

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 45/46 (1905)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Das Ausströmen heissen Wassers aus Gefässmündungen  
**Autor:** Fliegner, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-25452>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.04.2026

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

## Das Ausströmen heissen Wassers aus Gefässmündungen.

Von Professor Dr. A. Fliegner in Zürich.

(Schluss.<sup>1)</sup>)

Mit Ausnahme von solchen ganz kleinen Temperaturunterschieden würde hiernach beim Ausströmen von warmem Wasser innerhalb der Mündungsebene niemals eine Verdampfung eintreten, weil der Druck dazu noch nicht genügend abgenommen hätte. Unmittelbar nach dem Verlassen der Mündungsebene müsste aber sofort eine lebhaftere Verdampfung beginnen, da der Strahl dort plötzlich unter den bedeutend kleineren Druck der Umgebung kommt. Gleichzeitig nehmen infolge davon die äussersten Flüssigkeitsteilchen zu ihrer axialen Geschwindigkeit auch plötzlich noch eine endliche, radial nach auswärts gerichtete Geschwindigkeit an. Und das muss zur Folge haben, dass sich der Strahl aussen sofort stark erweitert. Das geschieht auch in Wirklichkeit, wie zwei Abbildungen solcher Strahlen zeigen, die *Savage* seiner Veröffentlichung auf S. 198 u. 199 beigelegt hat. Er bemerkt dazu auch ausdrücklich: das Aussehen des Strahles stehe in vollkommenem Widerspruche mit der Annahme, dass in ihm ein Querschnitt vorhanden sei, in welchem Parallelismus der Wasserfäden und gleichzeitig der Druck der Umgebung herrscht.

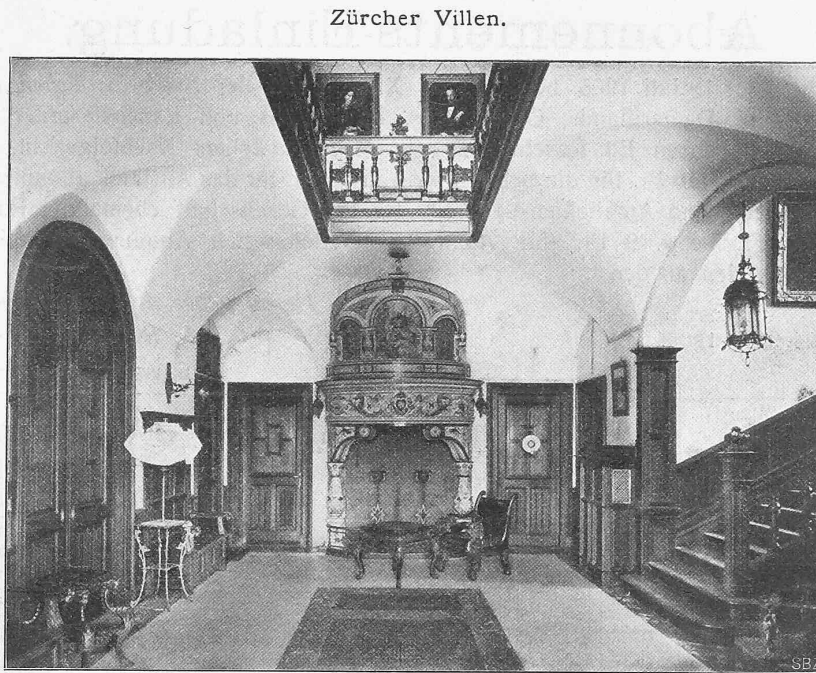


Abb. 16. Blick in die Halle der Villa Baumann in Zürich II.

Tabelle IV.

1	Datum	$p_i$	$G/F$	$p_i - p'_i$	$p'_i$	$t_i$	$t'_i$	$\delta t$
2	3	4	5	6	7	8	9	
1	4. Juli	6,50	14500	1,07	5,43	161,1	153,8	7,3
2	»	6,25	15037	1,15	5,10	159,5	151,7	7,8
3	»	3,25	9022	0,41	2,84	135,5	131,9	3,6
4	7. Juli	5,50	11652	0,69	4,81	154,6	149,5	5,1
5	»	4,25	10241	0,53	3,72	145,0	140,2	4,8
6	»	2,50	7875	0,32	2,18	126,7	122,3	4,4
7	»	2,00	10980	0,61	1,39	119,6	108,5	11,1
8	»	3,75	17842	1,62	2,13	140,5	121,6	18,9
9	26. Septbr.	6,00	12848	0,84	5,16	157,9	152,2	5,7
10	»	6,00	14097	1,01	4,99	157,9	150,9	7,0
11	»	6,00	13356	0,91	5,09	157,9	151,7	6,2
12	»	6,25	13182	0,89	5,36	159,5	153,6	5,9
13	»	6,50	14710	1,10	5,40	161,1	153,9	7,2
14	»	5,50	11941	0,73	4,77	154,6	149,2	5,4
15	»	5,50	13534	0,93	4,57	154,6	147,7	6,9
16	»	5,50	12084	0,74	4,76	154,6	149,2	5,4
17	»	5,50	12688	0,82	4,68	154,6	148,5	6,1
18	»	4,00	11534	0,68	3,32	142,8	136,3	6,5
19	»	4,00	11803	0,71	3,29	142,8	135,1	7,7
20	»	4,00	11534	0,68	3,32	142,8	136,3	6,5
21	»	4,00	11278	0,65	3,35	142,8	136,6	6,2
		6,00	4499	0,10	5,90	157,9	157,3	0,6

<sup>1)</sup> Auf Seite 283 rechts, Zeile 8 von oben soll statt 5,9 gesetzt werden 5,5.

Die Tabellen II und III (S. 285) sind so weit fortgesetzt, dass in ihnen die von *Pulin* und *Bonin* beobachteten Ausflussmengen auftreten. Es wäre daher möglich, aus ihnen den dazu nötigen Temperaturunterschied zwischen Wasser und Dampf zu bestimmen. Ich ziehe es aber vor, sämtliche Versuche in dieser Richtung besonders zu untersuchen. Diese Versuche sind auf Seite 200 der Veröffentlichung von *Savage*

zusammengestellt, und danach habe ich die vorstehende Tabelle IV berechnet. Ihre ersten Spalten enthalten die laufende Nummer und das Datum der im Jahre 1890 angestellten Versuche. Die dritte Spalte gibt den Kesseldruck und die vierte die aus den Ausflussmengen und Ausflusszeiten berechneten Werte von  $G/F$ .

Unter der Voraussetzung, dass der Druck in der Mündungsebene gerade dem der Temperatur des Wassers zugehörigen Sättigungsdrucke gleich wird, konnten jetzt aus den Werten von  $G/F$  die Differenzen  $p_i - p'_i$  der fünften Spalte berechnet werden.

Aus der dritten und fünften Spalte folgten dann die Sättigungsdrucke  $p'_i$  der sechsten Spalte. Endlich enthalten die siebente und achte Spalte die den Pressungen  $p_i$  und  $p'_i$  entsprechenden Temperaturen  $t_i$  und  $t'_i$  nach *Celsius* und die neunte Spalte die gesuchten Differenzen  $\delta t = t_i - t'_i$ . Diese Temperaturunterschiede bleiben gegenüber den anderweitig bis zu  $159^\circ \text{C}$ . beobachteten sämtlich sehr klein. Sie zeigen aber in ihrem Verlaufe noch einige beachtenswerte Eigentümlichkeiten.

Die Hauptversuche sind die der beiden ersten Tage, insofern als bei jedem dieser Versuche am ersten je 800, am zweiten je 900 l ausströmten. Am dritten Tage wurden nur Kontrollversuche angestellt mit einer Ausflussmenge von je 200 l. Nun zeigen der zweite und dritte Versuch, ebenso die Versuche 4 bis 6,

mit abnehmendem Kesseldrucke auch eine Abnahme von  $\delta t$ . Umgekehrt nimmt zwischen 7 und 8 mit dem Drucke  $p_i$  auch die Differenz  $\delta t$  zu. Es scheint hiernach, als ob vor Beginn der einzelnen Versuche im Kessel noch gar kein thermischer Beharrungszustand eingetreten war, dass vielmehr die Temperaturverhältnisse des vorhergehenden Versuches noch nachwirkten. Zwischen Versuch 1 und 2 stimmt das allerdings nicht, dort bleibt aber auch die Druckänderung ziemlich klein, sodass andere störende Ursachen das Ueber-

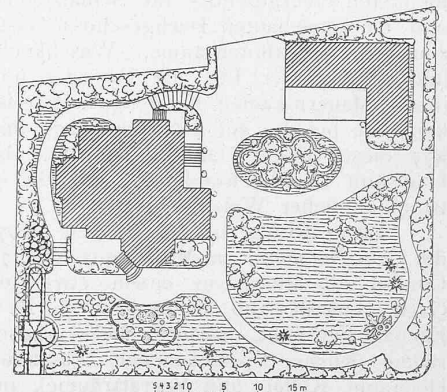


Abb. 14. Lageplan der Villa Baumann in Zürich.  
Masstab 1 : 1000.

Zürcher Villen.

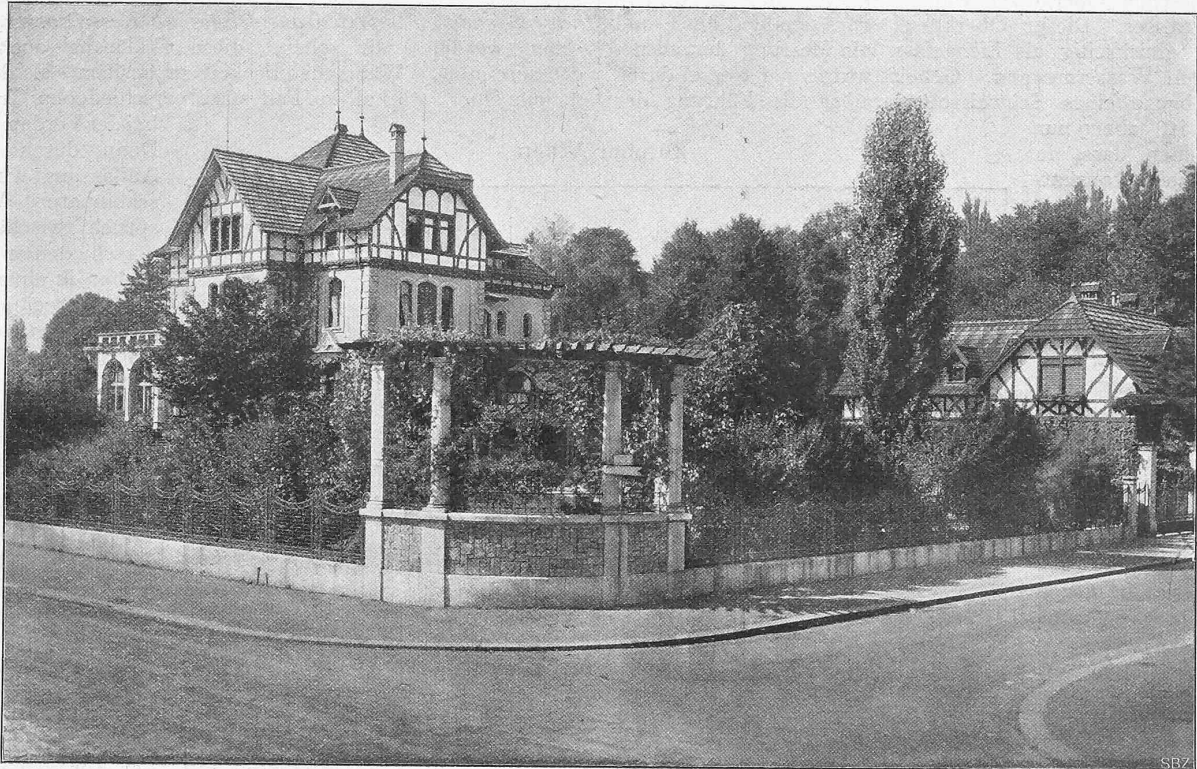


Abb. 13. Ansicht der Villa Baumann am Mythenquai in Zürich II. — Erbaut von Architekt C. von Muralt in Zürich.

gewicht erlangt haben können. Noch grösser ist die Abweichung zwischen Versuch 6 und 7. Die beiden Versuche 7 und 8 nehmen aber auch sonst eine Sonderstellung ein, indem bei ihnen die Ausflussmengen und daher auch die Temperaturunterschiede besonders gross ausgefallen sind. Es ist ausdrücklich bemerkt, dass bei diesen beiden Versuchen der Wasserstand im Kessel um 10 cm geschwankt habe. Dadurch hätten aber eigentlich die Widerstände vergrössert, die Ausflussmengen verkleinert werden sollen. Da das Gegenteil geschehen ist, so möchte ich eher annehmen, dass vor dem siebenten Versuch aus jetzt nicht näher angebbaren Gründen eine ausnahmsweise starke Abkühlung des ganzen Kesselinhaltes eingetreten war. Es ist ganz gut denkbar, dass dadurch stärkere Wallungen des Wassers veranlasst wurden, namentlich, wenn die Dampfbildung nur an einer begrenzten Stelle des ganzen Kessels vor sich gegangen ist.

Die Versuche des dritten Tages gestatten keine so sicheren Schlüsse auf den Zusammenhang zwischen den Aenderungen des Druckes und des Temperaturunterschiedes im Kessel, weil sie nur je kürzere Zeit angedauert haben. Das zeigt sich schon dadurch, dass die Werte von  $\delta t$  sogar beim gleichen Kesseldrucke ziemlich stark schwanken. Zu Versuch 15 ist ausserdem noch ausdrücklich bemerkt, dass bei ihm die Zeitbestimmung unsicherer sei, sodass es richtiger scheint, diesen Versuch ganz zu streichen. Berücksichtigt man alle diese Umstände, so wird man aus den Versuchen 9 bis 14, 16 und 17 wenigstens keinen Widerspruch mit den vorigen Schlussfolgerungen herleiten können. Die letzten vier Versuche bei 4 Atm. haben allerdings gegenüber den vorhergehenden  $\delta t$  etwas zu gross ergeben; vielleicht hat sich vor ihnen auch der Kesselinhalt stärker abgekühlt.

In der letzten Zeile der Tabelle IV habe ich noch den zuerst erwähnten Versuch in der gleichen Weise nach-

gerechnet. Hier genügt ein Temperaturunterschied von nur 0,6° C., um die grössere Ausflussmenge zu erreichen.

Es muss aber noch untersucht werden, ob in den benutzten Kesseln die berechneten Temperaturunterschiede überhaupt möglich und wahrscheinlich sind.

Dabei ist der erste Versuch mit dem Probihahn einfach zu erledigen. Diese Hähne finden sich, immer mit dem Wasserstandsgläse vereinigt, schräg oberhalb der Heiztüre am Kessel angebracht. Dort herrscht dann ein lebhafter Wassercirculation, sodass das Wasser jedenfalls die dem Drucke entsprechende Siedetemperatur annehmen wird. Bis zum Probihahn muss es aber das Gussrohr des Wasserstands-

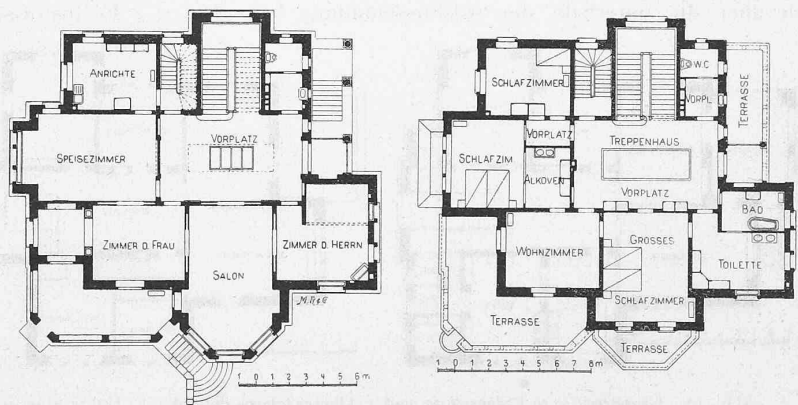


Abb. 15. Grundrisse vom Erdgeschoss und I. Obergeschoss der Villa Baumann in Zürich II. — Masstab 1:400.

zeigers durchströmen, und da dieses in keiner Weise gegen Wärmeausstrahlung geschützt wird, so muss es sich darin etwas abkühlen. Die Temperaturabnahme um 0,6° erscheint daher ganz wohl möglich.

Weniger sicher geht die Frage bei dem von Pulin und Bonnin benutzten Kessel zu entscheiden, weil von ihm keine genauere Zeichnung mit veröffentlicht ist. Man

muss sich daher mehr auf Vermutungen beschränken. Der benutzte Kessel war ein *Field*-Kessel mit einem senkrechten zylindrischen Oberkessel von 1,772 und 1,800 m lichtigem Durchmesser. Dieser Oberkessel war ziemlich hoch und diente gleichzeitig als Eichgefäss zur Messung der ausgeströmten Wassermengen. Geheizt wurde der Kessel durch die Abgase eines Schweissofens; über die Führung der Gase ist aber nur angegeben, dass sie durch ein konzentrisches Rohr im Oberkessel abzogen. Aus den Abbildungen des Strahles muss man schliessen, dass der Kessel am Rande eines gedeckten Raumes so aufgestellt war, dass sich die Ausflussmündung und ein zwischen ihr und dem Kessel eingeschalteter Hahn im Freien befanden. Der Hahn und die Mündung waren gegen Strahlungsverluste nicht geschützt.

*Sawage* meint nun, dass die *Field*-Röhren einen genügenden Wasserumlauf sichern, um im ganzen Wasserraum des Kessels einerlei Temperatur annehmen zu dürfen. Das könnte aber doch nur dann der Fall sein, wenn alle Röhren gleichartig von den Heizgasen getroffen würden. Dazu müssten diese von unten her in einem senkrechten, kreisförmigen Kanal von etwa 2 m Durchmesser zugeführt werden. Der Kanal müsste auch genügend lang sein, damit die bewegten Gase Zeit haben, seinen ganzen Querschnitt vollständig auszufüllen. Eine solche Zuführung der Gase erscheint mir jedoch kaum wahrscheinlich. Ich vermute vielmehr, dass sie von der Seite her, vielleicht sogar gegenüber der Ausflussmündung in der Höhe des Rohrbündels oder nur wenig tiefer ankamen. Dann könnten sie aber die unterhalb der Ausflussmündung befindlichen

beobachteten Ausflussmengen nicht einer verzögerten Verdampfung bei normalen Temperaturverhältnissen zuschreiben sein, sie müssten vielmehr als die Folge eines ungenügenden Temperaturausgleiches im Kesselwasser angesehen werden. Mir scheint diese Erklärung auch eine grössere innere Wahrscheinlichkeit zu besitzen, als die Annahme einer von Fall zu Fall stark verschiedenen Trägheit bei der Verdampfung. Denn durch meine Auffassung wird der scheinbare Widerspruch zwischen den verschiedenen Versuchen in einfachster Weise beseitigt. Es werden aber auch die Versuche mit den Ergebnissen der Formelrechnung in durchaus genügenden Einklang gebracht. Eine vollkommene Uebereinstimmung ist dabei natürlich nicht zu erwarten, da die Zustandsänderung während der Bewegung unmöglich genau adiabatisch vor sich gehen kann, wie es bei der Entwicklung der Formeln vorausgesetzt wird.

Zürich,  
Dezember 1904.

### Zürcher Villen.



Abb. 17. Die Villa E. Huber-Stockar in der Neumünsterallee in Zürich V. — Gartenansicht.  
Erbaut von Architekt Conrad von Muralt in Zürich.

### Schweizerische Vereinigung für Heimatschutz. Ligue pour la conservation de la Suisse pittoresque.

Das provisorische Initiativkomitee der schweizerischen Vereinigung für Heimatschutz, über deren geplante Gründung wir bereits Seite 229 d. B. berichtet haben, erlässt nachstehenden Aufruf:

„Allerorts mehren sich die Bestrebungen, den rücksichtslosen Forderungen des neuzeitlichen Verkehrs entgegenzutreten, um die landschaftlichen Schönheiten und die historische Eigenart unseres Landes zu schützen. Was in dem letzten Viertel des XIX. Jahrhunderts in blindem Eifer geopfert wurde, das ist leider nicht mehr zu erbringen, aber alles, was heute noch besteht und täglich in Gefahr kommen kann, zerstört zu werden, das soll in den Schutz der neu zu gründenden Vereinigung gestellt werden.“

Unsere Bestrebung richtet sich nicht gegen den Fortschritt und die modernen Anforderungen, aber wir verlangen, dass bei Bauausführungen jeglicher Art nicht nur der brutale Nützlichkeitsstandpunkt, sondern auch die etwaige ästhetische Schädigung in Betracht falle. Man kann jede Aufgabe auf verschiedene Weise lösen, wenn guter Wille und verständiger Sinn den Ausschlag geben.

Durch die Herausgabe einer Monatszeitschrift, durch Vorträge und Ausstellungen sollen die weitesten Kreise in ihrer Freude an der heimatlichen Schönheit bestärkt werden und die Möglichkeit erhalten, in Anlehnung an ein grosses Unternehmen im Kleinen zu wirken.

Wer achtsam die Vorgänge der letzten Monate beobachtete und die entrüstete Bewegung verfolgt hat, die

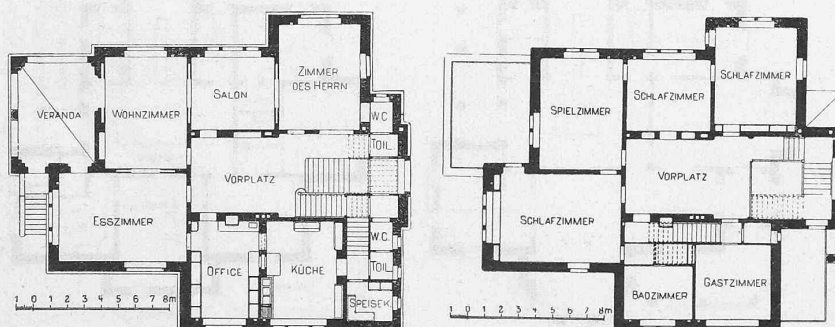


Abb. 19. Grundrisse vom Erdgeschoss und I. Obergeschoss der Villa E. Huber-Stockar in Zürich V. — Masstab 1:400.

Röhren weniger oder gar nicht treffen, sodass das Wasser dort auch weniger oder gar nicht aufwallte. Dazu kommt noch, dass die ganze Aufstellung des Kessels erwarten lässt, dass in der Nähe der Ausflussmündung grössere Wärmeverluste auftreten werden. Ich muss daher die berechneten Temperaturunterschiede für ganz wohl möglich halten.

Hiernach würden die grossen, von *Pulin* und *Bonnin*