Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1934)

Artikel: Die Seen der Pyrenäen
Autor: Nussbaum, F.
Kapitel: A: Einführung
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319373

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: 12.12.2025

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

A. Einführung

Die Pyrenäen gehören zu den Hochgebirgen, die sich durch einen auffälligen Reichtum an kleinen Seen auszeichnen; dabei handelt es sich zur Hauptsache um hochgelegene Gebirgsseen, während die in tieferen Tälern vorkommenden Seen sowohl an Zahl wie auch an Ausdehnung sehr stark zurücktreten. Die Tatsache, dass grosse Talseen, insbesondere den Gebirgsfuss begleitende Randseen bis auf die eine Ausnahme des nicht bedeutenden Lac de Lourdes, fehlen, unterscheidet die Pyrenäen von mehreren andern seereichen Hochgebirgen, z. B. von den Alpen, dem Skandinavischen Gebirge, den amerikanischen Cordilleren, den Neuseeländischen Alpen etc. Die meisten Hochgebirgsseen der Pyrenäen befinden sich in hochgelegenen Talkesseln, jenen für dieses Gebirge besonders charakteristischen Zirken, die in ähnlicher Gestaltung auch in andern Gebirgen vorkommen und die man nach einem ostalpinen Ausdruck als Kare bezeichnet; solche mit kleinen Seen geschmückte Kessel finden sich beispielsweise in typischer Form auch in den Transsylvanischen Alpen, in der Hohen Tatra, in Skandinavien, in den Rocky Mountains usw.

Zu den eigentlichen Karseen gesellen sich noch zahlreiche, in grösseren, meist trogförmigen und gestuften Hochtälern liegende Seen, ferner Jochseen und Seen auf hohen Talterrassen.

Die derart vorkommenden Gebirgsseen verdienen sowohl wegen ihrer Lage und Tiefe, ihren Wärmeverhältnissen und ihrer Fauna als auch wegen der Frage ihrer Entstehung die Aufmerksamkeit der Forscher, und in vielen Gebirgsgegenden Europas sind solche Seen genau untersucht worden. In neuester Zeit sind sie überdies Gegenstand näherer Betrachtung und Verwendung geworden als natürliche Wasserspeicher bei der Anlage elektrischer Kraftwerke; dieser Umstand wiederum hat viel zur bessern Kenntnis einiger Seen beigetragen, die sonst noch auf Jahrzehnte hinaus nicht beachtet worden wären.

I. Historisches

Dass auch viele Seen der Pyrenäen von Wissenschaftern und Technikern besucht und erforscht worden sind, dürfte aus den folgenden Ausführungen hervorgehen.

In erster Linie richtete sich die Untersuchung auf zahlreiche

Seen der französischen Pyrenäen, während über die meisten der auf spanischem Gebiet gelegenen Gebirgsseen noch sehr wenig Beobachtungen bekannt geworden sind.

Schon im Jahre 1823 hat J. DE CHARPENTIER, der Begründer der Lehre von der Eiszeit in den Alpen, das reiche Vorkommen von kleinen Seen in den hochgelegenen Talzirken der Pyrenäen hervorgehoben. Zu Unrecht hat er freilich behauptet, diese Seen seien in den spanischen Pyrenäen weniger häufig.

1844 äusserte sich DUROCHER über die Entstehung jener Kesseltäler und der in ihnen liegenden Seen, indem er dieselben den Wirkungen vulkanischer Kräfte zuschrieb.

1866 veröffentlichte EM. FROSSARD eine Abhandlung über die Lage und Grösse zahlreicher Seen der Pyrenäen.

1867 stellten F. ZIRKEL und ELISEE RECLUS den stufenförmigen Aufbau zahlreicher Pyrenäentäler fest, und sie zeigten an Beispielen das Vorkommen von Seen auf verschiedenen aufeinanderfolgenden Talstufen.

Im gleichen Jahre gab CH. PACKE eine eingehende Beschreibung der Lage und Grösse verschiedener Seen, namentlich im Gebirge von Luchon; seine Darstellung ist noch heute lesenswert.

1871 schrieb CH. MARTINS über die Ursache des Fehlens grosser Seen am Fusse der Pyrenäen.

In den Jahren 1873 und 1874 verfasste Dr. JEANBERNAT damals viel beachtete geographische Studien über die in den Pyrenäen vorkommenden Seen, deren Zahl er auf 569 schätzte; weitaus die meisten kämen in der Höhe von über 1500 m vor.

Die einen dieser Seen seien durch Moränen alter Gletscher oder durch Bergsturzmassen gestaut, andere infolge von Einstürzen entstanden.

Eine ähnliche Auffassung finden wir 1878 auch bei MALLADA in seiner geograph-geologischen Beschreibung der Provinz Huesca.

1883 erschien die grundlegende Arbeit von ALBRECHT PENCK über die Eiszeit in den Pyrenäen, in der er auch reichhaltiges Material über das Vorkommen der Pyrenäenseen in verschiedenen Talstufen und Zirken, in bestimmten Höhenlagen und Gesteinszonen bekanntgab; sie sollen namentlich in den aus Granit aufgebauten Gebirgen in grosser Anzahl auftreten. Die Entstehung der in Felsbecken liegenden Seen führt A. PENCK auf Gletschererosion zurück. Da in dieser Frage heute noch grosse

Gegensätze der Meinungen bestehen, werden wir sie in einem spätern Abschnitt unserer Abhandlung näher erörtern.

Höhenangaben mehrerer Seen finden sich in mehreren Jahrbüchern des französischen Alpenklubs (1882—1887); unter den Mitgliedern, die damals Messungen ausführten, befanden sich E. BELLOC, L. CAREZ, FR. SCHRADER, C. PACKE, WALLON, GARRIGOU, DE SAINT-SAUD, MALLADA, alles Männer, die sich um die wissenschaftliche Erforschung der Pyrenäen verdient gemacht haben.

In den Jahren 1892—1896 wurden nun in den französischen Pyrenäen auf wissenschaftlichen Methoden beruhende Untersuchungen über Tiefe, Fläche, Temperatur, Fauna und Flora der grösseren Seen durch EMIL BELLOC und A. DELEBECQUE vorgenommen, über deren Ergebnisse ausführliche Berichte vorliegen. Den Arbeiten dieser Forscher kommt grosse wissenschaftliche Bedeutung zu; denn erst durch sie hat man ein genaueres Bild von den topographischen, geologischen und limnologischen Verhältnissen der gegen 25 untersuchten Seen erhalten. Es wäre zu wünschen, wenn solche Untersuchungen gleichmässig auf sämtliche Seen der Pyrenäen ausgedehnt würden. Denn das offizielle Kartenmaterial ist, wie wir unten näher erörtern möchten, durchaus ungenügend, um beispielsweise die Höhenlagen aller Seen wiederzugeben. Solche sind wiederum nur von den grössern Seen der französischen Abdachung vorhanden; und doch spielen die Höhenwerte gerade in der Frage des Ursprunges dieser Gebirgsseen eine wesentliche Rolle. Erst neueren privaten Karten konnte eine nennenswerte Anzahl von Höhenquoten der Seen der spanischen Pyrenäen entnommen werden; eine beachtenswerte Ergänzung an Höhenbestimmungen lieferte für das Gebiet der „Haute-Ariège" Hte. Marcailhon-d'Aymérie in dem von ihm verfassten Führer über Ax-les-Thermes. Verdienstvoll sind ferner die wissenschaftlichen Arbeiten des Abbé L. GAURIER über Pyrenäenseen (Lit. 46).

In der Frage der glazialen Entstehung der Pyrenäenseen verhielten sich A. DELEBECQUE und E. BELLOC durchaus ablehnend, obwohl sie bei vielen Seen die von den Gletschern bewirkte Abschleifung der Felsschwellen mit aller Deutlichkeit feststellten; beide Forscher sind im Gegenteil der Auffassung, dass die Seen durch den Schutt der diluvialen Gletscher teilweise auf-

gefüllt worden sind. Dagegen haben andere Forscher die Bildung der Pyrenäenseen in Beziehung zu den Gletschern der Eiszeit gebracht, sei es, dass es sich um durch Moränen gestaute oder in Fels ausgeschliffene Becken handelte, so 1910 L. MENGAUD, M. SORRE (1922), M. ROUBAULT (1930), FAUCHER (1933), ohne dass der Vorgang der Eintiefung durch Gletschererosion von den genannten Autoren näher erörtert worden wäre; denn die grosse Tiefe einiger Seen erscheint noch heute manchem Beobachter, der den Gletschern die Fähigkeit zuschreibt, vorspringende Felszacken abzurunden und seichte Wannen auszuschleifen, doch so rätselhaft, dass er die glaziale Entstehung solcher Felsbecken nicht für möglich hält.

In der vorliegenden Abhandlung wird der Versuch unternommen, zu zeigen, wie sich der Vorgang der Ausschleifung nicht nur der seichten, sondern auch der tiefen Gebirgsseen der Pyrenäen erklären lässt. Der Verfasser geht dabei von dem Standpunkt aus, dass bei diesen morphologischen Vorgängen eine ganze Reihe verschiedenartiger Faktoren mitgewirkt haben mussten und dass es daher notwendig sei, alle irgendwie feststellbaren geographischen und geologischen Tatsachen über die Seen der Pyrenäen zusammenzustellen, um daraus die entsprechenden Schlüsse ziehen zu können. Als solche Tatsachen sieht er die Verbreitung, die Lage nach Höhe, nach Gesteinszonen und Talformen, ferner die Grösse und Tiefe und die Abflussverhältnisse der Pyrenäenseen an.

Bei dieser Darstellung stützt sich der Verfasser

a) auf die vorhandene, im Verzeichnis aufgeführte Literatur,
b) auf das aus amtlichen und privaten Quellen stammende Kartenmaterial und
c) auf eigene, im Laufe von mehreren Jahren erworbene Beobachtungen.

II. Das Kartenmaterial

Als wesentliches Hilfsmittel unserer Darstellung sind die vorhandenen topographischen und geologischen Karten anzusehen. Leider ist dieses Material zum grössten Teil nicht von der Güte der schweizerischen Karten und sowohl nach Maßstab als auch in der Darstellungsart ausserordentlich verschieden, weshalb wir uns nicht mit einer einfachen Aufzählung begnügen können, sondern hier eine kurze Charakterisierung der einzelnen Karten voran-

gehen lassen müssen, um die Unvollständigkeit unserer Darbietung einigermassen zu begründen.

Die Ungleichartigkeit des Kartenmaterials ist naturgemäss in erster Linie durch den Umstand bedingt, dass sich unsere Untersuchung auf die beiden Abdachungen der Pyrenäen ausdehnt, welches Gebirge bekanntlich verschiedenartige Staaten voneinander trennt; in unserer Abhandlung handelt es sich hierbei um deren drei, um Frankreich, Spanien und die kleine Republik Andorra, welch letztere deswegen genannt zu werden verdient, weil sie eine eigene grossmassstäbige Karte besitzt. Im allgemeinen muss man den Mangel an guten, neueren Karten beklagen, der uns in grössern Gebieten entgegentritt. Nur für kleine Gebiete kann man sich besserer Karten erfreuen.

1. Topographische Karten

Wir haben hierbei offizielle und private Kartenwerke zu unterscheiden.

a) Offizielle Kartenwerke.

In Frankreich sind allgemein zwei Karten verbreitet:

1. Die Karte des französischen Generalstabs im Massstab 1:80 000 (Carte de l'Etat Major 1863), die das Gelände in schwarzen Schraffen wiedergibt; leider ist namentlich im Hochgebirge die Darstellung der Einzelformen (Gipfel, Kämme, Kare, Talformen) nicht immer genügend individualisiert. Dagegen enthält sie eine grössere Anzahl von Höhenzahlen der Seen. Die Liste dieser zirka 50 Seen findet sich bei A. DELEBECQUE, „Les Lacs français" (p. 381).

2. Die „Carte de France au 1:200 000", eine farbige Kurvenkarte mit 40 m Equidistanz. Bei diesem kleinen Massstab ist die Genauigkeit der Darstellung ebenfalls nicht sehr gross, und die Ablesung der absoluten Höhenlagen der Seen ergibt Abweichungen von teilweise bedeutenden Beträgen ($\pm$ 40 m). In vielen Fällen ist auf die Wiedergabe einer Höhenzahl verzichtet worden.

3. Auf der spanischen Seite der Pyrenäen steht es im allgemeinen bedeutend ungünstiger. Für das gesamte Gebiet haben wir nur die Mapa militar itinerario de España im Massstab 1:20 000, die bekanntlich überhaupt keine Geländedarstellung enthält.

4. Für ein kleineres Gebiet, nämlich die Umgebung von Lo Seo de Urgel, besteht eine neuere Karte im Massstab 1:100 000 in farbiger Darstellung und Kurvenmanier; aber die Genauigkeit der Geländewiedergabe ist bei der Equidistanz von 50 m nicht viel grösser als die der französischen Kurvenkarte. Der Titel dieser Karte lautet ebenfalls: „Mapa militar de España. Formado por el Cuerpo de Estado Major del Ejército en 1920". Diese Karte reicht bis zu der mit kleinen Seen ausgestatteten Grenzkette zwischen Andorra und Spanien hinauf.

b) Private Kartenwerke.

Dieses Material weist ebenfalls grössere Verschiedenheiten nach Massstab und Darstellung auf, ist aber meist neueren Datums und enthält mehrere sehr gute, in grösserem Massstab ausgeführte Kurvenkarten kleinerer Gebiete. Als erste Karte nennen wir:

1. FR. SCHRADER: Région du Mont-Perdu, im Massstab 1:100 000. Eine in Schraffenmanier gehaltene Karte, erschienen im Ann. du Club Alp. Français, 1877, Paris.

2. Carte des Pyrénées Centrales par FR. SCHRADER, publiée par le Club Alpin Français, avec le concours du Ministre de l'Instnuction publique."

Diese halbamtliche, im Massstab 1:100 000 hergestellte Karte ist in farbiger Reliefmanier gehalten und mit Isohypsen mit der Equidistanz von 100 m versehen; sie umfasst 6 Blätter, auf denen die Pyrenäen zwischen dem Pic Balaïtous im Westen und dem Pic de Mont Vallier (Montvallier) im Osten dargestellt sind. Es war ein guter Gedanke des französischen Alpenklubs, diese Gesamtkarte der Hochpyrenäen erstellen zu lassen, da sich letztere ehemals als ein sehr dankbares Bergsteigergebiet erwiesen haben. Leider hat der gleiche Klub in Sachen Klubhütten dort zu wenig geleistet, um dieses Gebirge besser zugänglich zu machen. Und was die namentlich in mittelhohen Regionen, durch Schluchten, an tiefen Seen entlang und über steile, hohe Felsstufen hinaufführenden Zugangswege zu den Gipfelzonen anbetrifft, so steht es in dieser Hinsicht im allgemeinen recht schlimm; man lese hierüber auch etwa die Berichte von E. BELLOC und CH. PACKE nach. Die Ausdehnung der SCHRADER'schen Karte auf das spanische Gebiet, namentlich auf die Gebirgsgruppen des Maladetta, der Sierra Montarto, der Sierra de Encantadores und der Roca Blanca, er-

weist sich auch für unsere Zwecke recht vorteilhaft, weil jene Gebirgsmassive zu den seereichsten der ganzen Pyrenäen gehören; viele dieser Seen sind mit Höhenquoten angegeben. Immerhin hat die SCHRADER'sche Karte mehr den Wert einer Uebersichtskarte, und sie weist naturgemäss als solche im einzelnen noch viele Ungenauigkeiten auf, wovon man sich etwa an Hand der Karte der Seen von Capdella, von der unten die Rede sein wird, überzeugen kann. — Eine kleine von F. SCHRADER gezeichnete Karte jener Gebiete im Guide des Pyrénées (Lit. 51) enthält über die Höhenlage der Seen keine Angaben.

3. Ferner finden sich einige von E. WALLON in verschiedenen Massstäben gezeichnete Karten der westlichen Zentralpyrenäen in den Ann. du Cl. Alp. Fr. 1877, 1879, 1880.

4. Wenig genau und zuverlässig, aber doch für den Gesamtüberblick recht nützlich erweist sich die „Nouvelle Carte au 1:100 000 des Environs de Luchon et des Pyrénées Espagnoles", die als Exkursionskarte in Luchon-les-Bagnères erhältlich ist. Sie umfasst in der Südhälfte auch die Maladettagruppe und das Massiv des Posets; sie stellt das Gelände in brauner Schummerung, die Seen in blau und die zahlreichen und auffällig deutlich gezeichneten Bergpfade in schwarzen Linien dar.

Die nun folgenden, durchweg in grösserem Massstab erstellten Karten gestatten glücklicherweise, einen weit höheren Grad von Anforderungen an eine Karte zu stellen.

5. Carte du Mont Perdu et de la Région calcaire des Pyrénées Centrales, par FR. SCHRADER. Echelle 1:40 000. Mém. Soc. des Sc. phys. et nat. Bordeaux, 1874. Diese Karte ist in Schraffenmanier gezeichnet und gibt ein gutes Bild des dargestellten Gebietes.

6. Massif de Gavarnie et de Mont Perdu. Levé, dressé, et dessiné par F. SCHRADER. Echelle 1:20 000 L'Equidistance des courbes est de 20 m. 1914. Maison Henry Barrère, Editeur, 21, Rue du Bac, Paris.

Diese prächtige Karte des berühmten Pyrenäenforschers und -kenners ist in fünf Farben gedruckt; in Schwarz (Wege, Siedelungen, Namen), in Blau (Gewässer und Gletscher), in Hellbraun (Isohypsen), Violett (Felszeichnung) und in Grün (Wälder).

Wir haben hier das eindrucksvolle Kartenbild des aus mächtigen Kalksteinschichten aufgebauten Hochgebirges vor uns, des-

sen Gipfel die höchsten Teile gewaltiger Mauern von Riesengrösse und ungeheuren Steilwänden bilden. Solche riesenhohe, meist infolge wagrechter Schichtung terrassierte Steilwände umgeben mehr als halbkreisförmig vor allem den berühmten Cirque de Gavarnie, der lange Zeit als eine morphologische Besonderheit betrachtet wurde, der aber auch in den östlichen Gebirgstälern verwandte Formen besitzt; hohe terrassierte Steilwände fallen ferner zu dem weltverlorenen Cirque de Codatuero, zum tief eingeschnittenen Valle de Ordessa, das lebhaft an den Gran Canyon des Colorado in Nordamerika erinnert, und endlich zum Circo de Pineta, östlich des Mont Perdu, ab. Die Karte weist sodann auch Stufenmündungen zahlreicher Seitentäler, die sich mit den Haupttälern vereinigen, sowie Stufenbau im Boden der letztern auf.

7. Massiv du Vignemale. Les hautes Pyrénées au sud die Cauterets et à l'ouest de Gavarnie. Triangulation, opérations topographiques et photographiques par ALPHONSE MEILLON. Institut Cartographique de Paris, 1929. Echelle 1 : 20 000. L'equidistance des courbes est de 20 m. In der Legende findet sich auch eine „Signification de quelques termes du dialecte Bigourdan".

Die Karte ist in drei Farben gedruckt, in Schwarz (Wege, Grenzen, Namen, Siedlungen), Blau (Gewässer und Gletscher) und Braun (Isohypsen und Felszeichnung).

Fast in der Kartenmitte erhebt sich das kühn aufragende, 3298 m hohe Massiv du Vignemale, an dessen steilen Felsflanken mehrere kleine Hängegletscher gegen Norden und Süden absteigen, während ein grösserer Gletscher, der 2 Kilometer lange Glacier d'Aussoue in breiter Nische liegt und eine Zunge mit starker Böschung bis 2580 Meter hinabsendet. Die Höhe der Schneegrenze ergibt sich hier in 3040 m. Nach Lage und Gestaltung hat der Glacier d'Aussoue gewisse Aehnlichkeit mit unserem, allerdings bedeutend längeren Griesgletscher, und auch der Kranz der das flache Firnfeld umgebenden Gipfel stimmt mit den einzelnen Erhebungen des Massiv du Vignemale überein, nur dass unser Merzenbachschien die Stelle des höchsten Gipfels, des Pique Longue Vignemale, einnähme. Diese Gipfel des genannten Massivs sind meist steile, drei- oder vierkantige Pyramiden. Ebenso zeigen die meisten übrigen Gipfel des Kartenblattes solche Pyramidenform, wenngleich von weniger grosser Steilheit; sie verraten in dieser Form kristallines bezw. schiefriges Gestein, aus dem sie aufgebaut sind. Rings um die höheren Gipfel sind Kare und karähnliche, bald schmälere, bald breitere Nischen gelagert, von denen viele mit kleinen Seen geschmückt sind. Besonders reich an Karseen ist der höchste Talhintergrund des Gave d'Estom Soubiran; hier liegen zehn von Felsschwellen oder von Schutt ab-

gedämmte Seen in sieben verschiedenen Stufen übereinander. Das breite, vielfach gegliederte Ursprungskar, Estom Soubiran genannt, führt in 320 m hoher Stufe über einen halbkreisförmigen Talschluss zum trogförmigen Haupttal hinunter, zu dem auch andere Kare ebenfalls in hohen Stufen hinabgehen. Drei grössere Täler haben ihren Ursprung an den Flanken des Massiv du Vignemale und ziehen sich in nördlicher, östlicher und südlicher Richtung von ihm weg, das Tal des Gave de Gaube, das des Gave d'Aussoue und endlich das des Rio Ara. Diese Täler zeigen deutliche Trogform, sowie Stufenbau im Längsprofil; auch erscheinen sie in sehr bemerkenswerter Weise gegenüber ihren Seitentälern übertieft; denn letztere münden meist in bedeutenden Stufen in die Haupttäler ein.

8. Les Vallées d'Andorre. Carte levée et dessinée par Marc Chevalier, publiée sous le haut patronage de l'Academie des Sciences Barcelona, avec le concours du Club Alpin Catalan. Echelle 1:50 000, Editeur Dardel, Chambéry 1925. Prix 25 francs.

Es handelt sich hier ebenfalls um eine farbige, in Kurvenmanier gehaltene Karte, mit einer Equidistanz von 20 m. Das Kartenbild ist gut übersichtlich und gibt naturgemäss viel mehr Einzelheiten wieder als das unmittelbar im Süden anstossende Blatt von Seo de Urgel. Immerhin scheinen die Isohypsen vielfach etwas schematisch gezeichnet zu sein; auch fällt auf, dass bei dem gegebenen Massstab die Siedelungen meist in vereinfachten Signaturen wiedergegeben sind. Von Wert sind die zahlreichen Quoten, die die Ablesung der Höhen vieler Oertlichkeiten erleichtern, z. B. der Talstufen und Höhen der kleinen Gebirgsseen, die in gut entwickelten Karen liegen. Die Darstellung des Waldes fehlt.

9. Tabescan. Echelle 1:20 000, Equidistance des courbes 30 m. Levé et dessiné par la Société Française de Stéréotopographie, Paris. Auf Veranlassung der Energia Electrica de Cataluña S. A., Barcelona.

Die in drei Farben (schwarz, blau und braun) gehaltene Karte stellt das hauptsächlich aus Schiefer und Granit aufgebaute oberste Talgebiet des Rio de Lladorre, eines Zuflusses der Noguera de Pallaresa dar. Auf etwa 22 km zieht sich hier der im Pique d'Estats am höchsten aufragenden Hauptkamm ostwestwärts, wobei er 6 grössere und kleinere Seitenkämme gegen S sendet, zwischen denen mehrere, sehr typisch entwickelte Kare mit Karseen liegen. Unter diesen ist der 96 m tiefe Lac de Certescans, der in 2250 m Meereshöhe liegt, besonders bemerkenswert. Er füllt ein in Fels ausgeschliffenes Felsbecken aus, das sich nur 300 bis 400 m unter dem Hauptkamm befindet. Oestlich von ihm ist ein schönes Treppenkar entwickelt, auf dessen Stufen mehrere aufeinanderfolgende Seen vorkommen. Die Zeichnung der schwarz gehaltenen Kämme zeigt nur sehr geringe Individualisierung; dagegen scheinen die durch Isohypsen dargestellten tieferen Hänge den topographischen Verhältnissen gut zu entsprechen. Es lassen sich neben dem

schön ausgebildeten Stufenbau der Haupt- und Nebentäler auch hohe Terrassen erkennen, die, weil unabhängig vom Gestein, wohl früheren Talniveaus entsprechen dürften. Die Bezeichnung Tabescan bezieht sich auf die oberste Dorfsiedelung des Tales, die sich in 1147 m Meereshöhe an der Vereinigung des Haupttales mit einem von N kommenden, etwas kleineren Seitentale befindet.

10. Lagos de Capdella. Massstab 1 : 10 000, Equidistanz der Isohypsen 10 m. 1923. Energia Electrica de Cataluña, Barcelona.

Diese ebenfalls in drei Farben gehaltene, sehr sorgfältig gezeichnete Karte stellt das Einzugsgebiet des Riu de Flamisell, oberhalb der Ortschaft Capdella dar. Hier befinden sich in mehreren, sehr gut entwickelten Treppenkaren gegen 20 Hochgebirgsseen, von denen die grösseren zur Gewinnung von Wasserkraft für den Betrieb des Elektrizitätswerkes in Capdella untersucht und angebohrt worden sind. Dieser Ort liegt in rund 1200 m im Talschluss des ehemals stark vergletscherten Haupttales an der Vereinigung mehrerer stufenförmig ansteigender Seitentäler. In diesen, sowie im Haupttal, wiederholen sich mehrmals bedeutende Talstufen, über denen die einzelnen Seen in typischen Felsbecken liegen.

Die Karte eignet sich vorzüglicherweise zur Darstellung von Längs- und Querprofilen, aus denen mit aller Deutlichkeit die Trogform und Stufennatur dieser Täler zu erkennen ist. Dabei lässt sich ein älteres, offenbar präglaziales Talniveau feststellen, ferner Beträge der Uebertiefung. Zudem gibt die Karte sehr deutliche Bilder von der Gestaltung der Berggipfel, die sich durch grosse Formverschiedenheit auszeichnen. Auf der Karte sind überdies die den Hintergrund der Kare umsäumenden mächtigen Schutthalden, endlich noch lokale Endmoränen postglazialer Gletscherstadien eingezeichnet.

2. Geologische Karten

a) Der Nachweis der Lage der Seen zu dem Gestein des Untergrundes stützt sich, soweit nicht Beschreibungen — und diese handeln meist nur von den grösseren Seen — oder eigene Beobachtungen vorliegen, auf die Darstellung geologischer Karten. In dieser Hinsicht steht es für die französische Abdachung recht günstig, indem dieses Gebiet in der „Carte géologie de France au 1 : 80 000 “, (Ueberdruck der topographischen Karte des „Etat-Major“) dargestellt ist, zu der die aufnehmenden Geologen die entsprechenden Begleitworte (texte explicatif) geschrieben haben. Die Arbeiten der zuständigen Forscher sind in unserem Literaturverzeichnis aufgeführt; es handelt sich hier um Namen, die in der Geologie Frankreichs viel genannt worden sind wie SAINT-SAUD (89), E. DE MARGERIE (60), LEON BER-

TRAND (12—15), L. MENGAUD (65, 66), L. CAREZ (24, 25) und O. MENGEL (67).

b) Für das gesamte Gebiet der Pyrenäen stehen nur Karten kleineren Massstabes zur Verfügung, nämlich:

1. Carte géologique provisoire de la partie orientale des Pyrénées. Echelle 1:320 000, par L. BERTRAND, 1906. Das hier dargestellte Gebiet reicht nur bis zum Quertal der Aure de Neste, und das spanische Gebiet ist ganz lückenhaft wiedergegeben.

2. Carte géologique de la France. Echelle 1:1 000 000. Paris.

Glücklicherweise reicht die geologische Farbengebung über die politische Grenze hinaus.

3. Carte géologique internationale de l'Europe. Feuille 30 B V. Echelle 1:1 500 000. Berlin.

4. Mapa geológico de España, publicado por el Instituto geológico Madrid 1919. Escala de 1:1 500 000.

5. Carte géologique des Pyrénées, dressée par EMM. DE MARGERIE et FR. SCHRADER. Echelle 1:800 000 , Paris, 1891.

Es liegt auf der Hand, dass diesen fünf Karten nur der Wert von Uebersichtskarten zukommt und dass die aus ihnen gewonnenen Feststellungen bis zu einem gewissen Grade unzuverlässig oder ungenau sein müssen. Dazu kommt der Umstand, dass diese Karten in mehreren Fällen in der Darstellung bestimmter Gebiete der spanischen Pyrenäen nicht unwesentlich auseinandergehen, beispielsweise für die Sierra de los Encantados und das Massiv des Pic des Posets oder Pics Lardana. Es wäre vom Standpunkt der Wissenschaft sehr zu begrüssen, wenn in Spanien mit der Erstellung der Karte im Massstab 1:100 000 auch die geologische Einzelforschung und die Darstellung deren Ergebnisse an die Hand genommen würde.

3. Kartenskizzen

Beim Durchgehen der Literatur sind dem Verfasser auch einige Kartenskizzen von Gebirgsgruppen der Pyrenäen in die Hände gekommen, die trotz der Dürftigkeit der Geländedarstellung wegen ihres meist grösseren Massstabes eine Reihe neuer Beobachtungstatsachen hinsichtlich der Lage und Grösse mehrerer Gebirgsseen

enthalten und daher in der Anlage des Hauptverzeichnisses Verwendung gefunden haben. Es sind dies:

1. F. PRUDENT, Carte d'une partie de l'Aragon. Echelle 1 : 250 000. Ann. Club Franç. 1882, p. 297.
2. F. PRUDENT, Les lacs occident. du Néouvielle. Echelle 1 : 25 000. Ann. du Club Alp. Franç. 1901, p. 240.
3. G. CADIER, Carte du Massif de Balaytouse ou Balaitous. Ech. 1 : 30 000. La Montagne. Rev. mens. Club Alp. Franç. 1912.
4. L. ROUCH, Carte du Cirque du Sisca au 20 000 . La Montagne. Rev. mens. Club Alp. Franç. 1916, p. 56.
5. N. CASTERET. Le problème du Trou du Toro. Ech. env. 1 : 50 000. Bull. Soc. d'Hist. Nat. Touluse, 1931, p. 67.

III. Itinerar der Wanderungen des Verfassers in den Pyrenäen (1923—1932)

Seit dem Jahre 1923 habe ich die Pyrenäen achtmal während den 5—6 Wochen andauernden Sommerferien besucht und durchwandert und im Verlaufe meiner im ganzen gegen 40 Wochen ausmachenden Wanderungen ein ziemlich umfangreiches Beobachtungsmaterial auch über Lage und Ausdehnung zahlreicher Seen erworben; im folgenden sei das Itinerar meiner Pyrenäenreisen in aller Kürze wiedergegeben.

Meine Aufmerksamkeit war in erster Linie auf den glazialen Formenschatz gerichtet, zu dem vornehmlich die an kleinen Seen reichen Gebirgskessel und die gestuften Trogtäler gehören, und zwar hielt ich mich vorherrschend in den östlichen Pyrenäen auf, unter denen ich die Gebirgslandschaften östlich des Val d'Aran verstehe.

So besuchte ich im Sommer 1923 die von der Tet entwässerten Gebiete der Ostpyrenäen, das Roussillon, die Gebirgsgruppen des Mt. Canigou, des Roc Madrès und des Pic de la Vache; hier lernte ich das mit mehreren Seen ausgestattete Tal von Carança kennen. Dann gelangte ich in das obere Tettal, das ich von Mont-Louis bis zu dem an Gebirgsseen besonders reichen Massiv des Pic Carlitte hinauf verfolgte.

Im Jahre 1926 hielt ich mich im Tal der Ariège bei Foix und Tarascon auf, bestieg die Gebirgsgruppen des Pic St. Barthélemy und des Pic des 3 Seigneurs, und wanderte das Tal des Vicdessos bis St. Marc hinauf. Hierauf überquerte ich, den in frisch

gefallenem Schnee deutlich sichtbaren Spuren eines Bären folgend, im Col d'Artigues den Grenzkamm, stieg an mehreren typischen Karseen vorbei ins Tal von Tabescan hinab und folgte im Verlaufe einiger durch vielfache Beobachtungen ausgefüllter Tage der Noguera de Cardos talwärts bis Llavorci, wo sich dieser Fluss nach 25 km langem Laufe in die Noguera Pallaresa ergiesst. Sodann überstieg ich im Col San Juan del Herm das 2431 m hohe Gebirge des Orry del Rubio, gelangte hierauf in das Tal des Segre zur Stadt Seo de Urgel hinab, von wo ich die Sierra Cadi (2666 m) bestieg und mich dann nach Puigcerda und Bourg-Madame wandte, zwei wichtigen Verkehrsorten der Cerdagne.

Im folgenden Sommer besuchte ich ebenfalls zuerst das Gebiet der Ariège, überquerte dann im Port de Bouet neuerdings den an Karseen reichen Grenzkamm zwischen Frankreich und Spanien, um die an Glazialspuren noch sehr wenig untersuchte Tallandschaft der Noguera de Farrera zu besuchen. Von Alins, der grössten Ortschaft dieses Tales, wandte ich mich ostwärts, überquerte das Gebirge im Port Nègre, offenbar so benannt nach den hier vorkommenden schwarzen Schiefern, und stieg dann in die Täler der Republik Andorra hinab, wo ich mich mehrere Tage lang aufhielt. Ich verliess diesen eigenartigen kleinen Bauernstaat in südlicher Richtung, indem ich das andorranische Grenzgebirge überstieg und in das Talgebiet des Segre hinab gelangte. Von Bourg-Madame aus besuchte ich noch die Seen im Quellgebiet der Font-Vive (R. de Carol), und über Ax-les-Thermes und den Col de Pradeille führte mich der Weg nach den Gebirgsseen von Quérigut im nördlichen Teil des Carlitte-Massivs.

Im Sommer 1928 hielt ich mich ausschliesslich im Gebiet des Salat auf, das durch mehrere grössere Zuflüsse mit ihren Seitenbächen reich gegliedert ist und daher in mehrere verschiedenartige Tallandschaften zerfällt. So öffnet sich westlich der Stadt St. Girons, wo sich mehrere Seitenflüsse mit dem Hauptfluss vereinigen, die Landschaft von Castillon, deren Hauptgewässer, der Lez, zahlreiche von den höhern, südlichen Bergkämmen herströmende Bäche aufnimmt. Diese entstammen meist gut ausgebildeten Treppenkaren, die hübsche, in Felsbecken liegende Bergseen aufweisen, die ich der Reihe nach besuchte.

Die gleiche Erscheinung zeigt sich auch in den Ursprungsgebie-

ten des Salat, insbesondere des Garbet und des Alet, welch letzterer das Tal von Ustou entwässert.

Zum Besuche des Lac de Garbet und des Lac d'Aubé hielt ich mich mehrere Tage in der Gegend von Aulus auf.

Im September des Jahres 1929 beabsichtigte ich von Ustou aus das Gebirge zu überqueren und den oberhalb Tabescan gelegenen Lac de Certescans zu besuchen, von dessen Grösse und auffälliger Tiefe mir M. BARDOU, Gastwirt in Ustou, berichtet hatte und dessen Darstellung auf den Karten mir einen Augenschein jenes Gebietes recht wünschenswert machte. Allein die vorgerückte Jahreszeit und damit der Umstand, dass die Hirten die höheren Bergweiden schon verlassen hatten, veranlassten mich, nicht direkt vom Cirque de Gagateil aus, sondern auf dem Umweg über den gut gangbaren Port de Marterat den eigenartigen See zu erreichen. Bei dieser Wanderung kam ich an dem in 2020 m Höhe gelegenen See L. del Puerto vorbei und stieg dann in das eigenartige Tal von Noarre und Cuanca hinab nach Tabescan, wo man mich in der Posada des Sr. Sarrado als alten Bekannten begrüsste. Als ich jedoch im Begriff war, nach dem Lac de Certescan aufzubrechen, begegnete mir ein Landsmann, Herr Ingenieur ALBERT KELLER, der mir riet, den Besuch des Sees dieses Jahr zu unterlassen, da es dort an Unterkunft fehle, dass solche aber bis in einem Jahr erstellt sei, weil man beabsichtige, die Wassermengen dieses Sees für elektrische Kraft auszunutzen, bezw. hiefür die nötigen Vorarbeiten in Angriff zu nehmen. Herr KELLER lud mich aber ein, ihn in Capdella, im Gebiet des Riu Flamisell, zu besuchen, wo hochgelegene Seen zum gleichen Zwecke bereits ausgenutzt worden und dabei eigenartige geologische Verhältnisse zutage getreten seien. Dieser Umstand bewog mich, die freundliche Einladung anzunehmen und einige Tage, nach Aufenthalten in Ribera de Cardos, Alins, und Rialp, die Wanderung über die Serra anzutreten und die Granitlandschaft der Gebirgsseen von Capdella zu besichtigen. Leider erlaubte es mir meine Zeit nicht, damals noch länger in jener hochinteressanten Gegend zu verweilen; nach einem Besuche der oberhalb Estangento gelegenen Seen, Lagos Colomina, Mar, Frescau und Saburo, nahm ich den Weg nordwärts über den 2650 m hohen Gebirgskamm und stieg in das ebenfalls mit Seen geschmückte Talgebiet von Espot hinab (L. St. Mauricio), um von da das Tal der Noguera Pal-

laresa zu erreichen. Von Esterri de Aneu wanderte ich dem genannten Flusse aufwärts über Isil und Alos und überquerte den Grenzkamm in dem 2200 m hohen Port de Aula, um von da auf steil abwärtsführenden, beschwerlichen Pfaden das Tal des Salat und mein Stammquartier Oust zu erreichen.

Im Jahre 1930 gedachte ich meine Pyrenäenreisen abzuschliessen und zu diesem Zwecke noch die weiter westwärts gelegenen Talschaften des Gave de Pau, der Neste d'Aure und der Garonne, bezw. des Pique zu durchwandern, um zuletzt noch dem Lac de Certescan einen Besuch zu machen. Der grössere Teil dieses Programmes konnte, wie wohl mehrmals durch schlechtes Wetter behindert, leidlich durchgeführt werden: Nach einer Wanderung das Tal des Gave de Pau aufwärts bis in den grossartigen Cirque de Gavarnie durchquerte ich bei allerdings unbeständiger Witterung zunächst das Granitmassiv von Néouvielle, das durch seinen Reichtum an grössern Bergseen bekannt ist und wo ich eine Reihe sehr wertvoller geographischer Beobachtungen machen konnte; der Weg führte mich dabei von Luz über Barèges zu den weiten, seegeschmückten Muldenkaren von Escoubous hinauf, hernach über den 2500 m hohen Col d'Aubert hinüber nach den Talkesseln, in denen sich die Seen d'Aumar, d'Aubert, d'Orrédon und Cap de Long und Loustallat befinden. Dann stieg ich in das verhältnismässig enge Tal der Neste d'Aure abwärts, das sich unterhalb St. Lary zu schöner Trogform öffnet und in welchem ich nicht nur die bereits von A. PENCK beschriebenen Moränen oberhalb Arreau bemerkte, sondern auch weiter talwärts, unterhalb Sarrancolin, typische Moräne mit mächtigen Findlingen bei Rebouc und daran anschliessender hoher Schotterterrasse, die sich von Rebouc und Hèches bis Lortet hinzieht, festzustellen vermochte; damit dürfte die schon 1841 von J. DE CHARPENTIER vorgebrachte Vermutung einer grösseren Ausdehnung des Nestegletschers bestätigt worden sein. Eine kurze Bahnfahrt brachte mich sodann in das Talgebiet der Garonne, wo ich mich mehrere Tage lang in der Umgebung von Luchon-lesBagnères aufhielt und unter anderm auch die am Port de Venasque gelegenen vier kleinen Seen, die Boums del Port, aufsuchte.

Bei strahlend schönem Wetter und einer aussergewöhnlichen Klarheit der Luft, wie sie bei Föhn in den Alpen häufig ist und die auch hier das Gebirge in seiner ganzen Pracht erkennen liess,

reiste ich am 11. August von Luchon über Montréjean und Boussens nach St. Girons und erreichte gleichen Tags noch das gastliche Haus des Mr. BARDOU in Ustou, von wo ich mich andern Tags nach dem Cirque d'Ustou begab, um von hier aus nach dem Lac de Certescans zu gelangen. Allein das Wetter hatte, wie in den Alpen nach dem Föhn, umgeschlagen. Ich wartete zwei Tage lang vergebens in einer von Ingenieuren errichteten Baracke auf bessere Witterung. Der Nebel wollte nicht weichen, und so musste ich von meinem Vorhaben abstehen und den Rückweg antreten. Ich nahm diesen von Oust weg gegen Massat, überschritt den Col de Port, wo ich in dem niedrigen Berggelände ganz unerwartet noch auf deutliche Moränenbildungen lokaler Gletscher stiess, und begab mich dann nach Tarascon (s. Ariège), von wo ich die Rückreise antrat.

Der Umstand, dass ich 1930 den sehenswerten Lac de Certescans infolge ungünstiger Witterung nicht hatte besuchen können, sowie andere Lücken in der Reihe meiner Beobachtungen, veranlassten mich, im Sommer 1931 nochmals die Reise nach den Pyrenäen zu unternehmen. Unmittelbar vor meiner Abreise erhielt ich einen Brief von Herrn A. KELLER, in dem er mir riet, die Reise nach dem L. de Certescans wenn möglich einige Zeit hinauszuschieben, da wegen der ungünstigen Witterung die Erstellung von Unterkunfsgebäuden nicht die gewünschten Fortschritte gemacht hätten. Da sich aber wegen meiner Ferienzeit die beabsichtigte Reise nicht verschieben liess und übrigens Grund genug vorlag, anderweitige Beobachtungen zu machen, reiste ich ab und hielt mich zunächst in Foix, im Tal der Ariège auf. Von hier aus besuchte ich die randlichen Gebirge, wie Prats d'Albis, Pic de St. Barthélemy (mit seinen hübschen Karseen), Pic de Tarbézou und Roc Madrès. Hierauf durchquerte ich im Pla Guilhem die Canigoukette und begab mich ins Tal des Tech hinab, um über Perpignan die Rückreise zu vollziehen.

Den Schluss meiner Pyrenäenreisen sollten die Sommerferien 1932 bilden, die ich vorwiegend auf der spanischen Seite der Pyrenäen zubrachte. Während dieser Zeit machte ich Exkursionen in der spanischen Cerdana, also im oberen Tal des Segre, ferner nach Andorra hinauf und schliesslich noch im Gebiet der Noguera Pallaresa. Ich begab mich aus dem Tal des Segre quer über das aus gefalteten Schichten der Kreideformation aufgebaute Gebirge

zuerst nach Tremp, wo sich grossartige Stausee- und Kraftwerke befinden, die von einem Schweizer, Herrn Direktor FRIZZONI, geleitet werden, in dessen Haus ich freundlich aufgenommen wurde. Dann reiste ich über Pobla de Segur das Tal des Riu Flamisell hinauf nach Capdella, wo ich mich neuerdings der Gastfreundschaft des Herrn ALBERT KELLER, Ingenieur, erfreute und mich zum Besuche des unteren Talteiles wie der Region der hochgelegenen Gebirgsseen acht Tage lang aufhielt. Hierauf verschaffte mir mein Landsmann in freundschaftlicher und höchst verdankenswerter Weise die Möglichkeit, das Gebiet des Lac de Certescans zu besuchen, das seit Jahren das Ziel meiner Wünsche gewesen war. Zum drittenmal bereiste ich daher das Tal von Tabescan, und zufolge der erhaltenen Empfehlungen konnte ich während vier Tagen in jenem hochinteressanten Gebiet ungesorgt geologischen und morphologischen Studien nachgehen.

Jene Tage, die ich bald an dem tiefblauen, inmitten einer kahlen Berglandschaft sich ausbreitenden See, bald in den benachbarten Seekaren und bald wieder in der zuvorkommenden Gesellschaft von Sr. CASTELLAR und Sr. COLOMES zubrachte, werden mir unvergesslich bleiben!

B. Die topographischen Verhältnisse

I. Zahl und Verbreitung der Pyrenäenseen

1. Nach Flussgebieten.

Ueber Zahl und Verbreitung der Seen in den Pyrenäen finden wir in der Literatur mehrfach Angaben, die jedoch nicht als erschöpfend und lückenlos angesehen werden können. Offenbar hat der Mangel an guten einheitlichen Karten eine auf das Gesamtgebiet der Pyrenäen ausgedehnte Untersuchung verhindert. Wir haben trotz dieses misslichen Umstandes den Versuch gemacht, unter sorgfältiger Nachprüfung des uns zur Verfügung stehenden Kartenmaterials eine Uebersicht über die Zahl und Verbreitung der in Frage stehenden Seen zu erhalten, und wir sind dabei zu folgenden Ergebnissen gelangt:

Die gesamte Zahl der nach Karten feststellbaren Seen der Pyrenäen beträgt 1070. Von dieser Zahl entfallen auf die nördliche Abdachung 604 und auf die südliche Abdachung 466 Seen. Ferner