

Chemische und geologische Verhältnisse der Quellen von Lostorf und anderer Mineralquellen des östlichen Juras

Autor(en): **Hartmann, Ad.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **14 (1917)**

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-171850>

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.

Chemische und geologische Verhältnisse der Quellen von Lostorf

und anderer Mineralquellen des östlichen Juras.

Von **Dr. Ad. Hartmann.**

Das zwischen Aarau und Olten im Solothurner Jura gelegene Bad Lostorf ging 1912 in andern Besitz über, nachdem es Jahrhunderte lang einer Familie Guldemann gehört hatte. Bei diesem Anlasse wurden die Gebäude geschickt restauriert, die Badeeinrichtungen zeitgemäß verbessert und die Schwefelquellen neu gefaßt. Die jetzigen Besitzer, die Herren Joseph Glutz in Olten, Viktor Glutz in Rickenbach bei Olten und R. Hediger in Basel beauftragten mich mit der chemischen Untersuchung des Mineralwassers. Eine Vorprüfung beider Badquellen ergab, daß ihr Mineralstoffgehalt in den letzten 50 Jahren bedeutend zurückgegangen war. Diese wissenschaftlich und balneologisch merkwürdige Tatsache veranlaßte mich, die geologischen und chemischen Verhältnisse der Lostorfer Quellen genau zu studieren und mit den andern Mineralquellen des östlichen Juras zu vergleichen. Die dabei gemachten Beobachtungen sind in nachfolgender Arbeit niedergelegt. Die vielen Analysenresultate interessieren vor allem den Quelltechniker. Die Vergleichung der Lostorfer Quellen mit andern des östlichen Juras bilden einen Beitrag zur Erklärung des Entstehens von Schwefelwasserstoffquellen. Die besondern Austrittsverhältnisse der Lostorfer Quellen und die eigenartige Oberflächengestaltung der Umgebung des Bades lassen erkennen, daß in prähistorischer Zeit hinter dem heutigen Lostorf ein gewaltiger Bergrutsch stattgefunden hatte.

Dem Bade Lostorf stehen zwei Quellen mit ganz verschiedenen Wässern zur Verfügung. Bis 1830 war nur die direkt hinter dem Bad entspringende *Gipsquelle* bekannt; ihr verdankt das Bad seinen guten Ruf seit dem XV. Jahrhundert. Gegen Ende der 20er Jahre des XIX. Jahrhunderts wurde die heute viel wichtigere *Schwefelwasserstoff-Kochsalz-Quelle* wenige Minuten unterhalb des Bades entdeckt.

Die Gipsquelle von Lostorf.

Diese wurde wegen ihres hohen Mineralstoffgehaltes, ihres starken und konstanten Ergusses und ihrer erhöhten Temperatur, 15° C., schon sehr früh, vielleicht schon zu Römerzeiten, als Heilquelle verwendet. Das älteste urkundliche Zeugnis über die Existenz eines Bades Lostorf stammt aus dem Jahre 1402. — Vom selben Bade berichtet 1616 der Solothurner Staatschreiber Hafner in seinem „Solothurnischen Schauplatz an die Nachwelt“ unter anderm:

„Des Wassers Eigenschaft beschreibt uns Herr Leonhard Thurneisen wie folgt: „Es steigt die Quelle aus dem 12ten Grad der Erde und enthält Kupfer 3, Alaun 5, Schwefel 3, Wildwasser 11 Partheien. Die Mensur wiegt 16 Loth 1 Quintlein; die Maas 65 Loth. Dieses Bad wird viel gebraucht und gewärmt in die Kästen geführt. Es hilft der verkalteten und unreinigten Mutter, macht Weiber fruchtbar, dienet wider das Keuchen, Lungensucht, alten Husten, offene Schäden an Füßen und Schenkeln; ist eine herrliche Kur für die Nieren.“

Die erste wissenschaftliche Untersuchung der Gipsquelle wurde 1818 von Bauhoff ausgeführt und 1819 publiziert vom berühmten Aarauer Arzt Dr. Schmuziger in einer sehr bemerkenswerten Schrift. Durch 15 Reagentien bewies Bauhoff das Fehlen von Eisen und Schwefel und stellte die Anwesenheit folgender Substanzen fest: „Etwas Kohlensäure, schwefelsaure Salze, salzsaure Salze, überhaupt erdigte Mittelsalze, Kalkerde.“

Bauhoffs quantitative Analyse ist für den damaligen Stand der Wissenschaft eine außergewöhnliche Leistung. In 10 Pf. Mineralwasser fand er:

Freie Kohlensäure	6 Cubikzoll
Schwefelsaurer Kalk	94 Gran

Kohlensaurer Kalk	13	Gran
Kohlensaure Magnesia	13	„
Salzsaure Magnesia	4	„
Schwefelsaure Magnesia	25	„
Schwefelsaures Natron	32	„

Dazu schreibt Dr. Schmuziger: „So wenig nun die Resultate unserer Analyse mit dieser, vor beinahe 300 Jahren vorgenommenen übereinstimmen (gemeint ist die Analyse des oben genannten Basler Arztes Thurneisen), so wenig möchten wir ohne weitere Erläuterungen es unterschreiben, daß für alle von Thurneisen bemerkte Formen von menschlichen Beschwerden diese Quelle ein untrügliches Heilmittel uns darbiete. Die Untersuchung dieses verdienten Basler Arztes geschah indessen in einem für die Arzneikunde sehr finstern Zeitraum, in welchem es schon hohes Verdienst war, von Alchemie, Zauber- und Teufelskünsten sich nicht blenden zu lassen; und dieses Verdienst muß Thurneisen eingeräumt werden; genüget uns auch seine Analyse eben so wenig, wie (hoffentlich) die unsrige der Nachkommenschaft genügen wird, so hat er doch bewiesen, daß er für den Gebrauch des Wassers nicht die Idee von dem chemisch aufgefundenen Bestand der Quelle, sondern die Erfahrung — und wahrscheinlich eine vieljährige, sich zur Führerin auswählte.“

Um Bauhoffs Analyse zu vergleichen mit später ausgeführten, sei sie hier auf heutige Maße umgerechnet, wobei das Pfund zu 16 Unzen, die Unze zu 12 Gramm angenommen wurde.

In 1000 gr Wasser sind enthalten:

Schwefelsaurer Kalk	1,2239	gr
Kohlensaurer Kalk	0,1692	„
Kohlensaure Magnesia	0,1692	„
Salzsaure Magnesia	0,0520	„
Schwefelsaure Magnesia	0,3255	„
Schwefelsaures Natron	0,4166	„
Feste Bestandteile	2,3564	gr
Kohlensäure	0,781	Kubikzoll

Die 2,3564 gr festen Bestandteile waren somit hauptsächlich Gips.

Im Jahre 1869 wurde die Gipsquelle von Professor Dr. P. Bolley und Dr. Tuchschnid vom Eidgen. Polytechnikum Zürich untersucht und lieferte folgende Daten:

Temperatur am 14. Nov. 1869 15,8° C.

Schwefelsaure Kalkerde . . .	1,0069	gr
Schwefelsaures Natron . . .	0,0682	„
Schwefelsaures Kali . . .	0,0434	„
Kohlensaure Kalkerde . . .	0,0643	„
Kohlensaure Magnesia . . .	0,2171	„
Chlornatrium	0,0235	„
Kohlensaures Eisenoxydul . .	0,0015	„
Alaunerde	0,0030	„
Kieselsäure	0,0020	„
Summe fester Bestandteile . .	1,4299	gr
Gesamtmenge der Kohlensäure	0,370	„

Das Wasser erweist sich wieder als Magnesium haltiges Gipswasser. Sein Gehalt an Trockenrückstand ist innert 51 Jahren zurückgegangen von 2,3564‰ auf 1,4299 gr im Liter, also um 40‰.

Am 28. Mai 1912 konstatierte ich, daß die Gipsquelle nur noch 1,107 gr Trockenrückstand im Liter enthielt und daß somit ihr Mineralstoffgehalt noch schwächer geworden war. Um festzustellen, ob etwa starke Gehaltsschwankungen mit den Jahreszeiten oder Regenperioden im Zusammenhange stehen, wurde das Wasser im Laufe eines Jahres mehrmals analysiert mit folgenden Resultaten:

Probeentnahme:	Trockenrückstand:
28. März 1912 . . .	1,107 gr im Liter
2. Mai 1912 . . .	1,073 „ „ „
21. Mai 1912 . . .	1,147 „ „ „
27. Juni 1912 . . .	0,950 „ „ „
25. Juli 1912 . . .	1,071 „ „ „
18. Sept. 1912 . . .	1,003 „ „ „
9. Nov. 1912 . . .	0,757 „ „ „
1. Febr. 1913 . . .	0,866 „ „ „
Mittelwert	1,0017 „ „ „

Der Mineralstoffgehalt dieser Gipsquelle schwankt also relativ wenig, ist aber innert 44 Jahren wieder um 31‰ gesunken. Genaue Messungen des Ergusses fehlen, jedoch scheint dieser mit ca. 200 Minutenlitern recht konstant zu sein. Die Temperatur schwankt nur von 14,9—15,8°; sie ist um ca. 8° höher als die mittlere Temperatur des Ortes; die Quelle ist somit eine

Subtherme. Wir haben hier das seltene Vorkommnis, daß der Mineralstoffgehalt einer Quelle innert eines Jahrhunderts bei gleichbleibendem Austritt um 58% abgenommen hat. Diese Abnahme ist ohne Zweifel auf Auslaugung der im Berge vorhandenen wasserlöslichen Stoffe zurückzuführen.

Eine Probe vom 3. März 1912 wurde genau nach den in Treadwells Lehrbuch der analytischen Chemie, Band II, genannten Methoden analysiert auf einzelne Bestandteile und ergab Gramm im Liter:

A. Metalle oder *Kationen*:

Kalzium	0,2153
Magnesium	0,0494
Natrium	0,0147
Kalium	0,0052
Aluminium	Spur
Eisen	„
Ammonium	„

B. Säurereste oder *Anionen*:

Schwefelsäure (SO ₄)	0,5402
Chlor (Cl)	0,0102
Kohlensäure (CO ₃)	0,1077
Kieselsäure (Si O ₃)	0,0166
Organische Stoffe	Spur
Summe fester Bestandteile	<u>0,9593</u>

Gruppiert man saure und basische Bestandteile zu Salzen, so ergeben sich folgende Gehaltszahlen für den Liter Mineralwasser:

Kalziumsulfat	0,7324
Natriumsulfat	0,247
Kaliumsulfat	0,0115
Magnesiumkarbonat	0,1711
Natriumchlorid	0,0169
Kieselsäure	0,0131
Aluminium und Eisen	Spur
Feste Bestandteile	<u>0,9593</u>

In einer Probe vom 16. Aug. 1916 mit einem Trockenrückstand von 0,850 Gramm im Liter wurden auch die gelösten Gase quantitativ bestimmt (frei aufsteigende Gase fehlen).

Zur Ermittlung der Gesamtkohlensäure wurden mehrere genau ausgemessene Kölbchen von 350—380 ccm Inhalt an der Quelle mit einer Mischung von kohlensäurefreien Kalziumoxyd (durch langes Glühen von CaO im schwerschmelzbaren Glasrohr im Luftstrom erhalten) und etwas Kalziumchlorid versetzt und dann so mit Quellwasser gefüllt, daß eine Luftmischung nicht eintreten konnte; dazu benutzt man am besten einen doppelt durchbohrten mit einer langen und einer kurzen Röhre versehenen Zapfen. Die Flaschen wurden an der Quelle mit passenden Korkzapfen gut verschlossen und diese noch mit einer Wachsschicht überzogen. Im Laboratorium wurden sie während 14 Tagen täglich geschüttelt, sodaß alle Kohlensäure gebunden werden mußte. Hierauf wurde die Kohlensäure nach der genauen Methode von Fresenius-Classen gewichtsanalytisch ermittelt. Als Mittelwert von drei Bestimmungen erhielt ich *0,3181 gr Kohlendioxyd im Liter Wasser*. Da ein ccm CO₂ bei 0° und 760 mm Druck 0,001977 gr wiegt, so entsprechen die 0,3181 gr = *160,9 ccm Kohlendioxyd bei 0° und 760 mm Druck*.

Zwei größere Proben des Gipswassers wurden unter jeder Vermeidung von Luftbeimischung erhoben, mit Gummistopfen dicht geschlossen und im Laboratorium sofort analysiert auf Gasgehalt nach der ausgezeichneten von F. P. Treadwell modifizierten Methode von Petterssen (F. P. Treadwell, Analyse, II. Band). 623 ccm Wasser enthielt bei 21° C. und 728 mm Druck:

	I. Probe	II. Probe	Mittel
Kohlendioxyd	16,30	16,40	16,35
Sauerstoff	3,80	3,90	3,85
Stickstoff	13,20	12,90	13,05
	<u>33,30</u>	<u>33,20</u>	<u>33,25</u>

Das entspricht auf einen Liter Wasser, bei 0° und 760 mm umgerechnet:

Kohlendioxyd	23,34 ccm
Sauerstoff	5,50 ccm
Stickstoff	18,63 ccm

Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der drei seit 1818 ausgeführten Analysen des Losterfer Gipswassers. Die beiden frühern, in Salzform ausgedrückten Analysenresultate, wurden auf Metall- und Säurerestgehalt umgerechnet und er-möglichen so einen Vergleich.

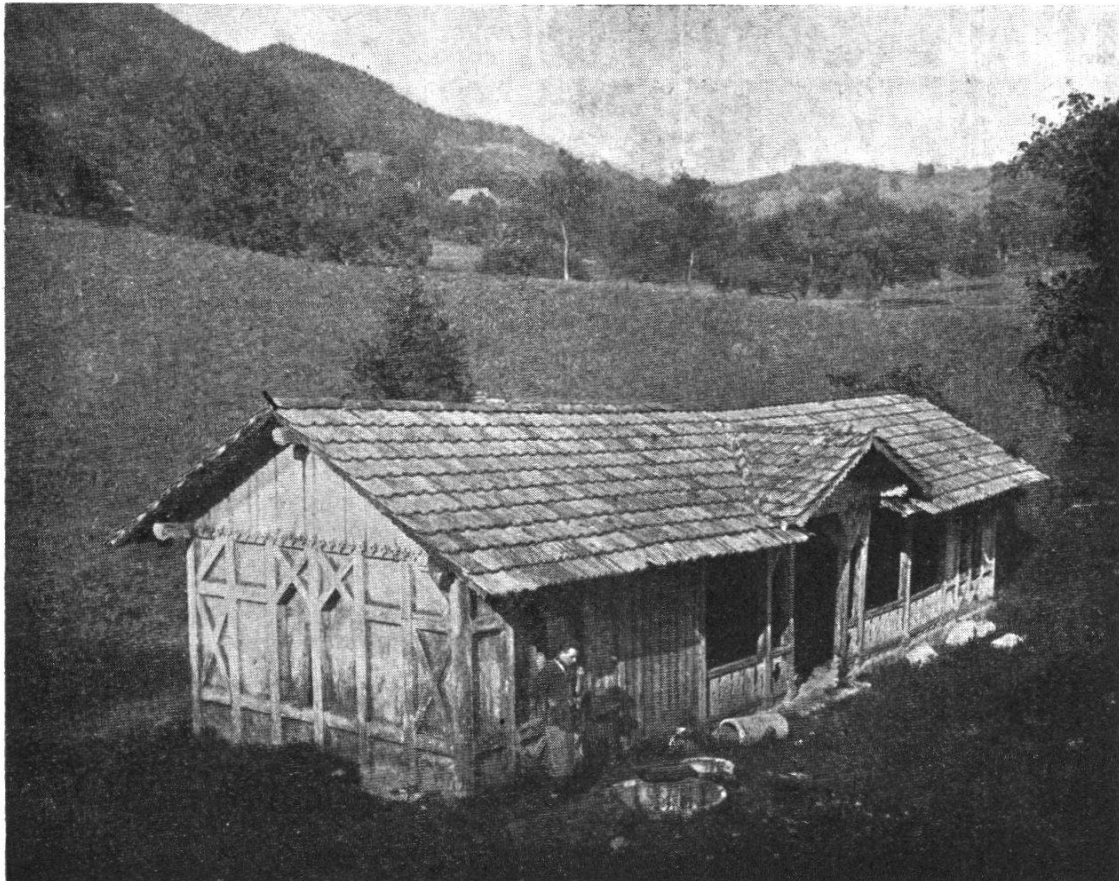
Feste Bestandteile.		Bauhoff 1818	Bolley 1865	Hartmann 1912
<i>Metalle:</i>				
Kalzium	gr i. L.	0,4282	0,3223	0,2153
Magnesium	"	0,1480	0,0627	0,0494
Kalium	"	—	0,0195	0,0052
Natrium	"	0,1379	0,0303	0,0147
Eisen	"	—	0,0008	Spur
Aluminium	"	—	0,0016	"
Ammonium	"	—	—	"
<i>Säurereste:</i>				
Schwefelsäure	"	1,3818	0,7815	0,5402
Kohlensäure	"	0,2218	0,1944	0,1077
Chlor	"	0,0387	0,0142	0,0102
Kieselsäure	"	—	0,0026	0,0166
Gase.	Summe	2,3564	1,4299	0,9593
Kohlendioxyd	gr i. L.	—	0,370	0,3181
	oder ccm i. L.	—	187,15	160,90
Stickstoff	ccm i. L.	—	—	18,63
Sauerstoff	ccm i. L.	—	—	5,50

Der Rückgang des Trockenrückstandes ist auf eine Abnahme des Gehaltes an Kalzium- und Magnesiumsalz zurückzuführen; selbstverständlich ist nicht gesagt, daß damit auch eine Abnahme der Heilwirkung erfolgt sei. Nach den Untersuchungen von Prof. A. Schweitzer in Zürich besitzt die Quelle eine Radioaktivität von 7,5 Maches Einheiten und ist somit eine der radioaktivsten Quellen der Schweiz.

Die Kochsalz-Schwefelquelle.

Diese Quelle wurde erst Ende der 20er Jahre des 19. Jahrhunderts entdeckt und in der schweizerischen Balneographie von Dr. Kottmann zum ersten Mal erwähnt. Sie tritt etwa 150 m südöstlich des Bades in der tiefsten Stelle des Talkessels in einer steilwandigen Mulde zu Tage. Früher bildete sich in dieser wohl künstlich ausgehobenen Mulde eine Pfütze, in der das nach Schwefelwasserstoff riechende Wasser emporgequollen sei. Später wurde das Tagwasser nach Süden abgeleitet und um die Quelle eine Gartenanlage und Trinkhalle errichtet. 1831 analysierte Äschbach und um die Mitte des Jahrhunderts Dr. Kaiser, nachheriger Professor in St. Gallen, die Quelle. Äschbach fand im Liter folgende Stoffmengen:

Salzsaure Magnesia (scharf getrocknet)	. 0,106	gr
Gips (geglüht)	. . . . . 0,150	"
Kohlensaurer Kalk	. . . . . 0,185	"
Kieselerde	. . . . . 0,001	"
Schwefelsaures Natron (geglüht)	. . . . . 0,128	"
Kochsalz	. . . . . 1,415	"
Organische Materie	. . . . . 0,002	"
Feste Bestandteile	. . . . . 1,987	"



Künstliche Mulde im Talkessel von Lostorf mit Trinkhalle und den neuen Schächten der Schwefelquelle.

Phot. A. Hartmann, Aug. 1916

Gase bei 12° R. und 28" Barom.:

Schwefelwasserstoff	. . . . . 39,2	ccm
Kohlensäure	. . . . . 47,5	"
Stickstoff	. . . . . 23,7	"

Im Winter 1864/65 wurde das Wasser unter Leitung des Architekten Jeuch aus Baden in zwei Quellen neu gefaßt. Die stärkere Quelle entstieg einem 8 m tiefen Schacht in der Mitte der Mulde vor der hölzernen Trinkhalle, die schwächere einem weniger tiefen Schacht, der nur durch einen kurzen Stollen im

Osthang der Mulde zugänglich war. Diese Fassung blieb bis 1912 unverändert. Die größere Quelle zeigte 1865 ca. 4 m unter dem Wasserspiegel 14,6° C., die kleinere 2 m unter dem Spiegel 14,0° C. Prof. Dr. P. Bolley und sein Assistent Dr. Briegel untersuchten im Frühjahr 1865 das Wasser teils an Ort und Stelle, teils im Laboratorium des Polytechnikums und fanden folgendes Resultat:

Schwefelsaures Kali	0,6714 gr im Liter
Unterschwefligsaures Kali	0,0734 " " "
Schwefelkalium	0,3284 " " "
Chlornatrium	3,0200 " " "
Kohlensaure Kalkerde	0,3425 " " "
Kohlensaure Magnesia	0,2048 " " "
Kohlensaures Eisenoxydul	0,0087 " " "
Tonerde mit Spur Phosphorsäure	0,0130 " " "
Kieselensäure	0,0226 " " "
Summe	<u>4,6848</u> " " "

ferner Kohlensäure, halb gebunden 0,1310 gr im Liter oder 66,05 cm³ bei 0° und 760 mm. Schwefelwasserstoff, halb gebunden, 0,0911 gr oder 59,8 cm³ bei 0° und 760 mm. Prof. Bolley schreibt über das Wasser:

„Das Wasser beider Quellen ist klar. Es steigen in den Schächten nicht selten größere und kleinere Gasblasen auf. Schon in einiger Entfernung von der Quelle bemerkt man Schwefelwasserstoffgeruch. Bleibt das Wasser einige Zeit an der Luft stehen, so bekommt es, ohne sich zu trüben, einen gelben Schimmer, der jedoch nach längerer Zeit wieder verschwindet. In frischem Zustande sowohl als nach dem Kochen zeigt das Wasser deutlich alkalische Reaktion.“

Die Quelle erwies sich somit als sehr reich an Mineralstoffen und übertraf die bekanntesten in- und ausländischen Quellen im Gehalt an Schwefelwasserstoff.

Die schwächere Quelle aus dem Stollen war in allen wesentlichen Bestandteilen gehaltsärmer, stellte aber immer noch ein gutes Mineralwasser dar. Über die Ergiebigkeit der beiden Schwefelquellen fand ich in der Literatur keine Angaben, was wohl zurückzuführen ist auf den Umstand, daß das Wasser nicht frei abfloß, sondern durch Pumpen aus dem Sammelschacht gehoben werden mußte. Nach mündlichen Aussagen betrug der Erguß nur 6—7 Minutenliter.

Von 1865—1912 blieb die Quelfassung unverändert, und das Wasser wurde nie analysiert. Am 31. März 1912 vor Beginn

der Fassungsarbeiten erhob ich Proben zu einer orientierenden Analyse und stellte folgendes fest:

	Stärkere Quelle im Schacht:	Schwächere Quelle im Stollen:
Temperatur	13,8° C.	12,1° C.
Trockenrückstand bei 105° .	3,166	2,452 gr i. L.
Glührückstand	2,996	2,244 „
Alkalinität als Ca CO ₃ . . .	0,375	0,290 „
Chlor als Chloride	1,400	0,945 „
Schwefelwasserstoff	60,6 cm ³	40,8 cm ³ „

Das Wasser beider Schächte war von einer gelbbraunen, schwefelhaltigen Algenschicht überdeckt und roch intensiv nach Schwefelwasserstoff.

Im Laufe des Monates April 1912 wurde durch die Firma Guggenbühl und Müller in Zürich mit der Neufassung der stärkeren Quelle begonnen. Der ausgemauerte Schacht wurde erweitert und vertieft. Eine Probe, erhoben am 2. Mai, als die Sole des alten Schachtes noch nicht erreicht war, zeigte einen Trockenrückstand von 3,117 gr und einen Schwefelwasserstoffgehalt von 46,76 cm³ im Liter.

Am 21. Mai war der erweiterte Schacht mit einer Grundfläche von 4 m² 8,6 m tief. Der Aushubschutt bestand aus Trümmern der mittleren Doggerschichten, aus blauem Ton und blauen oolithischen Kalken des Hauptrogensteins, ferner sandigen Kalken, die vermutlich aus den Blagdenischichten stammten. Anstehende Schichten wurden im Schacht nicht angetroffen. Aus der Schachtsohle traten hauptsächlich fünf Quelladern heraus; von vierten konnten mit Pipetten und einer Saugvorrichtung Einzelproben erhoben und Temperaturmessungen gemacht werden. (Die Quelläderchen seien in allen nachfolgenden Tabellen von Süd nach Nord numeriert.)

Quelladern	1	2	3	4
Temperatur	11,8°	14,8°	14,8°	12,6°
Trockenrückstand	1,938	2,708	2,714	1,010 gr i. L.
Glührückstand	1,852	2,578	2,578	0,976 „
Alkalinität	0,320	0,380	0,380	0,255 „
Schwefelwasserstoff	13,36	40,71	40,30	1,10 cm ³

Auffallend ist die große Verschiedenheit der Temperatur- und Gehaltszahlen der vier Quelladern, die auf einem so kleinen Raum, kaum 1,5 m auseinander, austreten.

Am 23., 27. und 29. Mai erhob und analysierte ich in ähnlicher Weise weitere Proben, während der Schacht um nur 1,5 m vertieft wurde. Ort und Zahl der Quellaustritte änderten sich dabei, sodaß die Nummern der Quelladern von verschiedenen Fassungsstagen sich nicht decken.

<i>Quelladern am 23. Mai:</i>	1	2	3	4	5	6
Temperatur	11,8	12,0	13,1	14,8	14,8	12,6
Trockenrückstand gr i. L.	0,800	1,120	1,355	2,173	2,080	1,070
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	17,9	24,5	29,64	46,44	45,50	3,72

<i>Quelladern am 27. Mai:</i>	1	2	3
Temperatur	14,9	(Konnte nicht	15,2
Trockenrückstand gr i. L.	3,442	ermittelt	3,656
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	45,9	werden.)	55,2

<i>Quelladern am 29. Mai:</i>	1	2	3
Temperatur	14,6	14,6	14,6
Trockenrückstand gr i. L.	3,172	2,960	2,760
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	53,5	51,5	49,5

Diese Zusammenstellung zeigt deutlich, daß ein Zusammenhang besteht zwischen Temperatur, Trockenrückstand und Schwefelwasserstoffgehalt des Wassers: je wärmer das Wasser, um so höher der Mineralstoffgehalt. Die äußern Quelladern zeigten immer die niedrigste Temperatur und auch den geringsten Gehalt; die mittlern erwiesen sich als die besten. Die zuerst beobachteten 5 und 6 Quelladern reduzierten sich bei weiterem Abteufen auf 3; der Mineralstoffgehalt nahm zu.

Wie läßt sich nun die auffallende Verschiedenheit der auf so kleinem Raume austretenden Quelläderchen erklären?

Ohne Zweifel steigt eine einzige, warme, sehr gehaltreiche Schwefelwasserstoff-Kochsalz-Quelle aus beträchtlicher Tiefe in die Höhe. Beim Übergang aus den festen Gesteinsschichten ins überlagernde Trümmersmaterial löst sie sich in einzelne Adern auf, denen sich seitlich zutretendes Süßwasser beimengt. Natürlich werden so die äußern Adern mehr Süßwasser aufnehmen als die innern, was durch obige Analysen auch festgestellt ist.

Die Proben vom 27. Mai mit 15,2° C., 3,656 gr Trockenrückstand und 55,2 cm³ Schwefelwasserstoff stellen in jeder Beziehung ein Maximum dar, was auf einen Stillstand der Grabarbeiten über die vorausgegangenen Pfingstfeiertage zurückzuführen ist. Unterdessen füllte sich der Schacht für längere Zeit vollständig mit Wasser. Der dadurch erhöhte Druck erschwerte dem Süßwasser den Eintritt in die Mineralwasserader,

während letztere, mit mehr hydrostatischem Druck aus großer Tiefe kommend, den höheren Wasserstand im Schacht kaum verspürte und das Süßwasser direkt zurückdrängte. Da die drei Proben unmittelbar nach Auspumpen des Schachtes erhoben wurden, hatte das Süßwasser noch nicht Zeit gefunden, sich wieder in dem Maße in die Mineralwasserader zu ergießen, wie es der plötzlich verminderte Druck erlaubt hätte.

Ein von mir empfohlenes Abteufen des Schachtes bis auf anstehende Felsschichten, wo man die Mineralquelle ohne Beimischung von Süßwasser hätte fassen können, unterblieb leider, da infolge anhaltenden Regenwetters der gewaltige Süßwasserandrang die Grabarbeiten außerordentlich erschwerte. Es wurden die zwei bedeutendsten Quelladern in zwei besondere Sammelschächte gefaßt, das Süßwasser durch einen dritten abgeleitet. Wasserproben vom 28. Juni, erhoben aus den schon 4 m weit aufgefüllten Sammelschächten ergaben folgenden Befund:

	Großer Schacht	Kleiner Schacht
Trockenrückstand gr i. L.	. 17,92	2,24
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	. 1,424	0,719

Die Qualität des Wassers ist also in beiden Schächten stark zurückgegangen; das Wasser im ehemaligen Seitenstollen der Fassung von 1865 hat den Mineralwassercharakter ganz verloren. Noch geringeren Mineralstoffgehalt zeigten Proben vom 2. Juli, erhoben aus den fast leer gepumpten Schächten. Sie wiesen Temperaturen von 11,6° und Trockenrückstände von 0,944—0,990 gr auf; Schwefelwasserstoff fehlte ganz. In einer am selben Tage aus dem halbgefüllten Schacht entnommenen Probe stellte ich dagegen 1,257 gr Trockenrückstand fest. Dieser Befund bestätigte also die Annahme, daß Absenken des Niveaus im Schacht, also Verminderung des Druckes, den Zutritt des Süßwassers erleichtert, Drucksteigerung ihn erschwert.

Am 11. Juli 1912 war der Mineralstoffgehalt im gefüllten großen Schacht auf 1,980 gr und der Schwefelwasserstoffgehalt auf 10 cm³ gestiegen. Dieses Ansteigen des Mineralstoffgehaltes dauerte an, auch als ein regelmäßiges Abpumpen zu Badezwecken begann.

Hier die Resultate einiger Analysen, die in der Folgezeit ausgeführt wurden:

<i>Proben vom 18. Sept. 1912:</i>	Großer Schacht	Kleiner Schacht	Abwasser-schacht
Trockenrückstand gr i. L.	2,902 gr	—	—
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	43,46 cm ³	—	—

<i>Proben vom 9. Nov. 1912:</i>	Großer Schacht	Kleiner Schacht	Abwasserschacht
Temperatur	14,4°	13,0°	13,8°
Trockenrückstand gr i. L.	2,770	0,879	2,524 gr
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	46,82	3,91	34,72 cm ³

Proben vom 15. Febr. 1913:

Temperatur	14,8°	12,9°	13,8°
Trockenrückstand gr i. L.	2,832	0,618	2,378 gr
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	50,72	Spur	42,11

Proben vom 6. Mai 1913:

Temperatur	14,8	—	—
Trockenrückstand gr i. L.	2,5309 gr	—	—
Schwefelwasserstoff ccm i. L.	47,71 cm ³	—	—

Aus den beiden Analysen vom 9. Nov. 1912 und 15. Febr. 1913 geht hervor, daß der zur Ableitung des Süßwassers gebaute Abwasserschacht im Winter, wo der Badebetrieb eingestellt war, nun auch das Mineralwasser ableitete und daß der kleine Mineralwasserschacht fast nur Süßwasser enthielt. Das unter größerem hydrostatischem Druck aufsteigende Mineralwasser hatte sich also unter der Sohle des Schachtes einen neuen Weg gesucht und durch den Abwasserschacht den niedrigsten Austritt gefunden.

Diese Verhältnisse bestanden auch noch im Sommer 1916, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht.

<i>Proben vom 16. Aug. 1916:</i>	Trockenrückstand gr im Liter	Schwefelwasserstoff in ccm im Liter
Großer Mineralwasserschacht		
oben	1,288	3,14
unten	2,344	32,48
Kleiner Mineralwasserschacht		
oben	0,552	keiner
unten	0,690	keiner
Abwasserschacht		
oben	1,806	25,31
unten	2,208	31,83

Eine größere Probe vom 6. Mai 1913 wurde genauer analysiert nach Treadwell, Lehrbuch der analytischen Chemie, und ergab folgenden Befund:

Feste Bestandteile im Liter Quellwasser.

A. Metalle oder *Kationen*:

Natrium	0,6412	gr
Kalium	0,1330	"
Ammonium	0,0015	"
Kalzium	0,1545	"
Magnesium	0,0446	"
Eisen	0,0028	"
Aluminium	0,0003	"

B. Säurereste oder *Anionen*:

Chlor (Cl)	0,9893	"
Schwefelsäure (SO ₄)	0,3032	"
Kieselsäure (Si O ₃)	0,0107	"
Kohlensäure (CO ₃)	0,2500	"
Phosphorsäure	Spur	

Summe 2,5311 gr

In Salzform ausgedrückt, wobei die Basen und Säuren in üblicher Weise gruppiert sind, ergeben sich folgende Zahlen:

Natriumchlorid (Na Cl)	1,6273	gr
Kaliumchlorid (K Cl)	0,0068	"
Kaliumsulfat (K ₂ SO ₄)	0,2882	"
Ammoniumsulfat (NH ₄) ₂ SO ₄	0,0056	"
Kalziumsulfat (Ca SO ₄)	0,1988	"
Kalziumkarbonat (Ca CO ₃)	0,2400	"
Magnesiumkarbonat (Mg CO ₃)	0,1543	"
Eisenoxyd (Fe ₂ O ₃)	0,0040	"
Aluminiumoxyd (Al ₂ O ₃)	0,0005	"
Kieselsäure (Si O ₂)	0,0084	"
Phosphorsäure (P ₂ O ₅)	Spur	

Außerdem enthielt das Wasser 47,71 ccm Schwefelwasserstoff im Liter bei 0° und 760 mm Druck.

Eine größere Probe vom 16. Aug. 1916 zeigte einen Trockenrückstand von 2,557 gr im Liter und wurde auf gebundene und freie Gase analysiert:

Bestimmung des Schwefelwasserstoffes durch Titration mit $\frac{1}{100}$ Jodlösung:

1000 cc Wasser brauchen 384 cc $\frac{1}{100}$ Jodlösung, das entspricht $384 \times 0,00017038$ gr = 0,06546 gr H₂ S oder, da ein ccm H₂ S 0,0015378 gr wiegt, 42,54 ccm Schwefelwasserstoff im Liter bei 0° und 760 mm.

Bestimmung der Gesamtkohlensäure nach der Seite 11 beschriebenen Methode. Als Mittel von 4 Bestimmungen wurde gefunden:

0,4028 gr CO₂ = 203,8 cc bei 0° und 760 mm im Liter Wasser.

Bestimmung von Sauerstoff und Stickstoff nach der Seite 12 erwähnten Methode:

Sauerstoff war abwesend;

Stickstoff 20,06 cc bei 0° und 760 mm im Liter Wasser.

Die folgende Tabelle gibt wieder eine Zusammenstellung der 3 seit dem Jahre 1831 ausgeführten Analysen des Schwefelwassers. Die frühern Analysen wurden auf Metalle und Säurereste umgerechnet:

Feste Bestandteile.

		Aeschbach 1831	Bolley 1865	Hartmann 1913
<i>Metalle:</i>				
Kalzium	gr i. L.	0,1182	0,1370	0,1545
Magnesium	"	0,0271	0,0591	0,0446
Kalium	"	—	0,5475	0,1330
Natrium	"	0,5990	1,1900	0,6412
Ammonium	"	—	—	0,0015
Aluminium	"	—	0,0069	0,0003
Eisen	"	—	0,0048	0,0028
<i>Säurereste von:</i>				
Schwefelsäure	"	0,1933	0,3699	0,3032
Chlor	"	0,9364	1,8300	0,9893
Kohlensäure	"	0,1110	0,3612	0,2500
Kieselsäure	"	0,0010	0,0226	0,0107
Thioschwefelsäure und Schwefel	"	—	0,1558	—
Phosphorsäure	"	—	Spur	Spur
Summe fester Bestandteile		1,9860	4,6848	2,5311
Gase gelöst.				
Kohlendioxyd	cc i. L.	111,5	198,37	203,8
Schwefelwasserstoff	"	45,7	59,3	47,71
Stickstoff	"	27,6	—	20,06

Die große Verschiedenheit der drei Analysen der Schwefelwasserstoffquelle ist sehr wahrscheinlich nicht auf eine Änderung des primären Mineralwassers, sondern auf eine mehr oder weniger große Süßwasserbeimischung zurückzuführen. Die vielen Analysen während der Neufassung 1912 haben bewiesen, wie sehr der Mineralstoffgehalt vom Süßwasserandrang und der Art

der Fassung abhängt. Bei einer gründlichen Neufassung in einer trockenen Jahreszeit wäre der hohe Gehalt des Jahres 1865 auch wieder erreichbar. Auch jetzt übertrifft diese Quelle an Kochsalzgehalt die Schinznacher Therme und an Schwefelwasserstoffgehalt die Badener Therme bedeutend. Nach der Untersuchung von Prof. A. Schweitzer weist sie eine Radioaktivität von 4,11 Mache-Einheiten auf.

Herkunft der Lostorfer Mineralquellen.

(Siehe geologisches Profil.)

Es ist naheliegend, daß man früher als Einzugsgebiet der im Talkessel entspringenden Quellen den nördlich davon gelegenen Berg des *Bann* annahm. Diese Bergmasse besteht vorwiegend aus oolithischen, zerklüfteten und somit durchlässigen Schichten des mittleren Doggers, die auf den mächtigen undurchlässigen Opalinustonen aufruhem. Alle diese Schichten fallen etwa parallel der Bergoberfläche nach Süden. Ihre Streichrichtung stimmt überein mit derjenigen des dortigen Jurateils (WSW—ENE). Der Geologe Casimir Mösch schreibt über die Herkunft der Quellen:*

„Der Reichtum der Opalinusschichten an Quellen ist bekannt; alles Wasser, welches sich auf den Oolithen niederschlägt, sammelt sich auf den Opalinusschichten. Hier entspringen auch sog. Schwefelquellen durch Zersetzung des Schwefelkieses, dahin gehört z. B. die Heilquelle des Bades Lostorf. Wunder aber wirkt nur der feste Glaube.“

Diese Auffassung über den Ursprung der Quellen kann nicht richtig sein. Gegen sie sprechen eine Reihe geologischer und besonders chemischer Tatsachen. Von den sehr vielen und teilweise großen Doggerquellen des östlichen Juras führt keine einzige Schwefelwasserstoff oder gar Kochsalz haltendes Wasser. Das in den Doggerschichten reichlich vorkommende Schwefeleisen ist im Wasser nicht löslich und eine Bildung von Schwefelwasserstoff ohne Mitwirkung starker Säuren ist nicht denkbar. Das Schwefeleisen zersetzt sich nur unter Einwirkung von Sauerstoff; dabei entsteht Eisenoxyd und Schwefeldioxyd, das meistens in Schwefelsäure übergeht und mit vorhandenem kohlensaurem Kalk Gips bildet. Diese Oxydation von Schwefeleisen

* C. Mösch, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. 4. Lieferung. 1867. S. 69.

ist besonders intensiv, wenn aus dem Berginnern Pyrit haltende Mergel an die Oberfläche gefördert werden. An warmen Tagen kann auf solchen Mergelhaufen Schwefeldioxyd direkt am Geruch wahrgenommen werden.* Nie aber entsteht dabei Schwefelwasserstoff. Die Quellen können somit nicht aus den Doggerschichten stammen.

Die auffallendste Eigenschaft der Lostorfer Mineralquellen ist ohne Zweifel der hohe Mineralstoffgehalt, und dessen Herkunft wird besonders interessieren. **Die Bildung von Schwefelwasserstoff ist in der Natur** sehr mannigfaltig und häufig, das Auftreten von Schwefelwasserstoffquellen aber selten. Fast alle Bakterien entwickeln aus Eiweißen und eiweißähnlichen Substanzen Schwefelwasserstoff als ständiges Fäulnisprodukt; viele bilden ihn aus Sulfit und Thiosulfat, und einige vermögen sogar den elementaren Schwefel in Schwefelwasserstoff überzuführen. Diese drei Bildungsarten können aber für die Lostorfer, Schinznacher und Badener Schwefelwasserstoffquelle nicht in Frage kommen, denn es fehlen den Gesteinen des Juragebirges eiweißartige Substanzen, Sulfit, Thiosulfate und primärer elementarer Schwefel. Die drei genannten Quellen enthalten auch nur minimale Mengen organischer Substanz, sodaß eine Entstehung des Schwefelwasserstoffes aus organischem Material von vornherein ausgeschlossen ist. *Der Schwefelwasserstoff der drei Quellen kann nur durch Reduktion der Sulfate entstanden sein.* Dafür spricht auch die Tatsache, daß alle drei neben Schwefelwasserstoff noch beträchtliche Mengen unzersetzter Sulfate enthalten. Über die Reduktion derselben in natürlichen Wässern haben bakteriologische Untersuchungen Aufschluß gegeben.**

Man kennt zur Zeit eine, höchstens zwei Arten von Sulfat reduzierenden Bakterien, nämlich *Spirillum de sulfuricans* (Beijerinck) und event. *Mikrospira aestuarii* (van Delden). Die erste Art wurde in vielen Schwefelwässern, in Schmutzwässern, Seeschlamm, Meersand gefunden und entwickelt sich besonders leicht bei Gegenwart von Bakterien aus der Colligruppe. Diese Sulfat reduzierenden Bakterien sind streng anaërob, d. h. sie leben nur bei völliger Abwesenheit von Sauerstoff. Sie gedeihen bei Zimmertemperatur langsam, am besten bei 25°, ertragen noch Temperaturen von 30—37°.

* Beobachtet an einem Stollenausbruch über dem Bözbergtunnel.

** Vergleiche A. Bank, Dissertation, Zürich 1907; Beijerinck: Centralblatt für Bakteriologie, Band I 49 VI, 844; van Delden: Centralblatt für Bakteriologie, Band XI, 81.

Nord

Süd

Leutschenberg
926

Bain
827

Kesselmatte
673

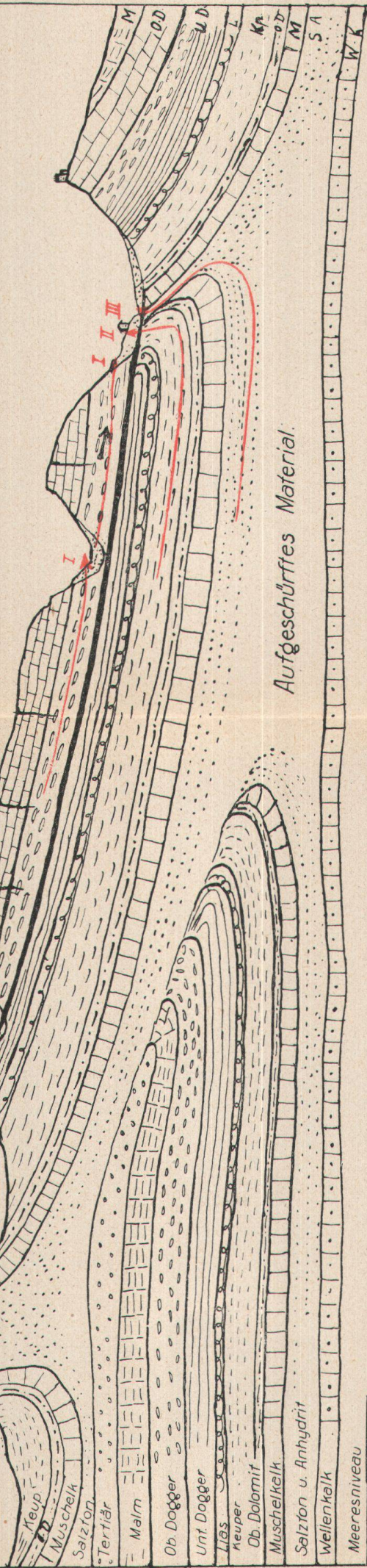
Rutschfläche

Falkenstein-
weiher
579

Ml. Kastei
677

Schloss Wartenfels
625

Bad Lostorf



Querschnitt durch den Jura bei Lostorf.

Masstab 1:10000

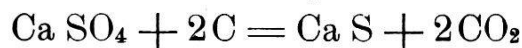


- I Falkensteinquellen.
- II Gypsquelle
- III Schwefelwasserstoffquelle

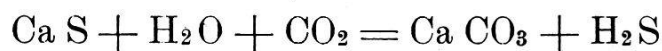
Gez. von A. HARTMANN:

Die Sulfatreduktion ist noch nicht in allen Einzelheiten aufgeklärt. Wahrscheinlich ist sie eine direkte Funktion des Protoplasmas und geht ohne Mithilfe von Stoffwechselprodukten wie nascenten Wasserstoffes und anderer Reduktionsmittel vor sich. Dafür sprechen die Tatsachen, daß nascenter Wasserstoff in wässriger Lösung Sulfate nicht reduziert, ebenso wenig abgetötete Kulturen oder durch Tonfilter keimfrei gemachte Kulturflüssigkeiten, in denen noch die Stoffwechselprodukte der Bakterien vorhanden sind.

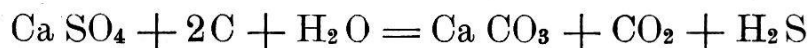
Die Schwefelwasserstoffbildung kann durch folgende chemische Gleichung ausgedrückt werden, wobei an Stelle der lebenden organischen Protoplasmasubstanz der Einfachheit halber Kohlenstoff als Reduktionsmittel gesetzt wird.



Das Kalziumsulfid setzt sich dann mit der Kohlensäure um zu Kalziumkarbonat und Schwefelwasserstoff:



oder durch Addition:



Nun gibt es aber sehr viele Gipsquellen im Jura, die frei sind von Schwefelwasserstoff und doch gesättigte Gipslösungen darstellen. Warum findet hier keine Schwefelwasserstoffbildung statt?

Die Gips reduzierenden, also Schwefelwasserstoff bildenden Bakterien sind alle anaërob, d. h. leben in Medien ohne freien Sauerstoff und verschaffen sich den letzteren durch Zersetzung von Sauerstoff haltenden Substanzen, z. B. von Gips. Wasser mit freiem Sauerstoff ist ihnen nicht zuträglich und würde auch den gebildeten Schwefelwasserstoff sofort wieder oxydieren. Die meisten Gipsquellen führen nun sauerstoffreiches Wasser, weil das mit Sauerstoff gesättigte Hydrometeorwasser durch den ebenfalls freien Sauerstoff haltenden Boden fließt und oft, ohne lange in der Erde zu verweilen, wieder als Quelle austritt. Nur in seltenen Fällen muß das Wasser, den Schichten folgend, tief in die Erde eindringen, erwärmt sich, gibt den freien Sauerstoff an organische Substanzen ab und bietet jetzt den reduzierenden Bakterien günstige Lebensbedingungen. — Auf diese Art ist die Entstehung der Schwefelwasserstoffquellen zu erklären.

Aus der Temperatur der beiden Lostorfer Quellen, die ca. 8° höher ist als die mittlere Temperatur des Ortes, kann man schließen, daß sie aus beträchtlicher Tiefe kommen. Diese berechnet sich zu $8 \times 30 \text{ m}$ (geothermische Tiefenstufe) = 240 m,

wenn man annimmt, daß beim Aufstieg keine Abkühlung stattfindet. In Wirklichkeit ist aber die Abkühlung bedeutend und hängt besonders noch ab vom Erguß, indem eine schwächere Quelle sich mehr abkühlt als eine stärkere. Nun ist bei ungefähr gleicher Austrittstemperatur beider Quellen der Erguß der Schwefelquelle etwa 30 Mal geringer als der der Gipsquelle; also muß die Schwefelquelle aus viel größerer Tiefe kommen als die Gipsquelle. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht auch das Vorhandensein von viel Schwefelwasserstoff und der Chlornatriumgehalt der Schwefelquelle. Dieser betrug 1865 3,02‰ und 1913 noch 1,6‰. Sämtliche Quellen des nordschweizerischen Tertiärs, der Juraformation, selbst des Keupers und Muschelkalkes enthalten nur Spuren von Chlor, in der Regel 3—6 Milligramm im Liter, also 200—400 Mal weniger, als die Lostorfer Schwefelwasserstoffquelle. Diese kann also keiner der genannten Formationen entstammen. Als einziges Salz führendes Sediment kennt man in der Nordschweiz die unter dem Muschelkalk gelegene Salzton- und Anhydritgruppe der mittleren Triasformation. In derselben liegen auch alle Salzlager am Rhein und aus ihr kommt die interessante Salzquelle im Sulztal. Mit der Salzton- und Anhydritgruppe muß also die Schwefelwasserstoffquelle in Berührung stehen. Diese Formation ist aber weder in Lostorf, noch östlich oder westlich davon in der Streichrichtung der Schichten anstehend, wohl aber nördlich des Bannwaldes in der Triasschuppenzone des Leutschenberges und Fluhberges zwischen Zeglingen—Rohr und Kienberg. Dort einsickerndes Wasser muß, den Schichten folgend, unter der Synklinale von Burg, Bannwald und Altenbrunnen hindurch, löst Gips und Spuren von Kochsalz auf, trifft günstige Bedingungen für Schwefelwasserstoffbildung und steigt im Talkessel von Lostorf als Subtherme empor. Dort findet diese den tiefsten Austritt im ganzen Gebiet, weil der Lostorfer Bach in die südliche Juraantiklinale eine tiefe Klus eingefressen und sogar die obersten Triasschichten entblößt, sehr wahrscheinlich auch die untern, jetzt vom Dogger wieder zugedeckten Triasschichten angeschnitten hat.

Es ist unwahrscheinlich, daß das Sammelgebiet der Schwefelquelle östlich oder westlich von Lostorf in der Streichrichtung der Schichten sei, denn man könnte nicht einsehen, warum das Wasser in so große Tiefe sickern würde, um an anderer Stelle der im Streichen und Fallen gleichbleibenden Schicht wieder aufzusteigen. — Die gleichen Überlegungen gelten auch

für die Lostorfer Gipsquelle; diese entstammt ohne Zweifel der über dem Muschelkalk gelegenen Keuperformation, und ihr Einzugsgebiet liegt ebenfalls im oben genannten Triasschuppenzug nördlich des Bannwaldes. Da also das Wasser nicht so tief einzusickern braucht, erwärmt es sich nicht so stark und findet weder Kochsalz noch die Bedingungen für Schwefelwasserstoffbildung. Die geringen Schwankungen im Mineralstoffgehalt, die Gleichmäßigkeit in Erguß und Temperatur und der Umstand, daß die Quelle nie trüb zu Tage tritt, sprechen dafür, daß sie aus den oben genannten Schichten im Norden und nicht etwa aus den östlich und westlich von Lostorf anstehenden Keuperschichten stammt.

Herkunft anderer Mineralquellen des Juragebirges.

Die Mineralquellen von Lostorf sind nicht eine einzeln dastehende Erscheinung im östlichen Jura; ihr Auftreten ist gesetzmäßig, denn überall da, wo die Triasschichten des Kettenjuras durch Klusen tief angeschnitten sind, treten warme, mineralstoffreiche Quellen zu Tage, die Kochsalz, Gips und Schwefelwasserstoff einzeln oder neben einander enthalten. Die wichtigsten dahin gehörenden Quellen sind mit ihren wesentlichsten Daten in folgender Tabelle zusammengestellt:

Ort des Quellaustrittes	Erguss in Minuten- litern	Tempe- ratur in Celsius	Trocken- rückstand Gramm im Liter	Chemische Charakteristik
Thermalquelle Baden . . .	700	46,9	4,3466	Chlornatrium, Gips wenig, Schwefelwasserstoff
Thermalquelle Schinznach	1400	34,3	3,1211	Gips und viel Schwefel- wasserstoff
Warmbach Schinznach-Dorf	1200	12,6	0,623	Gips
Talbachbrunnen Schinznach- Dorf	40	—	1,605	Gips
Dorfbrunnen von Asp . . .	100	12,6	0,614	Gips
Oberdorfbrunnen Asp . . .	30	—	2,484	Gips
Quelle i. Tal südl. Densbüren	100	12,2	1,348	Gips
Quelle am Benken	300	14	0,610	Gips
St. Laurenzenbad	200?	17?	0,445	Gips
Lostorfer Schwefelwasser- stoffquelle	5—10	15,2	3,656	Chlornatrium, viel Schwe- felwasserstoff, etwas Gips
Lostorfer Gipsquelle	200	15,3	0,986	Gips

Alle diese Quellen zeichnen sich aus durch erhöhte Temperatur, sie sind Thermen oder Subthermen. Drei davon enthalten Schwefelwasserstoff. Die Therme von Schinznach ist sogar die stärkste Schwefelwasserstoffquelle des Kontinentes, die Quelle von Lostorf die zweitstärkste. Zwei Quellen, diejenigen von Baden und Lostorf, enthalten wesentliche Mengen von Chlornatrium und waren auch aus diesem Grunde schon früh als Heilquellen bekannt. Über den Ursprung der berühmten Thermen von Baden und Schinznach bestehen zwei verschiedene Ansichten. Nach F. Mühlberg stammt das Thermalwasser beider Quellen aus dem westlich der Quellen gelegenen Juragebiet; nach Albert Heim aus den Alpen. Für die letzte Auffassung über die Herkunft sprechen besonders die hohe Temperatur der beiden Quellen, die geringen Ergußschwankungen (nur 8–40% des Mittelwassers) und die Tatsachen, daß der Pegelstand des Flußwassers keinen Einfluß auf die Quellen ausübt und Schwankungen in der Regenmenge sich bei der Badener Quellgruppe erst nach einem Jahre bemerkbar machen. Das in der Triaszone der Alpen (hinteres Glarnerland, Nordseite des Maderanertales) einsickernde Wasser müßte, den Triaschichten folgend, ca. 2000 m tief unter dem Schweiz. Mittellande hindurch fließen, würde sich dabei auf ca. 70° erwärmen und dann beim Aufstieg in Baden sich auf 46° und in Schinznach auf 34,3° abkühlen. Die Orte, wo die beiden Quellen heute austreten, stellen die tiefst gelegenen Punkte dar, wo das in der alpinen Trias einsickernde Wasser nordwärts der Alpen wieder austreten kann, weil hier die Flüsse Limmat und Aare die Juraantiklinale der Lägernkette bis auf die Trias aufgerissen haben. Nördlich Mülligen-Birmenstorf im Reußtale sollte man allerdings ebenfalls solche Thermen erwarten; es ist auch möglich, daß sie aus dem Muschelkalk austreten, aber in den mächtigen die Trias überlagernden glacialen Ablagerungen sich dem Grundwasserstrom des Tales beimischen und so nicht wahrgenommen werden.

In Temperatur und Gehalt des Badener und Schinznacher Mineralwassers sind zwar große Differenzen. Das 46,9° warme Badener Wasser enthält viel Natriumchlorid und nur Spuren von Schwefelwasserstoff; das 34,3° warme Schinznacher Wasser dagegen wenig Natriumchlorid und sehr viel Schwefelwasserstoff. Es ist daher außer Zweifel, daß beide Quellen getrennten Adersystemen entsteigen. Wir müssen wohl annehmen, daß das Wasser von den Alpen weg in nördlicher Richtung fließt und

somit sich auch von Süden her der genau West—Ost verlaufenden Lägernfalte nähert. Dann treffen die beiden Adersysteme verschiedene Verhältnisse an. Da der Lägernfalte bei Baden nur die sehr flache Neuenhofantiklinale vorgelagert ist, steigt das heiße Wasser unvermittelt auf, kühlt sich verhältnismäßig wenig ab und bietet den sulfatreduzierenden Bakterien wegen der zu hohen Temperatur und des hohen Kohlensäuregehaltes wenig günstige Lebensbedingungen, folglich enthält das Wasser die Sulfate unzersetzt und nur Spuren von Schwefelwasserstoff. Der Linnberg-Habsburgantiklinale bei Schinznach ist in südlicher Richtung die relativ hohe Kestenbergantiklinale vorgelagert, unter der das Wasser mit den Triasschichten bis einige Hundert Meter unter die Terrainoberfläche steigt, um dann in der Birrfeldsynklinale noch einmal etwas abzusinken. Die Temperatur erniedrigt sich dabei bedeutend, und die sulfatbildenden Mikroorganismen finden viel günstigere Lebensbedingungen. Der Gips wird zu einem großen Teil reduziert und das Schinznacher Wasser ist sehr schwefelwasserstoffreich, aber viel weniger warm als das Badener Wasser. Der Unterschied im Kochsalzgehalt ist wohl darauf zurückzuführen, daß die viel größere Schinznacher Therme den im Boden vorhandenen Salzvorrat schon ausgelaugt hat.

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Thermen von Baden und Schinznach sind die gesetzmäßigen Folgen des Durchfließens des Wassers unter der zwischen Alpen und Jura gelegenen großen Synklinale des Schweiz. Mittellandes; ihre Differenzen sind bedingt durch die verschiedene Art des Wasseraufstieges und Quellaustrittes. Analog verdankt auch die Lostorfer Schwefelquelle ihre Thermalität, ihren Salz- und Schwefelwasserstoffgehalt der *Synklinale des Bannwaldes*. *Nur wenn das Wasser vom Einsickerungsgebiet bis zum Quellaustritt gezwungen ist, durch eine Synklinale tief in den Boden zu fließen, kann es den Sauerstoff verlieren und eine sulfatreduzierende Flora erhalten, wie das bei allen drei Quellen von Baden, Schinznach und Lostorf der Fall ist* Weil bei den ersten beiden Quellen die Verhältnisse viel größer sind und die Synkline tiefer, sind die Quellen viel größer und ihre Temperaturen viel höher.

Die andern oben angeführten gipsführenden Triasquellen des Juragebirges sind frei von Schwefelwasserstoff, weil bei ihnen allen das Wasser nicht gezwungen ist, eine tiefe Synklinale zu durchfließen.

Alle die genannten Quellen treten direkt aus den anstehen-

den Triasschichten, Keuper oder Muschelkalk, zu Tage. Eine Ausnahme machen einzig die Quellen von Lostorf. Beide treten merkwürdigerweise aus Doggerschutt heraus. In den Quellschächten fand ich keine anstehenden Schichten. Ca. 50 m nördlich derselben finden sich anstehende, nach Süden fallende Schichten des mittleren Doggers, die nicht mehr zur Dottenberg-Rebenfluh-, sondern zur folgenden Antiklinale gehören. 500 m östlich des Bades, im Raintal und etwa 50 m über dem Austritt der Schwefelquelle tritt der Keuper zu Tage, der die Unterlage des Wiesenzuges bildet vom Raintal über den Sattel nach der Schleife und der Klus von Rohr. In diesem Keuper kommt sogar oben auf dem Sattel eine Gipsgrube vor und unweit davon eine mit Gips gesättigte Quelle. Auch 1000 m westlich vom Bade, nördlich der Schloßweid, ist Keuper und sogar Muschelkalk der Dottenbergantiklinale anstehend und steil aufgerichtet. Die Verbindungslinie von diesen Triasschichten zu ihrer natürlichen Fortsetzung im Raintal östlich des Bades führt genau über das Bad und die dortigen Doggerfelsen.

Wie kommt es, daß im Talkessel von Lostorf an Stelle der zu erwartenden Triasschichten Doggerschutt und sogar anstehende Doggerfelsen liegen und die beiden typischen Triasquellen aus Doggermaterial austreten?

Diese merkwürdige Tatsache ist erklärlich durch einen großen Bergrutsch, der mit den Quellen in direktem Zusammenhange steht und wohl eine der gewaltigsten Bewegungen im Juragebirge darstellt seit dessen Aufstauung.

Der Bergrutsch von Lostorf.

Die durch sanfte Linien gezeichnete Silhouette des östlichen Juras zeigt hinter Lostorf eine von weitem sichtbare, merkwürdige Einsenkung, die im Gebirgsbau ihre Erklärung finden muß. Die Horizontlinie bildet den wagrechten Kamm der Burgfluh, bricht östlich vom Burgkopf jäh ca. 70 m ab, erhebt sich wenig in einem flach nach oben gekrümmten Bögen und steigt ca. 1000 m östlich sehr steil wieder auf die frühere Höhe an zum Kamm des Wallmattberges. Vom Burgkopf aus zieht sich genau in südlicher Richtung ein scharfer Schichtabbruch, der eine ca. 50 m hohe Felswand bildet und im obern Teil aus Hauptrogenstein, im untern Teil westlich Burg auch aus unterm Malm besteht. Die Schichtpakete sind wie mit einem Messer

durchschnitten, und die Schnittlinie ist durch den tiefen, von weitem sichtbaren Burggraben und seine nördliche Verlängerung dargestellt. Dieser ist mit Doggertrümmern erfüllt und weist auf einer Breite von 100—150 m keine anstehenden Schichten auf.

Vom östlichen Knick der Kammlinie aus zieht sich ein ähnlicher, nur weniger ausgeprägter Abrißrand in südsüdöstlicher Richtung abwärts vom *Tannwald* gegen *Altenbrunnen*. Am höhern östlichen Ufer sind obere Doggerschichten, Haupttrogenstein und Spatkalk in unveränderter Lage anstehend. Wieder zieht sich eine Trümmerzone bis hinunter gegen *Wetterbühl*. Zwischen den beiden durch Abbruchränder und Trümmerzonen kenntlichen Abscherungslinien liegt der bewaldete Hang des *Falkensteinbannes*, bestehend aus normal nach Süden fallenden Doggerschichten.

Nördlich des eingesenkten Kammes und genau von einem Abrißrand zum andern zieht sich die Isoklinalmulde der *Kessel-matt*. Der bewaldete Südhang derselben besteht aus den Schichtköpfen des mittleren Doggers, der mit Wiesen bedeckte Nordhang aus den Mergeln und Tonen der Murchinsonay- und Opalinusschichten. Im Osten und Westen ist die Mulde durch anstehenden, nach Süden fallenden Fels abgeschlossen; sie ist abflußlos, zeigt keine Dolinen und kann weder durch chemische noch durch mechanische Erosion entstanden sein. Ihre Entstehung kann nur durch einen Bergrutsch erklärt werden. Ein Rutsch der Bergkante nach Norden senkrecht zu den Schichtflächen ist bei der geringen Böschung ausgeschlossen; auch zeigen die flachen Gräthen des Gryphitenkalkes und Keuperdolomites und des Muschelkalkkammes im *Leimenrain* und *Sod* keine Ausbiegung oder Schichtverschiebung nach Norden.

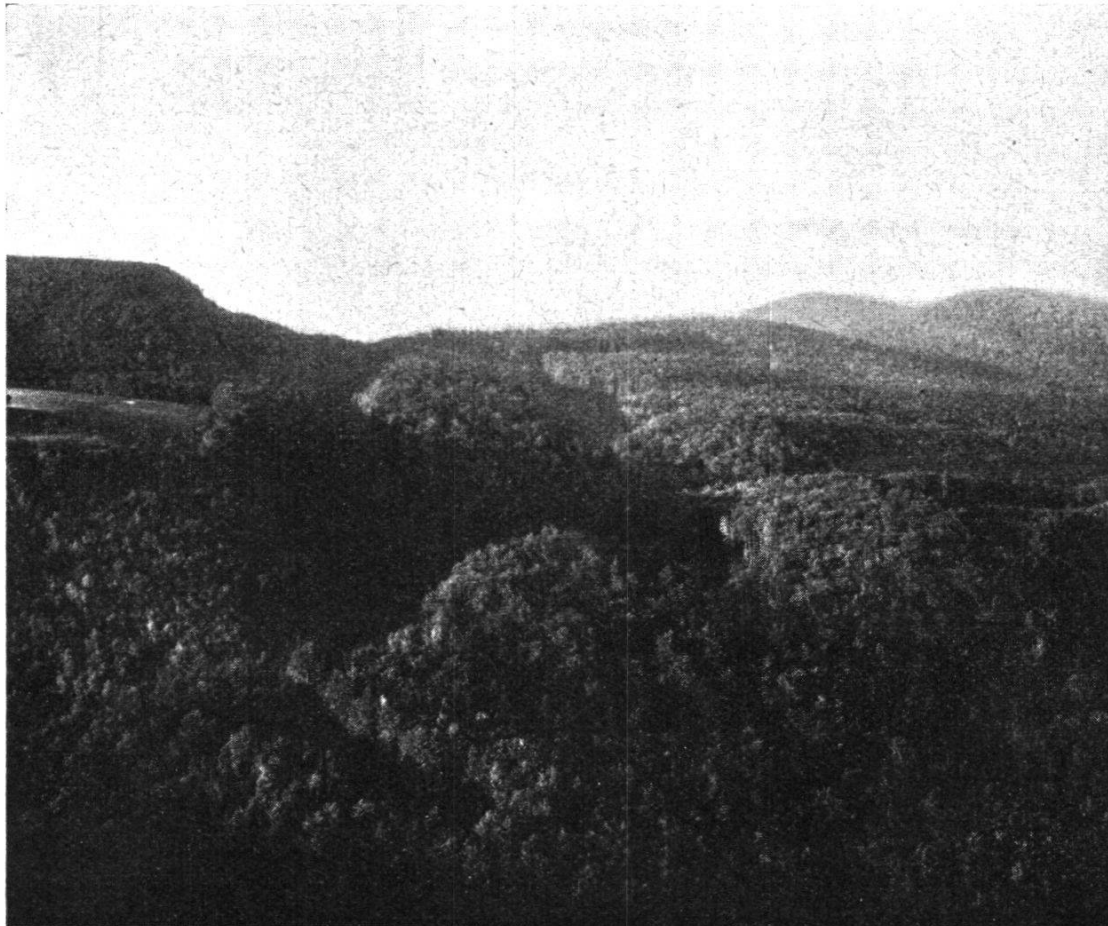
Es muß somit das ganze Schichtpaket des Falkensteinbannes zwischen den oben genannten Abrißrändern parallel der Schichtung nach Süden gerutscht sein.

Als Gleitfläche dienten die Mergel des untern Doggers, die nach Durchnässung ein sehr schlipfriges Material bilden und im Ostjura schon sehr viele Erdrutsche verursacht haben. Die Neigung der Rutschfläche betrug ca. 12 Grad.

Die Bergmasse rutschte in südöstlicher Richtung, um ca. 100 bis 150 m auf der wenig geneigten Unterlage; die Bewegung war ohne Zweifel langsam, ein Bergrutsch, nicht ein Bergsturz. Die bewegte Scholle mag eine Oberfläche von 1,500,000 m² und eine Dicke von mindetens 100 m besitzen, was einem Inhalt

von 150,000,000 m³ entspricht, der ein Gewicht von 350,000,000 Tonnen repräsentiert. Zum Vergleiche einige bekannte Bergstürze:

	Bergsturzmasse	Böschung
Airolo	300,000 m ³	23°
Elm	11,000,000 m ³	16°
Goldau	30,000,000 m ³	12°
Lostorf	150,000,000 m ³	12°



Rutschgebiet des Falkensteinbannes
vom Dottenberg gesehen. Links doppelter Abrissrand vom Burgkopf zum Burggraben,
rechts Abrissrand vor dem Wallmattberg. Querstreifen durch West—Ostbrüche der
gesunkenen Scholle bedingt. Phot. A. Hartmann. Sept. 1916

Die Tafel war am Südende breiter als am Nordende, sodaß keine scherenden Kräfte die Bewegung hemmten.

Die Rutschung kann frühestens nach der zweiten Vergletscherung unseres Landes erfolgt sein, nachdem eine kräftige Erosion den Talkessel von Lostorf erweitert und bis auf die Triasformation vertieft hatte. Dieser Erosion, an der sich ohne Zweifel die damals schon bestehenden Mineralquellen beteiligten, war auch die südliche Verlängerung der gerutschten

Doggerschichten anheimgefallen. Ein tiefes Erosionstälchen zog sich von der Klus aus in nordöstlicher Richtung. Beim Berg-rutsch schob sich die Felsmasse von Nordwesten her in den untern Teil dieses Tälchens hinein und es entstand die eigenartige Vertiefung von *Altenbrunnen*, die genau dem Oberteil eines Erosionstälchens entspricht.

Die gerutschte Masse ist besonders im südlichen Teil mehrmals gebrochen. In westöstlicher Richtung zieht sich ein großer Riß, in dem die Falkensteinquellen entspringen und die Falken-



Isoklinalmulde der Kesselmatt

vom Leutschenberg gesehen. Durch Abrutschen des Falkensteinbannes nach Süden entstanden.
Phot. A. Hartmann. Aug. 1916

steinweiher liegen. Eine große Scholle südlich des Falkenstein-tälchens ist durch mehrere Nord—Süd verlaufende Brüche in Teilschollen zerschnitten, die sich als „Kleiner und Großer Kastell“ hinter dem Bad Lostorf zu Höhen von 677 m und 713 m erheben.

(Siehe beigeheftetes Profil.)

Weitere Quellen im Talkessel von Lostorf.

Außer den beschriebenen Mineralquellen finden sich in der Nähe des Bades noch einige Quellen, die wegen ihres Mineralstoffgehaltes oder der Art ihres Austrittes einiges Interesse beanspruchen. Oben im Raintal, beinahe auf der Sattelhöhe, konstatierte ich eine Keuperquelle, von der eine Probe vom 2. Mai einen Trockenrückstand von 2,250 gr zeigte und somit eine beinahe gesättigte Gipslösung darstellte. Solche Quellen bilden sich vereinzelt in der Keuperformation und werden z. B. in Asp und Schinznach ohne besondern Nachteil als Trinkwasser verwendet; sie enthalten etwa doppelt so viel Mineralstoff wie das bekannte Eptinger Mineralwasser. Diese Gipswässer hinterlassen beim langsamen Eindampfen in einer flachen Schale schöne Kristallnadeln von blendend weißem Gips, geben mit Soda oder Seife starke Niederschläge, greifen Eisen heftig an. Die Raintalquelle lieferte damals nur wenige Minutenliter und wird in trockenen Zeiten ganz versiegen. Auch ihr Gipsgehalt schwankt stark mit den Niederschlägen. Eine am 27. Mai nach heftigem Regen gefaßte Probe zeigte nur noch 1,586 gr Trockenrückstand.

Wenige Meter von dieser Gipsquelle entfernt entspringt ein Quellchen, vermutlich aus dem Lias, das nur Spuren von Gips führt und 0,372 Trockenrückstand aufweist. Eine weitere kleine Quelle tritt aus den untern Malmschichten im obern Teil der Matten von Altenbrunnen nördlich des Raintals; ihr 0,274 gr betragender Trockenrückstand besteht fast nur aus Kalziumkarbonat. Die Verschiedenheit der Bodenart verschiedener geologischer Formationen kommt also auch in den daraus entspringenden Quellwässern zum Ausdruck.

Eine ganze Reihe von Doggerquellen entspringen westlich des Bades auf dem Wege nach der Frohburg; sie sind teilweise gefaßt und als Trinkwasser für Bad und Gemeinde Lostorf verwendet. Das Trinkwasser des Bades ergab am 2. Mai 1912 folgende Analysenresultate:

Trockenrückstand	213	Milligramm	im	Liter
Glührückstand	199	"	"	"
Alkalinität als Ca CO ₃	155	"	"	"
Chlor als Chloride	4	"	"	"
Organische Stoffe	11,2	"	"	"
Freies Ammoniak	0,01	"	"	"
Albuminöi des Ammoniak	0,012	"	"	"
Eisen- u. Schwefelverbindungen	Spur			
Salpeter und salpetrige Säure .	keine			

Diese Doggerquelle liefert also ein sehr reines Trinkwasser von mittlerer Härte.

Von besonderem Interesse sind die zahlreichen prächtigen Quellen im Falkensteintälchen. Dort sprudeln in hohem Tannenswalde wenige Schritte von einander entfernt fünf große Quellen unter moosigen Blöcken hervor. Ihr Wasser, einige Hundert Minutenliter, vereinigt sich mit einer weiter östlich entspringenden ähnlichen Quellgruppe, staut sich in den Falkensteinweihern und verschwindet an deren Ostende auf einem Raum von wenigen Quadratmetern wieder in den felsigen Untergrund, so unvermittelt wie es erschienen ist. Bei den obersten Häusern des Lostorfer Talkessels tritt es als sprudelndes Bächlein abermals ans Tageslicht und wird teilweise zu Trinkzwecken verwendet.

Das Sammelgebiet dieser wohl einzigartigen Falkensteinquellen bildet die gerutschte Doggermasse des Banntwaldes und die Isoklinalmulde der Kesselmatt. Dieses bewaldete, von Siedelungen freie Gelände, verbürgt reines Trinkwasser, das zur Versorgung einiger Ortschaften hinreichen würde.

Der Quellenreichtum des Lostorfer Talkessels steht wohl einzig da. Jede Formation, vom Malm bis hinunter zum Salztou unter dem Muschelkalk, liefert ihr charakteristisches Wasserlein; am Zustandekommen des gewaltigen Bergrutsches haben sie mitgeholfen und seit Jahrhunderten Kranken und Gesunden ihren Segen gespendet.

Benutzte Literatur außer der oben schon erwähnten:

- F. Mühlberg.* — Geolog. Karten des östlichen Juras mit Erläuterungen.
Einige das Bad Lostorf betreffende Akten der Kantonsbibliothek Solothurn.
Einige Prospekte des Bades Lostorf.
F. P. Treadwell. — Chemische Untersuchung der Thermen Baden und Schinznach.
Meyer-Ahrens. — Die Heilquellen und Kurorte der Schweiz.
Ad. Hartmann. — Herkunft und Chemismus der Thermen von Baden und Schinznach. (Schweiz. Wochenschrift für Chemie und Pharmacie 1909.)