

# Physikalische Eigenschaften der Pyrenäenseen

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1934)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

d'eau) als Reste eines ehemaligen grossen, heute zugeschütteten Sees (Lit. 55, p. 183).

Im Roc Madrès-Massiv liegt sowohl in der Coume Pontails wie beim Gourg Estelat je ein zugeschütteter kleiner See.

Im Pic Carlitte-Massiv befinden sich ausser dem bereits erwähnten Marais de la Bouillouse noch einige andere frühere Seen im Zustand pflanzlicher Verlandung, so der Sumpf beim Etang del Racou und das Becken oberhalb des Stausees von la Bouillouse bei P. 2040; ferner der Sumpf im Tal des Mesclan de Aygues, westlich P. 2254. Im Tal der Tet finden wir noch zugeschüttete Moränenseen beim Pla des Avellans und beim Pla de Barrès, östlich P. 1660 (vergl. Lit. 122).

Sodann lassen sich im Einzugsgebiet der Garonne an zwei Stellen verlandete Seebecken annehmen, nämlich im Tal der Garonne de Jouéou bei P. 1570 und auf dem Pla de Béret im Quellgebiet der Noguera Pallaresa (vergl. die Carte des Pyrénées Centrales par F. SCHRADER).

Nach N. CASTERET (Lit. 26) kommen verlandete Bergseen auch im Hochtal auf der Nordseite der Maladetta vor; er nennt „le Plan Agualuts une vaste plaine, un ancien fond de lac“; ähnlich sei der Plan des Etangs, der bei starker Schneeschmelze einen „lac temporaire“ bilde\*).

Endlich stellt E. WALLON im Tal des Aragon bei Castiello, wo nach W. PANZER die Endmoränen des diluvialen Aragon-Gletschers liegen, in einer Talweitung einen erloschenen See fest, der durch einen Sandsteinriegel abgedämmt gewesen sei (Lit. 127).

### **Physikalische Eigenschaften der Pyrenäenseen**

Zu den wesentlichen physikalischen Eigenschaften der Seen gehören die Wärme, die Farbe und die Durchsichtigkeit des Wassers; ferner weist dieses je nach der Herkunft eine verschiedenartige chemische Zusammensetzung auf.

Nur von wenigen Pyrenäenseen liegen über deren physikalische und chemische Eigenschaften genauere Messungen und Untersu-

---

\*) In seiner Untersuchung über das Problem des Trou du Toro hat N. CASTERET eine Kartenskizze jenes Gebietes beigelegt, auf der sich nähere Angaben über Lage und Grösse zahlreicher kleiner Gebirgsseen vorfinden.

chungen vor, ausgeführt hauptsächlich durch A. DELEBECQUE und E. BELLOC (vergl. Lit. 5, 7 und 34). Immerhin sind diese Untersuchungen noch recht lückenhaft, namentlich was die Wärmeverhältnisse anbetrifft, da sie nicht in systematischer Weise während längerer Zeit an den betreffenden Seen, sondern nur gelegentlich durchgeführt wurden. So ist man über den jahreszeitlichen Ablauf der verschiedenen Wärmeschichten der Pyrenäenseen noch gar nicht unterrichtet; man kennt hierüber nur einige wenige, zufällig aufgenommene Werte. Von keinem Pyrenäensee besteht eine monographische Darstellung, wie man solche von M. GROLL und G. GOETZINGER, J. MUELLNER aus den Alpen besitzt (Lit. 50, 48, 68).

Der von Abbé L. GAURIER geschaffene Atlas von 210 Seen der französischen Pyrenäen scheint in erster Linie die topographischen Verhältnisse der untersuchten Seen zu enthalten. Leider war mir das Werk nicht zugänglich.

### *1. Die Wärmeverhältnisse der Seen.*

Wie das Land, so wird auch das Wasser der Seen und Meere in erster Linie durch die direkte Strahlung der Sonne und in zweiter durch die umgebende Luft erwärmt; schliesslich tritt bei steilen, der Sonne ausgesetzten Ufern auch eine Erwärmung der Seefläche durch Rückstrahlung vom Lande ein.

Ein beträchtlicher Teil der Sonnenstrahlen wird allerdings vom Seespiegel sofort zurückgeworfen, geht also für die Erwärmung des Wassers verloren; ein weiterer Teil der Strahlungswärme wird an der Seeoberfläche durch die Verdunstung des Wassers aufgebraucht. Was an Sonnenstrahlen dann noch bleibt, dringt zwar tief durch das Wasser ein, oft bis auf den Boden des Sees; aber die Erwärmung durch direkte Strahlung nimmt mit der Tiefe rasch ab, weil das Wasser die zugestrahlte Wärme stark absorbiert. Nach Beobachtungen an nordamerikanischen Seen gelangen im günstigsten Fall nur 20% der Sonnenstrahlung tiefer als 1 m. In den natürlichen Gewässern wird die Absorption durch vorhandene Trübung bedeutend verstärkt. Ein See mit trübem Wasser wird in den oberen Schichten zwar stärker und schneller erwärmt als ein solcher mit klarem Wasser, in das die Wärmestrahlen tiefer eindringen, wodurch die Wirkung sich auf eine mächtigere

Schicht verteilt, die einzelnen Schichten deshalb geringer erwärmt werden.

Der Wärmezufuhr steht eine beträchtliche Wärmeabgabe gegenüber, in erster Linie durch Ausstrahlung, die meist in der Nacht vor sich geht. Durch die sogenannten Konvektionsströme findet ein teilweiser Ausgleich der verschiedenen erwärmten Wasserteile statt.

Die Oberflächentemperatur der Seen zeigt nun ähnlich wie bei den andern Gewässern deutlich tägliche und jährliche Schwankungen.

Die täglichen Schwankungen sind allerdings gering, weil die grosse Wärmekapazität des Wassers sowohl eine starke Erwärmung am Tage wie auch eine starke Abkühlung in der Nacht verhindert, die überdies durch Aufsteigen warmen Wassers verringert wird. Die tägliche Temperaturschwankung beträgt aus diesem Grunde in mittleren Breiten und bei tiefen Seen nur etwa  $2^{\circ}$ ; sie ist bei flacheren Seen grösser, weil hier die Strahlung stärker zur Wirkung kommt. Das Maximum der Erwärmung tritt erst gegen Sonnenuntergang ein, zu einer Zeit, da sich der wasserfreie Boden und die Ufer des Flussbettes schon abzukühlen begonnen haben. Etwas um Sonnenaufgang ist die Abkühlung am grössten.

Der jährliche Gang der Oberflächentemperatur ist im wesentlichen ähnlich dem der Lufttemperatur, nur mit dem Unterschied, dass im Winter der Abkühlung eine Grenze gesetzt ist in dem Gefrierpunkt des Wassers. Im allgemeinen ist die Wassertemperatur etwas höher als die Lufttemperatur.

Schon vor der Einführung des Umkehrthermometers hatte man festgestellt, dass im allgemeinen in den Seen die Wärme nach der Tiefe zu abnimmt; denn da das Süsswasser bei  $4^{\circ}$  seine grösste Dichte erreicht, muss sich das schwerere Wasser in der Tiefe sammeln, während das wärmere darüber liegt. Nur in Zeiten der Abkühlung des Oberflächenwassers unter  $4^{\circ}$  bleibt das in diesem Fall leichtere Wasser über dem wärmeren, aber schwereren der Tiefe.

Nach der vertikalen Temperaturverteilung hat F. A. FOREL die Seen in drei Typen eingeteilt, in einen tropischen, gemässigten und polaren Typus (Lit. 40). Beim tropischen Seetypus nimmt die Temperatur stets von oben nach unten ab (rechte Schichtung), und das Oberflächenwasser ist mehr als  $4^{\circ}$  warm; beim polaren Typus nimmt die Temperatur mit der Tiefe zu (verkehrte Schichtung), und das Oberflächenwasser hat beständig weniger als  $4^{\circ}$  Wärme. Die Seen vom gemässigten Typus haben im Sommer

Wasser von mehr als 4°, im Winter unter 4° Wärme, besitzen also mit den Jahreszeiten wechselnde Schichtung.

Die Wärmeverhältnisse der meisten Pyrenäenseen entsprechen wohl denen der Seen des gemässigten Typus, namentlich gilt dies für die Tal- und Gebirgsseen, die bis zu ungefähr 2300 m Höhe vorkommen. Bei mehreren höher gelegenen Seen aber haben wir es offenbar mit Seen des polaren Typus zu tun.

Die Scheidung der Pyrenäenseen in diese beiden Gruppen findet ihre Begründung in den teils von A. DELEBECQUE, teils von E. BELLOC an den bereits genannten Seen ausgeführten Messungen.

Im Juli 1894 besaßen der Lac d'Estom und der Lac d'Oo folgende Temperaturen (A. DELEBECQUE, Lacs franç., p. 146):

Lac d'Estom		Lac d'Oo	
Tiefe	Temp.	Tiefe	Temp.
0 m	7,8°	0 m	11,4°
8 m	6,5°	10 m	9,2°
17,5 m	6,4°	65 m	4,2°

Beide in 1500 m und darüber gelegenen Seen gefrieren im Winter zu, wie dies ausdrücklich auch von dem in 1789 m liegenden Lac de Gaube festgestellt ist, dessen Wasser im Sommer eine Temperatur von über 12° aufweist. So stellte E. BELLOC (Nouv. Explor. lac.) noch im September 1893 die folgenden Temperaturen des Oberflächenwassers fest:

22. September, morgens	+ 10,3°
23. September, abends	+ 11,3°
24. September, mittags	+ 11,8°

Nach E. BELLOC besitzt der Lac de Caillaouas eine sommerliche Temperatur von 10,3° an der Oberfläche; nach der Tiefe sinkt die Temperatur allmählich bis auf 4,8° in 100 m.

A. DELEBECQUE führt sodann (Op. cit. p. 171) den Lac de Miguelou (in 2267 m) als Vertreter des gemässigten Seetypus an, obwohl dieser See noch am 7. Juli 1894 nur 4° warmes aufwies und auf grössere Ausdehnung noch von Eis bedeckt war; der genannte Forscher fügt noch bei, es sei möglich, dass im Hochsommer die Temperatur des Sees kaum über 4° steige.

Zu den Pyrenäenseen, die dem polaren Seetypus angehören, rechnet A. DELEBECQUE u. a. den Lac d'Arrius, den er am 5. Juli 1894 noch gänzlich von Eis bedeckt fand, ferner den Lac Glacé du Port d'Oo, der sich in 2650 m Höhe befindet. Dazu gehören wohl auch der Lac Glacé de Litérola und die Gourgs-Blancs, von denen E. BELLOC angibt, dass sie von Firn umgeben,

fast beständig gefroren und mit Schnee bedeckt seien, wie ihr Name besage. (Rech. et explor. orog. et lac.). Einen Polarsee mit besonders ausgeprägten Merkmalen stellt der ebenfalls von E. BELLOC beschriebene „Lac inter-glaciaire de la Coume de l'Evêque“ dar. Von zwei kleinen Eisseen am Glacier de Clarabide berichtet ST. SAUD (Lit. 125, p. 51).

## 2. Farbe und Durchsichtigkeit des Seewassers.

Diese Eigenschaften sind teils durch das Eindringen der Lichtstrahlen der Sonne in das Wasser, teils durch dessen Zusammensetzung bedingt.

Ganz allgemein ist die Verwendung einer weissen Scheibe von 30 cm Durchmesser (Secchi'sche Scheibe) zur Bestimmung der Durchsichtigkeit des Wassers. Im Vergleich zum Meerwasser, das in den Tropen eine Durchsichtigkeit von 50—60 m aufweist, erscheint das Wasser der Seen verhältnismässig trübe und unsichtig; die Sichttiefe erreicht hier selten den Wert von 25 m; so beträgt sie beispielsweise bei einigen Alpenseen, im Winter gemessen, 21,5 m (Genfersee, Gardasee), 16,6 m (Vierwaldstättersee); im Sommer ist sie, infolge der starken Schlammführung der grossen Alpenflüsse, bedeutend geringer. Sehr ausgeprägt ist diese Erscheinung, nach M. GROLL, am Oeschinensee im Berner Oberland festzustellen; hier betrug im Sommer die Sichttiefe nur 0,6 bis 1 m, während sie im Winter auf 10 m stieg (Lit. 50).

Im allgemeinen besitzen die Pyrenäenseen klares, gut durchsichtiges Wasser; sie gehören in der Mehrzahl zu den blauen Seen, d. h. zu den Seen, die nach der von F. A. FOREL aufgestellten Skala eine vorherrschend blaue Eigenfarbe besitzen, im Gegensatz zu den grünen und gelben Seen, bei denen das Blau stärker zurücktritt.

Nach A. DELEBECQUE und E. BELLOC rechnet man zu der ersten Gruppe die folgenden Pyrenäenseen (III und IV der FOREL'schen Skala): Lac Bleu ou de Lesponne, L. de Caillaouas, L. de Gaube, L. de Tracens, L. d'Estom, L. d'Artouste, L. de Miguelou, L. de Cap-de-Long, L. d'Orédon, L. d'Aubert, L. d'Escoubous, Lac d'Oo.

Zu den grünen Seen (V—VIII der FOREL'schen Skala): Lac Lanoux, Lac de Naguille, L. d'Aumar.

Zu den gelben Seen kann der Lac Lourdes gezählt werden; un-

zweifelhaft verdankt dieser See seine gelbliche Farbe der reichlichen Humussäure, herrührend von den ausgedehnten Sumpfflächen, die ihn umgeben. Dass die Eigenfarbe der Seen teils durch pflanzliche, teils durch mineralische Schwebekörper stark verändert wird, ist allgemein bekannt und lässt sich auch in den Pyrenäen feststellen.

Mit der Eigenfarbe stimmt im allgemeinen auch die Durchsichtigkeit überein. Es wurde die Sichttiefe mehrerer Pyrenäenseen wie folgt festgestellt:

<i>Blaue Seen:</i>		<i>Grüne Seen:</i>	
Lac de Miguelou	21,0 m	Lac d'Aumar	11,0 m
Lac d'Oo	18,5 m	Lac Lanoux	11,0 m
Lac d'Estom	17,5 m	Lac de Naguille	8,5 m
Lac d'Aubert	15,0 m		
Lac de Gaubè	14,0 m	<i>Gelbe Seen:</i>	
Lac de Tracens	14,0 m	Lac de Lourdes	4,0 m
Lac Bleu	13,0 m	Lac de Barbazan	
Lac d'Artouste	11,0 m		
Lac d'Escoubous	11,0 m		
Lac de Caillaouas	10,0 m		

### **F. Bemerkungen zur Namengebung der Pyrenäenseen**

Nicht nur nach Grösse, Lage, Aussehen usw. zeigen die Pyrenäenseen eine grosse Mannigfaltigkeit, sondern auch hinsichtlich ihrer Namengebung. Die Tatsache, dass sie sich weit zerstreut in einem Gebirge vorfinden, dessen Täler von Völkern mit verschiedenen Sprachen (französisch, katalanisch, spanisch, baskisch, um nur die wichtigsten zu nennen) bewohnt werden, bringt es mit sich, dass schon die Allgemeinbezeichnung „See“ in den verschiedenen Gebieten recht verschiedenartig lautet. Selbst im französischen Gebiet kommt lange nicht überall die Bezeichnung „Lac“ vor, sondern ebenso häufig, wenn nicht noch mehr, finden wir den Ausdruck „Etang“ (wohl aus dem Lateinischen „stagnum“ abgeleitet) vor. Dies ist namentlich in den östlichen Pyrenäen der Fall, wo das Katalanische, das bekanntlich sowohl mit dem Französischen wie mit dem Spanischen verwandt ist, auch auf der Nordseite des Gebirges gesprochen wird; damit stimmen auch die Bezeichnungen „Estagnol, Estany, Etanque“ überein, die in Andorra und in der Cerdaña gebräuchlich sind.