

Stuttgart, 17.02.2023

Heilquellenschutz in Stuttgart - Strategie - Konzepte - Zukunftsprognose

Mitteilungsvorlage

Vorlage an	zur	Sitzungsart	Sitzungstermin
Ausschuss für Klima und Umwelt	Kenntnisnahme	öffentlich	03.03.2023

Bericht

Vom Bericht zu Strategien und Konzepten des Heilquellenschutzes sowie zu einer Prognose der zukünftigen Schüttung der Mineral- und Heilquellen wird Kenntnis genommen.

1. Einleitung

Die Stuttgarter Heil- und Mineralquellen sind wegen der bis ins 19. Jahrhundert zurückgehenden Kur- bzw. Bädertradition für die Stadt ein wichtiges Kulturgut. Die mineralstoff- und kohlenstoffreichen Wässer werden im großen Umfang in den drei städtischen Mineralbädern Berg, Leuze und Bad Cannstatt genutzt. Zwölf Brunnen im Oberen Muschelkalk und ein Brunnen im Buntsandstein/Kristallin, deren Wasser die Bäder speist, sind als Heilquelle staatlich anerkannt. Diese Anerkennung und Nutzung machen die Heilquellen zum hochrangigen wasserwirtschaftlichen Schutzgut. Dies verpflichtet zu einem sorgsamem und nachhaltigen Umgang mit dieser Ressource und zu einer Überwachung im Sinne eines vorsorgenden Heilquellenschutzes.

Bemühungen zum Schutz der Quellen und zu ihrer Sicherung haben daher in Stuttgart schon seit langem eine hohe Bedeutung. Die Überwachung der Heilquellen und des dazugehörigen Grundwasserleiters Oberer Muschelkalk, in dem das Mineralwasser strömt, obliegt der Stadt als kommunale Aufgabe (Amt für Umweltschutz, Fachbereich Geologie und kommunaler Heilquellenschutz) sowie der Unteren Wasserbehörde im Amt für Umweltschutz als hoheitliche Aufgabe. Die grundsätzlichen Schutzziele lauten:

- Wahrung der natürlichen Schüttung (Erhalt des natürlichen Druckregimes),
- Erhalt des geochemischen Charakters und des Gasgehalts des Quellwassers,
- Schutz vor Eintrag anthropogener Stoffe (Erhalt der natürlichen Reinheit).

Qualitative Beeinträchtigungen stellen in Zusammenhang mit der staatlichen Anerkennung der Heilquellen eine besondere Bedrohung dar, weil dieses Prädikat eine natürliche Reinheit und eine geochemisch weitgehend gleichbleibende Zusammensetzung der Heilwässer voraussetzt. Der quantitative Heilquellenschutz konzentriert sich auf die Abwehr von Gefahren, die Mengen- oder Druckdefizite im Mineralwassersystem (dem Grundwasserleiter Oberer Muschelkalk) zur Folge haben und dann die Quellschüttung verändern können.

Vorrangiges Ziel ist ein vorsorgender Heilquellenschutz, mit dem Risiken und Gefährdungspotenziale gegenüber dem Quellsystem ausgeschlossen bzw. minimiert werden können. Aus der über drei Jahrzehnte erarbeiteten hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Erfahrung sind hierzu im Amt für Umweltschutz Strategien und Konzepte entwickelt worden, die im urbanen Umfeld einen wirksamen und zugleich praktikablen Heilquellenschutz gewährleisten. Diese Instrumente des behördlichen Handelns mit den dazu erarbeiteten Fachgrundlagen haben sich in der wasserwirtschaftlichen Praxis als „Säulen des Heilquellenschutzes“ etabliert.

Die Konzepte zielen auf

- der Entwicklung eines hydrogeologischen Grundverständnisses für das Mineralwassersystem (**Systemverständnis**), mit dem die Herkunft und Entstehung des Mineralwassers verstanden wird. Durch die umfangreichen hydrogeologischen Untersuchungen am Stuttgarter Mineralwassersystem sind fundierte Grundlagen über die Bildungsmechanismen unserer Heilquellen erarbeitet worden,
- bautechnische Rahmenregelungen als Leitlinie zur Minderung eingriffsbezogener Risiken und technischer Erfordernisse zur Sicherung der Heilquellen (**Technischer Heilquellenschutz**) sowie Bautechnologien und Baukonzepte, mit denen in der Praxis das Gefährdungspotenzial auf die Heil- und Mineralquellen maßgeblich gemindert oder sogar gänzlich ausgeschlossen werden kann,
- eine flächenhafte Bewertung der Verletzlichkeit einzelner Räume aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten, woraus eine Zonengliederung des Einzugsgebiets und Aufstiegsgebiets der Quellen entsteht. Diese ist dem 2002 rechtskräftig ausgewiesenen **Quellenschutzgebiet** zugrunde gelegt. Für jede Zone gibt es spezifische, über die Anforderungen zum „normalen“ Grundwasserschutz hinausgehende Auflagen zum Schutz der Heilquellen (Rechtsverordnung),
- die Kontrolle von Eingriffen, die sich auf die Heilquellen auswirken könnten (vorsorgender Heilquellenschutz), Gewinnung von Daten zur Beschreibung der Entwicklung des gelösten Stoffbestands und des Gasgehalts im Mineralwasser sowie der Quellschüttung und des Grundwasserstands im Oberen Muschelkalk (**Monitoring**),
- ein Prognosewerkzeug zur Abwägung der Auswirkung geplanter Eingriffe auf die Heilquellen. Seit Januar 2023 gibt es hierzu das so genannte **Gesamtmodell Stuttgart**, ein so genanntes mathematisches Grundwassermodell.

2. Das mathematische Grundwasser-Gesamtmodell Stuttgart

Als wichtiges Element des Heilquellenschutzes erweisen sich mathematische Grundwassermodelle, d.h. Computer-Simulationsmodelle, mit denen ablaufende Prozesse im Untergrund nachvollzogen und auch berechnet werden können. Solche Modelle sind in Stuttgart bereits zur Ausweisung des Heilquellenschutzgebiets oder auch baubegleitend für das Projekt Stuttgart 21 eingesetzt worden.

Aktuell ist für das Stadtgebiet und darüber hinaus das so genannte „Gesamtmodell Stuttgart“ aufgebaut worden. Es beinhaltet alle Erkenntnisse, hydrogeologische Parameter und

Erfahrungswerte, die in den letzten Jahrzehnten über die Grundwasserleiter im Stadtgebiet und das Stuttgarter Mineralwassersystem in Einzelprojekten und lokalen Grundwassermodellen zusammengetragen wurden. Mit dem Gesamtmodell lassen sich hydraulische Zusammenhänge im Mineralwassersystem ermitteln, z.B. wie sich das Grundwasser bewegt, wieviel Grundwasser fließt und wie es sich mit anderen Grundwasserstockwerken austauscht.

Das Grundwassermodell soll die Grundlage für nachhaltige Wasserwirtschaft in der Stadt sowie Steuer- und Bewertungsinstrument für Handlungen im Funktionsraum der Mineral- und Heilquellen darstellen. Es verhilft dazu, die wasserwirtschaftliche Eingriffsschwere von Vorhaben abzuwägen und die Wirksamkeit von Handlungskonzepten im Störfall zu hinterfragen. Damit wird das Modell in der praktischen Anwendung als Prognosewerkzeug zukünftig einen hohen Stellenwert in der wasserwirtschaftlichen Facharbeit des Amts für Umweltschutz haben. Mit dem Modell können bewertet werden:

- bauliche Eingriffe mit Wasserhaltungen in sensiblen Bereichen und deren Auswirkung auf die Quellschüttung,
- die Wirksamkeit von Kompensationsmaßnahmen (z.B. Infiltration von Wasser zur Stützung), die z.B. in sensiblen Bereichen zur Minderung der Eingriffsschwere vorbereitet werden,
- das Ausbreitungsverhalten von Schadstoffen in Schadstoff-Fahnen und deren mögliche Verlagerung in das Mineralwasser-Stockwerk,
- Auswirkungen von Veränderungen im Grundwasserhaushalt des Mineralwassersystems auf die Quellschüttung und die Mineralisierung infolge von Änderungen der Bewirtschaftung des Muschelkalks durch die Erhöhung von Grundwasserentnahmen und neuen Brunnen sowie der natürlichen Grundwasserneubildung („Klimawandel“).

Da die Datenqualität nicht überall im Modellraum gleich gut ist, muss zur Verbesserung der Aussageschärfe das Modell anwendungsbezogen kontinuierlich fortgeschrieben werden.

Zu beachten ist, dass Modelle die natürlichen Verhältnisse so nahe wie möglich abbilden sollen. Da die Natursysteme sehr komplex sind, kann die Beschreibung der natürlichen Verhältnisse meist nur stark abstrahiert erfolgen.

3. Fallbeispiel: Prognose Auswirkungen des Klimawandels

Ein wichtiger Parameter, der über das hydrogeologische Geschehen im Untergrund bestimmt, ist die Grundwasserneubildung, d.h. die Regeneration von Grundwasser aus versickerndem Niederschlag. Abhängig von den Klimaverhältnissen kommt es zu Nass- und Trockenjahren mit unterschiedlicher Intensität. Da die Grundwasserneubildung klimasensitiv zeitlich variiert, wird an den Stuttgarter Mineralquellen ein ausgeprägter Schüttungsgang mit Hoch- und Tiefpunkten generiert. Dieser ist allerdings nicht jährlich in gleicher Weise wiederkehrend, sondern je nach Abfolge und Dauer der Nass- und Trockenperioden durch eine mehrjährige Dynamik geprägt. Einzelne Niederschlags-, d.h. Neubildungsereignisse sind in den Ganglinien nicht abgebildet. Näherungsweise lässt sich aber für den größeren Betrachtungszeitraum eine Beziehung zwischen Neubildung und Quellschüttung erkennen. So steigt mit zunehmender Neubildung gegenüber dem Vorjahr auch die Quellschüttung an, während sie bei sich verringernden Neubildungsraten langfristig abnimmt. So hat es auch in der Vergangenheit schon Trocken- und Nassjahre mit entsprechenden Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung und Quellschüttung gegeben. Markantes Beispiel ist die mehrjährige Trockenperiode zu Beginn der 1970er Jahre, die zu einer Schüttungsminde rung an den Mineral- und Heilquellen um 20 % gegenüber dem Mittelwert von 225 l/s führte. Die Gesamtspannweite der seit 1950 gemessenen Quellschüttung beträgt zwischen

180 und 270 l/s. Diese verfügbare Menge wird den drei Mineralbädern sowie den Trinkbrunnen in Bad Cannstatt und Berg vollumfänglich zugeleitet.

Seit einigen Jahren sind in der Region eine Zunahme der Lufttemperatur, eine zeitliche und räumliche Umschichtung der Niederschlagsverteilung, eine Häufung von Starkregen-Ereignissen wie auch ausgeprägte Trocken- bzw. Hitzeperioden erkennbar. Sie gehen in Summe zu Lasten des versickerbaren Niederschlagswassers. Spätestens seit 2003 steht das Thema Trockenheit, Niedrigwasser und Verringerung des Grundwasser-Dargebots im Fokus der Wasserwirtschaft. Neubildungsreiche Nassjahre bleiben seither aus. Besonders deutlich zeigt sich diese Entwicklung im Zeitraum ab 2016, seitdem die mittlere Grundwasserneubildung in Süddeutschland nur noch etwa 80% vom langjährigen Mittel beträgt. Die Mineral- und Heilquellen schütten derzeit in der Summe weniger als 225 l/s. Dies ist etwas weniger als das langjährige Mittel der Schüttung.

3.1. Prognosen der zukünftigen Quellschüttung mit dem Gesamtmodell

Mit der Fortsetzung der bereits seit 2002 erkennbaren Entwicklung des Klimas ist für das Stuttgarter Mineralwassersystem auch für die Zukunft eine unterdurchschnittliche Grundwasserneubildung und folglich eine generell rückläufige Quellschüttung zu erwarten. Um die Auswirkungen auf die Quellschüttung besser quantifizieren zu können, wurden mit dem Gesamtmodell Prognoserechnungen durchgeführt. Der Blick in die Zukunft setzt Annahmen voraus. Folglich sind auch die berechneten Größen mit Unsicherheiten behaftet. Trotzdem ist mit den Szenarien-Betrachtungen der möglichen Entwicklung der Quellschüttung die Verfügbarkeit der Heilwasser-Ressource in den nächsten Jahrzehnten kalkulierbar.

Die Berechnung der zukünftigen Quellschüttung mit dem Gesamtmodell Stuttgart setzt eine realistische Abschätzung der Grundwasserneubildung voraus. Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) setzt hierfür Klimamodelle ein. Einige Modelle zeigen, dass die Grundwasserneubildung bis 2050 im Mittel nur noch 75% der Werte des bisherigen langjährigen Mittels erreicht. Dieses Ergebnis wird von der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes für den Masterplan Wasserversorgung als Worst-Case-Szenario zugrunde gelegt.

Für die Berechnung der zukünftigen Quellschüttung mit dem Gesamtmodell Stuttgart wird für den Prognosezeitraum bis 2050 folgender Ansatz gewählt: Grundlage zur Generation eines Zukunftsdatensatzes der Grundwasserneubildung ist die historische Zeitreihe der Grundwasserneubildung für den Zeitraum 1950 bis 2000. Diese wird unter Berücksichtigung der auch schon seit 2002 beobachteten und sich voraussichtlich in dieser Richtung weiterentwickelnden klimatischen Veränderungen modifiziert, indem

- die Neubildungsspitzen aller Nassjahre auf ein Mittelmaß gekappt wurden (Verringerung der Nassjahre),
- die Grundwasserneubildung der Einzeljahre so reduziert wurde, dass das langjährige Mittel über den gesamten Betrachtungszeitraum 75% der historischen Zeitreihe nicht überschreitet.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Quellschüttung kann die Anordnung und Anzahl von Trockenjahren haben. Dem wurde mit statistischen Verfahren Rechnung getragen, indem solche Trockenjahre (mit unterdurchschnittlicher Neubildung) in unterschiedlicher Kombination in die Zeitreihen „eingehängt“ wurden. Daraus entstand schließlich für den Prognosezeitraum eine große Zahl möglicher Neubildungs-Zeitreihen. Hieraus wurden im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung zwei Zeitreihen ausgewählt (Szenario 1 und 2), die möglichst eine geringe Neubildung im gesamten Betrachtungszeitraum aufweisen, sich aber in der Zahl und Anordnung der Trockenjahre unterscheiden.

3.2. Ergebnisse und Folgerungen

Für die zwei generierten Neubildungs-Zeitreihen wurde schließlich mit dem Grundwassermodell das Antwortsignal des Grundwasserleiters auf die eingebrachte Grundwasserneubildung berechnet, nämlich der Schüttungsgang und die Schüttungsmenge der Mineral- und Heilquellen. Als Ergebnis kann das wahrscheinliche Verhalten der Quellen für den Prognosezeitraum bis 2050 wie folgt beschrieben werden:

- Die Mineral- und Heilquellen verändern ihre Schüttung in Abhängigkeit des Klimas. Die Grundwasserneubildung ist klimasensitiv.
- Die Quellschüttung bleibt im Wesentlichen innerhalb des bisher bekannten maximalen Schwankungsraums, bewegt sich aber größtenteils unterhalb des früheren Schüttungsmittels von 225 l/s,
- Die Regenerationsfähigkeit nach Trockenperioden ist aufgrund weitgehend fehlender Nassjahre geringer als früher, es sind längere Perioden mit geringerer Quellschüttung zu erwarten; Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass das historisch erreichte Schüttungsniveau von 180 l/s nicht dauerhaft unterschritten wird.
- Die Schüttungsminderung wirkt sich nicht negativ auf die Qualität, also den hydrochemischen Charakter der Quellen aus. Die staatliche Anerkennung als Heilquelle ist nicht gefährdet.

Bei einigen hochkonzentrierten Mineralquellen, welche die Mineralbäder speisen, sieht der 2050 erreichte Rückgang wie folgt aus:

Mineralquelle Quellschüttung	bisherige Quellschüttung	Berechnete
	Im langjährigen Mittel (l/s)	mit um 75% geminderter Neubildung, 2050
Quellen im Mineralbad Berg	57,5	44
Quellen im Mineralbad Leuze	69,5	59
Quellen im Mineralbad Cannstatt	14,0	9,5

4. Folgerungen und Maßnahmen

Mit den prognostizierten Daten zur zukünftigen Schüttung der Mineral- und Heilquellen ist die Grundlage geschaffen für eine innerbetriebliche Analyse des Wassermanagements in den Mineralbädern. Die daraus gewonnenen Handlungsempfehlungen können in einem ersten Schritt dazu beitragen, den Badebetrieb auch bei geringerem Mineralwasser-Dargebot aufrecht zu erhalten.

Gleichzeitig müssen generell zur Anpassung an den Klimawandel wasserwirtschaftliche Konzepte zu einer verbesserten Alimentation des Grundwassers entwickelt werden. Wichtigste Komponenten sind hier ein Entgegenwirken der Flächenversiegelung, der Entsiegelung verbauter Bestandsflächen sowie eine Förderung einer dezentralen Niederschlagsversickerung. In der Stadt zielen diese neben positiven Effekten auf das Stadtklima (wie

besseres Mikroklima durch Bodenbefeuchtung, Baumbewässerung etc.) und der Substitution von Trink- und Brauchwasser auf eine Pufferung von Starkregenereignissen auf Kanalsystem und Kläranlage und eine Kompensation von Grundwasserdefiziten in den oberflächennahen Grundwasserleitern (Quartär, Gipskeuper). Das Schüttungsverhalten der Mineral- und Heilquellen wird durch die genannten Maßnahmen allerdings nur unwesentlich beeinflusst, da ihr Neubildungsraum außerhalb der Stadt liegt.

Für das gesamte Einzugsgebiet der Mineral- und Heilquellen sind neue direkte Einwirkungen in den Grundwasserhaushalt des Oberen Muschelkalks (z.B. neue Entnahmen bzw. Erhöhung der Entnahmerate), die sich nachteilig auf die Schüttung der Mineral- und Heilquellen auswirken, durch Verbotstatbestände geregelt.

Konzepte zum übergeordneten Wasserressourcenmanagement werden derzeit vom Land mit dem so genannten Masterplan Wasserversorgung vorangetrieben. Für das Stadtgebiet Stuttgart sollen Strategien zur Anpassung der Grundwasserbewirtschaftung an die sich aus dem Klimawandel ergebenden Veränderungen im Rahmen des EU-Projekts MAURICE entwickelt werden. Das Projekt wird im Rahmen des Förderschwerpunkts 2.2 „Stärkung der Widerstandsfähigkeit Mitteleuropas mit Bezug zum Klimawandel“ gefördert.

Mitzeichnung der beteiligten Stellen:

Keine.

Vorliegende Anfragen/Anträge:

Keine.

Erledigte Anfragen/Anträge:

Keine.

Peter Pätzold
Bürgermeister

Anlagen

-

<Anlagen>