

Weiterbildungskurse 2025



www.brunnenmeister.ch

Zustandsorientierte Spülung und Spülpläne

Von:

Fadri Guler
Geschäftsführer
uli lippuner ag
Wasserconsulting
Ragazerstrasse 29 / Postfach 171
7320 Sargans



www.ulippuner.ch

fadri.guler@ulippuner.ch

Veranstaltungsort:



Zustandsorientierte Spülung und Spülpläne

Autor / Referent: Jeannette Lippuner / Fadri Guler

1. Einleitung

Rohrnetzspülungen sind eine wichtige Massnahme zur Sicherung der Wasserqualität im Leitungsnetz. Es ist allgemein bekannt, dass Trinkwassernetze regelmässig gespült werden sollten, um sicherzustellen, dass das Wasser bei der Verteilung nicht schlechter wird. Mancherorts werden sogenannte Hygiene- bzw. Endstrangspülungen durchgeführt. Ziel dabei ist es, eine Aufkeimung des Wassers zu vermeiden.

In den letzten Jahren wurden in Deutschland viele Forschungsprojekte durchgeführt, um herauszufinden, wie Bakterien entstehen und welche Massnahmen helfen, dem vorzubeugen.ⁱ Eine wichtige Erkenntnis ist, dass die Zeit, die das Wasser in den Leitungen bleibt (inklusive Stagnation sowie Temperaturen bis 20 °C), grundsätzlich keinen Einfluss auf das Wachstum von Bakterien hat. Bei einem gemäss den allgemein anerkannten Regeln der Technik gewonnen und aufbereiteten Trinkwasser bildet sich unter stabilen Betriebsbedingungen ein stabiler Biofilm im Netz aus. Selbst bei langsam durchflossenen Bereichen kommt es im Regelfall zu keiner Koloniezahlerhöhung. Ein zusätzlicher Wasseraustausch in stagnierenden Bereichen zur Vermeidung einer Koloniezahlerhöhung ist unter diesen Bedingungen nicht erforderlich. Ein Wasseraustausch in einem bestimmten Intervall kann allerdings zur Vermeidung von sensorischen Beeinträchtigungen (Geschmack, Geruch, Färbung) erforderlich sein.ⁱⁱ Demgegenüber stellt ein wichtiger Faktor für die Wasserqualität die Ablagerungen in den Rohren dar. Diese können trübes Wasser verursachen und auch das Wachstum von Bakterien und anderen Mikroorganismen fördern. Deshalb sollte bei der Rohrnetzspülung besonders darauf geachtet werden, diese Ablagerungen zu entfernen.ⁱⁱⁱ

Bei Spülungen gilt es immer zu beachten, dass diese systematisch und mit sauberem Wasser durchgeführt werden. Damit dies sichergestellt werden kann, ist es notwendig, die Spülungen anhand einer klaren Anleitung, dem sogenannten Spülplan, umzusetzen.

2. Spülpläne

2.1. Systematischer Spülplan

Einfach gesagt ist ein Spülplan eine Anleitung, wie man das Netz mit sauberem Wasser reinigt. Im Spülplan wird aufgezeigt, welche Schieber und Hydranten in welcher Reihenfolge zu bedienen sind. Man verfügt über eine „Schritt für Schritt“ Anleitung. Durch die Veränderungen von Schieberstellungen werden definierte Spülstrecken und Spülrichtungen geschaffen, so dass das Wasser dem Spülhydranten nur aus einer Richtung zuströmt.

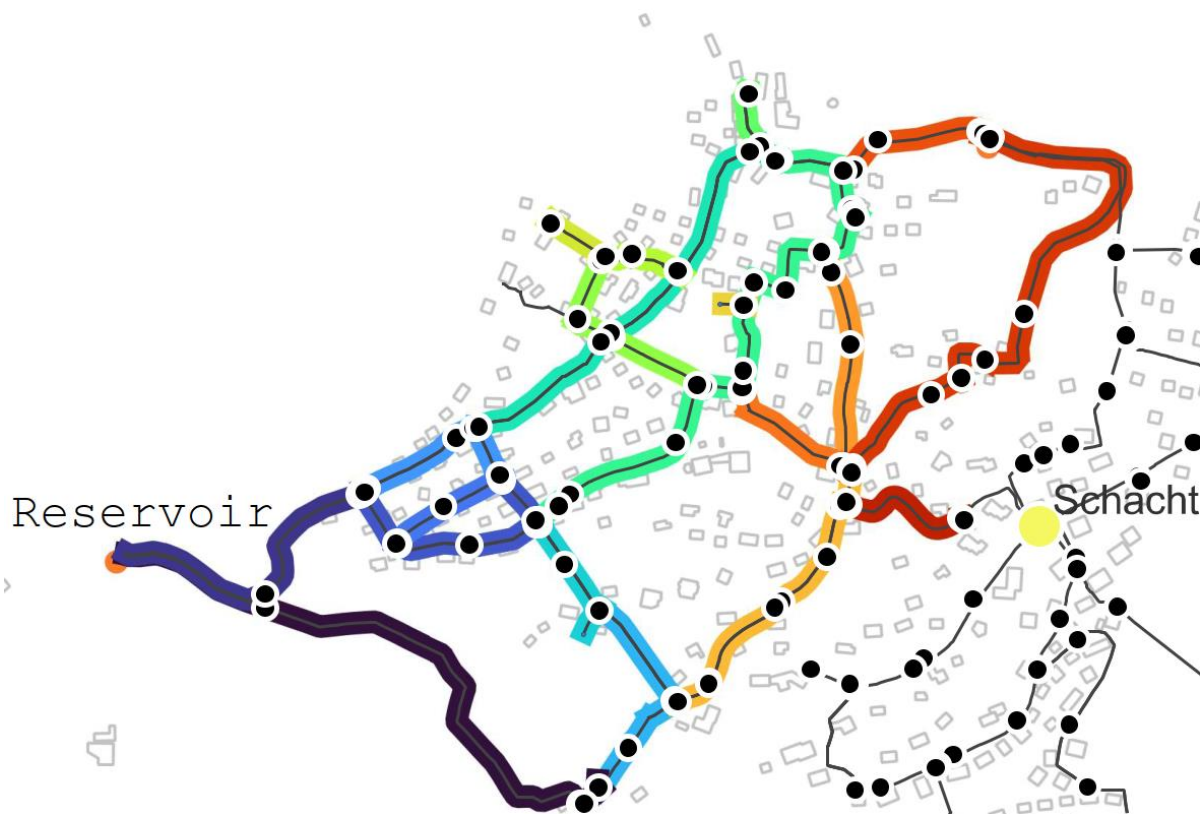


Abbildung 1: Beispiel eines Spülplanes für eine Zone

2.2. Klare Wasserfront

Wenn von sauberem Wasser gesprochen wird, benutzt man in der Praxis den Begriff „klare Wasserfront“. Das bedeutet, dass die Einspeisung in die Spülstrecke an eine zuvor gespülte oder saubere Rohrleitung anschliesst bzw. Ausgangspunkt ein Reservoir oder Grundwasserpumpwerk ist. Rohrleitungen, die mit Fließgeschwindigkeiten $> 0,3 \text{ m/s}$ betrieben werden, haben ein geringes Ablagerungspotential und können als klare Wasserfront angesehen werden.

2.3. Physikalische Grenzen

Jede Leitungsspülung ist mit einem gewissen Wasserverbrauch verbunden. Dieser hängt vom Rohrquerschnitt, der Fließgeschwindigkeit und der Spüldauer ab. Im Spülplan wird der Verbrauch quantifiziert. Durch Einhaltung der Vorgaben aus dem Spülplan ist gewährleistet, dass die Brauch- und Löschversorgung jederzeit sichergestellt bleibt.

Ebenfalls ist der Netzdruck zu berücksichtigen, welcher während des Spülvorgangs nicht zu hoch und nicht zu tief ausfallen darf. Bei der Erarbeitung des Spülplans ist insbesondere auf temporäre Situationen mit Unterdruck zu achten. Es gilt zu vermeiden, dass hochliegende Leitungsstränge während des Spülvorgangs entleert werden oder dass Luft angesaugt werden kann. Mit der hydraulischen Netzanalyse werden diese Gefahren frühzeitig erkannt und eliminiert. Der Brunnenmeister kann sich im Feld auf den Spülplan abstützen, welcher ausschliesslich zulässige Betriebszustände vorsieht.

2.4. Warum braucht es einen Spülplan?

Es ist davon abzuraten, Hydranten nach Gutdünken zu bedienen und so das Leitungsnetz zu spülen. Dadurch können Ablagerungen im Netz aufgewirbelt und verteilt bzw. in andere Bereiche verlagert werden. Wenn aus einem Leitungsstrang Feststoffe ausgetragen werden, sollen nicht gleichzeitig Ablagerungen auf Nebenwegen in Umlauf gebracht werden. Mit der Befolgung eines korrekten Spülplans ist sichergestellt, dass es zu keiner unkontrollierten Zirkulation kommt.

2.5. Klare Arbeitsabläufe und Kommunikation

Bei einer Netzspülung sind in der Regel mehrere Personen, allenfalls an verschiedenen Standorten, gleichzeitig am Arbeiten. Aus dem Spülplan sind nicht nur die Arbeitsabläufe genau ersichtlich, sondern es ist dank diesem auch eine klare Kommunikation möglich. Falsche Schieberstellungen können schwerwiegende Folgen haben. Hektisch durchgeführte Korrekturmassnahmen können ebenso gefährlich sein. Sie bergen stets das Risiko weiterer Fehler. Dieser Umstand hat eine besonders grosse Bedeutung im Fall einer Trinkwasserkontamination, wo die Verantwortlichen ohnehin unter grossem Zeitdruck stehen. Der Spülplan bietet Gewähr, dass das Risiko falscher Manipulationen auf ein Minimum reduziert wird.

2.6. Effizienz

Netzspülungen sind arbeitsintensiv. Aber nicht jeder Rohrabschnitt kann und muss regelmässig gespült werden. Schon aus ökonomischen Gründen ist in der Praxis eine Prioritätensetzung unvermeidlich. Hier setzt die zustandsorientierte Spülung an.



Abbildung 2: Beispiel einer Spülung mit Austrag von Ablagerungen

3. Zustandsorientierte Spülstrategie

Bei der zustandsorientierten Spülung orientiert man sich am effektiven Zustand. Bekanntlich ist es eher schwierig, einen Blick ins Innere der Rohre zu werfen. Deshalb werden verschiedene Parameter während der Spülung gemessen. Hauptparameter sind die Trübung, die Spülgeschwindigkeit und der Fließdruck. Es wird eruiert, wo wie viele Ablagerungen sind und wo, welche Ablagerungen entstehen. Daraus lassen sich dann die Zeitabstände eruieren, wie oft die einzelnen Leitungsabschnitte zu spülen sind.

Dabei gilt: Je schneller sich Ablagerungen in den Leitungen ansammeln, desto häufiger muss gespült werden. Wie funktioniert das im Detail?

3.1. Arbeitsablauf

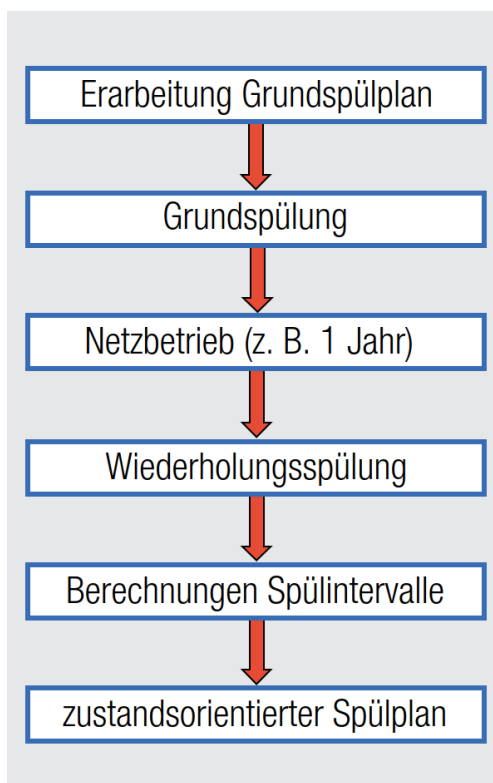


Abbildung 3: Arbeitsablauf zustandsorientierte Spülstrategie

In einem ersten Schritt wird ein systematischer Grundspülplan erstellt. Dieser beinhaltet die Reihenfolge der zu spülenden Leitungen sowie die zu verändernden Schieberstellungen. Mit diesem Grundspülplan wird das Netz in einem zweiten Schritt gründlich gereinigt und von den Ablagerungen befreit (Grundspülung). Die Spülungen werden als Wasserspülungen mit dem vorhandenen Netzdruck durchgeführt. Die notwendige Spülgeschwindigkeit kann für Leitungen bis DN 200 über einen Hydranten realisiert werden. Bei grösseren Dimensionen werden bei der Entwicklung des Spülplans mehrere Hydranten vorgesehen.

Nachdem die Grundspülung durchgeführt wurde, wird das Netz in der Regel ein Jahr lang regulär betrieben. Der Betriebsintervall kann individuell festgelegt werden, wobei

in der Praxis ein einjähriger Intervall üblich ist. Nach einem Jahr wird die systematische Spülung wiederholt. Indem die vorhandenen Ablagerungen gemessen werden, kann eruiert werden, was während diesem Jahr im Netz geschehen ist. In welchen Leitungsabschnitten haben sich neue Ablagerungen gebildet und wie viele? Mit den Daten lässt sich dann eruieren, wo, welche und wie viele Ablagerungen entstanden sind. Anhand der Verknüpfung der Trübungskurven mit den Leitungskoordinaten ist es möglich, die Akkumulation der Ablagerungen im Netz detailliert darzustellen. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die gemessenen Ablagerungen der Grund- und Wiederholungsspülung einer Beispielgemeinde.



Abbildung 4: Ablagerungssituation bei Grundspülung Beispielgemeinde

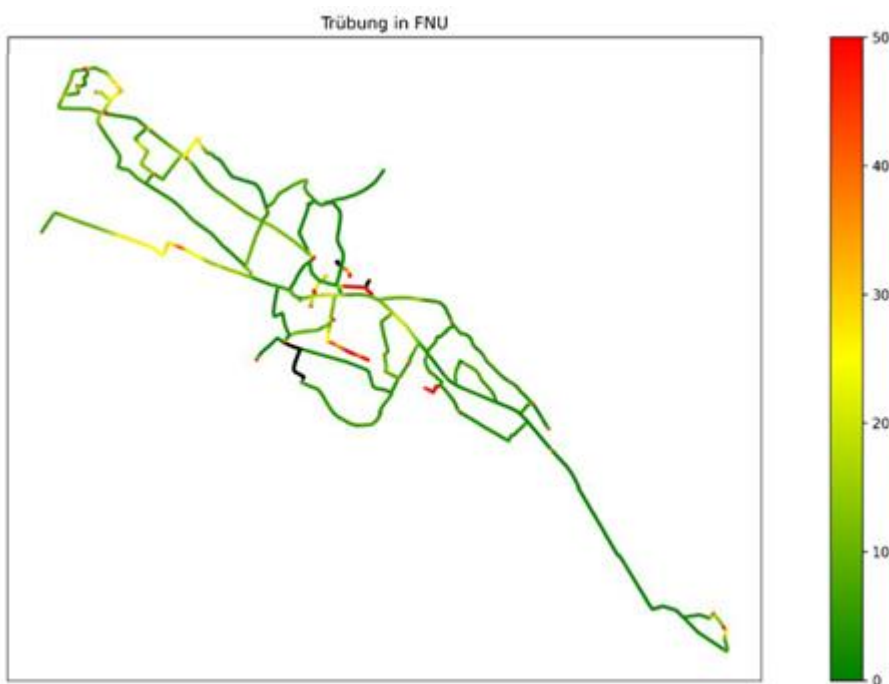


Abbildung 5: Ablagerungssituation bei Wiederholungsspülung Beispielgemeinde

In diesem Beispiel zeigt sich (Abb. 5), dass im überwiegenden Teil der Leitungen ein niedriges Ablagerungsniveau (mit Werten < 10 FNU) vorliegt. Dies entspricht dem grünen Bereich. In der Hauptleitung zwischen der Grundwasserpumpwerk und dem Versorgungsgebiet reicherten sich punktuell Ablagerungen mit Werten von z.T. > 50 FNU an (gelber Bereich). Hohe Ablagerungsmengen > 100 FNU waren in einzelnen Leitungen in vermaschten Bereichen (roter Bereich) zu verzeichnen.

Eine positionsgenaue Erfassung der Ablagerungen ist basierend auf dem Verlauf der Trübung und der Spülgeschwindigkeit möglich. Die Verknüpfung der Daten mit den Leitungskordinaten ermöglicht die exakte Visualisierung der Ablagerungssituation. Damit werden diejenigen Leitungen identifiziert, die zur Bildung von Ablagerungen neigen. Zusätzlich werden die erreichten Spülgeschwindigkeiten dokumentiert. Hieraus lassen sich Aussagen zur hydraulischen Leistungsfähigkeit der Leitungen ableiten.

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen der Spülungen werden die zustandsorientierten Spülintervalle für die Leitungen berechnet. Daraus lässt sich somit ableiten, welche Abschnitte, wie oft zu spülen sind. Die berechneten Spülintervalle unseres Beispiels sind in Abb. 6 farblich dargestellt.

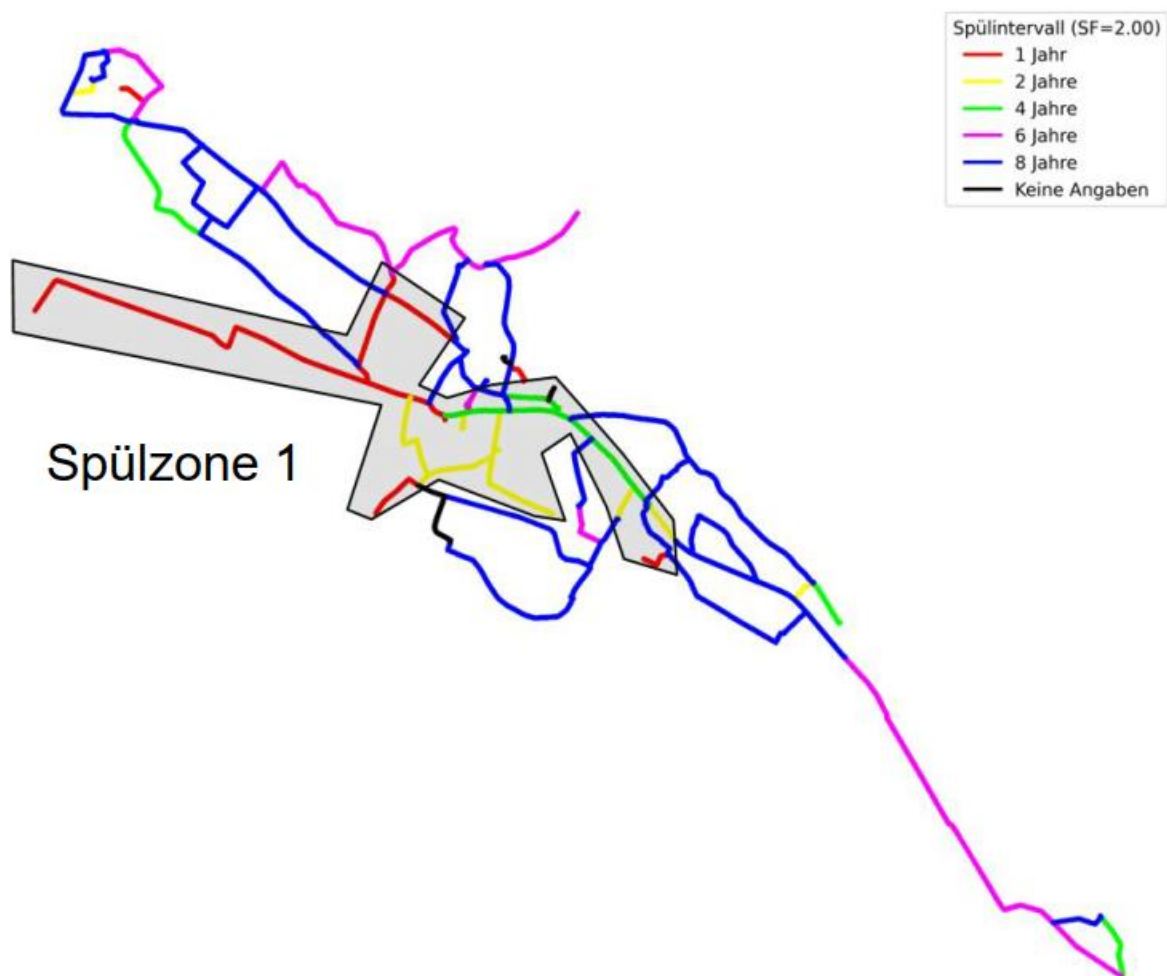


Abbildung 6: Resultat Spülintervalle Beispielgemeinde

Im aufgeführten Beispiel ergeben sich für die Hauptleitung vom Grundwasserpumpwerk zum Versorgungsgebiet und vereinzelt Leitungen Spülintervalle von einem Jahr (rot). Korrelierend mit der Ablagerungssituation ergeben sich in dem vermaschten Versorgungsgebiet Spülintervalle zwischen 2 (gelb) und 4 (grün) Jahren. Für den überwiegenden Teil der Leitungen in diesem Gebiet wurden Spülintervalle zwischen 6 und 8 Jahren berechnet.

Um aus diesen einzelnen Spülintervallen einen praxistauglichen Spülplan zu entwickeln, werden Spülzonen definiert. Die einzelnen Spülintervalle werden der jeweiligen Spülzone zugewiesen. Dabei werden verschiedene Faktoren beachtet. Dazu gehören unter anderem die verfügbaren Kapazitäten in der Wasserversorgung.

Das Versorgungsgebiet der Beispielmunicipalität wurde in zwei Spülzonen unterteilt. Der grau hinterlegte Teil (Abb. 6), Spülzone 1, soll im Intervall von zwei Jahren gespült werden. Der übrige Bereich kann im Intervall von 6-8 Jahren gespült werden. Dafür wird der Grundspülplan für die Spülzone 1 entsprechend angepasst, woraus der zustandsorientierte Spülplan entsteht.

3.2. Fazit

Der zustandsorientierte Spülplan stellt das Instrumentarium bereit, um mit begrenzten Mitteln in wichtigen Netzabschnitten eine grosse Wirkung zu erzielen. Durch die Messungen kennt man die problematischen Abschnitte und Stränge im Netz. Damit spart man Geld und Zeit im Unterhalt, weil man das Netz effizient und stets mit klarer Wasserfront spült: nämlich dort, wo es nötig ist.

Gleichzeitig verfügt die Wasserversorgung mit dem Spülplan über ein hilfreiches Instrument, das gerade bei einer Trinkwasserverschmutzung gewinnbringend eingesetzt werden kann.

ⁱ Die Ergebnisse wurden in einer praktischen Anleitung (DVGW-Information Wasser Nr. 81) zusammengefasst und sind inzwischen Bestandteil des DVGW-Regelwerkes (DVGW-Arbeitsblatt W 400-1 und W 291).

ⁱⁱ DVGW-Information Nr. 81, Ziff. 6

ⁱⁱⁱ Vgl. dazu: Korth A., Donath O., Zustandsorientierte Spülstrategie für Trinkwassernetze, DVGW, energie / wasser-praxis, 11/2018, mit weiteren Quellen