

**Zeitschrift:** Schweizer Schule  
**Herausgeber:** Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz  
**Band:** 42 (1955)  
**Heft:** 23: Wirtschaft und Schule ; Für das Leben lernen wir ; Das gebändigte Magma ; Für die Lehrerinnen

**Artikel:** Das gebändigte Magma  
**Autor:** Bögli, Alfred  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-538917>

### **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

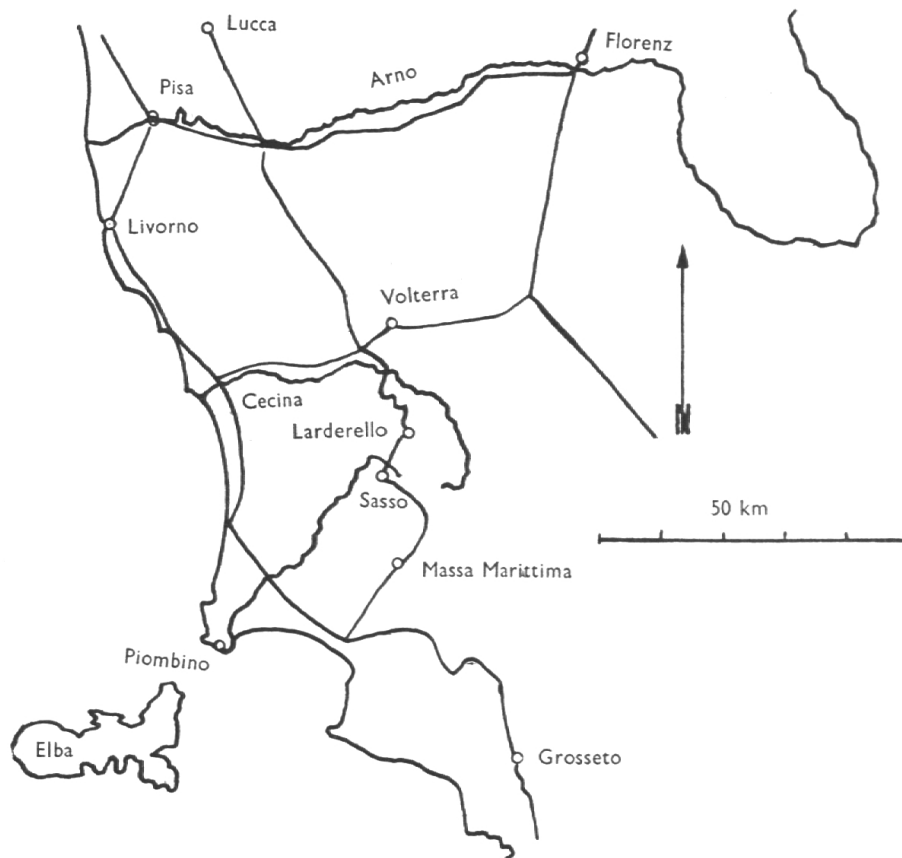
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# DAS GEBÄNDIGTE MAGMA

Von Prof. Dr. Alfred Bögli, Hitzkirch

*Vorbemerkung der Schriftleitung:* Dieser Beitrag zeigt nicht nur die Möglichkeit der geographischen Weiterbildung in den Ferien — wenn sie den meisten von uns nicht im Ausland geschenkt sein wird, so doch in der Heimat —, sondern auch, wie wir unsere Kollegen und Kolleginnen mit dem knapp und anregend formulierten und photobeleagerten Bericht bereichern können. Dem Verfasser gelang es, nicht nur Larderello dem Leser nahezubringen, sondern ihm auch die toskanische Landschaft zu schildern, wie sie sich im Herbst und im Frühling darbietet. Es kommt bei uns allen nur

kraftvoll wirkenden Äußerungen des Erdinnern verschlang, wurden zwei Namen in meine Erinnerung eingegraben: Sasso und Larderello. Endlich, es wurde unterdessen 1953, besuchte ich das abgelegene Larderello zum ersten Male und fand auch den Weg zum noch viel abgelegeneren Sasso, auf fürchterlichen Straßen, ausgewaschen, voller Schlaglöcher und tiefer Wasserfurchen, übersät mit faustgroßen Steinen.



*Die Zufahrtsstraßen zu den geothermischen Elektrizitätswerken und Borsäurefabriken von Larderello und Sasso.*

darauf an, daß wir an die Landschaft, ihre Gestalt und an Volk und Geschichte der Landschaft Fragen zu stellen wissen und daß wir zuvor in unserer Weiterbildung zu Hause solches Fragen erlernen.

In den zwanziger Jahren, ich war noch ein junger Gymnasiast, der mit aller Inbrunst Bücher über Erdbeben, Vulkane, das Magma und all die vielen unermeßlich

Von Volterra herkommend führen wir durch die herrliche Mitteltoskana, durch ein Hügelland voller fruchtbarer Weizenfelder und sonnendurchfluteter Olivenhaine, überragt von den burg- und schloßähnlichen Gebäuden der großen Gutshöfe. Milchweiße, manchmal fast violettweiße Ochsen, wie man sie auf den Bildern alter

Meister bewundert, ziehen, unters Joch gebeugt, mit mildem, ergebenem Blick den hohen Zweiräderkarren, auf dem der Kutscher wie ein König thront und lächelnd auf die ganze Welt hinunterschaut. Am Horizont stehen vereinzelte, leuchtende Dampfwölkchen und Gebäudeumrisse, würdig einer Marsstadt, im hellen Dunste



*Erddampf strömt bei Sasso an vielen Stellen aus dem Boden.*

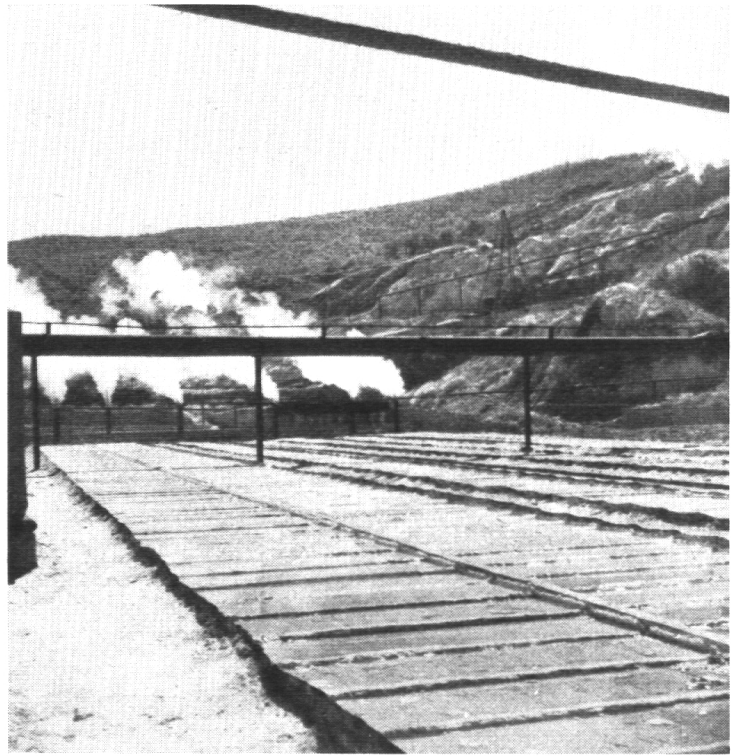
eben noch erkennbar. Die Vision versinkt hinter einem Hügelzug, während das Auto mit weißer Staubfahne durch die dünnen, abgeernteten Felder fährt, wo im gelben und grauen Lehm weiße Gips- und Alabasterknollen blinken, die die tiefgreifenden Pflüge moderner Ackerbaumethoden ans Tageslicht gehoben haben. Ein steiler Hügel, aus schwarzem, vulkanischem Gestein aufgebaut und von dunkelgrünen Eichenbüschen und von Ginster überzogen, stellt sich in den Weg, verlassen und nutzlos. Überall durchstechen diese Überbleibsel eines tertiären Vulkanismus den weichen Lehm, der durch Runsen und Rutschungen zerrissen ist. An einer Stelle finden wir faustgroße, herrlich geformte Gipskristalle, entstanden unter der belebenden Wirkung vulkanischer Wärme auf die Gips-

moleküle. Ein fernes Brausen hüllt die Landschaft wie in einen feinen Schleier ein.

Die Straße biegt um eine Kurve, und unvermittelt bietet sich dem Blicke ein Städtchen dar, Stein auf Stein, Haus an Haus. Dahinter jedoch, in der Talmulde, da brausen und zischen die gebändigten Erddämpfe; riesige, unwahrscheinlich, ja unirdisch anmutende Kühltürme wuchten wie titanenhafte Sanduhren, schwer und elegant zugleich, in den Himmel; dazwischen stehen weite Fabrikhallen in der flimmernden Luft: Larderello, das ersehnte Ziel.

Anderthalb Jahre später fahren wir von Süden her durch das menschenleere Hügel-land wiederum ins gleiche Gebiet. Diesmal sind die Felder nicht braun verbrannt, sondern prangen im leuchtenden Frühlingsgrün der spießenden Saaten. Dafür sind jetzt die vulkanischen Hügel violett und hellbraun vom Gestein und den nackten Eichen. Wir kommen von Massa Marittima her, dem Zentrum des Erzbergbaues. Kein Auto weit und breit; nur selten sehen wir von einer Hügelkuppe aus jenseits der unendlich erscheinenden Buschwälder ein fernes toskanisches Bauernhaus. Auf einem Wegweiser steht »Monterotondo«. Hier müßte man abzweigen, um ein weiteres Zentrum der geothermischen Industrie zu erreichen. Dahinter locken Lago und die Lagoni Rossi, die roten Lagoni, kleine Becken, in denen das Wasser, durch hindurchtretende Erddämpfe geheimnisvoll bewegt, aufgurgelt und aufkocht. Unser Ziel ist jedoch Sasso, wo ebenfalls seit urdenklichen Zeiten Erddampf austritt. Die gute Straße wird schlecht, holprig. Wiederum liegt ein leichtes Brausen in der Luft, stehen weiße Dampf- wolken über den Hügeln; und wiederum öffnet sich nach einer Kurve der Blick auf ein Städtchen. Reines Mittelalter tut sich auf: Kein Draht, keine halbzerfallene Garage, nicht einmal eine farbige Reklame, sonst eines der Wahrzeichen der

*In treppenförmig angeordneten, ganz flachen Becken strömt das borsäurehaltige Wasser langsam nach unten. Unter dem Boden verlaufen Erddampfleitungen, die die Lösung aufheizen und das Wasser zum Verdunsten bringen. Im Mittelgrunde entfliehen die ungenutzten Dämpfe fauchend den Rohren. (Borsäurefabrik von Sasso.)*

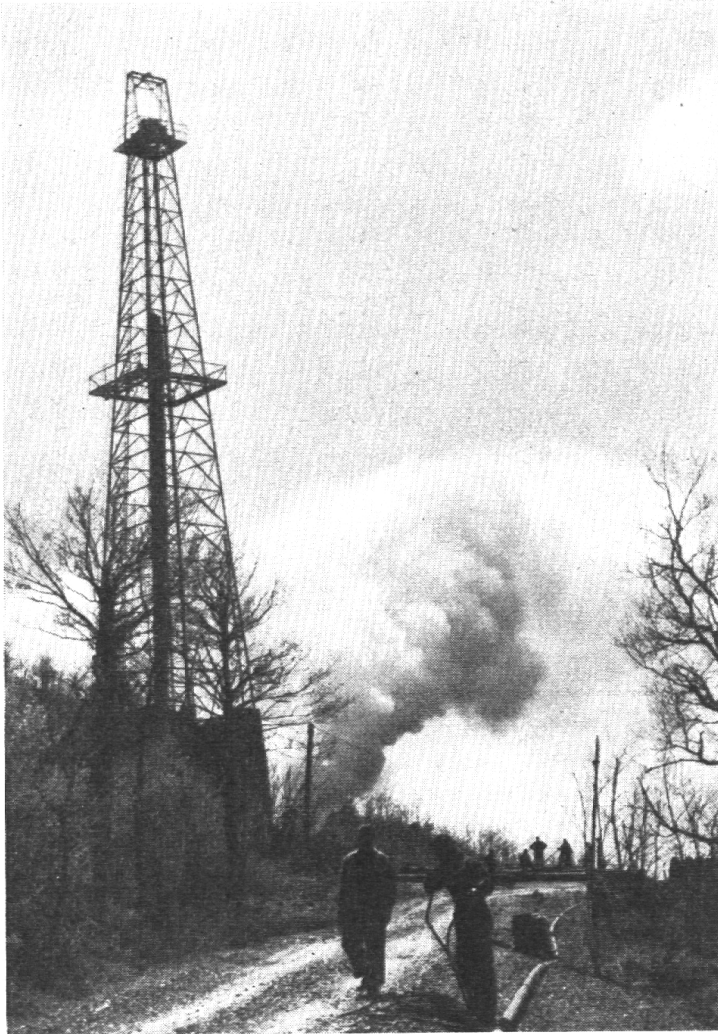


italienischen Straßenlandschaft, täuschen moderne Zivilisation vor. Dahinter steigen aus hellgebleichten Gesteinsflecken Dämpfe auf, und hinter einem Hügel verraten scharfes Zischen und große weiße Wolken den Standort der Boraxwerke.

Schon 1777 hatte der Kölner Hubert Höfer, Chemiker am Hofe des Großherzogs der Toskana, in einer Lagone bei Montecarone Borsäure entdeckt, die Grundlage für den heute so wichtigen Borax. Der italienischen Veröffentlichung folgten bald eine französische und eine deutsche, was deren Bedeutung unterstreicht. Wenige Jahrzehnte später erkannte Mascagni, daß man mit Hilfe der Erdwärme das Wasser der Lagone eindampfen könne, um auf diese einfache Art Borsäure zu gewinnen. Aber es war Francesco de Larderello, der in der rauhen, abgelegenen Gegend von Montecarone durch wesentliche Verbesserungen des Verfahrens die Borsäuregewinnung zur Industrie erhob. Am 4. Mai 1846 wurde zu seinen Ehren der Ort durch den besonderen Förderer dieser Industrie, den Großherzog Leopold II., auf den Namen Larderello getauft.

Hinter uns liegt Sasso – bis Larderello

ist es noch weit. Neben der Straße lockt eine vegetationslose Trümmerhalde, über welcher die dünnen Schleier der Erddämpfe schweben. Unter den Schuhen knirscht es faul. Ein Dampfstrahl schießt schief in mein Hosenbein und brennt scharf auf meiner Haut. Ein Geruch nach faulen Eiern liegt in der Luft; auf dem zerfressenen Gestein leuchtet da und dort hellgelber Schwefel auf. Wie ich danach greifen will, zwickt mich Hitze scharf an – unsichtbar kommt aus einem fingerdicken Loch ein wohl mehr als 100° warmer Dampfstrahl herausgezischt. Hier liegen auch einige bröcklige Borsäurekristalle, deren Name nach dem nahen Orte »Sassolin« lautet. Sie sind ein Geschenk der Erddämpfe, die viele wertvolle Stoffe mitbringen. In einem Kilogramm Kondenswasser sind 955 Gramm reines Wasser enthalten, in dem 43 Gramm Kohlensäure gelöst sind und fast 1 Gramm Schwefelwasserstoffgas, je 1 Drittelgramm Borsäure und Ammoniak (Salmiakgeist) sowie etwas brennbare Gase, Stickstoff und Edelgase. Es bleibt aber noch viel ungelöstes Restgas zurück, das im Kubikmeter 942 Liter Kohlensäuregas enthält und 25 Liter Schwefelwasserstoffgas, 27 Liter



*Eine Bohrung bei Larderello hat soeben Erddampf erreicht. Mit unerträglichem Brüllen donnert er seitlich aus einem Rohr ins Freie, bis die Dampfleitung erstellt ist.*

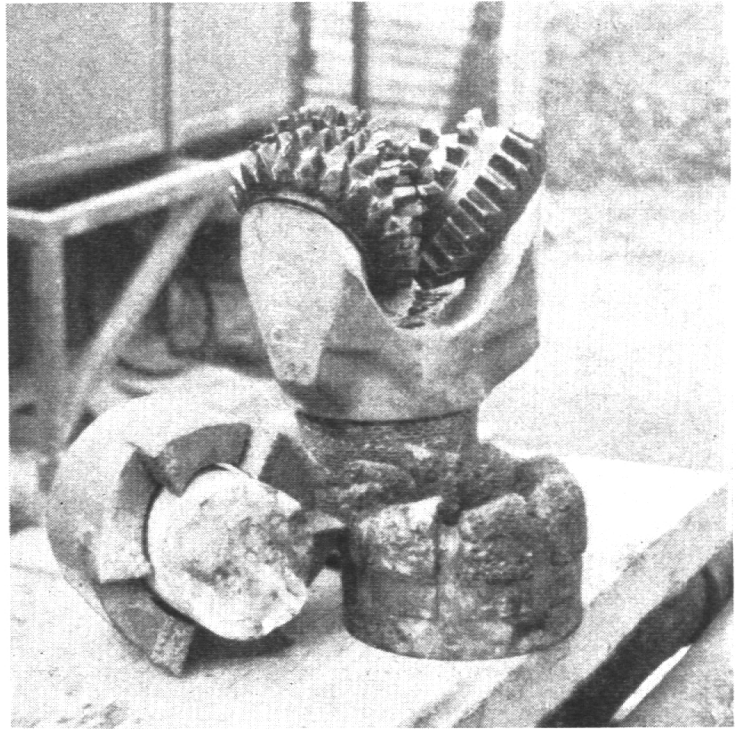
brennbare Gase, fast 6 Liter Stickstoff und etwas Edelgase (Helium, Argon, Neon). Das ist der Rohstoff, den die Boraxfabrik bei Sasso verarbeitet.

Brausend entströmen zwei mächtigen Rohren, die auf einem Wasserabscheider aufgesetzt sind, weiße Dampfwolken. Das Kondenswasser wird in flache Becken geleitet, die zu Dutzenden treppenförmig übereinander angeordnet sind. Von unten her werden sie durch den heißen Erddampf geheizt und so das Wasser zum Verdunsten gebracht. Es rieselt von Stufe zu Stufe, wird dabei immer reicher an Borsäure, während die andern, gasförmigen, Stoffe ausgetrieben werden. Die untersten Becken liegen im Schutz eines Daches, um die hochkonzentrierten Lösungen vor einem allfälligen Regen zu schützen. Wie Eis setzen sich hier die Borsäurekristalle am Boden und

an den Wänden an. Ist genügend Ware ausgeschieden, so wird sie zusammengekratzt und nach Qualitäten sortiert. Die besten werden noch weiter raffiniert, so daß heute ein sehr hochwertiges Produkt zur Verfügung steht.

Das Gewinnungsverfahren von Sasso ist noch sehr ursprünglich und deshalb besonders aufschlußreich. In Larderello dagegen erfolgt das Eindampfen und Verarbeiten nach neuesten Methoden und unter bedeutend besserer Ausnützung der so freigebig von der Erde gelieferten Schätze. Verkauft werden vor allem rohe Borsäure mit einem garantierten Gehalt von 95 % und raffinierte Borsäure von 99,5 %. Dazu kommt Borax, der für mannigfaltige technische Zwecke verwendet wird, so auch als besonders schonendes und mildes Waschmittel. Ammoniumkarbonat und Ammoniumsulfat

Ein Rollenmeißel und zwei Kronenmeißel, die zur Ausrüstung einer Tiefbohrung gehören. Im Kronenmeißel links befindet sich ein Stück des sog. Bohrkernes, der Aufschluß über das Gestein geben soll.



bilden ein wertvolles Düngemittel. Borkarbid ist das modernste Produkt. Es wird in elektrischen Öfen aus Boroxyd und reiner Kohle hergestellt und ist nach Diamant der härteste bekannte Stoff. Es wird überall da eingesetzt, wo es gilt, Stahl besonders hart und widerstandsfähig gegen Verschleiß zu machen, etwa beim Bohren und bei Werkzeugen zur Bearbeitung harter Substanzen.

Larderello ist unser nächstes Ziel. Zuerst geht es tief ins Tal eines augenblicklich wasserlosen Torrente hinunter. Die Straße ist viel besser als vor anderthalb Jahren. Jenseits der schmalen Brücke hängt hoch über uns auf einer Klippe ein Räubernest, burgähnlich, vernachlässigt, das Wahrzeichen des Verteidigungsbedürfnisses jeder Dorfgemeinschaft in den unsicheren Zeiten früherer Jahrhunderte. Aber die Leute, selbst wie Briganten gekleidet, grüßen freundlich, lachen uns zu. Wir winken fröhlich zurück. So weit der Blick reicht, steht außer diesem Dorfe, das aus einigen Steinwürfeln zusammengesetzt ist, kein Haus im weiten Rund. Schlanke toskanische Zypressen zwischen Reben, Oliven, vereinzelt Feigenbäumen, Brachland und

Buschwald geben der Landschaft das fremde, südländische Gepräge.

Etwas weiter erfüllt dumpfes Brausen, untermischt mit giftighelem Zischen, Luft und Erde mit donnerndem Drohen. Wir vermeinen im Boden ein leichtes Zittern zu spüren. Über einer Hügelkuppe wirbelt wild eine weiße Wolke in den blauen Äther. Oben sehen wir, daß vor wenigen Stunden eine neue Bohrung nach Erdampf fündig geworden ist. Vor dem 40 Meter hohen Bohrturm sticht mit infernalischem Lärm eine fast 100 Meter lange Dampfzunge schief in den Himmel hinauf: Ein Soffionissimo ist ausgebrochen! Für ein solches Naturereignis ist der gebräuchliche Ausdruck Soffione (Dampfaustrittsstelle der Erde) zu klein; ein Superlativ ist wirklich am Platze. Wir können wegen des Lärmens der entfesselten Gewalten uns nicht verständlich machen und bekommen keine näheren Angaben. Später erfahren wir, daß der erste Soffionissimo schon am 27. März 1931 erbohrt worden war. Im Erdinnern, an der Bohrstelle 267 Meter unter Tag, muß ein Druck von 30 Atmosphären geherrscht haben, während an der Aus-



*Der Erddampf ist gefaßt und wird den Fabriken im Hintergrund zugeführt. Die Röhren sind isoliert und ziehen sich stellenweise kilometerweit hin*

trittsstelle noch 4,5 gemessen werden konnten. Stündlich entflohen dem Bohrloch 220 000 Kilo Dampf von 205° C, ein Reichtum, der bis zum 18. April nutzlos ins Leere verströmte, weil seiner Gewalt vorerst keine menschlichen Hilfsmittel gewachsen waren.

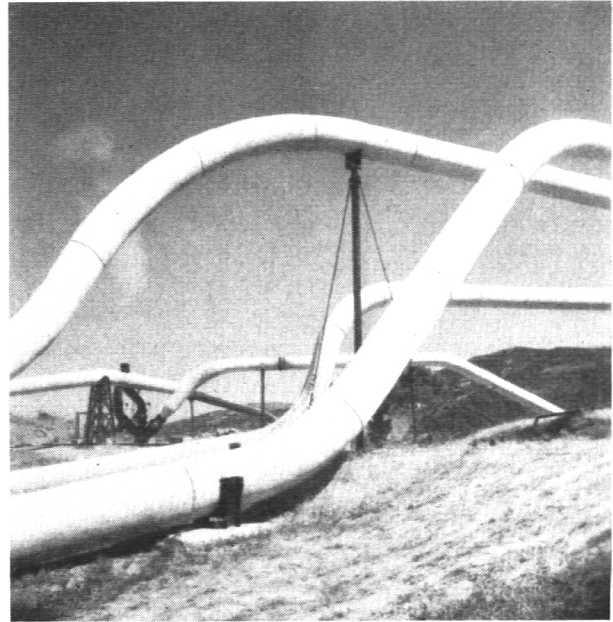
Die ersten Bohrungen waren mit Handantrieb Mitte des letzten Jahrhunderts niedergebracht worden, um mehr und heißeren Dampf gewinnen zu können. Später wurden immer bessere Bohrinstrumente beschafft; heute stehen mehrere Bohrausrüstungen für Tiefbohrungen zur Verfügung, neben einigen Spezialmaschinen. Dauernd wird weitergebohrt, so daß heute an die 170 produktive Löcher bestehen, denen stündlich gegen 3 Millionen Kilo Dampf entströmen. Die Temperaturen schwanken je nach Ort zwischen 140 und 230° C, der Druck zwischen 3 und 6 Atmosphären, und die mittlere Ausströmungsgeschwindigkeit liegt bei 125 Meter pro Sekunde. Das Maximum betrug sogar 470 Meter in der Sekunde.

Aus der genauen geologischen Untersuchung der weitem Umgebung und aus

den zahlreichen Bohrungen läßt sich die Entstehungsgeschichte des Erddampfes einigermaßen verstehen. Das Magma ist zwischen Volterra und Massa Marittima unter einer Fläche von ca. 200 km<sup>2</sup> besonders nahe an die Erdoberfläche gedrungen, wobei aus einzelnen Schloten auch Ergüsse an die Erdoberfläche stattfanden. Die Reste dieser Vulkane aus dem Tertiär sind allenthalben zu sehen. Die Schlotausfüllungen bilden heute die dunkel aufragenden, mit Eichenbuschwald bedeckten steilen Hügel. Beim Erstarren scheiden sich aus jedem Magma Gase und Dämpfe aus, die mit steigendem Drucke den umgebenden Gesteinsmantel zu sprengen versuchen. Sie dringen durch jedes Gestein und wären hier längst nutzlos verströmt, wenn spaltenreicher Kalk die Decke gebildet hätte. In der Kreide- und Tertiärzeit wurde aber das ganze Gebiet mit einer undurchlässigen Schicht von Tonschiefern und Mergeln abgedichtet. Nur auf größeren Brüchen konnte der Dampf die Oberfläche erreichen und die bekannten Soffionen bilden. Jede Bohrung muß daher auf Grund sorgfältiger Untersuchungen angesetzt werden, um die

Abzweigungen in der Nähe solcher Spalten oder gar diese selbst zu erreichen.

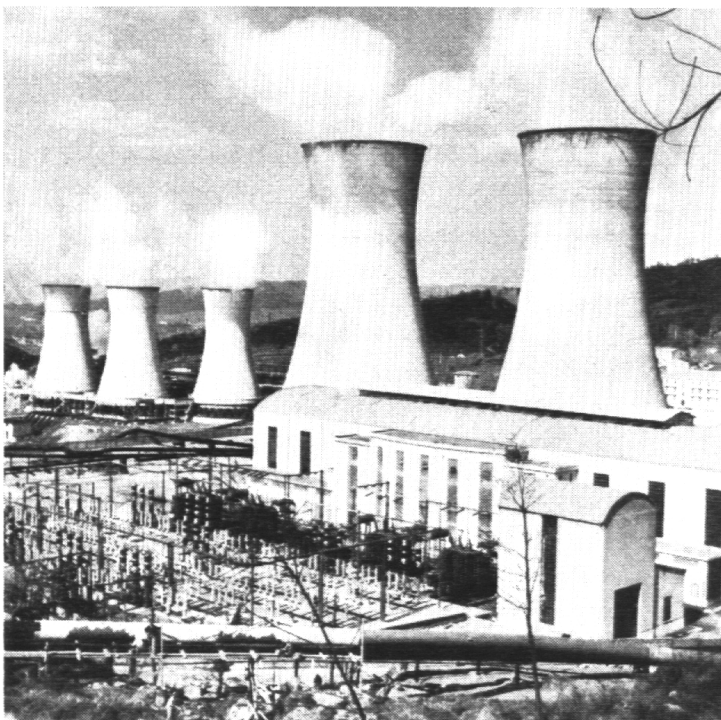
Eine besondere Wendung nahmen die Geschieke der Boraxindustrie dieser Gegend, die mit großer ausländischer, vorab amerikanischer, Konkurrenz zu kämpfen hat, als man begann, die geothermischen Energien auszunützen. Es ist pikant, feststellen zu müssen, daß ein Streit mit der lokalen Elektrizitätsgesellschaft zum Anlaß wurde, den Erddampf zur Gewinnung elektrischer Energie einzusetzen. 1905 wurde eine kleine Turbine mit einem Generator aufgestellt. Nach eingehenden Studien konnte dann 1913 die erste geothermische Zentrale mit einer Leistung von 250 Kilowatt installiert werden. Große Schwierigkeiten bereiteten am Anfang die chemisch sehr aggressiven Dämpfe, die die Turbinenschaufeln in kurzer Zeit zu durchfressen drohten. Man behalf sich damit, im sogenannten Wärmeaustauscher Reindampf herstellen zu lassen und diesen auf die Turbinen zu leiten. Die Entwicklung wurde durch die Erfindung des Chromnickelstahles entscheidend gefördert, dessen hohe chemische Widerstandsfähigkeit nun ge-



*Erddampfrohren überqueren bei Larderello eine Straße.*

stattet, die hochtemperierten, chemisch sehr aktiven Dämpfe direkt auf die Turbinen zu leiten. Der Abdampf kann dann ohne Störung auf die darin enthaltenen Stoffe weiterverarbeitet werden.

Im Jahre 1944 brauste die Kriegsfurie über die Zentralen hinweg. Die deutsche Besatzung, die nicht gewillt war, die wertvollen industriellen Anlagen in andere



*Elektrische Zentrale Larderello Nr. 3, dahinter Larderello Nr. 2. Im Vordergrund verläuft eine große Erddampfleitung, die von rechts her mit fünf andern der großen Maschinenhalle zugeführt wird. Vor dieser liegt die Schalt- und Umformerstation, dahinter sind zwei von den vier riesigen Kühltürmen sichtbar. Diese Zentrale arbeitet mit natürlichem Dampf, während die dahinter liegende, ältere noch mit Wärmeaustauschern versehen ist.*



Hände übergehen zu lassen, sprengte bei ihrem Rückzuge alles in die Luft. Sie hinterließ ein unbrauchbares Chaos, so daß während Monaten weder Borax noch Elektrizität erzeugt werden konnten. Dann aber setzte ein mutvoller Wiederaufbau ein, der bis 1952 die Kapazitäten verdoppelte. Mit einer installierten Leistung von 262 000 Kilowatt erreichte die Energieproduktion gegen 2 Milliarden Kilowattstunden, fast 10 % des italienischen Bedarfes an Elektrizität. Die Staatsbahnen, die wegen des Kohlenmangels mehr und mehr elektrifiziert werden, decken ihren Energiebedarf zu 40 % aus den geothermischen Zentralen von Larderello. Der Antrieb ist groß, das fast unerschöpfliche Energiereservoir noch viel besser auszunutzen, da die Italiener nur sehr wenig Kohle und nicht viel Erdöl besitzen.

Noch einen letzten Blick werfen wir auf die im Abendsonnenschein daliegende, faszinierende Landschaft. Von überall her, aus den Talgründen, von den Hügeln herab, aus benachbarten Tälern leiten die fast meterdicken Rohrstränge den begehrten Dampf zu den Zentralen. Über den Kühltürmen wehen weiße Wölkchen im Abendwinde. Mächtige Pilone tragen die Aluminiumdrahtseile der großen Überlandleitungen, die den einheimischen Segen den fernen Industriezentren zuführen: Mailand, Florenz, Genua, Rom und sogar der blauen Adriaküste. Wir folgen einer dieser Leitungen nach Nordwesten in den leuchtenden Abend hinein, das Donnern der gebändigten Gewalten in den Ohren, im Herzen das Wissen um einen unermeßlichen Schatz, der noch während Jahrtausenden der Erde entströmen wird.

## U M S C H A U

### EIN HELFER IM NEUEN SCHULJAHR

ist gewiß das *Unterrichtsheft*, herausgegeben von der Hilfskasse des KLVs (Preis Fr. 3.15). Letztes Jahr wurde es von 1909 Kolleginnen und Kollegen benutzt (gegenüber 1527 im Jahre 1954). Dieses handliche Schultagebuch bietet genügend Platz für Stoffverteilungsplan, Tagespläne, Noten und Absenzen und kann in folgenden Lehrmittelverlagen und Buchhandlungen bezogen werden:

Lehrmittelverlag Uri, Altdorf  
 Lehrmittelverwaltung, Appenzell  
 Lehrmittelverlag Fribourg  
 Lehrmittelverlag Luzern  
 Lehrmittelverlag von Matt, Stans  
 Lehrmitteldepot Zug  
 Buchdruckerei des Rheintaler Volksfreund,  
 Au SG  
 Buchdruckerei Habegger AG, Derendingen SO  
 Buchhandlung Benziger & Co. AG, Einsiedeln  
 Leobuchhandlung, Gallusstraße 20, St. Gallen  
 Papeterie Schnellmann, Lachen am Zürichsee  
 J. Seiler, Schulartikel, Lenzburg AG  
 K. Schöbi, alt Lehrer, Lichtensteig SG  
 Sarganserländische Buchdruckerei AG, Mels SG  
 A. & W. Mösch AG, Schulmaterialien, Olten  
 Papeterie Ochsner, Rapperswil

Buchhandlung Th. Pfammatter, Sarnen  
 Buchhandlung von Matt, Sursee  
 Buchhandlung E. Bischoff, Wil SG  
 Buchdruckerei B. Theiler & Co., Wollerau SZ  
 Ansichtsexemplare vermittelt gerne auch die zentrale Vertriebsstelle: Anton Schmid, Lehrer, Schachen LU.

### BENÜTZT UNSERE REISEKARTE!

Auch diesmal wird die neue Ausgabe wieder rechtzeitig versandt, und wir wissen aus manchem persönlichem Gespräch, daß sie von vielen mit Freude erwartet wird. Das kleine, handliche Büchlein ist durch die Verwendung eines anderen Papiers etwas leichter und vor allem biegsamer geworden. Trotzdem enthält es wiederum eine umfassende Liste der vielen hundert Betriebe, Museen usw., welche uns Vergünstigungen gewähren. Der abnehmbare Umschlagkarton gilt dabei als eigentlicher Ausweis beim Lösen der Billette.

Die meisten dürften wissen, daß der Reinerlös der *Hilfskasse* unseres Lehrervereins zukommt. Deshalb zählen wir gerne auf die Solidarität aller, die sich zu unserer Sache bekennen.

So danken wir für die freundliche Aufnahme der Reisekarte 1956/57; sie wird auch diesmal wie-