

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 26 (1933)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Über einige Mineral- und Thermalquellen von Costa Rica. Teil II  
**Autor:** Schaufelberger, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-159268>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

# Über einige Mineral- und Thermalquellen von Costa Rica. II.

Von P. SCHAUFELBERGER, San José.

## A. Einleitung.

In den *Eclogae geol. Helv.*, Vol. 25, hat der Verfasser bereits einige dieser Quellen beschrieben, ebenso die Untersuchungsmethode besprochen und sich über die mutmassliche Entstehung dieser Quellen geäussert. Seither ist es ihm möglich gewesen, einige weitere Quellen kennen zu lernen und zu untersuchen, sowie in der costarizensischen Literatur einige Angaben über einige weniger bekannte Quellen dieser Art zu finden, die nun in der vorliegenden Arbeit zusammengefasst werden sollen.

Die Quellen lassen sich nach ihrem Vorkommen in zwei Gruppen einteilen:

- a) Quellen der Meseta Central, und
- b) Quellen der Guanacastekette oder nördlichen Vulkankordillere.

Die Quellen der ersten Gruppe finden wir am Rande des Zentralvulkanmassives, wo sie aus tertiären Sedimenten oder darüber lagernden alluvialen Schottern austreten. Auffallend ist die Tatsache, dass diese Quellen oft aus Kalken oder doch in der Nähe dieser Kalke austreten. PITTIER hat sie unter dem Namen Pattarákalke in die Literatur eingeführt, während sie ROMANES als „San Miguel-Kalke“ beschrieb. Diese Kalke haben meist bläuliche Farbe, sind gut gebankt und stellenweise reich an Pecten. Sie werden heute meist dem Miocän zugezählt, doch ist es bis heute noch nicht gelungen, ihr Alter einwandfrei feststellen zu können. Wir finden sie aufgeschlossen bei San Miguel, Patarrá, dann weiter E. an der Carpintera (= Candelaria ROMANES), San Isidoro de Concepción (südlich Cartago), Aguacaliente und dann bei Navarro und Orosi (Pozo Tibio).

W. von San Miguel-Patarrá finden wir am Tablazo und im Tal vom Rio Grande de Tarcoles ebenfalls Kalkschichten, in die aber

vulkanische Aschen und Sande in grösserer Menge eingelagert sind. Auch hier treffen wir gelegentlich Fossilnester, so dass wir wohl annehmen dürfen, dass diese W. Ablagerungen gleichaltrig mit den Patarrákalken sind, es sich hier aber um verschiedene Facies handelt.

Die E Patarrákalke werden an verschiedenen Stellen als Düngemittel abgebaut und zeigen ebenfalls starken Wechsel in der chemischen Zusammensetzung, wie nachfolgende Analysen zeigen, deren Resultate mir in liebenswürdiger Weise vom Vorstand des Chemischen Laboratoriums der Escuela de Agricultura, Herrn Lic. F. Chaves, zur Verfügung gestellt worden sind.

	Zusammensetzung der Patarrákalke		
	1.	2.	3.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	18,7%	22,0%	6,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	5,8%	3,0%	1,28
CaO . . . . .	41,50%	40,3%	52,14
MgO . . . . .	0,87%	1,09%	0,83
Glühverlust . . . . .	33,99%	33,61%	25,05

1. Kalk von Patarrá.
2. Blaugrauer Kalk aus der Umgebung von Cartago.
3. Heller, kristalliner Kalk aus der Umgebung von Cartago.

Die Quellen der Guanacastekette treten aus altvulkanischem Gestein, den sogenannten Aguacateandesiten aus<sup>1)</sup>. Wahrscheinlich handelt es sich hier um einen Spaltenerguss, dessen Magma weite Flächen bedeckte. Nicht nur, dass der Monte Aguacate aus diesen Augitandesiten und Augitporphyriten aufgebaut ist, sondern auch die Meseta Central scheint unter den jungvulkanischen Aschen und Lavaströmen aus diesem Gestein zu bestehen, das ebenfalls die Basis der Poas- und Barba-Vulkane bildet. Dieses Gestein ist stellenweise stark hydrothermal umgewandelt und reich an Mineralgängen, die gelegentlich abgebaut werden<sup>2)</sup>. Dass wir in einem solchen Gebiet zahlreiche Mineralquellen antreffen, kann uns nicht verwundern, zumal weiter nördlich noch zum Teil tätige Vulkane auf diesem Sockel aufsitzen (Orosi, Miravalles, Rincon de la Vieja und Tenorio).

<sup>1)</sup> Ecl., Vol. 25, Seite 153/154.

<sup>2)</sup> SCHAUFELBERGER, Algunos datos sobre la geologia de San Ramon, etc.

## B. Beschreibung der einzelnen Quellen.

### a) Quellen der Meseta Central.

#### 13. Thermalquellen von Navarro.

Auf diese Quellen, wie auch auf diejenigen von Coris, wurde ich von den Herren Lic. Elias Eliva und Rubén Torres Rojas, Professoren am Lyzeum von Cartago, aufmerksam gemacht. Ich spreche auch an dieser Stelle den genannten Herren für ihre freundliche Führung meinen besten Dank aus.

Die Quellen liegen im Tale des Rio Navarro, bei der gleichnamigen Ortschaft, etwas oberhalb der Vereinigung des genannten Flusses mit dem Rio Grande von Orosi, die dort vereinigt den Reventazon bilden.

Auf dem linken Navarroufer stehen bei der Strassenbrücke Paraiso-Orosi dunkle Andesite an, die vermutlich dem Sockelgestein der Meseta Central angehören, vielleicht mit den oben beschriebenen Aguacate-Andesiten zusammenhängen. Da sie bei Paraiso mit Lateriten überlagert sind, hatten sie einst (im Vor- oder Jungtertiär) die Landoberfläche gebildet. Hier sind sie durch Gebirgsdruck stark geschiefert worden und zeigen ein Streichen in NW-SE Richtung bei einem Fallen von 18° nach SW.

Rechts der genannten Brücke finden wir flussaufwärts vulkanische Tuffe; es sind feine Konglomerate oder Sandsteine von dunkelblauer Färbung mit zahlreichen Feldspatkrystallen und dunkeln Mineralien. Dann folgen oberhalb der Einmündung des von W kommenden Rio Aguacaliente dunkelblaue, bankige Patarrákalke mit spärlich eingelagerten, wenig mächtigen Mergelschichten; Fossilien sind spärlich, doch findet man gelegentlich kleine Abdrücke von Pecten. Die Kalke streichen ebenfalls NW-SE und fallen mit 63° nach SW.

Aus diesen Kalken tritt, auf dem rechten Navarroufer, eine Quelle aus, auf die mich deren Besitzer, Herr Gutiérrez, aufmerksam machte. Am 26. April 1933 zeigte sie eine Temperatur von 24,5° C und eine Gesamthärte von 20,5 FHG (Französische Härtegrade).

Herr Gutiérrez hatte deren Wasser im Laboratorium der Escuela Nacional de Agricultura untersuchen lassen und nach dem Jahresbericht dieser Anstalt für 1931 hatte es folgende Anionen und Kationen gelöst:

Anionen:		Kationen:	
HCO <sup>3</sup>	189,1 mg/l	Übertrag	374,938 mg/l
SO <sup>4</sup>	93,72 „	Fe	0,398 mg/l
Cl	33,7 „	Al	6,837 „
PO <sup>4</sup>	15,32 „	Ca	91,48 „
NO <sup>3</sup>	0,088 „	Mg	0,844 „
SO <sup>3</sup>	43,01 „	K	4,727 „
Übertrag	374,938 mg/l	Na	21,90 „
		Total	501,124 mg/l

Trockenrückstand 555,000 mg/l

Gesamthärte: 12,99 Deutsche Härtegrade = 23 FH G.

Etwas weiter flussaufwärts treffen wir auf dem linken Ufer eine starke Quelle. Zwischen dem Fluss und der Quelle ist die Talsohle von Patarrákalken gebildet, während das Quellbecken selber in Quelltuffen liegt. Hier hat sich im Laufe der Zeit eine etwa 1,5 m breite Grotte gebildet, die vorn rund 1 m hoch ist und sich nach hinten sehr schnell verjüngt. In ihrem Aussehen erinnert sie mich sehr an die Quelle Nummer 2 des Aachtopes<sup>1)</sup>. Die Wasserführung war bei meinem Besuche vom 25. und 26. April 1933 einige Sekundenliter, doch soll sie am Ende der Regenzeit noch grösser sein, wie mir Herr Gutiérrez mitteilen konnte. Die am 25. April vorgenommenen Messungen zeigten folgende Daten:

Temperatur . . . . .	31° C
Gesamthärte . . . . .	33 FH G.

Etwa 10 m oberhalb dieser Quelle liegt im Quelltuff eine etwa 1,5 m breite und 3—4 m hohe Grotte, in deren Hintergrund eine nahezu senkrechte Spalte sichtbar ist. An der Decke und an den Seitenwänden hängen zahlreiche Stalaktiten, von denen die grössten eine Länge von einem halben Meter erreichen. Daneben haben sich auch weisse, traubige Kalkabscheidungen gebildet. Ferner fand ich am Hang ein Tuffstück mit kugelförmigen Kalkgebilden, ähnlich den Karlsbader Sprudel- oder Erbsensteinen.

Diese Grotte dürfte wohl in früheren Zeiten, als das Bett des Navarroflusses noch weniger tief eingeschnitten war, die Austrittsstelle der heute tiefer liegenden Quelle gewesen sein.

Die Quelltuffdecke ist von beträchtlicher Mächtigkeit. Sie begleitet den Navarro auf mehrere hundert Meter flussaufwärts, bildet hier eine fast senkrecht abfallende Wand von beträchtlicher Höhe, während ihr Rücken horizontal liegt.

Diese mehrere tausend Kubikmeter betragende Quelltuffablagerung deutet darauf hin, dass hier früher starke kalkhaltige Quellen in grösserer Höhe ausgetreten sein müssen, deren Reste wir in den noch vorhandenen Thermalen finden. In den Tuffen beobachten wir ziemlich häufig Blattabdrücke von Ficus, wie sie ähnlich noch heute dort wachsen.

Rund 2—300 m flussaufwärts dieser eben beschriebenen Quelle treffen wir, ebenfalls auf dem linken, nördlichen Ufer, eine dritte Thermalquelle. Sie tritt aus alluvialen Flussablagerungen aus; sie ist gefasst und dient dem Besitzer als Badewasser. Ihre Wasserführung ist bedeutend geringer als die der vorigen Quelle. In der

<sup>1)</sup> SCHAUFELBERGER: Geol. und hydr. Verhältnisse zw. der Donauversickerung und der Aachquelle. Mitt. der Bad. Geol. Landesanstalt. Freiburg i/B. 1929.

Umgebung liegen verschiedene Quelltuffblöcke; doch scheinen sie von der dahinter liegenden Tuffwand heruntergestürzt und nicht anstehend zu sein. Am 25. April 1933 betrug die Temperatur 38° C und die Gesamthärte 36,5 FHG.

Die zwei Tage später im Laboratorium vorgenommene Analyse ergab:

Gesamthärte . . . . .	33 FHG
Permanenthärte . . . . .	14 „
Ungekochtes Wasser mit Ammoniumoxalat	24 „
Gekochtes Wasser mit Ammoniumoxalat .	13,5 „
Chloride . . . . .	48,5 „
Sulfate . . . . .	9,0 „
Trockenrückstand . . . . .	2,080 g/l

Diese letzte Quelle besitzt neben der höchsten Temperatur auch den höchsten Mineralgehalt der Navarrogruppe. Es dürfte das darauf zurückzuführen sein, dass die juvenilen Wasser der beiden untern Quellen stärker mit vadosem Wasser gemischt sind.

Die Navarroquellen liegen zwischen den Thermalen von Aguacaliente und denjenigen von Orosi. Die erstere tritt ebenfalls aus den Patarrákalken aus, wie diejenige vom Pozo Tibio bei Orosi, während die Schwefelwasserstoffquelle von Orosi aus alluvialen Schottern kommt. Aber auch hier treffen wir in der weitem Umgebung die genannten Kalke.

#### 14. Thermalquellen von Coris.

W von Cartago erstreckt sich der Höhenzug der Carpintera (1880 m Meereshöhe nach Guitérrez), an dessen S-Fusse das flache Tälchen von Coris, 1390 m, liegt, das seinerseits durch eine Hügelreihe vom Tobosital getrennt ist. Diese Hügel treten anfänglich wenig aus der Ebene von Cartago hervor, nehmen dann nach Westen an Höhe zu und endigen im Tablazo. Südlich des Tobositales liegt der Höhenzug von Cancreja, 1900 m, zwischen Rio Aguacaliente und dem Rio Estrella.

Die Carpintera besteht aus Sandsteinen, die die Basis bilden, Patarrákalken und vulkanischen Gesteinen (Aschen und Laven), die den Gipfel und die N-Abdachung bilden. Alle diese Schichten fallen gegen N ein.

Der flache Höhenzug zwischen Coris- und Tobosital besteht ebenfalls aus Sandsteinen, denen im W, an den höhern Hügeln, ebenfalls Patarrákalken folgen, die gelegentlich als Düngemittel abgebaut werden. Hier zeigen die Schichten ein undeutlich zu erkennendes, schwaches Einfallen nach N.

Der S des Tobositales liegende Höhenzug von La Cancreja zeigt bei Aguacaliente Patarrákalken und Sandsteine mit S Ein-

fallen. Bei San Isidro de Concepción stehen nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Prof. Torres ebenfalls Kalke an, dahinter, also südlich, folgen dann Andesite, die von violetten „Mergeln“ überlagert sind. Ob es sich hier um echte Mergel, also Sedimente handelt, oder ob es Verwitterungsprodukte der Andesite sind, ist noch eine offene Frage; denn immer treffen wir in ihrer Nähe, darunter oder daneben, Andesite. Ihr Fallen und Streichen wechselt ausserordentlich; bei der Passhöhe liegen sie fast horizontal. Zwischen dieser und dem Rio Estrella stehen ebenfalls braune und rote Sandsteine an, wie wir sie vom Tablazo her kennen.

Das ebene und breite Tobosital ist mit alluvialen Kiesen angefüllt, während bei Coris, unter der Pflanzendecke, weisse Lehme liegen; an einer Stelle treten sie zutage, und während der Trockenzeit hatten sich tiefe Risse in ihnen gebildet, die dem eingetrockneten Lehm das Aussehen von 4-, 5- und 6eckigen Säulen verliehen hatten. In der Regenzeit ist das Coristälchen von einer Laguna eingenommen, die sich aber bei meinem Besuche (Mitte April) nur durch einzelne sumpfige Stellen erkennen liess.

Es scheint hier eine Antiklinale bestanden zu haben, deren N-Schenkel von der Carpintera, deren S vom Sedimentgestein Aguacaliente-Cancreja gebildet ist; die Täler von Tobosi und Coris wären daher als Antiklinaltäler aufzufassen, denen westlich vom Tablazo das Tal von Desamparados, ebenfalls ein Antiklinaltal, entsprechen würde.

In diesen beiden Antiklinaltälern haben sich nun zahlreiche Thermalquellen gebildet, von denen in der ersten Arbeit diejenigen von Aguacaliente und Orosi, aus dem südlichen Schenkel austreten, während die Schwefelquelle von San Antonio de Desamparados, W vom Tablazo, im Alluvium des Antiklinaltales liegt.

Als weitere Quellen dieser Art hätten wir die eben beschriebenen Quellen von Navarro und diejenigen von Coris, die aus der Antiklinale, resp. den sie überdeckenden alluvialen Schottern, austreten.

Diese Quellen liegen in einem nach E geöffneten Talkessel, der im N von der Carpintera, im W vom Tablazo und im S von der bereits beschriebenen Hügelreihe von Tobosi gebildet ist. Der Kesselboden liegt 1390 m über Meer und zeichnete sich bei meinem Besuche (19. April 1933), also am Ende der Trockenzeit, durch saftig grüne Weideplätze aus, in deren Zentrum sich braune, mehr oder weniger kreisrunde Flecken bemerkbar machten. Sie sind von Quelltuff, den Ausscheidungen der Thermalquellen, gebildet, und über diesen waren meist leichte Dampf Wolken sichtbar, die die Austrittstellen der heissen Wasser verrieten.

Die westlichste Quelle, Nummer 1, zeigt eine kreisrunde, braungelbe Quelltufffläche von ca. 5 m Durchmesser, die an zwei Stellen offen ist, so dass das Wasser sichtbar wird. Die grössere Öffnung mag eine Oberfläche von 1 m<sup>2</sup>, die kleinere von  $\frac{1}{3}$  m<sup>2</sup> besitzen. Die im

Wasser aufsteigenden Blasen und der darüber liegende Dampf verleihen der Quelle das Aussehen von kochendem Wasser.

Temperatur (19. III. 33) . . . 56° C  
Gesamthärte . . . . . 40 FHG

Die Quelle Nummer 2 liegt rund 15 bis 20 Meter weiter E; sie besitzt mehr oder weniger die Form eines Dreiecks mit nach S gerichteter Spitze, wo sich auch der Abfluss befindet, dessen Wasser von einer Quelltuffschicht, ähnlich einer Eisdecke, verdeckt ist. Nach wenigen Metern endet dieser Kanal in der Weide, wo sich eine kreisrunde Tuffkappe von ca. 10 m Durchmesser gebildet hat.

Quelle und Tuffdecke sind dann noch durch einen 1—2 m breiten, sumpfigen Streifen umgeben.

Ebenso sind die Uferborde des Quellbeckens mit einer Tuffschicht bedeckt. In diesem selber, es ist 20—40 cm tief, steigen an verschiedenen Stellen starke Gasblasen auf. Das Maximum erreicht diese Blasenentwicklung in der W Ecke, wo die Gase in unregelmässigen Intervallen und wechselnder Stärke aufsteigen. In unmittelbarer Nähe dieses Gasaustrittes beobachten wir, am SW Schenkel, eine weitere Austrittsstelle, ebenso treten am gegenüberliegenden SE. Ufer an einigen Orten starke Blasen aus, während die N zugekehrte, rund zwei Meter lange Basis dieses dreieckigen Beckens vollständig ohne Blasenbildung bleibt. Angefangen an dieser Basis und dann längs der beiden Schenkel gegen S vorgeschritten, konnte ich folgende Temperaturen messen, die über den Stellen mit Blasenbildung bestimmt wurden.

Nordbasis:

SW-Seite	SE-Seite
61° C	52° C
58° C	52° C
	58° C
	58° C

Ferner ergaben die weiteren Feldbeobachtungen:

Gesamthärte 48 FHG  
Geruch schwach nach Schwefelwasserstoff  
Geschmack salzig

Da man in der costarizensischen Literatur oft erwähnt findet, dass die Quelltemperatur, da oder dort, ausreichend sei, um Eier zu kochen, haben wir an dieser Quelle einen solchen Versuch unternommen, aber mit negativem Ergebnis. Die Temperatur von 61° ist also nicht hoch genug, um Hühnereiweiss gerinnen zu lassen.

Die im Laboratorium vorgenommene Analyse des Wassers dieses Beckens, also der Mischung aller Quellen, ergab folgende Zusammensetzung:



Gesamthärte . . . . .	48 FHG
Permanenthärte . . . . .	4 „
Ungek. Wasser mit Ammoniumoxalat	23 „
Gekocht. „ „ „	2,5 „
Chloride . . . . .	100,0 „
Sulfate . . . . .	43,0 „
Trockenrückstand . . . . .	3,115 g/l

Die Differenz von Magnesium in gekochtem und ungekochtem Wasser bedeutet freie Kohlensäure, die in dieser Quelle daher in beträchtlicher Menge vorhanden sein muss. Es ist daher von vornherein zu erwarten, dass Chloride und Sulfate ausschliesslich von den Alkalimetallen gebildet werden, was die sehr geringe Permanent-  
härte erklärt.

Ferner ist es sehr wahrscheinlich, dass neben Magnesium- und Calciumcarbonat noch kohlen-saure Salze der Alkalimetalle vorhanden sind und den grossen Trockenrückstand bedingen, der bedeutend grösser ist, als er nach den beobachteten Härten, Chlorid- und Sulfatmengen zu erwarten wäre<sup>1)</sup>.

CaCO <sup>3</sup>	52	× 0,01	= 0,52 g
MgCO <sup>3</sup>	20	× 0,088	= 0,176 „
KCl	} 100	50	× 0,0153 = 0,765 „
NaCl			
K <sup>2</sup> SO <sup>4</sup>	} 43	21,5	× 0,0176 = 0,401 „
Na <sup>2</sup> SO <sup>4</sup>			
Berechneter Trockenrückstand			2,776 g
Gefundener			3,115 „
		Differenz	<u>0,339 g</u>

Bei der Berechnung der Chloride und Sulfate wurde die rein willkürliche Annahme gemacht, dass Natrium und Kalium in gleicher Menge vorhanden seien. Je nach dem wirklichen, nicht analytisch ermittelten Werte, werden die Zahlen etwas schwanken, aber immerhin nicht so viel, dass die Differenz zwischen dem berechneten und gefundenen Trockenrückstand verschwinden wird. Diese erklärt sich eben durch die Anwesenheit von Alkalikarbonaten, die also dem Analysenergebnis noch hinzuzufügen wären.

Ca. 50 m weiter ENE davon liegt eine kleine Quelle, Nummer 3, ebenfalls von einem Kranz von Quelltuff umgeben. Die vorgenommenen Messungen ergaben:

Gesamthärte . . . . .	40 FHG
Temperatur . . . . .	51° C

Weitere 50 m, in derselben Richtung, folgt die Quelle Nummer 4; sie ist wohl die am meisten wasserfördernde. Der von ihren Wassern

<sup>1)</sup> Siehe Ecl., Vol. 25, Seite 145.

abgeschiedene, braungelbe Tuff sieht wie ein Vulkanmodell aus: kreisrund (Durchmesser 20—25 m) und in der Mitte, ca. 50—60 cm höher, die kalkfreie Öffnung mit heissem Wasser und über diesem „Krater“ leichte, aufsteigende Dampf Wolken. Analog den Quellen 1 und 2 steigen hier ebenfalls Gasblasen auf.

Dieser Quelltuffkegel ist dann von einem mehrere Meter breiten, sumpfigen Ring umgeben, der sich schon äusserlich durch sein auffallend frisches Grün aus der Umgebung der sonst trockenen Weide abhebt. Alle Versuche an die Quelle heranzukommen, scheiterten an diesem Sumpfring, wo man nach wenigen Schritten bis an die Knie im Morast versank.

Es waren daher direkte Messungen an der Quelle Nummer 4 nicht möglich gewesen, aber aus der Tuff- und Dampf bildung dürfen wir wohl schliessen, dass Temperatur und Gesamthärte in den Grenzen der bei den beiden ersten Quellen gefundenen Werte liegen werden.

Zwischen diesen 4 Quellen, wie auch in deren nächster Umgebung, liegen noch einige kleinere Quellen, meist heisse Wassertümpel, in der Weide, die hier der Vollständigkeit wegen erwähnt werden, aber nicht näher untersucht wurden.

Da sich die verschiedenen Quellen auf verhältnismässig kleinem Gebiet befinden, so liegt die Annahme auf der Hand, dass es sich um verschiedene Austrittsstellen einer und derselben Quelle handelt. Die Abweichungen in Temperatur und Gesamthärte finden leicht eine Erklärung in verschieden raschem Aufsteigen aus der Tiefe und damit verbundener ungleichmässiger Mischung des juvenilen mit vadosem Wasser.

## b) Quellen der Quanacastekette.

### 15. Mineralquelle von Palmares.

Das Wasser einer Mineralquelle aus der Umgebung von Palmares wurde von einem dortigen Arzt ans Nationalmuseum in San José zur Untersuchung eingeschickt. Da aber während der Jahresferien die Escuela de Farmacia geschlossen war, hatte Herr Lic. Chaves von der Escuela de Agricultura die Liebenswürdigkeit, die Analyse vorzunehmen; er benützte dazu die Official methods of analysis of the Association official agricultural chemists (Published by the Association of official agricultural chemists at Washington, D.C., U.S.A.).

Analysenergebnis:

Trockenrückstand . . . . .	1,094 g/l
Sauerstoff . . . . .	1,7 mg/l
Calciumoxyd . . . . .	0,338 g/l
Magnesiumoxyd . . . . .	0,162 „
Siliciumoxyd . . . . .	0,124 „

Für die Bestimmung der Anionen reichte das eingesandte Wasser leider nicht aus.

Über die Lage der Quelle konnte ich ebenfalls keine Angaben erhalten, doch scheint es mir unwahrscheinlich, dass dieses Wasser von der von mir bereits beschriebenen Machucatalquelle stamme, die sich S von Palmares in einer Entfernung von rund 10—15 km befindet<sup>1)</sup>.

Da die Umgebung von Palmares<sup>2)</sup> aus Aguacateandesiten besteht, die stellenweise von Sedimenten und vulkanischen Lockermassen überdeckt sind, ist das Vorhandensein von Mineral- und Thermalquellen dort sehr wahrscheinlich.

### 16. Los Hervideros.

Am 30. Mai 1932 besuchte ich in Begleitung von Herrn Juan Arce Chacon diese Quellen, die, wie schon der Name (Hervideros = Brausende, Kochende) andeutet, Thermalquellen sind. Sie befinden sich auf dem linken Ufer des Rio Barranca, 170 m über Meeresspiegel (Basis: Station Caldera = 25 m ü. M.) und treten aus den eingangs beschriebenen Aguacateandesiten (siehe auch Ecl., Vol. 25, S.154) aus, aus denen die ganze Gegend N von Esparta aufgebaut ist und wo sich auch verschiedene, meist verlassene Goldminen befinden.

Es ist also mehr oder weniger dasselbe Gestein aus dem die in der ersten Arbeit<sup>3)</sup> beschriebenen Quellen von San Pablo de Turubares, San Antonio de San Ramón und im Machucatal austreten sowie die Quelle von Palmares, die weiter oben in dieser Arbeit geschildert worden ist. Im Barrancatal selber befindet sich einige Kilometer aufwärts, gegenüber dem Kraftwerk für Puntarenas, ebenfalls auf dem linken Ufer, eine schwache Thermale mit etwas härterem Wasser<sup>4)</sup>; immerhin ist der Mineralgehalt zu gering, um sie als eigentliche Mineralquelle ansprechen zu können<sup>5)</sup>.

Die drei Quellen, die die Hervideros bilden, treten am bewaldeten linken Ufer aus, oder besser gesagt, liegen in einem, bei meinem Besuche trocken gelegten Arm des Barrancas. Sie bilden annähernd

<sup>1)</sup> Ecl., Vol. 25, Seite 153/54.

<sup>2)</sup> P. SCHAUFELBERGER: Apuntes de Geología 6: Algunos datos sobre la geología de San Ramón y sus alrededores. Escuela Costarricense, Nro. 9 (1933).

<sup>3)</sup> Ecl., Vol. 25, Nr. 1.

<sup>4)</sup> P. SCHAUFELBERGER: Apuntes de Geología 6.

<sup>5)</sup> Gesamthärte . . . . . 17 FHG  
 Totalhärte . . . . . 10 „  
 Ungek. Wasser mit Ammoniumoxalat . . . . . 2 „  
 Gekochtes Wasser mit Ammoniumoxalat . . . . . 2 „  
 Chloride . . . . . 13 „  
 Sulfate . . . . . 0 „  
 Trockenrückstand . . . . . 0,178 g/l  
 Temperatur (22./7./30- . . . . . 22,5° C.

eine gerade Linie, und die Entfernung der beiden äussersten Quellen schätze ich auf 50—60 Meter.

Die oberste Quelle, Nummer 1, bildet einen abflusslosen Tümpel. Sie zeigte eine Wassertemperatur von 28° C, die Lufttemperatur — mit Schleuderthermometer gemessen — war 26°, und besass eine Gesamthärte von 12,5 FHG.

Das Wasser machte mir den Eindruck, als ob das Quellwasser mit Regen- oder Flusswasser vermischt sei, was sehr wohl möglich gewesen wäre, da an den vorhergegangenen Tagen starke Gewitterregen gefallen waren; in San José hatte man 73 mm gemessen (27.—29. Mai). Da nun das Quellgebiet des Barranca im W. Teil der Meseta Central liegt, war er infolge dieser Niederschläge sehr stark angeschwollen, so dass es sehr wahrscheinlich ist, dass er während dieser Tage auch den nun trockenen Flussarm überschwemmt hatte.

Die Quelle Nummer 2 befindet sich rund 10 m flussabwärts, wo sie ebenfalls einen Tümpel im angeschwemmten Flusskies bildet. Ein sichtbarer Abfluss ist nicht vorhanden, doch ist es sehr wohl möglich, dass eine unterirdische Verbindung in diesen Alluvionen mit dem Barrancafluss vorhanden ist.

Die vorgenommenen Messungen ergaben:

Wassertemperatur . . . . .	32° C
Gesamthärte (Feldbestimmung)	26 FHG

Die zwei Tage später im Laboratorium ausgeführte Analyse ergab nachstehende Zusammensetzung:

Gesamthärte . . . . .	21,5 FHG
Permanenthärte . . . . .	20,0 „
Ungek. Wasser mit Ammoniumoxalat	19,5 „
Gekochtes „ „ „	16,5 „
Chloride . . . . .	139,0 „
Sulfate . . . . .	48,0 „
Trockenrückstand . . . . .	1,610 g/l

Das Wasser besitzt einen ausgesprochen salzigen Geschmack.

Die unterste Quelle, Nummer 3, liegt ca. 40—50 Meter weiter flussabwärts von der Quelle Nummer 2. Auch sie entspringt in fluvialen Kiesablagerungen und bildet einen ca. 2—5 m breiten und ungefähr 8—10 m langen Tümpel. Dieser verengt sich an seinem untern Ende zu einem 20—30 cm breiten Kanal, der den eben beschriebenen Tümpel mit dem Barrancafluss verbindet. Im Wasserbecken selber mag an der tiefsten Stelle die Wasserbedeckung 20 cm betragen; sein Boden selber ist mit feinem Schlamm bedeckt. Die ausserhalb des Tümpels, in der Umrandung liegenden Steine weisen ebenfalls eine erhöhte Temperatur auf, da sie vermutlich im heissen Grundwasser stehen.

Wassertemperatur . . . . .	46° C
Gesamthärte (Feldbestimmung) . . . . .	29 FHG

Laboratoriumsanalyse:

Gesamthärte . . . . .	29,5 FHG
Permanenthärte . . . . .	8,5 „
Ungekochtes Wasser mit Ammoniumoxalat	22,5 „
Gekochtes „ „ „	16,5 „
Sulfate . . . . .	42,5 „
Chloride . . . . .	121,5 „
Trockenrückstand . . . . .	2,591 g/l

Hinter diesen drei Quellen befindet sich in den stark verwitterten Aguacateandesiten ein Kaolingang mit zahlreichen Pyritkriställchen. Hier hatte sich wahrscheinlich eine Spalte gebildet, durch die früher das juvenile Thermalwasser aufgestiegen sein dürfte, wobei die Feldspäte des Muttergesteins der Umgebung zu Kaolin umgewandelt worden sind<sup>1)</sup>. Wir dürfen daher diese drei Quellen als Spaltquellen auffassen.

Wie mir meine Führer versicherten, soll sich auf dem andern, also rechten Ufer des Barranca, eine weitere Thermalquelle befinden, deren Wasser so heiss sein sollen, dass man darin Eier kochen könne. Leider war infolge der vorangegangenen Regen der Fluss an diesem Tage immer noch so angeschwollen und trübe, dass wir ihn nicht passieren konnten und ein Besuch dieser Quelle leider unterbleiben musste.

### 17. Mineralquellen vom Vulkan Miravalles.

Nach übereinstimmenden Berichten aller Naturforscher, die die Vulkane von Guanacaste besucht haben, wird darauf hingewiesen, dass die Guanacastekette besonders reich an Mineralquellen sei. Einige davon, aus der näheren Umgebung des S Ausläufers dieser Kette, des Monte del Aguacate, sind in dieser und der ersten Arbeit bereits beschrieben worden. Den N Teil, dem die Vulkane aufsitzen, habe ich bis jetzt noch nicht besuchen können, ebenso habe ich in der vorhandenen Literatur nur Hinweise finden können, nie aber eine Analyse der jeweils genannten Mineral- oder Thermalquellen.

Nun fand ich zufällig in einem alten Jahresbericht des costaricensischen National Museums in San José<sup>2)</sup> 3 Analysen jener Gegend. Da diese ziemlich wenig erforscht ist, anderseits aber jener

<sup>1)</sup> P. SCHAUFELBERGER: Ap. de Geol. Nr. 2: El origen de las fuentes termales y minerales de la Meseta Central. El Maestro, tomo V, Nr. 9 (1931).

<sup>2)</sup> ALFARO, ANASTASIO: Informe presentado al Señor Secretario de Estado en el Despacho de Fomento (1896).

Jahresbericht wenig bekannt sein dürfte, so erscheint es mir angebracht, jene Resultate hier anschliessend wiederzugeben.

Die drei untersuchten Wasserproben stammten aus der Farm eines früheren Präsidenten der Republik, Herrn Bernardo Soto, die sich am S-Abhang des Vulkanes Miravalles befinden. Sie werden als Pozo Verde (Grüner Brunnen), Rio Blanco (weisser Fluss) und als Mineralwasser bezeichnet. Die von einem deutschen Apotheker Beutel ausgeführten Analysen zeigen folgende Zusammensetzung der genannten Wasser:

a) Pozo Verde:	b) Rio Blanco:
Gesamthärte . . . . 134 FHG.	Gesamthärte . . . . 38 FGH
Schwefel . . . . . 0,332 g/l	Organische Substanz 0,1021 g/l
Aluminium . . . . . 0,020 „	Aluminium . . . . . 0,090 „
Kieselsäure . . . . . 0,120 „	Kieselsäure . . . . . 0,002 „
Natriumsulfit . . . . . 0,208 „	Natriumhydrosulfat 0,038 „
Natriumhyposulfit . 0,09 „	Natriumhyposulfit . 0,014 „
Natriumsulfat . . . . . 0,202 „	Natriumsulfat . . . . . 0,182 „
Calciumsulfat . . . . . 0,379 „	Calciumsulfat . . . . . 0,211 „
Magnesiumsulfat . . 0,127 „	Magnesiumsulfat . . 0,077 „
Natriumchlorid . . . 0,130 „	Natriumchlorid . . . 0,013 „
Magnesiumkarbonat 0,056 „	Calciumkarbonat . . 0,0029 „
Calciumkarbonat . . 0,056 „	Trockenrückstand . 0,7530 „
Organische Substanz 0,508 „	Geruch: Stark nach Schwefel-
Geruch: Sehr stark nach Schwefel-	wasserstoff
wasserstoff	Reaktion: Sauer
Reaktion: Sehr sauer	Spez. Gewicht . . . . 1,000 439
Spez. Gewicht . . . . 1,000 766	
Trockenrückstand . 2,19 g/l	
c) Mineralwasser:	
Gesamthärte . . . . . 20 FHG.	Magnesiumchlorid . . 0,006 g/l
Organische Substanz 0,100 g/l	Kaliumchlorid . . . . Spur
Aluminium . . . . . 0,006 „	Calciumkarbonat . . . 0,122 „
Kieselsäure . . . . . 0,050 „	Trockenrückstand . . 1,240 „
Flüchtige Substanzen 0,220 „	Glührückstand . . . . 0,920 „
Calciumsulfat . . . . . 0,276 „	Spez. Gewicht . . . . 1,000 205
Natriumchlorid . . . 0,334 „	Geruch: . . . . . keiner
Calciumchlorid . . . 0,124 „	Reaktion . . . . . neutral

### C. Schluss.

Die Analysen der vorliegenden Arbeit wurden ausgeführt im Laboratorium der Escuela de Farmacia und demjenigen der Escuela Nacional de Agricultura; es ist mir daher ein Bedürfnis, den Direktoren der genannten Anstalten, den Herren Lic. Manuel Grillo jun.

und Ing. Bernardo Yglesias, für die liebenswürdige Überlassung ihrer Räume meinen Dank auch an dieser Stelle auszusprechen. Ebenso bin ich den Herren Juan Arce Chacon in Santo Domingo, Prof. Lic. Elias Leiva und Prof. Rubén Torres Rojas in Cartago für die entgegenkommende Führung zu einzelnen, mir bis dahin unbekanntem Quellen verpflichtet.

Manuskript eingegangen am 1. September 1933.

---