# Wasser in der Planung

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

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **23 (1966)**

Heft 3

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-783843

**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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

Mai / Juni 23. Jahrgang Nr. 3

# Plan Landesplanung

Schweizerische Zeitschrift für Landes-, Regional- und Ortsplanung • Revue suisse d'urbanisme • Fachorgan für kommunale Bau- und Planungsfragen

Offizielles Organ der Schweizerischen Vereinigung für Landesplanung · Offizielles Organ der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL) · Offizielles Organ der Föderation Europäischer Gewässerschutz (FEG) Erscheint 6mal jährlich

Redaktioneller Teil der Schweizerischen Vereinigung für Landesplanung

Redaktion: Prof. Dr. E. Winkler, Institut f. Landesplanung an d. ETH, Zürich 6, Tel. (051) 32 73 30
Redaktions-Sekretariat: Dr. H. E. Vogel, Kürbergstrasse 19, Zürich 49, Tel. (051) 44 56 78

628.171 j

# Wasser in der Planung

Von A. Haas, Gebäudeversicherung des Kantons Zürich, Abteilung Wasserversorgung, Zürich

## 1. Vom Wasser

Es gibt nur weniges auf der Erde, an dem der Mensch so viel gesündigt hat wie am Wasser. Durch Eingriffe in die Natur sind das Gleichgewicht und der Wasserhaushalt nachhaltig gestört worden. So wird die Fläche des landwirtschaftlich genutzten Bodens auf der Erde ständig kleiner. Dieser bedenkliche Zustand geht zu einem grossen Teil auf die ausgedehnten Waldrodungen zurück. Spanien war vor 2000 Jahren ein fruchtbares Land, das damals doppelt so viele Einwohner wie heute zählte und sie auch aus dem eigenen Boden ernähren konnte. Zurzeit sind es noch 30 Millionen, für welche aber auf dem kargen Boden nicht mehr genügend Nahrung erzeugt werden kann. In Frankreich und Italien, auf dem Balkan, auf andern Kontinenten, in China und Amerika sieht es nicht besser aus. Durch Kahlschläge wurde Kulturland gewonnen, die Landwirtschaft und auch die Anlagen von Monokulturen rentierten gut. Die Nachteile blieben aber nicht aus. Die Winde, die über die baumlosen Flächen wehen, trocknen den Boden aus, der Humus, für dessen Bildung die Natur Jahrhunderte benötigt, wird abgetragen, die Fruchtbarkeit vermindert und der Wasserhaushalt gestört. Von sintflutartigen Regen und Gewittern dringt nur wenig Niederschlag in den scherben Boden ein, der grösste Teil fliesst den Boden erodierend ab, die Wüste wird grösser, und die Versteppung nimmt ihren Fortgang. Im Wald ist der Wasserkreislauf am besten gewährleistet. Das Blätterdach schützt das Erdreich vor dem Austrocknen und regelt den Abfluss und damit die Grundwasserbildung. Das riesige Wurzelwerk gleicht einem Filter, der das Wasser reinigt und es zurückhält. Der Wald ist der grosse Ausgleicher in der Natur, wo er fehlt, geht alles ins Extreme über.

Vom Niederschlag versickert ein Teil, der die unterirdischen Reserven speist. Er wird aber in und um die grossen Siedlungen immer kleiner und nimmt ständig mehr ab. Bei Gewittern oder Landregen fliesst der grösste Teil des Wassers über undurchlässige Dach- und Bodenflächen innert kürzester Zeit in eine Vorflut, und die Anreicherung der unterirdischen Reserven erfolgt nur spärlich oder nur in Zeiten anhaltender Regenfälle. Nasse Jahre, wie 1965, erfüllen in der Natur eine wichtige Funktion; sie reinigen und füllen die Grundwasserträger und speisen die Quellgebiete, so wie ein strenger Winter durch vermehrte Sauerstoffzufuhr im kalten Wasser das Seewasser verbessert. Die Flusschiffahrt ist für den Transport von Massengütern unentbehrlich, die Auswirkungen, die sich durch die Absenkungen der Oberflächen- und Grundwasserspiegel ergeben haben und die sich nach und nach, in ihrer vollen Wirkung aber erst Jahrzehnte später zeigten, ergaben stellenweise sehr schwere, nicht wieder gut zu machende Schäden. Durch den Bau von Niederlaufkraftwerken, deren Notwendigkeit nicht bestritten ist, wird den Flüssen durch den Aufstau die Kraft zur Selbstreinigung genommen. Abwasser, welches in die Speicherräume geleitet wird, verdirbt das Flusswasser und kolmatiert die Flussbette, so dass eine Versickerung von Oberflächenwasser nicht mehr oder nur noch in beschränktem Umfange möglich ist. Dadurch wird aber die Grundwasserbildung verhindert oder doch stark verzögert und die Qualität des unterirdischen Wassers verschlechtert.

Weder wir noch unsere Vorfahren können behaupten, diese Zusammenhänge in der Natur seien uns nicht bekannt und wir hätten zuerst Erfahrungen sammeln müssen. Das, was Thales von Milet, Pindar und Frontinus über den Wert des Wassers schon vor und zur Zeit Christi gesagt und aufgeschrieben haben, ist jedem, der lesen kann, zugänglich. Was diese und viele andere Gelehrte geahnt und prophezeit haben, hat sich leider in allen Teilen als richtig erwiesen.

Die Wassermenge auf der Erde ist sehr gross, und die Wasserflächen sind grösser als das Festland. Bei einer Gesamtfläche von 510 Mio km$^2$ entfallen auf die Meere und Seen 360 und das Land 150 Mio km$^2$. Der Inhalt der Erdkugel beträgt 1082 Mia km$^3$, davon sind 1,375 Mia km$^3$ fassbares Wasser. 1,35 Mia km$^3$ sind Meerwasser, 25 Mio km$^3$ Eis und nur etwa 500 000 km$^3$ beträgt der Süsswasseranteil. Man schätzt, dass hievon rund 20 Prozent oder 100 000 km$^3$ ausnützbar sind,

so dass sich bei einer möglichen zukünftigen Einwohnerzahl von 20 000 000 000 auf der Erde je Einwohner ein Süsswasseranteil von 5000 $m^3$ ergibt. Diese Zahl ist im Verhältnis zum tatsächlichen Bedarf des Menschen von etwa 100 $m^3$/Jahr sehr gross. Sie sagt aber, wie viele statistische Werte, sehr wenig, weil die Verteilung wegen der topographisch-geologischen Verhältnisse und des zeitlichen Ablaufs der Niederschläge sehr ungleich ist und es immer auf die Wassermenge ankommt, die der Mensch gerade besitzt.

Gütemässig ist die Lage leider sehr viel ungünstiger. Wir sind vorläufig noch auf die Süsswasserreserven und den Niederschlag angewiesen, deren Qualität vielerorts aber heute schon bedenklich ist, so dass derjenige Anteil des Wassers, der ohne Aufbereitung getrunken werden kann, ständig noch kleiner wird. Das Unheil hat mit dem Abwasser seinen Anfang genommen, das in Erscheinung trat, als die Industrialisierung begann und viele Menschen an wenigen Orten angesiedelt wurden und die Städte sich zu bilden begannen. Man hoffte damals mit der Einführung der Klosetts und der raschen Ableitung der menschlichen Abgänge aus den Häusern genug getan und der Uebertragung von Krankheiten vorgebeugt zu haben. Durch die Einleitung von Fäkalien und Abgängen aus Industrie und Gewerbe in die Vorfluter und in den porösen Untergrund begann die Verschlechterung des guten Wassers, die trotz der grossen Anstrengungen, die man heute unternimmt, noch nicht behoben werden konnte. Es ist auch fraglich, ob in der Nähe der grossen Siedlungsräume je wieder eine Wasserqualität wie früher erreicht wird und ob blaue Flüsse mit Edelfischen je wieder die Natur verschönern und beleben helfen.

Abb. 1. Durch Kahlschlag entstandene Wüste. Wind- und Wassererosion haben den fruchtbaren Boden abgetragen. — Strasse und Wadi nach Sedom (Sodom und Gomorrha).

Abb. 2. Durch nicht oder nur teilgeklärtes Abwasser überdüngte Seebucht. — Oberes, rechtes Zürichseeufer.

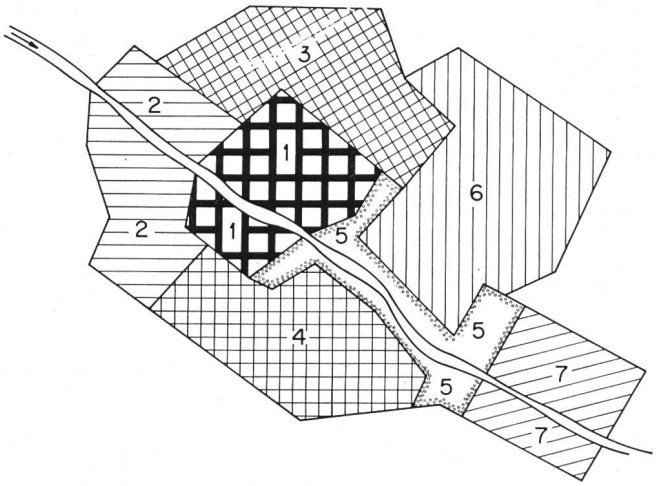
Abb. 3. Ausgebeutete Kiesgrube mit blossgelegtem Grundwasserspiegel. Die Grube dient, wie das Bild zeigt, auch als Abfallsammler. Region Zürich.

Wie weit heute das Grundwasser durch die Kiesausbeutung leidet, kann man noch nicht beurteilen, sicher ist aber, dass es trotz allen Massnahmen, Vorschriften und dem guten Willen vieler nicht besser wird. Und wenn man über Oel spricht, fällt ein Stichwort, das allein Stoff für einen Vortrag gäbe.

Diese Probleme, zu denen noch viele gezählt werden könnten, sind nicht etwa typisch für die Schweiz, sie treffen auch nicht nur ein einzelnes Land oder eine Region, sondern sie sind *die* Sorge auf dem ganzen Erdkreis. Die Wasserplanung ist aus den genannten Gründen dringend, und sie muss noch viel intensiver als bis heute betrieben werden. Wenn es nicht gelingt, den Wasserkreislauf wieder ins Gleichgewicht zu bringen, so braucht es keine Atombomben und keine konventionellen Kriege mehr, womit die Menschheit sich gegenseitig vernichten kann, die Erdbevölkerung wird in absehbarer Zeit im eigenen Schmutze, am absterbenden Wasser und in der verseuchten Luft zugrunde gehen.

Wir wissen aber auch, dass es weltweit betrachtet für viel mehr Leute, als die Erde sie heute beherbergt, Süsswasser gibt und dass der Menschheit heute viele Mittel zur Verfügung stehen, um eine gerechte Verteilung und eine ausreichende Aufbereitung des Wassers durchführen zu können, wozu auch eine wirtschaftliche Entsalzung des Meerwassers gehört.

1. Berechnungsfaktor Einwohnerzahl




| Zone | Fläche (ha) | E/ha. | E. |
|---|---|---|---|
| 1 | 30 | 125 | 3750 |
| 2 | 22 | 100 | 2200 |
| 3 | 38 | 70 | 2660 |
| 4 | 34 | 70 | 2380 |
| 5 | 50 | Grünzone | |
| 6 | 35 | 50 | 1750 |
| 7 | 23 (Industrie) | 10 | 230 |
| | Σ 232 (ha) | | ~ 13000 E |

Abb. 4. Zonenplan mit Angaben der Flächen, der Einwohner je Hektare und der errechneten Einwohnerzahl bei Vollbesiedlung. Erster Berechnungsfaktor.

## 2. Planung der Wasserversorgung

Die Planung der Wasserversorgung ist ein Teil der allgemeinen Planung. Man begann damit im Kanton Zürich im Jahre 1942 und berücksichtigte bereits damals die Gruppenbildung. Ueber die Wasservorkommen sind wir gut orientiert, man kennt die Ergiebigkeit vieler lokaler Vorkommen und die Unmöglichkeit, sie voll ausschöpfen zu können.

Die Schätzung der Einwohnerzahl bereitete mitten im Krieg Schwierigkeiten. Man stand damals zu sehr unter dem Einfluss der schweren Wirtschaftskrise und war, mitten im Krieg, zu wenig zukunftsgläubig. Es zeigte sich dann auch bereits 1958, dass die Bevölkerungsentwicklung zu niedrig eingeschätzt worden war, so dass eine Ueberarbeitung der ersten Planung notwendig wurde. Ob wir diesmal mit höheren Werten mehr Glück haben, wird die Zukunft zeigen. Wir wissen, dass das Amt für Regionalplanung (Arch. H. Aregger) die Schätzung der Einwohnerzahlen auf drei verschiedene Arten durchgeführt und ungefähr die gleichen Werte erhalten hat, was immerhin eine Beruhigung bedeutet.

### 2. 1. *Die Grundlagen für die Planung*

Für eine seriöse Planung der Wasserversorgungsanlagen müssen zuverlässige Messungen und Registrierungen vorhanden sein, das heisst, man benötigt ein Inventar über das, was vorhanden ist, nämlich Angaben über

1. die Wasserbezüger, wie Einwohner, Vieh, Industrie, Gewerbe, öffentlicher Verbrauch, Netzverluste;
2. den mittleren Wasserverbrauch und die grösste Belastung in Spitzenzeiten;
3. den Ertrag und die Güte der genutzten Wasservorkommen wie Quellen, Grund- und Seewasser, wobei geologische Profile von Sondierbohrungen und Filterbrunnen, Pumpversuchdiagramme, Wasseranalysen und Karten mit geologisch-hydrologischen Angaben wertvolle Aufschlüsse darstellen;
4. den Zustand, den Umfang und die Leistungsfähigkeit der Werke, Quell-, Grund- und Seewasserfassungen, Pumpwerke, Filteranlagen, Reservoire, Leitungsnetze und Steuerungsanlagen;
5. die finanzielle Belastung, die Schulden, die Wasserzinseinnahmen und die Ausgaben für den Betrieb, wie Stromkosten, Fremdwasserankauf, Wartung und Verwaltung.

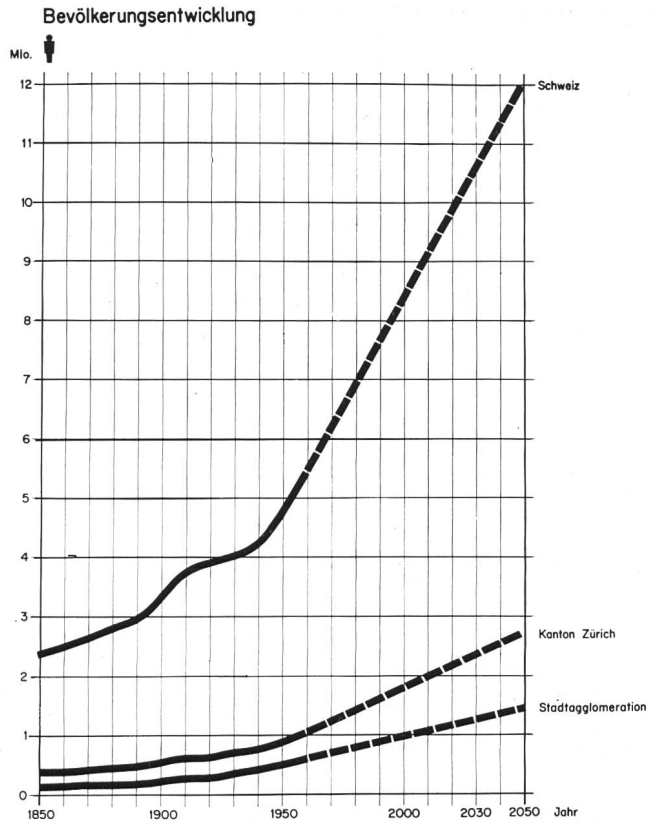



Abb. 5. Bevölkerungsentwicklung in der Schweiz, im Kanton Zürich und in der Region Zürich bis ans Planungsziel etwa 2040 bis 2050.

Zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung und der Belastung der Werke dienen am vorteilhaftesten Richt-, Zonen- und Bebauungspläne. In diesen müssen auch die überregionalen Strassen- und Eisenbahnlinien, die der Landwirtschaft reservierten Areale, Grün- und Sportflächen und die Industriezonen enthalten sein. Die Planer müssen viel mehr als bis heute die lokalen Grundwasservorkommen beachten und berücksichtigen. Man kann sich nicht allein auf die Gruppenwerke mit Wassergewinnung an unerschöpflichen Vorkommen verlassen, wenn diese weit von den Versorgungsgebieten entfernt liegen und Defekte an den Zuleitungen oder am Werk selbst zu Unterbrüchen in der Wasserlieferung führen können und eine Aushilfe von einer Nachbargruppe oder doppelseitige Einspeisung im eigenen Werk noch nicht besteht. Lokale Reserven bilden dann die einzige Gewähr für die Aufrechterhaltung eines reduzierten Betriebes. Werden die Fassungsgebiete aber mit Industrie-, Gewerbe- oder auch nur mit Wohnbauten überstellt, wird das Grund- oder Quellwasser früher oder später, aber unweigerlich immer, verderben. Es kann allerdings, aber nur nach kostspieliger Aufbereitung, wieder verwendet werden. Es ist sogar möglich, dass durch bauliche Eingriffe in die Träger auch die Entnahmemenge so stark reduziert wird, dass sich der Bau einer Fassung oder der Betrieb eines bestehenden Werkes nicht mehr lohnt. Die Ausscheidung von *Schutzzonen* für zukünftig zu nützendes Wasser muss gleichzeitig mit der Planung erfolgen, weil Landkäufe später nicht mehr oder nur noch mit grossen finanziellen Aufwendungen möglich sind.

Die vom Souverän genehmigte Ortsplanung ermöglicht am besten, die Streubauweise zu verhindern, weil Bauvorhaben im übrigen Gemeindegebiet mit den vollen Werkbeiträgen belastet werden können.

Es gibt für jede Gruppe eine optimale Grösse, die technisch und wirtschaftlich bedingt ist. Je grösser eine Gruppe aber gewählt werden kann, um so besser können Fehlbeurteilungen in der zukünftigen Entwicklung ausgeglichen werden, da in der Regel das geringere Wachstum in einer Gemeinde oder Gegend durch eine stärkere Entwicklung in einem andern Teil der Gruppe kompensiert werden kann.

### 2. 2. *Die Berechnungsfaktoren Einwohnerzahl und Wasserverbrauch*

Normalerweise wird die zukünftige Belastung eines Werkes aus der Einwohnerzahl und dem spezifischen Verbrauch errechnet. Dabei können die übrigen, zusätzlichen Verbrauche für Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, die öffentlichen Dienste und die Netzverluste in Einwohnergleichwerte umgerechnet oder diese Mengen zum Tagesverbrauch zugezählt werden. Wichtig ist, dass sie überhaupt berücksichtigt werden.

Am genauesten kann die *Einwohnerzahl* bei Vollbesiedlung angegeben werden, weil sie sich aus den Zonenflächen und der Bewohnung je Hektare exakt errechnen lässt. Unsicher ist lediglich, wann dieser Zeitpunkt erreicht sein wird.

Durch die Einführung des Planungszieles ist diese Aufgabe erleichtert worden, weil man annehmen kann, dass dieser Zustand bei Verdoppelung der Einwohnerzahl erreicht ist, was, normale Verhältnisse vorausgesetzt, in unserem Lande in 60 bis 80 Jahren der Fall sein dürfte. Wir nehmen allgemein 75 Jahre an und rechnen für die Stichjahre 25 und 50 die Werte ebenfalls aus, weil für gewisse Anlageteile die Lebensdauer höchstens 25, für andere 50 Jahre beträgt.

Die von der Gebäudeversicherung durchgeführte Schätzung mit der arithmetischen Progression ($E_n = E + n \cdot p$) und der Ermittlung der jährlichen Zunahme aus den Volkszählungen (langfristiger Trend), der Entwicklung in einer Zeit wirtschaftlicher Blüte (z. B. Seidenindustrie 1890 bis 1910) und in der Hochkonjunktur (1950 bis 1965) hat zu den bereits erwähnten Einwohnerzahlen geführt, die höchstens $\pm$ 10 Prozent von den Schätzungen des Amtes für Regionalplanung abweichen.

Die Schätzung auf diese Art setzt aber voraus, dass die Verhältnisse in den Gemeinden und Regionen hinsichtlich Bauland, Verkehr, Verdienstmöglichkeiten und Steuerverhältnisse sehr genau abgeklärt worden sind und die Zukunftsaussichten vernünftig beurteilt werden.

Vergleichbare, vernünftige Werte ergibt auch die Schätzung der Einwohnerzahl mit dem Industrie- und Gewerbeareal einer grösseren Region. Man nimmt an, dass je Arbeiter und Angestellter eine Fläche von 100 bis 150 m² zur Verfügung stehen müsse und dass auf einen Arbeitsplatz 5 bis 6 Einwohner kommen. Dabei muss der Art der Industrie, der Fabrikationsmethode und den Transportmöglichkeiten für die Belegschaft Rechnung getragen werden.

Die geschätzten Werte sind mit den Ergebnissen anderer Aemter, zum Beispiel für Kanalisations- und Kläranlagen, der Elektrizitätswerke, der Telefonverwaltung und statistischen Erhebungen und Prognosen zu vergleichen und in Uebereinstimmung zu bringen.

Der *Wasserverbrauch* wird in Litern je Kopf und Tag angegeben. Er setzt sich aus verschiedenen Faktoren zusammen, die der Tätigkeit des Menschen in Haus, Hof und am Arbeitsplatz entsprechen. Er ist im Laufe des Tages verschieden und ändert sich auch mit der Witterung. Er ist normalerweise am höchsten im Sommer an heissen Föhntagen und am geringsten an feuchten, mässig kalten Wintertagen. Bei starker Kälte kann er in Gemeinden und Ortschaften mit alten sanitären Einrichtungen wegen der Frostläufe die gleichen Höhen wie im Sommer erreichen. Er nimmt erfahrungsgemäss jährlich etwas zu. Die Zunahme hängt von der Verbesserung der sanitären Einrichtungen in alten und älteren Häusern und von der Einführung neuer Haushaltapparate (Geschirrwaschmaschinen) ab.

Der mittlere Verbrauch entspricht dem Jahresbezug, dividiert durch 365 Tage. Er beträgt in der Schweiz etwa 75 bis 100 m³/Jahr oder etwa 200 bis 275 l/K/T. Er spielt für die Bemessung der Anlageteile keine Rolle, bildet aber eine wichtige Grundlage für Wirtschaftlichkeitsberechnungen und zur Schätzung des maximalen Verbrauches je Person.

Die Grundlage für die Bemessung der Anlageteile eines Werkes bildet der maximale Kopfverbrauch der Zukunft, mindestens aber am Planungsziel. Er kann allgemein und für generelle Berechnungen doppelt so hoch angenommen werden wie der Mittelverbrauch. Er ist aber für definitive Projekte von Fall zu Fall und so genau als möglich zu bestimmen.

Der mittlere Wasserbedarf beträgt nach Erhebungen im Kanton Zürich je Einwohner und Tag:

| | |
|---|---|
| Trinken (Flüssigkeitsaufnahme) | 2 l |
| Haushalt (Kochen, Reinigen) | 40 l |
| Abort, WC | 15 l |
| Waschküche | 25 l |
| Baden (Wannenbad 300 l) | 50 l |
| Industrie und Gewerbe | 80 l |
| Oeffentlicher Verbrauch, Verluste | 83 l |
| Mittelwert, etwa | 275 l |
| Schweizerisches Mittel etwa 100 m³/Jahr | 275 l |
| Maximum = zweimal Mittel | 550 l |

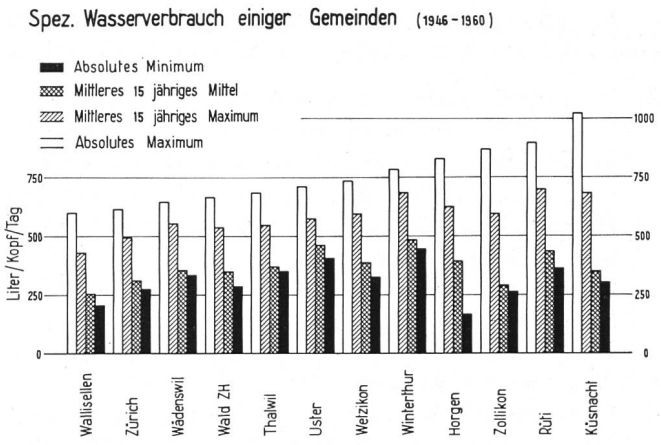



Abb. 6. Wasserverbrauch in einigen zürcherischen Wasserversorgungen, ermittelt aus den jährlichen Verbrauchsmeldungen der Gemeinden.

*Mittelverbrauch* l/K/T in einigen Werken (1963):

| | |
|---|---|
| Zürich | 368 l |
| Basel | 437 l |
| St. Gallen | 257 l |
| Schaffhausen | 684 l |
| Dübendorf | 337 l |
| Hamburg | 175 l |
| Den Haag | 200 l |

Für die Bemessung der Anlageteile nimmt die Kantonale Gebäudeversicherung Zürich je nach Lage, der Gegend und Tätigkeit der Bewohner 650 bis 750 l/K/T als Maximalwert an, in der Meinung, dass diese Menge auch für verwöhnteste Bezüger ausreicht und dass alles, was darüber liegt, einer Verschwendung von Wasser, einer unnötigen Schmälerung der natürlichen Reserven und einer unerwünschten Belastung der Kläranlagen gleichkommt.

Für gewisse Zwecke würde für Industrie und Gewerbe und für die Konditionierung von Gebäuden ein Wasser geringerer Qualität genügen. Man erreicht dadurch eine merkliche Entlastung der Wasserwerke und eine Schonung der Trinkwasserreserven. Die Anwendung von Trennsystemen (einerseits Trink- und anderseits Brauchwasser) ist eine Frage der Wirtschaftlichkeit und allgemein noch nicht angewendet. Die Gebäudeversicherungen reduzieren ihre Beiträge, wenn höhere als die erwähnten Kopfverbrauche den Berechnungen zugrunde gelegt werden.

Das Produkt aus der Einwohnerzahl und dem maximalen spezifischen Verbrauch der Zukunft ergibt den maximalen Tagesverbrauch. Dieser, reduziert um die geringste Eigenwassermenge, ergibt die maximale Tagesfehlmenge, welche für die Zukunft neu beschafft werden muss. Dabei muss der Eigenwasseranfall aus Quellen und lokalen Grundwasservorkommen für die Zukunft dann reduziert werden, wenn die Einzugsgebiete in den Bauzonen liegen oder intensiv landwirtschaftlich genutzt werden.

Für die Dimensionierung der einzelnen Werkteile sind folgende Wassermengen in Rechnung zu setzen:

1. Wassergewinnung: Maximale Tagesfehlmenge in hundert Jahren, eventuell bei Vollbesiedlung, inklusive ausreichende *Schutzzonen*. Dabei muss in erster Linie das Fassungsgelände gesichert sein. Die Bauten selbst können je nach Fassungsart in Etappen ausgeführt werden.
2. Leitungsnetz, Seeleitungen: Maximaler Tagesverbrauch am Planungsziel, das heisst nach etwa 75 Jahren. Diese Zeit entspricht ungefähr der Lebensdauer des Leitungsmaterials.
3. Speicherung: Maximaler Tagesverbrauch nach 50 Jahren, wobei das Bauland für spätere Erweiterungen von Anfang an sicherzustellen ist.
4. Pumpwerke: Baulicher Teil mindestens am Planungsziel, funktioneller Teil 25 bis 30 Jahre, je nach Laufzeit und Abnützung.
5. Fernsteuerung, Fernmessung und Fernmeldung: Bis ans Planungsziel bei digitalen Anlagen; 20 bis 25 Jahre bei Analogiesystemen.

Die Einwohnerzahlen, die spezifischen und die maximalen Tagesverbrauche entsprechend den oben gemachten Angaben bestimmen die Ausbaugrösse eines Werkes und damit auch die Bau- und weitgehend auch die Betriebskosten. Sie sind daher vor Beginn der definitiven Planung der Gemeinde oder den Partnern einer Gruppe vorzulegen und von diesen gutheissen zu lassen, weil nur so Aenderungen des definitiven Projektes und damit Mehrkosten verhindert werden können.

Neben dem Trink- und Brauchwasseranteil muss auch die Löschwassermenge untersucht werden. Diese richtet sich nach dem grössten Brandrisiko einer Gemeinde oder Versorgungszone. Sie wird in Strahlrohreinheiten mit je 5 l/sec Wassermenge angegeben. Im Minimum müssen aus Sicherheitsgründen zwei Strahlrohre, also 10 l/sec, zur Verfügung stehen. Im Maximum können es bei Flughallen und Brennstofftankanlagen bis 100 Rohre oder 500 l/sec sein, die dann allerdings zum Teil durch permanente Düsenanlagen verregnet werden.

### 2. 3. *Der zukünftige Wasserverbrauch*

Der Wasserverbrauch dürfte am Planungsziel, das heisst etwa im Jahre 2040, in unserem Lande bei etwa 12 Mio Einwohnern 150 $m^3$/E/J und einem gleich hohen Industrieverbrauch etwa folgende Mengen ausmachen:

| | |
|---|---|
| — Trink- und Brauchwasser = 12 000 000 × 150 $m^3$ . . . | 1 800 000 000 $m^3$/J |
| — Industrieverbrauch . . . | 1 800 000 000 $m^3$/J |
| — Verbrauch der Landwirtschaft | 400 000 000 $m^3$/J |
| Totaler Jahresverbrauch . . | 4 000 000 000 $m^3$/J |

Bei Vollbesiedlung, das heisst für eine Einwohnerzahl von 20 bis 25 Mio, müsste mit einem Verbrauch von *etwa 10 000 000 000 $m^3$* in unserem Lande gerechnet werden. Die Zahlen stellen maximale Werte dar, die einen Begriff über die jährlich benötigte Wassermenge in der fernen Zukunft geben sollen und die mit dem Wasserangebot in unserem Land in Beziehung gesetzt werden müssen.

Wenn über diese enormen Verbrauchsmengen diskutiert wird, erhebt sich auch immer die Frage, ob die Schweiz tatsächlich über diese riesigen Wassermengen verfügt.

Diese Frage kann bejaht werden. Unserem Lande steht quantitativ genügend Wasser zur Verfügung, wie das die folgende Ueberschlagsrechnung zeigt. Gütemässig sieht die Bilanz allerdings wesentlich anders, viel ungünstiger, aus.

| | |
|---|---|
| Landfläche 42 000 000 000 $m^2$/Regenmenge 1,50 m/Jahr | |
| Niederschlagsmenge . . . | 63 000 000 000 $m^3$/J |
| Zuflüsse aus dem Ausland . . | 7 000 000 000 $m^3$/J |
| Total anfallende Menge . . . | 70 000 000 000 $m^3$/J |
| Davon verdunsten und fliessen durch Bäche und Flüsse ab . . | 25 000 000 000 $m^3$/J |
| Verfügbare Menge . . . . | 15 000 000 000 $m^3$/J |

Bei Vollbesiedlung dürfte der Gebrauch ungefähr 10 000 000 000 $m^3$/Jahr betragen, so dass noch ein Ueberschuss von 5 Mia Kubikmeter zur Verfügung steht; zudem kommt die Seeretention, die weit über 100 Mia Kubikmeter beträgt, woraus sich wiederum die je Einwohner verfügbare Menge von rund 5000 $m^3$ ergibt, wie sie bereits für die Erdbevölkerung festgestellt worden ist.

Nun ist aber auch in der Schweiz die Verteilung des Niederschlages im Laufe eines Jahres und in den verschiedenen Landesgegenden sehr verschieden. So beträgt die Niederschlagshöhe im Napfgebiet ungefähr 4400 mm/Jahr, im Wallis aber nur etwa 600 mm/Jahr. Das arithmetische Mittel beträgt, wie das kürzlich in einer Zeitung den Lesern vorgerechnet wurde, 2500 mm/Jahr, was durchaus richtig ist, womit dem regenarmen Wallis aber nicht gedient ist.

Das Wasser ist also auch bei uns und nicht nur weltweit zum Problem

1. des Transportes von wasserreichen in wasserarme Gegenden,
2. der Verteilung innerhalb ausgedehnter Gruppengebiete und
3. der Aufbereitung von nicht mehr trinkbarem Oberflächenwasser bis zu der nach dem Schweizerischen Lebensmittelbuch verlangten Güte

geworden. Die zeitlich, technisch und wirtschaftlich richtige Lösung gehört in den Aufgabenbereich mindestens der Regional-, in vielen Fällen sogar der Landesplanung.

### 2. 4. *Wo nehmen wir das Wasser her?*

Bei der zu erwartenden starken Zunahme der Einwohnerzahl und der Steigerung des Wasserverbrauches für die Industrie ergibt sich eine zunehmende Belastung der Wasservorkommen unseres Landes. Es ist daher unerlässlich, dass bei der Planung von grös-

seren Wohnsiedlungen die zukünftigen Wasserbezugsorte mitberücksichtigt werden. Diese werden vermutlich ausserhalb der Siedlungsräume liegen und ein grösseres Gebiet beliefern müssen, bei Gruppenwerken in der Regel eine Anzahl von Gemeinden.

Heute beträgt der Quellwasseranteil ungefähr 30 Prozent, derjenige von Grundwasser etwa 40 Prozent und von Seewasser etwa 30 Prozent. Die Zahlen ändern je nach den Niederschlagsverhältnissen, so dürfte 1965 der Quellwasseranteil wesentlich grösser als normal gewesen sein. Er geht aber mit geringerer Niederschlagsmenge und zunehmender Ueberbauung immer mehr zurück. An seine Stelle treten Grund- und Seewasser. Die natürlichen Vorkommen sind zwar heute schon sehr stark genutzt, so dass kaum mehr grosse zusätzliche Mengen gefasst werden können. Diese Feststellung stimmt sicher für den Kanton Zürich und einige andere Gebiete mit gleich starker Ueberbauung. Dazu kommt, dass es an vielen Orten schon heute notwendig ist, das durch Abwasser verunreinigte Grundwasser zu behandeln, und dass in Trockenzeiten meistens nur die Hälfte der bei grossen Niederschlagswerten verfügbaren, in der Regel auch konzidierten Mengen gefördert werden können. Man wird daher auch in unserem Land künstliches Grundwasser erzeugen müssen, indem besonders aufbereitetes Oberflächenwasser dem kiesigen Untergrund beigegeben wird. In welchem Umfange Aufbereitung des Rohwassers notwendig wird, können nur Versuche zeigen, die zurzeit an verschiedenen Orten durchgeführt werden.

Die nebenstehenden Zahlen (Tab. 1) gelten für den Kanton Zürich.

Bei einer Entnahme von 2 500 000 $m^3$/T aus dem Zürichsee würde sich der Seespiegel, bei Vernachlässigung von Zufluss, Ablauf, Verdunstung und Niederschlag, bei einer Seefläche von 90 000 000 $m^2$ um 2,75 cm/T absenken.

Das Wasser grosser, tiefer Seen bildet, obschon es verschmutzt ist und ohne Aufbereitung nicht mehr getrunken werden kann, die einzige unversiegliche Reserve, auf welche die grossen Agglomerationen schliesslich greifen müssen. Seewasser hat neben den erwähnten schlechten Eigenschaften auch eine Reihe

| Wasserart | Menge $m^3$/T Minimum | Menge $m^3$/T Maximum | Schwankungsverhältnis Min. : Max. |
|---|---|---|---|
| 1. Quellen | 30 000 | 210 000 | 1 : 7 |
| 2. Grundwasser | 420 000 | 1 200 000 | 1 : 3 |
| 3. Seewasser | | | |
| Planungsziel | | 15 $m^3$/sec | |
| Vollbesiedlung | etwa | 30 $m^3$/sec | |
| 4. Jahresbedarf | | | |
| — Planungsziel | etwa | 325 000 000 | |
| davon Seewasser | | 150 000 000 | |
| — Vollbesiedlung | etwa | 700 000 000 | |
| davon Seewasser | | 400 000 000 | |

*Tab. 1.* Aufbereitung von Rohwasser im Kanton Zürich

von Vorteilen. Es steht in jeder beliebigen Menge und jederzeit zur Verfügung, es ist weich, besitzt in der Regel genügend Sauerstoff und ist bei richtiger Fassung von gleichbleibender Temperatur.

Die Aufbereitung, bestehend aus Langsam- oder Schnellfiltern, Vor- und Nachbehandlung ist kostspielig, aber nicht unerschwinglich, und in allen Fällen kann ein Wasser gewonnen werden, das den Anforderungen des Schweizerischen Lebensmittelbuches entspricht. Die Schnellfiltration wird zur Hauptsache in offenen Anlagen mit nachgeschalteter Desinfektion durchgeführt. Die Tagesleistung beträgt etwa 100 $m^3/m^2$. Je nach der Rohwasserqualität muss dem Filterprozess eine Behandlung vor- oder nachgeschaltet werden. Zur Desinfektion werden zur Hauptsache Chlor und Ozon verwendet, wobei Ozon heute an Bedeutung gewonnen hat, Chlor aber immer noch das einfachste, billigste und sicherste Mittel darstellt.

Langsamfilter arbeiten mit 3 bis 7 m Tagesgeschwindigkeit. Sie liefern in der Regel ein keimfreies, gutes Trinkwasser, das nicht nachbehandelt werden muss. Sie sind einfach im Aufbau und im Betrieb, benötigen aber grosse Landflächen und können deshalb vielerorts nicht mehr angewendet werden.

Im Interesse der Wirtschaftlichkeit muss verlangt werden, dass die Aufbereitungsanlagen wegen ihres

| Daten | Filterart Langsam | Filterart Schnell |
|---|---|---|
| 1. Filtriergeschwindigkeit m'/24 h | 3 ÷ 5 | 80 ÷ 125 |
| 2. Behandelte Wassermenge $m^3/m^2$/24 h | 3 ÷ 5 | 80 ÷ 125 |
| 3. Reinigung, Spülung | einmal pro Jahr | 1 ÷ 4mal pro Woche |
| 4. Filtrat | biologisch rein trinkbar | nur geklärt, nicht trinkbar |
| 5. Desinfektion | keine | Chlor, Ozon usw. |
| 6. Landbedarf | gross | kleiner |
| 7. Baukosten | gross | gross |
| 8. Betriebskosten | minimal | höher |

*Tab. 2.* Technik und Wirtschaftlichkeit von Wasseraufbereitungsanlagen

kostspieligen Betriebes von Anfang an möglichst hoch ausgelastet werden und deshalb relativ hohe Tageslaufzeiten aufweisen sollten. Auch muss an die rasche Erneuerung gewisser Anlageteile gedacht werden (Tab. 2).

Doppelfiltration (Zürich, St. Gallen) bedeutet Vorbehandlung in Schnellfilteranlagen, anschliessend Nachbehandlung in Langsamfilteranlage. Nachteil: grosser Platzbedarf.

Man trachtet heute deshalb und aus anderen Gründen darnach, die früher übliche Betriebsweise, bei welcher die eigenen Reserven zuerst bis zur Neige ausgeschöpft und erst im letzten Moment Spitzenwasser bezogen wird, zu ändern und für alle einer Gruppe angeschlossenen Partner einen Grundbezug zu verlangen, so dass die eigenen, natürlichen Reserven geschont werden und zur Spitzendeckung zur Verfügung stehen können.

### 2. 5. *Förderung des Wassers*

Die Förderung des Wassers in die Netze und Hochbehälter geschieht da, wo überhaupt Hebung notwendig und kein freier Zufluss vorhanden ist, durch Zentrifugalpumpen. Der Bau der Pumpwerke ist ein technisches Problem. Die Fassungsanlage, die Armaturen und die Hochbauten sind für die ferne Zukunft, der funktionelle Teil für einen Zeitraum von 25 bis 30 Jahren zu wählen. Die Stromzufuhr muss durch doppelte Einspeisung oder mit zusätzlichen stromunabhängigen Aggregaten gesichert sein. Alle Werke müssen mit zwei oder mehr Pumpen ausgerüstet sein, um eine Reserve und die Möglichkeit beweglicher, dem Verbrauch angepasster Betriebsführung zu besitzen.

Da leider in vielen Fällen und immer mehr mit Verunreinigung und Mangelerscheinungen im Wasser gerechnet werden muss, sind für die Desinfektion und die Behandlung in den Pumpwerken baulich und funktionell alle Anordnungen so zu treffen, dass diese nicht später mit hohen Kosten nachgeholt werden müssen. Qualität und Menge natürlicher Wasservorkommen müssen durch die rechtzeitige Errichtung von Schutzzonen gesichert werden. Diese Forderung ist bei der Planung in Gemeinden oder in einer Region zu berücksichtigen, und es sind über Quell- und Grundwassersammelgebieten Zonen vorzusehen, in denen sich weder durch bauliche Massnahmen noch durch den Betrieb nennenswerte und für das Wasser gefährliche Verschmutzungen und Ertragseinbussen ergeben.

### 2. 6. *Wasserzuleitung und -verteilung*

Die Bodenleitungen stellen den kostspieligsten Teil der Wasserversorgungen dar. Unter normalen Verhältnissen entfallen ungefähr 65 bis 75 Prozent des Kapitals auf den Leitungsbau. Die Berechnung der Durchmesser muss für die Belastung am Planungsziel erfolgen. Das bedeutet, dass die Haupt- und Transportleitungen anfänglich schwach belastet sind und deshalb in den Röhren sehr kleine Geschwindigkeiten, oft sogar während längerer Zeit Stagnation des Wassers auftritt. Man muss diesen Zustand, der unter Umständen jahrelang anhalten kann, zu verbessern trachten, und zwar durch die Wahl geeigneter Leitungsmaterialien und eine Verpflichtung der Bezüger zu einer minimalen Wassermenge je Woche. Zwischen Transport- und Netzleitungen ist ein Unterschied zu machen, die ersteren dienen der Zuleitung von Wasser aus einem Lieferwerk ans Netz oder dem Wassertransport in Gruppenwerke, während durch die zweiten die Verteilung des Wassers zu den Bezügern erfolgt. In der Bemessung besteht der Unterschied darin, dass die Transportleitungen mit der Formel für den wirtschaftlich günstigsten Durchmesser berechnet werden, während die Netzleitungen für die grösste Stundenspitze bzw. die maximale Belastung am Planungsziel — herrührend von Trink-, Brauch- und Löschwasserabgabe — zu dimensionieren sind.

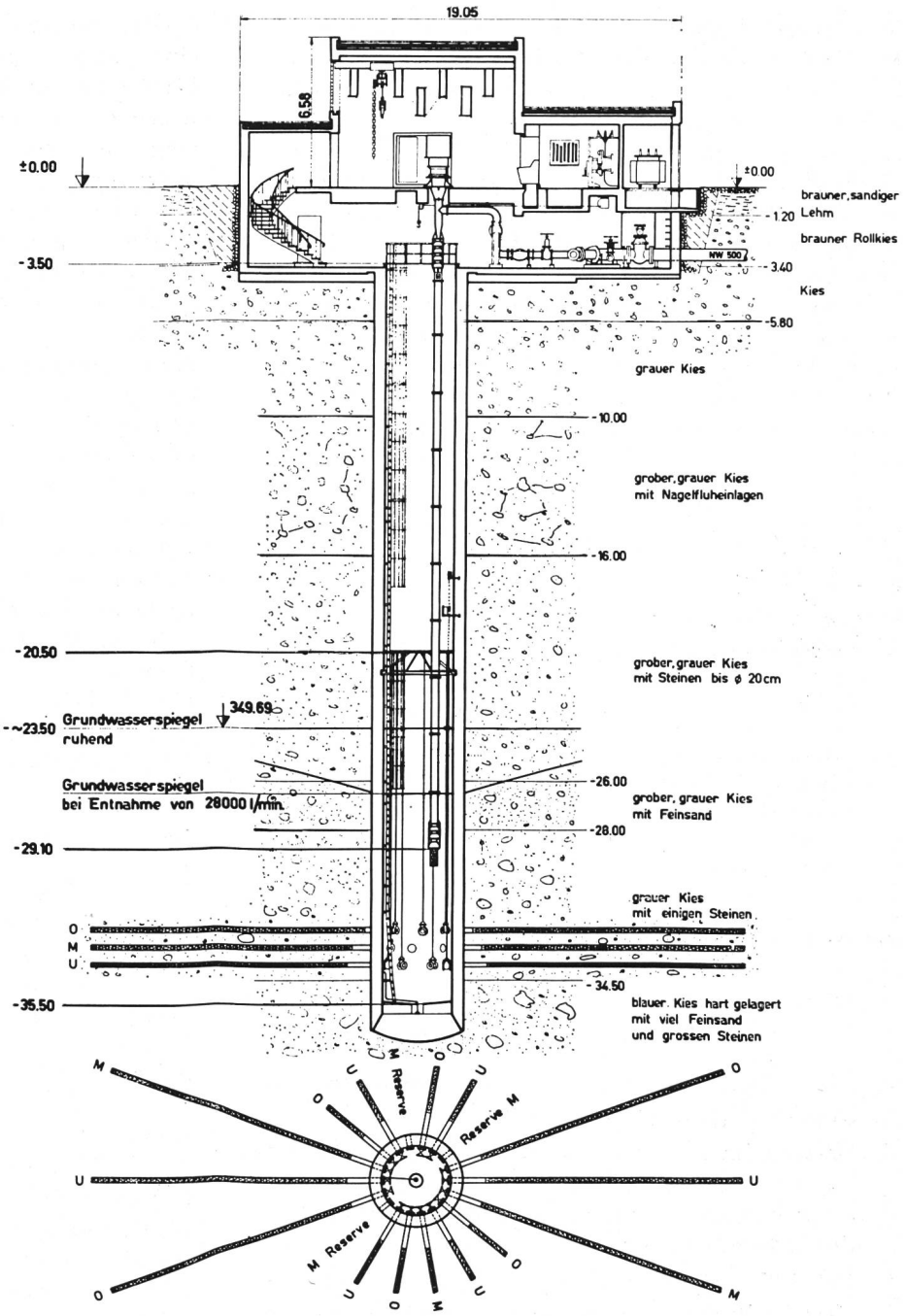
Man hat im Kanton Zürich eine Benennung der Leitungen eingeführt, wodurch neben anderen Vorteilen auch eine Vereinfachung in der Berechnung der Leitungsbeiträge möglich ist. Man bezeichnet als

1. Transportleitungen solche, die dem Wassertransport von den Lieferwerken ins Netz oder bei Gruppenwerken der Wasserzuleitung zu den Gruppenpartnern dienen. Sie sind in der Regel grosskalibrig und weisen keine Einzelanschlüsse auf.
2. Hauptleitungen die Ableitungen von den Ausgleichbehältern bis zu zentralen Verteilpunkten im Netz.
   Sie sind grosskalibrig, dürfen keine Hausanschlüsse besitzen und sind auf die Stundenspitze (6,0 bis 10 Prozent des maximalen Tagesverbrauches) zu bemessen.
3. Verteilleitungen die Zuleitungen ab den Hauptleitungen zu den Nebenleitungen. Die Durchmesser liegen unter denjenigen der Haupt-, aber über denjenigen für Nebenleitungen. Hausanschlüsse sind gestattet.
4. Nebenleitungen die Zuleitungen zu den Verbrauchern.
5. Hauszuleitungen die Zuleitungen in die Gebäude. Sie sind kleinkalibrig und sollen in der Regel nur einem Gebäude dienen.

Bei den Gruppenleitungen ist die Trasseewahl so zu treffen, dass die Stränge bei Ueberbauungen, Strassenkorrekturen und dergleichen nicht um- oder sogar neu gelegt werden müssen. Man trachtet deshalb darnach, diese Leitungen längs natürlichen Hindernissen, wie Bach- oder Flussläufen, Waldrändern, Bahnlinien oder Autobahnen, zu verlegen.

Die Frage ob getrennte Netze einerseits für Trinkwasser, anderseits für Brauchwasser minderer Güte wirtschaftlicher seien, wurde wiederholt untersucht. Die Folgen der Trennung wären zwei Leitungsnetze mit ungefähr gleichen Abmessungen und gleichen Unterhaltskosten sowie eine Aufbereitung des Brauchwassers, so dass in den Röhren keine Inkrustation durch Schwebestoffe erfolgen könnte. Diese Aufbe-

Abb. 7.
Grundwasserpumpwerk. Horizontale Fassung mit Schacht, Durchmesser mindestens 3,5 m. Vorbereitete Einrichtungen für Wasserbehandlung (Belüftung und Desinfektion) im Werk selbst. Grundwasserpumpwerk Lenzburg. (Von der Wasserversorgung der Stadt Lenzburg zur Verfügung gestellt.)



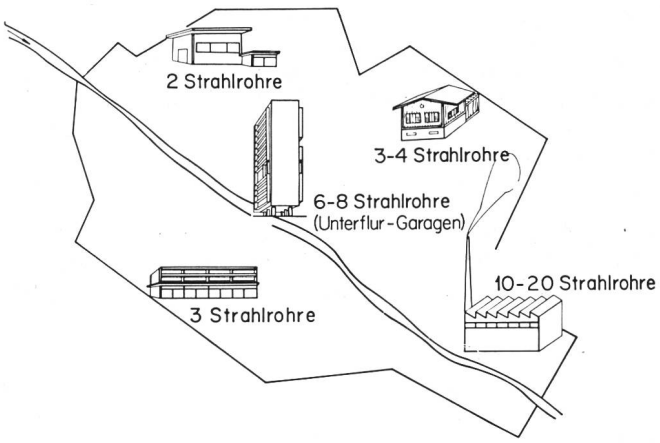

reitung müsste weniger fein sein als bei Trinkwasser. Die Betriebskosten würden also fast doppelt so hoch wie beim Einheitsnetz. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass es auch bei uns an verschiedenen Orten zur Anwendung von getrennten Netzen kommen kann, dann nämlich, wenn zu wenig gutes Wasser zur Verfügung steht.

Der Bau von begehbaren Kanälen, die allen Werkleitungen, Gas, Wasser, Abwasser, Stark- und Schwachstrom usw., dienen sollten, wird studiert und an verschiedenen Orten auch schon ausprobiert. Die Lösung bietet Vor- und Nachteile, wobei die Nachteile aus Sicherheits- und Kostengründen vorläufig noch überwiegen, sofern auch Leitungen, die andern Zwecken dienen, verlegt werden. In neuen Quartieren dürften vermutlich die Vorteile grösser sein.

Die Verteilnetze sollten als Ringnetze ausgebildet werden. Die Vorteile gegenüber dem Verästelungsnetz sind beträchtlich. Wenn die Wasserspeicherung in zwei Reservoiren möglich ist, die als Gegenbehälter angeordnet werden können, ergibt sich ein optimal sicherer Betrieb mit folgenden Vorteilen:

1. Das Wasser ist selbst bei kleinem Netzverbrauch in steter Bewegung.
2. Die Druckverluste sinken auf ein Minimum. Sie können im günstigsten Falle ein Achtel desjenigen bei Astnetzen betragen (halbe Wassermenge aus jedem Behälter, halbe Leitungslänge).

Löschwasseranteil
für das grösste Brandrisiko




| Art der Baute | Strahlrohre | l/s. |
|---|---|---|
| Wohnhaus (Steinbau) | 2 | 10 |
| Wohnhaus (Holzbau) | 3-4 | 20 |
| Reihenhaus (Steinbau) | 3 | 15 |
| Landw. Siedelung (Stein-u. Holzbau) | 5-6 | 30 |
| Dorfkern (Stein-u. Holzbau) | 6-8 | 40 |
| Fabriken (Stein-u. Holzbau) | 10-20 | 100 |
| Lagerhallen (Stein-u. Holzbau) | 8-20 | 100 |
| Hangar, Tanklager | -20 | 100 |

Je Strahlrohr 5 l/s.

Abb. 8. Löschwasseranteil für verschiedene Brandrisiken.

3. Die Betriebsdrucke sind ein Maximum und die Druckschläge sinken auf ein Minimum.
4. Defekte im Netz wirken sich nur auf kleine Gebiete aus. Selbst bei Ausfall eines Behälters oder einer Hauptleitung ergibt sich kein Unterbruch in der Wasserlieferung.
5. Bei frühzeitiger Planung können die Haupt- und Verteilleitungen mit kleineren Durchmessern gewählt und vorhandene Stränge länger und besser ausgenützt werden.

## 2. 7. *Speicherung des Wassers*

Die Behälter erfüllen in einer Wasserversorgungsanlage eine wichtige Aufgabe, indem sie

1. den Ausgleich zwischen Zulauf und Verbrauch übernehmen, also in der Regel während der Nacht aufgefüllt und tagsüber beim Auftreten der grossen Verbrauchsspitzen entleert werden;
2. eine unantastbare, nur für die Brandbekämpfung reservierte Wassermenge, die Löschreserve, enthalten;
3. den Druck im Netz regulieren.

Der Inhalt der Behälter wird normalerweise für einen Tagesausgleich am Höchstverbrauchstag in 30 bis 40 Jahren bestimmt. Man hat früher versucht, durch entsprechende Pumpenschaltungen den Inhalt möglichst klein zu halten. Mit zunehmender Verwendung sanitärer Apparate und im Interesse einer gesicherten Wasserlieferung an die Haushaltungen hat es sich aber gezeigt, dass eine grössere Reserve notwendig ist, um Unterbrüche vermeiden zu können.

Die Lage der Behälter richtet sich nach dem gewünschten Druck und der Topographie des Geländes. Man wird da, wo man den Standort frei wählen kann, darnach trachten, an der oberen Grenze des Versorgungsgebietes oder einer Druckzone mindestens 40 m oder 4 atü und an der tiefsten Stelle etwa 100 m oder 10 atü Druck zu erhalten. Für die Trink- und Brauchwasserversorgung reichen normalerweise 30 bis 40 m Bruttodruck aus, während für die Brandbekämpfung 100 und mehr Meter erwünscht sind. Die Druckverhältnisse sind aber auch eine Frage der Wirtschaftlichkeit. Müsste zum Beispiel alles Wasser, das die Stadt Zürich während eines Jahres aus ihrem Netz abgibt, 50 m zu hoch gefördert werden, ergäben sich zusätzliche Kosten, die bei 60 000 000 m³ und 7 Rp./kWh Strompreis Mehrkosten von

$$K = \frac{60\,000\,000\ \text{m}^3 \times 50\ \text{m} \times 7\ \text{Rp.}}{250\ \text{mt} \times 100\ \text{Fr.}} = 850\,000\ \text{Fr./Jahr}$$

ergeben würden. Bei kleinen Anlagen und dort, wo grosse Brandrisiken vorhanden sind, wie zum Beispiel auf dem Flughafen Kloten oder bei Treibstoff- und bei grossen Oel- und Tankanlagen, sind im Interesse der Vereinfachung bzw. Sicherheit Einzonennetze erwünscht.

Der Bau von Behältern ist ein Spezialgebiet der Ingenieurwissenschaft. Da relativ wenige Behälter gebaut werden, fehlt vielen Ingenieuren die Erfahrung für die Gestaltung und die statische Berechnung. Man zieht heute statisch einfache, bestimmte Formen komplizierten Behältern vor und baut die Reservoire eher zu gross als zu klein, wobei für ausreichende Durchflutung und gute Belüftung zu sorgen ist. Behälter werden normalerweise zweikammrig erstellt, wobei in einem Teil die Löschreserve, im andern das Brauch- und Trinkwasser zu speichern ist. Wenn Gegenbehälter erstellt werden können, ist dieser Lösung der Vorzug zu geben. In diesem Falle genügen einkammrige Reservoire.

Die Löschreserve richtet sich nach dem grössten Risiko in der Druckzone oder im Netz. Sie beträgt je nach Bauart, Anzahl und Grösse der Risiken, Bewirtschaftung und Windanfall 2 bis 50 Strahlrohre, jedes zu 5 l/sec bei mindestens 4 atü am Strahlrohr. Das entspricht einer Wassermenge von 10 bis 250 l/sec, wofür bei zwei Stunden Löschdauer etwa 100 bis 1500 m³ Wasser auszuscheiden sind. In besonderen Fällen kommt Löschwasser dazu, das durch permanent instal-

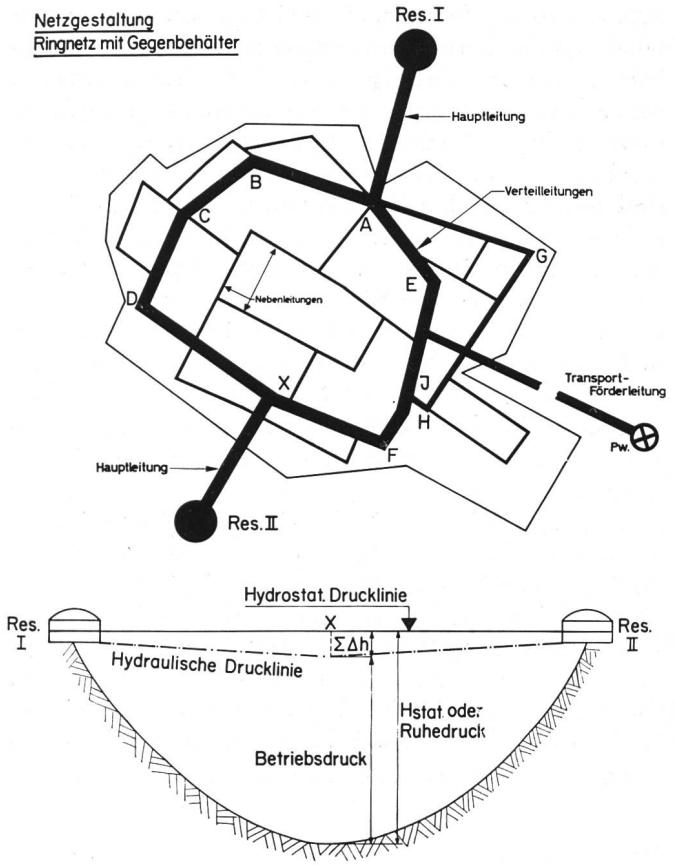



Abb. 9. Leitungsnetz, Ringnetz mit Gegenbehälter und Benennung der Leitungen entsprechend ihren Funktionen.

lierte Düsenanlagen verregnet wird. Hiezu werden je nach Brandbelastung die gleichen Wassermengen benötigt.

Bei der Aufstellung von Zonen- und Bebauungsplänen sollten die Planer auch auf bestehende Behälter oder, wenn neue Reservoire erstellt werden müssen, auf die Topographie Rücksicht nehmen, das heisst die Druckzonengrenzen sind so weit als möglich zu respektieren.

## 2. 8. *Steuerung der Werke*

Bei kleinen Werken genügt eine einfache Steuerung, mit welcher der Pumpenbetrieb dem Verbrauch und den Stromspitzen entsprechend gesteuert werden kann. Daneben sind Apparate für Messung und Registrierung der Wasserstände in Filterbrunnen und in den Behältern, die zu- und abfliessende Wassermenge, die Sicherung des Betriebes, die Meldung und Haltung der Störungen und die Alarmierung zu installieren.

Bei grossen mehrzonigen Versorgungen und bei Gruppenwerken muss von einer zentralen Stelle aus eingegriffen werden können, um Ueberbezüge zu steuern und einen gerechten, der gewählten Optionsmenge entsprechenden Bezug zu gewährleisten.

Die Löschreserven müssen durch automatisch gesteuerte, fernbedienbare Klappen dauernd ausgeschieden und auslösbar sein.

Die Signalkabel sind im Interesse späterer Erweiterungen mit genügend Adern zu wählen. Für die Planung der Steuerung ist nicht nur ein hydraulisch-elektrisches Schema notwendig, es müssen auch Zonen- und Bebauungspläne vorliegen, um neu entstehende Versorgungsgebiete von Anfang an mit genügend Wasser unter ausreichendem Druck beliefern zu können. Die Erfahrungen im Kanton Zürich, die sich über 30 Jahre erstrecken, haben ergeben, dass das Digital- gegenüber dem Analogiesystem bedeutende Vorteile aufweist, sicherer und genauer arbeitet, weniger störungsanfällig und wirtschaftlicher ist.

## 2. 9. *Gruppenwasserversorgungen*

Es sind verschiedene Gründe, welche die Wasserversorgungen zur gemeinsamen Lösung von Aufgaben und damit zur Planung zwingen. Zur Hauptsache ist

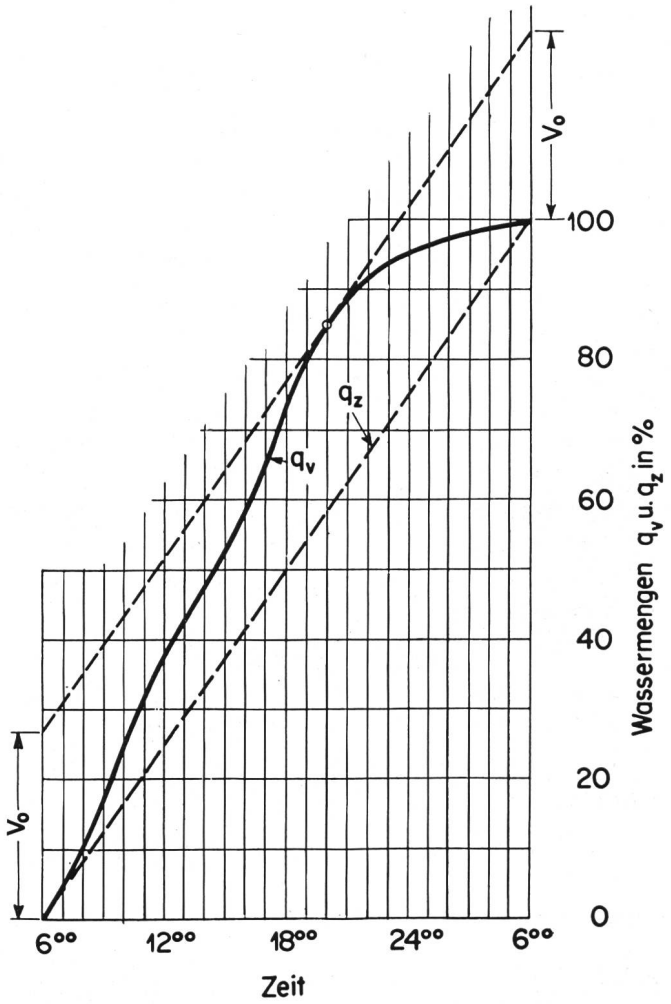



Abb. 10. Diagramm zur Berechnung des Behälterinhaltes für frei zufliessendes Quellwasser und für Wasserverbrauch in ländlichen Verhältnissen.

es die Sicherung von genügend und gutem Wasser, das auch in der fernen Zukunft und zur ausreichenden Deckung zur Verfügung steht.

In vielen Fällen reichen die lokalen Vorkommen nicht mehr aus, weil sie entweder zu wenig ergiebig sind oder die Einzugsgebiete überbaut und das Wasser dadurch abgeleitet oder verdorben wird. Man hat im Kanton Zürich die ersten Gruppen als Spitzendeckwerke gebaut und hoffte damit, eine langfristige Lösung gefunden zu haben. Es zeigte sich aber bald, dass diese neuen Werke immer mehr und dauernd beansprucht wurden, so dass sie oft schon kaum zehn bis zwanzig Jahre alt, nur noch knapp zur Spitzendeckung ausreichten. Die zweite Planung, die für den Kanton Zürich 1958 begonnen wurde, sieht daher eine Aenderung des Betriebes vor, über die weiter oben bereits berichtet worden ist und die sich auch in andern Fällen bewährt hat. Die Gruppenwerke werden zur Grundlastlieferung eingerichtet, wo für die Spitzendeckung genügend eigene Reserven vorhanden sind.

Bei der Gruppenbildung spielen die geographische und die wirtschaftliche Lage der Partner sowie die hydrologischen Verhältnisse der Gegend eine Rolle. Man trachtet darnach, Gemeinden und Genossenschaften, die bereits Beziehungen zueinander unterhalten und im gleichen Tal oder Wirtschaftsraum liegen, zu einer Gruppe zu vereinigen. Die technische Planung bereitet selten Schwierigkeiten, die Wasserbeschaffung, die Transport- und die Verteilleitungen sind analog wie bei Einzelwerken, aber für grössere Belastungen zu berechnen und zu planen. Mehr Kopfzerbrechen bereiten die Steuerungsanlagen, wenn bei den Gemeindewerken nicht von Anfang an mit der nötigen Weitsicht geplant worden ist. Die Steuerung und Messung der Wasserbezüge der Partner und die Möglickeit, von zentraler Stelle im Interesse einer gerechten Zuteilung eingreifen zu können, muss vorhanden sein, weil sonst ein geregelter Betrieb unmöglich ist.

Der schwierigste Teil der Gruppenbildung ist der Zusammenschluss. Die Partner wachen eifersüchtig darüber, dass ihre Rechte und Privilegien nicht tangiert werden und dass bei der Kostenverteilung jeder möglichst günstig fährt. Es gibt aber in der Regel keine Lösung, wenn nicht gewisse Sonderrechte und Teile der Eigenständigkeit aufgegeben und bei der Kostentragung oder Abfindung von Rechten Konzessionen gemacht werden. Von einer Verstaatlichung

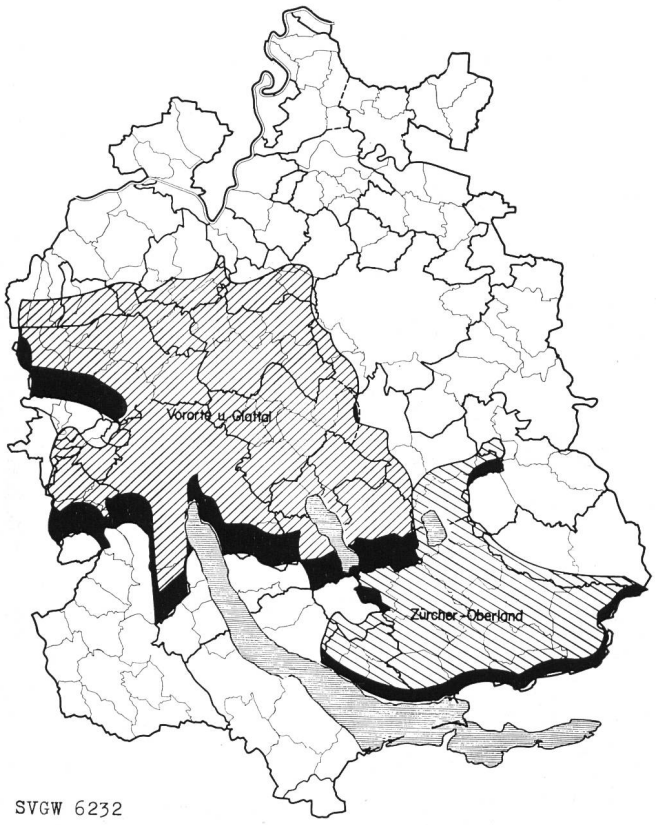



Abb. 11. Die Gruppeneinteilung 1946 im Kanton Zürich. (Vom Schweizerischen Verein von Gas- und Wasserfachmännern zur Verfügung gestellt.)

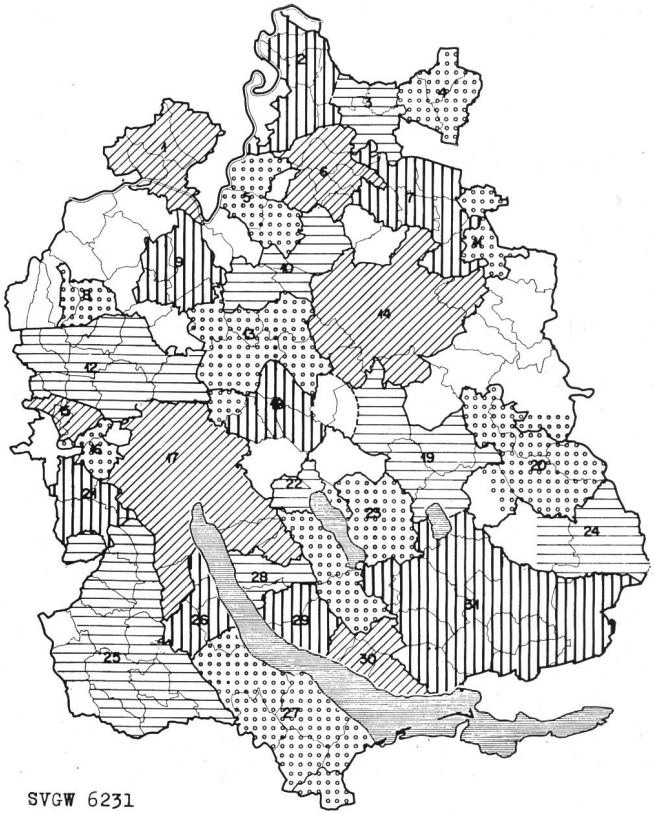



Abb. 12. Bildung der Uebergruppen, das heisst Zusammenfassung verschiedener Gruppen zu einem grösseren Verband zur Beschaffung der in der fernen Zukunft benötigten Wassermenge. (Vom Schweizerischen Verein von Gas- und Wasserfachmännern zur Verfügung gestellt.)

kann aber keine Rede sein, denn die Partner behalten das Recht, soviel Wasser, wie sie begehren, zu beziehen, sofern sie dafür bezahlen und es auch vorhanden ist; sie sind frei in der Ansetzung der Wasserzinse und der anderen Gebühren und können ihre Verteilnetze nach ihren Zonenplänen und Gutdünken ausbauen, sofern dadurch die gegenseitigen Interessen und auch diejenigen des Staates gewahrt bleiben.

sätzlich können zwei Wege beschritten werden, entweder die Gruppe kann auf den Boden des öffentlichen Rechts oder aber des Privatrechtes gestellt werden. Für einen privatrechtlichen Zusammenschluss stehen an und für sich alle Arten von Gesellschaften zur Verfügung, wie sie im Zivilgesetzbuch und im Obligationenrecht vorgesehen sind. Ausgenommen sind einzig die Stiftungen. Alle Ueberlegungen sprechen

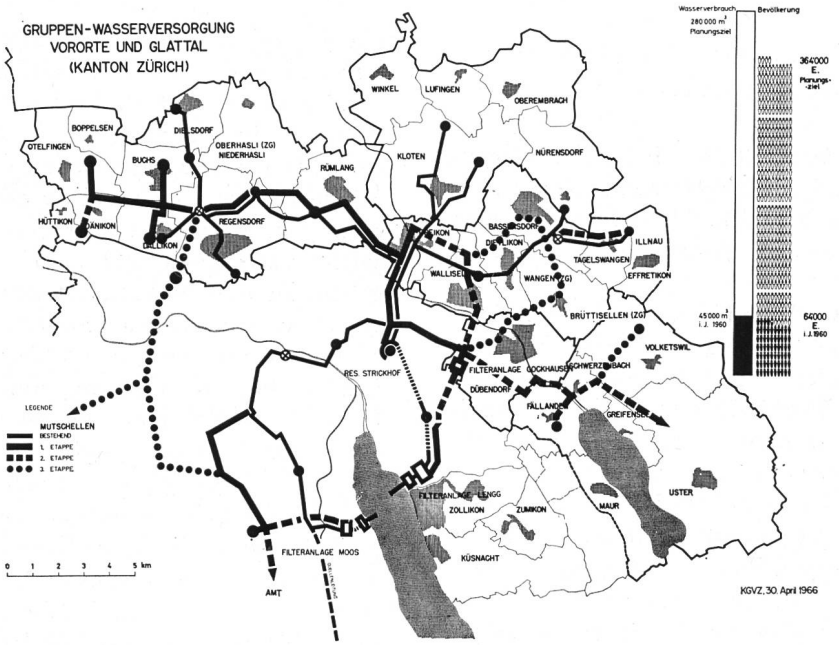



Abb. 13. Gruppenplanung in der Region Zürich.

1. Etappe bis 40 000 m³/T Reinwasser ab Reservoir Strickhof der Wasserversorgung der Stadt Zürich.

2. Etappe bis 100 000 m³/T Rohwasser ab Filteranlage Lengg der Wasserversorgung Zürich mit neuer Leitung Seewasserwerk bis Dübendorf (Stollen für etwa 300 000 m³/T).

3. Etappe Eigenes Rohwasserpumpwerk am See und Förderung bis 300 000 m³ Rohwasser bis Dübendorf.

4. Etappe Ausbau linksufriges Seewasserwerk und Ausbau der Ringleitung über Affoltern–Limmattal–Regensdorf–Kloten. Dazwischen Ausbau des grosskalibrigen Leitungsnetzes für die Wasserzuleitung in die einzelnen Bezügergruppen.

Der generellen Planung mit den Einwohner- und den Wasserverbrauchszahlen mindestens am Planungsziel muss von den Gruppenpartnern zugestimmt werden, bevor das definitive Projekt ausgearbeitet wird. Nur so kann Aerger und zeitraubende und kostspielige Aenderung der Projekte vermieden werden.

Bei der Bildung einer Gruppenwasserversorgung stellt sich auch die Frage, in welcher Rechtsform der Zusammenschluss der Partner erfolgen soll. Grund-

aber für eine öffentlich-rechtliche Form des Zusammenschlusses. Hier bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten, und zwar

1. der einfache öffentlich-rechtliche Vertrag und
2. der Zweckverband nach § 7 des zürcherischen Gemeindegesetzes.

Der Zweckverband ist die geeignetste Form für den Zusammenschluss von Gemeinden zur gemeinschaft-

lichen Erfüllung einer öffentlichen Aufgabe, wie sie die Wasserversorgung darstellt. Seine Vorteile sind:

1. Der Zweckverband kann Rechte und Pflichten begründen und besitzt Eigentum an der gemeinsamen Anlage.
2. Die Willensbildung erfolgt auf demokratischem Weg, ähnlich wie in einer Gemeinde mit einem grossen Gemeinderat.
3. Der Zusammenschluss ist ein Instrument der Planung und Koordination einer auf regionaler Ebene zu lösenden Aufgabe.

### 3. Wirtschaftlichkeit

Die Wasserversorgungen und damit auch die Gruppenwerke sind produktive Unternehmungen, die sich selbst erhalten müssen. Die Einnahmen müssen also so angesetzt werden, dass die Ausgaben gedeckt werden können.

Weil die Gruppenwerke mindestens für die Belastung am Planungsziel bemessen werden müssen, kommt es in deren Anlaufzeit zu hohen Kosten, weil einerseits eine Reihe Werkteile schon für die maximale Leistung gebaut werden müssen, anderseits die Einnahmen wegen des relativ geringen Wasserverkaufs zu niedrig anfallen. Man trachtet deshalb darnach, die Werke in Etappen zu erstellen. Ein gutes Beispiel stellt die Gruppen-Wasserversorgung Vororte und Glattal dar, die in vier Etappen ausgebaut werden soll. Daneben sind aber in der Regel Zuschüsse der öffentlichen Hand notwendig. In welcher Form diese erfolgen, ist Sache der Beteiligten. Es scheint aber nicht abwegig, wenn von den Grundstückgewinnsteuern auch für die Sicherung des Wassers etwas abgezweigt wird.

Die Einnahmen der Wasserversorgungen setzen sich aus Gebühren zusammen, die auf verschiedenen Grundlagen berechnet verschiedenen Zwecken dienen.

Die Wassergewinnung, die Aufbereitung, die Haupt- und Transportleitungen, die Wasserspeicherung und die Fernsteuerung dienen allen Bezügern und sind deshalb vom Werk zu tragen, während Verteil- und Nebenleitungen der Erschliessung von Bauland dienen. Für diese sind je nach Durchmesser der Leitungen und Interesse des Werkes von den Anschliessenden Beiträge zu entrichten.

Nach unserer Erfahrung müssen drei Gebührenarten erhoben werden, nämlich

1. Wasserzins
2. Leitungsbeiträge
3. Anschlussgebühren.

Der *Wasserzins* kann auf verschiedene Arten berechnet werden, wichtig ist, dass er in der gleichen Gemeinde einheitlich geregelt ist. Die Art hängt im wesentlichen davon ab, ob Wassermesser vorhanden sind oder nicht. In allen Fällen ist eine Zweiteilung in eine Grundgebühr und einen Betriebskostenanteil die gerechteste Art der Berechnung, also ähnlich, wie sie von der PTT bei den Telefongebühren angewendet wird. Die Grundgebühr soll ungefähr die Fixkosten des Werkes decken, also diejenigen Auslagen, die nicht vom Wasserausstoss abhängig sind, die anfallen, ob viel oder wenig Wasser verkauft wird. Hiezu gehören Verzinsung und Tilgung der Schulden, Erneuerung und Unterhalt für das Werk, Wartung und Verwaltung. Sie erreichen in der Regel kurz nach einem Werkausbau 70 bis 80 Prozent aller Ausgaben.

Die Betriebskosten sind vom Wasserausstoss abhängig und enthalten zur Hauptsache die Stromkosten und Aufwendungen für Desinfektionsmittel usw.

Für die Grundgebühr kann eine bestimmte Wassermenge in Kubikmetern je Jahr zugeteilt werden, wobei Ueberbezüge zusätzlich bezahlt werden müssen, Minderbezüge aber nicht zu einer Rückvergütung berechtigen. Man kann aber auch die Grundgebühr als solche verrechnen und keine Wasserzuteilung dafür geben. In diesem Falle ist der Kubikmeterpreis entsprechend niedriger anzusetzen.

Für Rasensprenger, Füllung von Badebecken und Fischteichen, Kühlanlagen und Wasserabgabe an die Industrie sind Sonderregelungen zu treffen, wobei für diejenigen Bezüger, welche die grossen Spitzen verursachen und die Werke oft unnötig belasten, entsprechend hohe Spitzentaxen anzusetzen sind.

*Leitungen*, die der Erschliessung von Bauland dienen, sind bis zu einem im Reglement festgehaltenen Durchmesser von den Bauherrschaften zu bezahlen. Für Leitungen, die zum Teil dem Werk dienen, müssen die Veranlasser Beiträge entrichten, die im Verhältnis der Interessen vom Werk endgültig berechnet werden. Rückvergütungen an Leitungsbeiträge werden nach einem Schlüssel des Werkes berechnet und verteilt. Diese Regelung ist zeitlich zu begrenzen. Alle Leitungen gehen nach einer technischen Abnahme ins Eigentum des Werkes über.

Die *Anschlussgebühren* stellen einen Beitrag an die zukünftigen Ausbauten dar, die durch neue Ueberbauungen notwendig werden. Es handelt sich dabei um zusätzliche Wassergewinnung, Vergrösserung des Speichervolumens, Ergänzung der Steuerung und den Bau neuer Haupt- und Transportleitungen. Die Berechnung dieser Gebühr kann auf verschiedene Art erfolgen, wichtig ist auch hier, dass sie einheitlich und gerecht geschieht. Die beste Basis stellt die Gebäudeversicherungssumme dar, wobei Spezialfälle (grosse Gebäude mit geringem Wasserverbrauch) besonders zu behandeln sind.

Eine einheitliche Reglementierung für eine grössere Region, wie zum Beispiel der Kanton Zürich, ist theoretisch wohl möglich, praktisch aber nicht durchführbar, einmal weil die Gemeinden für die Aufstellung ihrer Reglemente und Tarife zuständig sind und es schwer hält, ein einheitliches Reglement für ganz verschiedene Gemeinden wie zum Beispiel Zürich und Sternenberg oder Uster und Hüttikon aufzustellen.

## Beispiel für einen Tarif

1. *Wasserzins*

1. 1. Verrechnung nach Wasseruhr.

1. 11. Mit Zuteilung von Wasser für die Grundgebühr

1. Grundgebühr je Wohnung und Jahr Fr. 70.—
   Zuteilung 200 m³/Jahr
   Für Minderbezüge erfolgt keine Rückvergütung
2. Wasserzins pro Kubikmeter Bezug über 200 m³ Fr. —.40
3. Für Gewerbebetriebe und Industrie wird die Grundgebühr vom Wasserwerk festgesetzt. Die Zuteilung wird aus der Grundgebühr, dividiert durch 35 Rp., bestimmt.
   Ueberbezüge pro Kubikmeter 40 Rp.
4. Zuschläge für Sonderregelung
   — Rasensprenger und ähnliche Einrichtungen je nach Anschlusswert Fr. 20.— ÷ 100.—
   — Schwimmbäder, Gartenbassins, Plantschbecken fest eingebaut oder transportabel, Fischbehälter
   ohne Aufbereitungsanlage Fr. 5.— ÷ 10.— m³/J
   mit Aufbereitungsanlage Fr. 4.— m³/J
   dazu Wasserbezug nach Wassermesser zum Kubikmeterpreis
   — Apparate für die Luftkonditionierung in Wohn- und Fabrikräumen. Grundgebühr 0,5 Promille des Zeitbauwertes
   dazu Wasserbezug nach Wassermesser zum Kubikmeterpreis
   — Wasserabgabe an Neubauten
   prov. Standrohrzähler Pauschale Fr. 100.—
   Bezugsberechtigung 250 m³
   Ueberbezüge 50 Rp./m³
   oder berechnet auf den Kubikmeter umbauten Raum 13 Rp./m³ Raum

1. 12. Ohne Zuteilung von Wasser für die Grundgebühr

1. Grundgebühr je Wohnung und Jahr Fr. 30.—
2. Wasserzins pro Kubikmeter nach Wasseruhr Fr. —.25
3. Gewerbebetriebe und Industrien
   — Festsetzung der Grundgebühr durch das Werk
   — Wasserzins pro Kubikmeter nach Wassermesser Fr. —.25
   Wenn das Tagesmaximum im Laufe eines Jahres nicht grösser als das 1,33fache Mittel ist, wird von 2501 bis x m³ ein Rabatt gewährt.
4. Sonderfälle
   Grundgebühr für
   — Rasensprenger je nach Anschlusswert Fr. 30.— ÷ 120.—
   — Schwimmbecken, Gartenbassins, Plantschbecken, Fischbehälter Fr. 10.— m³/J
   50 Prozent Reduktion, wenn eine Aufbereitungsanlage vorhanden ist.
   Dazu Wasserzins pro Kubikmeter nach Wassermesser Fr. —.25
   — Luftkonditionierung wie Ziffer 1. 11.
   — Wasserabgabe an Neubauten wie Ziffer 1. 11.

1. 2. Verrechnung nach Faktoren

1. Haushaltgebühr
   — alleinstehende Personen Fr. 25.—/J
   — zwei und mehr Personen Fr. 40.—/J
2. Badeeinrichtung in Waschküche oder Badezimmer Fr. 10.—
3. Abort mit Spülung
   — privat je Haushaltung Fr. 6.—
   — Fabriken, Restaurants, Hotels, Anstalten, gewerbliche Betriebe Fr. 12.— ÷ 36.—/J
4. Pissoir mit Spülung pro Schüssel oder 0,75 m Rinnenlänge Fr. 12.—
5. Waschküche pro Haushaltung oder Waschautomat mit elektrischem Antrieb Fr. 10.—
6. Ausschwingmaschinen mit Wasserantrieb
   — pro Haushaltung Fr. 7.—
   — pro Restaurant und Pension Fr. 14.—
   — pro Gasthof Fr. 25.—
7. Waschmaschine mit Wassermotor
   (Neuanschluss von Waschmaschinen mit Wassermotor ist nicht mehr gestattet)
   — pro Haushaltung Fr. 12.—
   — pro Restaurant und Pension Fr. 24.—
   pro Gasthof Fr. 36.—
8. Motorfahrzeuge
   — Personenwagen Fr. 12.—
   — Lastwagen oder Trax Fr. 24.—
   — Traktor, Zweiachser, Motormäher Fr. 5.—
9. Gewerbe
   — Metzgereien Fr. 50.— ÷ 350.—
   — Bäckereien, Konditoreien Fr. 50.— ÷ 250.—
   — Milchgeschäfte, Sennereien, Käsereien Fr. 100.— ÷ 400.—
   — Restaurants, Gasthöfe Fr. 100.— ÷ 500.—
10. Landwirtschaft
    — Haupt Grossvieh Fr. 5.—/J
    — Schweine Fr. 5.—/J
    — Grundtaxe für Stallhahn Fr. 15.—/J
11. Diverse Verbraucher
    — Rasensprenger oder ähnliche Apparate je nach Anschlusswert Fr. 30.— ÷ 120.—
    — Schwimmbäder, Badebecken, Plantschbecken fest und transportabel, Fischbehälter Fr. 10.— m³/J
    Reduktion 50 Prozent bei Betrieb einer Regenerationsanlage
    — Konditionierung von Räumen
    Grundgebühr 0,5 Promille vom Zeitbauwert des Gebäudes
    — Bauwasser an Neubauten wie Ziffer 1. 11.
    Dazu Wasserabgabe nach Wasseruhr zum Preise von 25 Rp./m³.

2. *Leitungsbeiträge*

— Verteil- und Nebenleitungen im öffentlichen und privaten Grund bis 125 mm Durchmesser gehen zu Lasten der Anschliessenden. Dem Anschliessen-

den stehen allfällige Subventionen an seine Baukosten zu.

Schliessen innerhalb von zehn Jahren weitere Abonnenten an, werden die Baukosten proportional zur benützten Rohrlänge neu verteilt und die Rückvergütung an den Erstanschliesser ausbezahlt. Ueber den Verteilschlüssel entscheidet das Werk endgültig.

Das Werk übernimmt die Kosten der Hydranten und deren Zuleitung, abzüglich allfällige Beiträge aus dem Löschfonds.

— An die Kosten der Verteilleitungen mit einem grösseren Durchmesser als 125 mm haben die Anschliessenden Beiträge zu entrichten, die vom Werk auf Grund von Berechnungen festgelegt werden.
— Vor Baubeginn ist dem Werk eine Anzahlung in der Höhe des Kostenvoranschlages zu leisten. Die Abrechnung erfolgt nach Ergebnis.
— In besonderen Fällen, namentlich bei abgelegenen Liegenschaften, fehlender Wirtschaftlichkeit der Wasserabgabe oder mangelhaften Druckverhältnissen, kann das Werk Sonderregelungen treffen oder den Anschluss verweigern. Im Zweifelsfalle hat der Gesuchsteller vor Bearbeitung eines Projektes einen Vorentscheid des Werkes einzuholen.

3. *Anschlussgebühren*

Die Anschlussgebühr beträgt 1 Prozent der Gebäudeschatzung der Gebäudeversicherung.

Die Bauherrschaft hat vor Baubeginn eine Anzahlung von 75 Prozent zu leisten. Diese wird auf Grund der Kostenschätzung für das Gebäude berechnet. Die Abrechnung erfolgt nach Fertigstellung und Schätzung des Gebäudes durch die Gebäudeversicherung.

Bei Ueberbauungen ohne Wohnbaucharakter und bei Grossüberbauungen kann das Werk Sonderregelungen treffen.

## 4. Schlussfolgerung

4. 1. Die Wasserplanung für unser Land und jede grössere Region ist unerlässlich, weil

1. Wasser ein Mittel zum Leben, ein unentbehrliches Lebensmittel ist,
2. Wasser für die Industrie zu einem der wichtigsten Rohstoffe geworden ist,
3. Wasser ein Festwert ist, der trotz allen technischen Fortschritten auch nicht um einen Tropfen vermehrt werden kann,
4. Wasser ein Ganzes ist, es gehört jedermann und es muss jeder Kreatur und auch den Pflanzen dienen,
5. der Wasserkreislauf ein Naturgesetz ist, das durch Eingriffe des Menschen in die Natur nicht ungestraft gestört werden kann.

4. 2. Für die Wasserplanung müssen Unterlagen vorhanden sein, die zuverlässige Schätzungen und exakte Berechnungen ermöglichen, nämlich

1. Wassermessungen (inkl. Temperaturmessungen),
2. geologisch-hydrologische Karten, Profile und Diagramme,
3. Angaben über Güte und Herkunft des Wassers,
4. Richt-, Zonen- und Bebauungspläne,
5. Vergleich mit Berechnungen anderer Aemter, wie Abwasser-, Elektrizitätswerke, PTT, Konjunkturforschung.

4. 3. Es sind möglichst grosse Gebiete, die wirtschaftlich und hydrologisch zusammengehören, in die Planung einzubeziehen, wodurch Fehlschätzungen kompensiert werden können.

4. 4. Es muss im Interesse der Volksgesundheit genug und gutes Wasser dauernd zur Verfügung stehen. 500 l/K/T reichen dafür aus, was wesentlich darüber liegt, kommt einer Verschwendung gleich.

4. 5. Der Wasserverbrauch einer Region muss sehr langfristig, bis zur Vollbesiedlung gesichert sein, dabei ist von Anfang an an die Errichtung ausreichender Schutzzonen zu denken, während die eigentlichen Bauten in Etappen ausgeführt werden können.

4. 6. Wasser und Abwasser sind als Einheit in der Projektierung und Finanzierung zu behandeln.

Der Wasserpreis ist im Verhältnis zum Wert des Wassers zu niedrig. Eine Senkung der oft unvernünftigen Wasserverschwendung kann nur durch eine entsprechende Tarifierung erreicht werden.

4. 7. Wasser ist das Beste, es ist eine der wichtigsten Grundlagen des menschlichen Lebens, ohne Wasser hört jedes Leben nach wenigen Tagen auf. Unsere grösste Sorge gilt deshalb schon den Wassertropfen, die länger und sauberer als bis heute im Lande behalten werden müssen.