

R162
N° 2 B.

FÉVRIER

1911.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

DE CRACOVIE

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES

ANZEIGER
DER
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KRAKAU

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

REIHE B: BIOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN



CRACOVIE

IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ

1911



L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE A ÉTÉ FONDÉE EN 1873 PAR
S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE:

S. A. I. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'AUTRICHE-ESTE.

VICE-PROTECTEUR: *Vacat.*

PRÉSIDENT: S. E. M. LE COMTE STANISLAS TARNOWSKI.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: M. BOLESLAS ULANOWSKI.

EXTRAIT DES STATUTS DE L'ACADÉMIE:

(§ 2). L'Académie est placée sous l'auguste patronage de Sa Majesté Impériale Royale Apostolique. Le Protecteur et le Vice-Protecteur sont nommés par S. M. l'Empereur.

(§ 4). L'Académie est divisée en trois classes:

a) Classe de Philologie,

b) Classe d'Histoire et de Philosophie,

c) Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

(§ 12). La langue officielle de l'Académie est la langue polonaise.

Depuis 1885, l'Académie publie le «Bulletin International» qui paraît tous les mois, sauf en août et septembre. Le Bulletin publié par les Classes de Philologie, d'Histoire et de Philosophie réunies, est consacré aux travaux de ces Classes. Le Bulletin publié par la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles paraît en deux séries. La première est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série contient les travaux se rapportant aux Sciences Biologiques.

Publié par l'Académie
sous la direction de M. **Ladislav Kulczyński**,
Membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

10 marca 1911.

Nakładem Akademii Umiejętności.

Kraków, 1911. — Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

latus, margo inferior paululo sigmoides (convexus in parte basali, concavus in apicali), angulus apicalis inferior subrectus, rotundatus (fig. 85); subspeciei margo apicalis processus ca. 0.40 latus est, margo inferior modice et paene aequabiliter concavus usque ad angulum apicalem inferiorem; angulus hic acutus. Stemmatis pars exterior apicalis in lamellam corneam expanditur sublibratam, subtriangularem, apice foras directam et in eo aut ad eum denticulo minuto nigro compresso, deorsum directo ornatam; lamella haec aequae circiter lata est basi atque longa in ssp. *lusitanicâ*, multo latior quam longior in *Ph. emarginato* typico.

Philodromus albidus n. sp.?

Femina *Philodromo rufo* Walck. valde similis, ab eo oculis anticis aequalibus et imprimis oculis posticis mediis minus inter se remotis atque areâ oculorum mediorum angustiore distincta.

Cephalothorax 2.0 mm longus, 1.9 latus, margine clypei 0.78, areâ oculorum 0.92 latâ. Diametri *oculorum* anticorum 0.073, posticorum mediorum 0.065, lateralium 0.08 longae; oculi postici medii inter se 0.30, a lateralibus posticis 0.23, a lateralibus anticis 0.17, a mediis anticis 0.225, hi inter se 0.17, a lateralibus 0.097, laterales antici a posticis 0.23 remoti; clypeus sub oculis mediis 0.26 altus; area oculorum mediorum pone 0.42, ante 0.31 lata, 0.355 longa. Series oculorum antica directo a fronte visa paulo recurvata, punctis mediis mediorum cum marginibus inferioribus lateralium in lineâ paene rectâ sitis; desuper visorum oculorum posticorum mediorum margines postici cum anticis lateralium lineam leviter recurvatam designant. *Pedes* abunde aculeati, numero aculeorum paulo varianti; pedum anteriorum tibiae aculeis, praeter apicales, subter 2.2, ante et pone 1.1.1, supra 1.1, metatarsi subter 2.2, ante 1.1.1, pone 1.1, supra 1 ornati. Internodia pedum

I 2.05, 0.97, 1.65, 1.59, 0.84,

II 2.53, 1.10, 2.10, 1.91, 1.00,

III 1.65, 0.78, 1.36, 1.29, 0.62,

IV 1.81, 0.74, 1.33, 1.39, 0.65 mm longa.

Abdomen 3.2 longum, 2.0 latum, modice deplanatum, desuper visum subellipticum, ante late rotundato truncatum et in medio paulo incisum, pone paulo acuminatum. *Epigynae* sculptura et pictura eadem atque in *Ph. rufo*.

Humefactae araneae *cephalothorax* isabellinus, nonnunquam (for-

tasse in iunioribus solum) valde obsolete ferrugineo punctatus, albo marginatus in lateribus partis thoracicae, oculis in maculis albis sitis, vittâ mediâ pallidiore vix indicatâ. *Partes oris, palpi, pedes, sternum* colore cephalothoracis aut paulo pallidiora; pedes nonnunquam punctis ferrugineis parum dense adpersi. *Abdomen* isabelino-albidum isabellino reticulatum, dorso nonnunquam evidenter sed non multo obscuriore quam venter et latera, saepe punctis ferrugineis aut umbrinis, obsoletis adpersum; dorsi pars anterior lineâ ornatur reliquo dorso obscuriore, quoniam punctis albidis caret; in exemplis distinctius coloratis partes purius albiae vittam formant anguste lanceolatam, totam longitudinem dorsi occupantem, ante lineam dictam includentem, posterius plus minusve evidenter in maculas triangulares divulsam; latera dorsi in parte mediâ et posteriore serie macularum picta purius albidarum utrimque trium, paulo obliquarum, foras et retro directarum.

Exempla nostra detrita sunt, pilis plumatis isabellino-albidis tecta fuisse videntur.

Mas ignotus.

Pauca exempla legit ad Barro Rev. S. Hankiewicz.

Philodromi rufi. feminae, cephalothorace 1.72 lato diametri oculorum posticorum mediorum 0.065, lateralium 0.08, anticorum mediorum 0.073, lateralium 0.076 longae sunt; oculi postici medii inter se 0.30, a lateralibus posticis 0.195, a lateralibus anticis 0.145, a mediis anticis 0.20, hi inter se 0.15, a lateralibus 0.09, laterales anticis a posticis 0.225 distant, clypeus sub oculis mediis 0.24 altus, area oculorum mediorum pone 0.42, ante 0.29 lata, 0.32 longa; oculi postici medii inter se circiter dimidio longius itaque distant quam a lateralibus posticis et duplo saltem longius quam a lateralibus anticis; area oculorum mediorum circa $\frac{1}{3}$ latior est pone quam longior; in *Ph. albido* oculi postici medii inter se circiter $\frac{1}{3}$ longius sunt remoti quam a lateralibus posticis et non duplo longius quam a lateralibus anticis, area oculorum mediorum pone ca. $\frac{1}{5}$ modo latior quam longior.

Philodromus albidus noster fortasse femina est *Ph. rubidi* E. Sim., qui valde affinis *Ph. rufo*, ab eo imprimis oculis anticis aequalibus distinctus describitur¹⁾.

¹⁾ E. Simon. Aranéides nouveaux ou peu connus du Midi de l'Europe, 1870, p. 70, et: Les Arachnides de France, v. 2, p. 288.

Textrix lusitanica n. sp. (Fig. 89--91).

Textrici caudatae L. Koch simillima (femina saltem; marem *T. caudatae* non novi), ab eâ vix nisi partium genitalium formâ distincta.

Femina.

Cephalothorax 3·3 mm longus, 2·1 latus, parte cephalicâ 1·38 latâ, pone coarctatâ (supra basim palporum modo 1·2 latâ); dorsum inter partes cephalicam et thoracicam modice concavum, in illâ leviter convexum et paulo altius quam in thoracicâ. Area *oculorum* 0·9 lata; diametri oculorum posticorum mediorum 0·195, lateraliū 0·145, anticorum mediorum 0·13, lateraliū 0·145 et 0·13 longae; oculi postici medii inter se 0·21, a lateraliū posticis 0·12, a lateraliū anticis 0·095, a mediis anticis 0·13, hi inter se 0·10, a lateraliū 0·04, a margine clypei 0·29, laterales antici a posticis 0·145 remoti; area oculorum mediorum pone 0·55, ante 0·34 lata, 0·41 longa. Series antica oculorum levissime sursum curvata. *Mandibulae* 1·15 longae, 0·68 latae, sub clypeo paulo geniculatae, sat fortiter reclinatae. *Pedes* I et II et III subaequali longitudine: ca. 7·1 mm, IV 8·9 longi, patella IV 1·04, tibia IV 1·88 longa. *Abdomen* (post partum) 3·0 longum, 2·0 latum. *Mamillarum* supremarum pars basalis 0·55, apicalis 0·82 longa. *Epigyne* ca. 0·7 lata, 0·6 longa, modice convexa, pone foveâ ornata ca. 0·4 latâ, 0·15 longâ, subellipticâ, pone late apertâ; margo anticus foveae in medio paululo productus, depressus et cum fundo foveae, hoc loco insigniter profundo, coniunctus; fundus foveae, in lateribus elevatus et ex foveâ retro prominens, ligulam format ca. 0·24 longam, ante aequae atque fovea latam, posteriora versus fortiter et paene aequabiliter angustatam, apice truncatam et ca. 0·1 latam; margines huius ligulae laterales elevati obtusi sunt, ca. 0·045 lati, ligula ceterum insigniter concava.

Mas.

Cephalothorax 2·45 longus, 1·6 latus, parte cephalicâ 0·95 latâ, pone vix angustiore, areâ oculorum 0·69 latâ. Diametri *oculorum* posticorum mediorum 0·145, lateraliū 0·113, anticorum mediorum 0·095, lateraliū 0·113 et 0·095 longae; oculi postici medii inter se 0·17, a lateraliū posticis 0·105, a lateraliū anticis 0·073, a mediis anticis 0·095, hi inter se 0·095, a lateraliū 0·03, a margine clypei 0·27, laterales antici a posticis 0·105 remoti; area oculorum mediorum pone 0·45, ante 0·29 lata, 0·34 longa. *Mandibulae*

0.88 longae, 0.42 latae. *Palporum* pars femoralis formâ non insignis, patellaris 0.34 longa, 0.23 lata, lateribus subparallelis, processibus carens, tibialis supra 0.27 longa, 0.20, cum processu 0.34 lata, desuper visa levissime foras curvata, latere exteriori a basi fere dilatato et in processum producto angulis subaequalibus foras et anteriora versus directum; processus hic anteriora versus curvatus est, a basi, quae circiter $\frac{3}{4}$ longitudinis lateris dicti occupat, cito angustatus, ceterum latitudine subaequali et paulo plus duplo angustior quam pars ipsa, apice paulo oblique truncatus, angulo exteriori obtuso, interiori in aculeum tenuem, ca. 0.03 longum, porrectum productum; a latere visus processus tibialis triangularis est, latere inferiore modice rotundato, minute crenato, anteriora versus et sursum directo, latere superiore paene recto et librato, angulo apicali in aculeum dictum productum; sub eo latus inferius exterius partis tibialis in dimidio apicali compressum et in carinam elevatum est fere in longitudinem directam, paululo foras curvatam, quae anguli instar paene recti, apice rotundati prominet, quum palpus a latere exteriori adspicitur. Lamina tarsalis 0.94 longa, 0.44 lata, rostro 0.37 longo. Stemma in utroque latere extra laminam tarsalem prominet in palpo desuper viso. Conductor emboli fere in medio bulbo initium capit, basi latus est, anteriora versus et foras directus, foras curvatus, tum subito anteriora et posteriora versus dilatatus in lamellam corneam, quae in palpo ab imo viso partem exteriorem stemmatis occupat, ante rotundata est et paulo ante marginem anticum stemmatis pertinet, pone paulo angustior est quam ante, apice paulo pone basim stemmatis producta, in lobos parvos duos rotundatos et sinu rotundato distinctos, exteriorem interiori paulo breviorum desinit. A latere exteriori visus conductor angustus est, paene aequabiliter (pone paulo magis quam ante) deorsum curvatus, pone in dentem acutum, deorsum directum desinit, in cuius latere postico, dens alter apicalis (interior) lobum humilem obtusum format. Embolus in parte stemmatis posticâ interiori initium capit, basi sat latus et mollis est, tum in spinam corneam, paulo deplnatam contractus, basi anteriora versus et paulo intus directus, tum foras paulo intra marginem apicalem bulbi genitalis curvatus, sub conductorem emboli ingreditur, ubi hic subito latior fit, retro curvatus apicem posticum conductoris attingit, ni fallor. *Pedes* sex anteriores ca. 7.0, IV 8.55 longi, horum patella 0.8, tibia 1.88 longa. *Abdomen* 2.3 longum, 1.5 latum.

Humefactae feminae *cephalothorax* umbrinus, nigro marginatus in parte thoracicâ, fuligineo variegatus, colore hoc praeter alia in parte thoracicâ maculas radiantes triangulares tres aut quatuor, marginem nigrum non attingentes, reticulo fuligineo inter se coniunctas, et in parte cephalicâ pone maculas duas oblongas, paululo obliquas, intus pallidiores formanti; oculi in maculâ nigrâ siti; dorsum vittâ isabellinâ ornatum in parte thoracicâ pedum tibiae latitudine modo paulo superanti, modo eis paulo angustiore, posteriora versus paulo angustatâ et minus evidenti, in parte cephalicâ paululo angustiore, plerumque eius dimidium posterius solum occupanti, rarius oculos attingenti sed in parte anteriore minus expressâ et minus definitâ. *Mandibulae* ferrugineae, supra in latere interiore late diffuse infuscatae; *maxillae* eis similes, paulo pallidiores; *labium* fuscum. *Sternum* obscure umbrinum, obscurius marginatum et vittâ mediâ fuligineâ diffusâ, ante et pone abbreviatâ ornatum. *Palpi* et *pedes* flavidi, illi apicem versus subferruginei, in apice partium femoralis, patellaris, tibialis plus minusve fusco annulati; pedum femora subter et in lateribus annulis ornata nigris quaternis, ex parte in maculas divulsis (annulis apicalibus parum evolutis), patellae in lateribus colore fuligineo plus minusve pictae, tibiae in lateribus pone basim et ante apicem fuligineo aut nigro maculatae, etiam in apice colore hoc plus minusve pictae, metatarsi apice fuligineo annulati, postici etiam in dimidio basali annulis obscuris duobus plus minusve expressis picti. *Abdomen* supra nigro-fuligineum, dilute fulvo plus minusve punctatum, vittâ mediâ ornatum secundum totam longitudinem, latâ, inaequali; in exemplis picturâ distinctâ excellentibus vitta haec in parte anticâ tertiâ margines pallide flavos habet, inter eos pallide ferruginea est abunde fuligineo variegata; paulo ante medium dorsum, pone margines flavidos dictos macula utrimque sita est parva flavida; inter eas vitta media coarctata est, tum dilatata, sed insigniter angustior quam ante, utrimque in angulos binos dilatata; pars insequens ex angulis tribus refractis, gradatim minoribus; colore fuligineo inter se distinctis et ex maculâ plus minusve oblongâ, paulo inaequali, supra mamillas sitâ constat; angulorum horum anticus insigniter latior est quam pars vittae ante eum sita; partes vittae media et postica isabellinae sunt aut pallide ferrugineae. In lateribus abdominis puncta et maculae fulvae magis magisque numerosa fiunt et inter se confluunt; venter fulvo-cinereus abunde fuligineo maculatus. *Ma-*

millae infimae fuligineae, supremarum pars basalis fuliginea, apicalis ferruginea.

Occurrunt exempla multo pallidius colorata; horum cephalothorax supra marginem nigrum partis thoracicae vittâ fulvâ ornatur paulo angustiore quam vitta dorsualis, dorsum abdominis ad vittam mediam solum fuligineum est, ceterum fulvum umbrino maculatum, venter dilute fulvus parce obscurius maculatus, pedes minus obscure quidem sed similem in modum, atque supra dictum est, annulati.

Maris humefacti color similis atque feminae; lamina tarsalis obscure fulva, basim versus umbrina.

Vitta media cephalothoracis pilis albis tegitur; abdomen pilis dilute flavis ornatur in magnâ saltem parte vittae mediae; pili tales, dispersi, etiam in lateribus abdominis inveniuntur (exempla nostra omnia plus minusve detrita sunt).

In Lusitaniâ prope Barro species haec frequens videtur (leg. Rev. S. Hankiewicz).

Epigyne *Tetricis caudatae* non parum similis quidem est epigynae *T. lusitanicae* sed formâ ligulae, in quam fundus foveae elevatus est et productus, manifeste distincta: ligula haec insigniter brevior est, ca. duplo latior quam longior (ex. gr. 0.52 lata, 0.24 longa), non aequabiliter fere angustata apicem versus, sed marginibus in parte basali in angulum fractis, cuius apex foras, crura autem, inter se contingentia, intus aut etiam paululo anteriora versus directa sunt (conferatur imago epigynae in „Araneae Hungariae“ v. 2, t. 7, f. 9).—Marem *T. caudatae* non novi; secundum descriptionem a Cel. E. Simonio in „Les Arachnides de France“ v. 2, p. 124, prolatam differt ille insigniter formâ conductoris emboli a *T. lusitanicâ*.

Tegenaria atrica C. L. Koch et **T. larva** E. Sim. (Fig. 87, 88).

Feminae *Tegenariorum atricae* et *larvae*, inter se simillimae, differunt paulo formâ epigynae (si *Tegenaria*, cuius exemplum Anglicum nomine *T. atricae* signatum dono mihi olim dedit Fred. O. P. Cambridge, vera est *atrica*).

Epigyne *T. larvae* magnam partem subplana est, glabra, sublaevis, nitida, ante paululo depressa, margine paulo elevato, piloso, mediocriter expresso finita et foveolis duabus parum profundis, parum definitis, circiter 0.16—0.19 mm inter se remotis ornata; in

foveolis his nonnunquam sulci initum capiunt extrinsecus bene, intus autem parum definiti, retro et paululo foras directi, circiter in dimidiâ longitudine epigynae evanescentes. Ad marginem posticum epigyne dentibus instructa est duobus triangularibus acutis, retro et paulo intus et deorsum directis, inter se ca. 0·27 remotis; margo interior dentium horum in spatio circiter 0·16 — 0·19 longo solum distinctus est, anteriora versus aut omnino evanescit aut sulco omnium levissimo, adeo, ut vix cernatur in epigynâ a latere adspectâ, anteriora versus et paulo foras directo, indicatur. — Epigyne *T. atricae* in parte laterali anticâ utraque insigniter impressa est; impressiones hae ante foveolâ finiuntur profundâ, a foveolâ lateris alterius ca. 0·4 remotâ. Dentium posticorum margines interiores sulco pone acute impresso, ante paulo minus evoluto, anteriora versus et paulo foras directo, paululo foras curvato, continuantur usque ad latera epigynae, ubi in eius mediâ fere longitudine coniunguntur cum apicibus posticis impressionum anticarum, supra dictarum.

Feminam *Tegenariae atricae* legit Rev. S. Hankiewicz ad Barro in Lusitiâ.

Dendryphantes nitelinus (E. Sim.) (Fig. 92).

Dendryphantes Lusitanicus (a Rev. S. Hankiewicz ad Barro lectus), quem pro *D. nitelino* habeo, similis valde est *D. nidicolenti* (Walek.), *D. diligenti* (Blackw.), *D. cato* (Blackw.), sed certo ab eis distinctus. Marem non novi. Feminae facies lineâ nudâ distinctâ sed angustissimâ ornatur ut in *D. diligenti*, quâ pubes longa alba, partem inferiorem faciei tegens, distinguitur a pilis laete fulvis aut ferrugineis, qui cingulos oculorum anticorum formant et intervalla eorum replent (cinguli dicti nonnunquam infra albi sunt). Exempla pauca, quae vidi, plus minusve detrita sunt. nescio itaque, qualem in modum species haec differat a *D. nidicolenti* picturâ corporis desiccati, praeter picturam faciei, quae inter oculos pube — ut dixi — fulvâ aut ferrugineâ ornatur, quum in *D. nidicolenti* intervallum oculorum mediorum in parte superiore saltem (nonnunquam totum, saepae etiam intervalla lateralia) album sit. Facies *D. nidicolentis* caret lineâ transversâ nudâ, supra dictâ. Epigynae harum specierum differunt evidenter; fabrica earum melius in exemplis humefactis quam in desiccatis perspicitur. Epigyne *D. nidicolentis* (fig. 93) foveis ornatur duabus rotundis aut subrotundis,

circiter dimidio longius a margine postico epigynae quam inter se distantibus (ex gr. in exemplis cephalothorace 2·85, 2·8, 2·3 mm longo foveae 0·08, 0·05, 0·05 latae sunt, inter se 0·14, 0·14, 0·13, a margine postico 0·23, 0·23, 0·195 remotae). Foveae *D. nitelini* oblongae sunt, obliquae: foras et retro directae, a margine postico duplo aut plus duplo longius distant quam inter se (in exemplis cephalothorace 2·8, 2·7, 2·25, 2·1 longo foveae 0·05, 0·065, 0·05, 0·05 longae, inter se 0·08, a margine postico 0·19, 0·18, 0·18, 0·16 remotae).

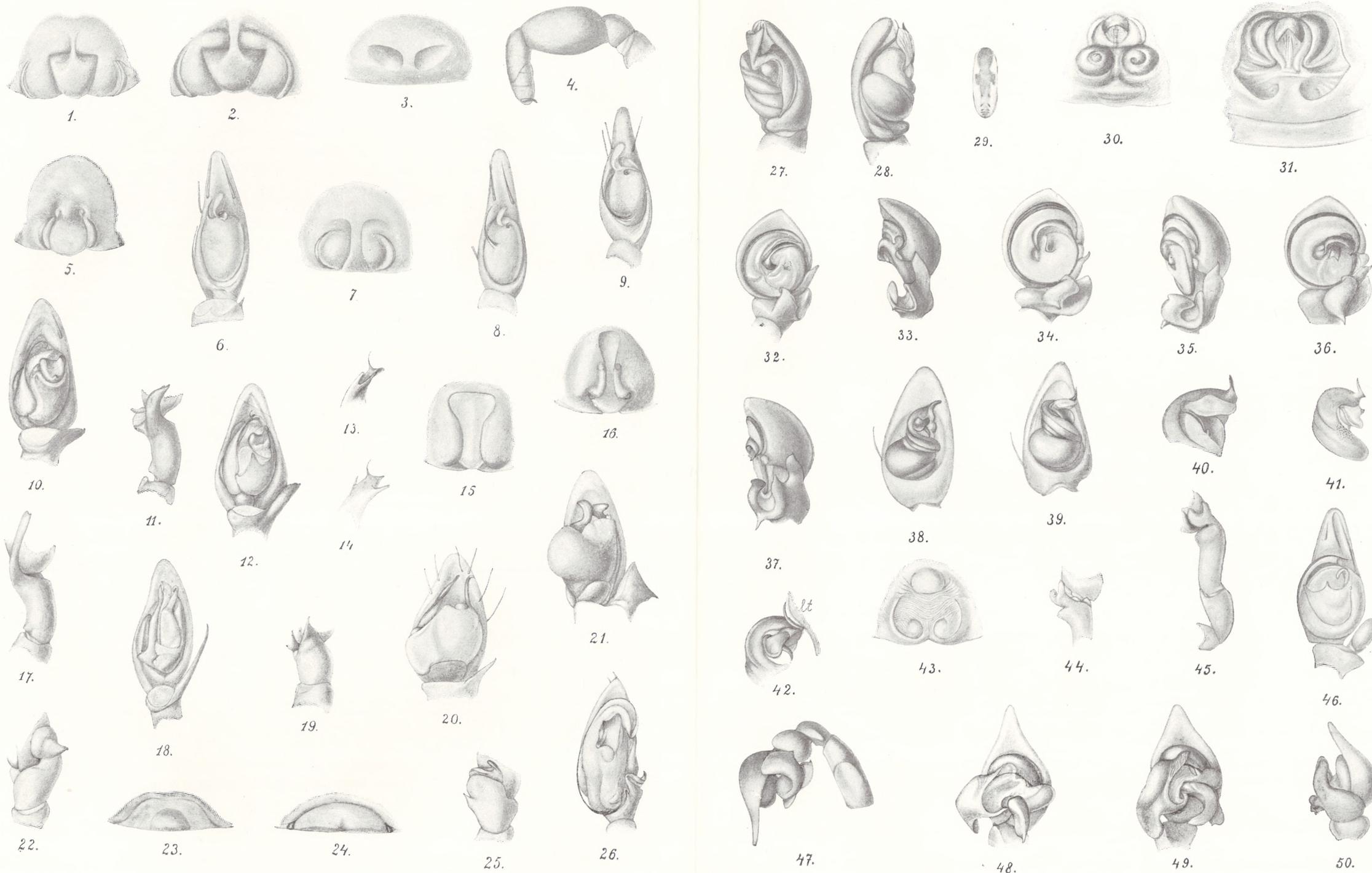
Facies *Dendryphantae diligentis* desiccata eundem in modum colorata est et lineâ nudâ ornatur atque in *D. nitelino*; foramina epigynae (fig. 94), in lateribus foveae sat profundae sita, quae ante et in lateribus margine arcuato, impendenti finitur, margine hoc occultantur, quum epigyne ab imo adspicitur, paene in longitudinem directa sunt, insigniter oblonga; apices eorum postici a margine postico epigynae dimidio longius distant quam margines laterales foveae (ex. gr. exemplorum cephalothorace 2·7, 2·8, 3·3 longo foramina ca. 0·11—0·13 longa, a margine postico 0·32, margines foveae dicti 0·21—0·23 inter se remoti; exempli cephalothorace 3·5 longo moduli respondentis: 0·11, 0·37, 0·26).

Difficilior fortasse quam *D. nidicolens* et *D. diligens* ad distinguendum a *D. nitelino* *Dendryphantae catus* est. Huius facies in parte superiore saepissime pilis multo pallidioribus ornatur quam in *D. nitelino*, nonnunquam tamen differentia haec non magna est; linea faciei subnuda transversa parum expressa; foveae epigynae (fig. 95) recurvatae transversae, paulo obliquae, ante solum bene definitae, margine postico depresso et indistincto; foveae hae multo magis approximatae sunt inter se quam in *D. nitelino* (in exemplis cephalothorace 2·0—2·2 longo inter se 0·03—0·04 remotae, quum margo earum anticus a margine postico epigynae ca. 0·14 mm distet).

Explicatio tabularum.

Tabula I.

1. *Zoropsis lutea* (Thor.) ssp. *asiatica* Kulcz., epigyne (× 29).
2. *Zoropsis lutea* (Thor.) typica, epigyne (× 29).
3. *Dictyna innocens* Cambr., epigyne (× 66).



Vl. Kulezyński.



51.



52.



53.



54.



75.



76.



77.



78.



55.



56.



57.



58.



59.



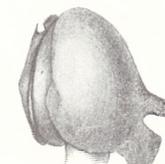
79.



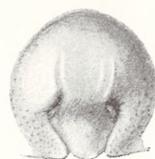
80.



81.



82.



60.



61.



62.



63.



64.



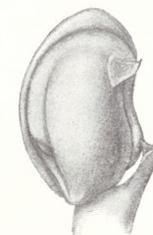
83.



84.



85.



86.



65.



66.



67.



68.



69.



87.



89.



90.



91.



70.



71.



72.



73.



74.



92.



93.



94.



95.

4. *Filistata Schmitzii* Kulcz., palpi sinistri maris partes patellaris, tibialis, tarsalis a latere exteriore visae ($\times 29$).
5. *Drassodes lacertosus* (Cambr.), epigyne ($\times 36$).
6. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa ($\times 29$).
7. *Drassodes lutescens* (C. L. Koch), epigyne ($\times 36$).
8. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa ($\times 29$).
9. *Drassodes aegyptius* (Cambr.), pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa ($\times 29$).
10. *Pterotricha lentiginosa* (C. L. Koch), pars tarsalis palpi sinistri maris cum apice partis tibialis ab imo visa ($\times 29$).
11. *Pterotricha Cambridgii* (Cambr.), pars tibialis palpi sinistri maris a latere exteriore visa ($\times 29$).
12. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa ($\times 19$).
13. Eadem species; apex emboli sinistri a parte inferiore simulque paulo a latere interiore visus ($\times 52$).
14. Eadem pars a latere interiore inferiore simulque paulo a fronte visa ($\times 52$).
15. Eiusdem speciei epigyne.
16. *Pterotricha lutata* (Cambr.), epigyne ($\times 19$).
17. Eadem species; pars tibialis palpi sinistri maris a latere exteriore visa ($\times 19$).
18. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa ($\times 19$).
19. *Pterotricha plumalis* (Cambr.), pars tibialis palpi sinistri maris a latere exteriore visa ($\times 29$).
20. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris ($\times 37$).
21. *Pterotricha ripariensis* (Cambr.), pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa ($\times 37$).
22. Eadem species; pars tibialis palpi sinistri maris a latere exteriore visa ($\times 29$).
23. *Zodarium atriceps* (Cambr.)?, pars postica epigynae ($\times 52$).
24. *Zodarium luctuosum* (Cambr.)?, pars postica epigynae ($\times 37$).
25. *Zodarium lutipes* (Cambr.), pars tibialis palpi sinistri maris a latere exteriore visa ($\times 37$).
26. Eadem species; palpi sinistri maris partes tibialis et tarsalis a latere inferiore simulque paulo ab exteriore visae ($\times 29$).
27. *Linyphia pulchra* Kulcz., pars tarsalis palpi dextri maris a latere inferiore interiore visa ($\times 52$).
28. Eadem pars a latere exteriore visa ($\times 52$).
29. Eadem species; abdomen maris.
30. *Xysticus rectilineus* (Cambr.), epigyne ($\times 37$).
31. *Xysticus Tristramii* (Cambr.), epigyne ($\times 37$).
32. *Xysticus rectilineus* (Cambr.), palpi sinistri maris partes tibialis et tarsalis a latere inferiore visae ($\times 29$).
33. Eadem partes a latere exteriore simulque paulo ab inferiore visae ($\times 29$).
34. *Xysticus Tristramii* (Cambr.), palpi sinistri maris partes tibialis et tarsalis a latere inferiore visae ($\times 29$).

35. Eaedem partes a laterè exteriore simulque paululo ab inferiore visae (× 29).
36. *Xysticus cribratus* E. Sim., palpi sinistri maris partes tibialis et tarsalis a latere inferiore visae (× 29).
37. Eaedem partes a latere exteriore simulque paululo ab inferiore visae (× 29).
38. *Micrommata formosa* Pav., pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa (× 19).
39. *Micrommata virescens* (Clerck), pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa (× 15).
40. Eadem species; pars apicalis stemmatis sinistri a latere inferiore simulque paulo a fronte visa (× 28).
41. *Micrommata ligurina* (C. L. Koch), dimidium apicale stemmatis sinistri ab imo visum (× 29).
42. Eiusdem stemmatis pars apicalis a latere exteriore visa (× 29) (*lit.*: lamina tarsalis).
43. *Anyphaena syriaca* Kulcz., epigyne (× 29).
44. Eadem species; apex partis tibialis palpi sinistri maris desuper visus (× 19).
45. Eadem species; palpi sinistri maris partes patellaris et tibialis a latere exteriore visae (× 19).
46. Eiusdem palpi pars tarsalis ab imo visa (× 29).
47. *Textrix inornata* Cambr., palpus sinister maris a latere exteriore visus (× 12).
48. Eadem species; pars tarsalis palpi dextri maris ab imo visa (× 15).
49. *Textrix Bovier-Lapierrei* Kulcz., pars tarsalis palpi dextri maris ab imo visa (× 19).
50. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris a latere exteriore visa (× 15).

Tabula II.

51. *Textrix inornata* (Cambr.), epigyne (× 19).
52. *Textrix Bovier-Lapierrei* Kulcz., epigyne (× 19).
53. *Agelena affinis* Kulcz., epigyne (× 37).
54. *Agelena livida* E. Sim., epigyne (× 37).
55. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa (× 29).
56. Eiusdem palpi partes patellaris et tibialis a latere exteriore visae (× 29).
57. *Ocyale consocia* (Cambr.), pars tarsalis palpi sinistri maris a latere inferiore visa (× 15).
58. Eiusdem speciei epigyne (× 19).
59. Eadem species; abdomen feminae humefactum.
60. *Tarentula Piochardii* E. Sim., epigyne (× 15).
61. Eadem species; epigyne alius exempli (× 15).
62. *Euarcha iucunda* (H. Luc.), epigyne paulo a latere postico visa (× 37).
63. Eadem species; pars tarsalis palpi sinistri maris a latere inferiore simulque paululo ab interiore visa (× 37).

64. Eiusdem palpi pars tibialis a latere exteriori simulque paulo a postico visa ($\times 37$).
65. *Euaracha syriaca* Kulcz., epigyne paulo a latere postico visa ($\times 52$).
66. Eadem species; pars tibialis palpi sinistri maris a latere exteriori visa ($\times 37$).
67. Eiusdem palpi pars tarsalis a latere inferiore simulque paulo ab inferiore visa ($\times 37$).
68. *Heliophanus mordax* (Cambr.), epigyne ($\times 29$).
69. Eadem species; palpi sinistri maris partes patellaris, tibialis, tarsalis a latere exteriori visae ($\times 37$).
70. Eiusdem palpi partes tibialis et tarsalis a latere inferiore visae ($\times 37$).
71. *Ulesanis Hankiewiczii* Kulcz., femina a fronte visa.
72. Eadem a latera visa.
73. *Linyphia lusitanica* Kulcz., abdomen feminae.
74. *Araneus angulatus* E. Sim.; corpus epigynae a parte posticâ visum.
75. Eadem species; apex palpi sinistri maris a latere inferiore visus ($\times 12$).
76. *Ero ligurica* Kulcz., epigyne a parte posticâ simulque paulo ab inferiore visa ($\times 66$).
77. *Ero ligurica* Kulcz. var. ? *lusitanica* Kulcz., epigyne a parte posticâ simulque paulo ab inferiore visa ($\times 52$).
78. *Ero Cambridgei* Kulcz., epigyne ($\times 66$).
79. *Araneus angulatus* (Clerck), apex palpi sinistri maris a latere inferiore visus ($\times 12$).
80. *Araneus Ulrichii* (Hahn), epigyne ($\times 37$).
81. *Ero Cambridgei* Kulcz., pars tarsalis palpi dextri maris a latere exteriori simulque paulo desuper visa ($\times 37$).
82. Eadem pars a latere inferiore visa ($\times 52$).
83. *Philodromus emarginatus* (Schranck) ssp. *lusitanica* Kulcz., palpi sinistri maris pars tarsalis ab imo visa ($\times 29$).
84. Eiusdem palpi pars tibialis a latere exteriori visa ($\times 19$).
85. *Philodromus emarginatus* (Schranck), palpi sinistri maris pars tibialis a latere exteriori visa ($\times 29$).
86. Eiusdem palpi pars tarsalis ab imo visa ($\times 29$).
87. *Tegenaria atrica* C. L. Koch, epigyne ($\times 19$).
88. *Tegenaria larva* E. Sim., epigyne ($\times 19$).
89. *Textrix lusitanica* Kulcz., epigyne ($\times 29$).
90. Eadem species, pars tarsalis palpi sinistri maris ab imo visa ($\times 29$).
91. Eiusdem palpi partes tibialis et tarsalis a latere exteriori visae ($\times 29$).
92. *Dendryphantes nitelinus* (E. Sim.), epigyne humefacta ($\times 37$).
93. *Dendryphantes nidicolens* (Walck.), epigyne humefacta ($\times 37$).
94. *Dendryphantes diligens* (Blackw.), epigyne humefacta ($\times 37$).
95. *Dendryphantes catus* (Blackw.), epigyne humefacta ($\times 66$).
- Pili in omnibus figuris omissi sunt, exceptis eis, quibus fovea antica epigynae in *Xysticus rectilineo* et *Tristramii* ornatur.

Dalsze przyczynki do anatomii i histologii męskich narządów spółkowania u ptaków. — Weitere Beiträge zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungsorgane der Vögel.

Mémoire

de M. **ALFRED TRAWIŃSKI**,

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 6 Février 1911.

(Planche III).

In meiner letzten Arbeit ¹⁾ habe ich die männlichen Begattungsorgane beim Entenrich und Gänserich beschrieben. Um die Gruppe der Entenvögel, bei denen das männliche Glied am stärksten unter allen Vögeln entwickelt ist, zu vervollständigen, unternahm ich weitere diesbezügliche Untersuchungen, und zwar beim Schwan (*Cygnus olor*) und Kriechenterich (*Anas querquedula*), und bringe die Resultate in der vorliegenden Arbeit zur Kenntnis.

I. Anatomisch-topographische Verhältnisse des männlichen Begattungsorganes beim Schwan.

Nach der Öffnung der Kloake eines Schwanes finden wir, ähnlich wie beim Entenrich und Gänserich, bei der Mündung des Afterdarmes eine halbmondförmige Schleimhautfalte, die den hinteren Kloakenteil begrenzt. Die ganze Kloake hat die Form eines ziemlich großen Beutels, an dessen dorsaler Wand unmittelbar hinter der äußeren Kloakenöffnung sich eine sichelförmige Schleimhautfalte befindet. Diese Falte begrenzt eine rundlich-ovale Vertiefung, in deren hinterem Teile die Öffnung zum Fabriciusbeutel führt. Rechts von dieser Stelle, dicht am Rande der dorsalen Seite der Kloake, befindet sich das männliche Begattungsorgan, welches von der

¹⁾ A. Trawiński. Zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungsorgane der Vögel. — Bull. de l'Acad. des Sc. Cracovie, 1910.

Schleimhaut der Kloakenwand so vollkommen überzogen ist, daß es beim Präparieren im ersten Augenblicke nicht zum Vorschein kommt. Das Glied besitzt die Gestalt eines schleifenförmig gebogenen Schlauches und besteht aus einem ein wenig ausstülpbaren, fibrösen und einem nicht ausstülpbaren, drüsigen Teile. Die beiden Enden dieses Schlauches sind nebeneinander an der äußeren Kloakenöffnung befestigt, wobei der fibröse Teil mehr nach vorne hinausragt als der drüsige. Der fibröse Penisteil ist überhaupt stärker entwickelt, und sein Kanallumen öffnet sich nach außen. Der drüsige Teil ist kürzer und besitzt ebenfalls ein Kanallumen, welches jedoch blind schließt. Die Fortsetzung dieses Kanals geht in den sich nach außen öffnenden Kanal des fibrösen Teiles über. Das Glied ist 8—9 cm lang; davon entfallen 5—6 cm auf den fibrösen Teil, der Rest dagegen auf den drüsigen.

Der histologische Bau.

Das den fibrösen Penisteil von außen bekleidende, mehrschichtige Epithel besteht aus zwei Schichten: einer äußeren, sehr stark verhornten und einer inneren, saftigen. Die erstere ist dadurch charakterisiert, daß ihr oberflächlichster Teil zu verhornten Schüppchen umgestaltet ist und keine Kerne besitzt, während die tiefer liegende stark abgeplattete Kerne aufweist. In der inneren, saftigen Epithelschichte finden wir drei Arten von Zellen, und zwar mehr oberflächliche, etwas abgeplattete, dann mittlere, rundlich-ovale, und endlich basale, zylinderförmige. Die ersten zwei bilden vier bis fünf Schichten, die letzte dagegen nur eine einzige. Das Epithel bildet stellenweise fingerförmige Fortsätze in das darunterliegende Bindegewebe, in welches sie tief hineindringen. Unter dem Epithel befindet sich eine ansehnliche Bindegewebsschichte, in welcher sich zwei Teile voneinander unterscheiden lassen. In der dem äußeren Epithel anliegenden, mehr lockeren Bindegewebsschichte verlaufen die Bindegewebsfaserbündel größtenteils in zirkulärer Richtung. Die tiefere Bindegewebsschichte, welche dem inneren, das Kanallumen auskleidenden Epithel anliegt, ist mehr straff und besteht aus in verschiedenen Richtungen sich dicht durchflechtenden Bindegewebsbündeln. Im ganzen Bindegewebe finden wir auch zahlreiche stark entwickelte, elastische Fasern, die größtenteils in Querrichtung verlaufen; sie sind am stärksten im *Corpus fibrosum* ausgeprägt. Außerdem finden wir hier und da im Bindegewebe spär-

liche glatte Muskelfasern. Zwischen den Bindegewebsfasern sieht man zahlreiche, bald kleinere, bald größere Blutgefäße und ziemlich viele, an manchen Stellen sich stark verästelnde, ansehnliche lymphatische Räume, die besonders in der dem äußeren Epithel anliegenden Schichte schön entwickelt sind. Überdies finden wir im Bindegewebe stellenweise zahlreiche follikuläre Lymphzellenanhäufungen, die hie und da gruppenweise angesammelt sind.

An der ventro-lateralen Seite des Gliedes zeigt das Bindegewebe eine sehr starke Verdickung, die von Boas¹⁾ als *Corpus fibrosum* bezeichnet wurde (Taf. III. Fig. 4. f. K.). Dieser fibröse Körper besitzt an Querschnitten eine mehr oder weniger dreieckige Gestalt und besteht aus stark sich verflechtenden Bindegewebsfasern. Im ganzen *Corpus fibrosum* finden sich zahlreiche sehr stark entwickelte, elastische Elemente, die bald in longitudinaler, bald in Querrichtung verlaufen und sich vielfach miteinander kreuzen. Das ganze *Corpus fibrosum* besitzt sehr wenige und schwach entwickelte Blutgefäße.

Es sei noch erwähnt, daß das Bindegewebe im mittleren Abschnitte des fibrösen Penistyles von der dorsalen Seite zwei flügelartige Fortsätze bildet (Taf. III, Fig. 4. r. F. und l. F.), von denen der linke viel größer ist als der rechte. Diese Fortsätze erscheinen auf den Querschnitten in Gestalt von zwei Hörnern. Sie sind außen von einem mehrschichtigen Epithel bedeckt, dessen oberflächliche Schichten eine ziemlich starke Verhornung aufweisen. Hie und da finden wir hier zwischen den Bindegewebsfasern stark entwickelte lymphatische Räume und ansehnliche, zum größten Teil dem Epithel anliegende, follikuläre Lymphzellenanhäufungen. Es sei noch darauf hingewiesen, daß an manchen Stellen der erwähnten Fortsätze, wo das Bindegewebe papillenartig (*corpus papillare*) in das Epithel eindringt, eine starke Durchflechtung dieser beiden Gewebe zustande kommt. Um die in das Epithel eindringenden Bindegewebsbündel ordnen sich die Epithelzellen konzentrisch in einigen Schichten an, was besonders auf Querschnitten sehr gut sichtbar ist.

Der fibröse Penistyle ist zentral mit einem Kanal versehen, durch welchen das vom Drüsenteil herkommende Sekret ausfließt. Der Kanal ist von einem mehrschichtigen Epithel ausgekleidet,

¹⁾ Dr. J. E. Boas. Zur Morphologie der Begattungsorgane der amnioten Wirbelthiere, 1891.

dessen oberflächliche Schichten im vorderen Penisteil nur ein wenig verhornt sind. Dagegen in dem weiter folgenden fibrösen Penisteile, und zwar unmittelbar vor dem Übergange in den drüsigen Teil, ist die äußere Epithelschichte so stark verhornt, daß wir im Kanallumen dieses Penisabschnittes zahlreiche schuppenartige Epitheldesquamationen vorfinden (Taf. III, Fig. 6). Das Epithel bildet zahlreiche Fortsätze, die weit in das darunter liegende Bindegewebe eindringen, was besonders auf Querschnitten deutlich hervortritt (Taf. III, Fig. 3).

Ferner ist zu erwähnen, daß im ausstülpbaren Penisteile, nahe der äußeren Mündung des Kanals, sich das äußere Epithel des Penis an der ventro-lateralen Seite gegen das darunter liegende Bindegewebe wölbt, daß es das den Kanal auskleidende, innere Epithel erreicht, sich mit ihm verbindet und auf diese Weise einen Übergang des einen Epithels in das andere bedingt. Infolgedessen ist die Mündung des Kanals sehr breit und gleichsam in zwei Teile gespalten. In diesem Penisteile ist auch das Kanallumen an Querschnitten sehr verzweigt. Die Verzweigung des Kanallumens verkleinert sich im mittlerem Penisabschnitte, um im hinteren Penisabschnitte, besonders vor dem Übergang des fibrösen Teiles in den drüsigen wiederum ein größeres Maß zu erreichen (Taf. III, Fig. 6).

Der drüsige Penisteil ist außen mit einer dicken, dichten Bindegewebsschichte versehen, in der sich ziemlich viele elastische Elemente befinden. Das das Kanallumen dieses Penisteiles auskleidende Epithel bildet zahlreiche tubulöse, sich verästelnde Ausstülpungen, die tief in das darunter liegende Bindegewebe hineinragen, weshalb wir auf Querschnitten eine große Anzahl von bald im Bindegewebe freiliegenden, bald in das gemeinsame Lumen mündenden Epithelröhrchen sehen (Taf. III, Fig. 2). Dieses Bild, welches im vorderen Abschnitte des drüsigen Penisteiles hervortritt, erinnert an ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie bezüglich desselben Penisabschnittes beim Enterich und Gänserich beschrieben haben. Das Lumen des Drüsenkanals ist mit einem einschichtigen Drüsenepithel bekleidet. Das Sekret der Drüsenzellen ist schleimförmig, wovon mich die Färbungen mit Thionin (nach Hoyer sen.) und mit Toluidinblau überzeugten. Unmittelbar unter diesem Epithel finden wir hie und da im Bindegewebe bald kleinere, bald größere follikuläre Lymphzellenanhäufungen. Im weiteren Abschnitt sieht der Querschnitt durch den Drüsenkanal biskuitartig aus, wobei die eine

Abteilung desselben einen drüsigen, die andere dagegen einen dem fibrösen Penisteile eigentümlichen Bau aufweist. Letztere Abteilung des drüsigen Kanals geht in ihrem weiteren Verlaufe in den Kanal des fibrösen Penisteiles über. Rings um den mit dem Drüsenepithel ausgekleideten Kanal sehen wir zahlreiche Lymphfollikel, die stellenweise ansehnliche, dem Epithel eng anliegende Anhäufungen bilden (Taf. III, Fig. 2). Das den weiteren Teil des Kanallumens des drüsigen Penisteiles auskleidende, mehrschichtige Epithel erinnert ganz an das Epithel, welches das Kanallumen des fibrösen Penisteiles auskleidet, jedoch mit dem Unterschied, daß jenes fingerförmige Fortsätze gegen das Bindegewebe bildet, das Bindegewebe dagegen hier zwischen die Epithelzellen hineinwächst. Infolgedessen dringen die Bindegewebspapillen bis zur verhornten Epithelschichte hinein (Taf. III, Fig. 1). Diese Bindegewebspapillen erscheinen an Querschnitten in Gestalt von gut sichtbaren Inseln (Taf. III, Fig. 1), die aus einigen Schichten konzentrisch geordneter Epithelzellen bestehen, zwischen welchen bei stärkerer Vergrößerung die hineingewachsenen Bindegewebsbündel wahrgenommen werden können.

II. Die anatomisch-topographischen Verhältnisse des männlichen Begattungsorganes beim Kriechenterich.

Das männliche Glied des Kriechenterichs liegt frei medial an der dorsalen Kloakenwand. Bei der Ausstülpung ist nur ein ganz kleiner Teil desselben an die Kloakenwand vermittels weniger Bindegewebsbündel befestigt. Das Glied ist wurmförmig, 10—12 mm lang, 1—2 mm breit und besitzt ein ziemlich großes, sich nach außen öffnendes Kanallumen, dessen Querschnitte rundlich-oval sind. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß das männliche Begattungsorgan eines Kriechenterichs nicht aus zwei verschiedenen Teilen besteht, wie wir es bei anderen Entenvögeln (Enterich, Gänserich, Schwan) gesehen haben; man kann es bloß mit dem fibrösen Teile des männlichen Gliedes dieser Vögel vergleichen.

Der histologische Bau.

Das Glied ist außen von einem mehrschichtigen Epithel bedeckt, in dem sich drei Lagen unterscheiden lassen: eine äußere verhornte, eine mittlere, welche aus stark abgeplatteten Zellen besteht und eine innere, aus saftigen Zellen bestehende, in welcher basal eine

Schichte zylinderförmiger Zellen hervortritt. Diese innere, saftige Epithelschichte bildet gegen das darunter liegende Bindegewebe fingerförmige, hie und da sich verästelnde Fortsätze (Taf III, Fig. 5). Diese Fortsätze sind in dem frei liegenden Penisteile mächtiger ausgeprägt, als in dem an die Kloakenwand befestigten, wo das äußere Epithel nicht so stark entwickelt ist. An der Stelle, wo das Glied an die Kloakenwand befestigt ist, geht das die Kloakenwand auskleidende, mehrschichtige Epithel auf das erwähnte Begattungsorgan über.

Das unter dem Epithel des Gliedes sich befindende, etwas lockere Bindegewebe besteht aus zahlreichen Faserbündeln, die größtenteils zirkulär verlaufen. Zwischen den Bindegewebsfasern befinden sich hie und da bald größere, bald kleinere lymphatische Räume, einige größere Blutgefäße und eine spärliche Anzahl glatter Muskelfasern, von denen manche einzeln verlaufen, manche dagegen größere oder kleinere Bündel bilden. Unter dieser mehr lockeren Bindegewebsschichte tritt eine andere straffe zum Vorschein, die schon bis zum Epithel des Kanallumens reicht. Sie besteht aus zirkulär verlaufenden Bindegewebsbündeln und ziemlich vielen zarten, elastischen Fasern. In dieser Bindegewebsschichte finden wir weder Muskelfasern, noch größere Blutgefäße.

Das das Kanallumen auskleidende, mehrschichtige Epithel besteht aus vier bis fünf Zellschichten, von denen die tiefste aus zylinderförmigen, die mehr oberflächliche dagegen aus kubischen Zellen besteht.

III. Unterschiede im Bau des männlichen Begattungsorganes beim Schwan und Kriechentrich im Vergleich mit denjenigen des Enterichs und Gänserichs.

Der Bau des männlichen Begattungsorganes des Schwanes stimmt im Prinzip mit dem Bau desselben Organes beim Enterich und Gänserich überein. Wir finden hier aber gewisse Unterschiede, welche eine besondere Beachtung verdienen. — Das männliche Begattungsorgan des Schwanes ist nämlich viel kleiner als beim Enterich und etwas kleiner als beim Gänserich. Es unterscheidet sich prinzipiell von diesem dadurch, daß es keine äußere Samenrinne, sowie keine inneren, quer verlaufenden, fibrösen Plättchen im Kanallumen besitzt und daß wir beim Schwan an der Stelle, wo das Glied an der äu-

ßen Kloakenöffnung befestigt ist, jene großen Bindegewebsanhäufung nicht vorfinden, die ich beim Enterich und Gänserich als Bindegewebspolster beschrieben habe. Noch größere Unterschiede weist der histologische Bau auf. Während beim Enterich und Gänserich die tiefere Bindegewebschichte an der ventralen Seite fast gänzlich in das *Corpus fibrosum* übergeht, trägt beim Schwan nur ein Teil dieser Bindegewebschichte zur Bildung des fibrösen Körpers bei, der Rest dagegen bildet die zwei oben beschriebenen flügelförmigen, mit einem mehrschichtigen Epithel überzogenen Fortsätze, welche bei anderen Entenvögeln vollständig fehlen. Auch im Kanalbau finden wir manche ziemlich bedeutende Unterschiede. Das Kanallumen des fibrösen Penisteiles ist im Querschnitt bald mehr, bald weniger verzweigt. Beim Enterich und Gänserich dagegen ist das Kanallumen beinahe auf der ganzen Fläche des fibrösen Penisteiles von gleicher Größe und zeigt keine solchen Verzweigungen. Wir finden weiter beim Enterich und Gänserich auch keine fingerförmigen Fortsätze des den Kanal auskleidenden Epithels in das darunter liegende Bindegewebe. Der Kanal des drüsigen Teiles weist nur auf einer geringen Strecke einen mit dem Kanalbau dieses Gliedabschnittes beim Enterich und Gänserich identischen Bau, jedoch im weiteren Abschnitte teilt er sich biskuitförmig, wobei die eine Abteilung dieses Biskuits von einem drüsigen Epithel bedeckt ist, die andere dagegen von einem mehrschichtigen, etwas verhornten, welches in weiterer Fortsetzung in das Epithel des Kanals der fibrösen Penisabteilung übergeht. Beim Enterich und Gänserich dagegen besitzt der Kanal des drüsigen Penisteiles beinahe auf der ganzen Strecke denselben Bau. Es ist noch ein wichtiges Moment zu berücksichtigen, und zwar sehen wir beim Enterich und Gänserich keine so starken papillenartigen Bindegewebsinwüchse in das Kanalepithel wie beim Schwan.

Das männliche Begattungsorgan eines Kriechenterichs unterscheidet sich von dem Begattungsorgane anderer Entenvögel vielfach sowohl durch anatomisch-topographische, wie auch durch histologische Verhältnisse. Es ist klein, im Vergleich mit dem des Enterichs fast rudimentär und liegt in der Kloake ganz frei, mit Ausnahme eines nur kleinen Teiles, welcher an die Kloakenwand befestigt ist. Beim Enterich, Gänserich und Schwan ist nur ein kleiner Teil des männlichen Gliedes frei und ausstülpbar, der Rest dagegen mit der Kloakenwand verwachsen. Der sehr primitive hi-

stologische Bau erinnert im allgemeinen an den fibrösen Penistheil eines Enterichs und Gänserichs. Es fehlt gänzlich der drüsige Teil und darin eben besteht der eigentliche prinzipielle Unterschied. Das äußere Epithel mit seinen fingerförmigen Fortsätzen hat einen mit dem äußeren Epithel des männlichen Gliedes anderer Entenvögel identischen Bau. Das unter dem Epithel befindliche Bindegewebe ist im Vergleich mit dem des Enterichs und Gänserichs schwächer entwickelt und besitzt keine lymphatischen Räume und nur spärliche Blutgefäße. Das Bindegewebe bildet keine bedeutendere lokale Verdickung, welche mit dem fibrösen Körper mindestens verglichen werden könnte. Das Kanallumen zeigt in der ganzen Lage des Organes fast dieselbe Ausbildung, und zwar ist es auf den Querschnitten rundlich-oval und bildet keine lateralen Verzweigungen. Das das Kanallumen auskleidende Epithel unterscheidet sich ebenfalls, wie wir gesehen haben, vom Kanalepithel des männlichen Begattungsorganes eines Enterichs und Gänserichs. Ein prinzipieller Unterschied besteht ferner darin, daß sich hier überhaupt keine follikulären Lymphzellenanhäufungen vorfinden, wie sie so stark beim Enterich, Gänserich wie auch beim Schwan entwickelt sind.

Meine Untersuchungen erstreckten sich auch auf andere Vögel (Reiher, Sperling, Taube, Schleiereule). Bei allen diesen Vögeln fand ich nicht nur kein besonderes Begattungsorgan, sondern auch nicht die geringsten Veränderungen an der Kloakenwand, die man als ein rudimentäres Glied betrachten könnte, wie wir es in unserer ersten Arbeit bei den Hühnervögeln beschrieben haben. Wir sind deshalb berechtigt zu behaupten, daß die erwähnten Vögel kein besonderes Begattungsorgan besitzen, und wir haben Grund anzunehmen, daß vielleicht bei diesen Vögeln ein Teil des männlichen Begattungsorganes, und zwar der drüsige, gewissermaßen physiologisch durch den sehr stark entwickelten Drüsenbau des Fabriciusbeutels vertreten wird.

Es ist mir noch ein Herzensbedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Józef Nusbaum, für die wissenschaftliche Leitung und die Unterstützung bei der Beschaffung des kostbaren Materials meinen tiefgefühlten und innigsten Dank an dieser

Stelle auszusprechen. — Ferner statue ich meinem Kollegen, Herrn E. Schechtel für die liebenswürdige Zusendung einiger Exemplare eines Kriechenterichs meinen verbindlichsten Dank ab.

Zoologisches Institut der Universität in Lemberg.

Erklärung der Tafel III.

Die Abbildungen stellen mikrophotographische Aufnahmen der Querschnitte dar.

Fig. 1. Querschnitt durch das innere Epithel aus der Übergangsgegend des drüsigen Abschnittes des Penis in den fibrösen beim Schwan (zirka 300-fach vergrößert).

Fig. 2. Querschnitt durch den Kanal des drüsigen Penisteiles eines Schwanes (zirka 37-fach vergrößert).

Fig. 3. Querschnitt durch einen Teil des Kanalepithels des fibrösen Penisteiles eines Schwanes (zirka 300-fach vergrößert).

Fig. 4. Querschnitt durch den mittleren Abschnitt des Penisschlauches eines Schwanes (zirka 15-fach vergrößert).

F. — Fibröser Teil.

D. — Drüsenteil.

r. F. — Rechter Bindegewebsfortsatz. *l. F.* — Linker Bindegewebsfortsatz.

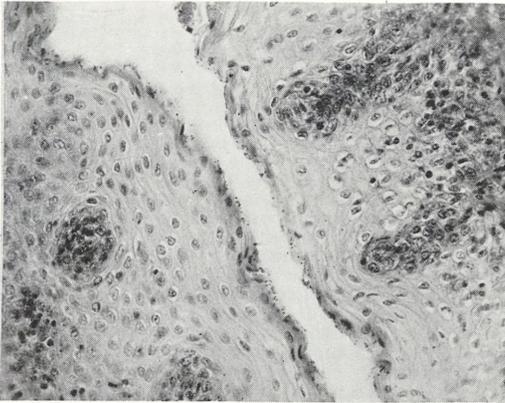
f. K. — Fibröser Körper.

Fig. 5. Querschnitt durch das männliche Begattungsorgan eines Kriechenterichs (zirka 37-fach vergrößert).

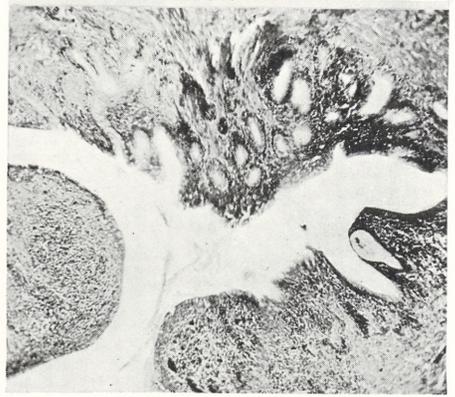
Fig. 6. Querschnitt durch das vielfach verzweigte Kanallumen des fibrösen Penisteiles beim Schwan (zirka 15-fach vergrößert).

f. K. — Der Kanal des fibrösen Abschnittes.

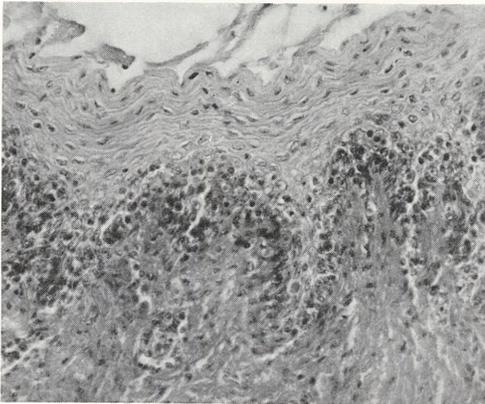
d. K. — Der noch etwas sichtbare Kanal des drüsigen Abschnittes.



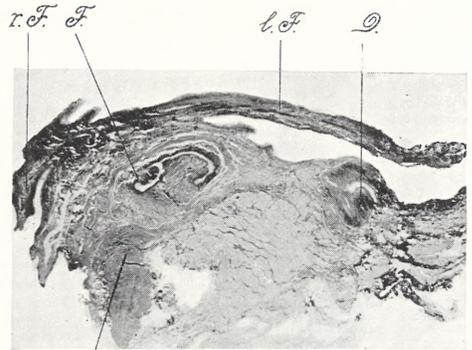
1



2

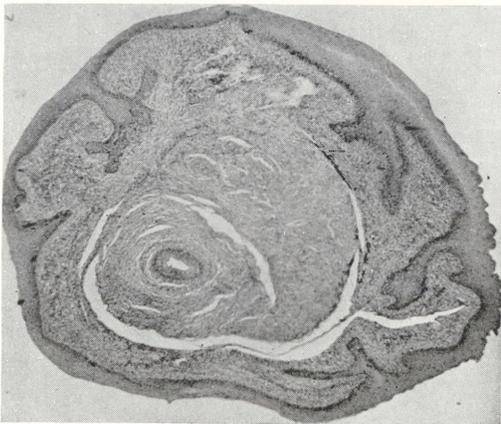


3

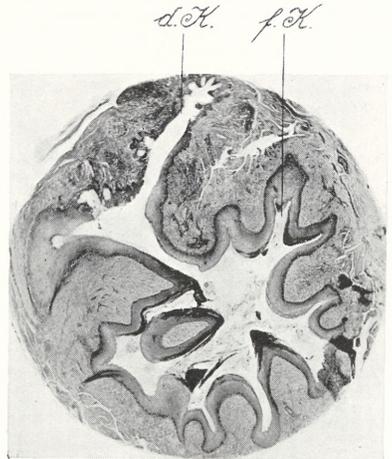


4

f.H.



5



6

A. Trawiński.

Wahania w ilości różnych związków fosforowych w nasionach roślinnych w zależności od warunków wegetacji. — Schwankungen in dem Gehalte der Pflanzensamen an einzelnen Phosphorsäureverbindungen in ihrer Abhängigkeit von Vegetationsbedingungen.

Mémoire

de M^{lle} **S. LEWONIEWSKA,**

présenté par M. E. Godlewski m. t. dans la séance du 6 Février 1911.

Der Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt der Samen ist bekanntlich auch bei einer und derselben Pflanzenart nicht konstant, sondern schwankt oft je nach den Vegetationsbedingungen in weiten Grenzen. Gewöhnlich steigt und fällt der Phosphorsäuregehalt der Samen annähernd parallel mit ihrem Stickstoffgehalte, doch geht dieser Parallelismus durchaus nicht so weit, daß das Verhältnis $\frac{P_2O_5}{N}$ ein konstantes wäre. Im Gegenteil, die Schwankung dieses Verhältnisses ist auch eine recht bedeutende. Die chemische Beschaffenheit des Bodens, dessen Wassergehalt während der Vegetation und das Klima bilden die Faktoren, welche das Verhältnis $\frac{P_2O_5}{N}$ in den Samen einer betreffenden Pflanzenart beeinflussen.

Bei gleichen meteorologischen und klimatischen Verhältnissen und bei normaler Feuchtigkeit des Bodens läßt sich eine deutliche Abhängigkeit des Verhältnisses $\frac{P_2O_5}{N}$ in den Samen von dem Gehalte des Bodens an assimilierbaren Nährstoffbestandteilen und vor allem an assimilierbarem Stickstoff und solcher Phosphorsäure so deutlich beobachten, daß man aus diesem Verhältnisse oft mit allergrößter Wahrscheinlichkeit darauf schließen kann, ob in dem betreffenden Boden Stickstoff oder Phosphorsäure in assimilierbarer Form reichlicher den Pflanzen zu Gebote stehen.

Bekanntlich hat besonders Atterberg auf Grund seiner zahlreichen Analysen der Haferkörner aus verschiedenen Gegenden Schwedens, so wie auch auf Grund besonderer Vegetationsversuche die Behauptung aufgestellt, daß bei normaler Ernährung das Verhältnis $P_2O_5 : N = 100 : 50$ ist. Wird dieses Verhältnis bedeutend über die Norm hinaus erweitert, z. B. $100 : 35$, $100 : 30$, $100 : 25$ u. s. w., so ist auf Mangel an assimilierbarer Phosphorsäure zu schließen; ist es aber enger z. B. $100 : 60$, $100 : 65$, $100 : 70$ u. s. w., so darf man annehmen, daß die assimilierbare Phosphorsäure im Verhältnisse zum assimilierbaren Stickstoff im Überschusse in dem betreffenden Boden vorhanden ist.

Ähnliche Haferkornanalysen wie Atterberg in Schweden hat Stahl-Schröder¹⁾ in Rußland ausgeführt und dabei festgestellt, daß das Verhältnis $\frac{P_2O_5}{N}$ in den Haferkörnern nicht nur von der Beschaffenheit des Bodens und der Düngung, sondern auch vom Klima abhängig ist. In Kurland wurde dieses Verhältnis zu $100 : 50$, also ein ähnliches wie von Atterberg in Schweden gefunden, dagegen erweiterte es sich in Woronež bis zu $100 : 39$ und am Don bis zu $100 : 33$.

Die von Prof. Jentys²⁾ angegebenen, vom Personal der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Krakau ausgeführten Analysen von Haferkörnern aus verschiedenen Ortschaften Westgaliziens zeigen, daß der Stickstoffgehalt zwischen 1.64% und 2.49% , der Phosphorsäuregehalt zwischen 0.60% und 1.01% und endlich das Verhältnis $\frac{P_2O_5}{N}$ zwischen $100 : 26$ und $100 : 56$ schwankt.

Bei diesen außerordentlich großen Schwankungen sowohl des Stickstoff- und des Phosphorsäuregehaltes an und für sich, wie auch ihres gegenseitigen Verhältnisses $\left(\frac{P_2O_5}{N}\right)$ drängt sich die Frage auf, inwieweit sich diese Schwankungen auf verschiedene Stickstoff-, respekt. auf verschiedene Phosphorsäureverbindungen beziehen.

Die Stickstoffverbindungen der Samen bestehen der Hauptmenge nach (etwa 84% bis 90% des Gesamtstickstoffs) aus Proteinverbindungen, hier sind also keine großen Unterschiede in bezug auf

¹⁾ Stahl-Schröder, Journal für Landwirtschaft, 1904.

²⁾ Jentys, Roczniki nauk rolniczych. Tom IV, 1909, S. 451 u. 492.

die Verteilung des Stickstoffs auf die einzelnen Verbindungen zu erwarten. Anders liegen die Verhältnisse bei den Phosphorsäureverbindungen: Neben Phosphor, welcher in den s. g. Nukleoproteiden enthalten und also an die Proteinstoffe gebunden ist, finden wir in den Samen noch Phosphor in Lezithinen, in dem s. g. Phytin und auch noch einfach in Form von anorganischen Phosphaten. Es ist demnach von Interesse zu untersuchen, welche von diesen Phosphorverbindungen den größten Schwankungen unter dem Einfluß der Ernährungsbedingungen und anderer Vegetationsbedingungen der Pflanzen unterliegen.

In der Literatur sind mir nur zwei Angaben bekannt, welche sich auf die hier aufgestellte Frage beziehen. Die eine stammt aus unserem Agrikulturchemischen Laboratorium: eine gelegentliche Beobachtung von Staniszkis, der bei seinen Untersuchungen über den Umsatz der Phosphorsäure bei der Vegetation der Hirse ¹⁾ fand, daß der Phosphorsäuregehalt der von ihm geernteten Samen ein bedeutend höherer war, als in denjenigen Samen, welche zur Aussaat gedient hatten. Die geernteten Samen enthielten nämlich 0·824% Phosphorsäure, dagegen die ausgesäten nur 0·519%. Nun war aber die Verteilung der Phosphorsäure auf verschiedene Verbindungen folgende:

	in ausgesäten Samen	in geernteten Samen
P ₂ O ₅ an Eiweißstoffe gebunden	0·318%	0·299%
" " Lezithine	0·019 "	0·016 "
" " Phytin	0·126 "	0·380 "
P ₂ O ₅ der anorganischen Phosphate	0·036 "	0·084 "

Bedeutende Unterschiede wurden also nur in dem Gehalt der Samen an Phytin und in kleinerem Maße auch an anorganischen Phosphaten gefunden. Der Gehalt der geernteten Samen an Phosphorsäure der Proteinstoffe und der Lezithine ist nahezu derselbe wie in den ausgesäten geblieben.

Die zweite Angabe über die uns beschäftigende Frage stammt von Parrozzani ²⁾. Dieser untersuchte Maiskörner, welche aus mit verschiedenen Mengen Phosphor gedüngten Bodenparzellen geerntet

¹⁾ Staniszkis, Beiträge zur Kenntnis des Umsatzes von P₂O₅ im Pflanzenorganismus. Bull. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie 1909, S. 95.

²⁾ Parrozzani, nach dem Referate im Zentralblatt für Agrikulturchemie, 1909, S. 612.

wurden. Bei der Analyse wurden Gesamtphosphorsäure, Phosphorsäure des Lecithins, des Phytins und der Proteinstoffe bestimmt. Parrozzani fand, daß mit steigenden Mengen der Phosphordüngung der Gehalt der Maiskörner an Gesamtphosphorsäure regelmäßig stieg, und zwar von 0.698% (ohne Düngung) bis auf 1.344% (bei stärkster Düngung). Diese Steigerung ließ sich namentlich an dem Gehalte der Phytinphosphorsäure verfolgen (von 0.368% auf 1.07%), dagegen nur sehr wenig an dem Gehalte der Samen an Nukleinphosphorsäure, welcher nur zwischen 0.14% und 0.16% schwankte.

Nach diesen beiden Angaben scheint es, als ob die außerordentlich starke Schwankung des Phosphorsäuregehaltes der Samen einer bestimmten Pflanze je nach den Ernährungsbedingungen derselben nicht oder nur in sehr geringem Grade auf verschiedenen Gehalt dieser Samen an Phosphorsäure der Nukleinverbindungen zurückzuführen wäre, sondern vielmehr darauf, daß die im Überschuß der Pflanze zu Gebote stehende Phosphorsäure als Phytin oder vielleicht auch als anorganische Phosphate in den Samen aufgespeichert werde.

In Anbetracht dessen, daß, wie oben erwähnt, sehr zahlreiche Analysen von Haferkörnern in bezug auf Gesamtstickstoff und Gesamtphosphorsäure vorliegen und daß dieselben vielfach zur Charakterisierung der Vegetationsbedingungen und besonders des Gehaltes des Bodens an assimilierbarem Nährstoffe verwendet wurden, schien es von besonderem Interesse zu sein, eben an diesem Material die Verteilung der Phosphorsäure an ihre einzelnen Verbindungen bei den Körnern verschiedener Herkunft zu untersuchen.

Aus diesem Grunde habe ich auf Veranlassung des Herrn Prof. Godlewski im Agrikulturchemischen Laboratorium der Jagellonischen Universität solche Untersuchungen an einigen Proben von Haferkörnern ausgeführt und teile die Resultate hier mit.

Als Material dienten mir Proben, welche mir der Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Krakau, Herr Prof. Jentys freundlich zur Verfügung stellte. Diese stammten aus den Versuchen, welche von der Versuchsanstalt zur Feststellung des relativen Wertes verschiedener Hafervarietäten für die Böden und das Klima verschiedener Ortschaften Westgaliziens unternommen worden waren. Der Stickstoffgehalt der mir zur Disposition gestellten Proben schwankte nach den Analysen des Personals der Versuchsanstalt zwischen 1.74% und 2.26%, der Phosphorsäuregehalt zwischen

0.54% und 1.02% der Trockensubstanz der Samen. Das Verhältnis $\frac{P_2O_5}{N}$ bewegte sich zwischen 100:29.1 und 100:51.

In diesen Proben habe ich neben dem Gesamtstickstoff und der Gesamtphosphorsäure folgendes bestimmt: Eiweißstickstoff, Phosphorsäure der Lezithine, anorganische Phosphorsäure, Phytinphosphorsäure und an Eiweißstoffe gebundene Phosphorsäure.

Der Gang der Analyse war folgender: 10 g fein gemahlene Hafersamen wurden in einer Extraktionshülse getrocknet und im Soxhlet'schen Apparate 24 Stunden lang mit Äther extrahiert. Die Extraktionshülse wurde dann samt ihrem Inhalte zweimal je eine Stunde lang mit Alkohol ausgekocht, der Alkohol extrakt mit dem Rückstande des Ätherextraktes vereinigt, der Alkohol abdestilliert und der Gesamtrückstand nach Neumann mit Schwefelsäure und Salpetersäure verbrannt. In der nach der Verbrennung erhaltenen Lösung bestimmte ich die Phosphorsäure nach der Riegler'schen Methode. Es war Lezithinphosphorsäure.

Das extrahierte Samenmehl wurde jetzt getrocknet und in einem Kjeldahl'schen Verbrennungskolben mit 250 ccm 1%-iger Essigsäure drei Stunden lang unter öfterem Schütteln digeriert. Durch 1%-ige Essigsäure werden Phytin und anorganische Phosphate gelöst, während die an Eiweißstoffe gebundene Phosphorsäure in dem unlöslichen Rückstande verbleibt. Von dem abfiltrierten Essigsäureauszuge diente eine Portion von 100 ccm zur Bestimmung der anorganischen Phosphorsäure. Dieselbe wurde direkt mit molybdän-saurem Ammon gefällt und nach der Riegler'schen Methode bestimmt. Die andere Portion von 100 ccm wurde nach Ansäuerung mit Schwefelsäure in einem Verbrennungskolben eingedampft, nach Neumann verbrannt und ihre Gesamtphosphorsäure (d. h. anorganische Phosphorsäure + Phytin) bestimmt. Durch Abziehen der organischen Phosphorsäure von der Gesamtphosphorsäure des Essigsäureauszuges erhielt man die Menge der Phytinphosphorsäure. Der ungelöste Rückstand samt den restierenden 50 ccm des Essigsäureauszuges wurde auch nach Neumann verbrannt und dann die Phosphorsäure bestimmt. Die darin ermittelte Phosphorsäuremenge ergab nach Abzug der auf 50 ccm Essigsäureauszug entfallenden die Menge der an Eiweißstoffe gebundenen Phosphorsäure.

Zur Kontrolle wurde immer noch in einer besonderen Probe des Hafermehls die Gesamtphosphorsäure bestimmt. Zu diesem Zwecke

wurden 5 g Mehl nach Neumann verbrannt und die Phosphorsäure darin bestimmt. Nur solche Resultate, bei welchen die Summe einzelner Bestimmungen von der besonders bestimmten Gesamtphosphorsäure höchstens um 0·05%, abwich, wurden als ausreichend genau angesehen; war die Differenz größer, so wurde die Analyse wiederholt.

Was den Stickstoff anbetrifft, so wurde neben dem Gesamtstickstoff auch noch Eiweißstickstoff nach Stutzer bestimmt.

Die Resultate der Analysen stelle ich in folgender Tabelle im Prozentgehalt der Trockensubstanz der Samen zusammen. (Sieh Tab. I Seite 91).

Vergleichen wir die Zahlen dieser Tabelle, so sehen wir zunächst, was schon Prof. Jentys betont hat, daß die Schwankungen in dem Gehalte der Samen an Stickstoff und an Phosphorsäure fast ausschließlich durch Vegetationsbedingungen und nicht durch die Varietät des Hafers bestimmt werden. Die Körner einer und derselben in verschiedenen Ortschaften kultivierten Varietät haben einen recht verschiedenen Phosphorsäuregehalt, z. B. Probsteiner aus Brúník enthielt 0·562%, aus Mogilany 0·782% P_2O_5 ; dagegen zwei verschiedene in Okocim kultivierte Varietäten Heitling und Ligowo enthielten fast gleiche Phosphorsäuremengen, nämlich 0·957% und 0·937%.

Der Gehalt der Samen an Phosphorsäure, welche an Eiweißstoffe gebunden ist, variiert nur wenig, so daß die bedeutenden Schwankungen in dem Gesamtgehalte der Samen an Phosphorsäure vorzugsweise durch den verschiedenen Gehalt derselben an anorganischen Phosphaten und an Phytin bedingt werden.

So zeigt unsere Tabelle, daß der geringste Gehalt der untersuchten Haferproben an Phosphorsäure der Eiweißstoffe 0·457%, der höchste 0·581% beträgt, so daß die Schwankungen sich nur in einer Grenze von 0·13% bewegen; dagegen schwanken die Phosphorsäuremengen der in 1%-iger Essigsäure löslichen Verbindungen (anorganische + Phytinphosphorsäure) zwischen 0·12% und 0·345%, also innerhalb einer Grenze von 0·225%. Diese starken Schwankungen beziehen sich sowohl auf die Phosphorsäure der anorganischen Phosphate wie auch auf die des Phytins. Anorganische Phosphorsäure schwankte zwischen 0·072% und 0·212%, also innerhalb einer Grenze von 0·14%, Phosphorsäure des Phytins zwischen 0·049% und 0·181%, also innerhalb einer Grenze von 0·132%.

TABELLE I.

Varietät, Herkunft der Hafersamen und Düngungsart	P ₂ O ₅ in % der Trockensubstanz					N in % der Trockensubstanz		
	Gesamtmenge nach un- mittelbarer Bestimmung	in den Lezithinen	in anorganischen Phos- phaten	in Phytin	in den Eiweißstoffen	Gesamtmenge nach der Summierung der Einzel- bestimmungen	Gesamtstickstoff	Eiweißstickstoff
Probsteiner aus Mogilany. Düng.: Chilisalpeter.	0.764	0.034	$\frac{0.102}{0.234}$ 0.132		0.466	0.734	1.767	1.480
dtto Düng.: keine.	0.782	0.029	$\frac{0.102}{0.195}$ 0.093		0.517	0.741	1.847	1.594
Probsteiner aus Bruśnik. Düng.: keine.	0.562	0.022	$\frac{0.072}{0.121}$ 0.049		0.457	0.600	1.732 ¹⁾	—
Probsteiner aus Graboszyce. Düng.: keine.	0.644	0.023	$\frac{0.107}{0.175}$ 0.068		0.461	0.659	1.777	1.562
Heitling aus Okocim. Düng.: Chilisalpeter.	0.935	0.028	$\frac{0.202}{0.361}$ 0.159		0.581	0.970	1.907	1.677
dtto Düng.: keine.	0.957	0.020	$\frac{0.203}{0.384}$ 0.181		0.580	0.984	1.916	1.641
Ligowo aus Okocim. Düng.: keine.	0.937	0.023	$\frac{0.212}{0.342}$ 0.130		0.512	0.877	1.910	1.694
Goldregen aus Staszkówka. Düng.: keine.	0.704	0.031	$\frac{0.066}{0.125}$ 0.059		0.504	0.660	2.217	1.921
Einheimische Varietät aus Chorzelów. Düng.: keine.	0.774	0.037	$\frac{0.110}{0.182}$ 0.072		0.572	0.791	2.061	1.835
Marczak aus Raba Wyżna. Düng.: keine.	0.723	0.026	$\frac{0.083}{0.135}$ 0.052		0.552	0.713	2.045	1.834

¹⁾ Diese Zahl stammt aus der Publikation des Prof. Jentys, da eigene Analyse für Stickstoff wegen Mangel an Material nicht unternommen werden konnte.

Die Unterschiede in den Schwankungen im Gehalte der Samen an einzelnen Phosphorsäureverbindungen treten in ein noch helleres Licht, wenn wir den Gehalt an jeder Phosphorsäureverbindung bei der an Phosphorsäure ärmsten Haferprobe = 100 setzen und darnach die Verhältniszahlen für den Gehalt an diesen Verbindungen in anderen Proben berechnen. Die so ermittelten Zahlen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

TABELLE II.

Varietät, Herkunft, Düngung	Gesamt- P_2O_5	P_2O_5 des Lezithins	P_2O_5 , anorganisch	P_2O_5 des Phytins	P_2O_5 , anorganisch + des Phytins	P_2O_5 der Eiweißstoffe
Probsteiner aus Bruśnik. —	100	100	100	100	100	100
Probsteiner aus Mogilany. Chilisalpeter.	136	154	142	269	193	102
dto ohne Chilisalpeter.	139	132	142	190	161	113
Probsteiner aus Graboszyce. —	115	104	149	139	145	101
Heitling aus Okocim. Chilisalpeter.	166	127	281	324	298	127
dto —	170	91	282	369	317	127
Ligowo aus Okocim. —	167	104	294	265	283	112
Goldregen aus Staszówka.	125	141	92	120	103	110
Einheimische Varietät aus Chorzelów. —	137	168	153	147	151	125
Marczak aus Raba Wyżna.	129	118	115	106	112	121

Aus den Zahlen dieser Tabelle ist deutlich zu ersehen, daß der Gehalt der Hafersamen an Phosphorsäure, welche an Proteinstoffe und auch an Lezithine gebunden ist, nur wenig je nach der Herkunft der Samen variiert, daß aber die Mengen der anorganischen Phosphorsäure und noch mehr die des Phytins je nach den Ernährungsbedingungen der Pflanze so stark schwanken, daß sie bei reicher Ernährung mit Phosphorsäure zwei, drei oder noch mehr-

mal größer werden kann, als wenn die Pflanze mehr oder weniger nach Phosphorsäure hungert. Daraus folgt, daß bei spärlicher Ernährung mit Phosphorsäure die Haferpflanze dieselbe bei der Reifung der Samen vorzugsweise für die Bildung der Nukleoverbindungen verwertet; nur dann, wenn die Phosphorsäure der Pflanze reichlich zu Gebote steht, wird sie in größerer Menge in Form von Phytin und anorganischen Phosphaten aufgespeichert.

In bezug auf Stickstoffverbindungen der Haferkörner sehen wir aus Tabelle I, daß auch hier ziemlich bedeutende Schwankungen stattfinden. Der Gehalt an Gesamtstickstoff schwankte zwischen 1·767% und 2·217% der Trockensubstanz der Samen.

Im Gegensatz zu den Phosphorsäureverbindungen beziehen sich aber diese Schwankungen vorzugsweise auf den Eiweißstickstoff und viel weniger auf den Stickstoff der nichtproteinartigen Verbindungen.

Setzen wir die Stickstoffmengen des Gesamtstickstoffs, des Proteinstickstoffs und des Nichtproteinstickstoffs der stickstoffärmsten Samenprobe = 100, so ergeben sich für die Mengen der einzelnen Stickstoffformen anderer Samen folgende Zahlen.

TABELLE III.

Varietät, Herkunft der Samen und Düngung	Gesamt- stickstoff	Protein- stickstoff	Nichtprotein- stickstoff
Probsteiner aus Mogilany, mit Salpeter gedüngt.	100	100	100
dto ohne Salpeterdüngung.	104·5	107·7	90·1
Probsteiner aus Graboszyce.	100·5	105·5	76·6
Heitling aus Okocim, mit Salpeterdüngung.	107·9	113·3	81·9
Heitling aus Okocim, ohne Salpeterdüngung.	108·4	110·9	98·0
Ligowo aus Okocim.	108·1	114·4	77·0
Goldregen aus Staszówka.	125·5	129·8	105·4
Hafer aus Chorzelów.	116·6	124·0	80·9
Marczak aus Raba Wyżna.	115·7	123·9	75·2

Aus diesen Zahlen ersieht man deutlich, daß ein größerer Gehalt der Hafersamen an Gesamtstickstoff durch die größere Menge des Eiweißstickstoffs bedingt wird. Der Gehalt an Nichtproteinstickstoff schwankt weniger und ziemlich unabhängig von dem Gehalte an Gesamtstickstoff, so daß es oft vorkommt, daß bei einem größeren Gehalte der Samen an Gesamtstickstoff ein kleinerer an Nichtproteinstickstoff zu beobachten ist. Ob und inwieweit diese Erscheinung durch Ernährungsbedingungen der Pflanze oder aber vielleicht durch den Grad der Reife der Samen, in welchem sie geerntet wurden, bedingt war, kann ich nicht entscheiden.

Wie schon oben erwähnt wurde, ist nicht nur der Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt der Hafersamen, sondern auch ihr gegenseitiges Verhältnis je nach den Ernährungsbedingungen verschieden. Da nun die Schwankungen im Stickstoffgehalte fast ausschließlich durch die Menge des Proteinstickstoffs, die Schwankungen im Phosphorsäuregehalt aber vorzugsweise durch die Menge der anorganischen Phosphate und der Phytins bedingt werden, so wollen wir noch die betreffenden Verhältniszahlen und außerdem die der Tabelle I entnommenen Mengen der Phosphorsäure der in 1%-iger Essigsäure löslichen Verbindungen (anorganische Phosphate und Phytin) zusammenstellen.

Die Proben sind in dieser Tabelle nach ihrer absteigenden Größe des Verhältnisses Gesamtphosphorsäure \times 100 : Gesamtstickstoff geordnet. (Sich Tab. IV Seite 95).

Aus den Zahlen dieser Tabelle ist deutlich zu ersehen, daß das Verhältnis der Proteinphosphorsäure zum Gesamtstickstoff so wie der Proteinphosphorsäure zum Proteinstickstoff fast konstant bleibt, das erstere weicht von 100 : 27, das letztere von 100 : 30 meistens nur sehr wenig ab. Für 10 analysierte Haferproben fanden wir in 2 Fällen das erste Verhältnis etwas enger (100 : 30), in einem Falle etwas weiter (100 : 23). Auch das zweite Verhältnis ist in 2 Fällen enger als das meist übliche (100 : 35) und in einem Falle weiter (100 : 26).

Eine sehr starke Schwankung zeigt dagegen das Verhältnis von Gesamtphosphorsäure zum Gesamtstickstoff und ebenso auch das Verhältnis von Phosphorsäure der in 1%-iger Essigsäure löslichen Verbindungen zum Gesamtstickstoff. Das erstere schwankt, wie wir aus der Tabelle ersehen, zwischen 100 : 50 und 100 : 32, das letztere zwischen 100 : 20 und 100 : 6. Es ist daraus ersichtlich, daß das

TABELLE IV.

Varietät, Herkunft der Samen, Düngung	$\frac{\text{Gesamt-P}_2\text{O}_5 \times 100}{\text{Gesamt-N}}$	$\frac{\text{Protein-P}_2\text{O}_5 \times 100}{\text{Gesamt-N}}$	$\frac{\text{P}_2\text{O}_5, \text{ anorganisch} + \text{P}_2\text{O}_5 \text{ des Phytins} \times 100}{\text{Gesamt-N}}$	$\frac{\text{Protein-P}_2\text{O}_5 \times 100}{\text{Protein-N}}$	P_2O_5 der in 1 ^o /iger Essigsäure lösl. Verb. in % der Trockensubstanz d. Samen
Heitling aus Okocim, ohne Salpeterdüngung.	49.98	30.26	17.88	35.32	0.384
Ligowo aus Okocim, ohne Salpeterdüngung.	49.06	26.83	17.90	30.23	0.342
Heitling aus Okocim, Chilisalpeterdüngung.	49.03	30.49	20.04	34.68	0.361
Probsteiner aus Mogilany, Chilisalpeterdüngung.	43.24	26.20	13.24	31.25	0.234
dto ohne Salpeterdüngung.	42.32	27.98	10.56	32.42	0.195
Einheimische Varietät aus Chorzelów.	37.55	27.74	8.83	31.16	0.182
Probsteiner aus Graboszyce.	36.42	26.05	9.85	29.52	0.175
Marczak aus Raba Wyżna.	35.35	26.99	6.60	30.03	0.135
Probsteiner aus Bruśnik.	32.47	26.38	6.98	—	0.121
Goldregen aus Staszakówka.	31.75	22.72	5.64	26.22	0.125

Verhältnis $\frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{N}}$ in den Haferkörnern fast ausschließlich durch verschiedenen Gehalt dieser Samen an anorganischer Phosphorsäure und an Phytin im Verhältnisse zum Gehalte an Gesamtstickstoff bedingt wird.

Sehr lehrreich ist der Vergleich der Zahlen der ersten und der letzten Kolonne der obigen Tabelle, d. h. derjenigen Zahlen, welche einerseits das Verhältnis $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{N}$, anderseits den %-Gehalt der Trockensubstanz der Samen an anorganischer und an Phytinphosphorsäure bezeichnen. Wir sehen, daß mit großer Regelmäßigkeit parallel mit dem Sinken der Zahlen der ersten Kolonne auch die der letzten sinken. Es ist kaum daran zu zweifeln, daß sowohl das

fortschreitend weiter werdende Verhältnis $\frac{P_2O_5}{N}$ wie der sinkende Gehalt der Samen an anorganischer Phosphorsäure und an Phytin durch fortschreitend kargere Ernährung der Haferpflanze mit Phosphorsäure bedingt wurde.

Es ist demnach höchst wahrscheinlich, daß man durch die bloße Bestimmung der Menge der in den Hafersamen enthaltenen, in 10%-iger Essigsäure löslichen Phosphorsäure (P_2O_5 der anorganischen Phosphate + P_2O_5 des Phytins) den Gehalt des Bodens an assimilierbarer Phosphorsäure ebensogut oder vielleicht noch besser beurteilen kann, als nach der vielfach dazu benutzten Bestimmung des Verhältnisses $\frac{P_2O_5}{N}$ in denselben Samen.

Restytucya całego przewodu pokarmowego przez komórki wędrujące pochodzenia mezodermalnego u Lineus lacteus (Grube). — Die Restitution des ganzen Darmkanals durch Wanderzellen mesodermalen Ursprungs bei Lineus lacteus (Grube).

Note

de MM. **JÓZEF NUSBAUM** m. c. et **MIECZYŚLAW OXNER**,
présentée par M. J. Nusbaum dans la séance du 6 Février 1911.

In unseren „Studien über die Regeneration der Nemertinen Teil I bis III“¹⁾ haben wir nachgewiesen, daß bei der Nemertine *Lineus ruber* (Müll.) ein Kopffragment, welches infolge eines Querschnittes des Wurmes zwischen den Cerebralorganen und der Mundöffnung entstanden ist und somit keine Spur eines Darmkanals enthält, diesen Kanal dennoch vollkommen regeneriert.

Der Darm regeneriert dabei in der größten Mehrzahl der Fälle aus der Rhynchocöломwand unter tiefgreifender Mitwirkung von zahlreichen Wanderzellen parenchymatischen Ursprunges, die mit Reservestoffpartikelchen beladen, beim Aufbau des neuen Darmes zugrunde gehen. Nur in seltenen Fällen entsteht die neue Darmwand aus den Wanderzellen selbst, welche eine vom Rhynchocöлом unabhängige Anhäufung im Körperparenchym bilden. Eine solche Bildung des neuen Darmes finden wir aber immer bei der Restitution des Kopffragmentes des Körpers bei *Lineus lacteus*, doch wirken hiebei die Seitengefäße und oft auch das Rhynchocöлом ebenfalls mit.

Obwohl unsere diesbezügliche Arbeit über *Lineus ruber* als vorläufige Mitteilung schon im Jänner 1910 im Bulletin Acad. Sc. Cracovie veröffentlicht worden ist und M. Oxner selbst im Jahre 1909 die Regeneration von allen Organen in darmlosen Kopffragmenten

¹⁾ Archiv. f. Entwicklunsmech. d. Organismen. Festband für W. Roux. 1910. Bulletin III. B. Février.

des *Lineus ruber* konstatiert hat (Comptes Rendus Ac. Sc. Paris, Mai 1909), erwähnt C. Davydoff, trotzdem er im Prinzip zu denselben Resultaten gelangte, dennoch mit keinem Worte unsere Beobachtungen in seiner Arbeit vom Juli 1910. (im Zoolog. Anzeiger).

In welchem Niveau wir auch einen Querschnitt zwischen den Cerebralorganen und der Mundöffnung bei *L. lacteus* ausführen, regeneriert das darmlose Kopfsegment immer vollständig; der ganze Darmkanal bildet sich hier von neuem, auch wenn keine Spur des alten Darmes vorhanden war.

Nach Davydoff entwickelt sich der neue Darm dadurch, daß die beiden Seitengefäße mit ihren Wänden hinten zu einem Sack verschmelzen, weshalb dieser lange Zeit hindurch Spuren seiner paarigen Herkunft beibehält. Der Sack verwandelt sich in den Darmkanal, indem zuerst „am Orte des künftigen Darmes eine kompakte, stark vakuolisierte Masse“ zum Vorschein kommt, welche das Produkt der Epithelwandung des Sackes darstellt, mit welchem die Elemente des Parenchyms und der inneren Längsmuskeln vereinigt werden.

Davydoff hat aber die eigentlichen zelligen Elemente nicht gesehen, welche die neue Darmwand aufbauen, d. h. die von uns nachgewiesenen Wanderzellen. Aus diesem Grunde ist seine Beschreibung, wenn auch im großen und ganzen richtig, sehr unvollständig und unklar.

Nachdem der Kopfteil, welcher das Gehirn mit kleinen Abschnitten der Nervenstränge, die Cerebralorgane, das Rhynchodäum, einen Teil des Rhynchocöloms samt einem Stücke des Rüssels, die Gefäße, gewöhnlich auch Teile des Nephridialapparates und das Körperparenchym samt Muskelschichten enthält, abgeschnitten wird, kommt es zuerst zum Verschlusse der Körperwand, des Rhynchocöloms und der Blutgefäße, von welchen die beiden bei *L. lacteus* sehr ansehnlichen Seitengefäße für uns besonders wichtig sind.

Sehr bald kommt es hinten am abgeschnittenen Ende des Kopfsegmentes zu einer noch stärkeren Erweiterung der ansehnlichen Lumina beider Seitengefäße, und zwar zum Teil deshalb, weil sich in denselben eine seröse Flüssigkeit in größerer Menge ansammelt. Gewöhnlich erweitert sich auch das Hinterende des Rhynchocöloms in gleicher Weise. Die erweiterten Hinterabschnitte der beiden Seitengefäße stoßen endlich aneinander mit ihren medialen Wänden, was schon Davydoff richtig beobachtete.

Dieses Zusammenstoßen der Wände der Seitengefäße erfolgt erstens dadurch, daß die Lumina selbst, wie erwähnt, hinten erweitert werden, und zweitens dadurch, daß die parenchymatische Scheidewand zwischen den beiden Seitengefäßen immer lockerer und dünner wird, und zwar infolge eines besonderen morphologischen Prozesses, welchen wir allgemein als „Parenchymlockerung“ bezeichnen. Oft unterliegt diesem Prozesse in der hinteren Region des Regenerates auch die Scheidewand zwischen dem Rhynchocöloin und den beiden Seitengefäßen. Infolge des erwähnten Prozesses vereinigen sich hinten die Lumina beider Seitengefäße, respektive verfließt mit diesen letzteren auch das Lumen des Rhynchocöloins zu einer einheitlichen Höhle. Diese Vereinigung erfolgt gewöhnlich nicht gleichzeitig auf der ganzen Berührungsfläche der Gefäße, sondern stellenweise, entweder zuerst mehr dorsal, oder mehr ventral.

Falls das Rhynchocöloin sich mit den Seitengefäßen vereinigt, so sieht man das Hinterende des Rüssels gewöhnlich weit in das Lumen eines der Gefäße eindringen.

Die erwähnte „Parenchymlockerung“ besteht darin, daß die parenchymatischen Zellen, welche normal ganz dicht nebeneinander liegen und helles Plasma besitzen, oder in einer gallertartigen homogenen Grundsubstanz mehr vereinzelt eingebettet liegen, sich sehr stark lockern, ganz frei werden und sich vergrößern, wobei im Plasma dieser Zellen zahlreiche bräunliche oder gelbliche, stark lichtbrechende Pigmentkörnchen oder Schollen auftreten. Es bilden sich somit *in situ*, im Parenchym, die von uns s. g. Wanderzellen, wobei die feinen, bindegewebigen Fibrillen ganz locker zwischen diesen Wanderzellen verlaufen und die Muskelfaserschichten ebenfalls stark gelockert werden, indem auch zwischen die Muskelfasern einzelne Wanderzellen eindringen. Es entstehen im Parenchym und in den Muskelschichten viele größere und kleinere Spalten und Lücken, welche Häufchen von Wanderzellen enthalten.

Die Wanderzellen selbst, aus denen, wie wir bald sehen werden die Darmwand aufgebaut wird, haben jedoch dreifachen Ursprung: 1) überwiegend sind es, wie gesagt, gelockerte Parenchymzellen; 2) teilweise entstehen sie aus den sich ebenfalls lockernden Epithelzellen, die die Lumina der Seitengefäße auskleiden (also mesodermale Bildungen), 3) endlich in selteneren Fällen verdanken sie ihre Entstehung den sich lockernden Epithelzellen desjenigen hintersten Abschnittes des Rhynchocöloins, der sich, wie wir sahen, manchmal mit

den Seitengefäßen verbindet (also ebenfalls mesodermale Bildungen). Rhynchocöloomkörperchen und Blutkörperchen gesellen sich gleicherweise den Wanderzellen zu. Es entsteht somit eine große Menge von diesen charakteristischen Zellen, die bald eine lockere Anhäufung am Hinterende des Regenerates in direkter Nachbarschaft der Wundfläche bilden und eine ansehnliche Höhle ausfüllen.

Diese Höhle ist, wie wir gesehen haben, teilweise ein Produkt der zusammengeschmolzenen Lumina der hintersten erweiterten Abschnitte beider Seitengefäße, manchmal auch eines kleinen hintersten Abschnittes des Rhynchocölooms, außerdem aber vergrößert sich diese Höhle bedeutend auf Kosten des sich noch weiter stark lockernden, umgebenden Parenchyms, wie auch der zugrunde gehenden Muskelschichten, und zwar vor allem der angrenzenden, inneren, longitudinalen Muskelfaserschicht. Es entsteht somit im frühen Regenerationsstadium eine ansehnliche, rundliche oder ovoide, von frei liegenden Wanderzellen erfüllte Höhle. Die Höhle wird sehr bald vollkommen von den Seitengefäßen und eventuell auch vom Rhynchocöloom abgegrenzt. Das Plasma aller Wanderzellen ist mit verschiedenen Reservestoffpartikelchen sehr stark beladen, was wir schon auch bei *L. ruber* beschrieben haben. Der Kern liegt gewöhnlich der Peripherie der Zelle sehr nahe. Viele Wanderzellen enthalten im Plasma äußerst zahlreiche Pigmentkörnchen, manche enthalten außerdem Reste von aufgenommenen Drüsenzellen oder sogar ganze einzellige Drüsen (sowohl seröse, wie auch schleimförmige), welche auf phagocytotischem Wege aufgenommen worden sind. Manche enthalten endlich Körnchen, die wir mit Recht als Zerfallsprodukte der phagocytotisch aufgenommenen Muskelreste betrachten können; diese stammen aus den Muskeln der inneren longitudinalen Schicht, welche, wie erwähnt, zum großen Teil in nächster Nachbarschaft der Darmanlage zugrunde geht.

Davydoff meint, daß die Muskelfasern sich „dedifferenzieren“ und in Zellen verwandeln, welche in die die Darmanlage bildende „Masse“ einbezogen werden. Nach unseren Untersuchungen aber unterliegen diese Muskelfasern einem körnigen Zerfall und die Körnchen werden von den Wanderzellen aufgenommen. Diese Muskelfasern dienen somit nur auf indirektem Wege zum Aufbau der Darmwand.

Was bildet sich nun aus diesen mit so verschiedenartigen Reservestoffpartikelehen beladenen Wanderzellen?

Sie sind, wie wir wissen, hauptsächlich in der von uns oben beschriebenen Höhle des hinteren Körperendes des Regenerates angesammelt. Und nun kleiden sie sehr bald die Höhle aus, indem sie an manchen Stellen eine einzige Schicht, an anderen mehrere Schichten bilden und auch faltenförmig hier und da in die Höhle hineinragen.

Allmählich sammelt sich die Mehrzahl dieser Zellen an der Peripherie der Höhle, ein Teil bleibt drinnen, um hier bald einem körnigen Zerfall anheimzufallen; ein Teil der Wanderzellen bleibt aber auch immer außerhalb der Höhle zurück, um hier später wiederum zum Aufbau der zugrundegegangenen Muskelfasern zu dienen. Nun beginnt folgender, sehr interessanter Prozeß. Indem die ganz peripherisch liegenden Wanderzellen epithelialen Charakter annehmen und indem sie sich nebeneinander legen, wobei ihr Plasma mehr oder weniger homogen und körnchenfrei wird, bildet sich im Plasma der tiefer liegenden Wanderzellen eine große zentrale Vakuole, in welcher die Pigmentkörnchen und andere fremde, von den Zellen aufgenommene Reservestoffe frei liegen bleiben. Indem die Vakuole wächst, wird auch die ganze Zelle größer. Nun hängen die dünnen, plasmatischen Wände der benachbarten Zellen so innig zusammen, daß sie eine Art Plasmosyncytiums mit vielen Kernen bilden, welches auf Schnitten die Gestalt eines polygonalen, feinen, plasmatischen Netzwerkes mit Kernen annimmt. Die Vakuolen, welche von den Maschen des Netzwerkes umgeben sind, enthalten Pigmentkörnchen, Reste von aufgenommenen Drüsenzellen und Muskelzellen oder sogar ganze kleine Zellen; alle diese Einschlüsse unterliegen hier einer Resorption. Allmählich verschwinden auch die feinen plasmatischen Maschen, die Kerne fallen dem Zerfall anheim, und somit gehen alle tiefer liegenden Wanderzellenprodukte zugrunde, indem sie von den peripherisch liegenden, epithelartig gewordenen Zellen allmählich vollkommen resorbiert werden; wir begegnen demnach hier einer zweifachen Phagocytose, oder Diphagocytose wie wir diese Erscheinung genannt haben. (Roux' Archiv, 1910)

Davydoff (a. a. O.) stellt in seinen Mikrophotographien in der „gemeinsamen Masse“, welche die Darmanlage bildet, die verschiedenen Einschlüsse in den Vakuolen ganz richtig dar, erwähnt sie

aber im Texte mit keinem Worte und erklärt auch nicht die Bedeutung und Genese dieser Bildungen.

Wir müssen auch bemerken, daß in unseren Präparaten die „Masse“ immer von Anfang an ein zentrales Lumen zeigte; diejenigen Bilder aber, welche wir in Davydoff's Mikrophotographien finden, wo sich die „Masse“ als ein kompaktes, eines Lumens entbehrendes Gebilde darstellt, entspringen nur den mehr seitlichen Schnitten, welche durch die Wand selbst geführt worden sind. In den Medianschnitten findet man immer in der „Masse“ ein zentrales Lumen, was Davydoff übersehen hat. Richtig ist dagegen seine Beobachtung, daß die sich herausbildende Epithelwand des Darmes verhältnismäßig früh nach vorne als ein blinder Sack auswächst, um die Anlage des Vorderdarmes zu bilden, während der Rest der „Masse“ dem Mitteldarme den Ursprung gibt; wir können diese seine Beobachtung vollkommen bestätigen.

Wir haben schon oben gesehen, daß ein Teil der Wanderzellen außerhalb der künftigen Darmanlage übrig bleibt. Die Zellen dienen zum Aufbau der neuen Muskulatur, und zwar hauptsächlich der inneren, longitudinalen Muskelfaserschicht, da die alte in der Nachbarschaft der künftigen Darmanlage während des Prozesses der „Lockerung“ zugrunde gegangen ist. In diesen Wanderzellen resorbieren sich die Körnchen und andere Einschlüsse, indem sich auch hier gewöhnlich Vakuolen im Plasma bilden, in denen die Reservestoffpartikelchen einer Resorption unterliegen. Es entstehen hier somit Zellen mit hellem Plasma, welche sich spindelförmig verlängern, sich in junge Muskelfasern verwandeln und an die Stelle der zugrunde gegangenen treten. Die regressiven und progressiven Prozesse scheinen hier oft gleichzeitig stattzufinden. Die Körnchen der zerfallenden und der zugrunde gehenden Muskelfasern werden von den Wanderzellen phagoeytotisch aufgenommen, und diese Zellen verwandeln sich bald in junge, spindelförmige Muskelfasern.

Wir sehen also, daß bei der Restitution des Körpers im Koptregenerate des *Lineus lacteus* eine sehr tiefgreifende Verarbeitung der Gewebe, verbunden mit komplizierten phagoeytotischen Prozessen, stattfindet. Wir sehen weiter, daß im Organismus eines fertigen Tieres besondere Systeme von Körperzellen, und zwar wenig individualisierten Parenchymzellen vorhanden sind, welchen eine sehr große prospektive Potenz zukommt, da sie als Wanderzellen sich in denjenigen Regionen des Regenerates ansammeln, wo sie zum

Aufbaue verschiedener Organe nötig sind. Dieselben Elemente bauen, nachdem sie mit verschiedenen Reservestoffpartikelchen beladen worden sind und diese resorbiert haben, hier das Epithel des künftigen Darmes, dort Muskelemente auf. Ihre prospektive Potenz ist ganz kolossal. Mit dem Beginne des Regenerationsprozesses erwachen in diesen Elementen verschiedene, in ihnen sonst schlummernde Potenzen: Die Fähigkeit zur phagocytotischen Aufnahme verschiedener Reservestoffe, zur Absorption derselben und zum Aufbau der verschiedenen neuen Gewebe.

Man spricht viel von der prospektiven Bedeutung und der prospektiven Potenz der Embryonalzellen und der Keimblätter. Die Verhältnisse, die wir bei den Nemertinen Schritt für Schritt in Einzelheiten studiert haben, eröffnen uns ein weites Feld zur näheren Analyse der Frage über die sekundäre prospektive Potenz der verschiedenartigen Gewebelemente eines erwachsenen Organismus.

Badania nad aparatem Golgi-Kopscha i niektórymi innymi strukturami w komórkach zwojowych skorupiaków. — Untersuchungen über den Golgi-Kopsch'schen Apparat und einige andere Strukturen in den Ganglienzellen der Crustaceen.

Mémoire

de M. **GUSTAW POLUSZYŃSKI**,

présenté par M. J. Nusbaum m. c. dans la séance du 6 Février 1911.

(Planche IV).

Die Untersuchungen der letzten Jahre haben sehr viel Neues zur Kenntnis des Golgi'schen „Apparato reticolare interno“ und des vollständig mit diesem identischen „Binnennetzes“ gebracht. Mittels der alten und auch einiger neuen Methoden wurden diese Bildungen bei allen Gruppen der Wirbeltiere und fast in allen Geweben derselben entdeckt und beschrieben. Es lassen sich diese Untersuchungen je nach dem Ziele, welches sie anstrebten, in zwei Hauptgruppen scheiden. Die von C. Golgi und seinen Schülern mittels der Silberimprägnationsmethoden ausgeführten beschränken sich fast ausschließlich auf die Morphologie und Topographie dieser Strukturen, andere, hauptsächlich von Sjövall und Weigl mit den Osmiumsäuremethoden ausgeführte, dringen tiefer in die Natur dieser Bildungen ein. Es ist nämlich Sjövall's großes Verdienst, daß er die Wirkung der Osmiumsäure in der Kopsch'schen Methode gründlich analysiert und durch seine Formolmodifikation eine in ihren Resultaten sichere und leicht berechenbare Methode geliefert hat. Die Anwendung der Kopsch'schen Methode ermöglichte zum Teil die chemische Analyse dieser Strukturen; wir wissen jetzt, daß sie aus einer myelinartigen Substanz und außerdem noch aus einer näher nicht bekannten Substanz, die Weigl mit der Holmgren'schen Methode nachgewiesen hat, besteht. Weigl's schönen Untersuchungen verdanken wir auch eine genaue

Bestimmung des gegenseitigen Verhältnisses dieser Strukturen zu den Holmgren'schen Trophospongien. Es gelang ihm, aus den sich mit der Holmgren'schen Methode färbenden Gebilden solche Elemente auszuschneiden, die dem Golgi'schen Apparate ganz entsprechen, sowie auch solche, die mit ihm nichts gemein haben. Die ersteren stellen uns par excellence intrazelluläre Bildungen vor, und ihre Identität mit dem „Apparato“ Golgi's unterliegt keinem Zweifel; die letzteren sind extrazellulären Ursprungs, gehören zu dem Apparate nicht und treten nur scheinbar mit ihm in Verbindung.

Bezüglich ihrer morphologischen, topographischen und einigermaßen auch chemischen Eigenschaften sind diese Bildungen bei den Wirbeltieren ziemlich genau erforscht worden, anders aber verhält es sich mit ihrer Entstehung und Bedeutung. Die Berge'sche Hypothese des zyklischen Entstehens und Verschwindens des Binnennetzes und die Holmgren'sche von seinem extrazellulären Ursprunge sind zusammengebrochen; dieses Netz ist nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens ein konstantes „Zellorgan“, jedoch seine Entstehung und seine Aufgabe im Zelleben sind noch wenig erforscht, da die diesbezüglichen Untersuchungen noch immer zu dürftig sind.

Bei Wirbellosen sind diese Bildungen noch wenig bekannt, Cajal hat sie bei *Lumbricus*, Białkowska und Kulikowska (3) bei den Hirudineen und *Lumbricus* und Weigl (46, 47) bei Cephalopoden und Gastropoden beschrieben

Da aber zu einer tieferen Erforschung der eigentlichen Natur dieser Bildungen eine eingehende Kenntnis ihres Verhaltens in allen Tierklassen unentbehrlich ist, entschloß ich mich, sie bei den Crustaceen zu untersuchen. Das Ziel also, welches ich mir bei dieser Arbeit gesteckt habe, war die Untersuchung der Frage, ob bei den Crustaceen irgend welche dem Golgi'schen „Apparato reticolare interno“ entsprechende Bildungen vorhanden sind, in welcher Form sie hier vorkommen, ob und wie weit sie mit entsprechenden Bildungen bei den Wirbeltieren homologisiert werden können und welches ihr Verhältnis zu den Holmgren'schen Trophospongien ist.

Meine Untersuchungen beschränken sich lediglich auf die Ganglienzellen.

Was die Benennung dieser Strukturen anbelangt, so habe ich

es vorgezogen, mich der von Weigl eingeführten Benennung „der Golgi-Kopsch'sche“ Apparat“, statt der älteren, oft sehr einseitigen, wie Golgi's „apparato reticolare interno“, oder dem wahren Sachverhalte nicht entsprechenden, wie „les conduits de Golgi-Holmgren“ (Cajal, 7) usw. zu bedienen. Diese Benennung entspricht auch mehr den genannten Strukturen bei den Crustaceen, da sie von vornherein nicht entscheiden will, wie es die Benennungen „Binnennetz“ oder „Apparato reticolare“ tun, daß es eben ein Netz sein soll, und das ist auch, wie wir unten sehen werden, bei Crustaceen der Fall. Bei diesen Tieren weichen diese Bildungen sehr von dem Typus ab, welcher für die Wirbeltiere festgestellt worden ist; da ich aber keinen Zweifel an der Identität dieser Strukturen habe und auch keinen neuen Namen einführen will, so betrachte ich die oben erwähnte Benennung als die richtigste und dem wirklichen Sachverhalte am meisten entsprechende.

Bevor ich zur Beschreibung meiner eigenen Befunde übergehe, will ich eine kurze Übersicht der betreffenden Literatur geben.

Als erster ist hier Nansen (34) zu nennen. Nach Bergen (1) soll er der erste sein, der den Holmgren'schen Saftkanälchen ähnliche Strukturen gesehen hat. Nach Bergen's Meinung entsprechen die von Nansen als eigentliche Bestandteile der Nervenfasern und auch der Nervenzellen beschriebenen Primitivröhrchen wenigstens teilweise den Saftkanälchen. Was die Wirbellosen und insbesondere den Hummer anbelangt, so kann ich entschieden behaupten, daß diese Primitivröhrchen entweder mit den Holmgren'schen Trophospongien oder mit dem Golgi-Kopsch'schen Apparate wirklich etwas Gemeinsames haben. Was dagegen die Wirbeltiere betrifft, so bin ich geneigt, mit Bergen anzunehmen, daß dort diese Gebilde mindestens teilweise gewöhnliche Artefakte darstellen. Auf diese Strukturen bei den Crustaceen werde ich übrigens noch zurückkommen. Wollte man unter den von Nansen beobachteten Bildungen etwas den Holmgren'schen Kanälchen Ähnliches finden, so wäre es anderswo zu suchen. Er hat nämlich zuweilen gesehen, daß feine Röhrchen von der Kapsel in die Zelle übergingen, doch bemerkt er dabei, daß dieses Aussehen durch die von der Kapsel in die Zelle eindringenden Fasern hervorgerufen wurde.

Von prinzipieller Bedeutung sind für uns die Arbeiten Holmgren's, in welchen er die Saftkanälchen bei den Crustaceen be-

schreibt. Wie bekannt, hat Holmgren (14, 15) seine ganze Trophospongienhypothese auf seine vorwiegend bei den Wirbellosen und besonders bei den Crustaceen gemachten Beobachtungen gestützt. Es sollen nach seiner Auffassung die Ganglienzellen der Crustaceen außer den Nervenzellen von *Lophius* das einzige Objekt sein, welches uns die eigentliche Natur der Saftkanäle erkennen läßt. Ich will hier nicht auf die Details dieser Beschreibungen eingehen, da ich auf diesen Gegenstand bei der Besprechung des Verhältnisses des Golgi-Kopsch'schen Apparates zu den Trophospongien zurückkommen werde.

In der mir bekannten Literatur finde ich keine Arbeiten mehr, die in irgendwelcher Beziehung zu dem Golgi-Kopsch'schen Apparate bei den Crustaceen ständen. Zu erwähnen wären vielleicht nur noch einige mißlungene Versuche, diese Strukturen bei den Krustern mittels spezieller Methoden zu färben. Solche erfolglose Versuche wurden von Misch (30) mit der Kopsch'schen und von Retzius (38) mit der Chromsilbermethode vorgenommen.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir die Ganglien von *Homarus vulgaris*, *Astacus fluviatilis* und *Squilla mantis*, und ich behandelte es besonders nach den speziellen Methoden von Kopsch (21), Sjövall (42) und der neuesten von Golgi (11 und Marcora (29)). Ich bevorzugte die Osmiumsäuremethoden; die Golgi'sche diente mir mehr als Kontrollmethode. Außerdem wurden die Ganglien in folgenden Flüssigkeiten fixiert: Sublimat + Eisessig oder Osmiumsäure oder Pikrinsäure, Trichlormilchsäure + Eisessig oder Osmiumsäure, 10%-iges Formol, Rabl's, Flemming's und Zenker's Gemisch und Müller'sche Flüssigkeit + Formol. Dieses so fixierte Material wurde mit Toluidinblau, Eisenhämatoxylin (mit Nachfärbung mit Eosin oder Erythrosin oder ohne Nachfärbung) und auch mit dem Benda'schen Farbstoff (Mitochondrienfärbung) und dem frisch bereiteten Fuchselin (Holmgren'sche Methode) gefärbt.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung meiner eigenen Befunde über, und zwar zur Beschreibung des Golgi-Kopsch'schen Apparates und dann auch einiger anderer Strukturen, die mit demselben in Verbindung stehen oder für solche gelten.

Nach Anwendung der Kopsch'schen, Sjövall'schen oder Golgi'schen Methode erhält man in den Ganglienzellen der drei

von mir untersuchten Crustaceen Bilder, die sich nach Berücksichtigung der speziellen Wirkung jeder Methode und einiger Eigentümlichkeiten, die jedem dieser Tiere innewohnen, auf einen Typus zurückführen lassen. Da ich mich aber in meinen Untersuchungen hauptsächlich auf Osmiumsäurepräparate gestützt habe, so will ich lieber diese, und zwar die mit der Kopsch'schen Methode gewonnenen zuerst beschreiben und analysieren. An einem gelungenen, nach dieser Methode behandelten Präparate sieht man in fast allen Zellen (Phot. 1–6) eine größere oder kleinere Zahl von schwarzen, kurzen Fädchen und Körnern von mehr oder weniger regelmäßiger Form. Besonders auffallend erscheint die überaus große Verschiedenheit dieser Bildungen in den verschiedenen Ganglien und auch in den verschiedenen Zellen eines und desselben Ganglions. Bilder, die man selbst in den benachbarten Zellen zu sehen bekommt, sind sehr verschieden; in einer Zelle sieht man feine, dünne Fädchen, in einer anderen plumpe, unregelmäßige Körner, in wieder anderen ist der Farbstoff nur in einen Teil der Zelle eingedrungen. Es entsteht also die Frage, ob diese Variabilität der Bilder den eigentlichen Verhältnissen entspricht, oder ob sie vielleicht durch Behandlung der Ganglienzellen mit der Osmiumsäure hervorgerufen worden ist. Aus der eingehenden Analysierung der Wirkungsweise der Osmiumsäure von Sjövall und Weigl (54) wissen wir in der Tat, daß sie durchaus nicht gleichmäßig auf alle Zellen eines Ganglions wirkt, und diese Beobachtung finden wir durch nähere Untersuchungen bestätigt. Wie bekannt, wirkt die Osmiumsäure am stärksten auf die peripheren Zellen, weil sie dorthin in ihrer vollen Konzentration diffundiert. Diese Zellen werden deshalb am besten fixiert und geben uns infolgedessen die Verhältnisse, die in der lebenden Zelle herrschen, am genauesten wieder. Es ist also zweckmäßig, bei der Untersuchung der Osmiumpräparate von diesen Zellen auszugehen. Die Ganglienzellen der Crustaceen erscheinen nach der Wirkung der 2%-igen Osmiumsäure ganz homogen dunkel olivenbraun gefärbt. Nach kurzer Einwirkung findet man in ihrem Plasma gewöhnlich keine geschwärzten Gebilde; hat sie dagegen länger gedauert und hat man Schnitte von nicht zu großer Dicke verwendet, so bemerkt man in diesen Zellen feine, ganz schwarz gefärbte Fädchen, die sich jedoch nicht stark von dem dunkel tingierten Hintergrunde des Plasmas abheben (Phot. 5). Diese Fädchen sind fein, dünn und

entweder gerade oder ein wenig sichelförmig gebogen. In den ganz zentralen Teilen der Ganglien findet man dagegen zuweilen ganz andere Bilder, man sieht hier nämlich ganz schwarze Körner oder solche, bei denen nur die peripherische Schicht die schwarze Farbe angenommen hat. In diesen Ganglienteilen wirkt die Osmiumsäure, wie bekannt, bedeutend schwächer, da sie in den peripherischen Teilen teilweise reduziert worden ist; hier offenbart sich nach Sjövall's Auffassung die primäre Wassereinwirkung. Im Zusammenhange mit dieser Abschwächung der Wirkung in tieferen Teilen hat Sjövall, wie bekannt, ein Schema für die Wirkung der 2^o-%igen Osmiumsäure konstruiert. Nach diesem Schema tritt in den peripherischen Zellen keine Färbung des Apparates hervor, da nach seiner Annahme die den Apparat aufbauenden Myelinstoffe, um die Osmiumsäure reduzieren zu können, vorerst im Wasser aufquellen müßten, was aber hier infolge der starken Konzentration der Säure nicht geschehen kann. In den nächstfolgenden Schichten findet schon diese Quellung statt und es tritt hier der Apparat in Gestalt von feinen Körnern oder kompletten Netzen hervor. In noch tiefer liegenden Schichten ist schon die Quellung des Apparates zu groß, was eine Destruktion desselben zur Folge hat; wir finden hier dann grobe Körner mit ungeschwärztem Zentrum. Im Einklang mit diesem Schema kann man auch bei den Crustaceen eine Reihenfolge der Formen des Golgi-Kopsch'schen Apparates feststellen. Wie wir aber gesehen haben, kommt hier die Färbung des Apparates schon in den peripherischen Zellen zustande. Diese Tatsache scheint aber Weigl's Beobachtung zu bestätigen, daß eine Quellung des Apparates zu seiner Färbung nicht nötig ist. (Man darf hier allerdings den großen Wassergehalt der Zellen nicht vergessen). In den peripheren Zellen treten also feine und dünne Fädchen, in den zentralen dagegen Körner und vakuolen- oder blasenförmige Gebilde hervor. Zwischen diesen extremen Formen kann man verschiedene Übergangsstadien unterscheiden, wir finden nämlich kürzere und dickere Fädchen (Phot. 3, 4), ellipsoide Bildungen, ferner auch Körner von mehr oder weniger regelmäßiger Form. Die Lokalisation dieser Formen ist keine so deutliche wie bei den Wirbeltieren, die verschiedenen Formen treten oft nebeneinander und nicht nacheinander hervor. Die Entstehung aller dieser Formen, die feinen, geraden Fädchen natürlich ausgenommen, kann man nur durch eine Quellungswirkung der Osmiumsäure erklären.

Die feinen Fädchen werden durch Quellung kürzer und dicker, die kürzeren Fädchen verwandeln sich in ellipsoide Gebilde und Körner, aus diesen entstehen schließlich durch Destruktion oder Auslaugung der zentralen Teile Vakuolen oder Bläschen. Alle diese Tatsachen zeigen uns deutlich, welche von diesen Bildern primär und welche nur durch die Wirkung des Reagens hervorgerufen sind. Man muß also annehmen, daß die peripherischen Zellen die wirklichen Verhältnisse am besten wiedergeben, daß also die sich mit Osmiumsäure schwärzende Substanz, die dem Golgi-Kopsch'schen Apparate der Wirbeltiere entspricht, in den Ganglienzellen der Crustaceen in Form von feinen, geraden oder etwas sichelförmig gekrümmten Fädchen erscheint (Phot. 3, 4, 5). Die anderen Bilder (Phot. 1, 2), die hier nach Osmiumsäure hervortreten, muß man als Produkte ihrer Wirkung in verschiedenen Konzentrationen ansehen. Die Anwendung von schwächeren Konzentrationen der Osmiumsäure ($\frac{1}{2}$ —1%) bestätigt vollständig diese Annahme. Behandeln wir die Präparate mit solcher Säure, so finden wir gewöhnlich den Golgi-Kopsch'schen Apparat in Form von ellipsoiden Bildungen oder Körnern, die sehr oft nur an der Peripherie geschwärzt sind. An Querschnitten sehen diese Bildungen wie Ringe aus. Ihre Entstehung muß man in der oben angegebenen Weise als durch Quellung und partielle Auslaugung hervorgerufen erklären. In den Ganglienzellen vom Hummer bekommt man gewöhnlich nach Einwirkung von $\frac{1}{2}$ %-iger Osmiumsäure keine Färbung des Apparates; die Substanz desselben muß hier also völlig ausgelaugt worden sein, da der Grad der Säurekonzentration zu schwach war, um sie zu fixieren. Man muß daher annehmen, daß beim Hummer der Wassergehalt der Zellen ein größerer ist, als bei *Squilla*, bei welcher nach solcher Behandlung die Färbung stets stattzufinden pflegt. Dieser größere Wassergehalt bewirkt eine solche Abschwächung der Säure, daß sie nicht mehr imstande ist, die Myelinstoffe zu fixieren. In den Ganglien vom Hummer, die in $\frac{1}{2}$ %-iger Osmiumsäure fixiert wurden, tritt auch sehr deutlich der Unterschied zwischen den peripheren und den zentralen Zellen hervor; die ersteren sind vollständig homogen und haben einen typischen Habitus, die letzteren dagegen, zu welchen die Säure in sehr geschwächter Lösung gedrungen ist, sind viel schlechter fixiert, sehr oft sieht man in ihnen eine netzartige oder vielmehr wabige Struktur, die man weder nach Einwirkung stärkerer Osmiumsäurelösungen noch an-

derer Reagentien, wiederfindet. In Präparaten, die aus schwacher Osmiumsäure stammen, begegnet man sehr oft Körnern, die in hellen, leeren Höfen liegen. Die Entstehung dieser hellen, leeren Räume steht im innigen Zusammenhange mit der Quellung der Körner, denn die gequollenen Myelinsubstanzen schrumpfen in Alkohol ein und hiedurch entstehen um sie herum leere Räume. Alle hier angeführten Tatsachen zeigen, daß die Wirkung schwacher Osmiumsäurekonzentrationen bei den Crustaceen eine ähnliche ist, wie bei den Wirbeltieren und daß sie hier identische Veränderungen des Apparates bewirkt.

Wir sehen also, daß auch die Versuche mit schwächeren Osmiumsäurelösungen dafür sprechen, daß die Körnerform eine künstliche, durch das Reagens hervorgerufene und keine primäre ist. Die Annahme, daß nur die geraden und dünnen Fädchen der wahren Gestalt des Apparates in den lebenden Zellen entsprechen, drängt sich übrigens mit logischer Notwendigkeit auf. Denn wenn wir wissen, daß die Myelinstoffe unter der Wirkung schwacher Osmiumsäurelösungen quellen — und das ist Tatsache — und wenn wir nun unter der Wirkung dieser Säure bald dünne, bald dicke, gequollene Fädchen und Körner erhalten, so ist es klar, daß wir die ersteren für primäre und unveränderte oder wenig veränderte, die letzteren dagegen für sekundäre und stark veränderte Strukturen halten müssen.

Die Deutlichkeit und Klarheit der Osmiumbilder wird bei den Crustaceen durch einige Eigenschaften ihrer Ganglien verwischt. Eine von solchen störend wirkenden Eigenschaften ist die Lage der Zellen im Ganglion; sie liegen hier nämlich ganz peripher an der Bauchseite des Ganglions in einem dünnen Lager mit geringer Erhebung in der Mitte, und nur im Gebirne gibt es einige mehr zentrale Zellenlager. Diese Verteilung der Zellen verwischt das klare Bild der Sjövall'schen Formenreihe; man muß sie erst aus mehreren Präparaten kombinieren. Eine weitere Eigenschaft ist der große Wassergehalt, der bewirkt, daß die Osmiumsäure nur in den ganz peripheren Zellen in ihrer vollen Konzentration zur Wirkung gelangt (eigentlich aber auch schon hier etwas geschwächt); je tiefer sie nun in das Ganglion dringt, desto schwächer wird ihre Konzentration nicht nur durch Diffusion und Reduktion, sondern auch infolge der immer stärkeren Verdünnung durch das Wasser des Gewebes. Ich meine, daß man diesen hohen Wasser-

gehalt auch dafür schuldig machen kann, daß nach schwachen Osmiumsäurelösungen der Apparat nur selten in Form von feinen Fädchen erscheint, während er bei den Wirbeltieren in der peripherischen Schicht auf diese Weise behandelter Präparate als feine Netze hervorzutreten pflegt. Wenn wir annehmen, daß der Wassergehalt verschiedener Zellen verschieden ist (und das ist sehr wahrscheinlich), so werden wir leicht begreifen, daß die Bilder, die man in verschiedenen Zellen eines und desselben Ganglions zu sehen bekommt, schon in bezug auf die Wirkung der Säure äußerst verschieden sein müssen. Wirklich ist die Verschiedenheit der Bilder selbst in zwei benachbarten Zellen, wie schon oben gesagt wurde, zum Staunen groß. Diese Verschiedenheit kann jedoch nicht allein auf der Wirkung der verschiedenen Osmiumsäurekonzentrationen beruhen; es wirken hier gewiß auch andere Faktoren mit, wie individuelle Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Zellplasmas und verschiedene physiologische Stadien der Zellen. Solche Umstände müssen die Wirkungsweise der Osmiumsäure sehr beeinträchtigen. Das Plasma verschiedener Zellen reagiert auf Behandlung mit dieser Säure verschieden, ein Teil der Zellen ist hell und homogen, die übrigen dunkel und granuliert u. s. w. Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, daß diese Verschiedenheit der Bilder zum Teil auch gewissen verschiedenen Stadien, in welchen sich der Apparat in lebenden Zellen befindet, entsprechen könnte. Ich meine damit keine physiologischen Stadien, denn eine solche Annahme wäre verfrüht, ich fasse diese Stadien in dem Sinne auf, daß die Substanz des Apparates vielleicht schon während des Zelllebens einigen passiven Veränderungen wie z. B. einer Quellung unterliegen kann. Wenn ich also die Fädchenform als eine primäre auffasse, so verstehe ich es nicht so, daß diese Form immer in den lebenden Zellen gewahrt sein muß, sondern so, daß es diejenige Form ist, aus welcher alle anderen uns bekannten hauptsächlich während der Behandlung mit Reagentien, möglicherweise aber auch in einer lebenden Zelle entstehen. Eine dritte Eigenschaft, welche die Wirkung der Osmiumsäure hier nicht so deutlich, wie bei den Wirbeltieren, erkennen läßt, ist das Fehlen von Markscheiden, die bei den Wirbeltieren ein sehr wichtiges Kriterium dieser Wirkung bilden. Bei keinem dieser drei Crustaceen sind die Myelinscheiden in solcher Form vorhanden, wie sie bei den Wirbeltieren, oder gar bei anderen Crustaceen wie z. B. *Palae-*

mon squilla (Retzius, 37) hervortreten. Es befindet sich hier zwar eine fettartige Substanz, die diffus in dem Hüllgewebe zerteilt ist, ob sie jedoch eine myelinartige Substanz ist (Schneider, 44) und ob sie den Myelinscheiden (Halpern, 13) entspricht, soll dahingestellt bleiben.

Diese ganze Beschreibung bezieht sich auf alle drei untersuchten Crustaceen; die individuellen Unterschiede zwischen denselben sind ganz unbedeutend. Beim Hummer sind die Fädchen am feinsten, bei dem Flußkrebse scheinen sie etwas dicker und bei *Squilla* am dicksten zu sein.

Außer der Form von geraden oder etwas sichelartig gebogenen Fädchen kann der Apparat der Crustaceen zuweilen die Form von Halbringen und fast oder ganz geschlossenen Ringen annehmen. Alle diese Formen habe ich hauptsächlich beim Hummer gesehen. Es geschieht zuweilen, daß durch Annäherung der beiden Enden eines fast geschlossenen Ringes oder durch entsprechende Lage von zwei Halbringen scheinbar geschlossene Ringe entstehen, was man jedoch bei Anwendung der Mikrometerschraube leicht erkennen kann. Ob diese Formen primär oder sekundär, durch die Behandlung hervorgerufen sind, ist schwer zu entscheiden, jedoch scheint das allerdings sehr seltene Vorkommen wahrer Ringe dafür zu sprechen, daß es primäre Gebilde sind. Diese Ringe enthalten in ihrem Innern ein Protoplasma, das entweder wie das übrige gleich getönt oder etwas tiefer gefärbt ist, was den Eindruck macht, als ob das Fädchen um ein Granulum herumgewickelt wäre. Eine genaue Unterscheidung dieser Gebilde ist ein wenig schwer, denn, wie wir es oben gesehen haben, kann der Apparat auch unter der Wirkung schwacher Osmiumsäurelösungen eine scheinbare Ringform annehmen, und solche scheinbar ringförmige Bildungen treten auch in den aus 2^o/_o-iger Osmiumsäure stammenden Präparaten, von welchen wir jetzt sprechen, hervor. Es ist deshalb zuweilen fast unmöglich zu entscheiden, welche Gebilde als wahre, primäre und welche als scheinbare, sekundäre Ringe angesehen werden sollen. Indessen kann man durch verschiedene Einstellung des Mikroskop-tubus in manchen Fällen mit voller Sicherheit diese Gebilde voneinander unterscheiden, weil die sekundären Ringe niemals so scharfe Konturen haben, wie die primären und niemals Übergänge zu den Halbringen und Fädchen aufweisen, wie man sie oft bei den eigentlichen Ringen findet. Diese Bildungen erinnern ein wenig an die

von Fürst (9) in den Kopf- und Spinalganglienzellen beim Lachs beschriebenen Bildungen, sie liegen jedoch nie wie dort mit ihrer flachen Seite dem Kerne zugewendet und bilden keine Ansammlungen, Reihen und geldrollenähnliche Bildungen.

Die Fädchen und Körner des Golgi-Kopsch'schen Apparates der Crustaceen sind in dem ganzen Raume der Zellen diffus zerstreut. Eine gewisse topographische Differenzierung kann man nur in den kleinen und kleinsten Zellen beobachten (am deutlichsten beim Flußkrebse) (Phot. 3). Diese kleinen Zellen besitzen einen verhältnismäßig kolossalen Kern, der von einem sehr schmalen Protoplasmasaume umgeben ist. Um diesen geringen Raum möglichst gut auszunützen, ist hier der Apparat in Form von dünnen, leicht bogenartig gekrümmten Fädchen, die eine konzentrische Schicht um den Kern herum bilden, lokalisiert. Außer dieser Schicht findet man in solchen Zellen keine anderen zum Apparate gehörenden Gebilde mehr, es würde für solche schon an Platz fehlen. In den etwas größeren, an Protoplasma reicheren Zellen bildet die Apparatsubstanz neben dieser konzentrischen Schicht noch eine Anzahl von Fädchen, die im Plasma diffus zerstreut sind. Diese konzentrische Schicht kann auch zuweilen in den mittelgroßen Zellen mehr oder weniger distinkt hervortreten (Phot. 4), in den größten Zellen vermißt man sie stets. Außer dieser perinukleären Schicht sind die Fädchen des Apparates im Zelleibe derart diffus verteilt, daß ihre langen Achsen gewöhnlich die verschiedensten Richtungen haben; zuweilen jedoch, und zwar meist in mittelgroßen Zellen verlaufen ihre Längsachsen der Peripherie des Kernes parallel (Phot. 4), während dann die Fädchen gewöhnlich etwas gebogen sind. Der Apparat läßt in den Ganglienzellen der Crustaceen keinen größeren Raum frei; man kann also hier keine perinukleäre und keine peripherische, freie Zone unterscheiden. Die Fädchen liegen einerseits dicht an der sich zuweilen auch schwärzenden Kernmembran, anderseits dagegen reichen sie bis zu der Peripherie der Zelle, stehen aber in keinem Kontakte mit der Kernmembran oder mit den perizellulären Elementen. Überhaupt kann man sagen, daß hier der Apparat dieselbe Lokalisation hat, wie die chromatophile Substanz, er wird immer von ihr begleitet und meidet die Stellen, wo sie fehlt, wie besonders die Bahnen der Primitivfibrillen und auch gewisse vakuolen- und lakunenähnliche, unten noch zu beschreibende Gebilde. Außer diesen Stellen füllt die chromatophile Substanz den ganzen

Zellraum aus; eine ektoplasmatiscbe Zone, welche Holmgren (14) annimmt, und einen lichten Hof um den Kern herum, wie ihn Be-the (2) bei *Carcinus maenas* beschreibt, finden wir hier nicht. Die chromatophile Substanz (Phot. 8) dieser Tiere besteht aus feinen Körnern und Fäserchen; diese bilden zuweilen um den Kern herum einige konzentrische und dichtere Schichten (diese sind also stärker gefärbt, was mit Nansen's Angabe, daß die zentralen Teile der Zellen stärker gefärbt zu sein pflegen, stimmt), sind aber sonst im ganzen Zelleibe mehr oder weniger regelmäßig verteilt. Die chromatophile Substanz läßt auch selbstverständlich, wie man es auf den mit der Nissl'schen oder mit ähnlichen Methoden hergestellten Präparaten gut sehen kann, diejenigen Stellen frei, an denen sich Apparatfädchen befinden. (Dieses Verhältnis entspricht also dem von Marcora (29) für diese Strukturen in den Spinalganglienzellen der Wirbeltiere festgestellten). Was das Verhältnis des Apparates zu den Neurofibrillen betrifft, so vermeidet derselbe wie die chromatophile Substanz — wie gesagt — diejenigen Stellen, die von Neurofibrillen eingenommen sind. Besonders schön ist dies in solchen Zellen zu sehen, in deren Inneres die Primitivfibrillen in kompakten Bündeln eindringen, dabei in gerader Richtung laufen (wie dies schön beim Hummer hervortritt), oder sich um den Kern konzentrisch herum legen (beim Flußkrebse; s. Holmgren (15) Fig. 50). In diesen Fibrillenmassen findet sich nie der Apparat, und ebensowenig finden wir ihn auch in dem Nervenfortsatze.

Die vorangehende Beschreibung des Apparates stützt sich hauptsächlich auf Präparate, die mittels der Kopsch'schen Methode hergestellt wurden (Phot. 5). Diese Methode gibt nach entsprechend langer Einwirkung die schönsten und präzisesten Bilder, ist jedoch ziemlich launenhaft und oft schwer berechenbar. Viel leichter, sicherer und schneller, als mit der Kopsch'schen, erhält man eine Färbung des Apparates mit der Sjövall'schen Methode (Phot. 2, 3, 4), doch sind die damit erzielten Bilder bei weitem nicht so schön. Wegen der Quellung in Formol werden die Fädchen dicker und nehmen meist die Körnerform an. Die Golgi'sche (Cajal-Golgi'sche) Methode (Phot. 1) liefert endlich ähnliche Bilder, wie die oben erwähnte; die Substanz des Apparates ist hier stark gequollen und behält nur ausnahmsweise die Fädchenform, sondern tritt gewöhnlich in Gestalt von plumpen, unregelmäßigen Körnern hervor.

Es ist sehr interessant zu sehen, wie sich der Golgi-Kopsch'sche Apparat der Crustaceen nach den gewöhnlichen Fixierungs- und Färbungsmethoden verhält. Der Golgi-Kopsch'sche Apparat der Wirbeltiere wird, wie bekannt (Weigl), nach den gewöhnlichen Fixierungsmethoden bald konserviert, bald völlig oder teilweise ausgelaugt. Im ersteren Falle bemerkt man in den Präparaten helle Streifen, im letzteren leere Kanälchen und als Übergangsbilder helle, teilweise kanalisierte Streifen, jedoch nur dann, wenn die angewandten Färbungsmethoden den Apparat speziell nicht färben, und das ist bei den Wirbeltieren die Regel. Eine Sonderstelle in dieser Hinsicht nimmt unter allen übrigen Farbstoffen, wie bekannt, frisch zubereitetes Weigert'sches Fuchselin ein, welches machmal. in wenigen glücklichen Fällen, den Apparat sehr schön färbt. Ähnlich wie bei den Wirbeltieren, doch etwas anders verhält sich auch die Substanz des Apparates bei den Crustaceen. Nach der Behandlung der Ganglien mit den oben angegebenen Fixierungs- und Färbungsmethoden erhielt ich verschiedene Bilder, die man in drei Gruppen einteilen kann. Zur ersten gehören Präparate, in welchen man im Plasma außer der chromatophilen Substanz und den Einwucherungen der perizellulären Kapsel sonst keine gefärbten Elemente zu sehen bekommt. Eine andere Gruppe bilden diejenigen Präparate, in welchen nach Anwendung der Heidenhain'schen (schwache Entfärbung) oder der Benda'schen Methode (Mitochondrienfärbung) außer den oben genannten Elementen noch viele dunkel gefärbte Körner sichtbar werden. Die dritte und letzte Gruppe enthält solche Präparate, in welchen im diffus gefärbten Plasma helle Vakuolen zum Vorschein kommen. Was die erste Gruppe anbelangt, so wird man annehmen müssen, daß hier die Substanz des Apparates zwar fixiert worden ist, jedoch infolge der gleichen Nuance, welche das umgebende Protoplasma bei der Färbung angenommen hat, nicht wahrgenommen werden kann. Über die zweite Gruppe will ich noch bemerken, daß ich zwar eine Färbung der hier hervortretenden Körner zuweilen auch mit frisch zubereitetem Fuchselin (Holmgren'sche Methode) erhalten habe, daß aber diese Bilder bei weitem nicht so schön waren, wie die durch Eisenhämatoxylinfärbung gewonnenen. Diese Körner (Phot. 6) haben mit der chromatophilen Substanz nichts zu tun, denn diese besteht, wie gesagt, aus winzigen Körnchen und Fädchen, jene dagegen sind aber bedeutend größer und färben sich

nie mit den speziellen Tigroidmethoden, sie passen dagegen sehr gut in die nach diesen Methoden im Plasma frei bleibenden Räume hinein. Nach Lage und Größe entsprechen sie vollständig dem Apparate, wenn dieser in Körnerform hervortritt. Alle diese Merkmale beweisen, daß wir es hier mit dem Golgi-Kopsch'schen Apparat zu tun haben. Es wird uns nicht befremden, daß er fast ausschließlich in Körnerform und nur ganz selten in Form von Fädchen auftritt, da die gewöhnlichen Fixierungsmethoden bekanntlich eine bedeutende Quellung der Myelinstoffe bewirken. Die schönsten Bilder von solchen Körnern erhielt ich beim Hummer mit Eisenhämatoxylinfärbung; seltener und nicht so schön traten sie nach gleicher Behandlung bei *Squilla* und *Astacus fl.* hervor. Beachtung verdient der Umstand, daß die Färbung dieser Körner in Ganglien, die mit sehr verschiedenen Methoden (Zenker'sche Flüssigkeit, Müller'sche Flüssigkeit + Formol und verschiedene Sublimat- und Osmiumsäuregemische) konserviert worden sind, zustande kommen kann, und das beweist, daß alle diese Methoden sich in gewissen Fällen zur Fixierung der Apparatsubstanz eignen können. Darin, daß sich der Golgi-Kopsch'sche Apparat der Crustaceen mittels gewöhnlicher Methoden färben läßt, unterscheidet er sich von demjenigen der Wirbeltiere; der Unterschied kann aber kein wesentlicher sein, da sich auch bei den Wirbeltieren dieser Apparat in gewissen Körperzellen (Darm der Kaulquappe; Weigl, 55) ähnlich verhält.

In diesem Zusammenhange will ich noch einige Gebilde erwähnen, die ich in mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten gefunden habe, und zwar ganz runde Körner, welche beträchtlich größer sind als diejenigen des Apparates. Ich fand sie hauptsächlich in den Ganglienzellen von *Squilla*, — manchmal auch in osmiierten Ganglien, und zwar in sehr verschiedener Zahl, etwa zwei, drei bis zehn und mehr in einer Zelle. Über ihre Natur kann ich nichts Näheres sagen; vielleicht entsprechen sie den von Legendre (22, 26) bei den Gastropoden beschriebenen lipochromen Körnern.

In den zu der dritten Gruppe gehörenden Bildern (Phot. 7) sehen wir die hier hervortretenden kugeligen oder ellipsoiden Vakuolen vollständig den oben besprochenen Körnern des Apparates in bezug auf Gestalt und Lage entsprechen. Es können hier zwei Fälle eintreten, entweder ist der Apparat fixiert, oder er ist ausgelaugt worden. Im ersteren entstehen helle aber volle Vakuolen, die sich

infolge ihrer schwächeren Färbung von dem dunkleren Protoplasma abheben. Diese Vakuolen entsprechen den bei den Wirbeltieren beschriebenen hellen Streifen und sind wie diese gewöhnlich etwas größer als die Körner des Apparates. Solche Bilder treten am deutlichsten in stark überfärbten Präparaten auf. Im anderen Falle sind die Vakuolen ganz leer (Phot. 7), doch ist es in vielen Fällen ganz unmöglich zu entscheiden, ob gewisse Vakuolen voll oder leer sind; gewöhnlich sind alle diese Bilder ziemlich undeutlich. Bei der geringen Größe dieser Gebilde kommt fast immer in den Schnitten eine dickere oder dünnere Plasmaschicht unter solchen Vakuolen zu liegen, und dann hat es den Anschein, als ob die Vakuolen voll wären, was gewiß nicht immer der Fall ist. Bei größeren Vakuolen ist es schon leichter, ihren eigentlichen Charakter zu erkennen. Hellen Vakuolen begegnet man auch, jedoch ganz ausnahmsweise, und zwar in Präparaten, die mit 2%-iger Osmiumsäure behandelt wurden. Sie sehen hier wie helle, jedoch nicht leere Räume aus; es sind jedoch meinem Erachten nach nur scheinbare, durch die oben angegebenen Umstände hervorgerufene Bilder, denn man wird mit größerer Wahrscheinlichkeit annehmen können, daß hier der Apparat z. B. infolge eines größeren Wassergehaltes also infolge schwächerer Säurekonzentration ausgelaugt worden ist und daß davon nur noch helle Vakuolen zurückgeblieben sind, als daß er zwar fixiert worden, von der Osmiumsäure jedoch nicht nur nicht geschwärzt, sondern auch schwächer als das umgebende Protoplasma gefärbt worden ist. Es gibt aber übrigens, wie es scheint, einige Übergänge zwischen diesen Bildern und den sekundären Ringen. Ähnlich wie nach schwachen Osmiumsäurelösungen bemerkt man auch nach gewöhnlichen Methoden in leeren Räumen liegende Körner. Ihre Entstehung wird sich hier ähnlich wie dort erklären lassen, doch will ich noch bemerken, daß hier vielleicht auch das Schrumpfen des Protoplasmas mitwirkt, weil das Protoplasma bekanntlich oft um die in ihm liegenden Gebilde von größerer Konsistenz herum schrumpft und sich von ihnen retrahiert. Es geschieht zuweilen, daß ein in einem solchen Raume liegendes Korn teilweise ausgelaugt wird, und dann entsteht ein Ring inmitten einer Vakuole; ist die Auslaugung eine totale, so bildet sich eine große, leere Vakuole, mit deutlichen unebenen Konturen. Ich betone nochmals, daß diese negativen Bilder recht undeutlich sind und daß sie infolge der Anwesenheit einiger va-

kuolenähnlichen Gebilde, die ich weiter unten beschreiben will, noch komplizierter erscheinen — im großen und ganzen aber entsprechen sie dem, was man, nach den analogen Bildungen der Wirbeltiere zu schließen, erwarten könnte.

Wie bekannt, schwärzt die Osmiumsäure in den Spinalganglienzellen nicht nur den Golgi-Kopsch'schen Apparat und die Myelinscheiden, sondern auch die intra-(sub)-kapsulären Zellen (Satellitenzellen). Aus dieser Tatsache hat Holmgren geschlossen, daß der Apparat mit denselben in Verbindung steht, da uns aber im folgenden die Holmgren'sche Trophospongienhypothese interessieren wird, will ich hier angeben, wie sich analoge Elemente der Crustaceen in dieser Hinsicht verhalten. Die die Ganglienzellen der Crustaceen umgebende Kapsel schwärzt sich samt den Fortsätzen, die sie in die Zelle entsendet, mit Osmiumsäure sehr verschieden, gewöhnlich ziemlich intensiv. Diese Schwärzung vollzieht sich jedoch — ähnlich wie bei den Wirbeltieren — ganz unabhängig von der Schwärzung des Apparates, und zwar sowohl in bezug auf die Zeit, wie auf den Raum. Zellen mit sehr intensiv gefärbten Kapseln besitzen oft keinen gefärbten Apparat, die mit schön gefärbtem Apparate keine geschwärzten Kapseln, wenn auch solche Fälle seltener sind. Die Kapseln schwärzen sich oft sehr ungleichmäßig und es kommt zuweilen vor, daß eine Kapsel an einer Stelle ganz schwarz, an einer anderen dagegen fast ganz ungefärbt oder schwach bräunlich gefärbt ist; auch verschiedene Schichten der Kapsel färben sich verschieden, am stärksten die intrazellulären Einwucherungen und die der Zelle anliegenden Schichten, schwächer dagegen die mehr äußeren Schichten. Gewöhnlich ist die Färbung der Kapseln ziemlich gleichmäßig (die der kleinen Zellen immer) und nur zuweilen kann man in denselben geschwärzte Granula und Fäserchen unterscheiden (s. unten). Dieser Mangel an Parallelismus zwischen der Schwärzung des Apparates und der Kapseln zeigt ebenfalls, daß diese Gebilde in keinem innigen Zusammenhange stehen können.

Außer diesen Elementen wird noch in den Ganglien der Crustaceen die Lymphe durch die Osmiumsäure geschwärzt, und zwar auch sehr verschieden; einmal nimmt sie einen sehr intensiven Ton an, der dunkler ist als derjenige der Kapseln, ein andermal färbt sie sich ganz hell olivenbraun oder gelb. Es scheint, daß sich die Lymphe sehr schnell zu schwärzen vermag, denn es kommt

oft vor, daß in Präparaten, die kurz mit Osmiumsäure behandelt waren und in welchen der Apparat und die perizellulären Kapseln sich erst zu färben beginnen, die Lymphe schon intensiv gefärbt ist. Erfüllt sie einen größeren Raum, so färbt sie sich an verschiedenen Stellen sehr verschieden mit allen Übergängen von schwarz bis hell-olivengrün oder gelb.

Es entsteht jetzt die Frage nach dem Verhältnis des oben geschilderten Golgi-Kopsch'schen Apparates zu den von Holmgren (14, 15) bei den Crustaceen beschriebenen Strukturen. Ehe ich auf diese Frage eine erschöpfende Antwort gebe, halte ich es für angezeigt zu erinnern, wie sich das Verhältnis der Holmgren'schen Trophospongien zu dem Golgi-Kopsch'schen Apparat bei den Wirbeltieren darstellt. Wie schon oben erwähnt wurde, sind in den Trophospongien zwei völlig verschiedene Strukturen zu unterscheiden. Die eine wird gebildet durch diejenigen Teile der Trophospongien, die ganz mit dem Apparat identisch sind, rein intrazellulären Charakter besitzen und welche, obwohl sie zuweilen bis zu der Peripherie der Zelle reichen, über diese nie hinausgehen, die andere baut sich aus Teilen auf, die in die Zellen von außen hineindringen und genetisch und morphologisch zu Zellen anderer Art gehören. Da es jedoch zuweilen vorkommt, daß einerseits die bis zu der Peripherie reichenden Netzfädchen, andererseits die in die Zelle eindringenden fremden Elemente nach Behandlung mit einer Methode sich gleichzeitig und ähnlich tingieren, so wird es nicht befremden, daß man dann scheinbare Bilder einer einheitlichen Struktur der Trophospongien erhält. Die jüngst von Białkowska und Kulikowska beschriebene Tatsache, daß bei den Hirudineen selbst in denjenigen Zellen, die Holmgren als Trophocyten betrachtet, der Golgi-Kopsch'sche Apparat vorhanden ist, zeigt unwiderleglich, daß der Apparat eine Zellstruktur darstellt, die von keinen außerhalb der Zelle sich befindenden Elementen genetisch oder morphologisch abhängig ist. Wenn man von diesem Punkte aus die betreffenden Strukturen bei den Crustaceen betrachtet, so kommt man sofort zu der Überzeugung, daß Holmgren bei diesen Tieren keine echten Trophospongien sehen konnte, und zwar einfach deshalb nicht, weil hier der zweite Bestandteil der Trophospongien, das intrazelluläre Netz, fehlt. Diese Substanz, die bei anderen Tieren dieses intrazelluläre, „trophische“ Netz bildet, tritt hier in einer der Netzstruktur ganz unähnlichen Form,

in Form von kleinen, diffus zerstreuten Fädchen, hervor. Solche Gebilde können in keiner Weise mit Trophospongien identifiziert werden — es bleibt also hier nur der zweite Bestandteil der Trophospongien, die Einwucherungen des die Nervenzellen umgebenden Gewebes übrig. Diese Feststellung ist von prinzipieller Bedeutung, weil Holmgren bei Ausarbeitung seiner Trophospongienhypothese sich auf seine bei Wirbellosen und unter diesen vorzugsweise bei Crustaceen und Hirudineen gemachten Befunde stützt. Bei Hirudineen ist in der letzten Zeit nachgewiesen worden (Białkowska und Kulikowska), daß hier der Golgi-Kopsch'sche Apparat ähnlich wie bei den Wirbeltieren mit den extrazellulären Elementen und ihren Fortsätzen in keinem Zusammenhange steht. Bei den Crustaceen muß man aber jeden Zusammenhang des Apparates mit den Einwucherungen der Kapselzellen (Trophocyten) wegen seiner Form von vornherein ausschließen, es handelt sich also darum, ob die Einwucherungen selbst nicht einen trophischen Apparat bilden, und ob die Holmgren'sche Beschreibung dieser Gebilde bei den Crustaceen dem eigentlichen Sachverhalte entspricht.

Um das leichter tun zu können, will ich hier die wichtigsten Punkte der Angaben Holmgrens, die diese Strukturen bei den Crustaceen betreffen, anführen. In der seiner Beschreibung der Ganglienzellen des Flußkrebse sagt Holmgren (15), daß von der bindegewebigen, die Nervenzelle umgebenden Kapsel, die mehr oder weniger zahlreiche Spalträume enthält, in die Nervenzelle an sehr vielen Stellen Fortsätze hineindringen und in allen Richtungen verlaufen. „Bald schließen diese Fortsätze“, sagt er, „kaum wahrnehmbare Höhlungen, bald deutliche und oft ungleich weite Spalten, bald wieder sehr weite Röhren ein, welche deutlicherweise mit den interzellulären Spalten kommunizieren“. Betrachten wir jetzt die Holmgren'schen Figuren, die diese oben beschriebenen Verhältnisse illustrieren sollen! In der seiner Arbeit „Noch weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen verschiedener Tiere“ beigefügten Textfigur 10 ist eine Ganglienzelle des Flußkrebse dargestellt. Diese Zelle hat eine ungemein dicke Kapsel, von welcher einige Fortsätze ausgehen und in den Zelleib eindringen, jedoch nicht tief reichen und die äußerste peripherische Zone der Zelle nicht überschreiten. In den tieferen und zentralen Teilen der Zelle begegnen wir diesen Fortsätzen nicht mehr, wir finden dort dagegen Gebilde, die, wenn sie mit den Fortsätzen in irgend welcher Be-

ziehung stehen, nur als deren Querschnitte angesehen werden dürfen. Dieser Figur sehr ähnlich sind die seiner späteren Arbeit „Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen“ beigefügten Figuren 36 und 37. Besonders in Fig. 37 sind die in die Zelle eindringenden Fortsätze spärlich und kurz, ihre scheinbaren Querschnitte dagegen sehr zahlreich und sie liegen merkwürdigerweise auch in den zentralsten Teilen der Zelle. Ich muß sogleich hervorheben, daß diese scheinbaren Querschnitte, eigentlich Vakuolen, mit den Fortsätzen der Kapselzellen nichts zu tun haben. Um jedoch diese Verhältnisse näher zu analysieren, müssen wir uns etwas eingehender mit den Kapseln und ihren Fortsätzen befassen.

Bei Durchmusterung der einschlägigen Literatur findet man ziemlich zahlreiche, jedoch oft einander widersprechende Angaben. Nach Nansen ist die die Nervenzellen des Hummers umkleidende Kapsel eine Membran, die von der Neuroglia gebildet wird. Sie besteht oft aus mehreren Schichten und enthält zuweilen auch an ihrer Innenseite liegende Neurogliakerne. Die Frage, ob hier eine eigentliche Zellmembran vorhanden ist, läßt er offen. Die Existenz einer Zellmembran in den Ganglienzellen des Flußkrebse leugnet Krieger (20), dagegen nimmt sie Owsiannikow (35) bei demselben Tiere an. Nach ihm besitzen die Ganglienzellen des Flußkrebse eine Membran und eine Kapsel, die aus eng aneinander gelagerten Endothelzellen besteht. Die dickeren Kapseln, welche größere Zellen umgeben, bestehen aus mehreren membranartigen Schichten, die durch Gliazellen und Bindegewebe gebildet werden. Freilich fügt dieser Autor keine nähere Erläuterung hinzu, was er als Endothel- und was als Gliazellen und Bindegewebe ansieht. Pflücke (36) unterscheidet beim Flußkrebse Kapseln großer und mittelgroßer Zellen, die aus in allen Richtungen sich verflechtenden, oft wellig gebogenen Fasern bestehen, und Kapseln kleiner Zellen, bei welchen die fibrilläre Schichtung fehlt oder ganz undeutlich ist. Noch schärfer läßt Halpern (13) diesen Unterschied hervortreten. Er teilt die Ganglienzellen des Flußkrebse in kleine Zellen und Kolossalzellen ein. Die kleinen Zellen „besitzen eine deutliche, gegen den Inhalt scharf abgegrenzte Membran, die normalweise durch eine zweite Hülle verstärkt wirkt“. Die größeren Übergangszellen besitzen mehr solche Hüllen. An den Kolossalzellen läßt sich keine homogene Membran nachweisen, „an ihre Stelle tritt ein Fibrillennetz, das den Zelleib mit bald engeren, bald wei-

teren Maschen umspinnt“. Nach Schneider (53) endlich bildet das Hüllgewebe nur an kleineren Zellen einfache oder weniggeschichtete, scharf abgegrenzte Kapseln, an großen Zellen dagegen sind die Hüllen voluminöser, bestehen aus „locker fädig struierten Zellen“ und sind von dem Protoplasma der Zelle nicht scharf abgegrenzt.

In Übereinstimmung mit dem letztgenannten Autor beweisen auch meine Untersuchungen, daß man wenigstens bei *Astacus fl.* und *Squilla* zwei Haupttypen der die Ganglienzellen umhüllenden Kapseln unterscheiden kann, Kapseln von kleinen und mittelgroßen und solche von größten Zellen. Die Kapseln kleiner Zellen (Phot. 3) sind ganz homogen; man kann in ihnen keine Schichtung wahrnehmen, ihre Dicke ist sehr unbedeutend und wenig variabel. Bei mittelgroßen Zellen bestehen sie aus einigen wenigen Schichten (Phot. 4, 5). Zwischen diesen Kapseln und solchen von kleinen Zellen einerseits und solchen von großen Zellen andererseits finden wir zahlreiche Übergangszellen mit dünneren oder dickeren mehr- oder weniger geschichteten Kapseln, welche ich alle, trotzdem die einen von ihnen ganz einfach sind, die anderen dagegen aus Schichten bestehen, wegen ihres kompakten Baues und ihrer scharfen Abgrenzung gegen den Zelleib zu einem Typus zusammenstelle. Es gelang mir nicht, bei diesen Zellen eine spezielle Zellmembran mit aller Sicherheit zu unterscheiden, und ich bin geneigt, auf Grund des Verhaltens der großen Zellen anzunehmen, daß auch kleine und mittelgroße Zellen keine differenzierte Zellmembran besitzen. Die großen Zellen besitzen auch zuweilen kompakte, mehrschichtige Kapseln, doch am häufigsten bestehen diese Kapseln (besonders bei *Astacus*) aus sehr lockerem, faserigem Gewebe (Phot. 2). Die die mittelgroßen und großen Zellen umhüllenden Kapseln können zuweilen beträchtliche Dimensionen erreichen, sind jedoch in sehr hohem Grade von der Umgebung jeder Zelle abhängig. Wenn die Zellen dicht nebeneinander liegen, so sind die Kapseln selbst der größten Zellen verhältnismäßig dünn, dagegen bei lockerer Anordnung der Zellen ist gewöhnlich die Dicke ihrer Kapseln bedeutender. Beim Hummer haben die kleinen Zellen auch homogene, einfache, die mittelgroßen und großen geschichtete Kapseln; bei den großen und besonders einzeln stehenden Zellen erreichen die Kapseln zuweilen eine kolossale Dicke. Meist sind die Kapseln beim Hummer dicker als bei *Squilla* und *Astacus*. Eine spezielle Zellmembran konnte

ich auch hier nie unterscheiden. Die die Kapseln aufbauenden Zellen sind gewöhnlich sehr schwer zu unterscheiden. Kerne, die eine elliptische oder mehr rundliche Form haben, kommen in den dünnen, einfachen Kapseln sehr selten vor und können an ihrer äußeren oder auch inneren Seite gelegen sein; in den dickeren, geschichteten und auch lockeren Kapseln sind sie häufiger, mitunter auch sehr zahlreich; sie liegen in solchen Kapseln vorzugsweise in den äußeren Schichten, kommen aber auch an der inneren Seite der Kapseln vor. Die dünnen, einfachen Kapseln der kleinen Zellen, die sich mit Osmiumsäure ganz homogen schwärzen und zuweilen so dünn sind, daß man sie, besonders wenn die Zellen dicht beisammen liegen, fast nicht unterscheiden kann, schließen keine wahrnehmbaren Lymphräume ein. Die Kapseln mittelgroßer und großer Zellen enthalten oft mehr oder weniger zahlreiche Spalt Räume von sehr variabler Größe. Die diese Räume erfüllende Lymphe wird nach der Osmiumsäurebehandlung — wie gesagt — geschwärzt, zuweilen wird sie auch durch gewöhnliche Fixierungs- und Färbungsmethoden konserviert und gefärbt. Diese lymphatischen Räume sind jedoch nicht so zahlreich, wie man aus Holmgren's Beschreibungen und Abbildungen schließen könnte. Sie verlaufen mitunter dicht an der Peripherie der Zelle, von ihr nur durch einen dünnen Kapselsaum getrennt; ich habe jedoch niemals gesehen, daß sie in die Zelle hineindringen. Es sei noch bemerkt, daß die Kapseln und insbesondere die der größeren Zellen oft keine genau differenzierten morphologischen Einheiten sind; sie können stufenweise ineinander oder in das zwischenliegende Hüllgewebe übergehen.

Über die Natur des Kapselgewebes und überhaupt über die Natur des Hüllgewebes der Crustaceen bin ich nicht ganz im klaren. Ich will jedoch hier erwähnen, daß bei *Squilla* zuweilen nach der Eisenhämatoxylinfärbung der in Carnoy's Flüssigkeit fixierten Ganglien ganz deutlich schwarz gefärbte Fibrillen hervortreten, die in hohem Grade an die Neurogliafibrillen anderer Wirbellosen erinnern. Nach Halpern und Schneider ist dieses Hüllgewebe — wie schon früher erwähnt wurde — durch das Auftreten einer fettartigen, mit Myelin verwandten und sich mit Eisenhämatoxylin schwärzenden Substanz charakterisiert. Sie soll zuweilen die Fäden des Hüllgewebes auf langen Strecken umhüllen; diese sehen dann, wie schwarzgefärbte Fibrillen aus. Es ist also nicht ausgeschlossen,

daß Fibrillen, die ich gesehen habe, nur solche scheinbare Fibrillen waren, doch sie waren zu zahlreich und zu distinkt gefärbt, als daß sie nur solche akzidentelle Gebilde sein sollten; sie waren, ich betone es noch einmal, Gliafasern sehr ähnlich.

Wir gehen jetzt zu den Fortsätzen über, die die Kapselzellen in die Nervenzellen entsenden und die schon oft beschrieben und verschieden gedeutet wurden. Nach Nansen bilden sie beim Hummer transversale Septen, die, schief oder quer geschnitten, oft wie dreieckige Körperchen aussehen. Rohde (39, 40, 41) betrachtet sie vom Standpunkt seiner Hypothese vom Übertreten der Neurogliafasern in das grobfibrilläre Spongionplasma der Nervenzellen. Owsiannikow betont dagegen die Verschiedenheit dieser Gewebe; nach ihm findet beim Flußkrebse kein Übergang des einen Gewebes in das andere statt; er behauptet auch, daß sich die Gliazellen in normalen Fällen nie im Innern der Nervenzellen befinden. Nach Halpern dringen oft beim Flußkrebse aus den die Kolossalzellen umgebenden Netzen Fibrillen in das Protoplasma dieser Zellen nicht tief hinein. Schneider beschreibt auch das Eindringen der Kapselfortsätze in die großen Zellen; sie können nach ihm sehr tief, selbst in die Nähe des Kernes reichen. Wie endlich Holmgren diese Einwucherungen auffaßt und beschreibt, wurde schon oben erwähnt.

Meine Untersuchungen beweisen, daß das Eindringen des Hüllgewebes in die Ganglienzellen der Crustaceen eine ganz normale und konstante Erscheinung ist. Es findet nicht nur in den größten Zellen, wie es nach den Angaben der Autoren scheinen könnte, sondern auch in den mittelgroßen und kleinen, die kleinsten ausgenommen, statt. Die in die verschiedenen Zellen eindringenden Fortsätze sind qualitativ und quantitativ sehr verschieden, auch verhalten sie sich etwas verschieden bei jedem der drei untersuchten Tiere. Im allgemeinen sind die Kapselwucherungen in den kleinen Zellen recht spärlich und sie verändern hier das Aussehen der peripherischen Zone der Zelle nicht, die sich scharf gegen die Kapsel abgrenzt; in den größten Zellen sind diese Einwucherungen zuweilen sehr zahlreich und verwischen oft die Deutlichkeit der gegenseitigen Abgrenzung der Kapsel und der Zelle. Sowohl ihre Anzahl, wie auch ihre Größe und Gestalt kann sehr verschieden sein. Zuweilen sind es ganz dünne Fasern (Phot. 5), die sich im Zellprotoplasma schwer

verfolgen lassen, dann wieder sehen sie wie dicke, transversale Septen aus (Phot. 2, 9). Es gibt natürlich zwischen diesen beiden Formen zahllose Übergänge. Gewöhnlich reichen die Kapselfortsätze nie sehr tief in den Nervenzelleib hinein, sie endigen gewöhnlich unweit von der Peripherie und dringen nur sehr selten tiefer in das Zellplasma ein, so daß man ihnen selbst unter dem Kerne begegnen kann (*Squilla*). Vorzugsweise verlaufen sie radiär oder parallel zu der Zellperipherie. Die letztgenannte Richtung finden wir hauptsächlich bei dünnen, faserigen Fortsätzen und, wenn diese nahe an der Kapsel verlaufen, gewinnen wir oft den Eindruck, als wenn sich diese und eigentlich ihre innerste Schicht in Fasern aufgelöst hätte. Die Fortsätze und insbesondere die dickeren können sich zuweilen verästeln, mitunter nehmen sie eine Bäumchenform an. Sie bilden jedoch, soweit ich es feststellen konnte, keine Anastomosen und gehen nie Verbindungen miteinander ein. Beim Flußkrebse sind sie in den größten Zellen zahlreich und in mittelgroßen ziemlich spärlich, bei *Squilla* dagegen in allen Zellen, die ganz kleinen ausgenommen, fast gleich zahlreich. *Squilla* ist überhaupt ein sehr geeignetes Objekt zum Studium dieser Gebilde; nach Osmiumsäurebehandlung treten sie hier ungemein deutlich hervor, denn sie schwärzen sich ähnlich wie die Kapseln und vielleicht auch häufiger und intensiver als diese. Sie sind hier zahlreicher als bei *Homarus* und *Astacus*, oft ist man über ihre Menge erstaunt; auch dringen sie hier tiefer in den Zelleib hinein und führen mit sich mehr oder weniger zahlreiche Kerne. Bei *Astacus* und *Homarus* sind sie auch zuweilen mit Kernen versehen, doch ist dieser Fall nicht häufig und die Zahl der Kerne nicht groß. Mitunter fand ich in Nervenzellen auch ganz nackte Hüllgewebkerne. In den großen Zellen des Hummers zeichnen sich die Einwucherungen der Kapseln zuweilen durch eine merkwürdige Gestalt aus und sehen hier wie dreieckige oder unregelmäßige Körperchen (Phot. 6) aus, die mittels dünner Fortsätze mit der Kapsel zusammenhängen. Eine genaue Durchmusterung der Schnitte zeigt, daß es quer oder schief durchgeschnittene dicke Septen sind, die der Zellperipherie mehr oder weniger parallel verlaufen. Es scheint aber, daß radiäre Fortsätze auch zuweilen die Gestalt dreieckiger Körperchen durch Schrumpfung annehmen können. Die intrazellulären Kapselfortsätze sind gewöhnlich so wie die Kapseln gebaut, von welchen sie ausgehen. Die

dünnen, die man meist in kleineren Zellen findet, sind ganz homogen und lassen keine Schichtung unterscheiden; die dickeren von den größeren Zellen haben dagegen eine deutlich faserige Struktur. Es gelang mir nie, darin Spalten oder Kanälchen zu finden, die mit den Spalträumen der Kapsel in Verbindung ständen; sowohl die einfachen, dünnen, wie auch die dickeren, geschichteten Fortsätze hatten immer eine kompakte Struktur. Was die Färbung dieser Gebilde anbelangt, so sind sie bei Anwendung der gewöhnlichen Methoden schwer zu sehen. Sie nehmen bei der Färbung gewöhnlich die gleiche Nuance an, wie die Kapsel und sind nur etwas dunkler als das Nervenzellprotoplasma. Am schönsten und deutlichsten treten sie nach den Osmiumsäuremethoden hervor. Es geschieht aber mitunter, daß sie sich mit Eisenhämatoxylin ein wenig oder sogar intensiv färben. Solche ganz schwarz mit Eisenhämatoxylin tingierte Kapselfortsätze habe ich mehrmals beim Hummer besonders in großen Zellen angetroffen. Manchmal glaubte ich, in den Ganglienzellen der Crustaceen etwas noch nie Gesehenes zu finden, aber nach genauerer Untersuchung der entsprechenden Schnitte stellte es sich heraus, daß von diesen Gebilden alle Übergänge zu den normal sich färbenden Kapselfortsätzen vorhanden sind. Die Kapseln solcher Zellen färben sich auch wie gewöhnlich, und nur zuweilen zeigen einige dicht an der Zelle liegende Teile derselben eine intensive Schwärzung, oft findet man einen Fortsatz, der, von der Kapsel ausgehend, ähnlich wie diese gefärbt ist und erst in der Zelle einen dunklen Ton annimmt. Wir haben hier vielleicht die von Halpern und Schneider bei *Astacus* beschriebene fettartige Substanz vor uns, die so reichliche Ablagerungen in den Fortsätzen bildet; allerdings scheint dieser Fall nicht oft vorzukommen. — Es sei noch hier bemerkt, daß das Hüllgewebe auch in die Nervenfortsätze sehr oft einwuchert.

Nachdem wir den Bau der Kapseln und ihrer Fortsätze in den ganz normalen Zellen kennen gelernt haben, will ich einige einen eher pathologischen Charakter zeigende Fälle erwähnen. Sie lassen uns die charakteristischen Eigenschaften des Hüllgewebes erkennen.

Es wäre in diesem Zusammenhange vor allem eine bei *Squilla* beobachtete Zellart zu besprechen. Wie bekannt, sind die meisten Ganglienzellen der Crustaceen unipolar; bi- oder multipolare Zellen sollen nur sehr selten vorkommen. Spezielle Angaben über diese Verhältnisse bei *Squilla* habe ich in der mir bekannten Literatur

nicht gefunden, und es scheint, daß bei ihr oft multipolare Zellen vorhanden sind. Die von mir angewandten Färbungsmethoden sind nicht dazu geeignet, diese Frage ganz sicher zu entscheiden. Auf Schnitten haben solche Zellen sehr merkwürdige Formen, sie haben keinen regelmäßigen Umfang, sondern bilden viele kurze, unter der Kapsel endende, amöboide Fortsätze (Phot. 7, 10). Umgeben sind sie gewöhnlich von sehr dicken Kapseln mit zahlreichen Kernen und lymphatischen Räumen. Das Kapselgewebe erfüllt alle zwischen den Fortsätzen frei bleibenden Räume. Von den Kapseln dringen in die Nervenzellen, wie es bei *Squilla* gewöhnlich der Fall ist, zahlreiche mit Kernen versehene Fortsätze hinein. Es ist selbstverständlich schwer zu entscheiden, auf welche Weise so gestaltete Zellen entstehen, welches der beiden in der Rede stehenden Elemente hier die tätige Rolle spielt, ob die Nervenzellen, indem sie wachsen, zwischen die Kapselzellen mit ihren Fortsätzen hindringen, oder ob diese sich stark vermehren und sich in den Zelleib einstülpen.

Zuweilen können solche Zellen ein sehr kompliziertes Aussehen bekommen. Oft beginnt das Kapselgewebe sehr stark, und zwar auf Kosten der Nervenzelle zu wachsen, dringt samt vielen Kernen in ihr Protoplasma hinein, durchquert es in allen Richtungen, zerstört mit einem Worte die Ganglienzelle. Es entstehen auf diese Weise merkwürdige Bilder: der Nervenzellkern ist von einem mehr oder weniger engen Saume des Protoplasmas umgeben, der übrige Zelleib ist ganz vom Kapselgewebe, das viele Kerne besitzt, durchwuchert, das Zellplasma bildet nur an wenigen Stellen größere Massen, die ganz voneinander durch das Kapselgewebe getrennt sind (Phot. 11). Solche Zellen können durchaus nicht als normal gelten; wir haben hier vor uns unstreitig pathologische Erscheinungen, die vielleicht ein Licht auf die Entstehungsweise der oben beschriebenen, amöboide Fortsätze besitzenden Zellen werfen können. In diesem Lichte erscheint der normale Charakter dieser Zellen etwas zweifelhaft, da sie sich von den letztgenannten pathologischen Zellen nicht scharf unterscheiden, sondern stufenweise in solche übergehen. Diese durch das Hüllgewebe zerrissenen Zellen erinnern einigermaßen an die von Nageotte (31, 32, 33) bei der Transplantation der Spinalganglien des Kaninches beschriebenen gelappten Zellen. Nach seinen Angaben sind solche Zellen: „divisées en plusieurs lobes (deux à six) par des sillons qui s'avancent jusqu'auprès du noyau . . . ils

(die Lappen) ne tiennent à la portion centrale de la cellule que par un col rétréci; dans les sillons s'engagent les cellules de la capsule". Zwar betrachtet Nageotte diesen Vorgang als einen Beweis für die Aktivität des Nervenzellplasmas und diese Lappen als „expansions cellulaires“, doch man sieht hier jedenfalls eine gewisse Aktivität der subkapsulären Zellen. Diese tritt noch deutlicher während der Phagozytose abgestorbener Nervenzellen (in transplantierten Ganglien) hervor. Hier dringen die subkapsulären Zellen in das Innere der Nervenzellen hinein und zerstören sie gänzlich, so daß an Stelle der Nervenzelle nur eine Anhäufung von subkapsulären Zellen übrigbleibt. In diesen Vorgängen zeigen also die perizellulären Elemente eine weit größere Aktivität und Widerstandsfähigkeit als die Nervenzellen. Nach meiner Meinung müssen sich in den oben beschriebenen Zellen von *Squilla* ähnliche Vorgänge abspielen. Die Kapselzellen treten aus uns unbekanntem Gründen in einen intensiven Aktivitätszustand ein, welcher die oben beschriebenen Vorgänge bewirkt. Da aber die Nervenzellen hier noch leben und den einwuchernden Kapselzellen einen Widerstand entgegensetzen, so sind diese Prozesse nicht so intensiv wie bei abgestorbenen Zellen. Betrachten wir jetzt die Zellen mit amöboiden Fortsätzen, so wird man nicht umhin können, in ihnen normale Zellen zu erblicken (wofür ihr häufiges und konstantes Auftreten spricht), deren Hüllgewebe jedoch oft übermäßig zu wachsen beginnt und solche pathologische Erscheinungen zur Folge haben kann.

Unzweifelhaft pathologische Prozesse kommen zuweilen in den Ganglienzellen des Hummers zum Vorschein. Ich habe bei diesem Tiere Nervenzellen gefunden, in welchen man zwei Plasmaarten unterscheiden konnte (Phot. 12). Die eine Art war ein homogenes, dunkelgefärbtes (dunkler als gewöhnlich), die chromatophile Substanz und die Körner des Apparates enthaltendes Plasma, die andere ein verhältnismäßig sehr helles, oft in Granula verteiltes, hyalines Plasma. Diese beiden Plasmaarten berührten sich in einer unebenen, zerrissenen und gleichsam eingebuchteten Linie. In dem helleren Plasma waren zuweilen Stücke und Streifen von dunklerem Plasma vorhanden, mit gleichsam zerstörten Konturen. Es ist klar, daß so beschaffene Zellen keineswegs für normal gelten können; es müssen sich in ihnen gewisse plasmolytische, und vor allem chromatolytische Prozesse abspielen. Das helle, hyalinartige, oft in

Granula zerteilte Protoplasma kann nichts Anderes sein, als durch Chromatolyse verändertes Nervenzellprotoplasma. Was diese Chromatolyse bewirkt, ist nicht schwer zu sagen, wenn man sieht, daß an dieser Seite der Zelle, an welcher sich das hellere Plasma befindet, die Kapsel dicker und faseriger ist, als an anderen Stellen. In Zellen, wo diese Prozesse schon so fortgeschritten waren, konnte ich das gegenseitige Verhältnis des Kapselgewebes zum Nervenzellprotoplasma nicht näher untersuchen, denn es waren vorzugsweise Osmiumpräparate, auf welchen die Kapseln denselben Ton wie das hellere Plasma hatten. In den Zellen dagegen, in welchen solche Prozesse erst begonnen hatten, war es sehr leicht zu konstatieren, daß die hier stattfindenden Vorgänge in direktem Zusammenhange mit der Einwucherung der Kapselfortsätze stehen. Besonders auf oberflächlichen Schnitten solcher Zellen trat es klar hervor, daß hier das Kapselgewebe in den Zelleib eindringt und daß das herumliegende Protoplasma verändert wird. Diese Einwucherungen haben hier einen ganz anderen Charakter, als in normalen Zellen. Es sind keine genau differenzierten Fortsätze, sondern es findet ein Einwuchern in ganzen Massen statt, und erst von diesen Massen dringen in das Plasma kurze Fortsätze ein, um welche herum die chromatolytischen Prozesse stattfinden. Daß diese Chromatolyse durch das eindringende Kapselgewebe bewirkt oder mindestens bedingt wird, konnte ich in einer Zelle bei *Squilla* sehr deutlich sehen. Diese Zelle zeigte die in der Rede stehenden Vorgänge in einem sehr fortgeschrittenen Stadium; das spärliche dunkle Nervenzellprotoplasma war samt dem Kerne gegen die Zellperipherie zurückgedrängt, der übrige Zellraum war mit hellem Plasma und Kapselgewebe ausgefüllt; dicht unter dem Nervenzellkerne befand sich ein Kapselkern.

Auch diese Prozesse scheinen an einige bei Wirbeltieren bekannte Vorgänge zu erinnern, so z. B. an die von Cajal (6) bei alten Menschen beschriebenen zerrissenen Zellen. Diese Zellen sind kleiner als die gewöhnlichen Ganglienzellen und charakterisieren sich durch „das Vorhandensein einer großen Zahl kurzer, ausstrahlender Verlängerungen mit einem Kontur voller Einbuchtungen und Erhöhungen“. Cajal deutet die Entstehung solcher Zellen auf diese Weise, daß er annimmt, daß zuerst eine übermäßige Vermehrung der Satellitenzellen stattfindet, und darauf ein neurofibrillärer Neubildungsprozeß einsetzt, der die Entstehung der Verlänge-

rungen, welche die freien Räume zwischen den Satellitenzellen erfüllen, zur Folge hat, und daß endlich ein rückschreitender Prozeß eintritt, indem die Satellitenzellen sich noch weiter vermehren, die Fortsätze dagegen schrumpfen und atrophieren.

Ähnliche Prozesse scheinen auch hier vorzukommen, da in beiden Fällen (amöboide Zellen und Zellen mit Chromatolyse) ein übermäßiges Vermehren der Kapselzellen stattfindet. Die Kapselzellen geben also hier, wie bei den von Cajal beschriebenen Zellen, den ersten Impuls zu den erwähnten Vorgängen, die hier ebenso wie dort endlich zur Vernichtung der Zellen oder ihrer Teile führen. Daß der im zweiten Falle beobachtete Vorgang eine Chromatolyse ist, dafür spricht auch Legendre's Beobachtung (24, 25), daß in den Ganglienzellen in Wasser erstickter Schnecken, bei welchen auch eine starke Vermehrung der Neurogliazellen konstatiert werden konnte, chromatolytische Prozesse stattfanden, die mit dem Eindringen der Neurogliazellen in die Nervenzelle im Zusammenhange standen.

Alle diese pathologischen Vorgänge habe ich deshalb so eingehend besprochen, da sie einerseits sehr interessant und bei den Wirbellosen wenig bekannt sind, andererseits aber gewisse charakteristische Eigenschaften des Hüllgewebes klar hervortreten lassen.

Wenn wir jetzt zu Holmgren und seinen Trophospongien zurückkehren, so können wir schon auf zwei Fragen, die hier gestellt werden müssen, eine endgültige Antwort geben, erstens, ob bei den Crustaceen ein intrazelluläres Netz der Saft- oder Trophospongienkanälchen vorhanden ist, zweitens, ob in den Kapselfortsätzen irgend welche Kanälchen vorhanden sind. Bezüglich der ersten Frage erinnern wir, daß wir auf Grund der Analogie mit den Wirbeltieren schon von vornherein die Existenz eines solchen Netzes ausgeschlossen haben; in den Holmgren'schen Abbildungen haben wir jedoch gesehen, daß die Kanälchen den ganzen Zelleib einnehmen. Die Kapselfortsätze reichen gewöhnlich nicht tief in den Zelleib, es können also die dort neben dem Kerne vorkommenden vakuolenähnlichen Kanälchenquerschnitte nicht ihre Querschnitte sein. Ihre Lage, Größe und Form zeigen deutlich, daß es Negative des Golgi-Kopsch'schen Apparates sind. Was speziell Fig. 10 in Holmgren's (4) Abhandlung betrifft, so sind die in dieser Figur dargestellten Ringe in hellen Räumen (nach Holmgren sollen es querschnittene Kanälchen mit eigenen Wänden

sein, um welche herum das Protoplasma zusammengeschrumpft ist) als teilweise ausgelaugte Körner aufzufassen, um welche helle Räume in der oben angegebenen Weise entstanden sind.

Es hat also Holmgren hier denselben Fehler begangen, wie bei den Wirbeltieren und anderen Wirbellosen, und Strukturen, die miteinander nichts gemein haben, zusammengestellt; der Fehler ist hier noch größer, da diese Strukturen nicht nur in keinem wirklichen, sondern auch in keinem scheinbaren Zusammenhange stehen können. Es ist selbstverständlich, daß die Fortsätze keine Verbindungen mit den diffus zerstreuten Fädchen des Apparates eingehen können, und die von Holmgren als Querschnitte der Kanälchen abgebildeten Vakuolen stellen doch die negativen Bilder dieser Fädchen, resp. Körner dar.

Was die zweite Frage betrifft, so habe ich niemals in den Fortsätzen der Kapselzellen Kanälchen oder Spalten angetroffen. Eine häufige Erscheinung ist dagegen die Schrumpfung des Protoplasmas um die Fortsätze herum, und es kommt gleichfalls vor, daß diese in hellen Räumen verlaufen, oder daß zwei dünne Fortsätze dicht nebeneinander laufen und einen hellen, durch Schrumpfung entstandenen Raum einschließen. Solche Bilder können sehr leicht den Eindruck hervorrufen, als hätte man hier wirklich mit kanalisierten Fortsätzen zu tun. Es ist nicht ausgeschlossen, daß außer den Schrumpfungen auch gewisse chromatolytische Prozesse die Entstehung solcher hellen Räume bewirken. Daß solche chromatolytische Vorgänge stattfinden können, haben wir schon gesehen, und Legendre (24) beschreibt, daß in den Nervenzellen in Wasser erstickter Schnecken um die Neurogliafortsätze herum helle Streifen durch Chromatolyse entstehen. Ich muß hier noch andeuten, daß Holmgren (14) oft Bildungen, die mit den Fortsätzen nichts gemein haben, für Kanälchen hält. Er sagt nämlich: „... findet man besonders, daß die im Ektoplasma lokalisierten Kanälchen sehr stark dilatiert sein können und erhält man dabei ein Aussehen, als ob die Zelle durch die Konservierung von der Zellkapsel retrahiert und nur durch feine Brücken mit derselben im Zusammenhang wäre“. Meiner Meinung nach wird in solchen Fällen wirklich die Kapsel von der Zelle während der Konservierung retrahiert, denn in normalen Zuständen liegt die Kapsel der Zelle dicht an. Die Brücken, welche während solcher Schrumpfungen entstehen, können entweder Protoplasmafäden oder Kapselzellfortsätze sein, was bis-

weilen schwer zu entscheiden ist. (Ähnlich deutet solche Bilder Rohde (39)). Es treten noch übrigens in der peripherischen Zone der Nervenzellen lakunenartige Räume auf, die auch, wie unten gezeigt werden soll, von Kanälchen ganz verschieden sind. Es sei hier noch erwähnt, daß man zuweilen breite Kanälchen findet, die von der Zelle in die Kapsel führen; die nähere Untersuchung ihrer Natur zeigt jedoch gleich, daß es künstliche Gebilde sind (Bergens Kanälchen des II. Typus).

Nach der neuesten Auffassung Holmgren's sind die Trophospongienkanälchen nicht präformiert, sondern entstehen durch Verflüssigung der Trophospongienfäden; es gelang mir jedoch in keinem Falle, etwas zu finden, was an eine solche Verflüssigung hinweisen könnte.

Wir sehen also, daß die Holmgren'sche Hypothese von der trophischen Natur der Kapselzellfortsätze durch keine unwiderleglichen Beweise gestützt wird. Überhaupt gibt es bisher keine klare Deutung dieser Gebilde. Bei den Crustaceen sind die Einwüchierungen der die Nervenzelle umhüllenden Kapsel eine konstante und normale Erscheinung; ein intrazelluläres, den Trophospongien anderer Tiere entsprechendes Netz bilden sie aber nicht und beschränken sich auf die Peripherie der Zelle. Irgendwelche Beobachtungen über ihre trophische Bedeutung im Zelleben liegen nicht vor. Meiner Meinung nach kommt ihnen auch nicht diese Rolle zu, welche Bochenek (4, 5) ähnlichen Bildungen bei *Helix pomatia* zuschreibt, denn, wenn es sich um eine Oberflächenvergrößerung zu nutritiven Zwecken handeln sollte, wie sollte dann die Tatsache erklärt werden, daß sie z. B. bisweilen in kleineren Zellen reichlicher vorhanden sind als in größeren. Legendre's (23) Annahme, daß es Stützelemente sind, scheidet an der gleichen Schwierigkeit. Es erhebt sich nun die Frage, ob es überhaupt zweckmäßige, zum Leben der Zellen unentbehrliche Einrichtungen sind, oder ob sie nur zufällig durch gegenseitige Wachstumsverhältnisse der Nervenzellen und des Hüllgewebes entstehen. Die oben beschriebenen pathologischen Vorgänge scheinen der zweiten Möglichkeit das Wort zu reden. Sie zeigen nämlich, daß diese normalen Einrichtungen sehr leicht in pathologische übergehen können und daß es sehr oft schwer fällt zu entscheiden, wo das Normale aufhört und das Pathologische beginnt. Bei all diesen pathologischen Prozessen spielt das Hüllgewebe die Hauptrolle, denn es ist

tätig, es wächst und vermehrt sich übermäßig, es durchdringt die Nervenzelle in allen Richtungen, ruft in ihr chromatolytische Vorgänge hervor und bewirkt schließlich ihre Zerstörung. Das Hüllgewebe offenbart in diesen Vorgängen eine sehr starke Aktivität, und es liegt die Annahme sehr nahe, daß auch die in normalen Zuständen in den Zellen sich befindenden Hüllgewebsfortsätze nur die Folge dieser Aktivität und der großen Wachstumskraft, die dem Hüllgewebe innewohnen, darstellen. So lange diese Kapsel- einwucherungen eine gewisse Grenze nicht überschreiten, so lange geht alles im Nervenzellleben normal von statten, wenn sie aber infolge einiger uns nicht bekannter Bedingungen diese Grenze überschreiten, so verlieren sie gleich ihren neutralen Charakter, sie nehmen dann, wie Legendre sagt, „un rôle phagocytaire“ an. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß bei der Entstehung der Kapsel- fortsätze die Nervenzellen eine Rolle spielen, indem sie wachsen und die von den Kapselzellen frei gelassenen Räume ausfüllen, wodurch die Kapselzellen oder ihre Fortsätze in den Nervenzelleib zu liegen kommen; diese Entstehungsweise scheint jedoch sehr selten zu sein (vielleicht bei Zellen mit amöboiden Fortsätzen).

Es ist selbstverständlich, daß die oben angegebene Deutung der Entstehung und auch der zuerst neutralen und dann zerstörenden Rolle der Kapsel- fortsätze sich hauptsächlich auf Vermutungen stützt, jedoch scheint das Verhalten des Hüllgewebes während der unzweideutig pathologischen Vorgänge diesen Vermutungen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben.

Wie schon oben einmal angedeutet wurde, entsprechen nach Bergen's (1) Meinung die von Nansen beim Hummer und anderen Wirbellosen beschriebenen Primitivröhrchen wenigstens teilweise den Holmgren'schen Strukturen; um also auch in dieser Hinsicht jeden Zweifel auszuschließen, will ich diese Bildungen etwas genauer besprechen. Nach Nansen's Anschauung sind die Nervenfasern aus Primitivröhrchen, die auch in die Ganglienzelle hineindringen sollen, zusammengesetzt. Auf Querschnitten sehen solche Primitivröhrchen wie ein feinmaschiges Netz aus. Ihr Verhalten in den Ganglienzellen des Hummers beschreibt Nansen folgendermaßen: „In the large cells they (Primitivröhrchen) are generally united to bundles, distinctly distinguished from the rest of the protoplasm. In succesfully stained sections, where they are transversally transsected, they are distinctly visible as

larger or smaller light areas situated in the deeply stained protoplasm". Diese lichten Felder treten auch in der peripherischen Zone der Zellen auf. Ähnliche Bilder habe ich sehr oft und besonders beim Hummer angetroffen. Es treten hier nämlich in den großen Zellen helle Vakuolen (Phot. 6, 12), deren Zahl und Größe sehr veränderlich ist, hervor. Diese Vakuolen sind bald ganz leer, bald mit einer homogenen, hellen Substanz oder mit einem feinen Retikulum ausgefüllt. Ganz ähnlich wie diese Vakuolen sehen helle Felder oder Lakunen aus (Phot. 5, 13), die sich an der Peripherie der Zelle befinden; sie sind auch zuweilen vakuolenartig, gewöhnlich aber bedeutend größer als die zentralen Vakuolen und haben keine genau bestimmten Formen; ihr Inneres ist entweder ganz leer oder mit einer hellen Substanz oder einem Retikulum ausgefüllt (Phot. 13). Die zentralen Vakuolen treten beim Hummer hauptsächlich in großen Zellen hervor, seltener in mittelgroßen; peripherische Lakunen finden sich in diesen beiden Zellarten fast gleich oft, scheinen dagegen in den kleinsten Zellen ganz zu fehlen. Bei *Squilla* finden sich zwar zentrale Vakuolen, jedoch selten; häufiger sind hier peripherische Lakunen. Bei dem Flußkrebse endlich habe ich zentrale Vakuolen nie und peripherische Lakunen nur selten angetroffen. In den mit gewöhnlichen Methoden konservierten Ganglien sind diese Gebilde gewöhnlich leer und nur selten mit einer homogenen Substanz oder einem Retikulum ausgefüllt; diese Methoden eignen sich also nur in seltenen Fällen dazu, die die Vakuolen erfüllende Substanz zu fixieren. Nach Behandlung mit Osmiumsäure dagegen, die diese Substanz gut konserviert, tritt sie nur selten als eine homogene Masse hervor, sondern nimmt gewöhnlich die Form eines feinmaschigen Netzes an. Wenn wir jetzt nach der Bedeutung dieser Gebilde fragen, so kann die Antwort nicht im Sinne Nansen's ausfallen. Es sind sicher keine quergeschnittenen Primitivröhrchen, denn solche gibt es nach unserer Kenntnis nicht; man könnte eher annehmen, daß es quergeschnittene Primitivfibrillenbündel sind, da die quergeschnittenen Nervenfasern manchmal, wenn auch selten, ein ähnliches Retikulum enthalten. Eine solche Annahme wäre jedoch ganz unzutreffend, denn vor allem würde sie dem, was wir über die Neurofibrillen bei den Wirbellosen wissen, widersprechen, da sie sich in den Zellen niemals zu solchen dicken Bündeln vereinigen; ferner sind diese Bildungen entweder wirkliche kugelige oder ellipsoide Vakuolen oder

sich unregelmäßig erstreckende Lakunen, sie können also keineswegs Querschnitte längs verlaufender Gebilde sein, endlich sie treten mit dem Nervenfortsatz, der mitunter recht tief in die Zellen eindringt, in keinen Zusammenhang. Ich erblicke in diesen Vakuolen und Lakunen solche Stellen des Zellplasmas, wo sich keine Primitivfibrillen und keine chromatophile Substanz (Rohde's grobfibrilläres Spongioplasma), sondern nur das Hyaloplasma allein findet. Die netzartige und eher wabenartige Struktur, die gewöhnlich in diesen Gebilden zum Vorschein kommt, muß man als ein Gerinnungsprodukt des Hyaloplasmas ansehen. Solche ganz ähnliche wabige Strukturen habe ich übrigens sehr oft in Bindegewebszellen, die zwischen dem Peri- und Endoneurium gelegen sind (Leydig'sche Zellen), gefunden; ein ähnliches Aussehen kann auch zuweilen der Schleim der Epithelzellen höherer Tiere annehmen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß solche wabige Strukturen auch durch Auslaugung einiger Bestandteile des Hyaloplasmas entstehen können. Es muß jedoch hier hervorgehoben werden, daß die wabige Substanz in diesen Gebilden durchaus nicht immer hervortritt; wie oben gesagt wurde, sind sie zuweilen mit einer homogenen, hyalinen Substanz ausgefüllt. Solche helle Vakuolen, die hauptsächlich in der Gegend des Ursprungskegels lokalisiert waren, beschreibt bei dem Flußkrebse Pflücke (36); er hält sie für Ansammlungen ungefärbter Zwischensubstanz. Bethe (2) hat auch in den Ganglienzellen des *Carcinus maenas* ähnliche Gebilde gefunden, es waren nämlich helle Vakuolen, in welchen die chromatophile Substanz nicht vorhanden war. In den Wänden dieser Vakuolen verliefen oft Primitivfibrillen. Diese Beobachtungen bestätigen meine Annahme, daß diese Bildungen der chromatophilen Substanz und der Neurofibrillen entbehren und daß die in ihnen hervortretende wabige Struktur keine primäre, sondern eine sekundäre, durch die Reagentien hervorgerufene ist. Die Tatsache, daß auch in den quergeschnittenen Nervenfasern wabige Strukturen vorhanden sein können, widerspricht der obigen Annahme nicht, denn sie beweist nur, daß ein Reagens (z. B. Osmiumsäure) in verschiedenen Elementen ähnliche Veränderungen hervorrufen kann. Zu diesen Gebilden gehören auch wahrscheinlich die von Freud (8) in überlebenden sympathischen Ganglienzellen des Flußkrebse gefundenen „Massen hyaliner Substanz“, die dicht unter der Kapsel gelegen waren, die also an die peripheren Lakunen erinnern.

Wie man die Entstehung der zentralen Vakuolen und der peripherischen Lakunen, welche Ansammlungen des Hyaloplasmas sind, deuten soll, kann ich nicht entscheiden. Konstante Strukturelemente sind sie nicht, vor allem sind sie nicht in allen Zellen sogar eines und desselben Typus vorhanden und ferner scheint das Vorkommen zahlreicher Übergänge von den kleinsten bis zu den größten Vakuolen und Lakunen dafür zu sprechen, daß diese Gebilde während des Zellebens entstehen und vielleicht auch verschwinden können. Sehr nahe liegt hier der Gedanke, daß sie in irgend einem Zusammenhange mit den Kapselfortsätzen stehen, da dieselben chromatolytische Prozesse hervorrufen können und da eben das die Vakuolen und Lakunen ausfüllende Plasma keine chromatophile Substanz besitzt. Noch eine Tatsache scheint diesen Gedanken zu bestätigen, und zwar die schon von Nansen beschriebene Beobachtung, daß so die peripheren, wie auch die zentralen lichten Felder oft von Neurogliacheiden umgeben sind. Diese Beobachtung ist, insofern sie die peripheren Lakunen betrifft, ganz richtig, denn diese liegen sehr oft zwischen den Kapselfortsätzen; was dagegen die zentralen Vakuolen anbelangt, so habe ich sie niemals von den Kapselfortsätzen umgeben gefunden. Der Gedanke ist also nicht ganz zutreffend, und man muß eine andere Lösung des Problem es erwarten. Allerdings haben diese Bildungen, wie wir es jetzt mit voller Bestimmtheit sagen können, nichts gemein mit den Holmgren'schen Trophospongien.

Es sei mir noch gestattet, eine interessante Erscheinung, die zwar in keinem Zusammenhange mit den hier behandelten Strukturen steht, und die ich in den Ganglienzellen des Hummers beobachtet habe, zu beschreiben. Wie man auf Phot. 14 sieht, treten in den Nervenzellen dieses Tieres zuweilen kugelige Gebilde hervor, die einen fettartigen Glanz besitzen. Sie schwärzen sich mit Osmiumsäure in sehr interessanter Weise, denn während die einen ganz geschwärzt sind, können die anderen stufenweise heller bis zu einem gelblich-braunen Tone gefärbt sein. Zuweilen nehmen alle in einer Zelle liegenden Kugeln dieselbe Nuance an. Ihre Größe ist sehr verschieden, es gibt alle Übergänge von winzig kleinen bis zu ziemlich großen. Diese Kugeln liegen immer in der peripherischen Zone der Zelle, in verschiedenen Zellen in sehr variabler Zahl; zuweilen findet man in einer Zelle nur zwei, drei Kugeln, mitunter sind sie so zahlreich, daß sie fast die ganze Zelle aus-

füllen; es entstehen dann Bilder, die sehr an die Fettdegeneration erinnern. Fettkugeln sind es jedoch nicht, denn sie lösen sich nicht in Terpentin auf. (Einen Versuch mit Sudan III konnte ich nicht ausführen, da mir zu Gefrierschnitten kein entsprechendes Material zur Verfügung stand). Die Tatsache, daß sich diese Kugeln so verschieden mit Osmiumsäure schwärzen — was sich gewiß nicht auf die Wirkung der Säure zurückführen läßt, da sehr oft eine ganz schwarze Kugel neben einer hellen liegt, oder mehrere Kugeln stufenweise heller werden — scheint zu beweisen, daß in diesen Kugeln chemische Vorgänge verlaufen, durch die die Zusammensetzung derselben allmählich verändert wird und die vielleicht zur Entstehung von Fettsubstanzen führen. In der Literatur habe ich keine Angaben über solche Gebilde gefunden; vielleicht entsprechen sie den von Smallwood und Rogers (43) in Ganglienzellen der Mollusken beschriebenen Körperchen.

Kehren wir jedoch noch einmal zu dem Golgi-Kopsch'schen Apparate zurück.

Wie bereits oben festgestellt wurde, tritt der Golgi-Kopsch'sche Apparat der Crustaceen in Fädchenform, also in einer ganz anderen Form hervor, als gewöhnlich bei den Wirbeltieren und auch bei einigen Wirbellosen (Cephalopoden, Hirudineen und *Lumbricus*); man könnte also zweifeln, ob die oben als Golgi-Kopsch'scher Apparat beschriebenen Bildungen wirklich diesem Apparate bei anderen Tieren entsprechen. Bei unserer gegenwärtigen Kenntnis des Apparates können wir bei dieser Homologisierung nur von zwei Kriterien, dem morphologischen und dem chemischen ausgehen. Das erstere ist jedoch, wie es sich bei den Cephalopoden gezeigt hat, nicht ausreichend und irreführend (Weigl, 46), und so bleibt nur das chemische Kriterium übrig. Dieses läßt keinen Zweifel bestehen, daß der Golgi-Kopsch'sche Apparat der Crustaceen demjenigen bei Vertebraten entspricht, denn eben alle die Methoden, die den Apparat bei Wirbeltieren färben, haben mir zur Nachweisung seines Vorkommens bei Crustaceen gedient. Der Apparat der Crustaceen verhält sich auch bei Einwirkung verschiedener Reagentien ganz ähnlich wie derjenige der anderen Tiere. Es ist also eine erwiesene Tatsache, daß bei den Crustaceen der Golgi-Kopsch'sche Apparat vorhanden ist und daß er vollständig demjenigen der Vertebraten und anderer Wirbellosen entspricht. Seine Form steht auch nicht so vereinzelt da, wie es im ersten Augenblicke scheinen

könnte; es gibt einen Übergang von dieser Form zu der Netzform. Diesen Übergang bildet der Apparat der Cephalopoden, der nach Weigl's Angaben aus einem Geflechte freier, nicht anastomosierender Fäden besteht. Eine ähnliche Form wie der Apparat der Crustaceen hat der der Gasteropoden, es sind auch kurze Fäden, die von Legendre (27) als „granulations osmophiles“ beschrieben, und erst von Weigl (47) als zum Apparate gehörend erkannt wurden. Es sei hier noch bemerkt, daß der Golgi-Kopsch'sche Apparat eine ähnliche Form, wie bei den Crustaceen, höchst wahrscheinlich bei allen Arthropoden hat, und ich hatte dank der Freundlichkeit des Frl. Sophie Kulikowska, die gegenwärtig den Golgi-Kopsch'schen Apparat bei den Insekten im hiesigen Institute studiert, Gelegenheit, mich von der Fäden- oder Körnerform des Apparates auch bei diesen Tieren zu überzeugen.

Die Form des Golgi-Kopsch'schen Apparates der Crustaceen könnte vielleicht den Verdacht erwecken, daß er irgendwie mit der chromatophilen Substanz verwandt ist, und zwar umso mehr, da in letzter Zeit Legendre (28) eine Hypothese aufgestellt hat, in der er die Identität des Apparates der Wirbeltiere mit den Nissl'schen Körperchen annimmt. Ich kann es also nicht unterlassen, diese Hypothese wenigstens in aller Kürze zu besprechen. Legendre faßt seine ganze Beweisführung in vier Punkte zusammen je nach den vier Ähnlichkeiten, die er zwischen dem Apparate und den Nissl'schen Schollen gefunden zu haben glaubt. Die erste Ähnlichkeit, die morphologische, erblickt er darin, daß der Apparat zuweilen in Form großer, unregelmäßiger Körner auftreten kann, und das ist eben die Form der Tigroidschollen. Einen solchen Apparat beobachtete Legendre in den Spinalganglienzellen der Ziege, die also in dieser Hinsicht eine Ausnahme unter allen Wirbeltieren darstellen soll, da bei allen übrigen Vertebraten der Apparat, wie man wenigstens aus der bezüglichen Literatur schließen kann, in Form vollständiger Netze ausgebildet erscheint. Ich meine jedoch, daß wir es hier nur mit einer unvollständigen Imprägnation oder Destruktion des Apparates zu tun haben. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß eine solche Beweisführung sehr einseitig ist und auf sehr schwachen Füßen steht; hätte Legendre statt eines solchen Apparates einen dünnfädigen und feinmaschigen gefunden, wie ein solcher gewöhnlich bei den Wirbeltieren vorkommt, so hätte er eher von Unterschieden und nicht von Ähn-

lichkeiten sprechen müssen. Es ist also gewiß eine nur rein oberflächliche, zufällige und keine tiefgreifende Ähnlichkeit; wäre sie auch tiefgreifender, so wäre sie für die Homologisierung des Apparates dennoch ohne Belang, da die Form keine wesentliche Eigenschaft des Apparates darstellt. Übrigens steht diese Ähnlichkeit im Widerspruch mit dem, was Marcora in bezug auf das gegenseitige Verhältnis des Apparates und der Tigroidsubstanz festgestellt hat¹⁾. Die zweite Ähnlichkeit, die eine embryologische sein soll, erscheint ebenfalls sehr problematisch, denn wenn in gewissen Fällen eine Ähnlichkeit wirklich vorzuliegen scheint, so treten in anderen Fällen nicht minder stark markierte Unterschiede hervor, wie z. B. bei Hühnerembryonen, wo nach Sjövall's Angaben die chromatophile Substanz völlig und scharf von dem Apparate geschieden ist. Die dritte, chemische Ähnlichkeit soll darin bestehen, daß nach Einwirkung von Alkalien der Apparat und die Tigroidsubstanz sich nicht färben sollen; Legendre hat hier gewiß die Cajal'sche Methode, in der Ammoniak angewendet wird und die dennoch zur Färbung des Apparates dient, vergessen. Die chemischen Eigenschaften dieser beiden Strukturen weisen eben die stärksten Unterschiede auf, Legendre erwähnt sie aber nicht. Die vierte, physiologische Ähnlichkeit kann ebensowenig als Beweis gelten, denn aus dem ähnlichen Verhalten verschiedener Elemente während gewisser pathologischer Vorgänge gewinnt man noch immer keine Anhaltspunkte für ihre Homologisierung. Was besonders die Crustaceen anbelangt, so könnte man nur von einer morphologischen und chemischen Ähnlichkeit sprechen, die physiologische und die embryologische müssen wir hier ganz unberührt lassen, da noch keine entsprechenden Tatsachen bekannt sind. Die morphologische Ähnlichkeit brauche ich hier nicht zu besprechen, da das Verhältnis des Apparates zu der chromatophilen Substanz schon oben beschrieben wurde. Was die chemische Ähnlichkeit betrifft, so färbt sich der Apparat nicht mit denjenigen Farbstoffen, welche die Tigroidsubstanz (chromatophile Substanz) tingieren und umgekehrt; die beiden Strukturen lassen sich zwar mit Eisenhämatoxylin färben, was uns jedoch zu keinen Schlüssen bezüglich ihrer Ho-

¹⁾ Gegen Legendre spricht auch die von Białkowska und Kulikowska festgestellte Tatsache, daß in den Ganglienzellen der Hirudineen der Apparat und die Nissl'schen Schollen sehr scharf topographisch abgegrenzt sind.

mologisierung berechtigt, da das Eisenhämatoxylin ein zu wenig elektiver Farbstoff ist.

Meine Untersuchungen haben mir zwar keine direkten Anhaltspunkte in bezug auf die Bedeutung und Funktion des Golgi-Kopsch'schen Apparates gegeben, man kann jedoch aus der Art und Weise, in welcher er bei den Crustaceen vorkommt, gewisse Schlüsse allgemeiner Natur ziehen. Wenn wir annehmen, daß der oben beschriebene Golgi-Kopsch'sche Apparat der Crustaceen demjenigen der Wirbeltiere und anderer Wirbellosen entspricht — was keinem Zweifel unterliegen kann — so müssen wir vor allem feststellen, daß in dem Golgi-Kopsch'schen Apparate die Hauptrolle nur die Substanz spielt, aus welcher er besteht, und daß seine Form nur wenig bedeutet. Diese Feststellung ist insoweit von Belang, daß sie eher für die passive als für die aktive Bedeutung des Apparates zu sprechen scheint; wahrscheinlich ist es nur eine von der Form unabhängige Ansammlung lezithinartiger Stoffe. Die Fädchenform schließt endlich die Annahme aus, daß der Apparat eine Nahrungs- oder Sekretionsbahn oder eine Stützstruktur darstellen könnte.

Was die eigentliche Funktion des Golgi-Kopsch'schen Apparates betrifft, ob die oben erwähnte Ansammlung lezithinartiger Stoffe zum Bestehen des Zellenlebens unentbehrlich ist, oder ob sie nur als ein Zeichen des normalen Verlaufes dieses Lebens aufzufassen ist, bleibe dahingestellt, weil uns hiefür alle Anhaltspunkte fehlen. Ich will hier nur noch bemerken, daß alles, was man in letzten Jahren von der Funktion des Apparates gesagt hat, bloße Vermutung ist, und es wäre zu fragen, ob der Apparat überhaupt eine im Zellenleben spezifische und eminente Rolle spielt und ob er wirklich den Namen eines Apparates verdient.

Vorliegende Arbeit wurde im Zoologischen Institut der Universität Lemberg ausgeführt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, dem Direktor dieses Instituts und meinem hochverehrten Lehrer, Prof. Dr. Józef Nusbaum, wie auch seinem Assistenten, Herrn Dr. Rudolf Weigl für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen und auch mannigfache Unterstützung, die sie mir während dieser Arbeit zuteil werden ließen, meinen innigsten Dank auszusprechen.

Literatur-Verzeichnis.

- 1) Bergen Fr. von: Zur Kenntnis gewisser Strukturbilder („Netzapparate“, „Saftkanälchen“, „Trophospongien“) im Protoplasma verschiedener Zellarten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 64, 1904.
- 2) Bethe Albrecht: Das Zentralnervensystem von *Carcinus maenas*. II. Teil. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 51, 1898.
- 3) Białkowska Wanda und Kulikowska Zofia: Über den Golgi-Kopsch'schen Apparat der Nervenzellen der Hirudineen und *Lumbricus*. Anat. Anz. Bd. 38, 1911.
- 4) Bochenek Adam: O budowie komórki nerwowej ślimaka *Helix pomatia*. W Krakowie, 1910.
- 5) — L'anatomie fine de la cellule nerveuse de *Helix pomatia* Lin. Compt. rend. de l'Assoc. d'anat. 3-e Sess. Lyon, 1901.
- 6) Cajal S. Ramón-y: Die Struktur der sensiblen Ganglien des Menschen und der Tiere. Ergebn. der Anat. und Entw., Bd. 16, 1907.
- 7) — Les conduits de Golgi-Holmgren du protoplasma nerveux et le réseau péricellulaire de la membrane. Trav. labor. rech. biol. de l'Université de Madrid. T. 6.
- 8) Freud Sigm.: Über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flußkrebs. Sitz.-Ber. der math.-nat. Kl. d. Kais. Ak. d. Wiss. Wien, Bd. 85, III. Abt., 1882.
- 9) Fürst Carl M.: Ringförmige Bildungen in Kopf- und Spinalganglienzellen bei Lachsembryonen. Anat. Anz., Bd. 18, 1900.
- 10) — Ringe, Ringreihen, Fäden und Knäuel in den Kopf- und Spinalganglienzellen beim Lachse. Anat. Hefte, 1. Abt., Heft 62, Bd. 19, 1902.
- 11) Golgi Cam.: Une méthode pour la prompte et facile démonstration de l'appareil réticulaire interne des cellules nerveuses. Arch. Ital. de Biol., I, 49, 1908.
- 12) — Sur une fine particularité de structure de l'épithélium de la muqueuse gastrique et intestinale de quelques vertébrés. Arch. Ital. de Biol., T. 51, 1909.
- 13) Halpern Berku: Das Hüll- und Stützgewebe des Bauchmarks bei *Astacus fluviatilis*. Arb. d. zool. Inst. Wien, Bd. 14, 1903.
- 14) Holmgren Emil: Noch weitere Mitteilungen über den Bau der Nervenzellen verschiedener Tiere. Anat. Anz., Bd. 17, 1900.
- 15) — Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen. Anat. Hefte, 1. Abt., Heft 47, Bd. 15, 1900.
- 16) — Beiträge zur Morphologie der Zelle. I. Nervenzellen. Anat. Hefte, 1. Abt., H. 59, Bd. 18, 1901.
- 17) — Über die Trophospongien der Nervenzellen. Anat. Anz., Bd. 24, 1904.
- 18) — Beiträge zur Morphologie der Zelle. II. Verschiedene Zellarten. Anat. Hefte, 1. Abt., Bd. 25, 1904.
- 19) — Über die Trophospongien zentraler Nervenzellen. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1904.

- 20) Krieger R. K.: Über das Zentralnervensystem des Flußkrebse. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 33, 1880.
- 21) Kopsch Fr.: Die Darstellung des Binnennetzes in spinalen Ganglienzellen und anderen Körperzellen mittels Osmiumsäure. Sitz.-Ber. d. Königl. Preuß. Ak. d. Wiss. zu Berlin, Bd. 40, 1902.
- 22) Legendre R.: Sur la présence de granulations dans les cellules nerveuses d'*Helix aspersa* et leur cylindraxe. Compt. rend. Soc. biol. Paris, Tome 58, 1905.
- 23) — Sur la nature du Trophospongium des cellules nerveuses d'*Helix*. Ebda.
- 24) — De la nature pathologique des canalicules de Holmgren des cellules nerveuses. Compt. rend. Soc. biol. Paris, T. 59, 1905.
- 25) — Sur les modifications des cellules nerveuses d'*Helix pomatia*, pendant l'asphyxie par immersion. Comp. rend. Soc. biol. Paris, I. 60, 1906.
- 26) — Sur un nouveau détail de la structure des cellules nerveuses d'*Helix pomatia*. Ebda.
- 27) — Granulations des cellules nerveuses d'*Helix* décelables par l'acide osmique. Comp. rend. Soc. biol. Paris, T. 64, 1908.
- 28) — Recherches sur le réseau interne de Golgi des cellules nerveuses des ganglions spinaux. Anat. Anz. Bd. 36, 1910.
- 29) Marcora F.: Über die Beziehungen zwischen dem Binnennetze und den Nissl'schen Körperchen in den Nervenzellen. Anat. Anz., Bd. 35, 1909.
- 30) Misch J.: Das Binnennetz der spinalen Ganglienzellen bei verschiedenen Wirbeltieren. Internat. Monatsschr. f. Anatom. u. Physiol., 1902.
- 31) Nageotte J.: Greffe des ganglions rachidiens, survie des éléments nobles et transformation des cellules unipolaires en cellules multipolaires. Compt. rend. Soc. biol. Paris, T. 62, 1907.
- 32) — Deuxième note sur la greffe des ganglions rachidiens; types divers des prolongements nerveux néoformés, comparaison avec certaines dispositions normales ou considérées comme telles; persistance des éléments péricellulaires dans les capsules vides après phagocytose des cellules nerveuses mortes. Ebda.
- 33) — Troisième note sur la greffe des ganglions rachidiens; mode de destruction des cellules nerveuses mortes. Ebda.
- 34) Nansen Fr.: The structure and Combination of the histological Elements of the Central Nervous System. Bergens Museum Aarsberetning for 1886.
- 35) Owsiannikow Ph.: Über die Nervenlemente und das Nervensystem des Flußkrebse *Astacus fluviatilis*. Mém. d. Acad. imp. scienc. St.-Pétersbourg, VIII. Série, vol. 10, 1910.
- 36) Pflücke Max: Zur Kenntnis des feineren Baues der Nervenzellen bei Wirbellosen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 60, 1895.
- 37) Retzius Gustav: Zur Kenntnis des Nervensystems der Crustaceen. Biolog. Unters., N. Folge, Bd. 1, 1890.
- 38) — Weiteres zur Frage von den freien Nervenendigungen und anderen Strukturverhältnissen in den Spinalganglien. Biolog. Unters., N. Folge, Bd. IX, 1900.
- 39) Rohde Emil: Die Ganglienzelle und Neuroglia. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 42, 1893.

- 40) — Ganglienzelle, Axenzylinder, Punktsubstanz und Neuroglia. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 45, 1895.
- 41) — Die Ganglienzelle. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 64, 1898.
- 42) Sjövall E.: Über Spinalganglienzellen und Markscheiden. Anat. Hefte, Heft 91, 1906.
- 43) Smallwood W. M. and Rogers C. G.: III. Some metabolic Bodies in the Cytoplasm of Nerve Cells of Gasteropods, a Cephalopod, and an Annelid. Anat. Anz., Bd. 36, 1910.
- 44) Schneider Cam.: Histologisches Praktikum der Tiere. Jena, 1908.
- 45) Weigl Rudolf: Studya nad aparatem Golgi-Kopscha i trofospongiami Holmgrena w komórkach nerwowych kręgowców. Archiw. naukowe. Wydaw. Tow. dla popierania nauki polskiej. Dział II, Tom 1, Zesz. 6, 1910.
- 46) — Über den Golgi-Kopsch'schen Apparat in den Ganglienzellen der Cephalopoden. Bull. intern. de l'Acad. d. scienc. de Cracovie. Cl. math. et natur. Série B. Sciences natur. 1910.
- 47) — Über den Golgi-Kopsch'schen Apparat in den Nervenzellen der Wirbellosen. Verh. d. VIII. intern. Zoolog. Kongr. Graz, 1911.

Erklärung der Tafel IV.

Alle Photogramme, Nr. 10 und 12 ausgenommen, sind mittels des Objektivs von Zeiss Apochromat 2 mm und des Projektionsokulars Nr. 4 bei 55 cm Abstand der Mattscheibe vom Okular, also bei einer zirka 800-fachen Vergrößerung, Photogr. 10 u. 12 mittels des Objektivs von Zeiss Apochromat 4 mm und desselben Okulars bei gleichem Abstand, also bei einer zirka 400-fachen Vergrößerung ausgeführt worden.

Phot. 1. Eine große Ganglienzelle vom Flußkreb mit dem Golgi-Kopsch'schen Apparate in Körnerform. Die Kapsel teilweise gefärbt. Der freie Platz rechts oben stellt einen querschnittenen Wirbel der Primitivfibrillen, die nur teilweise konserviert worden sind, vor. Golgi's Methode.

Phot. 2. Eine große Ganglienzelle vom Flußkreb. Der Apparat in Körnerform. Die Kapsel und die intrazellulären Fortsätze stark geschwärzt. Sjövall's Methode.

Phot. 3. Kleine Ganglienzellen mit großen Kernen vom Flußkreb. Der Apparat bildet eine konzentrische Schicht um den Kern herum. Sjövall's Methode.

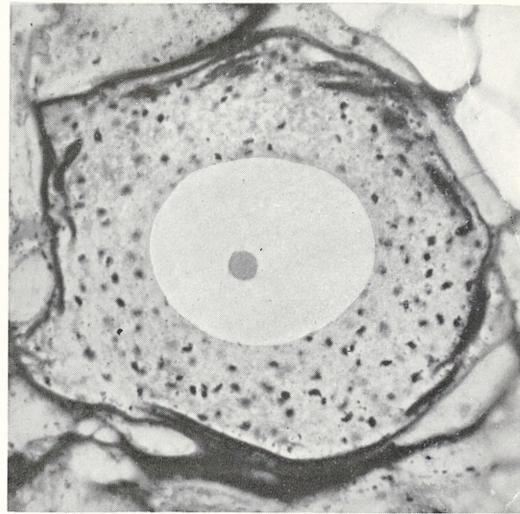
Phot. 4. Eine mittelgroße Ganglienzelle vom Flußkreb. Der Apparat vorwiegend in Fädchenform. Die Kapsel sehr stark geschwärzt. Sjövall's Methode.

Phot. 5. Eine mittelgroße Ganglienzelle vom Hummer. Der Apparat in Form von sehr feinen, geraden oder schwach gebogenen Fädchen. Die Kapsel und die intrazellulären Fortsätze geschwärzt. Peripher zwischen den Fortsätzen oder ganz frei liegen helle Lakunen, die mit einem feinmaschigen (auf der Photogr. nicht sichtbaren) Netze ausgefüllt sind. Kopsch'sche Methode.

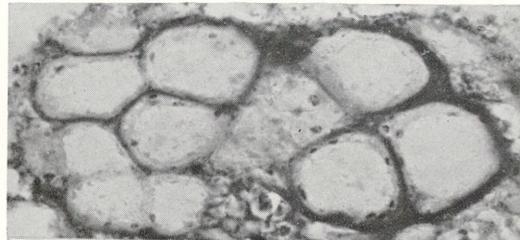
Phot. 6. Eine große Ganglienzelle vom Hummer. Der Apparat in Körnerform. Zentrale Vakuolen ganz leer. Man sieht gut das Eindringen des Nervenfortsatzes.



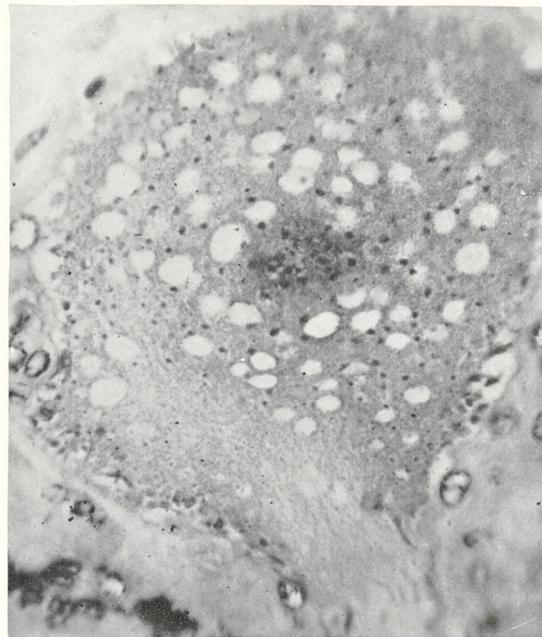
1



2



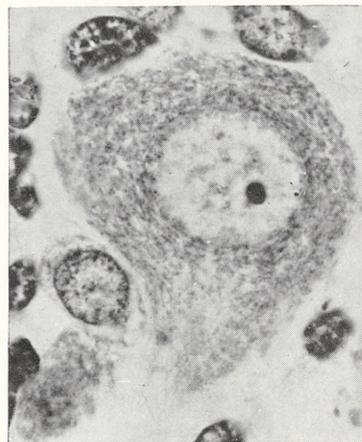
3



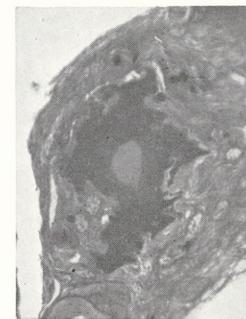
6



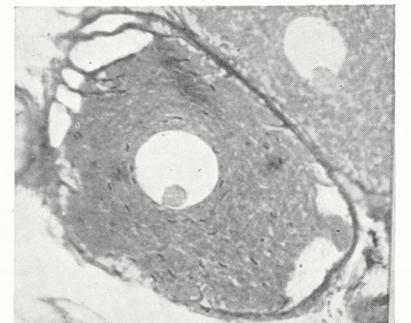
14



8



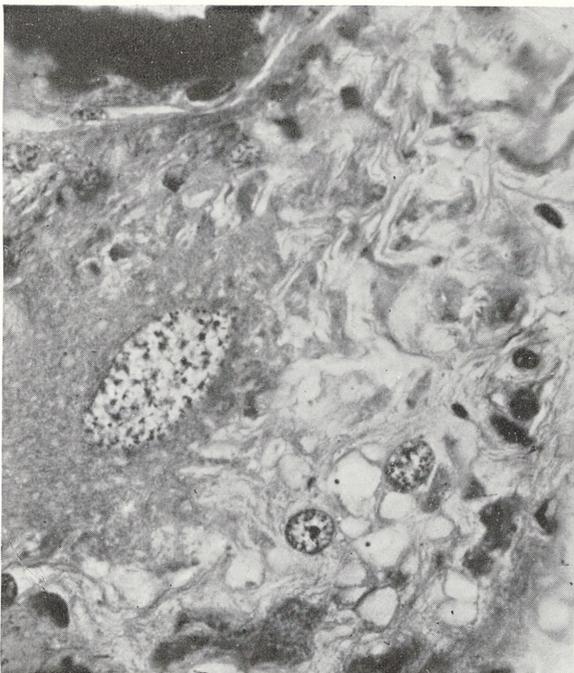
10



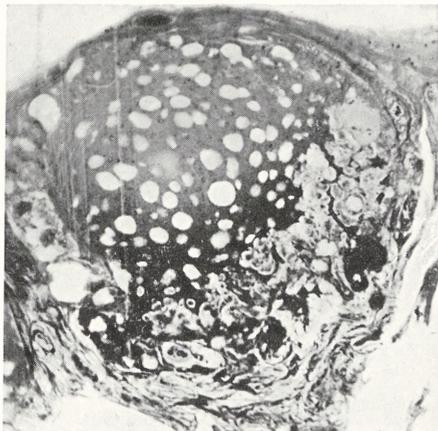
5



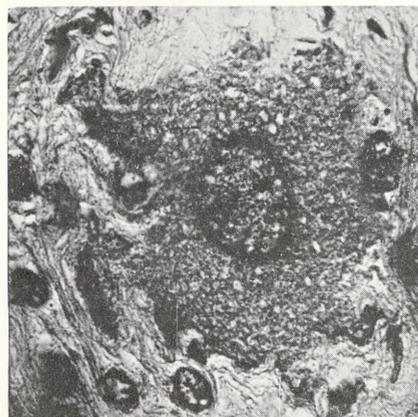
9



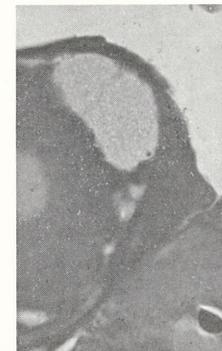
11



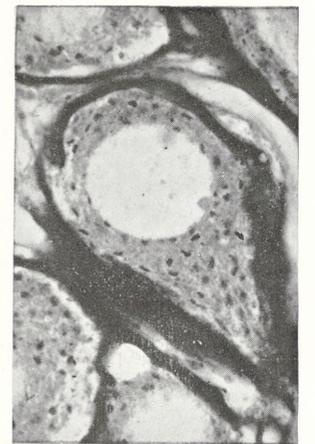
12



7



13



4

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

- J. Dunin-Borkowski.** Sur l'absorption des substances hémolytiques et agglutinantes Juill. 1910
- V. Grzybowski.** Sur la vision monoculaire de l'espace Juill. 1910
- E. Schechtel.** Zur Kenntnis der Hydrachnidengattung *Feltria* Juill. 1910
- J. Hirschler.** Cytologische Untersuchungen an *Ascariden*-Zellen Juill. 1910
- J. Grochmalicki.** Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems bei den Knochenfischen Juill. 1910
- C. Beigel.** Zur Regeneration des Kiemendeckels und der Flossen der Teleostier Juill. 1910
- M. Weigl.** Über den Golgi-Kopsch'schen Apparat in den Ganglienzellen der Cephalopoden Juill. 1910
- E. M. v. Hornbostel.** Wasukuma-Melodie Juill. 1910
- F. Lilienfeld.** Eine Anomalie des Blattgewebes bei *Nicotiana Tab.* Juill. 1910
- A. Trawiński.** Zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungsorgane der Vögel Juill. 1910
- W. Radwańska.** Über d. Einfluß des Adrenalins auf d. Muskeln Oct. 1910
- A. Beck et G. Bikeles.** Die sog. Berührungsreflexe Munk's Oct. 1910
- A. Beck et G. Bikeles.** Über die Bewegungen bei Rückenmarksreflexen und Gemeinschaftsbewegungen Oct. 1910
- J. Dunin-Borkowski et M. Gieszczykiewicz.** Über Neisser Wechsberg'sche Komplementablenkung Oct. 1910
- K. Wójcik.** Bathonien, Callovien u. Oxfordien d. Krakauer Gebietes Oct 1910
- L. Sitowski.** Experimentelle Untersuchungen über vitale Färbung der Mikrolepidoptereärraupen Nov. 1910
- Ed. Janczewski et B. Namysłowski.** *Gloeosporium Ribis* var. *Parrillae* nob. Déc. 1910
- E. Godlewski fils.** Über den Einfluß des Spermas der Annelide *Chaetopterus* auf die Echinideneier und über die antagonistische Wirkung des Spermas fremder Tierklassen auf die Befruchtungsfähigkeit der Geschlechtselemente Déc. 1910
- M. Kowalewski.** Materials for the fauna of polish aquatic Oligochaeta, Part I Déc. 1910
- J. Brzeziński.** *Oidium Tuckeri* et *Uncinula americana* en Pologne Janv. 1911
- H. Zapałowicz.** Revue critique de la flore de Galicie, XVIII partie Janv. 1911
- VI. Kulezyński.** *Fragmenta arachnologica*, IX Janv. 1911

TABLE DES MATIÈRES.

FÉVRIER 1911.

	Page
V. L. KULCZYŃSKI. Fragmenta arachnologica, IX (Finis)	65
A. TRAWIŃSKI. Weitere Beiträge zur Anatomie und Histologie der männlichen Begattungsorgane der Vögel	76
S. LEWONIEWSKA. Schwankungen in dem Gehalte der Pflanzensamen an einzelnen Phosphorsäureverbindungen in ihrer Abhängigkeit von Vegetationsbedingungen	85
J. NUSBAUM et M. OXNER. Die Restitution des ganzen Darmkanals durch Wanderzellen mesodermalen Ursprungs bei <i>Lineus lacteus</i> (Grube)	97
G. POLUSZYŃSKI. Untersuchungen über den Golgi-Kopsch'schen Apparat und einige andere Strukturen in den Ganglienzellen der Crustaceen	104

Le «*Bulletin International*» de l'Académie des Sciences de Cracovie (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques. Les abonnements sont annuels et partent de janvier. Prix pour un an (dix numéros): Série A ... 8 K; Série B ... 10 K.

Les livraisons du «*Bulletin International*» se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à la Librairie «*Spółka Wydawnicza Polska*» Rynek Gł., Cracovie (Autriche).

Prix 3 K.
