

**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. 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:** 23.12.2024

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

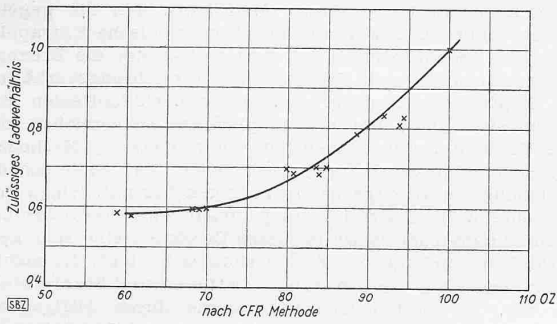


Abb. 3. Oktanzahl als Funktion des Ladeverhältnisses. CFR-Auflademotor, Bohrung 66 mm,  $\epsilon = 7$ ,  $n = 1800$  U/min, Kühlmittelaustrittstemperatur  $165^\circ$

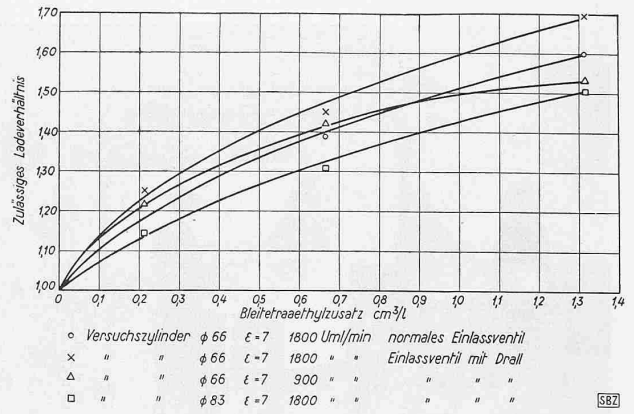


Abb. 4. Bleitetraaethyl-Empfindlichkeit von 150 Oktan-Brennstoff. Ergebnisse von vier Versuchsreihen mit CFR-Auflademotor

### Geblete Flugbenzine

Mit ganz geringen Ausnahmen verwendet man heutzutage für Flugzeuge Brennstoffe mit Bleitetraaethylzusatz. Die Verwendung von hochkomprimierten Motoren sowie die Aufladung mit Ladegebläsen macht den Einsatz von Benzin mit einer hohen Oktanzahl (OZ) unentbehrlich. Die Aufnahmefähigkeit oder, wie später angeführt werden wird, die Empfindlichkeit der Benzine auf Bleitetraaethyl 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 Bleitetraaethyl-Empfindlichkeit 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  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  bei einem Brennstoff eine Erhöhung der Oktanzahl um 4 eintritt, während ein anderer Brennstoff auf die gleiche Menge Bleitetraaethyl weniger stark, mit einer geringeren Erhöhung der Oktanzahl, antwortet. Auch bewirkt bei ein und demselben Benzin eine Zugabe von  $1 \text{ cm}^3/\text{l}$  Bleitetraaethyl 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  $0,8 \text{ cm}^3/\text{l}$  Bleitetraaethyl auf OZ 100 steigt, als gut bezeichnet, während ein OZ 50 Benzin bei gleicher Reaktion als schwach angesehen wird. Dies rührt 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 Bleitetraaethyl Aufschluss gab. Dieses Diagramm wurde später auf Grund der Erfahrungen mit dem CFR-Motor<sup>1)</sup> und der Beziehungen zwischen Verdichtungsverhältnis und Bleitetraaethylkonzentration verbessert. Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit verschiedener Brennstoffe vom Bleitetraaethyl-Zusatz. Der Hauptvorteil dieser Darstellungsart liegt darin, dass durch die Einführung von geeigneten Ordinaten die Charakteristik eines Brennstoffes gradlinig verläuft. Diese Diagramme sind bis zu Konzentrationen von  $0,8 \text{ cm}^3/\text{l}$  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 Bleitetraaethylzusatzes bei niederen Oktanzahlen mehr ausmacht als bei höheren. Das Diagramm wurde ausschliesslich auf Grund der Versuchsergebnisse entwickelt und

<sup>1)</sup> SBZ Bd. 112, S. 200 (1938); Bd. 113, S. 30 (1939).

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

Aufschlussreich ist bei einem Auflademotor die Beziehung der Klopfestigkeit zum Aufladendruck eines Brennstoffes, wenn Verdichtungsverhältnis, Drehzahl, Kühlmitteltemperatur und Gemischzusammensetzung konstant bleiben. Man kann dann den Aufladendruck so lange steigern, bis die Detonation erfolgt, und damit die Oktanzahl eines Brennstoffes als Funktion des Aufladendruckes 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 Aufladendruck eines Brennstoffes, also denjenigen, bei dessen Anwendung gerade die erste Detonation erfolgt, mit Hilfe seines Verhältnisses zum kritischen Aufladendruck des Basis-Isoktan. Das Diagramm Abb. 3 zeigt solche Werte für Standard-Basis-Brennstoffe der n-Heptan-Isoktan-Reihe und ihre Oktanzahlen. Man kann nun das Diagramm derart anlegen, dass man als Kurve eine Gerade erhält, womit man dann auch die Uebereinstimmung 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 Bleitetraaethyl zu Isoktan 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

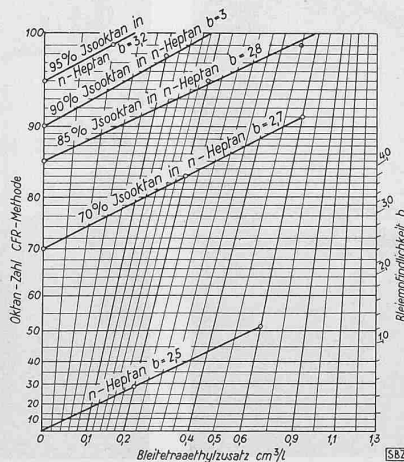


Abb. 5

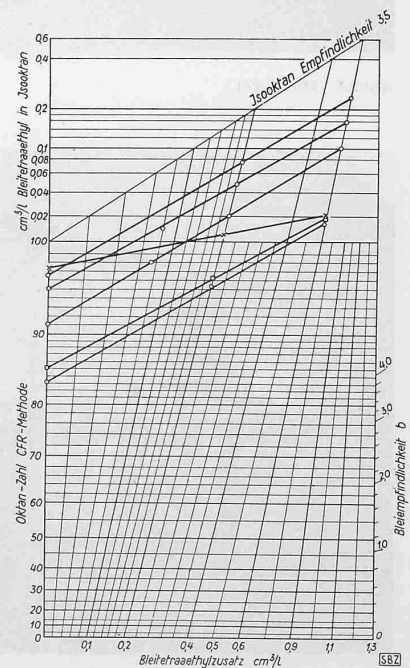


Abb. 6

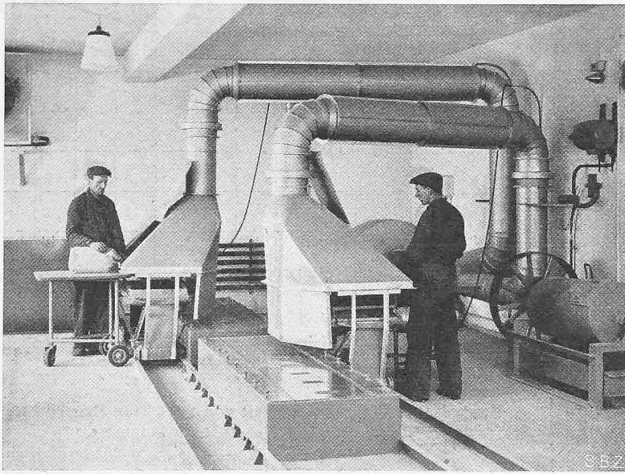


Abb. 3. Sieberei mit Staubabsaugeinrichtung

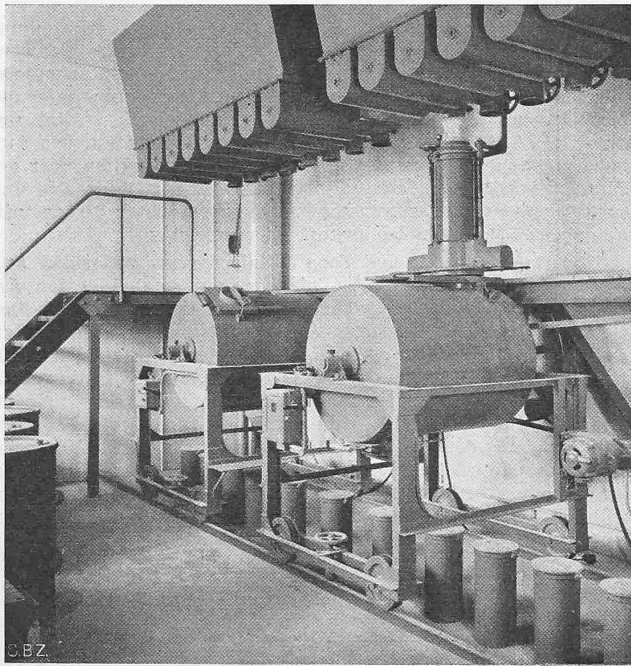


Abb. 4. Mischerei

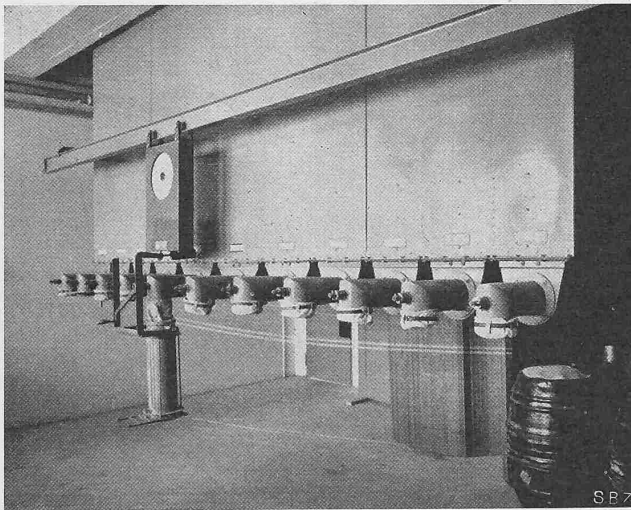


Abb. 5. Hängende Silos für gemischte Masse

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 Verdichtungsdrücke 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 Isooktan 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 cm<sup>3</sup> Bleitetraethyl pro Liter reinem Isooktan 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 Aufladedruckes von der Oktanzahl direkt von dieser abhängt, so sieht man, dass ein Motor unter gewissen Bedingungen bei diesem Bleitetraethylzusatz die 1,4fache Leistung hergeben wird gegenüber dem Betrieb mit reinem Isooktan, während der gleiche Motor beim Betrieb mit Brennstoff OZ 75 nur 65% der Leistung mit reinem Isooktan hergeben 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 Massenfertigung ist die Erfüllung dieser Bedingungen eine Selbstverständlichkeit. Nur ein wohlorganisierter Betrieb, dem ein aufs beste entwickeltes Herstellungsverfahren zu Grunde liegt, vermag eine mengenmässig bedeutende Massenfertigung zu bewältigen. Zweckmässige Einteilung mit kürzesten Verbindungswegen lässt sich meist nur in Neubauten befriedigend durchführen und muss auf eine langjährige Betriebserfahrung gestützt werden können. Als Beispiel einer solch mustergültigen Fabrikationsanlage,

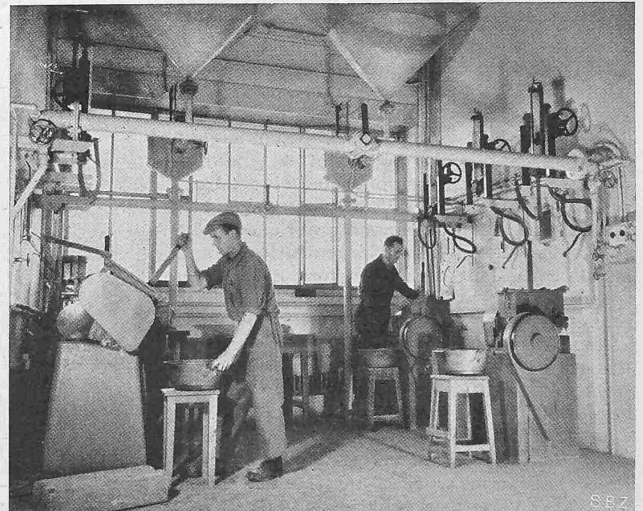


Abb. 6. Kneterei

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 ferngemeldet, 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 Wasserstrahlpumpe 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 *Metmenstetten* 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 Schalthöhe werden natürlich so eingestellt, dass diese Aderlasse 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

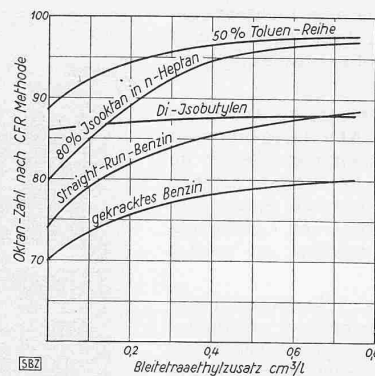


Abb. 1

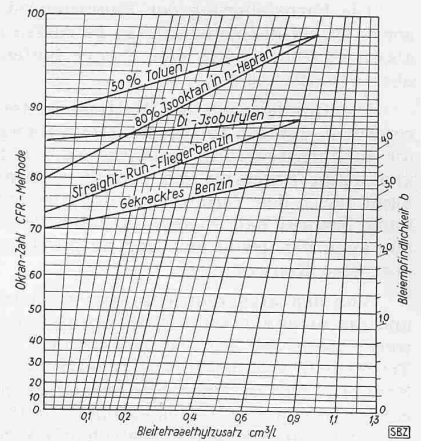


Abb. 2

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 solange, 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 Quellenergieüssen 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 Diensttelefonanlage 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 Verbindungsklappe 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 Verbindungsklappe 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 Telephonnetzes 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.