

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft =
Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della
Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 83 (1900)

Rubrik: Vorträge gehalten in den zwei allgemeinen Versammlungen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Vorträge

gehalten in den zwei allgemeinen Versammlungen.



Leere Seite
Blank page
Page vide

I.

Les variations périodiques des Glaciers.

Par F. A. Forel.

Je viens de publier dans l'Annuaire du Club alpin mon vingtième rapport sur les Variations des glaciers des Alpes suisses.¹⁾ J'espère bien, avec la collaboration de mes jeunes amis MM. Lugeon et Muret, en continuer la série; mais ce numéro d'ordre, déjà élevé, m'autorise à essayer d'une généralisation.

Et d'abord quelques mots d'historique.

L'origine de ces rapports a été provoquée par l'énoncé d'une hypothèse de mon ami M. Henri de Saussure, de Genève, qui, dans sa *Question du lac*,²⁾ avait supposé que les eaux d'inondation du Léman, pendant les étés de 1876 à 1879, devaient être expliquées par la grande décrue des glaciers, que l'on constatait à cette époque. La fonte des glaciers était très active; ils donnaient beaucoup d'eau; de là, crue excessive des lacs. Nous étions alors en procès intercantonal devant le Tribunal fédéral au sujet des eaux du Léman; je tentai d'une réfutation d'avocat;³⁾ mais je ne me dissimulai pas combien cette réponse était insuffisante; nous n'avions ni une théorie des variations des glaciers, ni même une collection de faits qui permît d'en établir une.

¹⁾ Jahrbuch des Schweizer Alpenclub XXXV p. 203. Bern 1900.

²⁾ H. de Saussure. La question du lac. p. 30. Genève 1880.

³⁾ F. A. Forel. Romain à l'étude de la limnimétrie du Léman. VI. série XXXI. Bull. S. V. S. N. XVII. 338 Lausanne 1881.

J'estimai que notre devoir le plus immédiat était de combler cette lacune, et j'adressai un appel aux naturalistes et aux membres des Clubs alpins, en leur demandant de m'envoyer toutes les observations, passées et actuelles, sur la grandeur des glaciers et sur leurs variations. Ce sont ces matériaux, d'origine, et de valeur fort différentes, matériaux malheureusement encore trop peu nombreux, que j'ai rassemblés dans des rapports annuels, publiés d'abord dans l'*Echo des Alpes* de Genève ; puis, quand cette revue m'a trouvé trop encombrant, dans l'*Annuaire du Club alpin suisse*, où j'ai joui de la plus généreuse hospitalité. Le premier rapport a paru en 1881, renfermant la chronique des glaciers de 1880.¹⁾

J'ai pris seul la responsabilité des quinze premiers rapports. J'ai senti alors le besoin d'assurer la continuation de l'œuvre, pour le jour où je viendrais à manquer, et j'ai réclamé la collaboration du professeur Léon du Pasquier de Neuchâtel, avec lequel j'ai publié deux rapports, les XVI^e et XVII^e. Hélas ! c'est mon jeune collègue qui est parti le premier ! Après sa mort j'ai cherché de nouveaux appuis ; depuis trois ans, M. le professeur Dr M. Lugeon à Lausanne, et M. Ernest Muret, inspecteur-forestier à Berne, participent à ces rapports et me promettent la continuation de notre entreprise.

Entre temps je m'étais assuré d'une coopération efficace et puissante. A partir du XIII^e rapport, j'ai obtenu du gouvernement du Valais qu'il fît faire par les forestiers cantonaux, sous la direction de M. Antoine de Torrenté, inspecteur en chef des forêts du Valais, des observations régulières sur les glaciers de ce magnifique centre des alpes suisses. A partir du XIV^e rapport, appuyé par la Société helvétique des sciences naturelles, nous avons obtenu la même collaboration de l'Inspectorat fédéral des forêts, dirigé par M. J. Coaz. Cette administration qui a la surveillance générale des eaux et forêts de la Confédération, a compris l'importance d'observations sur les glaciers, dont les variations représentent l'un des éléments les plus actifs de la climatologie d'une part, des catastrophes d'autre part, dans la région alpine ; elle a demandé aux ins-

¹⁾ *Echo des Alpes*. Genève 1881. 1882. — *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, Bern 1883—1900.

pections cantonales des forêts de prendre des mesures sur les principaux glaciers du territoire; 93 glaciers sont actuellement en observation.

Grâce à cet excellent matériel, pour le quel nous exprimons notre vive reconnaissance à tous ceux qui y participent, nos études sur les glaciers ont acquis une base parfaitement assurée, et elles pourront à l'avenir rendre toujours plus de grands et précieux services.

Nos recherches suisses ont d'abord été isolées. Mais bientôt nous avons obtenu des études analogues en Autriche, en Allemagne, en France, en Italie. Enfin en 1894, au congrès géologique de Zurich, la fondation de la *Commission internationale des glaciers* a étendu ces recherches sur l'ensemble du globe. Nous avons eu l'honneur, Léon du Pasquier et moi-même, d'être chargés d'organiser cette entreprise, et nous sommes arrivés à l'établir sur un pied tel qu'elle donne déjà des résultats importants et utiles.¹⁾

Qu'avons nous su tirer de ces matériaux?

Je pourrais rappeler dans quelle incertitude l'on était, il y a trente ans, sur les questions de fait et de théorie concernant les variations des glaciers. Je n'aurais qu'à ouvrir le livre d'Albert Mousson sur les glaciers actuels.²⁾ Nous y lisons que la variation annuelle est admise théoriquement, mais n'est pas appuyée sur une démonstration expérimentale; que des variations irrégulières de longue périodicité (nos variations cycliques), sont constatées, tantôt simultanées dans les différents glaciers, tantôt opposées chez quelques uns d'entre eux. Il y avait déjà beaucoup de dates citées; „mais“ dit Mousson, „jusqu' à ce que quelqu'un se donne la tâche ingrate de les réunir, après en avoir fait une critique serrée, tous ces faits resteront absolument sans valeur et sans utilisation possible“.

Les conclusions théoriques que j'ai déduites, soit des dates historiques soit des observations actuelles rassemblées par nous, je les ai développées successivement dans des notes

¹⁾ Voir les rapports annuels de la Commission internationale des glaciers dans les Archives de Genève. 1895 sq.

²⁾ A. Mousson. Gletscher der Jetztzeit p. 168. Zurich 1854.

insérées dans mes divers rapports. Une première généralisation a été tentée dans mon „Essai sur les variations périodiques des glaciers“. ¹⁾

Pour aujourd'hui je me bornerai de traiter les grandes lignes du phénomène, tel qu'il nous apparaît dans les faits d'observation; je renverrai pour les détails soit aux rapports eux mêmes soit aux notices explicatives qui les accompagnent.

I. Les variations que les glaciers subissent sont des changements de volume et non pas seulement des changements de forme. Quand le glacier s'allonge, il s'élargit et s'épaissit; ce n'est pas par ce que l'une des dimensions diminue que les autres augmentent; il y a modification dans le volume. Tantôt le glacier s'accroît, tantôt il décroît. Il suffit d'observer l'une des dimensions pour en déduire l'ensemble du phénomène. C'est le plus souvent la longueur relative du glacier qui est mesurée.

II. Au milieu de l'irrégularité des variations glaciaires, on constate parfois une certaine simultanéité d'allures. Il y a eu une grande phase de crue de 1816 à 1820; il y a eu un état de maximum, partout reconnu, en 1855; il y a eu décrue générale de 1856 à la fin du siècle; il y a eu petite crue, partielle celle-ci, de 1875 à 1892.

III. Cela étant nous pouvons décrire les allures générales des glaciers suisses dans le XIX^e siècle.

1800—1811	?
1811—1816—1822	Crue.
1818—1820—1826	Grand maximum.
1820—1830	Légère décrue; incertitude.
1830—1850	Mouvements contradictoires.
1855	Maximum.
1856—1900	Décrue générale.
1875—1892	Crue partielle de quelques glaciers suisses et savoyards.
1890—1900	Crue partielle de quelques glaciers autrichiens.

¹⁾ Archives de Genève 1881. VI. p. 5 et 448.

IV. De la contemplation générale du phénomène on conclut à ce que j'ai appelé *la loi de longue périodicité*. Je l'ai d'abord déduite, dans mon Essai sur les Variations des glaciers, des observations du glacier du Rhône de 1856 à 1880. Je puis aujourd'hui m'appuyer sur l'ensemble des observations du siècle.

Les allures de la variation cyclique ne sont pas rapides irrégulières, capricieuses; elles sont lentes et majestueuses; les deux phases dont la période est formée, phase de crue et phase de décrue, durent l'une et l'autre des séries d'années, disons des dizaines d'années.

Il n'y a pas dans le phénomène l'irrégularité imprévue qui caractérise la climatologie des années successives; soit au point de vue thermique, soit au point de vue hygrométrique, qui sont les deux facteurs du climat intéressants pour les glaciers, deux années qui se suivent peuvent différer du tout au tout, et cela d'une manière très inattendue; il y a parfois quelque analogie générale dans une série d'années, mais cette ressemblance est bientôt interrompue par des divergences souvent considérables. Cette irrégularité fantaisiste, nous ne la retrouvons pas dans les variations des glaciers; les périodes s'y déroulent en longues séries d'années; dans chaque phase le changement de volume se continue longtemps, très longtemps dans le même sens; quand il y a renversement de signe c'est de nouveau pour une longue série d'années.

Cette lenteur d'allures de la périodicité dans les variations glaciaires, qui indique la prédominance d'un facteur à modifications longues et d'action lointaine, sera la base sur laquelle nous fonderons notre théorie du phénomène. Nous y reviendrons.

V. Quelle est la durée de cette périodicité? Tout d'abord constatons qu'il y a une double période:

a) Une période *annuelle*, mise en évidence d'une manière très intéressante par les mesures mensuelles faites au glacier du Rhône, à partir de 1887.¹⁾ Chez un glacier à l'état

¹⁾ Archives de la *Rhône-Gletscher-Vermessung*. „Oscillationen der Spitze der Gletscherzunge“.

stationnaire, dans les mois d'hiver la fonte de la glace est nulle et l'écoulement du glacier persistant, il y a crue temporaire d'octobre à avril ou mai; dans les mois d'été au contraire la fonte prédomine et la décrue l'emporte. Chez un glacier en état de grande crue ou de grande décrue, cette période annuelle se traduit alternativement par une accélération et un ralentissement temporaires de la variation générale dominante.

b) Une période *cyclique*, de longue périodicité. Quelle en est la durée?

Ce n'est pas une période de sept ans, comme le voulait la tradition populaire; la météorologie moderne ignore ce chiffre cabalistique et n'en trouve nullement l'application dans les faits de l'histoire naturelle, et spécialement dans celle des glaciers.

Ce n'est pas la période de onze ans des taches du soleil, comme le croyait H. Fritz de Zurich.¹⁾ La période des glaciers est beaucoup plus lente et prolongée. En 1889 j'ai fait une statistique des phases glaciaires alors suffisamment connues et je leur ai trouvé les valeurs moyennes:²⁾

Phase de crue	10,5 ans
Phase de décrue	27,4 „
Période entière	37,9 ans

Ces chiffres s'allongeraient notablement si j'y faisais entrer les observations des périodes terminées dans les dix dernières années. — Ni les observations isolées, ni les moyennes générales ne permettent de retrouver dans les variations des glaciers la période undécimale de Wolf.

VI. Pendant longtemps j'ai admis, d'accord avec E. Richter,³⁾ dans les variations des glaciers la période de 35 ans, $\frac{1}{3}$ de siècle, le cycle de Brückner. Voici les maximums

¹⁾ Die periodischen Längenänderungen der Gletscher. Petermann's geogr. Mitth. 1879 p. 381 — Beiträge zur Beziehung irdischer Erscheinungen zur Sonnenthätigkeit. IV. Jahresschr. der zürcher. natur. Ges. Zürich 1888.

²⁾ IX. rapport 1889.

³⁾ E. Richter. Geschichte der Schwankungen der Alpengletscher. Zeitschr. des D. u. Oe. Alpenvereins 1891.

que mon ami de Gratz croit avoir reconnus dans les siècles derniers.

Maximums des glaciers	1600
d'après Richter	1630—1640
	1680
	1715
	1740
	1770
	1820
	1840—1850

La valeur moyenne que j'obtenais pour mes périodes de glaciers du XIX^e siècle s'élevant à 33 à 35 ans, j'étais disposé à y retrouver le cycle de Brückner.

Mon opinion actuelle est un peu plus compliquée. Je constate, que du commencement à la fin du XIX^e siècle, nous avons eu dans les Alpes suisses :

des glaciers à une seule période : glacier de l'Aar ; maximum vers 1870 ; durée environ cent ans ;

des glaciers à deux périodes : glacier du Rhône ; maximums 1820, 1855 ; durée environ cinquante ans ;

des glaciers à trois périodes : glaciers du Trient, des Bossons, de Zigiorenova ; maximums 1820, 1855, 1893 ; durée environ trente-trois ans.

Ce qui peut s'interpréter de deux manières différentes :

Ou bien la période des glaciers dépasse de beaucoup les 35 ans du cycle de Brückner ; la moyenne serait peut-être une période de quelque cinquante ans, un demi siècle au lieu d'un tiers de siècle.

Ou bien la période est d'un tiers de siècle, comme la plupart des périodes climatiques ; mais tous les glaciers ne réagissent pas à chaque retour de période ; à quelques uns manquent une ou plusieurs périodes. — C'est cette dernière interprétation que je crois la plus plausible ; c'est celle que j'adopte jusqu' à meilleur avis.

Que la période ne se traduise pas toujours par un changement de signe dans l'allongement du glacier, c'est ce qui résulte de certains faits incontestablement observés. Voici par exemple pour le glacier du Rhône les allures de la dé-

crue, dont la valeur a été en diminuant lentement jusqu' en 1892, où nous avons été tout près de voir apparaître une crue, et qui a repris son activité à partir de 1893. Les chiffres suivants donnent la superficie de la moraine profonde mise à découvert chaque année par la décrue du glacier :

1882	24500 m ²	1891	3100 m ²
1883	11400	1892	520
1884	13850	1893	8050
1885	5675	1894	14800
1886	6300	1895	8230
1887	7125	1896	4900
1888	6950	1897	3480
1889	6800	1898	2280
1890	4110	1899	2220

VIII. Deux facteurs président aux variations de volume des glaciers :

a) Le débit du courant qui amène incessamment de nouvelles masses de glaces, tombées jadis sous forme de neige sur les névés, ou acquises sous forme de neige ou de givre dans le cours du voyage de glacier. C'est le facteur de l'alimentation qui tend à augmenter le volume du glacier ; c'est une action de valeur positive.

b) La destruction de la glace par la fusion, qui la transforme en eau, laquelle, cessant de faire corps avec le glacier, s'écoule rapidement. C'est une action négative.

Laquelle de ces actions est dominante dans les variations des glaciers ?

Ces deux facteurs d'action opposées, donnent une résultante qui est le volume actuel du glacier.

Voyons nous le glacier à l'état stable, AA' fig. 1, présenter une *variation négative* par le fait d'une destruction extraordinaire de la glace par une fusion d'intensité extraordi-

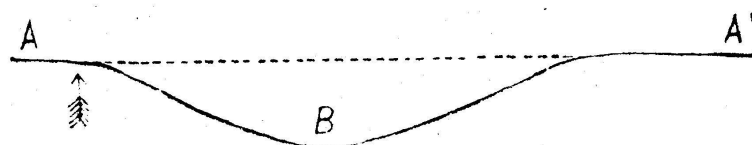


fig. 1. Variation négative du glacier.

naire aussi? Le glacier après s'être raccourci jusqu' en *B* reviendrait ultérieurement à ses dimensions primitives.¹⁾

Voyons nous le glacier, à l'état stable ou stationnaire, présenter une *variation positive* sous la forme d'une poussée en avant *C*. de la glace, amenée en quantités extraordinaires par une crue du fleuve glacé, fig. 2.

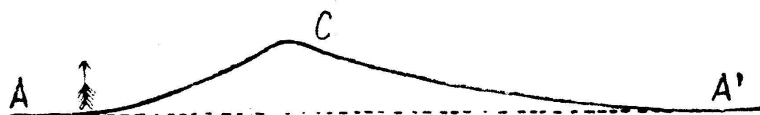


fig. 2. Variation positive du glacier.

Voyons nous le glacier présenter des *variations symétriques* autour d'une valeur moyenne qui serait l'état normal? Tantôt s'allonger au delà, tantôt se raccourcir en deça de cet état moyen, fig. 3.

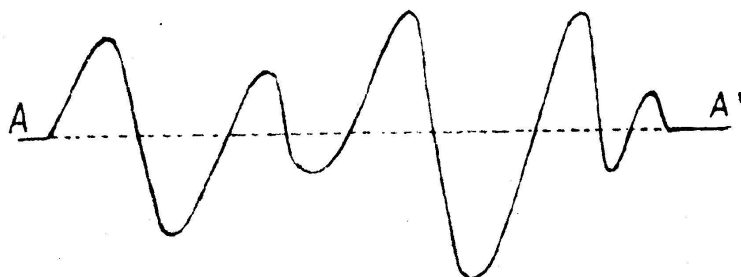


fig. 3. Variations symétriques du glacier.

Tous les faits d'observation concourent à nous montrer que c'est la seconde alternative qui est représentée dans les variations des glaciers. La variation est de signification positive; la phase de crue est courte, la phase de décrue prolongée; le glacier fait une poussée en avant, puis il fond sur place. — Ainsi les fleuves de l'Atlas qui, grossis par les pluies de l'hiver s'écoulent dans les *Oueds* desséchés du Sahara; ils font une crue qui les pousse aussi loin que le permettent les actions destructives de la rivière: l'évaporation qui disperse l'eau dans l'atmosphère, l'imbibition qui la fait s'absorber dans le sable. Puis l'alimentation cesse d'être dominante, le fleuve cesse de s'allonger; l'absorption et l'évapo-

¹⁾ Dans ces dessins la variation de longueur du glacier se développe de A en A'. La flèche indique la direction de l'écoulement du glacier, ou, si l'on veut, de son allongement, de la crue.

ration de l'eau l'emportent et le fleuve se raccourcit en revenant à ses dimensions primitives.

IX. Quant aux allures des périodes et des phases, voici ce que je puis en dire d'après les observations du XIX^e siècle.

La *phase de crue* se développe successivement chez les divers glaciers. Elle commence par certains d'entr'eux, s'empare d'un nombre toujours plus grand et finit par se généraliser. C'est ainsi que petite crue de la fin du XIX^e siècle a apparu dans les glaciers de Suisse et de Savoie :

1875 Glacier des Bossons.

1878 Brenva.

1879 Trient, Zigiorenove.

1880 Fée, Grindelwald supérieur, Rosenlauï.

1884 Argentière, les Grands.

1889 Les Bois.

1890 Allalin.

1892 Arolla, Ferpècle.

Cette succession dans l'apparition de la crue provient de ce qu'un excès de neige, dont la chute peut avoir été simultanée sur les divers névés, n'est apportée par l'écoulement des fleuves de glace jusqu'au front terminal des glaciers qu'à des époques différentes, résultant de la différence de longueur du „voyage du glacier“.

L'apparition de la crue n'étant pas simultanée, l'opposition de mouvements que présentent parfois certains glaciers s'explique facilement : les plus hâtifs sont déjà en phase de crue ; les plus tardifs ne s'y mettront que plus tard.

La *phase de décrue* commence, le plus souvent, simultanément dans l'ensemble des glaciers de la région. Ainsi en 1856 tous les glaciers des Alpes savoyardes, suisses et tyroliennes se sont mis en retraite. Ainsi en 1893, arrêt général de tous les glaciers en crue de fin du XIX^e siècle.

Cet arrêt simultané de la crue est dû à la prédominance du facteur fusion de la glace, sous l'action d'un été très chaud et très sec. Le glacier diminue fortement de longueur, ce qui explique l'arrêt de la crue ; il diminue aussi d'épaisseur, d'où la persistance de la décrue dans les étés suivants, alors même que ceux-ci ne sont pas extraordinairement chauds.

Ce que je traduis ainsi: Le début de la crue, est dû à l'arrivée au front du glacier d'un excès de neiges accumulées sur les hauts névés; c'est une action positive. Le début de la décrue est causé par la prédominance de la fusion, laquelle agit simultanément sur le front de divers glaciers; c'est une action négative.

Il en résulte que, dans l'histoire rétrospective et actuelle des glaciers, la date du maximum est la plus facile à reconnaître et à préciser. Elle a peut-être moins d'importance essentielle que la date du début de la crue pour la compréhension du phénomène des variations des glaciers; mais elle est très utile en nous aidant à déterminer la date des maximums du cycle de Brückner. Dans les années de grande chaleur estivale la fonte des glaciers est énorme et les glaciers qui ne sont pas entraînés par une trop forte poussée en avant se mettent en décrue.

X. Cependant le commencement de la décrue n'est pas toujours d'apparition simultanée dans les divers glaciers. C'est le cas quand il y a défaut d'étés très chauds exagérant notablement le facteur fusion. C'est ainsi que nous devons établir de 1818 à 1826 l'époque du maximum des glaciers suivants :¹⁾

- 1818 Glaciers du Rhône, Giétroz, Bossons, la Brenva, le Gornier, Schwarzberg, Puntaiglas, Langtaufers, Suldén.
- 1819 Grindelwald supérieur, le Tour, Argentière, Bies.
- 1820 Allalin, Breney.
- 1821 Zessetta.
- 1822 Vernagt.
- 1824 Hüfi, Fée, Rosenlaui.
- 1826 les Bois.

Dans un cas comme celui-ci, la fin de la crue a lieu par extinction de la poussée, et non par prédominance de l'action négative de la fonte de la glace.

XI. La crue semble avoir de la tendance à se développer à peu près simultanément dans les glaciers du même groupe. Ainsi la petite crue de la fin du XIX^e siècle s'est

¹⁾ L'incertitude des faits du passé donne à ces dates un manque de précision regrettable.

manifestée de 1875 pour le plus hâtif, à 1892 pour les plus tardifs, chez tous les glaciers du Montblanc et chez quelques glaciers du Valais et de Berne; la même crue se développe successivement de 1890 à 1900 chez les glaciers des Alpes autrichiennes.

XII. Malgré la similitude d'allures qui apparaît parfois chez les divers glaciers d'un même groupe, le caractère individuel de chaque glacier reste manifeste. Chaque glacier est un individu dont l'histoire est spéciale et lui est propre.

Je m'arrête ici. Au milieu des très nombreux faits de détail que j'ai rassemblés dans mes rapports, au milieu des nombreuses conclusions partielles que j'en ai tirées, j'ai choisi quelques déductions générales qui me suffiront pour étayer la théorie du phénomène. Cette théorie sera le sujet d'une autre étude.

Pour faciliter à mes lecteurs la compréhension de ces déductions déjà assez serrées, je condenserai encore mon résumé dans les formules suivantes :

1. Les variations des glaciers sont des changements de volume, non de forme.
2. Il y a deux types de variations :
 - a) L'une, de période annuelle, est due à l'action négative de la fusion de la glace, pendant l'été.
 - b) L'autre, de période cyclique, de durée probable d'un tiers de siècle (comme le cycle climatique de Brückner), est due à une poussée en avant, à un débordement du fleuve glacé. Cette crue est la conséquence d'un excès d'alimentation; c'est donc une action positive de surproduction de glace.
3. Le début de la crue apparaît successivement chez les divers glaciers par le fait de l'arrivée au bout de temps différents, à l'extrémité terminale de glaciers de différentes longueurs, des masses de neige tombées en excès, peut-être simultanément, sur les névés-réservoirs.
4. Quant à la fin de la crue (époque du maximum), elle est due :

Dans certains cas, à l'action négative d'un été très chaud qui agit simultanément sur l'extrémité terminale des divers glaciers; le maximum a lieu alors la même année chez tous les glaciers: maximums de 1855 et de 1892.

Dans d'autres cas, à l'extinction de la poussée en avant par arrêt de l'excès d'alimentation, extinction qui se manifeste, comme le début de la crue, successivement chez les divers glaciers: ainsi le maximum de 1818, qui s'est étendu, suivant les glaciers, de 1818 à 1826.

5. L'état de maximum représente la grandeur normale du glacier. Les poussées en avant, les crues sont des accidents.



II.

Die Thierwelt der Gebirgsbäche.

Von Prof. Dr. F. Zschokke.

Die raschfliessenden Sturzbäche beeinflussen die Zusammensetzung der Fauna, sowie Bau und Lebensweise ihrer Vertreter in hohem Masse. Sie bieten thierischem Leben eine im allgemeinen unfreundliche Heimat, die sich charakterisirt durch starke und fortwährende Wasserbewegung, durch steinigen Untergrund, durch dauernd tiefe Temperatur (4—12° C.), durch Abwesenheit, oder spärliche Entwicklung der Pflanzenwelt und dadurch bedingten Nahrungsmangel. Das im Bachbett rollende, grobe Geschiebe erschwert, oder verunmöglicht thierische Besiedelung. Manche der zum grösseren Theil von Schmelzwasser gespiesenen Gebirgsbäche trocknen im Spätsommer und im Winter periodisch aus.

Gegenüber stehenden Gewässern besitzen die Sturzbäche für die Thierwelt indessen auch eine Reihe günstiger Bedingungen. Ihr stäubendes und schäumendes Wasser sättigt sich verhältnissmässig leicht mit Sauerstoff; die Wasserfläche bedeckt sich nicht, oder nur unvollständig mit Eis; das Bachwasser, das einen gewissen Wärmevorrath aus der Erde mitbringt, kühlt sich langsamer ab, als das Seewasser.

So gewähren die Bäche thierischem Leben Zuflucht während des Winters und wohl auch während Eiszeiten.

Die Bewohnerschaft der Hochgebirgsbäche charakterisirt sich negativ durch den mehr oder weniger vollständigen Ausschluss zahlreicher Thiergruppen, die in stehendem Wasser faunistisch und biologisch eine grosse Rolle spielen. Hieber

gehören u. a. Protozoen, Nematoden, Rotatorien, Cladoceren, Cyclopiden, Calaniden, Oligochaeten, Lamellibranchier, Wasserkäfer und Wasserwanzen.

Es treten als ziemlich typische Bachbewohner auf: Repräsentanten der Gattung *Canthocamptus*, die hauptsächlich kalte Quellen bevorzugen und nordisch-glacialen Charakter tragen, manche Ostracoden, speciell die dem Bach vollkommen angepasste *Paracypridopsis Zschokkei*, seltene Anneliden und Muscheln (*Phreoryctes gordioides*, *Pisidium fossarinum*), der Kosmopolit *Macrobiotus macronyx* und gewisse Gammariden. Von den letzteren entstammt *Niphargus tatrensis* im Rhaetikon unterirdischen Wasserläufen.

Als durchaus typische Elemente endlich der Thierwelt von Sturzbächen haben zu gelten: *Planaria alpina*, gewisse Wassermilben und Schnecken und zahlreiche Insektenlarven. *Pl. alpina* fehlt keinem kalten Hochalpenbach vom Montblanc bis zum Grossglockner; sie kehrt in Gewässern von bleibend tiefer Temperatur der Mittelgebirge wieder. Von Hydrachniden kommen in Betracht die Gattungen *Sperchon*, *Thyas*, *Feltria*, *Partnunia*, *Zschokkea*, *Panisus* und z. T. *Lebertia* und *Atractides*. Die Schnecken finden Vertretung in den nordisch-alpinen Zwergformen *Limnaea peregra* und *L. truncatula*, die Insekten in den Larven vieler Perliden und Phryganiden, und besonders in denjenigen der Eintagsfliegen *Baëtis alpinus* und *Ecdyurus helveticus* und der Dipteren *Simulia*, *Liponeura* und *Chironomus*.

Diese Thiere bilden eine biologische, dem Bach morphologisch und physiologisch vollkommen angepasste Einheit. Sie drückt dem fließenden Wasser den faunistischen Stempel auf, ihre Elemente sind in stehenden Gewässern meistens nicht mehr lebensfähig.

Die Bachfauna kehrt in entsprechender Zusammensetzung an den verschiedensten Punkten der Alpen (Rhätikon, Tirol, St. Bernhard) wieder; sie existirt in den Bächen der hohen Tátra und theilweise sogar in denjenigen der Azoren. Ihre Blüthezeit liegt im Hochsommer; doch überdauert sie auch in ziemlich starker Vertretung den Winter.

Dem Leben im Bach entsprechen eine lange Reihe gemeinsamer, morphologischer und biologischer Züge, die an den einzelnen Thierformen um so schärfer hervortreten, je stärker der Wassersturz ist.

Der Mangel an Pflanzennahrung ruft einer fast rein carnivoren Bachbevölkerung (Ausnahme die Schnecken). Im eigentlichen Sturzbach wird die Schwimmfähigkeit der Bewohner vollkommen aufgehoben. Die Schwimmwerkzeuge der nächsten Verwandten des stehenden Wassers fehlen den torrenticolen Tieren (*Paracypridopsis Zschokkei* und Hydrachniden ohne Schwimmhaare). Die Bachthiere halten sich geschützt unter Steinen, wie Planarien und Insektenlarven, im Moos — Hydrachniden, *Chironomus* —, im Sand, wie die Larve von *Pedicia rivosa*. Die Ortsbewegung wird aufgehoben, eingeschränkt oder specialisirt. Gleiten, Kriechen, Rutschen auf der Unterlage, rasches Dahinrennen, Klettern im Moos mit verkürzten, kräftigen, Krallen tragenden Beinen (Hydrachniden) tritt an die Stelle der freien Schwimmbewegung. *Simulia* bewegt sich nach Art der Spannerraupe und verankert sich mit selbstgesponnenen Fäden; *Liponeura* und viele Phryganiden heften sich definitiv fest.

Zahlreich sind die Einrichtungen, um dem starkfliessenden Strom zu trotzen. Diesem Zweck dient der geringe Umfang des Thierkörpers, der so Zuflucht hinter den kleinsten Vorsprüngen, in den engsten Ritzen findet (Hydrachniden). Häufig flacht sich der Körper ab und geht mit der breiten Bauchfläche gewissermassen im Stein auf (Planarien, Insektenlarven). Selbst die Beine werden horizontal ausgebreitet. Manche Bachbewohner bauen Röhren, Gänge, schützende Verstecke (*Rhyacophila*, *Chironomus*). Die Phryganiden versehen die Ventralfläche ihrer glattwandigen Gehäuse mit aus Pflanzenteilen aufgebauten Brems- und Rückhaltvorrichtungen, oder beschweren ihre Röhren mit grösseren Steinen. Ungemein häufig und mannigfaltig entwickeln sich Fixationsapparate. (Haken und Krallen der Hydrachniden, Perliden, Ephemeriden und Phryganiden, Haftzangen von *Rhyacophila*, Kriechsohlen der Schnecken und Planarien, Saugwarzen und Spinnrüsen von *Simulia*.) Besonders in dieser Richtung angepasst

erscheint die asselartig segmentirte, dorsal gewölbte, ventral abgeflachte Larve von *Liponeura*. Sie trägt laterale Chitinhaken und mediane, kräftige Saugnäpfe. Als Antagonisten dieser Fixationsorgane wirken seitliche, tentakelförmige Fortsätze. Die Puppen sind vollständig fixirt. Larven und Puppen von *Liponeura* bewohnen kalte Sturzbäche der Alpen, der Tátra und gewisser Mittelgebirge: sie gehen in stehendem Wasser zu Grund. Definitive Fixation findet auch bei *Simuliapuppen* und bei manchen Phryganiden statt.

Wasserströmung und Aufhebung der Schwimmbewegung hindert die Bachbewohner am Emporsteigen an die Oberfläche und somit an der Luftathmung. Die Athmung ist rein aquatil und vollzieht sich durch die Hautdecke, durch Kiemen oder durch Tracheenkiemen.

Die Entwicklung und Fortpflanzung der Wildbachthiere kennzeichnet sich durch die mit dem Nahrungsmangel und der tiefen Temperatur in Zusammenhang stehende lange Dauer des Larvenlebens der Insekten, durch die Ausbildung sehr grosser und dotterreicher Eier der Hydrachniden und durch Aufnahme ungeschlechtlicher Vermehrung durch Theilung bei den Planarien.

Morphologisch, physiologisch und biologisch unterscheidet sich somit die Fauna der Gebirgsbäche sehr wesentlich von derjenigen stehender Gewässer.

Trotzdem stehen Thierwelt von Bach und See in engen und täglichen, faunistischen und biologischen Wechselbeziehungen. Die Bäche sind die faunistischen Abnehmer und Lieferanten der Gebirgsseen. Der gegenseitige Thieraustausch kann zu einer bleibenden Bereicherung der Fauna von See oder von Bach führen.

Historisch dienten die Gebirgsbäche als Wege für die beim Beginn der Glacialzeiten vor den vorrückenden Gletschern zu Thal steigende, aquatile Thierwelt. Sie boten manchen Thierformen während der sich ausdehnenden Vergletscherung passende Zufluchtsstätten. In das Flachland hinabgestiegen vermischten sich die Bergbewohner mit den Thieren der Gewässer der Ebene und mit vor dem Eis nach Süden weichen den Ankömmlingen aus dem hohen Norden. Am Schlusse

der Eiszeit stieg diese Fauna, welche sich dem milder werden-
den Klima der Ebene zum grösseren Theil nicht anpassen
konnte, durch die Bäche in die Hochalpen empor, den zurück-
weichenden Gletschern folgend. Auch die Mittelgebirge und
der Norden erhielten jetzt nordisch- und alpinglaciale Bevöl-
kerung. Wahrscheinlich entstammt auch die Tiefenfauna der
subalpinen Seen des Flachlandes glacialen Tierrelikten. Die
Bäche wurden die Rückzugsstrassen der Glacialfauna in die
Gebirge.

Bis heute hielten sich in den Gebirgsbächen ziemlich
zahlreiche Ueberreste der glacialen Thierwelt. Es sind Kalt-
wasserbewohner der Hochalpen, isolirter Punkte von Mittel-
gebirgen und oft gleichzeitig des hohen Nordens. Einige
haben sich auch an etwas wärmeres Wasser angepasst, dort
aber ihre Fortpflanzung auf die glaciäre Jahreszeit, den Winter,
verlegt. Als Glacialrelikte dürfen in den Gebirgsbächen mehr
oder weniger sicher angesehen werden *Planaria alpina*, *Cantho-
camptus*, viele Hydrachniden, *Phreoryctes*, *Liponeura* und wohl
noch andere Insekten, sowie die beiden Limnäen. Andere
Thiere benützten die Wasserläufe vielleicht nur als Bahn,
um später in den Seen heimisch zu werden (*Automolus mor-
giensis*, Cytheriden).

Durch die Bäche drang nach der Vergletscherung all-
mählig neues aquatiles Leben in die Gebirge vor. Zwei Wege
öffneten sich damals für die Wasserthiere nach den Hochalpen:
Passiver Import durch Vögel, Insekten und Luftströmungen
und aktives, langsames Emporwandern längs der Bäche. Der
erste Weg ist auch heute noch wichtig und vielbetreten, der
zweite hat mehr historische Bedeutung.

(Für alle Einzelheiten und weiteren Ausführungen siehe
die entsprechenden Kapitel in: *Zschokke, F.*, Die Thierwelt
der Hochgebirgsseen. Denkschr. der Schweiz. Naturf. Ges.
Bd. XXXVII 1900.)



III.

Ueber die Geologische Geschichte
des
Malayischen Archipels
auf Grund der Thierverbreitung
von
Fritz Sarasin.

Es sind nun 7 Jahre her, dass ich die Ehre hatte, der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in kurzer Form die Ergebnisse unserer, meines Vetters Paul Sarasin und meiner gemeinsamen Studien über die Weddas von Ceylon vorzulegen. Wenn ich Sie heute mit einigen von den Resultaten unserer letzten Forschungsreise, der dreijährigen in Celebes, bekannt zu machen mir erlaube, so darf ich wohl als selbstverständlich voraussenden, dass es sich wieder um Ergebnisse gemeinsamer Reisen, Arbeiten und Gedanken handelt.

Zwischen dem asiatischen Festlande und Australien liegt der grösste Archipel der Erde, den man sich gewöhnt hat, seit *Wallace* als den *malayischen* zu bezeichnen, nicht ganz zutreffend, weil ein grosser Theil desselben, Neu-Guinea und seine Nachbarinseln, nicht von Malayen, sondern von wollhaarigen Papuas bewohnt ist. Wir benennen daher und, wie uns scheint, richtiger, diesen Archipel als den *indo-australischen*, um seine geographische Lage zwischen der hinterindischen Halbinsel und Australien auszudrücken. Eben diese

Lage zwischen den beiden Continenten hat den genannten Archipel zu einem geradezu klassischen Objekte zoogeographischer Forschung werden lassen, indem sich naturgemäss die Frage aufdrängen musste: Wo liegt die Grenze zwischen den beiden so sehr verschiedenen Faunen von Asien und von Australien? welche Inseln gehören zu Asien, welche zu Australien?

In einer kleinen Schrift, welche nie die Würdigung fand, welche sie verdiente, hat im Jahre 1846 der geistreiche Naturforscher *Salomon Müller* den Satz ausgesprochen, dass der Archipel in geographisch-naturhistorischer Hinsicht in zwei Hälften zerfalle, von denen die westliche, grössere, umfassend Borneo, Sumatra, Java und die kleinen Sunda-Inseln bis Sumbawa, in ihrer Schöpfung an Südasien sich anschliesse, die kleinere Hälfte mit Celebes, Flores, Timor, den Molukken und etwa Mindanao mehr mit Australien übereinstimme. Die *Müller'sche* Linie läuft somit zwischen Borneo und Celebes durch, südwärts zwischen Sumbawa und Flores und nordwärts zwischen Mindanao und den übrigen Philippinen.

Erst viel später trat dann *Wallace* mit seinem berühmt gewordenen Buche über den Malayischen Archipel hervor; auf Grund umfassender Sammlungen legte er eine faunentrennende Linie durch den Archipel, welche, wie die *Müller's*, zwischen Celebes und Borneo durchlief, südwärts aber nicht zwischen Flores und Sumbawa, sondern zwischen Lombok und Bali sich fortsetzte und nordwärts die Philippinen von Celebes trennte.

Während der *Müller'sche* Versuch ohne Beachtung geblieben war, zog die *Wallace'sche* Linie, wie sie benannt wurde, gleich die grösste Aufmerksamkeit auf sich. In zahlreichen Schriften wurde die Frage discutiert, und ungefähr ebenso oft ist die vollkommene Richtigkeit der faunentrennenden Linie, als ihre vollkommene Haltlosigkeit vertreten worden. Nach den Einen gehört Celebes zur *australischen* Region, nach den Anderen zur *asiatischen* oder *orientalischen*, nach den Dritten endlich bildet es eine Zwischenregion für sich, welch' letzterer Ansicht in späteren Schriften auch *Wallace* sich zuneigte.

Aus dieser endlosen Controverse geht hervor, dass die Fragestellung offenbar eine falsche ist. Abgegrenzte zoologische Regionen gibt es eben in der Natur nicht, sondern nur auf den buntgefärbten Museumsetiketten, und die Frage darf daher nicht lauten: Gehört Celebes zur australischen oder zur orientalischen Region, sondern welche Landverbindungen und in welcher geologischen Zeit sind nöthig gewesen, um die heutige Zusammensetzung der Fauna zu erklären?

Unsere Forschungen auf Celebes haben nun ganz wesentlich den Zweck verfolgt, diese Frage ihrer Lösung näher zu bringen. Die Grundbedingung hiefür war, abgesehen von der geologischen Kenntniss des Landes, das Anlegen ausgedehnter Sammlungen von Thieren, mit genau bezeichneten Fundstellen und zwar auf den verschiedenen Armen der vielgestaltigen Insel. Als eigentliches Probeobject wählten wir die für geographische Verbreitungsfragen unbestrittener Maassen hochwichtigen *Land- und Süßwassermollusken*, welche wir, um mit dieser Gruppe recht vertraut zu werden, selber bearbeitet haben. Die aus der Verbreitung der Mollusken erhaltenen Resultate haben wir dann mit den aus der Verbreitung der Reptilien, Amphibien, Vögel und Säugethieren sich ergebenden verglichen und, wie wir gleich sagen wollen, im wesentlichen durchaus übereinstimmend gefunden, im Gegensatz zur Ansicht mancher Forscher, nach welcher jede Thiergruppe eigenen Verbreitungsgesetzen folgen soll. Wir wollen uns hier der Kürze der Zeit halber blos mit den Resultaten der von uns am genauesten bearbeiteten Molluskenverbreitung befassen und die der anderen Thiergruppen nur in gedrängtester Form im Anschluss daran vergleichen.

Die Methode unserer Arbeit war die folgende: Um eine Einsicht in die Vertheilung der Arten auf den verschiedenen Armen der Insel Celebes und in die Beziehungen zu den Nachbargebieten zu erhalten, wurde für jede einzelne Species eine Karte ihrer Verbreitung entworfen. Bald stellte es sich heraus, dass die Verbreitungskarten zahlreicher Arten sich zu decken begannen, so dass *eine* Karte für eine ganze Reihe von Arten Geltung erhielt. Auf diese Weise weiter combinierend, ergaben sich endlich auf's Klarste die näheren und

entfernteren Beziehungen zu den umgebenden Gebieten, die verschiedenen Landbrücken, welche bestanden haben mussten, und endlich aus der Zahl der übereinstimmenden Arten die relative Wichtigkeit solcher Verbindungen.

Wallace hat in seinem Werke über die geographische Verbreitung der Thiere für seine Schlüsse ausschliesslich die Vertheilung der Familien und ihrer Gattungen, nicht aber die der Arten berücksichtigt. Dem gegenüber betonen wir, dass wir für unsere Speculationen umgekehrt in allererster Linie die *Species* und erst in zweiter die Gattungen verwenden; denn einmal ist der Speciesbegriff ein viel sicherer als die weitere Abstraction der Gattung, und zweitens dürfen wir in der Regel nur erwarten, aus der heutigen Vertheilung von Thieren und Pflanzen Folgerungen auf die geologisch unmittelbar vorhergegangenen Veränderungen der Erdoberfläche, also nur auf solche der späteren Tertiärzeit, ziehen zu können. Viele Molluskengattungen lassen sich aber bis in's Eocän, die Kreide, ja noch tiefer hinunter verfolgen, also bis in Perioden, wo die Oberflächengestalt der Erde von der heutigen eine so verschiedene war, dass die jetzige Vertheilung der Lebewesen damit nicht mehr mit Sicherheit in Zusammenhang gebracht werden kann. Es hat uns dies indessen nicht gehindert, gelegentlich für unsere Schlüsse auch Gattungen, falls dieselben wohl charakterisirte und geographisch wohl umgrenzte sind, heranzuziehen. Die Grundlage unserer Arbeit aber bildet die *Species*.

Ferner gründen wir unsere Schlüsse *ausschliesslich* auf die thatsächlich nachgewiesenen Thierarten und nicht auf die fehlenden. Hiefür haben wir zwei Gründe. Einmal ist in Celebes die Forschung noch lange nicht so weit vorgeschritten, dass, abgesehen von grossen Thierformen, das Fehlen einer Art mit Sicherheit behauptet werden könnte. So fehlte z. B. auf Celebes vor unseren Reisen die ganze Familie der Landplanarien, während wir selber 7 Gattungen mit 22 Arten nachzuweisen vermochten, und zweitens steht die palaeontologische Erforschung der Insel noch ganz aus.

Endlich sei vorausgesandt, dass wir der *künstlichen* Verbreitung von Mollusken und überhaupt von sämmtlichen

höheren Thieren nur eine untergeordnete Bedeutung zuzugestehen vermögen, gegenüber der *natürlichen* Verbreitung, der Wanderung. Treibholzmassen, Wirbelwinde, Entenfüsse und wie alle die sorgfältig ausgedachten und theilweise beobachteten Verbreitungsmittel von Thieren auch heissen, sie mögen gewiss einmal einen Fahrgast lebend von einer Küste zur anderen bringen; aber die Unwahrscheinlichkeit, dass ein solcher in seiner neuen Heimat, falls er nicht zu den niederst organisirten Lebewesen gehört, welche wir ausser Betracht lassen, gleich die für ihn nöthigen Existenzbedingungen und die Mittel zur Fortpflanzung finde, ist ausserordentlich gross. So ist es z. B. der ungezählten Menge von Wassergeflügel, welche die Seen von Celebes besuchen, in ungezählten Jahren nicht gelungen, Unioniden nach Celebes zu bringen, obschon solche sowohl auf Java, Sumatra und Borneo, als in Neu-Guinea vorkommen.

Der einzige bei der Frage nach künstlicher Verbreitung höherer Thierformen intensiv in Betracht kommende Factor ist der *Mensch*, welcher entweder absichtlich Thiere ansiedelt oder in seinen Schiffen mit Waaren und dergleichen verschleppt. Allein man wird bei solchen Thierarten, denen dann meist eine weite und unnatürliche Verbreitung zukommt, selten lange im Zweifel sein, dass sie Gäste von auswärts sind und sie dann leicht aus den Faunen ausscheiden können.

Wenden wir uns nun zu unserem speciellen Thema.

Celebes beherbergt nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse 177 Land- und 61 Süsswasserschnecken, zusammen 238 Arten, was, zumal wenn man in Betracht zieht, dass vielleicht ebensoviele noch zu entdecken bleiben, eine *reiche* Molluskenfauna bedeutet.

Von den 177 Landschnecken sind 138, also nicht weniger als *vier Fünftheile*, in ihrer Verbreitung auf die Insel Celebes beschränkt, *endemisch*, während nur 39 eine Verbreitung auch ausserhalb unserer Insel zukommt; von den 61 Süsswasserschnecken sind 34, also nur ungefähr die Hälfte endemisch, woraus sich also für diese Molluskenabtheilung eine etwas grössere Verbreitungsfähigkeit ergibt. Immerhin ist der Endemismus noch so stark ausgeprägt, dass die trotz dem Proteste

Max Webers immer noch tief eingebürgerte Sage von der Gleichförmigkeit der Süsswasserfauna über den ganzen Tropengürtel oder gar über den ganzen Planeten hin, nun endgiltig beseitigt sein sollte.

Während somit die überwiegend grössere Zahl von Species der Insel eigenthümlich sind, finden wir unter den Landmollusken nur eine einzige Untergattung und unter den Süsswassermollusken nur drei Gattungen, welche in ihrem Vorkommen auf Celebes beschränkt sind. Diese Seltenheit endemischer Gattungen würde für sich allein schon genügen, um zu beweisen, dass Celebes in verhältnissmässig junger geologischer Vergangenheit mit Nachbargebieten muss in Landverbindung gewesen sein.

Wenn wir die Verbreitung der *endemischen* Molluskenarten auf der Insel verfolgen, so sehen wir, dass die allermeisten auf einen mehr oder minder kleinen Theil derselben, in der Regel auf eine der 4 Halbinseln oder auf das Centrum beschränkt sind; ja wir finden sogar, dass von den 172 Celebes eigenthümlichen Molluskenarten nur 2, und diese nicht mit absoluter Sicherheit, der nördlichen und der südlichen Halbinsel zugleich zukommen, an sich schon ein untrüglicher Wink, dass wir für die Herkunft der Celebensischen Thierwelt nach verschiedenen Quellen werden zu suchen haben. Auch die 66 nicht endemischen Arten zeigen eine grosse, wenn auch nicht eine so weitgehende Localisirung, indem immerhin 21 Arten als über die ganze Insel verbreitet angenommen werden können.

Nord-Celebes besitzt 79 Molluskenarten, welche auf der südlichen Halbinsel fehlen, diese letztere wiederum 76 Arten, welche aus Nord-Celebes noch nicht bekannt geworden sind: Der Unterschied zwischen der Molluskenfauna des Nordens und des Südens ist also so tiefgreifend als möglich und deutet auf 2 ganz verschiedene Bezugsquellen hin.

Wo liegt nun die Grenze der beiden Faunen? Dabei ist von vornherein anzunehmen, dass nirgends eine scharfe Linie, einer Landesgrenze vergleichbar, die Insel theile; vielmehr sehen wir in Central-Celebes eine deutliche Faunemischung vor sich gehen. Trotzdem lässt sich im Allgemeinen

sagen, dass das von uns *Takalekadjo*-Kette genannte Gebirge, welches Central-Celebes von Nordwest nach Südost durchzieht, als die Faunengrenze bezeichnet werden kann. Ich vermeide es, Ihnen in diesem Vortrage Aufzählungen von Arten zu geben, da für die meisten von Ihnen solche Namen doch nichts als leere Klänge wären.

Die Sachlage gestaltet aber sich noch dadurch verwickelter, dass noch eine dritte Fauna nach Central-Celebes hineinstrahlt, eine östlich-celebensische, und dass endlich sich noch Spuren einer vierten Fauna finden, welche wir für den Rest einer älteren Besiedelungsschichte ansprechen möchten.

Treten wir nun der Frage nach den Ursachen für diese Verschiedenheit der Faunen von Celebes näher und betrachten wir zunächst das Verhältniss von Celebes zu den drei grossen, westlichen Sunda-Inseln, Java, Sumatra und Borneo.

Eine Zusammenstellung lehrt, dass Celebes mit den drei genannten Inseln, nach Weglassung aller Arten, bei denen eine künstliche Uebertragung wahrscheinlich, 26 Mollusken-species gemein hat. Von diesen finden sich 24 auf Java, dagegen nur 13 auf Sumatra und nur 10 auf Borneo. Schon diese absoluten Zahlen lehren eine nähere faunistische Verwandtschaft von Celebes mit *Java*, gegenüber von Sumatra und Borneo. Noch viel enger erscheint diese Verwandtschaft, wenn wir erfahren, dass von den 24 Arten nicht weniger als 9 in ihrem Vorkommen überhaupt auf Java und Celebes beschränkt sind und sogar eine Gattung, *Philomycus*, im Archipel nur Java und Celebes zukommt. Diese javanische Verwandtschaft macht sich ganz überwiegend in *Süd-Celebes* geltend; ja wir finden sogar, dass Süd-Celebes mit Java reichlich ebenso viele Mollusken-Arten gemein hat als mit Nord-Celebes.

Aus diesen Thatsachen folgt für uns zwingend, dass Süd-Celebes mit Java lange Zeit durch eine Landbrücke verbunden gewesen sein muss.

Ganz anders ist das Verhältniss von Celebes zu Borneo. Von den 10 ihnen gemeinsamen Schneckenarten ist *keine einzige* auf die beiden Inseln beschränkt; 9 davon finden sich auch in Java, 1 auf den Philippinen. Eine directe Landverbindung

zwischen Celebes und Borneo in jüngerer geologischer Vergangenheit ist somit, trotzdem sie einander viel mehr genähert sind als Java und Celebes, absolut undenkbar, weil sonst *ausschliesslich gemeinsame* Arten, wie solche zwischen Celebes und dem entfernteren Java reichlich vorhanden sind, vorkommen müssten, was doch nicht der Fall ist. Die *Makassarstrasse* zwischen Borneo und Celebes ist somit ein Meeresarm von thiergeographisch hoher Bedeutung, wie *Sal. Müller* und *Wallace* es annahmen. Der Fehler aber dieser beiden Forscher sowohl, als aller ihrer Nachfolger war der, die Trennungslinie südwärts fortzusetzen, während Java und Süd-Celebes thatsächlich mit einander verbunden gewesen sein müssen. Wir werden bald sehen, dass derselbe Fehler auch im Norden von Celebes begangen worden ist.

Die Molluskenfauna von Süd-Celebes weist aber noch auf eine andere Bezugsquelle hin, nämlich nach dem *Kleinen Sunda*-Gebiet, also der Inselkette östlich von Java, von Bali bis Timor. Celebes und das kleine ihm südlich vorgelagerte Saleyer haben nämlich mit den genannten Inseln 20 Arten, darunter mehrere grosse und auffallende Formen, gemein, von denen eine ganze Reihe in ihrem Vorkommen überhaupt auf Celebes und das in Rede stehende Gebiet beschränkt sind. Es kann daher unserer Meinung nach auch in diesem Falle keinem Zweifel unterliegen, dass wir eine Landverbindung anzunehmen haben, welche, ebenso wie die nach Java führende, von Süd-Celebes ausgehend, mit der kleinen Sunda-Kette sich in Verbindung setzte, und wenn wir weiter die Frage prüfen, nach welcher Insel hin diese Brücke führte, so ergiebt sich leicht, dass dies *Flores* war, da von den 20 gemeinsamen Arten nicht weniger als 16 heute schon auf Flores nachgewiesen sind.

Wie oben gesagt, hat *Wallace* zwischen Bali und Lombok seine faunentrennende Linie durchgelegt, von der er aus sagte, dass sie die asiatische und die australische Welt trenne. Neuerdings ist sie bei vielen so sehr in Misscredit gerathen, dass man sie geradezu als ein Schulblümchen bezeichnet hat. Wie *Wallace* zu weit ging in der Ueberschätzung, so nun die meisten heutigen in der Unterschätzung.

Eine Analyse der Mollusken ergibt, dass 8 javanische Arten ostwärts noch bis Bali gehen, aber die Lombokstrasse nicht überschreiten, und zwar sind dies zum Theil große und nicht zu übersehende Formen; andererseits aber gehen 6 javanische Arten über Bali hinaus ostwärts und 3 östliche Arten westwärts bis Bali. Diese 9 Arten deuten in ihrer Verbreitung auf eine Zeit, wo die *Lombokstrasse* noch nicht bestand, und es erscheint daher der Schluss gerechtfertigt, dass ihr nicht dieselbe Bedeutung zukomme wie der *Makassarstrasse* zwischen Celebes und Borneo, welche von keiner einzigen Schneckenart überschritten worden ist, sondern dass ihre Entstehung in eine spätere Zeit gesetzt werden muss.

Noch jünger als die Lombokstrasse erscheint uns die von *Sal. Müller* als Faunengrenze bezeichnete Strasse zwischen Sumbawa und Flores, weil, worauf wir hier nicht eintreten können, der faunistische Gesamtcharakter von Flores und Sumbawa mehr Uebereinstimmung zeigt als der zwischen Bali und Lombok.

Da wir uns nun gerade von Celebes etwas entfernt haben, so wollen wir in Kürze noch das Verhältniss der drei westlichen, grossen Sunda-Inseln, Java, Sumatra und Borneo, zu einander besprechen. Eine Vergleichung ihrer Landmolluskenfauna zeigt, dass die Uebereinstimmung von Java mit Sumatra und von Sumatra mit Borneo der Artenzahl nach viel grösser, ja doppelt so gross ist, als die zwischen Java und Borneo. Ferner erhalten wir den Satz, dass Java und Borneo keine Arten mit einander gemein haben, welche nicht auch in Sumatra vorkämen, woraus weiter folgt, dass Java und Borneo in jüngerer geologischer Vergangenheit nicht unmittelbar mit einander in Landverbindung gewesen sein können, sondern dass der Thieraustausch über Sumatra vor sich gegangen sein muss. Die weitere Thatsache, dass Sumatra und Borneo, trotzdem sie von einander heute viel weiter entfernt sind als Sumatra und Java, dennoch ebensoviele Landmolluskenarten mit einander gemein haben, als die beiden letztgenannten, so nahe bei einander liegenden Inseln, beweist, dass die schmale Sundastrasse zwischen Sumatra und Java älter sein muss als der breite Meeresarm zwischen Sumatra und Borneo;

sonst müsste bei der geringen Entfernung zwischen Java und Sumatra die Zahl ihrer gemeinsamen Arten grösser sein als die der Sumatra und Borneo zugleich zukommenden, was doch nicht der Fall ist. Diese zeitlich frühere Abtrennung der Insel Java ist auch schon von anderen Forschern auf Grund faunistischer Studien betont worden.

Kehren wir nun zu Celebes zurück und betrachten wir das Verhältniss seiner Molluskenfauna zur *philippinischen* im Norden, so erfahren wir, dass Celebes mit den Philippinen 22 Arten gemein hat, von denen 7 ausschliesslich auf diese beiden Gebiete beschränkt sind; ferner gibt es mehrere Gattungen, welche Celebes und den Philippinen zukommen, aber den westlichen, grossen Sunda-Inseln fehlen. Weiter ergibt sich, dass die philippinische Verwandtschaft sich ganz überwiegend in *Nord-Celebes* geltend macht, ja dass Nord-Celebes mit den Philippinen ebenso viele Arten gemein hat als mit Süd-Celebes. Aus alledem folgt mit Sicherheit, dass Nord-Celebes mit den Philippinen, speciell mit der Insel Mindanao, durch eine Landbrücke verbunden gewesen sein muss.

Ferner lässt sich aus dem Umstand, dass Nord-Celebes mit den kleinen Inselgruppen Sangi und Talaut, halbwegs nach den Philippinen gelegen, eine Reihe von Arten gemein hat, welche auf den Philippinen selbst fehlen, der Schluss ziehen, dass der Abbruch der Landverbindung nach den Philippinen in der Weise vor sich ging, dass die genannten Inseln zunächst noch mit Celebes in Verbindung blieben, der erste Einbruch also nordwärts von ihnen erfolgte.

Verwickelter liegt das Verhältniss von Celebes zu den *Molukken* im Osten; von diesen werden bekanntlich zwei Gruppen unterschieden, die nördlichen mit der Hauptinsel Halmahera und die südlichen mit Ceram, Amboina, Buru etc. Die Zahl der Celebes mit den Molukken gemeinsamen Mollusken-Arten beträgt 20, wovon 5 diesen Gebieten ausschliesslich eigen sind. Eine Analyse ergibt, dass keine der beiden Gruppen eine merklich nähere Verwandtschaft zu Celebes zeigt als die andere, und wir sind somit der Ansicht, dass wir nur eine einzige Landbrücke zwischen Celebes und den Molukken anzunehmen haben. Diese Brücke ging zu einer

Zeit, als der Tomini-Golf noch nicht existirte, von Ost-Celebes aus und umfasste die heutige Peling-Banggai-Gruppe und die Sula-Inseln; von diesen aus theilte sie sich in zwei Arme, deren einer sich südwärts nach Buru wandte und ostwärts Ceram, Amboina etc. umschloss und deren anderer nordwärts über die heutige Insel Obi nach Batjan und der südlichen Halbinsel von Halmahera lief. Der faunistische Austausch zwischen Celebes und *beiden* Molukkengruppen ging demnach über die Sula-Inseln vor sich. Es sei hier gleich bemerkt, dass Celebes auf diesem Wege wesentlich mehr Arten nach Osten an die Molukken abgab, als es dafür von Osten her erhielt. Es lehrt dies nicht nur eine Analyse der Celebes mit den Molukken gemeinsamen Schneckenarten, sondern fast noch mehr die Betrachtung der gemeinsamen Reptilien, Amphibien, Vögel und Säugethiere, zum überwiegenden Theil westlich-sundaischen Arten, welche über Celebes ihren Weg nach Osten genommen haben.

Mehrfach findet sich in der Literatur eine Verwandtschaft der *Molukken* mit den *Philippinen* betont. Indessen hat unsere Arbeit ergeben, dass die Verwandtschaft von *Celebes* mit den Philippinen eine viel engere ist als die der Molukken mit den Philippinen und weiter den Nachweis erbracht, dass die sämtlichen für die Molukken und Philippinen charakteristischen Schneckengattungen auch in Celebes vorkommen, woraus mit Sicherheit erschlossen werden kann, dass die Verbindung der Molukken mit den Philippinen keine directe gewesen ist, sondern über Celebes geführt hat. Dagegen standen die Molukken ostwärts mit Neu-Guinea in Landverbindung, und zwar lässt sich aus dem Charakter ihrer Thierwelt beweisen, dass die nördlichen Molukken, speciell Halmahera, länger und intensiver mit Neu-Guinea verbunden gewesen sind als die südlichen, Ceram, Buru u. s. w.

Ueber die Landverbindung endlich der Philippinen mit Nord-Borneo sei hier nur mitgetheilt, dass ihre einstmalige Existenz durch die Molluskenfauna aufs deutlichste erwiesen wird, und dass selbst grosse Thiere sich ihrer bedient haben, lehrt das Vorkommen pliocäner Stegodonten auf den Philippinen.

Die eben gegebene flüchtige Uebersicht der Celebes mit

umliegenden Gebieten gemeinsamen Molluskenarten — ein irgendwie genaueres Eintreten auf die Sache verbietet der zeitliche Rahmen eines Vortrages unweigerlich — hat gezeigt, dass die geologische Geschichte unserer Insel eine ausserordentlich verwickelte gewesen ist; sie hat dargethan, dass Celebes durch 4 Landbrücken mit den Nachbargebieten muss in Verbindung gestanden haben, zwei südlichen, welche nach *Java* und nach *Flores* führten, einer nördlichen nach den *Philippinen* und einer östlichen nach den *Molukken*. Auf 4 Wegen hat somit Celebes Thierformen erhalten und ausgeheilt. Nur die südöstliche der 4 celebensischen Halbinseln scheint nie eine solche Verbindung eingegangen zu sein, indem ihre Fauna, so weit sie heute bekannt ist, auf keine eigene Bezugsquelle hindeutet.

Aber, wie Eingangs erwähnt, bilden die mit anderen Gebieten gemeinsamen Arten nur eine verschwindende Minderheit, indem die grosse Mehrzahl auf Celebes beschränkt sind. Um auch über die Herkunft dieser etwas zu erfahren, müssen wir auf die Verbreitung der mit den celebensischen Formen nächstverwandten, auswärts lebenden Arten zurückgreifen. An dieser Stelle kann naturgemäss nur das Ergebniss dieser weitläufigen Untersuchung mitgetheilt werden, deren Zweck war, festzustellen, in welcher Weise sich nach Procenten die 4 in Betracht kommenden Faunen, die javanische, die philippinische, die molukkisch-papuasische und die kleinsundaische am Aufbau der Molluskenwelt von Celebes betheiligt haben.

Nach Abzug der *weitverbreiteten* Arten, ferner der endemischen aus *weitverbreiteten* Gattungen und aus Gattungen unsicherer Verwandtschaft, welche zusammen 30 % der gesamten Fauna bilden, berechnet sich der Antheil der *Java-Brücke* auf 22 %, der der *Philippinenbrücke* auf ungefähr ebensoviel, nämlich 23 %, der der *Molukkenbrücke* auf 15 % und der der *Floresbrücke* auf 10 % der Molluskenwelt.

Es ergibt sich also ein *Ueberwiegen* der Verwandtschaft der celebensischen Molluskenfauna mit der javanischen und der philippinischen, welche beide zusammen man als die *asiatisch-sundaische* bezeichnen kann, gegenüber der molukkisch-papuasischen und noch mehr gegenüber der kleinsundaischen.

Neben diesen vier nachweisbaren Antheilen benachbarter Faunen giebt es unter den Mollusken von Celebes eine kleine Reihe von Arten, welche im Archipel keine nahen Verwandten haben. Hieher gehört vor Allen die isolierte Gattung *Mirastesta*, der Babirussa unter den Mollusken, ferner *Protancylus* und *Tylomelania*, hieher auch in gewissem Sinne die zahlreichen *Palaeomelanien* der grossen Seen, die *Streptaxis*arten u. a. m. Diese betrachten wir als die Reste einer älteren Einwanderung, gegenüber der Invasion auf den oben geforderten vier Landbrücken.

Ziehen wir nun in gedrängtester Kürze einige andere Thiergruppen zum Vergleiche herbei. *Reptilien* und *Amphibien* besitzt Celebes, mit Weglassung der marinen Formen, 108 Arten, *Vögel*, mit Weglassung der marinen und der regelmässigen Wanderer, 250, *Säugethiere* 77 Arten. Von den ersteren ist der dritte Theil, von den Vögeln fast zwei Fünftheile, bei den Säugern nicht ganz die Hälfte endemisch. Bei allen diesen Gruppen zeigt sich derselbe Mischcharakter der Fauna; bei allen bestätigt sich unser Satz, dass Celebes sowohl mit Java, als mit den Philippinen *ausschliesslich* gemeinsame Arten besitzt, keine einzige aber mit Borneo, wodurch unsere Annahme von Landverbindungen nach den beiden erstgenannten Gebieten und des Fehlens einer solchen nach Borneo bekräftigt wird. Bei allen dreien ferner finden wir eine so starke Betheiligung molukkischer und kleinsundaischer Elemente am Aufbau der Fauna, wie sie ohne die Annahme von Landbrücken durchaus unverständlich wäre.

Bei allen bestätigt sich endlich die Behauptung, dass Celebes auf der Molukkenbrücke mehr Formen nach Osten abgegeben als erhalten hat. Auch was wir oben über das Verhältniss von Java, Sumatra und Borneo zu einander und über den Thieraustausch zwischen den Philippinen und Molukken über Celebes mitgetheilt haben, finden wir für alle diese Thiergruppen giltig.

Eine tabellarische Zusammenstellung lehrt auch hier ein Ueberwiegen der *javanisch-philippinischen* Verwandtschaft, gegenüber der *molukkischen* und *kleinsundaischen*. Als Antheil der Java und Philippinenbrücke zusammengenommen

hatten wir erhalten bei den Mollusken 45 %; bei den Vögeln sind es 42 %, bei Reptilien und Amphibien etwas mehr 64 %; als molukisch-papuasischen Antheil bei den Mollusken 15 %, bei den Vögeln 20 %, bei Reptilien und Amphibien 11 %; als kleinsundaischen bei den Mollusken 10 %, bei den Vögeln gleichfalls 10 %, bei Reptilien und Amphibien 7 %. Für die Säugethiere steht die Berechnung noch aus.

Als Bestandtheile einer älteren Fauna wären etwa zu nennen bei den Reptilien *Testudo Forstenii*, welche nicht im Archipel, sondern in Hinterindien ihre nächsten Verwandten hat, bei den Vögeln Gattungen wie *Streptocitta*, *Scissirostrum*, *Meropogon*, *Maha*, *Aramidopsis* u. s. w., bei den Säugern vornehmlich *Babirussa* und *Cynopithecus*. —

Als wir unsere Arbeit begannen, sind wir von dem uns, wie zahlreichen Anderen, als selbstverständlich erscheinenden Gedanken ausgegangen, der heutige indo-australische Archipel stelle das Trümmerfeld eines grossen in Stücke gegangenen Continentes dar, der ursprünglich Asien und Australien umfasst habe. Wie wir in der Arbeit weiterschritten, stellte sich mehr und mehr heraus, dass die heutige Fauna des Archipels nicht die eines alten, zersplitterten asiato-australischen Continentes sein könne, sondern einen viel modernern Charakter an sich trage, und Hand in Hand damit lehrte die fortschreitende Untersuchung unserer geologischen Sammlung, in Verbindung mit dem, was andere Forscher zu Tage brachten, dass im Beginn der Tertiärzeit. im *Eocän*, Celebes überhaupt nicht existierte, sondern unter Wasser lag. Ja es ist anzunehmen, dass damals nicht nur Celebes, sondern auch die Molukken und überhaupt der grössere Theil des heutigen Archipels nicht bestanden, so dass eine weite Meeresfläche das asiatische Festland von Australien trennte. Wenn wir einen Asien und Australien verbindenden Continent annehmen wollen, so müssen wir ihn vor das Eocän, hypothetisch in die Kreideperiode verlegen.

Mit dem Ende der Eocänzeit oder im Beginn des Miocäns scheint die Hebung und Auffaltung von Celebes begonnen zu haben. Die celebesischen, miocänen Schichten haben der Art ihrer Einschlüsse nach den Charakter von

Strandbildungen. Die Existenz festen Landes ist somit durchaus gesichert, und wir werden auch in diese Zeit, also in's mittlere Tertiär, die erste Besiedelung des neuen Landes Celebes setzen dürfen. Dass diese von der asiatischen Seite ausgegangen sein musste, lehren Formen wie *Babirusa* und *Testudo*.

Ob auf diese erste Besiedelung eine neue partielle Senkung und Isolierung von Celebes folgte, oder ob die Hebung und Gebirgsbildung ununterbrochen weiter ging, wer vermöchte es zu sagen? Jedenfalls können wir die Periode ausgedehnter Landverbindungen, wie wir sie oben besprochen haben, erst in's *Pliocän* setzen und zwar wegen des relativ modernen Mischcharakters der Fauna von Celebes. Damals waren, was zu erwähnen kaum nothwendig, die beiden Continente mächtig angeschwollen. Sumatra, Borneo und Java bildeten mit Südost-Asien, Neu-Guinea mit Australien grosse Landcomplexe. Mit dem Ende der Pliocänzeit oder im Beginn des Pleistocän erfolgte die langsame Auflösung der Landverbindungen in Folge von Einbrüchen. Ja es ging sogar die Untertauchung in der der Gegenwart unmittelbar vorhergehenden Periode noch etwas weiter als heute, indem moderne marine Kalkbildungen an mehreren Stellen von Celebes nachweisbar sind. Eine ganz leise Hebung führte dann zur Jetztzeit hinüber.

Wir haben versucht, in einer Reihe von Karten, basierend auf den zoogeographischen Resultaten und Schlüssen, die verschiedenen Phasen der Landverbindungen darzustellen, denen Celebes seine heutige Fauna verdankt. Es würde uns aber viel zu weit führen, wenn wir uns hier auf dieses Gebiet begeben und im Einzelnen discutieren wollten, welcher Art und welcher Reihenfolge diese Verbindungen gewesen sein könnten. Lieber wollen wir noch einen raschen Blick auf die Karte der Jetztzeit werfen, um zu prüfen, ob sich aus der heutigen Configuration noch Anhaltspunkte für unsere geforderten Landverbindungen gewinnen lassen.

Da sehen wir erstens von der südlichen Halbinsel von Celebes aus zwei Inselbogen ins Meer hinausschweifen, den

einen in südwestlicher, den andern in südöstlicher Richtung, zwischen sich die *Floressee* einrahmend. Der erstere führt über die Postillon- und Paternostergruppe und den Kangean-Archipel nach Madura und Java, der letztere über Saleyer, die Tigerinseln, Djampea, Kalao, Bonerate, Kalao tuwa, Madu nach Flores. Diese beiden Inselguirlanden fassen wir als die Reste der beiden früheren Landverbindungen nach Java und nach Flores auf. Die heutigen Reste der früheren Landbrücke nach den Molukken lassen ebenfalls an Klarheit nichts zu wünschen übrig, indem der Peling-Banggai-Archipel den Uebergang zu den Sula-Inseln vermittelt und weiter die Richtung der Insel Sula Besi nach Buru hinweist, während andererseits Obi den Weg nach der Halmaheragruppe zeigt. Endlich führt eine Kette von Inselchen von der Minahassa über Siao nach der Sangi- und Talautgruppe und weiter bis gegen Mindanao hin, als ein deutliches Relict der alten Philippinenbrücke.

Eilen wir zum Schlusse. Unsere Untersuchung hat ergeben, dass die Geschichte der Insel Celebes und des indo-australischen Archipels überhaupt eine sehr viel verwickeltere ist, als man gemeinhin angenommen hatte. Der Archipel ist nicht ein Trümmerfeld eines in Stücke gegangenen, alten Continentes, sondern eine relativ neue Bildung. Die Makassarstrasse z. B. zwischen Celebes und Borneo ist nicht, wie wir ursprünglich gedacht haben, eine alte Bruchlinie durch einen solchen Continent, sondern ein Rest des Eocänmeeres. Die miocäne und namentlich pliocäne Hebungsperiode führte nicht zur Bildung eines Asien mit Australien verbindenden Continentes, sondern die Thierverbreitung, speciell die Besiedelungsgeschichte der Insel Celebes lehrt, dass es sich im Zwischengebiete zwischen den beiden damals freilich stark vergrösserten Continenten nur um schmale und wer weiss ob gleichzeitige Landverbindungen kann gehandelt haben.

Freunde von Resultaten, welche sich in wenigen Worten ausdrücken lassen, wie die *Müller-Wallace'sche* Linie eines gewesen ist, werden uns für unsere Untersuchung wenig Dank wissen. Wir sind aber überzeugt, dass selbst unsere Betrachtungsweise, wenn sie auch, wie wir hoffen, der Wahrheit näher kommt als die bisherige, doch noch lange nicht der

Complicirtheit des historischen Processes gerecht wird, als dessen Ergebniss die heutige Fauna des indo-australischen Archipels uns entgegentritt. —

Anmerkung. Für die weitere Ausführung dieser Gedanken sei verwiesen auf den demnächst erscheinenden dritten Band von: *P. u. F. Sarasin*. Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes.



IV.

Die Abstammung des Bündnerschafes und Torfschafes.

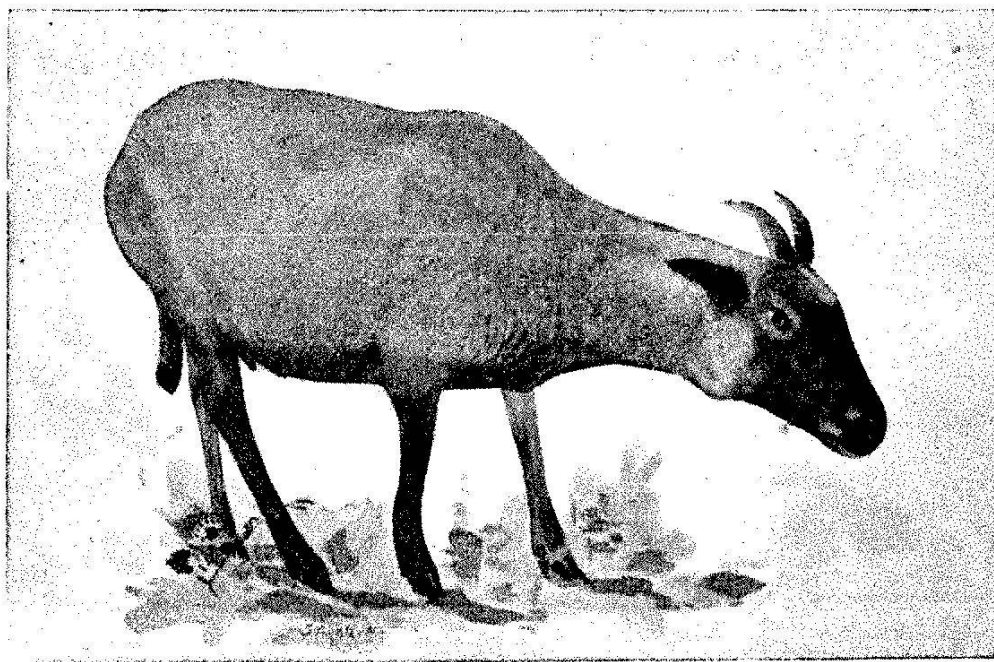
(Vorgetragen in der II. allgemeinen Sitzung der Schweizerischen Naturforscher-Versammlung in Thuisis.)

Von Prof. Dr. C. Keller.

Da wir hier als wissenschaftliche Versammlung auf bündnerischem Boden tagen, mag es erlaubt sein, Ihre Aufmerksamkeit auf eine zoologische Merkwürdigkeit zu lenken, die zwar den Naturforschern Bündens längst bekannt ist, im Auslande aber wenig beachtet wurde und gegenwärtig im Begriffe steht, völlig verloren zu gehen. Es ist dies das Schäfchen des Bündneroberlandes, ein Hausthier von hohem Alter, das schon in vorgeschichtlicher Zeit als einer der ältesten Zeugen menschlicher Kultur in unserem Lande einzog, Jahrtausende hindurch dem Menschen Dienste leistete — aber heute seine wirthschaftliche Rolle ausgespielt hat.

Ludwig Rütimeyer war der Erste, der 1862 in seiner klassisch gewordenen „Fauna der Pfahlbauten“ der wissenschaftlichen Welt Kunde von dieser eigenartigen, sonst nirgends mehr vorhandenen Rasse gab und in ihr eine merkwürdige Thier-Reliquie, aus der Pfahlbauzeit stammend, erkannte. Man wollte ähnliche Ueberbleibsel in primitiven Schafrassen Englands aufgefunden haben, doch ist dies unsicher.

Zunächst sei hervorgehoben, dass man in dem Oberländer Schaf auf den ersten Blick eher eine Ziege als ein Schaf vor sich zu haben glaubt. Der Kopf des Thieres ist nämlich auffallend ziegenähnlich, gestreckt, vorn spitz zulaufend, im Profil gerade oder zwischen Stirn und Nase etwas eingesenkt, nicht aber geramst. Die wenig breiten Ohren sind abstehend, relativ klein und sehr beweglich.



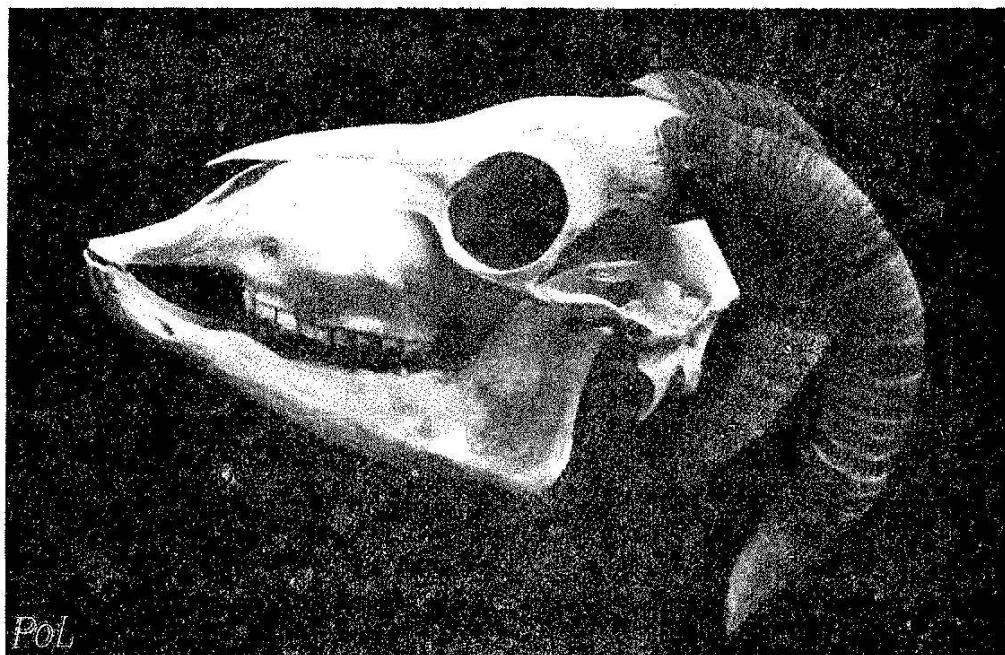
Ziegenhörniges Bündnerschaf aus Disentis.
(Nach F. Anderegg.)

Bei weiblichen Thieren ist das Gehörn gegenwärtig klein, ziegenartig verlaufend, im Gegensatz zu den übrigen Schafen scharf zweikantig. Ich glaube, dass auch völlig hornlose Individuen dieser Rasse vorkommen. Bei einem Widder aus Disentis*) finde ich ein Gehörn von ansehnlicher Grösse, das erst in der Flucht der Stirn nach hinten verläuft, dann abwärts und gegen das Ende auswärts gerichtet ist.

Am Schädel ist das lange Hinterhaupt bemerkenswerth; die Augenhöhlen treten nicht übermässig vor; die knöchernen Hornzapfen erscheinen im Querschnitt linsenförmig mit convexer Aussenseite und fast ebener Innenseite. Das Wollkleid

*) Ich verdanke denselben der Güte des Herrn Director Glättli im Plantahof.

der Oberländerschafe ist dicht und nie lang, so dass der Wollertrag ungünstig ausfallen muss. Die vorherrschenden Färbungen sind silberweiss, eisengrau, dunkelbraun bis ganz schwarz. Dunkle Exemplare besitzen häufig weisse Abzeichen; ein weisser Kopfstern sowie weisse Stellen am Schwanz und an den Füßen findet sich dann nicht selten.



Schädel des Bündnerschafes.
(Originalaufnahme.)

Die Thiere erlangen nach *F. Anderegg* ein durchschnittliches Lebensgewicht von 28 Kilogramm.

Die Abstammung der heutigen Schafe bildete von jeher das Hauskreuz der Zoologen und ist in der jüngsten Zeit von mir etwas eingehender festzustellen versucht worden. Die Abstammung des Bündnerschafes, soweit es sich um die wilde Ausgangsform handelt, war noch sehr räthselhaft, so dass es mir dankbar erschien, mit Hülfe kombinirter Untersuchungsmethoden der Frage nachzugehen.

Dem Scharfblick *Rütimeyer's* konnte nicht entgehen, dass unser Bündnerschaf anatomisch dem Torfschaf der Pfahlbauten ganz nahesteht, denn dieses war bekanntlich auch ziegenhörnig. Er steht daher nicht an, das heute noch in den bündnerischen Bergen lebende Schäfchen als einen direc-

ten, nur wenig veränderten Abkömmling des alten Torfschafes zu erklären.

Rütimeyers Material war insofern noch lückenhaft, als ihm Schafreste aus der zwischen der Pfahlbauperiode und der Gegenwart liegenden Zeit fehlten. Diese Lücke ist jedoch unlängst ausgefüllt worden. Die Ausgrabungen in der römischen Kolonie Vindonissa haben unter den nicht eben seltenen Schafresten auch einen Hinterschädel des Torfschafes mit wohlerhaltenen Hornzapfen zu Tage gefördert. Derselbe befindet sich gegenwärtig im Besitz der Sammlungen des Polytechnikums. An der Deutung Rütimeyers kann also nicht gezweifelt werden; der römische Fund beweist im Weiteren, dass noch zu Beginn der christlichen Zeitrechnung Torfschafe im schweizerischen Flachlande gehalten wurden, sich erst nach und nach in die Berge zurückzogen, um ihr letztes Asyl in den Alpen des bündnerischen Oberlandes zu finden.

Woher stammt aber das Torfschaf?

Rütimeyer wagte darüber bei der ihm eigenen Vorsicht kein Urtheil abzugeben. Er deutet nur an, dass zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen werden könnten, lässt jedoch die Frage offen. Er bemerkt, dass aus der Höhlenzeit Südeuropas Reste von *Ovis primaeva* erwähnt werden, die auf die Spur helfen könnten. Ich stehe indessen dieser fossilen Art skeptisch gegenüber, da es sich doch wohl nur um Monflon-Reste handelt. Andererseits wird auf das Wildschaf von Cypern (*Ovis ophion*) angespielt, dessen Gehörn Neigung zur Zweikantigkeit zeigen soll. Ich muss auch diese Stammquelle ablehnen und zwar aus dem Grunde, weil dieses, wohl nur eine geographische Varietät des südeuropäischen Monflon, nur kurzschwänzige Rassen liefern konnte, während das Oberländerschaf entschieden langschwänzig ist, also auch das Torfschaf nicht kurzschwänzig sein konnte.

Man wird darauf hinweisen können, dass Centraleuropa möglicherweise durch ein Wildschaf die Stammform des Torfschafes geliefert hat. Sind doch Reste in Mähren bekannt geworden, die man bald der Saigantilope, bald einem Wildschaf zugeschrieben hat. Dieselben sind wohl Reste des Arkal, dem Steppenschaf, das für unsere Zwecke wiederum nicht in

Frage kommt. Gegen eine mitteleuropäische Herkunft spricht sowieso der Umstand, dass der Mensch in der ältesten Steinzeit überhaupt keine Haustiere besass und solche erst als bereits fertige Rassen zu Beginn der Pfahlbauzeit erscheinen. Das spricht alles für eine Einwanderung aus einer ganz andern Region.

Es schien mir naturgemäss, an die sogenannten Halbschafe (Pseudoves) als Stammquelle zu denken, da ja diese anatomisch eine eigenthümliche Mittelstellung zwischen den ächten Schafen und Ziegen einnehmen und die Anknüpfung an die ächten Wildschafe geradezu aussichtslos ist. Von ihren heutigen Vertretern haben wir zunächst eine asiatische Art (*Pseudovis Nahoor*) im Quellgebiet des Ganges. Es liegen aber zur Zeit durchaus keine Anhaltspunkte vor, dass diese Art in Asien je als Hausthier gehalten wurde. Räumlich näher liegt uns eine afrikanische Art, das Mähnschaf (*Ammotragus tragelaphus*), welches leicht zähmbar ist und schon im Alterthum, wie wir den Berichten von *Columella* entnehmen können, mit spanischen Schafen erfolgreich gekreuzt wurde.

Es gilt also zunächst, den Spuren des Torfschafes rückwärts bis zum afrikanischen Kulturkreis nachzugehen, um die Wege aufzufinden, die diese Rasse auf ihrer Wanderung während der prähistorischen Zeit eingeschlagen hat.

Leider sind bezüglich des Torfschafes von der Pfahlbauzeit an alle zoologischen Fäden, die nach älteren Spuren führen, vollkommen abgeschnitten. Ich glaube, dass wir in Analogie mit der Herkunft anderer Kulturerzeugnisse zunächst nach Südosteuropa ausschauen müssen; aber trotz zahlreicher archaeologischer Ausgrabungen fehlen uns Knochenreste aus jener Region.

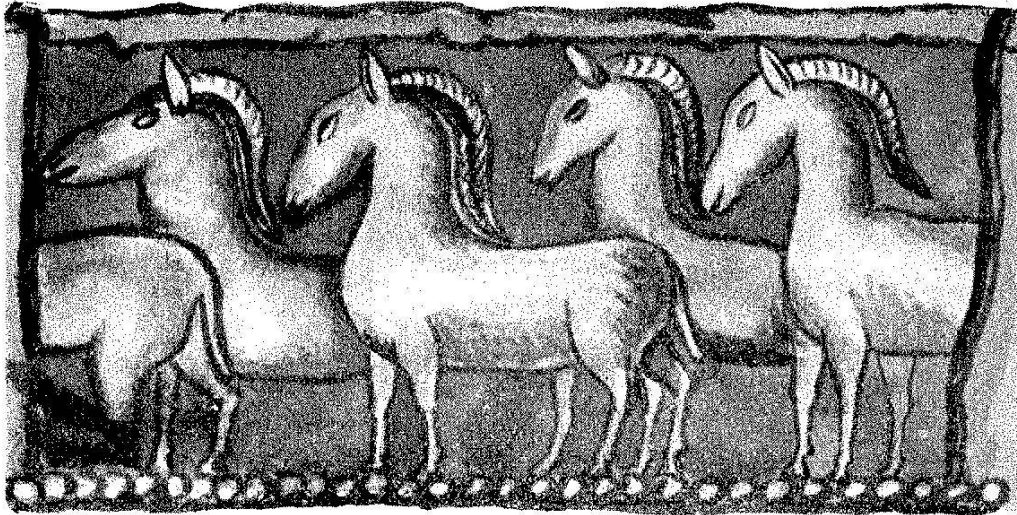
Dieser Umstand nöthigt mich, eine ganz andere Methode zur Auffindung von Spuren der Zwischenetappen in Anwendung zu bringen. Ich hielt es für wahrscheinlich, dass die Erzeugnisse der antiken Kunst einige Aufschlüsse gewähren. Ich stütze mich dabei auf den durch Thatsachen genügend gesicherten Erfahrungssatz aus der Entwicklungsgeschichte der Kunst, dass die menschlichen Rassen schon mit bildlichen

Darstellungen begonnen haben, bevor sie Hausthiere besaßen, dass genetisch die bildende Kunst somit älter ist als die Kunst der Hausthiergewinnung.

Für unsere Frage erscheint die Wahl der darzustellenden Dinge bedeutungsvoll. Der primitive Mensch stellt mit Vorliebe die jagdbaren Thiere seiner Umgebung dar, da diese in seinem Vorstellungskreis einen hervorragenden Platz einnehmen. Auf einer weiteren Kulturstufe, die schon zahme Thiere im Kulturinventar aufweist, wird neben dem Wild der Umgebung der Hausthierbesitz vielfach bildlich dargestellt. Als klassisches Beispiel darf ich wohl die Bewohner Altägyptens anführen, die besonders während der klassischen Kunstepoche des alten Reiches durch ihre Künstler mit ungemeiner Vorliebe Rinder, Schafe, Esel, Hunde u. s. w. abgebildet haben. Auch die assyrischen Künstler haben namhafte Thierbilder geschaffen. Dabei kommt dem Zoologen der Umstand ausserordentlich zu statten, dass gerade die älteste Kunst eminent naturalistisch zu sein pflegt. Der Künstler verfolgt anfänglich keine Nebenzwecke, er gibt die Thiere wie sie sind, eine Stilisirung ist noch nicht vorhanden. Wo eine Kunsttradition die Freiheit des Künstlers hemmt, brauchen wir uns nur in die Gesetze hineinzuleben, um die nöthige Korrektur anzubringen, denn der Künstler sucht sowieso stets einen Kompromiss zwischen der Tradition und seinem naturalistischen Empfinden zu schliessen.

Ich glaubte zunächst die mykenische Kunst zu Rathe ziehen zu sollen, da dieselbe mir früher schon wichtige Anhaltspunkte bezüglich der Hausrinder geboten hatte. Diese urgriechische Kunstepoche zeichnet sich ohnehin durch Reichthum an Thierdarstellungen aus.

Ich stiess zunächst auf Darstellungen von ganz eigenartigen Hausschafen, die aus Afrika stammen und auf einer dem Kuppelgrab von Menidi entnommenen Elfenbeinschnitzerei vorkommen. Die Schafe sind zwar nicht tadellos gezeichnet, aber sie erinnerten mich doch in wichtigen Punkten an den Nalpser Widder, den ich zu untersuchen Gelegenheit hatte. Das Gehörn ist scharfkantig und ziegenhörnig, die Rasse entschieden langschwänzig.

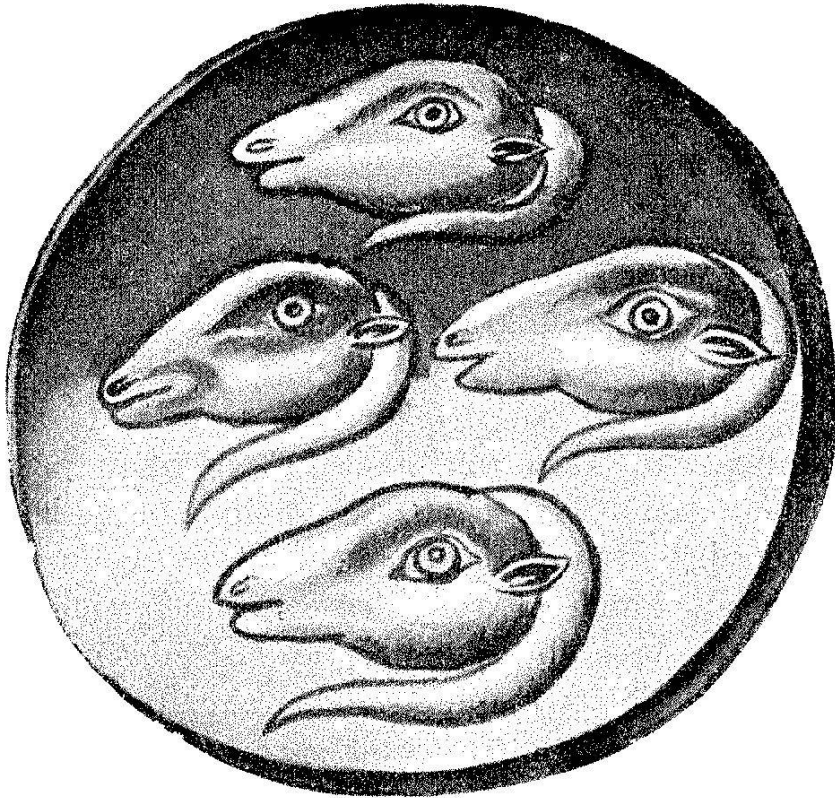


Mykenische Schafe auf einer Elfenbeinschnitzerei.
(Kuppelgrab von Menidi.)

Es liesse sich der Einwand erheben, dass diese Bildereien möglicherweise importirt wurden, also in einem anderen Kulturkreis angefertigt wurden. Ich finde jedoch offenbar die gleiche Rasse abgebildet auf einem Amethyst, der von Vaphio, also von einer ganz anderen Lokalität stammt; es sind vier Köpfe von auffallend gestreckter Gestalt, nicht geramst. Das Gehörn ist wiederum ziegenartig.

Es muss daher angenommen werden, dass die mykenische Periode ein ziegenhörniges Schaf besass, das im Wesentlichen unserem Torfschaf ähnlich war. Daneben scheint noch eine zweite Rasse vorhanden gewesen zu sein, die mit spiralig gerolltem Gehörn dargestellt wird, z. B. auf einem Achat in Vaphio. Da nun die Pfalbaukultur mit ihrem Besitz immer und immer wieder auf Südost-Europa als Stammquelle hinweist, wie neuerdings *Montelius* mit Bezug auf die Bronzegegenstände nachweisen konnte, so dürfen wir annehmen, dass das alte mykenische Schaf, das ja in Griechenland sich wohl lange vor der Blüthezeit der mykenischen Kunst eingebürgert hat, den Weg nach den Pfahldörfern unseres Landes fand.

Aber jenes Schaf war ursprünglich dem griechischen Boden sicher nicht eigen, da eine passende wilde Stammquelle nicht aufzufinden ist. Da die griechische Inselwelt mit ihrer beweglichen Bevölkerung im Orient frühzeitig den Kultur-



Köpfe des mykenischen Schafes auf einem
Amethyst von Vaphio (vergrössert).

besitz zwischen Altägypten und Südeuropa vermittelte, so konnte dieselbe das Hausschaf importirt haben.

Sehen wir uns auf dem afrikanischen Gebiet um, so begegnet uns eine zahme Schafrasse schon in den ersten Dynastien des alten Reiches auf dem Boden Aegyptens.

Es wurde anfänglich, bevor mit Beginn des neuen Reiches asiatische Formen einwanderten, nur eine einzige Rasse gehalten, die wir als autochthon ansehen müssen; sie wird auf den Denkmälern von der IV. bis XII. Dynastie nicht gerade selten bildlich dargestellt. Augenscheinlich wurden drei verschiedene Schläge gezüchtet, die alle langschwänzig waren. Noch in Beni Hassan (XII. Dyn.) treffen wir sie beisammen; es sind stehohrige und hängeohrige Schafe. Neben zackelhornigen Formen treffen wir auch einen ziegenhornigen Schlag, der offenbar stark verbreitet war und an das mykenische Schaf erinnert. Freilich lässt sich an den Bildern nicht mehr entscheiden, ob hier das Gehörn zweikantig war. Wir sind aber zu diesem Schluss berechtigt, da in der allerjüngsten Zeit *Thilenius* den Nachweis geleistet hat, dass lebende Reste des

altägyptischen Hausschafes noch gegenwärtig am oberen Niger vorkommen; bei diesen ist das Gehörn in der That scharfkantig.

Da schon im alten Reich ein Theil der Schafe Hängeohren besitzt, müssen wir vermuthen, dass diese schon längere Zeit dem Hausstand angehörten. An der Schieferplatte von Gizeh (von der eine Photographie in Circulation gesetzt wurde) lässt sich nachweisen, dass im Nilthal das Hausschaf etwa um 5000 v. Chr., also vor den ältesten Dynastien, auftaucht. Auf ihr finden wir etwas roh, aber ungemein naturwahr das urägyptische Schaf der Negadahzeit abgebildet. Es lässt schon sehr deutlich den Einfluss der Domestication erkennen, besitzt aber neben dem langbehaarten Schwanz noch eine deutliche Halsmähne, die uns zur Evidenz beweist, dass diese Rasse vom Wildschaf Afrikas (*Ammotragus tragelaphus*) abstammt, das heute noch in Nordafrika weit verbreitet ist.

Damit hätten wir eine Entwicklungsreihe festgestellt, deren Ausgangspunkt das wilde Mähnschaf darstellt und als Endglied das Bündneroberländerschaf bildet, die Zwischenstufen aber von Aegypten über Südeuropa führen.

Vergleichen wir zur Kontrolle diese beiden Endglieder in anatomischer Hinsicht, so ergibt sich Folgendes:

1) Die allgemeine Konfiguration des Schädels ist beim Bündnerschaf ziegenartig und steht somit dem Mähnschaf wegen der gestreckten Gestalt näher als irgend einem der heute lebenden Wildschafe.

2) Beim Bündnerschaf und Mähnschaf ist der Occipitaltheil des Schädels auffallend lang gestreckt, bei ersterem jedoch weniger steil abfallend als bei letzterem, was wohl mit der Domestication zusammenhängt.

3) Die Linea semicircularis des Hinterhauptbeines ist bei beiden auffallend schwach entwickelt, während sie bei den ächten Wildschafen und den von diesen abstammenden zahmen Rassen weit kräftiger vortritt. (Es mag noch besonders betont werden, dass ich zur Untersuchung den Widder aus Disentis verwendete.)

4) Die Stirnbeine sind beim Mähnschaf flach, beim Bündnerschaf etwas gewölbt, was entweder Folge der Domestication oder der Kreuzung ist.

5) Die Augenhöhlenränder treten bei beiden weniger stark hervor als bei den übrigen Schafen. Ihr oberer Rand zeigt eine bis zu den Thränenbeinen reichende Einkerbung von auffallender Länge und rechteckiger Form. Auch *Rütimeyer* hat diese Einkerbung, die sich in der erwähnten Form nur beim Mähnschaf findet, deutlich gezeichnet.

6) Die Stirnzapfen zeigen in ihrer äussern Form sowie in ihrem Verlauf beim Bündnerschaf und Mähnschaf eine auffallende Uebereinstimmung. Dieselben sind natürlich in Folge der langen Domestication bei ersterem kleiner geworden, aber beim Torfschaf der römischen Periode und der Pfahlbauperiode sind sie noch erheblich stärker als in der Gegenwart. Die Hornzapfen verlaufen überall anfänglich in der Profilebene der Stirn, wenden sich dann nach hinten und aussen. Bei einem weiblichen Mähnschaf, das mir zur Untersuchung vorlag, ist der Querschnitt wie beim Ualpserchaf linsenförmig mit convexer Aussenseite und fast ebener ebener Innenseite.

7) Ein Unterschied macht sich bezüglich der Thränengrube bemerkbar. Sie fehlt vollkommen beim Mähnschaf, ist dagegen beim heutigen Oberländerschaf vorhanden, bleibt aber ziemlich seicht. Wir kommen auf die Erklärung dieses nicht unerheblichen anatomischen Unterschiedes zurück.

8) Die Nasenbeine sind in beiden Fällen lang, schmal und verlaufen gerade.

9) Bei beiden verschmälern sich die Zwischenkiefer nach vorn allmählig.

10) Das Mähnschaf Afrikas ist langschwänzig. An dem Skelett des Bündnerschafes zähle ich 17 Schwanzwirbel, es muss daher ebenfalls als langschwänzig bezeichnet werden. Der Schwanz reicht nicht ganz bis zum Sprunggelenk.

Vergleichen wir die beiden Endglieder der aufgestellten Entwicklungsreihe, so ist der gemeinsame Betrag anatomischer Merkmale ein so hoher, dass daraus auf einen verwandtschaft-

lichen Zusammenhang zwischen dem Mähnenschaf und dem Torfschaf und Bündnerschaf geschlossen werden darf. Ersteres ist offenbar die wilde Stammquelle der letzteren.

Als einzig wirklich nennenswerthe Differenz im Schädelbau, die uns im ersten Augenblick auffallen muss, ist das Auftreten einer Thränengrube bei der zahmen Rasse. Sie fehlt der Wildform. Soll man annehmen, dass dieselbe etwa als Folge der Domestication nachträglich erworben wurde. Ich halte einen derartigen Erklärungsversuch für unzulässig, denn es ist gar nicht einzusehen, wie dieses Merkmal, das in keiner Weise der künstlichen Züchtung unterliegt, auf einmal neu entstehen soll.

Für mich bleibt die einzige, viel näher liegende Erklärung, dass die Thränengrube auf dem Wege der Kreuzung entstand. Das Torfschaf hat auf seinem Wege nach Mitteleuropa etwas Blut von einer anderen Rasse, möglicherweise von einem asiatischen Schaf aufgenommen; es war dies ja fast nicht zu umgehen. Die Deutung liegt um so näher, da wir ähnliche Verhältnisse beim Schwein kennen. Wird unser altes Landschwein mit asiatischem Blut der *Sus indicus*-Form gekreuzt, so ruft dies sofort Veränderungen in der Gestalt der Thränenbeine hervor. Ich muss daher das Torfschaf, das im heutigen Bündnerschaf erhalten ist, als ein Kreuzungsproduct ansehen, in welchem jedoch das afrikanische Blut entschieden überwiegt.

Die hauptsächlichste Stammform ist das afrikanische Mähnenschaf (*Ammotragus tragelaphus*); ihre starke Durchschlagskraft hat sich zu allen Zeiten bewährt, das beigemischte Blut erscheint mehr untergeordnet und vermochte den Typus nur wenig von seiner ursprünglichen Richtung abzudrängen. Die Zähmung der Mähnenschafe und Ueberführung derselben in den Hausstand erfolgte nach den bisher aufgefundenen Spuren im Nilthal zu jener Periode, da die urägyptische Bevölkerung von der Steinzeit zur Negadahkultur überging. Ziffernmässig gesprochen kommen wir der Wahrheit ziemlich nahe, wenn wir diesen Hausthiererwerb von der Gegenwart um etwa 7000—8000 Jahre zurückdatiren.

Die Wanderung des zukünftigen Torfschafes von Aegypten nach dem Boden Südeuropas erscheint ganz natürlich. Die Inselkultur Griechenlands hat es vielleicht direct aus dem Nilthal importirt und dem mykenischen Kulturkreis zugeführt.

Das in Rede stehende Schaf kann aber auch den Umweg über Syrien und Kleinasien eingeschlagen haben. Schon während des alten Reiches wird von räuberischen Beduinstämmen berichtet, die im Nordosten des Nildelta wohnten und Aegypten häufig belästigten. Diese stahlen, wo sie konnten; sie nahmen wohl den Hirten häufig Rinder und Schmalvieh weg. Wir wissen ferner, dass schon während der ältesten Dynastien am Sinai Bergwerke im Betrieb waren; die Bergleute mussten durch Truppen geschützt werden. Von ihrer lebenden Habe ging manches an die räuberischen Beduinen verloren. Diese Verhältnisse machen es auch verständlich, dass altägyptische Schafe nach Arabien gelangten, wo sich im Innern heute noch einzelne Relicte erhalten haben. Dass jene Schafe auch nach Syrien und Kleinasien gelangten, ist denkbar. Für unsere Frage ist es indessen ziemlich gleichgültig, ob die Wanderung direct nach Griechenland oder auf dem Umweg über Westasien erfolgte. Aber dass Kreuzungen auf diesem Wege stattfinden mussten ist einleuchtend.

Der Annahme einer Abkunft der Torfschafe von mykenischen Schafen kann man vielleicht entgegenhalten, dass die mykenische Kultur etwas jünger ist als die älteste Pfahlbaukultur. Dieser Einwand fällt sofort dahin, wenn man sich vergegenwärtigt, dass das, was wir bisher mykenische Kultur nannten, augenscheinlich nur ein Ausläufer der viel älteren Inselkultur bildet; letztere hatte nach den jüngsten Funden offenbar sehr früh Beziehungen zu Aegypten.

* * *

Zum Schluss gestatten Sie mir eine Anregung. Das Bündnerschaf, das man als lebendes Torfschaf bezeichnen kann, hat jedenfalls eine interessante und verwickelte Vorgeschichte hinter sich. Aber mit Schluss des 19. Jahrhunderts hat es die wirthschaftliche Rolle ausgespielt, die es seit der Pfahlbauzeit in unserem Lande inne hatte. Die bis in die

entlegensten Alpenthäler vordringende moderne Kultur hat seinen letzten Zufluchtsort im bündnerischen Oberlande bedroht. Ich glaube, dass man Mühe haben wird, noch einen kleinen Bestand von einigen Dutzenden Schafen reiner Rasse aufzutreiben, da gegenwärtig stark gekreuzt wird oder neue Rassen eindringen. Ich rechne auf Ihre Zustimmung, wenn ich für die Erhaltung dieser letzten Mohikaner meine Stimme erhebe. Es ist nicht nur ein Akt der Pietät gegenüber einer merkwürdigen Thier-Reliquie, sondern auch eine wissenschaftliche Pflicht, die Ueberlebenden vor dem völligen Untergang zu schützen. Es ist dies ohne allzugrosse Opfer möglich und ich hoffe, dass Bünden diesen altgewordenen Gestalten ein sicheres Bürgerasyl gewähren will. Die bündnerische Naturforschende Gesellschaft kann sich ein wirkliches Verdienst erwerben, wenn sie dazu mithilft.

