

Löschwasserreserven / Druckschläge

Vortrag AVA / AFV am 16. August 2007

Charles Hegglin*

Einleitung

Die Wasserversorgungen haben primär die Aufgabe, ihre Kunden mit Trink- und Brauchwasser zu beliefern. Ich möchte Ihnen verschiedene Aspekte in Bezug auf die Löschwasserversorgung näher bringen.

Dabei gilt es nun als Erstes festzuhalten, dass abgesehen von wenigen Ausnahmen die Hydranten an der öffentlichen Trinkwasserversorgung angeschlossen sind. Während also die Feuerwehr auch mit Gülle löschen könnte, handelt es sich beim Trinkwasser um unser Lebensmittel Nummer eins. Ich will nun nicht die Diskussion beginnen, ob es richtig und sinnvoll ist, Trinkwasser zum Löschen zu verschwenden, Tatsache ist es, dass dies seit Jahrzehnten so gehandhabt wird und wohl auch für die längere Zukunft so bleibt.

Somit bleibt auch die Problematik, dass die Interessen der Feuerwehr einerseits und der Betreiber der Trinkwasserversorgung andererseits zwar stark voneinander abweichen, in der Praxis aber natürlich beides unter einen Hut gebracht werden muss.

Ich will Ihnen darum im Folgenden verschiedene Aspekte etwas näher bringen, bei denen es doch gelegentlich zu Missverständnissen kommt.

Wie funktioniert eine Wasserversorgung?

Jede Wasserversorgung hat ihre eigenen Besonderheiten, keine ist gleich wie die andere. Trotzdem funktionieren sie dennoch nach demselben Grundprinzip:

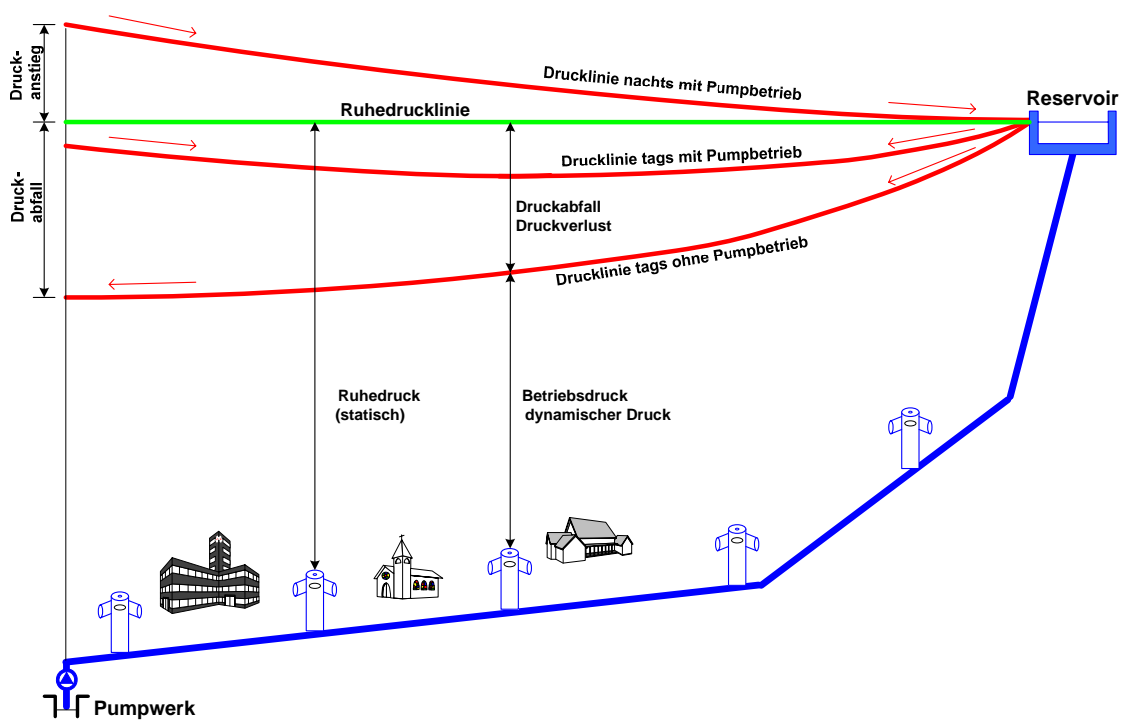


Abbildung 1: Druckverhältnisse in der Wasserversorgung.

Ein oberhalb des Versorgungsgebietes liegendes Reservoir bestimmt den Druckhorizont für das daran angeschlossene Leitungsnetz. Je nach Höhenlage ergeben sich so die statischen Druckverhältnisse.

Beim Fließen des Wassers durch das Leitungsnetz entsteht ein Reibungsverlust, der sich mit zunehmender Distanz kumuliert. Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem Versorgungsbetrieb ab Reservoir und dem Pumpbetrieb zum Nachfüllen des Reservoirs. Das Pumpen erfolgt in den meisten Fällen durch das Versorgungsnetz, wobei ein Teil des gepumpten Wassers direkt verbraucht und nur der nicht benötigte Anteil letztlich im Reservoir ankommt. Aus energetischen und ökonomischen Gründen erfolgt der Pumpbetrieb vorwiegend während der Nacht.

Zwischen den beiden Extrembetriebsfällen gibt es natürlich verschiedene Zwischenzustände, wobei zusätzlich noch Sonderfälle zu berücksichtigen sind (speziell Brandfälle, dazu später mehr).

Die Leitungsnetze sind im Allgemeinen so dimensioniert, dass die Betriebsdrücke gegenüber dem Ruhedruck nicht mehr als ca. ± 10 m Wassersäule (WS) bzw. 1 bar schwanken.

Das Reservoir ist also ein wichtiges Element der Wasserversorgung. Die Höhenlage ist massgebend für die Druckverhältnisse im angeschlossenen Versorgungsnetz. Die Grösse des Behälters wird nun nach unterschiedlichen Bedürfnissen bestimmt:

In erster Linie massgebend ist das Puffervolumen für den täglichen Ausgleich, das heisst, mit den Pumpen wird das Reservoir komplett gefüllt und danach erfolgt die Speisung des Versorgungsnetzes, bis ein festgelegter Minimalstand wieder erneutes Nachfüllen durch die Pumpen verlangt.

Unterhalb dieses Minimalstandes wird noch eine Störungsreserve benötigt, um bei unvorhergesehenen Betriebssituationen wie Rohrbrüchen, Stromausfall oder Ähnlichem nicht auf dem Trockenen zu sitzen.

Nebst diesen beiden Anteilen, die zusammen als Brauchreserve bezeichnet werden, besteht in den meisten Reservoiren noch eine Löschreserve, die grundsätzlich nach den Vorgaben der Gebäudeversicherung bemes-



Abbildung 2: Anteile des Reservoir-Inhalts.

sen ist. Dabei ist das grösste Brandrisiko in der angeschlossenen Versorgungszone massgebend.

Basis für die Grösse der Brauchreserve ist der mittlere Tagesbedarf sowie weitere Details zum Versorgungsbetrieb.

Einwohner	Brauchreserve		Löschreserve			Reservoir-Volumen total	
	von	bis	ohne G+I	Gewerbe	Industrie	von	bis
200	50	80	100	300	600	150	680
300	75	120	100	300	600	175	720
500	125	200	100	300	600	225	800
1'000	250	400	150	300	600	400	1000
2'000	500	800	200	300	600	700	1400
3'000	750	1200	200	300	600	950	1800
5'000	1250	2000	300	300	600	1550	2600
10'000	2500	4000	300	300	600	2800	4600

Abbildung 3: Richtgrössen für Brauch- und Löschreserven.

Die Tabelle zeigt, dass bei kleineren Versorgungsungen die Löschreserve mehr als die Hälfte des Gesamtvolumens ausmachen kann, während dieser Anteil bei grösseren Versorgungsungen weniger ins Gewicht fällt.

Dabei muss beachtet werden, dass aus Qualitätsgründen das gesamte Speichervolumen der Reservoirs in maximal 3 Tagen umgewälzt werden sollte.

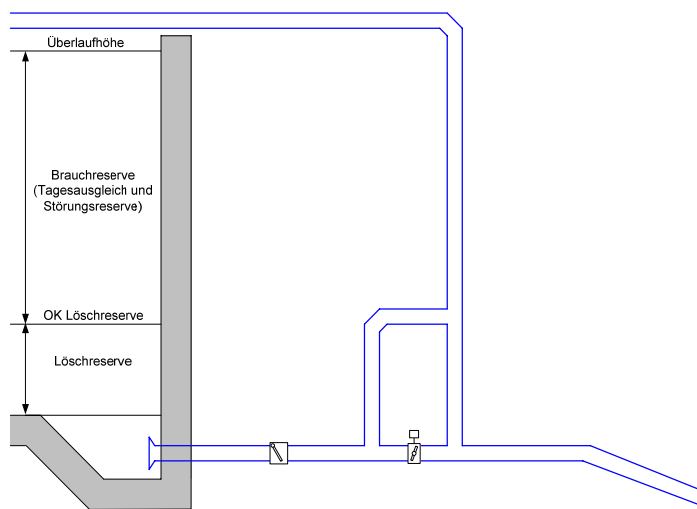
Was sind die Besonderheiten der Löschreserve?

Von den Betreibern der Wasserversorgung wird verlangt, dass die Löschreserve im Reservoir jederzeit vorhanden ist und nur für Brandfälle verwendet wird. Dies bedeutet, dass die Löschreserve separat gehalten werden muss und irrtümliches bzw. störungsbedingtes Gebrauchen verhindert wird. Früher wurde dies meist so gelöst, dass in den Reservoirs, die sowieso jeweils aus mindestens zwei Kammern bestehen, eine Kammer oder zumindest der untere Teil einer Kammer eine separate Abgangleitung hat, die über einen so genannten Löschschieber abgesperrt ist. Dieser manuell zu bedienende Löschschieber wurde schon seit längerem abgelöst durch eine Klappe mit einem Antriebsmotor, der auch fernausgelöst werden kann. Zweck dieser Löschklappe bleibt das Abschiebern der Löschreserve.

Ein Problem von separaten Löschkammern ist die Qualität des Wassers, da wir ja nach wie vor über Trinkwasser reden. Das Wasser muss daher in solchen Fällen beim

Einlauf ins Reservoir in die Kammer mit der Löschrserve geleitet werden, von wo der Überlauf in die Brauchreserve und anschliessend der Auslauf erfolgt.

Schon seit einiger Zeit wird die Löschrserve vorwiegend mittels einem Löschbogen abgesichert. Dabei wird das Wasser beim Auslauf über einen Bogen geführt. Dieser muss zwingend belüftet sein, damit der Wasserstand nicht durch Syphon-Wirkung tiefer absinken kann. Erst mit dem Öffnen der Löschkappe wird der direkte Auslauf und demzufolge die Löschrserve freigegeben.



Eine Rückschlagklappe auf der Auslaufleitung bewirkt, dass die Füllung über die Steigleitung erfolgt und so eine gute Wasserumwälzung gewährleistet ist. Zwei oder mehrere Kammern können so über den gleichen Löschbogen bewirtschaftet werden, was insbesondere bei der Reservoirreinigung Vorteile bietet.

Abbildung 4: Reservoir mit Löschbogen.

Probleme mit dem Löschbogen

Dieser Löschbogen kann nun aber auch gewisse Probleme auslösen. Bei geschlossener Löschkappe muss das ausfliessende Wasser wie erwähnt einen grösseren Weg zurücklegen. Dabei entsteht ein Reibungsverlust, der mit zunehmendem Durchfluss exponentiell ansteigt.

Die gesamte Löschbogeneinrichtung enthält diverse Armaturen und Formstücke, die einerseits einen zusätzlichen Druckverlust verursachen, andererseits aber auch relativ teuer sind und auch einen gewissen Platzbedarf aufweisen. Dies hat verschiedentlich dazu geführt, dass diese Installationen mit einer kleineren Nennweite ausgeführt wurden als die anschliessende Hauptleitung zum Netz.

Dabei muss man sich nun bewusst sein, dass ein zusätzlicher Druckverlust von ca. 0.1 bar bzw. 1 m WS insgesamt eigentlich nicht gross ins Gewicht fallen würde. Im Reservoirbereich fehlt der Vordruck dazu aber schnell einmal. Wie das Drucklinienbild zeigt, kann der über den Löschbogen verursachte Reibungsverlust bei höheren Bezugsmengen grösser werden als der zur Verfügung stehende Vordruck bei abgesenktem Wasserstand. Dies führt dann dazu, dass über die Belüftungsleitung Luft in die Reservoir-Abgangsleitung gelangt. Dies wiederum hat zur Folge, dass trotz genügend Wasser im Reservoir sich die Leitung zu entleeren beginnt und der Versorgungsdruck im gesamten Versorgungsnetz absinkt.

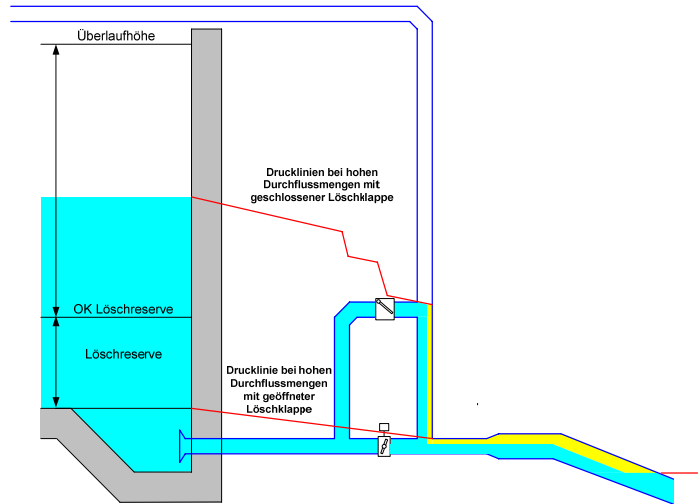


Abbildung 5: Druckverluste bei hohen Durchflüssen.

Wir führen in vielen Wasserversorgungen im Rahmen von so genannten Vergleichsmessungen entsprechende Druck- und Mengemessungen durch. Dabei haben wir dieses auf Anhieb eher unerklärliche Phänomen schon verschiedentlich festgestellt und auch dokumentiert.

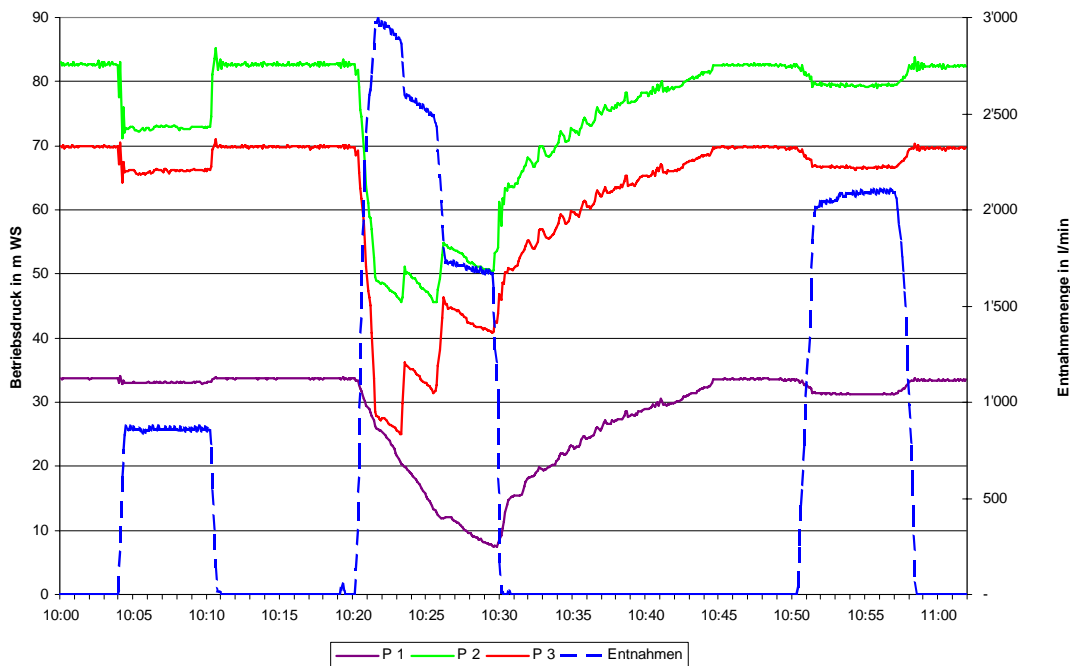


Abbildung 6: Druck- und Mengemessungen

Im praktischen Beispiel haben wir den Betriebsdruck an verschiedenen Punkten kontinuierlich registriert. In einer ersten Phase haben wir während rund 7 Minuten knapp 900 l/min entnommen. Dabei erfolgte je nach Distanz vom Reservoir eine Druckabsenkung von maximal ca. 10 m WS bzw. 1 bar. Während der Entnahmephase blieben die Druckverhältnisse erwartungsgemäss konstant und kehrten anschliessend umgehend auf den Ausgangsdruck zurück.

In einer zweiten Phase haben wir rund 3'000 l/min entnommen. Dadurch resultierte ein deutlich höherer Druckabfall, was auch durchaus normal ist. Allerdings stellten sich danach keine konstanten Verhältnisse ein, sondern der Betriebsdruck senkte sich weiter ab, während gleichzeitig die Entnahmemenge geringer wurde. Nach wenigen Minuten haben wir die Entnahmemenge in zwei Schritten gedrosselt, was aber immer noch nicht zu stabilen Verhältnissen führte. Nach dem Schliessen unserer Entnahme dauerte es anschliessend über eine Viertelstunde, bis sich der Betriebsdruck wieder erholt hatte.

Was war passiert? Die Entnahmemenge von 3'000 l/min überstieg die Kapazität der Reservoir-Installation, sodass der Durchfluss in der Reservoirleitung grösser war als die Nachspeisung aus dem Reservoir. Dadurch wurde Luft in die Abgangleitung eingetragen, zum Absinken des Druckhorizontes führte. Dies setzte sich solange fort, bis der Durchfluss auf der Abgangleitung geringer wurde als die mögliche Nachspeisung. Danach musste die Luft in der Leitung aber zuerst wieder noch oben entweichen, was durch das Nachfliessen des Wassers natürlich behindert war und entsprechend der stossweisen Entlüftung zu den ersichtlichen Druckschwankungen führte.

Nach dem Erreichen des Grundzustandes haben wir die Löschklappe geöffnet und in einer dritten Messphase ca. 2'100 l/min entnommen. Dies war nun vom Gesamtsystem wieder problemlos verkraftbar.

Erkenntnisse in Bezug auf die Löschklappe

Grundsätzlich stellt ein Brandfall eine spezielle und aussergewöhnliche Betriebssituation für die Wasserversorgung dar. Die Feuerwehr kann zurecht erwarten, dass an den Hydranten die erwartete Löschwassermenge jederzeit zur Verfügung steht. Zu diesem Zweck gibt es darum meistens beim Feuerwehrmagazin auch einen Knopf, der eben diese Löschreserve freigibt.

Wir haben nun verschiedentlich festgestellt, dass das Drücken der Löschklappe nicht erfolgt, sei dies, weil die Meinung besteht, dass sowieso genügend Wasser vorhanden ist oder weil zuerst die Pumpen für eine zusätzliche Wasserbeschaffung in Betrieb gesetzt werden. Dies kann zwar durchaus zutreffen bzw. ohne Folgeprobleme

funktionieren. Vor allem bei Versorgungen mit mehreren Druckzonen sind Handeingriffe in der Hektik aber nicht sehr sinnvoll. So kann zum Beispiel die Inbetriebnahme von Pumpen in nicht betroffenen Druckzonen die Löschwasserleistung mehr einschränken als fördern. Generell sind die Versorgungsnetze ohnehin so dimensioniert, dass die Löschwasserversorgung mit alleiniger Einspeisung durch das Reservoir eine ausreichende Brandbekämpfung zulässt.

Mit den heutigen Fernsteuerungen wird mit der Betätigung der Löschklappe nicht nur die Löschreserve freigegeben, sondern es werden zusätzlich auch zusätzliche Überwachungsfunktionen aktiviert. So werden insbesondere nur Pumpen zugeschaltet, wenn dies von den entsprechenden Wasserständen her auch sinnvoll ist. Eine spezielle Aufgabe hat das Auslösen der Löschklappe bei Versorgungszonen mit mehreren Reservoiren, die mit einer so genannten Ausgleichsteuerung bewirtschaftet werden.

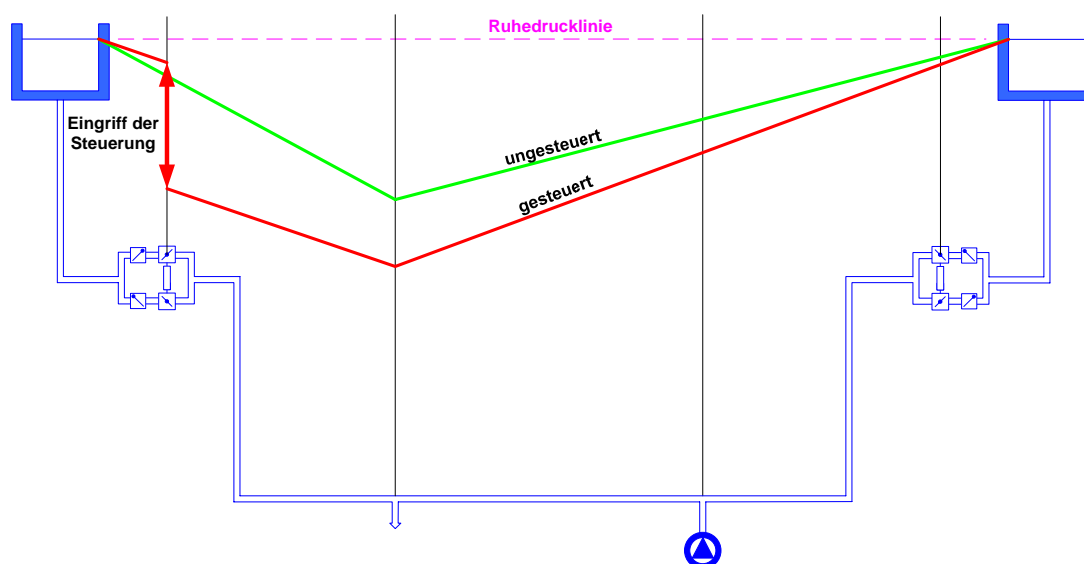


Abbildung 7: Ausgleichsteuerung; Drucklinien bei grossem Verbrauch.

Das Prinzip einer solchen Steuerung besteht darin, eine gleichmässige Absenkung bzw. Füllung der jeweiligen Reservoirs zu erzielen. Dies erfolgt durch Bremsen desjenigen Reservoirs, das sich zu schnell entleeren bzw. füllen würde. Dieses Bremsen bedeutet einen Druckverlust, der für den normalen Versorgungsbetrieb keinen grossen Einfluss hat. Im Brandfall hingegen ist ein solcher Druckverlust komplett unerwünscht. Über die Steuerung wird daher die Ausgleichsteuerung mit dem Betätigen der Löschklappe in Mittelstellung gefahren. Die ungleiche Absenkung der Reservoirs kann in solchen Fällen ohne weiteres in Kauf genommen werden.

Die häufige Praxis, auf das Drücken der Löschklappe zu verzichten, kann sich daher in vielen Fällen als fatal auswirken. Wir raten deshalb dringend an, die Löschklappe in jedem Brandfall auszulösen, wie dies von der Gebäudeversicherung auch gefordert ist.

Belastung des Leitungsnetzes

Nun möchte ich noch ein anderes Thema ansprechen: die Belastung des Leitungsnetzes durch den normalen Verbrauch sowie im Brandfall. Der normale Verbrauch im Netz schwankt im Tagesverlauf, relativ häufig liegt aber mittlerer Verbrauch vor. Dieser hängt vor allem von der Anzahl der versorgten Einwohner ab und ist über das gesamte Versorgungsgebiet verteilt. An heissen Sommertagen kann dieser Wert deutlich ansteigen. Die Tabelle in Abbildung 8 zeigt entsprechende Richtwerte.

Einwohner	mittlerer Verbrauch in l/min	Spitzenverbrauch in l/min
200	40	150
300	60	220
500	100	370
1'000	210	750
2'000	400	1'500
3'000	600	2'200
5'000	1'000	3'700
10'000	2'100	7'500

Abbildung 8: Richtgrössen für den normalen Verbrauch.

Brandrisiko	Löschmenge in l/min
Ort mit offener Bauweise	1'200
Dorf mit offener Bauweise	1'500
Dorf mit teilweise geschlossener Bauweise	1'800
Dorf mit Gewerbezone	2'200
städtische Quartiere	2'400
Industriegebiete, Umweltgefährdung normal	3'600
Industriegebiete, Umweltgefährdung erhöht	4'800
Industriegebiete, Umweltgefährdung gross	5'400

Abbildung 9: Richtgrössen für Löschwassermengen.

mässigkeiten bei doppelter Durchflussmenge ungefähr auf das Vierfache ansteigt, werden also die Rohrnetze im Brandfall deutlich stärker belastet, als dies beim Normalverbrauch vorkommt.

Im Brandfall müssen zusätzlich zum normalen Bedarf je nach Brandrisiko grössere Löschwassermengen transportiert werden, und zwar auch bis zur Peripherie des Rohrnetzes. Dabei handelt es sich in den meisten Versorgungsnetzen um Werte, die den normalen Bedarf zum Teil massiv übersteigen. Da der Reibungsverlust auf Grund der hydraulischen Gesetze

Konkret bedeutet dies, dass die Rohrnetze für die eigentliche Trinkwasserversorgung in vielen Fällen weniger gross ausgelegt werden müssten, als dies für den Brandfall erforderlich ist. Umgekehrt heisst das aber auch, dass für die entsprechenden Brandfälle dimensionierte Leitungsnetze im normalen Versorgungsbetrieb eigentlich überdimensioniert sind und so mit nur geringen Belastungswerten betrieben werden.

Dies kann wie schon bei Reservoiren, die im Verhältnis zum Tagesverbrauch sehr gross dimensioniert sind, zu Qualitätsproblemen führen. Am häufigsten trifft dies zu bei Industriezonen, insbesondere Lagerhallen mit nur geringem Normalverbrauch, aber hohem Brandrisiko.

Die Wasserversorgung muss daher ein Konzept ausarbeiten, um zum Beispiel einmal pro Quartal schwach durchströmte Leitungsabschnitte zu spülen.

Druckschläge

Ein Dauerthema der Wasserversorgungen sind auch die Druckschläge. Je nach Verbrauchssituation schwanken die Druckverhältnisse im Netz, was durchaus normal ist.

Problematischer wird es aber, wenn die Durchflussmengen bzw. Fließgeschwindigkeiten sehr schnell ändern. Dies ist immer dann der Fall, wenn Hydranten geöffnet oder wieder geschlossen werden. Noch grössere Auswirkungen haben schnell schliessende Ventile oder Kugelhähne, wie sie unter anderem bei Tanklöschfahrzeugen zum Einsatz kommen.

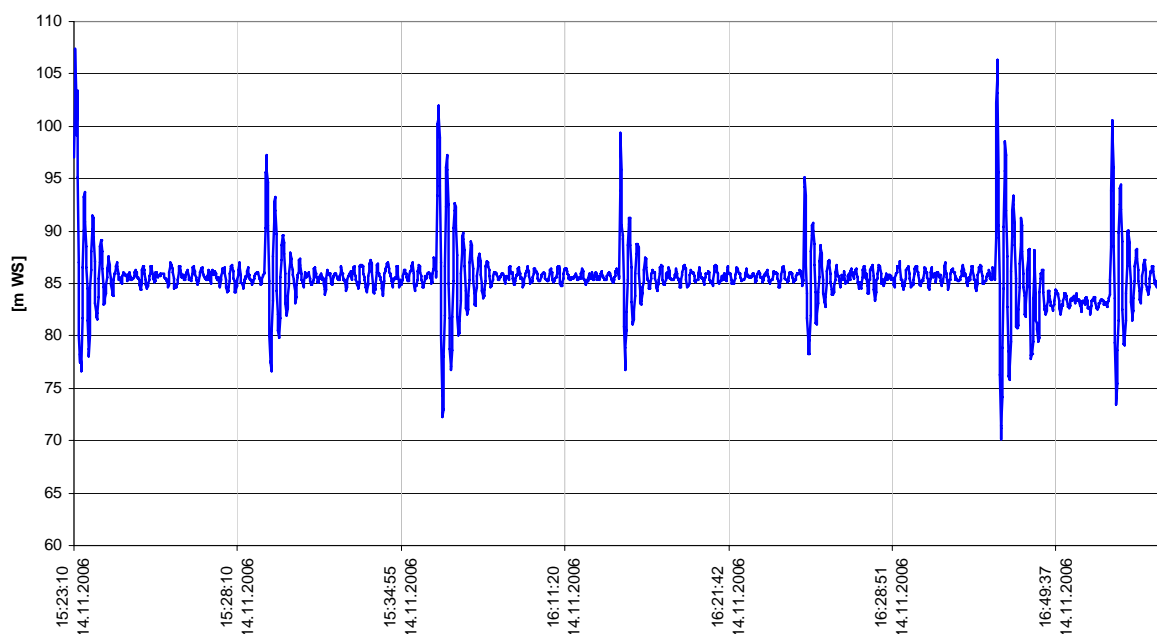


Abbildung 10: Druckaufzeichnung im Sekundenintervall.

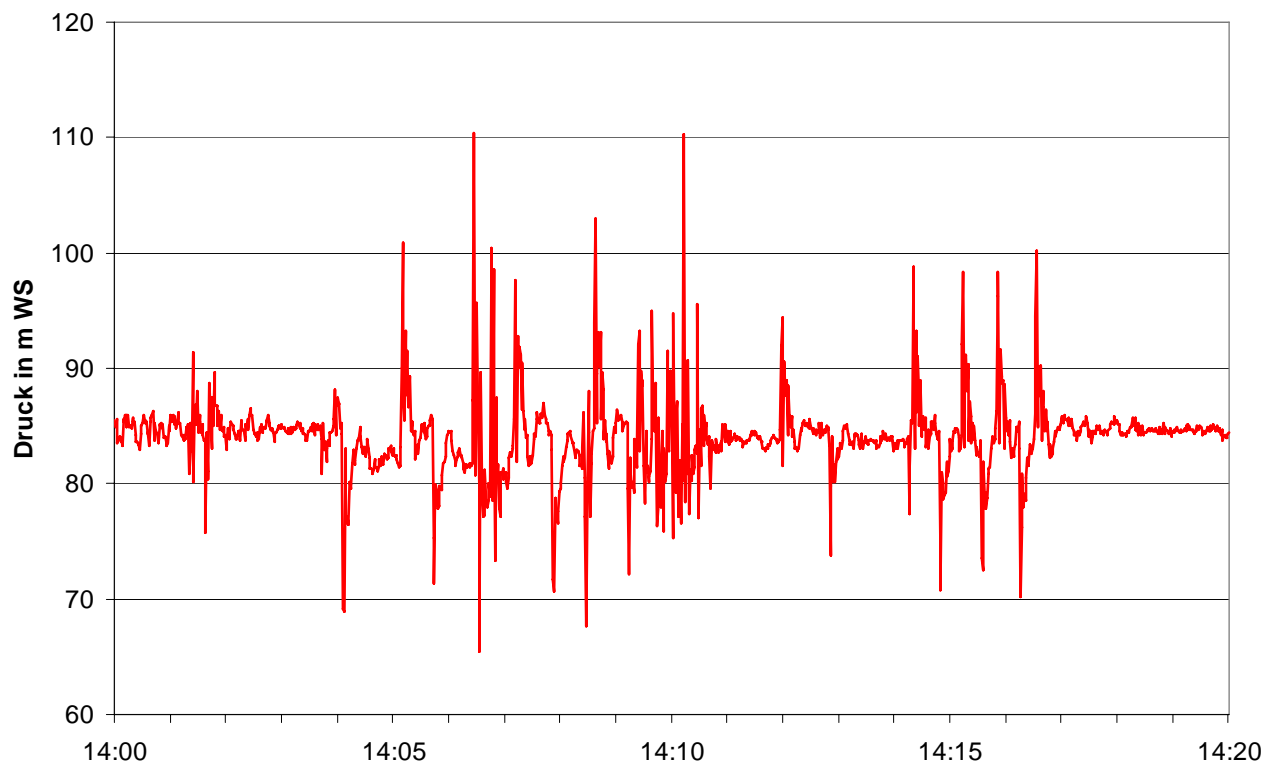


Abbildung 11: Öffnen und Schliessen von Hydranten.

Wie die Beispiele zeigen, können durch die Betätigung von Hydranten heftige Druckschläge verursacht werden. Diese wirken wie ein Hämmern auf das gesamte Leitungssystem.

Vereinzelte Druckschläge alleine beschädigen noch keine „gesunden“ Leitungen. Es ist aber eine Tatsache, dass auf Grund der heterogenen Struktur des Leitungsnetzes sich im Laufe der Zeit Schwachstellen entwickeln, bei denen ein zusätzlicher Druckschlag ausreicht, um einen Rohrbruch zu verursachen.

Unvorsichtiges bzw. zu schnelles Öffnen und Schliessen von Hydranten ist ein Grund für Druckschläge. Deshalb sollte der korrekten, insbesondere langsamen Hydrantenbedienung ausreichend Beachtung geschenkt werden.

Fazit

Die Bedürfnisse und Interessen der Trinkwasserversorgung und der Feuerwehr weichen teilweise stark voneinander ab. Eine Abkoppelung dieser Bereiche stünde aber in keinem Verhältnis zum nötigen Aufwand dafür. Ich bin überzeugt, dass dies weiterhin eine sinnvolle Kooperation darstellt. Wichtig ist aber das gegenseitige Verständnis

mit entsprechender Rücksichtnahme. Ich hoffe, meinen Ausführungen über einige technische Details fördern diese Bestrebungen.
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

- * **Charles Hegglin, dipl. Bauingenieur HTL**
Fachbereichsleiter Berechnung
K. Lienhard AG, Ingenieurbüro
Bolimattstrasse 5, 5033 Buchs-Aarau
Telefon 062 832 82 82, Fax 062 832 82 83
hegglin@lienhard-ag.ch, www.lienhard-ag.ch