

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65/66 (1915)
Heft: 18

Artikel: Démonstration de jaugeage par voie chimique, méthode Boucher-Mellet, effectuée à l'usine hydro-électrique de l'Ackersand (Valais)
Autor: Collet, L.W. / Mellet, R. / Lütschg, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-32311>

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: 24.05.2025

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

Allen, die durch ihre Bemühungen dazu beigetragen die Veranstaltung zu einer ebenso gehaltvollen wie genussreichen zu gestalten. Dieser Dank gebührt vor allem Herrn Direktor Dr. L. W. Collet und seinem Mitarbeiter Prof. Dr. R. Mellet, dann aber auch den Ingenieuren der Abteilung für Wasserwirtschaft O. Lüttsch, C. Ghezzi und W. Bossard, den schon genannten Vertretern des Bureau für elektr. Betrieb der S. B. B., ganz besonders auch Herrn Dir. Peter zu Händen der A. G. Lonza und Herrn Ing. A. Boucher, dem Erbauer der Werke Ackersand und Fully. Ein Extra-Kränzlein wand Prof. Kummer Herrn Dr. Collet als dem Vorsteher eines eidgenössischen technischen Amtes das nicht nur pflichtgemäss verwalte, sondern auch darüber hinaus von sich aus positive wissenschaftliche Arbeit leiste und damit den Fortschritt in der Erkenntnis wesentlich fördern helfe. Dafür zollen ihm die im Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein verkörperten Fachkreise besondere Anerkennung.

Direktor Collet seinerseits dankte im Namen seiner Mitarbeiter für die Worte des Exkursionsleiters, dann aber gab er auch seiner Freude und Genugtuung Ausdruck für das lebhafteste Interesse, das die Mitglieder des S. I. A. für die Veranstaltung, wie auch für die Bestrebungen seines Amtes überhaupt bekunden. Er stellt sich förmlich zur Verfügung der schweizerischen Hydrotechniker und bittet ihm Anregungen zu neuen Studien, die in unsern Kreisen als wünschbar empfunden würden, anzuvertrauen, er werde auch in Zukunft sein Möglichstes tun der Technik in Theorie und Praxis zu dienen. Mit einem Hoch auf das Vaterland, dessen Techniker sich zu einträchtiger Arbeit aus Ost und West im S. I. A. zusammenfinden, schliesst Dr. Collet seine mit grossem Beifall aufgenommene Rede.

Für den Besuch des *Kraftwerks Fully* am Montag wurde die Gesellschaft mit militärischer Genauigkeit in Gruppen von je 10 Mann eingeteilt und registriert: galt es doch zur Besichtigung der Fullyseen für gewöhnliche Sterbliche verbotenes Festungsgebiet zu betreten. Dem Erbauer des Werkes, Herrn Ingenieur A. Boucher, war es indessen gelungen, vom Festungs-Kommandanten die Erlaubnis zu erlangen, 3 × 10 Mann zu den Seen hinauf zu führen. In etwa einer Stunde hob uns die Seilbahn (in vier Sektionen und mit Steigungen von über 100%) in herrlicher Fahrt mühelos auf die luftige, sonnige Höhe. Vom untern See gings zu Fuss über schon herbstlich gefärbte Alpweiden zum obern, dem gestauten See auf etwa 2150 m ü. M. Hier wurde die originelle Wasserfassung erläutert und gezeigt, die Staumauer begutachtet und ein frugaler Morgenimbiss eingenommen. Wir können uns hinsichtlich des Technischen kurz fassen, denn Ing. Boucher hat uns die Unterlagen zu einer planmässigen Beschreibung der neuartigen Anlage frdl. zugesagt, sodass unsere Leser wohl demnächst Genaueres hierüber erfahren werden. Auch hier oben war der Naturgenuss angesichts der prächtigsten Aussicht auf die Häupter der Walliser Alpen bis und mit der Mont Blanc-Gruppe ein überwältigender, und nur ungern fügte man sich dem unerbittlichen Befehl zum Rückzug d. h. zur Talfahrt.

Während der Bergfahrt der 30 Auserwählten unterzogen die Maschineningenieure die hydraulischen und elektrischen Einrich-

tungen der Zentrale einer eingehenderen Besichtigung. Berufene Führer waren ihnen dabei Prof. R. Neeser, Lausanne, der Konstrukteur der Turbinen, und Ing. E. Fulpius, Genf, der die zugehörigen Regulierorgane durchgebildet hat;¹⁾ beide Kollegen stehen im Dienste der Turbinenbau firma Piccard Pictet & Cie. in Genf.

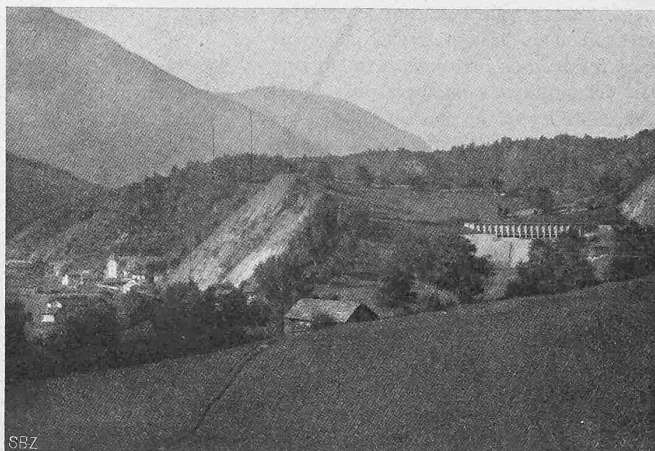


Abb. 2. Kraftwerk Massaboden mit Ausgleichbecken.

Nach und nach trafen alle Teilnehmer wieder in Martigny ein, wo sie sich nach einem Abschieds-Schoppen am Bahnhof trennten, um mit den Abendzügen die Heimat oder doch wenigstens noch Bern zu erreichen. Noch klingt uns im Ohr der stets wiederkehrende Ausruf „magnifique“! Es waren wirklich prächtige Tage kollegialen Beisammenseins, die bei allen den Wunsch erweckten: Auf Wiedersehn ein andermal!

C. J.

Démonstration

de jaugeage par voie chimique, méthode Boucher-Mellet²⁾, effectuée à l'usine hydro-électrique de l'Ackersand (Valais), le 19 septembre 1915 par

le Dr. L. W. Collet, le Prof. Dr. R. Mellet et O. Lüttsch, Ing.

Principe de la démonstration. La méthode de titration des solutions très diluées de chlorures, appliquée au jaugeage des débits³⁾, exige la présence d'un certain minimum de sel dans les liquides à titrer: pour chaque titration il faut que le liquide à analyser contienne, sous un petit volume, quelques centigrammes de chlorure, à défaut de quoi la précision cherchée ne peut être réalisée. Il en résulte que, lorsqu'on a fait couler dans l'eau à jauger une solution à peu près saturée de chlorure de sodium (contenant environ 30% de sel) avec un débit d'environ 1/10000 de celui que l'on veut jauger, il faut prendre 1 litre de chaque

¹⁾ Vergl. eingehende Darstellung in Bd. LXIV, S. 259, 265 u. 280. (Dez. 1914).

²⁾ Voir ci-après la liste des publications relatives à cette méthode.

³⁾ Index, publication n° 2.

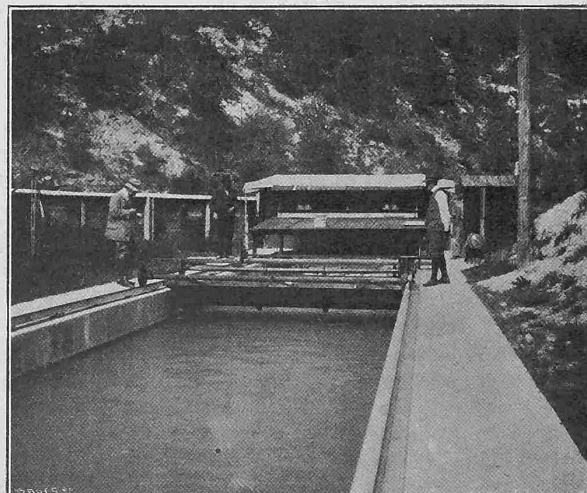
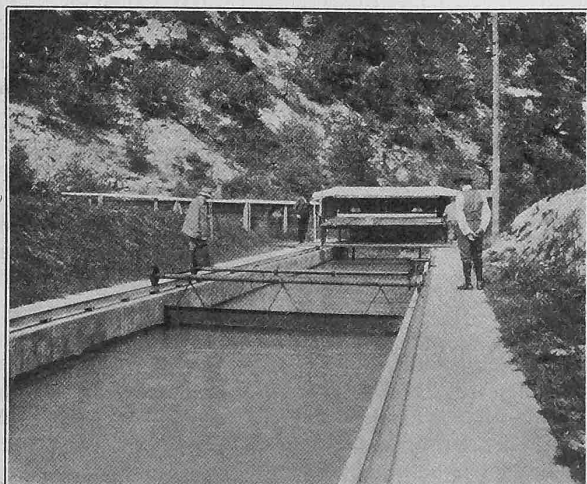


Abb. 3 und 4. Schirm-Messeinrichtung im Unterwasserkanal der Zentrale Ackersand (Clichés der Abteilung für Wasserwirtschaft).

échantillon de la solution finale (mélange de l'eau de la turbine avec la solution salée). On concentre ce litre par évaporation lente, jusqu'à réduction à un petit volume, puis on titre.

Pour une démonstration sur le terrain, l'évaporation n'est pas commode, car elle prend du temps. A première vue il semble que l'on pourrait, sans nuire à la précision du résultat final, augmenter autant que l'on veut le débit de la solution salée que l'on introduit dans la turbine, et diminuer dans les mêmes proportions le volume des échantillons à prélever pour l'analyse, de façon à pouvoir titrer ces échantillons «ex tempore», sans les évaporer préalablement. Pratiquement cela n'est possible que dans certaines limites. En effet, plus le débit de la solution salée initiale est gros, moins il est facile de le déterminer exactement. (Cette détermination doit être faite aussi exactement que possible, avant le jaugeage proprement dit, en mesurant le temps nécessaire pour le remplissage d'un récipient jaugé). D'autre part, plus le volume du liquide que l'on titre est grand, moins la titration est exacte. Un volume supérieur à 50 cm³ ne conviendrait pas, parce que le virage indiquant la fin de la titration ne serait plus assez net, et les résultats deviendraient trop inexacts.

Si l'on veut se contenter d'une précision moins grande, on peut faire couler la solution salée dans l'eau à jauger avec un débit sensiblement plus grand que 1/10 000, par exemple $p/10\,000$, et prélever pour chaque titration seulement $1/q$ litre de chaque échantillon de la solution finale, q étant plus grand que p . Dans ces conditions, en tirant les échantillons directement et sans évaporation préalable, les valeurs d_1 et N_2 de la formule du débit ($D = d_1 \cdot \frac{N_1}{N_2 - n} - d_1$) sont seulement un peu moins exactes.

Pour la démonstration qui fait l'objet de cet article nous avons choisi $p = 8$ environ, c'est-à-dire que nous avons fait couler la solution initiale avec un débit d'environ 8/10 000 de celui des turbines à jauger, et $q = 20$, c'est-à-dire que nous avons pris pour les titrations 50 cm³ seulement des divers échantillons de la solution finale (sans leur faire subir l'évaporation préliminaire).

Si la titration directe des échantillons de la solution finale est possible, par contre les eaux naturelles contiennent en général trop peu de chlorures pour que la titration de l'eau d'alimentation des turbines puisse être faite sans concentration préalable. Mais, pour un jaugeage démonstratif, et dans le cas particulier de l'Ackersand, dont les eaux d'alimentation ne contiennent que des traces minimales de sel, on peut, en commettant une erreur relativement faible, négliger cette titration, c'est-à-dire ne pas tenir compte de la valeur n dans la formule du débit.

Quant à la solution salée initiale, elle peut être diluée avec de l'eau distillée, puis titrée sur place, exactement comme on le fait au laboratoire, ce qui permet d'obtenir la valeur N_1 avec une exactitude rigoureuse.

Précision réalisable. En opérant ainsi avec un débit exagéré de la solution initiale, en tirant 50 cm³ de la solution finale sans évaporation et en négligeant la titration de l'eau d'alimentation pure, on commet donc les trois erreurs suivantes:

1°. Le gros débit de la solution initiale ne peut pas être déterminé avec autant d'exactitude qu'un débit plus faible, à cause de l'erreur expérimentale que l'on commet au début et à la fin du remplissage du récipient. Dans les conditions d'expérimentation réalisées à l'usine de l'Ackersand, où nous n'avions, en outre, pas pu établir de robinets pour expulser la totalité de l'air contenu dans les tuyaux, nous avons constaté que cette erreur peut ascender jusqu'à $\pm 1,5\%$ environ.

2°. En prélevant, pour la titration de la solution finale, un volume maximal de 50 cm³, on titre une quantité de sel trop faible, malgré le gros débit avec lequel la solution salée est introduite dans les turbines, et cette quantité trop faible de sel est contenue dans un volume de liquide un peu trop grand. La titration est donc moins exacte. Dans les conditions expérimentales de l'Ackersand, nous estimons que cette cause d'erreur peut exercer sur le

résultat final une influence correspondant à environ $\pm 0,5$ à $0,6\%$ du débit total.

3°. Enfin en négligeant la titration de l'eau d'alimentation des turbines, on commet une erreur qui, pour les eaux de l'Ackersand, est d'environ -1% . Cette erreur ne peut être que négative, puisque le chiffre obtenu par titration de l'eau devrait être retranché du dénominateur de la fraction exprimant le débit.

Les trois causes d'erreur qui viennent d'être mentionnées n'exercent pas nécessairement leur influence dans le même sens, mais on pouvait donc prévoir une erreur maximum totale d'environ $+1\%$ ou -3% dans les deux cas les plus défavorables.

Préparation de la solution initiale. La solution salée a été préparée dans quatre tonneaux d'environ 200 litres, dans chacun desquels on a introduit environ 50 kg de sel. Après dissolution, l'eau salée a été filtrée au travers d'un treillis fin destiné à retenir les débris de bois, et versée dans une grande cuve d'environ 600 litres de capacité, au-dessous de laquelle se trouvait un récipient à surverse destiné à maintenir constant le niveau supérieur de la colonne liquide. Le robinet d'écoulement de la cuve n'étant pas tout à fait au fond de celle-ci, on pouvait compter sur un volume effectif d'environ 500 litres de solution salée.

Débit de la solution initiale. La solution salée devant être introduite dans les deux turbines par deux ajutages différents reliés par une canalisation en fer au récipient à surverse placé au-dessous du robinet d'écoulement, il fallait déterminer séparément le débit de chacun d'eux. Cette détermination, effectuée par remplissage d'un récipient jaugé, a donné les chiffres suivants:

Débit de l'ajutage situé au-dessus de la 1^{ère} turbine: 0,6578 lit/sec
 » » » » » » » » 2^{ème} » : 0,6924 lit/sec

Débit total de la solution initiale $d_1 = 1,3502$ lit/sec
 Etant donné le volume disponible, l'écoulement de la solution salée dans les turbines pouvait donc durer environ 6 minutes.

Essai préliminaire à la fluorescéine. Une solution de 100 gr de fluorescéine dans environ 20 litres d'eau a été versée lentement dans l'une des turbines, à l'aide d'un arrosoir, dans l'espace d'environ une minute.

Au point choisi pour le prélèvement des échantillons de la solution finale, c'est-à-dire à l'endroit du canal de fuite où l'eau sort du tunnel souterrain pour parcourir le canal de mesure du rideau¹⁾, la coloration de la fluorescéine est apparue au bout d'environ 3 minutes. L'eau parut uniformément verte entre la 4^{ème} et la 5^{ème} minute, à partir de laquelle la coloration commença à disparaître graduellement.

Conclusion: les prélèvements de la solution finale devront donc être effectués dès la 4^{ème} minute après le commencement de l'introduction d'eau salée dans les turbines, et devront se faire à des intervalles très rapprochés, la vitesse de l'eau dans le canal de fuite étant relativement grande, et l'écoulement de la solution salée dans les turbines ne pouvant durer que 6 minutes.

¹⁾ Voir la description et le schéma de l'installation dans les publications nos 3, 4 et 5 de l'index bibliographique ci-après.



Bahningenieur Ernst Doser

Geb. 6. Sept. 1853

Gest. 21. Okt. 1915

Opérations du jaugeage et prélèvement des échantillons.

Les ajutages furent ouverts, ainsi que le robinet de la cuve-réservoir, qui fut manœuvré à la main, de façon à maintenir constante la hauteur du liquide dans le récipient à surverse.

L'opération commença à 3 h. 35 min. Six échantillons de la solution finale furent prélevés de minute en minute, à partir de la 4^{ème}, soit à partir de 3 h. 39 min. Pendant la durée de l'écoulement et le prélèvement des échantillons, un jaugeage de contrôle était effectué au moyen du rideau.

Après l'opération un échantillon de la solution initiale fut prélevé dans le fond de la cuve-réservoir, puis les titrations furent effectuées sur le champ dans le grand hall de l'usine par M. le Prof. Dr Mellet.

Résultat du jaugeage par voie chimique.

1^o *Titration de la solution initiale.* 10 cm³ de la solution initiale furent dilués à 500 cm³ avec de l'eau distillée. 5 cm³ de cette solution diluée furent soumis à la titration et exigèrent 34,55 cm³ de nitrate d'argent.

$$N_1 = 345500$$

2^o *Titration de la solution finale.* La titration de la solution finale porta sur 50 cm³ de chacun des échantillons prélevés. Les volumes de nitrate d'argent employés sont indiqués ci-dessous:

Echantillon n° 1,	prélevé à la 4 ^{ème} minute.	50 cm ³ exigèrent	12,35 cm ³
» 2,	» 5 ^{ème} »	» »	13,30 »
» 3,	» 6 ^{ème} »	» »	13,50 »
» 4,	» 7 ^{ème} »	» »	13,55 »
» 5,	» 8 ^{ème} »	» »	13,55 »
» 6,	» 9 ^{ème} »	» »	10,50 »

On voit qu'au début le mélange n'est pas encore tout à fait réalisé. La teneur en sel est rigoureusement constante pendant la 7^{ème} et la 8^{ème} minute, et diminue déjà à la 9^{ème} minute, l'écoulement de la solution initiale dans la turbine ayant cessé à la 6^{ème} minute environ.

Il va sans dire que, pour un jaugeage très rigoureux, l'introduction de la solution initiale dans les turbines doit être prolongée sensiblement plus longtemps, ce qui permet d'obtenir un plus grand nombre d'échantillons concordants.

Les échantillons 4 et 5 étant parfaitement identiques, il faut choisir ces résultats pour le calcul.

Le volume de nitrate d'argent nécessaire pour titrer 1 litre de la solution finale est donc de $20 \times 13,55 = 271$ cm³.

$$N_2 = 271.$$

3^o *Calcul du débit.* En appliquant la formule du débit, dans laquelle nous négligeons exceptionnellement la valeur n , on obtient

$$D = d_1 \frac{N_1}{N_2 (-n)} - d_1 = 1,3502 \frac{345500}{271} - 1,3 \dots = 1720$$

Le débit cherché est donc: $D = 1720$ lit/sec

Résultat obtenu au rideau: $D = 1740^*)$ »

Nous avons donc obtenu, par la méthode chimique, une différence d'environ $-1,15\%$.

Index bibliographique.

1. *A. Boucher*: Jaugeages par titrations. «Bull. techn. de la Suisse romande», 1910, n° 11, page 123.
2. *R. Mellet*: Application de la titration des chlorures au jaugeage de débits. «Bull. techn. de la Suisse romande», 1910, n° 11, page 125.
3. *L. W. Collet, R. Mellet et O. Lütschg*: Jaugeages par titrations et essais comparatifs. Communications du Service de l'Hydrographie Nationale, n° 1, 1913.
4. *W. Zuppinger*: Neuere Messmethoden. «Schweizerische Bauzeitung», Vol. LXII, pages 49 et 57 (26. VII. et 2. VIII. 1913).
5. *R. Mellet*: Le jaugeage des débits par voie chimique. «Revue générale des Sciences», 1913, n° 21, page 809.
6. *Idem.* 1914, n° 3, page 96.
7. *R. Mellet*: Les jaugeages par titration physico-chimique. «Bull. techn. de la Suisse romande», 1915, n° 3, page 25.

*) Ce chiffre est une moyenne. Par observation directe le rideau a donné $D = 1731$ l, en se basant sur le limnigraphe $D = 1749$.

Nekrologie.

(Zu nebenstehendem Bilde.)

† **Ernst Doser**, Bahningenieur der S. B. B. in Zürich. In der letzten Nummer der Schweizer Bauzeitung ist von dem grausamen Unglücksfall kurz berichtet, der am 21. dieses Monats den treuen Freund und lieben Kollegen vieler Mitglieder unseres Zürcher Ingenieur- und Architekten-Vereins hinweggerafft hat. Die Schicksalsmächte haben ihn nicht an einer schwachen Stelle angefasst. Er war eine peinlich vorsichtige, skeptische Natur, dem äussern Gang der Ereignisse stets misstrauend, aber in ebenso hohem Grade zutraulich und teilnehmend den Menschen gegenüber. Bei der Kontrolle von Arbeiten am Viadukt der Strecke Zürich-Letten im Industriequartier wurde er von einem Zuge überrascht und sofort getötet. Das Geräusch eines gleichzeitig auf dem daneben und höher liegenden Viadukt der Winterthurer-Linie fahrenden Güterzuges hatte offenbar die Wahrnehmung der Gefahr auf der eigenen Linie gehindert. Unglücklicherweise scheint auch der Ausblick des Lokomotivpersonals gemangelt zu haben, denn ein Warnungszeichen aus 60 m Entfernung hätte wohl die Rettung ermöglicht.

Doser stammte aus Laufenburg, wo er am 6. September 1853 geboren wurde. Er besuchte die aargauische Kantonsschule und hierauf von 1872 bis 1873 die Eidgen. Technische Hochschule. Dem Drange, seinen Gesichtskreis zu erweitern, folgend, ging er dann nach München und Aachen, wo er im Jahre 1876 seine Studien als Bauingenieur abschloss. Nach einer Anfangstätigkeit bei Strassenbauten im Aargau betätigte er sich vom Jahre 1878 bis 1882 im Dienste der Gotthardbahn beim Bau der Monte-Ceneri-Linie. Später finden wir ihn mit einem ganzen Stabe von schweizerischen Ingenieuren beim Bau der Schmalspurbahnen in Griechenland. In die Schweiz zurückgekehrt, half er unsere Gotthardbefestigungen bauen und trat nachher in den Dienst der Nordostbahn, vorerst um in seiner engern Heimat den Bau der Linie Koblenz-Stein zu leiten. Nachher führte ihn der weitere Bau der Moratoriumslinien nach Schaffhausen; nach deren Vollendung blieb er als Bahningenieur für den Betrieb bei der Schweizer Nordostbahn und ging mit dieser zu den Schweizer Bundesbahnen über.

Doser war ein äusserst ernster Charakter, in der Ausübung seines Berufes stets peinlich gewissenhaft, aber jedem persönlichen Hervortreten durchaus — vielleicht zu sehr — abgeneigt. Als Freund und Kollege bezeugte er stets ein ungewöhnlich warmes persönliches Interesse für Alle, die mit ihm in nähere Beziehung traten. Er wird ihnen unvergesslich bleiben. T.

Konkurrenzen.

Bürgerheim auf dem Sälihof in Luzern. Die Ortsbürgergemeinde Luzern hatte am 10. Juli d. J. mit Termin auf den 16. Oktober d. J. unter zwölf Luzerner Architekten einen engern Wettbewerb veranstaltet zur Erlangung von Entwürfen für ein auf der Kleinen Gilgen des Sälihofes zu errichtendes Bürgerheim. Als Preisrichter waren bezeichnet die Architekten *Arnold Cattani* in Luzern, Kantonsbaumeister *O. Balthasar* in Luzern und *Dagobert Keiser* in Zug, ferner der Direktor des Bürgerasyls *Heinrich Halter* und der Direktor der Waisenanstalt *B. Räber-Zemp*. Jeder Bewerber erhielt eine Entschädigung von 400 Fr.; ausserdem standen dem Preisgericht 3000 Fr. zur Prämierung der besten Entwürfe zur Verfügung. Dem Wettbewerb lagen die Normen des S. I. A. zugrunde.

Das Preisgericht hat am 23. Oktober folgende Preise zuerkannt:

- I. Preis (1100 Fr.) dem Entwurf „Herbst 1915“ der Architekten *Möri & Krebs*.
- II. Preis (1000 Fr.) dem Entwurf „Sonne dem Alter“ des Architekten *Theodor Nager*.
- III. Preis (500 Fr.) dem Entwurf „Im Säli“ des Architekten *Karl Suter*.
- IV. Preis (400 Fr.) dem Entwurf „Ost-Süd-West“ der Architekten *Theiler & Helber*.

Ausserdem wurde ein zweiter Entwurf „Mittags-Sonne“ des Architekten *Karl Suter* in den V. Rang gestellt.

Die öffentliche Ausstellung der eingegangenen 18 Arbeiten findet statt im Rathaus der Stadt Luzern am Kornmarkt vom 31. Oktober bis und mit dem 7. November je von 9 bis 12 (Sonntags von 10 bis 12) und von 1 bis 5 Uhr.