

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 13/14 (1889)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Die zukünftige Entwicklung der Wärme-Motoren  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-15644>

### **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:** 13.03.2025

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

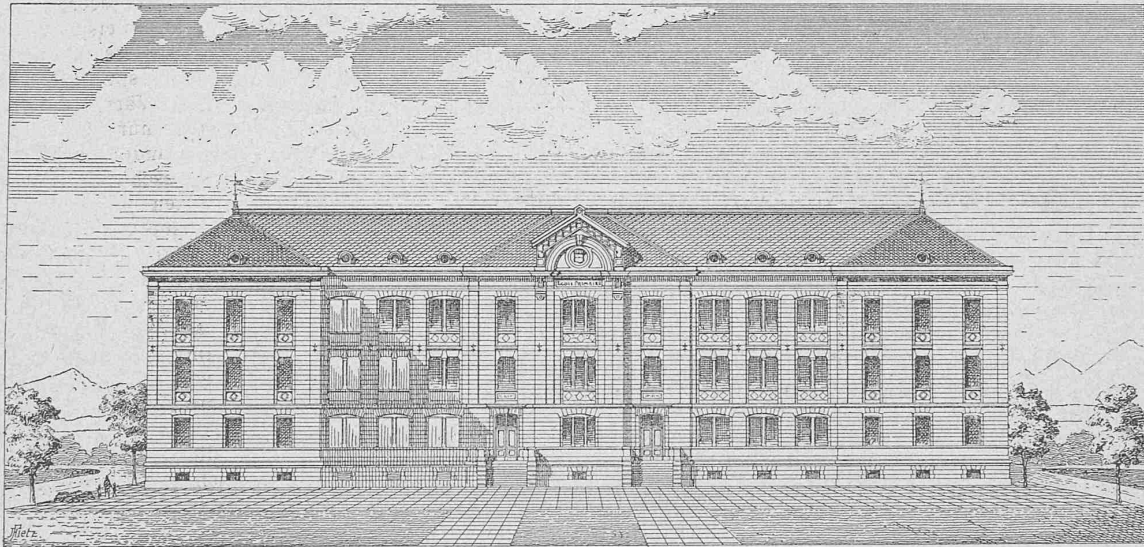
## Die zukünftige Entwicklung der Wärmemotoren.

Unter diesem Titel veröffentlicht Georg Schimming in Berlin einige allgemeine Betrachtungen\*), von denen er hofft, dass sie Anregung zur lebhaften Erörterung der Frage nach den Constructionen des Wärmemotors der Zukunft geben mögen. Da es sich um eine der wichtigsten Fragen der Technik, nämlich um die Vervollkommnung des Umsetzungsprocesses von Wärme in mechanische Arbeit handelt, welcher Process von unsern Kraftanlagen bekanntlich noch

keit der Verbesserungen in diesen vier Richtungen ist eine verschiedene. Was bei der Dampfmaschine den ersten Punkt, die Erweiterung des Temperaturgefälles, innerhalb welchem das Spiel der Maschine stattfindet, betrifft, so wird daran erinnert, dass dieses bei den ersten Dampfmaschinen nur etwa 50° betrug, von Watt auf 60—70° erhöht wurde und endlich mit Einführung des Hochdruckes auf 100—110° stieg. In neuester Zeit erst wurde durch Verwendung mehrerer Expansionscyylinder, welche der Dampf nacheinander durchströmt, die Ausnutzung eines Temperaturgefälles von 160° ermöglicht. Nun beträgt aber die höchste mögliche verwendbare Temperaturdifferenz bei Dampfmaschinen 330 bis

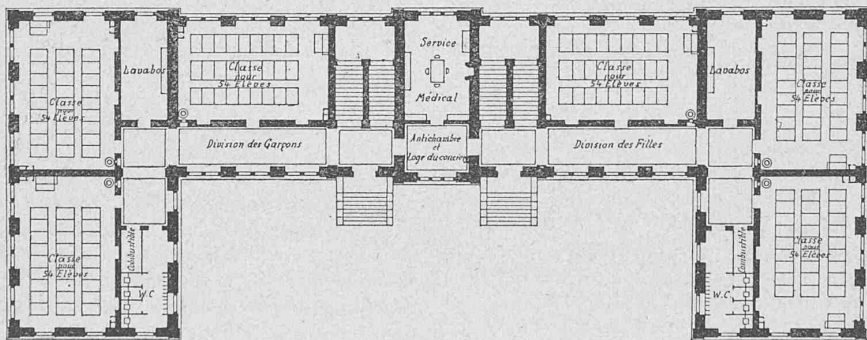
### Primarschulhaus in Lausanne.

Entwurf der *HH. Bezenenet und Girardet*, Architekten in Lausanne. — Motto: „A. B. C.“ — Erster Preis.  
(Text auf Seite 8.)



1 : 500.

Ansicht der Hauptfäçade.



1 : 500.

Grundriss vom Erdgeschoss.

in nur sehr unvollkommener Weise gelöst wird, so wollen wir den Gedankengang des genannten Autors hier in Kürze wiedergeben.

Zuerst wird hervorgehoben, dass bei gleichem Wärmehaufwand die erhaltene Arbeit steigt, erstens mit der Vergrößerung der Temperaturgrenzen, zwischen denen die Maschine arbeitet; zweitens mit der Annäherung des wirklich vorhandenen Kreisprocesses an den vollkommenen; drittens mit der Verminderung des Einflusses, den die Temperatur der Cylinderwände auf die motorische Substanz ausübt; und viertens endlich mit der Vervollkommnung des eigentlichen Mechanismus der Maschine selbst. — Die Möglich-

keit der Verbesserungen in diesen vier Richtungen ist eine verschiedene. Was bei der Dampfmaschine den ersten Punkt, die Erweiterung des Temperaturgefälles, innerhalb welchem das Spiel der Maschine stattfindet, betrifft, so wird daran erinnert, dass dieses bei den ersten Dampfmaschinen nur etwa 50° betrug, von Watt auf 60—70° erhöht wurde und endlich mit Einführung des Hochdruckes auf 100—110° stieg. In neuester Zeit erst wurde durch Verwendung mehrerer Expansionscyylinder, welche der Dampf nacheinander durchströmt, die Ausnutzung eines Temperaturgefälles von 160° ermöglicht. Nun beträgt aber die höchste mögliche verwendbare Temperaturdifferenz bei Dampfmaschinen 330 bis

440°, wenn man annimmt, dass die Temperatur der arbeitenden Materialien, soll ihre Abnutzung innerhalb den gewöhnlichen Grenzen bleiben, laut Erfahrung 350—450° sein darf. Setzt man als untere Grenze die Temperatur des Kühlwassers im Condensator 15—20° voraus, so erhält man die oben erwähnte verwendbare Temperaturdifferenz von 330—440°. Die Dampfmaschinen sind also in diesem Punkt noch sehr verbesserungsfähig.

Was die weitere Annäherung des wirklichen Kreisprocesses an den vollkommenen, zwischen Isothermen und Adiabaten verlaufenden betrifft, so ist in dieser Hinsicht nicht mehr viel zu erwarten, da die Dampfmaschine ohnehin schon den vollkommensten unter allen Wärmemotoren aufweist. Allfällig hier noch mögliche Verbesserungen

\*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 25. Mai 1889.

würden auch nur einen verhältnissmässig sehr geringen Gewinn erzielen lassen.

Auch die dritte Forderung, die Verminderung des abkühlenden Einflusses der Cylinderwände auf die motorische Substanz ist, nachdem schon Watt, gemäss dem von ihm aufgestellten Grundsatz: „The cylinder should be always as hot as the steam that entered it“, den Dampfmantel eingeführt, durch diesen in nahe vollkommener Weise erfüllt. Namentlich für die weiter getriebene Expansion des Dampfes in neuerer Zeit war dieser Punkt von grösserer Wichtigkeit geworden und es muss auch hier festgehalten werden, dass jeder der Expansionscylinder auf der Temperatur zu erhalten ist, welche der eintretende Dampf besitzt. Die Anzahl der Cylinder muss mit der Höhe der Anfangstemperatur steigen, was für den Motor der Zukunft wohl zu beachten ist.

Was nun endlich den vierten Punkt betrifft, die Möglichkeit und Nothwendigkeit der Vervollkommnung des Mechanismus, so ist hier namentlich hervorzuheben, dass die grössere Anfangstemperatur, wenn (wie es durchaus nothwendig für den Motor der Zukunft) keine stärkere Abnutzung gestattet wird, die Construction erschweren muss. Auch in dieser Hinsicht ist aber die Dampfmaschine im Vortheil gegenüber den andern Wärmemotoren, weil die Temperatur der motorischen Substanz auch bei den oben verlangten höhern Anfangstemperaturen noch eine Heizung der Cylinderwände zulässt.

Die nämlichen Betrachtungen sind nun auch auf die Gas- und Heissluftmotoren anzuwenden. Das Temperaturgefälle, mit welchem diese arbeiten, ist bei erstern etwa  $1400 - 700 = 700$ , bei letztern  $1800 - 600 = 1200$ , also in der That viel bedeutender als bei den Dampfmaschinen. Aber die oben als günstigste erwähnte Anfangstemperatur von  $450$  wird bei weitem überschritten, so dass also diese Motoren in dieser speciellen Hinsicht ebenso verbesserungsbedürftig sind wie die Dampfmaschinen, indem sie die zweckmässigste Obertemperatur noch mehr überschreiten, als sie von der Dampfmaschine unterschritten wird.

Die Untersuchung des Kreisprocesses ergibt erstens die Abweichung des Arbeitsdiagramms der motorischen Substanz von dem günstigsten zwischen Adiabaten und Isothermen verlaufenden. Die hieraus entspringenden Verluste sind aber weit weniger bedeutend als die aus der zu grossen Höhenlage des Processes überhaupt resultirenden. Denn die grösste mögliche Ausnutzung durch einen Wärmemotor ist gegeben durch  $\frac{T - T_1}{T}$ , wo  $T$  die absolute Anfangs-,  $T_1$  die absolute Endtemperatur bedeutet. Arbeitet ein Motor aber mit den Grenzen  $400$  und  $50$ , so beträgt der Maximalnutzeffect  $52\%$ , arbeitet er mit den Grenzen  $1550$  und  $600$ , so beträgt derselbe wieder bloss  $52\%$ , obgleich das Temperaturgefälle jetzt  $950$  statt wie im ersten Fall nur  $350$  ist. Da aber mit einer solchen Erhöhung der Temperaturdifferenz alle Verluste steigen, so muss für den Zukunftsmotor daran festgehalten werden, dass die untere Temperatur seines Kreisprocesses die niedrigste erreichbare, d. h. diejenige des Condensators der Dampfmaschine sei.

Der Einfluss der Cylinderwandungen muss bei diesen Motoren ein ungünstiger sein, weil sich wegen der Erhaltung der Materialien die Kühlung derselben nicht umgehen lässt. Bei einer Dampfmaschine, die pro 1 Pferdekraft-Stunde  $7,5$  kg Dampf von  $160$  mit  $615$  W. E. Erzeugungswärme pro 1 kg braucht, beträgt die wirkliche Ausnutzung der Energie  $\frac{75 \cdot 60 \cdot 60}{425 \cdot 7,5 \cdot 615} = 14\%$  statt der im Maximum möglichen von  $\frac{160 - 40}{160 + 273} = 28\%$ , was einem Verlust von  $50\%$  entspricht. Eine Gaskraftmaschine bedürfe pro 1 Pfk.-Std.  $0,8$  m<sup>3</sup> Gas von  $5000$  W. E. Heizeffect und es betragen die Temperaturen am Anfang und Ende des Hubes  $1800$  und  $600$ . Dann nutzt diese Maschine  $\frac{75 \cdot 60 \cdot 60}{425 \cdot 0,8 \cdot 5000} = 16\%$

statt der möglichen  $\frac{1800 - 600}{1800 + 273} = 58\%$  aus, was einem Verlust von  $72\%$  entspricht.

Die Differenz des Verlustes von  $72\%$  beim Gasmotor gegenüber nur  $50\%$  bei der Dampfmaschine rührt zum grössten Theil von der Kühlung der Cylinderwandungen bei ersterem her. Ein solcher Motor, dessen Wände gekühlt werden müssen, entspricht also keinesfalls den Bedingungen, die an den Motor der Zukunft zu stellen sind; bei diesem darf vielmehr die obere Temperatur der motorischen Substanz nur so hoch liegen, dass eine andauernde Erhaltung der Cylinderwände auf derselben keine übermässige Abnutzung bedingt.

Für die Gaskraft- und Heissluftmaschine kommt also in erster Linie die Herabsetzung des Kreisprocesses auf eine niedrigere Temperatur in Frage. Diess darf natürlich nur so geschehen, dass den Verbrennungsproducten, aus denen die motorische Substanz besteht, Wärme nutzbringend entzogen wird. Rationell kann dies nur auf directem Wege durch Mischung derselben mit andern motorischen Substanzen niedriger Temperatur, geschehen. Von Luft- und Wasserdampf, die in Frage kommen können, ist der letztere wegen seiner grössern spec. Wärme, grössern Arbeitsfähigkeit und namentlich wegen der Möglichkeit der Condensation bei Weitem vorzuziehen. Aus dieser Sorte von Wärmemotoren würde sich also derjenige der Zukunft dadurch entwickeln, dass durch ein passendes Gemisch ihrer motorischen Substanz mit Wasserdampf der Kreisprocess in die günstigste Höhenlage verlegt wird.

Geht man von den Dampfmaschinen aus, so muss nach dem Gesagten die obere Grenze ihres Kreisprocesses hinaufgerückt werden. Durch directe Steigerung des Dampfdrucks im Kessel ist diess nicht möglich, denn noch bei nur  $236$  des siedenden Wassers beträgt die Dampfspannung schon 30 Atmosphären. Das genügend weit getriebene Ueberhitzen des Dampfes in besondern Apparaten hat sich in der Praxis gar nicht bewährt. Man wird also auch hier wieder auf die directe Ueberhitzung des Wasserdampfes durch Mischen desselben mit den heissen Verbrennungsgasen der Gas- und Heissluftmotoren geführt, als die einzige Möglichkeit, denselben genügend zu überhitzen. Und so ergibt sich also in beiden Fällen, dass: „soweit sich auf Grund der bisherigen Erfahrungen ein Urtheil über die zukünftige Entwicklung der Wärmemotoren bilden lässt, die motorische Substanz der Wärmemotoren der Zukunft auf ungefähr  $450$  überhitzter Wasserdampf gemischt mit den zu seiner Ueberhitzung verwendeten ihm direct beigemischten Verbrennungsproducten sein muss.“

Bei der Durchführung dieses Principes müsste beachtet werden, dass 1) Wärmeverluste durch Abkühlung ebenso sorgfältig vermieden werden müssen, wie bei Dampfkesseln und den Cylindern der Dampfmaschinen; 2) darf die vollkommene Verbrennung der Gase durch die Mischung mit Wasserdampf nicht gehindert werden; 3) müssen die überhitzenden Verbrennungsproducte so heiss als möglich sein, damit ein möglichst geringes Quantum derselben zur Ueberhitzung des Wasserdampfes nothwendig ist und durch die Luftpumpe fortgeschafft werden muss; 4) müssen die kleinsten Maschinen mit 2, die grössern mit mehr Expansionscylindern gebaut werden behufs Ausnutzung des grossen Temperaturgefälles.

Den Vorgang in einer nach diesen Principien gebauten Maschine kann man sich in folgender Weise denken. Bei dem Beginn der Kolbenbewegung im Hochdruckcylinder tritt wie gewöhnlich frischer Dampf hinter den Kolben, Nach Absperrung des Zuflusses erfolgt die Explosion des Gasgemisches in einer bis zu diesem Augenblick verschlossenen und nun geöffneten Kammer im rückwärtigen Cylinderdeckel, worauf die Verbrennungsproducte sich mit dem Dampf mischen und denselben überhitzen. Die Explosionskammer wird zur Kühlung mit einem Dampfmantel versehen, durch welchen dieser getrocknet wird. Zur innern Abkühlung derselben tritt noch etwas Dampf in dieselbe ein, sobald der Druck im Cylinder unter die Admissions-

spannung gesunken ist. Beim Rückgang des Kolbens wird der Inhalt der Explosionskammer theilweise in den Niederdruckcylinder abgegeben, hierauf die Kammer entleert und von neuem mit dem explosiblen Gemisch gefüllt. Der Verfasser giebt ein Diagramm, welches den diesen Processen entsprechenden Druckverlauf im Arbeitscylinder zur Anschauung bringt und berechnet, dass eine Verbund-Dampfmaschine, die als solche 100 Pfdkr. leistete, nun 164 solche indiciere würde, indem die Zunahme der Diagrammfläche 64<sup>0</sup>/<sub>100</sub> betragen würde.

Wir fühlen uns nicht berufen zu untersuchen, wie weit die hier dargelegten Ideen des Verfassers sich in die Wirklichkeit übersetzen lassen und zu entscheiden, bis zu welchem Betrag die von ihm vorgeschlagenen Vervollkommnungen unserer gegenwärtigen Wärmemotoren seine darauf gestützten Hoffnungen realisiren würden. Die blossere weitere Complicirung der Mechanismen scheint, nach dem zu schliessen was in den letzten Jahren im Dampfmaschinenbau geleistet worden, nicht allzuschwer ins Gewicht zu fallen, um die Vortheile grösserer Ersparnisse an Brennmaterial aufzuwiegen. Um nur an einem Beispiel zu zeigen, wie hochwichtig und in bestehende Verhältnisse tief einschneidend alle Bestrebungen nach besserer Ausnützung des Heizwerthes der Kohlen in den Wärmemotoren erscheinen, sei erwähnt, dass die Einführung von Dreifach- und Vierfach-Verbundmaschinen im Schiffsbau den Erfolg hatte, die Transportkosten so weit für Güter nach dem Osten zu ermässigen, dass der Verkehr mit Umgebung des Suezcanals sich wieder in die alten Bahnen um das Kap der guten Hoffnung zu wenden beginnt, natürlich nur in denjenigen Fällen, wo die Transportzeit weniger ins Gewicht fällt und nur so lange, bis die Suezcanalgesellschaft die bedeutenden Abgaben für die den Canal durchfahrenden Schiffe wird etwas ermässigt haben. — Jedenfalls darf der Weiterentwicklung der Wärmemotoren mit grossem Interesse entgegengesehen werden und scheinen uns die vorstehenden Ausführungen ganz dazu angethan zu zeigen, in welcher Richtung sie wird erfolgen müssen.

### Literatur.

**Academy Architecture and Annual Architectural Review 1889**, herausgegeben von Alex. Koch und C. W. English, Architekten in London, in Berlin bei Ernst Wasmuth. Preis 3 Mark.

Schon seit Jahren ist es Sitte, in Verbindung mit den grösseren Kunstausstellungen illustrierte Kataloge herauszugeben, welche ein mehr oder weniger getreues Bild der zur Schau gestellten Leistungen geben, jedenfalls aber als ein äusserst werthvolles Mittel zur Orientirung in diesen Ausstellungen und später ein oft und gern durchblätteres „Souvenir“ bilden. Es steht ausser Zweifel, dass Nichts der Popularisirung der Kunst und Künstler so mächtigen Vorschub geleistet hat, als eben diese illustrierten Kataloge. Eine Eigenthümlichkeit jedoch, die allen diesen Katalogen so ziemlich gemeinschaftlich anhieng, war der Umstand, dass wenn auch alle die grösseren Kunstausstellungen neben Sculptur und Malerei auch Architekturabtheilungen enthielten, dieselben doch mit der grössten Missachtung behandelt, d. h. gänzlich ignorirt wurden. Der Grund hiefür liegt in dem geringen Verständniss, das im Allgemeinen der Architektur entgegengebracht wird.

Mit obgenannter Publication soll das an den Architekten bisanhin begangene Unrecht gut gemacht werden, soweit es wenigstens die Londoner Ausstellung der Royal Academy anbelangt und wir zweifeln nicht, dass, falls dieser Versuch gelingen sollte, wozu alle Anzeichen vorhanden sind, die andern Länder, speciell Frankreich und Deutschland bald nachfolgen werden, und dass es so nach und nach gelingen werde, den Architekten auch beim grossen Publicum die Gleichstellung als Künstler mit den Malern und Bildhauern zu erobern.

Das Werk unseres Collegen und Landsmannes Koch enthält genau hundert Seiten Illustrationen auf feinstem Papier, wovon acht in Lichtdruck und die andern in Zinkätzung ausgeführt sind. Bei der letztern Darstellungsart sind diejenigen Originale, welche Halbtöne enthalten, durch das bekannte Meisenbach'sche Verfahren, d. h. vermittelt eines feinen Netzes von Punkten oder Strichen wiedergegeben, während die Strichzeichnungen durch directe photographische Uebertragungen auf die glatte Zinkplatte reproducirt wurden. In allen drei Darstellungsarten

haben wir es mit der reinen photographischen Wiedergabe des Originals zu thun, wodurch das Charakteristische derselben vollkommen gewahrt blieb, was der Publication einen besonderen Werth verleiht.

Ueber die Darstellungsweise haben sich unsere Leser durch die in letzter Nummer veröffentlichten Abbildungen, die dem Koch'schen Werke entnommen sind, hinreichend orientiren können. Unsere Auswahl hätte vielleicht noch etwas umfassender sein können, um die Verschiedenartigkeit der ausgestellten Originale zu zeigen, so hätte u. A. auch noch das Bild auf Seite 73 des Kataloges, in welchem die von Herrn Koch in seinem Artikel erwähnte Zeichnungsmanier mit beinahe vollständiger Vermeidung der Contur dargestellt ist, Platz finden können. Wir haben uns jedoch absichtlich auf wenige charakteristische Zeichnungen beschränkt unter der Voraussetzung, dass diejenigen, die sich mehr für die Sache interessiren, das Werk selbst anschaffen werden.

Dasselbe zerfällt in zwei Theile, deren erster Zeichnungen der Academie und deren zweiter eine allgemeine Revue enthält. Im zweiten Theile werden den Schülern Sempers die Darstellungen des Hofburgtheaters und des Museums in Wien besonders willkommen sein, die in Ansichten und Details im Ganzen 12 Seiten umfassen. Wenn auch das Buch nur ein illustrirter Ausstellungs-Katalog sein will, dem offenbar der zweite Theil nur beigelegt wurde, um den Herausgebern die engen Grenzen, die eine architektonische Ausstellung für sich allein ihnen gesteckt hätte, etwas zu erweitern, so muss doch gesagt werden, dass es als solcher alles derartige früher Gebrachte hinter sich lässt, und ganz ohne Anmassung sich als eine architektonische Publication hätte qualifiziren dürfen, an der von einem illustrierten Ausstellungs-Katalog nichts hafte geblieben ist, als der ausserordentlich billige Preis von 3 Mark, für welchen man einige wenige Inserate mit in den Kauf nehmen muss.

### Miscellanea.

**Beheizung der Personenwagen auf den schweizerischen Eisenbahnen.** Der schweizerische Bundesrath hat am 1. Juli nachfolgendes Kreisschreiben an sämtliche schweizerischen Eisenbahngesellschaften gerichtet: „Der schweizerische Bundesrath hat in Betracht,

- 1) dass den Eisenbahngesellschaften im Art. 29 des Eisenbahngesetzes vom 23. December 1872 die gehörige Beheizung der Personenwagen ausdrücklich zur Pflicht gemacht und der Bundesrath befugt und verpflichtet ist, die genügende Vollziehung dieser Gesetzesbestimmung zu verlangen;
- 2) dass die den hergebrachten Heizungssystemen anhaftenden Mängel und Gefahren nicht bestritten sind und der grössere Theil der Gesellschaften die Dampfheizung mit gutem Erfolg theils schon eingeführt hat und theils einzurichten sich anerbietet;
- 3) dass nach den vorliegenden Mittheilungen die gegen das System der Dampfheizung vorgebrachten Einwendungen technischer Natur unbegründet sind;
- 4) dass daher die auf die weitere Ausdehnung des Systems der Dampfheizung der Personenwagen gerichteten Bestrebungen ausdrücklich zu billigen und zu fördern sind;
- 5) dass bei dieser Sachlage auch die dissentirenden Verwaltungen angehalten werden müssen, die Einführung der Dampfheizung in Aussicht zu nehmen, da sonst entweder die beliebige Einstellung der Wagen verschiedener Gesellschaften in einen Zug oder die Anwendung der Dampfheizung in den Zügen mit Wagen verschiedener Gesellschaften ausgeschlossen wäre, was als ein empfindlicher Uebelstand betrachtet werden müsste und unter Umständen zur Calamität werden könnte,

beschlossen:

1. Der Bundesrath anerkennt, dass das System der Dampfheizung die im Art. 29 des Eisenbahngesetzes verlangte gehörige Heizung in den Personenwagen in genügender Weise sichert.
2. Derselbe nimmt Vormerkung vom dermaligen Stand der Dampfheizungen und behaftet die Verwaltungen der schweizerischen Centralbahn, der Emmenthalbahn und der Toggenburgerbahn bei den abgegebenen Erklärungen, wonach dieselben ihre Personenwagen mit Dampfheizungseinrichtungen versehen werden.
3. Die übrigen Verwaltungen sind eingeladen, die vorhandenen Wagenheizungen, soweit es nicht bereits geschehen ist, durch Dampfheizungseinrichtungen zu ersetzen.
4. Zu diesem Zwecke wird denselben eine Frist von fünf Jahren anberaunt, inner welcher die Erstellung der Dampfheizungseinrichtungen successive und in der Art erfolgen soll, dass damit zuerst die Wagen