Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 70 (1952)
Heft: 51

Artikel: Eine zentrale Heinzanlage mit Wärmespeicher-Betrieb
Autor: Uitermark, G.M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-59734

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: 15.07.2025

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

70. Jahrgang
Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nummer 51

Eine zentrale Heizanlage mit Wärmespeicher-Betrieb

Von Obering. G. M. UITERMARK, Zentralverwaltung der Niederländischen PTT, Tilburg, Holland DK 697.34 (492)

I. Einleitung

Erfahrungsgemäss weisen Heizanlagen mit komplizierten Heizprogrammen, bei denen die Kessel direkt auf das Verbrauchernetz arbeiten und deren Regelung nicht automatisch erfolgt, im allgemeinen einen schlechten Wirkungsgrad auf. Die nachstehend beschriebene Anlage versorgt unter Zwischenschaltung eines Wärmespeichers drei Gebäude mit zwei verschiedenen Heizprogrammen von einer gemeinsamen Kesselbatterie aus. Sie arbeitet mit einer Temperaturregulierung nach dem Wärmeverlustprinzip und mit weitgehend automatischer Bedienung. Die Messergebnisse bestätigen die erwarteten erheblichen Einsparungen an Brennstoff und Bedienungskosten.

Im Jahre 1944 fiel die Telephonzentrale der südholländischen Stadt Tilburg den kriegerischen Ereignissen zum Opfer. Sie wurde anlässlich des Wiederaufbaues gleichzeitig erheblich vergrössert. Wie aus dem Situationsplan (Bild 1) hervorgeht, befinden sich in ihrer unmittelbaren Nähe zwei weitere Dienstgebäude der niederländischen PTT, ein älteres Postamt und ein Verwaltungsgebäude. Bei der Projektierung der Heizung war sowohl dem verschiedenen Wärmebedarf der drei Gebäude als auch den voneinander abweichenden Arbeitszeiten Rechnung zu tragen. Für eine Aussentemperatur von — 10 ° C ergaben sich die Zahlen der Tabelle 1.

Die stark voneinander abweichenden Zahlen des Wärmebedarfes für das Post- und das Telephongebäude sind durch die baulichen Verhältnisse der beiden Häuser bedingt: Die neue Telephonzentrale weist Fenster mit Doppelverglasung und gut isolierende Mauern auf, während das Postamt, das lange vor dem Krieg erbaut wurde, nur einfach verglaste Fenster besitzt und auch sonst wärmetechnisch ungünstige Eigenschaften aufweist.

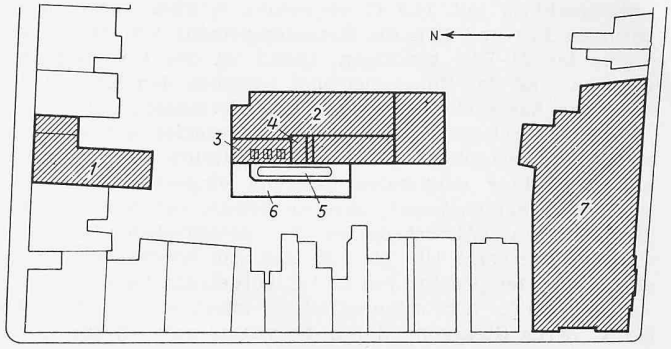


Bild 1. Lageplan der zu heizenden Gebäude, 1:1400

1 Verwaltungsgebäude
2 Telephongebäude
3 Kesselhaus
4 Hauptverteiler und Regulieranlage
5 Speicher
6 Bunker
7 Postgebäude

Tabelle 1. Wärmebedarf der zu heizenden Gebäude

Gebäude	Raum-Inhalt m³	Arbeits-zeit	Wärme-bedarf kcal/h
Postgebäude	6500	0500...2100	160 000
Telephonzentrale	9000	0730...1730	130 000
Verwaltungsgebäude	1100	0730...1730	35 000

II. Diskussion der Projekte

Beim Entwurf dieser kombinierten Heizanlage wurden folgende vier Varianten in Betracht gezogen:

1. Gemeinsames Kesselhaus für Verwaltungsgebäude und Telephonzentrale; eigenes Kesselhaus für das Postgebäude. Diese Lösung schied infolge der hohen Baukosten aus.

2. Gemeinsames Kesselhaus für alle drei Gebäude in der Telephonzentrale; für jedes der drei Gebäude eine besondere Heizgruppe. Diese Lösung ergibt einen geringen Wirkungsgrad, weil trotz ungefähr gleichem Wärmebedarf des Postamtes wie der beiden anderen Gebäude zusammen die Heizprogramme voneinander abweichen. Für eine kombinierte Heizanlage würde dies bedeuten, dass beispielsweise um 7.30 Uhr dem Postgebäude zu wenig Wärme zugeführt würde, weil auf diesen Zeitpunkt die beiden anderen Gebäude aufgeheizt werden müssen, während um 17.30 Uhr im Postamt infolge Umschaltung der beiden anderen Gebäude auf das Nachtprogramm zu hohe Temperaturen zu erwarten wären. Die durchgehende Einhaltung der richtigen Innentemperatur hätte identische Heizprogramme zur Voraussetzung und würde für die Telephonzentrale und das Verwaltungsgebäude unnötig lange Heizzeiten erfordern, was aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht vertretbar ist.

3. Kombiniertes Kesselhaus in der Telephonzentrale mit getrennten Heizanlagen für das Postamt, das Verwaltungsgebäude und die Telephonzentrale; jede Anlage hat nur ein Heizprogramm zu erfüllen. Bei dieser Lösung ist die Innentemperatur des Postamtes von den Heizzeiten der übrigen Gebäude unabhängig. Sie ist ebenfalls unwirtschaftlich, denn bei Aussentemperaturen von + 5 bis 12 ° C müssten ständig zwei Kessel in Betrieb stehen, von denen jeder nur schwach belastet wäre. Daraus ergibt sich ein schlechter Wirkungsgrad bei hohen Bedienungskosten.

4. Kombinierte Heizanlage in gemeinsamem Kesselhaus mit Zwischenschaltung eines Wärmespeichers. Diese Lösung bietet die grössten Vorteile und gelangte daher zur Ausführung; sie umfasst einen Rainchonkessel für 275 000 kcal/h, einen Rainchonkessel für 255 000 kcal/h und einen Wärmespeicher mit einem Wasserinhalt von 32 m³. Weil zum Zeitpunkt der Projektierung der Heizanlage noch nicht feststand, dass die Telephonzentrale aus wärmewirtschaftlichen Gründen (d. h. zur Verminderung der Gebäudewärmeverluste) Fenster mit Doppelverglasung erhalten sollte, wurde noch ein dritter Rainchonkessel für 275 000 kcal/h vorgesehen, der heute als Reserve zur Verfügung steht.

III. Die Heizanlage und ihre Arbeitsweise

A. Allgemeines

Wie aus dem prinzipiellen Leitungsschema (Bild 2) hervorgeht, arbeiten die beiden Kessel 1 und 2 (der Reservekessel 3 ist nicht eingezeichnet) mit dem Speicher parallel und speisen mit diesem gemeinsam die vier Heizgruppen der Anlage. Gruppe IV, die das Postgebäude mit Wärme zu versorgen hat, ist in die beiden Gruppen «Süd» und «Nord» unterteilt, um dem verschiedenen Wärmebedarf der betreffenden Gebäudeteile Rechnung zu tragen. Insgesamt sind folgende Gruppen mit Wärme zu versorgen:

1 Kessel I
2 Kessel II
3 Druckregler
4 Speicher
5 Vorlauf
6 Rücklauf

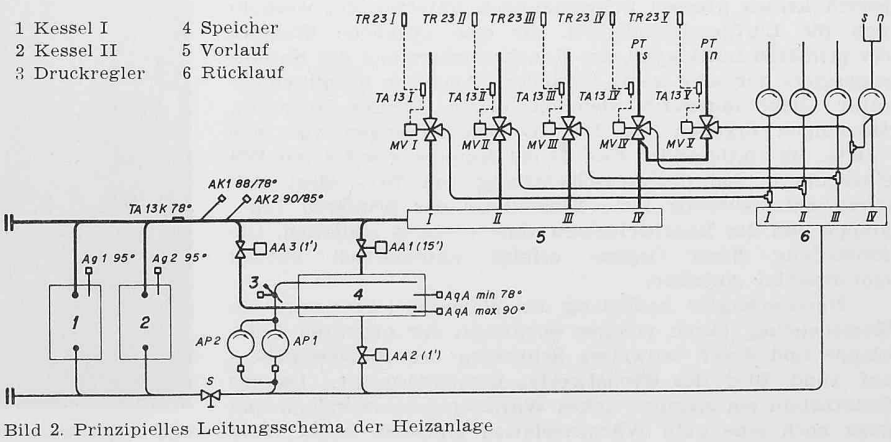


Bild 2. Prinzipielles Leitungsschema der Heizanlage

Gruppe I: Verwaltungsgebäude
Gruppe II: Telephonzentrale Ostseite
Gruppe III: Telephonzentrale Westseite
Gruppe IV: a) Postgebäude Nordseite
b) Postgebäude Südseite

Für die Gruppen I bis III soll die Raumtemperatur von 7.30 Uhr bis 19.30 Uhr auf 19 ° C konstant gehalten, und nach Arbeitsschluss auf 14 ° C abgesenkt werden, während die Gruppen IVs und IVn die Raumtemperatur von 19 ° C von 5 Uhr bis 21 Uhr benötigen. Damit ist das Heizprogramm gegeben, und das Zusammenspiel zwischen den Kesseln und dem Speicher wickelt sich nun folgendermassen ab:

Die Kessel sind mit Hilfe der Zugregler auf zwei von vornherein festgelegte Belastungen, nämlich auf 70 % und auf 20 % ihrer maximalen Leistung eingestellt und automatisch derart gesteuert, dass sie jeweils auf den Zeitpunkt des höchsten Wärmebedarfes der verschiedenen Gruppen, d. h. die Zeit von 5 Uhr bis 7.30 Uhr, den Wärmespeicher auf eine Wassertemperatur von 90 ° C aufgeladen haben.

Mit Hilfe der automatischen Mischventile MV I bis MV V, deren Steuerung durch die weiter unten besprochene, witterungsabhängige Regulieranlage erfolgt, wird die Vorlauftemperatur der einzelnen Gruppen stets auf dem richtigen Wert gehalten. Diese grundsätzliche Disposition bietet für den Betrieb der Kessel eine Reihe nicht zu unterschätzender Vorteile. Einerseits gewährleistet der Betrieb mit 70 % Kesselbelastung einen sehr guten Wirkungsgrad mit verhältnismässig niedrigen Rauchgastemperaturen. Die Kessel sind mechanisch und thermisch nur schwach belastet und ertragen die Umstellungen auf die niedrige Belastung ohne Gefährdungen irgend welcher Art. Dies wirkt sich sowohl auf die Lebensdauer als auch auf die Unterhaltkosten günstig aus. Anderseits arbeiten die Kessel dank der festen Einstellung ihrer Regelorgane auch bei 20 % der maximalen Leistung noch mit einem annehmbaren Wirkungsgrad, wodurch der für die Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage massgebende mittlere Betriebswirkungsgrad sehr günstig ausfällt. Daneben aber verhindert die niedrige Kesselleistung während der Zeiten geringeren Wärmebedarfs zugleich Brennstoffverschwendungen dadurch, dass vorerst der Speicher die in ihm akkumulierte Wärme an das Verbrauchernetz abgibt, bis die Vorlauftemperatur einer der Heizgruppen unter den zulässigen Wert abgesunken ist. Sobald dies zutrifft, werden die Kessel wiederum auf 70 % ihrer Leistung umgestellt und solange darauf gehalten, bis der Speicher voll aufgeladen ist, und der Zyklus von neuem beginnen kann.

B. Konstanthaltung der Kesselleistung

Sorgt man dafür, dass der Kaminzug bei allen Witterungsverhältnissen und Kesseltemperaturen einen genügenden Ueberschuss aufweist, so kann man die Kesselleistung in sehr einfacher Weise durch entsprechende Einstellung der Regulierklappe für den Kaminzug konstant halten. Bei gleichbleibendem Kaminzug wird nämlich die Luftbewegung in den Kesseln fast ausschliesslich durch die Strömungswiderstände der primären Luftklappe, des Rauchschiebers, der Rauchgaskanäle und der Brennstoffschicht beeinflusst. Mit Ausnahme des «Feuerwiderstandes» sind aber die Widerstände der genannten Organe bei fester Einstellung praktisch konstant, und demzufolge bestimmt der Feuerwiderstand die Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsluft. Dieser Widerstand ist bei der gewählten Kesselkonstruktion jedoch keinen grossen Schwankungen unterworfen, weshalb sich die Luftgeschwindigkeit für eine gegebene Stellung der primären Luftklappe, des Rauchschiebers und des Kaminzugreglers nur sehr wenig verändert. Auch die Kamintemperatur bleibt innerhalb ziemlich enger Grenzen konstant. Messungen ergaben bei 180 ° C Schwankungen von nur ± 6 %. Im vorliegenden Fall ist der Kaminzug auf 4 mm WS einreguliert, und die Kesselbelastung von 70 % lässt sich durch entsprechende feste Einstellung der primären Luftklappe und des Rauchschiebers ohne weiteres einhalten. Die Einstellung dieser Organe erfolgt automatisch mittels motorisierter Antriebe.

Nach erfolgter Aufladung des Wärmespeichers wird die Kesselleistung durch völliges Schliessen der primären Luftklappe und durch teilweises Schliessen des Rauchschiebers auf rund 20 % des Höchstwertes herabgedrosselt. Da der Schornstein ein ziemlich hohes Wärmespeichervermögen und dazu noch eine gute Wärmeisolation aufweist, bleibt trotz

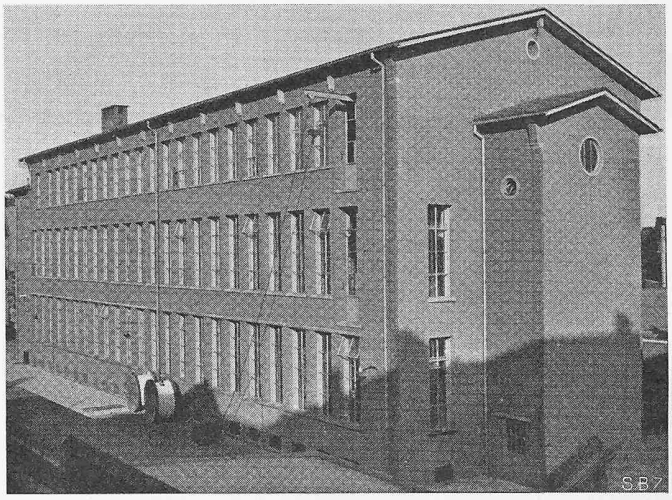


Bild 3. Die Telephonzentrale Tilburg, in der die Kesselanlage eingebaut ist

der sinkenden Rauchgastemperatur ein Kaminzug von 4 mm WS erhalten. Mit sinkender Kesselleistung nimmt auch die sekundäre Luftmenge erheblich ab. Es wäre nun möglich, auch diese mittels einer Klappe auf den richtigen Wert einzuregulieren; Versuche haben aber ergeben, dass auch ohne eine solche Regulierung ein guter Kesselwirkungsgrad erhalten wird.

Während der Einregulierung der beiden Belastungen ist eine genaue Ueberwachung des Kesselwirkungsgrades an Hand von CO_2- und CO-Analysen unerlässlich. Es hat sich aber gezeigt, dass diese Einregulierung ohne Schwierigkeiten durchführbar ist und nur einmalig, anlässlich der Inbetriebnahme der Anlage, vorgenommen werden muss.

C. Ladung und Entladung des Wärmespeichers

Während der Aufladung des Speichers sind seine Vorlauf- und Rücklauf-Beimischventile geschlossen; die beiden Kessel arbeiten gemeinsam auf den Speicher und das Verbrauchernetz. Ist die eingestellte Kesselleistung grösser als der Netzbedarf, so sorgen Ladepumpen für eine beschleunigte Aufladung des Speichers. Dieser wird im Gegensatz zur üblichen Praxis von unten nach oben aufgeladen.

Dieses Verfahren wurde gewählt, weil der Speicher infolge des nur wenig tragfähigen Bodens horizontal aufgestellt werden muss. Es ist zulässig, weil unter normalen Betriebsverhältnissen mit einer gewissen Wärmeüberproduktion der Kessel zu rechnen ist; es kommt demzufolge kaum vor, dass der Speicher in unterladenem Zustand Wärme an das Verbrauchernetz abgeben muss; vielmehr setzt die Speisung des Netzes durch den Speicher erst dann ein, wenn er voll auf-

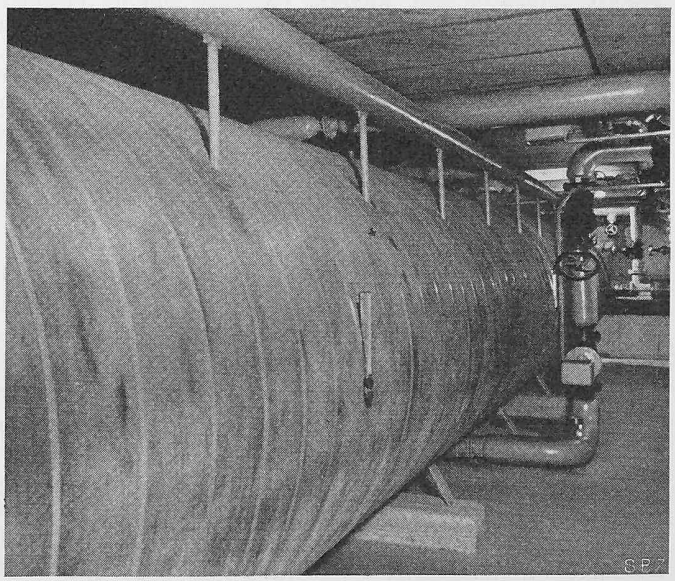


Bild 4. Der Wärmespeicher

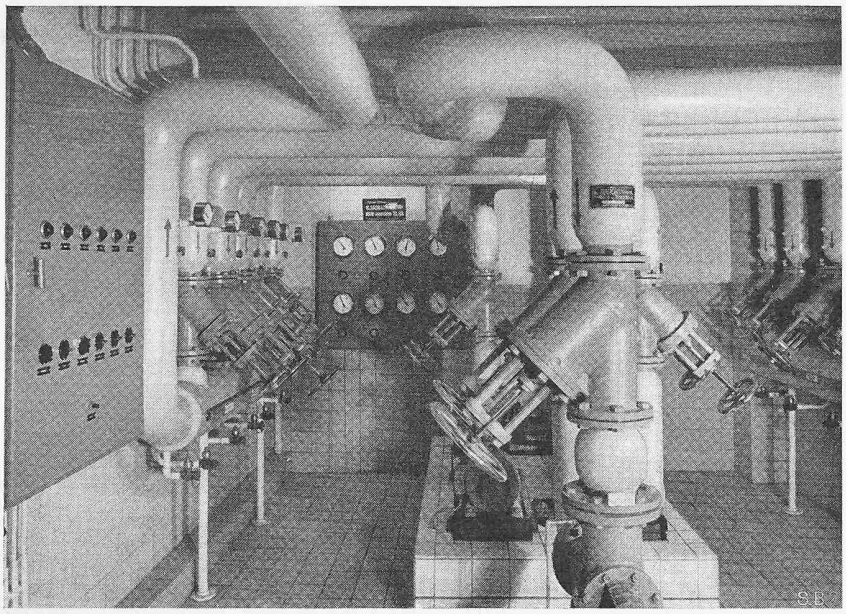


Bild 5. Reglerraum mit Apparate- und Steuertableau, in der Mitte die Pumpenanlage

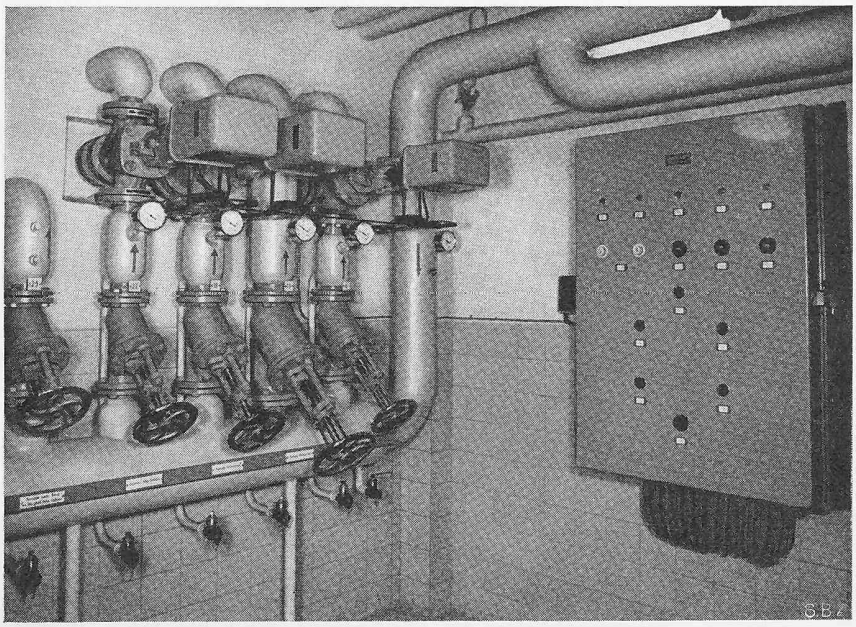


Bild 6. Der Reglerraum mit den automatischen Mischventilen und den Apparaten von Landis & Gyr

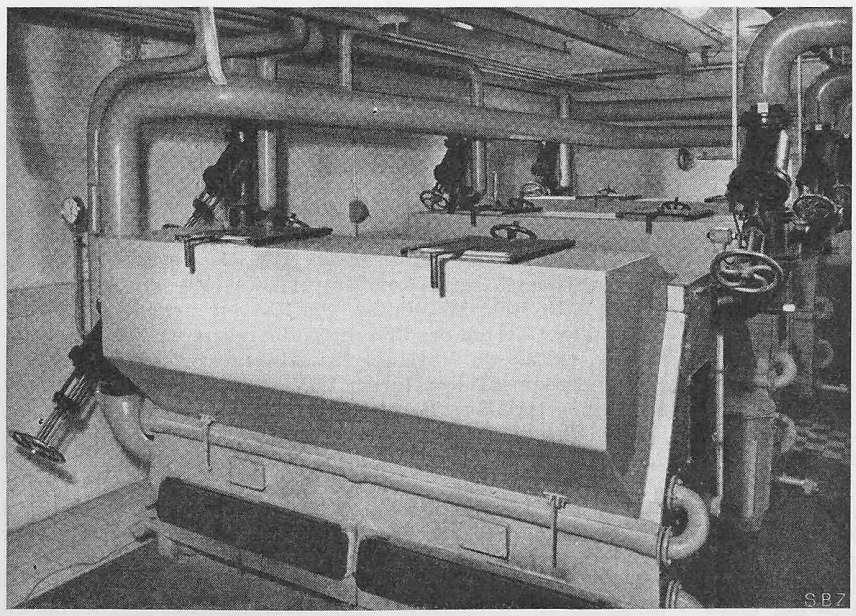


Bild 7. Das Kesselhaus mit den drei Rainchonkesseln

geladen ist. Durch die Aufladung von unten nach oben erreicht man eine gute Durchmischung und damit auch eine gleichmässige Temperaturverteilung im Speicherwasser, so dass die Gefahr von Pendelungen während der Aufladung weitgehend ausgeschaltet ist.

D. Arbeitsweise der Regulierorgane im normalen Betrieb

Es sei zunächst angenommen, die Kessel arbeiten mit 70 % ihrer Leistung und erzeugen einen Ueberschuss an Wärme. Alsdann sind die beiden Ventile AA 1 und AA 2 geschlossen, und das progressiv regulierende Ventil AA 3 ist geöffnet. Infolge des Wärmeüberschusses steigt die Kesseltemperatur langsam an, bis bei 88 ° C der Thermostat AK 1 die Ladepumpe AP 1 (5 m³/h) in Betrieb setzt. Ein Teil der erzeugten Wärme wird deshalb dem Speicher zugeführt und die Kesseltemperatur sinkt ab, bis bei 78 ° C der Thermostat AK 1 die Pumpe wieder ausschaltet. Ist der von den Kesseln erzeugte Wärmeüberschuss so gross, dass auch während des Betriebes der Aufladepumpe AP 1 die Kesseltemperatur weiter ansteigt, so schaltet der Thermostat AK 2 bei 90 ° C die Pumpe AP 2 (15 m³/h) ein; die gesamte Pumpenleistung beträgt dann 20 m³/h. Dank der intensiven Wärmeabgabe an den Speicher steigt die Kesseltemperatur nicht mehr weiter an. Die stufenweise Erhöhung der Pumpenkapazität verhindert Pendelungen, die bei niedriger Speichertemperatur auftreten könnten.

Ist der Speicher auf eine Temperatur von 90 ° C aufgeladen, so schaltet der Maximalthermostat des Speichers AqA max. die Kesselleistung auf 20 % um. Dabei öffnen aber die Ventile AA 1 und AA 2 noch nicht sofort und auch die Ladepumpen AP 1 und AP 2 bleiben einstweilen noch in Betrieb, da nach dem Schliessen der primären Luftklappe und des Rauchschiebers im Kesselfeuer noch eine grössere Wärmemenge aufgespeichert ist, die in den Speicher übergeleitet werden muss, bis dieser die Speisung des Verbrauchernetzes allein übernehmen kann. Gleichzeitig wird auch der Rücklauf durch die Kessel geleitet, so dass die Kesselwassertemperatur langsam absinkt. Unterschreitet diese 85 ° C, so schaltet der Thermostat AK 2 die Ladepumpe AP 2 aus, und bei 78 ° C folgt die Abschaltung der Pumpe AP 1 durch AK 1. Der Thermostat AK 1 schliesst gleichzeitig das Speiseventil AA 3 und öffnet das Entladeventil AA 2. AA 1 bleibt aber vorläufig noch geschlossen, so dass die Speisung des Verbrauchernetzes noch immer durch die Kessel erfolgt.

Sobald die Kesseltemperatur auf 78 ° C abgesunken ist, schaltet der Anlegethermostat TA 13 K, der einen Umschaltkontakt mit neutraler Zwischenstellung besitzt, auf eine Zwischenstellung, und bei weiterem Sinken schliesst er seinen unteren Kontakt, welcher nun auch das Ventil AA 1 teilweise öffnet. Ein Teil des Rücklaufwassers fliesst jetzt durch den Speicher, die Kesselzirkulation nimmt ab und die Kesselwassertemperatur steigt langsam wieder an. Der Anlegethermostat TA 13 K schaltet neuerdings in seine neutrale Zwischenstellung um, und das Progressivventil AA 3 bleibt in der erreichten Stellung stehen, d. h. es öffnet sich nicht weiter.

Da die Leistung der Kessel weiterhin abnimmt, wiederholt sich der geschilderte Vor-

gang solange, bis das Ventil AA 1 vollständig geöffnet ist. Ein neuerliches Ansteigen der Kesselwassertemperatur hätte zur Folge, dass das Ventil AA 1 wieder etwas zugedreht würde. Diese Massnahme verhindert ein unzulässiges Ansteigen der Kesselwassertemperatur. Ist Ventil AA 1 ganz geöffnet, so zirkuliert das Rücklaufwasser vollständig durch den Speicher, da der Widerstand des Drosselventils S im Vergleich zum Widerstand der Ventile AA 1 und AA 2 gross ist, und der Speicher übernimmt die Versorgung des Verbrauchernetzes nun voll.

Als Sicherheitsorgane besitzen die beiden Kessel je einen Maximalthermostaten Aq 1 und Aq 2, welche aber nur bei nicht normalen Betriebsverhältnissen ansprechen, beispielsweise wenn die übrigen Thermostaten infolge unsachgemässen Verdrehens der Regulierknöpfe unrichtig arbeiten.

Das Ansprechen eines der beiden Kesselthermostaten hätte zur Folge, dass alle Mischventile der Heizgruppen sofort vollständig geöffnet, die beiden Ladepumpen ausgeschaltet und die Luftzufuhr zu den Kesseln gedrosselt würden, wodurch die Kesselwassertemperatur rasch zum Absinken gebracht würde. Die beiden Maximalthermostaten sind dem Bedienungspersonal aus Sicherheitsgründen nicht zugänglich.

E. Rückschaltung der Speisung der Gruppen vom Speicher auf die Kessel

Die Temperaturregulieranlage öffnet die Mischventile immer weiter, wenn die Temperatur des Speicherwassers langsam abnimmt. Dies dauert solange an, bis eines der Mischventile seine Endstellung erreicht hat und daher dem Vorlauf kein Rücklaufwasser mehr beimischt. Von jetzt ab reicht die Temperatur des Speicherwassers nicht mehr für die Speisung dieser Gruppe aus, und die Kessel müssen wieder einen Teil der Belastung übernehmen, d. h. auf 70 % ihrer Leistung umgeschaltet werden.

Die Mischventile sind mit Endkontakten versehen, von denen der eine die Umschaltung auf 70 % Betrieb der Kessel einleitet. Die primären Luftklappen werden wieder geöffnet, die Ventile AA 1 und AA 2 schliessen, während AA 3 öffnet, und die bereits unter Abschnitt D erwähnten Vorgänge wiederholen sich.

F. Aufheizung der Gebäude vor Beginn der Arbeitszeit

Das Aufheizen einer Gruppe verlangt eine erhöhte Kesselleistung. In den meisten Fällen genügt aber die Kesselleistung selbst für eine rasche Aufheizung nicht; es ist von Vorteil, hierzu den Speicher zu benützen. Dazu muss aber der Speicher am Anfang der Aufheizperiode der einen oder anderen Gruppe geladen sein. Um dies sicherzustellen, wird einige Stunden vor Beginn des Aufheizens automatisch eine Temperaturmessung des Speicherinhaltes vorgenommen. Eine Schaltuhr kontrolliert die Stellung des Thermostaten AqA min. Zeigt dieser an, dass die Temperatur in Speichermitte unter 78 ° C gesunken ist, so werden die Kessel eingeschaltet und der Speicher aufgeladen. Während der Aufladung wird die Maximaltemperatur des Speichers von 90 ° C, wie unter Abschnitt D beschrieben, überwacht.

Sobald nun die Aufheizperiode einer Gruppe beginnt, werden Speicher und Kessel parallel geschaltet. Die Schaltuhr öffnet das Ventil AA 2 und schliesst AA 3. Dabei überwacht der Anlegethermostat TA 13K die Stellung des Ventils AA 1. Nach Ablauf der Aufheizperiode schliessen die Mischventile der Gruppen, die durch die Temperaturregulieranlage gesteuert werden, bis die normale Tages-Vorlauftemperatur erreicht ist, und die Kessel werden, falls sie noch mit 70 % ihrer Leistung arbeiten, auf 20 % umgestellt. Der Speicher speist also weiterhin allein das Netz, bis die Temperatur unter die zulässige Vorlauftemperatur irgendeiner der Gruppen abgesunken ist.

G. Die Temperaturregulieranlage

Die Mischventile (MV I bis MV V) der verschiedenen Heizgruppen werden durch die Temperaturregulieranlage gesteuert, deren Aufgabe es ist, die Vorlauftemperatur der Gruppen den Wärmeverlusten des Gebäudes anzupassen. In grösseren Gebäuden, wo viel Personal arbeitet, bietet es gewisse Schwierigkeiten, diese Regulierung in Abhängigkeit von der Raumtemperatur durchzuführen. Apparaturen, welche nach diesem Prinzip arbeiten, sind zwar technisch einfach und relativ billig; sie können jedoch ihre Aufgabe nur unter bestimmten Voraussetzungen richtig erfüllen, wie beispielsweise in Theatern oder Konzertsälen, wo auch die Körperwärme des Publikums in die Temperaturregulierung einbezogen wird. In Gebäuden jedoch, in denen viele grössere und kleinere Räume vorhanden sind, ist es nicht ohne weiteres möglich, eine geeignete Stelle für die Anbringung des Thermostaten zu finden. Stellt man ihn in einem Zimmer auf, so bestimmt der Wärmeverlust dieses Zimmers die Innentemperatur des ganzen Gebäudes. Würde man in diesem Raum die Fenster öffnen, so führte das unweigerlich zu einer Brennstoffverschwendung, weil das ganze Gebäude zu hoch aufgeheizt würde, umgekehrt bestünde bei Nichtbenützung dieses Zimmers die Möglichkeit der Unterheizung der übrigen Räume.

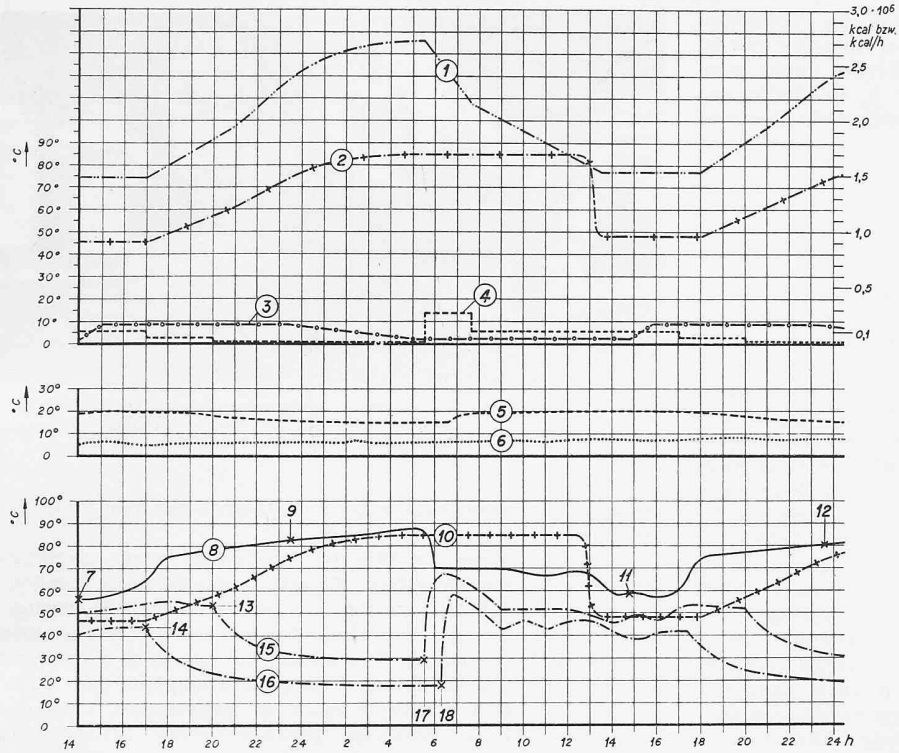
Einen richtigen Masstab für die Innentemperatur bietet nur der gesamte Wärmeverlust des Gebäudes unter den augenblicklich gegebenen Witterungsverhältnissen. In diesem Fall wird dem Gebäude nur dann Wärme zugeführt, wenn durch Abkühlung infolge niedriger Aussentemperaturen, Wind, Schneefall oder grössere Luftfeuchtigkeit Wärmeverluste auftreten. Wenn man also die Wärmeproduktion der Heizanlage durch die Witterungsverhältnisse selbst steuern lässt, kann man einem Gebäude jene Wärme zuführen, welche durch die Abkühlung unter normalen Verhältnissen benötigt wird. Würde in einem solchen Fall das Personal die normalen Wärmeverluste des Gebäudes beispielsweise durch unzulässig langes Oeffnen der Fenster usw. ungünstig beeinflussen, so spräche die Heizanlage darauf nicht an, und es könnte auch keine Brennstoffverschwendung vorkommen. Das Personal bekäme höchstens das Absinken der Innentemperatur zu spüren und würde dadurch von selbst von fehlerhaften Eingriffen abgehalten.

Diese Ueberlegungen führten dazu, für die verschiedenen PTT-Gebäude in Tilburg eine Temperaturregulier-Anlage nach dem Wärmeverlustprinzip zu wählen. Das angewandte System der Firma Landis & Gyr AG., Zug, misst die Wärmeverluste der Gebäude mit Hilfe von Aussenthermostaten, welche elektrisch auf eine konstante Innentemperatur geheizt werden und wärmetechnisch eine Abbildung des Gebäudes darstellen. Bei richtiger Dimensionierung und Einstellung ist die zur Aufheizung dieser Aussenthermostaten benötigte elektrische Heizenergie ein Masstab für die Witterungsverhältnisse, welche nicht nur die Aussenthermostaten, sondern auch die Gebäude selbst beeinflussen. Will man dem Windanfall, der Sonneneinstrahlung und weiteren Witterungsfaktoren, welche die verschiedenen Fassaden der Gebäude verschiedenartig beeinflussen, Rechnung tragen, so muss die Heizgruppeneinteilung der Anlage entsprechend unterteilt sein, d. h. es sind für die an die verschiedenen Fassaden anstossenden Räume eigene Mischventile notwendig. Diese Massnahme gestattet eine ausgezeichnete Konstanthaltung der Innentemperaturen. Die Anlage Tilburg sieht für jede Gruppe eine eigene Temperaturregulierung vor, bei welcher die Aussenthermostaten die Mischventile MV I bis MV V steuern. Auf eine eingehende Beschreibung der Arbeitsweise dieses Regelsystems sei an dieser Stelle verzichtet.

IV. Betriebserfahrungen

A. Messergebnisse

Die Heizanlage in den PTT-Gebäuden Tilburg ist nun bereits ein Jahr in Betrieb und wurde inzwischen entsprechend den durch die Heizprogramme verlangten Innentemperaturen unter den verschiedensten Witterungsverhältnissen einreguliert. Um ihre Zuverlässigkeit zu überprüfen, wurde eine Reihe von Messungen vorgenommen. Bild 8 zeigt eine Zusammenstellung der Ergebnisse solcher Messungen für einen Zeitraum von 34 Stunden. Die diesem Diagramm zu Grunde liegende Aussentemperatur entspricht etwa dem normalen Mittelwert im Winter. Die Kurven stellen die Temperaturen im Oberteil des Speichers, die mittleren Kesselwassertemperaturen, die Vorlauftemperaturen von zwei Gruppen, die Innentemperaturen in der Telephonzentrale und die Aussentemperatur dar. Die Temperaturkurve des Kesselwassers ist als Mittelwertkurve gezeichnet. Die Momentanwerte würden infolge der abwechselnden Ein- und Ausschaltung der Ladepumpen eine sägezahnförmige Kurve ergeben, welche aber der Uebersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet ist. Des weiteren gehen aus dem Diagramm noch die im Speicher akkumulierte Wärmemenge, die Wärmeproduktion der Kessel und der Wärmeverbrauch der Gebäude hervor. Die Schalttemperaturen der verschiedenen Thermostaten weichen bei diesen Messungen teilweise von den vorstehend erwähnten Werten



1 Wärmeinhalt des Speichers
2 Temperatur im Speicheroberteil
3 Heizleistung der Kessel
4 Wärmeleistungsbedarf der Verbraucher
5 Innentemperatur Telephongebäude
6 Aussentemperatur
7 Einschaltung des Kessels
8 Kesselwassertemperatur
9 Ausschaltung des Kessels
10 Temperatur im Speicheroberteil
11 Einschaltung des Kessels
12 Ausschaltung des Kessels
13 Heizung des Postgebäudes abgeschaltet
14 Telephongebäude abgeschaltet
15 Vorlauf des Postgebäudes
16 Vorlauf Telephongebäude
17 Aufheizbeginn Postgebäude
18 Aufheizbeginn Telephongebäude

Bild 8. Ergebnisse eines Betriebsversuchs

ab, was ebenfalls aus dem Diagramm ersichtlich ist. Aus den bisherigen Betriebsbeobachtungen und Bild 8 ergeben sich folgende Tatsachen:

1. Die Kessel arbeiten während ziemlich grosser Zeitspannen auf dem einen oder anderen der beiden Sollwerte ihrer Leistung.

2. Belastungsschwankungen infolge Umstellung der Heizprogramme eines Gebäudes haben auf die Innentemperaturen der übrigen Gebäude praktisch keinen Einfluss.

3. Die Aufheizung geht rasch vor sich, wobei eine Wärmemenge abgegeben wird, welche weit über die momentane Produktion der Kesselanlage hinausgeht.

4. Die Wärmeerzeugung ist, soweit es sich um momentane Werte handelt, vollkommen unabhängig vom Verbrauch.

B. Die Aufgabe des Heizers

Während in den bisher üblichen Heizanlagen der Heizer stark beschäftigt war, vorausdenken und jederzeit bereitstehen musste, um die Einstellung der Regulierorgane korrigieren zu können, übernimmt die besprochene Temperatur-Regulieranlage automatisch einen grossen Teil dieser Arbeit. Selbst wenn nur ein Kessel in Betrieb ist und durch die Witterungsverhältnisse die Zuschaltung des zweiten Kessels notwendig wird, zeigt dies eine rote Signallampe an.

Die Temperaturregulierung nach dem Wärmeverlustprinzip bietet ausserdem den grossen Vorteil, dass bei jeder Witterung die Innentemperatur automatisch konstant gehalten wird, und handbediente Schalter für grössere oder kleinere Wärmezufuhr, wie sie bei anderen Anlagen üblich sind, nicht benötigt werden. Nach einmaliger Einregulierung des Regelsystems auf Grund exakter Messungen fällt auch in dieser Hinsicht jedes Eingreifen dahin.

C. Zusammenfassung der Vorteile

Die Vorteile der beschriebenen Anlage seien kurz wie folgt zusammengefasst:

1. Die Lebensdauer der Kessel ist länger und die Unterhaltkosten sind kleiner als üblich, da die Kessel nur mit 20 bzw. 70 % ihrer Höchstleistung arbeiten müssen, Ueberlastungen ausgeschlossen sind, und starke Abkühlungen im Kesselmaterial nicht vorkommen. Bei Anlagen ohne Speicher sinkt während der Nacht die Belastung praktisch auf 0 ab; während der Aufheizperiode muss sie jedoch sehr schnell auf 100 % gesteigert werden.

2. Der Wirkungsgrad der Kessel bleibt infolge der Einregulierung an den Luftklappen, Rauchschiebern usw. sehr hoch und ist weitgehend unabhängig von der Sorgfalt des Heizers.

3. Während der Nacht und über das Wochenende erübrigt sich eine Ueberwachung der Anlage, wodurch sich teure Arbeitsstunden einsparen lassen.

4. Das Heizpersonal neigt im allgemeinen vielfach zu allzu starkem Heizen, um Beanstandungen und Reklamationen seitens der Insassen der Gebäude zu vermeiden. Im vorliegenden Fall hat es aber keine Möglichkeit, stärker zu heizen als von der Temperatur-Regulieranlage vorgeschrieben wird.

5. Schwankungen der Wärmeabgabe bedeuten fast immer eine Brennstoffverschwendung, wenn die Heizanlage nicht über einen Wärmespeicher verfügt. Im vorliegenden Fall puffert der Speicher diese Schwankungen und verhindert jegliche Brennstoffverschwendung.

D. Betriebskosten-Einsparungen

Es leuchtet ein, dass die genannten Vorteile zu erheblichen Brennstoffeinsparungen führen müssen, und es soll nachstehend noch eine Uebersicht über die im praktischen Betrieb erzielten Resultate gegeben werden. Diese Uebersicht stützt sich auf einen Vergleich mit anderen Gebäuden der holländischen PTT in der gleichen Heizsaison. Von einer Anzahl Post- und Telephongebäuden gleicher Grössenordnung, die auf dem gleichen Breitengrad liegen, wurden die Wärmeverluste ermittelt und aus diesen Daten, zusammen mit dem Brennstoffverbrauch dieser Gebäude, diejenige Brennstoffmenge berechnet, welche die Tilburgeranlage benötigt hätte, falls sie als gewöhnliche Heizanlage ohne automatische Regulierung und ohne Speicher ausgeführt worden wäre. Für die Heizsaison 1951/52 ergab sich ein voraussichtlicher Verbrauch von 135 t Koks. In Wirklichkeit betrug aber der Verbrauch nur 102 t Koks, also rund 30 % weniger. Auf Tabelle 2 sind die Bedienungszeiten, die Brennstoffmengen und die jährlichen Betriebskosten für die Varianten 3 und 4 zusammengestellt. Der Stundenlohn wurde zu 2 hfl. und der Kokspreis zu 70 hfl./t angenommen.

Die Varianten 1 und 2 sind bedeutend unwirtschaftlicher als die beschriebene Anlage und wurden in der Kostenanalyse nicht weiter untersucht. Aus Tabelle 2 ergibt sich für die Anlage mit Speicher eine jährliche Einsparung von rund 3300 hfl., was bedeutet, dass die Kosten für den Speicher einschliesslich Regel-Apparatur, Bauarbeiten und Umbauten im bestehenden Gebäude in wenigen Jahren amortisiert sein werden. Dazu sei noch bemerkt, dass die Heizsaison 1951/52 in einen verhältnismässig milden Winter fiel, und somit schon aus diesem Grunde, wie auch infolge der ständig steigenden Brennstoffpreise, für die Zukunft noch grössere Ersparnisse zu erwarten sind. Der Aufwand an jährlicher Bedienungszeit von 480 h zugunsten der Speicheranlage wird später gerin-

Tabelle 2.

Variante	Bedienungszeit h	Koksverbrauch t	Betriebskosten hfl.
3	1430	135	12 300
4	950	102	9 000

ger sein. Der Heizer wurde zur Mithilfe bei den Messungen und der Einregulierung beigezogen, welcher Zeitaufwand in Tabelle 2 enthalten ist. Für die nächste Saison dürfte voraussichtlich die Bedienung nur noch 600 h an Stelle der erwähnten 950 h erfordern, und es zeigt sich auch hier eine beträchtliche Kosteneinsparung.

Londoner Busverkehr, verkehrstechnisch gesehen

DK 656.132 (421)

Die schweizerische Nahverkehrspolitik der grösseren Städte befindet sich gegenwärtig insofern in einem interessanten Stadium, als vielerorts Untersuchungen und Auseinandersetzungen über die Eignung der Strassenbahn einerseits, des schienenfreien Verkehrsmittels in Gestalt von Autobus oder Trolleybus anderseits im Gange sind. Dabei berufen sich die Anhänger des einen wie des andern Verkehrsmittels immer wieder auf das Beispiel dieser oder jener Stadt des Auslandes, deren öffentliches Verkehrssystem die Richtigkeit ihrer eigenen Ansichten und Forderungen zu bestätigen scheint. In Wirklichkeit jedoch unterliegt die öffentliche Verkehrsbedienung einer derart grossen Anzahl teils sich unterstützender, teils sich widerstreitender Faktoren, dass selbst bei einer Betriebspolitik der betreffenden Unternehmungen, die durch keine Voreingenommenheit der massgebenden Persönlichkeiten oder Behörden beeinflusst wird, Rückschlüsse von der einen Stadt auf die andere oder gar von einem Land auf das andere nur mit grösster Vorsicht gezogen werden können. Wirklich brauchbare Nutzanwendung fremder Erfahrungen auf eine bestimmte Stadt mit ihren Verkehrsbetrieben ist nur möglich unter zwei Voraussetzungen: erstens einer völlig unbefangenen Registrierung dessen, was hier wie dort rein tatsächlich ist, zweitens einer restlos objektiven Gegenüberstellung aller einzelnen Elemente, die hüben und drüben zu berücksichtigen sind, um das konkret Gegebene richtig zu verstehen und verwerten zu können.

Unter diesem Gesichtspunkt ist es sehr interessant, was Dr.-Ing. Max-Erich Feuchtinger (Ulm) im zweiten Novemberheft 1951 des «Internat. Archivs für Verkehrswesen» über den Londoner Busverkehr und seine Einrichtungen zu berichten weiss — dies um so mehr, als der Verfasser mittlerweile mit drei andern Fachleuten mit der Erstellung eines Generalverkehrsplans für Zürich betraut worden ist (vgl. SBZ 1952, S. 176). Feuchtinger tritt in diesem Aufsatz zunächst einmal mit vollem Recht der Auffassung entgegen, als ob aus dem raschen Verschwinden der Strassenbahn aus dem Stadtbild Londons unmittelbar geschlossen werden dürfe, dass der Bus in seinen beiden Spielarten auch in den deutschen Städten bald mehr oder weniger den gesamten öffentlichen Verkehr zu bestreiten haben werde, dies aus dem bekannten Grunde, weil in London die U-Bahn einen grossen Teil jenes Verkehrs bewältigt, den anderswo die Oberflächenverkehrsmittel allein besorgen. Dagegen stellt er mit offensichtlicher Billigung fest, dass in den Städten seines Heimatlandes mehr und mehr eine Mischung zwischen Tram und Bus in Erscheinung trete, und hier wieder ist es besonders bemerkenswert, dass er es, entgegen gewissen Tendenzen in der Schweiz, als gegeben betrachtet, wenn jedenfalls neu zu eröffnende Verkehrslinien vorwiegend den schienenfreien Transportmitteln anvertraut werden.

In der Folge schildert Feuchtinger zunächst einmal Liniennetz, Wagenbestand und Verkehrsleistungen der verschiedenen Londoner Nahverkehrsmittel, worüber er nachstehende Zahlen für das Jahr 1949 mitteilt:

Verkehrsmittel	Netzlänge km	Wagen-km in Mio	Beförderte Personen in Mio
Omnibus	5432	502	2745
Trolleybus	408	127	891
Tram	163	53	292
U-Bahn	396	368	641

Die beiden schienenfreien Transportmittel haben daher auf einem Netzanteil von 91 % der gesamten Streckenlänge mit 60 % der Wagenkilometer 79 % oder rund vier Fünftel aller Reisenden befördert. Dieser Prozentsatz lässt allerdings ihre anteilige Verkehrsleistung deswegen als zu hoch erscheinen, weil die mittlere Reiselänge beim Bus gleich wie beim Tram erheblich kleiner ist als bei der U-Bahn. Nichtsdestoweniger

Bild 1. Ausgangsstation für acht Stadtlinien vor dem Victoria-Bahnhof, mit schärfster Ausnützung des vorhandenen Platzes (Bahnsteige knapp 1 m, Fahrbahnen 2,7 m breit)

vermittelt er einen eindrucksvollen Begriff von der Funktion des Bus im Londoner Nahverkehr.

Diese Leistung von Bus und Trolleybus wird allerdings erkauft mit einer gewaltigen Belastung der Strassen Londons durch diese rund 9000 meistenteils zweistöckigen Fahrzeuge, deren zahlenmässiger Anteil am Gesamtverkehr in einzelnen Hauptverkehrsadern der Riesenstadt bis auf 25 % steigt, und mit einer Herabsetzung der Reisegeschwindigkeit der Busse selbst in der City bis auf 8 km/h im Tagesmittel. Dass das seit Jahrhunderten praktisch gleichgebliebene Strassennetz der englischen Hauptstadt diesen Verkehr überhaupt noch zu bewältigen vermag, beruht zu einem grossen Teil auf der ausgeprägten Verkehrsdisziplin aller Fahrzeugführer.

Das Hauptaugenmerk Feuchtingers gilt jedoch der Organisation der Haltestellen des Londoner Busnetzes in Verbindung mit der Struktur des Netzes selbst. Hier ist namentlich das starke Ueberwiegen der Durchmesserlinien ein wichtiger Faktor flüssiger und rationeller Verkehrsabwicklung, da sich das Rollmaterial praktisch in ständigem Umlauf befindet, keine wartend herumstehenden Busse die Strassen und Plätze verstopfen und nur an wenigen Stellen Raum für Wendeschleifen benötigt wird. Im allgemeinen befinden sich denn auch die Haltestellen einfach am Strassenrand und zwar nach Möglichkeit mit besonderen, hintereinander angeordneten Anlegeplätzen für die einzelnen Linien, die entweder durch weisse Beschriftung auf der Fahrbahn oder durch eingezogene Haltebuchten gekennzeichnet sind. Schutzdächer in einfachster Form bieten den Fahrgästen ein gewisses Minimum an Komfort während des Wartens; die Passagiere ihrerseits erleichtern und beschleunigen die Verkehrsabwicklung durch ihr diszipliniertes Schlangestehen, womit jedes störende Drängen an den Wagen wegfällt.

Die verhältnismässig wenig zahlreichen eigentlichen Omnibusbahnhöfe im Stadtinnern sind nach Feuchtinger vielfach auf kleinstem Raum untergebracht und dennoch —

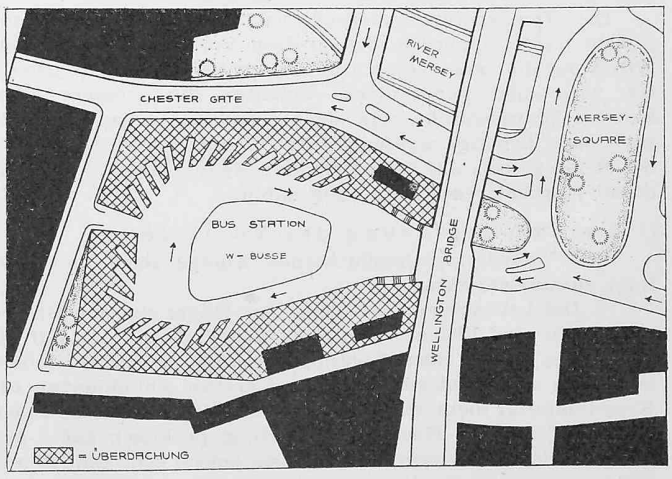


Bild 5. Projekt für den künftigen Omnibusbahnhof Stockport. Anlegestellen der Autobusse in Buchtform am inneren Rande eines ringförmigen Gemeinschaftsbahnsteigs. (Die ankommenden Busse fahren vorwärts in die Buchten ein, um nach dem Passagierwechsel rückwärts in die Kreisfahrbahn auszufahren und dort zu wenden.)