

Grossgleichrichter für die Elektrifikation der Illinois Central Railroad (U.S.A.)

Autor(en): **Danz, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **91/92 (1928)**

Heft 9

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-42559>

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.

INHAAT: Grossgleichrichter für die Elektrifikation der Illinois Central Railroad (U. S. A.). — Von der Schweizerischen Städtebau-Ausstellung Zürich, 4. August bis 2. September 1928. — Ferienhäuschen auf Braunwald Alp, Kt. Glarus (hierzu Tafeln 10 und 11). — Neue Modelle für Holzhäuser. — Rheinkorrektion oberhalb des Bodensees und die Wildbachverbauungen in Graubünden. — „Saffa“, Schweizer. Ausstellung für Frauenarbeit, Bern. — Die erste Transpyrenäen-Bahn. — Mitteilungen:

Ueber neuere Fortschritte auf dem Gebiete der schnelllaufenden, namentlich der kompressorlosen Dieselmotoren. 50 Jahre Patentanwaltsbureau E. Blum & Co. in Zürich. Wasserenthärtung nach dem Natrolit-Verfahren. Tagung des S. W. B. in Bern. Betriebserfahrungen mit Elektrokarren. — Wettbewerbe: Schulhaus im Gelbgarten, Schaffhausen. Ausbau des Secufers in Romanshorn. — Literatur. — S. T. S.

Band 92.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 9

Grossgleichrichter für die Elektrifikation der Illinois Central Railroad (U. S. A.)

Von Dipl. Ing. A. DANZ, Baden.

Nach einer Bauzeit von sieben Jahren wurden im August 1926 die ersten Vorortlinien der Stadt Chicago, die zum Bahnnetz der Illinois Central Railroad (Ill. C. R.) gehören, dem elektrischen Betrieb übergeben. Um den Leser über den Umfang der Elektrifikationsarbeiten und die Bedeutung des zu bewältigenden Verkehrs kurz zu orientieren, sei erwähnt, dass das Programm die Elektrifizierung von 417 Meilen vorsieht, die vollständig innerhalb der Stadt Chicago und ihrer Vororte liegen, und dass die Ill. C. R. gegenwärtig neben einem sehr grossen Frachtverkehr jährlich über 26 Millionen Passagiere nur im Stadt- und Vorortverkehr befördert. Nachdem über die Umstellung vom Dampfbetrieb auf elektrischen Betrieb im Jahre 1919 endgültig Beschluss gefasst worden war, hiess es in erster Linie über die Frage des Stromsystems schlüssig zu werden, wobei von der eingesetzten Kommission die folgenden vier Systeme näher in Betracht gezogen worden sind: 750 Volt Gleichstrom mit dritter Schiene; 1500 Volt Gleichstrom mit Oberleitung; 3000 Volt Gleichstrom mit Oberleitung; 11 000 Volt Einphasen-Wechselstrom mit Oberleitung. Auf Grund sorgfältiger Studien über die Höhe der Erstellungskosten, der Unterhalt- und der Betriebskosten beschlossen die massgebenden Instanzen in diesem bestimmten Falle einer Stadtbahn- und Vorortbahn-Elektrifikation, aus Gründen, die hier nicht näher besprochen werden sollen, dem Gleichstromsystem mit 1500 Volt Fahrdrachtspannung den Vorzug zu geben.

Trotzdem es der Ill. C. R. ohne besondere Schwierigkeiten möglich gewesen wäre, an den Ufern des Lake of Michigan und des Lake Calumet bahneigene Kraftwerke zu erstellen, zog es die Bahnverwaltung vor, die notwendige Energie von den lokalen Elektrizitätsgesellschaften, der Commonwealth Edison Co. Chicago und der Public Service Co. of Northern Illinois, zu kaufen, umso mehr, als diese Gesellschaften in der Lage waren, die Bahn von sechs verschiedenen Werken (der Quarry, Fiske, Calumet, Crawford Ave., Joliet und Blue Island Station) aus zu speisen und jede Unterstation an verschiedene Uebertragungsleitungen

anzuschliessen, wodurch bei einem allfälligen Energie-Unterbruch jede einzelne der Unterstationen von einem benachbarten Kraftwerk aus gespeisen werden kann. Durch den Abschluss von Stromlieferungs-Verträgen mit den zwei erwähnten Elektrizitätsgesellschaften konnte sich die Ill. C. R. auch die Erstellung und den Unterhalt der Uebertragungsleitungen längs der Bahntracés ersparen; ausserdem ergab sich durch die grössere Anzahl der an der Stromversorgung beteiligten Kraftwerke und den zahlreichen Uebertragungsleitungen eine gesteigerte Sicherheit in der Stromversorgung.

Die für den Bahnbetrieb notwendige Energie wird in sieben Unterstationen umgeformt, die den zwei oben erwähnten Elektrizitätsgesellschaften gehören und von ihnen betrieben werden. Die Unterstationen sind den Wünschen der Bahn entsprechend entworfen und an den passenden Stellen längs der Bahnlinien aufgestellt worden, wobei als zweckmässiger Abstand zwischen zwei Unterstationen rund sechs Meilen gewählt worden ist. Als Umformer wurden für die einzelnen Unterstationen die folgenden gewählt:

16 th Street:	Drei 3000 kW Einankerumformergruppen.
Brookdale:	Zwei 3000 kW Einankerumformergruppen. Eine 3000 kW Quecksilberdampf-Gleichrichtergruppe.
Front Ave.:	Zwei 3000 kW Einankerumformergruppen.
Harvey:	Eine 3000 kW Einankerumformergruppe. Eine 3000 kW Quecksilberdampf Gleichrichtergruppe.
Vollmer Road:	Eine 3000 kW Einankerumformergruppe. Eine 1500 kW Quecksilberdampf-Gleichrichtergruppe.
Cheltenham:	Zwei 3000 kW Einankerumformergruppen.
Laflin:	Eine 1500 kW Quecksilberdampf-Gleichrichtergruppe.

Die totale installierte Leistung beläuft sich somit auf 42 000 kW, während der gegenwärtige Energiebedarf, wie Abbildung 1 zu entnehmen ist, etwa 20 000 kW maximale Stundenleistung beträgt.

Wie aus der obigen Zusammenstellung hervorgeht, sind für den Ausbau der sieben Unterstationen zum grösseren Teil Einankerumformer, zum kleinern Teil Quecksilberdampf-Gleichrichter angeschafft worden. Trotzdem die Ausrüstung sämtlicher Unterstationen mit Quecksilberdampf-Gleichrichtern sowohl in technischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht (was später noch näher erläutert werden soll) die beste Lösung gewesen wäre, konnte sich die Bahngesellschaft nicht dazu entschliessen, weil in den U. S. A. damals noch keine Betriebsergebnisse mit Quecksilberdampf-Gleichrichtern für Vollbahnbetriebe vorlagen. Bei den Gleichrichtern handelt es sich zur Hauptsache um Gruppen von 3000 kW bei 1500 V Gleichspannung, die mit Einankerumformern gleicher Gruppenleistung in den gleichen Unterstationen aufgestellt sind und mit diesen parallel arbeiten. Im Gegensatz zu den Einankerumformern, wovon je zwei Maschinen zu je 1500 kW, 750 V in Serie geschaltet sind, ergab sich bei den Gleichrichtern für eine Gruppenleistung von 3000 kW als zweckmässigste Anordnung die Parallelschaltung von zwei Apparaten zu je 1000 A bei 1500 Volt. Diese Kombination von je zwei Maschinen musste bei der Vergebung des Auftrages notwendigerweise gewählt werden, weil es damals noch nicht möglich war, betriebssichere Einankerumformer und Gleichrichter von 3000 kW

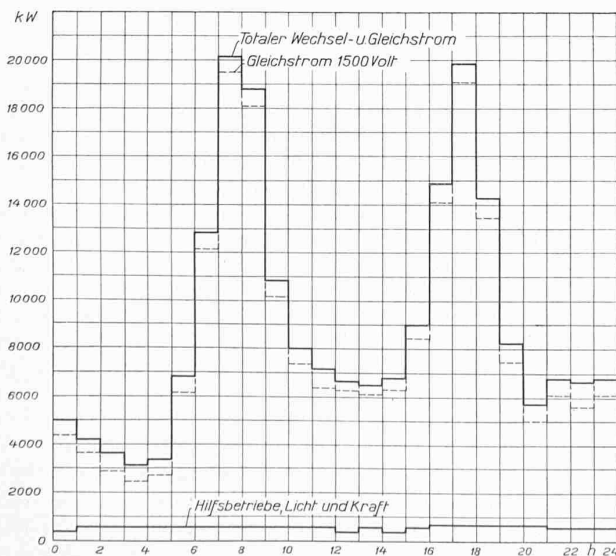


Abb. 1. 24-stündiges Belastungsdiagramm der Ill. C. R. R.

bei 1500 Volt Gleichspannung in einer Einheit zu bauen. Die von Brown Boveri gelieferten Gleichrichter von 1500 kW Dauerleistung und einer garantierten Ueberlastbarkeit von 50% während 20 min (2250 kW Last), 100% während 5 min (3000 kW Last) und 200% während 1 min (4500 kW Last) stellten im Jahre 1926 die grössten auf dem europäischen und amerikanischen Markt erhältlichen Apparate dieser Umformerart dar. In der Zwischenzeit ist es gelungen, in der Entwicklung von grossen Einheiten um einen sehr beträchtlichen Schritt weiter zu kommen, sodass es heute möglich ist, Quecksilberdampf-Gleichrichter für alle praktisch vorkommenden Leistungen und Spannungen zu bauen.

DER AUFBAU DES GLEICHRICHTERS.

Der allgemeine Aufbau des BBC-Gleichrichters ist aus früheren Veröffentlichungen bekannt.¹⁾ Auch das grosse Modell besteht zur Hauptsache aus einem Arbeits- und einem Kondensationszylinder. Der Arbeitszylinder wird nach unten durch eine Bodenplatte abgeschlossen, in welche die isolierte Quecksilberkathode eingebaut ist, während er nach oben durch die massive Anodenplatte begrenzt wird, in der die isoliert montierten Hauptanoden sitzen. Um bei den Leistungen, wie sie von der Commonwealth Edison Co. verlangt wurden, nicht zu grosse Belastungen pro cm² Anoden-Oberfläche zu erhalten, wurde die bei den kleineren Gleichrichtern übliche Sechsanoden-Anordnung aufgegeben und an deren Stelle eine Konstruktion mit zwölf in einem Kreis angeordneten Hauptanoden gewählt (vergl. Abb. 3 und 5), denen noch zwei kleinere Erregeranoden beigeordnet sind, die unabhängig vom Hauptstrom die Elektronen-Emission der Kathode mit Hilfe von Einphasen-Wechselstrom dauernd aufrecht erhalten. Zur Kondensation des Quecksilberdampfes und zum Abführen der Verlustwärme ist der Arbeitszylinder mit einem Kühlmantel für Wasserzirkulation versehen; ferner wird durch einen Kondensationsdom das Abwandern von Quecksilber in die Vakuumleitungen nach Möglichkeit verhindert. Dieser Kondensationsdom ist nach oben durch eine Deckplatte abgeschlossen, in der die Zündvorrichtung und der als Reiberhahn mit vorgelagerter Quecksilberdichtung ausgebildete Vakuumhahn montiert sind. Zum Einbau der Innenteile, für Revisionen und allfällig vorzunehmende Reparaturarbeiten kann der Oberteil des Gleichrichters, bestehend aus Kühldom und Anodenplatte, bequem abgehoben werden, wobei es dank der Quecksilberdichtung möglich ist, den Gleichrichter nach dem Aufsetzen des Oberteiles ohne Schwierigkeiten auch wieder hochvakuumstocher abzuschliessen. Da die Elektronenventile des Gleichrichters nur in einer sehr stark verdünnten Gasatmosphäre störungsfrei arbeiten, spielen einwandfreie Dichtungen für die grosse Zahl von Einführungen und Trennstellen eine lebenswichtige Rolle. Durch die Verwendung von Quecksilber als Dichtungsmaterial ist es der A.-G. Brown Boveri erstmals gelungen, Apparate zu entwickeln, die die dauernde Aufrechterhaltung des erforderlichen Vakuums von 0,005 bis 0,0001 mm Quecksilbersäule ermöglichen.

Nach diesen Angaben über den Aufbau des Gleichrichters sei auch der interessante Arbeitsvorgang der eigentlichen Elektronenventile noch kurz erläutert. Diese haben wie bekannt die Eigenschaft, die Elektronen nur in der Richtung Kathode-Anode hindurchzulassen. Der Wechselstrom wird somit unter Aufhebung seiner Periodizität (im Gegensatz zu sämtlichen rotierenden Umformern) direkt in Gleichstrom umgewandelt, ohne dass zuerst eine Umformung in mechanische Energie notwendig ist. Da die Elektronen im Vakuum verlustlos strömen, erscheint es auf den ersten Blick vorteilhaft, von der Verwendung eines besondern Gases als Hilfsmedium abzusehen. Leider zeigt sich aber beim Arbeiten im Vakuum die bekannte, sehr unangenehme Erscheinung der Raumladung. Die Elektronen sind alle negativ geladen, stossen sich somit

¹⁾ Vergl. Band 69, S. 18* und 25* (13./20. Januar 1917); Band 72, S. 117* (28. Sept. 1918) und Band 73, S. 210* (3. Mai 1919). Red.

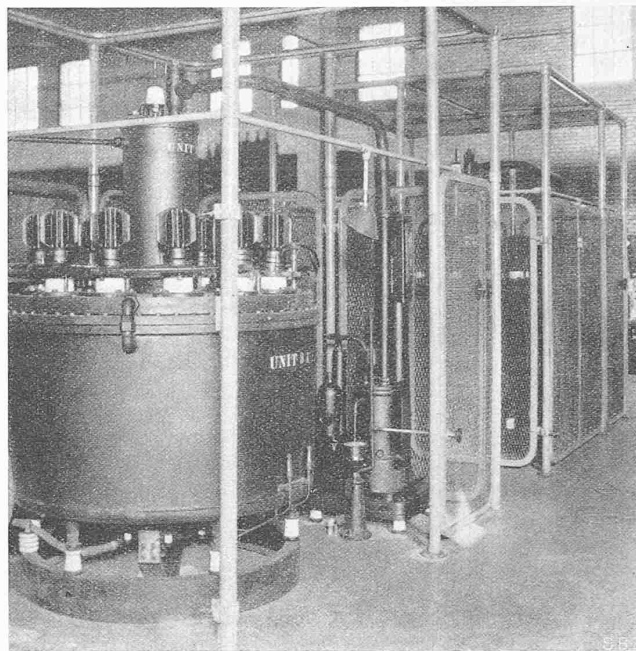


Abb. 5. Brookdale Unterstation der Jll. C. R. in Chicago. Eine Gleichrichtergruppe von 2×1500 kW bei 1500 V Gleichstromspannung. (Die Gitter über den Gleichrichtern dienen als Schutz gegen die Kran-Ketten.)

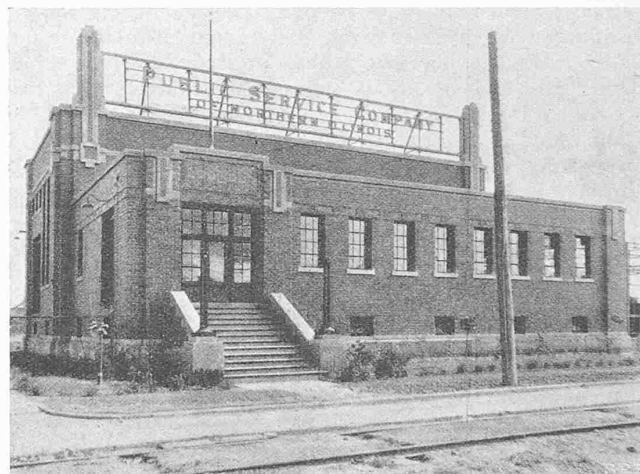


Abb. 2. Harvey-Unterstation der Jll. C. R. R. in Chicago.

gegenseitig ab und arbeiten dem Nachrücken weiterer Elektronen in das Vakuum hinein entgegen, sodass zum Aufrechterhalten eines nur unbedeutenden Stromes sehr hohe Spannungen angelegt werden müssten. Der Arbeitsprozess muss sich somit statt im Vakuum in einer sehr stark verdünnten Gas-Atmosphäre abspielen. Erfolgt nämlich die Elektronen-Emission im Gas und werden die Elektronen durch ein mässiges elektrisches Feld auf eine gewisse Geschwindigkeit beschleunigt, so tritt eine Stoss-Ionisation auf, d. h. die neutralen Gasmoleküle werden durch das Elektronenbombardement in negativ geladene Elektronen und positive Atomkerne gespalten, welche letztere die Entstehung des Raumladungseffektes verhindern. Damit aber die Elektronen grössere Strecken unter geringen Verlusten zurücklegen können, muss das Gas, wie schon erwähnt, sehr stark verdünnt werden. Als Elektronen-Erzeuger wird am zweckmässigsten der helle Kathodenfleck des in einem Gase brennenden Lichtbogens verwendet.

Der Gleichrichter besteht somit aus dem im Vollbetrieb schwach rotglühenden Ventilmantel, den Anoden, einem angrenzenden Gasraum und einem Lichtbogen, dessen Kathodenfleck als Elektronenquelle auf der metal-

DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT.

Da heute von einer modernen maschinellen Anlage nicht nur grösste Betriebsicherheit, sondern auch höchst erreichbare Wirtschaftlichkeit gefordert wird, soll auch hierüber noch kurz berichtet werden:

Von BBC sind für die Gleichrichter (zwei Gleichrichter parallel zu je 1000 A, 1500 V) und von der G.E. Co. für Einankerumformer (zwei Umformer in Serie zu je 750 V, 1500 kW) die folgenden Wirkungsgrade garantiert worden:

Last in %	25	50	75	100	125	150	200
„ in kW	750	1500	2250	3000	3750	4500	6000
η Gleichr. %	94	95,6	96,0	96,0	—	95,5	95,5
η Umform. %	87,5	92,3	93,5	93,6	93,5	93,0	—

In diesen Ziffern sind die Verluste der Transformatoren und der Hilfsapparate eingeschlossen.

Kurz nach der Aufnahme des elektrischen Betriebes sind in der Harvey-Substation (vergl. Abbildungen 2 bis 4) durch Ingenieure der Commonwealth Edison Co. genaue Wirkungsgradmessungen durchgeführt worden, die sich über eine Zeit von 5×24 Stunden erstreckten. Dabei ergaben sich die folgenden Resultate:

	Anzahl Stunden	Aufge- nommene Leistung kWh	Abge- gebene Leistung kWh	Wir- kungs- grad %	Mittlere Belastg. kW	Bela- stungs- faktor %
Gleichr.	134	56400	50400	89,3	377	12,5
Umform.	137	67500	49000	72,5	360	12

Ein Vergleich der obigen Zahlen lässt erkennen, dass bei einer Belastung von rd. 12 % der garantierten Nennleistung der Wirkungsgrad der Gleichrichtergruppen 17 % höher ist als jener der Einankerumformer. Mit

steigendem Belastungsfaktor der Unterwerke wird dieser Unterschied in den Wirkungsgraden kleiner werden; eine wesentliche Ueberlegenheit des Gleichrichters — die sich leicht durch einen sehr bedeutenden Geldbetrag ausdrücken liesse — wird jedoch dauernd bestehen bleiben.

Unterzieht man die beiden in den Unterstationen der Illinois Central Railroad aufgestellten Umformerarten einer kritischen Betrachtung, so zeigt sich, dass der Quecksilberdampf-Gleichrichter nicht nur aus rein wirtschaftlichen, sondern auch aus betriebstechnischen Gründen im Begriffe ist, den rotierenden Umformer zu überflügeln. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die Gleichrichter auf äussere Kurzschlüsse absolut unempfindlich sind. Wiederholte Einschaltungen auf direkte Kurzschlüsse ertragen sie ohne Nachteil und ohne äusseres Merkmal, während die rotierenden Hochspannungsumformer gewöhnlicher Bauart unter den gleichen Betriebsbedingungen trotz aller Schutzrichtungen immer noch zu den gefürchteten Kollektorrundfeuern neigen. Neben der höchsten Wirtschaftlichkeit und der grossen Kurzschlussfestigkeit sind es vor allem die einfache Wartung, die geringe Abnutzung, das kleine Gewicht, der minime Platzbedarf, die vollkommene Geräuschlosigkeit und der Wegfall der Fundamente, die dem Quecksilberdampf-Grossgleichrichter zu seiner ständig wachsenden Verbreitung verhelfen.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass es ein besonderes Verdienst der schweizerischen Elektrizitätsindustrie und zwar der A.-G. Brown Boveri & Co. ist, aus einem unbedeutenden Laboratorium-Apparat den heute modernsten Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer für Gleichstromspannungen bis 16000 Volt und Gleichströme bis zu 16000 A entwickelt zu haben.

Von der Schweizerischen Städtebau-Ausstellung Zürich, 4. August bis 2. September 1928.

In der Absicht, nochmals auf diese Veranstaltung hinzuweisen, geben wir nachstehend aus dem Katalog der Ausstellung zwei Textproben wieder, mit freundlicher Erlaubnis ihres Verfassers Prof. H. Bernoulli.

BASEL.

Die im XIV. Jahrhundert vollendete letzte Ummauerung von Basel hat eine Fläche umschlossen, die fünf Jahrhunderte genügt hat als Erweiterungsgebiet. Vor den Mauern sind nur zögernd und spärlich Bauten entstanden, Landhäuser zumcist und gemauerte Garten- und Rebhäuschen. Erst nach dem Schleifen der Vorwerke, dem Niederlegen der Mauern und Ausfüllen der Gräben haben sich dann, zuerst längs der sieben grossen Landstrassen, Häuserreihen entwickelt: zu beiden Seiten rheinauf- und rheinabwärts, ins Wiesental, ins Leimental und längs der Strasse, die über St. Jakob ins Birstal mündet. Zwischen diesen Ausfallstrassen, wie man sie heute wohl nennt, spannten sich dann die Strassennetze mit ihren rechteckigen Maschen, die, ein Ausklang der klassizistischen Stadt, dem XIX. Jahrhundert eigen waren.

Der grosse Aufschwung der Fünfzigerjahre, die Auswirkung der kalifornischen Goldfunde, und nachmals die Gründerzeit der ersten Siebzigerjahre hat diese Strassengevierte zuerst bevölkert. Zunächst als Randbebauung, bis schliesslich auch die Gärten dieser Quartiere, wie im Stadtinnern, der Ueberbauung verfielen: ein Blick aus dem Flugzeug zeigt nur die Strassen als reine breite unverbaute Streifen zwischen dem dichten Gewirr der Dächer und den winzigen Gartenstückchen.

Die Neuquartiere ausserhalb der „äussern Gräben“ weisen nun ein ganz besonderes Charakteristikum auf: strassenlang finden wir da eine zweigeschossige Bebauung, und diese Bebauung besteht durchwegs aus Einfamilienhäusern, ein Aspekt, wie wir ihn etwa von französischen Provinzstädten her kennen. Diese Art der Bebauung reicht bis in die Fünfzigerjahre hinauf und herab bis auf unsere Tage, und zwar nicht nur für eine bestimmte Kategorie

von Häusern: es sind gleicherweise Einfamilienhaus-Strassen anzutreffen in den bescheidenen äussern Wohnquartieren des Westplateau, wie in den wohlhabenderen und selbst reichen Vierteln. Das Einfamilienreihenhaus, wie es in Basel gepflegt wird, umfasst die reine Arbeiterwohnung, die bürgerliche Wohnung und selbst die Wohnung der begütertesten Kreise.

Für das billige Einfamilienhaus hat das benachbarte Mülhausen mit seiner 1850 begonnenen „Cité ouvrière“ Anregung und Modell geboten. Die Gemeinnützige Gesellschaft, die Baugesellschaft für Arbeiterwohnungen und der Basler Bauverein haben die Anregung aufgenommen und das Einfamilienhaus versucht, so billig als möglich herzustellen, für die grosse Masse brauchbar zu machen. Eine Anzahl von Industriefirmen ist dem Vorgehen gefolgt, und so ist das kleine Einfamilienhaus denn auch schliesslich vom Unternehmertum aufgenommen und gepflegt worden.

Sozusagen Allgemeingültigkeit hat das Einfamilienreihenhaus für den Mittelstand erlangt. Die sauberen zweigeschossigen Häuser, drei Axen breit, mit ihren grünen Vorgärtchen, bilden ganze Strassenfluchten. Diese Bauten sind durchwegs von der Spekulation errichtet worden, in der Regel reihenweise, im Gegensatz zu dem beim Miethaus fast unvermeidlichen Lückenbau.

Von besonderem Interesse ist die Tatsache, dass das Reihenhaus in den eigentlichen Villenvierteln Fuss fassen konnte. Im wesentlichen nur ein etwas reichlich entwickeltes Mittelstand-Einfamilienhaus, ist auch dieses Haus bis zum Typus gediehen und bestimmt den Charakter ganzer Strassenzüge.

Es ist selbstverständlich, dass sich auf dem engen Territorium des Kantons Baselstadt das Einfamilienhaus nicht zur allein herrschenden Bauform entwickeln konnte. Besonders nach 1870 haben die deutschen Vorbilder stärker Schule gemacht; das Miethaus hat sich eingebürgert und hat, wenigstens was die Kleinstwohnung anbelangt, das Einfamilienhaus in den Schatten gestellt.