

Autoren:

Hans-Christian Sorge, Maxim Juschak
und Dominik Nottarp-Heim

Projekt: TWIST++

Literatur:

Battelle-Institut e.V. (1985): Prognose
des Wasserbedarfs in der Bundesrepublik
Deutschland bis zum Jahre 2000.
Zeitstandsbericht, Frankfurt/Main.

DIN 14210 (2003): DIN 14210 Löschwasser-
teiche. DIN Deutsches Institut für Normung,
Berlin.

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und
Wasserfaches e.V. (2015): Forschungsprojekt
W 10-01-11 „Aktualisierung der Verbrauchs-
ganglinien für Haushalte, öffentliche Gebäude
und Kleingewerbe sowie Entwicklung eines
Modells zur Simulation des Wasserbedarfs“,
Bonn.

DVGW W 405 (2008): DVGW Arbeitsblatt
W 405: Bereitstellung von Löschwasser durch
die öffentliche Trinkwasserversorgung. Deut-
scher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.,
Bonn.

Donner, C., S. Panglisch, S. Grobe und J. Win-
genger (2012): Strategien zur Anpassung von
Versorgungsanlagen an neue Herausforderun-
gen, in: Energie Wasser Praxis, 63 (5), S. 40 – 46.

Neunteufel, R., L. Richard und R. Perfler (2012):
Wasserverbrauch und Wasserbedarf – Auswer-
tung empirischer Daten zum Wasserverbrauch.
Bundesministerium für Land- und Forstwirt-
schaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion
VII Wasser, Wien.

Sorge, C. (2016): Einflussfaktoren auf künftige
Trinkwasserverbräuche – Prognosen, Unsi-
cherheiten und Auswirkungen für den Netz-
betrieb. Konferenzbeitrag Dumme Rohre –
Intelligente Netze – Modelle, Simulation und
Steuerung von Infrastrukturen, in: 30. Olden-
burger Rohrleitungsforum, Essen.

C1

Innovative Lösungen für flexible Trinkwassernetze – Ergebnisse des Projekts TWIST++

Hintergrund

Anlagen der Trinkwasserverteilung wie Rohrleitungsnetze und Armaturen werden üblicherweise für eine Nutzungsdauer von mehr als 50 bis 80 Jahren geplant, gebaut und betrieben. Betreiber und versorgte Kunden erwarten, dass die Anlagen in diesem Zeitraum bei entsprechender Instandhaltung zuverlässig funktionieren – gerade bei sich ändernden Rahmenbedingungen und Einflussgrößen. Für zukünftige Planungs- und Betriebsprozesse ist abzusehen, dass Klima, Demografie und Wirtschaftsentwicklung treibende Einflussgrößen sein werden – insbesondere mit Blick auf den Trinkwasserverbrauch von Haushalten und Industrien und mit Auswirkungen auf den gesamten Wasserkreislauf von der Wassergewinnung bis zur Einleitung des gereinigten Abwassers in die Vorflut. Die nachfolgenden Betrachtungen konzentrieren sich auf Anlagen zur Trinkwasserverteilung wie etwa Trinkwassernetze.

Die Diskussionen um derzeit rückläufige Trinkwasserverbräuche sowie deren mögliche Ursachen und Auswirkungen sind bekannt. In zahlreichen Studien und Forschungsvorhaben wird dieses Thema aufgegriffen. Es wurde zum Beispiel erkannt, dass Prognosen aus den 1980er-Jahren zum Haushaltswasserverbrauch (Liter pro Einwohner und Tag) für die nächsten Jahrzehnte von anderen Entwicklungstendenzen ausgingen (vgl. Battelle-Institut 1985) und dass sich aktuelle Verbräuche oder (Einzel-)Verbrauchsprofile der Haushalte, Tages- und Stundenfaktoren sowie Mengen änderten (vgl. DVGW 2015). Der Einfluss aktueller städtebaulicher, klimatischer oder sozioökonomischer Faktoren wurde ebenfalls (wieder) erkannt (vgl. Neunteufel et al. 2012). Es ist anzunehmen, dass sich auch diese aktuellen Verbrauchsprofile und Mengen künftig ändern werden. Aktuelle Momentaufnahmen und Messungen reichen daher als alleinige Grundlage für eine langfristige Dimensionierung von Wasserverteilungsanlagen nicht aus.

Tendenzen, Prognose-Unsicherheiten und Flexibilität

Die möglichen Einflussgrößen auf den künftigen Trinkwasserbedarf und das zugehörige Verbrauchsverhalten sind vielfältig. Teilweise scheint mit Blick auf Übersicht 1 eine sichere Prognose mittel- bis langfristiger Tendenzen selbst bei guter aktueller Datenlage schwer möglich. Vor diesem Hintergrund sollten Trinkwassernetze vor allem aus hydraulischer Sicht flexibel ausgelegt sein – die Netze sollten bei nicht weiter abschätzbarem Wasserbedarf und Verbrauchsverhalten die erforderliche Versorgungsqualität (z. B. Druck, Menge, Zuverlässigkeit) gewährleisten.

Trinkwasserleitungen weisen aufgrund der großen Spannbreite zwischen empfohlenen Fließgeschwindigkeiten bei mittlerem Stundendurchfluss für den oberen und unteren Bereich (ca. 0,005 bis 1,0 m/s) grundsätzlich eine hohe hydraulische Flexibilität auf. Technische Auswirkungen auf die Rohrnetzhydraulik werden dann erwartet, wenn Teile des Trinkwassernetzes für den aktuellen oder künftigen Wasserbedarf über- oder unterdimensioniert sind – also die genannten Richtwerte für Fließgeschwindigkeiten häufiger oder dauerhaft über- bzw. unterschritten werden. Konsequenzen können hygienische oder korrosionschemische Beeinträchtigungen bei überdimensionierten Teilnetzen sowie ein energetisch ungünstiger Betrieb betroffener unterdimensionierter Teilnetze sein (vgl. Donner et al. 2012; DVGW 2015) – siehe auch Übersicht 2.

Einflussfaktor	Resultierende Tendenz auf den Trinkwasserbedarf	Zeitlicher Rahmen	Auftretenswahrscheinlichkeit
Zunehmende regionale Hitze- oder Trockenperioden	temporär zunehmend (Verbrauchsspitzen)	mittel- bis langfristig	mittelfristig sehr sicher
Verändertes Anbauverhalten in der Landwirtschaft durch steigende Durchschnittstemperaturen	zunehmend	mittel- bis langfristig	mittelfristig sicher
Geburtenraten	zu- oder abnehmend	mittel- bis langfristig	unsicher
Ab- und Zuwanderungen innerhalb Deutschlands und internationale Migration	zu- oder abnehmend (lokal unterschiedlich ausgeprägt)	kurz- bis langfristig	unsicher
Wirtschaftswachstum oder Wirtschaftsabschwung	zu- oder abnehmend (lokal unterschiedlich ausgeprägt)	kurz- bis langfristig	unsicher
Etablierung neuartiger Trinkwasser- und Sanitärsysteme (NATSS)	abnehmend (lokal unterschiedlich ausgeprägt)	kurz- bis langfristig	unsicher

Übersicht 1: Mögliche künftige klimatische, demografische und wirtschaftliche Wandelprozesse mit Auswirkungen auf Trinkwasserverbräuche (Beispiele, kein Anspruch auf Vollständigkeit). Quelle: IWW

Leitungen überdimensioniert	Leitungen unterdimensioniert
Gefahr der Stagnation	Erforderliche Löschwassermengen (48 m ³ ; 96m ³ oder 192 m ³) können nicht mehr über 2 Stunden bereitgestellt werden (DVGW W-405)
Gefahr der verstärkten Sedimentation und Resuspendierung von Partikeln	Erhöhter Energieaufwand zur Wasserverteilung
Gefahr beschleunigter Korrosionsprozesse	
Gefahr der ästhetischen Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität (Trübung, Geruch)	
Gefahr der hygienischen Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität (Aufkeimung)	
Erhöhte Aufwendungen zur Spülung/Reinigung und ggf. Desinfektion der betroffenen Leitungen	

Übersicht 2: Auswirkungen bei über- oder unterdimensionierten Trinkwasserleitungen. Quelle: IWW

Technisch-konzeptionelle Lösungen

Das Verbundprojekt TWIST++ („Transitionswege Wasserinfrastruktursysteme: Anpassung an neue Herausforderungen im städtischen und ländlichen Raum“) entwickelte konzeptionelle und technische Lösungen, um die hydraulische Flexibilität von Trinkwassernetzen (wieder) zu erhöhen und somit eine sichere Trinkwasserversorgung auch bei sich ändernden und nicht genauer vorhersehbaren Entwicklungen zu gewährleisten (vgl. Sorge 2016).

Beispielhaft werden in den folgenden Abschnitten zwei Lösungen beschrieben:

- semivermaschte Trinkwasser-Teilnetze und
- netzentkoppelte Löschwasserbereitstellung.

Semivermaschte Trinkwasser-Teilnetze

Sofern Szenarien eintreten, bei welchen der künftige Trinkwasserverbrauch (weiter) sinkt, können für bestehende, aber auch für neu zu errichtende Netze in bestimmten Abschnitten hydraulisch ungünstige Situationen entstehen. Diese können zu sehr langsamen Fließgeschwindigkeiten (Stagnation) oder häufiger zu Bereichen mit sich ändernden Fließrichtungen führen (sog. Pendelzonen).

Damit können weitere Beeinträchtigungen der Versorgungsqualität verbunden sein, z. B.

- häufigere Sedimentation und Resuspendierung von Partikeln (kann zu Trübungserscheinungen, eventuell zu Geruch des Trinkwassers und zu erhöhten Fließwiderständen führen),

- erhöhte Korrosionswahrscheinlichkeit (kann zu erhöhten Schadensraten, Trübungserscheinungen und erhöhten Fließwiderständen führen),
- Gefahr der Aufkeimung (kann zu einer gesundheitlichen Gefährdung führen).

Trübungserscheinungen sind zudem bereits heutzutage im laufenden Betrieb von Trinkwassernetzen in Industrieländern der häufigste Beschwerdegrund von Kunden.

Durch angepasste Netzstrukturen und daraus resultierende Fließgeschwindigkeiten lässt sich der Bildung von potenziell trübungsverursachenden Ablagerungen oder Anhaftungen und anderen hydraulisch ungünstigen Bedingungen in den Rohrleitungen entgegenwirken. Zu diesem Zweck entwickelte TWIST++ die Idee des semivermaschten Trinkwassernetzes. Bei einem semivermaschten Netz handelt es sich um eine konstruktive Netzgestaltung, welche sich bekannter Strukturen für städtische Trinkwassernetze bedient und deren Vorteile vereint: die Versorgungssicherheit des vermaschten Ringnetzes und der hydraulisch günstigere Betrieb eines Verästelungsnetzes. Auf dem Weg zum semivermaschten Netz sind neuzubauende von bestehenden Netzen zu unterscheiden.

Neubau: Neuzubauende semivermaschte Netze werden als Verästelungsnetz geplant oder modelliert. Anschließend werden ausgewählte Knoten der Endleitungen durch relativ kleine Nennweiten miteinander vermascht.

Bestand: Bestehende städtische Trinkwassernetze sind meist vermaschte Ringnetze. Ein Teil der Maschen kann quasi aufgetrennt werden, indem die entsprechenden Verbindungsleitungen analog dem Neubau in kleinerer Nennweite ausgeführt werden (siehe Abbildung 1).

Bei Ausfall eines beliebigen Leitungsstranges (z. B. durch einen Rohrbruch) können im Vergleich zum Verästelungsnetz über die klein dimensionierten Leitungen zwischen den Endleitungen die vom Ausfall betroffenen Abnehmer weiterhin mit einem kleinen Anteil der Trinkwassermenge versorgt werden. Da Rohrbrüche mit einer vergleichsweise geringen Häufigkeit auftreten (etwa ein Schaden in zehn Jahren auf einem Kilometer Leitung) und die Schäden in der Regel innerhalb einiger Stunden behoben werden können, ist die Beeinträchtigung von Versorgungssicherheit und Versorgungsqualität sehr gering.

Das semivermaschte Trinkwassernetz zeigte sich in den Modellierungsansätzen als ein geeignetes technisches Gestaltungselement, um auch bei sich ändernden und nicht genauer prognostizierbaren Trinkwasserverbräuchen die Netzhydraulik anpassbar und optimierbar zu gestalten. Dies geschieht unter versorgungstechnischen, hygienischen und ästhetischen Gesichtspunkten.

Maßnahmen zur Transition des bestehenden Trinkwassernetzes in ein semivermaschtes Trinkwassernetz lassen sich teilweise kostenneutral im Rahmen der üblichen Instandhaltungsmaßnahmen schrittweise umsetzen. Voraussetzung sind gut kalibrierte hydraulische Rechenmodelle der betroffenen Netze und Kenntnisse über die hier angesprochenen Wandelprozesse sowie deren Auswirkungen.

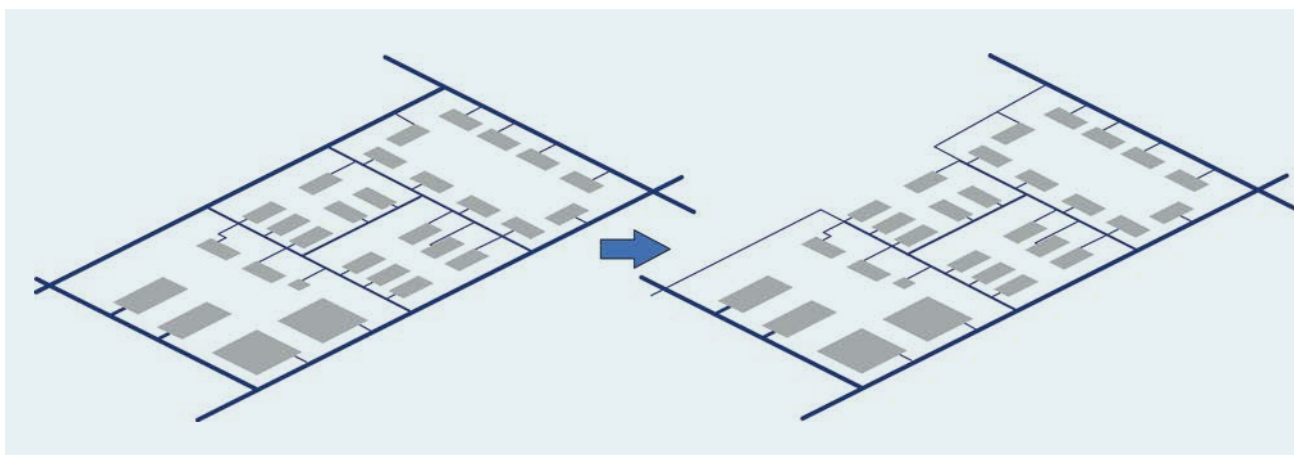


Abb. 1: Transition eines vermaschten Netzabschnittes zu einem semivermaschten Netzabschnitt. Quelle: IWW

Netzentkoppelte Löschwasserbereitstellung

Die Bereitstellung der erforderlichen Mengen an Löschwasser für den sog. Grundschutz fällt – im Rahmen der Daseinsvorsorge – in den Verantwortungsbereich der Kommunen. Historisch bedingt erfolgt die Löschwasserbereitstellung durch den Trinkwasserversorger über das zentrale Trinkwassernetz aus Hydranten.

Sofern sich für bestimmte Teilnetze oder Netzabschnitte eine größere Diskrepanz zwischen Trinkwasserbedarf und Löschwasserbedarf ergibt (z. B. aufgrund rückläufiger Trinkwasserverbräuche), können hydraulische und versorgungstechnische Probleme entstehen. In den meisten Fällen sind dann die betroffenen Rohrleitungen entweder für den Trinkwasserbedarf überdimensioniert oder für die erforderlichen Löschwassermengen unterdimensioniert (zu den Auswirkungen siehe Übersicht 2).

Die technischen Möglichkeiten zur netzentkoppelten Löschwasserbereitstellung werden hier unabhängig von aktuell geführten Diskussionen zur Zuständigkeit und Kostenträgerschaft aufgeführt.

Um die Löschwasserbereitstellung vom Trinkwassernetz teilweise oder ganz zu entkoppeln, müssen alternative Möglichkeiten zur Löschwasserentnahme geschaffen oder genutzt werden. Solche Möglichkeiten sind teilweise bereits seit langem im technischen Regelwerk verankert – beispielhaft sei hier DIN 14210 genannt.

- Löschwasserteiche (DIN 14210),
- Löschwasserbecken,
- Löschwasserbehälter oberirdisch/unterirdisch,
- Löschwasserbrunnen, aber auch
- natürliche Gewässer (Fließgewässer, Seen) und notfalls
- Tankpendelverkehr sowie
- Löschzüge mit größerem Tankvolumen.

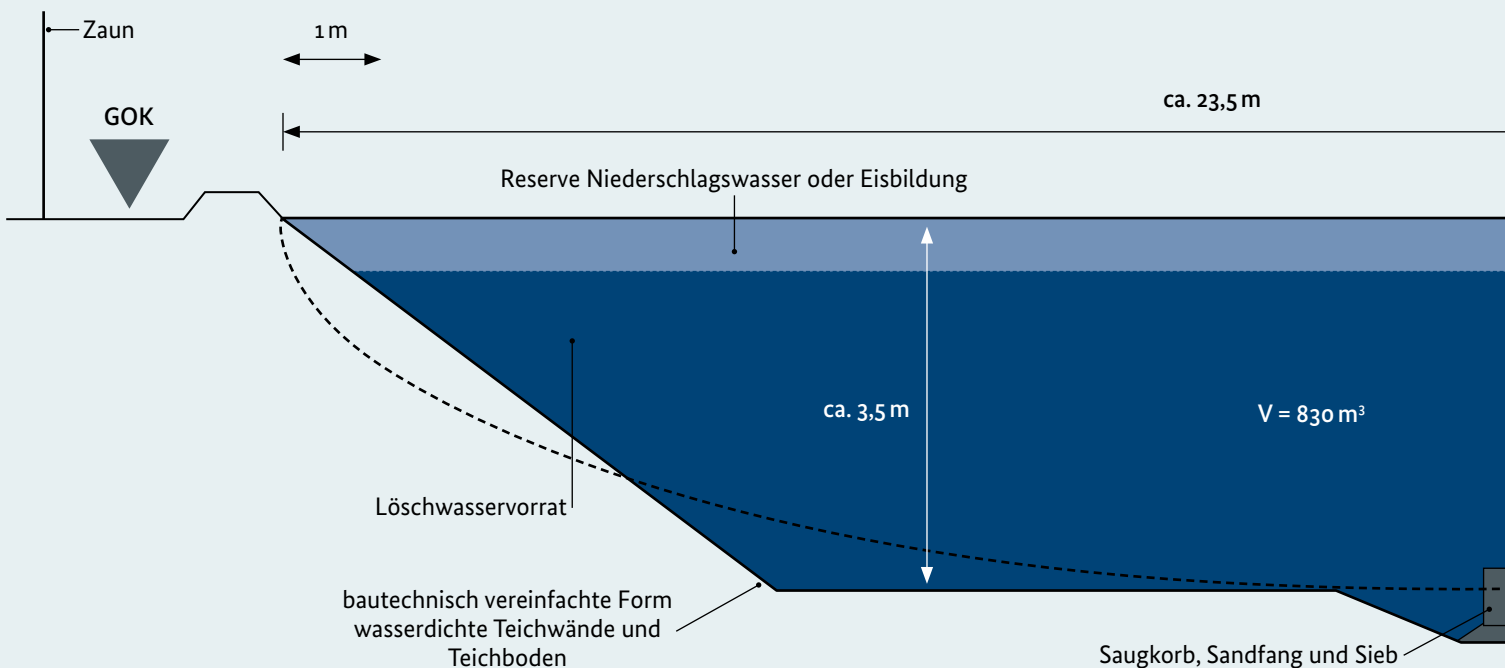


Abb. 2: Technischer Entwurf eines Feuerlöschteiches mit abgehender druckloser Löschwasserleitung. Netto-Fassungsvolumen ca. 830 m³ zur Bereitstellung von zwei mal 196 m³ Löschwasser über 2 Stunden. Quelle: IWW

Die Löschwasserbauwerke können befüllt werden mit

- Trinkwasser,
- Niederschlagswasser,
- Oberflächenwasser,
- Grundwasser oder
- aufbereitetem Abwasser (z. B. Grauwasser).

Die Löschwasserbauwerke können ergänzt werden um separate Löschwassernetze (drucklos, druckbeaufschlagt).

Die Kosten dieser Bauwerke hängen stark von den örtlichen Gegebenheiten (z. B. Topologie, Entfernungen) und den bereitzustellenden Löschwassermengen ab.

Hydraulische Modellierungen im Rahmen von TWIST++ zeigten aber auch: innerhalb konventioneller Konzepte (z. B. netzgebundene Löschwasserbereitstellung) lassen sich die in Übersicht 2 genannten negativen Auswirkungen in der Regel zumindest stark reduzieren, und zwar mittels zweier Maßnahmen:

- Neuordnung der Löschwasserhydranten auf dem Trinkwassernetz,
- Änderung der Bauart und Dimension von Löschwasserhydranten.

