,6	38,3	70,5	8290
<b>Braunkohlen.</b>												
30. Lignit	—	30,0	18,3	—	—	—	—	28,8	30,9	55,7	38,4	6318
31. Brikkett „Union“ für Generatoren	4822	11,7	5,4	55,2	4,4	22,7	0,6	44,7	27,4	54,0	43,7	6189
32. Brik. „Ilse“ Durchschn. Prob. aus 13 Hamb. Niederl.	4795	11,2	6,1	54,4	4,3	23,6	0,4	45,7	28,8	55,7	42,8	6159
<b>Torf.</b>												
33. Backtorf, Bremervoerde	4362	11,4	1,4	50,0	4,9	31,9	0,4	55,9	36,6	64,1	37,3	5384
34. Maschinentorf, lufttr. „Omasuo“ Finnland	2037	43,8	12,4	25,5	2,5	15,8	—	29,4	36,1	67,1	40,2	5559
35. Desgl. „Hevossuo“ „	1544	55,2	9,2	10,8	2,1	12,7	—	23,6	35,7	66,3	40,0	5584
<b>Holz.</b>												
36. Espe, geflösst.	3729	11,6	0,5	42,9	5,4	39,6	—	78,7	45,1	89,5	43,5	4653
<b>Halbkoks.</b>												
37. Coalite, engl.	7372	2,7	5,6	82,6	2,7	5,8	0,6	6,2	6,32	6,7	19,4	8206
38. Halbkoks, deutsch.	—	—	12,8	73,9	3,4	8,2	1,6	17,6	20,2	9,4	47,5	—
<b>Nachtrag.</b>												
39. Handstichtorf	3440	17,9	21,8	38,5	3,56	17,83	0,86	37,5	28,9	62,1	37,9	—
40. Russisch. Bogheadkohle Moskauer K.-Becken	6000	12,0	10,0	59,7	6,63	15,7	3,0	62,4	15,0	80,0	80,6	8000
41. Russ. Dampfk. a. d. Mosk. K.-Becken (курн. уголь)	3440	30,0	14,0	42,2	3,08	10,65	3,0	30,3	19,0	45,0	54,0	7100
42. Lignit, Tomsk	4600	8,0	3,5	54,4	4,3	29,0	0,8	58,6	32,8	66,3	44,3	5620
43. Lissitschanskerk. (Donez)	6271	7,9	4,3	69,1	4,76	14,94	—	36,5	12,0	41,7	69,3	7710
44. Estl. Kuckersit	—	1,3	45,0	37,5	4,5	9,7	1,5	48,8	18,8	94,0	64,2	—
45. Alkohol (abs.)	—	—	—	—	—	—	—	—	34,8	100,0	60,8	—

1, 2, 3, 4. Ber. des Hamb. Vereins für Feuerungsbetrieb etc., 1912. — 5, 6. Dortselbst, auch 1911. — 7. Dortselbst, 1912. — 8, 9. Dortselbst, 1911. — 10. Analyse der Berl. Bergakad., Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen Bd. 25, S. 75; Fischer, „Technolog. der Brennstoffe“ I, S. 524. — 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17. Hamb. Ber. 1911. — 18. „The North-East Coast Coal Exporters Guide“ 1923, S. 35. — 19. Grobfeuchte Kohle, Hamb. Ber. 1912. — 20. Dortselbst. — 21, 22. Dortselbst, 1911. — 23. The N. E. C. C. E. Guide, S. 134. — 24, 25. Hamb. Ber. 1911. — 26. „Guide“ S. 154. — 27, 28, 29. Hamb. Ber. 1911. — 30. Strache u. Grau, Brennstoff-Chemie 1921, S. 99. — 31, 32, 33. Hamb. Ber. 1912. — 34, 35. Bericht des Finländisch. Dampfkesselüberwachungsvereins 1913, S. 86. — 36, 37. Hamb. Ber. 1911. — 38. De Grahl, „Wirtsch. Verw. der Brennstoffe“ 1921, S. 37. — 39. Dortselbst S. 31. — 40, 41. Nach einem Vortrage von Prof. Kirsch in Moskau im Nov. 1915 auf einem Kongress für Brennstoffversorgung Russlands, Вѣстн. хим. техн. и прикладн. химии 1915, S. 20. — 42. Алексѣевъ, „Ископаемые угли Росс. имп. etc.“ S. 98; Blacher, „Die Wärme etc.“ (russ.) S. 109 — 43. Алексѣевъ, „Поля ископаемые etc.“ S. 81; Менделѣевъ, „Оси. фабр.-зав. произв.“ S. 130; Blacher, S. 105. — 44. Antropoff, „Die Ölschieferlager u. die Ölschieferindustrie in Estland“, Zeitschr. f. angew. Chem. 1922, S. 647. Leider, sind die dort enthaltenen analytischen Daten sehr unvollkommen. Für die Schicht B. stimmen z. B. der Aschegehalt und die fl. Bestandteile der Vollanalyse nicht mit denjenigen der verkürzten Analyse. Bei dem Heizwert ist nicht angegeben, ob es der obere oder untere ist.

Abbildung 5 zeigt nun das Schaubild, welches sich ergibt, wenn man auf die Ordinate die Zahlen „fl. B.“ und auf die Abszisse die Zahlen „Kw.“ aufträgt. In erster Linie sieht man auch hier sich deutlich eine Gruppierung herausheben. Die oben vermutete Aenlichkeit mit dem Parr'schen Schaubilde tritt auch ersichtlich zutage. Wenn man das letztere in der Richtung des Uhrzeigers um  $90^\circ$  dreht, fallen die Anthrazite zusammen, ebenso die Gruppen bituminöse Kohlen und Cannelkohlen mit Naphta, Boghead- und Cannelkohlen meiner Tabelle und kommen die Lignite da zu liegen, wo sich bei mir die Braunkohlen das Holz und der Torf befinden, was sinngemäss richtig ist. Es wäre unnütz die Frage aufzuwerfen, wessen Schema besser ist; für mich hat diese Uebereinstimmung den Wert, dass dadurch der von mir so ausgiebig benutzte Begriff „Kohlenwasserstoffgehalt der flüchtigen Bestandteile“ einen weiteren Beweis dafür erhält, dass er sich auf eine reale Basis stützt. Sowohl Parr als Drakeley grenzen die Gebiete der Kohlentypen ab. Eine Auseinandersetzung über die Berechtigung eines solchen Vorgehens würde uns zu weit wegführen. Wie aus dem Schaubild zu ersehen, habe ich nur das Einzeichnen von allgemeinen Grenzlinien vorgenommen. Genetisch mögen die Brennstoffe sich wohl abgrenzen lassen, ob es aber feuerungstechnisch ohne Uebergänge möglich ist, diese Frage lasse ich lieber vorläufig offen. Folgende Gebiete heben sich in dem Schaubilde deutlich ab: Holz einschl. Zellulose, Torf, Braunkohle und Steinkohle. Auch die einzelnen Kohlenklassen sind deutlich unterscheidbar, obgleich jedoch hier schon die Grenzen ineinanderfliessen: die Dampfkohlen, die Gaskohlen, Kokskohlen, und die Navigation-Sorten. Die Anthrazite nehmen naturgemäss in der zur Abszisse parallelen Richtung eine etwas unbestimmte Lage ein, was an der Gegenüberstellung zweier in ihrem gegenseitigen Verhältnis zu unsicherer analytischer Daten liegt. Das ist eine gewisse Schwäche dieses Schaubildes, die mit fortschreitender analytischer Technik sich verringern lassen wird. Alles übrige ist aus den auf dem Schaubilde befindlichen Aufzeichnungen leicht zu ersehen. Es reizte einen naturgemäss immer mehr Brennstofftypen für die Kontrolle der Brauchbarkeit der vorgeschlagenen Klassifizierung heranzuziehen; so entstand der in Tab. IV angefügte Nachtrag, der eine Reihe wertvoller Stichproben ermöglichte.

Im allgemeinen war es interessant zu sehen, wie die neuhinzukommenden Beispiele sich hübsch und verhältnismässig genau in die Typen verteilen. Eine den Hamb. Berichten entnommen Analyse von Birken-

holzabfall fiel genau mit dem Punkt „Holz, Birke“ zusammen. Zwei Sorten finnischen Maschinentorfs (34 und 35) kamen hart neben einander zu liegen. Lignit (30) fand neben der minderwertigeren italienischen Braunkohle seinen Platz. Der Tomsker Lignit<sup>54)</sup> (42) musste freilich unter den Torf placiert werden, doch ist vielleicht die sehr alte russische Analyse nicht zuverlässig genug. Die Braunkohlebriketts (31 und 32) scheinen sich im allgemeinen unter den Braunkohlen zu verteilen, im Gegensatz zu den Steinkohlebriketts, welche, wie wir sehen werden, einen bestimmten Platz einnehmen, was wohl dem Umstande zuzuschreiben ist, dass bei ihrer Darstellung stärkere Wärmeingriffe vor sich gehen. In die Gruppe der Dampfkohlen fügten sich sehr schön die anderen Repräsentanten dieser Sorte hinein. Eine den Hamburger Berichten entnommene möglicherweise aus dem die Yorkshire Large Steam Kohlen liefernden Barnsleyflöz<sup>54a)</sup> stammende Barnsley-Nuss-Kohle aus Derbyshire (29) fiel gerade in die Mitte von South Yorkshir, Davison und Watson-Hartley; nicht weit davon reihte sich die Lissitschansker Dönetzkohle (43) an, die einzige magere oder richtiger trocken langflammige Kohle des Donetzgebiets. Den Uebergang zu den Braunkohlen bildet, wie man sieht, die schlesische, offenbar der polnischen Dombrower Kohle nahestehende Brade-Stückkohle (28) und noch mehr die Moskauer Dampfkohle (курной уголь, 41). Die andere Sorte des Moskauer Rayons, die Bogheadkohle (40) musste richtig bei den bituminösen Brennstoffen, in der Nähe des australischen Shale-Bogheads verzeichnet werden. Etwas mehr links, in der Richtung zu den trocknen Brennstoffen findet sich auch der estländische Kuckersit (44), ein bituminöser Schiefer, der sehr viel fl. Bestandteile hat, jedoch viel trockner ist als die Bogheadkohlen. Noch trockner ist der Alkohol (45), welcher nur ca 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Kohlenwasserstoffe hat und fast auf dem halben Wege: „Naphta“ — „Nicht Brennbares, Flüchtiges“ zu stehen kommt. Es ist weiterhin bemerkenswert, wie die Gaskohlen sich einerseits von den Dampfkohlen, andererseits von den Kokskohlen absondern trotz der nahen Nachbarschaft und der Unsicherheit der analytischen Rechnungsgrundlage, des als Restglied ermittelten Sauer-

<sup>54)</sup> Im Schaubild ist er versehentlich mit № 43 belegt.

<sup>54a)</sup> Den geologischen Aufbau der englischen Kohlenlager und die Hauptflötze derselben sind eingehend von mir beschrieben worden in „Feuerungstechnisches“ im Kapitel über die britischen Steinkohlen, das auch in der Rigaschen Ind. Ztg. 1909 enthalten und in der Zeitschr. für Dampfkesselbetrieb 1910, S. 64ff referiert ist. Ebenso ist diese Beschreibung in die Broschüre „Къ вопросу о топкахъ“ 1910, Sonderabdruck aus Зап. И. Русск. Техн. Общ. teilweise herübergenommen.



stoffs. Unter die Navigation-Marken fallen die Steinkohlebriketts, was darauf deutet, dass die Brikettierung gewissermassen als ein Veredelungsprozess aufzufassen ist, und die Fettkohlen (19 und 20). Gleich daneben in der Richtung zu den mageren Anthraziten liegen die deutschen Magerkohlen (8 und 9), was auch dem Parallelismus der westfälischen Einteilung und derjenigen nach Gruner entspricht<sup>55)</sup>, bei dem sie in der Gruppe V als anthrazitische Kohlen bezeichnet werden. Wie bereits oben bemerkt, ist die analytische Ortsbestimmung der Anthrazite schwierig, die theoretische Ausdeutung des Schaubildes müsste jedoch rechts in der Ecke die fetten, links die mageren Anthrazite aufzeigen, ich lasse es jedoch dahingestellt, ob die Verteilung der einzelnen Beispiele im Schaubild richtig ist. Die Berechnungsgrundlagen sind hier doch zu ungenau. Von den beiden unteren Ecken bedeutet die rechte „reine Kohlenwasserstoffe“ und in der linken müssten sinngemäss „Nicht Brennbares, Flüchtiges“, also Wasserdampf, entspr. der Formel  $H - O/8$ , oder Kohlensäure oder Verbrennungsgase überhaupt stehen. Es kann auch eine vollkommen flüchtige Flüssigkeit sein. Uebrigens kommen Naphta und vielleicht auch andere Oele, jedenfalls alles was nicht vollkommen flüchtig ist und Koks gibt, nicht genau in die Ecke, sondern etwas höher hinauf am rechten Rande.

Nun hatte ich auf meinem ersten einfacheren Schema, wo die Brennstofftypen linear angeordnet waren, auch noch andere Charakteristika angeben, die alle in dieser Ausdrucksform sehr schön ihren Platz fanden, wie Heizwert, spez. Gewicht u. a. Obgleich im Grossen und Ganzen auch im Schaubild Abb. 5 das alte Schema deutlich hervortritt, so wäre es doch wünschenswert zu untersuchen, wie weit diese Ergänzungswerte sich auch in das neue genauere Bild einordnen lassen. Um das Thema nicht zu weit auszudehnen und die Frage nicht zu sehr zu komplizieren, denke ich mir ins Schaubild nur die oberen Heizwerte der org. Substanz bei den Einzelpunkten eingetragen und zeichne danach, wie auf dem Bilde angegeben, die den gleichen Heizwerten — 7000, 8000, 8500 und 9000 — entsprechenden Kurven ein<sup>56)</sup>. Danach sieht man, dass die Anordnung dieses Schaubildes

<sup>55)</sup> Siehe Fussnote 5.

<sup>56)</sup> Eigentlich müsste ich hier die durchaus berechnete Parr'sche Korrektur beim Heizwert berücksichtigen und auch die organische Substanz im Sinne seiner „unit Coal“ berechnen. Ich kann es jedoch hier unterlassen, da für die Korrektur der org. Substanz hier verhältnismässig kleine Werte, 8% der Asche und der halbe Schwefel in Frage kommen, die weitere Korrektur auf den Heizwert (siehe Fussnote 52), die schon bedeutender ist, hier füglich weggelassen werden kann, da es mir in diesem Augenblick ja nur auf ganz rohe Ermittlungen von Vergleichswerten ankommt.

# SCHAUBILD DER BRENNSTOFFKLASSEN NACH C. BLACHER.

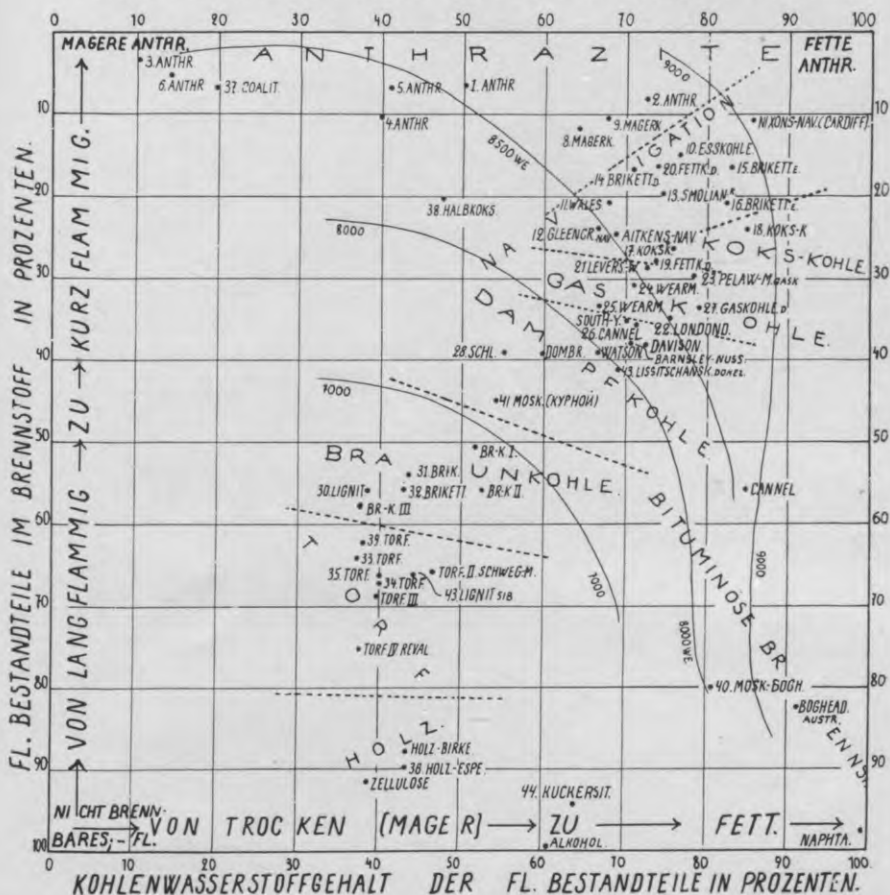
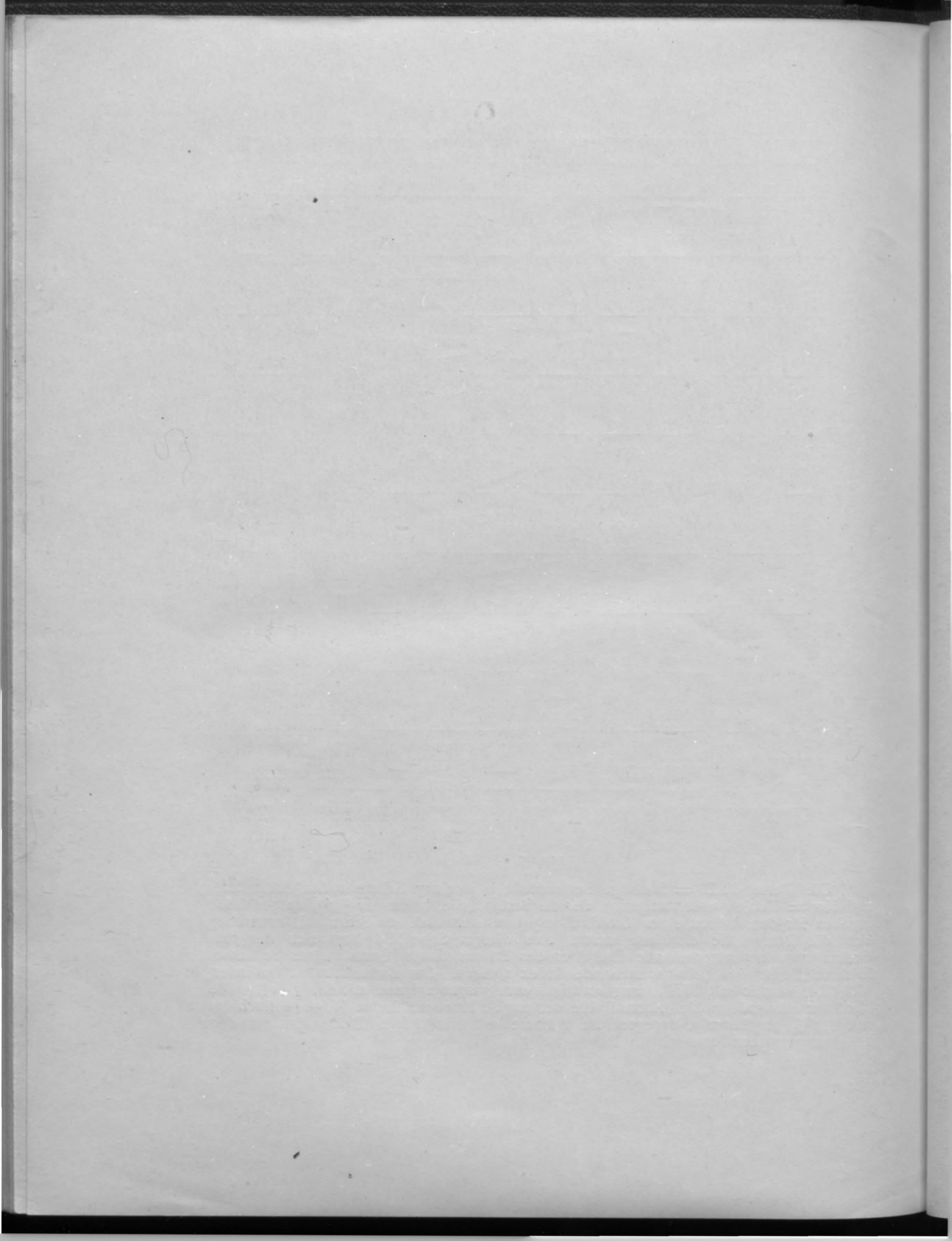


Abb. 5.

Die Werte: fl. B. = flüchtige Bestandteile in der org. Substanz des Brennstoffs und Kw = Kohlenwasserstoffgehalt der fl. Bestandteile, beides in  $\frac{0}{100}$  ausgedrückt, ergeben für den Aufbau eines Koordinatensystems verwandt, ein Schaubild, in welches sich die Brennstoffe einreihen lassen. Aus diesem Schaubild lässt sich der den Ordinatenwerten entsprechende Charakter des Brennstoffs in Gestalt eines aus zwei Zahlen: „fl. B.“ und „Kw“ bestehenden Index ablesen. Das Birkenholz hat den Index 87,8/43,4, ist also mit 87,8% langflammig, bzw. gasgebend und mit 43,4% fett. Die Kardiff Navigationkohle (Normalkohle der engl. Flotte) mit Index 11,9/85,8 ist bloss mit 11,9% langflammig, dagegen die Flamme mit 85,5% fett. Beides ist auf den Entgasungsprozess bezogen.



und diejenige von Parr sozusagen gegeneinander verzerrt sind. Ausserdem stimmt es in den Einzelheiten nicht, was aber auch daran liegen kann, dass bei mir nur die fl. Bestandteile eine Rolle spielen, bei Parr jedoch auch der Koks-kohlenstoff mit in Rechnung gezogen wird. Mit anderen Worten: wird bei sonst gleichen Verhältnissen, auch bei gleicher Elementaranalyse, mehr Kohlenstoff in die fl. Bestandteile herübergerissen, so gibt es bei mir prinzipiell eine andere Stelle im Schaubild als bei Parr. Das möge vorläufig genügen.

Der auf diese Weise — entsprechend dem eingangs entwickelten Plan — erhaltene, einem bestimmten Punkt im Schaubild entsprechende die wichtigsten Eigenschaften des Brennstoffs wiedergebende zahlenmässige Ausdruck könnte nun wohl — hauptsächlich seiner streng sinngemässen Bedeutung wegen — als den Brennstoff gewissermassen charakterisierender, seine spezielle Verwendbarkeit leicht kenntlich machender **Index** dienen. So würde, z. B. das Holz den Index 87,8/43,4 erhalten und die Cardiffer fette Kohle (z. B. Nixons Navigation Steam Coal) den Index 11,9/85,5, was bedeuten würde, dass der erstere Brennstoff eine lange aber trockne Flamme, der letztere eine kurze aber sehr fette Flamme haben, der erstere viel aber armes Gas, der letztere wenig reiches Gas geben müsste. Auch könnte eventuell, da die Teerausbeute mit den fl. Bestandteilen und ihren Kohlenwasserstoffgehalt steigt, diese dem Produkt aus beiden Zahlen proportional sein. Ich begnüge mich vorläufig mit diesen Andeutungen, da eine diesb. an den bekannten Börnstein'schen Versuchen<sup>57)</sup> vorgenommene Kontrolle bei der Steinkohle einen prinzipiellen Parallelismus ergab, während das Holz aus demselben vollständig herausfiel. Auch hier könnten die früheren Arbeiten über die Entgasung der Brennstoffe und auch das Mülheimer Material herangezogen werden, um diese Frage zu fördern. Die mir zur Verfügung stehenden Unterlagen reichten jedoch nicht aus.

Bevor ich schliesse muss ich noch eine grundlegende Frage klären, um gewichtig scheinende Einwände prinzipieller Natur für die Zukunft zu beseitigen. Man könnte z. B. scheinbar mit Recht folgende Behauptung aufstellen und begründen: Wenn man einen Brennstoff in einer automatischen kontinuierlichen Feuerung, also etwa auf einem Kettenrost<sup>58)</sup> verfeuert, so gehen die Verbrennungsprodukte sowohl der fl. Bestandteile als auch diejenigen des Koksrestes zusammen, gemischt in gleich-

<sup>57)</sup> Siehe Fussnote 50.

<sup>58)</sup> Siehe darüber meine Abhandlung „Die pädagogische Klassifizierung der feuerungstechnischen Einrichtungen“ in № IV (1922) dieser Acta und Feuerungstechnik XII Jahrgang, März 1924.

mässigem Strome ab. Die Trennung in Rückstand und fl. Bestandteile wäre also für diesen Fall gegenstandlos. Was anderes wäre es bei periodisch wirkender Beschickung, z. B. von Hand, wo eine plötzliche Ausscheidung der fl. Bestandteile stattfindet, während der Rückstand erst später allmählich auf dem Rost verbrennt. Die kontinuierlich arbeitenden Feuerungen sind aber gerade die modernen und vollkommeneren. Diesem Einwand muss entgegengehalten werden, dass es nicht allein auf die zeitliche, sondern vielmehr auf die räumliche Trennung ankommt. Der Koksrest verbleibt stets auf dem Rost, die fl. Bestandteile verbrennen dagegen im Feuerraum. Also kommt auch hier die Länge der Flamme durchaus zum Ausdruck.

Hier liesse sich bequem noch eine weitere Betrachtung anschliessen, welche auf ein meines Wissens noch nicht genügend beachtetes Moment hinweist. Wenn man in Abb. 1 die hohen Flammenkurven für Holz und Torf betrachtet und in Tab. III und auf dem Schaubild 5 die grossen Zahlen für die fl. Bestandteile für dieselben Brennstoffe sich ansieht, so könnte man annehmen, dass sich für sie in der Praxis kaum zu bändigende Flammenlängen ergeben müssten. Tatsächlich lässt sich auch da die Flamme bändigen, nur dass dann eben bei kürzerer Flamme auch auf dem Rost entsprechend viel weniger Rückstand brennen wird. Mit anderen Worten: Auf die fl. Bestandteile bezogen ist die Länge der Flamme stets in Beziehung zum Rückstand zu setzen. Mehr Schwierigkeiten scheint der andere Einwand bezüglich des Kohlenwasserstoffgehaltes der fl. Bestandteile zu bereiten, denn bei kontinuierlich sich abwickelndem Verbrennungsprozess ist der Verdünnungsgrad durch diese Zahl nur in dem Falle richtig ausgedrückt, wenn bei einem Vergleich die zu vergleichenden Brennstoffe genau die gleichen fl. Bestandteile haben. Diesem Einwande wäre mit den Worten zu begegnen: „dann muss eben eine entsprechende Korrektur angebracht werden“. Nun ist aber diese leicht anzubringende Korrektur wohlgemerkt, nur zwecks Einschätzung der Kohle für den Vergasungsprozess sinngemäss erforderlich, keinesfalls für den Entgasungsprozess. Es liesse sich darüber streiten, was richtiger wäre, den einen oder den anderen Prozess als Grundlage für eine Klassifizierung zu nehmen. Die Entscheidung dieser Frage einer zukünftigen Untersuchung vorbehaltend, bleibe ich vorläufig bei dem Entgasungsprozess als Grundlage für eine Klassifizierung.

Vergleicht man nun zum Schluss die hier vorgeschlagene Klassifizierung mit den anderen, so will mir scheinen, dass sie noch einen Schritt weitergeht als diese, indem sie bewusst gerade die bei der



Entgasung (oder auch Vergasung) der Brennstoffe vor sich gehenden Prozesse zur Klassifizierung heranzieht, gleichzeitig damit das Bestreben verbindend für die Beschaffung der Unterlagen möglichst einfache und wenige analytische Operationen heranzuziehen<sup>59)</sup>.

Über eine unterdessen ausgearbeitete Methode der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes der fl. Bestandteile<sup>60)</sup> soll nächstens berichtet werden. Ob man die bisher angewandten Methoden der Ermittlung der Koksasbeute benutzen oder aber eine mehr den bei der Urteerbestimmung verwandten ähnlichen den Vorzug geben soll, ist eine Frage, deren Entscheidung noch nicht herangereift ist. Jedenfalls bilden nur diese beiden Bestimmungen: die Ermittlung der fl. Bestandteile und des Sauerstoffgehaltes derselben — für Stickstoff lässt sich leicht eine Annahme machen — die alleinige analytischen Grundlagen der Klassifizierung.

Riga, Januar 1924.

<sup>59)</sup> Hier muss ich bemerken, dass Parr auch diesen Vorteil für sich in Anspruch nehmen kann. Er kommt ohne Elementaranalyse aus.

<sup>60)</sup> Als vorläufiger Hinweis möge hier angedeutet werden, dass wir zusammen mit stud. Schagger-Pelzmann (Diplomarbeit 1923) eine Methode der Destillation von organischen Substanzen im Wasserstoffstrom ausgearbeitet haben, welche eine direkte Bestimmung des mit verflüchtigten Sauerstoff gestattet. Die Methode wird noch weiter vervollkommenet.

(1) Die erste Aufgabe der Staatsverwaltung ist die Erhaltung der öffentlichen Ordnung und Sicherheit. Dies ist die Grundlage für alle anderen Aufgaben der Verwaltung.

(2) Die zweite Aufgabe ist die Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes. Dies geschieht durch die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen für die Wirtschaft.

(3) Die dritte Aufgabe ist die Sicherung der sozialen Gerechtigkeit. Dies wird erreicht durch die Einführung von Sozialgesetzen und die Bereitstellung sozialer Dienstleistungen.

(4) Die vierte Aufgabe ist die Förderung der kulturellen Entwicklung. Dies geschieht durch die Unterstützung von Kunst, Wissenschaft und Bildung.

(5) Die fünfte Aufgabe ist die Sicherung der internationalen Beziehungen. Dies wird erreicht durch die Teilnahme an internationalen Organisationen und die Förderung der Zusammenarbeit mit anderen Ländern.

(6) Die sechste Aufgabe ist die Förderung der Umweltschutzmaßnahmen. Dies geschieht durch die Einführung von Umweltschutzgesetzen und die Förderung von nachhaltigen Entwicklungsmaßnahmen.

(7) Die siebte Aufgabe ist die Förderung der Transparenz und Rechenschaftspflicht der Verwaltung. Dies wird erreicht durch die Einführung von Informationsfreiheitsgesetzen und die Förderung von Bürgerhaushalten.

(8) Die achte Aufgabe ist die Förderung der Partizipation der Bürger an der Verwaltung. Dies geschieht durch die Einführung von Bürgerhaushalten und die Förderung von Bürgerhaushalten.

(9) Die neunte Aufgabe ist die Förderung der Digitalisierung der Verwaltung. Dies wird erreicht durch die Einführung von E-Government-Diensten und die Förderung von Digitalisierungsmaßnahmen.

(10) Die zehnte Aufgabe ist die Förderung der Nachhaltigkeit der Verwaltung. Dies geschieht durch die Einführung von Nachhaltigkeitsstrategien und die Förderung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen.

## LOBUS AZYGOS — RETA LABĀS PLAUŠAS ANOMALIJA.

Subasistenta J. V i l d e s.

(No Latvijas Universitātes Anatomijas instituta.

Direktors: prof. Dr. med. Gastons Bakmanis) [Gaston Backman].

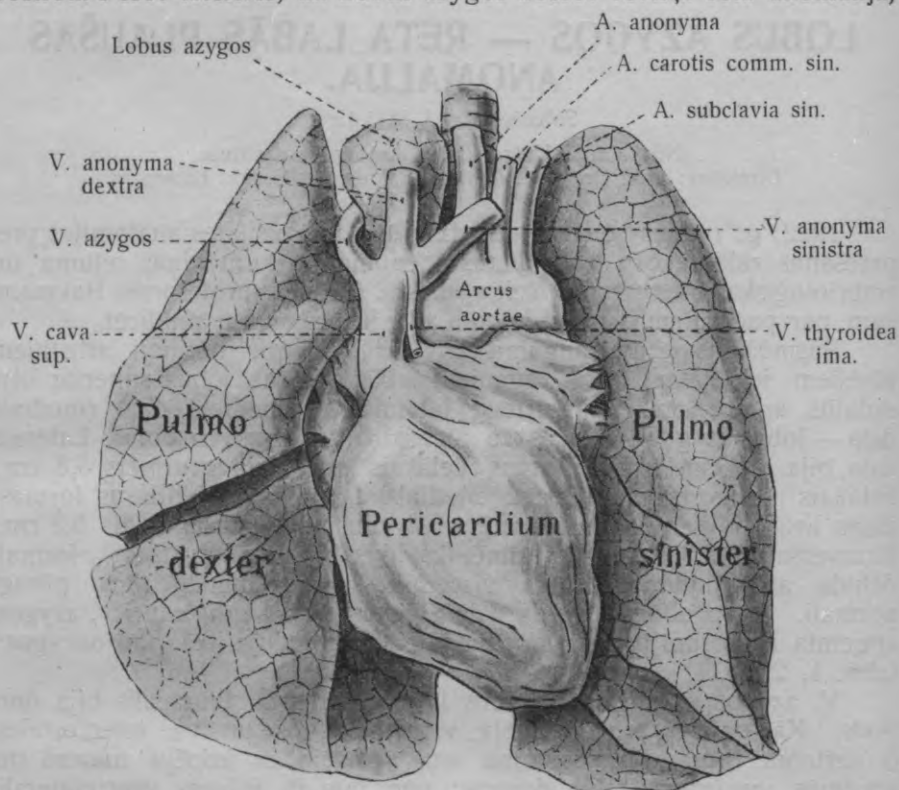
1922. g. rudens semestrī atradu mūsu universitātes anatomijas preparēšanas zālē sekošu labās plaušas anomāliju, kuŗu viņas retuma un embrioloģiskās intereses dēļ šeit aprakstu. Pateicos profesoram Bakmaņa kgm par padomiem un par laipnu atļauju anomāliju publicēt.

Pusmūža, spēcīga auguma latvieša liķim pie normali attīstītiem pārējiem iekšējiem krūšu orgāniem labās plaušas lobus superior bija sadalīts ar 3,3 cm. dziļu rievu lateralā un medialā daļā (medialā daļa — lobus azygos). Izlikās ka plaušai būtu divas virsotnes. Lateralā daļa bija 3,8 cm. augsta; viņas lielākais sagittalais caurmērs 5,8 cm., lielākais transversālais 4,3 cm. Medialā daļa bija poliedriskas formas; viņas lielākais vertikālais caurmērs 3,3 cm., lielākais sagittalais 5,3 cm., transversālais 2,9 cm. Jāpiezīmē, ka liķis bija konservēts 4% formaldehida atšķaidījumā. Pleura visceralis izklāja minēto rievu pilnīgi normali. Starp abām plaušas daļām rievās dibinā gāja cauri v. azygos, apņemta no pleura parietālis, kuŗa pie tam izveidoja itkā „mezoazygos“ (zīm. 1, 2, 3).

V. azygos sākums un gājiens līdz 5. vertebra thoracalis bija normals. Kā parasti viņā ietecēja v. hemiazygos un vv. intercostales. 5. vertebra thoracalis augstumā viņā ietecēja ar kopēju truncus trīs augšējās vv. intercostales dextrae; pēc tam tā griezās ventrolaterāli, drusku kranāli un tad negāja vis pāri par labo bronhu, bet, kā jau bija teikts, pa minēto rievu, velkot līdz pleura parietālis. V. azygos ieteka iekš v. cava superior arī neatradās parastā vietā. Viņa ietecēja pašā v. cava superior sākumā. Pavirši apskatot pat izlikās, ka tā saplūstu kopā ar v. anonyma dextra. Venu sistēmā krūšu dobuma kreisajā pusē nekādas anomālijas novērotas netika. Bronhu un asinsvadu sazarojumus minētā plaušā tuvāk neizmeklēju, lai nesabojātu reto preparātu.

\*

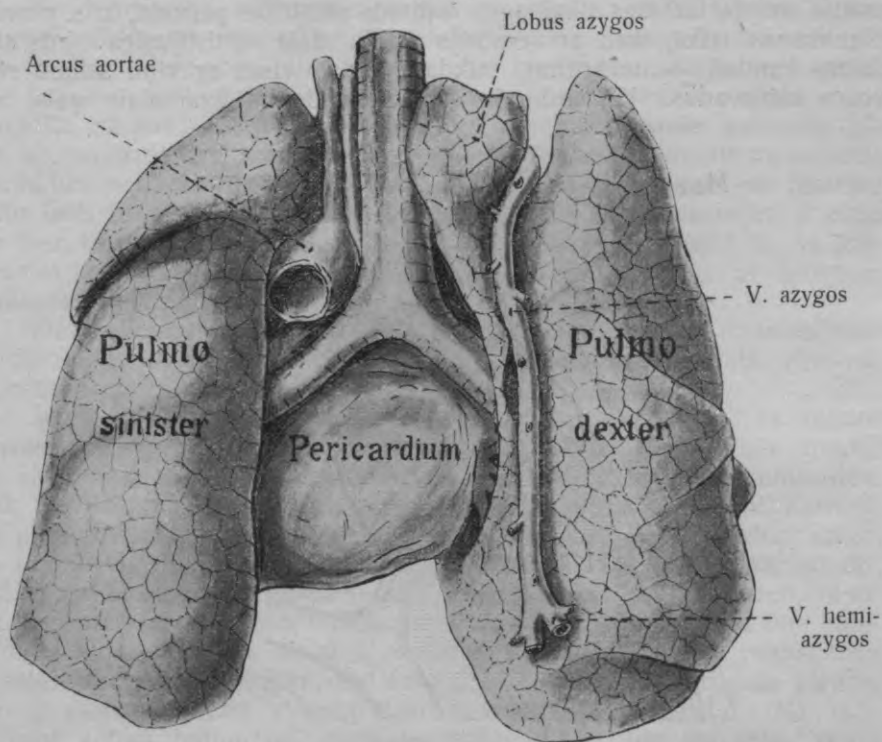
Lobus azygos ir izsaucis diezgan plašu literatūru. Literatūrā aprakstīto gadījumu skaits nesniedzas pāri par 30. Ir arī aizrādījumi, ka eksistē daži gadījumi, kuŗi nav publicēti. Mäusert's aizrāda, ka prof. Boström's esot izteicies, ka Lobus azygos neesot sevišķi reta anomalija,



Zim. 1.

jo viņš to atradis pie 1600 sekcijām 17 gadījumos. Prof. Boström's nav atstājis nekādu aprakstu par saviem novērojumiem un, ja vēl ievēro vispār nelielo publicēto gadījumu skaitu, tad man liekas, ka minētie novērojumi stipri apšaubāmi. Literatūrā aprakstītie gadījumi ir savā starpā un arī no manis atrastam ļoti līdzīgi. Atšķirība pastāv tikai Lobus azygos lielumos. Dévé apraksta gadījumu, kur Lobus azygos

bijis maza riekstiņa lielumā, de Jong, kur tas sniedz līdz cartilago cricoidea. Šī anomālija atrasta pie dažāda vecuma indivīdiem, sākot no trīs mēneši veca foetus. Boström's viņu esot redzējis arī pie kāda thoracophagus, kur tā bijusi abās pusēs. Kā uz pastāvīgu pavadpārādību visos gadījumos aizrāda uz v. azygos ieteku v. cava superior sākumā.

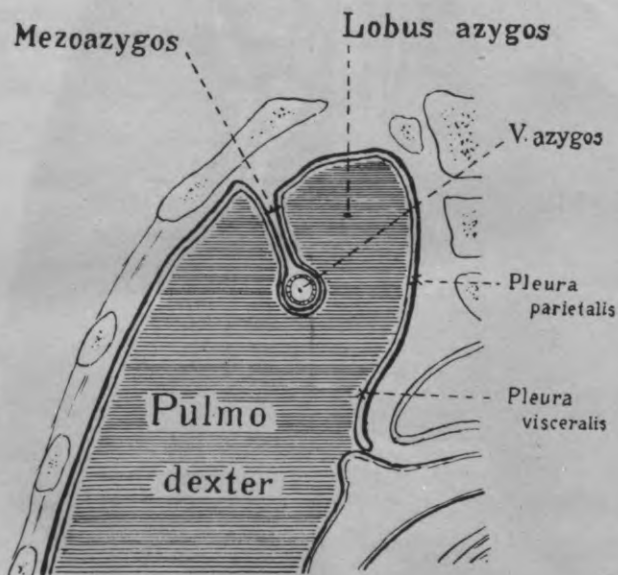


Zīm. 2.

Pie atsevišķiem anomālijas aprakstiem daudz neuzkavēšos, jo, kā jau teicu, viņi visi ļoti līdzīgi no manis aprakstītai, un sīkākas ziņas var smelties attiecīgā literatūrā (sk. literatūras sarakstu). Aizrādīšu tikai īsumā uz svarīgākiem no tiem. Pirmais šo anomāliju aprakstījis 1777. g. slavenais anatoms Wrisberg's pie 3 g. veca bērna. Šinī gadījumā kreisā pusē bijusi vēl v. cardinalis posterior, kuŗa, ejot pāri par kreisās plaušas galotni, izsaukusi arī tur Lobus azygos līdzīgu veidojumu.



Pēc pirmā aprakstītāja Lobus azygos sauc tad arī par Lobus Wrisbergii. Vēl jāmin aprakstus no Cleland (1870.), Motti (1893.), Dévé (1899.), Blunči (1905.). Minētie autori mēģina arī izskaidrot Lóbus azygos attīstīšanās cēloņus un mehānismu. Visjaunākais apraksts ir no Douay (1914.). Visi autori ir vienās domās, ka aprakstītā anomālija varēja izcelties tikai agrā individa attīstības periodā, t. s. plaušu plaukšanas laikā, kad arī embrija kakla daļā attīstījusies sirds sāk doties kaudā — uz krūtīm, vilkdama līdzī visus ar viņu sakarā stāvošos asinsvadus. V. cardinalis posterior dextra kranialais gals, no



Zīm. 3. Schematisks zīmējums, kurš rāda „mezoazygos“ izveidošanos (pēc Sobotta).

kuŗa vēlāk izveidojas v. azygos, padodoties sirds vilkšanai, pāriet no pirmatnējā vertikālā stāvokļa vairāk sagītalā, izveidojot pie tam izliekumu, un slīd gar cavum pleurae medialis malu uz leju, līdz beidzot normalos gadījumos paliek virs bronchus dexter. Mūsu anomālijas izcelšanās gadījumos venas slīdēšana uz leju zem kautkāda faktora iespaida tikusi traucēta. Zem sirds vilkšanas iespaida tā izdarījusi spiedienu uz cupula pleurae, pie tam izveidojot minēto „mezoazygos“.

Plauša, attīstoties, piemērotos radušai telpai un tā tai rastos medialā un lateralā daļā dalītā galotne.

Kas varētu būt tie faktori, kas traucētu venas normalo descensus gaitu?

Cleland izteica domas, ka nenormāla embrija saliekšanās jeb arī plaušas temporāra adherence ar pleura varētu kavēt minētai venai normāli slidēt uz leju. Pret šo izskaidrojumu uzstājās jau Blunčli un Švalbe, starp citu aizrādot, ka pat pie visjaunākiem indivīdiem, pie kuriem atrasta minētā anomalija, nav konstatējamas pazīmes, kas norādītu uz kautkādu bijušu jeb esošu adherenci plaušu galotnēs, jeb arī uz nenormāliem ķermeņa izliekumiem. Arī manā gadījumā minētās parādības netika konstatētas. Motti domā, ka anomālijai par iemeslu būtu labā broncha īsums. Ne visos gadījumos labais bronchs ir īsāks un bez tam Švalbe aizrāda, ka pati anomalija var izsaukt to, ka galvenais bronchs tiek vairāk aplāts ar plaušas audiem uz balsenes dalīšanās pusi.

Dévé izteica domu, ka Lobus azygos varētu tikt izsaukts caur v. cardinalis posterior dextra nenormālu izliekšanos lateralā virzienā. Minētais autors savas domas tuvāk nepaskaidro.

Blunčli atrada pie 10,5 mm. gaļa cilvēka embrija, ka ductus Cuvieri un vv. cardinales posteriores ieteka viņā abās pusēs atradās ne mediali no cupula pleurae, bet laterali. Pie vecākiem embrijiem (15, 22, 23 mm.) vv. cardinales posteriores ietecēja iekš ductus Cuvieri, kā parasts, laterali no cupula pleurae. No šī novērojuma autors izved, ka ja pie visiem indivīdiem augšā minētais stāvoklis būtu pirmatnējs, tad sakarā ar sirds descensus notiktu vēl kā paša ductus Cuvieri, tā arī vv. cardinales posteriores virzīšanās uz medialo pusi. Ja nu zem kautkāda faktora iespaida pa sirds descensus laiku minētās venas tiktu fiksētas pirmatnējā stāvoklī, tad tās izdarītu spiedienu uz cupula pleurae un tā rastos minētie apstākļi Lobus azygos izveidošanai. Kā tādu faktoru autors iedomājas augšējās ekstremitātes ulnarās sānu venas vēlu atrofiju. Minētā vena tad ilgāki kā normāli fiksētu vv. cardinalis posterior augšējo galu pirmatnējā lateralā stāvoklī.

Pie šīs teorijas Švalbe piebilst, ka izliekoties savādi, ka venas atrofijas traucējumi neatstājot paliekošas pārmaiņas ekstremitātes venu sistēmā un ka vajadzētu vēl pārliecināties, vai tiešām visos gadījumos pie jauniem embrijiem ductus Cuvieri atrodas laterali no cupulae pleurae. Švalbe vēl aizrāda, ka tādā gadījumā arī augšējās vv. intercostales dextrae varētu fiksēt arcus cardinalis līdzīgi ulnārai sānu venai.

Bluntschli teorija man liekas par maz pamatotu. Bez jau pievestām Schwalbe's piezīmēm es gribētu aizrādīt, ka Bluntschli nemaz nepaskaidro tos iemeslus, kas varētu izsaukt vēlu ulnarās sānu venas atrofiju, ka nemaz nav noskaidrots, vai minētā vena varētu fiksēt arcus cardinalis laterālā stāvoklī.

\*

Arī par Lobus azygos filogenezi ilgu laiku valdīja neskaidrība. Vai šī anomalija specifiska tikai cilvēkam vien, vai viņa sastopama arī pie zemākiem primātiem, pie zemākiem vertebrata? Ruge, kuŗš pazīstams ar saviem plašiem salīdzinoši anatomiskiem pētījumiem, īpaši pie primātiem, nav nekad pie tiem analogiskus gadījumus atradis. Waterstone ir aizrādījis, ka Lobus azygos pie Cetaceae būtu konstants. Narath, kuŗš savai plašai monografijai par cilvēka un pārējo zīdītāju bronchiem, izmeklējis lielāku daudzumu plaušu, atzīmē, ka šo anomaliju esot konstatējis gan pie cilvēka, pie pārējiem zīdītājiem to neesot atradis, bet no Cetaceae pie Phoca groenlandica tikai reizi novērojis netālu no labās plaušas galotnes nedziļu rievu, pa kuŗu gājusi v. azygos. Beidzot Sonntag (1922) savā darbā par Marsupialia anatomiju apraksta pie Didelphis un Phalangeridae Lobus azygos kā konstantu parādību.

Pamatojoties uz Sonntag un pa daļai uz Waterstone un Narath pētījumiem Lobus azygos tā tad jāuzskata kā atavistiska parādība. Tādā gadījumā pats par sevi saprotams, ka minētās anomalijas attīstīšanās definēta jau attiecīgā individa ciltsšūniņas chromozomās. Kas šeit ir primarais — nenormals venas gājiens, jeb rieva plaušā, un kā vispāri norisinās anomalijas attīstības mechanisms, to rādīs tālākie embrioloģiskie un anatomiskie pētījumi pie jau minētiem dzīvniekiem, kur Lobus azygos ir konstants.

### **Lobus azygos — eine seltene Anomalie der rechten Lunge.**

Vom Subassistenten J. Vilde.

(Aus dem Anatomischen Institut der Universität Lettlands. Direktor:  
Prof. Dr. med. Gaston Backman.)

Diese seltene Anomalie wurde im Wintersemester 1922 im Präpariersaal des Anatomischen Instituts an der Leiche eines kräftig entwickelten Letten, mittleren Alters gefunden. Bei übrigen normalen inneren Brustorganen war der Lobus superior der rechten Lunge durch eine 3,3 cm. tiefe Rinne in einen medialen und lateralen Teil geteilt (Der mediale Teil — Lobus azygos). Der mediale Teil war polye-

drischer Form; sein grösster vertikaler Durchmesser betrug 3,3 cm., der grösste sagittale Durchmesser 5,3 cm.; der transversale 2,9 cm. Der laterale Teil war 3,8 cm. hoch, sein grösster sagittaler Durchmesser betrug 5,8 cm., der grösste transversale — 4,3 cm. (Die Leiche war konserviert in 4% Formaldehydlösung). Die Pleura visceralis bekleidete die genannte Rinne vollständig normal. Zwischen beiden Teilen der Lunge am Boden der Rinne verlief die V. azygos, umgeben von der Pleura parietalis, die dabei einen „Mezoazygos“ bildete. Der Ursprung und der Verlauf der V. azygos bis zum 5. Brustwirbel war normal. Wie gewöhnlich, nahm sie die V. hemiazygos und die Vv. intercostales auf. In der Höhe des 5. Brustwirbels, nach dem die V. azygos die drei rechten oberen Interkostalvenen mit gemeinsamem Truncus aufgenommen hatte, bog sie sich ventrolateral, etwas kranial und verlief dann nicht über den rechten Bronchus, sondern, wie schon erwähnt, durch die genannte Rinne, die Pleura parietalis dabei vorstülpend. Die V. azygos mündete in die V. cava superior nicht an der gewöhnlichen Stelle, sondern ganz am Anfang derselben. Man konnte fast den Eindruck gewinnen, dass sie mit der V. anonyma dextra zusammenfloss. Im Venensystem der linken Brusthälfte wurden keine Anomalien gefunden. Der Verlauf der Bronchen und Blutgefässe in dieser Lunge wurde nicht näher untersucht um das wertvolle Präparat nicht zu zerstören.

In der Literatur findet man diese Anomalie weniger als in 30 Fällen beschrieben. Die erste Beschreibung stammt vom Wrisberg (1777), daher auch die Benennung Lobus Wrisbergii. Die letzte Beschreibung war vom Douay (1914). Der Autor zitiert weiter in kurzen Worten die bedeutendsten beschriebenen Fälle und betrachtet die einzelnen Theorien über die Entstehung der betreffenden Anomalie. Seiner Ansicht nach seien die Theorien von Cleland und Motti unbegründet; die von Bluntschli jedoch, wenig begründet.

Sich auf vergleichend anatomische Daten stützend, betrachtet der Autor diese Anomalie als eine atavistische Erscheinung und darum, selbstverständlich, im Keimplasma des betreffenden Individuums definiert.

Was bei der Entstehung der Anomalie das Primäre sei, der anormale Verlauf der V. azygos oder die Lungenverbildung und wie sich überhaupt der Entwicklungsmechanismus vollzieht, werden nur embryologischen und anatomischen Untersuchungen bei Marsupialien, wo Lobus azygos konstant ist, ergeben.

## Literatura.

1. *Wrisberg, H. A.* — Observationes anatomicae de vena azyga duplici aliisque hujus venae varietatibus. Göttingen 1777. Vol. VIII, p. 14.
2. *Bouchaud, M.* — Trajet anormal de la grande veine Azygos. Bull. d. l. Soc. Anat. de Paris 1862, p. 166.
3. *Chiene, L.* — Note of a supernumerary lobe of the right lung. Journ. of Anat. a. Phys. London. Vol. IV, p. 89 — 1870.
4. *Cleland* — Case of the supernumerary lobe of the right lung. Journ. of Anat. a. Phys. London. Vol. IV, p. 200 — 1870.
5. *Gruber, W.* — Fälle des Vorkommens eines Spitzenlappens an der rechten Lunge des Menschen etc. Bull. de l'Académie imp. d. Sciences de St. Pétersbourg. Vol. XV — 1871.
6. *Collins, W.* — On accessory lobes of the human lungs. Transact. of the Royal Irish Academy, Dublin. Vol. XXV, p. 329. — 1875.
7. *Gruber, W.* — Anatomische Notizen X. Vierlappige rechte Lunge eines Erwachsenen infolge Auftretens des Spitzenlappens etc. Virch. Arch. Bd. LXXXI, S. 475 — 1880.
8. *Chiari, H.* — Wiener klin. Wochenschr. 1880. S. 372.
9. *Allen, W.* — A variety of pulmonary lobation and its relations to the thoracic parietes as illustrated by comparative anatomy and abnormalities in the human subjects. Journ. of Anatom. a. Phys. Vol. XVI, p. 605 — 1881/82.
10. *Gruber, W.* — Anat. Not. VII. Vierlappige rechte Lunge ein. Erw. inf. Auftretens eines Spitzenlappens. Virch. Arch. Bd. CIII, S. 484 — 1886.
11. *Sperino, G.* — Pulmonale destro bilobato con lingua supranumeraria in corrispondenza dell'apice. Giorn. della R. Accademia di Med. di Torino N° 6/7, — 1887.
12. *Motti* — Rara anomalia pulmonale. Giorn. intern. Scienc. med. p. 881 — 1893.
13. *De Josselin de Jong, R.* — Un cas de lobe azygos du poumon droit. Nederl. Tijdschr. voar Geneesk, p. 340 — 1893.
14. *Della Rovere, D.* — Rara anomalia della pulmone destro. Giorn. della R. Accad. di Med. di Torino Vol. III, A. 60. F. 2 — 1897.
15. *Matthews, A.* — A case of a supernumerary lobe of the right lung. Proc. of the Anat. Soc. of Great Britain and Irland. Journ. of Anat. a. Phys. Vol. XXXII, p. 34 — 1898.
16. *Mäusert, A.* — Zur Kasuistik der Vena cava superior sinistra und der einen Spitzenlappen der rechten Lunge abschnürenden Anomalie der Vena azygos. In. Diss. Giessen — 1899.
17. *Dévé, M.* — Le lobule de la veine Azygos ou „lobule de Wrisberg.“ Bull. d. l. Soc. anat. de Paris, T. LXXIV, p. 489 — 1899.
18. *Fischer, E.* — Seltener Verlauf der Vena azygos. Abspaltung eines Lungenlappens. Anat. Anz. Bd. XV, S. 476 un Bd. XVI, S. 91 — 1899.
19. *Narath, A.* — Der Bronchialbaum der Säugetiere und des Menschen. S. 262 un 352. Stuttgart 1901.
20. *Dionis du Séjour* — Lobe surnuméraire du poumon droit. Lobe de la veine azygos. Bull. Mém. Soc. Anat. Paris, 7. sér. T. VI, p. 132 — 1904.
21. *Bluntschli, H.* — Bemerkungen über einen abnormen Verlauf der Vena azygos in einer den Oberlappen der rechten Lunge durchsetzenden Pleurafalte. Morphol. Jahrb. Bd. XXXIII, S. 562 — 1905.
22. *Dufour et Olive* — Anomalie de la veine azygos et lobe supplémentaire du poumon. Toulouse med., 15. III. — 1905.



23. *Hasse, C.* — Ein seltener Fall von Lungenschnürung. *Anat. Anz.* Bd. XXXII, S. 385. — 1905.
24. *Waterstone* — An unusual lung abnormality and its developmental significance. *Dem. Anat. Sect. 77, Brit. med. Assoc. Brit. med. Journ.* II, p. 598 — 1908.
25. *Paterson* — Right lung with two additional lobes. *Journ. of Anat. and Path.* Vol. XLIV, p. 394 — 1910.
26. *Schwalbe E.* — Die Morphologie der Missbildungen III. Teil. S. 840—844. — 1912.
27. *Donay, E.* — Lobe pulmonaire accessoire par anomalie de l'azygos (lobule de Wrisberg). *Bull. Mém. Soc. anat. Paris. Année 89. N° 1*, p. 26—31. — 1914.
28. *Sonntag, Charles* — Contributions to the Visceral Anatomy and Myology of the Marsupialia. *P. Zool. Soc.* 851—882. — 1922.

## LATVIJAS UNIVERSITĀTES RAKSTI, IX.

### SATURS.

Prof. J. Plāķis: Latviešu dialektu intonāciju attiecības . . . . .	3—14
Prof. K. Kundziņš: Pretreformācijas laikmeta dokumenti par Livoniju Varmijas (Ermelandes) bīskapijas arhīvā, Frauenburgā (Ritprūsijā) . . .	15—30
Immanuel Benzinger: Beiträge zur Quellenscheidung im Alten Testament	31—62
Prof. Nussberger: Die Entwicklung des deutschen historischen Romans . . .	63—79
Leo Āboliņš: Maksimālas zarnelpošanas iespāids uz <i>Misgurnus fossilis</i> zarnas anatomiju . . . . .	81—110
N. Malta: Studien über die Laubmoosgattung <i>Zygodon</i> Hook. et Tayl. (10)	111—153
N. G. Lebedinsky: Die Isopotenz allgemein homologer Körperteile des Metazoenorganismus . . . . .	155—156
Dauvartu Anna: Beznervu akcesoriska pakājkāja, iegūta <i>Pelobates fuscus</i> ekstremitātu transplantācijā . . . . .	157—162
Waldemar M. Fischer u. Arvid Schmidt: Über eine neue quantitative Bestimmung der Alkohole:	
I. Die Bestimmung und Trennung des Methylalkohols . . . . .	163—175
E. Rozenšteins: Svina glazuru piemērošanas likumības parastiem māliem ar dažādu mineralogisku sastāvu . . . . .	177—208
Prof. C. Blacher: Die rationelle analytische Klassifizierung der Brennstoffe	209—246
Subasistents J. Vilde: <i>Lobus azygos</i> — reta labās plaušas anomālija . . .	247—255

---

LU bibliotēka



220027886

134879