

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 6

Artikel: Gebleite Flugbenzine
Autor: E.M.-T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53991>

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: 04.02.2026

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

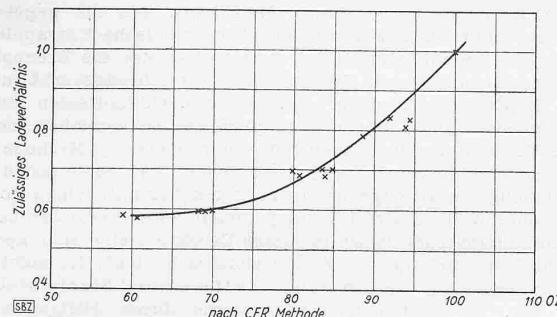


Abb. 3. Oktanzahl als Funktion des Ladeverhältnisses.
CFR-Auflademotor, Bohrung 66 mm, $\epsilon = 7$, $n = 1800 \text{ U/min}$,
Kühlmittelaustrittstemperatur 165°

Gebleite Flugbenzine

Mit ganz geringen Ausnahmen verwendet man heutzutage für Flugzeuge Brennstoffe mit Bleitetraethylzusatz. Die Verwendung von hochkomprimierten Motoren sowie die Aufladung mit Ladegebläsen macht den Einsatz von Benzinen mit einer hohen Oktanzahl (OZ) unentbehrlich. Die Aufnahmefähigkeit oder, wie später angeführt werden wird, die Empfindlichkeit der Benzine auf Bleitetraethyl ist infolgedessen ein wesentlicher Faktor in der Bestimmung der Leistungsgrenzen der heutigen Flugmotoren. A. G. Cattaneo und A. L. Stanly von der Shell Development Co. haben vor einiger Zeit vor der American Chemical Society einen Vortrag über dieses Thema gehalten. Aus diesem Vortrag sollen im folgenden die wichtigsten Punkte herausgegriffen werden.

Es stehen heute Untersuchungsmethoden zur Verfügung, mit denen man die Oktanzahl eines Brennstoffes auf ein Zehntel einer Oktanzahl genau bestimmen kann. Die Bleitetraethylempfindlichkeit eines Benzins hingegen wird immer mit vagen Worten wie gut, mittel oder schlecht benannt, wobei diese Begriffe rein subjektiv bleiben. Die Ursache liegt in der Kompliziertheit des Problems, indem durch eine Zugabe von $1 \text{ cm}^3/l$ bei einem Brennstoff eine Erhöhung der Oktanzahl um 4 eintritt, während ein anderer Brennstoff auf die gleiche Menge Bleitetraethyl weniger stark, mit einer geringeren Erhöhung der Oktanzahl, antwortet. Auch bewirkt bei ein und demselben Benzin eine Zugabe von $1 \text{ cm}^3/l$ Bleitetraethyl nicht bei allen Oktanzahlen die gleiche Erhöhung, wie aus Abb. 1 ersichtlich ist. Eine weitere Verwirrung bringt noch der Umstand, dass man die Bleiempfindlichkeit eines OZ 85 Brennstoffes, der bei der Zugabe von $0,8 \text{ cm}^3/l$ Bleitetraethyl auf OZ 100 steigt, als gut bezeichnet, während ein OZ 50 Benzin bei gleicher Reaktion als schwach angesehen wird. Dies röhrt von der Folge der Erhöhung der OZ von 85 auf 100 her, die eine weit grössere Leistungssteigerung des Motors zur Folge hat, als eine Erhöhung von 50 auf 65 OZ.

Im Jahre 1933 führten Hebl, Rendel und Garton ein Diagramm ein, das über die Empfindlichkeit von Brennstoffen auf Bleitetraethyl Aufschluss gab. Dieses Diagramm wurde später auf Grund der Erfahrungen mit dem CFR-Motor¹⁾ und der Beziehungen zwischen Verdichtungsverhältnis und Bleitetraethylkonzentration verbessert. Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit verschiedener Brennstoffe vom Bleitetraethyl-Zusatz. Der Hauptvorteil dieser Darstellungsart liegt darin, dass durch die Einführung von geneigten Ordinaten die Charakteristik eines Brennstoffes gradlinig verläuft. Diese Diagramme sind bis zu Konzentrationen von $0,8 \text{ cm}^3/l$ besser und genauer als jede Oktanzahlbestimmung auf andere Art und Weise. Bei höherer Konzentration jedoch ist die Sicherheit nicht so gross infolge der spärlichen Unterlagen und des Einflusses, den schon geringe Schwefelvorkommen ausüben können. Mit Hilfe der Neigung können zwei Brennstoffe leicht miteinander verglichen werden, wobei bei gegebener Neigung, also gegebener Bleiempfindlichkeit, die Wirkung eines Bleitetraethylzusatzes bei niederen Oktanzahlen mehr ausmacht als bei höheren. Das Diagramm wurde ausschliesslich auf Grund der Versuchsergebnisse entwickelt und

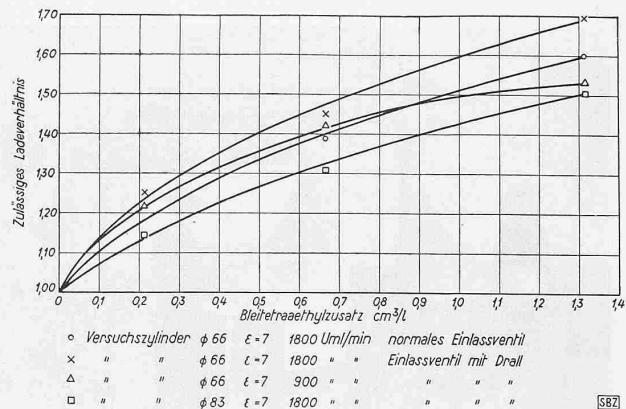


Abb. 4. Bleitetraethyl-Empfindlichkeit von 150 Oktan-Brennstoff. Ergebnisse von vier Versuchsreihen mit CFR-Auflademotor

will keine Relationen vorschlagen. Da die Beziehung der Oktanzahl oder des Bleitetraethylzusatzes zum Verdichtungsverhältnis ausgeschaltet worden ist, wurde das Diagramm vollständig unabhängig von irgend einer Motorart oder Verbrennungsraumform.

Aufschlussreich ist bei einem Auflademotor die Beziehung der Klopffestigkeit zum Aufladedruck eines Brennstofes, wenn Verdichtungsverhältnis, Drehzahl, Kühlmitteltemperatur und Gemischzusammensetzung konstant bleiben. Man kann dann den Aufladedruck so lange steigern, bis die Detonation erfolgt, und damit die Oktanzahl eines Brennstoffes als Funktion des Aufladedruckes aufzeichnen. Um Aufschluss zu erhalten über den Einfluss von Motor, Luft und subjektive Beurteilung des Versuchsingenieurs ist es günstiger, die untersuchten Brennstoffe mit einem bekannten Brennstoff zu vergleichen.

Boerlage, Peletier und Tops definieren den zulässigen Aufladedruck eines Brennstoffes, also denjenigen, bei dessen Anwendung gerade die erste Detonation erfolgt, mit Hilfe seines Verhältnisses zum kritischen Aufladedruck des Basis-Isooctan. Das Diagramm Abb. 3 zeigt solche Werte für Standard-Basis-Brennstoffe der n-Heptan-Isooctan-Reihe und ihre Oktanzahlen. Man kann nun das Diagramm derart anlegen, dass man als Kurve eine Gerade erhält, womit man dann auch die Übereinstimmung mit den aus der CFR-Methode erhaltenen Versuchswerten feststellen kann, obschon die Abmessungen und Betriebsbedingungen des untersuchten Auflademotors vom CFR-Motor vollkommen verschieden waren. Die naheliegende Annahme, der Einfluss eines Zusatzes von Bleitetraethyl zu Isooctan stehe in einem festen Verhältnis zur Oktanzahlerhöhung, wird durch die Diagramme Abb. 4 und 5 widerlegt.

Die gezeigten Diagramme sind für Brennstoffe mit Oktanzahlen unter 100 ausgelegt worden, doch gelangen heute auch Brennstoffe mit höheren Oktanzahlen

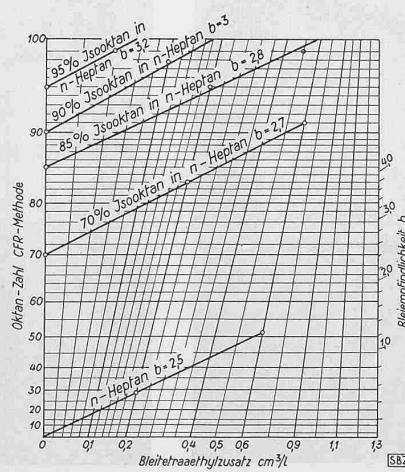


Abb. 5

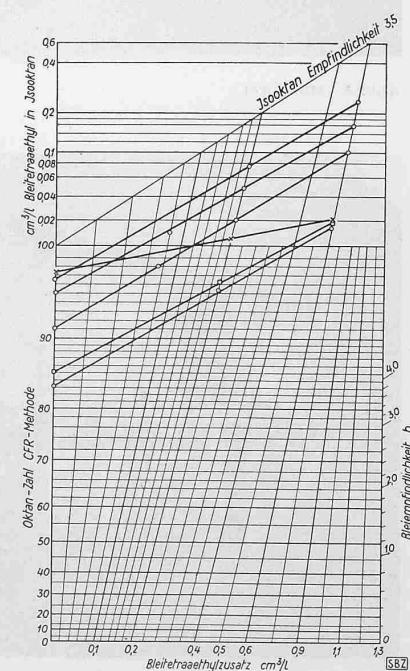


Abb. 6

¹⁾ SBZ Bd. 112, S. 200 (1938); Bd. 113, S. 30 (1939).

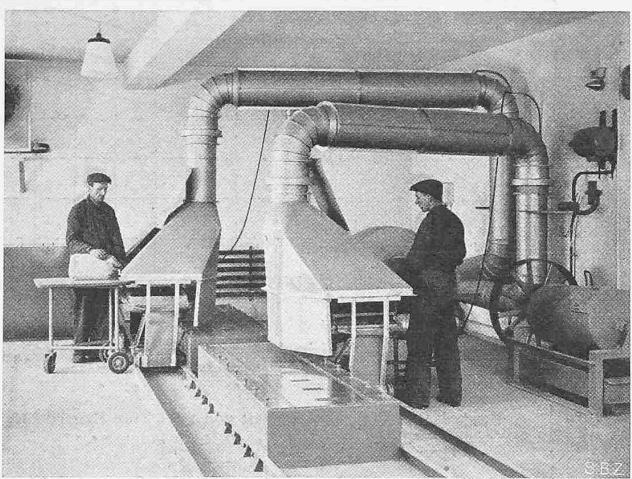


Abb. 3. Sieberei mit Staubabsageeinrichtung

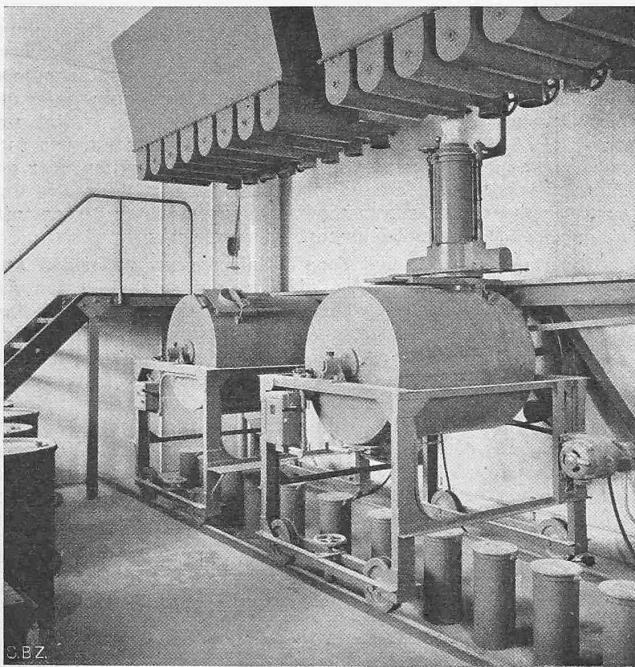


Abb. 4. Mischerei

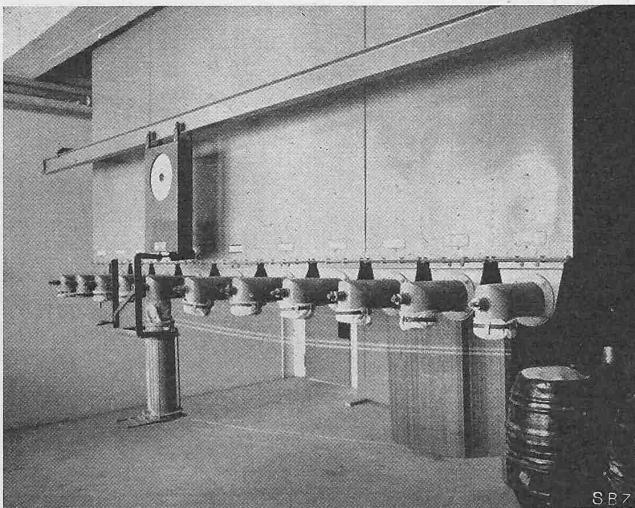


Abb. 5. Hängende Silos für gemischte Masse

immer mehr zur Verwendung. Man kann nun die gegebenen Kurven nicht ohne weiteres durch harmonische Extrapolation verlängern, sondern muss mit dem CFR-Motor die Brennstoffe untersuchen und durch Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses den Klopfwert bestimmen. Bei diesen hochklopfesten Brennstoffen sind aber, um die Klopfgrenze zu erreichen, derart hohe Verdichtungsenddrücke notwendig, dass die Methode mit dem Springstab irreführend wird, indem der Stab schon vor Erreichung der Klopfgrenze zu springen beginnt. Hinzu kommt noch eine weitere Erschwerung, indem eine Veränderung des Verdichtungsverhältnisses in diesen Bereichen eine sehr geringe Vertikalverschiebung des Zylinderkopfes bedingt, die nicht eindeutig hergestellt werden kann. Cattaneo und Stanly schlagen nun vor, die bestehenden Diagramme durch Auftragen des Bleitetraethylzusatzes auf der Abszisse und Ordinaten so zu erweitern, dass die Neigung der Bleiempfindlichkeit eines bekannten Brennstoffes durch die Oktanzahl-Marke 100 gezogen wird. Man kann mit grosser Genauigkeit annehmen, dass die Neigung von reinem Isooctan 3,5 beträgt. Zieht man durch den Schnittpunkt dieser Neigungslinie, die durch OZ 100 gezogen wird, mit den Bleitetraethylzusatz-Ordinaten Horizontale, so erhält man die neue Bleitetraethylzusatz-Ordinate über Oktanzahl 100. Diese mehr oder weniger hypothetische Extrapolation wurde durch viele Versuche nachgeprüft und brachte eine sehr gute Uebereinstimmung mit der Berechnung (Abb. 6).

Es ist in diesem Zusammenhang erstaunlich, welchen Gewinn man erreicht durch einen Zusatz von $0,6 \text{ cm}^3$ Bleitetraethyl pro Liter reinem Isooctan mit OZ 100 — einen Gewinn nämlich, der einer Erhöhung der Oktanzahl von 75 auf 100 oder von 0 auf 75 entspricht. Berücksichtigt man, dass bei einem Auflademotor die Leistung bei konstantem Mischungsverhältnis in grossen Zügen proportional dem Aufladedruck ist und daher die Leistung infolge der Abhängigkeit des zulässigen Aufladedrucks von der Oktanzahl direkt von dieser abhängt, so sieht man, dass ein Motor unter gewissen Bedingungen bei diesem Bleitetraethylzusatz die 1,4 fache Leistung hervorbringen wird gegenüber dem Betrieb mit reinem Isooctan, während der gleiche Motor beim Betrieb mit Brennstoff OZ 75 nur 65% der Leistung mit reinem Isooctan hervorbringen würde.

E. M.-T.

Eine Fabrikationseinrichtung für Massenfertigung

In jedem Betrieb ist die zweckmässige Anordnung der Maschinen, die richtige gegenseitige Lage der Fabrikationsräume und nicht zuletzt der rasche Transport des Fabrikationsgutes von einem Raum in den andern für eine rationelle Arbeitsweise von grösster Bedeutung. Für die Massenfabrikation ist die Erfüllung dieser Bedingungen eine Selbstverständlichkeit. Nur ein wohlorganisierter Betrieb, dem ein aufs beste entwickeltes Herstellungsverfahren zu Grunde liegt, vermag eine mengenmässig bedeutende Massenfabrikation zu bewältigen. Zweckmässige Einteilung mit kürzesten Verbindungswege lässt sich meist nur in Neubauten befriedigend durchführen und muss auf eine langjährige Betriebserfahrung gestützt werden können. Als Beispiel einer solch mustergültigen Fabrikationsanlage,

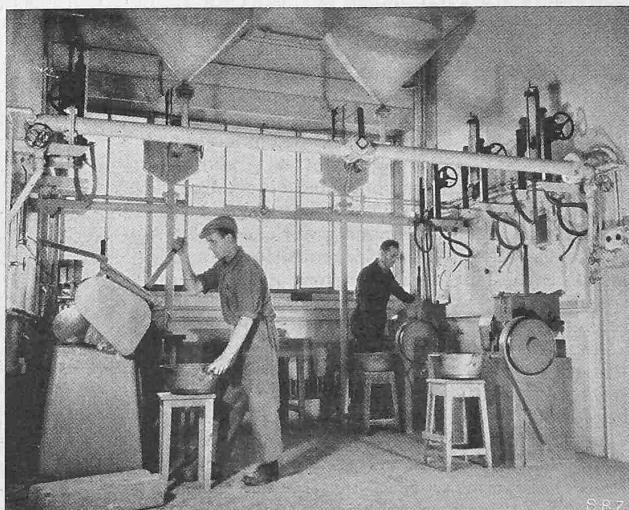


Abb. 6. Kneterei

den Alarm aus. Das gute Spielen der Rückschlagklappe selbst wird von der Schutzschaltung bei jedem Anlauf eigens geprüft. Sollte einmal nach Abstellen der Pumpe die in langem Betrieb verkrustete Rückschlagklappe in offener Stellung hängen bleiben, so kommt der nächste Anlauf gar nicht mehr zustande und der Störungsalarm meldet auch diese vorsorgliche Schutzabschaltung.

Auf dem Umweg über die Rückschlagklappe und ihren Kontakt werden auch die Störungen am elektrischen Teil fern gemeldet, so, wenn die Förderung aufgehört hat, weil der Ueberstromschutz den Motor abschaltete, oder wenn die Stromversorgung des Pumpwerks unterbrochen ist. Nicht als Störung dagegen würde es die Steuerung bewerten, wenn die Pumpen bei tiefem Grundwasserstand und extremem Verbrauch den Stand im Sammelbrunnen über Gebühr absenken würden. In diesem Falle unterbricht der im Pumpwerk aufgestellte registrierende Schwimmerschalterpegel (Abb. 6) einfach den Betrieb sämtlicher Pumpen solange, als der Saugwasserstand ungenügend ist. Der gleiche Schwimmerschalterpegel nimmt auch die bereits erwähnte Wasserstrahlflüppump in Betrieb, die nach längerem Stillstand der Pumpanlage die beiden Heberleitungen zu entlüften hat. Zu diesem Zweck öffnet der Schwimmerschalter ein elektrisch angetriebenes Ventil in der Betriebswasserleitung der Luftpumpe. Ist die Entlüftung vollzogen, so schliesst ein Zeitrelais das Ventil wieder.

Auf die beschriebene Art vollziehen sich auch für Rossau Pumpbetrieb, Pumpenschutz und Störungsalarm. Doch fielen hier die Steuerungseinrichtungen wesentlich verwickelter aus, weil das Pumpwasser für Rossau im Reservoir Hauptikon Zwischenhalt macht und dann über das Netz Hauptikon dem Reservoir Rossau zugemessen wird. Der Pumpbetrieb muss also nicht nur Rücksicht auf den Verbrauch und den eigenen Quellzufluss in Rossau nehmen, sondern auch auf die Mitnutzung des Quellzuflusses in Hauptikon und auf die Versorgungsanlage von Hauptikon. Um diese Forderungen zu erfüllen, war es vor allem nötig, den Wasserstand des Reservoirs Hauptikon, der bis anhin schon in Hauptikon fernregistriert wurde, auch nach Rossau zu übertragen und ihn in der dortigen Betriebswarte (Abb. 10) für die Steuerung der Wässer zu verwerten. Die Reservoirstände Hauptikon und Rossau werden in einem kombinierten Empfängerapparat auf gemeinsamem Registrierblatt aufgezeichnet und mit ihnen zugleich auch die Betriebszeiten der Pumpen Rossau und die Öffnungszeiten der gesteuerten Einlaufklappe im Reservoir Rossau. Beide Empfänger betätigen auch Alarmeinrichtungen bei minimalem Wasserstand.

Die Fernsteuerung der Pumpenförderung und der Wasserabgabe von Hauptikon an Rossau vollzieht sich im einzelnen wie folgt: Wenn der Fernmelder von Rossau (gleich wie für Mettmenstetten beschrieben) die Pumpe in Betrieb nimmt und diese regelrecht in das Reservoir Hauptikon schöpft, öffnet sich auch die Einlauf-Drosselklappe im Reservoir Rossau. Diese Klappe wird durch Wechselstrom betätigt, der unmittelbar von dem die Förderung überwachenden Schutzkontakt der Pumpen-Rückschlagklappe geschaltet wird. Die Einlaufklappe lässt also solange Wasser aus dem Netz Hauptikon in das Reservoir Rossau einfließen, als die Pumpe richtig fördert. Der Einlauf ist so kalibriert, dass die Einlaufmenge gleich ist der Fördermenge der Pumpe. Es wird also das dem Netz Hauptikon entzogene Wasser durch den Pumpbetrieb fortlaufend ersetzt, solange Hauptikon nicht Ueberfluss an Quellwasser hat. Die Schaltung sorgt dafür, dass die Pumpe auf alle Fälle abgestellt wird, bevor das Reservoir Hauptikon überläuft.

Die Abgabe des überschüssigen Hauptikoner Quellwassers an Rossau ist so gesteuert, dass der Fernmelder Hauptikon die Einlaufklappe öffnet, wenn sonst das Reservoir Hauptikon überlaufen würde und insofern das Reservoir Rossau Wasser aufnehmen kann, also der Fernmelder Rossau den Bezug erlaubt. Die Schaltniveaux werden natürlich so eingestellt, dass diese Aderlässe keine übermässige Senkung des Reservoirstandes in Hauptikon bewirken und jenen Rauminhalt nicht unterschreiten, der dort für Rossau vorbehalten ist. Diese Quellwasserabgabe vollzieht sich ausserhalb des Pumpbetriebes und naturgemäß unabhängig vom Stromtarif.

Die Einlaufklappe Rossau öffnet langsam, sobald ihr Wechselstromantrieb Spannung erhält; sie schliesst — ebenfalls langsam — sobald die Spannung unterbrochen wird und zwar unter

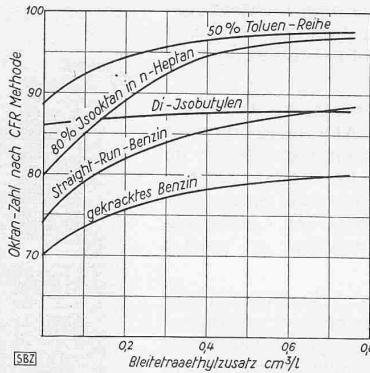


Abb. 1

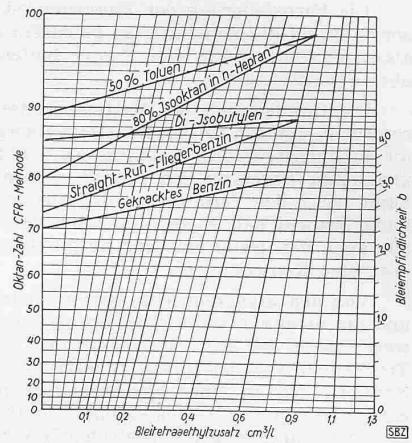


Abb. 2

der Wirkung eines Gewichtes, das bei jedem Öffnen gehoben wird. Auf diese Weise ist der Abschluss der Klappe auch in allen Störungsfällen gesichert und verhindert, dass je das Reservoir Hauptikon sich nach Rossau entleeren könnte. Die willkürliche Fernsteuerung der Klappe von Hand ist möglich, aber nur so lange, als das Reservoir Rossau nicht selber Ueberlauf hat und solange die Löschreserve in Hauptikon geschlossen ist.

Alle automatisch schaltenden Wasserstände können in der Betriebswarte an besonderen Skalen leicht eingestellt und den wechselnden Quellenergüssen jahreszeitlich angepasst werden. Es kann außerhalb der Sperrzeit die eine oder die andere Pumpe auch willkürlich von Hand ferngeschaltet werden, sofern nicht schon im Reservoir Hauptikon Ueberlauf besteht. Soll die Pumpe während der EKZ-Sperrzeit laufen, so muss man auch hier zuerst an einem plombierten Steuerschalter entsperren. Eine Diensttelephonanlage gibt Sprechverbindung mit dem Pumpwerk, mit den Behältern Rossau und Hauptikon und mit der Fernmeldestation im Dorfe Hauptikon.

Die für Hauptikon und Rossau gemeinsame Löschreserve befindet sich im Reservoir Hauptikon und wird bei Brand in Rossau wie folgt eingesetzt: zuerst wird die Löschreserve in Hauptikon durch Fernbetätigen einer Drosselklappe von 175 mm Lichtweite geöffnet, dann wird die Einlaufklappe im Reservoir Rossau geschlossen und dort zugleich eine Verbindungs klappe von 150 mm Lichtweite geöffnet und damit das Netz Rossau mit dem Netz von Hauptikon verbunden. Unter dem höheren Druck schliesst sich nun auch die Rückschlagklappe in der Ableitung des Reservoirs Rossau, das damit ganz von seinem Netz abgetrennt ist. Diese Umstellungen werden in der Betriebswarte an zwei Auslöse- und Kontrollstationen eingeleitet und überwacht und auch wieder rückgängig gemacht. Die Antriebe aller drei Klappen sind netzunabhängig; die Fernöffner- und die Verbindungs klappe werden von Trockenbatterien betätigt; die Einlaufklappe schliesst — wie schon erwähnt — durch die Kraft eines Gewichtes.

Zur Verbindung der gesteuerten Anlagen sind weder Freileitungen noch Adern des öffentlichen Telefonnetzes benutzt; es werden — wie es die kantonale Gebäudeversicherung vorschreibt — nur werkeigene, in der Erde verlegte Signalkabel verwendet. Die Anlagen sind daher vor atmosphärischen Störungen, sowie vor Beschädigungen und willkürlichen Eingriffen bestmöglich geschützt.

*

An der Ausführung der Bauten waren beteiligt: Für die Filterbrunnen Ad. Guggenbühl A.-G. Zürich; Hoch-, Tiefbauten und Rohrleitungen ortsansässige Unternehmer; Pumpen Gebr. Sulzer A.-G. Winterthur; Motoren und Schaltanlage Maschinenfabrik Oerlikon; Automatik, Fernmeldung und Registrierung F. Rittmeyer A.-G. Zug; Geologische und hydrologische Beratung Dr. E. Strasser, Zollikon; Projekt und Bauleitung der Verfasser.

Das Verdienst um das nicht in allen Teilen leichte Zustandekommen der beschriebenen Gemeinschaftsanlage fällt in erster Linie der Gebäudeversicherung des Kantons Zürich zu, der der Dank für das Gelingen eines Werkes gebührt, das teilweise stark auseinanderliegende Sonderinteressen auf einen gemeinschaftlichen Nenner zu bringen und damit die Gesamtinteressen eines Gebietes im Sinne der Regionalplanung zu wahren vermochte.