

Die Grundwasserversorgung der Stadt Luzern in Thorenberg

Autor(en): **Stirnemann, V.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **53/54 (1909)**

Heft 9

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-28205>

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.

Die Grundwasserfassung der Stadt Luzern in Thorenberg.

Von Ingenieur V. Stirnimann, Direktor der städtischen Unternehmungen.

Vorgeschichte und einleitende Untersuchungen.

Bis in die siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts standen der Stadt Luzern nur die alten Krienser und einzelne kleinere Quellen in der Umgebung der Stadt zur Speisung der laufenden Brunnen zur Verfügung; sie lieferten rd. 1000 l/min Wasser. Dieses Quantum genügte von 1870 an nicht mehr; es wurde darum die Wasserversorgung mit Zuleitung der Quellen vom Eigental, 16 km von Luzern nach dem Vorschlag von Ingenieur Dr. Bürkli-Ziegler und Professor Dr. Kaufmann ausgeführt. Diese Experten glaubten damals, dass ein Ertrag von 4000 l/min auch für die Zukunft genügen werde; allein der Bedarf stieg höher, und es wurden bald einige weitere Quellen, so die Bründlenquelle, zugeleitet. Im Jahre 1892 wurde die „Brüder-Quelle“ am Dossen in der Gemeinde Entlebuch erworben; am 16. Juni 1895 hat die Gemeindeversammlung das Projekt der Zuleitung dieser Quelle genehmigt, und am 5. August 1897 floss das Wasser zum ersten Male in die Brunnenstube im Eigental. Endlich kam im Jahre 1897 die Fassung der Grundwasser-Quellen auf der Horwer-Allmend hinzu; diese liefern im Falle von Wassermangel 1200 l/min, die durch ein Pumpwerk in das Leitungsnetz gepumpt werden. Damit war die Wasserversorgung, wie sie während der letzten zehn Jahre bestand, ausgebaut. Das Kapitalkonto des Unternehmens stellte sich am 1. Januar 1907 auf Fr. 2 584 270,26. Durch die genannten Erweiterungen ist die Wasserversorgung allerdings bedeutend leistungsfähiger geworden, aber in unerwartet höherer Masse ist die Bevölkerungszahl gewachsen, wie nachstehende Zahlen zeigen:

Jahr	1876	1880	1890	1894	1900	1907
Einwohnerzahl	17700	17800	21300	24000	30000	36000

Dazu kommen im Sommer noch mindestens 4000 Fremde und Angestellte, sodass wir mit einer Bevölkerungszahl von mindestens 40000 zu rechnen haben. Dem hierdurch gesteigerten Konsum konnte die Wasserversorgung nicht mehr entsprechen. Der mittlere Zufluss betrug 7300 l/min, während der höchste Verbrauch sogar bis auf 13000 l/min stieg.

Wenn wir uns die Frage stellten, wie noch Wasser beschafft und der Stadt zugeleitet werden sollte, kamen wir vorab zu der Erkenntnis, dass im Eigental nicht mehr Wasser gefasst werden konnte; bei trockenen Zeiten waren keine Quellen mehr zu finden, die nicht schon nutzbar gemacht worden wären. Anders stand es im Tale der Entle. Dort konnten hinter Brüderern noch rund 4000 l/min gefasst und bei Mittlisthütten der bestehenden Leitung Brüderern-Eigental zugeleitet werden. Diese, nebenbei gesagt sehr teure Lösung hätte aber für die Zukunft nicht in ausreichendem Masse vorgesorgt, da nach vorstehenden Zahlen einleuchtend ist, dass die Stadt weit grösserer Mengen be-

durfte, um nicht in wenigen Jahren wieder vor Wassermangel zu stehen. Dazu war zu berücksichtigen, dass die Wasserversorgung bereits eine Gesamtlänge der Leitungen bis zum Reservoir von 27,5 km aufwies. Diese durchziehen auf grosse Strecken sehr schwieriges Gelände, wo ab und zu Rutschungen vorkommen und die Leitungen gefährden. Es ist zwar für die Sicherheit der Zuleitung im Laufe der Zeit sehr viel getan worden, aber die Möglichkeit des

Eintretens erheblicher Störungen ist immer noch vorhanden. Man durfte daher aus Sicherheitsgründen die weitere Wasserzufuhr nicht an die bestehende, sehr lange Leitung anschliessen.

Dazu kam ein weiteres Moment. Der Verbrauch der letzten Jahre betrug im Sommer regelmässig 10000 l/min, er war aber an einzelnen Tagen auch schon, wie gesagt, bis auf 13000 l/min gestiegen, und für dieses Quantum genügten die bestehenden Leitungen nicht mehr; die Zementleitungen wurden unter Druck gesetzt und gefährdet. Es hätten die Strecken im Eigental bis zum Rengbachsyphon und die ganze Leitung über den Sonnenberg neu gebaut werden müssen; aber auch mit den sich hieraus ergebenden grossen Kosten hätte man die Gefahr nicht ganz beseitigen können, abgesehen davon, dass die nötige Wassermenge im Eigental nur während verhältnismässig kurzer Zeit zur Verfügung stand. Das alles führte zur Notwendigkeit, den Mehrbedarf an Trinkwasser von einer andern Seite her zu beschaffen.

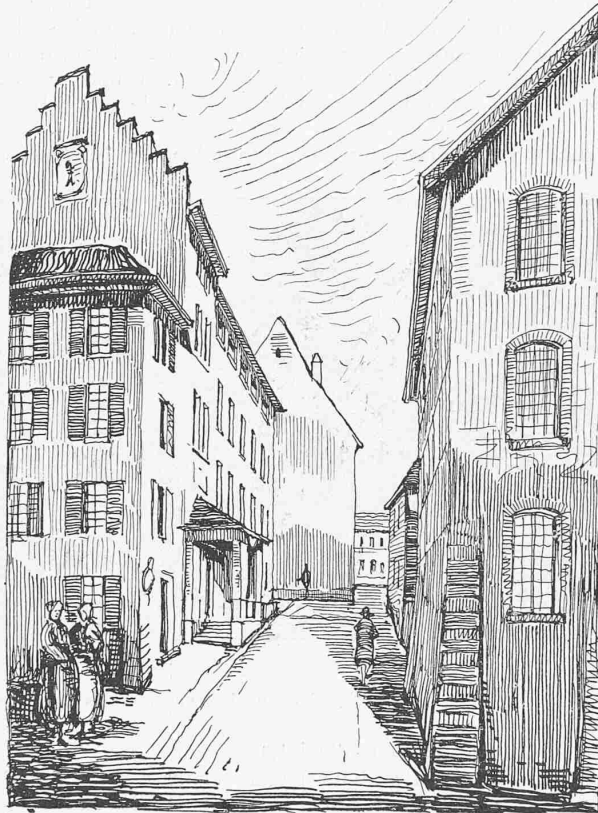
Bei den bezüglichen Studien ist unsere Verwaltung

auf eine Wasserbezugsquelle bei Thorenberg, im Westen der Stadt, aufmerksam gemacht worden. Dort entspringen in dem Schachenland rechts und links der Emme von der Thorenberger Brücke an aufwärts zahlreiche Quellen, die sich als Aufstösse von Grundwasser darstellen und von denen diejenigen links der Emme in einen Bach vereinigt abfliessen, der bis heute die Säge bei Thorenberg getrieben hat (vergleiche Uebersichtskarte Abbildung 1, Seite 120). Diese Tatsachen veranlassten folgende eingehende Untersuchungen:

1. Gutachten Prof. Dr. Heim. Die Direktion der städtischen Unternehmungen liess vorerst dieses Quellgebiet durch Herrn Prof. Heim in Zürich untersuchen, der auf Grund wiederholter Besichtigungen ein Gutachten abgab, aus dem wir hier nur folgenden Satz mitteilen: „Das Einzugsgebiet hat ausgedehnte Flächen von diluvialen Kiesmassen und Moränen, die vortrefflich Wasser aufnehmen und es gut filtrieren. Die ebene Sammelfläche im Emmental misst 10 km², die Sammelfläche am Südabhänge nicht viel weniger; dazu kommen dann noch die Zusickerungen weiter von Süden her. Hier können mindestens 10000 l/min gutes Quellwasser gefasst und abgeleitet werden. Das Wasser wird von vorzüglicher Qualität sein, mit einer Temperatur von 8,7 bis 9,3° C.“ Dieses Ergebnis wurde bezüglich der Qualität des Grundwassers bei Thorenberg dann auch durch die Untersuchung des Kantons-Chemikers bestätigt. Das Wasser ist etwas weicher aber rein, wie die übrigen Quellen der Wasserversorgung,

Erweiterung des Museums an der Augustinergasse.

I. Preis. Verfasser: Arch. Ed., E. B. u. P. Vischer in Basel.



Blick vom Schlüsselberg gegen den Münsterplatz (vorläuf. Erweiterung).

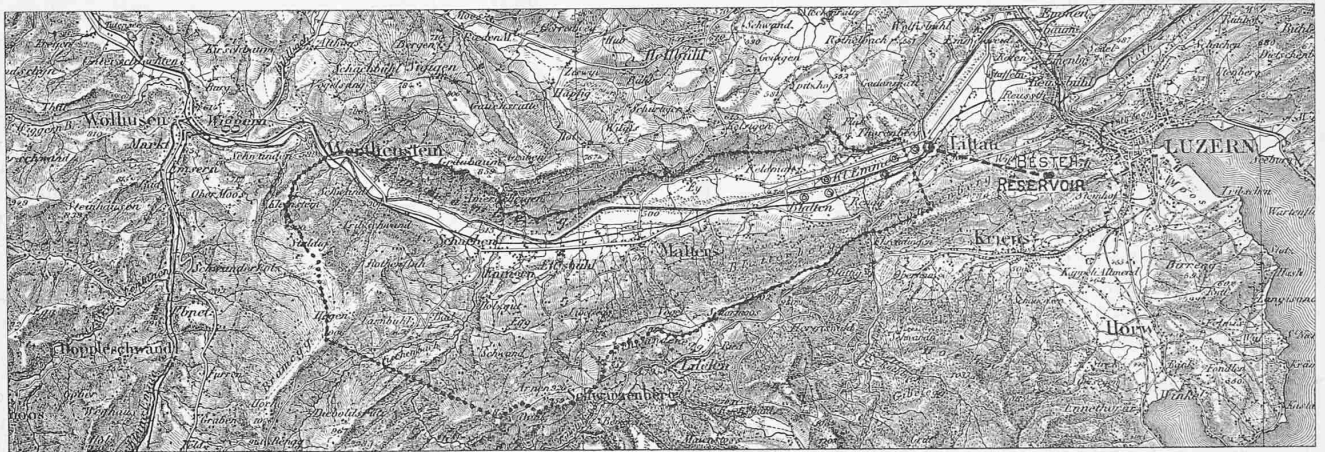
2. *Vorprojekt Guggenbühl & Müller.* Nachdem diese Verhältnisse klargestellt waren, musste die technische Ausführbarkeit der Gewinnung dieses Wassers und der Zuführung desselben in die bestehende Wasserversorgung geprüft werden. Es ist damit das Ingenieurbureau Guggenbühl & Müller in Zürich betraut worden, das schon verschiedene derartige Fassungen ausgeführt hat. Dieses hat vorerst in Verbindung mit der Direktion der städtischen Unternehmungen bezüglich Wasserbedarf festgestellt, dass für Luzern zugeführt werden müssen: Für das Jahr 1907 13 000, für 1920 20 300, für 1935 26 000 l/min.

Dabei wurde angenommen, dass auch in Zukunft die Einwohnerzahl in bisheriger Weise ansteige. Die Grösse des Einzugsgebietes, das bei der Wasserfassung in Frage kommt, wurde in Uebereinstimmung mit dem Gutachten von Professor Heim zu 34 km² ermittelt, von denen rd. 8 km²

obachtungen haben aber im weitem auch ergeben, dass die Seitenströmung von der Emme wegen der langsamen Bewegung des Wassers landeinwärts und der verhältnismässig geringen Menge keinen ungünstigen Einfluss auf die Qualität des Grundwassers ausübt, denn auch dieses Wasser ist vollständig filtriert. Durch Versuche mittelst Färbungen und Salzlösungen wurde die Wassergeschwindigkeit des Grundwassers zu 7,8 bis 8,4 m im Tag ermittelt.

Um die Menge des verfügbaren Grundwassers zu ermitteln, wurden einerseits aus den geologischen Querprofilen und der Strömung des Grundwassers talwärts Berechnungen angestellt, sodann bei den Quellen Messungen vorgenommen, und schliesslich direkte Pumpversuche gemacht. Diese letztern erstreckten sich auf eine Zeit von drei Monaten und ergaben sehr günstige Resultate. Im Profil I wurde ein Schacht von etwa 2,3 m Breite, 3,2 m

Die Grundwasserversorgung der Stadt Luzern in Thorenberg.



Mit Bewilligung des eidg. Bureau für Landestopographie.

Atzung von Meisenbach, Riffarth & Co. in München.

Abb. 1. Uebersichtskarte des Einzugsgebietes im Emmental. — Masstab 1 : 125 000.

auf die Talsohle entfallen. Anschliessend wurden die Niederschlagsmengen für eine Anzahl von Jahren und für die einzelnen Monate zusammengestellt, woraus sich die versickernde Regenmenge berechnen liess.

Zur Bestimmung der Quellenverhältnisse wurden durch Tiefbohrungen bis auf 20 m drei geologische Querprofile über das ganze Tal genau ermittelt; in jedem Falle reichen diese Bohrungen bis auf die wasserundurchlässige Schicht.

Das Profil I liegt beim Elektrizitätswerk Thorenberg, Profil II 550 m weiter talaufwärts und Profil III bei Blatten. Diese Sondierungen ergaben, dass über das ganze Tal in geringer Tiefe eine Schicht von Kies und Sand liegt, die stellenweise eine Mächtigkeit von 13 m hat und ein ausgezeichnetes Filter für das Versickerungswasser bildet, sodass das Grundwasser gar keine Verunreinigungen mehr zeigt. Aus den geologischen Querprofilen wurde in jedem Profil die Grösse der wasserführenden Schicht ermittelt, und direkte Versuche zeigten, dass 25 % davon den eigentlichen Wasserquerschnitt bilden.

Es ergaben sich so: Im Profil I die wasserführende Schicht zu 3200 m², der Wasserquerschnitt zu 800 m²; im Profil II die wasserführende Schicht zu 4900 m², der Wasserquerschnitt zu 1220 m² und endlich im Profil III die wasserführende Schicht zu 6336 m² und der Wasserquerschnitt zu 1590 m².

Zur weitem Beobachtung wurden 107 durchlöchernte Eisenröhren über das ganze Quellgebiet verteilt in den Boden eingetrieben und in diesen fortwährend der Grundwasserstand beobachtet, sowie das Wasser auf Temperatur und Reinheit untersucht. Es wurde dabei festgestellt, dass der Grundwasserstand auch vom Stande der Emme abhängig sei und dass diese das Grundwasser nachspeist, wenn es tiefer sinkt als der Stand des Flusses. Die Be-

länge und 5,5 m Tiefe gegraben und denselben mittelst einer elektrisch angetriebenen Pumpe grosse Wassermengen entnommen. Schon bei einer Absenkung von 2,0 m konnten diese während vier Wochen auf 4000 l/min gesteigert werden, ohne dass der Grundwasserspiegel weiter sank. Auf eine Entfernung von 150 m zeigte sich keine Absenkung des Grundwassers mehr. Nach Abstellen der Pumpe stellte sich bald wieder der ursprüngliche Grundwasserstand ein.

Aus allen diesen Untersuchungen konnten die HH. Guggenbühl & Müller folgende wohl begründete Schlüsse ziehen:

1. Bezüglich der Menge des Grundwassers: Es ist mit Sicherheit darauf zu rechnen, dass auf dem zur Verfügung stehenden Quellgebiet bei richtiger Verteilung der Brunnen die beim Maximalbedarf nötige Menge von 26 000 l/min gewonnen werden kann.

2. Bezüglich der Qualität: Die Pumpversuche ergeben ein vollständig klares und sehr schmackhaftes Trinkwasser, trotzdem sie zur Zeit der Schneeschmelze bei grossen, trüben Wasserständen der Emme, nur 70 m davon entfernt, bei starken Niederschlägen und grossen Temperaturdifferenzen durchgeführt wurden; es zeigte sich im Brunnen nie eine Trübung. Die Temperatur erlitt geringe Schwankungen von 0,4°, der Härtegrad blieb konstant.

Auf Grund dieser Erhebungen haben dann Guggenbühl & Müller ein generelles Projekt über die Fassung und Förderung des Grundwassers bei Thorenberg aufgestellt, das bei einer Wasserlieferung von 13 000 l/min eine Baukostensumme von 416 650 Fr. vorsah.

Durch die oben beschriebenen Vorarbeiten wurde die Vorzüglichkeit der Thorenberger Quellen festgestellt, sowie die Möglichkeit, durch dieselben auf absehbare Zeit die Bedürfnisse der Stadt Luzern zu decken, auch wenn die

Bevölkerungszunahme noch lange im gegenwärtigen Masse andauern sollte. Bei dieser Sachlage war es zunächst notwendig, der Gemeinde das nötige Terrain und die Wasserrechte zu sichern. Das ganze Gebiet, auf dem teils durch Kauf, teils durch Erwerbung einer Servitut die Wasserrechte für die Gemeinde sichergestellt wurden, umfasst 55,7715 ha. Da am untern Ende des Gebietes auch das städtische Elektrizitätswerk Thorenberg daran angrenzt, so können wir sagen, dass wir 56 Hektaren des Fassungsgebietes so in der Hand haben, dass wir für alle Zeiten gegen Verunreinigung des Grundwassers geschützt sind. Das für die Wasserfassung unmittelbar in Frage kommende Gebiet ist fast durchgehends Wald, d. h. Schachenland.

Bezüglich der *chemischen Beschaffenheit* des Wassers bestätigte der Kantonschemiker, dass man es mit einem sehr reinen Trinkwasser zu tun hat, dem schädliche Beimischungen vollständig fehlen. Das Ergebnis der *bakteriologischen Untersuchungen* durch den städtischen Experten ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

Datum der Untersuchungen	Keimzahl im cm ³			Untersuchungen auf spezielle Bakterien			Bemerkungen
	Min.	Max.	Mittel	Coli	Thermophile	Pathogene	
19. Dezember 1906	10	46	28	keine	keine	keine	Schneesmelze Nach Regen
21. Mai 1907	—	10	4	>	>	>	
19. Juni	—	2	1	>	>	>	
19. Juli	—	6	2	>	>	>	
19. August	—	5	2	>	>	>	

Die Mittel sind genommen aus je sechs Analysen.

Die Bauausführung.

Die Ausarbeitung des Bauprojektes wurde wieder der Firma *Guggenbühl & Müller* in Zürich übertragen, welche die Vorarbeiten besorgt hatte. Nach dem Projekte, das in stetem Kontakt mit der Direktion der städtischen Unternehmungen ausgearbeitet wurde, wird das Wasser durch tiefgehende Senkbrunnen gefasst und mit einer kombinierten Heberleitung aus den Brunnen in einen gemeinschaftlichen Pumpschacht gefördert. Neben diesem wird ein Pumpwerk errichtet, in dem die Pumpen und die nötigen Motoren aufgestellt sind, die das gesammelte Wasser durch eine Druckleitung in das Reservoir auf dem Sonnenberg, später teilweise auch direkt in die Stadt fördern.

Die Brunnen der Wasserfassung. Die Wahl der Brunnenstellen geschah so, dass sie möglichst auf das ganze Wasserfassungsgebiet verteilt sind, damit nicht am einzelnen Punkte die Geschwindigkeit des zufließenden Wassers zu gross wird, was das Nachspülen von Sand zur Folge hätte. Eine solche Verteilung der Brunnen hat den Vorteil, dass man dabei das vorhandene Grundwasser möglichst vollständig fassen kann; es ist dann auch möglich, dass, wo eigentliche Quellen (Aufstösse) sich zeigen, diese unmittelbar gefasst werden können. Ein weiterer Vorteil besteht bei dieser Anordnung noch darin, dass die bei niederem Grundwasserstande eintretende Nachspeisung von der Emme her auf eine grosse Uferlänge verteilt und damit die notwendige Filtration gesichert bleibt. Die nach diesen Erwägungen verteilten Brunnen oder Fassungschächte sind in dem beigegebenen Uebersichtsplan (Abbildung 2) eingetragen. Es sind für den fertigen Ausbau

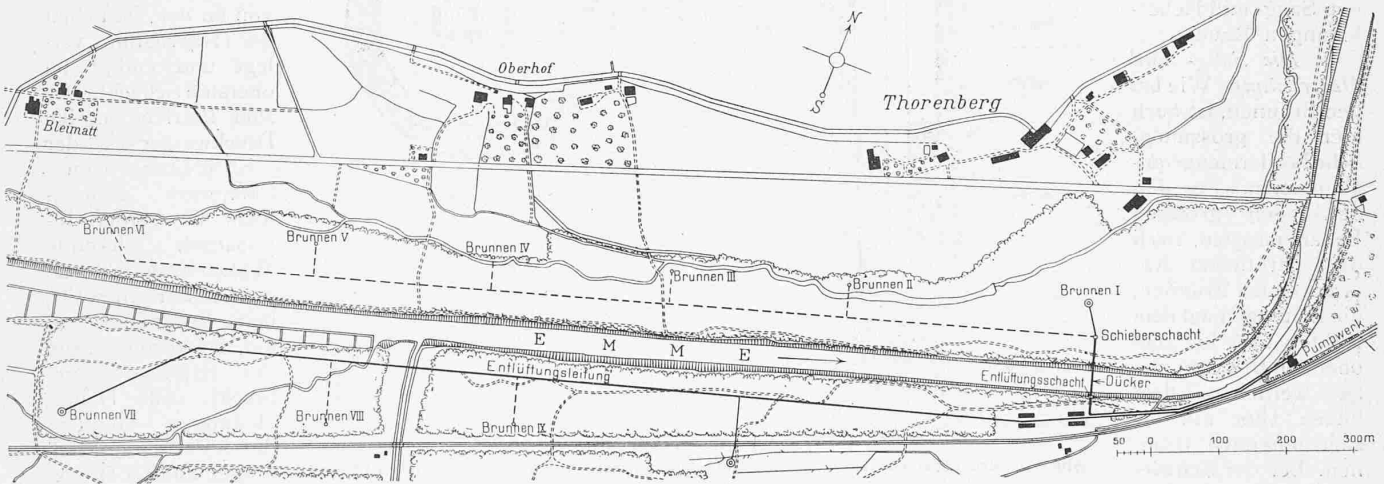


Abb. 2. Uebersichtsplan der Wasserfassung bei Thorenberg. — Masstab 1 : 10 000.

Diese Resultate ergaben, dass das Grundwasser in Thorenberg sehr keimarm ist, sogar keimärmer als das Wasser vom Pilatus. Wenn man auch in Betracht zieht, dass die Versuche in Thorenberg direkt an der Quelle gemacht wurden, während das Eigentaler Wasser in der Regel erst in der Stadt untersucht wird, so ist damit doch festgestellt, dass das Wasser in Thorenberg qualitativ dem Eigentaler Wasser mindestens ebenbürtig ist. Das ist offenbar die Folge seiner vollkommenen Filtration durch den sehr günstigen Untergrund des Emmentales bei Thorenberg. Man kann übrigens allgemein sagen, dass zwischen Quellwasser und Grundwasser grundsätzlich kein Unterschied besteht. In beiden Fällen handelt es sich um Entnahme von versickertem Niederschlagswasser, und die Reinheit hängt einzig ab von dem Grade der Filtration auf dem Wege von der Versickerungsstelle bis zur Entnahmestelle. Die Zuverlässigkeit des Grundwassers, das genügend filtriert ist, hat übrigens die Erfahrung schon längst festgestellt: Von 146 grösseren Ortschaften von Deutschland und der Schweiz haben 104 Grundwasser, 29 Quellwasser und 13 Grundwasser und Quellwasser und überall hat sich die Grundwasserversorgung bewährt.

zehn Schächte vorgesehen; für die erste Anlage genügte es, die Brunnen I, VII und X auszuführen, die auf direkte Quellenaufstösse zu stehen kamen. Diese können das heute nötige Wasserquantum liefern; die übrigen sieben Brunnen sollen in der Zukunft nach Massgabe des Bedürfnisses erstellt werden. Bis zum Jahre 1935 müssen alle zehn Brunnen ausgeführt sein, wodurch dann deren Ertrag auf 26 000 l/min gesteigert werden kann.

Konstruktion der Brunnen. (Abb. 3, S. 122.) Ein Bohrröhr, dessen Durchmesser 40 cm weiter ist als der innere Durchmesser des Brunnens, wird bis auf die undurchlässige Schicht versenkt; konzentrisch in dieses Bohrröhr wird dann der eigentliche (1,0 m bis 1,2 m weite) Brunnen gebracht, der Zwischenraum mit Filterkies ausgefüllt und das Bohrröhr wieder herausgezogen. Die Korngrösse des Filterkieses kann nach den beim Versuchsschacht gemachten Erfahrungen 1,2 bis 1,5 cm betragen. Für die Brunnenwand sind verzinkte Eisenblechröhren von 6 mm Wandstärke verwendet worden. Soweit die grösste Absenkung des Wassers beim Pumpen reichen wird, ist die Rohrwand voll; weiter unten ist sie durchlocht. Die Bleche müssen nach der Stanzung verzinkt werden. Ueber den Brunnen ist

ein Schacht von 3,00 m Durchmesser angeordnet; er dient als Abschluss des Brunnens gegen äussere Wasserzuflüsse. Die Einsteigöffnung liegt mindestens 1,0 m höher als das umliegende Gelände, sodass bei eventuellen Ueberschwemmungen kein direkter Zufluss stattfinden kann. Der Brunnen ist nicht fest mit dem Schacht verbunden, sodass eine allfällige Senkung ohne Schaden für beide Teile erfolgen kann. Durch den Schacht wird das Saugrohr in den Brunnen eingeführt. Das die Wand durchdringende Saugrohr-Leitungsstück muss, wieder aus vorgenanntem Grunde, aus einem elastischen Mannesmannrohr bestehen. Das Gewicht des Saugrohres mit Einlauftrichter oder Rückschlagsventil ist an zwei Zugstangen an der Decke des Schachtes aufgehängt.

Die Einsteigöffnung in den Schacht ist mitten über dem Brunnen angebracht, sodass durch dieselbe nach Entfernung der Leiter das Saugrohr für eventuelle Reparaturen gehoben oder die Reinigung des Brunnens besorgt werden kann. Im Schacht finden dann auch die Entlüftungs-Apparate für die langen Saug- und Heberleitungen Raum.

Die Saug- und Heberleitung. Wie bei den Brunnen, ist auch hier die grösstmögliche Fördermenge angenommen. Für den derzeitigen grössten Bedarf mussten, nach der getroffenen Anordnung der Brunnen, die Leitungen auf dem rechten Ufer bis zum obersten Brunnen gebaut werden, auf dem linken Ufer nur bis zum untersten Brunnen. Bei der Schwierigkeit der Ausführung dieser Leitungen war es vorteilhafter, diese Leitungsstücke sofort als Bestandteile der für die Zukunft berechneten Anlage auszubauen. Durch die grössere Zahl der Brunnen von kleinerem Durchmesser war auch auf dem linken Ufer die Anlage einer Sammelleitung bedingt, die alles Wasser zusammen auf einmal über die Emme führt. Statt die beidseitigen Sammelleitungen nach diesem Uebergang zusammen zu führen, bedeutete es eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit, sie bis zum Sammelschacht getrennt zu bauen; es konnte dies geschehen, ohne dass zu grosse Mehrkosten entstanden.

Die Saug- und Heberleitungen mussten womöglich in ihrer Höhenlage über den mittleren Grundwasserstand angenommen werden. Dadurch wurden beim Bau grosse Kosten für die Pumparbeit vermieden und es war die Möglichkeit gegeben, die Dichtungsarbeiten mit der grössten Sorgfalt auszuführen. Die Führung der Leitungen der Richtung nach war durch die Rücksicht auf genügende Ueberdeckung als Schutz gegen die äussere Temperatur gegeben. Für die Unterfahrung des Flusses ist ein Syphon angewendet worden, wobei die Röhrenoberkante mindestens 1,0 m unter die Emmensohle zu liegen kam. Die Röhren wurden zwischen zwei Reihen eiserner Pfähle einbetoniert.

Diese Sicherung bezweckte gleichzeitig eine solche der Flussole.

Als Konstruktionsmaterial für die Leitungen ist mit Ausnahme des Syphons und kurzer Anschlussstücke bei den Brunnen durchweg Gusseisen verwendet worden, weil dieses gegen Rost am widerstandsfähigsten ist. Zur Verhütung von Rohrbrüchen wurde jedes Rohr an zwei Stellen unterbetoniert.

Auf die *Entlüftungen der Saugleitungen* musste grosses Gewicht gelegt werden. Die unter normalem Druck im Wasser absorbierte Luftmenge beträgt etwa 5% des Wassers, welches Quantum bei einem Vacuum von 5 m, also bei einem

Unterdruck von einer halben Atmosphäre auf die Hälfte sinkt. Ein grosser Teil der entweichenden Luft wird durch die Wasserströmung mitgerissen; der Rest sammelt sich im höchsten Punkte und stört den Durchfluss des Wassers. Die Arbeit zur Entfernung der Luft wird verrichtet durch Wasserstrahlpumpen die je 4 l/sek. Betriebswasser erfordern. Die betr. Leitung erhielt einen Durchmesser von 80 mm, ist neben der Heberleitung verlegt und endigt im obersten Schacht. Das zum Betriebe nötige Druckwasser wird der Steigleitung beim Pumpwerk entnommen. Es wurden automatisch wirkende Wasserstrahl-Luftsauger beim Brunnen VII, beim Brunnen I und auf der rechten Seite des Syphons angebracht. Alle Heberleitungen können durch Verbindungsleitungen aus der Druckleitung gefüllt und in

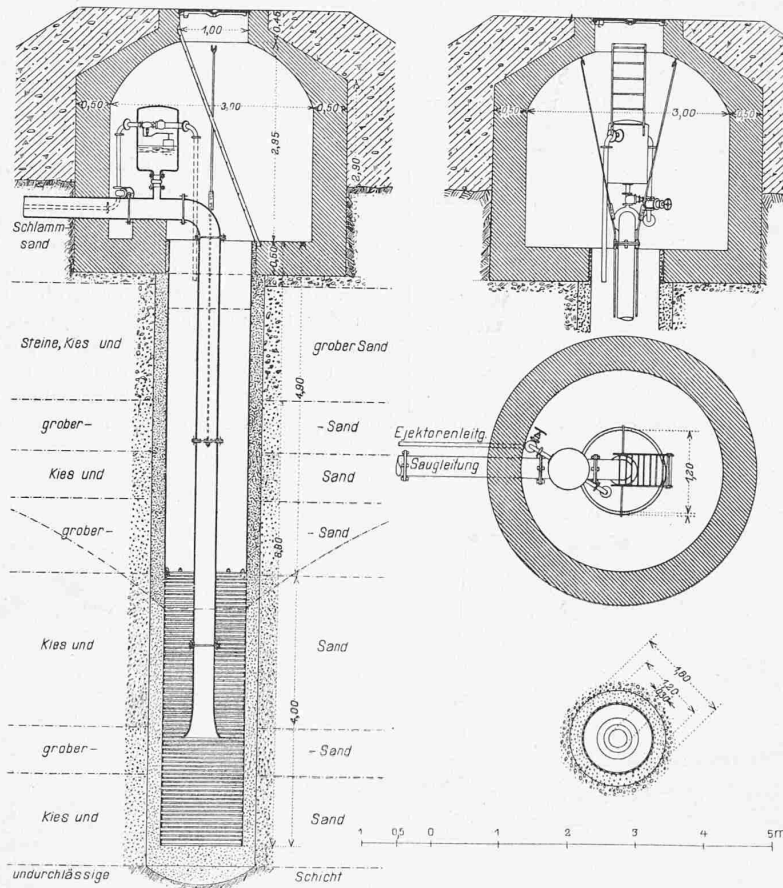


Abb. 3. Brunnenkonstruktion. — Vertikal- und Horizontalschnitte. — Masstab 1 : 100.

Betrieb gesetzt werden. Der Pumpschacht kann vom Quellbächlein beim Wärterhaus gefüllt werden, wenn kein Wasser vom Sonnenberg her zur Verfügung steht. Zur Regulierung der Wasserführung der einzelnen Brunnen sind bei jeder Abzweigung am Sammelstrang Schieber horizontal eingebaut.

Das Pumpwerk. Das Verteilnetz in der Stadt umfasst eine obere Zone, 450 bis 530 m über Meer, und eine untere Zone, 440 bis 450 m über Meer. In die obere Zone wird das Wasser direkt vom Reservoir auf „Sonnenberg“ geleitet; für die untere Zone wird der Wasserdruck in den Brunnenstuben „Museggturm“ und „Viktoria“ entsprechend vermindert. Es ist nun klar, dass vom Pumpwerk mehr Arbeit geleistet werden muss, wenn alles Wasser in das Reservoir gepumpt wird und diese Mehrarbeit sollte so weit möglich wegfallen können. Es ist zu berücksichtigen, dass in der Regel 10 bis 13000 l/min vom Eigental zufließen und dass das Pumpwerk nur den Wasserzufluss ergänzen soll, wenn die Quellen vom Eigental dem Konsum nicht genügen. Für die erste Betriebsperiode wird also das Pumpwerk nur für eine kleine Zeit des Jahres in Funktion treten müssen, und es fallen deshalb die Mehrbetriebskosten nicht in Betracht, wenn auch alles Wasser auf

den Sonnenberg gepumpt wird. Wir haben aber schon früher auf die Gefahr hingewiesen, dass infolge von elementaren Ereignissen einmal die Zuleitung vom Eigentum her ganz versagen könnte; in diesem Falle muss schon von Anfang an das Pumpwerk den ganzen Bedarf decken können; es ist anzunehmen, dass eine solche Störung nicht von langer Dauer sein würde, allein es muss auch für diese kurze Zeit schon von Anfang an der entstehende Wassermangel ohne Verzug gehoben werden können.

So liegen die Verhältnisse für die erste Betriebszeit. Wir wissen nun aber, in welcher rascher Weise die Bevölkerungszahl der Stadt Luzern in neuerer Zeit anwächst und damit der Zeitraum, während dem die Pilatus-Quellen nicht mehr genügen und daher das Pumpwerk ergänzend eintreten

links- und rechtsufrigen Brunnen münden in einen gemeinsamen Sammelschacht von 3,50 m lichtigem Durchmesser. (Abbildung 4). Aus diesem Sammelschacht führen getrennte Saugleitungen zu den Sulzerschen Hochdruck-Zentrifugalpumpen; von diesen sind heute, wie bereits bemerkt, zwei aufgestellt, für zwei weitere ist der Raum vorgesehen. Die Pumpen sind einzeln mit der ausserhalb des Gebäudes verlaufenden Druckleitung verbunden. In die Verbindungsstücke sind Absperrschieber und Rückschlagklappen eingebaut.

Das Gebäude ist in drei Räume eingeteilt: den Maschinenraum, den Schaltraum und den Raum über dem Pumpschacht, deren nähere Verhältnisse der Abbildung 4 zu entnehmen sind. Die Fundamente sind in Beton erstellt worden, das aufgehende Mauerwerk in Backstein. Auf

Die Grundwasserversorgung der Stadt Luzern in Thorenberg.

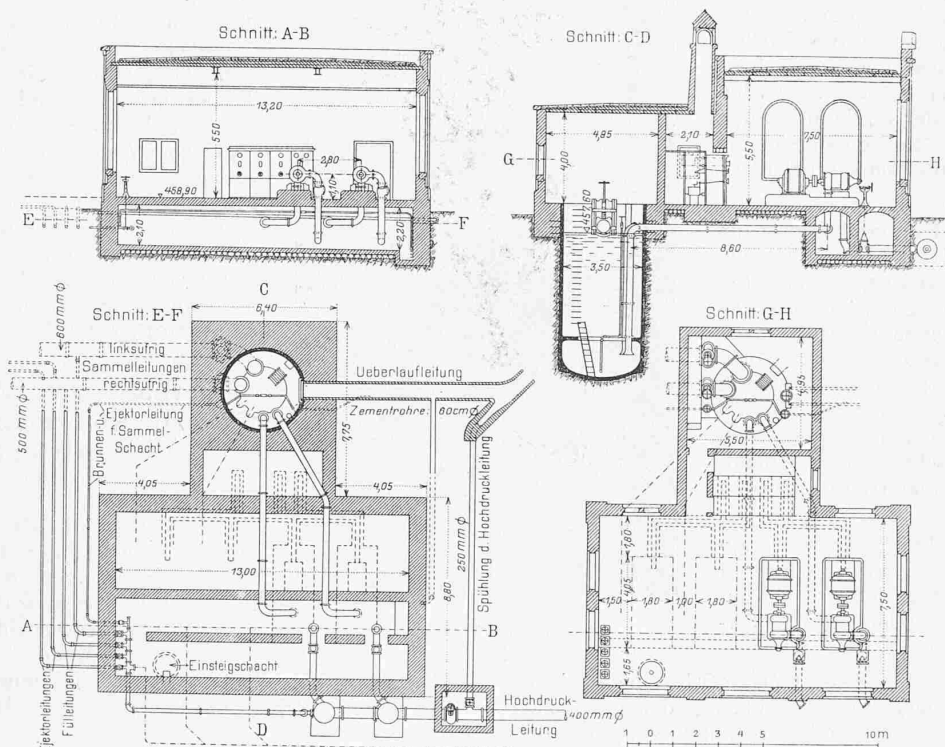


Abb. 4. Sammelschacht und Pumpengebäude bei Littau. — Masstab 1 : 300.

muss, stetig zunimmt. Sobald es wirtschaftlich nicht mehr zu rechtfertigen wäre, den ganzen Wasserertrag von Thorenberg aus mit unnötigem Aufwand von Betriebskraft auf den Sonnenberg zu pumpen, wird man dazu übergehen, in der Pumpstation eigene Pumpen und Motoren für das Niederdrucknetz aufzustellen und von diesen aus direkt ein tiefer gelegenes Reservoir zu speisen, das das Gebiet der Niederdruckzone versorgen kann. Für den vollständigen Ausbau sind also getrennte Pumpen und Motoren für beide Verteilgebiete vorgesehen.

Nimmt man den Fall an, dass die Pilatusquellen versagen, so verlangt der grösste Verbrauch i. J. 1935, bei vollem Ausbau, folgende Fördermengen:

für die obere Zone 6500 l/min
 „ „ untere „ 19500 l/min.

Es mussten demgemäss zwei Pumpen aufgestellt werden, von denen jede 6500 l/min liefert; spätestens 1919 ist eine dritte Pumpe für 6500 l/min und spätestens 1932 eine vierte Pumpe von gleicher Leistungsfähigkeit aufzustellen. Diese vier Pumpen liefern dann das im Jahre 1935 benötigte Wasserquantum von 26000 l/min.

Das Pumpengebäude steht etwa 350 m südwestlich der Station Littau in der Wiese zwischen Bahnlinie und Emme. Die beiden Saug- und Heberleitungen von den

gute Beleuchtung ist die grösste Rücksicht genommen, die äussere Architektur möglichst einfach gehalten.

Der Raum unter den Pumpen ist zu verschiedenen Zwecken unterkellert. Der Raum wird u. a. benutzt für die Zuleitungen zu den Wasserstrahl-Luftsaugern zur Inbetriebsetzung der Saugleitungen, für die Montage der einzelnen Saug- und Druckstränge und zum Unterbringen der Absperrschieber. Zur Entleerung des zudringenden Wassers aus dem Raum ist ein weiterer Ejektor vorgesehen. Eine Abwasserleitung vom Brunnen führt ebenfalls durch den Keller und nimmt das Wasser von den Ejektoren und das Schweiss- und Tropfwasser von den Pumpen auf. Ferner sind hier die Schieber für die Füll- und Entlüftungsleitungen der grossen Saugstränge zu den Brunnen zu einer Batterie angeordnet.

Vom Pumpschacht aus führt eine Ueberlaufleitung von 60 cm weiten Zementrohren bis unterhalb die Thorenbergerbrücke, wo sie in die Emme mündet. Durch diese kann beim plötzlichen Abstellen der Pumpen infolge Störung an der Stromzuleitung die von den Heberleitungen gelieferte Wassermenge abgeführt werden.

Eine Schwimmervorrichtung im Pumpschacht mit Zeigerwerk und Alarmvorrichtung im Maschinenraume unterrichtet in diesem Falle den Maschinisten. Die Heberleitungen

können durch Schieber gedrosselt und abgesperrt werden. Auch der Pumpschacht kann durch einen Ejektor vollständig entleert und zur Reinigung zugänglich gemacht werden. In die Ueberlaufleitung mündet eine Spülvorrichtung für die Druckleitung, wofür der Schieber in einem Schacht angeordnet ist.

Die Pumpen. Unter den vorliegenden Verhältnissen war es gegeben, Hochdruck-Zentrifugalpumpen zu verwenden, die im Nutzeffekt den Kolbenpumpen nahe kommen und deren Betrieb bei direkter Kupplung mit den Elektromotoren viel einfacher ist; die Drehzahl beträgt 1450 in der Minute. Wie schon oben gesagt worden ist, sind vorerst zwei Pumpen aufgestellt worden, von denen jede 6500 *l/min* Wasser auf eine Förderhöhe von 133,60 *m* liefert; jede erfordert eine Antriebskraft von 316,94 *PS*. Ein Arbeiten der Hochdruckpumpen in das Niederdrucknetz ist möglich, aber wirtschaftlich nicht empfehlenswert. Es werden also mit dem Bau der direkten Leitung auch eigens für die entsprechende Förderhöhe gebaute Pumpen aufzustellen sein.

Die Motoren. Es stand Drehstrom von 5300 *V* und 50 Perioden vom städtischen Elektrizitätswerk als Betriebskraft zur Verfügung; die neu zu bauende Anschlussleitung erhielt eine Länge von nur 200 *m*. Die Hochspannungsmotoren der Maschinenfabrik Oerlikon sind für Abgabe von 360 *PS* gebaut. Zur Vermeidung eines den Normalstrom überschreitenden Anlaufstromes sind Anlasstransformatoren vorgesehen.

Eine Kraneinrichtung von 5 *t* Tragkraft dient zum Versetzen der schweren Maschinen. Mit dem Reservoir auf Sonnenberg ist eine telephonische Verbindung hergestellt.

Druckleitungen. Die Projektverfasser haben eingehende Vergleichsberechnungen zur Bestimmung der günstigsten Rohrweiten angestellt, indem bei Anwendung weiterer Leitungen die Verzinsung und die Amortisation der grösseren Anlagekosten in Betracht fallen, dagegen bei Anwendung engerer Leitungen die Kosten grösserer Betriebskraft. Es ist hier nicht der Ort, auf diese sehr eingehenden Berechnungen einzutreten; als günstige Anordnung ergab sich die folgende:

Es war vorab eine Leitung von 400 *mm* in das Reservoir auf den Sonnenberg zu bauen.

Im Jahre 1913 ist eine zweite Leitung von 500 *mm* Durchmesser direkt in die Stadt zu führen.

Der Betrieb, wie er durch diese Leitungsanordnung bedingt ist, erfordert ausser der Aufstellung der beiden Hochdruckpumpen für 6500 *l/min* die Einsetzung einer Niederdruckpumpe für dieselbe Fördermenge im Jahre 1919 und einer weitem im Jahre 1932.

Beim Bau der Druckleitung auf Sonnenberg sind sowohl im Längenprofil, wie auch in der Richtung, an jenen Stellen, die nicht den gewöhnlichen Bogennormalien entsprechen, Uebergangskurven eingelegt. Die Bahnunterführung ist in einem gemauerten Kanal für zwei Leitungen bewerkstelligt worden.

Beim Reservoir auf dem Sonnenberg schliesst die Druckleitung in einem kleinen Gebäude ab, das einen Messüberlauf und die Vorrichtung enthält zum Füllen der Druckleitung aus der Quellzuleitung, und zur Verteilung des geförderten Wassers in die Reservoirkammer oder direkt in die Hauptleitung zur Stadt.

Das bestehende Reservoir auf dem Sonnenberg hat einen Inhalt von 8000 *m*³; es wird seinem Zwecke noch auf lange Zeit allein genügen können. Für die obere Zone reicht das bestehende Reservoir immer aus; es bleibt sogar noch ein grosser Raum zur Verwendung für die untere Zone übrig. Für die untere Zone muss im Jahre 1935 ein Reservoir mit etwa 6000 *m*³ Inhalt erstellt werden; ein Teil davon muss schon vorher, d. h. beim Bau der direkten Linie in die Stadt, zur Verfügung stehen.

Skulpturenwettbewerb.

I. Preis. — P. Landowski und H. Bouchard.



Modell einer Nebenfigur.

Die obenstehend beschriebenen Bauten sind im Jahre 1908 von der Firma Guggenbühl & Müller in Zürich zur vollen Zufriedenheit der Stadt Luzern ausgeführt worden. Am 17. September 1908 hat das Pumpwerk das erste Wasser in das Netz geliefert, nachdem ein Probetrieb von 14 Tagen durchgeführt worden war. Die Eröffnung fiel gerade in eine Periode grosser Trockenheit, während welcher der Ertrag der Pilatusquellen auf 6000 und sogar 5000 *l/min* fiel. Die neue Reserveanlage hat diese erste Probe ihrer Brauchbarkeit glänzend bestanden. Die Baukosten waren veranschlagt auf insgesamt 782000 Fr.; es darf hier bemerkt werden, dass dieser Voranschlag nicht nur eingehalten, sondern sogar unterschritten wurde.

Internationaler Wettbewerb für ein Reformationsdenkmal in Genf.

(Mit Tafel XI.)

Das Ergebnis des Wettbewerbes, über den wir unter Beifügung zahlreicher Abbildungen in der Nr. 20 des Bandes LII berichtet haben, hat dazu geführt, dass den Gewinnern des ersten Preises Herren Monod & Laverrière und Taillens & Dubois, Architekten in Lausanne der Auftrag zur Ausarbeitung der Ausführungspläne für das Denkmal erteilt worden ist.

Diese liegen nun vor und haben bei Anlass der Festlichkeiten, die in diesem Jahr zu Genf gefeiert wurden, in verschiedenen von der Gesellschaft „Atar“ mit grosser Sorgfalt und bekannter Virtuosität ausgeführten Kunstblättern Verbreitung gefunden. Die Frontansichten des „Mur des Réformateurs“ entsprechen dem Eindruck, den schon unsere nach dem erstprämiierten Projekt gebrachten Abbildungen wiedergaben, wenn auch selbstverständlich die Einzelheiten in dem Ausführungsprojekte weiter ausgebildet sind. Einen ganz neuen Einblick in das Wesen des Denkmals aber gewährt eine Seitenansicht, die wir nach einem Dreifarbendruck von „Atar“ mit dessen Einwilligung der heutigen Nummer in Tafel XI beilegen können und die die Mittelpartie der Mauer mit der Reformatorengruppe zeigt.

Wir benutzen umso lieber die sich bietende Gelegenheit, unsere frühere Darstellung des Entwurfes durch dieses Bild zu ergänzen, als wir zugleich über den Wettbewerb für die bildhauerische Behandlung des Denkmals zu berichten haben, dessen Endergebnis schon auf Seite 28 dieses Bandes gemeldet worden ist.

Das Denkmalkomitee hat unter vier der bei der ersten Konkurrenz mit Preisen ausgezeichneten Bildhauern einen engeren Wettbewerb veranstaltet und sie eingeladen, zu der für die Ausführung des Denkmals nunmehr gewählten architektonischen Anordnung passende Entwürfe für die Gruppe der Genfer Reformatoren und eine der Nebenfiguren,