

ARSEN UND URAN IM TRINKWASSER

Untersuchung von Varianten zur Verbesserung der Trinkwasser-
versorgung am Beispiel der Gemeinde Prad am Stj. in Südtirol

Simon Wallnöfer, B.Sc.

Innsbruck, April 2020

MASTERARBEIT

eingereicht an der Leopold-Franzens Universität, Fakultät für Technische
Wissenschaften zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur/Diplomingenieurin

Diese Masterarbeit ist der Vertiefungsrichtung „Umwelttechnik und Verkehrs-
wesen“ des Masterstudiums Umweltingenieurwissenschaften zugeordnet.

Beurteiler:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Sitzenfrei

Institut für Infrastruktur

Arbeitsbereich Umwelttechnik

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Robert Sitzenfrei, Arbeitsbereich
Umwelttechnik, Institut für Infrastruktur, Universität Innsbruck

Mitbetreuer: assoz. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Kleidorfer, Arbeitsbereich
Umwelttechnik, Institut für Infrastruktur, Universität Innsbruck

Abstract

Drinking water both in sufficient quantity and in the highest possible quality is the basis for the development of an area. Due to the location of the model municipality of Prad am Stj. and the heavy use of the resource water, conflicts and necessary compromises between different interests arise inevitably. In this thesis, a systematic research approach was developed and applied to assess a potable water system and to evaluate and suggest future development options.

The original drinking water supply of the model municipality was adjusted in 2006 due to the introduction of a limit for arsenic in drinking water. An additional drilled well was constructed, which today delivers about half of the water for the municipality of Prad. But this water has an elevated uranium amount and a 5 times higher water hardness.

In the course of this master thesis an inventory of the existing drinking water supply of Prad was developed and the existing data was processed. Based on these surveys and numerous discussions with community and interest representatives, problems and weak points were identified and evaluated because of predefined parameters.

Then, variants for the improvement of identified problems were worked out and a catalogue of measures was created. It should serve the municipal administration as a basis for the future development of drinking water supply in the municipality of Prad.

Keywords: *Drinking water, arsenic, uranium, water stress*

Kurzfassung

Trinkwasser sowohl in ausreichender Menge als auch in möglichst hoher Qualität ist Grundlage für die Entwicklung eines Gebietes. Aufgrund der Lage der Beispielgemeinde Prad am Stilfserjoch und der starken Nutzung der Ressource Wasser entstehen unweigerlich Konflikte und notwendige Kompromisse zwischen verschiedenen Interessen. In dieser Arbeit wurde ein systematischer Forschungsansatz entwickelt und angewandt, um ein Trinkwassersystem zu untersuchen und zukünftige Entwicklungsoptionen zu entwerfen und zu bewerten.

So wurde die ursprüngliche Trinkwasserversorgung der Modellgemeinde im Jahr 2006 aufgrund der Einführung des Grenzwertes für den Arsengehalt im Trinkwasser angepasst. Durch die Errichtung eines zusätzlichen Tiefbrunnens, welcher heute ungefähr die Hälfte des Wassers der Gemeinde Prad liefert, wurde Wasser mit einem erhöhten Urangehalt und einer ca. 5-mal so hohen Wasserhärte erschlossen.

Im Zuge dieser Masterarbeit wurde eine Bestandserhebung der bestehenden Trinkwasserversorgung der Gemeinde Prad erstellt und die bestehenden Daten aufbereitet. Aufgrund dieser Erhebungen und zahlreichen Gesprächen mit Gemeinde- und Interessensvertretern wurden Probleme und Schwachstellen aufgezeigt und anhand von festgelegten Parametern bewertet.

Anschließend wurden Varianten für die Verbesserung der festgestellten Probleme ausgearbeitet und ein Maßnahmenkatalog erstellt. Dieser soll der Gemeindeverwaltung als Grundlage für die zukünftige Entwicklung der Trinkwasserversorgung in der Gemeinde Prad dienen.

Schlagwörter: *Trinkwasser, Uran, Arsen, Wasserstress*

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Zuerst gebührt mein Dank der Gemeindeverwaltung Prad am Stj. mit Bürgermeister Karl Bernhart, Gemeindereferent Udo Thoma und dem für Trinkwasser zuständigen Gemeindearbeiter Adalbert Paulmichl. Mein Themenvorschlag wurde wohlwollend angenommen, unterstützt und gefördert.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich beim Arbeitsbereich Umwelttechnik der Universität Innsbruck für die Möglichkeit zur Ausarbeitung dieser vorwiegend praktisch ausgerichteten Aufgabenstellung.

Während des Studiums habe ich in zwei unterschiedlichen Unternehmen gearbeitet, welche mir die dafür notwendigen Freiräume gegeben haben. Den Geschäftsführern Ronald Patscheider und Walter Gostner der Patscheider & Partner GmbH, sowie Franz und Alexander Marx der Marx AG gilt mein Dank.

Abschließend möchte ich meiner Partnerin und meiner Familie danken, die mich über den ganzen Verlauf des Studiums unterstützt und im Schlusspurt gestärkt haben.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	3
Kurzfassung	4
Danksagung.....	5
Inhaltsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	12
Verwendete Abkürzungen	14
1 Einleitung.....	15
2 Grundlagen Trinkwasserqualität	16
2.1 Allgemein	16
2.2 Gesetzliche Grenzwerte	17
2.3 Richtwerte	19
2.4 pH-Wert.....	20
2.5 Wasserhärte.....	20
2.6 Parameter Arsen	21
2.7 Parameter Uran.....	25
2.8 Vergleichswerte Trinkwasserqualität	27
2.8.1 Wasserhärte.....	27
2.8.2 Arsen.....	29
2.8.3 Uran	31
3 Wasserverbrauch	33
3.1 Allgemein	33
3.2 Schätzung/Berechnung des Wasserverbrauchs	35
3.3 Entwicklungsszenarien	36
3.3.1 Entwicklung Landwirtschaft / Tourismus / Industrie	37
3.3.2 Sozioökonomische Veränderungen	37
3.3.3 Klimawandel.....	38
4 Einleitung Beispielgemeinde Prad am Stj.	40
4.1 Lage	40
4.2 Hydrographische Einordnung	41
4.3 Geologische Einordnung	43
4.4 Wasserversorgung	44
4.4.1 Trinkwasserleitung Prad.....	45
4.4.2 Trinkwasserleitung Lichtenberg	46

5	Bewertung der aktuellen Trinkwasserversorgung	47
5.1	Verbrauch.....	47
5.1.1	Berechnung Verbrauch.....	47
5.1.2	Verbrauchsmessungen.....	50
5.1.3	Verluste	56
5.1.4	Entwicklungsszenarien	61
5.2	Trinkwasserqualität	63
5.2.1	Untersuchungsparameter	63
5.2.2	Wasserproben.....	64
5.2.3	Quellen in Verwendung	68
5.2.4	Qualitätsparameter im Tagesverlauf.....	73
5.2.5	Verweilzeiten – Wasseralter	75
5.3	Überwachung	76
5.4	Konzessionen zur Wasserableitung.....	77
5.5	Bewertung der Anlage	78
5.6	Zusammenfassung und Konsequenz	82
6	Variantenuntersuchung	83
6.1	Nullvariante	84
6.2	Arsenentfernung.....	86
6.2.1	Untersuchung Oxidationsstufe Arsen	86
6.2.2	Reaktivierung Untervellnairquellen	89
6.3	Uranfilter.....	93
6.4	Enthärtung.....	96
6.5	Kombination verschiedener Filteranlagen.....	97
6.6	Lichtenberg	101
6.6.1	Während des Beregnungszeitraumes.....	102
6.6.2	Außerhalb des Beregnungszeitraumes.....	104
6.7	Versorgungsleitung Trafoi – Gemeinde Stilfs.....	107
6.8	Versorgungsleitung Sulden – Gemeinde Stilfs.....	109
6.9	TW-Kraftwerk Zirmquelle.....	110
6.10	Teilvarianten.....	112
6.10.1	Speicher Agums	112
6.10.2	Überwachung der Versorgung.....	112
6.10.3	Leitungskataster und Erneuerungskonzept.....	113
6.10.4	Quellfassung Scharthölle.....	114
6.10.5	Reaktivierung Platzwiese	115
6.10.6	Tiefbrunnen Kultur.....	117
6.10.7	Befestigung/Teilverrohrung Bergwaal nach Glurns.....	118
6.10.8	Anpassungsarbeiten Anlage.....	118
6.10.9	Maßnahmen Wassersparen	120

7	Bewertung.....	122
8	Zusammenfassung und Schlussbemerkung.....	124
9	Übersicht der Anhänge	125
10	Literaturverzeichnis	126
	Verpflichtung- und Einverständniserklärung	130

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Häufigste Vorkommen von Arsen - Arsenkies links, Realgar Mitte, Auripigment rechts (Lavinsky, 2017)	25
Abbildung 2: Karte der Gesamthärte der oberflächennahen Grundwässer in Österreich (Ministerium für ein lebenswertes Österreich, 2017)	27
Abbildung 3: Härtegrad °F des Wassers in den Gemeinden Südtirols aus (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)	28
Abbildung 4: Karte der Hintergrundgehalte von Arsen im Grundwasser Deutschlands (Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 2015)	29
Abbildung 5: Arsen: Hydrochemische geogene Hintergrundwerte in oberflächennahen Grundwasserkörpern entnommen aus dem Hydrologischen Atlas Österreichs (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2007)	29
Abbildung 6: Arsen im Trinkwasser Italiens (De Vivo, et al., 2010)	30
Abbildung 7: Wahrscheinlichkeit von geogenen Arsenbeimischungen in Südtirol (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)	30
Abbildung 8: Konzentration von Uran in Flaschenwasser an den markierten Punkten abgefüllt – Deutschland (Hassoun, 2011)	31
Abbildung 9: Urangelhalte im Grundwasser Österreichs (BERKA, et al., 2014).....	32
Abbildung 10: Uran im Trinkwasser Italiens (De Vivo, et al., 2010).....	32
Abbildung 11: Wasserentnahme weltweit unterschieden in vier Nutzergruppen (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016)	33
Abbildung 12: Lage der Gemeinde Prad am Stilfserjoch Auszug aus Geobrowser 3 (Autonome Provinz Bozen, 2017)	40
Abbildung 13: Ausdehnung des Gemeindegebietes bis zum Ortlermassiv mit Nachbargemeinden (Autonome Provinz Bozen, 2017).....	41
Abbildung 14: Mittlere jährliche Niederschlagssumme (ZAMG; Autonome Provinz Bozen - Abteilung Brand- und Zivilschutz; ARPAV, 2015).....	42
Abbildung 15: Geologische Karte Südtirols (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)	43
Abbildung 16: Auszug aus der geologischen Grundkarte entnommen aus Geobrowser 3 (Autonome Provinz Bozen, 2017)	43
Abbildung 17: Schema der Trinkwasserleitung Prad	45
Abbildung 18: Schema der Trinkwasserleitung Lichtenberg	46
Abbildung 19: Verbräuche Speicher Theinen 2013 - 2019.....	50
Abbildung 20: Verbräuche am Speicher Theinen zwischen den Jahren 2013 – 2019	51
Abbildung 21: Kamera zur Messung des Verbrauchs, Installation am Speicher Theinen (Foto: Wallnöfer)	51
Abbildung 22: Verbrauchsmessung Speicher Theinen über Neujahr 2017	52
Abbildung 23: Verbrauchsmessung Tiefbrunnen Lichtenberg Neujahr 2017	52
Abbildung 24: Verbrauchsmessung Speicher Theinen Ende Februar 2017.....	53
Abbildung 25: Verbrauchsmessung Tiefbrunnen Lichtenberg Ende Februar 2017	53
Abbildung 26: Verbrauchsmessung Speicher Theinen Ende Mai 2017.....	54
Abbildung 27: Verbrauchsmessung Tiefbrunnen Lichtenberg Ende Mai 2017	54
Abbildung 28: Verbrauchsmessung Speicher Lichtenberg Anfang Mai 2017	55

Abbildung 29: Verbrauchsmessung Speicher Lichtenberg Anfang Juni 2017	55
Abbildung 30: Durchschnittliche Anteile an der Systemeinspeisung (Quelle: Erhebungen des Forschungsprojekts, ÖVGW Projekt Energieeffizienz sowie ÖVGW Benchmarking 2004 und 2007) publiziert in (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).	56
Abbildung 31: Internationaler Vergleich der kaufmännischen Wasserverluste (nicht in Rechnung gestellte Wassermenge) in % der Netzeinspeisung - Daten 1998	57
Abbildung 32: Die Entwicklung der Wasserverluste in Deutschland seit 1991 (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2019)	57
Abbildung 33: Kaufmännische Wasserverluste geografische Unterteilung und Unterteilung in Regionen der Jahre 2012 und 2015 (ISTAT, 2017)	58
Abbildung 34: Ausgebautes Leitungsstück aus Eisen – Sandweg (Foto: Wallnöfer)....	59
Abbildung 35: Sehr starke Verkrustungen und Leckstelle (Fotos: Wallnöfer).....	60
Abbildung 36: Ultraschall-Wasserzähler der Firma Kamstrup A/S (Fotos: Wallnöfer)	60
Abbildung 37: Wohnbevölkerung der Marktgemeinde Prad am Stj. nach Jahren.....	61
Abbildung 38: Landwirtschaftliche Betriebe 1982 – 2010 (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)	62
Abbildung 39: Übernachtungen pro Jahr (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)	62
Abbildung 40: Übernachtungen nach Monat (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)	63
Abbildung 41: Übersicht der Wasserproben Zone Prad am Brunnen Fahrner	64
Abbildung 42: Übersicht der Wasserproben Zone Prad am Brunnen Stern	65
Abbildung 43: Übersicht der Wasserproben Zone Agums am Brunnen Agums	66
Abbildung 44: Übersicht der Wasserproben Zone Lichtenberg am Brunnen Kirchweg.....	67
Abbildung 45: Übersicht der Wasserproben Zone Lichtenberg am Brunnen Pinet.....	67
Abbildung 46: Verlauf Qualitätsparameter Verklairquelle 1	68
Abbildung 47: Verlauf Qualitätsparameter Verklairquelle 2.....	68
Abbildung 48: Verlauf Qualitätsparameter Verklairquelle 3.....	69
Abbildung 49: Verlauf Qualitätsparameter Thialquelle 1	70
Abbildung 50: Verlauf Qualitätsparameter Thialquelle 2	70
Abbildung 51: Verlauf Qualitätsparameter Schwefelquelle 1	71
Abbildung 52: Verlauf Qualitätsparameter Schwefelquelle 2	72
Abbildung 53: Verlauf Qualitätsparameter Tiefbrunnen Lichtenberg	73
Abbildung 54: Brunnen Sport Fahrner mit Probenbehälter (Foto: Wallnöfer)	74
Abbildung 55: Verlauf der Qualitätsparameter über 24h	74
Abbildung 56: Wasserfläche des Speichers Agums (Foto: Udo Thoma).....	76
Abbildung 57: Simulation des Wasseralters	76
Abbildung 58: Druckunterbrecher Gandlatsch am Lichtenberger Berg (Foto: Udo Thoma)	78
Abbildung 59: Pumpstation für den Agumser Berg unterhalb der St. Georg Kirche (Foto: Udo Thoma)	79
Abbildung 60: Eisenleitungen in der Zone Prad auf Orthofoto (Autonome Provinz Bozen, 2017)	81

Abbildung 61: Diagramm der Stromspesen 2006-2019	85
Abbildung 62: Entnahme Untervellnairquelle 1 (Foto: Udo Thoma)	86
Abbildung 63: Versuchsaufsbau C-MEM Zero (SFCU Umwelttechnik GmbH, 2017) ...	87
Abbildung 64: Eisenchlorid als 40%-Lösung (Foto: Wallnöfer)	88
Abbildung 65: Wasser Untervellnairquelle vor Zugabe Eisenchlorid (Foto: Wallnöfer)	88
Abbildung 66: Wasser Untervellnairquelle nach Zugabe Eisenchlorid (Foto: Wallnöfer)	88
Abbildung 67: Berechnung der Konzentrationen bei Ersetzen des Tiefbrunnens.....	90
Abbildung 68: Quellstube Untervellnairquelle 1 außen (Foto: Udo Thoma)	90
Abbildung 69: Quellstube Untervellnairquelle 1 innen (Foto: Udo Thoma).....	91
Abbildung 70: Übersicht Quellen Prader Berg mit neuer Leitung Untervellnairquellen	92
Abbildung 71: Zugang Speicher Theinen mit Funkmast (Foto: Udo Thoma).....	94
Abbildung 72: Niederschlag von Kalk an Duscharmatur (Foto: Wallnöfer)	97
Abbildung 73: Schematisches Bild einer C-MEM™ Hohlfaser im „außen nach innen“ Betrieb	99
Abbildung 74: Typisches Layout einer C-MEM™ Wasseraufbereitung	100
Abbildung 75: Orthofoto der Fraktion Lichtenberg (Autonome Provinz Bozen, 2017) ergänzt mit Quellen und bestehenden Konzessionen	101
Abbildung 76: Auszug aus dem Lageplan des hydrogeologischen Gutachtens mit Überleitung in rot (Dessi, 2002)	103
Abbildung 77: Orthofoto möglicher Leitungsverlauf Trafoi-Prad (Autonome Provinz Bozen, 2017)	108
Abbildung 78: Zirmquelle am Prader Berg (Foto: Udo Thoma)	111
Abbildung 79: Quelle Scharthölle mit Ableitungen zur Beregnung (Foto: Udo Thoma)	114
Abbildung 80: Übersicht der neu zu errichtenden Leitungen (türkis – Anschluss Platzhof, blau – Anschluss Pinet, gelb – Überleitung Speicher Agums) (Autonome Provinz Bozen, 2017)	115
Abbildung 81: Position der derzeit nicht eingeleiteten Quelle Platzwiese (Autonome Provinz Bozen, 2017).....	116
Abbildung 82: Zugang und bestehende Quellstube Platzwiese (Fotos: Udo Thoma).116	
Abbildung 83: Schlüsselbund der verschiedenen Anlagenteile (Foto: Udo Thoma) ...	119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Parameter Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) mit Anmerkungen (*).....	17
Tabelle 2: Typische pH-Werte in unterschiedlichen Wässern (Gujer, 2007)	20
Tabelle 3: Empfehlungen der WHO zum chemischen Parameter Arsen.....	22
Tabelle 4: Empfehlungen WHO zum chemischen Parameter Uran	26
Tabelle 5 Wasserhärte von zehn italienischen Städten (Che Acqua Beviamo, 2013)	28
Tabelle 6: Wasserabgabe der Wasserversorgungen in der Schweiz. Statistische Erhebungen des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW) (Gujer, 2007)	34
Tabelle 7: Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauches 1990 – heute (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2019)	35
Tabelle 8: Gleichwerte für die Berechnung des Wasserverbrauchs.....	47
Tabelle 9: Berechnung des mittleren Wasserbedarfs der gesamten Gemeinde Prad.....	48
Tabelle 10: Berechnung des Wasserbedarfs an verbrauchsreichen Tagen der gesamten Gemeinde Prad	48
Tabelle 11: Berechnung des Wasserbedarfs an verbrauchsreichen Tagen der TWL Prad versorgt vom Speicher Theinen.....	49
Tabelle 12: Berechnung des Wasserbedarfs an verbrauchsreichen Tagen der TWL Lichtenberg versorgt vom Speicher Lichtenberg	49
Tabelle 13: Berechnung Großvieheinheiten (Dekret des Landeshauptmannes Nr. 6, 2008)	49
Tabelle 14: Berechnung Wasserverbrauch mit Werten aus Gewässernutzungsplan 2017 (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)	50
Tabelle 15: Berechnung kaufmännischer Verlust Zone Prad der Jahre 2015-2017	59
Tabelle 16: Kennwerte der Untersuchungsparameter Zone Prad am Brunnen Fahrner	64
Tabelle 17: Kennwerte der Untersuchungsparameter Zone Prad am Brunnen Stern...65	
Tabelle 18: Kennwerte der Untersuchungsparameter Zone Agums am Brunnen Agums	66
Tabelle 19: Kennwerte der Parameter Zone Lichtenberg am Brunnen Kirchweg	67
Tabelle 20: Kennwerte Verklairquelle 1	69
Tabelle 21: Kennwerte Verklairquelle 2	69
Tabelle 22: Kennwerte Verklairquelle 3	69
Tabelle 23: Kennwerte Thialquelle 1	71
Tabelle 24: Kennwerte Thialquelle 2	71
Tabelle 25: Kennwerte Schwefelquelle 1	72
Tabelle 26: Kennwerte Schwefelquelle 2.....	72
Tabelle 27: Kennwerte Tiefbrunnen Lichtenberg	73
Tabelle 28: Berechnung des Wasserverbrauchs am Speicher Agums.....	75
Tabelle 29: Übersicht der genehmigten Wasserableitungen.....	77
Tabelle 30: Verlegejahre der Trinkwasserleitungen Gemeinde Prad nach Straßenzügen	80
Tabelle 31: Übersicht der Probenergebnisse vor und nach der Filterung.....	89
Tabelle 32: Konzessionen Fraktion Lichtenberg	102

Tabelle 33: Ergebnisse der Wassermessungen am Alpbach (Ingenieure Patscheider & Partner GmbH, 2017).....	103
Tabelle 34: Wassermessungen Tschavallatschbach im Jahr 2002.....	104
Tabelle 35: Wassermessungen Alpbach im Jahr 2002	104
Tabelle 36: Schüttungen der Quellen am Lichtenberger Berg	104
Tabelle 37: Ergebnisse der Wasserproben der Hirschbadquellen oberhalb von Trafoi	107
Tabelle 38: Auszug Einzugsgebietsplan Suldenbach – Forum 07.05.2014 – besprochene Maßnahmen	109
Tabelle 39: Ergebnisse der Wasserprobe an der Zirmquelle	110
Tabelle 40: Parameter Wasserqualität Quelle Scharthölle.....	115
Tabelle 41: Parameter Wasserqualität Quelle Platzwiese.....	116
Tabelle 42: Parameter der Wasserqualität TB Kultur.....	117
Tabelle 43: Konzession der Ableitung nach Glurns	118
Tabelle 44: Übersicht der ausgearbeiteten Varianten	122
Tabelle 45: Übersicht der ausgearbeiteten Teilvarianten.....	123

Verwendete Abkürzungen

EG: Europäische Gemeinschaft

WHO: World Health Organisation

NOEL: NO Effect Level

°F: französischer Härtegrad

U: chemischer Parameter Uran

As: chemischer Parameter Arsen

PTWI: Provisional Tolerable Weekly Intake

NaClO: Natriumhypochlorit

TW-Kraftwerk: Trinkwasserkraftwerk

1 Einleitung

Trinkwasser in ausgezeichneter Qualität und Menge ist die Grundlage für die Gesundheit und Entwicklung der Bevölkerung eines Gebietes. Diesem Umstand wird heute durch verschiedene Maßnahmen Rechnung getragen. So wurde von der Europäischen Union mit der Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) bereits im Jahr 1998 die Vereinheitlichung der Bewertungskriterien für bakterielle und chemische Parameter in der gesamten Europäischen Union beschlossen. Die nationalen Regulierungen wurden in den darauffolgenden Jahren umgesetzt und im Anschluss verschiedene Maßnahmen zur Anpassung und Überwachung der Wasserversorgungsanlagen in den Mitgliedsländern durchgeführt (D.Leg. 02 febbraio 2001, n. 31, 2001).

Aber auch die Menge des zur Verfügung stehenden Wassers spielt eine wichtige Rolle für die Entwicklung der Bereiche Bevölkerung, Landwirtschaft, Industrie und Tourismus, und daraus ergeben sich unterschiedlichste Konflikte. Verstärkt wird dieser Umstand durch lokal auftretende Wasserknappheit wie sie auch in Mitteleuropa auftreten kann.

Um die daraus entstehenden Konflikte und mögliche Lösungsstrategien aufzuzeigen wird in der vorliegenden Masterarbeit anhand der Beispielgemeinde Prad am Stj. in Südtirol die Situation der Trinkwasserversorgung anhand der gesetzlichen Grundlagen analysiert, eine Bewertung der derzeitigen Trinkwasserversorgung durchgeführt und abschließend in Zusammenarbeit mit lokalen Interessensvertretern verschiedene Lösungsvorschläge ausgearbeitet und bewertet.

2 Grundlagen Trinkwasserqualität

2.1 Allgemein

Heute werden verschiedene Parameter zur Bewertung der Trinkwasserqualität untersucht und überwacht. Diese können insgesamt auf mikrobiologische, chemische und Indikatorparameter zusammengefasst werden. Ebenso werden Parameter zur Bewertung der Radioaktivität untersucht. In der gültigen Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) wurden erstmals europaweite Grenzwerte für diese Parameter festgelegt und die zum Teil stark unterschiedlichen nationalen Festlegungen vereinheitlicht. Derzeit wird die Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) überarbeitet und dazu werden verschiedene Daten und Informationen der Mitgliedsstaaten erhoben. Eine kurze Zusammenfassung wird in den nachfolgenden Abschnitten gegeben.

Für die Festlegung dieser Werte wird auf wissenschaftliche Studien und zum Teil auch heute noch auf Tierversuche zurückgegriffen. Dabei wird der so genannte NOEL-Wert (NO Effect Level) ermittelt, das heißt jener Wert der Konzentration eines Schadstoffes, der keine Symptome am Organismus bewirkt. Grundsätzlich ist zu sagen, dass diese Berechnungen immer auf den erwachsenen Organismus ausgerichtet sind. Dabei wird eine lebenslange Exposition und einer täglichen Trinkwasseraufnahme von zwei Litern pro Person (Europäische Kommission, 2016) zu Grunde gelegt.

Zusätzlich werden Richtwerte und Empfehlungen von unterschiedlichen Institutionen ausgegeben. Dazu zählen international anerkannte Institutionen wie die World Health Organisation (WHO) ebenso wie nationale Interessensvertretungen. Die zu Grunde liegenden Studien sind jedoch von stark unterschiedlicher Aussagekraft.

Die von den verschiedenen europäischen Mitgliedsstaaten festgelegten Grenzwerte für die Parameter müssen schließlich die Richtlinien der europäischen Union einhalten, können diese jedoch verbessern bzw. auf die nationalen Anforderungen anpassen (Subsidiaritätsprinzip). Dadurch können in den Mitgliedsstaaten unterschiedliche Grenzwerte bestehen. Ein Beispiel dafür ist der Parameter Uran, welcher in der europäischen Richtlinie derzeit nicht enthalten ist. Dafür gibt es sehr unterschiedliche nationale Grenzwerte und Empfehlungen. Dieser Parameter wird nachfolgend genauer untersucht.

Ebenso wird in der Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) festgelegt, dass sich die Mitgliedsstaaten verpflichten alle vier Jahre einen ausführlichen Bericht über die Qualität der Trinkwasserversorgung zu erstellen und diesen an die europäische Kommission zu übermitteln. Aus dem Synthesebericht zur Qualität des Trinkwassers in der Union auf der Grundlage der Prüfung der Berichte der Mitgliedsstaaten für den Zeitraum 2011 – 2013 gemäß Artikel 13 Absatz 5 der Richtlinie 98/83/EG (Europäische Kommission, 2016) werden die entscheidenden Parameter dieser Masterarbeit dargestellt.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass die Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) umfassende Maßnahmen zum Schutz des für den menschlichen Gebrauch vorgesehenen Wassers enthält und die nationalen Regelungen auf dieser Grundlage aufbauen.

2.2 Gesetzliche Grenzwerte

In der folgenden Tabelle werden die unterschiedlichen Parameter der gültigen Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) mit den jeweiligen Grenzwerten wiedergegeben:

Tabelle 1: Parameter Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) mit Anmerkungen (*)

Parameter	Richtlinie 98/83/EG	Einheit
Mikrobiologische Parameter		
Escherichia coli	0	Anzahl / 100 ml
Enterokokken	0	Anzahl / 100 ml
Chemische Parameter		
Acrylamid (*)	0,10	µg/l
Antimon	5	µg/l
Arsen	10	µg/l
Benzol	1	µg/l
Benzo-(a)-pyren	0,01	µg/l
Bor	1,0	mg/l
Bromat (*)	10	µg/l
Cadmium	5,0	µg/l
Chrom	50	µg/l
Kupfer (*)	2,0	mg/l
Cyanid	50	µg/l
1,2-Dichlorethan	3,0	µg/l
Epichlorhydrin (*)	0,10	µg/l
Fluorid	1,5	mg/l
Blei (*)	10	µg/l
Quecksilber	1,0	µg/l
Nickel (*)	20	µg/l

Nitrat (*)	50	mg/l
Nitrit (*)	0,50	mg/l
Pestizide (*)	0,10	µg/l
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (*)	0,10	µg/l
Selen	10	µg/l
Tetrachlorethen und Trichlorethen (*)	10	µg/l
Trihalomethane insgesamt (*)	100	µg/l
Vinylchlorid (*)	0,50	µg/l
Indikatorparameter		
Aluminium	200	µg/l
Ammonium	0,50	mg/l
Chlorid (*)	250	mg/l
Clostridia perfringens (einschließlich Sporen) (*)	0	Anzahl/100 ml
Färbung	Für den Verbraucher annehmbar und ohne anormale Veränderung	
Leitfähigkeit (*)	2 500	µS cm ⁻¹ bei 20 °C
Wasserstoffionen-Konzentration (*)	≥ 6,5 und ≤ 9,5	pH-Einheiten
Eisen	200	µg/l
Mangan	50	µg/l
Geruch	Für den Verbraucher annehmbar und ohne anormale Veränderung	
Oxidierbarkeit (*)	5,0	mg/l O ₂
Sulfat (*)	250	mg/l
Natrium	200	mg/l
Geschmack	Für den Verbraucher annehmbar und ohne anormale Veränderung	
Koloniezahl bei 22°	Ohne anormale Veränderung	
Coliforme Bakterien (*)	0	Anzahl/100 ml
Organisch gebundener Kohlenstoff (TOC) (*)	Ohne anormale Veränderung	

Trübung (*)	Für den Verbraucher annehmbar und ohne anormale Veränderung	
Radioaktivität		
Tritium (*)	100	Bq/l
Gesamtrichtdosis (*)	0,10	mSv/Jahr

Neben den angeführten Werten der Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998), welche für alle Mitgliedsstaaten bindend sind, wurden von einigen Staaten zusätzliche Parameter als Grenzwerte festgelegt. Ein Beispiel für einen solchen Parameter, der auch für die vorliegende Masterarbeit wichtig ist, ist Uran. Eine Erklärung dieses chemischen Parameters mit einem Vergleich der sehr unterschiedlichen Grenzwerte wird im entsprechenden Abschnitt gegeben.

2.3 Richtwerte

Wie bereits angemerkt, werden von unterschiedlichen Institutionen Richtwerte für verschiedene Parameter ausgegeben. Diese Richtwerte besitzen ebenso wie die zu Grunde liegenden Studien unterschiedliche Aussagekraft und unterschiedliche Berechtigungen. Aufgrund der zum Teil sehr einseitigen Interpretation ist es schwierig diese Richtwerte in Planungsgrundsätze umzusetzen. Somit werden für die vorliegende Masterarbeit die gesetzlichen Grenzwerte verwendet. Für den Parameter Uran werden die Empfehlungen der WHO sowie Grenzwerte aus Italien, Deutschland und Österreich für die Ausarbeitung der Masterarbeit verwendet.

Umfassende Richtwerte und Leitlinien für verschiedene Bereiche der Trinkwasserversorgung werden laufend von der WHO ausgegeben. Die letzte Ausgabe Nr. 4 der „Guidelines for Drinking-water Quality“ aus dem Jahr 2011 (World Health Organization, 2011) beinhaltet dabei Empfehlungen zu den Parametern der Trinkwasserversorgung, wobei neben allen Parametern der Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) weitere Richtwerte aufgelistet werden. Ebenso werden in diesen Leitlinien zusätzliche Bereiche der Wasserversorgung wie Wassernutzungspläne, Überwachung und Kontrollen behandelt. Diese Empfehlungen dienen als Grundlage der Europäischen Union bei der derzeit durchgeführten Überprüfung/Überarbeitung der Trinkwasserrichtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998).

Aber auch andere Interessensvertretungen interpretieren die Studien der europäischen Institute und geben Empfehlungen für die Festlegung der Parameter aus. Diese können je nach Interesse für eine weitere Verschärfung oder eine Lockerung der Richtlinie sein. Als Beispiel sollen hier rein verbraucherorientierte Vereine wie foodwatch oder Branchenverbände, wie z.B. der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches, genannt werden.

Die Festlegung der Grenzwerte aus dieser Fülle an Richtwerten, Studien und Empfehlungen mit unterschiedlichsten Zielen ist eine politische Aufgabe. Dies wird durch die

zahlreichen Stellungnahmen zur Überarbeitung der Trinkwasserrichtlinie deutlich. Als derzeit letzter Stand der Überarbeitung gilt der in diesem Zusammenhang im Mai 2016 veröffentlichte Evaluierungsbericht „Study supporting the revision of the EU Drinking Water Directive“ (ECORYS, 2016).

2.4 pH-Wert

Der pH-Wert des Wassers ist eine zentrale physikalisch-chemische Grösse des Wassers. Er beeinflusst das Gleichgewicht von Säuren und Basen, Fällungsreaktionen, elektrische Ladungen an Partikeln, etc. schreibt (Gujer, 2007) im Lehrbuch Siedlungswasserwirtschaft.

Dabei gibt der pH-Wert die Anzahl der Protonen H^+ im Wasser an. Er bestimmt weiter die Gleichgewichte zwischen Säuren und Basen sowie die Geschwindigkeit der Auflösung oder Ausfällung von vielen Mineralien. Der pH-Wert wird heute ziemlich exakt und einfach mit Elektroden gemessen werden. Der pH-Wert ist für den Ablauf der Wasseraufbereitung, der Abwasserreinigung und von Korrosionsprozessen von großer Bedeutung.

Tabelle 2: Typische pH-Werte in unterschiedlichen Wässern (Gujer, 2007)

Herkunft des Wassers	Ph – Wert (Bereich)	Bemerkungen
Trinkwasser	7 – 8	Toleranzwert < 9,2
Flusswasser, Seewasser	7,5 – 9	9 im Sommer bei Sonne
Rohes Abwasser	7,2 – 8,3	Extreme bei Industrieabwasser
Gereinigtes Abwasser	6,7 – 7,5	Je nach Verfahren
Regenwasser	< 5	Saurer Regen
Destilliertes Wasser	Ca. 5,3	CO ₂ aus Luft

2.5 Wasserhärte

Die Wasserhärte drückt aus, wieviel Kalzium Ca^{2+} und Magnesium Mg^{2+} im Wasser enthalten sind. Diese beiden Ionen bilden bei der Erwärmung des Wassers unlösliche Salze, die sich z.B. auf Pfannen und der Wäsche als eine weisse Kruste niederschlagen. Die Wäsche wird hart und brüchig. schreibt (Gujer, 2007) im Skriptum Siedlungswasserwirtschaft.

Die nachfolgende Erläuterung (in kursiver Schrift) des Summenparameters Wasserhärte wurde frei aus „Guidelines for Drinking-water Quality – Fourth Edition“ (World Health Organization, 2011) aus dem Englischen übersetzt – Seite 225 ff. Dabei wird weder für die Korrektheit der Übersetzung noch deren Vollständigkeit garantiert:

Der Härtegrad aufgrund von Calcium und Magnesium ist meist durch Niederschlag von Wasserrückständen und die Notwendigkeit zum übermäßigen Einsatz von Seife bei der Reinigung gekennzeichnet. Verbraucher bemerken Veränderungen des Härtegrades schnell. Die Akzeptanz des Härtegrades kann bei unterschiedlichen Gemeinschaften sehr unterschiedlich ausfallen. Die Schwelle für den Geschmack von Calcium Ionen liegt im Bereich von 100 – 300 mg/l, abhängig vom dazugehörigen Anion, und die Schwelle für Magnesium liegt möglicherweise tiefer als jene für Calcium.

Abhängig von den Wechselwirkungen mit anderen Faktoren, wie pH-Wert und Alkalität, kann Wasser mit einer Härte über näherungsweise 200 mg/l Kalkablagerungen in Behandlungsanlagen, Verteilungsnetzen, Leitungen und Tanks innerhalb von Bauwerken bewirken. Beim Erhitzen bildet hartes Wasser Kalkablagerungen. Weiches Wasser mit einer Härte unter 100 mg/l würde, im Gegensatz dazu, eine geringere Pufferkapazität besitzen und damit korrosiver für Wasserleitungen sein.

Aus den genannten Gründen wird jedoch keine gesundheitsbasierte Richtlinie für Wasserhärte im Trinkwasser empfohlen.

In der vorliegenden Masterarbeit wird für die Bewertung der Gesamthärte vor allem die Bezeichnung französischer Härtegrad (Abkürzung F° oder °fH) verwendet. In anderen Ländern werden andere Einheiten verwendet. Unter der Annahme eines Standard-Ionenverhältnisses kann zum Beispiel die ebenfalls verwendete Einheit deutsche Grad (Abkürzung °dH) umgerechnet werden:

Französische Grad 1 °fH $\Leftrightarrow$ 0,56 °dH deutsche Härte

Deutsche Härte 1 °dH $\Leftrightarrow$ 1,78 °fH französische Grad

2.6 Parameter Arsen

Die nachfolgende Erläuterung (in kursiver Schrift) des chemischen Parameters wurde frei aus „Guidelines for Drinking-water Quality – Fourth Edition“ (World Health Organization, 2011) aus dem Englischen übersetzt – Seite 315 ff. Dabei wird weder für die Korrektheit der Übersetzung noch deren Vollständigkeit garantiert:

Arsen tritt sehr häufig in der Erdkruste und dabei in verschiedenen Oxidationsstufen von -3, 0, +3, und +5, häufig als Sulfide, Arsenide oder Arsenate auf. In Wasser größtenteils als Arsenat (+5) oder Arsenit (+3), wobei allgemein eine Konzentration im Bereich von 1-2 µg/l oder darunter als normal angesehen werden kann. Die Oxidationsstufen haben einen sehr starken Einfluss auf die Giftigkeit von Arsen und zeichnen sich durch unterschiedliche Bindungsfähigkeit mit Adsorbentien und Fällungsmitteln aus. Das weniger giftige Arsenat kann dabei sehr einfach gebunden werden, Arsenit hingegen nur durch eine vorhergehende Oxidation zu Arsenat.

Arsen wird auch in Nahrungsmitteln und dort vor allem in Fisch und Meeresfrüchten in der weniger giftigen organischen Form gefunden. Es gibt bisher nur wenige Daten über

den Anteil von anorganischem Arsen in Nahrungsmitteln, wobei der Anteil von anorganischem Arsen ca. 25 % betragen sollte, abhängig wiederum von der Art der Nahrung. Abgesehen von berufsbedingter Belastung ist die Aufnahme von Arsen über Nahrung und Wasser, wozu auch Getränke aus Wasser zu berücksichtigen sind, der Hauptgrund für die Aufnahme von Arsen. Sobald die Konzentration von Arsen im Trinkwasser 10 µg/l erreicht, ist dies Haupteintragsweg und übersteigt die Aufnahme über die Nahrung.

Tabelle 3: Empfehlungen der WHO zum chemischen Parameter Arsen

<i>Vorläufiger Richtwert</i>	<i>10 µg/l, dieser Richtwert wird als provisorisch gekennzeichnet auf Grundlage der Leistung der Behandlungsverfahren und Analysemethoden.</i>
<i>Vorkommen</i>	<i>In natürlichem Wasser in einem Bereich von 1-2 µg/l, Konzentrationen von bis zu 12 mg/l in Gebieten mit natürlichem Vorkommen</i>
<i>Grundlage für die Festlegung des Richtwertes</i>	<i>Es besteht große Unsicherheit über das Risiko bei geringen Konzentrationen und die vorliegenden Daten zeigen keine biologische Grundlage für die Annahme eines linearen oder nichtlinearen Zusammenhanges. Aus diesem und aus dem Grund, dass Arsen erst im Bereich von 1-10 µg/l nachweisbar ist, bleibt der Richtwert von 10 µg/l bestehen.</i>
<i>Nachweisbarkeit</i>	<i>0,1 µg/l bei Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma; 2 µg/l bei Hybrid-Generation-Atomabsorptionsspektroskopie oder Flammen-Atomabsorptionsspektroskopie</i>
<i>Leistung von Behandlungsverfahren</i>	<i>Es ist technisch möglich Arsenkonzentrationen von 5 µg/l oder weniger über verschiedene Behandlungsverfahren zu erreichen. Dies erfordert jedoch genau abgestimmte Prozesse und dementsprechende Kontrollen. Deshalb ist es wahrscheinlicher den Richtwert von 10 µg/l über konventionelle Behandlung (z.B. Mischung) zu erreichen.</i>
<i>Zeitpunkt der Bewertung</i>	<i>2011, mit Überprüfung ohne Änderung 2017</i>
<i>Wichtigste Referenzen für die Bewertung</i>	<i>FAO/WHO (2011) Evaluation of certain contaminants in food IARC (1987) Overall evaluations of carcinogenicity IPCS (2001) Arsenic and arsenic compounds ISO (1982) Water quality—determination of total arsenic USNRC (2001) Arsenic in drinking water, 2001 update WHO (2011) Arsenic in drinking-water</i>

Beide, sowohl dreiwertiges als auch fünfwertiges gelöstes Arsen, werden sehr schnell und umfangreich vom Magen-Darm-Trakt aufgenommen. Der Stoffwechsel wird charakterisiert durch 1) Reduzierung des fünfwertigen zu dreiwertigem Arsen und 2) oxidative Methylierung von dreiwertigem Arsen zu Monomethylarsen, Di- und Trimethylarsin. Die

Methylierung von anorganischem Arsen erleichtert die Ausscheidung, da die Endprodukte Monomethylarsonsäure und Dimethylarsonsäure leicht über den Urin ausgeschieden werden. Es gibt bedeutende Unterschiede bei der Methylierung, aber für Menschen und den meisten Versuchstieren wird anorganisches Arsen umfassend methyliert und die Abbauprodukte werden primär über den Urin ausgeschieden. Es besteht eine große interindividuelle Variation der Methylierung von Arsen in Menschen, wahrscheinlich aufgrund der großen Unterschiede von Methylasen und möglichen Polymorphismen. Aufgenommene organische Arsenverbindungen werden nur unvollständig methyliert und schneller über Urin ausgeschieden als anorganisches Arsen.

Bisher wurde nicht gezeigt, dass Arsen für den Menschen lebenswichtig wäre. Akute Vergiftung durch Arsenverbindungen beim Menschen ist überwiegend eine Funktion der Abbaurate im Körper. Arsin ist dabei die giftigste Form, gefolgt von den Arseniten, den Arsenaten und schließlich den organischen Verbindungen. Akute Arsenvergiftungen wurden bei Aufnahme von Brunnenwasser mit einer sehr hohen Konzentration (21 mg/l) festgestellt.

Zeichen einer chronischen Arsenvergiftung, einschließlich Hautläsionen wie Hyperpigmentierung und Hypopigmentierung, periphere Neuropathie, Hautkrebs, Blasen- und Lungenkrebs sowie periphere Gefäßerkrankungen wurden an Bevölkerungen mit arsenbelastetem Trinkwasser beobachtet. Hautläsionen sind die am häufigsten beobachteten Symptome, welche nach einer minimalen Expositionsdauer von ungefähr 5 Jahren auftreten. Effekte auf das kardiovaskuläre System wurden bei Kindern mit arsenverseuchtem Trinkwasser (mittlere Konzentrationen von 0,6 mg/l) über einen Zeitraum von 7 Jahren festgestellt.

Zahlreiche epidemiologische Studien haben das Risiko von Krebs im Zusammenhang mit der Aufnahme von Arsen über das Trinkwasser untersucht. Viele sind ökologische Studien und viele davon leiden an methodischen Mängeln, hauptsächlich bei der Messung der Belastungen. Jedoch besteht allgemeiner Konsens, dass der Konsum von Trinkwasser mit hohen Konzentrationen von Arsen die Ursache für verschiedene Formen von Krebs darstellt. Dennoch besteht Unsicherheit und Kontroverse über den Mechanismus der Krebsentstehung und den Verlauf der Konzentrations-Reaktions-Kurve bei geringen Aufnahmen. Das „International Programme on Chemical Safety (ICPS)“ der WHO folgert, dass langfristige Belastung mit Arsen im Trinkwasser einen direkten Zusammenhang mit verschiedenen Erkrankungen aufweist. Es besteht hohes Risiko für Krebs der Haut, Lungen, Blase und der Nieren ebenso wie andere Hautveränderungen wie Hyperkeratose und Pigmentänderungen. Diese Effekte wurden durch zahlreiche Studien gezeigt wobei unterschiedliche Studienmodelle verwendet wurden. Belastungs-Reaktions-Zusammenhänge und hohe Risiken wurden für jeden dieser Endpunkte gefunden. Die Auswirkungen der Arsenbelastung wurden gründlich in Taiwan und China untersucht, wobei auch in anderen Gebieten die entsprechenden Zusammenhänge festgestellt wurden. Erhöhtes Risiko für Lungen- und Blasenkrebs ebenso wie Hautläsionen im Zusammenhang mit Arsenbelastungen wurden bereits bei Konzentrationen unter 50

µg/l nachgewiesen. Allerdings besteht Notwendigkeit für weitere analytische epidemiologische Studien, um die Zusammenhänge zwischen Belastung und Reaktion noch genauer zu untersuchen und praktische Strategien für Maßnahmen festzulegen.

Anorganische Arsenverbindungen werden von der IARC („International Agency for Research on Cancer“) in Gruppe 1 (krebserregend für den Menschen) auf Basis der ausreichenden Belege für Kanzerogenität am Menschen und Gruppe 2 mit eingeschränkten Belegen für die Kanzerogenität an menschlichen oder tierischen Organismen eingeteilt. Unsicherheit besteht über das Risiko bei geringen Konzentrationen. Das „United States National Research Council“ beschreibt, dass die derzeit vorliegenden Daten keine Basis für die Verwendung eines linearen oder nichtlinearen Verlaufs liefern. Die wahrscheinlichsten Schätzungen, unter Verwendung von linearer Extrapolation bei einer Konzentration von 10 µg/l, ergeben jeweils für Blasen- und Lungenkrebs bei einer angenommenen Population von 10.000 US-Amerikanern 12 und 18 Fälle bei Frauen und 23 und 14 Fälle bei Männern. Diese Zahlen sind so klein, dass sie von gängigen epidemiologischen Studien nicht festzustellen sind. Weitere Unsicherheiten bestehen durch unzureichende Daten über die Aufnahme von Arsen über die Nahrung – und eine höhere Aufnahme von anorganischem Arsen über die Nahrung würde eine Verringerung des Risikos bei Wasser bedeuten – sowie Unterschiede die sich durch die Ernährungsweise und den Stoffwechsel ergeben. So konnten auch Studien in Gebieten mit Konzentrationen über 50 µg/l keine durch Arsen bedingten nachteiligen Effekte feststellen. Es bleibt möglich, dass die Risiken im Zusammenhang mit der Aufnahme von Arsen überschätzt sind. Die Konzentration von Arsen im Trinkwasser ohne Effekt auf den menschlichen Körper muss noch bestimmt werden und damit muss vordergründig der genaue Mechanismus wie Arsen die Bildung von Krebs bewirkt, identifiziert werden.

Die praktische Bestimmungsgrenze für Arsen liegt in der Region von 1 – 10 µg/l und die Reduzierung unter dem Wert von 10 µg/l ist schwierig aufgrund verschiedener Umstände. Aufgrund dieser Schwierigkeiten, vor allem bei kleinen Versorgern und die praktische Bestimmungsgrenze, wurde der Richtwert von 10 µg/l beibehalten aber als provisorisch bis zum Erhalt weiterer fundierter Kenntnisse gekennzeichnet.

Der provisorische Richtwert von 10 µg/l wurde ursprünglich auch vom Sachverständigenausschuss der WHO (JECFA - Joint Expert Committee on Food Additives) mit einem Wert von 15 µg/kg PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) unterstützt, wobei von einer Aufnahme von 20 % ausgegangen wurde. Auch wenn es für einige Staaten schwierig ist, auch nur diesen provisorischen Richtwert einzuhalten, so sollte doch aufgrund der möglichen Behandlungs- und Analysemethoden die Konzentrationen auf ein möglichst geringes Niveau gebracht werden.

Es ist technisch möglich Arsenkonzentrationen von unter 5 µg/l über verschiedene Behandlungsmethoden zu erreichen. Allerdings benötigt dies genaue Prozessoptimierung und Kontrolle. Aus diesem Grund ist ein sinnvollerer Lösungsweg zum Erreichen von Konzentrationen unter 10 µg/l der Einsatz von konventionellen Methoden, wie das Mischen von unterschiedlichen Wässern. Für lokale Wasserversorgungen ist die erste Option meist Tausch oder Verdünnung mit mikrobiologisch sicheren Quellen mit geringer

Arsenkonzentration. Die Nutzung von unterschiedlichen Quellen für Nahrung und andere Nutzungen wie Wäsche und Toilettenspülung soll überprüft werden. Zusätzlich steigt die Zahl von effektiven in kleinem Maßstab einsetzbaren Techniken zur Verringerung der Arsenkonzentration. Diese beruhen normalerweise auf Flockung oder Adsorption, verfügbar zu relativ geringen Kosten für kleine Anlagen.



Abbildung 1: Häufigste Vorkommen von Arsen - Arsenkies links, Realgar Mitte, Auripigment rechts (Lavinsky, 2017)

2.7 Parameter Uran

Die nachfolgende Erläuterung (in kursiver Schrift) des chemischen Parameters wurde frei aus „Guidelines for Drinking-water Quality – Fourth Edition“ (World Health Organization, 2011) aus dem Englischen übersetzt – Seite 430 ff. Dabei wird weder für die Korrektheit der Übersetzung noch deren Vollständigkeit garantiert:

Uran ist weit verbreitet in der Natur, vorkommend in Granit und zahlreichen anderen Mineralablagerungen. Es wird vorrangig als Treibstoff in Atomkraftwerken verwendet. Uran kommt in der Umwelt als Folge von Auswaschung aus natürlichen Ablagerungen, aus Erzwerken und Emissionen der Nuklearindustrie, Verbrennung von Kohle und anderen Brennstoffen sowie der Nutzung von Düngern, welche Uran beinhalten (Schweizerischer Verband des Gas- und Wasserfaches, 2015) vor. Die Aufnahme von Uran über die Luft ist gering und als Aufnahme über die Nahrung kann zwischen 1 und 4 µg/Tag angenommen werden. Die Aufnahme über das Trinkwasser ist normalerweise sehr gering. Tritt Uran jedoch in einer Trinkwasserquelle auf, so kann dies durchaus die Hauptaufnahmequelle sein.

Tabelle 4: Empfehlungen WHO zum chemischen Parameter Uran

<i>Vorläufiger Richtwert</i>	<i>30 µg/l, dieser Richtwert wird als provisorisch gekennzeichnet, da bisher verschiedene wissenschaftliche Unsicherheiten über die Toxizität von Uran bestehen.</i>
<i>Vorkommen</i>	<i>Konzentrationen in Trinkwasser grundsätzlich unter 1 µg/l, es wurden jedoch Konzentrationen bis zu 700 µg/l bei privaten Versorgern beobachten.</i>
<i>TDI, Tolerable Daily Intake</i>	<i>60 µg, abgeleitet aus dem unteren 95 % Konfidenzlimit des 95. Perzentils der Uranexposition in einer Studie aus Finnland, wobei ein Unsicherheitsfaktor von 10 für biologische Unterschiede angenommen wurde.</i>
<i>Nachweisbarkeit</i>	<i>0,01 µg/l bei Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma; 0,1 µg/l bei Filterfluorometern mit Laseranregung oder UV Licht; 0,2 µg/l unter Verwendung von Massenspektrometrie zusammen mit Adsorption über chelatbildendes Austauscherharz.</i>
<i>Leistung von Behandlungsverfahren</i>	<i>1 µg/l sollte über konventionelle Methoden erreicht werden können (z.B. Mischung oder Ionentausch).</i>
<i>Angenommene Aufnahme von Trinkwasser</i>	<i>2 Liter/Tag</i>
<i>Zusätzliche Bemerkungen</i>	<i>Dort wo Konzentrationen von über 30 µg/l auftreten, ist es wichtig, dass überstürzte Handlungen vermieden werden. Berücksichtigung sollte dabei auch die Exposition durch verschiedene Quellen und die Verfügbarkeit von alternativen sicheren Quellen finden. Hier werden nur chemische, nicht radiologische Aspekte der Toxizität berücksichtigt.</i>
<i>Zeitpunkt der Bewertung</i>	<i>2003, überarbeitet im Jahr 2011</i>
<i>Wichtigste Referenzen für die Bewertung</i>	<i>WHO (2011) Uranium in drinking-water</i>

Es gibt nur unzureichende Daten bezüglich der Kanzerogenität von Uran im menschlichen Organismus bzw. in Versuchstieren. Nierenentzündung ist die häufigste chemisch induzierte Reaktion von Uranium beim Menschen. Nur sehr wenige Informationen sind über Auswirkungen auf den Menschen durch chronische ökologische Uranbelastung bekannt. Einige epidemiologische Studien an Personen, welche Uran im Trinkwasser ausgesetzt sind, haben einen Zusammenhang zwischen alkalischer Phosphatase und Beta-Mikroglobulin im Urin neben leichten Änderungen der Funktion des proximalen Tubulussystems gezeigt.

Von den bisherigen Studien konnten keine klaren Aussagen über Konzentrationen ohne Effekte auf den Menschen getroffen werden. Das ist nicht verwunderlich, zumal die zu

Grunde liegenden Studiengruppen meist sehr klein sind. Zudem besteht eine substantielle Variation in den gemessenen Parametern der menschlichen Population. Derzeit gibt es keine Belege für Reaktionen unter einer Konzentration von $30 \mu\text{g/l}$. Tatsächlich liegen Anzeichen für Reaktionen auf die Nieren, welches diesbezüglich das empfindlichste Organ zu sein scheint, erst ab sehr viel höheren Konzentrationen vor.

Der provisorische Richtwert von $30 \mu\text{g/l}$ wurde aus neuen epidemiologischen Studien mit Bevölkerungen, die hohen Urankonzentrationen ausgesetzt sind, gewonnen. Dieser ersetzt den vorangegangenen provisorischen Richtwert, welcher auf Basis von experimentellen Tierversuchen erstellt wurde. Der Richtwert wird jedoch als provisorisch gekennzeichnet: aufgrund von Unsicherheiten aus der unbekannten Toxizität und Epidemiologie von Uran und Schwierigkeiten zum Erreichen des Grenzwertes bei kleinen Versorgern. Die Studien an menschlichen Bevölkerungen werden, sofern sie verfügbar und von guter Qualität sind, grundsätzlich als bevorzugte Quelle für gesundheitsbezogene Informationen, aus denen die Richtwerte der Leitlinien abgeleitet werden, verwendet.

2.8 Vergleichswerte Trinkwasserqualität

Um neben den gesetzlichen Grenzwerten und den Richtwerten eine allgemeine Einordnung zu erreichen, wird nachfolgend eine Übersicht der Parameter Wasserhärte, Arsen und Uran mit Daten aus verschiedenen Quellen gegeben.

2.8.1 Wasserhärte

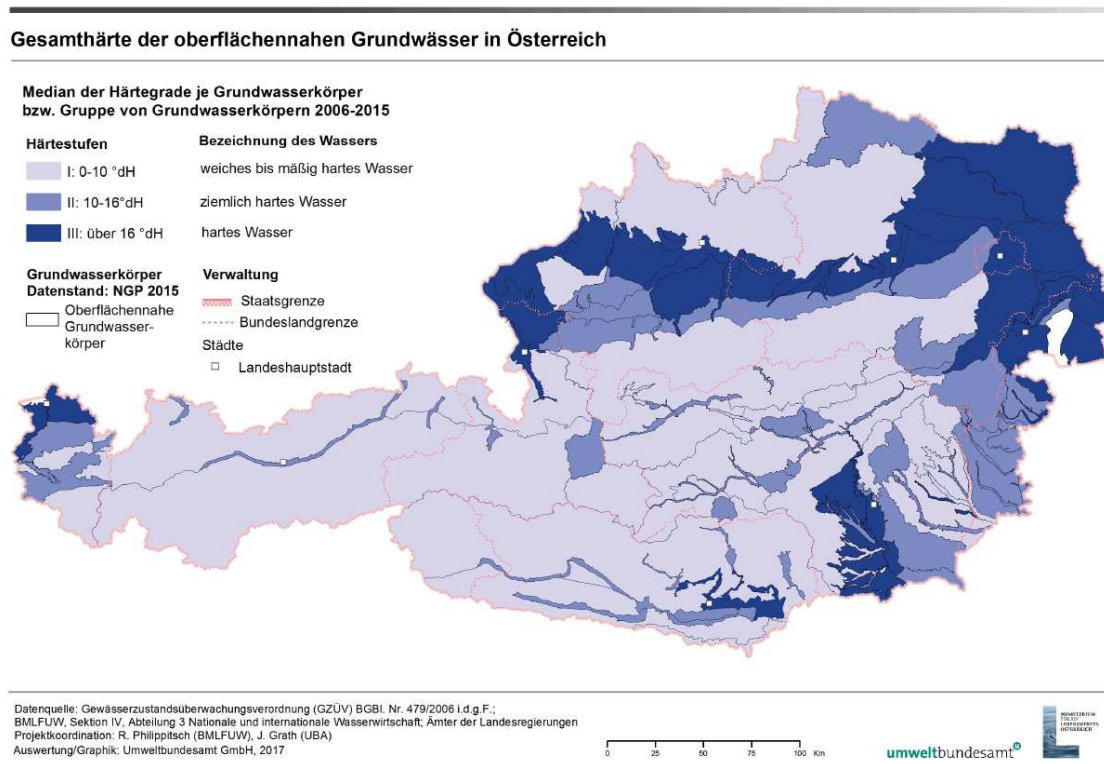


Abbildung 2: Karte der Gesamthärte der oberflächennahen Grundwässer in Österreich (Ministerium für ein lebenswertes Österreich, 2017)

Tabelle 5 Wasserhärte von zehn italienischen Städten (Che Acqua Beviamo, 2013)

Stadt	°F (französische Härte)	°dH (deutsche Härte)
Rom	31,32	17,6
Mailand	26	14,6
Neapel	33,35	18,7
Turin	21,86	12,3
Palermo	32,5	18,3
Genua	13	7,3
Bologna	31	17,4
Florenz	20	11,2
Bari	18,8	10,6
Venedig	26,3	14,8

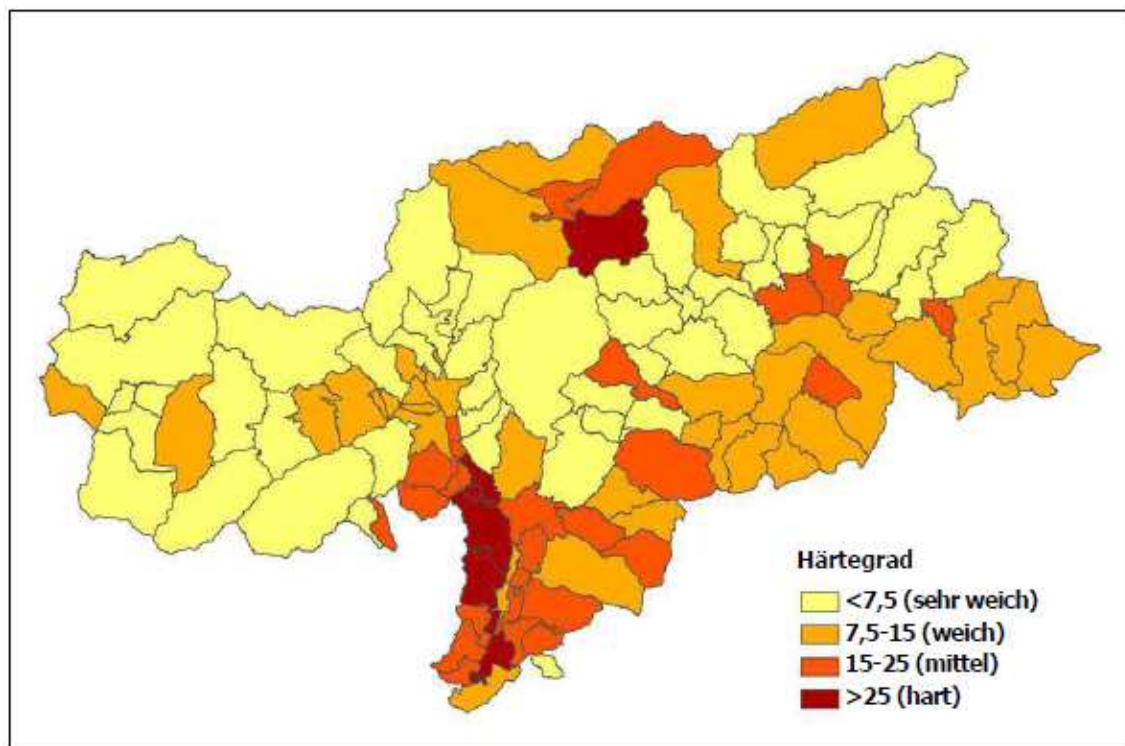


Abbildung 3: Härtegrad °F des Wassers in den Gemeinden Südtirols aus (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)

2.8.2 Arsen

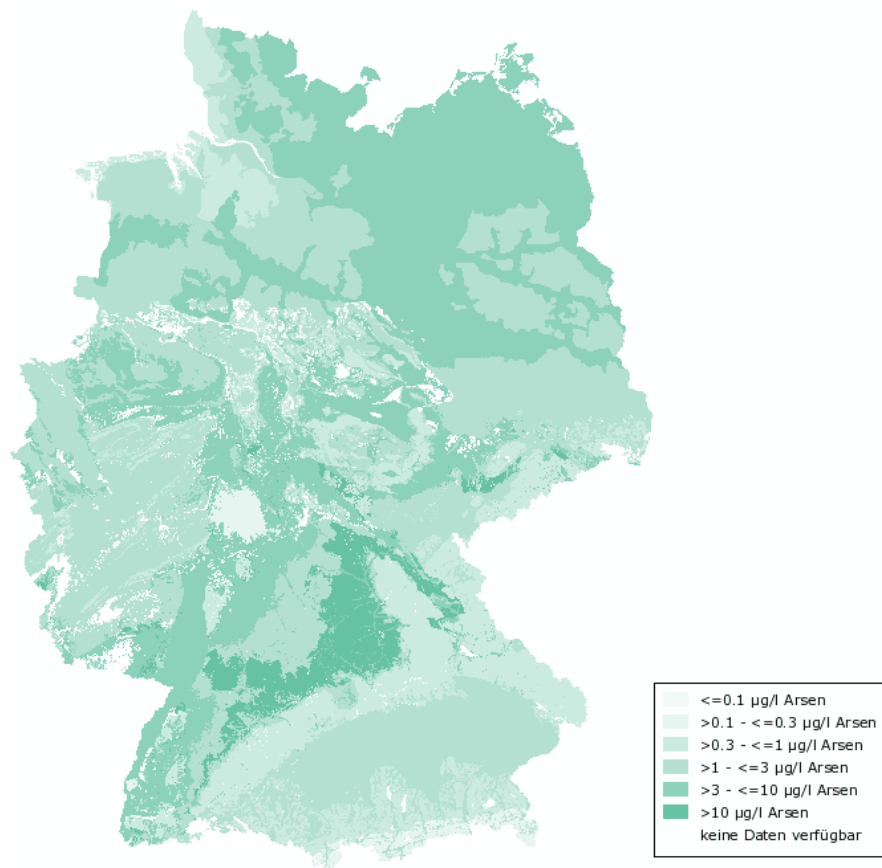


Abbildung 4: Karte der Hintergrundgehalte von Arsen im Grundwasser Deutschlands (Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 2015)

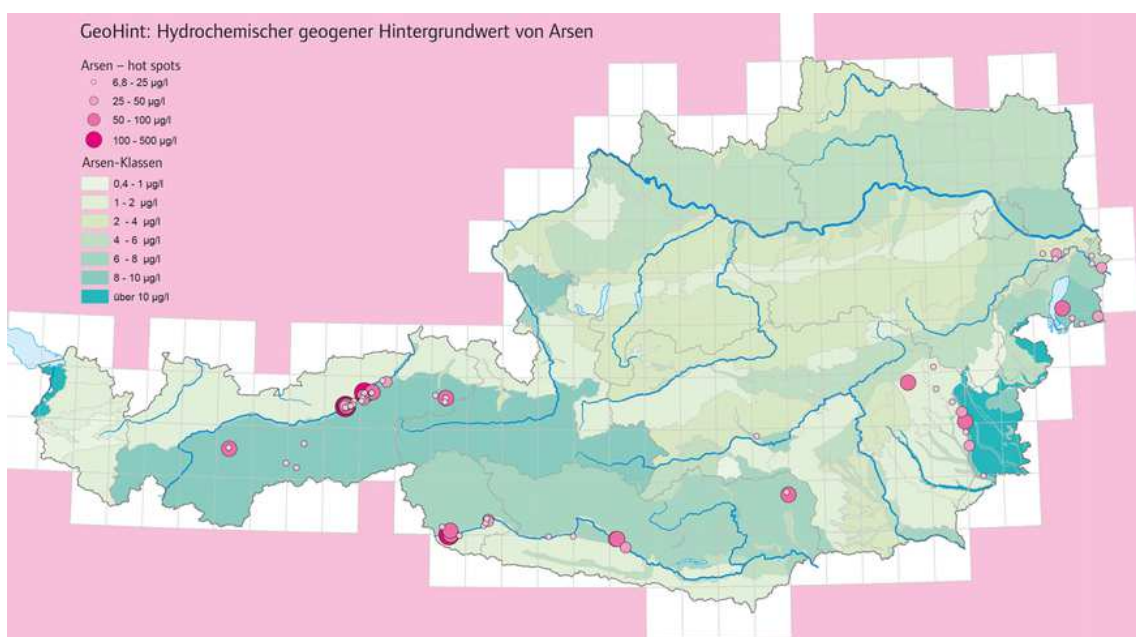


Abbildung 5: Arsen: Hydrochemische geogene Hintergrundwerte in oberflächennahen Grundwasserkörpern entnommen aus dem Hydrologischen Atlas Österreichs (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2007)

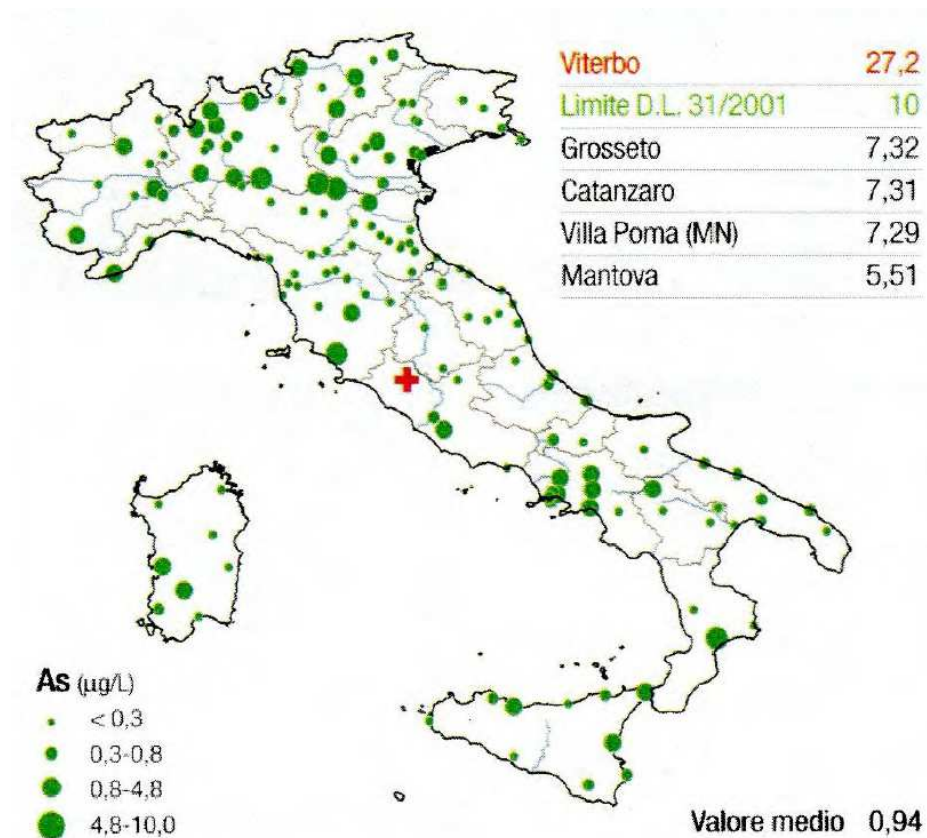


Abbildung 6: Arsen im Trinkwasser Italiens (De Vivo, et al., 2010)

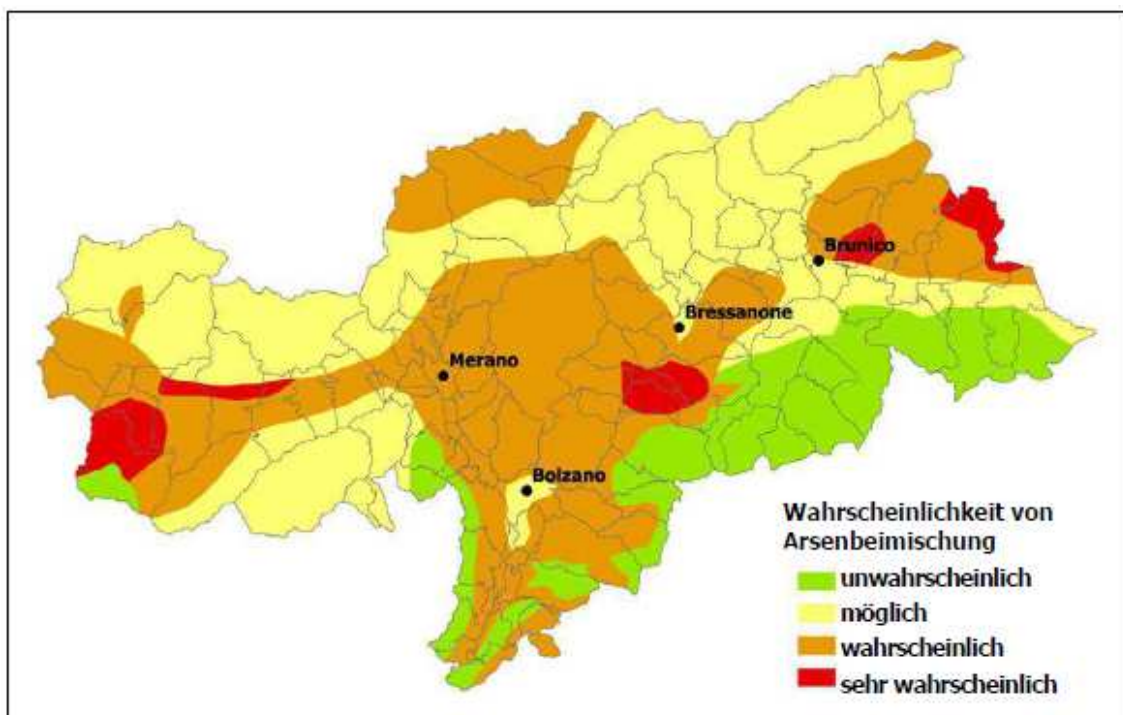


Abbildung 7: Wahrscheinlichkeit von geogenen Arsenbeimischungen in Südtirol (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)

2.8.3 Uran

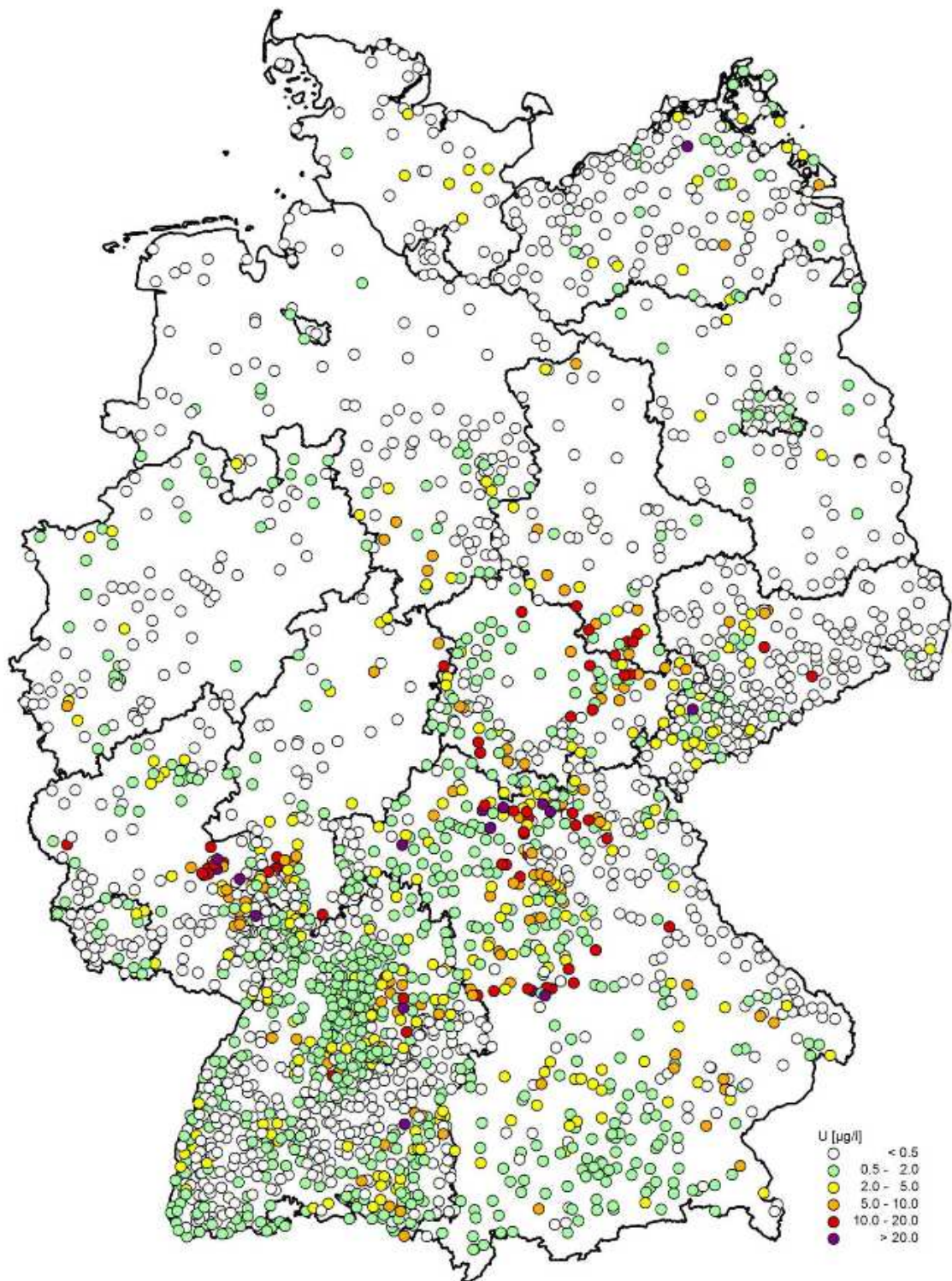


Abbildung 8: Konzentration von Uran in Flaschenwasser an den markierten Punkten abgefüllt – Deutschland (Hassoun, 2011)

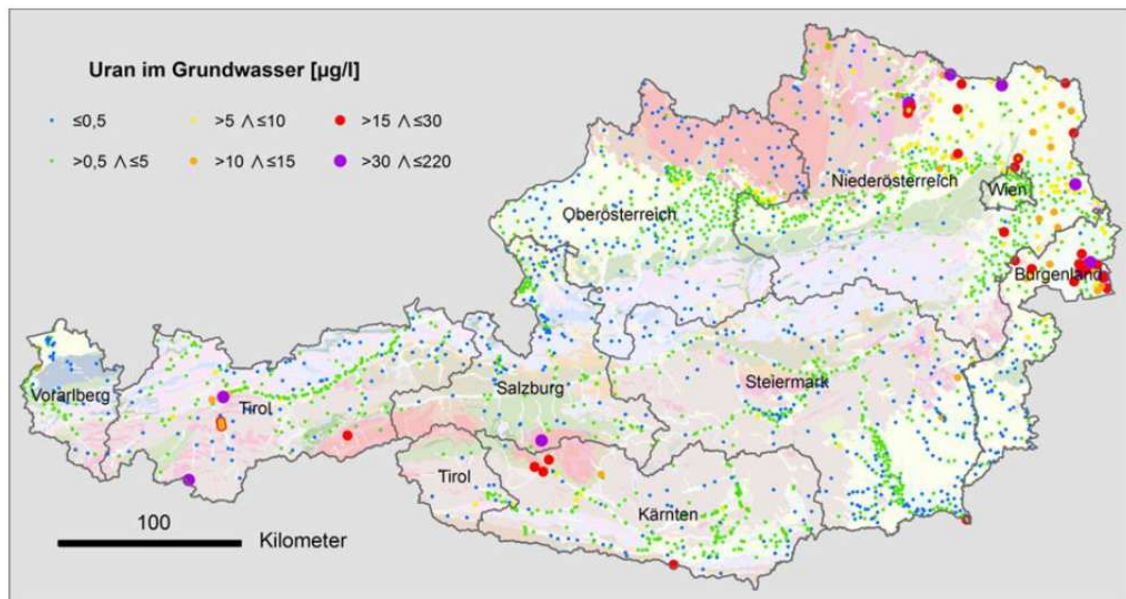


Abbildung 9: Urangelhalte im Grundwasser Österreichs (BERKA, et al., 2014)

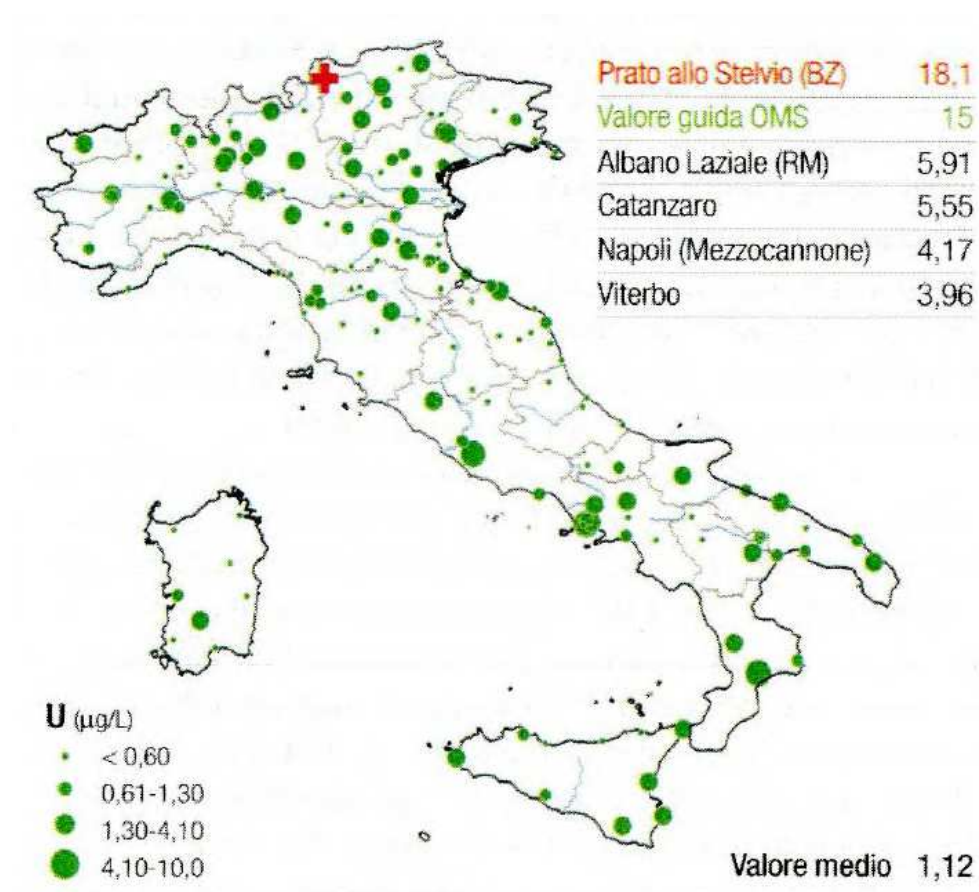
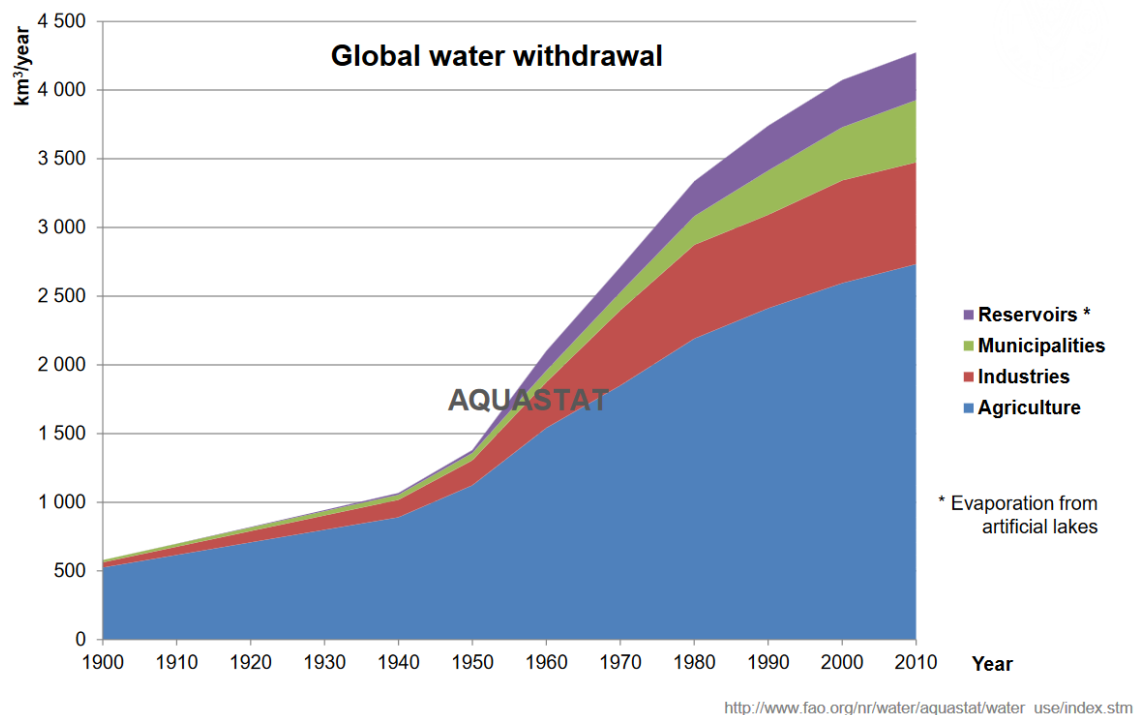


Abbildung 10: Uran im Trinkwasser Italiens (De Vivo, et al., 2010)

3 Wasserverbrauch

3.1 Allgemein

Wasser ist wie jeder Rohstoff auf der Erde von begrenzter Quantität. Gemäß der Bundeszentrale für politische Bildung, welche aus einem Bericht der United Nations zitiert (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016) werden jährlich ca. 4.000 km³ Frischwasser dem Wasserkreislauf entnommen. Davon werden etwa 70 Prozent im Agrarsektor, 20 Prozent in der Industrie und 10 Prozent auf kommunaler Ebene verbraucht.



Sources:

Agriculture, Industries, Municipalities:

FAO-AQUASTAT: 2010; I.A. Shiklomanov: 1900- 2000

Evaporation from artificial lakes/reservoirs:

FAO-AQUASTAT

Abbildung 11: Wasserentnahme weltweit unterschieden in vier Nutzergruppen (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016)

Der weltweite Wasserbrauch hat sich in den Jahren zwischen 1930 und 2000 etwa verfünffacht, wobei dafür vor allem die Verdreifachung der Weltbevölkerung und die Verdoppelung des durchschnittlichen Wasserverbrauchs pro Kopf verantwortlich waren (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016).

Betrachtet man jedoch die Entwicklung des durchschnittlichen Wasserverbrauchs pro Kopf in der Europäischen Union so stellen wir fest, dass sich der Wasserverbrauch in den letzten Jahrzehnten immer weiter verringert hat. Wie (Gujer, 2007) schreibt, haben sowohl der Jahresmittelwert als auch der maximale Tagesverbrauch seit ca. 1985 eine

abnehmende Tendenz. Die ansteigenden Wasserpreise, ein zunehmend besseres Verständnis für die Belange der Umwelt und verbesserte technische Installationen und Haushaltsgeräte unterstützen diesen Trend.

Tabelle 6: Wasserabgabe der Wasserversorgungen in der Schweiz. Statistische Erhebungen des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW) (Gujer, 2007)

Wasserabgabe	1985	1990	1993	1999	2004
Haushalte inkl. Kleingewerbe	54,0 %	54,9 %	58,0 %	60,7 %	61,3 %
Gewerbe und Industrie	20,0 %	21,3 %	19,0 %	16,9 %	17,4 %
Öffentliche Zwecke und Brunnen	7,2 %	8,8 %	6,9 %	6,6 %	6,6 %
Selbstverbrauch	2,0 %	2,1 %	2,7 %	1,9 %	2,7 %
Verluste	16,8 %	12,9 %	13,4 %	14,0 %	12,0 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Total in 10 ⁶ m ³ Jahr ⁻¹	1144	1162	1066	1057	1029
Einwohner in Mio.	6.534	6.796	6.989	7.164	7.412

Ohne genauer auf die regionalen Unterschiede in der Schweiz und Deutschland einzugehen wird nachfolgend eine Übersicht der Entwicklung des personenbezogenen Wasserverbrauchs in Deutschland von 1990 bis heute, veröffentlicht vom (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2019), wiedergegeben:

Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauches - in Litern pro Einwohner und Tag, Deutschland

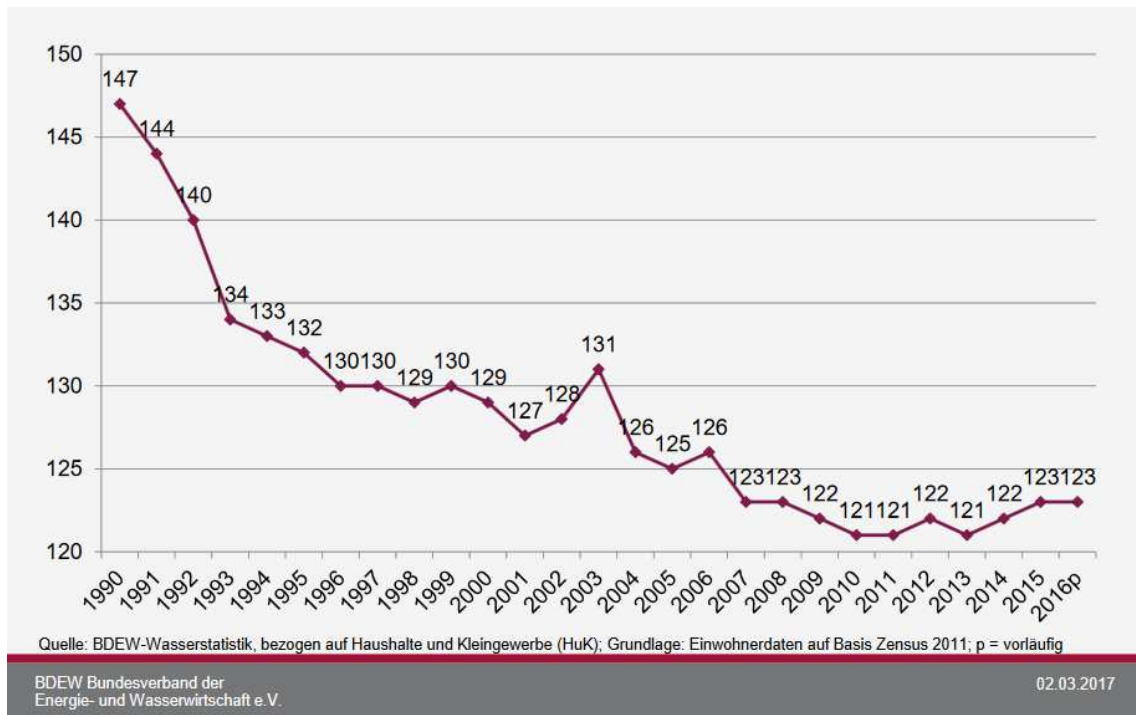


Tabelle 7: Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauches 1990 – heute (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2019)

Die angeführten Wassermengen entsprechen nur zum Teil den Verbräuchen in der Autonomen Provinz Bozen. Wobei ein Tagesbedarf an Trinkwasser von 241 Litern pro Person und 448 Litern pro Nächtigungseinheit eines Touristen berechnet wurde (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017).

3.2 Schätzung/Berechnung des Wasserverbrauchs

Vorausschickend ist anzumerken, dass es sich beim Wasserverbrauch eigentlich um den Wassergebrauch handelt, da Wasser im globalen Wasserkreislauf nicht verbraucht werden kann. Dem allgemeinen Sprachgebrauch folgend wird aber in der vorliegenden Studie weitestgehend die Diktion Wasserverbrauch verwendet (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).

Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Werte bilden die Grundlage für die Abschätzung bzw. die Berechnung des Wasserverbrauches eines Gebietes. Dazu werden die vorhandenen Werte unter Berücksichtigung von örtlichen Faktoren und möglichen weiteren Einflüssen verändert.

In der Österreichischen Norm zu Transport-, Versorgungs- und Anschlussleitungen von Wasserversorgungsanlagen (ÖNORM B 2538, 2018) werden Mindestwerte für den Was-

serbedarf und der folgende Berechnungsablauf angegeben. Von diesem durchschnittlichen täglichen Wasserbedarf wird der Verbrauch an verbrauchsreichen Tagen über einen dimensionslosen Faktor berechnet. Der Faktor ist dabei umso größer, je kleiner das Versorgungsgebiet ist und reicht von 1,4 bis 1,8 (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012). Der für die Dimensionierung von Rohrnetzen maßgebliche, größte stündliche Wasserbedarf (Q_{hmax}) errechnet sich wiederum als ein %-Anteil eines sogenannten verbrauchsreichen Tages. Der Anteil ist dabei wiederum umso größer, je kleiner das Versorgungsgebiet ist und reicht von 6 % bis 17 % des Tagesbedarfes an verbrauchsreichen Tagen (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012). Die vom Lebensministerium in Zusammenarbeit mit ÖVGW und BOKU ausgearbeitete Studie zum Wasserverbrauch und Wasserbedarf (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012) bestätigt im Allgemeinen die Zahlen, welche in der ÖNORM B 2538 angenommen wurden.

Auch in Italien wird ein ähnliches Konzept zur Berechnung der benötigten Wassermenge verfolgt. Dabei wird in den entsprechenden Bestimmungen (Legge dello Stato 04/02/1963 n. 129, 1963) und den darauf folgenden Aktualisierung und Umsetzungen in den verschiedenen Provinzen (außer Südtirol) Wassermengen für die unterschiedlichen Nutzungen angenommen. Anschließend werden diese Nutzungen mit Faktoren zur Berücksichtigung der jahreszeitlichen, monatlichen und täglichen Änderungen multipliziert. Auch die vorgeschlagenen Wassermengen entsprechen den Werten aus der österreichischen Norm. Hingegen wird im Gewässernutzungsplan von Südtirol (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017) zur Berechnung des benötigten Trinkwassers aller Bereiche ein Wert von 300 Liter pro Einwohner und Tag ebenso wie für Fremdenbetten und 140 Liter pro Tag und Großvieheinheit entsprechend den Umrechnungstabellen (Dekret des Landeshauptmannes Nr. 6, 2008) angenommen. Gemäß den Ausführungen im Gewässernutzungsplan beinhalten diese Werte bereits die Entwicklung des Bedarfs für die nächsten Jahre (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017).

Für die Beispielgemeinde wird die Berechnung des Wasserverbrauchs anhand ÖNORM B 2538 mit Ergänzungen der Studie (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012) ebenso wie mit den Einheitswerten gemäß Gewässernutzungsplan (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017) durchgeführt, da diese sich deutlich vom Vorgehen nach österreichischer Norm unterscheiden.

3.3 Entwicklungsszenarien

Die Abschätzung von zukünftigen Entwicklungen ist aus naheliegenden Gründen mit großen Unsicherheiten verbunden. Mögliche Prognosen werden für die folgenden Bereiche beschrieben, wobei auf die Literatur verwiesen wird. Anhand der Beispielgemeinde wird die beschriebene Vorgehensweise mit Zahlen gefüllt.

3.3.1 Entwicklung Landwirtschaft / Tourismus / Industrie

Ein wichtiger Faktor für den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft wird der Klimawandel sein. Durch die steigenden Temperaturen in Regionen mit einer ausgeprägten kalten, vegetationslosen Jahreszeit kann es zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode kommen. Die Klimaänderung kann des Weiteren zu einer Zunahme von Witterungsextremereignissen wie Starkregen oder Trockenheit, beziehungsweise zu einer zeitlichen Verschiebung der Jahresniederschläge führen. Ein erhöhtes Schadenspotential durch Ernteauffälle oder Ernteschäden wäre die Folge. Durch eine mögliche Verlängerung der Trockenzeiten oder durch geringere Niederschläge in den Wachstumsphasen der Pflanzen wird in einigen Regionen eine zunehmende Intensität der Bewässerung notwendig sein (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).

Im Bereich von Industrie und Gewerbe kann man in den letzten Jahrzehnten einen deutlichen Rückgang im Wasserverbrauch feststellen. Dies ist auf Einsparungsmaßnahmen der Großverbraucher durch die Umstellung der Produktionsverfahren beziehungsweise durch die Kreislaufführung des Wassers zurückzuführen. Der Wasserbedarf von Industrie, Gewerbe und Tourismus wird sich nach der zukünftigen Entwicklung richten. Allgemein kann mit einem geringen Rückgang um rund 5 % bis 15 % in den nächsten 10 Jahren gerechnet werden. In den darauffolgenden Dekaden wird der Rückgang des spezifischen Verbrauchs geringer bis er schließlich stagniert. Für das Dienstleistungsgewerbe und Tourismus- und Freizeitbetriebe sind eher Verbrauchssteigerungen zu erwarten, die jedoch regional stark unterschiedlich ausfallen können (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).

3.3.2 Sozioökonomische Veränderungen

In diesen Bereich fallen unzählige Faktoren, welche je nach Regionen unterschiedlich stark ausfallen können. Aus diesem Grund werden einige von ihnen hier aufgelistet und kurz beschrieben:

Wohnformen: Wohnformen mit mehreren Parteien sind auf die Europäische Union bezogen im Steigen, wodurch im Allgemeinen ein Sinken des Wasserverbrauchs pro Person erwartet wird (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).

Haushaltsgröße: Durch die geringere Anzahl von Personen in einem Haushalt bei steigender Bevölkerungszahl steigt der Wasserverbrauch pro Person aufgrund der Verbräuche für allgemeine Tätigkeiten (z.B. Küche, Raumreinigung, Wäsche...) (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).

Alter und Familienzusammensetzung: Die sinkende Zahl der Kinder pro Haushalt führt zu einem steigenden Pro-Kopf-Verbrauch, da diese im Haushalt nicht mehr für die Berechnung der Pro-Kopf-Quote hinzugezählt werden können. Berufstätige Menschen verbrauchen mehr Wasser als nicht berufstätige. Aus diesen beiden Bereichen müsste sich

eine Steigerung des Wasserverbrauchs ergeben (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).

Veränderung der Sanitärausstattung: Durch die Verbesserung der verschiedenen Sanitärinstallationen wird es in Zukunft möglich sein immer mehr Wasser zu sparen, auch wenn dieser Bereich bereits ein großes Einsparungspotential erreicht hat. Für eine genaue Prognose der verschiedenen Installationen wird auf Wasserbedarf und Wasserverbrauch (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012) verwiesen.

Regenwassernutzung: Die Nutzung eines Regenwasserspeichers für Bewässerung, bzw. die Möglichkeiten für die Nutzung von Trennsystemen für Trink- und Brauchwasser in den Haushalten, bietet weiter großes Einsparungspotential für den Verbrauch von Trinkwasser aus der Versorgungsleitung.

Wasserpreisgestaltung: Eine Steigerung des Wasserpreises führt unweigerlich zu einer Erhöhung des Bewusstseins für den Wasserverbrauch und damit indirekt zum Wassersparen, auch wenn diese Maßnahme unpopulär ist.

3.3.3 Klimawandel

Die nachfolgende Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels wurde (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012) entnommen:

Was die wahrscheinlichen Veränderungen des Klimas angeht, kann nur von einem Anstieg der Durchschnittstemperaturen mit hoher Sicherheit ausgegangen werden. In der Alpenregion könnte bis zum Ende des 21. Jahrhunderts die Temperatur um 3°C bis 5°C im Sommer und 4°C und 6°C im Winter ansteigen. Gleichmaßen ist ein Anstieg positiver (heiße Tage) und ein Rückgang negativer (Frost) Temperaturextremwerte zu erwarten.

Wie sich dadurch die Niederschläge oder Trockenperioden in Mitteleuropa verändern werden, ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Tendenziell wird es nördlich der Alpen eher Zunahmen und südlich eher Abnahmen der Niederschläge geben. Ebenso werden für den Winter eher leichte Zunahmen und für den Sommer moderate Abnahmen erwartet. Trotz der Unsicherheit der Prognosen für Niederschläge wird in einigen Studien ein Trend zur Zunahme von Starkniederschlägen vermutet.

Aufgrund der steigenden Temperaturen wird sich jedenfalls der Anteil der festen Komponente des Niederschlages (Schnee) verringern und die Bodenfeuchte wird zunehmend von der Verdunstung infolge höherer Temperaturen beeinflusst werden.

Durch Simulationen von Klimamodellen wurde der Alpenraum als eine der am stärksten vom Klimawandel betroffenen Regionen in Europa klassifiziert. Andererseits konnte eine Veränderung der Variabilität der Wetterlagen, also ein vermehrtes Auftreten von Extremereignissen, anhand historischer Daten nicht nachgewiesen werden. Diese Beobach-

tung steht in klarem Gegensatz zu der momentan vorherrschenden öffentlichen Wahrnehmung. Durch die vielfältige mediale Verbreitung von Informationen gelangen Stürme, Hochwässer und andere Naturkatastrophen heute viel stärker in das Bewusstsein der Menschen. Gleichzeitig steigt die Zahl der Betroffenen und das Schadensausmaß durch die dichtere Besiedelung stark an.

Genauere Prognosen, speziell im Hinblick auf eine Simulation von Extremwerten bis 2100, sind aufgrund der Unsicherheiten und der begrenzten räumlichen Genauigkeit der Klimamodelle derzeit noch nicht möglich (IPCC, Pachauri, & Reisinger, 2007) (Böhm, 2011).

4 Einleitung Beispielgemeinde Prad am Stj.

4.1 Lage

Die Marktgemeinde Prad am Stilfserjoch liegt im Westen Südtirols im oberen Vinschgau. Der Siedlungsraum der Gemeinde reicht vom tiefsten Punkt an der Etsch östlich von Spondinig von 880 m über dem Meeresspiegel bis zum Berggipfel der Tschenglser Hochwand mit 3.375 m über dem Meeresspiegel höchsten, wenn auch unbewohnten, Punkt. In dem rund 51,4 km² großen Gemeindegebiet verteilen sich die Siedlungen in unterschiedlicher Dichte und Distanz auf den tiefgelegenen Talraum mit dem Hauptort Prad, den Fraktionen Agums und Lichtenberg und auf die Höfe am Prader, Agumser und Lichtenberger Berg. (Loose, 1997)

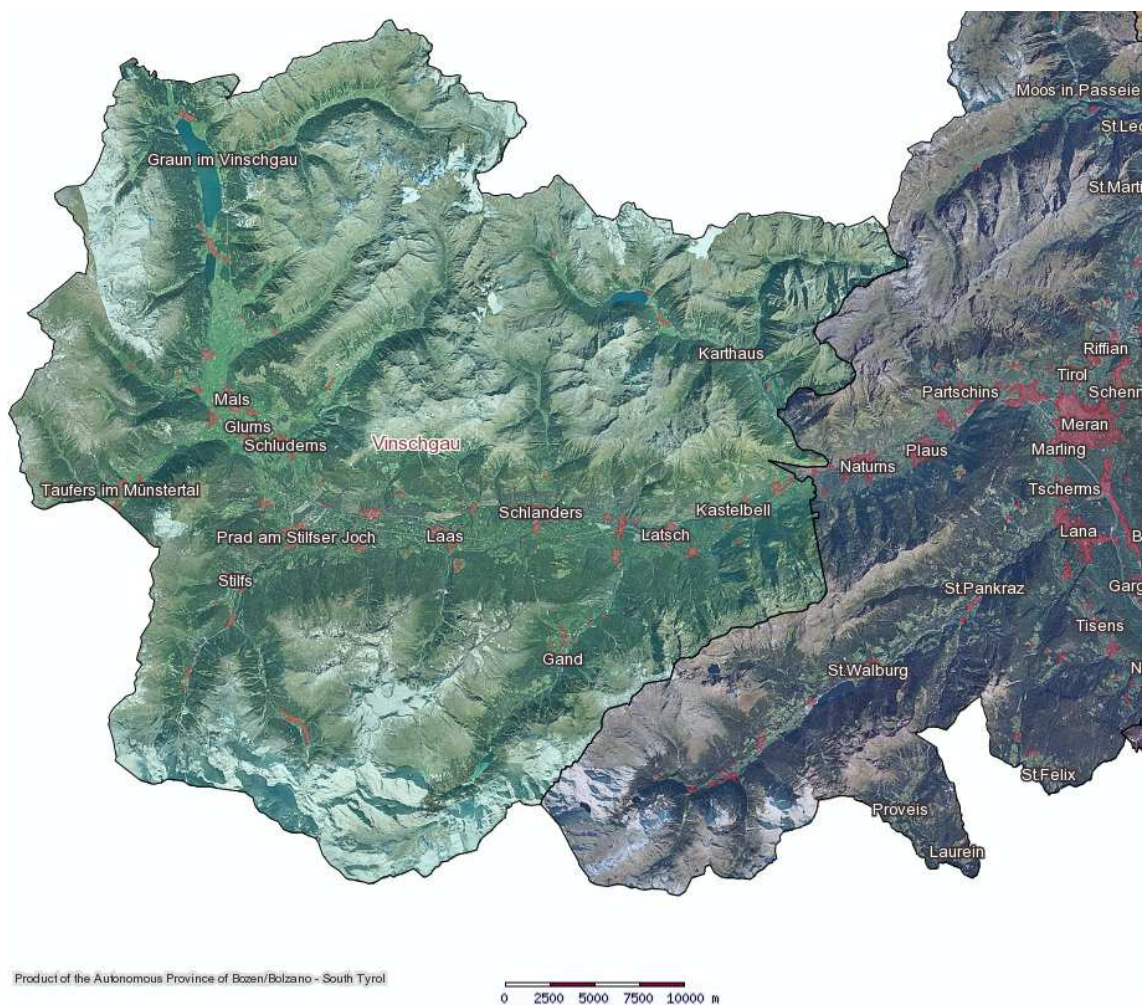


Abbildung 12: Lage der Gemeinde Prad am Stilfserjoch Auszug aus Geobrowser 3 (Autonome Provinz Bozen, 2017)

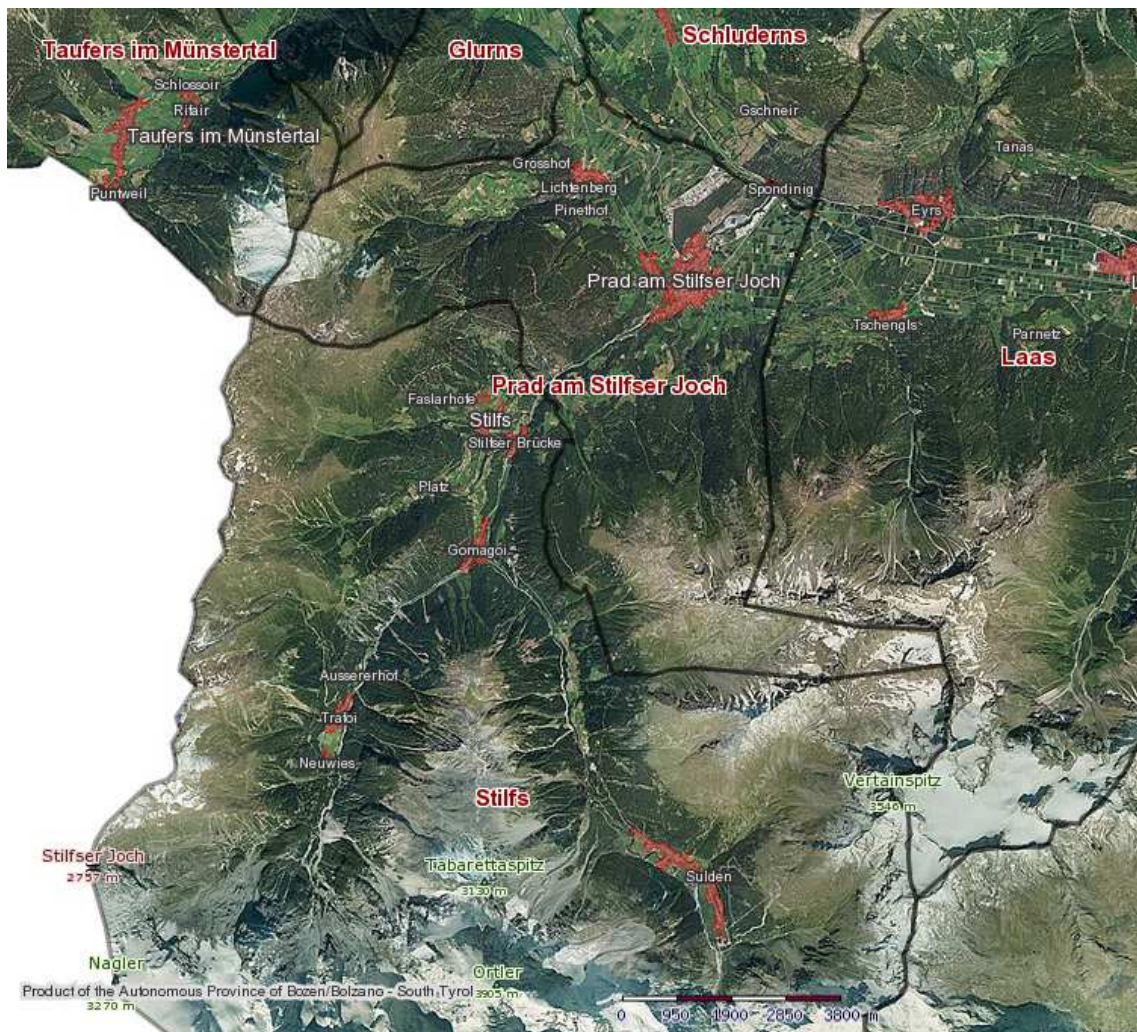


Abbildung 13: Ausdehnung des Gemeindegebietes bis zum Ortlermassiv mit Nachbargemeinden (Autonome Provinz Bozen, 2017)

4.2 Hydrographische Einordnung

Die Gemeinde Prad liegt wie bereits festgehalten im Westen Südtirols im Vinschgau. Dieses Gebiet kann als inneralpines Trockental bezeichnet werden, wobei die Wasserknappheit vor allem auf die geographische Lage und die damit einhergehenden geringen Niederschläge zurückzuführen ist. So stellen die Ötztaler Alpen im Norden und die Ortlergruppe im Süden mit ihren hohen Bergen große Hindernisse für die Luftströmungen dar. Im Westen stellt sich die Sesvennagruppe in den Weg. Diese topographischen Gegebenheiten wirken sich auf Niederschlag, Temperaturen, Wind und Sonnenschein aus. Verglichen mit den umliegenden Gebieten herrscht eine relative Trockenheit. Mit Jahresniederschlägen von nur ca. 500 mm (entspricht l/m^2) zwischen Naturns und Glurns ist der Vinschgau das trockenste Tal der Alpen, man spricht daher von einem „inneralpinen Trockental“. Im Vergleich dazu regnet und schneit es in den niederschlagsreichsten Orten Südtirols (Ratschings, Karerpass und im Bereich des Hochfeilers) mehr als doppelt so viel im Jahr (ca. 1100 mm), im Alpenvorland in manchen Orten im Tessin oder in

Oberbayern sogar vier- bis fünfmal so viel. (Daniel Schrott Landeswetterdienst Hydrographisches Amt 26.4, 2006)

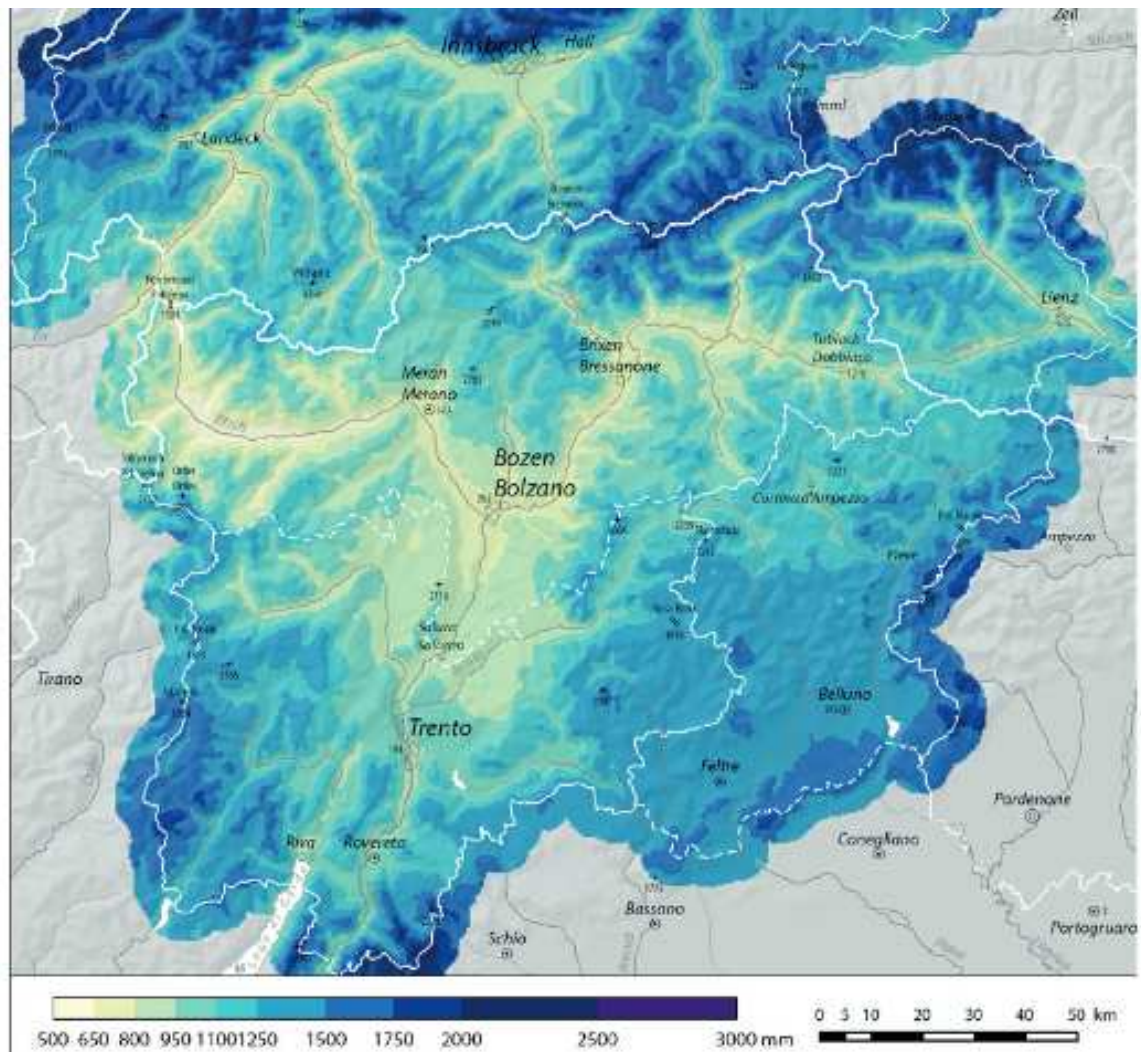


Abbildung 14: Mittlere jährliche Niederschlagssumme (ZAMG; Autonome Provinz Bozen - Abteilung Brand- und Zivilschutz; ARPAV, 2015)

4.3 Geologische Einordnung

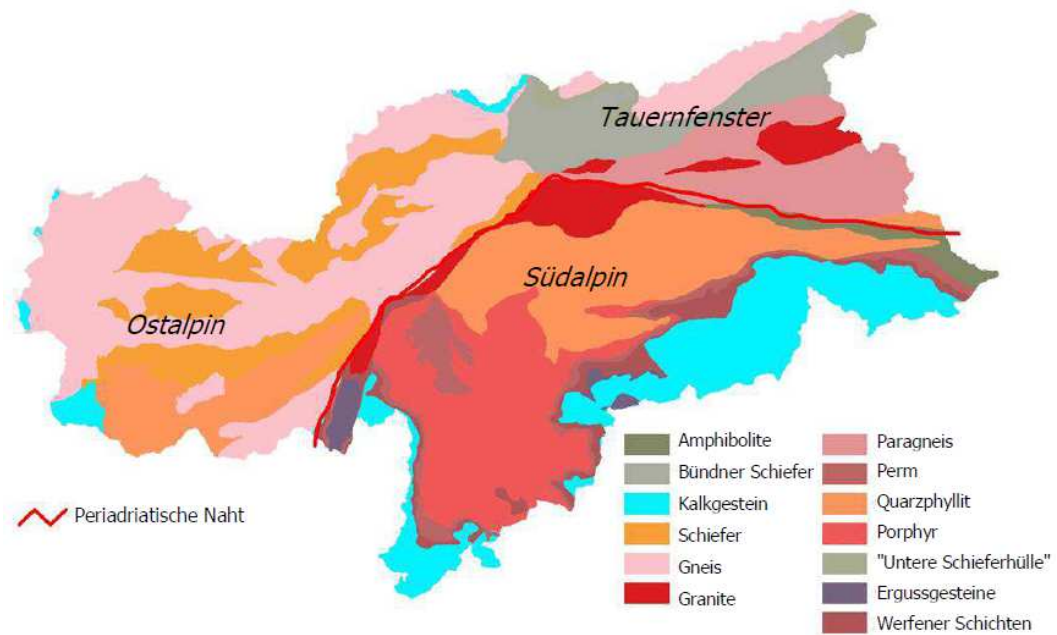


Abbildung 15: Geologische Karte Südtirols (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)

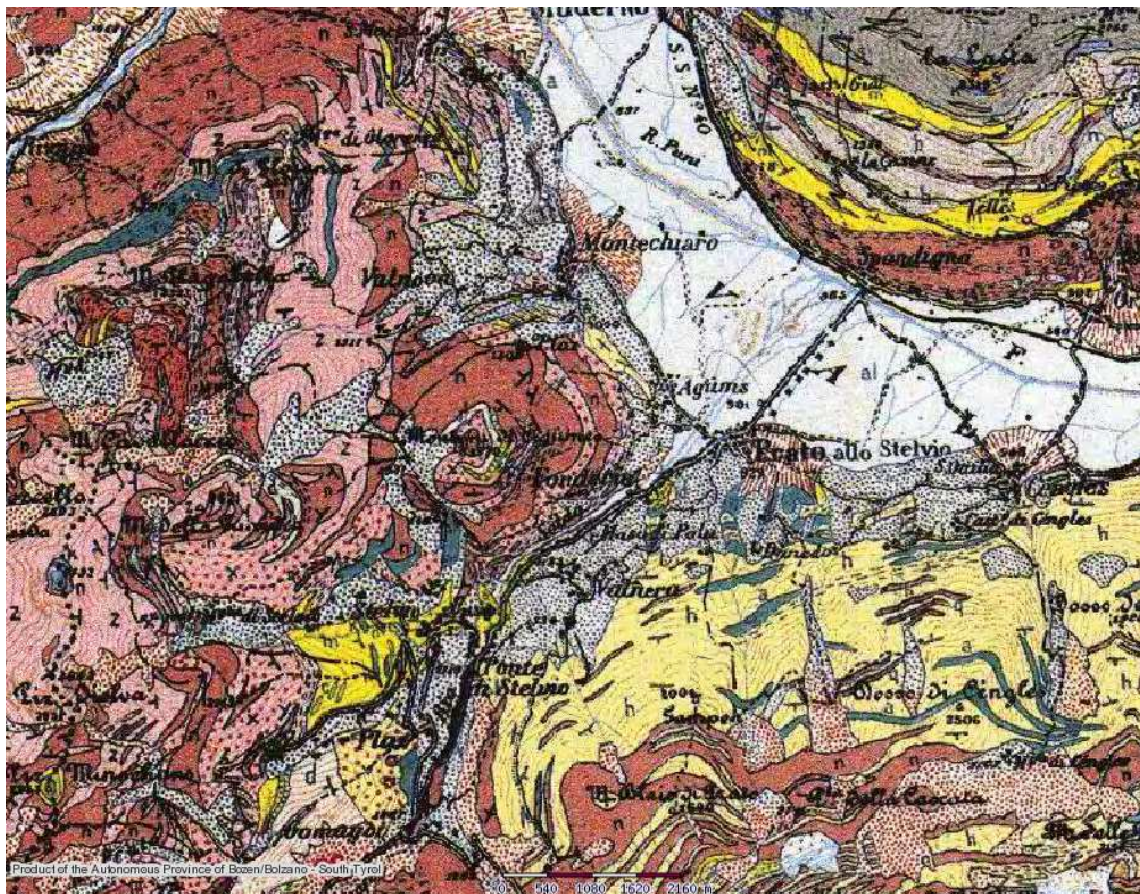


Abbildung 16: Auszug aus der geologischen Grundkarte entnommen aus Geobrowser 3 (Autonome Provinz Bozen, 2017)

Der Ostalpin: Die Gesteinsarten des Ostalpins bedecken einen guten Teil der Landesfläche. Zum Großteil handelt es sich um metamorphe Gesteine, wobei wiederum Gneise (Orthogneise, Paragneise), Schiefer und Glimmerschiefer überwiegen, die fast im ganzen Vinschgau, im Passeiertal und z. T. auch auf der orografisch rechten Seite des Pustertales vorzufinden sind. Darüber hinaus finden sich Phyllite und lokal auch Amphibolite, Quarzite, Dolomite und Marmor. (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)

Auch die Belastungen des Trinkwassers mit Arsen und Uran sind auf einen geogenen Ursprung zurückzuführen. Aufgrund der verschiedenen Gesteinsschichten und Störungen wie sie vor allem am Prader Berg orografisch rechts des Suldenbachs vorherrschen (siehe dazu Abbildung 16: Auszug aus der geologischen Grundkarte entnommen aus Geobrowser 3), ist jedoch keine eindeutige Zuordnung möglich. Vielmehr können auch benachbarte Quellen sehr unterschiedliche Konzentrationen von Arsen aufweisen.

4.4 Wasserversorgung

Die Wasserversorgung in der Marktgemeinde Prad am Stj. kann in die Trinkwasserleitung Prad, welche die Gebiete Prader Höfe, Prad Hauptort, Gewerbezone mit Kiefern-hainweg, Agums und Agumser Höfe versorgt, und die Trinkwasserleitung Lichtenberg, welche die Gebiete Lichtenberger Höfe, Lichtenberg Dorf und Höfe Pinet versorgt, unterteilt werden.

Die nachfolgend dargestellten Anlagenschemen wurden in Zusammenarbeit mit dem Wasserwart und den vorliegenden, aber unvollständigen Planunterlagen, erstellt. Die angeführten Schüttungen der eingespeisten Quellen wurden aus den Aufzeichnungen des Wasserwartes entnommen. Die angeführten Einwohnerzahlen beziehen sich auf Informationen, welche vom Meldeamt der Gemeinde Prad im März 2016 zur Verfügung gestellt wurden. Die Trinkwasserqualitäten wurden aus Wasserproben der Quellen und der öffentlichen Brunnen in den unterschiedlichen Zonen entnommen.

4.4.1 Trinkwasserleitung Prad

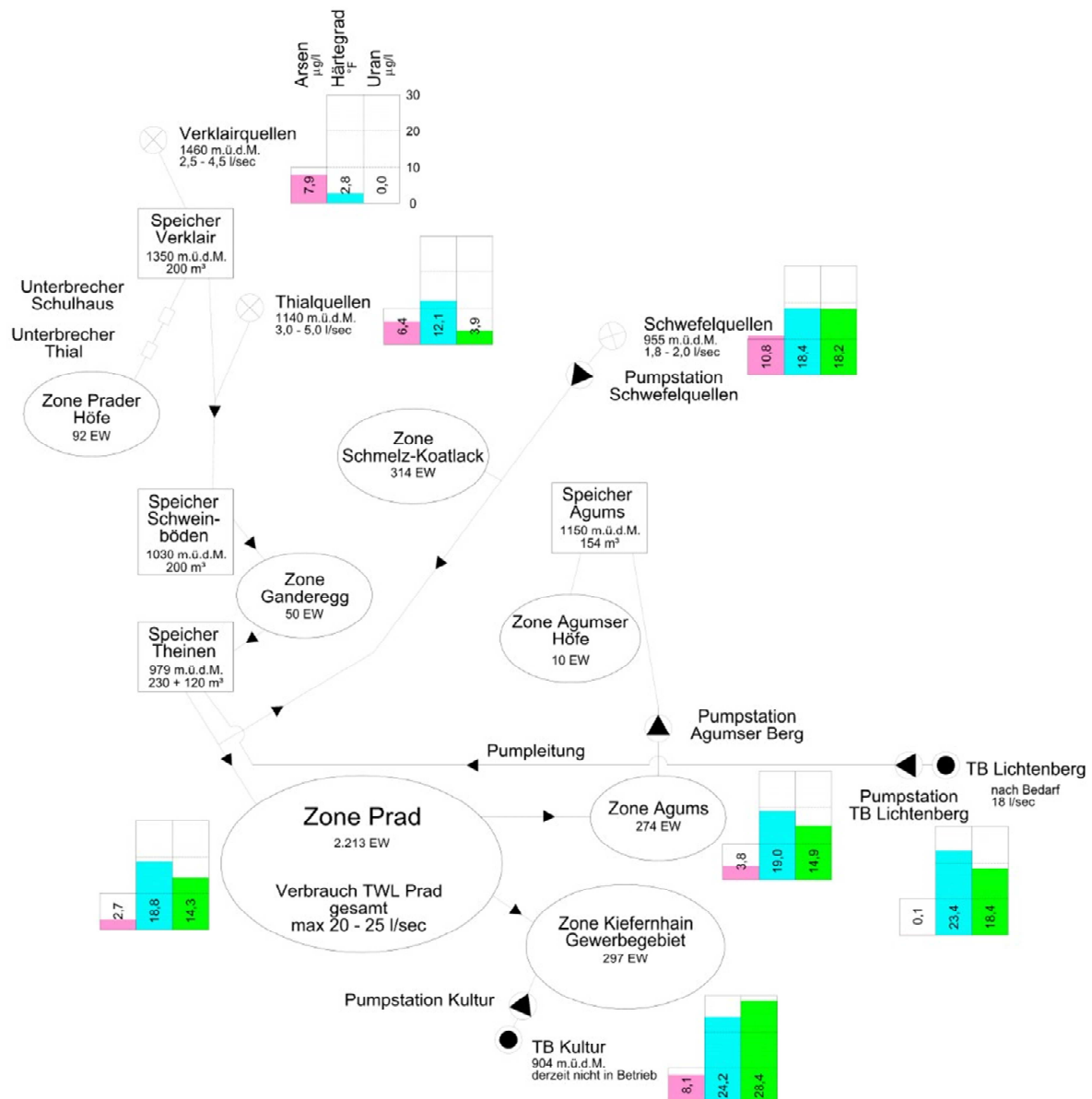


Abbildung 17: Schema der Trinkwasserleitung Prad

Aufgrund der Richtlinie 98/83/EG (Rat der Europäischen Union, 1998) und die darin enthaltene Festlegung des Grenzwertes von Arsen mit 10 µg/l musste die Wasserversorgung von Prad angepasst werden. Die bis dahin verwendeten Untervellnairquellen mit einem Arsengehalt von ca. 120 µg/l mussten ersetzt werden. Da keine anderen Quellen zur Verfügung standen, wurde unterhalb der Fraktion Lichtenberg ein Tiefbrunnen errichtet und mit dem Speicherbecken oberhalb des Hauptortes von Prad verbunden. Dort wird heute das Wasser aus den Quellen am Prader Berg mit Wasser aus dem Tiefbrunnen Lichtenberg gemischt.

Neben der Pumpstation des Tiefbrunnens Lichtenberg, welcher über eine getrennte Leitung Wasser aus dem Tiefbrunnen bis in den Speicher Theinen oberhalb des Ortes Prad bringt, versorgen zwei weitere Pumpstationen Zonen in einem Teil des Hauptortes und

einer Zone am Agumser Berg. Daraus folgt weiter, dass verschiedene Zonen in Prad unterschiedliche Wasserqualitäten aufweisen. Die Bewertung der Wasserversorgung wird im nachfolgenden Kapitel erläutert.

4.4.2 Trinkwasserleitung Lichtenberg

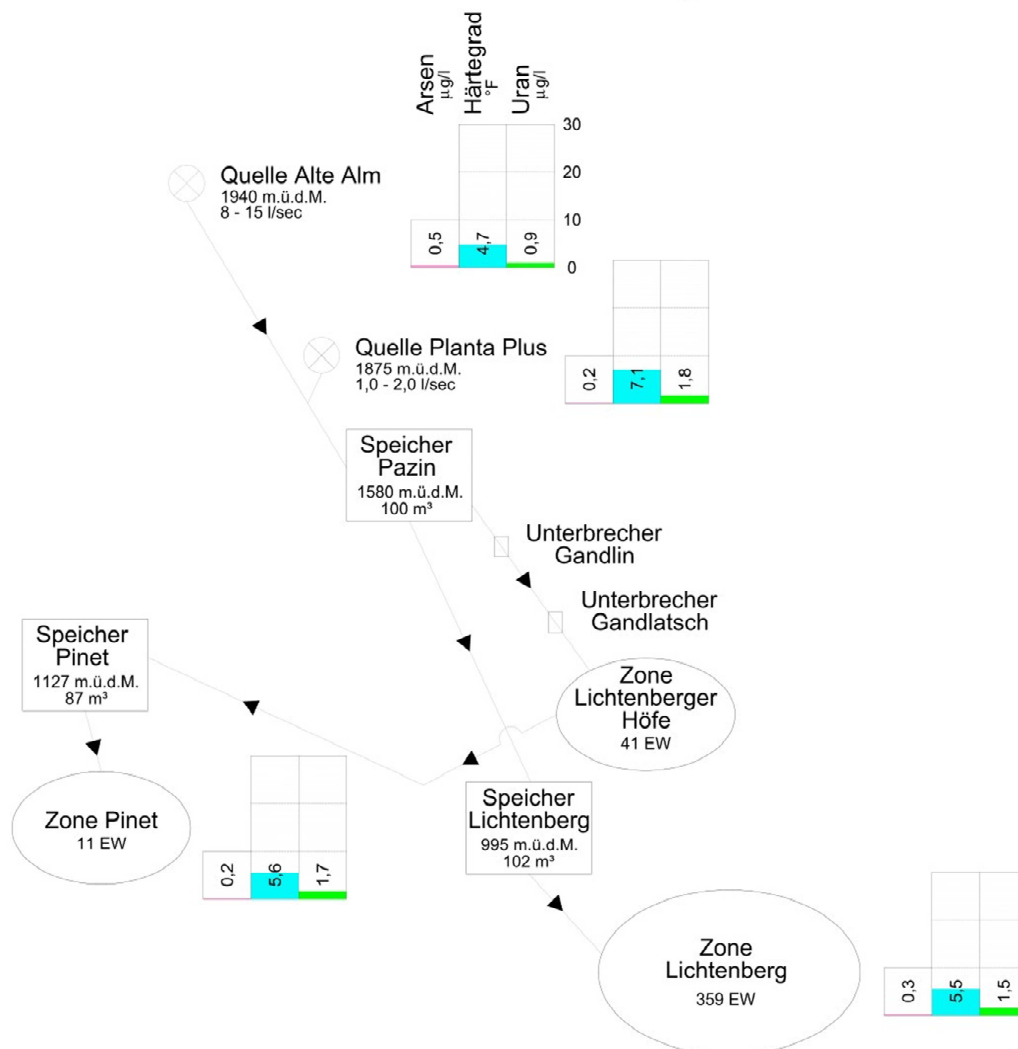


Abbildung 18: Schema der Trinkwasserleitung Lichtenberg

Die Trinkwasserversorgung von Lichtenberg wird über die Quellen Alte Alm und Planta Plus garantiert. Dabei wird nur ein Teil der Quellschüttung eingeleitet. Der Rest wird in den Vorfluter Gutfaltalmbach eingeleitet und wird an weiter bachabwärts gelegenen Wasserfassungen zur Bewässerung entnommen. Die Wasserversorgung der Höfe von Pinet wurde Anfang des Jahres 2014 geändert. Die bis dahin verwendeten Sandquellen, welche einen erhöhten Urangehalt aufweisen, wurden ausgeleitet. Heute wird der Speicher Pinet über eine Druckleitung aus dem Speicher Pazin am Lichtenberger Berg versorgt.

5 Bewertung der aktuellen Trinkwasserversorgung

Als Grundlage für die folgenden Bebauungsvarianten wird im ersten Schritt eine Bewertung der aktuellen Trinkwasserversorgung durchgeführt. Diese beinhaltet sowohl eine Bewertung des aktuellen Verbrauchs mit eventuellen Entwicklungen ebenso wie die Bewertung der Trinkwasserqualität und der technischen Einrichtungen der Anlage.

5.1 Verbrauch

5.1.1 Berechnung Verbrauch

Bei der Berechnung des Verbrauchs wird auf die Österreichische Norm (ÖNORM B 2538, 2018) und die Festlegungen im Gewässernutzungsplan der Autonomen Provinz Bozen (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017) zurückgegriffen. Dabei werden die folgenden Kennwerte verwendet:

- Einwohnerzahlen unterteilt in die verschiedenen Zonen der Anlage bereitgestellt vom Meldeamt der Gemeinde Prad im März 2016
- Fremdenbetten entnommen der Onlinedatenbank der Gemeinden für das Jahr 2016 (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)
- Groß- und Kleinvieheinheiten gesammelt in der Landwirtschaftszählung 2010 entnommen aus der Onlinedatenbank der Gemeinden (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)
- Beschäftigte bei Metzgereien, Friseuren und Bäcker als Schätzung zusammen mit der Gemeindeverwaltung
- Anzahl der Kinder, welche den Kindergarten, die Grund- und Mittelschule besuchen, mitgeteilt von der Gemeinde Prad

Die gemeldeten Einwohner konnten aufgrund der Wohnsitze relativ einfach den verschiedenen Zonen zugewiesen werden. Ebenso verhält es sich mit Metzgereien, Friseuren, Bäckereien und Schulen. Hingegen wurden die Fremdenbetten und Nutztiere anteilmäßig auf die Bevölkerung aufgeteilt. Dies stellt natürlich nur eine grobe Näherung dar und sollte bei einer genaueren Berechnung getrennt erhoben werden.

Berechnung Wasserverbrauch nach ÖNORM B 2538

Tabelle 8: Gleichwerte für die Berechnung des Wasserverbrauchs

Gleichwerte für Verbrauchsberechnung

Einwohner	120 Liter pro Einwohner und Tag
Fremdenbetten	200 Liter pro Übernachtung
Großvieheinheiten	60 Liter pro Stück und Tag
Kleinvieheinheiten	20 Liter pro Stück und Tag
Fleischhauer, Friseure	100 Liter pro Beschäftigten und Tag
Bäcker	150 Liter pro Beschäftigten und Tag
Schulen	10 Liter pro Person und Tag

Tabelle 9: Berechnung des mittleren Wasserbedarfs der gesamten Gemeinde Prad

TWL	Zone	Einwohner		Fremdenbetten		Großvieheinheiten		Kleinvieheinheiten	
		März 2016		ASTAT 2016		Landwirtschaftszählung 2010		Landwirtschaftszählung 2010	
		gesamt	3.556	gesamt	1.901	gesamt	1.834	gesamt	687
		Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag
Prad	Prader Höfe	90	10.800	48	9.623	46	2.785	17	348
	Ganderegg	49	5.880	26	5.239	25	1.516	9	189
	Schmelz	305	36.600	163	32.610	157	9.438	59	1.178
	Prad	2.147	257.640	1.148	229.553	1.107	66.439	415	8.296
	Agums	266	31.920	142	28.440	137	8.231	51	1.028
	Agumser Höfe	10	1.200	5	1.069	5	309	2	39
	Gewerbezone	289	34.680	154	30.899	149	8.943	56	1.117
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe	40	4.800	21	4.277	21	1.238	8	155
	Pinet	11	1.320	6	1.176	6	340	2	43
	Lichtenberg	349	41.880	187	37.314	180	10.800	67	1.348
Summe		426.720		380.200		110.040		13.740	

TWL	Zone	Fleischhauer, Friseure		Bäcker		Schulen 2016		Summe	
		Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag	Liter/Tag	Liter/Sekunde
Prad	Prader Höfe							23.555	0,27
	Ganderegg							12.825	0,15
	Schmelz							79.827	0,92
	Prad	30	3.000	20	3.000	364	3.640	571.567	6,62
	Agums							69.619	0,81
	Agumser Höfe							2.617	0,03
	Gewerbezone							75.639	0,88
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe							10.469	0,12
	Pinet							2.879	0,03
	Lichtenberg					46	460	91.803	1,06
Summe		3.000		3.000		4.100		940.800	10,89

Tabelle 10: Berechnung des Wasserbedarfs an verbrauchsreichen Tagen der gesamten Gemeinde Prad

Bestimmung des derzeitigen Wasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus dem mittleren Wasserbedarf aus Tabelle 2 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt dimensionsloser Faktor 1,7

940.800	*	1,7	=	1.599.360 Liter/Tag
1.599.360	/	86400	=	18,51 Liter/Sekunde

Größter stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 11%

1.599.360	*	0,11	=	175.930 Liter/Stunde
175.930	/	3600	=	48,87 Liter/Sekunde

Mittlerer stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 8%

1.599.360	*	0,08	=	127.949 Liter/Stunde
127.949	/	3600	=	35,54 Liter/Sekunde

Tabelle 11: Berechnung des Wasserbedarfs an verbrauchsreichen Tagen der TWL Prad versorgt vom Speicher Theinen

TWL Prad - Ohne Zone Schmelz und Prader Höfe

Bestimmung des derzeitigen Wasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus dem mittleren Wasserbedarf aus Tabelle 2 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt dimensionsloser Faktor 1,7

719.443	*	1,7	=	1.223.053 Liter/Tag
1.223.053	/	86400	=	14,16 Liter/Sekunde

Größter stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 11%

1.223.053	*	0,11	=	134.536 Liter/Stunde
134.536	/	3600	=	37,37 Liter/Sekunde

Mittlerer stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 8%

1.223.053	*	0,08	=	97.844 Liter/Stunde
97.844	/	3600	=	27,18 Liter/Sekunde

Tabelle 12: Berechnung des Wasserbedarfs an verbrauchsreichen Tagen der TWL Lichtenberg versorgt vom Speicher Lichtenberg

TWL Lichtenberg - Zone Lichtenberg

Bestimmung des derzeitigen Wasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus dem mittleren Wasserbedarf aus Tabelle 2 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt dimensionsloser Faktor 1,7

91.803	*	1,7	=	156.064 Liter/Tag
156.064	/	86400	=	1,81 Liter/Sekunde

Größter stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 11%

156.064	*	0,11	=	17.167 Liter/Stunde
17.167	/	3600	=	4,77 Liter/Sekunde

Mittlerer stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 8%

156.064	*	0,08	=	12.485 Liter/Stunde
12.485	/	3600	=	3,47 Liter/Sekunde

Berechnung mit Gleichwerten nach Gewässernutzungsplan 2017 (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017):

Gleichwerte: 300 Liter pro Einwohner pro Tag
140 Liter pro Großvieheinheit pro Tag

Tabelle 13: Berechnung Großvieheinheiten (Dekret des Landeshauptmannes Nr. 6, 2008)

Bezeichnung	Anzahl	Anteil GVE	Betrag	
Rinder	1806	1	1806	
Pferde	28	1	28	
Schafe	483	0,15	72	
Ziegen	101	0,15	15	
Schweine	103	0,3	31	
			1953	GVE

Tabelle 14: Berechnung Wasserverbrauch mit Werten aus Gewässernutzungsplan 2017 (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2017)

TWL	Zone	Einwohner		Fremdenbetten		Großvieheinheiten		Summe	
		März 2016		ASTAT 2016		Landwirtschaftszählung 2010			
		gesamt	3.556	gesamt	1.901	gesamt	1.953		
		Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag		
Prad	Prader Höfe	90	27.000,00	48	14.433,91	49	6.918,31	48.352,22	0,56
	Ganderegg	49	14.700,00	26	7.858,46	27	3.766,63	26.325,10	0,30
	Schmelz	305	91.500,00	163	48.914,93	167	23.445,37	163.860,31	1,90
	Prad	2.147	644.100,00	1.148	344.329,05	1.179	165.040,06	1.153.469,11	13,35
	Agums	266	79.800,00	142	42.660,24	146	20.447,44	142.907,68	1,65
	Agumser Höfe	10	3.000,00	5	1.603,77	5	768,70	5.372,47	0,06
	Gewerbe	289	86.700,00	154	46.348,90	159	22.215,45	155.264,36	1,80
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe	40	12.000,00	21	6.415,07	22	3.074,80	21.489,88	0,25
	Pinet	11	3.300,00	6	1.764,15	6	845,57	5.909,72	0,07
	Lichtenberg	349	104.700,00	187	55.971,51	192	26.827,66	187.499,17	2,17
Summe		1.066.800,00		570.300,00		273.350,00		1.910.450,00	22,11

Die Berechnung des Verbrauchs wird als Anhang 1 beigelegt.

5.1.2 Verbrauchsmessungen

Die Messung des Verbrauchs wird seit vielen Jahren jeden Monat an den Speichern Theinen und Lichtenberg durchgeführt. Auch der Wasserzähler am Tiefbrunnen wird standardmäßig abgelesen. Die Entwicklung wird sowohl über die letzten Jahre als auch als Entwicklung im Jahresverlauf analysiert. Eine erste Übersicht über den Verbrauch am Speicher Theinen gibt die folgende Abbildung, wobei zwischen Zulauf aus den Quellen (exakt aus dem darüber liegenden Speicher Schweinböden) und Zulauf aus dem Tiefbrunnen Lichtenberg unterschieden wird:

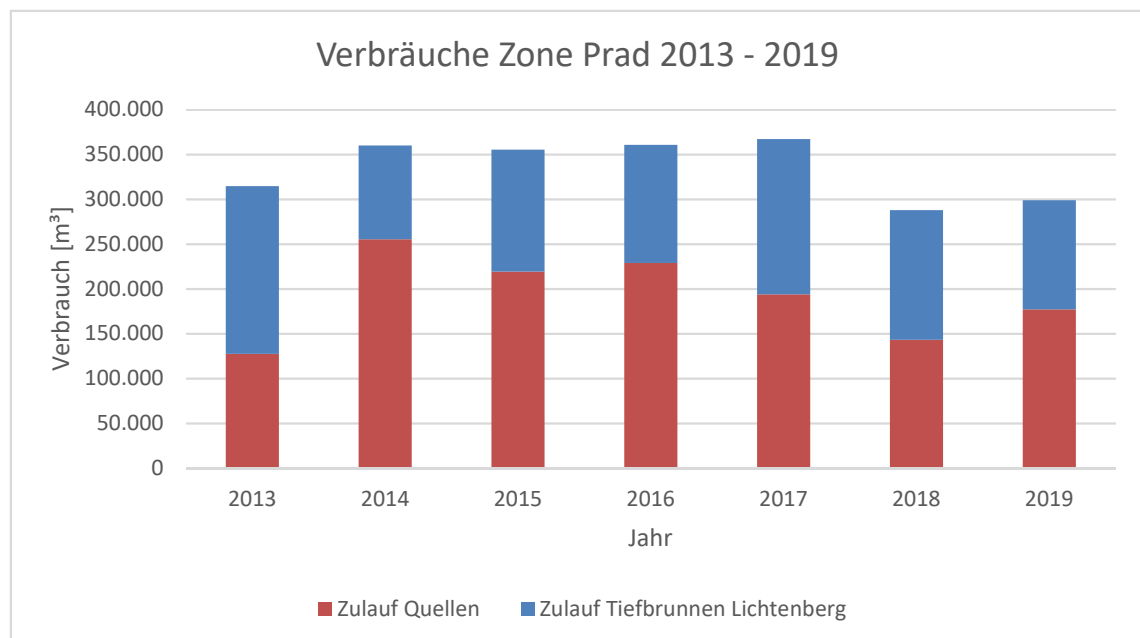


Abbildung 19: Verbräuche Speicher Theinen 2013 - 2019

Dabei ist erkennbar, dass, auch wenn die Menge an verbrauchtem Wasser nur sehr gering schwankt, der Zulauf aus dem Tiefbrunnen Lichtenberg doch sehr stark variieren.

Dies ist auf die zeitliche Verteilung der Verbräuche im Jahres- und Tagesverlauf zurückzuführen. Der Tiefbrunnen Lichtenberg „reagiert“ auf diese kurzfristigen Verbräuche und pumpt eine größere Wassermenge in den Speicher Theinen.

Um die Verläufe im Jahresgang darzustellen wurden die Aufzeichnungen des Wasserwartes ausgewertet:

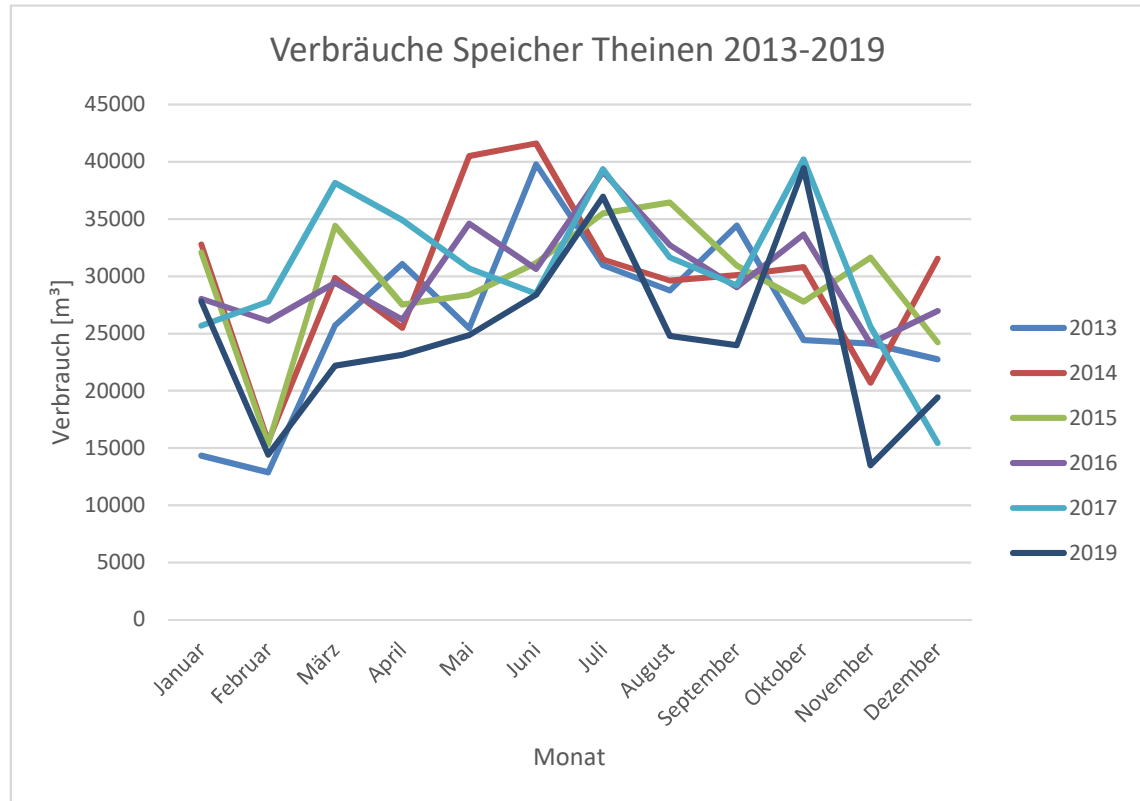


Abbildung 20: Verbräuche am Speicher Theinen zwischen den Jahren 2013 – 2019

Zur Ergänzung der monatlichen Verbrauchsmessungen und zur Bewertung des Tagesverlaufs wurden an den Wasserzählern am Speicher Theinen, Speicher Lichtenberg und am Tiefbrunnen Lichtenberg Kameras installiert. Die gesamten gewonnenen Daten werden als Anhang 2 dieser Masterarbeit beigelegt:



Abbildung 21: Kamera zur Messung des Verbrauchs, Installation am Speicher Theinen (Foto: Wallnöfer)

Der Speicher Theinen mit Tiefbrunnen Lichtenberg wird direkt nacheinander dargestellt, da diese derselben TWL zugeordnet werden können. Besonderheiten werden unter den jeweiligen Diagrammen beschrieben:

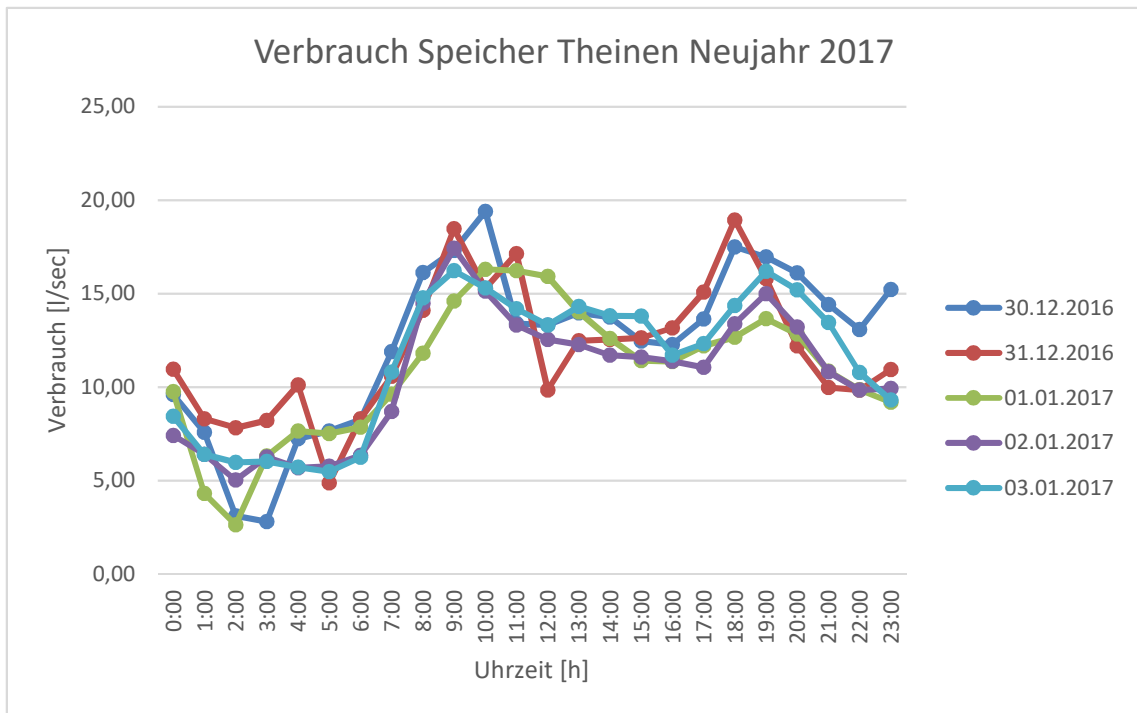


Abbildung 22: Verbrauchsmessung Speicher Theinen über Neujahr 2017

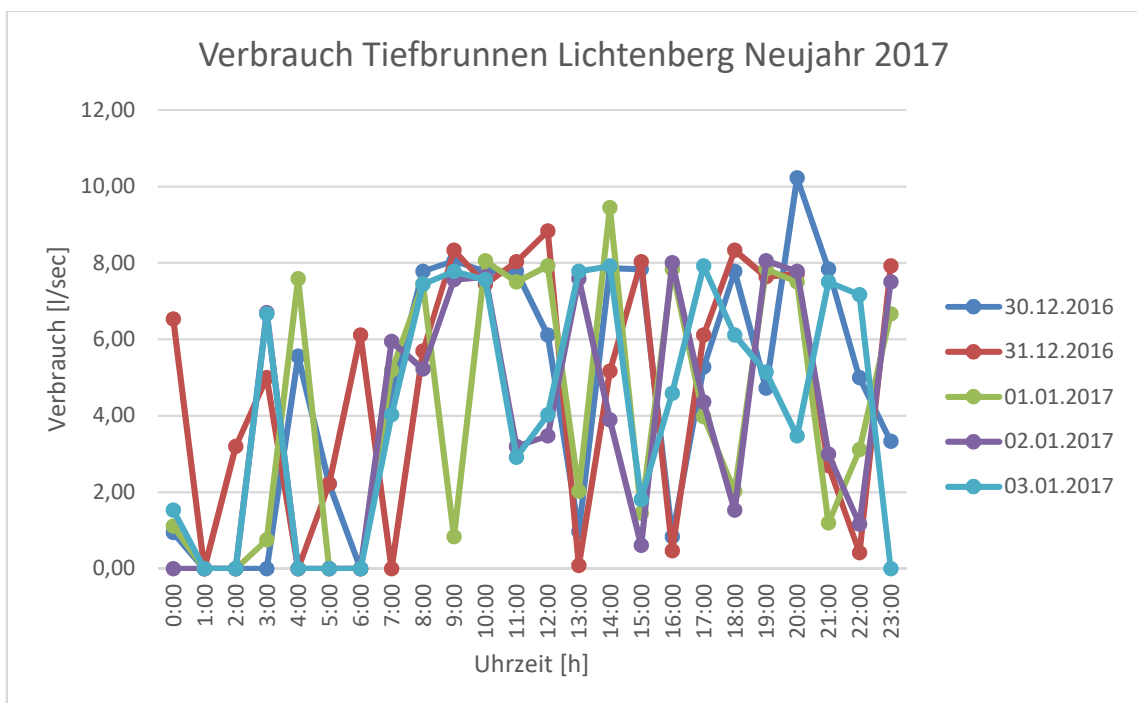


Abbildung 23: Verbrauchsmessung Tiefbrunnen Lichtenberg Neujahr 2017

Auffallend ist beim Diagramm des Tiefbrunnens der sehr stark schwankende Verlauf der Entnahmemengen und die damit verbundenen zahlreichen Schaltungen der Pumpe.

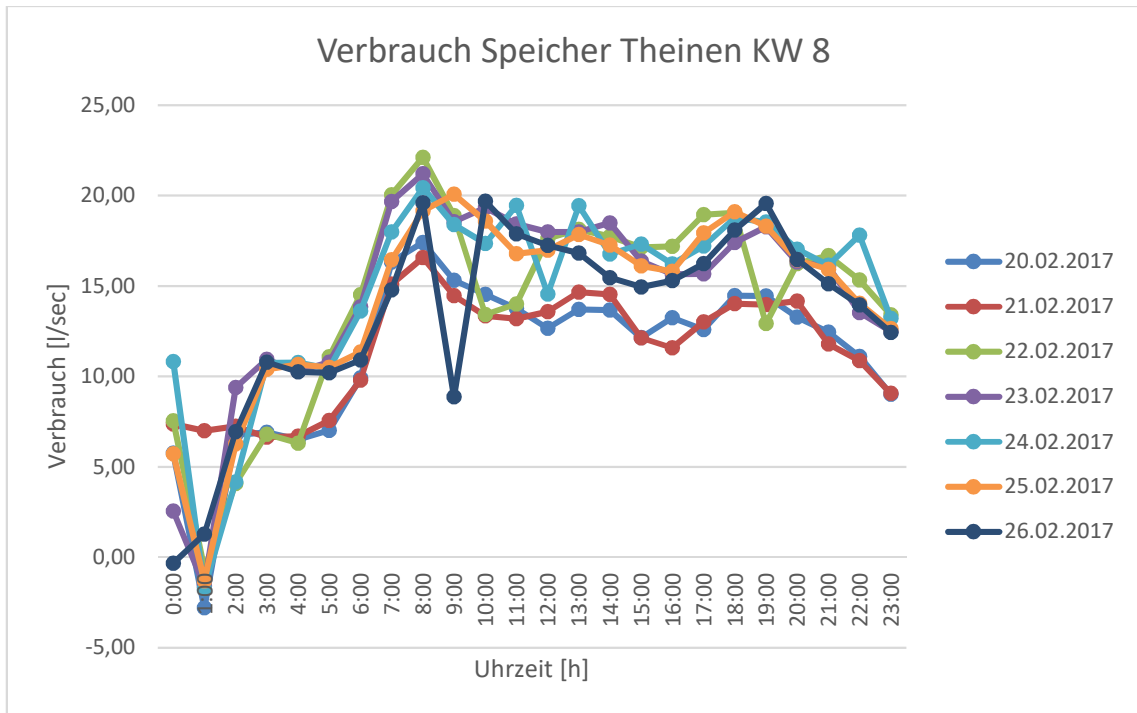


Abbildung 24: Verbrauchsmessung Speicher Theinen Ende Februar 2017

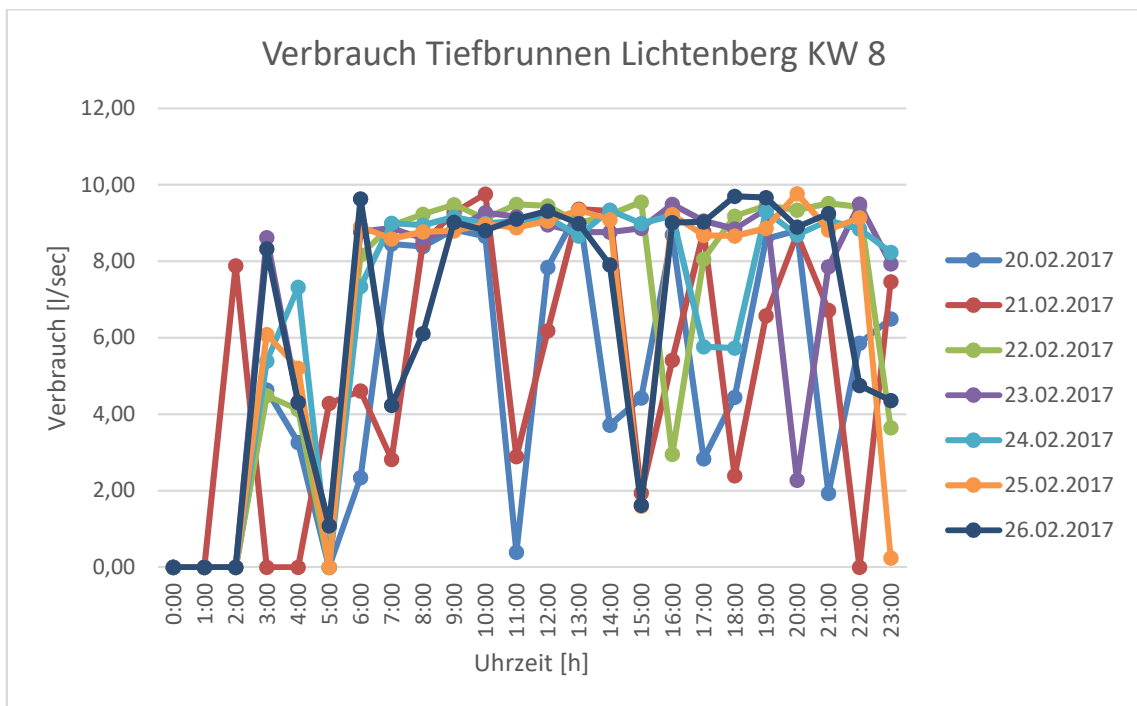


Abbildung 25: Verbrauchsmessung Tiefbrunnen Lichtenberg Ende Februar 2017

Im Diagramm des Speichers Theinen ist ersichtlich, dass der Wasserzähler unterhalb eines bestimmten Bereiches bei ca. 5 Litern fehlerhafte Werte liefert. Die Entnahme aus dem Tiefbrunnen schwankt immer noch stark.

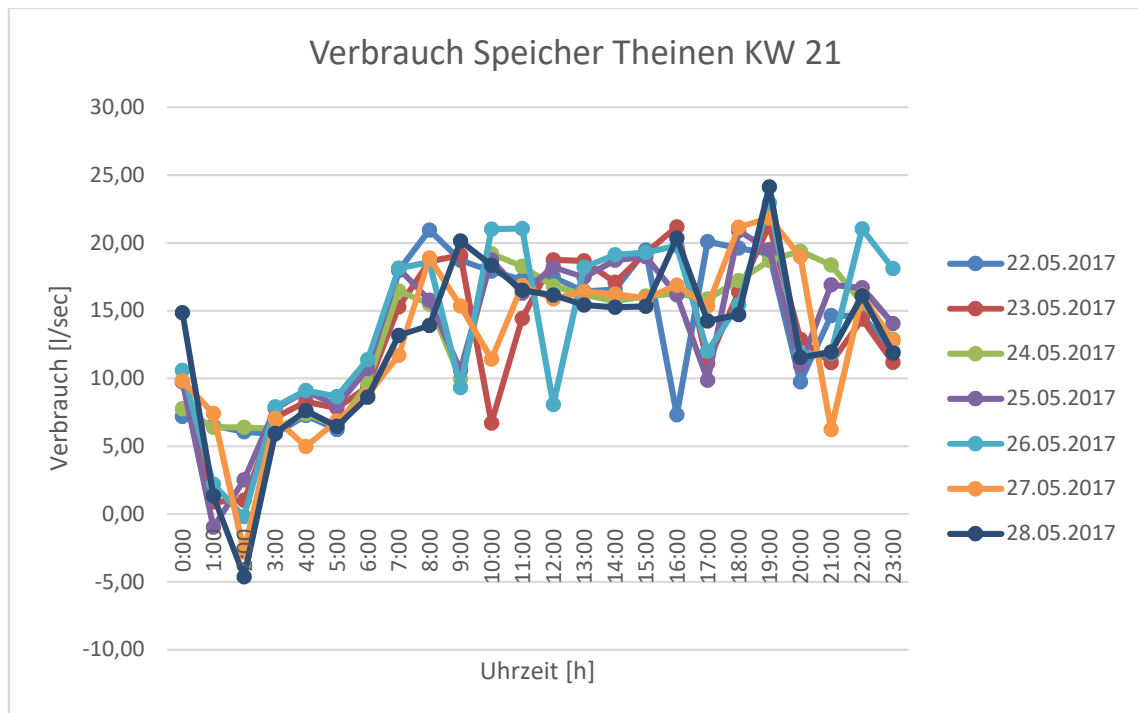


Abbildung 26: Verbrauchsmessung Speicher Theinen Ende Mai 2017

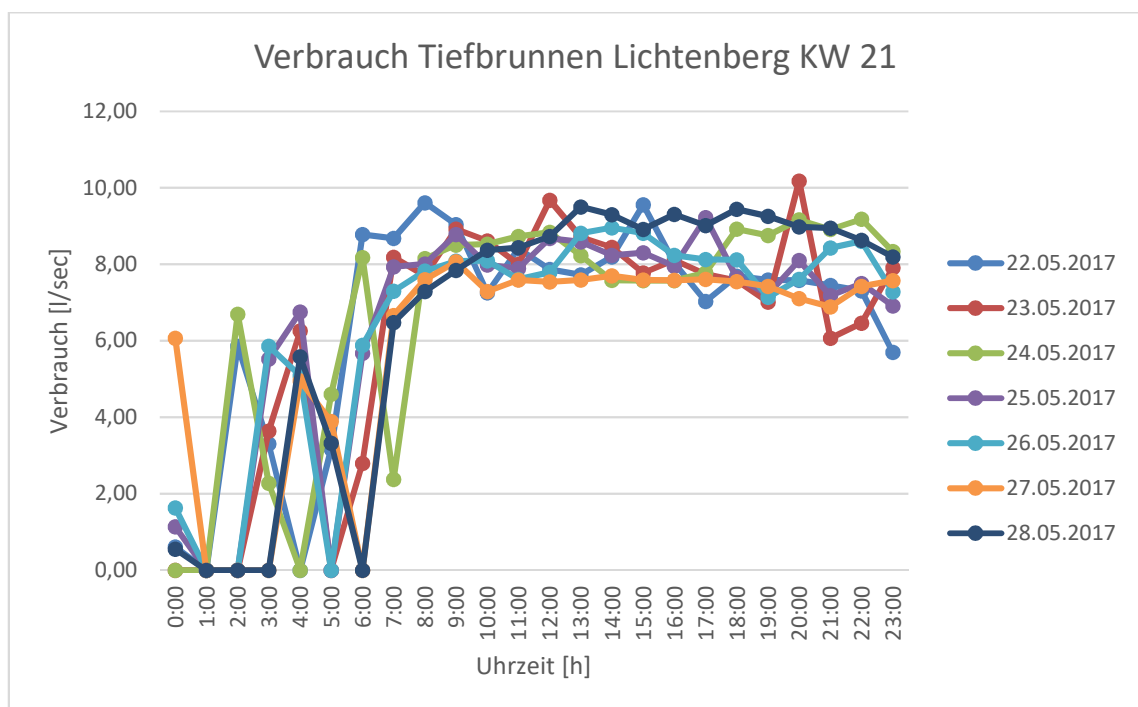


Abbildung 27: Verbrauchsmessung Tiefbrunnen Lichtenberg Ende Mai 2017

In der Hochsaison wird der Tiefbrunnen fast über den gesamten Tagesverlauf benötigt um die Wasserversorgung der Gemeinde Prad zu gewährleisten. Nur in den Nachtstunden wird der Tiefbrunnen nicht konstant benötigt.

Nachfolgend werden die Tagesverbräuche von Lichtenberg zu Sommerbeginn aufgezeigt:

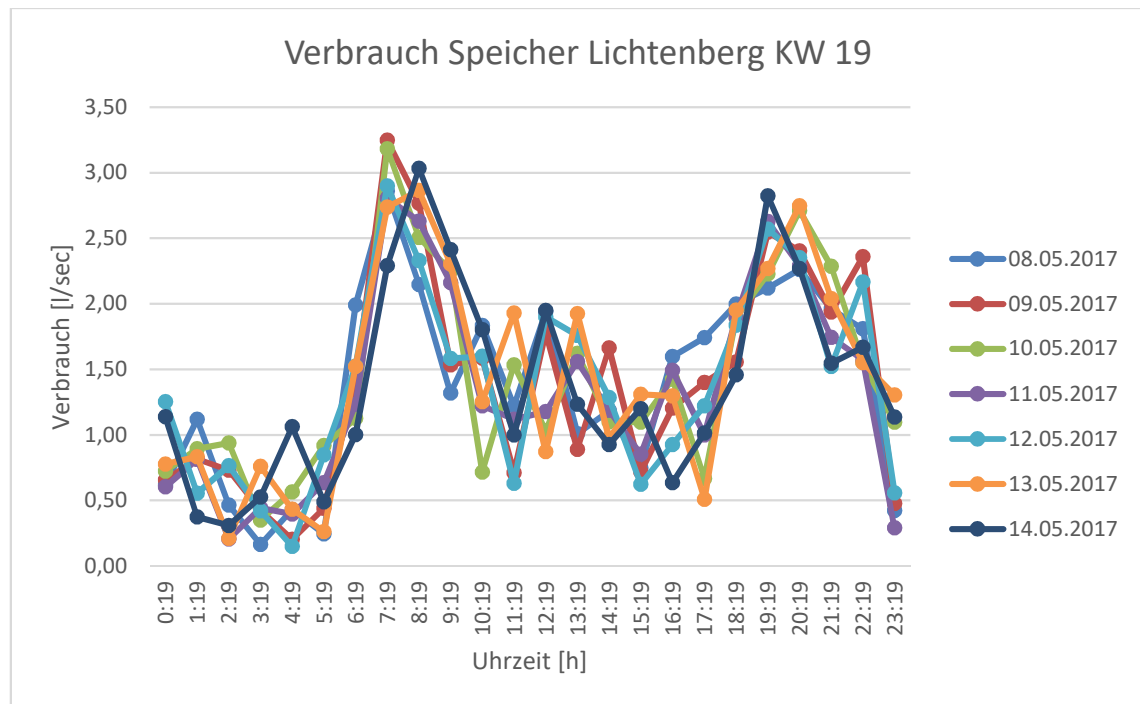


Abbildung 28: Verbrauchsmessung Speicher Lichtenberg Anfang Mai 2017

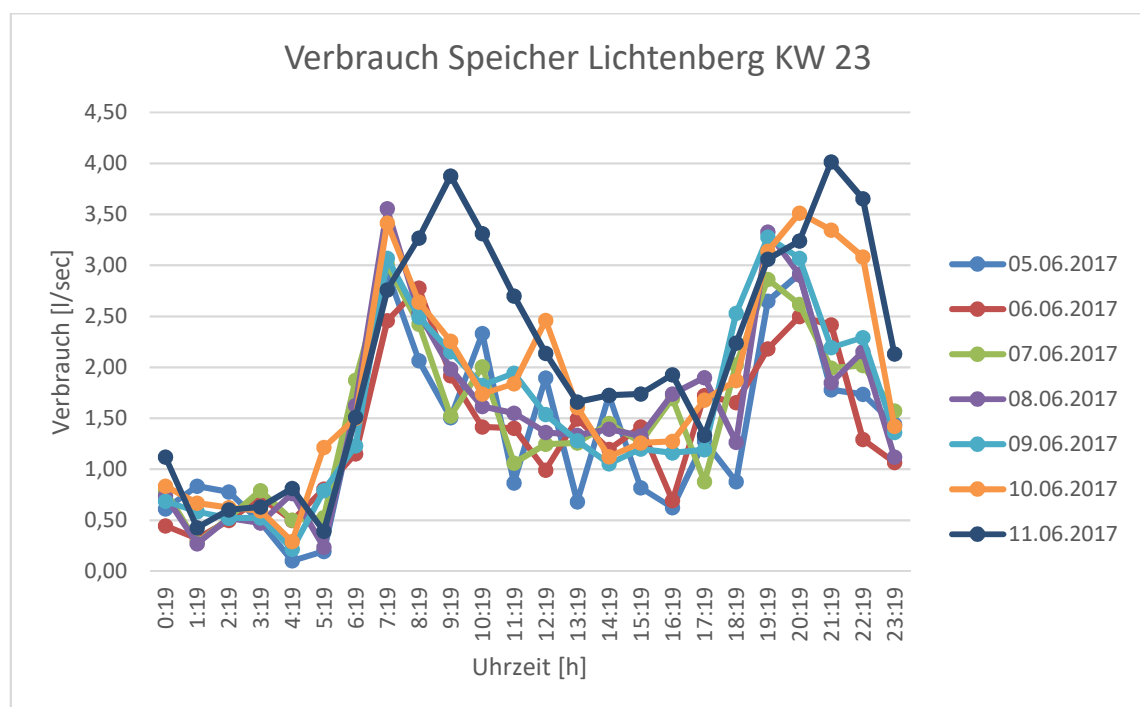


Abbildung 29: Verbrauchsmessung Speicher Lichtenberg Anfang Juni 2017

Während der Wasserverbrauch der TWL Prad in den Tagstunden eher konstant bleibt, sind an der TWL Lichtenberg deutliche Schwankungen zu erkennen. Die Spitzen des Verbrauchs entsprechen den für eine kleine Gemeinde zu erwartenden hohen Verbräuchen am Morgen und am Abend. Die gesamte Datenreihe wird in Anhang 2 beigelegt.

5.1.3 Verluste

Der Überbegriff Verlust kann in die folgenden Unterarten unterteilt werden (Neunteufel, Theuretzbacher-Fritz, Teix, Kölbl, & Perfler, 2004):

Reale oder auch technische Verluste genannt, sind die physikalischen Verluste aus einem unter Druck stehenden System bis hin zum Kundenzähler. Es sind dies die Verluste aus Lecks, Rohrbrüchen, Behälterüberläufen und Hausanschlussleckagen vor dem Hauswasserzähler. Die Menge hängt von der Leck-Häufigkeit, Ausflussmenge und Ausflusssdauer ab.

Als wirtschaftlicher Wasserverlust oder auch als kaufmännischer Verlust bezeichnet, werden zu den realen Verlusten auch noch die nicht in Rechnung gestellten Wasserabgaben z.B. für die Feuerwehr, Bewässerung von öffentlichen Grünflächen oder Straßenreinigung, hinzugerechnet.

Zu den unechten oder scheinbaren Verlusten zählen Schleichverluste, Zählerabweichungen oder auch Wasserdiebstahl.

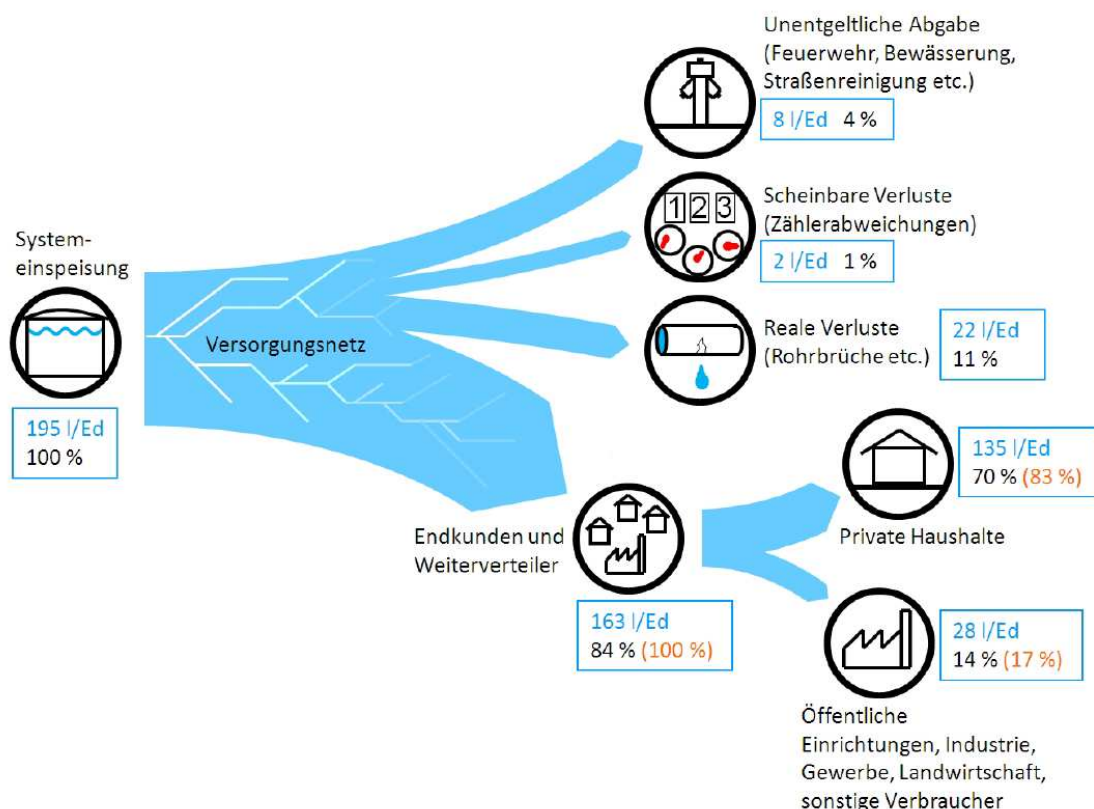


Abbildung 30: Durchschnittliche Anteile an der Systemeinspeisung (Quelle: Erhebungen des Forschungsprojekts, ÖVGW Projekt Energieeffizienz sowie ÖVGW Benchmarking 2004 und 2007) publiziert in (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2012).

Da die unterschiedlichen Verluste nur sehr schwer voneinander zu unterscheiden bzw. nicht messbar sind, wird anhand von Vergleichswerten versucht die auftretenden Verluste einzuordnen. Dazu wurde in (Neunteufel, Theuretzbacher-Fritz, Teix, Kölbl, & Perfler, 2004) ein internationaler Vergleich des wirtschaftlichen Wasserverlustes angestellt:

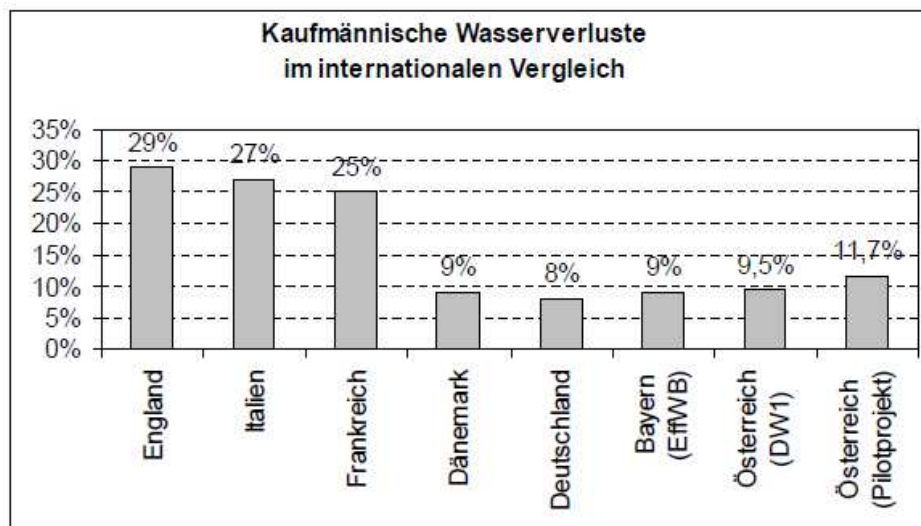


Abbildung 31: Internationaler Vergleich der kaufmännischen Wasserverluste (nicht in Rechnung gestellte Wassermenge) in % der Netzeinspeisung - Daten 1998

Wasserverluste seit 2001 in Deutschland - öffentliche Wasserversorgung, Anteile in % bezogen auf das Bruttowasseraufkommen

bdeu
Energie. Wasser. Leben.

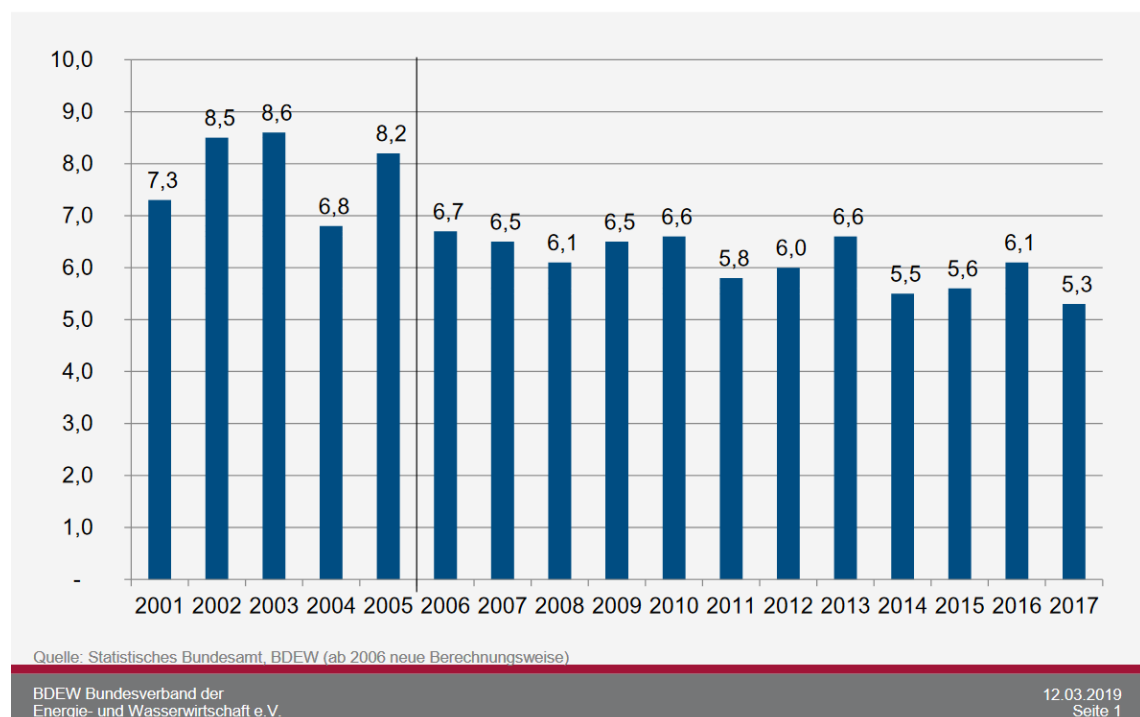


Abbildung 32: Die Entwicklung der Wasserverluste in Deutschland seit 1991 (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2019)

Ziel der Versorger sollte es sein, die Wasserverluste weiter zu senken. Dieses Ziel wird in Deutschland konstant verfolgt. So konnten die Wasserverluste auf 5,3 % im Jahr 2017 reduziert werden. Betrachtet man jedoch italienische Regionen, so zeigt sich ein komplett anderes Bild. Die wirtschaftlichen Verluste lagen in Italien im Jahr 1998 bei ca. 27 %. In den darauf folgenden Jahren haben sich diese bis auf 37,4 % im Jahr 2012 und schließlich auf 41,4 % im Jahr 2015 weiter erhöht (ISTAT, 2017):

	2012	2015	DIFFERENZE 2015-2012
RIPARTIZIONI GEOGRAFICHE			
Nord-ovest	30,0	30,7	0,7
Nord-est	32,6	37,0	4,4
Centro	41,4	48,2	6,8
Sud	40,9	46,2	5,3
Isole	48,3	51,6	3,3
REGIONI			
Piemonte	38,0	35,2	-2,8
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	21,9	18,7	-3,2
Liguria	31,2	32,8	1,6
Lombardia	26,5	28,7	2,2
Trentino-Alto Adige/Südtirol	25,6	29,8	4,2
- Bolzano - Bozen	25,5	25,9	0,4
- Trento	25,7	32,4	6,7
Veneto	35,6	40,0	4,4
Friuli-Venezia Giulia	44,9	47,8	2,9
Emilia-Romagna	25,6	30,7	5,1
Toscana	38,6	43,4	4,8
Umbria	38,5	46,8	8,3
Marche	28,9	34,1	5,2
Lazio	45,1	52,9	7,8
Abruzzo	42,3	47,9	5,6
Molise	47,2	47,4	0,2
Campania	45,8	46,7	0,9
Puglia	34,6	45,9	11,3
Basilicata	38,5	56,3	17,8
Calabria	35,4	41,1	5,7
Sicilia	45,6	50,0	4,4
Sardegna	54,8	55,6	0,8
ITALIA	37,4	41,4	4,0

Abbildung 33: Kaufmännische Wasserverluste geografische Unterteilung und Unterteilung in Regionen der Jahre 2012 und 2015 (ISTAT, 2017)

Zur Bewertung der Verluste wurden die Verbrauchsmessungen an den Speichern Theinen und Lichtenberg mit den abgelesenen Hausanschlusszählern der entsprechenden Zonen Prad Hauptort und Lichtenberg Hauptort verglichen:

Tabelle 15: Berechnung kaufmännischer Verlust Zone Prad der Jahre 2015-2017

Jahr	Verbrauch Speicher	Zähler abgerechnet	Differenz	kaufmännischer Verlust
2015	355470 m ³	230748 m ³	124722 m ³	35%
2016	360700 m ³	200996 m ³	159704 m ³	44%
2017	367180 m ³	238334 m ³	128846 m ³	35%

Der kaufmännische Verlust der Zone Prad liegt im italienischen Durchschnitt. Jedoch somit auch über dem Verlust der Landeshauptstadt Bozen und deutlich über den Vergleichswerten aus dem deutschsprachigen Ausland. Im Gegensatz dazu liegen die Verluste der TWL Lichtenberg Zone Hauptort bei ca. 18 % bis 22 % und damit für Italien in einem sehr guten, und auch im österreichischen Vergleich akzeptablen, Bereich.

Die Ursache für die hohen kaufmännischen Verluste der Zone Prad können nicht zwangsläufig festgestellt werden. Wie in den vorausgegangenen Abbildungen ersichtlich sind für diese hohen kaufmännischen Verluste zahlreiche Ursachen möglich. Im Laufe der Masterarbeit wurde jedoch auch der Zustand des Leitungsnetzes aus Fotos der bestehenden Armaturen und anhand von ausgebauten Leitungsstücken überprüft. Vor allem in den Abschnitten in denen Trinkwasserleitungen aus Eisen ausgebaut wurden, konnten sehr starke Verkrustungen und Beschädigungen festgestellt werden:



Abbildung 34: Ausgebautes Leitungsstück aus Eisen – Sandweg (Foto: Wallnöfer)



Abbildung 35: Sehr starke Verkrustungen und Leckstelle (Fotos: Wallnöfer)

Zudem werden immer wieder schadhafte Stellen durch Wasseraustritte an der Fahrbahnoberfläche festgestellt, wobei als Ursache dafür wiederum alte Verteilerleitungen festgestellt wurden. Der genaue Umfang dieser alten Verteilerleitungen lässt sich jedoch nicht genau bestimmen und sollte schnellstmöglich durch ein digitales Leitungskataster des gesamten Gemeindegebietes erhoben und festgehalten werden. Dieses Leitungskataster wurde bereits von der Gemeindeverwaltung in Auftrag gegeben und wird derzeit ausgearbeitet.

Zusammen mit anderen Leitungsbetreibern, dem Energie-Werk Prad Genossenschaft für die Fernwärme-, Strom- und Glasfaserleitungen und der Bezirksgemeinschaft Vinschgau für den Hauptsammler sollte ein Erneuerungsplan für das Gemeindegebiet Prad festgelegt werden. Nur so wird es möglich sein, die Trinkwasserversorgung langfristig garantieren zu können und die Erneuerung der Leitungen voranzubringen.



Abbildung 36: Ultraschall-Wasserzähler der Firma Kamstrup A/S (Fotos: Wallnöfer)

Bereits während der Ausarbeitung dieser Masterarbeit hat die Gemeindeverwaltung Prad begonnen die bestehenden, zum Teil sehr alten Hausanschlusszähler auszutauschen und diese durch Ultraschallwasserzähler zu ersetzen. Neben den möglichen Wasserverlusten durch die Zähler selbst werden die neuen Zähler zusätzlich aus den privaten Grundstücken in Schächte in den öffentlichen Raum verlegt. Damit werden Wasserverluste in den letzten Abschnitten der Trinkwasserleitungen an die privaten Haushalte verrechnet, dadurch besser überwacht und gegebenenfalls beseitigt. Auch die Ablesung kann deutlich vereinfacht werden. Diese kann nun durch Lesegeräte direkt von der Fahrbahn aus erfolgen, so dass die Abrechnungsintervalle eingehalten und damit die Datensicherheit verbessert wird.

An den verschiedenen öffentlichen Einrichtungen, welche heute nicht mit Wasserzählern ausgestattet sind, sollten diese unverzüglich nachgerüstet werden.

Zur Vermeidung von Wasserverlusten an den Zählern wird in Österreich das Maß- und Eichgesetz angewandt, welches eine Nacheichung bzw. den Austausch der Wasserzähler spätestens alle 5 Jahre vorschreibt (OÖ WASSER Genossenschaftsverband eGen, 2019).

5.1.4 Entwicklungsszenarien

5.1.4.1 Bevölkerung

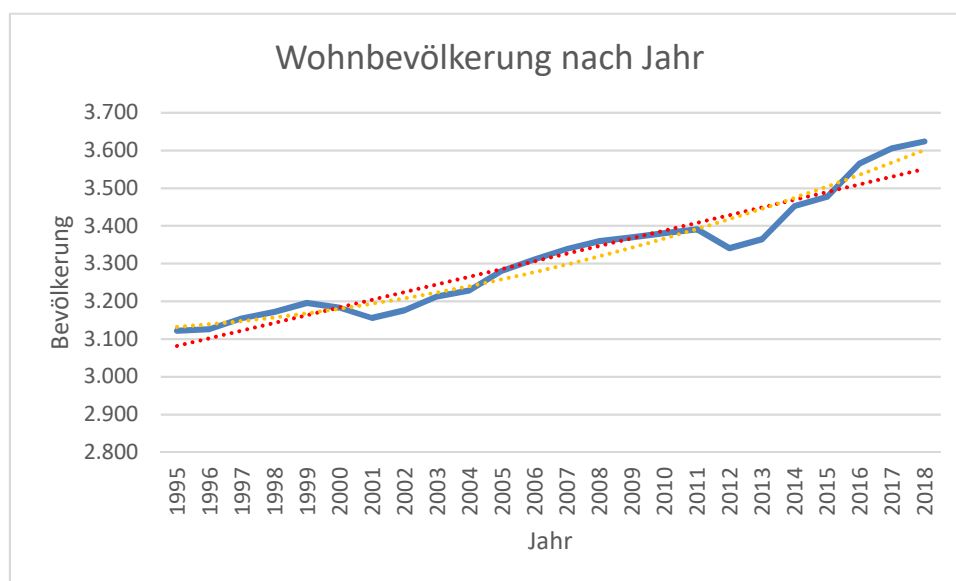


Abbildung 37: Wohnbevölkerung der Marktgemeinde Prad am Stj. nach Jahren

Die Bevölkerung der Gemeinde Prad ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019). Dies ist auf die gute Lage, auf die wirtschaftliche Situation und die vorhandenen sozialen Strukturen zurückzuführen. Auch für die nächsten Jahre ist eine weitere Zunahme der Bevölkerung zu erwarten.

Dem linearen Trend folgend (rote Linie in Abbildung 37) kann für das Jahr 2050 von einer Bevölkerung von ca. 4.200 ausgegangen werden. Wird eine quadratische Gleichung

zweiten Grades (gelbe Linie in Abbildung 37) als Trendlinie angenommen, so muss mit einer Bevölkerung von ca. 4.800 gerechnet werden. Dies entspricht einer Steigerung des Wasserverbrauchs für Haushalte in der Größenordnung von 20 % – 40 %.

5.1.4.2 Landwirtschaft

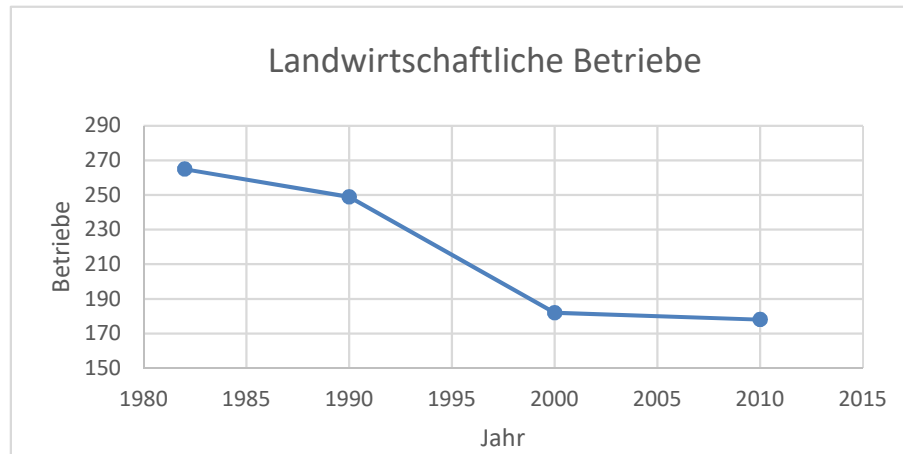


Abbildung 38: Landwirtschaftliche Betriebe 1982 – 2010 (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)

Auch wenn die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe stark abgenommen hat und vor allem Milchviehbetriebe aufgelassen wurden, so führt der Trend zum Obstbau hauptsächlich im Talboden zu einem erhöhten Wasserverbrauch. Das Beregnungswasser wird in der Gemeinde Prad jedoch zu einem großen Teil aus den Vorflutern entnommen und beeinflusst damit die Trinkwassermenge nur indirekt. Der spezielle Fall der Lichtenberger Höfe wird im Abschnitt Variantenuntersuchung genauer beleuchtet.

5.1.4.3 Tourismus

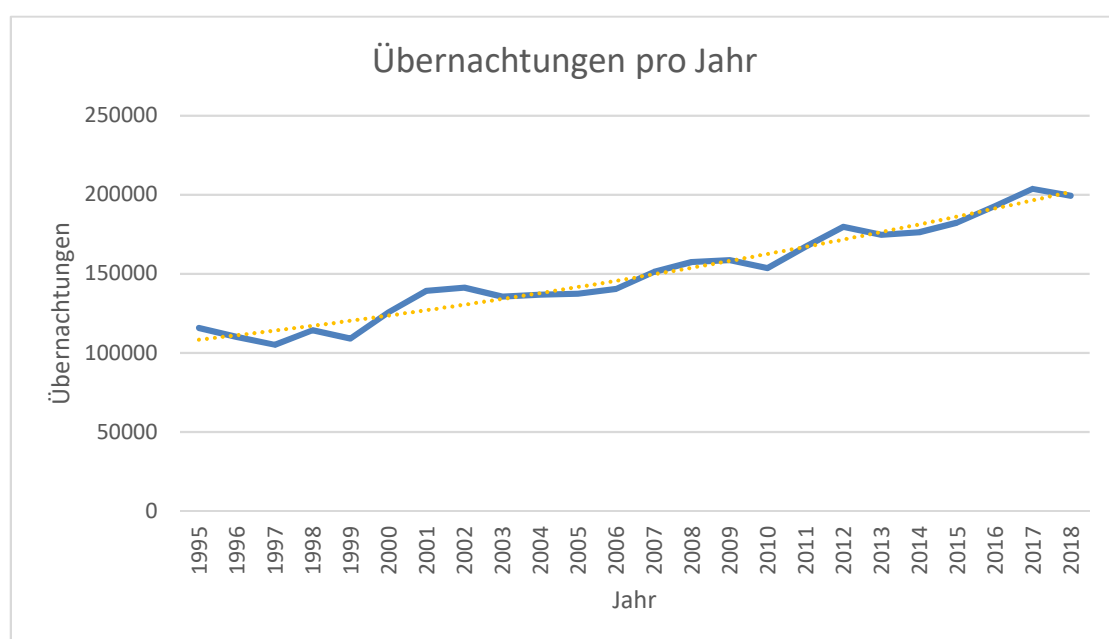


Abbildung 39: Übernachtungen pro Jahr (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)

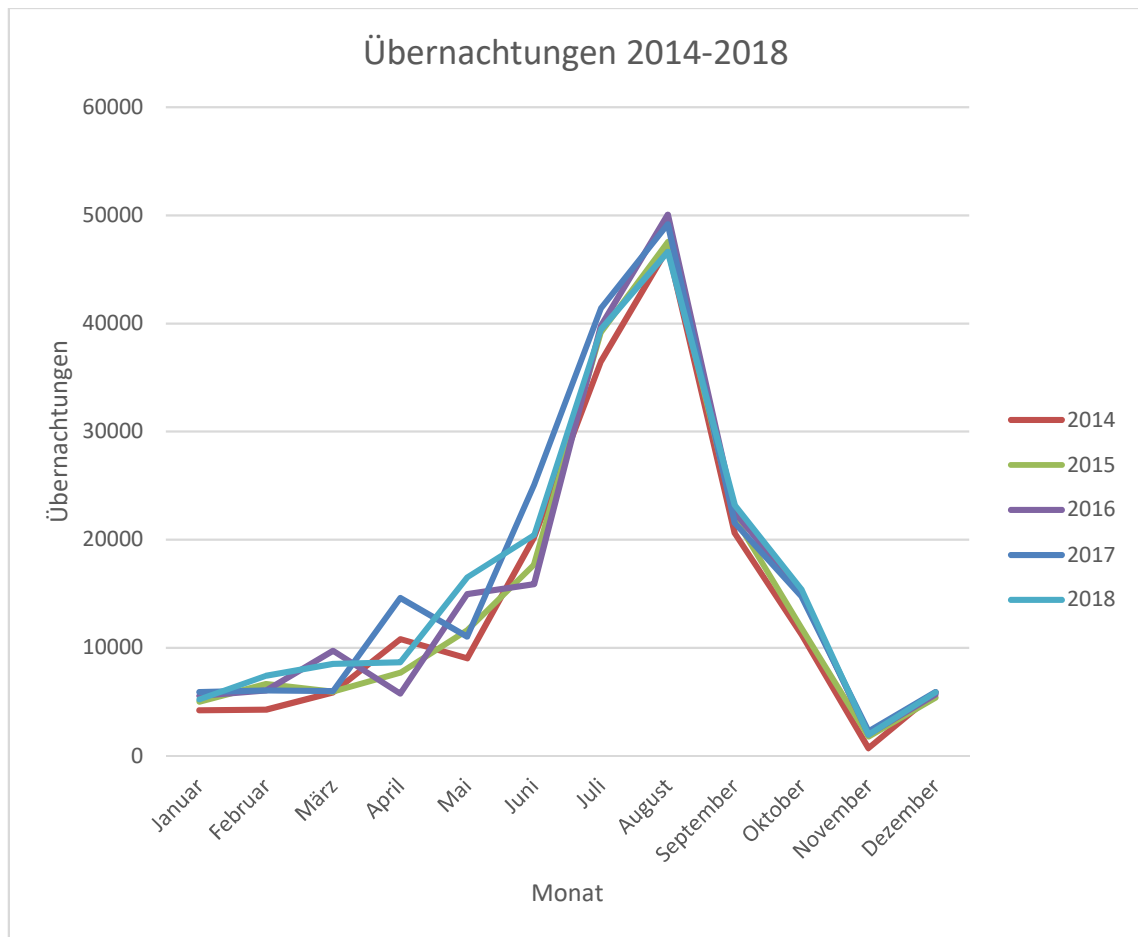


Abbildung 40: Übernachtungen nach Monat (ASTAT - Landesinstitut für Statistik, 2019)

5.2 Trinkwasserqualität

5.2.1 Untersuchungsparameter

Zur Bewertung der Trinkwasserqualität werden die chemischen Parameter Arsen, Uran und Wasserhärte untersucht und bewertet. Dazu werden die vom Sanitätsbetrieb Meran und der Firma Eco Center AG im Auftrag der Gemeinde Prad durchgeführten Wasserproben analysiert. Zusätzlich wird für die Zone Agums Berg auch das Wasseralter berechnet und bewertet. Die Bewertung des Parameters Temperatur wurde angedacht, aufgrund der jedoch sehr stark schwankenden und nicht nachvollziehbaren Angaben werden diese nicht angeführt. Die gesamte Datenreihe wird als Anhang 3 beigelegt.

5.2.2 Wasserproben

Trinkwasserleitung Prad

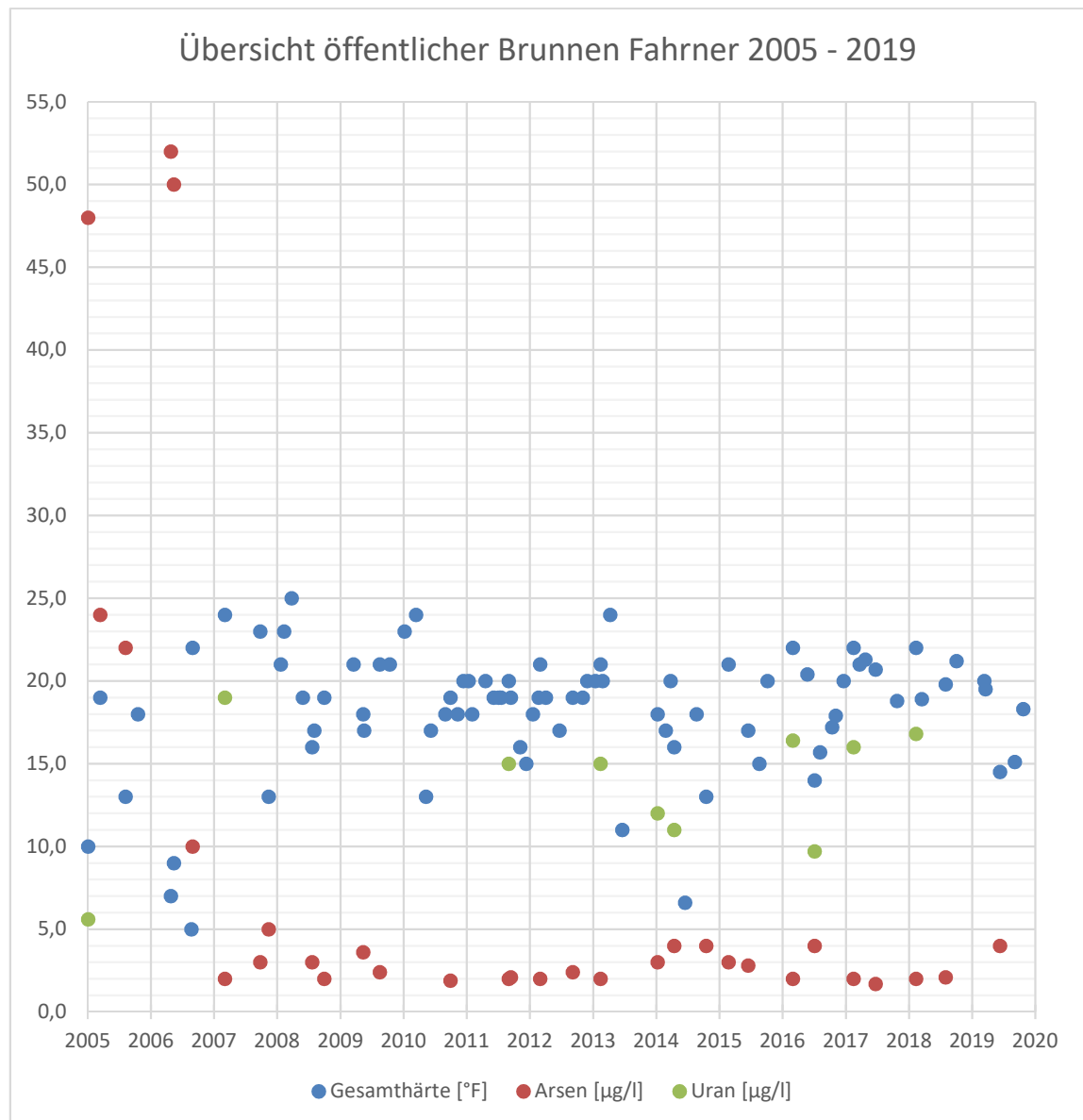


Abbildung 41: Übersicht der Wasserproben Zone Prad am Brunnen Fahrner

Tabelle 16: Kennwerte der Untersuchungsparameter Zone Prad am Brunnen Fahrner

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019		Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019		Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019	
Mittelwert	18,78 °F	Mittelwert	2,72 µg/l	Mittelwert	14,54 µg/l
Maximum	25,00 °F	Maximum	5,00 µg/l	Maximum	19,00 µg/l
Minimum	6,60 °F	Minimum	1,70 µg/l	Minimum	9,70 µg/l

Wasserproben werden standardmäßig aus den öffentlichen Brunnen, verteilt im Gemeindegebiet, entnommen. Diese sind repräsentativ für das Trinkwasser der Haushalte und leicht zugänglich. Nachfolgend werden die Auswertungen für die verschiedenen Zonen mit Mittelwerten dargestellt.

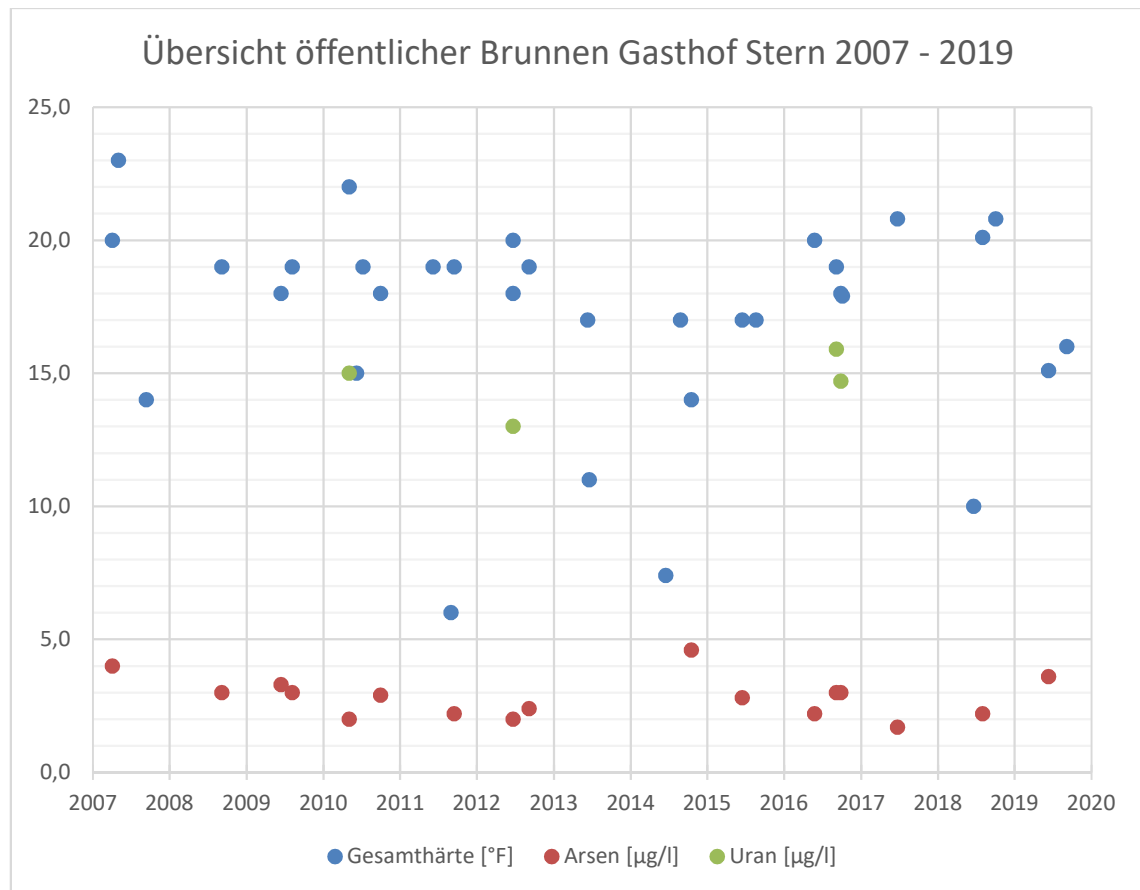


Abbildung 42: Übersicht der Wasserproben Zone Prad am Brunnen Stern

Tabelle 17: Kennwerte der Untersuchungsparameter Zone Prad am Brunnen Stern

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019		Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019		Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019	
Mittelwert	17,15 °F	Mittelwert	2,82 µg/l	Mittelwert	14,65 µg/l
Maximum	23,00 °F	Maximum	4,60 µg/l	Maximum	15,90 µg/l
Minimum	6,00 °F	Minimum	1,70 µg/l	Minimum	13,00 µg/l

Aus den Abbildungen der Brunnen Fahrner und Brunnen Gasthof Stern, ebenso wie aus der folgenden Abbildung des öffentlichen Brunnens Agums, ist die Änderung des Systems im Jahr 2006 erkennbar. Die vormals sehr hohe Konzentration an Arsen wurde durch die Entfernung der Untervellnairquellen und die Errichtung des Tiefbrunnens Lichtenberg stark verringert. Durch den Bau des Tiefbrunnens Lichtenberg wurde jedoch die Gesamthärte (vor allem nach Einstellen des regulären Betriebes des Tiefbrunnens Kultur) und die Konzentration von Uran erhöht. Des Weiteren sind sehr starke Schwankungen vor allem des Härtegrades erkennbar.

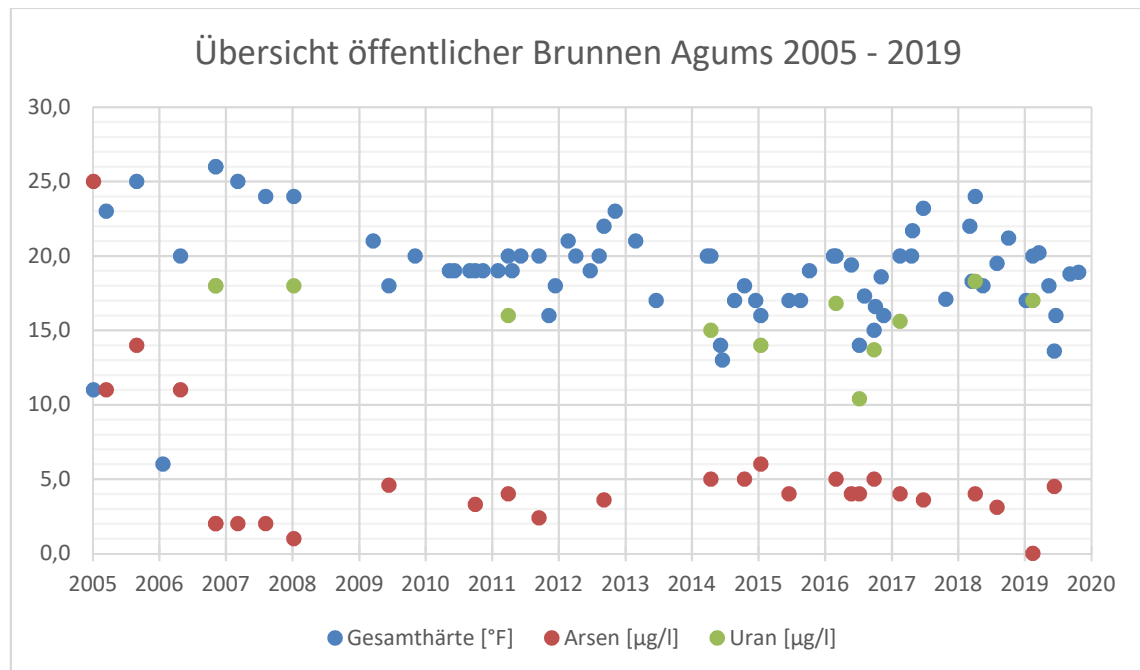


Abbildung 43: Übersicht der Wasserproben Zone Agums am Brunnen Agums

Tabelle 18: Kennwerte der Untersuchungsparameter Zone Agums am Brunnen Agums

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019			Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019			Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019		
Mittelwert	18,99	°F	Mittelwert	3,64	µg/l	Mittelwert	15,48	µg/l
Maximum	25,00	°F	Maximum	6,00	µg/l	Maximum	18,30	µg/l
Minimum	13,00	°F	Minimum	0,00	µg/l	Minimum	10,40	µg/l

Trinkwasserleitung Lichtenberg

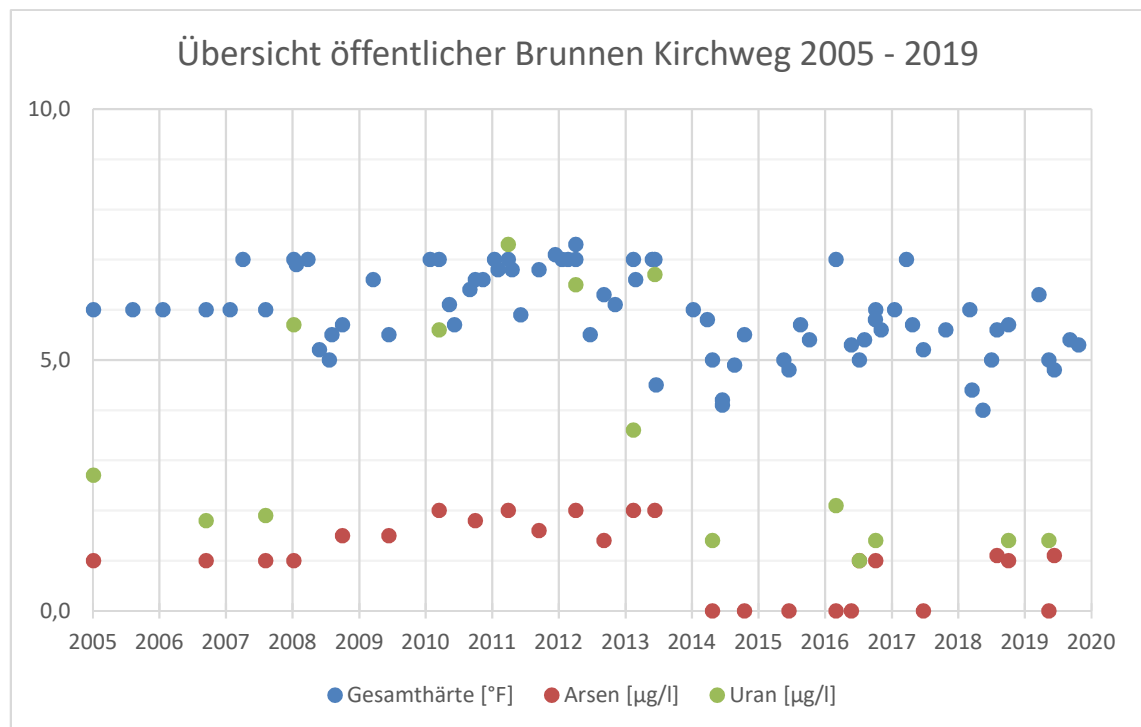


Abbildung 44: Übersicht der Wasserproben Zone Lichtenberg am Brunnen Kirchweg

Tabelle 19: Kennwerte der Parameter Zone Lichtenberg am Brunnen Kirchweg

Kennwerte Gesamthärte 2014 - 2019		Kennwerte Arsengehalt 2014 - 2019		Kennwerte Urangehalt 2014 - 2019	
Mittelwert	5,40 °F	Mittelwert	0,43 µg/l	Mittelwert	1,45 µg/l
Maximum	7,00 °F	Maximum	1,10 µg/l	Maximum	2,10 µg/l
Minimum	4,00 °F	Minimum	0,00 µg/l	Minimum	1,00 µg/l

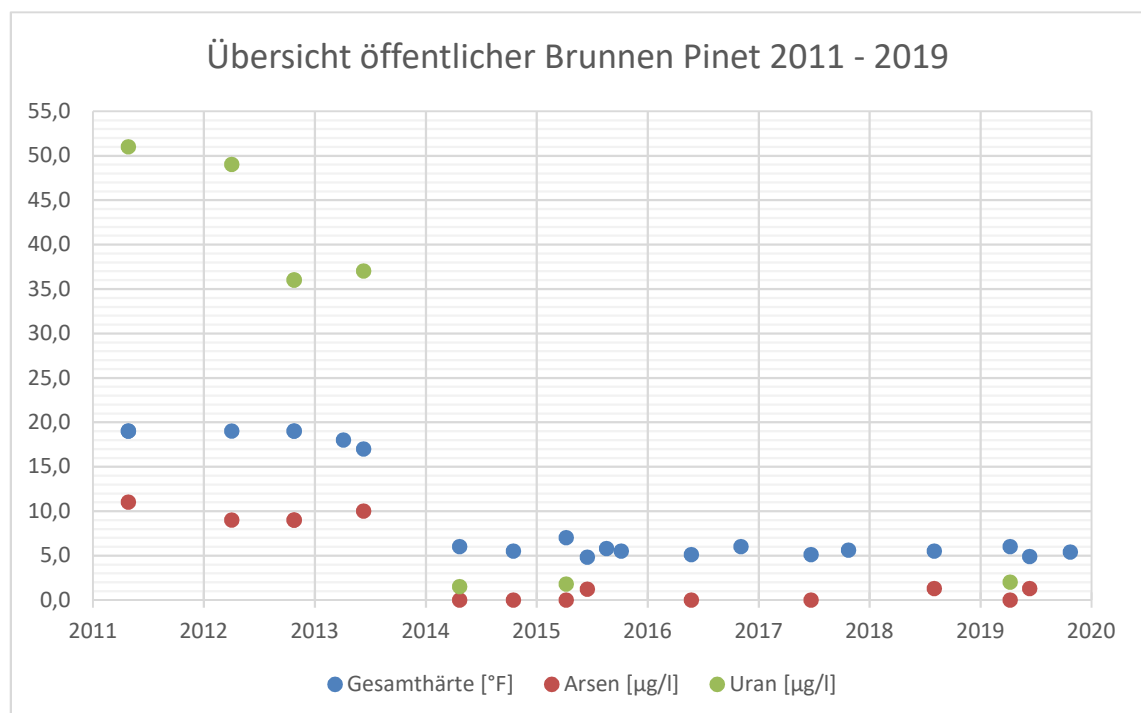


Abbildung 45: Übersicht der Wasserproben Zone Lichtenberg am Brunnen Pinet

5.2.3 Quellen in Verwendung

Auch die Trinkwasserquellen werden laufend durch Wasserproben untersucht. Zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Qualitätsparameter Gesamthärte, Arsen und Uran wurden Diagramme erstellt und Kennwerte aller entnommenen Proben für die Jahre zwischen 2005 und 2019 berechnet. Die gesamten Datenreihen werden als Anhang 4 beigelegt.

Verklairquellen

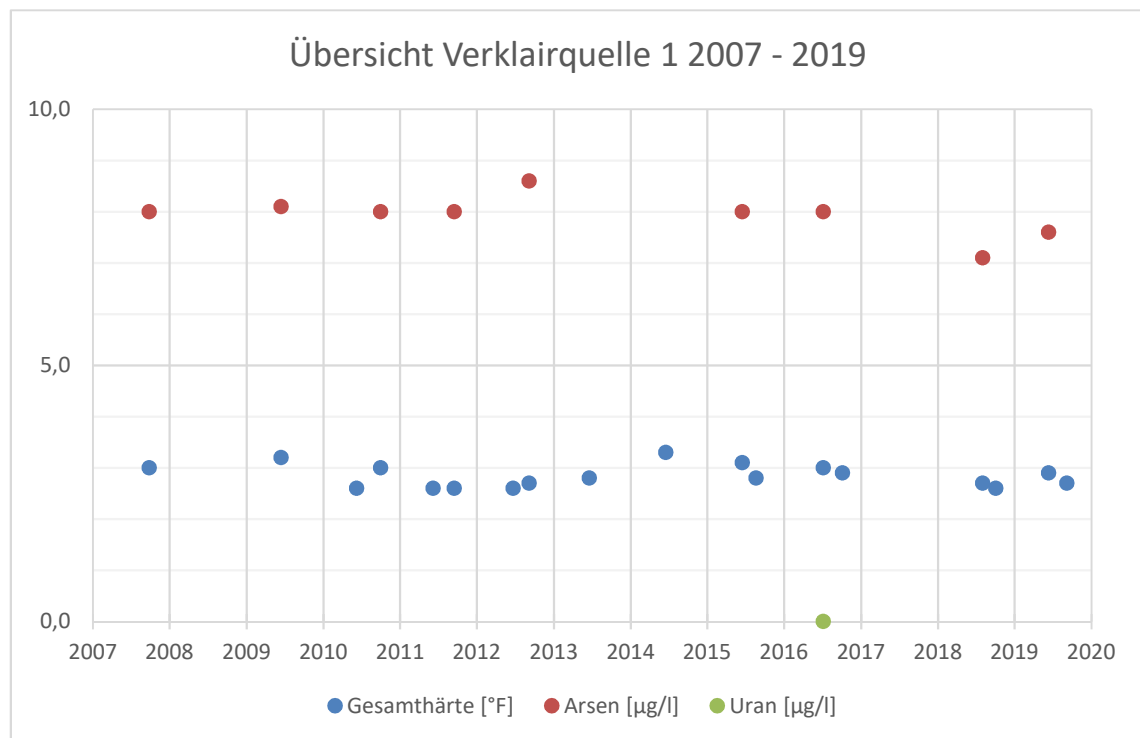


Abbildung 46: Verlauf Qualitätsparameter Verklairquelle 1

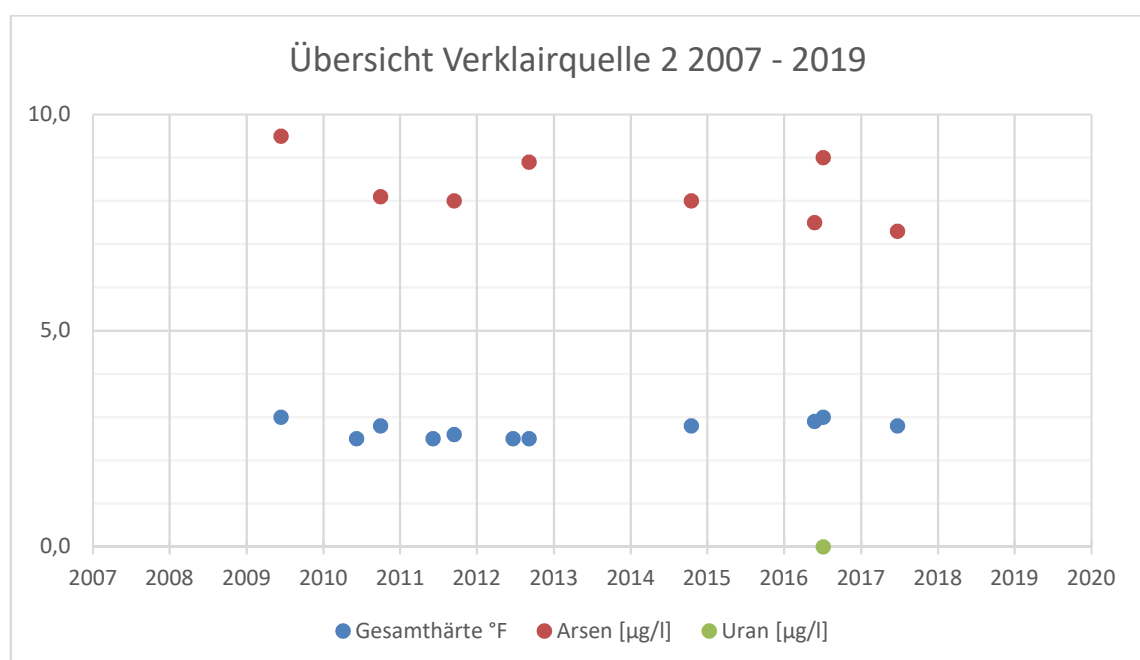


Abbildung 47: Verlauf Qualitätsparameter Verklairquelle 2

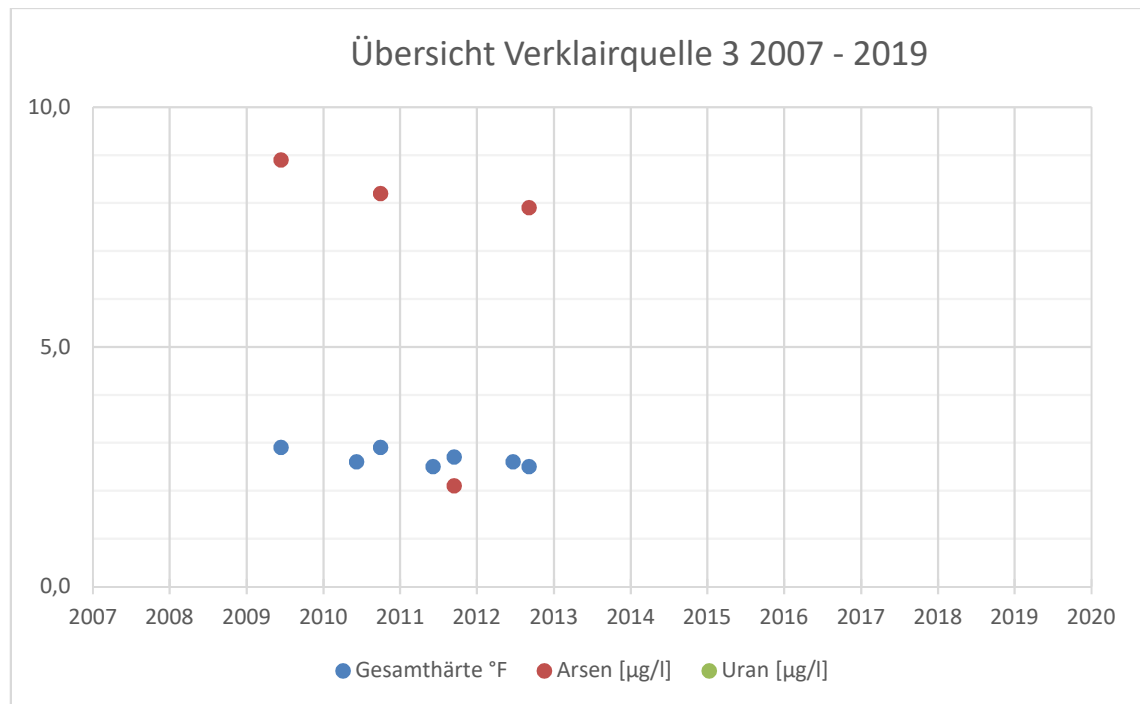


Abbildung 48: Verlauf Qualitätsparameter Verklairquelle 3

Tabelle 20: Kennwerte Verklairquelle 1

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019		Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019		Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019	
Mittelwert	2,84 °F	Mittelwert	7,93 µg/l	Mittelwert	0,00 µg/l
Maximum	3,30 °F	Maximum	8,60 µg/l	Maximum	0,00 µg/l
Minimum	2,60 °F	Minimum	7,10 µg/l	Minimum	0,00 µg/l

Tabelle 21: Kennwerte Verklairquelle 2

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2017		Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2017		Kennwerte Urangehalt 2009 - 2017	
Mittelwert	2,72 °F	Mittelwert	8,29 µg/l	Mittelwert	0,00 µg/l
Maximum	3,00 °F	Maximum	9,50 µg/l	Maximum	0,00 µg/l
Minimum	2,50 °F	Minimum	7,30 µg/l	Minimum	0,00 µg/l

Tabelle 22: Kennwerte Verklairquelle 3

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2012		Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2012		Kennwerte Urangehalt 2009 - 2012	
Mittelwert	2,67 °F	Mittelwert	6,78 µg/l	Mittelwert	/ µg/l
Maximum	2,90 °F	Maximum	8,90 µg/l	Maximum	/ µg/l
Minimum	2,50 °F	Minimum	2,10 µg/l	Minimum	/ µg/l

Die Verklairquellen tragen mit einer Schüttung von 2,5 – 4,0 l/sec maßgeblich zur Trinkwasserversorgung der Gemeinde Prad bei. Die Quellen liegen mit einer geodätischen Höhe von 1460 m.ü.d.M. am höchsten Punkt der Trinkwasserleitung Prad. Von dort fließt das Wasser weiter zum Trinkwasserspeicher Verklair und wiederum weiter zur Quellstube Thial, wo die Thialquelle 1 und Thialquelle 2 zufließen. Ebenso versorgen die Verklairquellen einen großen Teil des Prader Berges.

Thialquellen

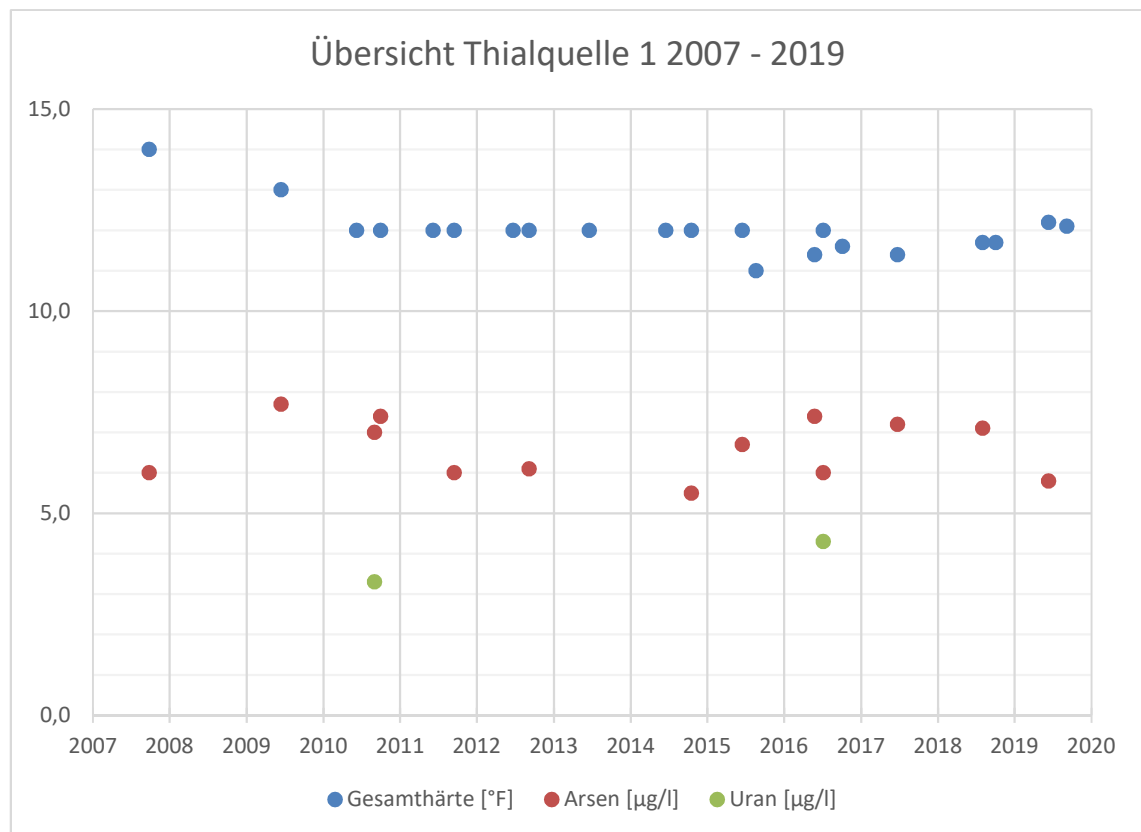


Abbildung 49: Verlauf Qualitätsparameter Thialquelle 1

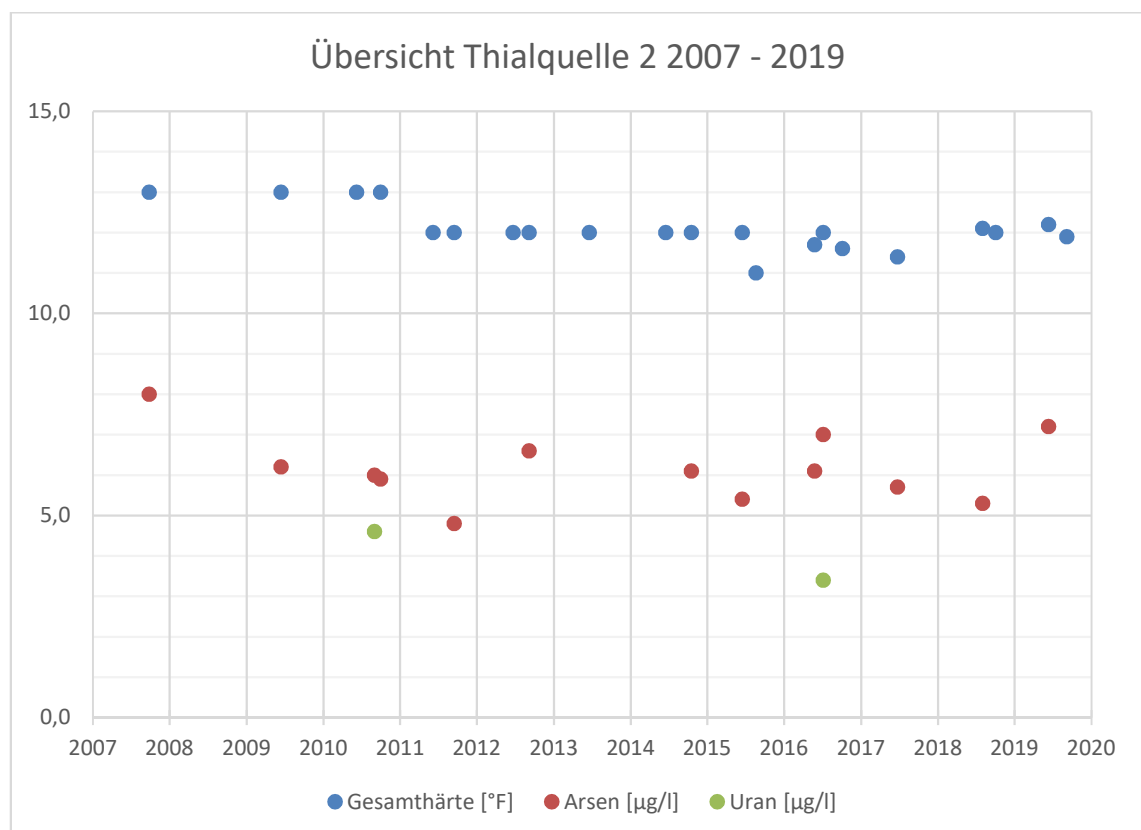


Abbildung 50: Verlauf Qualitätsparameter Thialquelle 2

Tabelle 23: Kennwerte Thialquelle 1

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019		
Mittelwert	12,00	°F
Maximum	14,00	°F
Minimum	11,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019		
Mittelwert	6,61	µg/l
Maximum	7,70	µg/l
Minimum	5,50	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019		
Mittelwert	3,80	µg/l
Maximum	4,30	µg/l
Minimum	3,30	µg/l

Tabelle 24: Kennwerte Thialquelle 2

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019		
Mittelwert	12,09	°F
Maximum	13,00	°F
Minimum	11,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019		
Mittelwert	6,18	µg/l
Maximum	8,00	µg/l
Minimum	4,80	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019		
Mittelwert	4,00	µg/l
Maximum	4,60	µg/l
Minimum	3,40	µg/l

Aus den Thialquellen laufen Wassermengen von ca. 1,5 – 4,0 l/sec zu, welche in der Quellstube Thial gesammelt und der Trinkwasserleitung Prad zugeführt werden.

Schwefelquellen

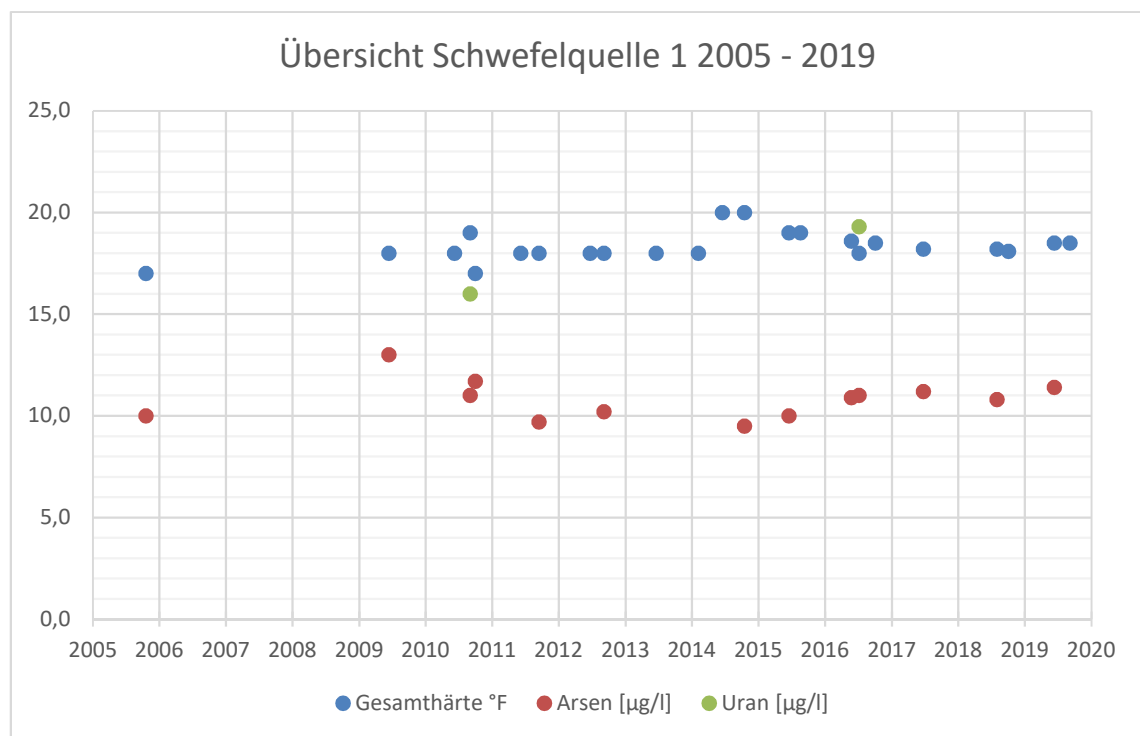


Abbildung 51: Verlauf Qualitätsparameter Schwefelquelle 1

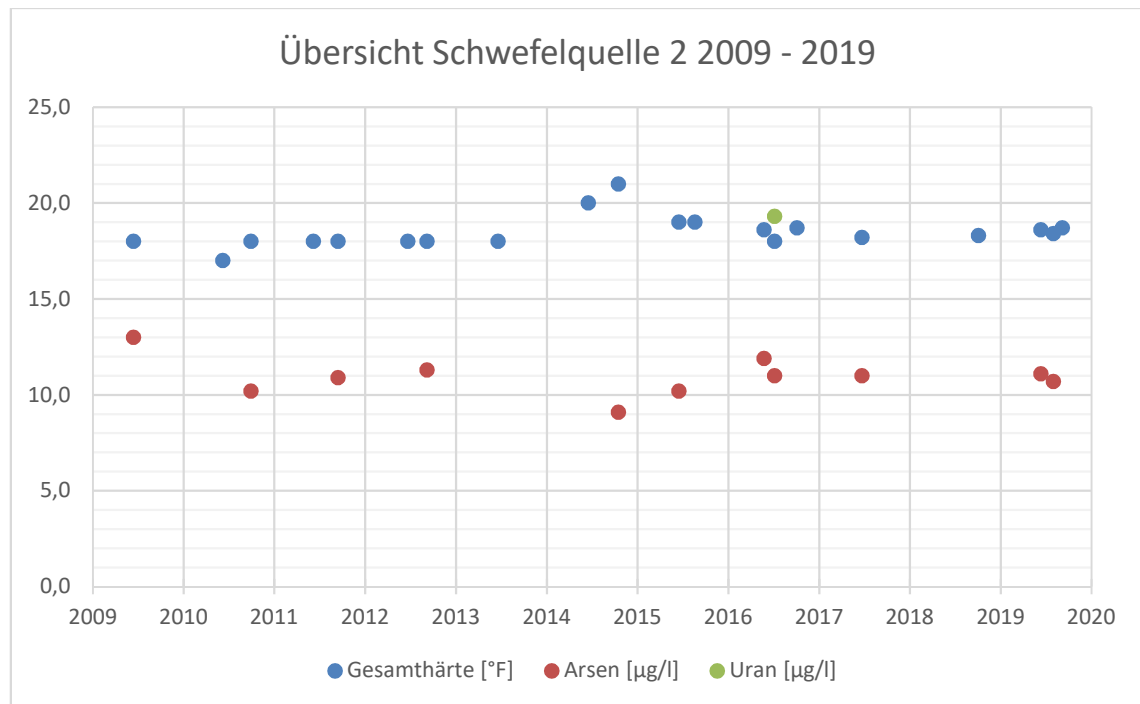


Abbildung 52: Verlauf Qualitätsparameter Schwefelquelle 2

Tabelle 25: Kennwerte Schwefelquelle 1

Kennwerte Gesamthärte 2005 - 2019		Kennwerte Arsengehalt 2005 - 2019		Kennwerte Urangehalt 2005 - 2019	
Mittelwert	18,33 °F	Mittelwert	10,80 µg/l	Mittelwert	17,65 µg/l
Maximum	20,00 °F	Maximum	13,00 µg/l	Maximum	19,30 µg/l
Minimum	17,00 °F	Minimum	9,50 µg/l	Minimum	16,00 µg/l

Tabelle 26: Kennwerte Schwefelquelle 2

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2019		Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2019		Kennwerte Urangehalt 2009 - 2019	
Mittelwert	18,48 °F	Mittelwert	10,95 µg/l	Mittelwert	19,30 µg/l
Maximum	21,00 °F	Maximum	13,00 µg/l	Maximum	19,30 µg/l
Minimum	17,00 °F	Minimum	9,10 µg/l	Minimum	19,30 µg/l

Die Schwefelquellen auf Höhe des Hauptortes der Gemeinde Prad versorgen über die angeschlossenen Pumpen einen Teil des Ortes Prad - Zone Schmelz mit ca. 2 l/sec. Dabei ist auffällig, dass die Werte des Parameters Arsen um den Grenzwert von 10 µg/l schwanken und in einigen Fällen auch darüber liegen!

Tiefbrunnen Lichtenberg

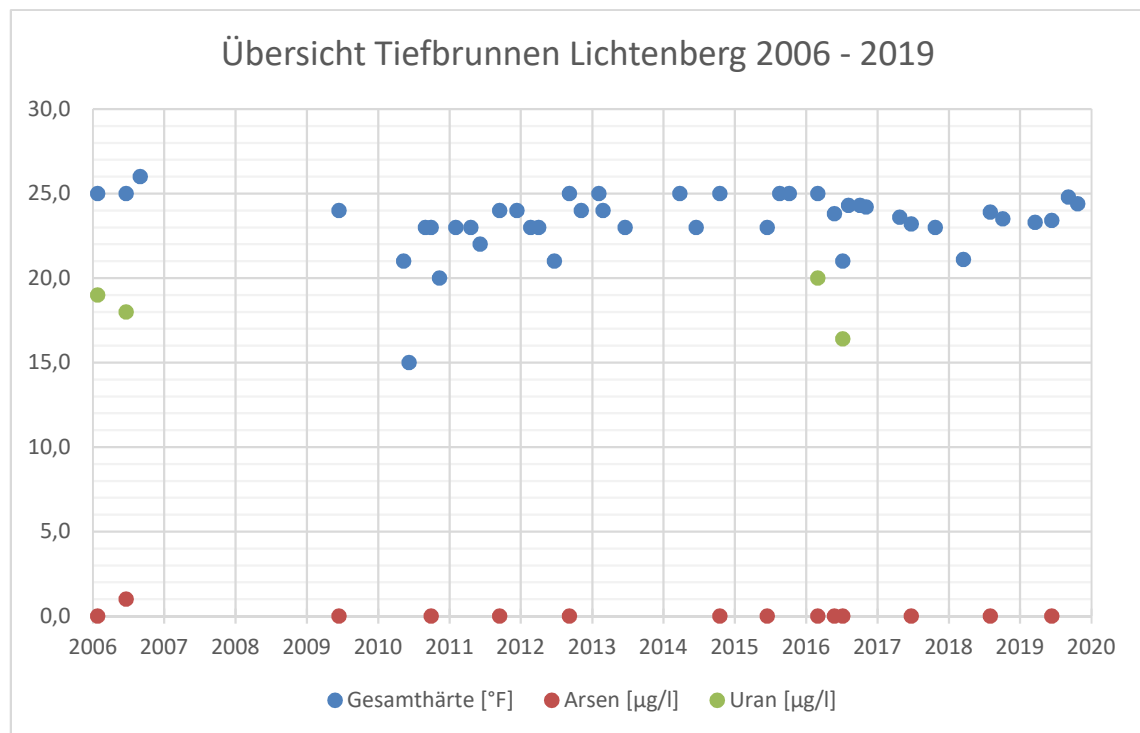


Abbildung 53: Verlauf Qualitätsparameter Tiefbrunnen Lichtenberg

Tabelle 27: Kennwerte Tiefbrunnen Lichtenberg

Kennwerte Gesamthärte 2006 - 2019			Kennwerte Arsengehalt 2006 - 2019			Kennwerte Urangehalt 2006 - 2019		
Mittelwert	23,38	°F	Mittelwert	0,07	µg/l	Mittelwert	18,35	µg/l
Maximum	26,00	°F	Maximum	1,00	µg/l	Maximum	20,00	µg/l
Minimum	15,00	°F	Minimum	0,00	µg/l	Minimum	16,40	µg/l

Über eine getrennte Pumpleitung wird Wasser aus dem Tiefbrunnen Lichtenberg in den Speicher Theinen gepumpt und versorgt dadurch einen Großteil des Hauptortes. Die Pumpleistung beträgt maximal 18 l/sec.

5.2.4 Qualitätsparameter im Tagesverlauf

Am Wochenende von Sonntag 11.02.2018 zu Montag 12.02.2018 wurden über 24 h Wasserproben zur Bestimmung der Parameter pH-Wert, Wasserhärte, Arsen- und Urangehalt am öffentlichen Brunnen Fahrner entnommen.



Abbildung 54: Brunnen Sport Fahrner mit Probenbehälter (Foto: Wallnöfer)

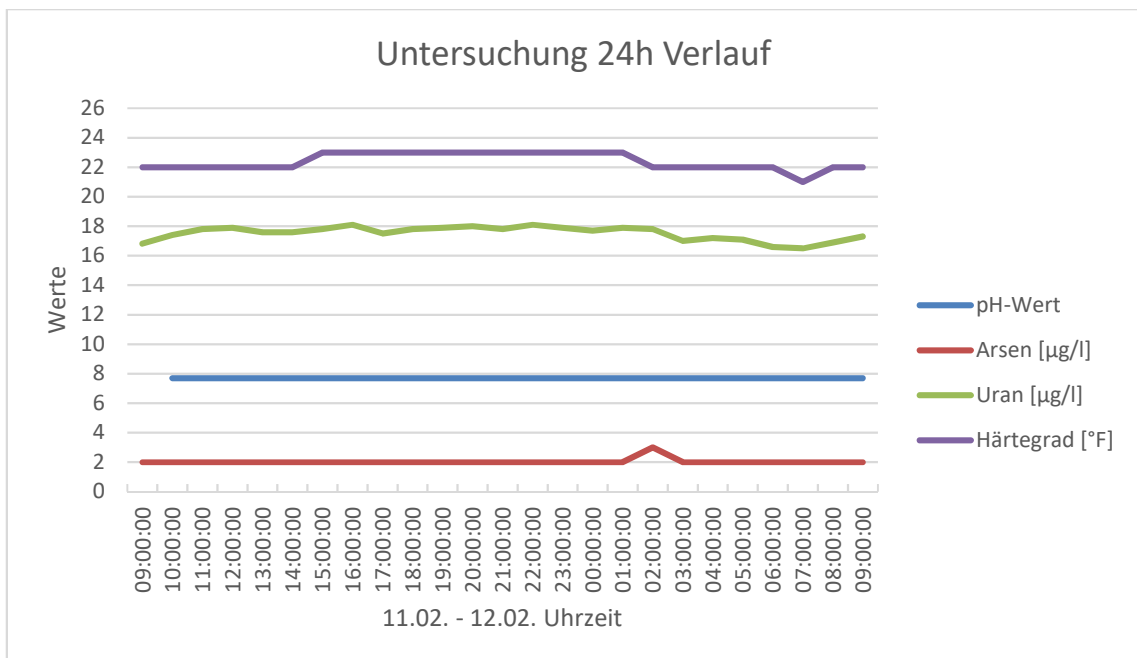


Abbildung 55: Verlauf der Qualitätsparameter über 24h

Die Qualitätsparameter schwanken im Tagesverlauf nur sehr gering. Aufgrund des hohen Härtegrades muss jedoch angenommen werden, dass der Tiefbrunnen Lichtenberg den größten Einfluss auf die Wasserqualität in diesem Zeitraum hatte. Dies kann sowohl

auf die geringen Zuflüsse aus den Quellen in den Wintermonaten als auch dem hohen Verbrauch in der Ferienzeit und den damit einhergehenden großen Zulauf aus dem Tiefbrunnen Lichtenberg zurückgeführt werden. Der Versuch sollte noch einmal an einem normalen Arbeitstag in der Sommersaison durchgeführt werden. Die Datenreihe wird als Anhang 5 beigelegt.

5.2.5 Verweilzeiten – Wasseralter

Vor allem am Speicher Agums besteht derzeit das Problem des Wasseralters. Der Speicher mit einem Volumen von 154 m³ wurde aus einem Behälter aus Stahlbeton mit Durchmesser von 6,40 m errichtet. Davon stehen 38,5 m³ als Trinkwasserspeicher und 115,5 m³ als Löschwasserreserve zur Verfügung, welche hydraulisch über einen Feuerbuckel garantiert wird. Da es aufgrund der Konstruktion des Speichers jedoch keine Trennung zwischen den beiden Teilen gibt, wird das Wasser ständig vermischt; zudem besteht am Speicher Agums kein kontinuierlicher Zulauf. Der Speicher wird über eine Pumpe unterhalb der St. Georgs Kirche bei Agums gespeist und versorgt über den Speicher Agums nur 2 Hofstellen.

Tabelle 28: Berechnung des Wasserverbrauchs am Speicher Agums

Beschreibung	Anzahl	Verbrauch	
		l / sec	l / Tag
Einwohner	10	120	1200
Fremdenbetten	5	200	1000
Großvieheinheiten	10	60	600
Kleinvieheinheiten	5	20	100
Summe			2900

Vorab wurde der Verbrauch der Hofstellen, welche nicht über eine hauseigene Quelle verfügen, berechnet. Daraus resultiert ein Verbrauch von 2,9 m³/Tag. Im Gegensatz dazu wurde auch die Berechnung mit einem ca. 3-mal so hohen Volumen von 10 m³/Tag als Austauschvolumen durchgeführt.

In der Berechnung des Wasseralters wurde das Wasser, welches aus der Pumpe Agums zufließt mit Alter 0 angenommen. Aus den Mischungsverhältnissen wurde das neue Wasseralter berechnet. Je nachdem ob der tägliche Austausch von 2,9 m³/Tag oder von 10 m³/Tag angenommen wird, konnten unterschiedliche Verläufe des Wasseralters berechnet werden, welche in der folgenden Abbildung dargestellt sind. Das Wasseralter überschreitet dabei deutlich die Marke von einem Tag.

Dieser Umstand könnte recht einfach durch die Trennung des Löschwasser- und Trinkwasservolumens erreicht werden. Die Berechnung wird als Anhang 6 beigelegt.



Abbildung 56: Wasserfläche des Speichers Agums (Foto: Udo Thoma)

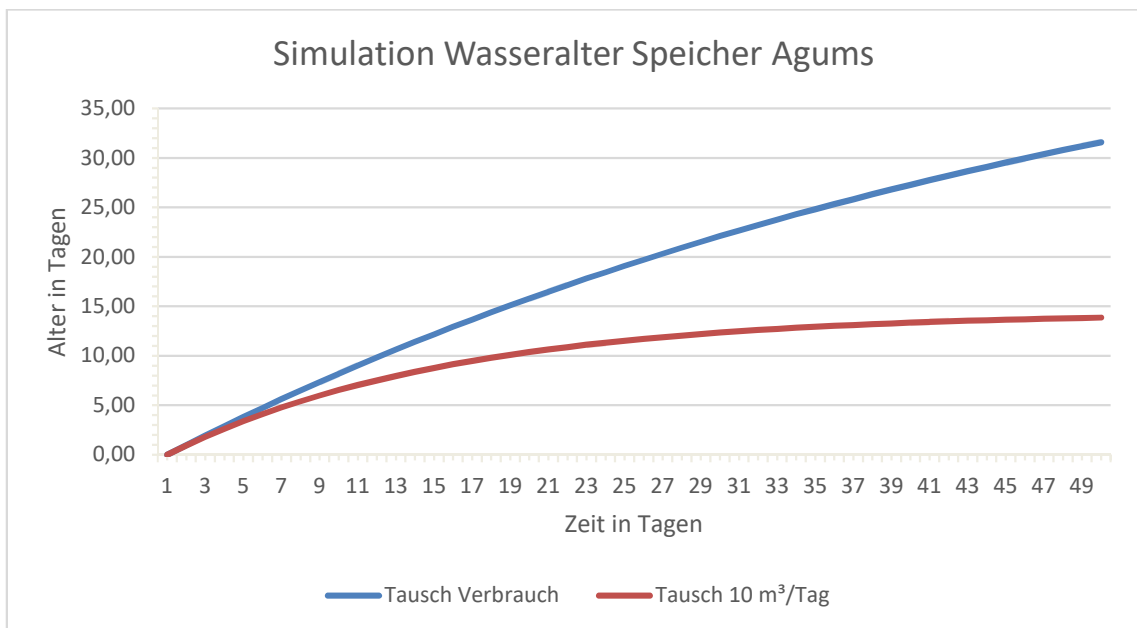


Abbildung 57: Simulation des Wasseralters

5.3 Überwachung

Die Überwachung der Anlage erfolgt heute ausschließlich durch den Wasserwärter vor Ort. Gemäß den gültigen Regelungen für die Kontrolle der Wasserleitungen für den menschlichen Gebrauch (D.Leg. 02 febbraio 2001, n. 31, 2001) werden Qualitätsproben in Zusammenarbeit mit dem Sanitätsbetrieb Meran und dem privaten Unternehmen Eco

Center AG entnommen. Die Durchführung der Proben, Wassermessungen an den Quellen und weitere besondere Vorkommnisse werden im Buch des Wasserwärters festgehalten.

Derzeit besteht jedoch keine Überwachung in Echtzeit. Die am Speicher Theinen installierte Steuerung der Anlage Prad startet die Pumpe am Tiefbrunnen Lichtenberg automatisch sobald das Wasserniveau unter einen festgelegten Wert sinkt. Dies erfolgt mit einer direkten Funkverbindung und wird nicht überwacht. Auch die Funktion der Pumpen am Tiefbrunnen Lichtenberg kann nur direkt vor Ort überprüft werden. Die fehlende Überwachung hat in den letzten Jahren immer wieder zu Problemen geführt. So kam es im Frühjahr 2016 aufgrund einer Unterbrechung der Stromversorgung an den Pumpen des Tiefbrunnens Lichtenberg zu einer Unterbrechung der Versorgung. Bemerkt wurde dies jedoch erst nachdem im gesamten Gemeindegebiet die Versorgung zusammengebrochen war; wiederum durch den Wasserwärter, nachdem er selbst bei sich zu Hause kein Wasser mehr entnehmen konnte. Da die Versorgung des Hauptortes Prad heute vollständig vom Tiefbrunnen Lichtenberg abhängig ist, sollte zumindest dieser Bereich genauestens überwacht werden.

Ebenso besteht an der gesamten Trinkwasserleitung Lichtenberg keine Möglichkeit der Überwachung bzw. der Kontrolle der aktuellen Versorgung.

5.4 Konzessionen zur Wasserableitung

Auch die Konzessionen der Wasserableitungen für die Trinkwassernutzung wurden im Zuge der Untersuchung gesammelt. Dazu wurden die derzeit bestehenden Konzessionen von der Gemeinde Prad beim Amt für Gewässernutzung angefragt. Die Übersicht der erhaltenen Konzessionen wird nachfolgend dargestellt und als Anhang 7 noch einmal beigelegt:

Tabelle 29: Übersicht der genehmigten Wasserableitungen

Nr	TW-Leitung	Art	Bezeichnung	Parzelle	Konzession	Ableitung l/sec	
						mittlere	max
1	Prad	Quelle	Verklair	G.P. 2991/1 K.G. Prad	D/1997	13,65	13,65
2		Quelle	Thial untere	G.P. 2711 K.G. Prad			
3		Quelle	Thial obere	G.P. 2985 K.G. Prad			
4		Quelle	Deutschbach (nicht eingeleitet)	G.P. 3001 K.G. Prad			0,01
5		Quelle	Untervellnair 1 (nicht eingeleitet)	G.P. 2938 K.G. Prad			0,01
6		Quelle	Untervellnair 2 (nicht eingeleitet)	G.P. 2952 K.G. Prad			0,01
7		Quelle	Untervellnair 3 (nicht eingeleitet)	G.P. 2952 K.G. Prad			
8		Quelle	Untervellnair 4 (nicht eingeleitet)	G.P. 3145 K.G. Prad			0,01
9		Quelle	Schwefelquelle	G.P. 2852 K.G. Prad			
10	Prad	Tiefbrunnen	Lichtenberg Bushaltestelle	G.P. 296/1 K.G. Lichtenberg	Z/5136	7,05	27,00
11	Prad	Tiefbrunnen	Kultur (nicht eingeleitet)	G.P. 1902/2 K.G. Prad	Z/1958	14,00	
12	Lichtenberg	Quelle	Alte Alm	G.P. 1143 K.G. Lichtenberg	D/4795	3,05	0,55
13		Quelle	Planta Plus				0,50
14		Quelle	Stofflin (nicht eingeleitet)	G.P. 1139 K.G. Lichtenberg			0,50
15		Quelle	Herrenbrunn (nicht eingeleitet)	G.P. 742 K.G. Lichtenberg			0,50
16		Quelle	Kalkhof (nicht eingeleitet)	G.P. 1139 K.G. Lichtenberg			0,50
17		Quelle	Alpbach (nicht eingeleitet)	G.P. 1139 K.G. Lichtenberg			0,50
18		Quelle	Tanneben (nicht eingeleitet)	G.P. 1139 K.G. Lichtenberg			0,50
19	Lichtenberg	Tiefbrunnen	Lichtenberg Sportplatz (nicht eingeleitet)	G.P. 246/4 K.G. Lichtenberg	Z/1623	7,00	

Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, dass ein großer Teil der genehmigten Entnahmen derzeit nicht genutzt wird. Zudem entsprechen die in den Konzessionen angegebenen

Ableitungen nicht den aktuell entnommenen Wassermengen. Die Konzessionen sollten somit nach Auswahl der Ausbauvarianten angepasst werden.

5.5 Bewertung der Anlage

Die Bewertung der Anlage wurde durch gemeinsame Lokalausgänge und Besprechungen mit dem Wasserwart der Gemeinde Prad durchgeführt. Nachfolgend werden die Ergebnisse wiedergegeben.

Die Quellstuben befinden sich durchwegs in einem guten Zustand. Einzelne Teile sollten aufgrund von nicht für Trinkwasser geeigneten Materialien ausgetauscht werden. Ebenso wurden Probleme während des Betriebs bzw. den kontinuierlichen Wartungen festgestellt, welche ebenfalls aufgelistet werden.

Die Druckreduzier- und Unterbrecherschächte befinden sich ebenfalls in einem guten Zustand; wie an den Quellen sind einzelne Materialien auszutauschen. Da die Unterbrecherschächte offene Wasserflächen aufweisen ist es notwendig diese mit einer Umzäunung zu ergänzen. Diese fehlen auch an den Unterbrecherschächten der Trinkwasserleitung Lichtenberg.



Abbildung 58: Druckunterbrecher Gandlatsch am Lichtenberger Berg (Foto: Udo Thoma)

Die Speicher der Trinkwasserleitung Prad befinden sich in einem sehr guten Zustand (mit Ausnahme des Speichers Agums wie in vorangegangenen Kapiteln erläutert) und beinhalten genügend Löschwasser für die Versorgung der Gemeinde Prad. Im Gegensatz dazu bietet vor allem der Speicher Pazzin nur Platz für eine geringe Löschwasser-

menge. Die Reinigung ist aufgrund eines fehlenden Bypasses nur sehr schwer (mit Unterbrechung der Versorgung von Lichtenberg) möglich und wurde in den letzten Jahren nicht mehr durchgeführt.

Der Tiefbrunnen Lichtenberg wurde im Jahr 2006 fertiggestellt. Beide Pumpen mussten bereits mehrmals ausgetauscht werden: eine im Jahr 2017 und jeweils beide noch einmal im Jahr 2018. Laut Auskunft des Lieferanten waren Stromschwankungen das Problem, jedoch sollte die Funktion der Pumpen genau überwacht werden. Derzeit wird die bestehende Funksteuerung durch eine Glasfaserleitung ersetzt. Neben diesen Maßnahmen sollten die eingestellten Höhen für die Signalübertragung an die Pumpen überprüft und für eine optimale Ausnutzung des Speichervolumens gegebenenfalls angepasst werden. Dies jeweils in Abstimmung mit den zusätzlichen Varianten.

Auch an der Pumpleitung Agums ist es aufgrund der bestehenden Maschinenausrüstung des Öfteren zu Problemen gekommen. Derzeit befindet sich nur eine Pumpe in Betrieb. In den letzten Jahren wurde eine Rückschlagklappe installiert.



Abbildung 59: Pumpstation für den Agumser Berg unterhalb der St. Georg Kirche (Foto: Udo Thoma)

Der genaue Zustand der verschiedenen Verteilerleitungen im Gemeindegebiet können nur abgeschätzt werden, da zum heutigen Zeitpunkt kein Leistungskataster besteht. Aufgrund der hohen Verlustzahlen und den Besprechungen und Aufzeichnungen mit den Wasserwarten ist jedoch davon auszugehen, dass sich vor allem die Verteilerleitungen in einem schlechten Zustand befinden:

Tabelle 30: Verlegejahre der Trinkwasserleitungen Gemeinde Prad nach Straßenzügen

Straße	Baujahr TW-Leitung
Hauptstraße	1986
Reutweg	1978
Kreuzweg	1988
Schmiedgasse	1993
Plattergasse	1976
Silberstraße	1994
Mühlbachgasse	1994
St. Antonweg	1996
Kiefernheinweg	1971
Mühlauweg	1999
Dornweg	1989
Agums	1989-1991
Pintergasse	1990
Sandweg	1980
Gargitz	1992
Prader Berg	1976

Die dargestellte Tabelle ist Teil der Aufzeichnungen der Wasserwarte. Dabei ist erkennbar, dass zahlreiche Leitungen vor ca. 30 Jahren errichtet wurden. In naher Zukunft wird es notwendig sein diese Leitungen zu erneuern. Ein großer Teil der Leitungen wurde zudem noch in Eisen verlegt.

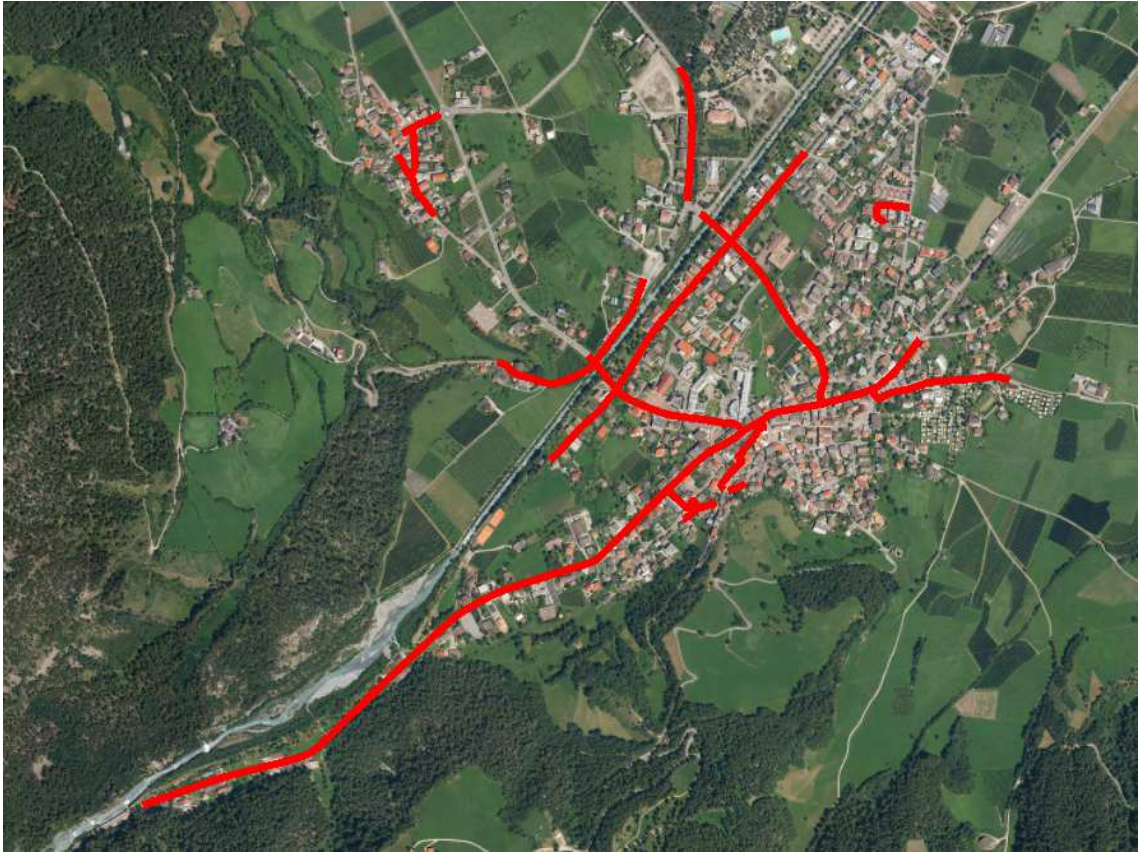


Abbildung 60: Eisenleitungen in der Zone Prad auf Orthofoto (Autonome Provinz Bozen, 2017)

Die festgestellten Probleme der Leitungen zusammen mit den zahlreichen Unsicherheiten aus den unvollständigen Unterlagen und fehlende Daten legen nahe, das gesamte Trinkwassernetz vollflächig zu erheben und in ein GIS-System zu implementieren. Damit wird zudem die Grundlage für spätere Simulationen und Planungen geschaffen.

5.6 Zusammenfassung und Konsequenz

Die Versorgung der Gemeinde Prad mit Trinkwasser aus den Leitungen Prad und Lichtenberg ist zum heutigen Zeitpunkt gesichert und entspricht den gültigen gesetzlichen Qualitätsparametern. Aufgrund der vorangegangenen Beschreibungen ist jedoch erkennbar, dass die Versorgung nicht allen Ansprüchen an eine zeitgemäße Trinkwasserversorgung entspricht.

Vor allem die Unvollständigkeit der Daten ist für die heutige Zeit auffällig und erschwert die weitere Entwicklung der Anlage. Durch die fehlende Überwachung kann die Funktion der Anlage heute nur vor Ort überprüft werden. Diese entspricht nicht den geforderten gesetzlichen Bestimmungen und könnte durch einfache Anpassungsarbeiten und durch Einrichtung eines Überwachungssystems gewährleistet werden. Neben der Überwachung ist der Zustand der Verteilerleitung nicht bekannt. Ein digitales Leitungskataster als Grundlage für ein Erneuerungskonzept zur Verringerung der hohen Verlustzahlen erscheint notwendig.

Die Trinkwasserqualität ist heute stark vom Tiefbrunnen abhängig. Neben der erhöhten Härte und dem Urangehalt bringt die Nutzung des Tiefbrunnens aber die Möglichkeit je nach Notwendigkeit die entsprechende Wassermenge entnehmen zu können. Für die heute vorherrschende Versorgung ist der Tiefbrunnen unabdingbar.

Aufgrund dieser Erhebungen, werden umfassende Investitionen in die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Prad empfohlen, wobei die zum Teil noch notwendigen Erhebungen zeitnah durchgeführt werden sollten. Eine interkommunale Zusammenarbeit erscheint sinnvoll und sollte schnellstmöglich initiiert werden.

6 Variantenuntersuchung

Im Laufe der Besprechungen mit verschiedenen Interessensvertretern und der Sammlung der Aufzeichnungen sind verschiedene Ansätze zur Anpassung/Änderung der Versorgung der Gemeinde Prad am Stj. gereift. Vor dem Hintergrund die aktuelle Situation verbessern zu wollen, wurden die Varianten ausgewählt und in den nachfolgenden Ausführungen dargestellt. Für verschiedene Varianten war es notwendig zusätzliche Erhebungen anzustellen, wobei dies unter den jeweiligen Kapiteln dargestellt wird.

In der folgenden Variantenuntersuchung werden die Varianten anhand von definierten Parametern, welche alle Bereiche der Trinkwasserversorgung abdecken aufgeschlüsselt. Dadurch soll die Bewertung der Varianten im Vergleich zueinander ermöglicht werden.

TW-Qualität:

Die Trinkwasserqualität wird anhand der drei in den unterschiedlichen Wassermessungen erhobenen Parametern

- Arsen in der Einheit $\mu\text{g/l}$
- Uran in der Einheit $\mu\text{g/l}$
- Kalkgehalt in der Einheit $^\circ\text{F}$

bewertet. Zusätzliche weitere auffällige Parameter, die von den Änderungen betroffen sind, werden noch einmal getrennt angeführt.

Kosten:

Um die ökonomischen Auswirkungen abschätzen zu können wurden für die verschiedenen Varianten Kostenberechnungen erstellt. Dazu wurden die notwendigen Arbeiten ermittelt und die für die Ausführung notwendigen Kosten abgeschätzt. Für die Abschätzung wurden Angebote für spezielle Produkte, wie z.B. Filteranlagen oder Installation der Überwachung eingeholt, das Richtpreisverzeichnis Tiefbau 2017 der Autonomen Provinz Bozen (Autonome Provinz Bozen Südtirol, 2018) oder Marktpreise verwendet. Die so ermittelten Kosten stellen jedoch nur eine Schätzung dar und müssen in einer folgenden Projektphase überprüft werden. Unterschieden wird bei der Kostenermittlung zwischen:

- Investitionskosten in der Einheit €
- Betriebskosten in der Einheit €/Jahr

Sicherheit der Versorgung:

Die Sicherheit der Versorgung wird dadurch bewertet wie wahrscheinlich die Unterbrechung der Versorgung mit auf die Bevölkerung spürbaren Auswirkungen bei einer bestimmten Bebauungssituation ist. Dabei wird unterschieden zwischen „Versorgungssicherheit“ als Gewährleistung einer ausreichenden Versorgung in einem Zeitraum von 30 Jahren und der Sicherheit zur technischen Funktionstüchtigkeit einer Bebauungsvariante in diesem Zeitraum als „Betriebssicherheit“:

- Versorgungssicherheit von sehr gut, gut, ausreichend, mangelhaft bis zu ungenügend
- Betriebssicherheit von sehr gut zu ungenügend

Andere:

Neben diesen angeführten Eigenschaften werden noch die Auswirkungen auf die Umwelt als Nachhaltigkeit und die Schätzung der Akzeptanz der Bebauungsvarianten durch die Bevölkerung bewertet.

- Nachhaltigkeit von sehr gut zu ungenügend
- Akzeptanz Bevölkerung von sehr wahrscheinlich bis zu unwahrscheinlich

6.1 Nullvariante

Als Nullvariante wird die heute vorherrschende und in den vorangegangenen Kapiteln ausführlich beschriebene Situation bezeichnet. Alle zu untersuchenden Varianten werden mit den Parametern dieser Variante verglichen und so bewertet.

TW-Qualität:

Die Qualitätsparameter der Versorgung wurden durch die Messungen der Trinkwasserqualität ermittelt und am Brunnen Fahrner repräsentativ für das Netz der Gemeinde Prad wie folgt erhoben:

- **Arsen 2,7 µg/l**
- **Uran 14,3 µg/l**
- **Kalkgehalt 18,8 °F**

Kosten:

Die Errichtung der Anlage wird in diesem Teil nicht durch Kosten bewertet, da diese zum heutigen Zeitpunkt bereits bestehen und nicht mehr geleistet werden müssen. Aus diesem Grund werden für die Bewertung der Kosten nur die Betriebskosten betrachtet. In jedem Fall sollten die Erneuerungskosten der einzelnen Anlagenteile genutzt werden um das Versorgungssystem dem aktuellen Stand der Technik entsprechend zu errichten.

Für die Versorgung der Gemeinde Prad entstehen laufende Kosten durch den Stromverbrauch, vor allem aufgrund der eingesetzten Pumpen. Diese Kosten werden in der beiliegenden Abbildung dargestellt. Die Stromkosten für das Jahr 2019 betrugen 23.051,42 €. Im Mittelwert aus den vorangegangenen fünf Jahre wurden die **Betriebskosten mit einem Betrag von 25.977,14 €/Jahr** berechnet. Eine Übersicht der Stromspesen der letzten Jahre wird als Anhang 8 beigelegt.

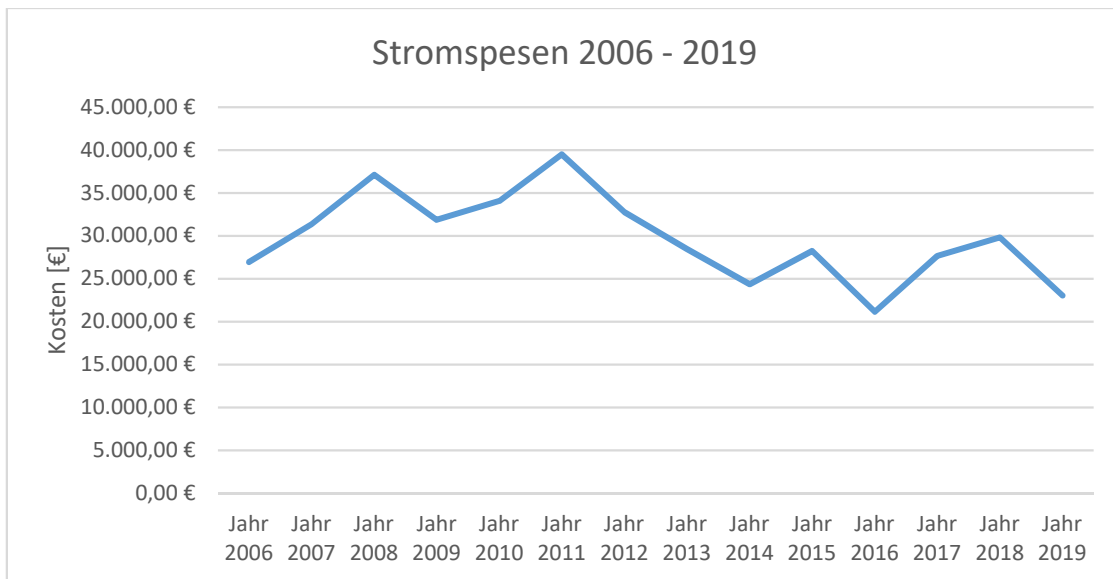


Abbildung 61: Diagramm der Stromspesen 2006-2019

Sicherheit der Versorgung:

Im Gegensatz dazu wird durch die Nutzung des Tiefbrunnens die Versorgung über einen längeren Zeitraum garantiert. Die zur Verfügung stehende Wassermenge erfolgt stetig durch die Nutzung des Grundwasserkörpers unabhängig von Saisonen. Allerdings besteht keine Alternative zum Tiefbrunnen, also bei Ausfall des Tiefbrunnens kann die Versorgung nicht garantiert werden. Aus diesem Grund muss die **Versorgungssicherheit als mangelhaft** eingestuft werden.

Die Versorgung ist grundsätzlich abhängig von den Pumpen des Tiefbrunnens Lichtenberg. Wie bereits in der Bestandsaufnahme angeführt, bestehen derzeit an keinem Punkt der Anlage Überwachungen und damit keine Kontrolle über die einwandfreie Funktion der Pumpen. Aus diesem Grund muss die **Betriebssicherheit als ungenügend** bezeichnet werden.

Andere:

Der Stromverbrauch der Pumpen wird als nachteilig für die Umwelt angesehen. Aus diesem Grund wird die **Nachhaltigkeit der vorherrschenden Situation mit der Note ausreichend** bewertet.

Die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Prad ist heute Thema in der Bevölkerung: zum einen aufgrund des erhöhten Gehalts an Uran und Härtegrads und zum anderen aufgrund des hohen Wasserverlusts. Aus diesem Grund wird die **Akzeptanz der Bevölkerung mit Note wahrscheinlich** bewertet.

6.2 Arsenentfernung

Als eine der Möglichkeiten zur Verbesserung der Versorgung wurde die Erschließung von derzeit nicht genutzten Quellen (Untervellnairquellen und Deutschbachquelle) aufgrund des erhöhten Arsengehaltes ausgearbeitet. Im Laufe der Besprechungen mit spezialisierten Unternehmen wurde die Notwendigkeit erläutert, den Anteil von drei- und fünfwertigem Arsen zu bestimmen. Durch die Methode der direkten Adsorption und der Filterung kann nur der Anteil von fünfwertigem Arsen abgetrennt werden. Aus diesem Grund wurde mit dem Versuchsaufbau der SFC Umwelttechnik GmbH der Anteil an drei- und fünfwertigem Arsen ermittelt.

6.2.1 Untersuchung Oxidationsstufe Arsen

Am 23.05.2017 wurde der Versuch zur Untersuchung der Oxidationsstufen der Untervellnairquellen und der Deutschbachquelle durchgeführt. Dabei wird das am selben Tag entnommene Rohwasser beprobt, das Rohwasser mit einer vorher berechneten Menge an Eisenchlorid vermischt und durchmischt. Anschließend wird das Wasser durch den Versuchsaufbau mit Filtertank C-MEM Zero (SFCU Umwelttechnik GmbH, 2017) mittels Eigendruck gepresst und somit der gesamte Anteil an 5-wertigem Arsen entfernt werden. Durch Beprobung des gefilterten Wassers kann somit der verbleibende Arsengehalt und damit der Anteil an 3-wertigem Arsen ermittelt werden.



Abbildung 62: Entnahme Untervellnairquelle 1 (Foto: Udo Thoma)

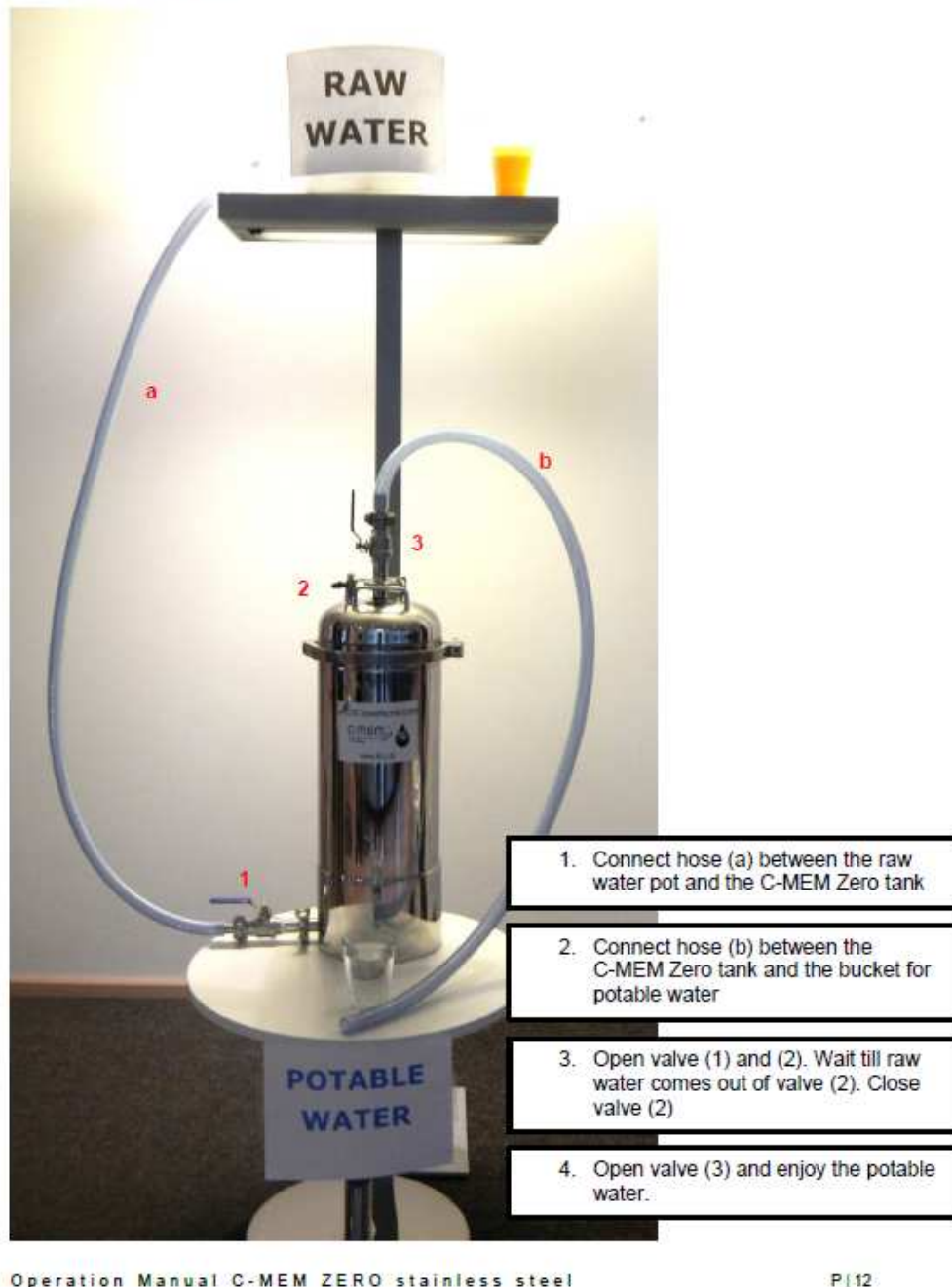
Step 5: Start up

Abbildung 63: Versuchsaufbau C-MEM Zero (SFCU Umwelttechnik GmbH, 2017)

Die notwendige Menge an Eisenchlorid wurde über Molmassenberechnung mit der zur Verfügung stehenden 40%-Lösung berechnet (Winkler, 2015). Über die Berechnung mit Exceltabelle, welche als Anhang 9 beigelegt wird, wurde eine Pipetiermenge von 4,5 ml der Eisenchloridlösung ermittelt.

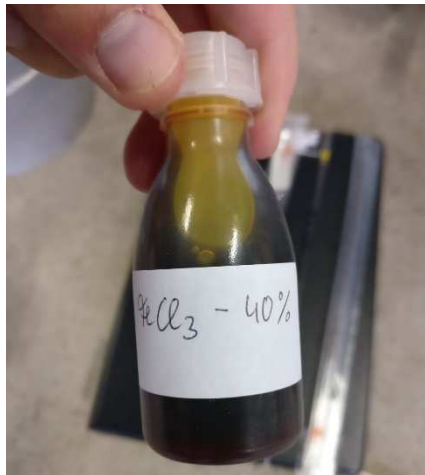


Abbildung 64: Eisenchlorid als 40%-Lösung (Foto: Wallnöfer)



Abbildung 65: Wasser Untervellnairquelle vor Zugabe Eisenchlorid (Foto: Wallnöfer)



Abbildung 66: Wasser Untervellnairquelle nach Zugabe Eisenchlorid (Foto: Wallnöfer)

Tabelle 31: Übersicht der Probenergebnisse vor und nach der Filterung

Quelle	Arsengehalt vor Filterung 3-wertig + 5-wertig [µg/l]	Arsengehalt nach Filterung 3-wertig [µg/l]
Untervellnairquellen	106 ± 15	< 1
Deutschbachquelle	449 ± 63	< 1

Durch die Fällung mit Eisenchlorid und anschließendem Filterdurchlauf konnte das gesamte Arsen aus dem Wasser entfernt werden. Damit liegt das Arsen der Untervellnairquellen und der Deutschbachquelle in der Oxidationsstufe 5 vor und es wird keine vorgeschaltete Oxidationsstufe bei Verwendung einer Filteranlage notwendig. Auch die Anlagen mit direkter Adsorption können mit maximaler Effektivität arbeiten. Die gesamten Probenprotokolle vor und nach der Filterung werden als Anhang 10 beigelegt.

6.2.2 Reaktivierung Untervellnairquellen

Grundlage dieser Variante ist die Reaktivierung der Untervellnairquellen, welche vor dem Bau des Tiefbrunnens die Versorgung der Gemeinde Prad garantiert haben. Aufgrund des erhöhten Arsengehalts wurden diese ausgeleitet und mit dieser Variante wird eine Reaktivierung der Untervellnairquellen mit entsprechender Arsenfilterung überprüft. Die bestehenden Quelfassungen können aus dem obgenannten Grund wiederverwendet werden, auch wenn diese vollständig zu sanieren sind. Zudem sind diese Quellen in der aktuell gültigen Trinkwasserkonzession enthalten. Als größter Nachteil dieser Variante ist die neu zu verlegende Leitung zwischen den Quelfassungen und die laufenden Kosten aus der Arsenentfernung zu nennen. Die entsprechenden Kosten wurden mittels Richtpreisverzeichnis der Autonomen Provinz Bozen - Tiefbau ermittelt. Entsprechend der zu bewertenden Parameter wird diese Variante genauer betrachtet:

TW-Qualität:

Aus den Schüttungsmessungen, welche im Winter 2016 und Sommer 2017 durchgeführt wurden, konnte eine Schüttung von 4 bis 8 l/sec festgestellt werden:

		Schüttung [l/sec]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Härtegrad °F
Nullvariante		20,00	2,70	14,30	18,80
Weniger TB Lichtenberg	Winter	-4,00	0,10	17,80	23,30
Dazu Untervellnairquellen		4,00	0,00	1,80	5,00
Resultat	Winter	20,00	2,68	11,10	15,14
Nullvariante		20,00	2,70	14,30	18,80
Weniger TB Lichtenberg	Sommer	-8,00	0,10	17,80	23,30
Dazu Untervellnairquellen		8,00	0,00	1,80	5,00
Resultat	Sommer	20,00	2,66	7,90	11,48
Resultat	Jahresverlauf	20,00	2,67	9,50	13,31

Abbildung 67: Berechnung der Konzentrationen bei Ersetzen des Tiefbrunnens

Durch den Ersatz des Zulaufs aus dem Tiefbrunnen mit uranfreiem, arsenfreiem und weichem Wasser aus den Untervellnairquellen kann die Qualität des Trinkwassers im Hauptort Prad deutlich verbessert werden. Die Berechnung der Konzentrationen wird als Anhang 11 beigelegt. Dabei ergeben sich für das Jahresmittel bei einem angenommenen Verbrauch von 20l/sec die Qualitätsparameter:

- Arsen 2,67 µg/l
- Uran 9,50 µg/l
- Kalkgehalt 13,31 °F

Kosten:

Auf der Seite der Investitionskosten wurden die Arbeiten zur Reaktivierung der vier Quellstuben, der Errichtung einer neuen Transportleitung, der Anpassung der Verbindung mit der bestehenden Quellstube Thial und der Einbau des Arsenfilters bewertet:



Abbildung 68: Quellstube Untervellnairquelle 1 außen (Foto: Udo Thoma)



Abbildung 69: Quellstube Untervellnairquelle 1 innen (Foto: Udo Thoma)

Bei der Sanierung der Quellstuben ist zu beachten, dass sowohl die Abdichtungen außen und an den Erdseiten nicht den gültigen technischen Standards entsprechen. Ebenso wurde eingeplant auch die inneren Bereiche der Quellstuben an die Trinkwasserrichtlinie anzupasse. Die genaue Kostenschätzung wird als Anhang 12 beigelegt.

Die bestehende Transportleitung aus Eisen wurde über einen großen Abschnitt nur oberflächlich verlegt. Diese muss ausgetauscht werden. Als neue Transportleitung wird der Werkstoff PE-HD PN16 verwendet. Die Berechnung des Durchmessers zur Gewährleistung eines Eingangsdruckes von $> 5\text{ bar}$ für den Druckbehälter mit Filtermaterial hat einen Durchmesser von DN90 für einen Durchfluss von 8 l/sec ergeben. Die Berechnung wird als Anhang 13 beigelegt. Aus wirtschaftlichen Überlegungen wird vorgeschlagen eine Leitung mit DN125 zu verwenden. Der Leitungsverlauf folgt der ursprünglichen Leitungstrasse.

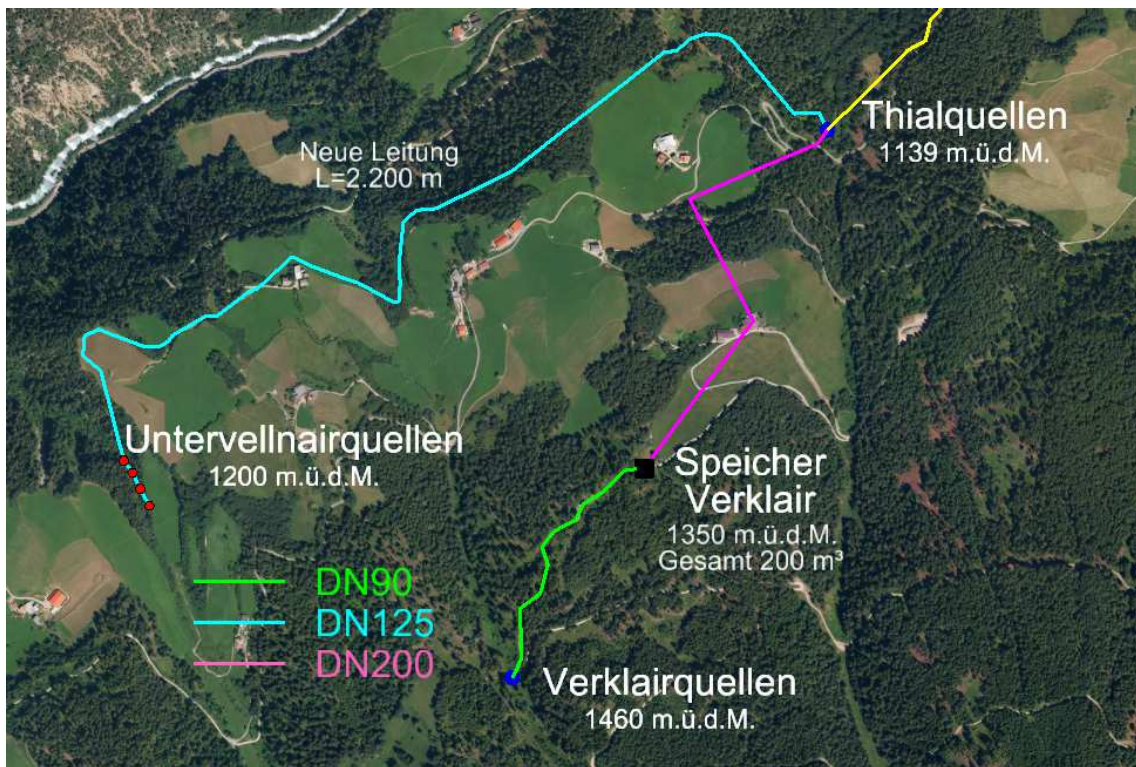


Abbildung 70: Übersicht Quellen Prader Berg mit neuer Leitung Untervellnairquellen

Die Verbindung der neuen Transportleitung mit der Trinkwasserleitung Prad wird an der Quellstube der Thialquellen ausgeführt. Dazu und für die Unterbringung des Arsenfilters muss die Quellstube Thial erweitert werden. Dies wird durch Aushub des hinteren Bereichs der Quellstube und durch Errichtung eines Zubaus in Stahlbeton realisiert. Nach Ausführung des Anschlusses und dem Einbau des Filters wird die Quellstube wieder zugeschüttet.

Als Arsenfilter werden zwei Filterdruckbehälter der Firma ATC Dr. Mann GmbH, befüllt mit ca. 8.000 Litern hochselektiven Arsenadsorbermaterial AquaPurex® E33, verwendet (Angebot ATC Dr. Mann Variante 2 Arsenfilterung Untervellnairquellen). Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der einfachen Anlagenzusammenstellung (Nutzung von Eigendruck - für die Behandlung ist kein Strom notwendig) und in der Adsorption allein des Arsenanteils. Damit bleibt das Wasser annähernd unverändert. Die gesamte Kostenberechnung wird als Anhang 12 beigelegt und beträgt:

- Investitionskosten 550.000 €

Durch die Adsorption des Arsens am Filtermaterial muss dieses ausgetauscht werden. Vom Unternehmen ATC Dr. Mann GmbH wurde ein Austauschzyklus, bei der vorgegebenen Arsenbelastung der Untervellnairquellen, von einem Materialwechsel alle 12 Monate angegeben. Der Preis für Materialwechsel inklusive der fachgerechten Entsorgung des beladenen Altmaterials stellt somit den größten Anteil der Betriebskosten. Ein weiterer Teil wird durch die noch immer notwendigen Pumpen und die damit entstehenden Stromkosten notwendig und erreicht:

- Betriebskosten 85.000 €/Jahr

Sicherheit der Versorgung:

Die Sicherheit der Versorgung wird durch Erschließen einer zusätzlichen Quelle verbessert. Allerdings wird der Tiefbrunnen immer noch benötigt, weshalb die Versorgungssicherheit etwas verbessert wird

- Versorgungssicherheit genügend

Im Gegensatz dazu hat sich die Betriebssicherheit durch diese Maßnahme nicht verändert:

- Betriebssicherheit ungenügend

Andere:

Durch die Nutzung der Untervellnairquellen wird der Tiefbrunnen und damit auch der Grundwasserkörper in einem geringeren Maß in Anspruch genommen. Allerdings fällt durch den Austausch und durch die Entsorgung des beladenen Adsorbermaterials jährlich eine beachtliche Menge an Sondermüll an. Insgesamt wird damit die Nachhaltigkeit verschlechtert.

- Nachhaltigkeit mangelhaft

Als Grundlage für diese Variante werden die bis zum Jahr 2006 verwendeten Untervellnairquellen eingeleitet. Dies würde sich positiv auf die Akzeptanz durch die Bevölkerung auswirken. Ebenso wird durch das gewählte Verfahren nur der Anteil an Arsen entfernt. Der Nachteil dieser Variante liegt in den hohen Betriebskosten die gesetzlich an die Endverbraucher weitergegeben werden müssen und damit die Trinkwasserpreise erhöhen würden. Aus diesem Grund wird die Akzeptanz durch die Bevölkerung wie folgt bewertet.

- Akzeptanz Bevölkerung wahrscheinlich

6.3 Uranfilter

Ein anderer Ansatz ist die weitere Verwendung des Tiefbrunnens Lichtenberg zur Versorgung der Gemeinde Prad. Dabei spielt der hohe Urangehalt eine negative Rolle. Um den Urangehalt zu verringern wurde ebenfalls beim Unternehmen ATC Dr. Mann GmbH ein Angebot für die Errichtung eines Uranfilters eingeholt. Die Filtration erfolgt dabei über ein bzw. zwei Filterdruckbehälter, befüllt mit ca. 5.000 Litern hochselektivem Ionenaustauscher AquaPurex® DW630 der Firma ATC Dr. Mann GmbH. Da auch dieses System mit Eigendruck arbeitet und der Zulauf aus dem Tiefbrunnen bereits über Pumpen und eine Druckleitung erfolgt, ist die Installation direkt vor dem Einlauf in das bestehende Becken denkbar einfach. Allerdings muss für die neu zu errichtenden Filterbehälter ein Zubau in Stahlbeton errichtet werden. Nachfolgend wird anhand der verschiedenen Parameter die Bewertung dieser Variante durchgeführt und genauer erläutert:

TW-Qualität:

Durch den Einbau des Uranfilters verändert sich ausschließlich der Parameter Uran. Somit folgen die Parameter der Trinkwasserqualität zu:

- Arsen 2,70 µg/l
- Uran 2,00 µg/l
- Kalkgehalt 18,80 °F

Kosten:

Abbildung 71: Zugang Speicher Theinen mit Funkmast (Foto: Udo Thoma)

Wie bereits angemerkt kann der Uranfilter direkt am bestehenden Speicherbecken Theinen installiert werden. Dort muss durch einen Zubau in Stahlbeton Platz für die Unterbringung der Filterbehälter und die interne Verrohrung ergänzt werden. Unter Berücksichtigung dieser Kosten und dem Preis für die Installation des Uranfilters wird folgender Gesamtbetrag für diese Variante erreicht:

- Investitionskosten 280.000 €

Aufgrund der Einsatzzeit des Filtermaterials von ca. 4 Jahren und der immer noch benötigten Pumpen zum Transport des Wassers vom Tiefbrunnen Lichtenberg in den Speicher Theinen, werden die folgenden laufenden Kosten benötigt (Anhang 14):

- Betriebskosten 85.000 €/Jahr

Sicherheit der Versorgung:

Wie bei der Bewertung der derzeit vorherrschenden Situation angemerkt, kann die Versorgung der Gemeinde Prad ohne den Tiefbrunnen Lichtenberg nicht gewährleistet werden. Aus diesem Grund wird die Versorgungssicherheit wie in der Nullvariante bewertet:

- Versorgungssicherheit mangelhaft

Durch die Installation des Uranfilters wird die Betriebssicherheit nicht verändert. Diese muss wie in den bisherigen Varianten als ungenügend bezeichnet werden.

- Betriebssicherheit ungenügend

Andere:

Die Entsorgung des Uranfiltermaterials erfolgt über eine eigens von der ATC Dr. Mann GmbH errichtete Regenerationsanlage. Auch wenn dies nicht zu einer Deponierung führt, so muss der erhöhte Aufwand in Kombination mit der unveränderten Nutzung des Grundwasserkörpers als nachteilig bewertet werden:

- Nachhaltigkeit mangelhaft

Durch die Entfernung des Urans aus dem Trinkwasser der Zone Prad wird diese Maßnahme eine Verbesserung der Trinkwasserqualität bewirken. Allerdings wird der Härtegrad nicht verändert ebenso führen die hohen Betriebskosten zu einer Steigerung des Wasserpreises. In Summe bleibt die zu erwartende Akzeptanz der Bevölkerung gleich wie in der Nullvariante angenommen.

- Akzeptanz Bevölkerung wahrscheinlich

6.4 Enthärtung

Zur Reduzierung des hohen Kalkgehaltes, welcher ebenfalls fast ausschließlich aus dem Tiefbrunnen Lichtenberg eingebracht wird, wird nachfolgend die Möglichkeit der Installation einer Enthärtung über die Installation einer Nanofiltrationsanlage durch das Angebot des Unternehmens ATC Dr. Mann GmbH dargestellt. Wie schon bei der Uranfiltration kann auch die Enthärtung direkt am Speicher Theinen installiert werden.

TW-Qualität:

Durch den Einbau der Nanofiltrationsanlage wird die Wasserhärte halbiert. Die Berechnung der Konzentrationen wird als Anhang 15 beigelegt. Alle anderen Konzentrationen werden nicht verändert und bleiben hauptsächlich vom Tiefbrunnen Lichtenberg beeinflusst. Aus diesem Grund folgen die Parameter zu:

- Arsen 2,70 µg/l
- Uran 14,30 µg/l
- Kalkgehalt 12,98 °F

Kosten:

Wie schon angemerkt erfolgt der Einbau der Nanofiltrationsanlage direkt am Speicher Theinen durch einen Anbau in Stahlbeton. Die Kompaktanlage wird vom Unternehmen ATC Dr. Mann GmbH angeboten. Zusätzlich wurden die Anschlussarbeiten zur Verbindung der Kompaktanlage mit den Speicherbecken bewertet. Insgesamt resultiert dadurch ein Gesamtbetrag von:

- Investitionskosten 250.000 €

im Anhang 16 dargestellt. Wie schon bei den anderen Filteranlagen stellen auch bei der Nanofiltration die Betriebskosten eine sehr große Rolle. Hier wurde vom anbietenden Unternehmen ein Wert von 0,40 €/m³ Rohwasser für die Halbierung der Wasserhärte angegeben. Dazu kommen noch die Pumpspesen welche durch diese Variante nicht verändert werden:

- Betriebskosten 85.000 €/Jahr

Sicherheit der Versorgung:

Wie bei der Bewertung der derzeit vorherrschenden Situation angemerkt, kann die Versorgung der Gemeinde Prad ohne den Tiefbrunnen Lichtenberg nicht gewährleistet werden. Auch durch diese Anpassung wird die Versorgungssicherheit nicht verändert und bleibt damit bei:

- Versorgungssicherheit mangelhaft

Auch die Sicherheit des Betriebes wird durch die vorgestellte Variante nicht verbessert und verbleibt somit auf der Stufe:

- Betriebssicherheit ungenügend

Andere:

Bei der Enthärtung mittels Nanofiltration wird vor allem Strom verbraucht. Es fallen aber keine Entsorgungskosten wie bei den vorangegangenen Filteranlagen an:

- Nachhaltigkeit ausreichend

Aufgrund der derzeitigen Wasserhärte im mittleren bis hohen Bereich wird das Trinkwasser heute von der Bevölkerung als nicht optimal angesehen. Die Auswirkungen des Kalkgehaltes sind unmittelbar durch Niederschläge an den Armaturen und durch Verkalkung der unterschiedlichen Haushaltsgeräte erkennbar.



Abbildung 72: Niederschlag von Kalk an Duscharmatur (Foto: Wallnöfer)

Damit muss die Akzeptanz durch die Bevölkerung sehr hoch eingeschätzt werden:

- Akzeptanz Bevölkerung sehr wahrscheinlich

6.5 Kombination verschiedener Filteranlagen

Durch die Kombination von verschiedenen Filteranlagen können gleichzeitig mehrere Parameter verbessert und damit die TW-Qualität weiter gesteigert werden. Es wurden zwei grundsätzlich unterschiedliche Kombinationen von Filteranlagen untersucht:

1. Aneinanderreihung von Filteranlagen für die Entfernung des Parameters Uran und Einsatz einer Anlage zur Enthärtung.
2. Einsatz einer kombinierten Filteranlage zur gleichzeitigen Entfernung aller kritischen Parameter.

Als Grundlage für die erste Möglichkeit werden die bereits beschriebenen Varianten zur hauptsächlichen Verwendung des Tiefbrunnens Lichtenberg verwendet. Durch die Kombination der Filteranlage Uran des Unternehmens ATC Dr. Mann GmbH und einer Nanofiltrationsanlage zur Enthärtung in Kombination mit den bestehenden Anlagenkomponenten und einem neu zu errichtendem Zubau in Stahlbeton.

TW-Qualität:

Durch den Einbau der Uranfilteranlage und der Nanofiltrationsanlage zur Enthärtung wird die Wasserqualität deutlich verbessert. Diese folgt für die Zone Prad zu:

- Arsen 2,70 µg/l
- Uran 2,00 µg/l
- Kalkgehalt 12,98 °F

Kosten:

Natürlich steigen die Investitionskosten durch den Einsatz von zwei Filtereinlagen deutlich an. Auch der Zubau in Stahlbeton muss zur Unterbringung von zwei Anlagen etwas vergrößert werden. Alle anderen Anlagenteile wie die Verbindungsleitung vom Tiefbrunnen zum Speicherbecken Theinen können wiederum verwendet werden. Wie in Anhang 17 dargestellt folgen die Investitionskosten somit zu:

- Investitionskosten 510.000 €

Auch die Betriebskosten steigen durch die beiden Anlagen deutlich an. Außerdem werden die Pumpen am Tiefbrunnen Lichtenberg wie alle anderen Pumpen weiterhin benötigt:

- Betriebskosten 105.000 €/Jahr

Sicherheit der Versorgung:

Die Sicherheit der Versorgung wird durch den Einsatz der beiden Filteranlagen nicht verändert und bleibt durch den unabdingbaren Einsatz des Tiefbrunnens bei:

- Versorgungssicherheit mangelhaft

Auch die Betriebssicherheit wird durch den Bau von zwei Filteranlagen nicht verbessert. Da weiter jegliche Art der Überwachung der Versorgung fehlt, bleibt die Betriebssicherheit:

- Betriebssicherheit ungenügend

Andere:

Aufgrund der Kombination aus hohem Stromverbrauch durch die Nanofiltration und die Entsorgung des belasteten Adsorbermaterials aus dem Uranfilter muss die Nachhaltigkeit wie folgt bewertet werden:

- Nachhaltigkeit ausreichend

Durch die Entfernung des Urans aus dem Wasser des Tiefbrunnens und den zusätzlichen Einsatz einer Enthärtungsanlage können die von der Bevölkerung wahrgenommenen Parameter deutlich verbessert werden:

- Akzeptanz Bevölkerung sehr wahrscheinlich

Bei der zweiten Möglichkeit wird durch den Einsatz des Membranfiltrationssystems C-MEM™ der Firma SFC Umwelttechnik GmbH eine einzige Anlage eingesetzt, die alle Parameter behandelt. Dazu werden Filterkartuschen mit porösen, organischen Hohlfasern mit mikroskopisch kleinen Poren als Filtermedium verwendet.

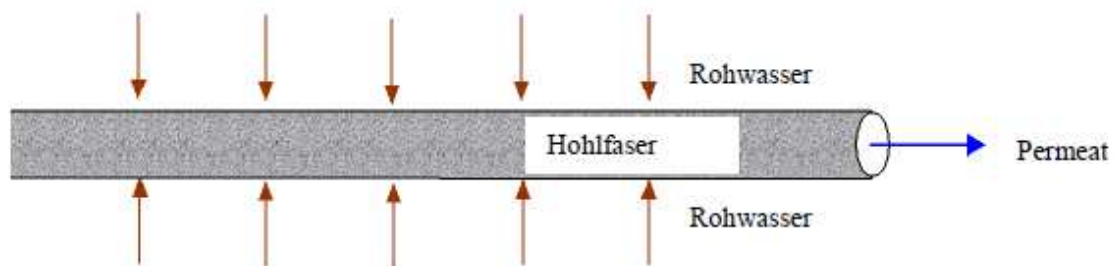


Abbildung 73: Schematisches Bild einer C-MEM™ Hohlfaser im „außen nach innen“ Betrieb

Um die nötige Filterfläche bereitzustellen werden mehrere hundert parallele Fasern zu Bündeln kombiniert und über eine Trägerkartusche gewickelt. Diese Kartuschen können wiederum zu Modulen und schließlich Registern zusammengestellt werden. Damit wird der Betrieb bei der Filterung und der Rückspülung/Reinigung effizient über kombinierte Anschlüsse ausgeführt. Das zu filternde Wasser wird von Saugpumpen durch die Filterkartuschen gesaugt. Periodisch werden durch Druckluft und über Rückspülung von Permeat Verklebungen gelöst. In verschiedenen Zeitabständen werden die Filterkartuschen mit NaOCl und organischen Säuren gereinigt. Zusätzlich müssen die Kartuschen 1-2-mal pro Jahr aus dem Tank genommen und von groben Verunreinigungen gereinigt werden. Durch diese Anlage wird eine vollständige Partikelabtrennung erreicht. (SFC Umwelttechnik GmbH, 2017).

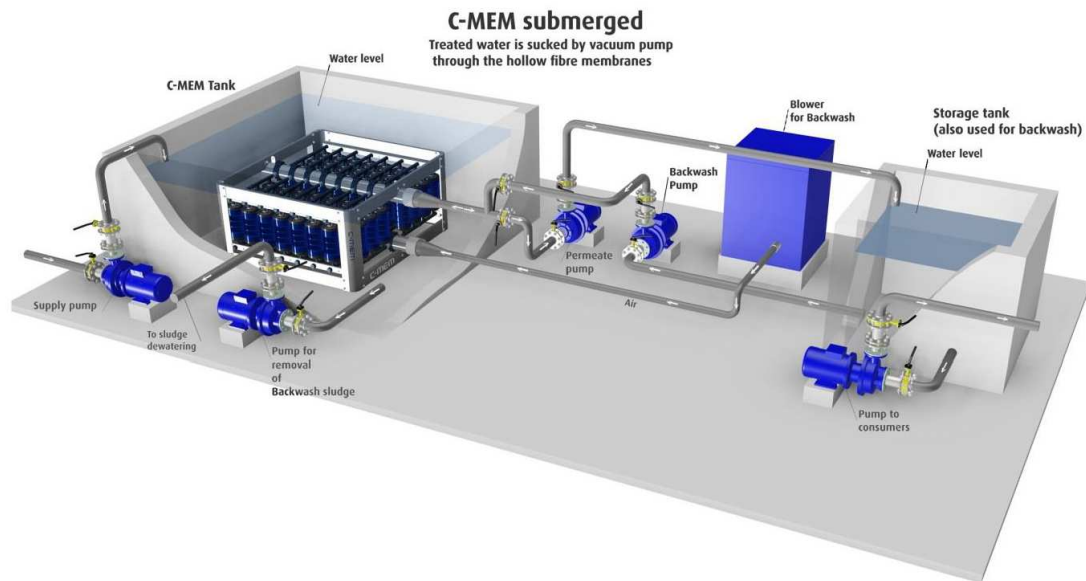


Abbildung 74: Typisches Layout einer C-MEM™ Wasseraufbereitung

TW-Qualität:

Wie schon angemerkt werden durch die Anwendung dieses Filtersystems alle Partikel aus dem Wasser gefiltert. Auch wenn damit ein komplett gefiltertes Wasser entsteht, so werden damit auch alle kritischen Parameter behandelt:

- Arsen 2,00 µg/l
- Uran 2,00 µg/l
- Kalkgehalt 12,00 °F

Kosten:

Die kombinierte Filteranlage der SFC Umwelttechnik GmbH benötigt, wie auch die anderen Filteranlagen einen Zubau in Stahlbeton. Durch die aufwendige Anlagentechnik mit Pumpen, Filterkartuschen, Verrohrung und Steuerung sind diese Investitionskosten wie in Anhang 18 dargestellt jedoch deutlich höher als bei den vorangegangenen Filtern und folgen zu:

- Investitionskosten 1.210.000 €

Auch die Betriebskosten durch den Stromverbrauch der Pumpenanlagen, die für die Reinigung benötigte Zitronensäure und die alkalische Reinigung steigen auf:

- Betriebskosten 100.000 €/Jahr

Sicherheit der Versorgung:

Die Sicherheit der Versorgung wird durch den Einsatz der kombinierten Filteranlage nicht verändert und bleibt durch den weiterhin benötigten Tiefbrunnen Lichtenberg bei:

- Versorgungssicherheit mangelhaft

Auch die Betriebssicherheit wird durch den Bau der kombinierten Filteranlage nicht verbessert:

- Betriebssicherheit ungenügend

Andere:

Durch den Einsatz der Filteranlage werden zahlreiche Ressourcen verbraucht. Dazu gehören Strom für den Betrieb der Pumpen und Kompressoren, Zitronensäure und Natriumchlorit ebenso wie die Entsorgung des anfallenden Schlammes aus den Filtern:

- Nachhaltigkeit mangelhaft

Aus dem Wasser des Tiefbrunnens werden nicht nur alle Bakterien, das Uran und Calcium, sondern auch alle anderen Partikel entfernt. In der Bevölkerung entsteht somit der Eindruck, ein vollständig verändertes und behandeltes Wasser zu trinken. Auf der anderen Seite werden die Parameter Uran und Härtegrad verbessert, weshalb die Akzeptanz der Bevölkerung in Summe wie folgt bewertet wird:

- Akzeptanz Bevölkerung wahrscheinlich

6.6 Lichtenberg

Bereits seit langem wird immer wieder über die Überleitung von Wasser von den Lichtenberger Bergen in die Trinkwasserleitung Prad diskutiert. Wie bereits aufgezeigt liegen die Parameter der Trinkwasserqualität Uran, Arsen und Härtegrad aus den Quellen in Lichtenberg deutlich unter den Werten der Trinkwasserleitung Prad bzw. aus dem Tiefbrunnen Lichtenberg. Damit würde eine Überleitung von Wasser aus Lichtenberg eine deutliche Verbesserung der Trinkwasserqualität mit sich bringen.

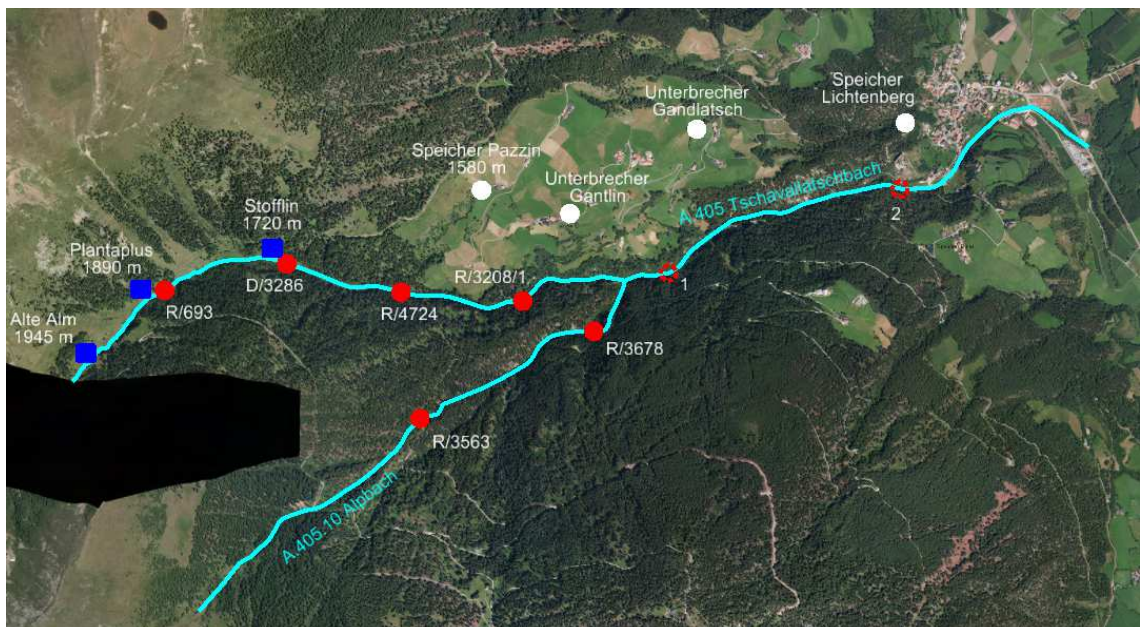


Abbildung 75: Orthofoto der Fraktion Lichtenberg (Autonome Provinz Bozen, 2017) ergänzt mit Quellen und bestehenden Konzessionen

6.6.1 Während des Berechnungszeitraumes

Das Wasser am Lichtenberger Berg wird jedoch stark genutzt. Dies wird durch das oben dargestellte Orthofoto gezeigt. Markiert wurden dabei die Quelfassungen (blaue Rechtecke), welche für die Trinkwasserversorgung genutzt werden ebenso wie die auf dem Tschavallatschbach (Fließgewässer Nr. A.405) in der Fraktion Lichtenberg bestehenden Wasserkonzessionen zur Bewässerung (rote Kreise, strichliert dargestellt tatsächliche bzw. verschobene Fassungen – keine gesicherten Positionen). Die Konzessionen wurden vom zuständigen Amt für Gewässernutzung an die Gemeindeverwaltung übermittelt und werden nachfolgend aufgelistet:

Tabelle 32: Konzessionen Fraktion Lichtenberg

Konzession	Zeitraum	Menge	Flächen
R/3208/1	01.04. - 31.10.	Ø9,6 - max 27 l/sec	Lichtenberg
D/3286	01.04. - 15.10.	9 l/sec	Lichtenberg
R/3563	01.04. - 31.10.	25 l/sec	Lichtenberg
D/4724	01.04. - 31.10.	9,3 l/sec	Lichtenberg
R/693	21.04. - 15.10. (22.07.)	120 l/sec	Glurns
R/3678	01.04. - 15.10.	Ø65 - max 75 l/sec	Pinet

In den letzten Jahren wurde trotzdem immer wieder eine Nutzung dieses Wassers diskutiert. Aufgrund dieser speziellen Situation und der politischen Vorgeschichte des Trinkwassers in Lichtenberg wurde in mehreren Vorgesprächen mit politischen Vertretern versucht, das Problem der Versorgung in Prad zu verdeutlichen und einen möglichen Lösungsweg auszuarbeiten.

Im ersten Schritt wurde eine bereits in der Studie von Geol. Ambrogio Dessì aus dem Jahr 2002 vorgeschlagene Variante (Dessì, 2002) zum Tausch von verschiedenen Konzessionen und einer Überleitung aus einem benachbarten Bachbett untersucht.

Anstatt diese Variante weiter zu untersuchen wurde schließlich der Tiefbrunnen Lichtenberg zur Lösung des akuten Arsenproblems gebaut. Da durch diesen keine bestehenden Konzessionen verändert werden mussten, wurde die Variante von Geol. Dessì nicht weiterverfolgt. Im Zuge dieser Masterarbeit wurde aus diesem Grund der folgende Ansatz untersucht:

1. Verbindung der Quellen Alte Alm mit der Trinkwasserleitung Prad
2. Überleitung von Wasser aus dem Alpbach (Abbildung 75: Orthofoto der Fraktion Lichtenberg)
3. Versorgung der unterhalb dieser Kote liegenden Konzessionen über den Tiefbrunnen

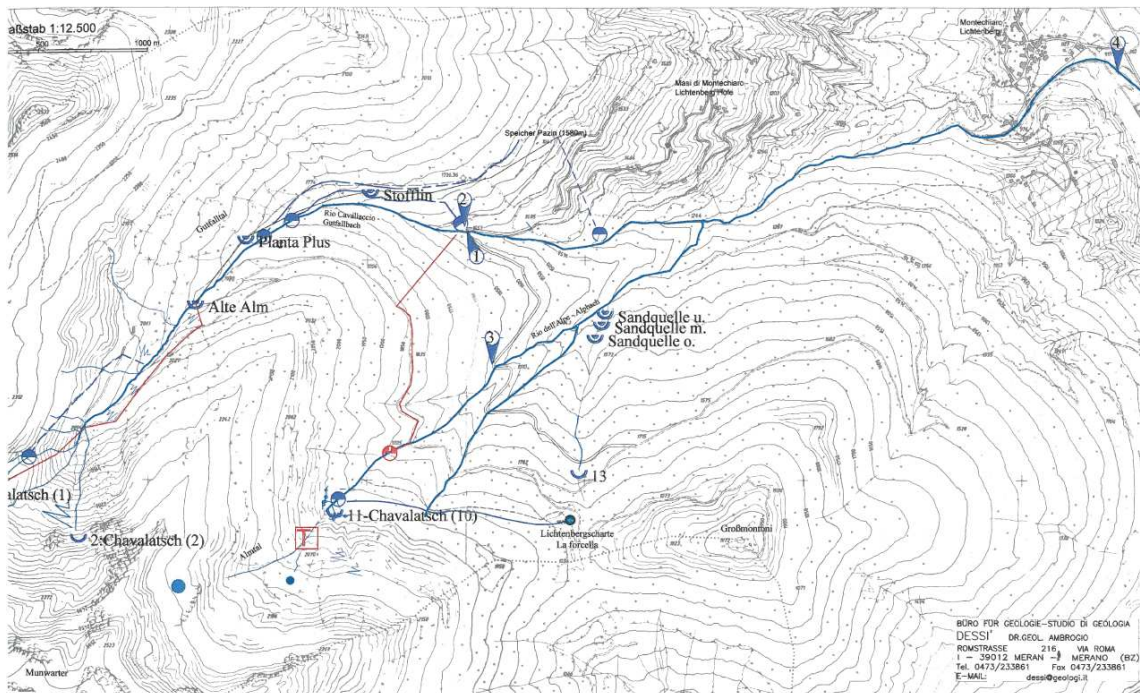


Abbildung 76: Auszug aus dem Lageplan des hydrogeologischen Gutachtens mit Überleitung in rot (Dessi, 2002)

Als Voraussetzung dafür muss am Alpbach genügend Wasser zur Versorgung der Be-
regnungskonzessionen R/3563 und R/3286 vorhanden sein. Dies wurde durch Wasser-
messungen der Ingenieure Patscheider & Partner GmbH untersucht. Der dazu ausgear-
beitete Bericht wurde bereits an die Gemeinde Prad übergeben. Als Ergebnis wurde
jedoch festgestellt, dass nicht genügend Wasser vorherrscht.

Tabelle 33: Ergebnisse der Wassermessungen am Alpbach (Ingenieure Patscheider & Partner GmbH, 2017)

Messung	Datum	Abfluss Messstelle 1 [l/s]	Abfluss Messstelle 2 [l/s]	Abflussspende 1 [l/s,km ²]	Abflussspende 2 [l/s,km ²]
1	07.07.2017	26,19	34,96	19,84	20,93
2	31.07.2017	19,97	26,68	15,13	15,98
3	08.08.2017	16,47	22,72	12,48	13,60
4	14.08.2017	19,75	26,48	14,96	15,86
5	26.08.2017	26,13	32,99	19,80	19,75
6	30.08.2017	22,77	25,14	17,25	15,05
7	05.09.2017	27,57	34,84	20,89	20,86
8	13.09.2017	22,30	36,58	16,89	21,90
9	19.09.2017	23,12	35,33	17,52	21,16
10	29.09.2017	29,33	35,18	22,22	21,07
11	04.10.2017	20,01	38,64	15,16	23,14
12	11.10.2017	22,13	29,96	16,77	17,94

Untersucht wurden zwei Messstellen, wobei nur die erste, höher gelegene, die beste-
hende Fassung am Lichtenberger Berg mit ausreichend Eigendruck erreicht. In der vo-
rangingen Tabelle müsste somit an der Messstelle 1 auf einer Höhe von 1.800 m
ü.d.M. eine Wassermenge von 34 l/sec vorhanden sein. Auch an der Messstelle 2 auf
einer Höhe von 1.600 m ü.d.M. wird die benötigte Wassermenge nur sehr knapp erreicht.

Zusätzlich würde die Transportleitung über einen großen Teil durch unbefestigtes Gelände verlaufen. Unter Berücksichtigung von zusätzlichen Restwassermengen muss auch die Wassermenge an dieser Messstelle als nicht ausreichend bezeichnet werden.

Der Vollständigkeit halber werden auch die Ergebnisse der Wassermessungen, durchgeführt von der Abteilung 26 Brand- und Zivilschutz, Hydrographisches Amt angeführt, welche am 14.11.2002 an die Gemeinde Prad übermittelt wurden:

Tabelle 34: Wassermessungen Tschavallatschbach im Jahr 2002

Datum	910 m ü.d.M.	1550 m ü.d.M.	Überwasser 1570 m ü.d.M.
13.09.2002	102 l/sec	62 l/sec	24 l/sec
15.10.2002	0 l/sec	32 l/sec	26 l/sec

Tabelle 35: Wassermessungen Alpbach im Jahr 2002

Datum	1630 m ü.d.M.
13.09.2002	28 l/sec
15.10.2002	24 l/sec

Aufgrund der bereits vorhandenen und der zusätzlichen Informationen kann die vorgeschlagene Variante zur Überleitung von Wasser aus dem Alpbach und zur Überleitung an den Lichtenberger Berg nicht umgesetzt werden. Eine Nutzung des Wassers aus Lichtenberg während des Berechnungszeitraumes ist in der derzeitigen Situation somit nicht möglich.

6.6.2 Außerhalb des Berechnungszeitraumes

Um die Wassermengen außerhalb des Berechnungszeitraums festzustellen wurden Schüttungsmessungen durchgeführt. In der folgenden Tabelle werden diese zusammen mit den Wassermessungen aus dem Bericht von Geol. Dessì dargestellt (Dessì, 2002). Mit Abteilung 29 wird dabei das Labor für Wasseranalysen der Abteilung 29 Landesagentur für Umwelt – Autonome Provinz Bozen Südtirol bezeichnet, welches die Messungen durchgeführt hat:

Tabelle 36: Schüttungen der Quellen am Lichtenberger Berg

Quelle	Entnommen	Datum	Schüttung l/sec
Alte Alm 1+2+3	Gmd. Prad	Aufzeichnungen	9 – 18
Planta Plus	Gmd. Prad	Aufzeichnungen	0,4 – 0,6
Stofflin	Gmd. Prad	Aufzeichnungen	0,6 – 0,8
Alte Alm 1+2+3	Gmd. Prad	29.12.2016	8,9
Planta Plus	Gmd. Prad	29.12.2016	0,41

Stofflin	Gmd. Prad	29.12.2016	0,7
Alte Alm 1+2+3	Abteilung 29	21.01.2002	10,37
Planta Plus	Abteilung 29	21.01.2002	0,54
Stofflin	Abteilung 29	21.01.2002	0,66

Aufgrund der großen Schüttung auch während der Wintermonate ist eine Überleitung nach Prad in dieser Zeit immer noch interessant. Aus den Wassermessungen der Quellen, den Beobachtungen des Wasserwartes und den durchgeführten Verbrauchsmessungen kann davon ausgegangen werden, dass eine Wassermenge von 8 – 16 l/sec zur Überleitung nach Prad zur Verfügung stehen würde.

Nachfolgend werden die technisch notwendigen Anpassungen zur Überleitung von Wasser nach Prad angeführt:

Die bestehenden Leitungen im Anschluss an die Quellen PE-HD DN 90 PN 10 erlauben eine Ableitung von maximal 13 l/sec zum bestehenden Speicher Pazzin. Im Speicher Pazzin wurde eine Reduzierung eingebaut, damit nur eine Wassermenge von 4 l/sec zum Speicher Lichtenberg abgeleitet werden kann. Das gesamte restliche Wasser gelangt als Überlauf in das Bachbett des Tschavallatschbachs zurück. Diese Reduzierung muss entfernt werden um das gesamte anfallende Wasser zum Speicher Lichtenberg zu bringen. Ab dem Speicher Lichtenberg gelangt das Wasser über die Trinkwasserleitung der Fraktion Lichtenberg bis in die Nähe des Tiefbrunnens Lichtenberg, welcher über eine getrennte Pumpleitung den Hauptort Prad versorgt. Als bauliche Maßnahme müsste anschließend die Trinkwasserleitung Lichtenberg, welche den in der Nähe befindlichen Bauhof des Straßendienstes Vinschgau versorgt, mit der Pumpleitung verbunden werden. Dazu muss eine ca. 56 m lange Druckleitung in PE-HD errichtet werden. Um den Vorrang der Versorgung der Fraktion Lichtenberg zu garantieren muss ein gesteuertes Ventil, eine Rückschlagklappe und eine Füllstandsmessung am Speicher Lichtenberg installiert werden.

Aufgrund der überschaubaren Anpassungsarbeiten und der daraus resultierenden geringen Kosten, wurde von der Gemeindeverwaltung beschlossen, diese Variante zur Vorbereitung eines genehmigungsfähigen Projektes bereits vor Abschluss der Masterarbeit an einen eingetragenen Techniker zu übergeben. Die entsprechenden technischen Unterlagen ebenso wie die Ansuchen zur Änderung der Konzession wurden bereits eingereicht und liegen der Gemeinde vor.

Da sich die hydraulischen Verhältnisse aufgrund der unsicheren Datenlage über die bestehenden Leitungen nur abschätzen lassen, wird der Gemeindeverwaltung empfohlen einen Versuch zur Überleitung nach Prad von 10 l/sec bei gleichzeitiger Löschwasserentnahme im Dorf Lichtenberg durchzuführen und die anstehenden Drücke zu überprüfen.

Die vorgeschlagene Variante zum Zusammenschluss der Trinkwasserleitung Lichtenberg mit der Pumpleitung kann schließlich nach den bereits festgelegten Parametern wie folgt bewertet werden:

TW-Qualität:

Wie in der vorangegangenen Beschreibung ausgeführt, verändert sich die Trinkwasserqualität durch den Zusammenschluss der Trinkwasserleitungen Lichtenberg mit der Pumpleitung zum Speicher Theinen nur in den Wintermonaten zwischen dem 01. November und dem 31. März. In dieser Zeit kann jedoch von einer deutlichen Verbesserung der Trinkwasserqualität für den Hauptort Prad ausgegangen werden, wobei zur Berechnung der Konzentration eine Wassermenge aus Lichtenberg von 10 l/sec angenommen wurde. Die Berechnung der Konzentrationen wird als Anhang 19 beigelegt:

- Arsen 2,90 µg/l
- Uran 5,85 µg/l
- Kalkgehalt 9,50 °F

Kosten:

Aufgrund der geringen baulichen Maßnahmen zur Verbindung der beiden Leitungen und der ohnehin notwendigen Installation eines Überwachungssystems, welches die Füllstände der Speicher überwacht, sind die notwendigen Investitionskosten sehr gering. Abgeschätzt werden müssen noch die Ausgleichsmaßnahmen, welche in gemeinsamen Gesprächen mit den Katastervertretern der Beregnungsanlagen am Lichtenberger Berg getroffen wurden. Dies wird in den nachfolgenden Punkten genauer beschrieben. Aus diesem Grund ergeben sich die Investitionskosten zu:

- Investitionskosten 20.000 €

In den Sommermonaten wird immer noch der Tiefbrunnen Lichtenberg zur Versorgung der Gemeinde Prad benötigt. Weshalb die Pumpkosten als Betriebskosten ca. halbiert werden können:

- Betriebskosten 15.000 €/Jahr

Sicherheit der Versorgung:

Die Sicherheit der Versorgung wird durch den Zusammenschluss in den Wintermonaten deutlich verbessert. Dadurch wird die Nutzung einer weiteren derzeit nicht genutzten Wasserressource mit großer Schüttung auch bei einem außergewöhnlichen Ereignis möglich:

- Versorgungssicherheit genügend

Die Betriebssicherheit wird durch diese Variante jedoch nicht verändert:

- Betriebssicherheit ungenügend

Andere:

In den Wintermonaten wird der Grundwasserkörper nicht genutzt. Das Quellwasser wird auch heute schon über einen großen Teil des Bachlaufes entnommen, weshalb diese Änderung nur einen sehr geringen Einfluss hat. Im Vergleich zu den bereits betrachteten Filteranlagen werden keine Chemikalien eingesetzt, bzw. es fallen keine Abfallstoffe an. Aus diesem Grund wird die Nachhaltigkeit wie folgt bewertet:

- Nachhaltigkeit gut

Nach Bekanntwerden des positiven Gutachtens der Gemeindebaukommission zum Zusammenschluss wurden verschiedene Forderungen von Seiten der Lichtenberger Bürger laut. So sollten bei Verbindung der beiden Leitungen auch die bereits vor einigen Jahren zugesprochenen Verbesserungen der Versorgung der Bergwiesen mit Beregnungswasser eingebaut werden. Dabei handelt es sich nach den ersten Gesprächen um eine Ausleitung aus der Zuleitung zum Speicher Pazzin, sobald der Speicher Lichtenberg vollständig gefüllt ist. Dadurch wird unnötiger und nicht nutzbarer Überlauf am Speicher Lichtenberg vermieden. Vertiefende Gespräche wurden vom beauftragten Techniker geführt, um diese Anpassungsarbeiten so bald als möglich durchführen zu können und den Zusammenschluss herzustellen. Da die Akzeptanz der Bevölkerung auch auf Lichtenberger Seite nach Ausführung der Verbesserungen am Lichtenberger Berg zu erwarten ist und die Trinkwasserqualität bei gleichzeitiger Reduzierung der Kosten gesteigert werden kann, wird die Akzeptanz der Bevölkerung wie folgt bewertet:

- Akzeptanz Bevölkerung sehr wahrscheinlich

6.7 Versorgungsleitung Trafoi – Gemeinde Stilfs

Nachdem in der Gemeinde Prad keine vollständige Lösung der Verbesserung der Versorgung gefunden werden konnte, wurde eine Versorgung aus der Nachbargemeinde Stilfs ins Auge gefasst. In den letzten Jahren wurde immer wieder von einer großen Schüttung von guter Qualität in der Fraktion Trafoi berichtet. Der Hauptort von Stilfs hingegen besitzt keine großen Quelfassungen und nur in einigen wenigen Monaten Überlauf.

Auch nach wiederholten Anfragen bei der Gemeindeverwaltung von Stilfs wurden keine Schüttungsmessungen und Wasserproben übermittelt. Um die Möglichkeit einer Versorgung aus der Gemeinde Stilfs trotzdem zu untersuchen, wurde auf eine ältere, dem Gemeindereferenten bereits 2011 übermittelte Wasserprobe, zurückgegriffen. Dabei wurden die folgenden Parameter festgestellt:

Tabelle 37: Ergebnisse der Wasserproben der Hirschbadquellen oberhalb von Trafoi

Arsen µg/l	Uran µg/l	Härte °F	Fluorid mg/l	Eisen µg/l
5	10	12	1,10	24

Sowohl der Wert für Uran als auch der Härtegrad liegen unter den Werten des Trinkwassers in Prad. Die Werte für den Parameter Arsen liegen ebenso wie die Werte von Fluorid

und Eisen über den Werten des Trinkwassers Prad und würden demnach eine Verschlechterung der Wasserqualität für diese beiden Parameter bedeuten.

Auch zur Schüttung der neu gefassten Quellen in Trafoi gibt es unterschiedliche Informationen, die nicht von offizieller Seite bestätigt werden konnten. Aufgrund der erhaltenen Rückmeldungen wird davon ausgegangen, dass durch die Verbindung der beiden Trinkwasserleitungen genug Wasser nach Prad geleitet werden kann um den Tiefbrunnen Lichtenberg zu ersetzen.

Zur Nutzung des Wassers aus Trafoi müsste eine ca. 9 km lange Transportleitung, größtenteils in oder entlang der Stilfserjochstraße, errichtet werden. Dadurch sind beträchtliche Kosten und Auswirkungen auf den Verkehr in den Sommermonaten zu erwarten.

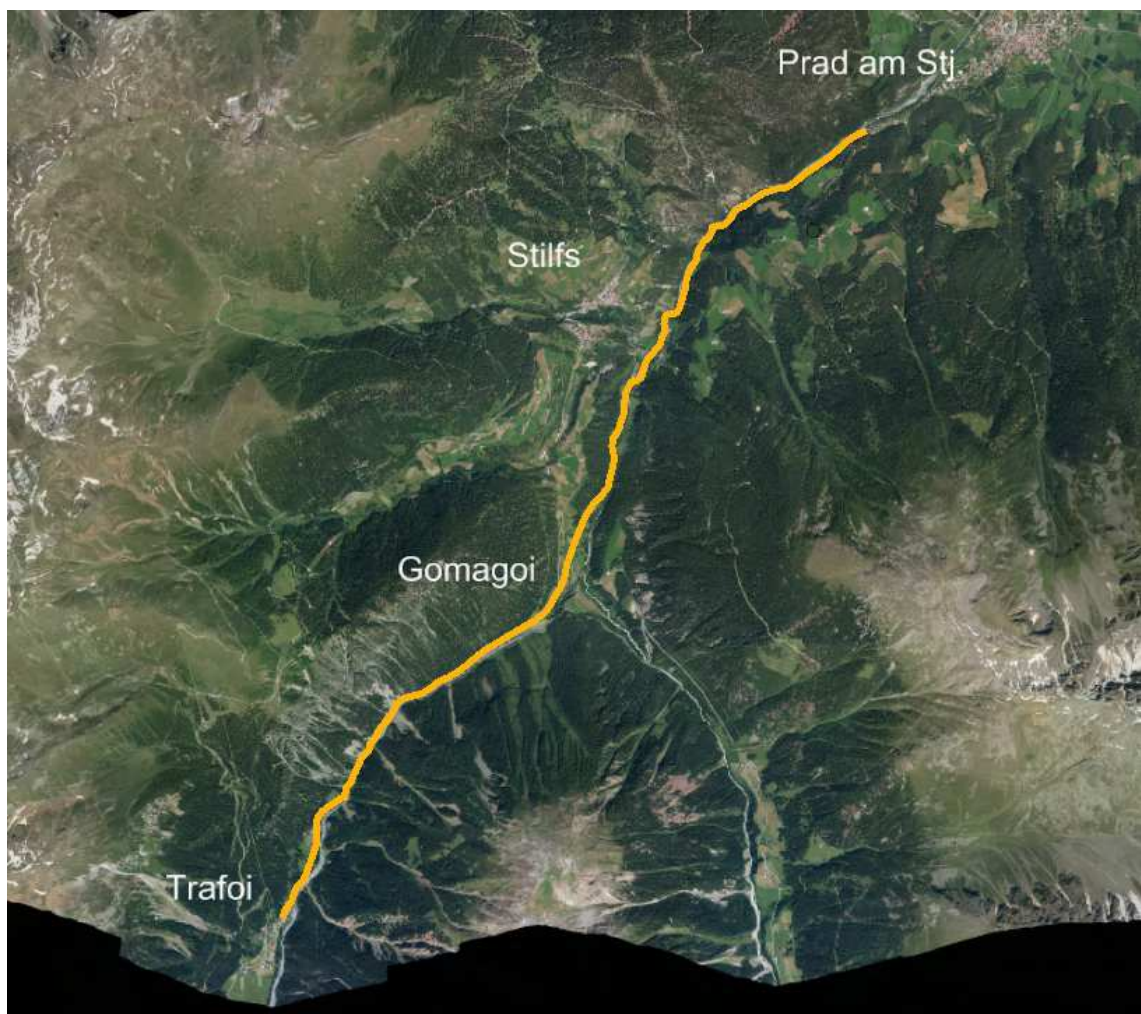


Abbildung 77: Orthofoto möglicher Leitungsverlauf Trafoi-Prad (Autonome Provinz Bozen, 2017)

Aufgrund dieser unvollständigen und nicht überprüfbaren Informationen ist es nicht möglich diese Variante auszuarbeiten bzw. zu bewerten. Allerdings erscheint diese Variante nur umsetzbar falls die beiden folgenden Voraussetzungen gegeben sind:

1. Zusammenarbeit mit der Gemeindeverwaltung von Stilfs

2. Verbindung der Errichtung der Trinkwasserleitung zusammen mit Leitungsprojekten entlang der Trasse

Zu 1: Mit der Gemeindeverwaltung von Stilfs sollten so bald als möglich Vereinbarungen für eine mögliche Zusammenarbeit getroffen werden. Durch den Bau einer Versorgungsleitung von Trafoi nach Gomagoi könnte auch die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Stilfs verbessert werden und damit ein wichtiger Schritt für die Versorgungssicherheit der beiden Gemeinden gemacht werden.

Zu 2: Der Aufwand sowohl für Planung, Genehmigung und Bau einer Transportleitung entlang der Stilfserjochstraße ist sehr groß und sollte demnach im Zusammenspiel mit weiteren Infrastrukturprojekten bzw. Erneuerungen wie z.B. der über einen weiten Verlauf parallel zur Straße verlegten Schmutzwasserleitung erfolgen.

Diese Variante wurde bereits im Zuge des Etschdialogs – Einzugsgebietsplan Suldenbach während des Forums vom 07.05.2014 als Maßnahmen zwischen beiden Gemeinden besprochen:

Tabelle 38: Auszug Einzugsgebietsplan Suldenbach – Forum 07.05.2014 – besprochene Maßnahmen

ID	Kurzbeschreibung	Zuständig ist:	Koordinierungsbedarf mit:	Priorität	Bemerkungen
B.1.2	Trinkwassernotfallplan	Gemeinde Stilfs Gemeinde Prad	Amt für Gewässernutzung	Mittel	Gemäß D.LH. Nr. 12 vom 20. März 2006
B.1.4	Nutzung Trafoier Quellen für Trinkwasserversorgung Prad	Gemeinde Prad	Gemeinde Stilfs	Mittel	Querfinanzierung mittels Errichtung eines TWKW möglich
B.2.1	Fortsetzung Aktivitäten Forum	Gemeinde Stilfs	Gemeinde Prad, Landesämter	Hoch	01/2016 erste Sitzung

6.8 Versorgungsleitung Sulden – Gemeinde Stilfs

Wie bereits bei der Versorgungsleitung Trafoi festgehalten ist eine enge Zusammenarbeit mit der Gemeinde Stilfs bei der Errichtung einer gemeindeübergreifenden Leitung unumgänglich. Ebenso verhält es sich auch mit einer möglichen Verbindungsleitung zwischen Sulden und der TWL Prad. Auch hier müssten in einem ersten Schritt die zur Verfügung stehenden Wasserressourcen erhoben bzw. von der Gemeinde Stilfs übermittelt werden. Anschließend ist zu bewerten ob sich dadurch eine Verbesserung der Trinkwasserversorgung von Prad ergibt.

Sollte sich aus den gewonnenen Daten eine Zusammenarbeit ergeben, so hat die Planung der Umsetzung dieser insgesamt ca. 11 km langen Transportleitung zu erfolgen. Der größte Vorteil dieser Variante sind die derzeit in Planung befindlichen Leitungsprojekte entlang dieser Strecke.

Zwischen dem bestehenden Klärwerk in Sulden und der Fraktion Gomagoi wird eine Schmutzwasserleitung errichtet und das Klärwerk Sulden anschließend aufgelassen. Dieses Projekt wird von der Bezirksgemeinschaft Vinschgau als Betreiber der Kläranlage finanziert. Zwischen der Örtlichkeit Stilfserbrücke und der Gemeinde Prad wird eine neue Druckleitung durch das Energie-Werk Prad errichtet.

Im Zuge dieser beiden Projekte könnte eine parallele Druckleitung zur Versorgung der Gemeinde Prad mit Wasser aus Sulden errichtet werden. Allein zwischen der Fraktion Gomagoi und der Stilfserbrücke müsste diese in einem noch nicht bearbeiteten Abschnitt über eine Länge von ca. 2,2 km verlegt werden.

Diese Variante ist nur bei ausreichendem Trinkwasservorkommen in der Fraktion Sulden sinnvoll, weshalb im ersten Schritt verschiedene Abklärungen und Absprachen mit der Gemeinde Stilfs notwendig sind, bevor eine genauere Bewertung durchgeführt werden kann.

6.9 TW-Kraftwerk Zirmquelle

In den verschiedenen Besprechungen wurden auch die umliegenden bereits genutzten Quellen betrachtet. Dazu zählen auch die Zirmquellen am Prader Berg. Der Zirmbach (Gewässernr. A.390) wird mit Konzession GD/3282 zur Erzeugung von elektrischer Energie für die Gemeinde Prad durch die Energie-Werk-Prad Genossenschaft genutzt. Die Konzession beschreibt die Ableitungen von 41,08 l/sec im Mittel und maximal 100 l/sec bei zwei Kraftwerksstufen.

Mit diesen Voraussetzungen wurden am 29.08.2018 Wasserproben entnommen und anschließend untersucht. Diese werden als Anhang 20 beigelegt und haben die folgenden Werte für die Untersuchungsparameter geliefert:

Tabelle 39: Ergebnisse der Wasserprobe an der Zirmquelle

Arsen µg/l	Uran µg/l	Härte °F
25	12,5	7

Damit liegt der Wert des Parameters Arsen über dem gesetzlichen Grenzwert und eine Aufbereitung wäre notwendig. Die beiden anderen Parameter hingegen liegen unterhalb der Werte der heutigen Versorgung und würden somit zu einer Verbesserung der Trinkwasserqualität führen.

Das heute aus dem Zirmbach (der weitere oberflächliche Zuläufe besitzt) abgeleitete Wasser wird an der ersten Kraftwerksstufe oberhalb des Trinkwasserspeichers Schweinböden abgearbeitet. Ein Teil davon wird für die Beregnung der Wiesen am Prader Berg

verwendet. Für diese Wassermenge müsste ein Ersatz gefunden werden. Zudem besteht das Problem, dass jede Änderung an den Konzessionsdaten der genehmigten Ableitung automatisch die Annullierung und Neuvergabe der Konzession bewirkt. Damit muss die bestehende Position der Wasserfassung erhalten bleiben und das Trinkwasser würde aus einem Oberflächengewässer entnommen.

Als notwendige Anpassungsarbeiten müsste schließlich in Zusammenarbeit mit der Energie-Werk-Prad Genossenschaft die bestehende Druckleitung und Turbine erneuert und mit trinkwassergeeigneten Materialien umgebaut werden. Anschließend an die Kraftwerksstufe müsste ein Arsenfilter errichtet werden, damit der gesetzliche Grenzwert von Arsen von 10 µg/l eingehalten werden kann. Die Einspeisung des so gewonnenen Wassers könnte in den Speicher Schweinböden erfolgen, welcher direkt mit dem Speicher Theinen verbunden ist.

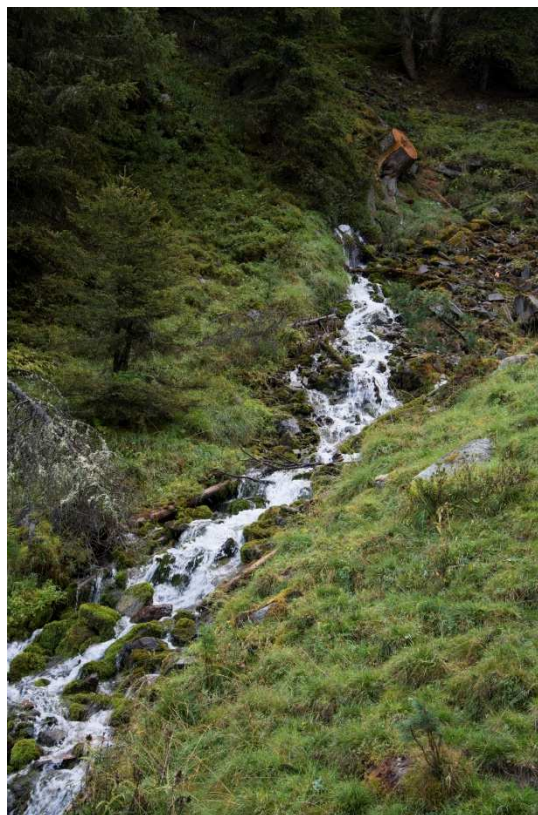


Abbildung 78: Zirmquelle am Prader Berg (Foto: Udo Thoma)

Damit bestehen zahlreiche Bedingungen, die vor einer genaueren Untersuchung und abschließenden Bewertung dieser Variante zu klären sind. Von Seiten der Energie-Werk-Prad Genossenschaft wurde bereits Gesprächsbereitschaft signalisiert um den Austausch der bestehenden Transportleitung finanzieren zu können. Im nächsten Schritt müssen mit Vertretern der Beregnungsanlage Gespräche aufgenommen und Möglichkeiten für einen Tausch des Wassers gefunden werden. Da es sich hierbei um eine Umverteilung innerhalb des Gemeindegebietes von Prad handelt, sollten diese weiterführenden Gespräche so bald als möglich von der Gemeinde vorangetrieben werden.

6.10 Teilvarianten

Nachfolgend werden verschiedene Varianten untersucht, welche einzelne Bereiche des Versorgungsgebietes oder einzelne Parameter der Trinkwasserversorgung verbessern:

6.10.1 Speicher Agums

Wie bereits bei der Bewertung der aktuellen Versorgung angemerkt, besteht am Speicher Agums derzeit keine Trennung von Lösch- und Trinkwasser. Der Speicher besitzt ein Volumen von ca. 154.000 Litern. Durch den geringen Verbrauch von zwei Hofstellen liegt ein Großteil davon nur für den Brandfall bereit. Durch den großen Vorrat an Wasser resultiert ein Wasseralter deutlich über den empfohlenen Werten eines kompletten Austauschs pro Tag. Durch bauliche Trennung der beiden Bereiche wird die Erneuerung der Trinkwasserreserve garantiert und somit die Trinkwasserqualität für die beiden Höfe am Agumser Berg verbessert.

Da am Speicher Agums derzeit kein Wasserzähler installiert ist, kann die genaue Verbrauchsmenge nicht erhoben werden. Ausgegangen wird momentan von einem Verbrauch von ca. 2,9 – 3,5 m³/Tag. Unter dieser Bedingung ergibt sich eine bauliche Trennung über eine Länge von ca. 12 m und einer Höhe von 4 m welche mit Stahlbeton ausgeführt werden kann. Zur Verteilung des Wassers und zur Gewährleistung der Löschwasserreserve wird ein Schwimmentil eingebaut. Alle internen Verrohrungen müssen in INOX ausgeführt werden.

Insgesamt können die Kosten für diese Umbauarbeiten mit 18.000 € abgeschätzt werden. Die Berechnung wird als Anhang 21 beigelegt.

6.10.2 Überwachung der Versorgung

Wie in der Bewertung der aktuellen Versorgung festgehalten, besteht derzeit keine Überwachung. Damit werden Probleme erst nach Zusammenbruch der Versorgung oder nach entsprechenden Rückmeldungen der Dorfbewohner bekannt und können anschließend behandelt werden. Eine Kontrolle der Zustände der verschiedenen Anlagenteile ist nur vor Ort durchführbar.

Zudem wurde die Installation eines Fernüberwachungssystems bereits mit Dekret des Landeshauptmannes vom 20. März 2006 Nr. 12 „Verordnung über den Trinkwasserversorgungsdienst“ vorgeschrieben.

Zur Überwachung der Anlage sind verschiedene Maßnahmen notwendig:

1. Anschluss der verschiedenen Anlagenteile mit Glasfaserleitungen oder in Ausnahmefällen mit Funk
2. Austausch/Einbau von Wasserzählern mit REED-Kontakt oder ähnlichen Impulsgebern an den Speichern
3. Einbau von Füllstandsmessungen
4. Installation des Überwachungssystems und Anschluss aller Messdaten

Die Anschlüsse mit Lichtwellenleitern werden z.T. von der Energie-Werk-Prad Genossenschaft ausgeführt wobei an mehreren Anlagenteilen bereits ein Leerrohr besteht. In Absprache mit der Genossenschaft muss dann überprüft werden, ob zusätzliche Anschlüsse errichtet werden. Durch die Verwendung der Glasfaserleitungen kann auch die fehleranfällige Funkverbindung zwischen Speicher Theinen und Tiefbrunnen Lichtenberg verbessert werden.

Anschließend müssen an den Speichern die bestehenden Wasserzähler durch Zähler mit Impulsausgang ersetzt werden. An Speichern ohne Zähler (Verklair, Schweinböden, Agums und Pazzin) muss überprüft werden, ob Anschlüsse mit Lichtwellenleitern möglich sind. Ansonsten müssen zumindest konventionelle Zähler installiert werden. Zur Überwachung des Betriebs und zur Untersuchung von Verlusten und Leckstellen sollten Druck- und Strömungssensoren eingesetzt werden.

Damit kann nicht nur eine laufende Überwachung garantiert werden, sondern durch Aufzeichnung der Messwerte können Rückschlüsse auf Fehler der Anlage, Verluste und auf Rohrbrüche gezogen werden. Im Zuge der Ausarbeitung der Masterarbeit wurde ein Angebot für die Einrichtung eines Fernüberwachungssystems eingeholt. Dieses beläuft sich auf ca. 40.000 € wobei in diesem Betrag bereits die Installation von Pegelmesssonden und zusätzliche Datenpunkte enthalten sind. In Verbindung mit den restlichen Umbauarbeiten muss somit ein Betrag von ca. 75.000 € angesetzt werden.

6.10.3 Leitungskataster und Erneuerungskonzept

Wie bereits bei Beginn der Masterarbeit festgestellt, liegt derzeit kein digitales Leitungskataster der Trinkwasserleitung vor. Als Planunterlagen bestehen ausschließlich CAD-Zeichnungen mit dem Verlauf der Hauptleitungen jedoch ohne Höhenangaben, ohne Materialangaben, ohne Altersbestimmungen und ohne Kennzeichnung der abgehenden Hausanschlüsse. Bei den Besprechungen mit den Wasserwarten wurden zudem deutliche Unterschiede in den Aufzeichnungen und den Planunterlagen festgestellt.

Die Notwendigkeit einer flächendeckenden Erhebung der Trinkwasserleitungen ergibt sich zum einen aus der Trinkwasserverordnung für Gemeinden mit mehr als 3.000 Kunden, definiert mit Dekret des Landeshauptmanns vom 20. März 2006, Nr. 12. Zum anderen deutet der hohe Verlust und die Aufzeichnungen der Wasserwarte auf einen schlechten Zustand eines großen Teils der Leitungen im Gemeindegebiet hin. Ein digitales Leitungskataster dient des Weiteren als Planungsgrundlage für spätere Infrastrukturprojekte.

Bei der Erstellung des digitalen Leitungskatasters werden im ersten Schritt alle oberirdischen Bestandteile der Leitungsnetze wie Schächte, Hydranten usw. vermessen und mit verschiedenen Attributen des Objektkataloges für die Erhebung und Digitalisierung von Infrastrukturnetzen (Südtiroler Gemeindenverband Genossenschaft, 2019) verknüpft (Material, Alter der Leitung, Durchmesser usw.). Anschließend werden die verschiedenen Knoten untereinander verknüpft und es entsteht ein Leitungsnetz für die unterschiedlichen Infrastrukturen.

Die Erstellung des Leitungskatasters für die gesamte Gemeinde Prad (Schmutzwasser, Regenwasser und Trinkwasser) kann mit ca. 180.000 € abgeschätzt werden. Zur Vereinfachung der Ausschreibung werden zwei Bereiche definiert. Zum Einen der gesamte Bereich der TWL Prad orografisch rechts des Suldenbachs und zum Anderen das restliche Gemeindegebiet. Die Erstellung des Leitungskatasters in diesem ersten Bereich wurde bereits beauftragt und wird derzeit ausgearbeitet.

Nach Erstellung des Leitungskatasters kann des Weiteren eine genaue Löschwassersimulation für die Gemeinde Prad durchgeführt werden. Eventuell können damit die vor allem am Prader Berg verhältnismäßig großen Löschwassermengen reduziert und damit die Speichervolumen für Trinkwasser erhöht werden.

6.10.4 Quelfassung Scharthölle

Bereits zu Beginn der Masterarbeit wurde von den Besitzern des Platzhofes gegenüber dem Gemeindereferenten der Wunsch geäußert, an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen zu werden.

Um diesem Wunsch zu entsprechen wurden verschiedene Möglichkeiten zur Anbindung untersucht. Dabei wurde auch eine oberflächliche Quelle oberhalb des Platzhofes untersucht, welche zurzeit zur Beregnung verwendet wird.

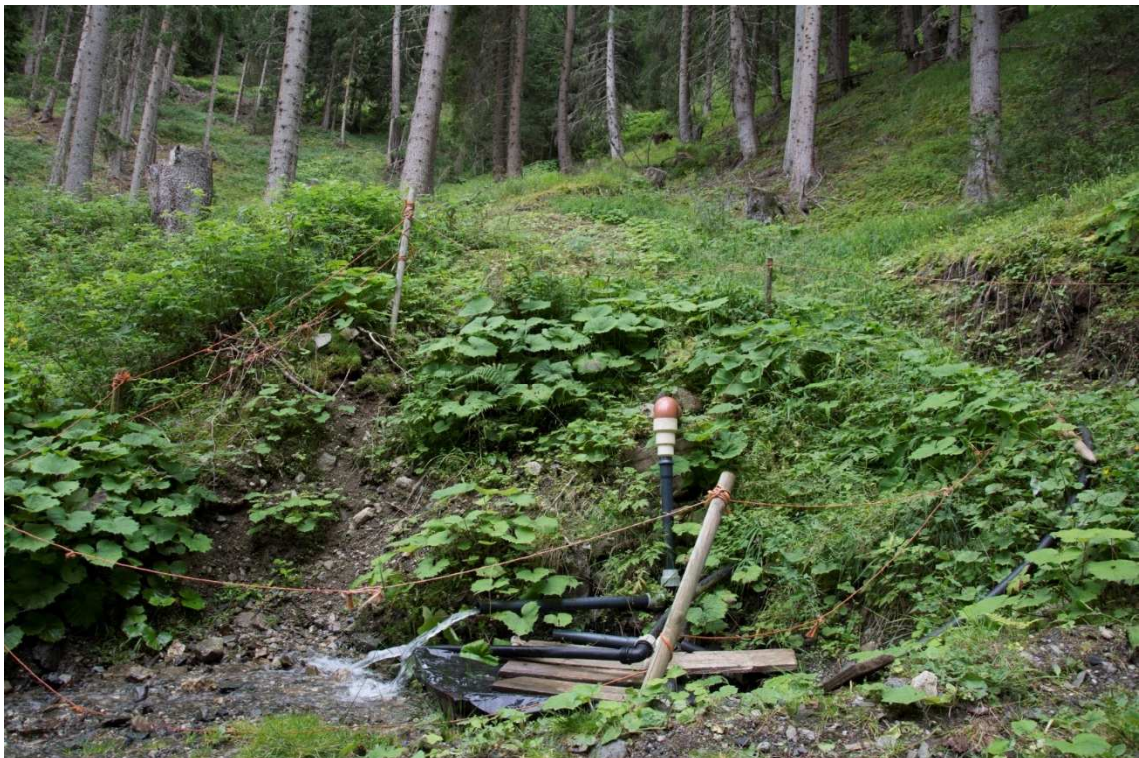


Abbildung 79: Quelle Scharthölle mit Ableitungen zur Beregnung (Foto: Udo Thoma)

Zu Beginn der Untersuchung wurde eine Wasseranalyse der Quelle durchgeführt, welche als Anhang 22 beigelegt wird. Dabei wurden die folgenden Parameter erhoben:

Tabelle 40: Parameter Wasserqualität Quelle Scharthölle

Arsen µg/l	Uran µg/l	Härte °F
3	1,6	17

Damit liegen die Werte in einem akzeptablen Bereich. Die Schüttung aus den eingelegten Rohrleitungen wurde mit 2 - 3 l/sec erhoben. Aufgrund dieser doch großen Schüttung könnte nicht nur der Platzhof, sondern auch die Höfe bei Pinet und eine Überleitung auf den Gumser Berg errichtet werden. Damit wäre es möglich die bestehende Überleitung vom Lichterberger Berg nach Pinet zu eliminieren und auch die bestehende Pumpstation in Agums nicht mehr zu erneuern, bzw. nur als Reserve für Notfälle zu erhalten.

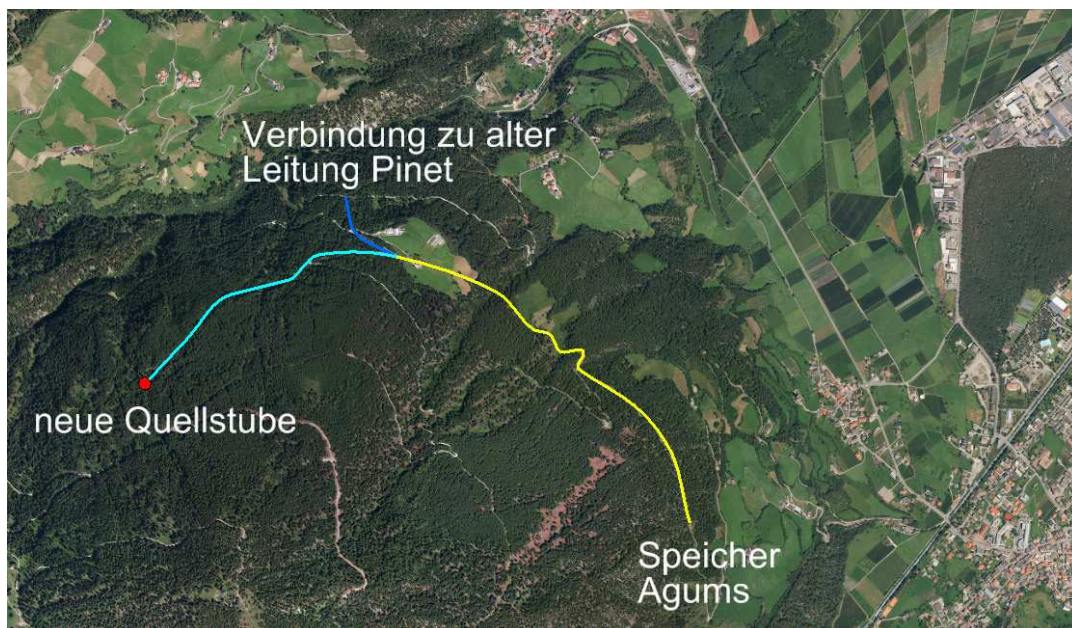


Abbildung 80: Übersicht der neu zu errichtenden Leitungen (türkis – Anschluss Platzhof, blau – Anschluss Pinet, gelb – Überleitung Speicher Agums) (Autonome Provinz Bozen, 2017)

Zur Errichtung dieser neuen Quellstube sind zahlreiche Schritte notwendig wobei vor Beginn des Genehmigungsverfahrens mit den lokalen Vertretern und Anrainern Absprachen über die Nutzung zu treffen sind.

Der Bau der Leitungen kann schließlich zum Großteil über bestehende Forstwege und über kürzere Waldabschnitte erfolgen. Die Kosten für diese Maßnahme können in dieser ersten Phase mit ca. 250.000 € abgeschätzt werden wobei diese Schätzung mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

6.10.5 Reaktivierung Platzwiese

Bei der Erhebung der Quellen im Gemeindegebiet wurde eine ursprünglich genutzte Quelle am Prader Berg, „Platzwiese“ genannt, auf Einleitung in die TWL Prad überprüft.

Die Position der Quelle direkt oberhalb der bestehenden Verbindungsleitung der Thialquellen zum Speicher Schweinböden wird in der folgenden Abbildung dargestellt. Zur Bewertung der Trinkwasserqualität wurde eine Trinkwasserprobe entnommen, welche als Anhang 23 beigelegt wird:

Tabelle 41: Parameter Wasserqualität Quelle Platzwiese

Arsen µg/l	Uran µg/l	Härte °F
3	4,1	19

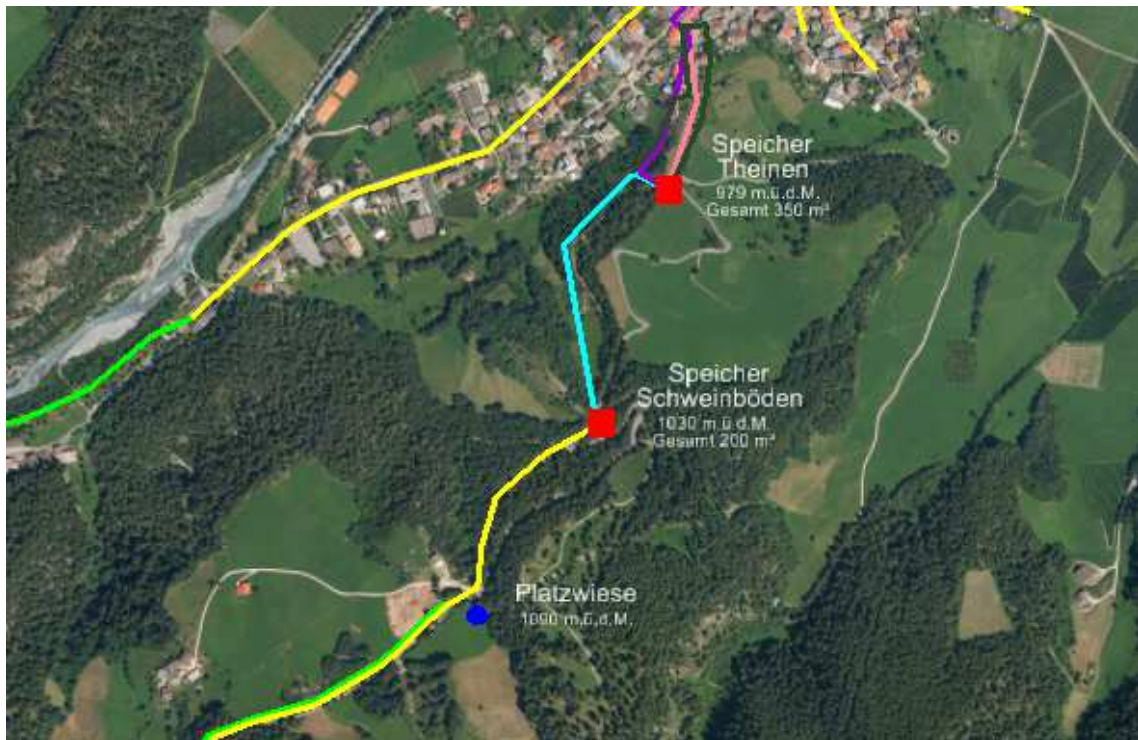


Abbildung 81: Position der derzeit nicht eingeleiteten Quelle Platzwiese (Autonome Provinz Bozen, 2017)

Die Quelle befindet sich etwas oberhalb des Gasthofs "Dürrnast" unterirdisch in einer Wiese. Derzeit ist keine Nutzung als Trinkwasser eingetragen, auch wenn eine Quellstube besteht, wie auf den unten dargestellten Bildern ersichtlich.



Abbildung 82: Zugang und bestehende Quellstube Platzwiese (Fotos: Udo Thoma)

Dieser Umstand ist noch einmal zu überprüfen, sollte eine Reaktivierung entschieden und eine Grundablöse mit Eintragung der entsprechenden Schutzzonen vereinbart werden. Ebenso muss die bestehende Quellstube saniert werden um den Trinkwasserstandards zu genügen. Sind diese Arbeiten an der Fassung ausgeführt, so muss die Quellstube mit der TWL verbunden werden. Dabei muss überprüft werden, ob die Druckverhältnisse am Anschlusspunkt eine direkte Einleitung zulassen oder ob eine getrennte Leitung bis zum Speicher Schweinböden gelegt werden muss. Aufgrund der zahlreichen noch durchzuführenden Absprachen mit Grundbesitzern und technische Abklärungen kann nur eine sehr grobe Schätzung der Kosten von ca. 70.000 € abgegeben werden.

6.10.6 Tiefbrunnen Kultur

Durch die Abhängigkeit der Trinkwasserversorgung vom Tiefbrunnen Lichtenberg wird der Tiefbrunnen Kultur bei Ausfällen durch Reparaturen oder ähnliche Unterbrechungen benötigt. Für die Zuverlässigkeit der Pumpen und die Stabilität des Tiefbrunnens muss dieser täglich in Betrieb gesetzt werden.

Die Parameter der Wasserqualität des Tiefbrunnens Kultur liegen noch einmal über den Werten des Tiefbrunnens Lichtenberg und weisen im Laufe der Jahre immer wieder starke Schwankungen und zum Teil auch Verunreinigungen auf:

Tabelle 42: Parameter der Wasserqualität TB Kultur

Arsen µg/l	Uran µg/l	Härte °F
8	28	24

Derzeit wird das Wasser aus dem Tiefbrunnen Kultur in die Trinkwasserleitung Prad im Bereich des Kiefernainwegs während der Nachtstunden gepumpt. In Absprache mit dem beauftragten Elektriker wurde die Betriebszeit der Pumpe auf eine viertel Stunde täglich um 8:00 Uhr gelegt. Damit sollte der Einfluss des gepumpten Wassers in einer Zeit mit großem Verbrauch nur sehr gering ausfallen. Zudem kann in dieser Zeit eine genaue Überwachung der Funktion des Tiefbrunnens durch den Gemeindearbeiter erfolgen. Langfristig gesehen sollte dieser Brunnen jedoch nicht mehr in die Trinkwasserleitung pumpen, bzw. nur für äußerste Notfälle zur Verfügung stehen.

Um den täglichen Betrieb und damit den Erhalt des Tiefbrunnens doch garantieren zu können, wird vorgeschlagen das Wasser in die direkt angrenzende Sportzone zu bringen und dort zur Beregnung der Fußballplätze, zur Herstellung der Eisfläche und zur Versorgung des Freibades zu verwenden. In einem ersten Schritt der Realisierung dieser Variante muss dabei die Frage der Regelung der Konzession gestellt werden. Anschließend muss die bauliche Verbindung mit den verschiedenen Anlagenteilen der Sportzone realisiert werden.

Als alternative Variante zu diesem Punkt könnte der Tiefbrunnen Kultur auch mit der Obst- und Gemüsegenossenschaft OVEG direkt verbunden werden, welche heute einer der größten Verbraucher von Wasser aus der Trinkwasserleitung Prad ist. Dabei wird im

Mittelwert ca. 2 – 2,5 l/sec verbraucht, weshalb durch direkte Verbindung mit dem Tiefbrunnen nicht nur die Lösung des Problems des Tiefbrunnens, sondern auch eine zusätzliche Entlastung der TWL erreicht werden kann. Die Erweiterung der OVEG wird laufend vorangetrieben, weshalb mit einer Steigerung des Wasserverbrauchs zu rechnen ist.

Welche Variante schließlich gewählt wird, muss in Absprache mit verschiedenen Vertretern geklärt werden.

6.10.7 Befestigung/Teilverrohrung Bergwaal nach Glurns

Wie bereits festgehalten wird ein Teil des Wassers aus dem Tschavallatschbach über einen bestehenden Waal zu Wiesen in die Nachbargemeinde nach Glurns geleitet. Dabei wird dieses Wasser nicht über den in der Konzession angegebenen Zeitraum, sondern nur bis Mitte Juli (22.07. – Angabe der Eigenverwaltung B.N.R. Lichtenberg), abgeleitet. Die genauen Vereinbarungen sind noch mit den Katastervertretern der Wiesen in Glurns bzw. mit dem Bonifizierungskonsortiums Vinschgau abzuklären.

Tabelle 43: Konzession der Ableitung nach Glurns

Konzession	Zeitraum	Menge	Flächen
R/693	21.04. – 15.10. (22.07.)	120 l/sec	Glurns

Durch diese große Ableitung wird ein großer Teil der zur Verfügung stehenden Wassermenge am Lichtenberger Berg abgeleitet und steht somit in diesem Zeitraum nicht zur Verfügung. Aufgrund der hohen Verluste und dem hohen Eintrag von Feinteilen entlang des ca. 6 km langen Waals ist die Versorgung des Beregnungsgebiets ebenfalls nicht optimal.

Durch eine Befestigung des bestehenden Waals bzw. einer Teilverrohrung über bestimmte Abschnitte ließen sich die entstehenden Verluste verringern. Die damit eingesparten Wassermengen (angenommen 10% der Konzession) könnten wiederum zur Überleitung nach Prad genutzt werden, wie bereits in der Variante Lichtenberg – außerhalb des Beregnungszeitraums – dargestellt. Damit ließe sich die Gültigkeit dieser Variante um ca. 3 Monate verlängern und nur für die verbleibenden 4 Monate im Jahr muss der Tiefbrunnen Lichtenberg die Versorgung der Gemeinde vollständig übernehmen.

Nach Entscheidung für die Überleitung von Wasser aus Lichtenberg nach Prad sind weitere Abklärungen und Absprachen von der Gemeindeverwaltung mit den verschiedenen Interessensvertretern zu treffen. Erst danach lassen sich weitere Aussagen über genaue Wirkung und Kosten dieser Teilvariante treffen.

6.10.8 Anpassungsarbeiten Anlage

Nachfolgend werden die in den verschiedenen Besprechungen gesammelten Probleme der Anlage und die entsprechenden Anpassungsarbeiten aufgelistet. Da es sich hierbei um zahlreiche Maßnahmen handelt, sollte die Gemeindeverwaltung in Absprache mit

dem Wasserwart die Prioritäten für die Ausführung der verschiedenen Maßnahmen festlegen. Da es sich um Verbesserungen im Bereich der Betriebssicherheit, bzw. auch der Trinkwasserqualität handelt, sollten die Maßnahmen allgemein mit hoher Priorität bewertet werden:

- **Einbau Wasserzähler**

An den Speichern Verklair, Schweinböden, Gumser Berg, Pazzin und Pinet bestehen derzeit keine Wasserzähler und diese sollten daher nachgerüstet werden. Nur so lassen sich Verluste oder Leckstellen der Leitung erkennen.

- **Löschwasser Speicher Schweinböden**

Derzeit wird der Speicher Schweinböden als reiner Löschwasserspeicher betrieben. Das aus der Quellstube Thial zufließende Wasser gelangt zum Speicher Schweinböden und läuft dort über den Überlauf, welcher direkt mit dem Speicher Theinen verbunden ist, in einer Freispiegelleitung weiter. Es wurde des Weiteren mitgeteilt, dass das Löschwasserventil bisher noch nie geöffnet wurde. Aus diesem Grund ist die Installation eines Feuerbuckels nach der Erstellung des Leitungskatasters und Erneuerungskonzepts zu überprüfen.

- **Schließsystem**

Bei den Lokalausganschein vor Ort wurde offensichtlich, dass es für die verschiedenen Türen an der Anlage kein einheitliches Schließsystem gibt. Neben dem erhöhten Aufwand für den Wasserwart ist es zudem schwierig für die Feuerwehr sich Zugang zu den Löschwasserspeichern zu verschaffen. Aus diesem Grund sollten die verschiedenen Anlagenteile mit einem einheitlichen Schließsystem ausgestattet werden.



Abbildung 83: Schlüsselbund der verschiedenen Anlagenteile (Foto: Udo Thoma)

- **Bypass Speicher Verklair**

Derzeit besteht am Speicher Verklair keine Möglichkeit den Speicher während des laufenden Betriebs zu entleeren und zu reinigen. Aufgrund des fehlenden Bypasses wird damit die Versorgung aus den Quellen Verklair unterbrochen. Damit wird wie im Schema der Versorgung dargestellt, die Zone am Prader Berg nicht versorgt. Ein entsprechender Bypass muss aus diesem Grund so bald als möglich nachgerüstet werden, um die vorgeschriebenen Speicherreinigungen zu ermöglichen.

- **Grundablass Speicher Verklair**

Der Grundablass am Speicher Verklair reicht nur bis in den darunterliegenden Wald. Die Entleerung des gesamten Speichervolumens von 200.000 Litern stellt ein großes Sicherheitsrisiko dar, bzw. dauert sehr lange. Es gilt zu überprüfen ob der Grundablass bis in den nächstgelegenen Vorfluter oder in die Schmutzwasserleitung verlängert werden kann.

- **Bypass Speicher Pazzin**

Auch am Speicher Pazzin besteht derzeit kein Bypass und demnach keine Möglichkeit diesen zu reinigen. Nach Auskunft des Wasserwerts wurde dieser während seiner 10 – jährigen aktiven Zeit noch nie gereinigt. Dieser Umstand ist nicht akzeptabel und aus diesem Grund muss so bald als möglich ein funktionierender Bypass errichtet werden.

- **Löschwasserleitung Prader Berg**

Am Prader Berg wurde eine Quellstube an der Deutschbachquelle errichtet. Die dazugehörige Transportleitung wurde in einer Tiefe von ca. 80 cm und damit nicht unterhalb der Frosttiefe errichtet, da damals davon ausgegangen wurde, dass diese über das ganze Jahr Wasser transportieren würde. Anschließend wurde jedoch festgestellt, dass das Wasser der Deutschbachquelle einen Arsengehalt von ca. 500 µg/l aufweist. Aufgrund der nicht akzeptablen Qualität wird das Wasser der Deutschbachquelle in ein Beregnungsbecken neben dem Speicher Verklair transportiert. Damit kann die Leitung zumindest über den Sommer genutzt werden und Löschwasser steht zur Verfügung. Um diese Leitung auch in den Wintermonaten betreiben zu können, muss eine sichere Ableitung des Wassers aus der Leitung gefunden werden. Diese kann eventuell auch mit dem Grundablass des Speichers Verklair verbunden werden.

6.10.9 Maßnahmen Wassersparen

Auf Gemeindeebene bestehen verschiedene Möglichkeiten zur Einsparung von Trinkwasser und damit zur Verbesserung der Versorgungssicherheit. Nachdem zum jetzigen Zeitpunkt jede nicht notwendige Entnahme vom Tiefbrunnen Lichtenberg ausgeglichen werden muss, gilt es vor allem auf Gemeindeebene nicht notwendige Entnahmen zu vermeiden:

- **Öffentliche Brunnen**

Die zahlreichen Brunnen der Gemeinde Prad, sowohl im Hauptort als auch in den Fraktionen Agums und Lichtenberg, entnehmen der Trinkwasserleitung konstant über den gesamten Tagesverlauf große Wassermengen. Da diese in der heutigen Zeit fast ausschließlich gestalterische Funktion haben, sollten die Entnahmen möglichst reduziert werden. Dies kann durch Anbringung von Drucktastern, durch Einbau von Zeitschaltern oder durch Reduzierung des Durchflusses erreicht werden. Für die verschiedenen Brunnen gilt es also eine der oben in absteigender Wirkungsstärke angeführten Maßnahmen auszuwählen.

- **Beregnungswasser anstelle von Trinkwasser**

Die Beregnung der öffentlichen Grünflächen sollte mit Beregnungswasser gewährleistet werden ohne die Trinkwasserversorgung zu belasten. Dies wird zum jetzigen Zeitpunkt bereits ausgeführt. Die Versorgung mit getrennter Infrastruktur zum Transport des Beregnungswassers gilt es jedoch auszubauen.

- **Reduzierung von unnötigen Pumpvorgängen am Tiefbrunnen Lichtenberg**

Bei Installation des Überwachungssystems muss auch die Pumpsteuerung am Tiefbrunnen Lichtenberg überprüft und verbessert werden. Durch an die Tageszeit angepasste Auslösehöhen können die Betriebszeiten der Pumpe minimiert werden. Somit kann die Speicherkapazität des Speichers Theinen optimal ausgenutzt werden und unnötiger Überlauf in den Nachtstunden wird vermieden.

Die Pumpen selbst mussten bereits mehrfach ausgetauscht werden und in diesem Fall wird der Tiefbrunnen Kultur über den ganzen Tagesverlauf betrieben. Da für diesen keine spezielle Steuerung vorhanden ist, produziert der Tiefbrunnen in den Nachtstunden mit geringem Verbrauch somit fast ausschließlich Überlauf.

Neben der Verringerung von unnötigen Kosten wird dadurch auch die Trinkwasserqualität verbessert.

- **Förderung Regenwassertank**

Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung des Trinkwasserverbrauchs bietet die Förderung von Regenwassertanks zur Sammlung von Beregnungswasser. Diese wurde für neu ausgeschriebene Erweiterungszonen für den privaten Wohnbau bereits als verpflichtende Auflage festgelegt. Zudem sollte sie auch für Sanierungen und Neubauten außerhalb der Erweiterungszonen gefördert werden. Eine weitere Verbesserung in Kombination mit Regenwassertanks bietet der Einbau von getrennten Hydraulikleitungen für die Toilettenspülung. Damit ließe sich noch einmal ein großer Teil des Trinkwassers ersetzen. Da es sich hier jedoch um eine deutliche Mehrinvestition für die Privatpersonen handelt, sollte die Gemeindeverwaltung durch Förderungen und Aufklärung Vorarbeit leisten.

7 Bewertung

In diesem Abschnitt wird schließlich eine Übersicht der Varianten bewertet nach den verschiedenen Parametern gegeben:

Tabelle 44: Übersicht der ausgearbeiteten Varianten

Übersicht der Bewertung - Varianten						
Nr	Bezeichnung	TW-Qualität			Kosten	
		Arsen	Uran	Kalkgehalt	Investitionskosten	Betriebskosten
1	Aktuelle Situation	2,70	14,30	18,80	-	26.000,00 €
2	Arsenentfernung	2,67	9,50	13,31	550.000,00 €	85.000,00 €
3	Uranfilter	2,70	2,00	18,80	280.000,00 €	85.000,00 €
4	Enthärtung	2,70	14,30	12,98	250.000,00 €	85.000,00 €
5.1	Filteranlage Uran + Enthärtung	2,70	2,00	12,98	510.000,00 €	105.000,00 €
5.2	Kombinierte Filteranlage	2,00	2,00	12,00	1.210.000,00 €	100.000,00 €
6	Lichtenberg	2,90	5,85	9,50	20.000,00 €	15.000,00 €
7	Versorgungsleitung Trafoi	keine Möglichkeit der Bewertung				
8	Versorgungsleitung Sulden	keine Möglichkeit der Bewertung				
9	TW-Kraftwerk Zirmquelle	keine Möglichkeit der Bewertung				

Übersicht der Bewertung - Varianten				
Nr	Sicherheit		Andere	
	Versorgungssicherheit	Betriebssicherheit	Nachhaltigkeit	Akzeptanz Bevölkerung
1	mangelhaft	ungenügend	ausreichend	wahrscheinlich
2	genügend	ungenügend	mangelhaft	wahrscheinlich
3	mangelhaft	ungenügend	mangelhaft	wahrscheinlich
4	mangelhaft	ungenügend	ausreichend	sehr wahrscheinlich
5.1	mangelhaft	ungenügend	ausreichend	sehr wahrscheinlich
5.2	mangelhaft	ungenügend	mangelhaft	wahrscheinlich
6	genügend	ungenügend	gut	sehr wahrscheinlich
7	keine Möglichkeit der Bewertung			
8	keine Möglichkeit der Bewertung			
9	keine Möglichkeit der Bewertung			

Wie aus der vorangegangenen Tabelle ersichtlich bringen die verschiedenen Varianten bei Verbesserung der Qualität auch hohe Investitions- und laufende Kosten mit sich. Als einzige Variante, welche alle möglichen Parameter bei geringem Kostenaufwand verbessert (mit der Einschränkung, dass diese nur für fünf Monate im Jahr möglich ist), folgt somit die Variante Lichtenberg. Dabei werden nicht nur die Qualitätsparameter, sondern auch die laufenden Kosten und die Parameter Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit verbessert. Durch die geringen Investitionskosten und der Lösung innerhalb des Gemeindegebietes besteht zudem die Möglichkeit diese Variante innerhalb eines kurzen Zeitraums umzusetzen. Aufgrund dieser Bewertung, welche laufend an die Gemeindeverwaltung kommuniziert wurde, konnten bereits die ersten Schritte zur Umsetzung gesetzt und die entsprechenden Genehmigungsverfahren eingeleitet werden.

Um die Versorgung der Gemeinde Prad entscheidend zu verbessern wird es jedoch notwendig sein, unabhängig von dieser Bewertung, auch die Varianten 7-9 mit den Nachbargemeinden und Interessensvertretern abzuklären und voranzubringen.

Die nachfolgende Bewertung der Teilvarianten mit Gewichtung soll als Entscheidungsgrundlage für zusätzliche Maßnahmen dienen. Dabei werden auch die vorrangigen Wirkungsparameter angegeben. Für den Parameter Betriebssicherheit ist die Einrichtung einer Betriebsüberwachung die ausschlaggebende Maßnahme. Wie auch die Erstellung eines Leitungskatasters mit anschließendem Erneuerungskonzept wurde diese Notwendigkeit bereits im Zuge der Ausarbeitung der Masterarbeit an die Gemeinde mitgeteilt.

Tabelle 45: Übersicht der ausgearbeiteten Teilvarianten

Übersicht der Bewertung - Teilvarianten				
Nr	Bezeichnung	Priorität	Auswirkung	Kosten
1	Anpassung Speicher Agums	hoch	TW-Qualität	18.000,00 €
2	Überwachung der Versorgung	hoch	Betriebssicherheit	75.000,00 €
3	Leitungskataster	hoch	Versorgungssicherheit	180.000,00 €
4	Quellfassung Scharthölle	gering	TW-Qualität	250.000,00 €
5	Reaktivierung Platzwiese	mittel	Versorgungssicherheit	70.000,00 €
6	Tiefbrunnen Kultur	mittel	TW-Qualität	/
7	Bergwaal Glurns	mittel	TW-Qualität	/
8	Anpassungsarbeiten Anlage	hoch	Verschiedene	/
9	Maßnahmen Wassersparen	mittel	Versorgungssicherheit	/

Die dargestellten Maßnahmen wurden in den vorangegangenen Kapiteln erläutert und sollten zur Verbesserung der Versorgung möglichst vollständig umgesetzt werden.

Durch die Bewertung wird ersichtlich, dass zahlreiche Maßnahmen in verschiedenen Größenordnungen umgesetzt werden müssen, um die Versorgung auf ein aktuelles Niveau zu bringen. Zusätzliche Maßnahmen sind notwendig um die Versorgung der Gemeinde Prad für die Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte sicherzustellen.

8 Zusammenfassung und Schlussbemerkung

In dieser Arbeit wurde ein systematischer Forschungsansatz entwickelt und angewandt, um ein Trinkwassersystem zu untersuchen und zukünftige Entwicklungsoptionen zu entwerfen und zu bewerten.

Die Versorgung der Gemeinde Prad ist zum heutigen Zeitpunkt gesichert und die Qualitätsparameter entsprechen den gültigen gesetzlichen Bestimmungen.

Die Versorgung entspricht jedoch nicht dem heutigen Stand der Technik in Bezug auf verschiedenen Untersuchungsparameter wie in der Ausarbeitung gezeigt wurde. So besteht derzeit keine Überwachung der Anlage, Verbrauchsdaten werden nur von Hand aufgezeichnet und es bestehen keine vereinheitlichten Pläne der Anlage und somit auch keine Planungsgrundlage zur Entwicklung des Leitungsnetzes.

Aufgrund der durchgeführten Erhebungen wurden Varianten zur Verbesserung der Versorgung ausgearbeitet. Diese wurden soweit möglich mit Kostenschätzungen ergänzt welche der Masterarbeit als Anhänge beigelegt werden. Es ist jedoch erkennbar, dass umfassende Investitionen in die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Prad unumgänglich und die zum Teil noch notwendigen Erhebungen umgehend beauftragt werden sollten. Eine interkommunale Zusammenarbeit erscheint sinnvoll und sollte schnellstmöglich initiiert werden.

Durch die dargestellten Varianten wurde der Gemeindeverwaltung ein unabhängiger und unpolitischer Maßnahmenkatalog für die Entwicklung der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Prad zur Verfügung gestellt. Aufgrund der zahlreichen Schnittstellen mit anderen Nutzungen, mit Nachbargemeinden und Interessensvertretern welche sich bereits bei der Ausarbeitung der verschiedenen Varianten gezeigt haben, konnten einige auch sehr vielversprechende Varianten nicht abschließend bewertet werden.

Diese noch zu prüfenden Varianten, die Umsetzung der bereits begonnen Maßnahmen, die Auswahl der zusätzlichen Anpassungsarbeiten sowie die laufende Verbesserung der Anlage und des Leitungsnetzes, müssen größte Aufmerksamkeit durch die Gemeindeverwaltung erhalten.

9 Übersicht der Anhänge

Anhang 1: Berechnung Wasserverbrauch Gemeinde Prad

Anhang 2: abgelesene und gemessene Verbräuche

Anhang 3: Datenreihe Wasserproben aus Trinkwasserleitung

Anhang 4: Datenreihe Wasserproben aus Quellen

Anhang 5: Datenreihe Wasserprobe 24h öffentlicher Brunnen Fahrner

Anhang 6: Berechnung Wasseralter Speicher Agums

Anhang 7: Konzessionen Trinkwasser Gemeinde Prad

Anhang 8: Übersicht Stromspesen

Anhang 9: Berechnung Pipetiermenge Eisenchloridlösung

Anhang 10: Prüfprotokolle Wasserproben Versuch Filteranlagen

Anhang 11: Berechnung Konzentrationen Arsenfilter

Anhang 12: Kostenschätzung Reaktivierung Untervellnairquellen

Anhang 13: Berechnung Rohrdurchmesser Untervellnairquellen

Anhang 14: Kostenschätzung Uranfilter

Anhang 15: Berechnung Konzentrationen Enthärtung

Anhang 16: Kostenschätzung Enthärtung

Anhang 17: Kostenschätzung Kombination ATC Dr. Mann

Anhang 18: Kostenschätzung Kombination SFCU Umwelttechnik

Anhang 19: Berechnung Konzentration Überlauf Lichtenberg

Anhang 20: Prüfprotokoll Wasserprobe Zirnbachquelle

Anhang 21: Kostenschätzung Speicher Agums

Anhang 22: Prüfprotokoll Wasserprobe Scharthölle

Anhang 23: Prüfprotokoll Wasserprobe Platzwiese

10 Literaturverzeichnis

- ASTAT - Landesinstitut für Statistik. (6. Dezember 2019). *Gemeindedatenblatt*. Von Gemeindedatenblatt:
https://qlikview.services.sdiag.it/QvAJAXZfc/opendoc_notool.htm?document=tourismus.qvw&host=QVS%40titan-a&anonymous=true abgerufen
- Autonome Provinz Bozen - Südtirol. (2017). *Gesamtplan für die Nutzung der öffentlichen Gewässer*. Bozen: Autonome Provinz Bozen - Südtirol.
- Autonome Provinz Bozen. (30. 12 2017). *Geobrowser 3*. Von Geobrowser 3:
<http://www.provinz.bz.it/informatik-digitalisierung/digitalisierung/open-data/maps-e-webgis-die-geobrowser.asp> abgerufen
- Autonome Provinz Bozen Südtirol. (24. 03 2018). *Richtpreisverzeichnis Tiefbau*. Von
<http://www.provinz.bz.it/aov/richtpreise-tiefbau-download.asp> abgerufen
- BERKA, R., KATZLBERGER, C., PHILIPPITSCH, R., SCHUBERT, G., KORNER, M., LANDSTETTER, C., . . . DRAXLER, A. &. (2014). *Geologische Themenkarte Radionuklide in den Grundwässern, Gesteinen und Bachsedimenten Österreichs*. Umweltbundesamt GmbH.
- Böhm. (2011). Klimawandel und Extremereignisse – ein Zusammenhang? *Symposium Wasserversorgung – Tagungsband 2011 der ÖVGW*. 2011: ÖVGW.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. (2007). *Hydrologischer Atlas Österreichs*. Wien: Österreichischer Kunst- und Kulturverlag.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. (2012). *Wasserverbrauch und Wasserbedarf - Auswertung empirischer Daten zum Wasserverbrauch*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Wasserverluste seit 2001. Dezember 2019). *Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.* Von Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.:
https://www.bdew.de/media/documents/Wasserverluste_2001_bis_2017_Anteile_BDEW_und_StaBuA_j_o_Ott_online_28032019.pdf abgerufen
- Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. (2015). *Hydrogeochemische Hintergrundwerte im Grundwasser und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft*. Von Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. abgerufen
- Che Acqua Beviamo. (L'acqua potabile in Italia. März 2013). *Che Acqua Beviamo*. Von Che Acqua Beviamo: <http://www.cheacquabeviamo.it/confronto.htm> abgerufen
- Condair AG. (Regionale Variation der Wasserhärte. Dezember 2017). *Condair AG*. Von Condair Luftbefeuchtung und Verdunstungskühlung:

- <https://www.condair.ch/news/neuheiten/wasseraufbereitung-fuer-luftbefeuchtungssysteme> abgerufen
- D.Leg. 02 febbraio 2001, n. 31. (2001). *Decreto legislativo 02 febbraio 2001, n. 31 - Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano*. Roma: G.U. Serie Generale , n. 52 del 03 marzo 2001.
- Daniel Schrott Landeswetterdienst Hydrographisches Amt 26.4. (11. Oktober 2006). Klima im Vinschgau - 1. Teil: Einführung und Niederschlag. *der Vinschger Wind*.
- De Vivo, B., Birke, M., Cicchella, D., Giaccio, L., Dinelli, E., Lima, A., . . . Valera, P. (2010). Ambiente - Acqua di casa nostra. *Le Scienze*, 76-85.
- Dekret des Landeshauptmannes Nr. 6. (2008). *Durchführungsverordnung zum Landesgesetz vom 18. Juni 2002, Nr. 8 , betreffend "Bestimmungen über die Gewässer" im Bereich Gewässerschutz*. Bozen: Autonome Provinz Bozen.
- Dessì, A. (2002). *Hydrogeologisches Gutachten zum Arsengehalt in Quell- und Grundwasser der Gemeinde Prad am Stj*. Gutachten, Meran.
- ECORYS. (2016). *Study supporting the revision of the EU Drinking Water Directive*. Rotterdam.
- Europäische Kommission. (2016). Synthesebericht zur Qualität des Trinkwassers in der Union auf der Grundlage der Prüfung der Berichte der Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2011-2013 gemäß Artikel 13 Absatz 5 der Richtlinie 98/83/EG. *Bericht der Kommission*, (S. 16). Brüssel.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2016). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. Von Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm> abgerufen
- Gujer, W. (2007). *Siedlungswasserwirtschaft* (3. bearbeitete Auflage Ausg.). Zürich-Hönggerberg, Switzerland: Springer-Verlag.
- Hassoun, R. (2011). *A statistical evaluation of the contribution of mineral and tap water to the dietary intake of As, B, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, U and Zn by humans*. Braunschweig.
- Ingenieure Patscheider & Partner GmbH. (2017). *Technischer Bericht zur Abflussmesskampagne am Alpbach A.405.10*. Mals im Vinschgau.
- IPCC, Pachauri, R., & Reisinger, A. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ISTAT. (14. 12 2017). *Istat - Istituto nazionale di statistica*. Von Istat - Istituto nazionale di statistica: <https://www.istat.it/it/archivio/207497> abgerufen

- Lavinsky, R. (30. 12 2017). *iRocks*. (L. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>, Hrsg.) Von iRocks: <http://www.irocks.com>
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/> abgerufen
- Legge dello Stato 04/02/1963 n. 129. (1963). *Legge dello Stato 04/02/1963 n. 129 - Piano regolatore generale degli acquedotti e delega al governo ad emanare le relative norme di attuazione*. Roma.
- Loose, R. (1997). Naturraum und Siedlung. In M. P. Stj., *Beiträge zu Orts- und Heimatkunde von Prad, Agnus und Lichtenberg im Vinschgau/Südtirol* (S. 14-15). Prad am Stilfserjoch: Tappeiner Verlag.
- Ministerium für ein lebenswertes Österreich. (2017). *Hydrochemische Karte Österreichs 2017*. Wien: BMLFUW.
- Neunteufel, R., Theuretzbacher-Fritz, H., Teix, P., Kölbl, J., & Perfler, R. (2004). *Benchmarking und Best Practices in der österreichischen Wasserversorgung*. Wien: ÖVGW - (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach).
- ÖNORM B 2538. (2018). *Transport-, Versorgungs- und Anschlussleitungen von Wasserversorgungsanlagen - Ergänzende Bestimmungen zu ÖNORM EN 805*. Wien.
- OÖ WASSER Genossenschaftsverband eGen. (04. 11 2019). *OÖ Wasser Genossenschaftsverband eGen*. Von OÖ WASSER Genossenschaftsverband eGen:
<http://www.ooewasser.at/de/wasserversorgung/technik/wasserzaehler.html>
abgerufen
- Rat der Europäischen Union. (1998). RICHTLINIE 98/83/EG DES RATES über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften*, (S. 23). Brüssel.
- Schweizerischer Verband des Gas- und Wasserfaches. (Mai 2015). Empfehlung - Umgang mit den geogenen Spurenstoffen Arsen und Uran in der Trinkwasserversorgung. Zürich, Schweiz: SVGW.
- SFC Umwelttechnik GmbH. (2017). *TECHNISCHER BERICHT - Wasseraufbereitung Prad*. Salzburg: SFC Umwelttechnik GmbH.
- SFCU Umwelttechnik GmbH. (2017). *C-MEM™ - GRAVITY DRIVEN MEMBRANE TECHNOLOGY*. Salzburg.
- Südtiroler Gemeindenverband Genossenschaft. (22. März 2019). *Südtiroler Gemeindenverband Genossenschaft*. Von
<https://www.gvcc.net/system/web/formular.aspx?detailonr=219636803&menuonr=218265044&noseo=1> abgerufen
- Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt. (2013). *Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt*. Von Umweltbundesamt und Statistisches Bundesamt:

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte> abgerufen

Winkler, F. (16. April 2015). Bachelorarbeit - Arsenentfernung aus Trinkwasser. *Verfahrenskombination Niedrigenergieplasma/ Ultrafiltration*. Leoben, Österreich.

World Health Organization. (2011). *Guidelines for Drinking-water Quality - Fourth Edition*. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

ZAMG; Autonome Provinz Bozen - Abteilung Brand- und Zivilschutz; ARPAV. (2015). *Das Klima von Tirol - Südtirol und Belluno*. Innsbruck.

Verpflichtung- und Einverständniserklärung

Ich erkläre, dass ich meine Masterarbeit selbständig verfasst habe und alle in ihr verwendeten Unterlagen, Hilfsmittel und die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

Ich nehme zur Kenntnis, dass auch bei auszugsweiser Veröffentlichung meiner Masterarbeit der Arbeitsbereich und das Institut, an dem die Masterarbeit ausgearbeitet wurde, sowie die Betreuer zu nennen sind.

Ich nehme zur Kenntnis, dass meine Masterarbeit zur internen Dokumentation und Archivierung sowie zur Abgleichung mit der Plagiatssoftware elektronisch im Dateiformat „pdf“ ohne Kennwortschutz bei den Betreuern einzureichen ist, wobei auf die elektronisch archivierte Masterarbeit nur die Betreuer der Masterarbeit und das studienrechtliche Organ Zugriff haben.

Innsbruck, am 20.04.2020


.....
Simon WALLNÖFER

Anhang 1

Berechnung Wasserverbrauch Gemeinde Prad

Berechnung nach ÖNORM B 2538

Gleichwerte für Verbrauchsberechnung

Einwohner	120 Liter pro Einwohner und Tag
Fremdenbetten	200 Liter pro Übernachtung
Großvieheinheiten	60 Liter pro Stück und Tag
Kleinvieheinheiten	20 Liter pro Stück und Tag
Fleischhauer, Friseure	100 Liter pro Beschäftigten und Tag
Bäcker	150 Liter pro Beschäftigten und Tag
Schulen	10 Liter pro Person und Tag

TWL	Zone	Einwohner		Fremdenbetten		Großvieheinheiten	
		März 2016		ASTAT 2016		Landwirtschaftszählung 2010	
		gesamt	3.556	gesamt	1.901	gesamt	1.834
		Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag
Prad	Prader Höfe	90	10.800	48	9.623	46	2.785
	Ganderegg	49	5.880	26	5.239	25	1.516
	Schmelz	305	36.600	163	32.610	157	9.438
	Prad	2.147	257.640	1.148	229.553	1.107	66.439
	Agums	266	31.920	142	28.440	137	8.231
	Agumser Höfe	10	1.200	5	1.069	5	309
	Gewerbezone	289	34.680	154	30.899	149	8.943
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe	40	4.800	21	4.277	21	1.238
	Pinet	11	1.320	6	1.176	6	340
	Lichtenberg	349	41.880	187	37.314	180	10.800
Summe		426.720		380.200		110.040	

TWL	Zone	Kleinvieheinheiten		Fleischhauer, Friseure	
		Landwirtschaftszählung 2010			
		gesamt	687		
		Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag
Prad	Prader Höfe	17	348		
	Ganderegg	9	189		
	Schmelz	59	1.178		
	Prad	415	8.296	30	3.000
	Agums	51	1.028		
	Agumser Höfe	2	39		
	Gewerbezone	56	1.117		
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe	8	155		
	Pinet	2	43		
	Lichtenberg	67	1.348		
Summe		13.740		3.000	

TWL	Zone	Bäcker		Schulen 2016	
		Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag
Prad	Prader Höfe				
	Ganderegg				
	Schmelz				
	Prad	20	3.000	364	3.640
	Agums				
	Agumser Höfe				
	Gewerbezone				
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe				
	Pinet				
	Lichtenberg			46	460
Summe		3.000		4.100	

Anhang 1

Berechnung Wasserverbrauch Gemeinde Prad

TWL	Zone	Summe	
		Liter/Tag	Liter/Sekunde
Prad	Prader Höfe	23.555	0,27
	Ganderegg	12.825	0,15
	Schmelz	79.827	0,92
	Prad	571.567	6,62
	Agums	69.619	0,81
	Agumser Höfe	2.617	0,03
	Gewerbezone	75.639	0,88
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe	10.469	0,12
	Pinet	2.879	0,03
	Lichtenberg	91.803	1,06
Summe		940.800	10,89

Gesamte Gemeinde Prad

Bestimmung des derzeitigen Wasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus dem mittleren Wasserbedarf aus Tabelle 2 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt dimensionsloser Faktor 1,7

940.800	*	1,7	=	1.599.360 Liter/Tag
1.599.360	/	86400	=	18,51 Liter/Sekunde

Größter stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 11%

1.599.360	*	0,11	=	175.930 Liter/Stunde
175.930	/	3600	=	48,87 Liter/Sekunde

Mittlerer stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 8%

1.599.360	*	0,08	=	127.949 Liter/Stunde
127.949	/	3600	=	35,54 Liter/Sekunde

TWL Prad - Ohne Zone Schmelz und Prader Höfe

Bestimmung des derzeitigen Wasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus dem mittleren Wasserbedarf aus Tabelle 2 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt dimensionsloser Faktor 1,7

719.443	*	1,7	=	1.223.053 Liter/Tag
1.223.053	/	86400	=	14,16 Liter/Sekunde

Größter stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 11%

1.223.053	*	0,11	=	134.536 Liter/Stunde
134.536	/	3600	=	37,37 Liter/Sekunde

Mittlerer stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 8%

1.223.053	*	0,08	=	97.844 Liter/Stunde
97.844	/	3600	=	27,18 Liter/Sekunde

TWL Lichtenberg - Zone Lichtenberg

Bestimmung des derzeitigen Wasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen aus dem mittleren Wasserbedarf
aus Tabelle 2 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt dimensionsloser Faktor 1,7

91.803	*	1,7	=	156.064 Liter/Tag
156.064	/	86400	=	1,81 Liter/Sekunde

Größter stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen
aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 11%

156.064	*	0,11	=	17.167 Liter/Stunde
17.167	/	3600	=	4,77 Liter/Sekunde

Mittlerer stündlicher Wasserbedarf in % des Tageswasserbedarfes an verbrauchsreichen Tagen
aus Tabelle 3 über 1500 bis 5000 Einwohner folgt 8%

156.064	*	0,08	=	12.485 Liter/Stunde
12.485	/	3600	=	3,47 Liter/Sekunde

Berechnung Gewässernutzungsplan 2017 und Durchführungsverordnung zum LG Nr. 8 vom 18. Juni 2002

Gleichwerte für Verbrauchsberechnung nach Gewässernutzungsplan Südtirol 2017 Liter/Tag

Einwohner 300 pro Einwohner und Tag

Großvieheinheit 140 pro GVE und Tag

Berechnung Großvieheinheiten gesamte Gemeinde

Anzahl aus

GVE aus Durchführungsverordnung zum Landesgesetz vom 18. Juni 2002, Nr. 8

Bezeichnung	Anzahl	Anteil GVE	Betrag
Rinder	1806	1	1806
Pferde	28	1	28
Schafe	483	0,15	72
Ziegen	101	0,15	15
Schweine	103	0,3	31
			1953 GVE

TWL	Zone	Einwohner		Fremdenbetten		Großvieheinheiten	
		März 2016		ASTAT 2016		Landwirtschaftszählung 2010	
		gesamt	3.556	gesamt	1.901	gesamt	1.953
		Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag	Anteil Zone	Liter/Tag
Prad	Prader Höfe	90	27.000,00	48	14.433,91	49	6.918,31
	Ganderegg	49	14.700,00	26	7.858,46	27	3.766,63
	Schmelz	305	91.500,00	163	48.914,93	167	23.445,37
	Prad	2.147	644.100,00	1.148	344.329,05	1.179	165.040,06
	Agums	266	79.800,00	142	42.660,24	146	20.447,44
	Agumser Höfe	10	3.000,00	5	1.603,77	5	768,70
	Gewerbe	289	86.700,00	154	46.348,90	159	22.215,45
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe	40	12.000,00	21	6.415,07	22	3.074,80
	Pinet	11	3.300,00	6	1.764,15	6	845,57
	Lichtenberg	349	104.700,00	187	55.971,51	192	26.827,66
Summe		1.066.800,00		570.300,00		273.350,00	

TWL	Zone	Summe	
		Liter/Tag	Liter/Sekunde
Prad	Prader Höfe	48.352,22	0,56
	Ganderegg	26.325,10	0,30
	Schmelz	163.860,31	1,90
	Prad	1.153.469,11	13,35
	Agums	142.907,68	1,65
	Agumser Höfe	5.372,47	0,06
	Gewerbe	155.264,36	1,80
Lichtenberg	Lichtenberg Höfe	21.489,88	0,25
	Pinet	5.909,72	0,07
	Lichtenberg	187.499,17	2,17
Summe		1.910.450,00	22,11

Anhang 2

Abgelesene und gemessene Verbräuche

Anhang 2

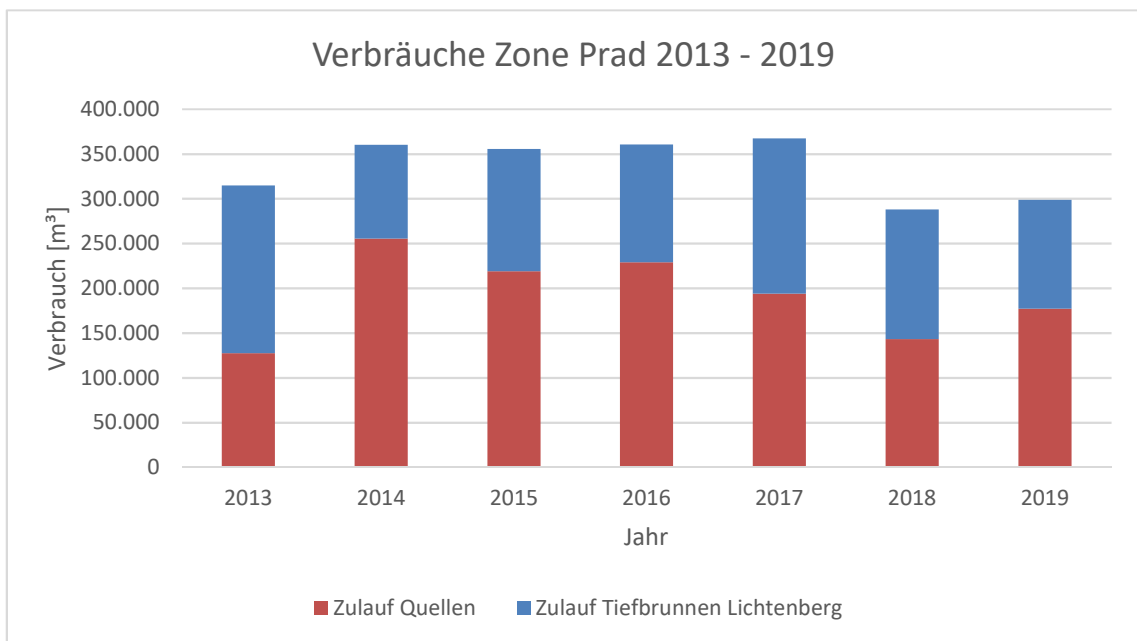
Abgelesene und gemessene Verbräuche

Jahr Monat	Speicher Theinen			Tiefbrunnen Lichtenberg		
	Zähler	Verbrauch	Verbrauch	Zähler	Verbrauch	Verbrauch
		[m³]	[l/sec]		[m³]	[l/sec]
2013						
Januar	1473070	14330	5,35	2349270	12610	4,71
Februar	1487400	12880	5,32	2361880	17730	7,33
März	1500280	25710	9,60	2379610	17520	6,54
April	1525990	31080	11,99	2397130	22240	8,58
Mai	1557070	25470	9,51	2419370	17250	6,44
Juni	1582540	39780	15,35	2436620	16380	6,32
Juli	1622320	30980	11,57	2453000	14220	5,31
August	1653300	28760	10,74	2467220	15610	5,83
September	1682060	34440	13,29	2482830	19260	7,43
Oktober	1716500	24430	9,12	2502090	13310	4,97
November	1740930	24110	9,30	2515400	10940	4,22
Dezember	1765040	22750	8,49	2526340	10020	3,74
Summe/Mittelwert		314720	9,97		187090	5,95
2014						
Januar	1787790	32790	12,24	2536360	14520	5,42
Februar	1820580	15590	6,44	2550880	7360	3,04
März	1836170	29850	11,14	2558240	12180	4,55
April	1866020	25500	9,84	2570420	8110	3,13
Mai	1891520	40500	15,12	2578530	11810	4,41
Juni	1932020	41600	16,05	2590340	7150	2,76
Juli	1973620	31480	11,75	2597490	6710	2,51
August	2005100	29640	11,07	2604200	7300	2,73
September	2034740	30100	11,61	2611500	6580	2,54
Oktober	2064840	30790	11,50	2618080	8720	3,26
November	2095630	20720	7,99	2626800	4840	1,87
Dezember	2116350	31540	11,78	2631640	9390	3,51
Summe/Mittelwert		360100	11,38		104670	3,31
2015						
Januar	2147890	32100	11,98	2641030	11530	4,30
Februar	2179990	15350	6,35	2652560	6100	2,52
März	2195340	34410	12,85	2658660	14790	5,52
April	2229750	27540	10,63	2673450	12310	4,75
Mai	2257290	28360	10,59	2685760	13000	4,85
Juni	2285650	31160	12,02	2698760	13390	5,17
Juli	2316810	35510	13,26	2712150	11750	4,39
August	2352320	36450	13,61	2723900	12310	4,60
September	2388770	30930	11,93	2736210	11140	4,30
Oktober	2419700	27770	10,37	2747350	9970	3,72
November	2447470	31650	12,21	2757320	11410	4,40
Dezember	2479120	24240	9,05	2768730	8610	3,21
Summe/Mittelwert		355.470	11,24		136.310	4,31
abgerechnete Menge		230.748				
Differenz		35%				

Anhang 2

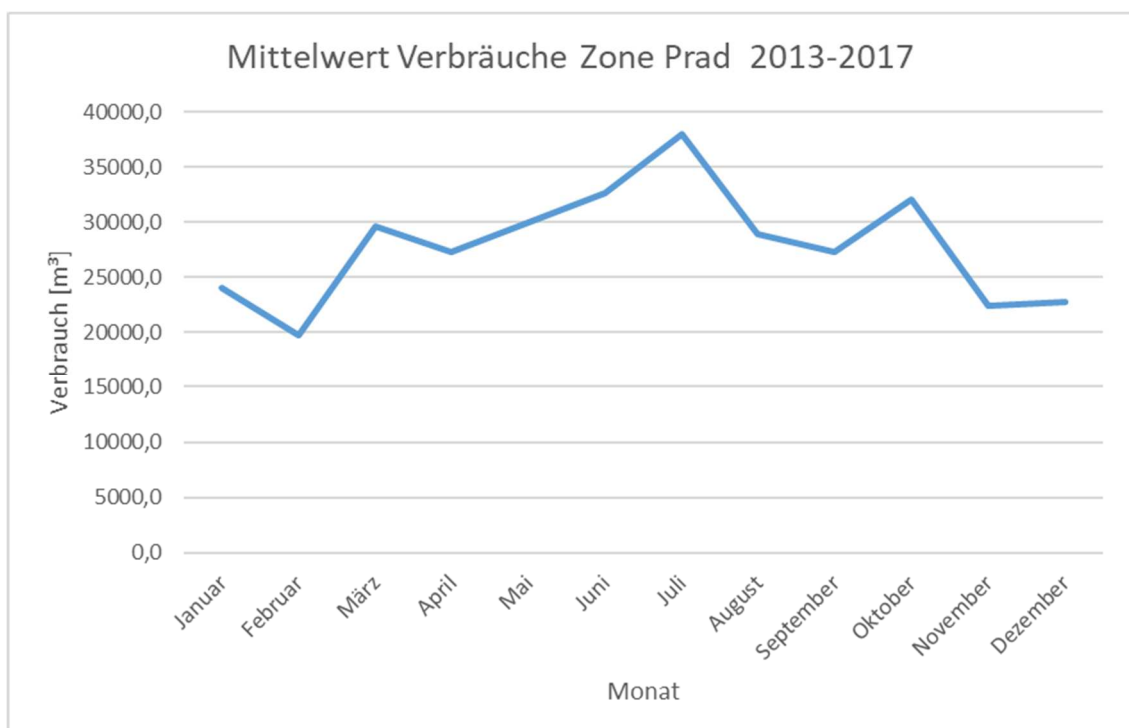
Abgelesene und gemessene Verbräuche

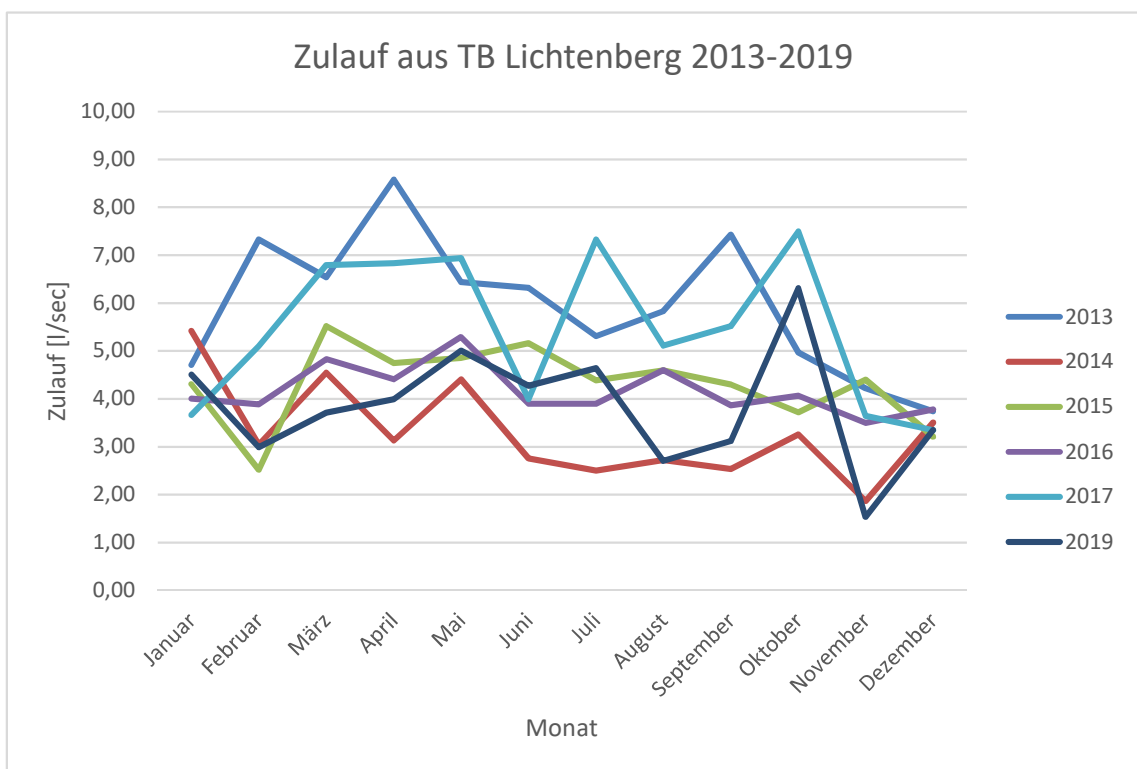
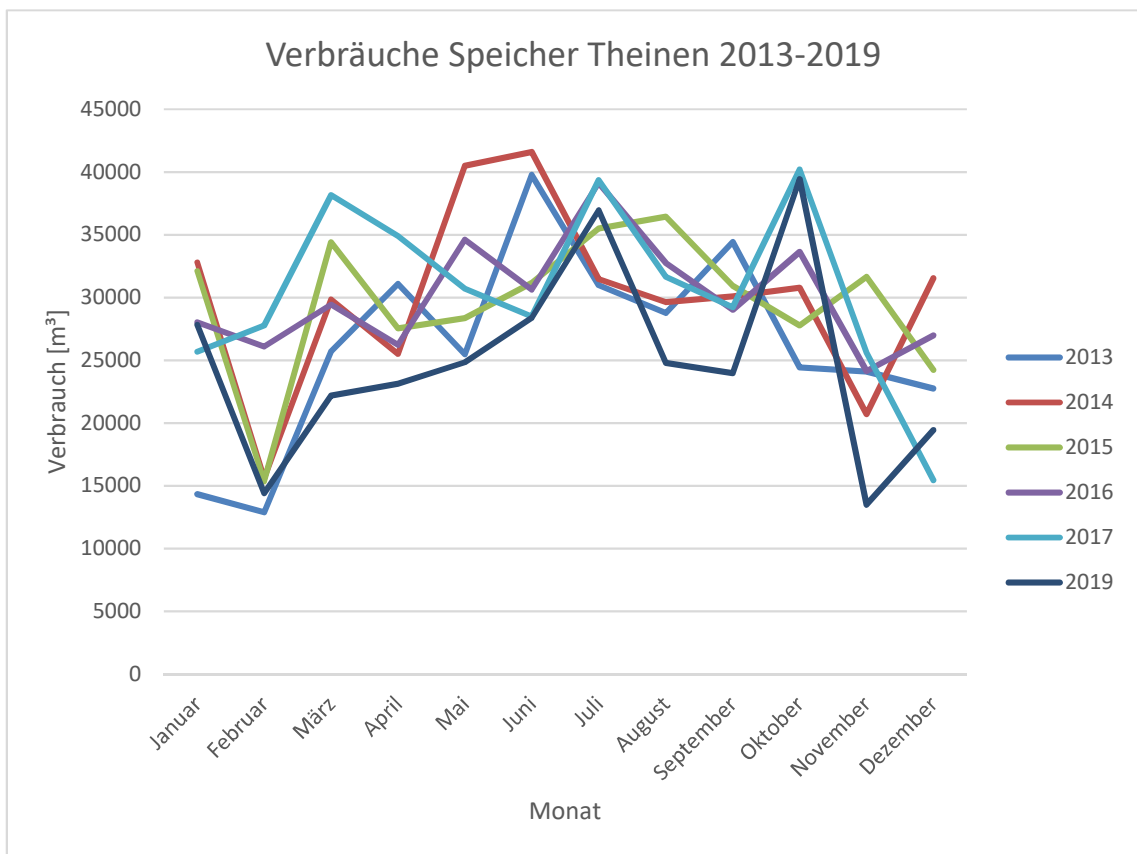
2016						
Januar	2503360	28040	10,47	2777340	10740	4,01
Februar	2531400	26100	10,79	2788080	9410	3,89
März	2557500	29426	10,99	2797490	12930	4,83
April	2586926	26224	10,12	2810420	11420	4,41
Mai	2613150	34600	12,92	2821840	14170	5,29
Juni	2647750	30640	11,82	2836010	10100	3,90
Juli	2678390	39130	14,61	2846110	10440	3,90
August	2717520	32740	12,22	2856550	12330	4,60
September	2750260	29030	11,20	2868880	10030	3,87
Oktober	2779290	33650	12,56	2878910	10890	4,07
November	2812940	24140	9,31	2889800	9070	3,50
Dezember	2837080	26980	10,07	2898870	10130	3,78
Summe/Mittelwert		360.700	11,42		131.660	4,17
abgerechnete Menge		200.996				
Differenz		44%				
2017						
Januar	2864060	25680	9,59	2909000	9820	3,67
Februar	2889740	27780	11,48	2918820	12350	5,10
März	2917520	38160	14,25	2931170	18190	6,79
April	2955680	34900	13,46	2949360	17710	6,83
Mai	2990580	30700	11,46	2967070	18590	6,94
Juni	3021280	28480	10,99	2985660	10350	3,99
Juli	3049760	39360	14,70	2996010	19630	7,33
August	3089120	31650	11,82	3015640	13680	5,11
September	3120770	29220	11,27	3029320	14300	5,52
Oktober	3149990	40210	15,01	3043620	20080	7,50
November	3190200	25600	9,88	3063700	9450	3,65
Dezember	3215800	15440	5,76	3073150	8970	3,35
Summe/Mittelwert		367.180	11,64		173.120	5,48
abgerechnete Menge		238.334				
Differenz		35%				
2018						
Januar	3231240	7610	2,84	3082120	4300	1,61
Februar	3238850	26360	10,90	3086420	14440	5,97
März	3265210	27570	10,29	3100860	15020	5,61
April	3292780	22830	8,81	3115880	14740	5,69
Mai	3315610	25640	9,57	3130620	13020	4,86
Juni	3341250	28720	11,08	3143640	12920	4,98
Juli	3369970	52450	19,58	3156560	18480	6,90
August	3422420	18430	6,88	3175040	14700	5,49
September	3440850	13150	5,07	3189740	4840	1,87
Oktober	3454000	28290	10,56	3194580	13020	4,86
November	3482290	17580	6,78	3207600	10390	4,01
Dezember	3499870	19430	7,25	3217990	9060	3,38
Summe/Mittelwert		288.060	9,14		144.930	4,60
2019						
Januar	3519300	27820	10,39	3227050	12070	4,51
Februar	3547120	14410	5,96	3239120	7240	2,99
März	3561530	22180	8,28	3246360	9950	3,71
April	3583710	23140	8,93	3256310	10350	3,99
Mai	3606850	24840	9,27	3266660	13410	5,01
Juni	3631690	28380	10,95	3280070	11070	4,27
Juli	3660070	36950	13,80	3291140	12430	4,64
August	3697020	24790	9,26	3303570	7250	2,71
September	3721810	23980	9,25	3310820	8080	3,12
Oktober	3745790	39440	14,73	3318900	16910	6,31
November	3785230	13490	5,20	3335810	3980	1,54
Dezember	3798720	19430	7,25	3339790	8970	3,35
Summe/Mittelwert		298.850	9,44		121.710	3,85



Mittelwerte 2013-2019

Januar	24052,9
Februar	19781,4
März	29615,1
April	27316,3
Mai	30015,7
Juni	32680,0
Juli	37980,0
August	28922,9
September	27264,3
Oktober	32082,9
November	22470,0
Dezember	22830,0





Anhang 2

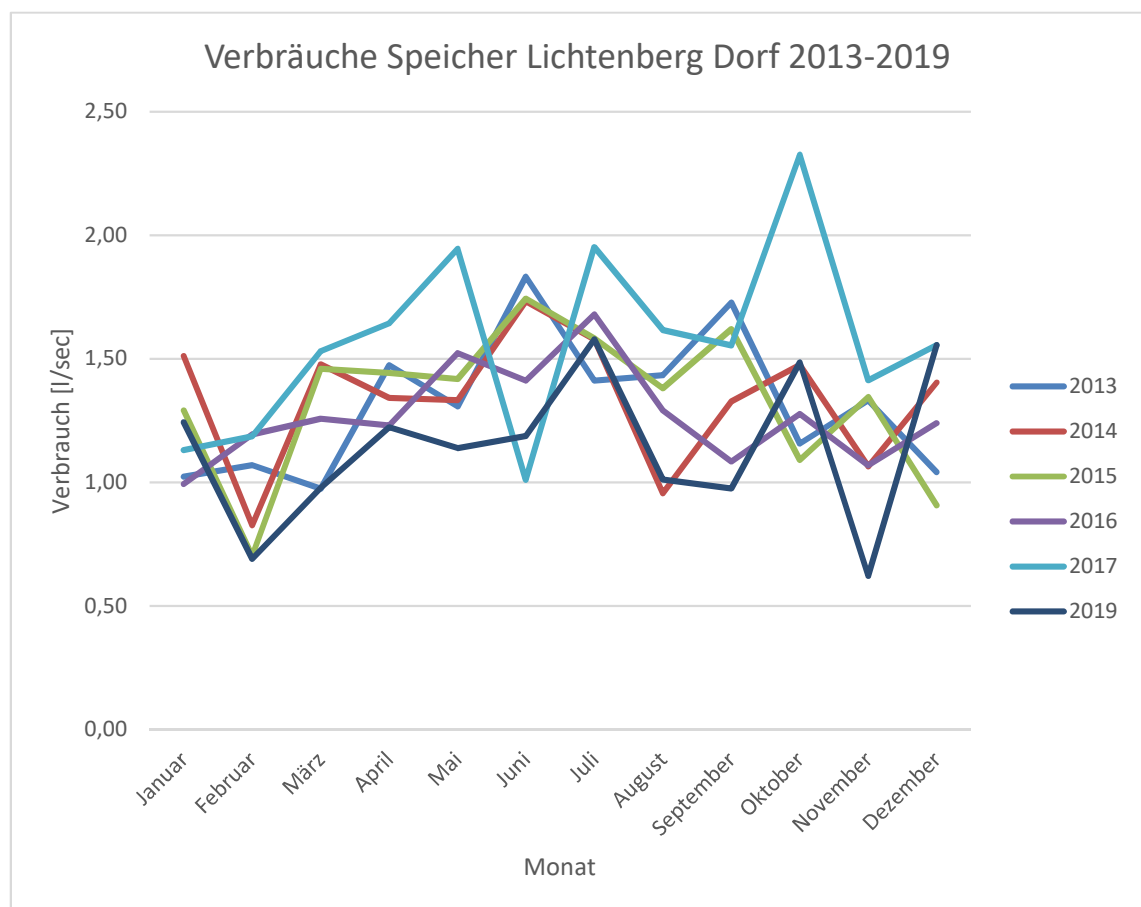
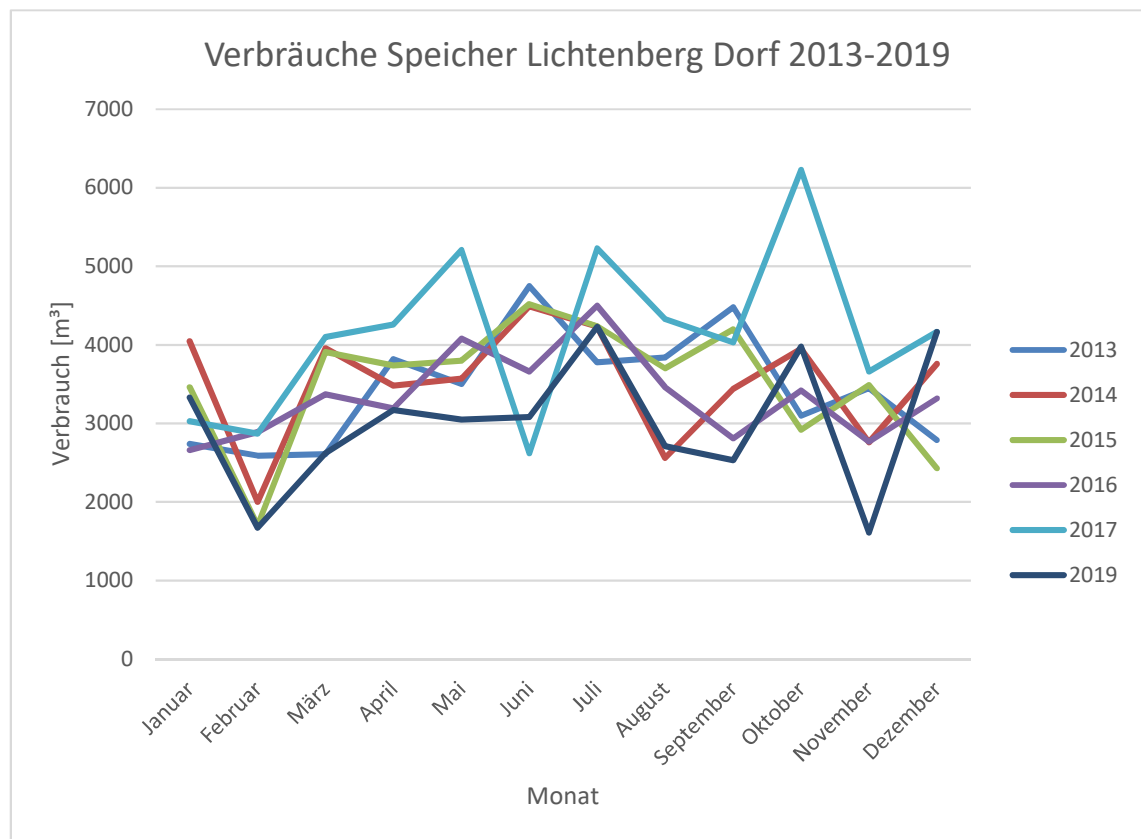
Abgelesene und gemessene Verbräuche

Jahr Monat	Speicher Lichtenberg		
	Zähler	Verbrauch	Verbrauch
		[m³]	[l/sec]
2013			
Januar	303720	2740	1,02
Februar	306460	2590	1,07
März	309050	2610	0,97
April	311660	3820	1,47
Mai	315480	3500	1,31
Juni	318980	4750	1,83
Juli	323730	3780	1,41
August	327510	3840	1,43
September	331350	4480	1,73
Oktober	335830	3100	1,16
November	338930	3450	1,33
Dezember	342380	2790	1,04
Summe/Mittelwert		41450	1,32
2014			
Januar	345170	4050	1,51
Februar	349220	2000	0,83
März	351220	3960	1,48
April	355180	3480	1,34
Mai	358660	3570	1,33
Juni	362230	4490	1,73
Juli	366720	4230	1,58
August	370950	2560	0,96
September	373510	3440	1,33
Oktober	376950	3950	1,47
November	380900	2760	1,06
Dezember	383660	3760	1,40
Summe/Mittelwert		42250	1,34
2015			
Januar	387420	3460	1,29
Februar	390880	1700	0,70
März	392580	3910	1,46
April	396490	3740	1,44
Mai	400230	3800	1,42
Juni	404030	4520	1,74
Juli	408550	4240	1,58
August	412790	3700	1,38
September	416490	4200	1,62
Oktober	420690	2920	1,09
November	423610	3490	1,35
Dezember	427100	2430	0,91
Summe/Mittelwert		42.110	1,33

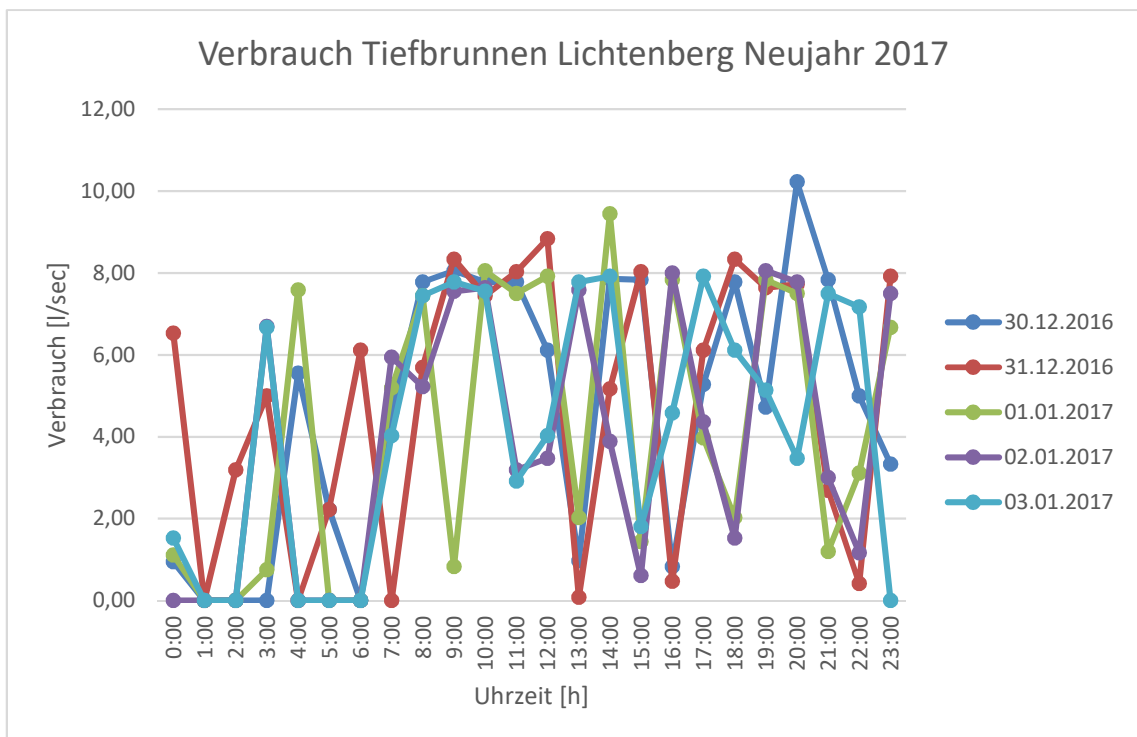
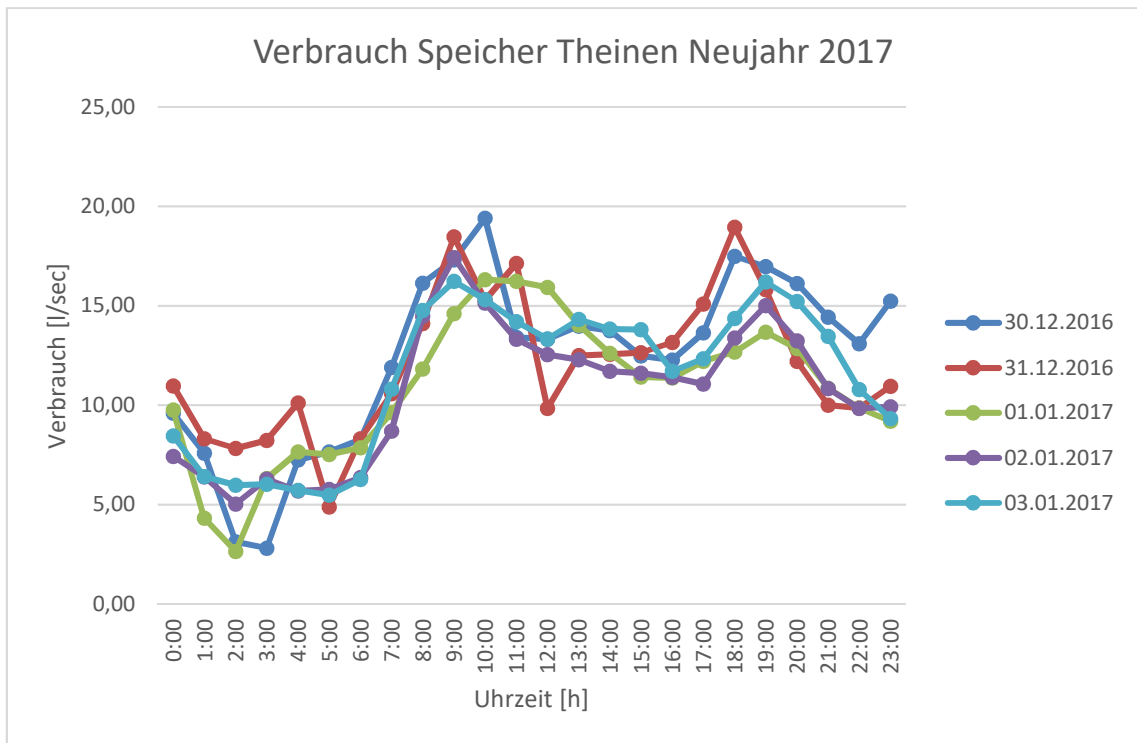
Anhang 2

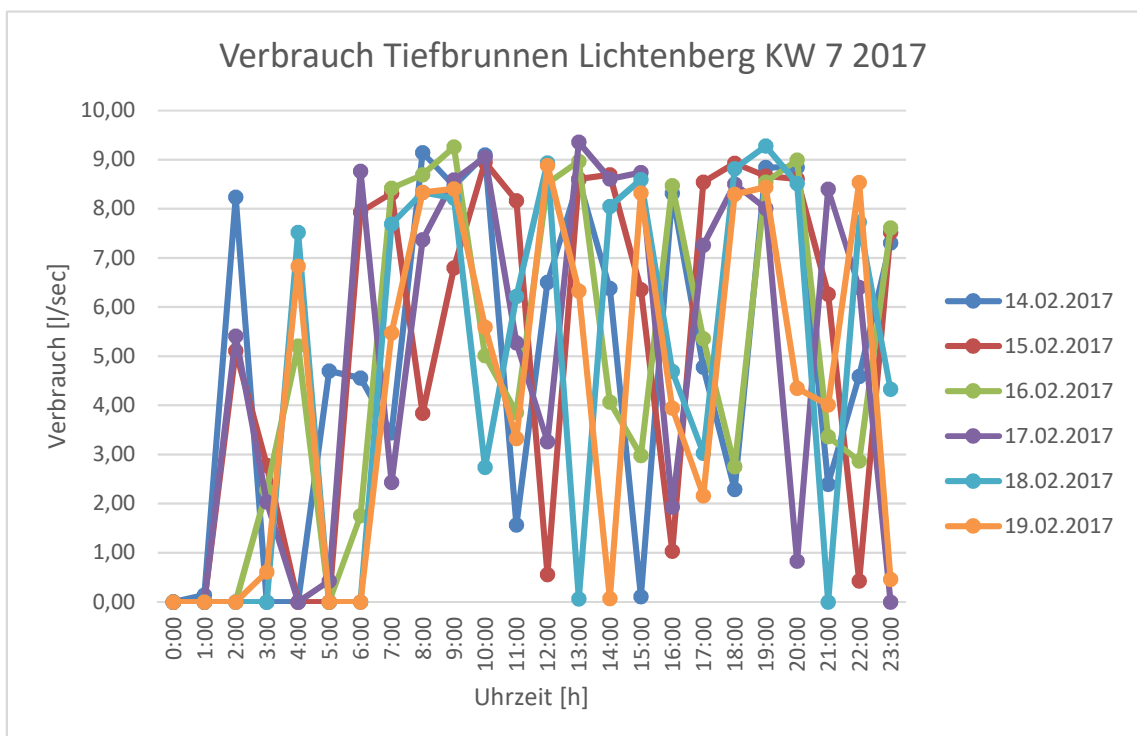
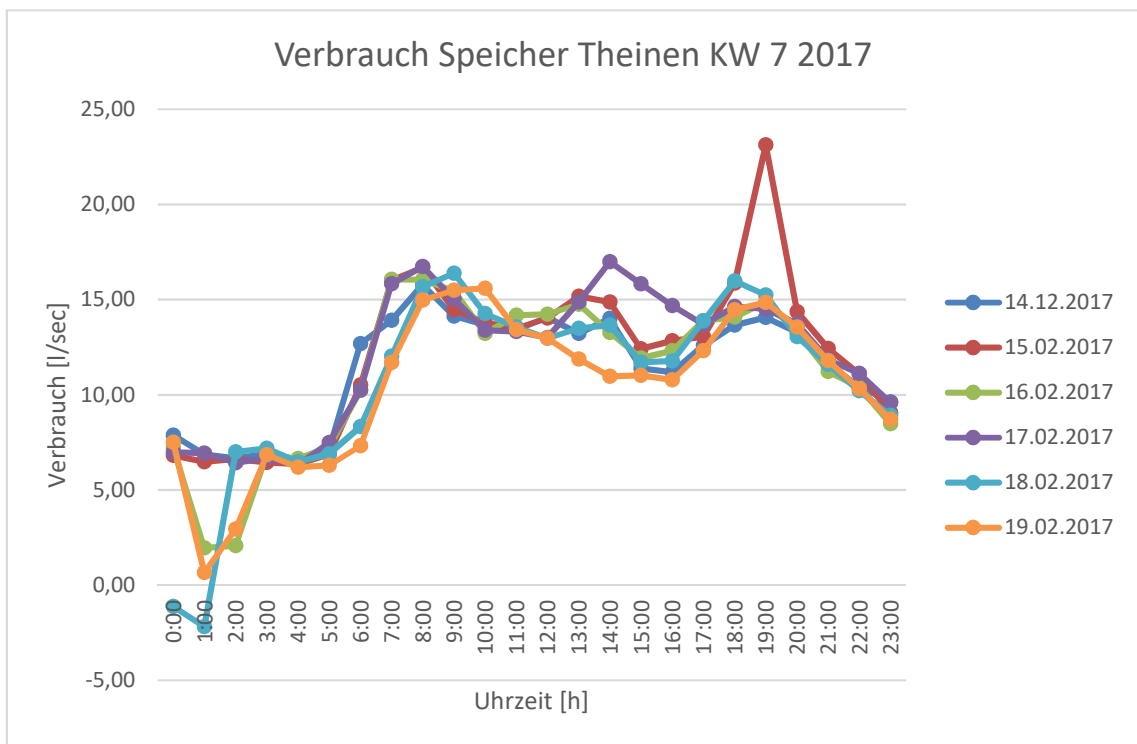
Abgelesene und gemessene Verbräuche

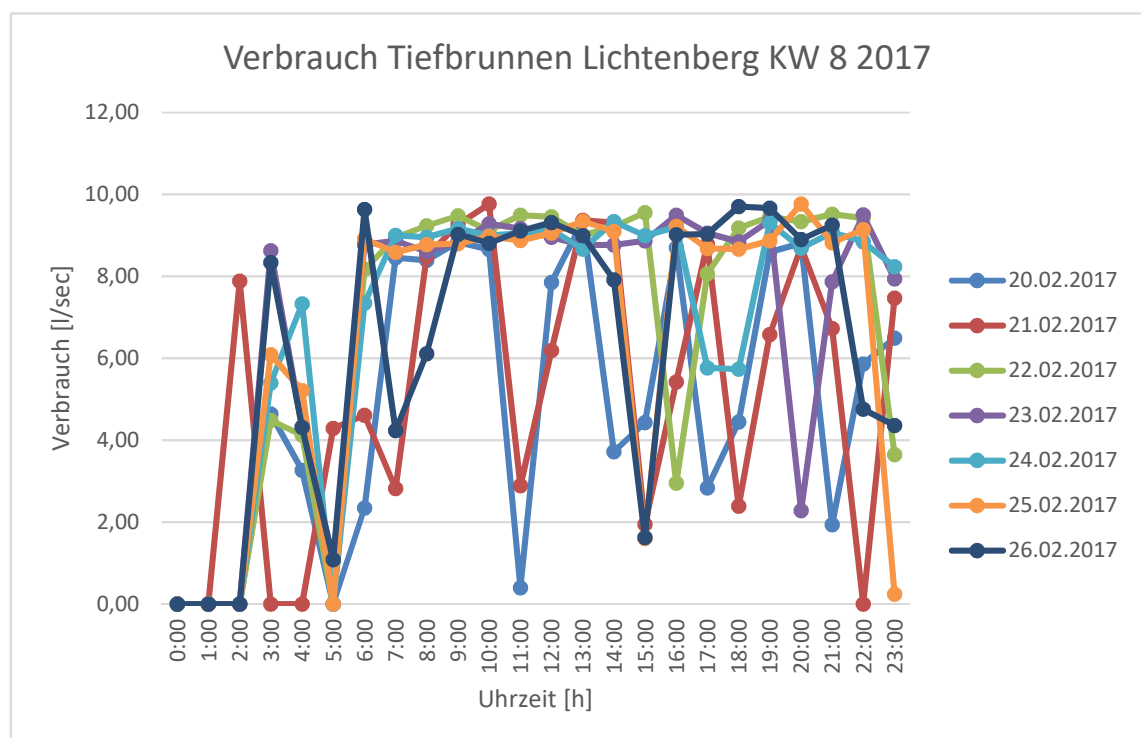
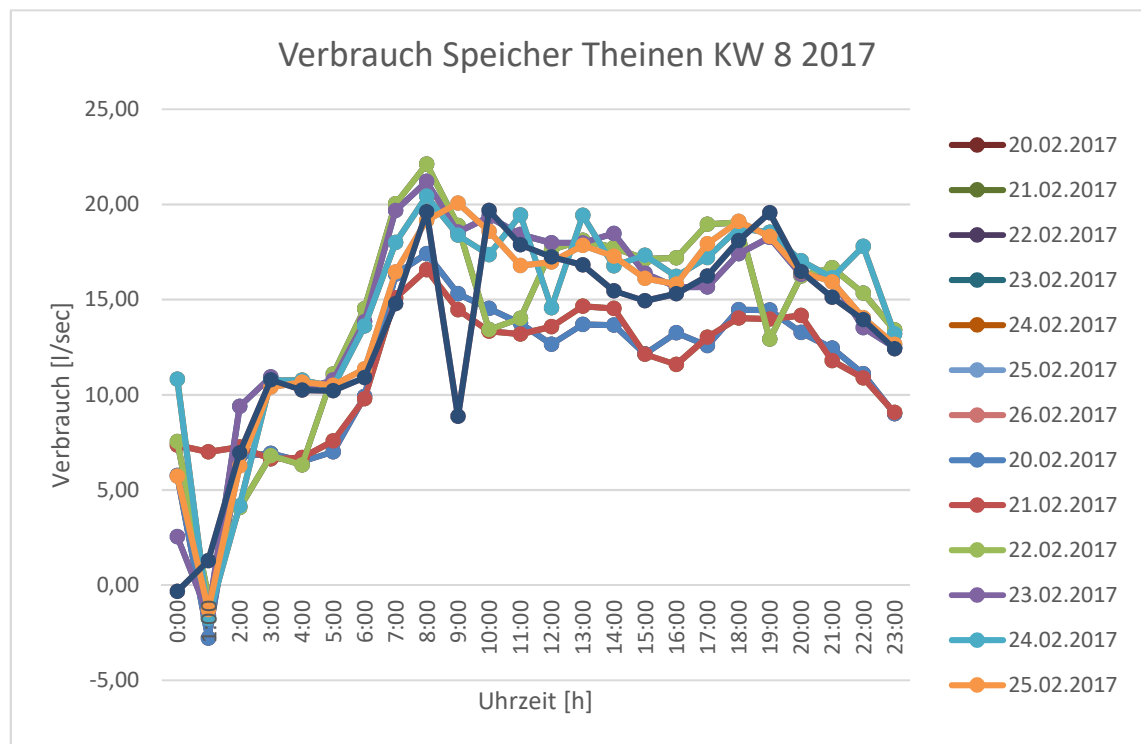
Jahr Monat	Speicher Lichtenberg		
	Zähler	Verbrauch	Verbrauch
		[m³]	[l/sec]
2016			
Januar	429530	2660	0,99
Februar	432190	2890	1,19
März	435080	3370	1,26
April	438450	3190	1,23
Mai	441640	4080	1,52
Juni	445720	3660	1,41
Juli	449380	4500	1,68
August	453880	3460	1,29
September	457340	2810	1,08
Oktober	460150	3420	1,28
November	463570	2770	1,07
Dezember	466340	3320	1,24
Summe/Mittelwert		40.130	1,27
2017			
Januar	469660	3030	1,13
Februar	472690	2870	1,19
März	475560	4100	1,53
April	479660	4260	1,64
Mai	483920	5210	1,95
Juni	489130	2620	1,01
Juli	491750	5230	1,95
August	496980	4330	1,62
September	501310	4030	1,55
Oktober	505340	6230	2,33
November	511570	3662	1,41
Dezember	515232	4168	1,56
Summe/Mittelwert		49.740	1,57
2018	nicht in Diagrammen enthalten		
Januar	519400	3670	1,37
Februar	523070	4130	1,71
März	527200	4120	1,54
April	531320	4920	1,90
Mai	536240	4230	1,58
Juni	540470	4170	1,61
Juli	544640	7130	2,66
August	551770	-1410	-0,53
September	550360	506	0,20
Oktober	550866	10024	3,74
November	560890	4390	1,69
Dezember	565280	500	0,19
Summe/Mittelwert		46.380	1,47
2019			
Januar	565780	3330	1,24
Februar	569110	1670	0,69
März	570780	2620	0,98
April	573400	3170	1,22
Mai	576570	3050	1,14
Juni	579620	3080	1,19
Juli	582700	4230	1,58
August	586930	2710	1,01
September	589640	2530	0,98
Oktober	592170	3980	1,49
November	596150	1610	0,62
Dezember	597760	4168	1,56
Summe/Mittelwert		36.148	1,14

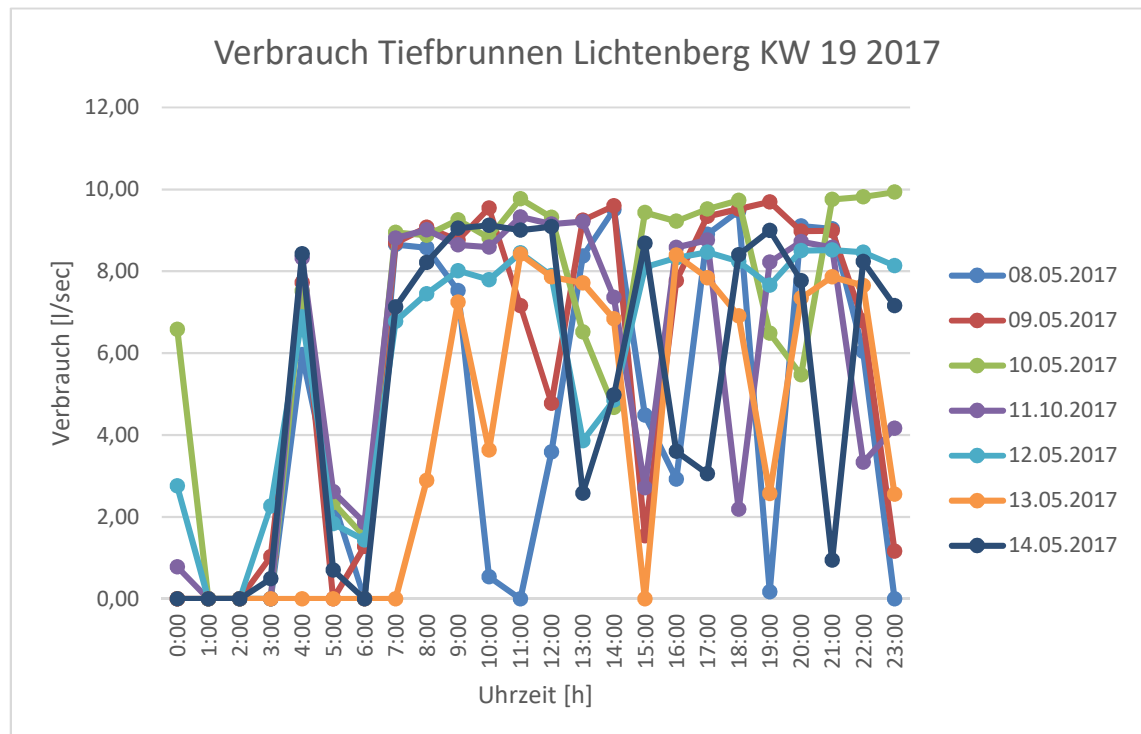
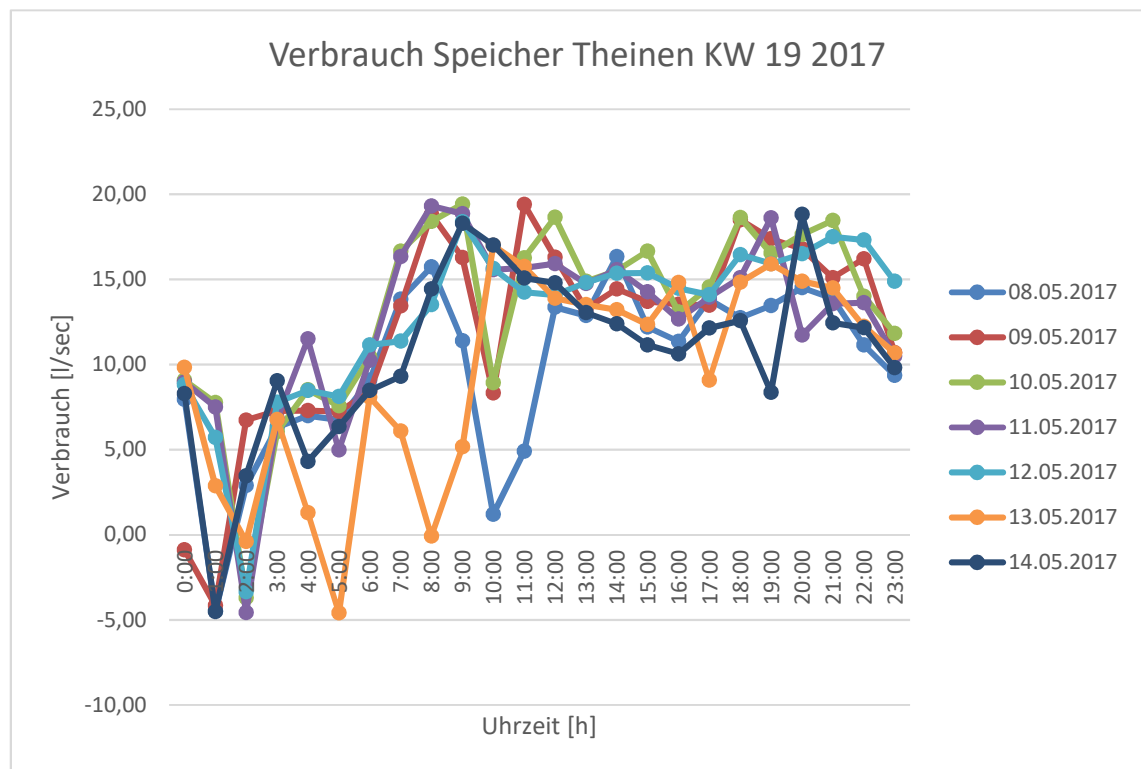


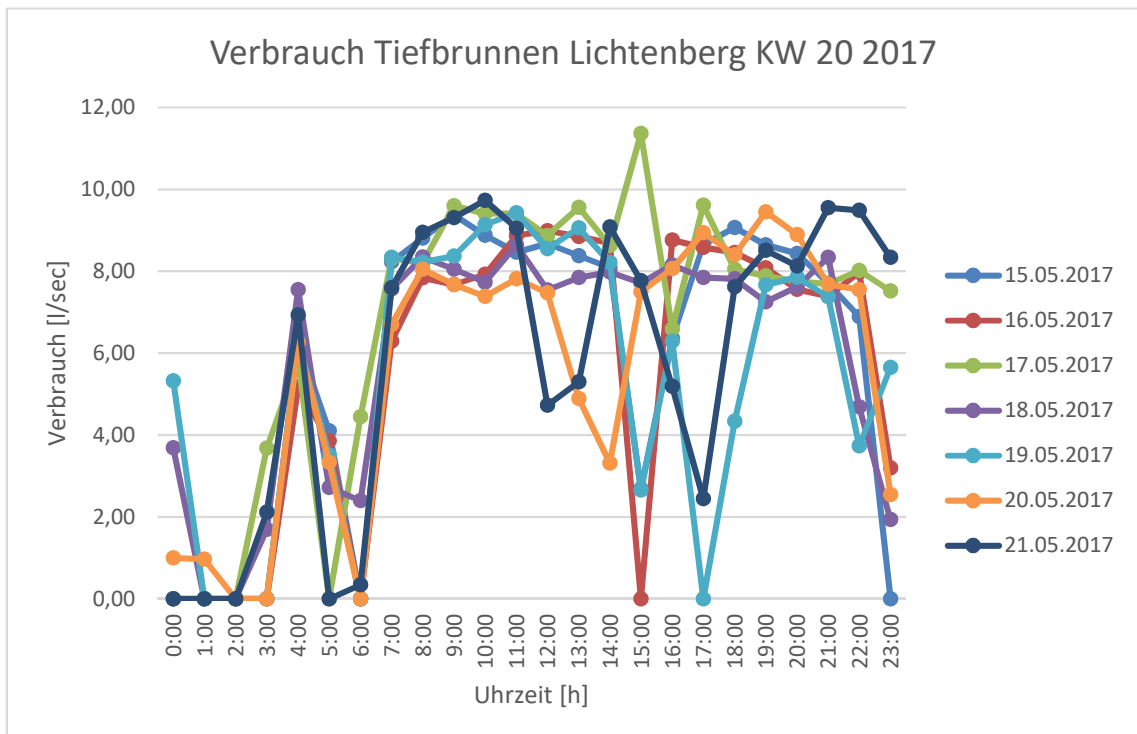
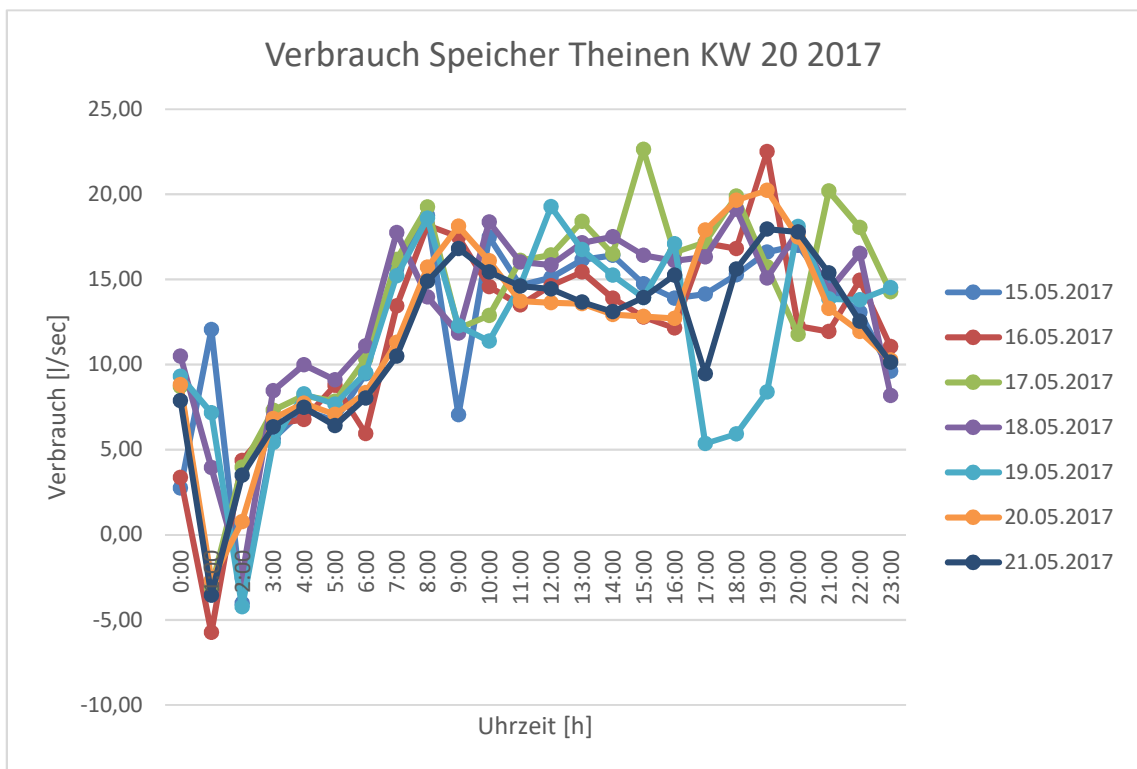
Tagesverläufe Speicher Theinen mit TB Lichtenberg

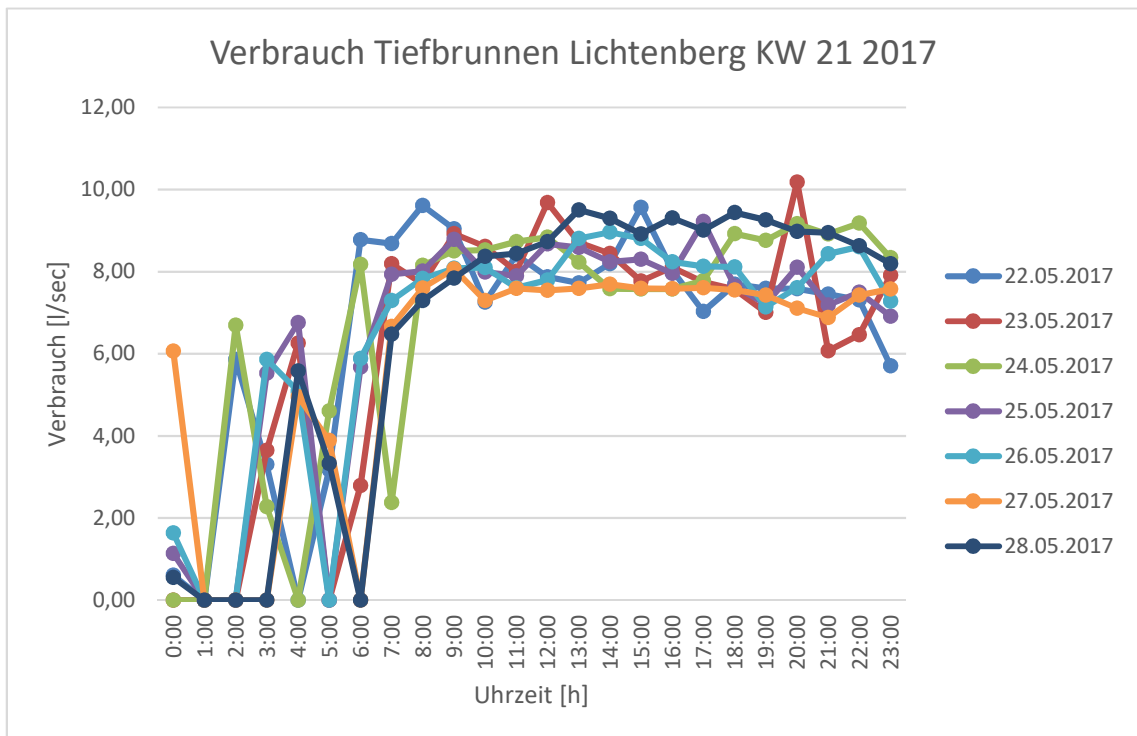
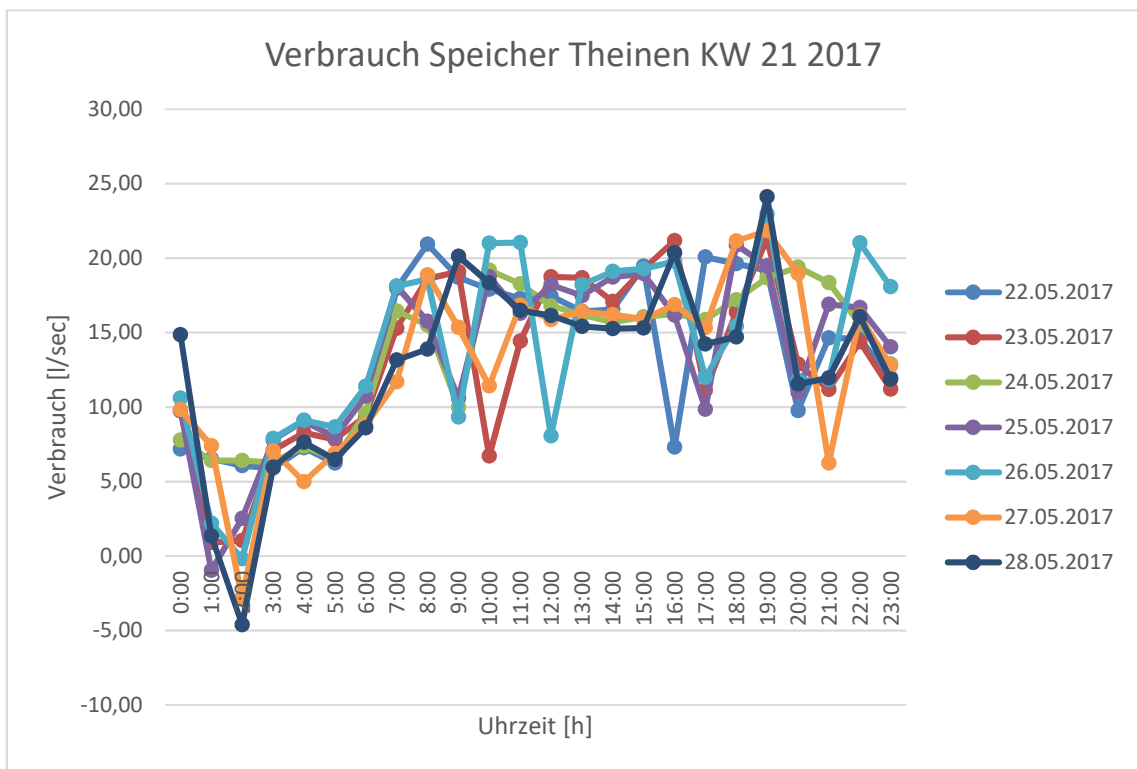


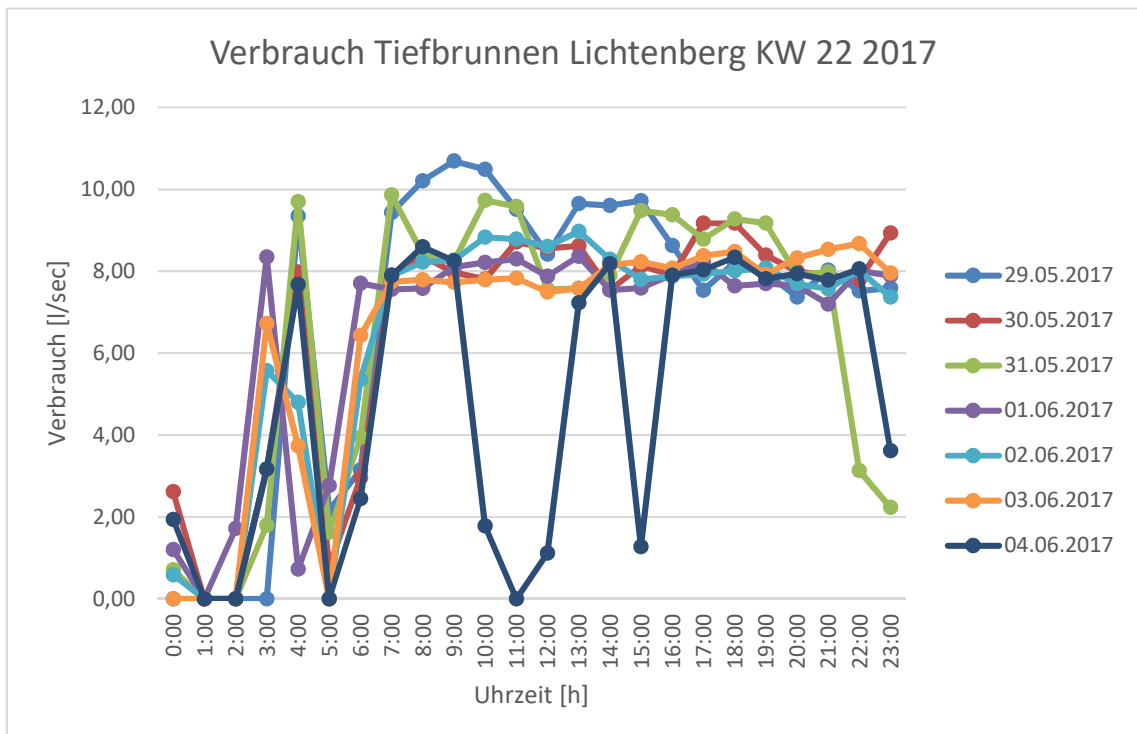
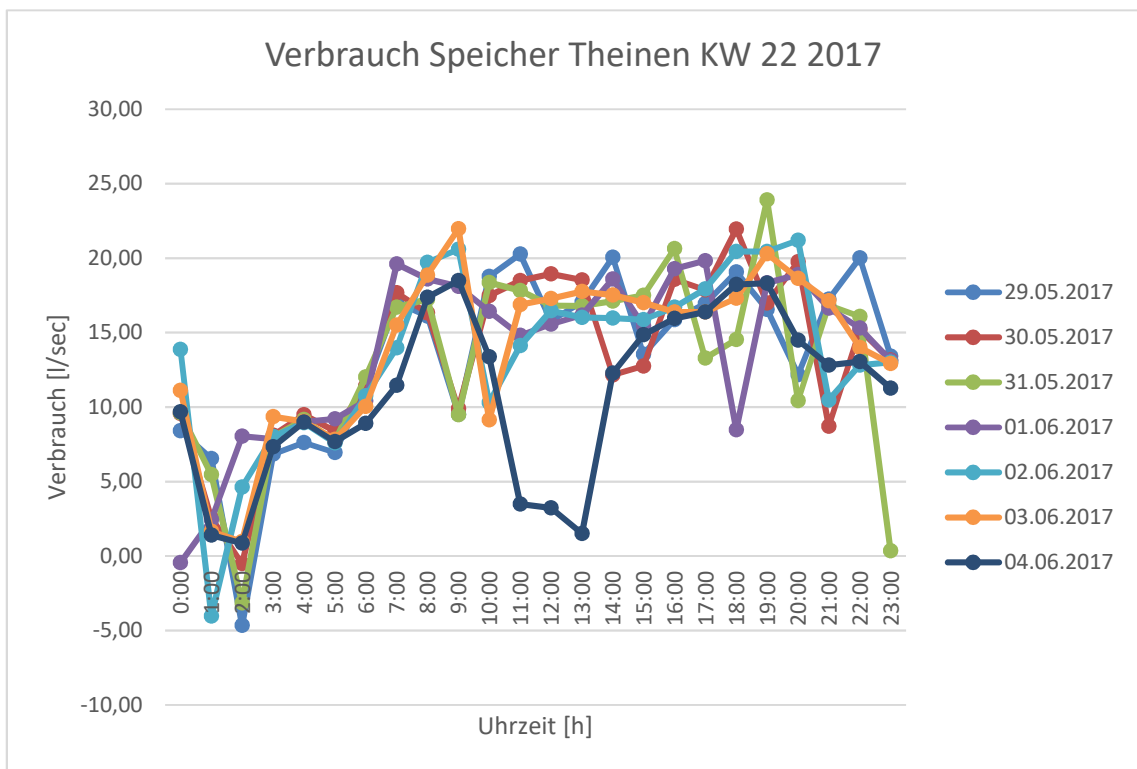


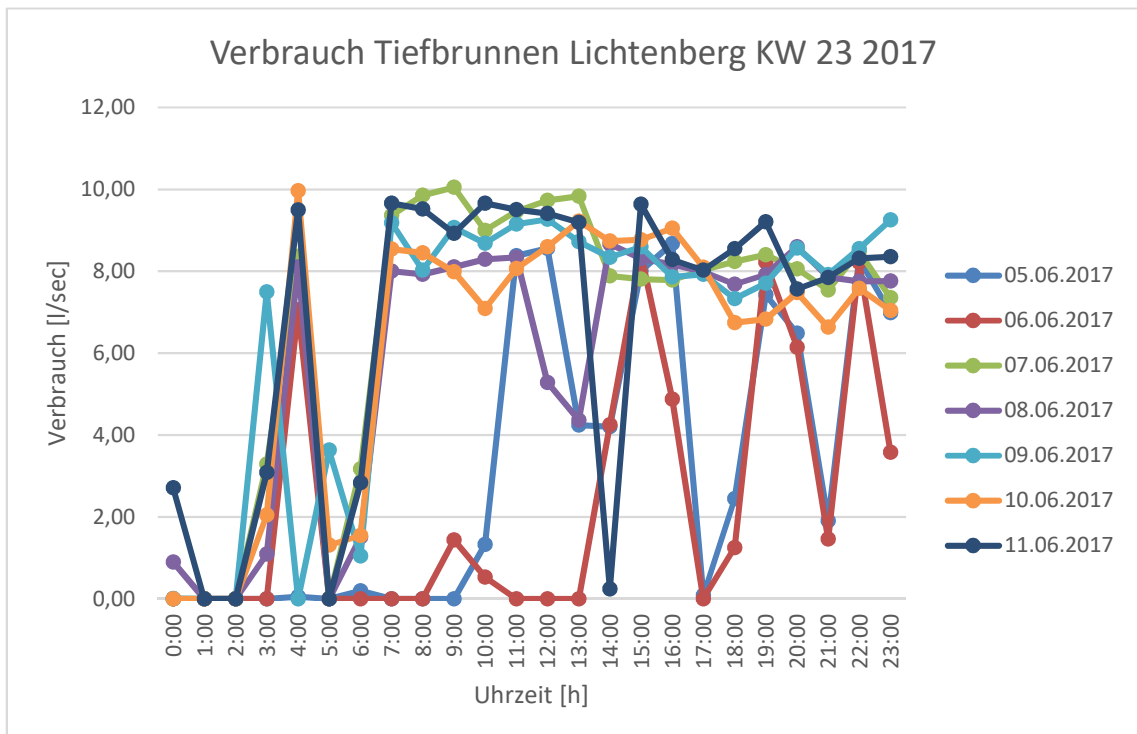
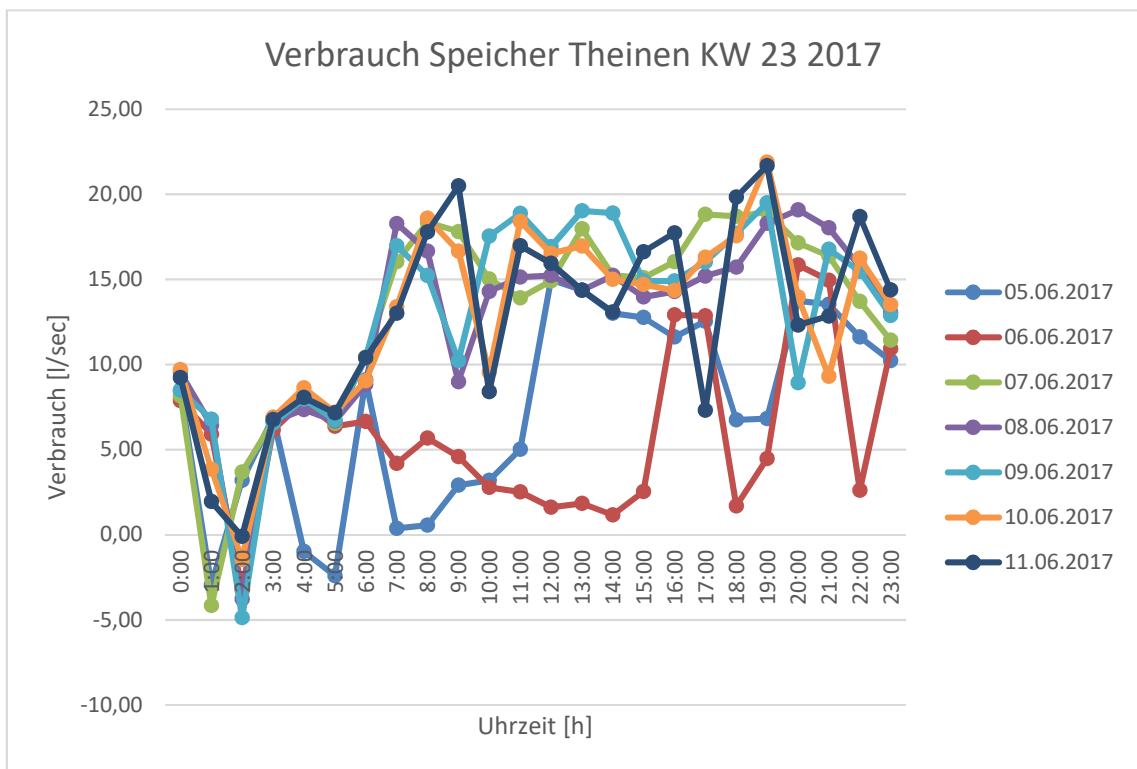




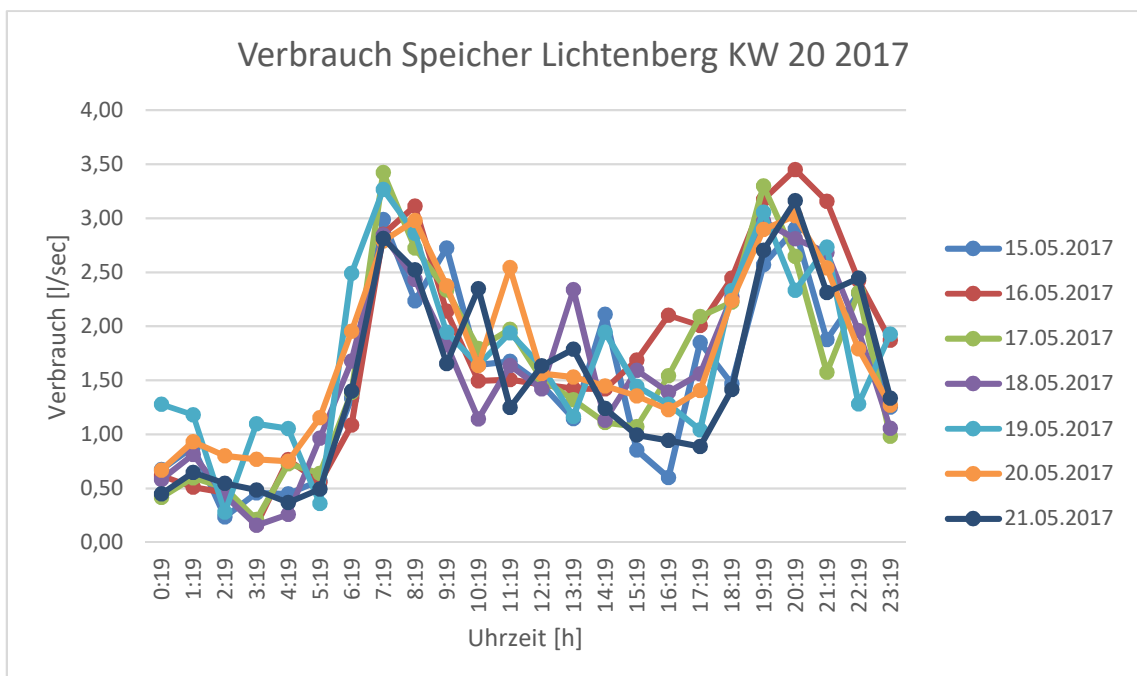
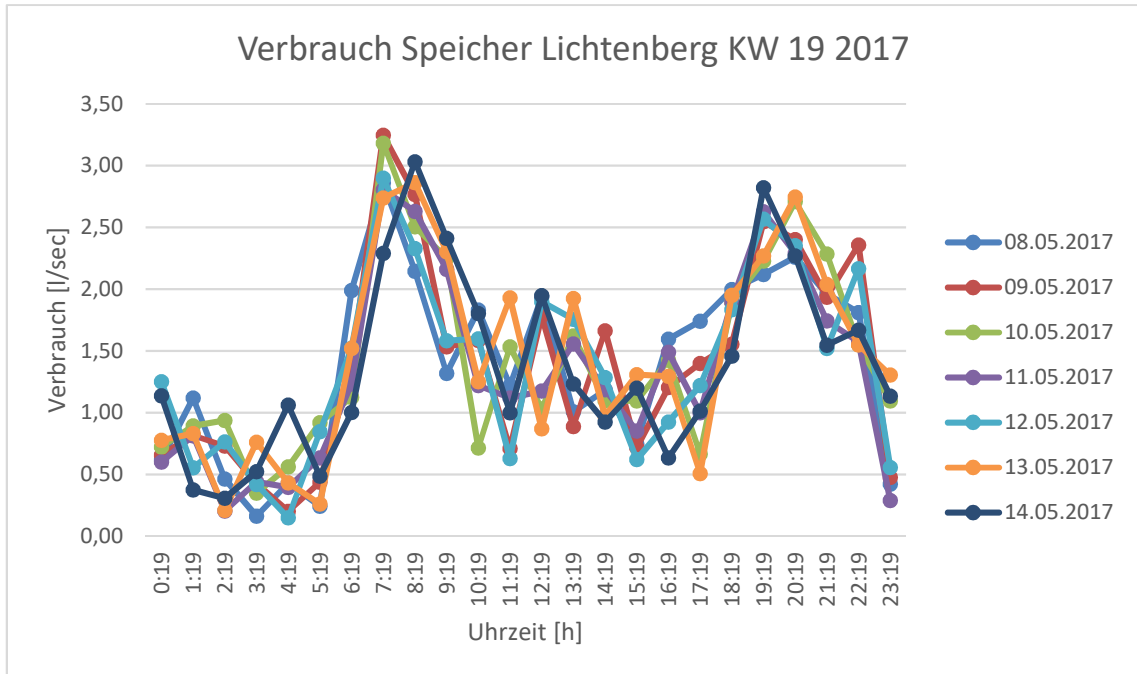


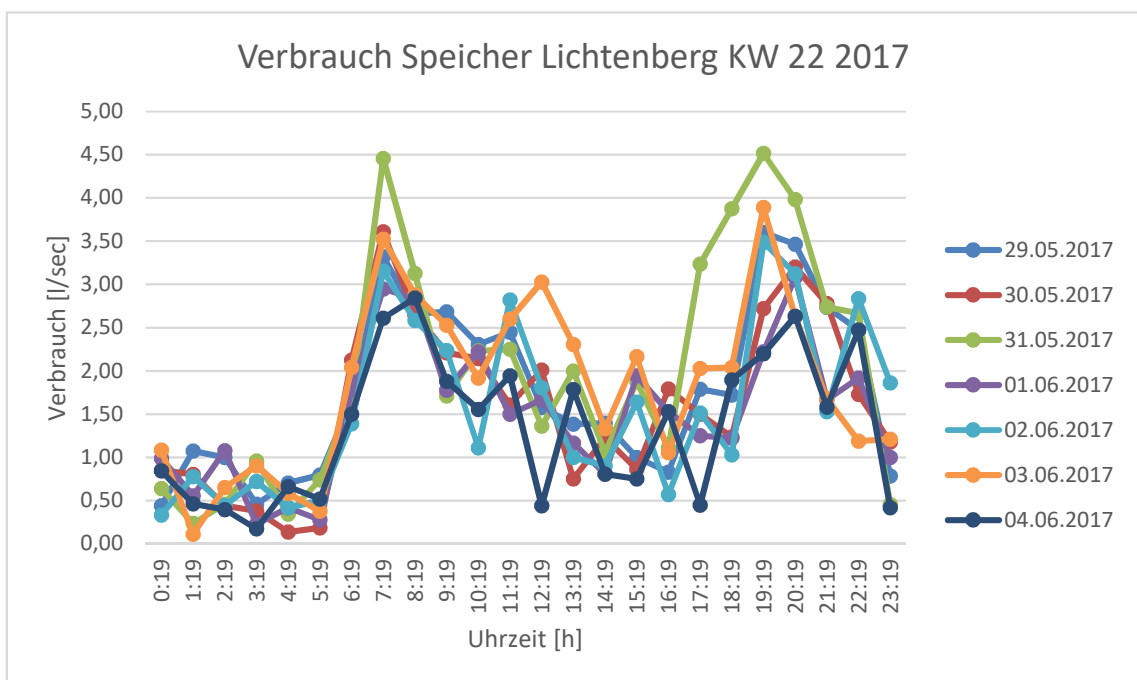
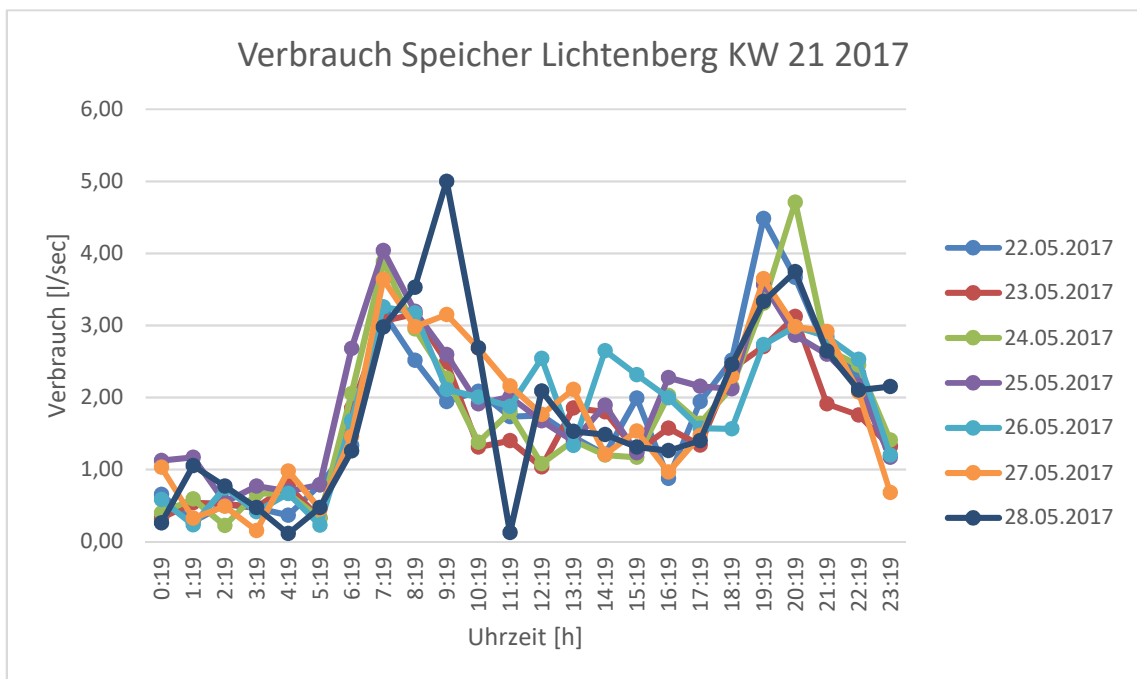


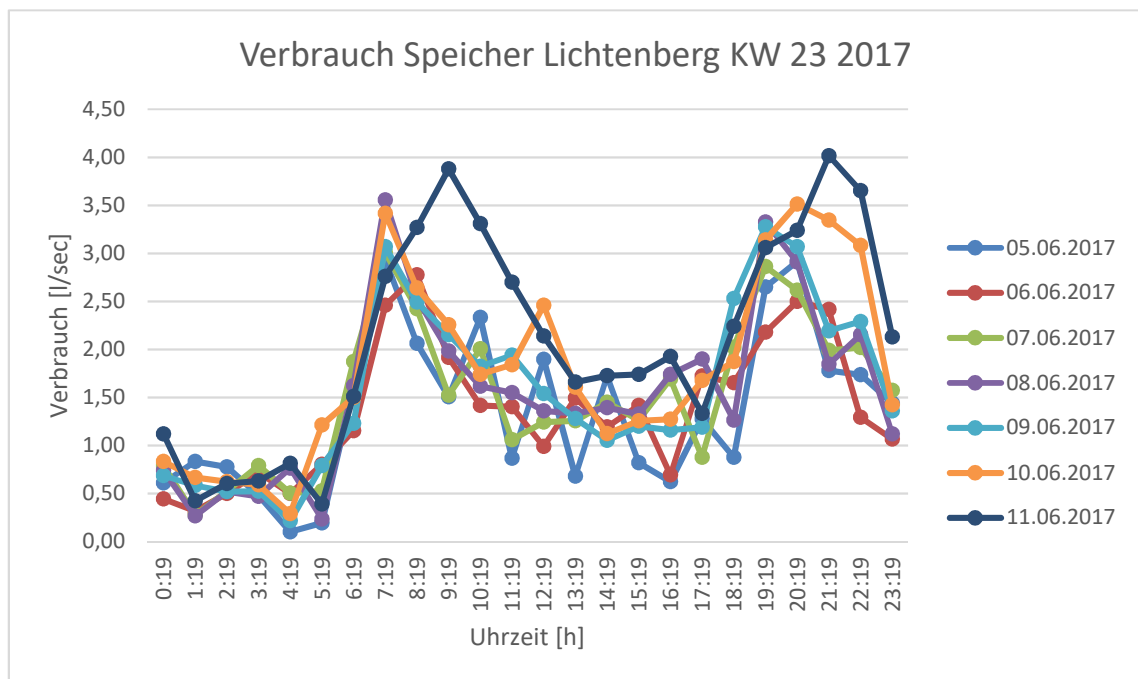




Tagesverläufe Speicher Lichtenberg







Anhang 3

Datenreihe Wasserproben aus Trinkwasserleitung

TWL Prad

Öffentlicher Brunnen Sport Fahrer							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	23. Okt. 19	eco center	18,3			11,6	
	5. Sep. 19	eco center	15,1			14,0	
	11. Jun. 19	eco center	14,5	4,0		14,2	
	19. Mrz. 19	eco center	19,5			7,9	
	13. Mrz. 19	eco center	20,0			7,9	
2018	3. Okt. 18	eco center	21,2			11,7	
	1. Aug. 18	eco center	19,8	2,1		14,4	
	16. Mrz. 18	eco center	18,9			11,3	
	11. Feb. 18	Sanitätsbetrieb	22,0	2,0	16,8		
2017	23. Okt. 17	eco center	18,8			10,7	
	22. Jun. 17	eco center	20,7	1,7		13,9	
	24. Apr. 17	eco center	21,3			9,9	
	22. Mrz. 17	Sanitätsbetrieb	21,0				
	15. Feb. 17	Sanitätsbetrieb	22,0	2,0	16,0		
2016	19. Dez. 16	Sanitätsbetrieb	20,0				
	3. Nov. 16	eco center	17,9			9,6	
	13. Okt. 16	eco center	17,2			12,1	
	4. Aug. 16	eco center	15,7			13,8	
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	14,0	4,0	9,7		
	24. Mai. 16	eco center	20,4			10,7	
	1. Mrz. 16	Sanitätsbetrieb	22,0	2,0	16,4		
2015	6. Okt. 15	eco center	20,0			11,3	
	19. Aug. 15	eco center	15,0			14,2	
	16. Jun. 15	eco center	17,0	2,8		12,8	
	23. Feb. 15	Sanitätsbetrieb	21,0	3,0			
2014	16. Okt. 14	eco center	13,0	4,0		11,5	
	21. Aug. 14	eco center	18,0			12,8	
	16. Jun. 14	eco center	6,6			11,4	
	14. Apr. 14	Sanitätsbetrieb	16,0	4,0	11,0		
	25. Mrz. 14	eco center	20,0			7,6	
	25. Feb. 14	Sanitätsbetrieb	17,0				
	8. Jan. 14	Sanitätsbetrieb	18,0	3,0	12,0		
2013	18. Jun. 13	eco center	11,0			13,1	
	10. Apr. 13	Sanitätsbetrieb	24,0				
	25. Feb. 13	eco center	20,0			6,5	
	13. Feb. 13	Sanitätsbetrieb	21,0	2,0	15,0		
	14. Jan. 13	Sanitätsbetrieb	20,0				
2012	27. Nov. 12	Sanitätsbetrieb	20,0				
	2. Nov. 12	eco center	19,0			9,2	
	5. Sep. 12	eco center	19,0	2,4		15,4	
	20. Jun. 12	eco center	17,0			15,5	
	2. Apr. 12	eco center	19,0			9,6	
	29. Feb. 12	Sanitätsbetrieb	21,0	2,0			
	21. Feb. 12	eco center	19,0			5,6	
	19. Jan. 12	Sanitätsbetrieb	18,0				

Öffentlicher Brunnen Sport Fahrner							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2011	12. Dez. 11	eco center	15,0			6,6	
	7. Nov. 11	Sanitätsbetrieb	16,0				
	14. Sep. 11	eco center	19,0	2,1		12,8	
	1. Sep. 11	Sanitätsbetrieb	20,0	2,0	15,0		
	19. Jul. 11	Sanitätsbetrieb	19,0				
	6. Jul. 11	Sanitätsbetrieb	19,0				
	6. Jun. 11	eco center	19,0			12,3	
	19. Apr. 11	eco center	20,0			10,2	
	2. Feb. 11	eco center	18,0			5,3	
2010	12. Jan. 11	Sanitätsbetrieb	20,0				
	13. Dez. 10	Sanitätsbetrieb	20,0				
	10. Nov. 10	eco center	18,0				
	29. Sep. 10	eco center	19,0	1,9		10,8	
	30. Aug. 10	eco center	18,0			12,5	Temperatur 0,0 °C ?
	7. Jun. 10	eco center	17,0			14,6	
	10. Mai. 10	eco center	13,0			9,1	
	15. Mrz. 10	Sanitätsbetrieb	24,0				
	7. Jan. 10	Sanitätsbetrieb	23,0				
2009	13. Okt. 09	eco research	21,0			11,3	
	17. Aug. 09	eco research	21,0	2,4		15,5	
	18. Mai. 09	eco research	17,0			12,1	
	13. Mai. 09	eco research	18,0	3,6		13,7	
	18. Mrz. 09	eco research	21,0			7,6	
2008	30. Sep. 08	eco research	19,0	2,0		11,0	
	3. Aug. 08	eco research	17,0			13,8	
	21. Jul. 08	Sanitätsbetrieb	16,0	3,0			
	28. Mai. 08	eco research	19,0			12,8	
	25. Mrz. 08	Sanitätsbetrieb	25,0				
	11. Feb. 08	Sanitätsbetrieb	23,0				
	22. Jan. 08	eco research	21,0				
2007	14. Nov. 07	Sanitätsbetrieb	13,0	5,0			
	25. Sep. 07	Sanitätsbetrieb	23,0	3,0			
	6. Mrz. 07	Sanitätsbetrieb	24,0	2,0	19,0		
2006	30. Aug. 06	Sanitätsbetrieb	22,0	10,0			Wert Arsen/Zink/Uran falsch
	23. Aug. 06	Sanitätsbetrieb	5,0				
	15. Mai. 06	Sanitätsbetrieb	9,0	50,0			
	26. Apr. 06	Sanitätsbetrieb	7,0	52,0			
2005	19. Okt. 05	Sanitätsbetrieb	18,0				
	8. Aug. 05	Sanitätsbetrieb	13,0	22,0			
	15. Mrz. 05	Sanitätsbetrieb	19,0	24,0			
	3. Jan. 05	Sanitätsbetrieb	10,0	48,0	5,6		

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019

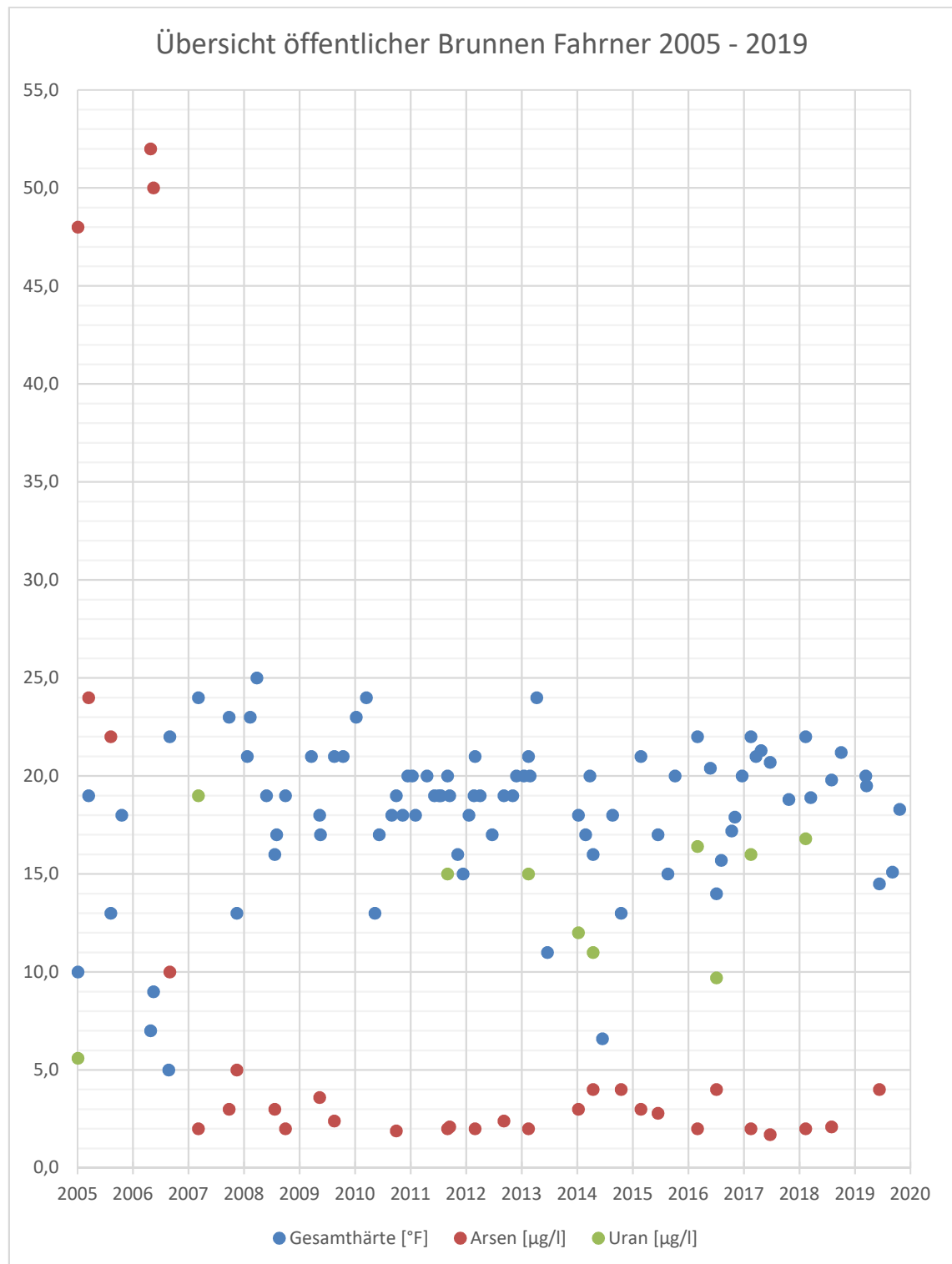
Mittelwert	18,78	°F
Maximum	25,00	°F
Minimum	6,60	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019

Mittelwert	2,72	µg/l
Maximum	5,00	µg/l
Minimum	1,70	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019

Mittelwert	14,54	µg/l
Maximum	19,00	µg/l
Minimum	9,70	µg/l



Öffentlicher Brunnen Gasthof Stern							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	5. Sep. 19	eco center	16,0			13,9	
	11. Jun. 19	eco center	15,1	3,6		14,0	
2018	3. Okt. 18	eco center	20,8			12,0	
	19. Jun. 18	Sanitätsbetrieb	10,0				
	1. Aug. 18	eco center	20,1	2,2		14,9	
2017	22. Jun. 17	eco center	20,8	1,7		13,8	
2016	3. Okt. 16	eco center	17,9			11,7	
	26. Sep. 16	Sanitätsbetrieb	18,0	3,0	14,7		
	5. Sep. 16	Sanitätsbetrieb	19,0	3,0	15,9		
	24. Mai. 16	eco center	20,0	2,2		11,1	
2015	19. Aug. 15	eco center	17,0			13,7	
	16. Jun. 15	eco center	17,0	2,8		12,3	
2014	26. Aug. 14	Sanitätsbetrieb	17,0				
	16. Okt. 14	eco center	14,0	4,6		13,7	
	16. Jun. 14	eco center	7,4			11,0	
2013	10. Jun. 13	Sanitätsbetrieb	17,0				
	18. Jun. 13	eco center	11,0			14,1	
2012	21. Jun. 12	Sanitätsbetrieb	20,0	2,0	13,0		
	5. Sep. 12	eco center	19,0	2,4		12,3	
	20. Jun. 12	eco center	18,0			13,9	
2011	31. Aug. 11	Sanitätsbetrieb	6,0				
	14. Sep. 11	eco center	19,0	2,2		12,5	
	6. Jun. 11	eco center	19,0			12,3	
2010	8. Jul. 10	Sanitätsbetrieb	19,0				
	4. Mai. 10	Sanitätsbetrieb	22,0	2,0	15,0		
	29. Sep. 10	eco center	18,0	2,9		11,3	
	7. Jun. 10	eco center	15,0			12,2	
2009	6. Aug. 09	Sanitätsbetrieb	19,0	3,0			
	13. Jun. 09	eco research	18,0	3,3		13,8	
2008	4. Sep. 08	Sanitätsbetrieb	19,0	3,0			
2007	12. Sep. 07	Sanitätsbetrieb	14,0				
	3. Apr. 07	Sanitätsbetrieb	20,0	4,0			
	2. Mai. 07	Sanitätsbetrieb	23,0				

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019

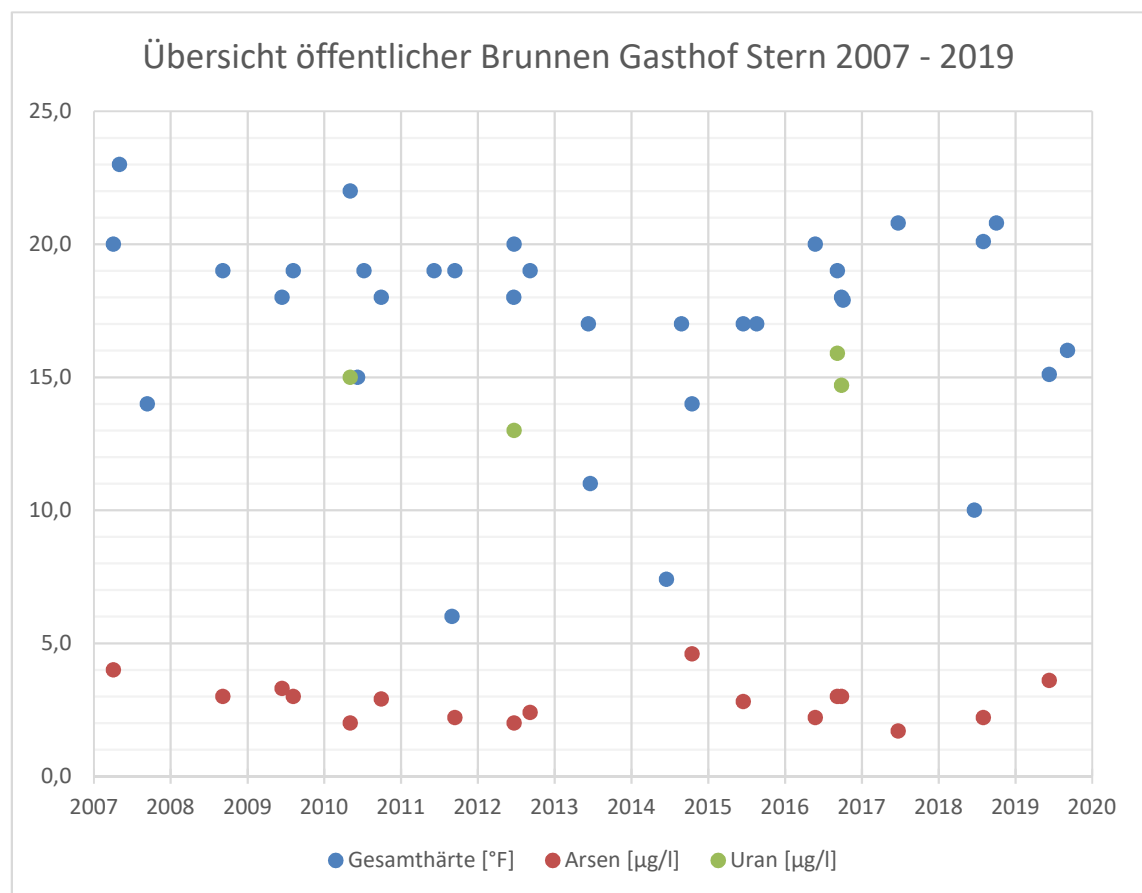
Mittelwert	17,15	°F
Maximum	23,00	°F
Minimum	6,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019

Mittelwert	2,82	µg/l
Maximum	4,60	µg/l
Minimum	1,70	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019

Mittelwert	14,65	µg/l
Maximum	15,90	µg/l
Minimum	13,00	µg/l



Anhang 3

Datenreihe Wasserproben aus Trinkwasserleitung

Öffentlicher Brunnen Agums							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	23. Okt. 19	eco center	18,9			13,0	
	5. Sep. 19	eco center	18,8			17,7	
	20. Jun. 19	Sanitätsbetrieb	16,0				
	11. Jun. 19	eco center	13,6	4,5		18,4	
	13. Mai. 19	Sanitätsbetrieb	18,0				
	19. Mrz. 19	eco center	20,2			6,9	
	13. Feb. 19	Sanitätsbetrieb	20,0	0,0	17,0		
	7. Jan. 19	Sanitätsbetrieb	17,0				
2018	3. Okt. 18	eco center	21,2			14,6	
	1. Aug. 18	eco center	19,5	3,1		18,4	
	16. Mai. 18	Sanitätsbetrieb	18,0				
	4. Apr. 18	Sanitätsbetrieb	24,0	4,0	18,3		
	16. Mrz. 18	eco center	18,3			12,9	
	5. Mrz. 18	Sanitätsbetrieb	22,0				
2017	23. Okt. 17	eco center	17,1			11,1	
	22. Jun. 17	eco center	23,2	3,6		16,1	
	24. Apr. 17	eco center	21,7			11,1	
	18. Apr. 17	Sanitätsbetrieb	20,0				
	15. Feb. 17	Sanitätsbetrieb	20,0	4,0	15,6		
2016	17. Nov. 16	Sanitätsbetrieb	16,0				
	3. Nov. 16	eco center	18,6			11,0	
	3. Okt. 16	eco center	16,6			14,6	
	26. Sep. 16	Sanitätsbetrieb	15,0	5,0	13,7		
	4. Aug. 16	eco center	17,3			17,0	
	7. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	14,0	4,0	10,4		
	24. Mai. 16	eco center	19,4	4,0		12,1	
	1. Mrz. 16	Sanitätsbetrieb	20,0	5,0	16,8		
	15. Feb. 16	Sanitätsbetrieb	20,0				
2015	6. Okt. 15	eco center	19,0			12,9	
	19. Aug. 15	eco center	17,0			16,4	
	16. Jun. 15	eco center	17,0	4,0		15,2	
	12. Jan. 15	Sanitätsbetrieb	16,0	6,0	14,0		
	15. Dez. 14	Sanitätsbetrieb	17,0				
2014	16. Okt. 14	eco center	18,0	5,0		12,7	
	21. Aug. 14	eco center	17,0			14,5	
	16. Jun. 14	eco center	13,0			15,1	
	5. Jun. 14	Sanitätsbetrieb	14,0				
	14. Apr. 14	Sanitätsbetrieb	20,0	5,0	15,0		
	25. Mrz. 14	eco center	20,0			8,0	
	18. Jun. 13	eco center	17,0			14,8	
2013	25. Feb. 13	eco center	21,0			4,5	
	5. Nov. 12	eco center	23,0			10,1	
2012	5. Sep. 12	eco center	22,0	3,6		16,5	
	9. Aug. 12	Sanitätsbetrieb	20,0				
	20. Jun. 12	eco center	19,0			15,0	
	2. Apr. 12	eco center	20,0			9,2	
	21. Feb. 12	eco center	21,0			2,5	

Öffentlicher Brunnen Agums							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2011	12. Dez. 11	eco center	18,0			5,9	
	7. Nov. 11	Sanitätsbetrieb	16,0				
	14. Sep. 11	eco center	20,0	2,4		16,3	
	6. Jun. 11	eco center	20,0			14,7	
	19. Apr. 11	eco center	19,0			11,1	
	29. Mrz. 11	Sanitätsbetrieb	20,0	4,0	16,0		
	2. Feb. 11	eco center	19,0			3,8	
2010	10. Nov. 10	eco center	19,0				Temperatur 0,0 °C
	29. Sep. 10	eco center	19,0	3,3		12,8	
	30. Aug. 10	eco center	19,0			15,8	
	7. Jun. 10	eco center	19,0			14,5	
	10. Mai. 10	eco center	19,0			10,9	
2009	4. Nov. 09	Sanitätsbetrieb	20,0				
	13. Jun. 09	eco research	18,0	4,6		15,3	
	18. Mrz. 09	eco research	21,0			6,8	
2008	7. Jan. 08	Sanitätsbetrieb	24,0	1,0	18,0		
2007	6. Aug. 07	Sanitätsbetrieb	24,0	2,0			
	6. Mrz. 07	Sanitätsbetrieb	25,0	2,0			
2006	6. Nov. 06	Sanitätsbetrieb	26,0	2,0	18,0		
	6. Nov. 06	Sanitätsbetrieb	26,0	2,0	18,0		
	26. Apr. 06	Sanitätsbetrieb	20,0	11,0			
	19. Jan. 06	Sanitätsbetrieb	6,0				
2005	29. Aug. 05	Sanitätsbetrieb	25,0	14,0			
	15. Mrz. 05	Sanitätsbetrieb	23,0	11,0			
	3. Jan. 05	Sanitätsbetrieb	11,0	25,0			

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019

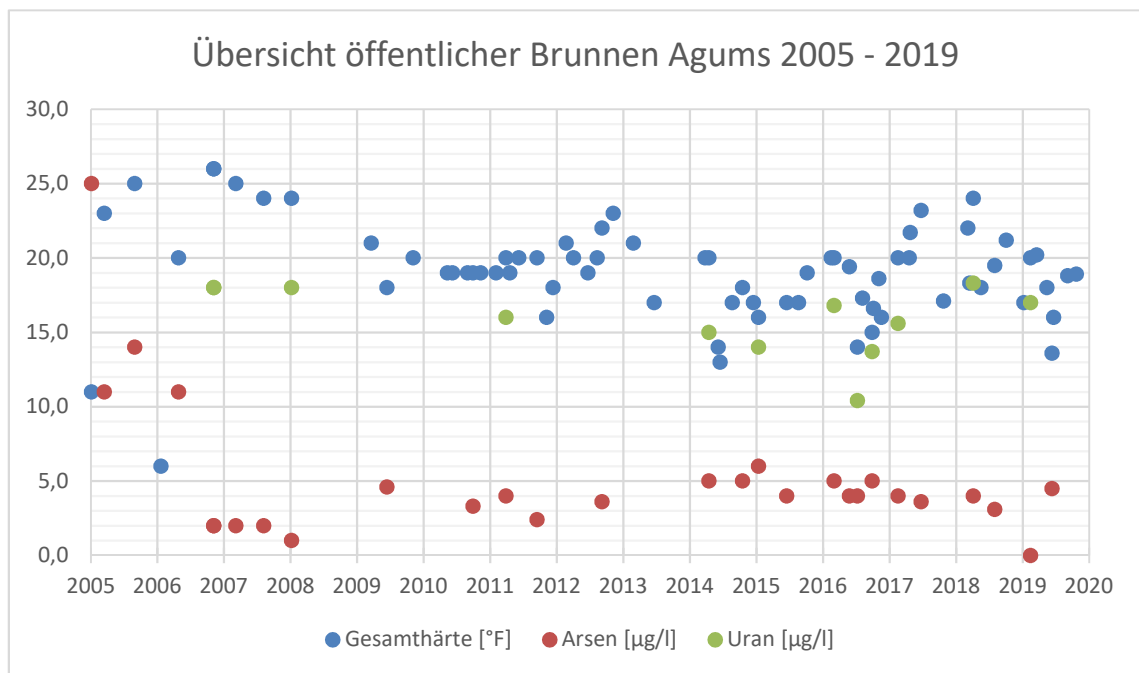
Mittelwert	18,99	°F
Maximum	25,00	°F
Minimum	13,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019

Mittelwert	3,64	µg/l
Maximum	6,00	µg/l
Minimum	0,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019

Mittelwert	15,48	µg/l
Maximum	18,30	µg/l
Minimum	10,40	µg/l



TWL Lichtenberg

Öffentlicher Brunnen Kirchweg Lichtenberg							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	23. Okt. 19	eco center	5,3			11,5	
	5. Sep. 19	eco center	5,4			16,0	
	11. Jun. 19	eco center	4,8	1,1		17,2	
	13. Mai. 19	eco center	5,0	0,0	1,4		
	19. Mrz. 19	eco center	6,3			5,4	
2018	3. Okt. 18	eco center	5,7	1,0	1,4	12,2	
	2. Jul. 18	Sanitätsbetrieb	5,0				
	1. Aug. 18	eco center	5,6	1,1		15,0	
	16. Mai. 18	Sanitätsbetrieb	4,0				
	16. Mrz. 18	eco center	4,4			10,0	
2017	5. Mrz. 18	Sanitätsbetrieb	6,0				
	23. Okt. 17	eco center	5,6			10,4	
	22. Jun. 17	eco center	5,2	0,0		13,9	
	24. Apr. 17	eco center	5,7			7,9	
	22. Mrz. 17	Sanitätsbetrieb	7,0				
2016	16. Jan. 17	Sanitätsbetrieb	6,0				
	3. Nov. 16	eco center	5,6			9,6	
	5. Okt. 16	Sanitätsbetrieb	6,0	1,0	1,4		
	3. Okt. 16	eco center	5,8			13,7	
	4. Aug. 16	eco center	5,4			15,3	
	7. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	1,0	1,0		
	24. Mai. 16	eco center	5,3	0,0		10,0	
2015	1. Mrz. 16	Sanitätsbetrieb	7,0	0,0	2,1		
	20. Mai. 15	Sanitätsbetrieb	5,0				
	6. Okt. 15	eco center	5,4			11,1	
	19. Aug. 15	eco center	5,7			14,6	
2014	16. Jun. 15	eco center	4,8	0,0		13,1	
	8. Jan. 14	Sanitätsbetrieb	6,0				
	22. Apr. 14	Sanitätsbetrieb	5,0	0,0	1,4		
	16. Okt. 14	eco center	5,5	0,0		11,7	
	21. Aug. 14	eco center	4,9			13,7	
	16. Jun. 14	eco center	4,2			12,2	
	16. Jun. 14	eco center	4,1			12,0	
	25. Mrz. 14	eco center	5,8			8,0	
2013	13. Feb. 13	Sanitätsbetrieb	7,0	2,0	3,6		
	27. Mai. 13	Sanitätsbetrieb	7,0				
	10. Jun. 13	Sanitätsbetrieb	7,0	2,0	6,7		
	18. Jun. 13	eco center	4,5			13,3	
	25. Feb. 13	eco center	6,6			3,8	
2012	19. Jan. 12	Sanitätsbetrieb	7,0				
	2. Apr. 12	Sanitätsbetrieb	7,0	2,0	6,5		
	5. Nov. 12	eco center	6,1			9,0	
	5. Sep. 12	eco center	6,3	1,4		13,5	
	20. Jun. 12	eco center	5,5			13,4	
	2. Apr. 12	eco center	7,3			7,4	
	21. Feb. 12	eco center	7,0			2,9	

Öffentlicher Brunnen Kirchweg Lichtenberg
--

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2011	12. Jan. 11	Sanitätsbetrieb	7,0				
	29. Mrz. 11	Sanitätsbetrieb	7,0	2,0	7,3		
	12. Dez. 11	eco center	7,1			5,5	
	14. Sep. 11	eco center	6,8	1,6		14,2	
	6. Jun. 11	eco center	5,9			12,6	
	19. Apr. 11	eco center	6,8			8,3	
	2. Feb. 11	eco center	6,8			3,8	
2010	25. Jan. 10	Sanitätsbetrieb	7,0				
	15. Mrz. 10	Sanitätsbetrieb	7,0	2,0	5,6		
	10. Nov. 10	eco center	6,6			0,0	<i>Temperatur 0,0 °C?</i>
	29. Sep. 10	eco center	6,6	1,8		11,4	
	30. Aug. 10	eco center	6,4			13,8	
	7. Jun. 10	eco center	5,7			11,8	
	10. Mai. 10	eco center	6,1			7,2	
2009	13. Jun. 09	eco research	5,5	1,5		13,5	
	18. Mrz. 09	eco research	6,6			5,4	
2008	21. Jul. 08	Sanitätsbetrieb	5,0				
	25. Mrz. 08	Sanitätsbetrieb	7,0				
	7. Jan. 08	Sanitätsbetrieb	7,0	1,0	5,7		
	30. Sep. 08	eco research	5,7	1,5		10,3	<i>Dorfbrunnen Lichtenberg</i>
	3. Aug. 08	eco research	5,5			14,8	<i>Dorfbrunnen Lichtenberg</i>
	28. Mai. 08	eco research	5,2			10,2	<i>Dorfbrunnen Lichtenberg</i>
	22. Jan. 08	eco research	6,9				<i>Dorfbrunnen Lichtenberg</i>
2007	6. Aug. 07	Sanitätsbetrieb	6,0	1,0	1,9		
	24. Jan. 07	Sanitätsbetrieb	6,0				
	3. Apr. 07	Sanitätsbetrieb	7,0				
2006	13. Sep. 06	Sanitätsbetrieb	6,0	1,0	1,8		
	19. Jan. 06	Sanitätsbetrieb	6,0				
2005	8. Aug. 05	Sanitätsbetrieb	6,0				
	3. Jan. 05	Sanitätsbetrieb	6,0	1,0	2,7		

Kennwerte Gesamthärte 2014 - 2019

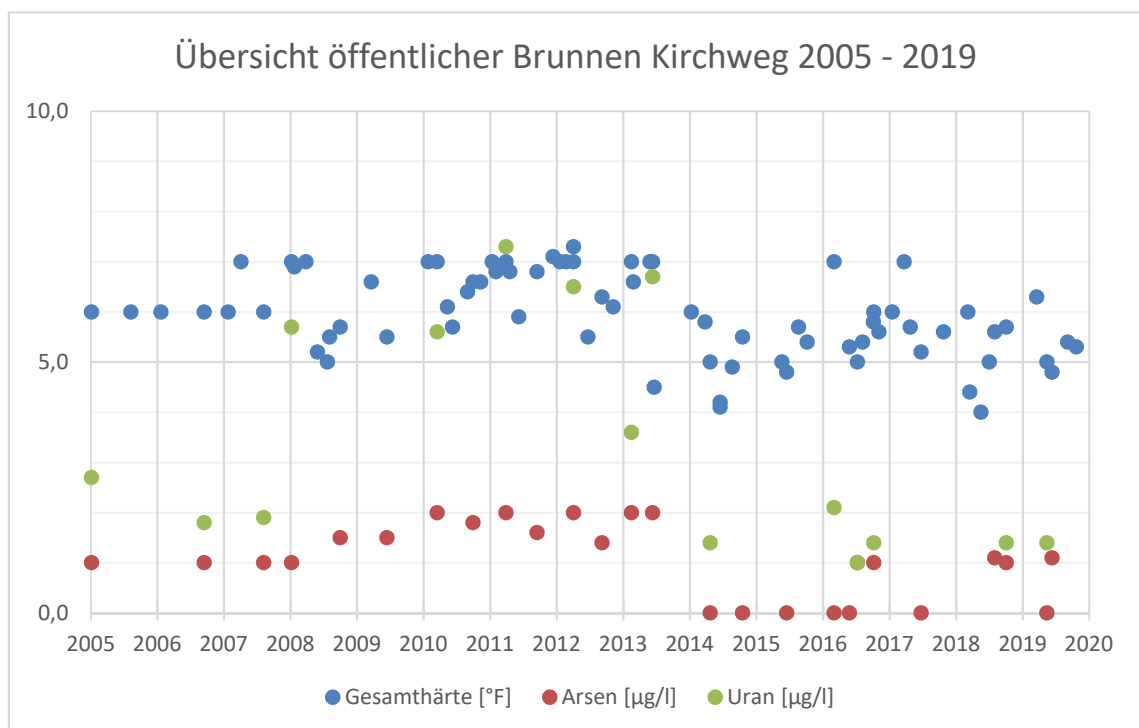
Mittelwert	5,40	°F
Maximum	7,00	°F
Minimum	4,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2014 - 2019

Mittelwert	0,43	µg/l
Maximum	1,10	µg/l
Minimum	0,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2014 - 2019

Mittelwert	1,45	µg/l
Maximum	2,10	µg/l
Minimum	1,00	µg/l



Brunnen Grösshof Lichtenbergerhöfe							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	5. Sep. 19	eco center	5,4			16,9	
	11. Jun. 19	eco center	5,0	1,1		13,9	
2018	3. Okt. 18	eco center	5,7			13,9	
	1. Aug. 18	eco center	5,5	0,0		17,0	
2017	22. Jun. 17	eco center	5,1	0,0		16,6	
2016	3. Okt. 16	eco center	5,8			12,4	
	24. Mai. 16	eco center	5,2	0,0		10,9	
2015	19. Aug. 15	eco center	5,6			14,5	
	16. Jun. 15	eco center	4,8	0,0		13,9	
2014	16. Okt. 14	eco center	5,4	0,0		12,3	
	16. Jun. 14	eco center	4,2			11,7	
2013	27. Mai. 13	Sanitätsbetrieb	5,0	0,0	1,1		
	18. Jun. 13	eco center	4,3			14,8	
2012	5. Sep. 12	eco center	5,4	0,0		15,1	
	20. Jun. 12	eco center	4,5			17,4	
2011	7. Nov. 11	Sanitätsbetrieb	7,5	0,0	1,4		
	23. Mai. 11	Sanitätsbetrieb	5,0	1,0	1,0		
	14. Sep. 11	eco center	5,4	0,0		14,6	
	6. Jun. 11	eco center	4,4			12,6	
2010	13. Dez. 10	Sanitätsbetrieb	6,0	1,0	1,5		
	29. Sep. 10	eco center	5,7	1,0		11,2	
	7. Jun. 10	eco center	4,5			13,6	
2009	9. Dez. 09	Sanitätsbetrieb	6,0	0,0	1,7		
	13. Jun. 09	eco research	4,9	0,0		15,2	
2008	3. Mrz. 08	Sanitätsbetrieb	7,0	0,0	2,2		
2007	6. Aug. 07	Sanitätsbetrieb	6,0	1,0	1,5		

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019

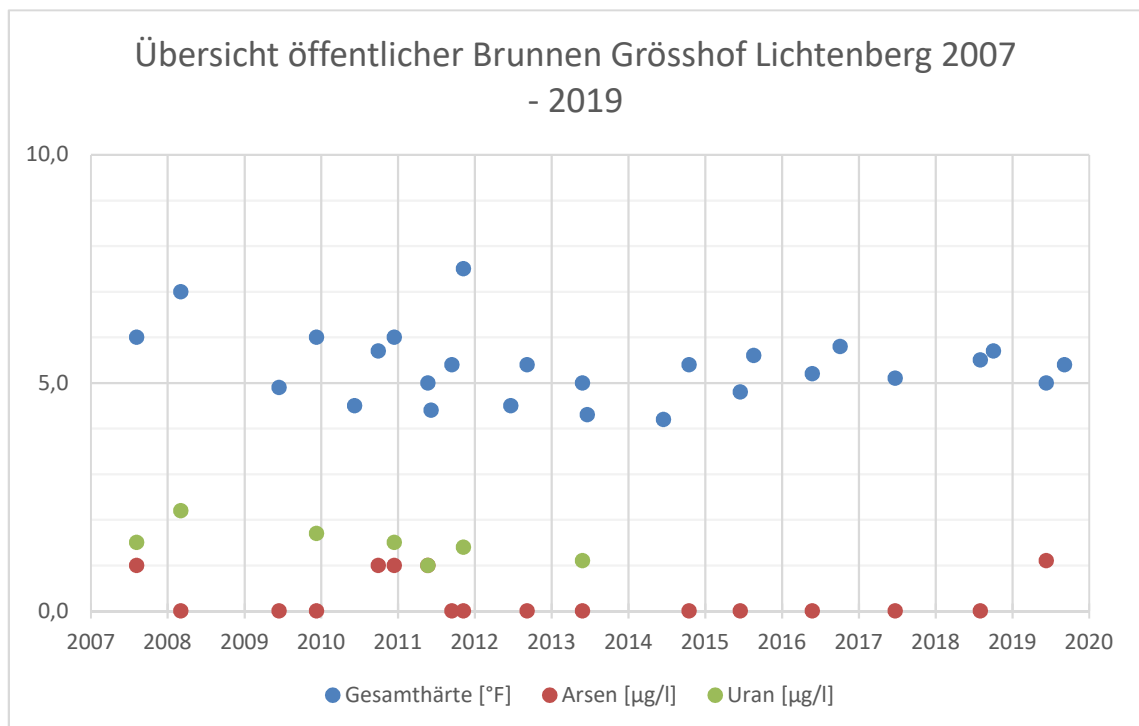
Mittelwert	5,36	°F
Maximum	7,50	°F
Minimum	4,20	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019

Mittelwert	0,30	µg/l
Maximum	1,10	µg/l
Minimum	0,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019

Mittelwert	1,49	µg/l
Maximum	2,20	µg/l
Minimum	1,00	µg/l



öffentlicher Brunnen Pinet Lichtenberg							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	23. Okt. 19	eco center	5,4			12,6	
	11. Jun. 19	eco center	4,9	1,3		16,8	
	8. Apr. 19	eco center	6,0	0,0	2,0		
2018	1. Aug. 18	eco center	5,5	1,3		17,0	
2017	23. Okt. 17	eco center	5,6			11,6	
	22. Jun. 17	eco center	5,1	0,0		15,3	
2016	3. Nov. 16	eco center	6,0			10,7	
	24. Mai. 16	eco center	5,1	0,0		10,5	
2015	8. Apr. 15	Sanitätsbetrieb	7,0	0,0	1,8		
	6. Okt. 15	eco center	5,5			12,0	
	19. Aug. 15	eco center	5,8			16,8	
	16. Jun. 15	eco center	4,8	1,2		13,6	
2014	22. Apr. 14	Sanitätsbetrieb	6,0	0,0	1,5		
	16. Okt. 14	eco center	5,5	0,0		12,5	Eisen zu hoch!
2013	4. Apr. 13	Sanitätsbetrieb	18,0				
	10. Jun. 13	Sanitätsbetrieb	17,0	10,0	37,0		
	24. Okt. 12	Sanitätsbetrieb	19,0	9,0	36,0		Speicher Pinet uscita
2012	2. Apr. 12	Sanitätsbetrieb	19,0	9,0	49,0		Zink extrem hoch 257 µg/l
	24. Okt. 12	Sanitätsbetrieb	19,0	9,0	36,0		Speicher Pinet uscita
2011	27.04.2011	Sanitätsbetrieb	19,0	11,0	51,0		
	27. Apr. 11	Sanitätsbetrieb	19,0				Reservoir Pinet Auslauf

Kennwerte Gesamthärte 2011 - 2013

Mittelwert	18,57	°F
Maximum	19,00	°F
Minimum	17,00	°F

Kennwerte Gesamthärte 2014 - 2019

Mittelwert	5,59	°F
Maximum	7,00	°F
Minimum	4,80	°F

Kennwerte Arsengehalt 2011 - 2013

Mittelwert	9,60	µg/l
Maximum	11,00	µg/l
Minimum	9,00	µg/l

Kennwerte Arsengehalt 2014 - 2019

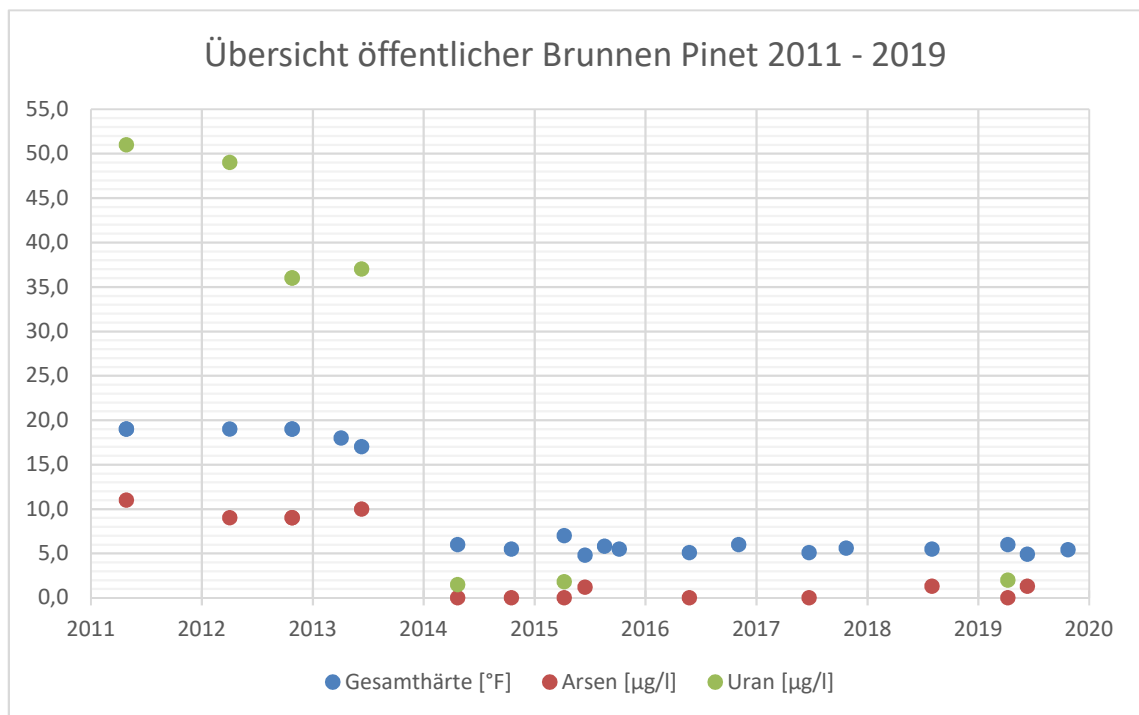
Mittelwert	0,42	µg/l
Maximum	1,30	µg/l
Minimum	0,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2011 - 2013

Mittelwert	41,80	µg/l
Maximum	51,00	µg/l
Minimum	36,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2014 - 2019

Mittelwert	1,77	µg/l
Maximum	2,00	µg/l
Minimum	1,50	µg/l



Anhang 4

Datenreihe Wasserproben aus Quellen

TWL Prad

Verklairquelle 1							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	5. Sep. 19	eco center	2,7			5,8	Verklairquelle 1+2+3
	11. Jun. 19	eco center	2,9	7,6		6,0	
2018	3. Okt. 18	eco center	2,6			5,0	Verklairquelle 1+2+3
	1. Aug. 18	eco center	2,7	7,1		5,8	
2016	3. Okt. 16	eco center	2,9			4,7	Verklairquelle 1+2+3
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	3,0	8,0	0,0		
2015	19. Aug. 15	eco center	2,8			4,9	
	16. Jun. 15	eco center	3,1	8,0		4,9	Verklairquelle 1+2+3
2014	16. Jun. 14	eco center	3,3			4,7	
2013	18. Jun. 13	eco center	2,8			7,8	Verklairquelle +2+3
2012	5. Sep. 12	eco center	2,7	8,6		6,8	
	20. Jun. 12	eco center	2,6			6,7	
2011	14. Sep. 11	eco center	2,6	8,0		5,4	
	6. Jun. 11	eco center	2,6			5,9	
2010	29. Sep. 10	eco center	3,0	8,0		5,2	
	7. Jun. 10	eco center	2,6			6,4	
2009	13. Jun. 09	eco research	3,2	8,1		5,6	
2007	25. Sep. 07	Sanitätsbetrieb	3,0	8,0			Sammelbecken Thial-Einlauf Voklairquellen

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019

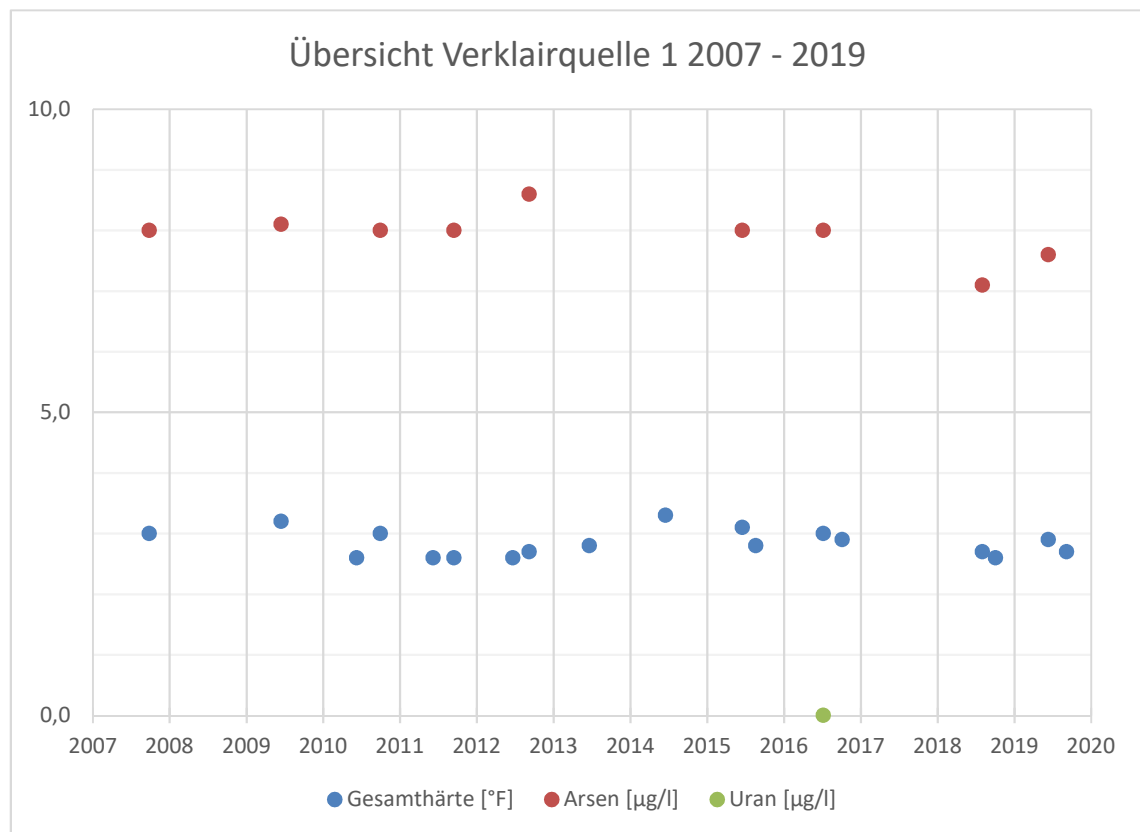
Mittelwert	2,84	°F
Maximum	3,30	°F
Minimum	2,60	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019

Mittelwert	7,93	µg/l
Maximum	8,60	µg/l
Minimum	7,10	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019

Mittelwert	0,00	µg/l
Maximum	0,00	µg/l
Minimum	0,00	µg/l



Verklairquelle 2

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2017	22. Jun. 17	eco center	2,8	7,3		5,5	
2016	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	3,0	9,0	0,0		
	24. Mai. 16	eco center	2,9	7,5		4,4	
2014	16. Okt. 14	eco center	2,8	8,0		6,8	
2012	5. Sep. 12	eco center	2,5	8,9		5,9	
	20. Jun. 12	eco center	2,5			5,9	
2011	14. Sep. 11	eco center	2,6	8,0		5,0	
	6. Jun. 11	eco center	2,5			4,6	
2010	29. Sep. 10	eco center	2,8	8,1		4,7	
	7. Jun. 10	eco center	2,5			5,5	
2009	13. Jun. 09	eco research	3,0	9,5		4,9	

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2017

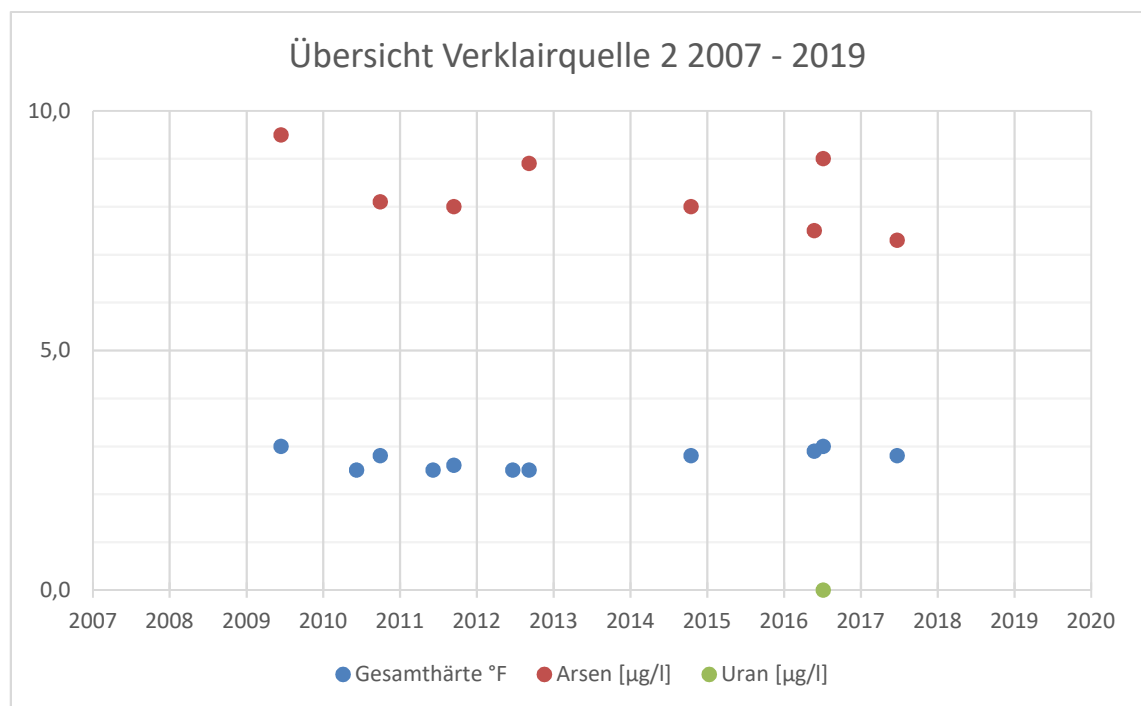
Mittelwert	2,72	°F
Maximum	3,00	°F
Minimum	2,50	°F

Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2017

Mittelwert	8,29	µg/l
Maximum	9,50	µg/l
Minimum	7,30	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2009 - 2017

Mittelwert	0,00	µg/l
Maximum	0,00	µg/l
Minimum	0,00	µg/l

**Verklairquelle 3**

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2012	5. Sep. 12	eco center	2,5	7,9		5,7	
	20. Jun. 12	eco center	2,6			6,1	
2011	14. Sep. 11	eco center	2,7	2,1		5,1	
	6. Jun. 11	eco center	2,5			4,5	
2010	29. Sep. 10	eco center	2,9	8,2		4,7	
	7. Jun. 10	eco center	2,6			5,3	
2009	13. Jun. 09	eco research	2,9	8,9		4,8	Entnahmeort fehlt

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2012

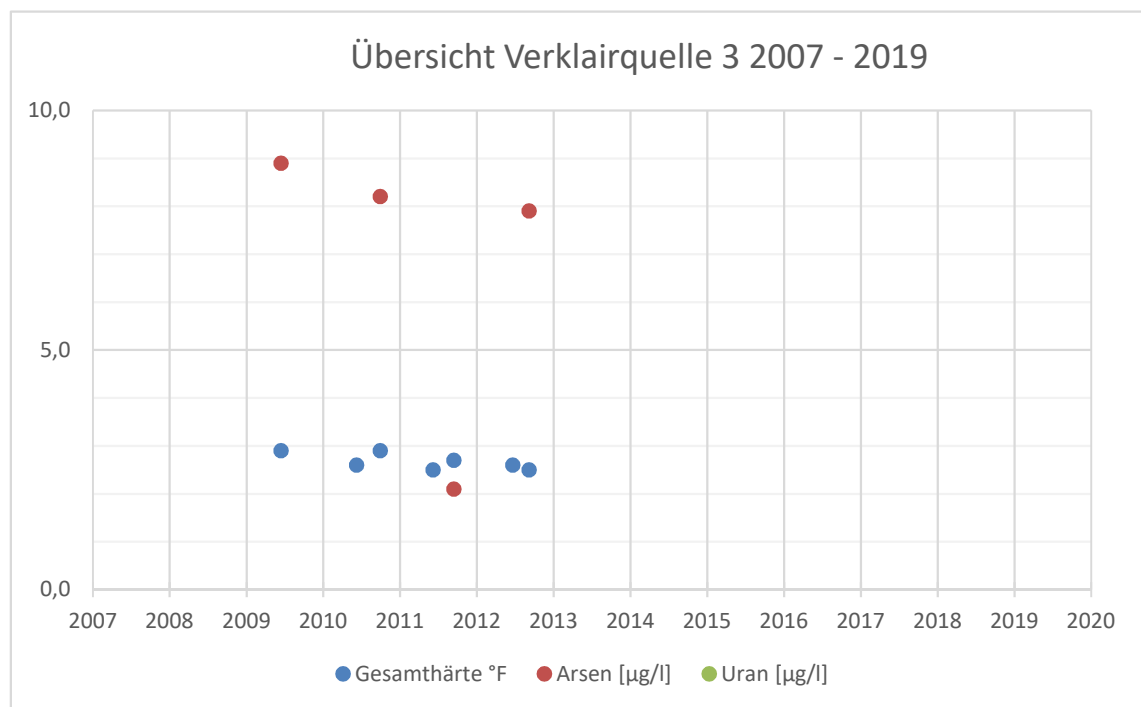
Mittelwert	2,67	°F
Maximum	2,90	°F
Minimum	2,50	°F

Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2012

Mittelwert	6,78	µg/l
Maximum	8,90	µg/l
Minimum	2,10	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2009 - 2012

Mittelwert	/	µg/l
Maximum	/	µg/l
Minimum	/	µg/l



Thialquelle 1							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	05. Sep 19	eco center	12,1			7,8	
	11. Jun 19	eco center	12,2	5,8		7,6	
2018	03. Okt 18	eco center	11,7			7,4	
	01. Aug 18	eco center	11,7	7,1		8,2	
2017	22. Jun 17	eco center	11,4	7,2		7,4	
2016	03. Okt 16	eco center	11,6			7,4	
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	12,0	6,0	4,3		
	24. Mai. 16	eco center	11,4	7,4		7,9	
2015	19. Aug. 15	eco center	11,0			7,2	
	16. Jun. 15	eco center	12,0	6,7		6,9	
2014	16. Okt. 14	eco center	12,0	5,5		8,4	
	16. Jun. 14	eco center	12,0			7,0	
2013	18. Jun. 13	eco center	12,0			9,8	
2012	5. Sep. 12	eco center	12,0	6,1		9,8	
	20. Jun. 12	eco center	12,0			9,6	
2011	14. Sep. 11	eco center	12,0	6,0		8,9	
	6. Jun. 11	eco center	12,0			7,1	
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb		7,0	3,3		<i>In Protokoll: Untere Thialquelle</i>
	29. Sep. 10	eco center	12,0	7,4		7,4	
	7. Jun. 10	eco center	12,0			8,1	
2009	13. Jun. 09	eco research	13,0	7,7		8,3	
2007	25. Sep. 07	Sanitätsbetrieb	14,0	6,0			

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019

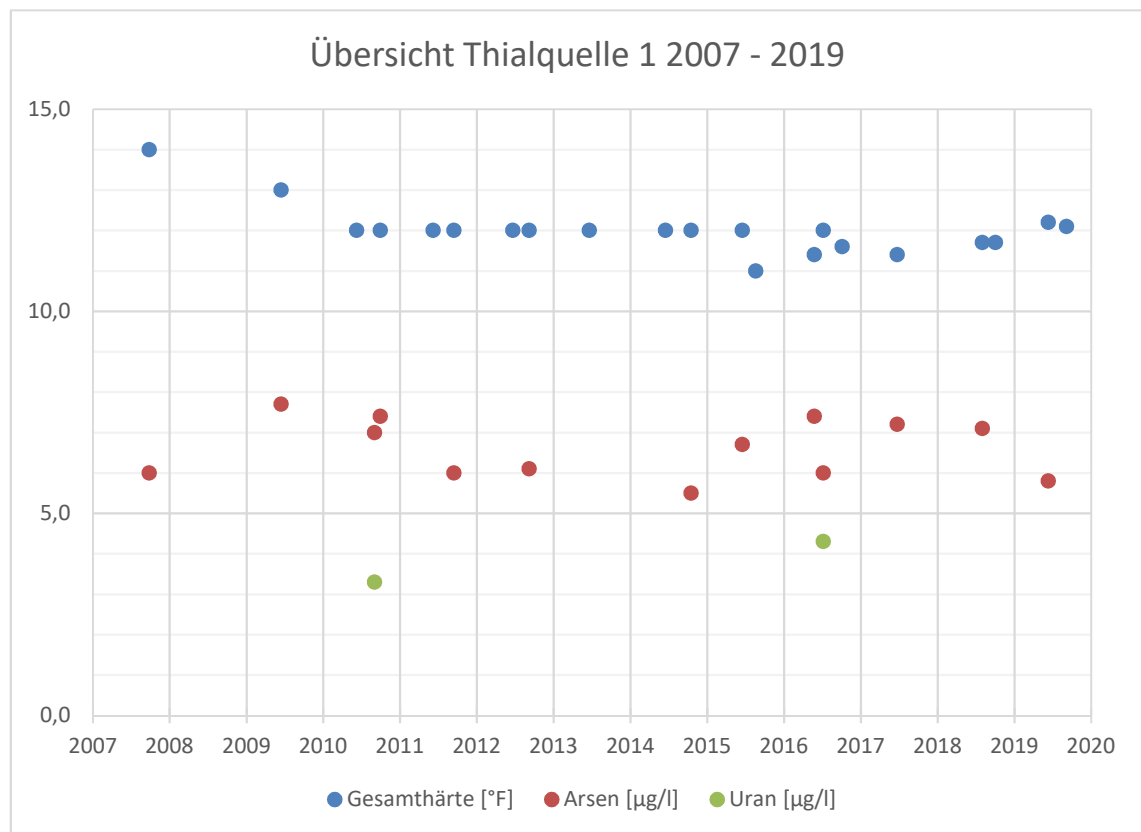
Mittelwert	12,00	°F
Maximum	14,00	°F
Minimum	11,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019

Mittelwert	6,61	µg/l
Maximum	7,70	µg/l
Minimum	5,50	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019

Mittelwert	3,80	µg/l
Maximum	4,30	µg/l
Minimum	3,30	µg/l



Thialquelle 2							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	05. Sep 19	eco center	11,9			7,7	
	11. Jun 19	eco center	12,2	7,2		7,4	
2018	03. Okt 18	eco center	12,0			7,3	
	01. Aug 18	eco center	12,1	5,3		7,2	
2017	22. Jun 17	eco center	11,4	5,7		7,2	
2016	03. Okt 16	eco center	11,6			6,9	
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	12,0	7,0	3,4		
	24. Mai. 16	eco center	11,7	6,1		6,2	
2015	19. Aug. 15	eco center	11,0			6,6	
	16. Jun. 15	eco center	12,0	5,4		6,3	
2014	16. Okt. 14	eco center	12,0	6,1		8,1	
	16. Jun. 14	eco center	12,0			6,5	
2013	18. Jun. 13	eco center	12,0			8,3	
2012	5. Sep. 12	eco center	12,0	6,6		8,4	
	20. Jun. 12	eco center	12,0			8,0	
2011	14. Sep. 11	eco center	12,0	4,8		7,2	
	6. Jun. 11	eco center	12,0			6,5	
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb		6,0	4,6		In Protokoll: Obere Thialquelle
	29. Sep. 10	eco center	13,0	5,9		7,2	
	7. Jun. 10	eco center	13,0			7,2	
2009	13. Jun. 09	eco research	13,0	6,2		6,9	
2007	25. Sep. 07	Sanitätsbetrieb	13,0	8,0			

Kennwerte Gesamthärte 2007 - 2019

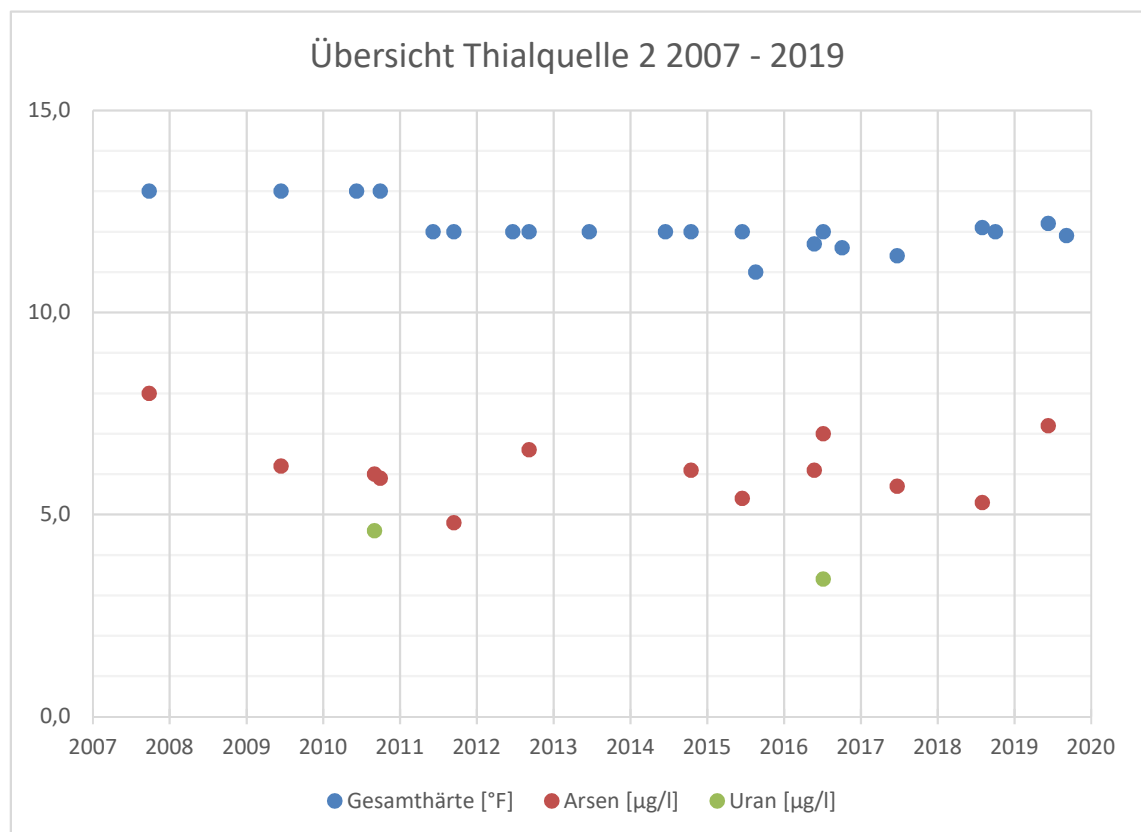
Mittelwert	12,09	°F
Maximum	13,00	°F
Minimum	11,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2007 - 2019

Mittelwert	6,18	µg/l
Maximum	8,00	µg/l
Minimum	4,80	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2007 - 2019

Mittelwert	4,00	µg/l
Maximum	4,60	µg/l
Minimum	3,40	µg/l



Tiefbrunnen Lichtenberg							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	23. Okt. 19	eco center	24,4			10,3	
	5. Sep. 19	eco center	24,8			10,7	
	11. Jun. 19	eco center	23,4	0,0		10,6	
	19. Mrz. 19	eco center	23,3			9,3	
2018	3. Okt. 18	eco center	23,5			10,2	
	1. Aug. 18	eco center	23,9	0,0		10,9	
	16. Mrz. 18	eco center	21,1			9,4	
2017	23. Okt. 17	eco center	23,0			9,7	
	22. Jun. 17	eco center	23,2	0,0		10,7	
	24. Apr. 17	eco center	23,6			9,4	
2016	3. Nov. 16	eco center	24,2			9,9	
	3. Okt. 16	eco center	24,3			10,1	
	4. Aug. 16	eco center	24,3			11,0	
	7. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	21,0	0,0	16,4		
	24. Mai. 16	eco center	23,8	0,0		9,5	
	1. Mrz. 16	Sanitätsbetrieb	25,0	0,0	20,0		
2015	6. Okt. 15	eco center	25,0			9,8	
	19. Aug. 15	eco center	25,0			9,9	
	16. Jun. 15	eco center	23,0	0,0		9,3	
2014	16. Okt. 14	eco center	25,0	0,0		10,7	
	16. Jun. 14	eco center	23,0			9,2	
	25. Mrz. 14	eco center	25,0			9,2	
2013	4. Feb. 13	Sanitätsbetrieb	25,0				
	18. Jun. 13	eco center	23,0			11,2	
	25. Feb. 13	eco center	24,0			8,2	
2012	5. Nov. 12	eco center	24,0			9,6	
	5. Sep. 12	eco center	25,0	0,0		11,5	
	20. Jun. 12	eco center	21,0			11,1	
	2. Apr. 12	eco center	23,0			8,9	
	21. Feb. 12	eco center	23,0			8,4	
2011	12. Dez. 11	eco center	24,0			9,0	
	14. Sep. 11	eco center	24,0	0,0		10,0	
	6. Jun. 11	eco center	22,0			10,2	
	19. Apr. 11	eco center	23,0			9,5	
	2. Feb. 11	eco center	23,0			8,5	
2010	10. Nov. 10	eco center	20,0			0,0	Temperatur 0,0 °C?
	29. Sep. 10	eco center	23,0	0,0		10,0	
	30. Aug. 10	eco center	23,0			10,2	
	7. Jun. 10	eco center	15,0			10,3	
	10. Mai. 10	eco center	21,0			9,6	
2009	13. Jun. 09	eco research	24,0	0,0		10,5	
2006	25. Jan. 06	Sanitätsbetrieb	25,0	0,0	19,0		
	19. Jun. 06	Sanitätsbetrieb	25,0	1,0	18,0		
	30. Aug. 06	Sanitätsbetrieb	26,0				

Kennwerte Gesamthärte 2006 - 2019

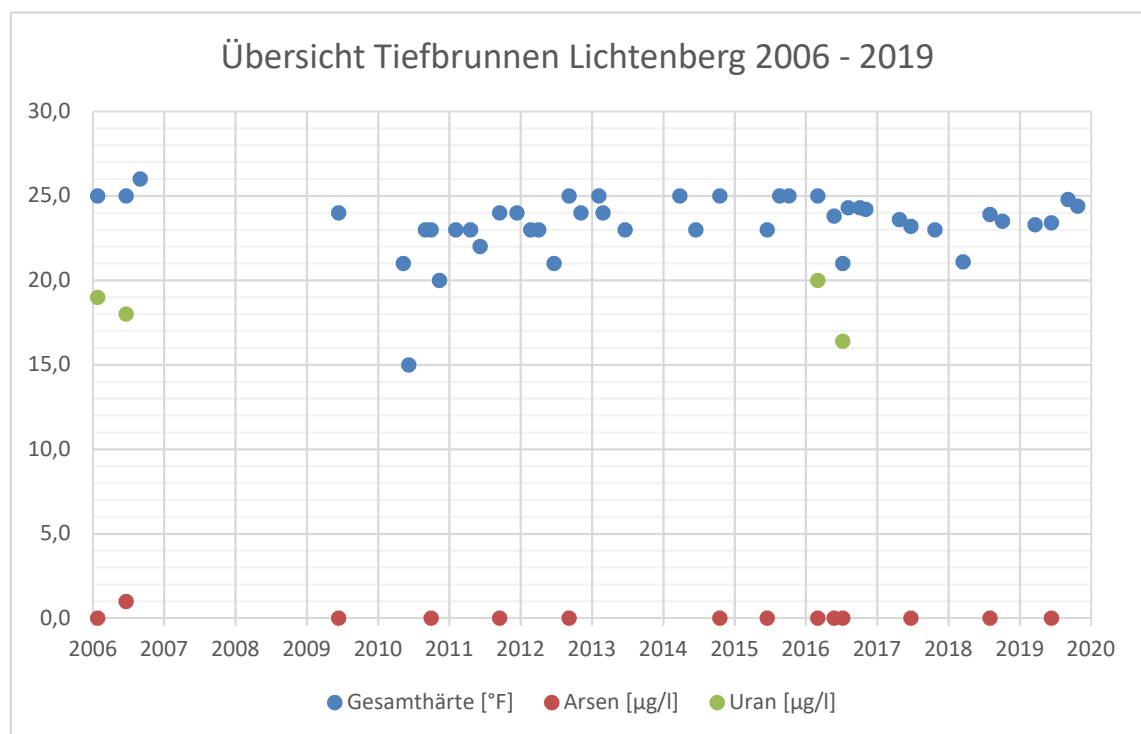
Mittelwert	23,38	°F
Maximum	26,00	°F
Minimum	15,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2006 - 2019

Mittelwert	0,07	µg/l
Maximum	1,00	µg/l
Minimum	0,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2006 - 2019

Mittelwert	18,35	µg/l
Maximum	20,00	µg/l
Minimum	16,40	µg/l



Anhang 4

Datenreihe Wasserproben aus Quellen

Schwefelquelle 1							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2018	05. Sep 19	eco center	18,5			9,3	
	11. Jun 19	eco center	18,5	11,4		9,1	
	03. Okt 18	eco center	18,1			8,8	
	01. Aug 18	eco center	18,2	10,8		9,2	
2017	22. Jun 17	eco center	18,2	11,2		9,0	
2016	03. Okt 16	eco center	18,5			8,6	
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	18,0	11,0	19,3		
	24. Mai 16	eco center	18,6	10,9		8,1	
2015	19. Aug. 15	eco center	19,0			8,1	
	16. Jun. 15	eco center	19,0	10,0		8,0	
2014	16. Okt. 14	eco center	20,0	9,5		9,1	<i>In Protokoll Schwefelquellen</i>
	16. Jun. 14	eco center	20,0			8,0	
	4. Feb. 14	Sanitätsbetrieb	18,0				<i>In Protokoll Schwefelbad gross</i>
2013	18. Jun. 13	eco center	18,0			10,3	<i>In Protokoll keine Numerierung</i>
2012	5. Sep. 12	eco center	18,0	10,2		9,3	
	20. Jun. 12	eco center	18,0			10,6	
2011	14. Sep. 11	eco center	18,0	9,7		8,6	
	6. Jun. 11	eco center	18,0			8,8	
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb	19,0	11,0	16,0		<i>In Protokoll Schwefelbad groß</i>
	29. Sep. 10	eco center	17,0	11,7		8,1	
	7. Jun. 10	eco center	18,0			8,9	
2009	13. Jun. 09	eco research	18,0	13,0		8,7	
2005	19. Okt. 05	Sanitätsbetrieb	17,0	10,0			<i>Quelle Schwefel vor Aufbereitung</i>

Kennwerte Gesamthärte 2005 - 2019

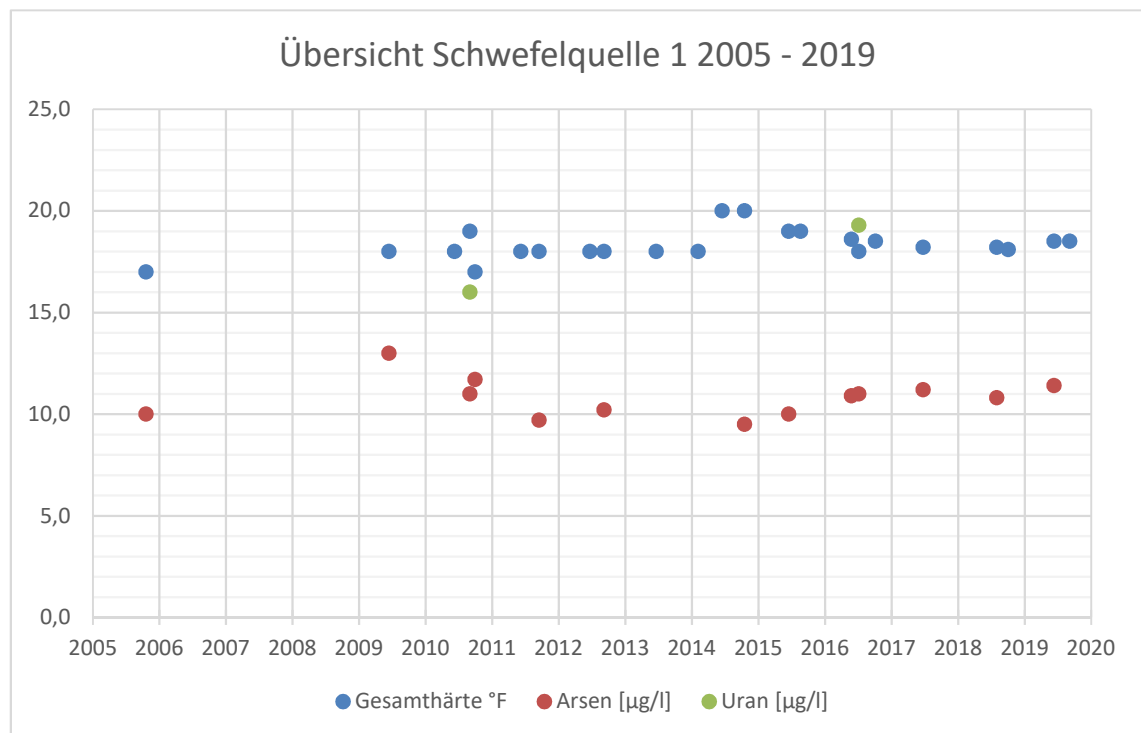
Mittelwert	18,33	°F
Maximum	20,00	°F
Minimum	17,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2005 - 2019

Mittelwert	10,80	µg/l
Maximum	13,00	µg/l
Minimum	9,50	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2005 - 2019

Mittelwert	17,65	µg/l
Maximum	19,30	µg/l
Minimum	16,00	µg/l



Schwefelquelle 2							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	05. Sep 19	eco center	18,7			9,4	
	11. Jun 19	eco center	18,6	11,1		9,5	
2018	03. Okt 18	eco center	18,3			8,9	
	01. Aug 19	eco center	18,4	10,7		9,1	
2017	22. Jun 17	eco center	18,2	11,0		8,8	
2016	03. Okt 16	eco center	18,7			8,6	
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	18,0	11,0	19,3		
	24. Mai. 16	eco center	18,6	11,9		7,8	
2015	19. Aug. 15	eco center	19,0			8,4	
	16. Jun. 15	eco center	19,0	10,2		8,0	
2014	16. Okt. 14	eco center	21,0	9,1		8,8	
	16. Jun. 14	eco center	20,0			8,2	
2013	18. Jun. 13	eco center	18,0			9,6	
2012	5. Sep. 12	eco center	18,0	11,3		9,0	
	20. Jun. 12	eco center	18,0			9,9	
2011	14. Sep. 11	eco center	18,0	10,9		8,6	
	6. Jun. 11	eco center	18,0			8,2	
2010	29. Sep. 10	eco center	18,0	10,2		8,7	
	7. Jun. 10	eco center	17,0			8,5	
2009	13. Jun. 09	eco research	18,0	13,0		8,6	

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2019

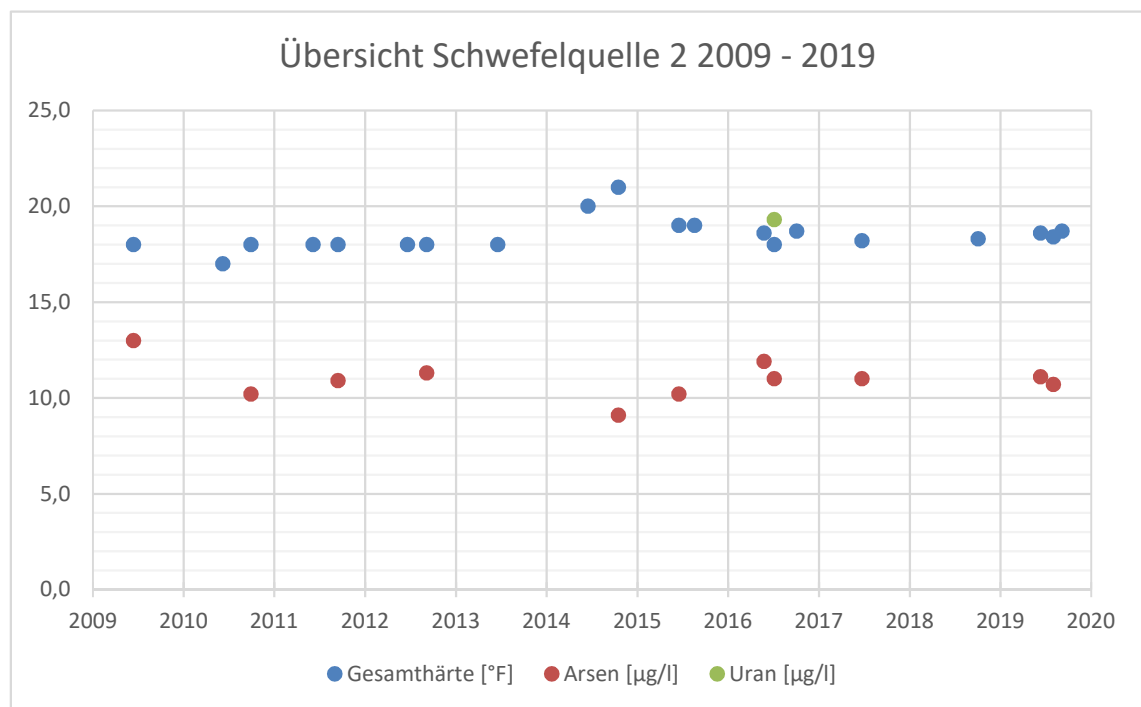
Mittelwert	18,48	°F
Maximum	21,00	°F
Minimum	17,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2019

Mittelwert	10,95	µg/l
Maximum	13,00	µg/l
Minimum	9,10	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2009 - 2019

Mittelwert	19,30	µg/l
Maximum	19,30	µg/l
Minimum	19,30	µg/l



Anhang 4

Datenreihe Wasserproben aus Quellen

Tiefbrunnen Kultur							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	23. Okt 19	eco center	23,6			10,1	
	05. Sep 19	eco center	24,1			10,1	
	11. Jun 19	eco center	24,9	8,2		10,0	
	19. Mrz 19	eco center	23,2			9,3	
2018	03. Okt 18	eco center	23,6			9,6	
	01. Aug 18	eco center	23,7	7,6		10,0	
	08. Mai 18	Sanitätsbetrieb	21,0	8,0	26,0		
	16. Mrz 18	eco center	23,8			9,4	
2017	23. Okt 17	eco center	23,3			9,3	
	08. Mai 17	Sanitätsbetrieb	23,0	7,0	28,0		
	22. Jun 17	eco center	22,7	7,6		10,2	
	24. Apr 17	eco center	22,8			9,2	
2016	08. Nov 16	Sanitätsbetrieb	22,0	9,0	27,0		
	03. Nov 16	eco center	23,1			9,6	
	03. Okt 16	eco center	23,2			9,5	
	04. Aug 16	eco center	23,8			10,3	
	24. Mai. 16	eco center	23,0	8,1		8,8	
	18. Mai. 16	Sanitätsbetrieb	23,0	8,0	28,0		
2015	6. Okt. 15	eco center	23,0			9,7	
	19. Aug. 15	eco center	23,0			9,1	
	16. Jun. 15	eco center	24,0	8,1		8,9	
	5. Mai. 15	Sanitätsbetrieb	26,0	9,0	28,0		
2014	3. Nov. 14	Sanitätsbetrieb	23,0	8,0	26,0		
	16. Jun. 14	eco center	23,0	8,4		9,8	
	13. Mai. 14	Sanitätsbetrieb	25,0	7,0	29,0		
	16. Jun. 14	eco center	24,0			9,6	
	25. Mrz. 14	eco center	26,0			8,5	
2013	4. Feb. 13	Sanitätsbetrieb	26,0				
	19. Nov. 13	Sanitätsbetrieb	26,0	9,0	28,0		
	14. Mai. 13	Sanitätsbetrieb	25,0				fehlen Seiten mit Uran/Arsen
	18. Jun. 13	eco center	24,0			10,6	
	25. Feb. 13	eco center	23,0			8,1	
2012	13. Nov. 12	Sanitätsbetrieb	27,0				fehlen Seiten mit Uran/Arsen
	5. Nov. 12	eco center	24,0			9,6	
	5. Sep. 12	eco center	24,0	8,0		10,5	
	24. Mai. 12	Sanitätsbetrieb	25,0	8,0	28,0		
	20. Jun. 12	eco center	24,0			10,4	
	2. Apr. 12	eco center	24,0			9,2	
	21. Feb. 12	eco center	24,0			8,3	
2011	19. Okt. 11	Sanitätsbetrieb	25,0	8,0	30,0		
	12. Dez. 11	eco center	24,0			8,8	
	14. Sep. 11	eco center	24,0	7,7		9,6	
	11. Mai. 11	Sanitätsbetrieb	26,0	9,0	29,0		
	6. Jun. 11	eco center	22,0			9,3	
	19. Apr. 11	eco center	24,0			9,4	
	2. Feb. 11	eco center	24,0			8,6	

Tiefbrunnen Kultur							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2010	22. Nov. 10	Sanitätsbetrieb	27,0	8,1	30,0		
	10. Nov. 10	eco center	24,0			0,0	Temperatur 0,0 °C ?
	29. Sep. 10	eco center	24,0	7,9		9,1	
	30. Aug. 10	eco center	24,0			9,6	
	25. Mai. 10	Sanitätsbetrieb	26,0	7,8	29,0		
	7. Jun. 10	eco center	24,0			9,7	
	10. Mai. 10	eco center	24,0			9,5	
2009	13. Jun. 09	eco research	25,0	8,4		9,6	
2008	13. Mai. 09	Sanitätsbetrieb	24,0	7,3	29,0		
	27. Mai. 08	Sanitätsbetrieb	24,0	9,0	27,0		
2007	26. Jul. 07	Sanitätsbetrieb	23,0	8,0			im Protokoll TB Schwimmbad?
	21. Nov. 07	Sanitätsbetrieb	27,0	8,0	28,0		
	9. Mai. 07	Sanitätsbetrieb	26,0	8,0	30,0		
2006	27. Jul. 06	Sanitätsbetrieb	24,0	9,0			im Protokoll TB Schwimmbad?
	7. Jun. 06	Sanitätsbetrieb	22,0	9,0	30,0		im Protokoll TB Schwimmbad?
	14. Nov. 06	Sanitätsbetrieb	23,0	8,0	27,0		
	15. Mai. 06	Sanitätsbetrieb	26,0	7,0	29,0		

Kennwerte Gesamthärte 2006 - 2019

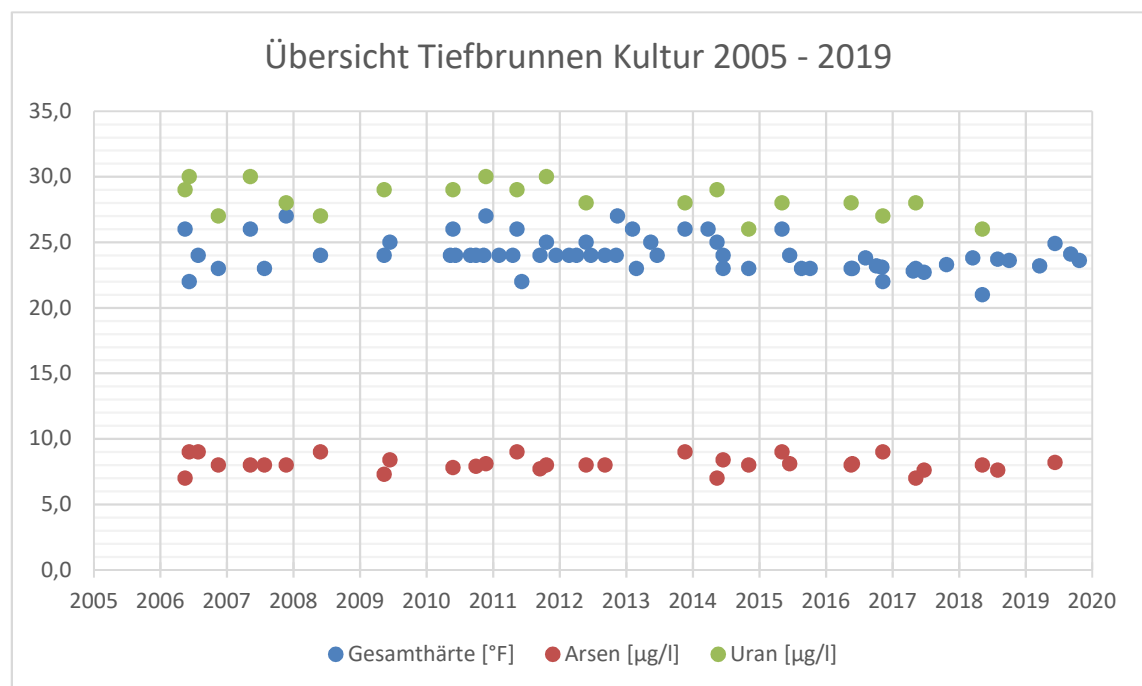
Mittelwert	24,08	°F
Maximum	27,00	°F
Minimum	21,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2006 - 2019

Mittelwert	8,10	µg/l
Maximum	9,00	µg/l
Minimum	7,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2006 - 2019

Mittelwert	28,30	µg/l
Maximum	30,00	µg/l
Minimum	26,00	µg/l



TWL Lichtenberg

Quelle Alte Alm							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	05. Sep 19	eco center	5,1			9,2	dazu Lichtenberg 1+2+3
	11. Jun 19	eco center	4,7	1,1		8,4	dazu Lichtenberg 1+2+3
2018	03. Okt 18	eco center	5,4			7,8	dazu Lichtenberg 1+2+3
	01. Aug 18	eco center	5,2	1,2		9,1	dazu Lichtenberg 1+2+3
2017	22. Jun 17	eco center	4,8	0,0		6,2	dazu Lichtenberg 1
2016	03. Okt 16	eco center	5,5			6,9	dazu Lichtenberg 1+2+3
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	1,0	1,0		unten
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	1,0	0,9		obere links
	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	1,0	0,8		obere rechts
2015	19. Aug. 15	eco center	5,5			7,9	
2014	16. Okt. 14	eco center	5,2	0,0		8,3	dazu Lichtenberg 1+2+3
	16. Jun. 14	eco center	3,7			5,5	
2013	18. Jun. 13	eco center	3,9			8,8	dazu Lichtenberg 1+2+3
2012	5. Sep. 12	eco center	4,9	0,0		6,8	dazu Lichtenberg 1
	5. Sep. 12	eco center	5,1	0,0		9,4	dazu Lichtenberg 2
	5. Sep. 12	eco center	5,2	0,0		8,7	dazu Lichtenberg 3
	20. Jun. 12	eco center	4,4			9,4	dazu Lichtenberg 1
	20. Jun. 12	eco center	4,5			8,0	dazu Lichtenberg 2
	20. Jun. 12	eco center	4,5			7,9	dazu Lichtenberg 3
2011	6. Jun. 11	eco center	4,0			6,7	dazu Lichtenberg 1
	6. Jun. 11	eco center	4,2			5,4	dazu Lichtenberg 2
	6. Jun. 11	eco center	4,4			5,0	dazu Lichtenberg 3
2010	29. Sep. 10	eco center	4,9	0,0		7,0	dazu Lichtenberg 1
	29. Sep. 10	eco center	5,1	0,0		6,7	dazu Lichtenberg 2
	29. Sep. 10	eco center	5,3	0,0		6,5	dazu Lichtenberg 3
	7. Jun. 10	eco center	3,7			6,4	dazu Lichtenberg 1
	7. Jun. 10	eco center	3,9			4,9	dazu Lichtenberg 2
	7. Jun. 10	eco center	4,2			4,5	dazu Lichtenberg 3
2009	13. Jun. 09	eco research	4,5	1,3		7,8	Alte Alm 1
	13. Jun. 09	eco research	4,6	1,2		7,5	Alte Alm 2
	13. Jun. 09	eco research	4,7	1,2		7,4	Alte Alm 3

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2019

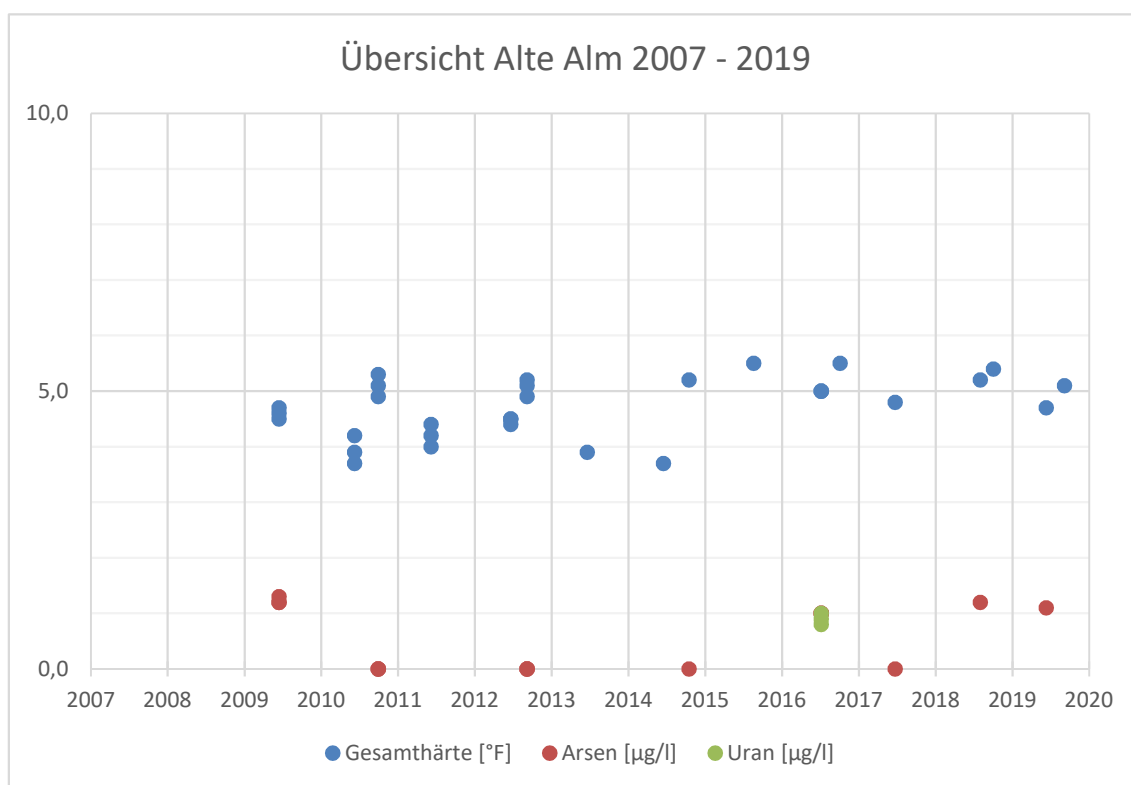
Mittelwert	4,71 °F
Maximum	5,50 °F
Minimum	3,70 °F

Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2019

Mittelwert	0,56 µg/l
Maximum	1,30 µg/l
Minimum	0,00 µg/l

Kennwerte Urangehalt 2009 - 2019

Mittelwert	0,90	µg/l
Maximum	1,00	µg/l
Minimum	0,80	µg/l



Quelle Planta Plus							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	05. Sep 19	eco center	5,6			8,8	
	11. Jun 19	eco center	7,1	0,0		7,9	
2018	03. Okt 18	eco center	5,9			7,6	
	01. Aug 18	eco center	8,1	0,0		7,8	
2017	22. Jun 17	eco center	7,2	0,0		7,2	
2016	03. Okt 16	eco center	8,0			6,5	
	7. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	7,0	0,0	1,8		
2015	19. Aug. 15	eco center	8,1			6,3	
	16. Jun. 15	eco center	4,8	1,2		7,4	Lichtenberg 1+2+3 + Plantaplus
2014	16. Okt. 14	eco center	7,7	0,0		7,2	
	16. Jun. 14	eco center	6,4			7,0	
2013	18. Jun. 13	eco center	6,8			9,5	
2012	5. Sep. 12	eco center	8,5	0,0		8,6	
	20. Jun. 12	eco center	7,2			9,7	
2011	6. Jun. 11	eco center	7,2			6,7	
2010	29. Sep. 10	eco center	7,8	0,0		6,2	
	7. Jun. 10	eco center	5,7			7,8	
2009	13. Jun. 09	eco research	7,5	0,0		8,6	

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2019

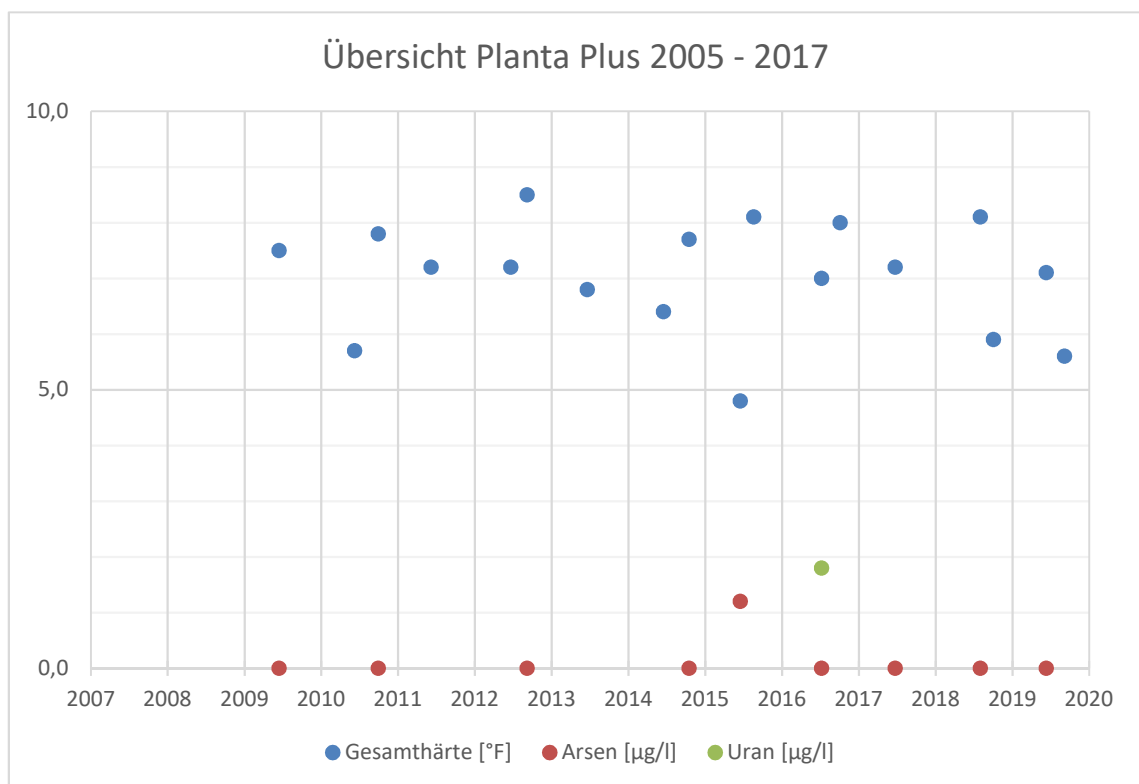
Mittelwert	7,03	°F
Maximum	8,50	°F
Minimum	4,80	°F

Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2019

Mittelwert	0,13	µg/l
Maximum	1,20	µg/l
Minimum	0,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2009 - 2019

Mittelwert	1,80	µg/l
Maximum	1,80	µg/l
Minimum	1,80	µg/l



Nicht eingeleitet

Quelle Untervellnair 1

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	121,0	1,3		
2011	22. Nov. 11	Sanitätsbetrieb		119,0	1,8		
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb		120,0	1,4		

Kennwerte Gesamthärte 2010 - 2016

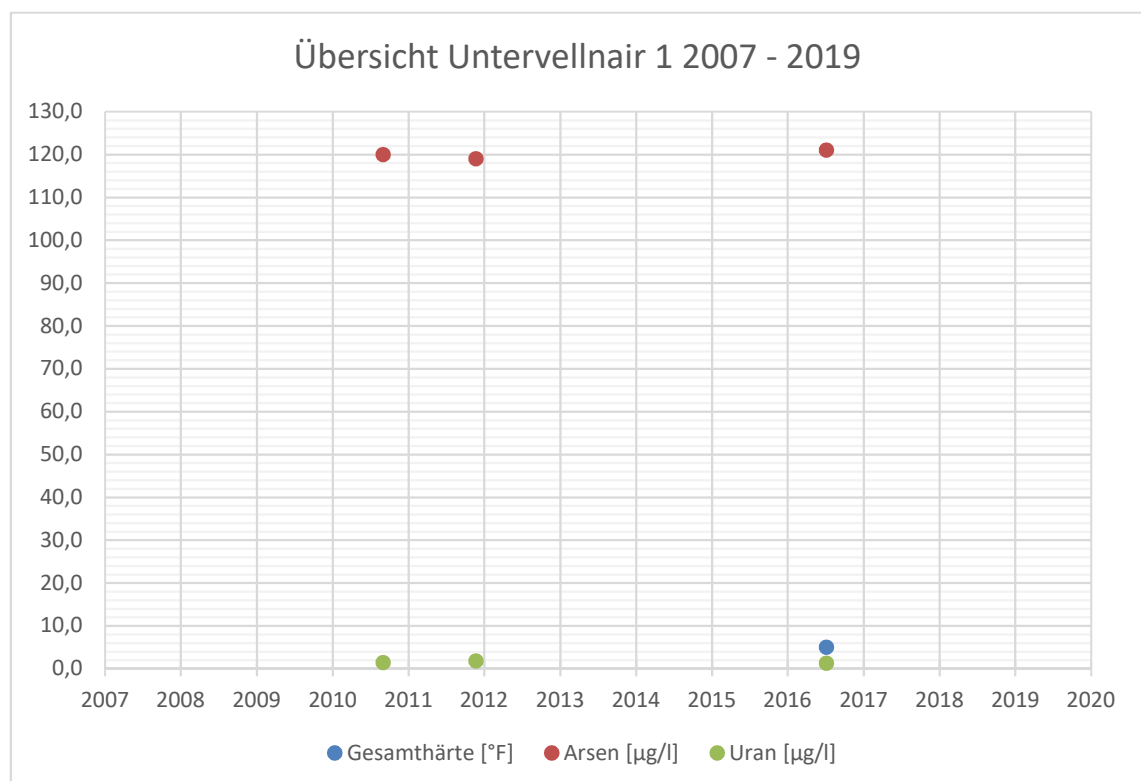
Mittelwert	5,00	°F
Maximum	5,00	°F
Minimum	5,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2010 - 2016

Mittelwert	120,00	µg/l
Maximum	121,00	µg/l
Minimum	119,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2010 - 2016

Mittelwert	1,50	µg/l
Maximum	1,80	µg/l
Minimum	1,30	µg/l



Quelle Untervellnair 2

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	120,0	1,4		
2011	22. Nov. 11	Sanitätsbetrieb		122,0	1,4		
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb		117,0	1,3		

Kennwerte Gesamthärte 2010 - 2016

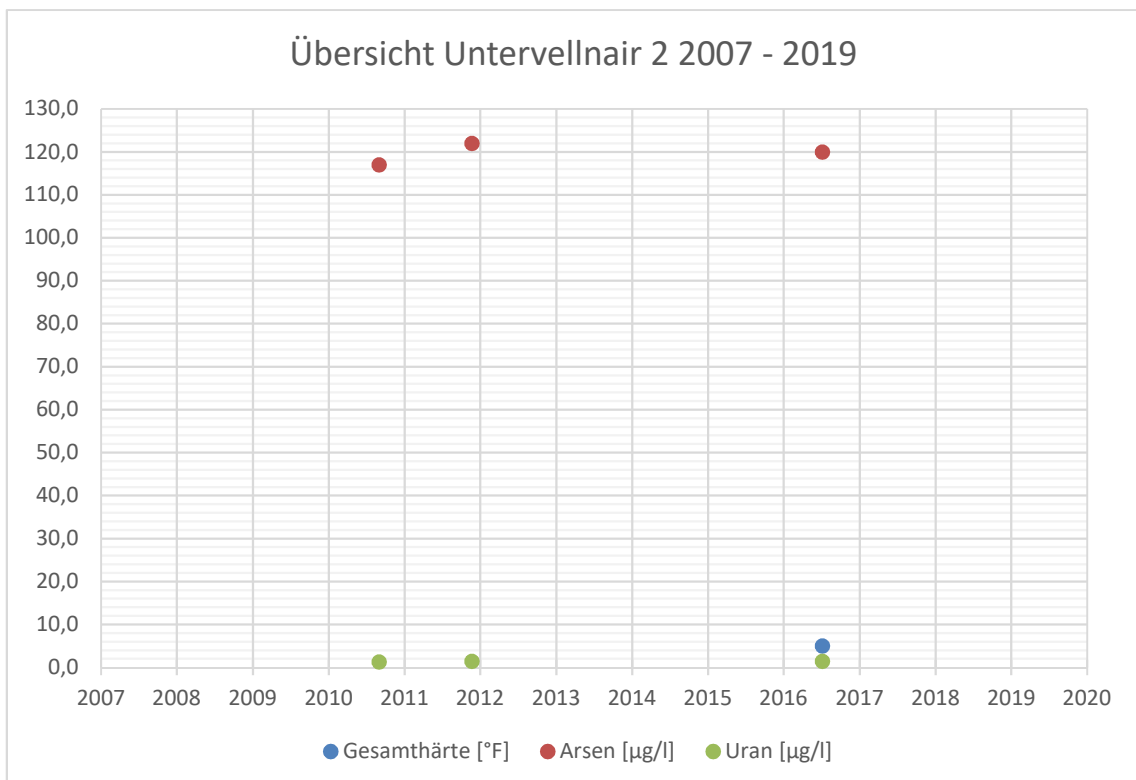
Mittelwert	5,00 °F
Maximum	5,00 °F
Minimum	5,00 °F

Kennwerte Arsengehalt 2010 - 2016

Mittelwert	119,67 µg/l
Maximum	122,00 µg/l
Minimum	117,00 µg/l

Kennwerte Urangehalt 2010 - 2016

Mittelwert	1,37 µg/l
Maximum	1,40 µg/l
Minimum	1,30 µg/l



Quelle Untervellnair 3

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	122,0	1,3		
2011	22. Nov. 11	Sanitätsbetrieb		120,0	1,2		
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb		119,0	1,1		

Kennwerte Gesamthärte 2010 - 2016

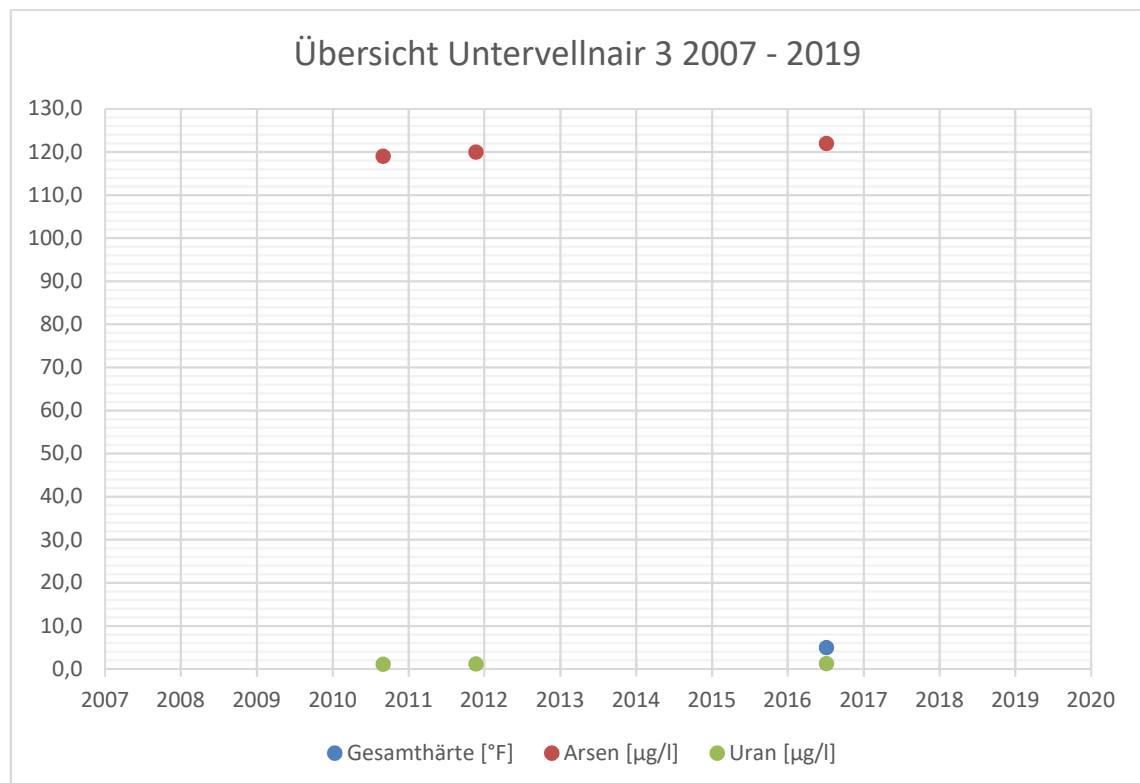
Mittelwert	5,00	°F
Maximum	5,00	°F
Minimum	5,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2010 - 2016

Mittelwert	120,33	µg/l
Maximum	122,00	µg/l
Minimum	119,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2010 - 2016

Mittelwert	1,20	µg/l
Maximum	1,30	µg/l
Minimum	1,10	µg/l



Quelle Untervellnair 4

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	5,0	132,0	1,1		
2011	22. Nov. 11	Sanitätsbetrieb		136,0	1,0		
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb		128,0	0,9		

Kennwerte Gesamthärte 2010 - 2016

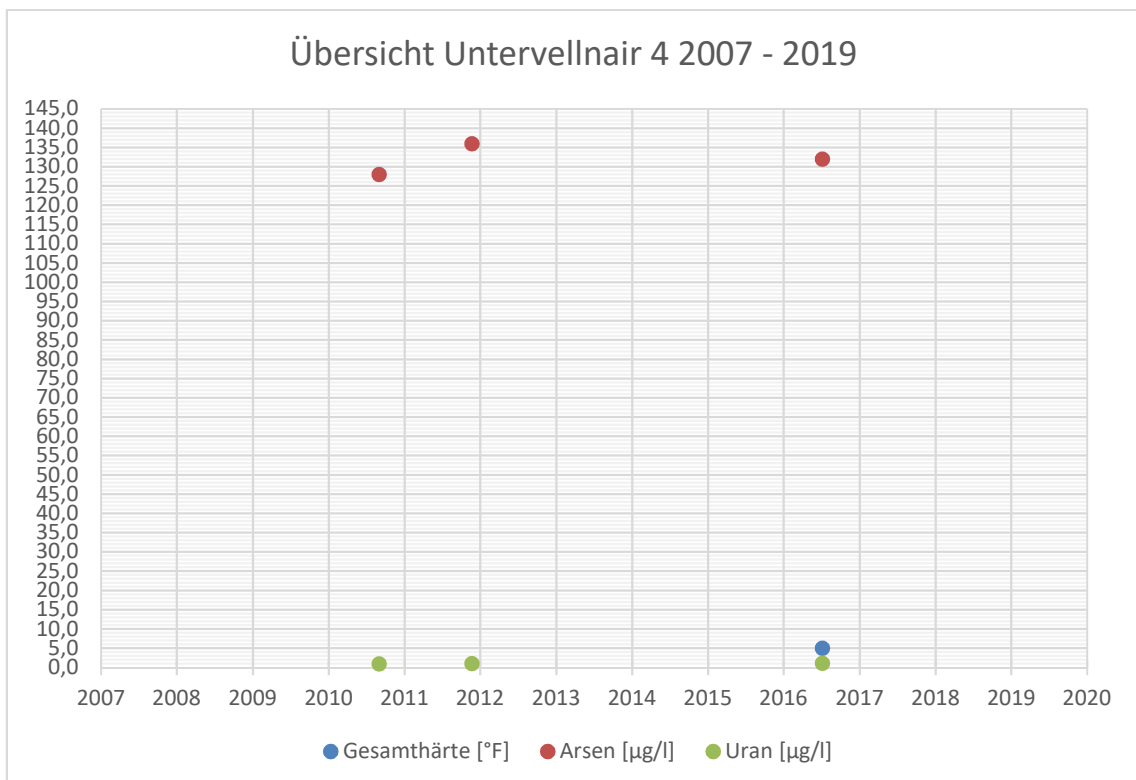
Mittelwert	5,00 °F
Maximum	5,00 °F
Minimum	5,00 °F

Kennwerte Arsengehalt 2010 - 2016

Mittelwert	132,00 µg/l
Maximum	136,00 µg/l
Minimum	128,00 µg/l

Kennwerte Urangehalt 2010 - 2016

Mittelwert	1,00 µg/l
Maximum	1,10 µg/l
Minimum	0,90 µg/l



Quelle Deutschbach

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	5. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	6,0	493,0	13,4		
2010	1. Sep. 10	Sanitätsbetrieb		518,0	12,0		

Kennwerte Gesamthärte 2010 - 2016

Mittelwert	6,00	°F
Maximum	6,00	°F
Minimum	6,00	°F

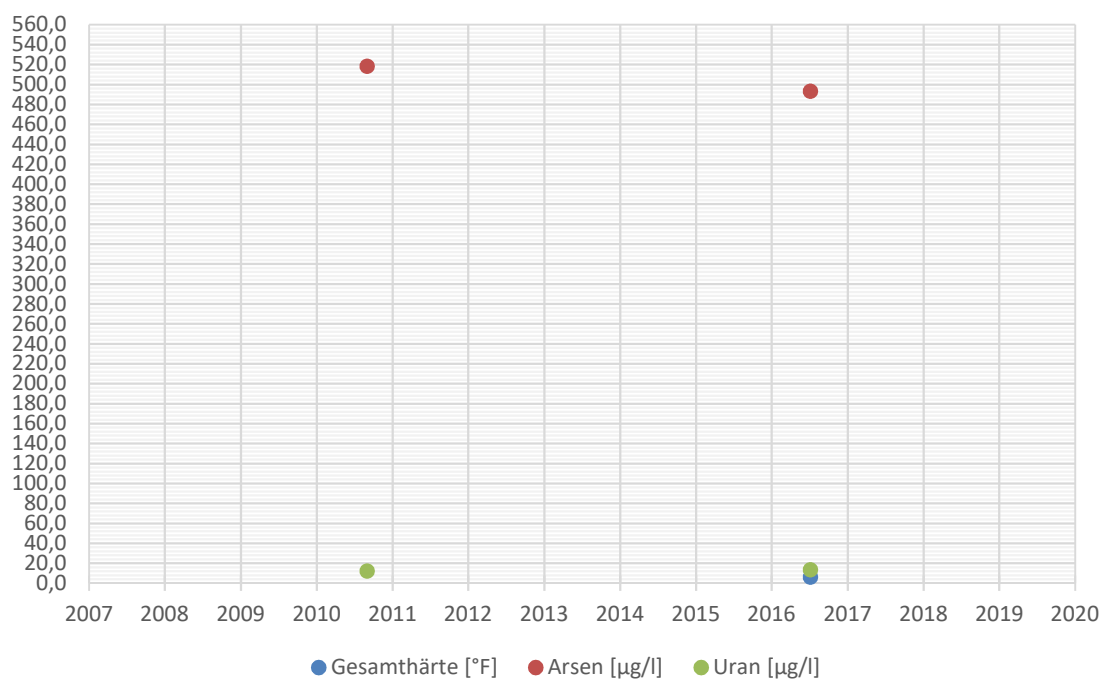
Kennwerte Arsengehalt 2010 - 2016

Mittelwert	505,50	µg/l
Maximum	518,00	µg/l
Minimum	493,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2010 - 2016

Mittelwert	12,70	µg/l
Maximum	13,40	µg/l
Minimum	12,00	µg/l

Übersicht Deutschbach 2007 - 2019



Quelle Scharthölle Lichtenberg

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	7. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	17,0	3,0	1,6		
2012	24. Okt. 12	Sanitätsbetrieb	20,0	3,0	2,3		

Kennwerte Gesamthärte 2012 - 2016

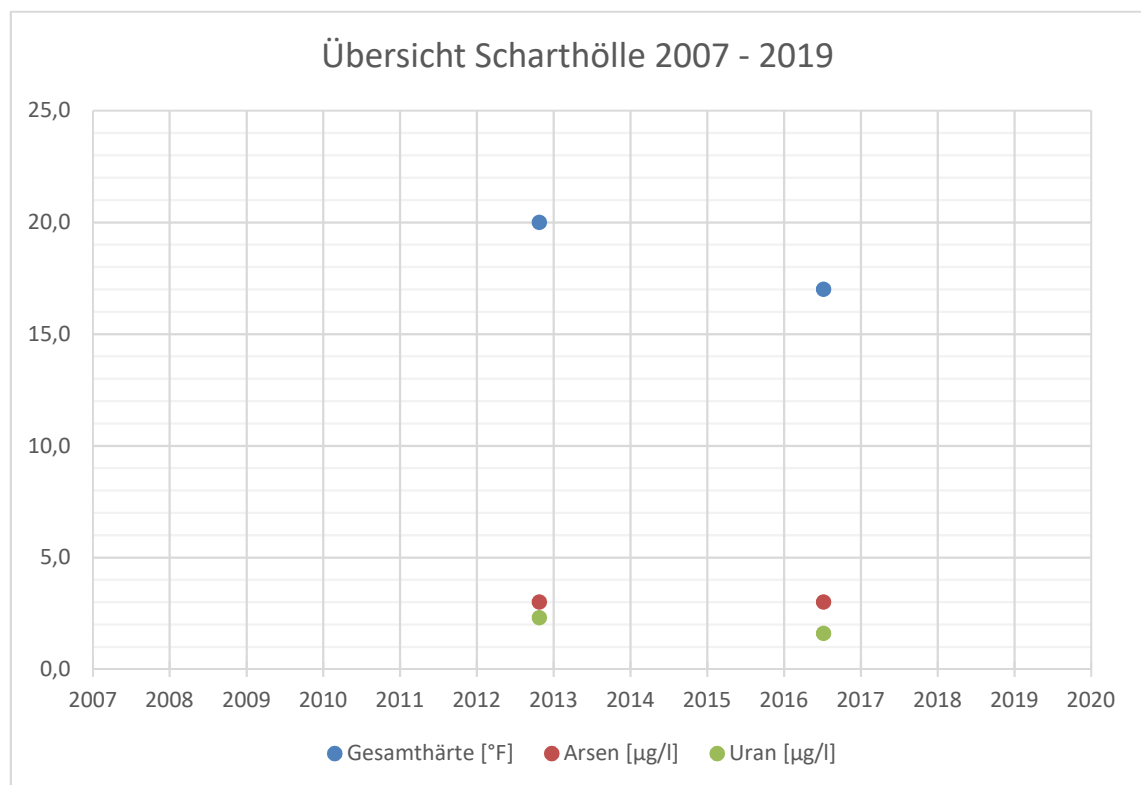
Mittelwert	18,50	°F
Maximum	20,00	°F
Minimum	17,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2012 - 2016

Mittelwert	3,00	µg/l
Maximum	3,00	µg/l
Minimum	3,00	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2012 - 2016

Mittelwert	1,95	µg/l
Maximum	2,30	µg/l
Minimum	1,60	µg/l



Anhang 4

Datenreihe Wasserproben aus Quellen

Quelle Platzwiese

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2017	15. Feb. 17	Sanitätsbetrieb	19,0	3,0	4,1		

Zirmquelle

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2018	29. Aug. 18	Sanitätsbetrieb	7,0	25,0	12,3		linker Austritt
2018	29. Aug. 18	Sanitätsbetrieb	7,0	25,0	12,5		rechter Austritt

Quelle Stofflin Lichtenberg

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2019	5. Sep. 19	eco center	9,4			7,4	
	11. Jun. 19	eco center	7,8	2,7		7,8	
2018	3. Okt. 18	eco center	9,3			6,8	
	1. Aug. 18	eco center	9,1	2,8		8,1	
2017	22. Jun. 17	eco center	7,4	2,5		7,7	
2016	3. Okt. 16	eco center	9,4			6,5	
	12. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	8,0	3,0	3,0		
2015	19. Aug. 15	eco center	9,2			6,3	
2014	16. Jun. 14	eco center	8,6			6,2	
2013	18. Jun. 14	eco center	7,9			9,8	
2012	5. Sep. 12	eco center	9,0	2,4		10,9	
	20. Jun. 12	eco center	7,3			10,9	
2011	6. Jun. 11	eco center	7,5			6,5	
2010	29. Sep. 10	eco center	9,1	3,0		6,5	
	7. Jun. 10	eco center	8,0			7,6	
2009	13. Jun. 09	eco research	8,5	3,1		7,9	

Kennwerte Gesamthärte 2009 - 2019

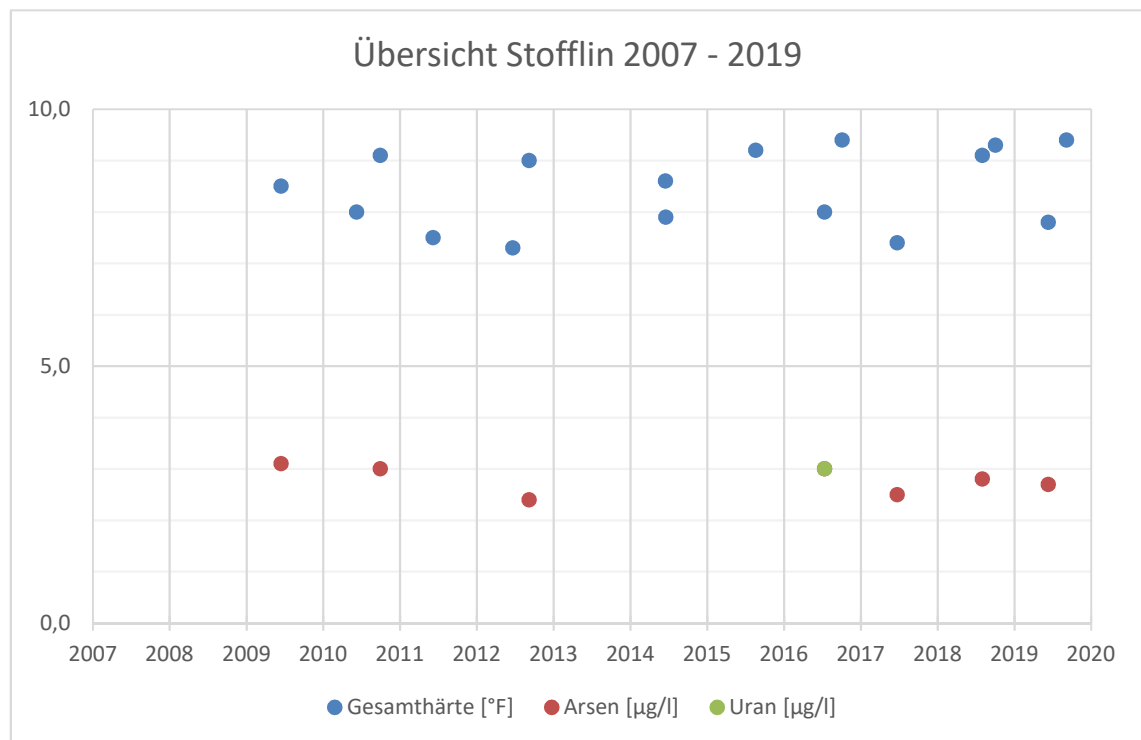
Mittelwert	8,47	°F
Maximum	9,40	°F
Minimum	7,30	°F

Kennwerte Arsengehalt 2009 - 2019

Mittelwert	2,79	µg/l
Maximum	3,10	µg/l
Minimum	2,40	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2009 - 2019

Mittelwert	3,00	µg/l
Maximum	3,00	µg/l
Minimum	3,00	µg/l



Kalkofenquelle Sandquelle 1 Lichtenberg							
Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	12. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	15,0	19,0	82,1		
2013	4. Feb. 13	Sanitätsbetrieb	17,0				
2012	24. Okt. 12	Sanitätsbetrieb		19,0	93,0		
	5. Sep. 12	eco center	17,0	17,2		8,2	Quelle Kalkofen - Sandquelle 1
	20. Jun. 12	eco center	17,0			7,5	Quelle Kalkofen - Sandquelle 1
2011	14. Sep. 11	eco center	17,0	18,4		6,4	
	6. Jun. 11	eco center	16,0			5,6	
2010	29. Sep. 10	eco center	16,0	17,8		6,1	
	7. Jun. 10	eco center	16,0			6,3	
2009	13. Jun. 09	eco research	18,0	4,0		6,6	bezeichnet als Sandquelle 1
	13. Jun. 09	eco research	16,0	20,0		6,8	
2008	6. Nov. 08	Sanitätsbetrieb	18,0	20,0	90,0		

Kennwerte Gesamthärte 2008 - 2016

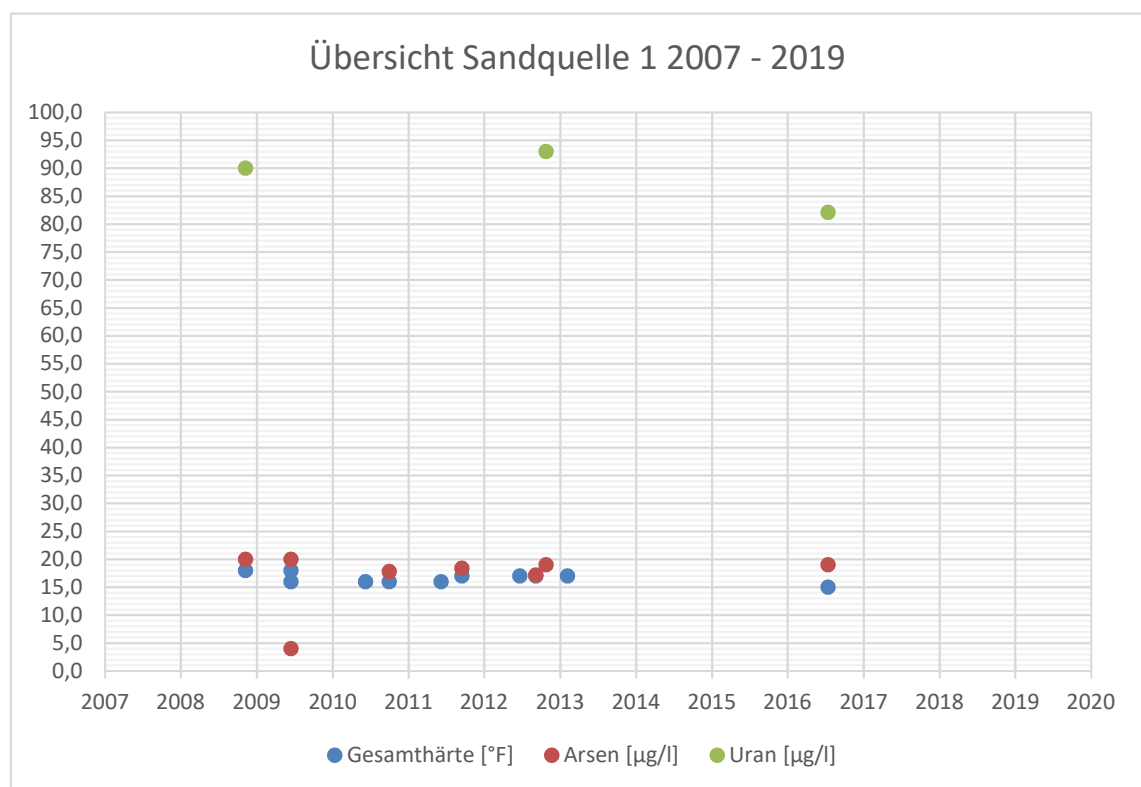
Mittelwert	16,64 °F
Maximum	18,00 °F
Minimum	15,00 °F

Kennwerte Arsengehalt 2008 - 2016

Mittelwert	16,93 µg/l
Maximum	20,00 µg/l
Minimum	4,00 µg/l

Kennwerte Urangehalt 2008 - 2016

Mittelwert	88,37 µg/l
Maximum	93,00 µg/l
Minimum	82,10 µg/l



Sandquelle 2 Lichtenberg

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	12. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	17,0	6,0	11,2		
2013	18. Jun. 13	eco center	18,0			7,5	
2012	24. Okt. 12	Sanitätsbetrieb		6,0	13,0		
	5. Sep. 12	eco center	18,0	5,1		9,0	
	20. Jun. 12	eco center	18,0			7,1	
2011	14. Sep. 11	eco center	18,0	4,8		6,7	
	6. Jun. 11	eco center	18,0			5,1	
2010	29. Sep. 10	eco center	18,0	5,3		6,4	
	7. Jun. 10	eco center	18,0			6,0	
2009	13. Jun. 09	eco research	18,0	4,9		6,7	
2008	6. Nov. 08	Sanitätsbetrieb	20,0	6,0	13,0		

Kennwerte Gesamthärte 2008 - 2016

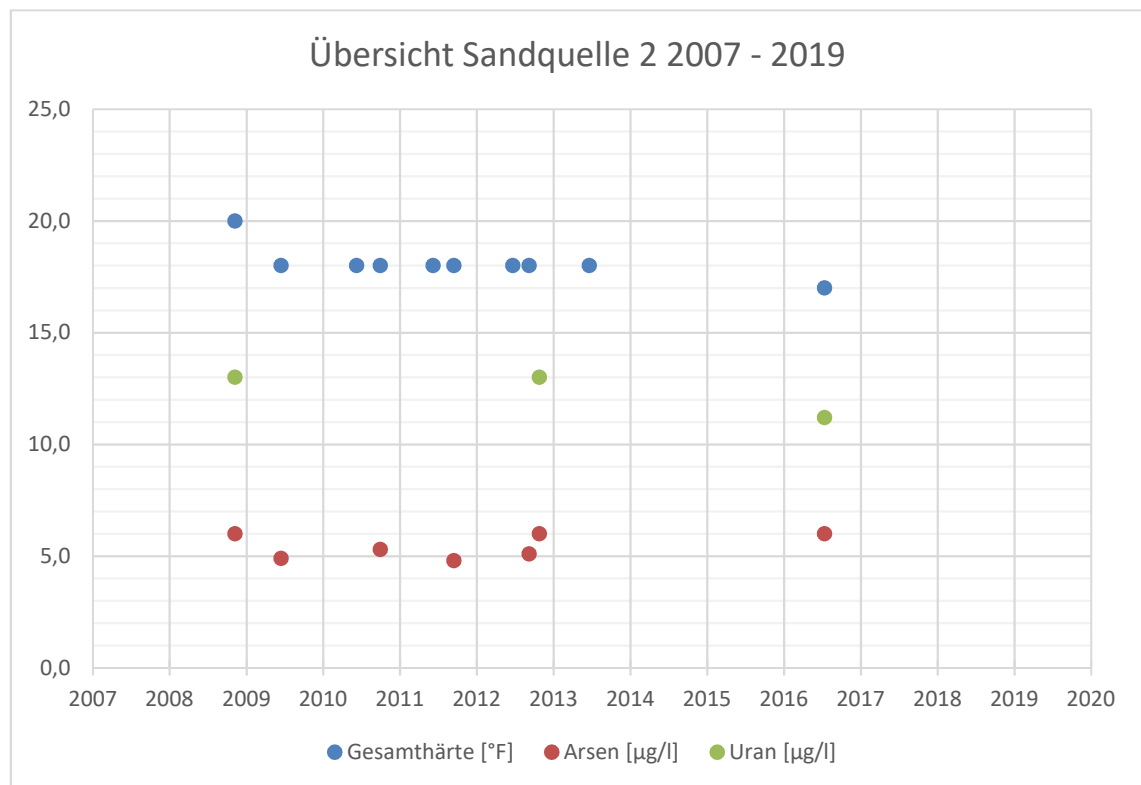
Mittelwert	18,10 °F
Maximum	20,00 °F
Minimum	17,00 °F

Kennwerte Arsengehalt 2008 - 2016

Mittelwert	5,44 µg/l
Maximum	6,00 µg/l
Minimum	4,80 µg/l

Kennwerte Urangehalt 2008 - 2016

Mittelwert	12,40 µg/l
Maximum	13,00 µg/l
Minimum	11,20 µg/l



Sandquelle 3 Lichtenberg

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	12. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	17,0	5,0	13,5		
2013	18. Jun. 13	eco center	18,0			7,2	
2012	24. Okt. 12	Sanitätsbetrieb		6,0	17,0		
	5. Sep. 12	eco center	18,0	4,6		7,9	
	20. Jun. 12	eco center	17,0			8,6	
2011	14. Sep. 11	eco center	17,0	4,9		7,0	
	6. Jun. 11	eco center	17,0			10,0	
2010	29. Sep. 10	eco center	18,0	5,1		6,6	
	7. Jun. 10	eco center	17,0			6,0	
2009	13. Jun. 09	eco research	19,0	5,4		6,7	
2008	6. Nov. 08	Sanitätsbetrieb	19,0	5,0	14,0		

Kennwerte Gesamthärte 2008 - 2016

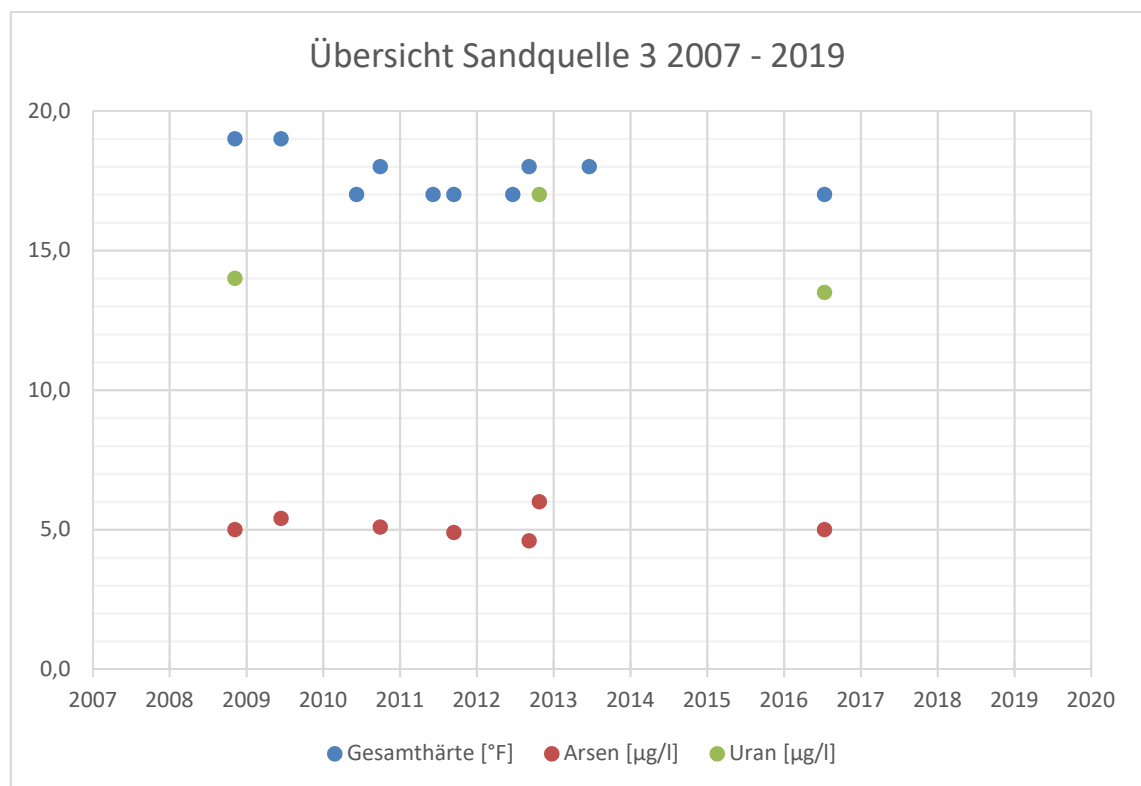
Mittelwert	17,70 °F
Maximum	19,00 °F
Minimum	17,00 °F

Kennwerte Arsengehalt 2008 - 2016

Mittelwert	5,14	µg/l
Maximum	6,00	µg/l
Minimum	4,60	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2008 - 2016

Mittelwert	14,83	µg/l
Maximum	17,00	µg/l
Minimum	13,50	µg/l



Sandquelle 4 Lichtenberg

Jahr	Datum	Entnommen von	Gesamthärte [°F]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Temperatur [°C]	Bemerkung
2016	12. Jul. 16	Sanitätsbetrieb	17,0	4,0	11,7		
2013	18. Jun. 13	eco center	17,0			7,5	
2012	24. Okt. 12	Sanitätsbetrieb		4,0	12,0		
	5. Sep. 12	eco center	17,0	3,2		9,0	
	20. Jun. 12	eco center	16,0			8,6	
2011	14. Sep. 11	eco center	17,0	3,7		7,2	
	6. Jun. 11	eco center	17,0			5,8	
2010	29. Sep. 10	eco center	18,0	3,9		6,9	
	7. Jun. 10	eco center	17,0			6,4	
2008	6. Nov. 08	Sanitätsbetrieb	20,0	4,0	14,0		

Kennwerte Gesamthärte 2008 - 2016

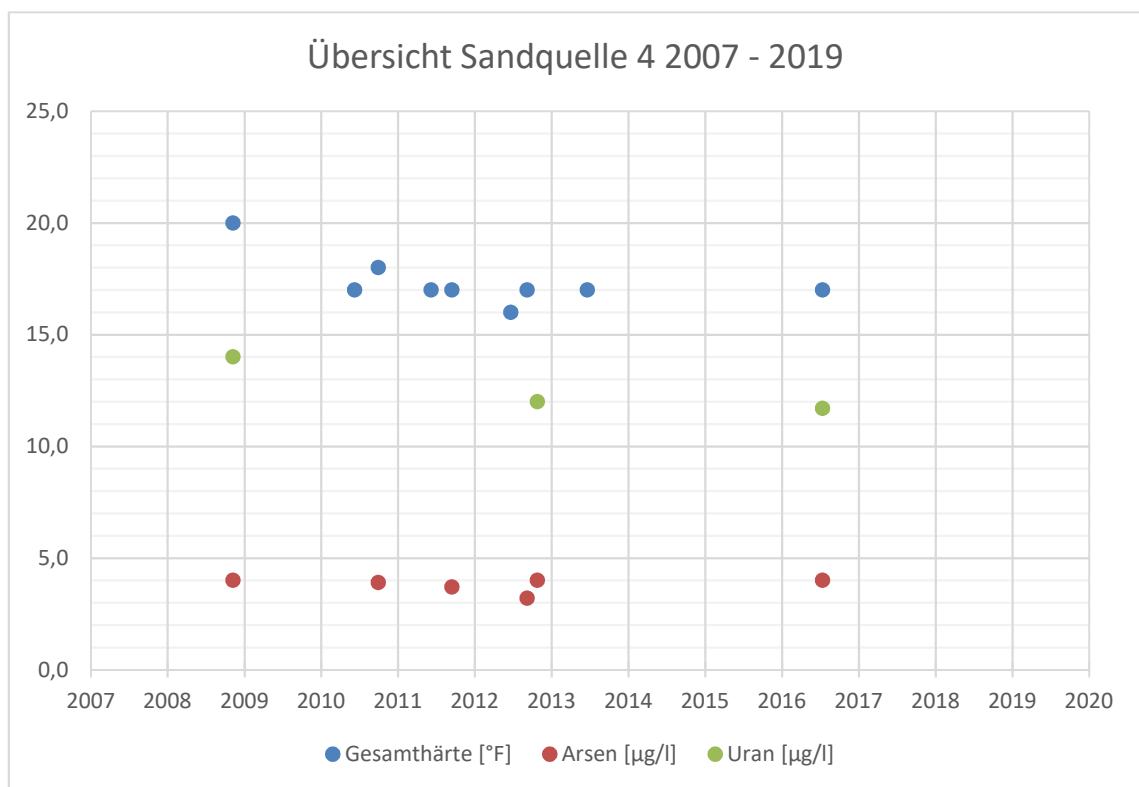
Mittelwert	17,33	°F
Maximum	20,00	°F
Minimum	16,00	°F

Kennwerte Arsengehalt 2008 - 2016

Mittelwert	3,80	µg/l
Maximum	4,00	µg/l
Minimum	3,20	µg/l

Kennwerte Urangehalt 2008 - 2016

Mittelwert	12,57	µg/l
Maximum	14,00	µg/l
Minimum	11,70	µg/l



Anhang 5

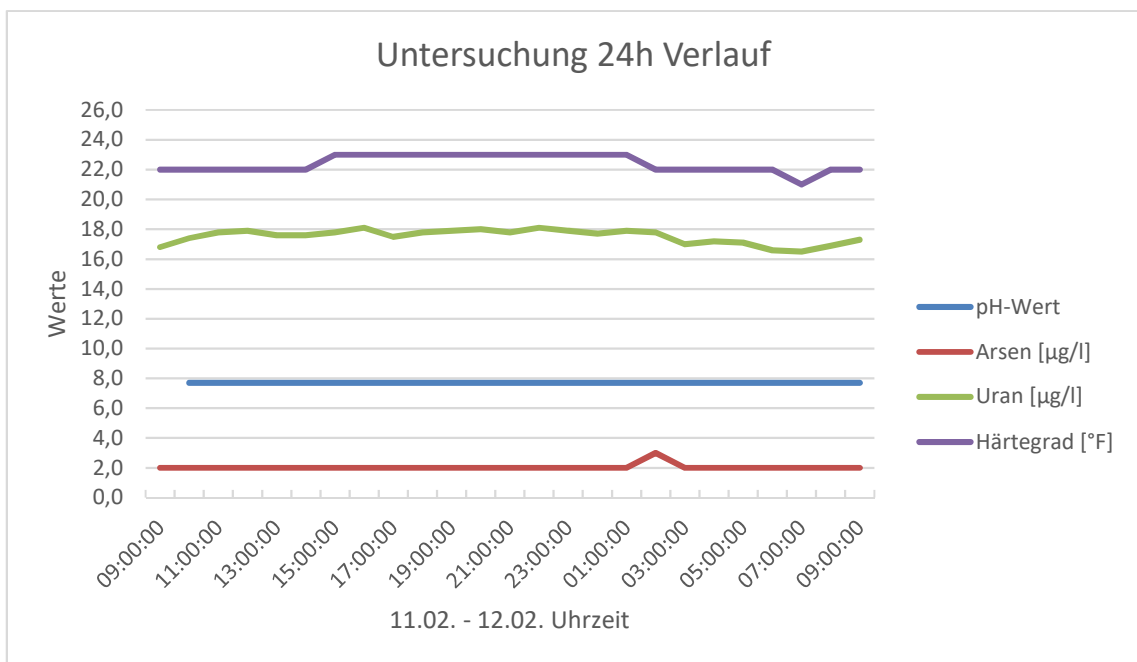
Datenreihe Wasserprobe 24h öffentlicher Brunnen Fahrner

Anhang 5

Datenreihe Wasserprobe 24h öffentlicher Brunnen Fahrner

24h Untersuchung 11. - 12.02.2018

Datum	Uhrzeit	pH-Wert	Arsen µg/l	Uran µg/l	Härtegrad °F
11.02.2018	09:00:00		2,0	16,8	22,0
11.02.2018	10:00:00	7,7	2,0	17,4	22,0
11.02.2018	11:00:00	7,7	2,0	17,8	22,0
11.02.2018	12:00:00	7,7	2,0	17,9	22,0
11.02.2018	13:00:00	7,7	2,0	17,6	22,0
11.02.2018	14:00:00	7,7	2,0	17,6	22,0
11.02.2018	15:00:00	7,7	2,0	17,8	23,0
11.02.2018	16:00:00	7,7	2,0	18,1	23,0
11.02.2018	17:00:00	7,7	2,0	17,5	23,0
11.02.2018	18:00:00	7,7	2,0	17,8	23,0
11.02.2018	19:00:00	7,7	2,0	17,9	23,0
11.02.2018	20:00:00	7,7	2,0	18,0	23,0
11.02.2018	21:00:00	7,7	2,0	17,8	23,0
11.02.2018	22:00:00	7,7	2,0	18,1	23,0
11.02.2018	23:00:00	7,7	2,0	17,9	23,0
12.02.2018	00:00:00	7,7	2,0	17,7	23,0
12.02.2018	01:00:00	7,7	2,0	17,9	23,0
12.02.2018	02:00:00	7,7	3,0	17,8	22,0
12.02.2018	03:00:00	7,7	2,0	17,0	22,0
12.02.2018	04:00:00	7,7	2,0	17,2	22,0
12.02.2018	05:00:00	7,7	2,0	17,1	22,0
12.02.2018	06:00:00	7,7	2,0	16,6	22,0
12.02.2018	07:00:00	7,7	2,0	16,5	21,0
12.02.2018	08:00:00	7,7	2,0	16,9	22,0
12.02.2018	09:00:00	7,7	2,0	17,3	22,0



Anhang 6

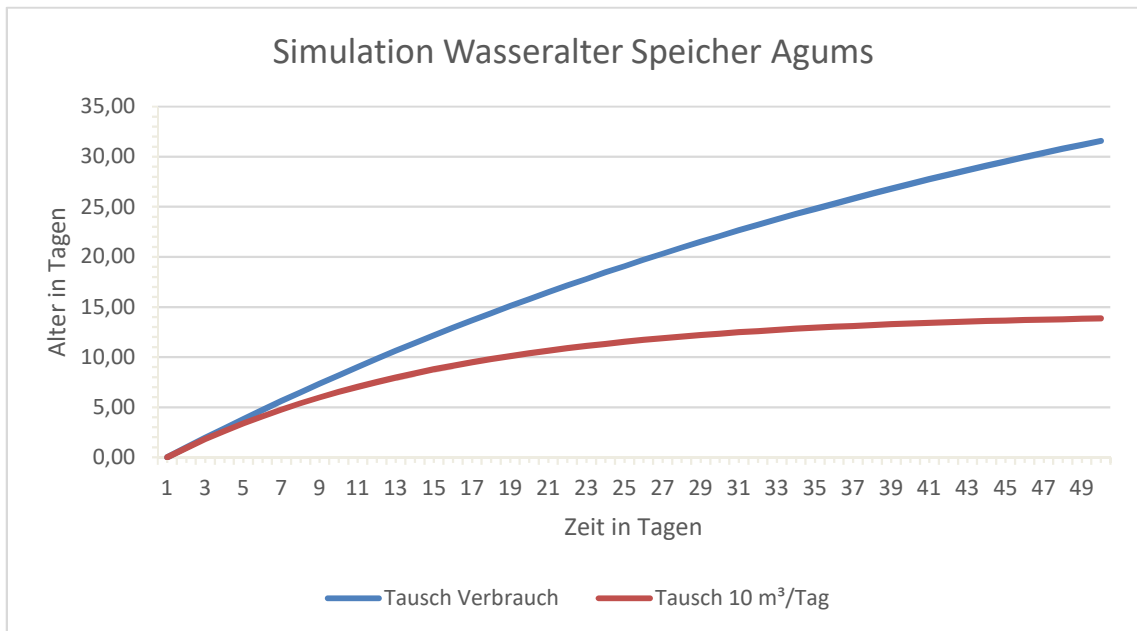
Berechnung Wasseralter Speicher Agums

Speicher Agums

Volumen gesamt	154,0 m ³
Löschwasser	115,5 m ³
Trinkwasser	38,5 m ³

Berechnung Verbrauch Speicher Agums

Beschreibung	Anzahl		Verbrauch
Einwohner	10	120	1200 Liter/Tag
Fremdenbetten	5	200	1000 Liter/Tag
Großvieheinheiten	10	60	600 Liter/Tag
Kleinvieheinheiten	5	20	100 Liter/Tag
Summe			2900 Liter/Tag



Wasseralter Tausch Verbrauch					
Tag	Volumen	Alter	Volumen neu	Alter Stunden	Alter Tage
1			154	0	0,00
2	151,1	24	2,9	23,55	0,98
3	151,1	47,55	2,9	46,65	1,94
4	151,1	70,65	2,9	69,32	2,89
5	151,1	93,32	2,9	91,56	3,82
6	151,1	115,56	2,9	113,39	4,72
7	151,1	137,39	2,9	134,80	5,62
8	151,1	158,80	2,9	155,81	6,49
9	151,1	179,81	2,9	176,42	7,35
10	151,1	200,42	2,9	196,65	8,19
11	151,1	220,65	2,9	216,50	9,02
12	151,1	240,50	2,9	235,97	9,83
13	151,1	259,97	2,9	255,07	10,63
14	151,1	279,07	2,9	273,82	11,41
15	151,1	297,82	2,9	292,21	12,18
16	151,1	316,21	2,9	310,25	12,93
17	151,1	334,25	2,9	327,96	13,66
18	151,1	351,96	2,9	345,33	14,39
19	151,1	369,33	2,9	362,38	15,10
20	151,1	386,38	2,9	379,10	15,80
21	151,1	403,10	2,9	395,51	16,48
22	151,1	419,51	2,9	411,61	17,15
23	151,1	435,61	2,9	427,41	17,81
24	151,1	451,41	2,9	442,91	18,45
25	151,1	466,91	2,9	458,11	19,09
26	151,1	482,11	2,9	473,03	19,71
27	151,1	497,03	2,9	487,68	20,32
28	151,1	511,68	2,9	502,04	20,92
29	151,1	526,04	2,9	516,13	21,51
30	151,1	540,13	2,9	529,96	22,08
31	151,1	553,96	2,9	543,53	22,65
32	151,1	567,53	2,9	556,84	23,20
33	151,1	580,84	2,9	569,91	23,75
34	151,1	593,91	2,9	582,72	24,28
35	151,1	606,72	2,9	595,30	24,80
36	151,1	619,30	2,9	607,63	25,32
37	151,1	631,63	2,9	619,74	25,82
38	151,1	643,74	2,9	631,62	26,32
39	151,1	655,62	2,9	643,27	26,80
40	151,1	667,27	2,9	654,71	27,28
41	151,1	678,71	2,9	665,92	27,75
42	151,1	689,92	2,9	676,93	28,21
43	151,1	700,93	2,9	687,73	28,66
44	151,1	711,73	2,9	698,33	29,10
45	151,1	722,33	2,9	708,73	29,53
46	151,1	732,73	2,9	718,93	29,96
47	151,1	742,93	2,9	728,94	30,37
48	151,1	752,94	2,9	738,76	30,78
49	151,1	762,76	2,9	748,40	31,18
50	151,1	772,40	2,9	757,85	31,58

Wasseralter Tausch 10 m³/Tag					
Tag	Volumen	Alter	Volumen neu	Alter Stunden	Alter Tage
1			154	0	0,00
2	144,0	24	10	22,44	0,94
3	144,0	46,44	10	43,43	1,81
4	144,0	67,43	10	63,05	2,63
5	144,0	87,05	10	81,40	3,39
6	144,0	105,40	10	98,55	4,11
7	144,0	122,55	10	114,59	4,77
8	144,0	138,59	10	129,59	5,40
9	144,0	153,59	10	143,62	5,98
10	144,0	167,62	10	156,74	6,53
11	144,0	180,74	10	169,00	7,04
12	144,0	193,00	10	180,47	7,52
13	144,0	204,47	10	191,19	7,97
14	144,0	215,19	10	201,22	8,38
15	144,0	225,22	10	210,59	8,77
16	144,0	234,59	10	219,36	9,14
17	144,0	243,36	10	227,56	9,48
18	144,0	251,56	10	235,22	9,80
19	144,0	259,22	10	242,39	10,10
20	144,0	266,39	10	249,09	10,38
21	144,0	273,09	10	255,36	10,64
22	144,0	279,36	10	261,22	10,88
23	144,0	285,22	10	266,70	11,11
24	144,0	290,70	10	271,82	11,33
25	144,0	295,82	10	276,61	11,53
26	144,0	300,61	10	281,09	11,71
27	144,0	305,09	10	285,28	11,89
28	144,0	309,28	10	289,20	12,05
29	144,0	313,20	10	292,86	12,20
30	144,0	316,86	10	296,28	12,35
31	144,0	320,28	10	299,49	12,48
32	144,0	323,49	10	302,48	12,60
33	144,0	326,48	10	305,28	12,72
34	144,0	329,28	10	307,90	12,83
35	144,0	331,90	10	310,35	12,93
36	144,0	334,35	10	312,64	13,03
37	144,0	336,64	10	314,78	13,12
38	144,0	338,78	10	316,78	13,20
39	144,0	340,78	10	318,65	13,28
40	144,0	342,65	10	320,40	13,35
41	144,0	344,40	10	322,04	13,42
42	144,0	346,04	10	323,57	13,48
43	144,0	347,57	10	325,00	13,54
44	144,0	349,00	10	326,33	13,60
45	144,0	350,33	10	327,59	13,65
46	144,0	351,59	10	328,76	13,70
47	144,0	352,76	10	329,85	13,74
48	144,0	353,85	10	330,87	13,79
49	144,0	354,87	10	331,83	13,83
50	144,0	355,83	10	332,72	13,86

Anhang 7

Konzessionen Trinkwasser Gemeinde Prad

Nr	TW-Leitung	Art	Bezeichnung	Parzelle	Konzession	Ableitung l/sec		
						mittlere		max
1	Prad	Quelle	Verklair	G.P. 2991/1 K.G. Prad	D/1997	13,65	13,65	
2		Quelle	Thial untere	G.P. 2711 K.G. Prad				
3		Quelle	Thial obere	G.P. 2985 K.G. Prad				
4		Quelle	Deutschbach (nicht eingeleitet)	G.P. 3001 K.G. Prad			0,01	
5		Quelle	Untervellnair 1 (nicht eingeleitet)	G.P. 2938 K.G. Prad			0,01	
6		Quelle	Untervellnair 2 (nicht eingeleitet)	G.P. 2952 K.G. Prad			0,01	
7		Quelle	Untervellnair 3 (nicht eingeleitet)	G.P. 2952 K.G. Prad				
8		Quelle	Untervellnair 4 (nicht eingeleitet)	G.P. 3145 K.G. Prad			0,01	
9		Quelle	Schwefelquelle	G.P. 2852 K.G. Prad				
10	Prad	Tiefbrunnen	Lichtenberg Bushaltestelle	G.P. 296/1 K.G. Lichtenberg	Z/5136	7,05		27,00
11	Prad	Tiefbrunnen	Kultur (nicht eingeleitet)	G.P. 1902/2 K.G. Prad	Z/1958	14,00		
12	Lichtenberg	Quelle	Alte Alm	G.P. 1143 K.G. Lichtenberg	D/4795	3,05	0,55	
13		Quelle	Planta Plus				0,50	
14		Quelle	Stofflin (nicht eingeleitet)				0,50	
15		Quelle	Herrenbrunn (nicht eingeleitet)				0,50	
16		Quelle	Kalkhof (nicht eingeleitet)					
17		Quelle	Alpbach (nicht eingeleitet)				0,50	
18		Quelle	Tanneben (nicht eingeleitet)				0,50	
19	Lichtenberg	Tiefbrunnen	Lichtenberg Sportplatz (nicht eingeleitet)	G.P. 246/4 K.G. Lichtenberg	Z/1623	7,00		

Anhang 8

Übersicht Stromspesen

	2006			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	7.167,70 €	5.588,28 €	1.289,48 €	14.045,46 €
Pumpensteuerung Theinen	67,39 €	68,33 €	71,48 €	207,20 €
Schwefelbrunn	494,44 €	425,10 €	170,16 €	1.089,70 €
Pumpenstation Agumser Berg	437,22 €	269,82 €	297,53 €	1.004,57 €
Tiefbrunnen Lichtenberg			10.582,77 €	10.582,77 €
				26.929,70 €

	2007			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	1.455,14 €	1.590,83 €	1.412,64 €	4.458,61 €
Pumpensteuerung Theinen	69,79 €	77,35 €	65,39 €	212,53 €
Schwefelbrunn	82,66 €	56,95 €	56,95 €	196,56 €
Pumpenstation Agumser Berg	388,56 €	260,14 €	260,23 €	908,93 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	10.015,91 €	8.241,48 €	7.289,16 €	25.546,55 €
				31.323,18 €

	2008			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	1.344,91 €	2.893,29 €	2.974,22 €	7.212,42 €
Pumpensteuerung Theinen	79,10 €	70,76 €	57,78 €	207,64 €
Schwefelbrunn	61,82 €	56,72 €	57,78 €	176,32 €
Pumpenstation Agumser Berg	307,94 €	498,44 €	246,34 €	1.052,72 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	9.372,26 €	9.142,20 €	9.965,88 €	28.480,34 €
				37.129,44 €

	2009			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	2.467,10 €	1.175,94 €	947,18 €	4.590,22 €
Pumpensteuerung Theinen	80,91 €	81,96 €	98,27 €	261,14 €
Schwefelbrunn	43,46 €	591,59 €	769,37 €	1.404,42 €
Pumpenstation Agumser Berg	350,39 €	292,89 €	318,88 €	962,16 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	8.731,87 €	8.052,81 €	7.842,26 €	24.626,94 €
				31.844,88 €

	2010			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	893,63 €	779,13 €	380,55 €	2.053,31 €
Pumpensteuerung Theinen	90,55 €	88,13 €	88,51 €	267,19 €
Schwefelbrunn	635,44 €	639,68 €	671,56 €	1.946,68 €
Pumpenstation Agumser Berg	361,41 €	293,15 €	321,52 €	976,08 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	7.738,20 €	9.683,98 €	11.406,35 €	28.828,53 €
				34.071,79 €

	2011			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	372,90 €	388,65 €	758,58 €	1.520,13 €
Pumpensteuerung Theinen	89,31 €	96,26 €	99,64 €	285,21 €
Schwefelbrunn	847,10 €	689,12 €	660,86 €	2.197,08 €
Pumpenstation Agumser Berg	378,38 €	351,60 €	321,71 €	1.051,69 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	12.244,58 €	14.669,84 €	7.536,23 €	34.450,65 €
				39.504,76 €

	2012			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Okt	
Wasserpumpe Kultur	648,97 €	886,01 €	738,70 €	2.273,68 €
Pumpensteuerung Theinen	104,72 €	116,49 €	118,06 €	339,27 €
Schwefelbrunn	579,51 €	665,45 €	667,63 €	1.912,59 €
Pumpenstation Agumser Berg	396,02 €	437,38 €	410,41 €	1.243,81 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	8.379,15 €	9.696,15 €	8.932,33 €	27.007,63 €
				32.776,98 €

	2013			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	723,84 €	538,80 €	525,02 €	1.787,66 €
Pumpensteuerung Theinen	130,13 €	133,32 €	135,11 €	398,56 €
Schwefelbrunn	721,96 €	721,66 €	757,86 €	2.201,48 €
Pumpenstation Agumser Berg	557,16 €	605,72 €	550,23 €	1.713,11 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	8.166,77 €	7.560,54 €	6.636,57 €	22.363,88 €
				28.464,69 €

	2014			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	495,39 €	426,47 €	539,87 €	1.461,73 €
Pumpensteuerung Theinen	138,36 €	142,33 €	137,34 €	418,03 €
Schwefelbrunn	943,87 €	1.103,48 €	1.415,94 €	3.463,29 €
Pumpenstation Agumser Berg	590,87 €	508,78 €	545,52 €	1.645,17 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	6.427,33 €	5.679,24 €	5.276,35 €	17.382,92 €
				24.371,14 €

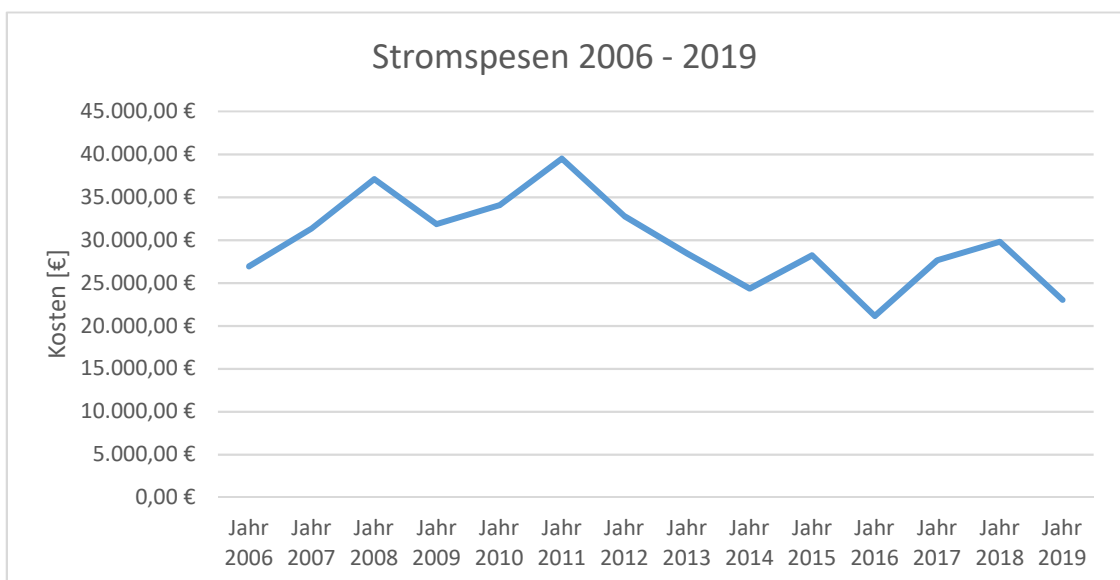
	2015			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	556,29 €	1.040,57 €	611,78 €	2.208,64 €
Pumpensteuerung Theinen	141,23 €	147,01 €	147,26 €	435,50 €
Schwefelbrunn	910,12 €	864,80 €	881,52 €	2.656,44 €
Pumpenstation Agumser Berg	734,18 €	697,91 €	511,84 €	1.943,93 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	6.867,10 €	7.631,59 €	6.494,11 €	20.992,80 €
				28.237,31 €

	2016			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	588,48 €	568,06 €	484,91 €	1.641,45 €
Pumpensteuerung Theinen	154,84 €			154,84 €
Schwefelbrunn	696,99 €			696,99 €
Pumpenstation Agumser Berg	376,09 €			376,09 €
TW Schwefelbrunn, Theinen Agumser Berg		1.049,95 €	1.192,86 €	2.242,81 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	5.446,97 €	4.953,73 €	5.186,79 €	15.587,49 €
TW-Leitung LB-Berg	151,53 €	151,10 €	151,09 €	453,72 €
				21.153,39 €

	2017			
	Jan-Apr	Mai-Juli	Aug-Dez	
Wasserpumpe Kultur	764,34 €	1.125,32 €	1.987,15 €	3.876,81 €
Pumpensteuerung Theinen	114,34 €			114,34 €
Schwefelbrunn	583,28 €			583,28 €
Pumpenstation Agumser Berg	289,10 €			289,10 €
TW Schwefelbrunn, Theinen Agumser Berg		1.071,86 €	1.018,30 €	2.090,16 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	6.404,92 €	5.198,80 €	8.778,65 €	20.382,37 €
TW-Leitung LB-Berg	124,26 €	45,70 €	138,47 €	308,43 €
				27.644,49 €

	2018			
	Jan-Apr	Mai-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	2.760,16 €	1.727,31 €	3.085,01 €	7.572,48 €
TW Schwefelbrunn, Theinen Agumser Berg	1.165,50 €	1.040,65 €	1.072,85 €	3.279,00 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	5.538,55 €	7.307,96 €	5.812,00 €	18.658,51 €
TW-Leitung LB-Berg	104,48 €	91,70 €	92,92 €	289,10 €
				29.799,09 €

	2019			
	Jan-März	Apr-Aug	Sept-Dez	
Wasserpumpe Kultur	509,29 €	1.110,04 €	915,26 €	2.534,59 €
TW Schwefelbrunn, Theinen Agumser Berg	635,56 €	1.941,43 €	1.271,95 €	3.848,94 €
Tiefbrunnen Lichtenberg	3.728,55 €	6.913,42 €	5.590,87 €	16.232,84 €
TW-Leitung LB-Berg	72,79 €	225,66 €	136,60 €	435,05 €
				23.051,42 €



Anhang 9

Berechnung Pipetiermenge Eisenchloridlösung

FeCl**Vorgabe**

Sollkonzentration 10 mg Fe/l

Volumen (Tank) 60 l

Pipetiermenge FeCl₃-Lösung (40%ig)

genutzte Eisenchloridlösung 40 Gew. %
 → 400 g FeCl₃/l

Molmassen:

MM(Fe) 55,845 g/mol

MM(Cl) 35,45 g/mol

Eisengehalt:

Massenanteil Eisen in FeCl₃:

$$\text{Gew.}\%(\text{Fe}) = \frac{\text{MM}(\text{Fe})}{\text{MM}(\text{FeCl}_3)} = \frac{55,845}{55,845 + 3 \times 35,45} \times 100 \% = 34,43 \%$$

Eisengehalt in Lösung:

$$c(\text{Fe}) = 400 \times \frac{\text{g FeCl}_3}{\text{l}} \times 0,3443 \frac{\text{g Fe}}{\text{g FeCl}_3} = 137,72 \frac{\text{g Fe}}{\text{l}}$$

Benötigte Masse Eisen für 10 mg Fe/l und 30 l Wasser:

$$m(\text{Fe}) = 10 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{l}} \times 60 \text{ l} = 0,6 \text{ g Fe}$$

Pipettiermenge:

$$V(\text{FeCl}_3) = \frac{1000 \text{ ml}}{137,72 \text{ g}} \times 0,6 \text{ g} = 4,34 \text{ ml}$$

gewählt: 4,5 ml

Anhang 10

Prüfprotokolle der Wasserproben Versuch Arsenfilter

Autonome Provinz Bozen - Südtirol Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3 wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179		Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3 Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179
---	---	---


LAB N°0434
 Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
 EA, IAP e ILAC
 Signatory of EA, IAP and ILAC
 Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber: GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE Goethestr. 7 39012 MERAN BZ	Committente: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE Via Goethe 7 39012 MERANO BZ
--	---

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04398 del/vom

Descr. campione/Beschr. Probe:	acqua uso potabile, routine + As + U	Verbale preli./Entnahmeprot.:	W-317
Punto di prelievo/Entnahmepunkt:	067-T0001-E06, PRATO ALLO STELVIO/PRAD AM STILFSEERJOCH Prato allo Stelvio / Prad am Stilfserjoch pozzetto di raccolta Thial - entrata sorgente Vellnair inferiore / Sammelbecken Thial - Einlauf untere Vellnairquelle - vor Aufbereitung	Data prelievo/Probenahme:	23/05/2017
		Data accettazione/Annahme:	23/05/2017
		Inizio analisi/Analysenbeginn:	24/05/2017
		Fine analisi/Analysenende:	26/05/2017
Ente prelevatore/Entnahmeamt:	COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO		
Tecnico prelevatore/Entnehmer:	Koch Eimar		

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Incertezza Unsicherheit	U.d.M. M.	Limite Grenzwert
Colore Färbung	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Sapore Geschmack	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Odore Geruch	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Conducibilità elettrica specifica Spezifische elektrische Leitfähigkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met. ISS BDA 022	109		µS/cm	< 2500
pH pH-Wert	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met. ISS BCA 023	7,0		u. pH	6,5 - 9,5
Durezza totale Gesamthärte	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003. *	7		°F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) Alkalität (ausgedrückt in CO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1996	0		mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) Alkalität (ausgedrückt in HCO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1996	46		mg/L	
Ammonio (espresso in NH ₄) Ammonium (ausgedrückt in NH ₄)	ISO 7150-1:1984	< 0,02		mg/L	< 0,50
Nitriti (espressi in NO ₂) Nitrite (ausgedrückt in NO ₂)	UNI EN 26777:1994	< 0,01		mg/L	< 0,50
Fluoruri Fluoride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	0,53		mg/L	< 1,50
Cloruri Chloride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	< 1		mg/L	< 250
Nitrati (espressi in NO ₃) Nitrate (ausgedrückt in NO ₃)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	1		mg/L	< 50
Solfati Sulfate	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	26		mg/L	< 250
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2003	106	± 15	µg/L	< 10
Uranio Uran	ISO 17294-2:2003	1,4		µg/L	

*Prova non accreditata da ACCREDIA / *Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren

Limiti riferiti a/Grenzwerte gemäß:

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente all' campione sottoposto a prova.
 Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichte Probe. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, DAF e ILAC

Signatory of EA, DAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04398 del/vom

Decreto Leg./Leg. Dekr. 2/02/2001 Nr. 31

L'incertezza riportata nel presente documento è espressa come incertezza estesa ed è stata calcolata utilizzando un fattore di copertura $k=2$ ed un livello di fiducia del 95 %.

Die im vorliegenden Dokument angegebene Messunsicherheit ist als erweiterte Messunsicherheit ausgedrückt, und wurde mit einem Deckungsfaktor $k=2$ und einem Vertrauensniveau von 95 % ermittelt.

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDIA):

La concentrazione dell'Arsenico, tenuto conto anche dell'incertezza di misura ad essa associata, supera il valore di parametro dell'Allegato I, p. parte B (parametri chimici).
Discreta presenza di Fluoruri.

Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDIA):

Die Arsenkonzentration überschreitet, auch unter Berücksichtigung der mit ihr verbundenen Meßunsicherheit, den Wert des Parameters in der Anlage I, Abschnitt B (Chemische Parameter).
Mäßiger Fluoridgehalt.

Tecnico referente - die Bezugsperson
dott. Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio - Der Amtsdirektor
Dr. Christian Bachmann

Autonome Provinz Bozen - Südtirol Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3 wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str 5-Bozen Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179		Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3 Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179
--	---	---


LAB N°0434
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAP e ILAC
Signatory of EA, IAP and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber: GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE Goethestr. 7 39012 MERAN BZ	Committente: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE Via Goethe 7 39012 MERANO BZ
--	---

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04399 del/vom 26/05/2017

Descr. campione/Beschr. Probe: acqua uso potabile, routine + As + U Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067-T0001-E06, PRATO ALLO STELVIO/PRAD AM STILFSEERJOCH Prato allo Stelvio / Prad am Stilfserjoch pozzetto di raccolta Thial - entrata sorgente Vellnair inferiore / Sammelbecken Thial - Einlauf untere Vellnairquelle - nach Aufbereitung	Verbale prel./Entnahmeprot.: W-316 Data prelievo/Probenahme: 23/05/2017 Data accettazione/Annahme: 23/05/2017 Inizio analisi/Analysenbeginn: 24/05/2017 Fine analisi/Analysenende: 26/05/2017
--	--

Ente prelevatore/Entnahmeamt: Prelevatore/Entnehmer:	COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO Koch Elmar
--	---

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Unità di misura Maßeinheit	Limite Grenzwert
Colore Färbung	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Sapore Geschmack	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Odore Geruch	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Conducibilità elettrica specifica Spezifische elektrische Leitfähigkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met ISS BDA 022	156	µS/cm	< 2500
pH pH-Wert	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met ISS BCA 023	6.8	u. pH	6.5 - 9.5
Durezza totale Gesamthärte	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003 *	9	°F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) Alkalität (ausgedrückt in CO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	0	mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) Alkalität (ausgedrückt in HCO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	42	mg/L	
Ammonio (espresso in NH ₄) Ammonium (ausgedrückt in NH ₄)	ISO 7150-1:1984	< 0.02	mg/L	< 0.50
Nitriti (espressi in NO ₂) Nitrite (ausgedrückt in NO ₂)	UNI EN 26777:1994	< 0.01	mg/L	< 0.50
Fluoruri Fluoride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	0.53	mg/L	< 1.50
Cloruri Chloride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	15	mg/L	< 250
Nitrati (espressi in NO ₃) Nitrate (ausgedrückt in NO ₃)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	1	mg/L	< 50
Solfati Sulfate	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	33	mg/L	< 250
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2003	< 1	µg/L	< 10
Uranio Uran	ISO 17294-2:2003	< 0.5	µg/L	

* Prova non accreditata da ACCREDIA / * Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren
 Limiti riferiti ai/Grenzwerte gemäß: Decreto Leg./Leg. Dekr. 2/02/2001 Nr. 31

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente all' campione sottoposto a prova.
 Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichte Probe. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
SA, IAP e ILAC

Signatory of SA, IAP and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04399 del/vom 26/05/2017

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDITA):

Il valore dei parametri misurati rientra nei valori di parametro dell'Allegato I, parti B e C.

Valore di pH leggermente acido.

Discreta presenza di Fluoruri.

Discreta presenza di Cloruri.

Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDITA):

Der Wert der untersuchten Parameter liegt unter dem Parameterwert in der Anlage I, Abschnitte B und C.

Leicht saurer pH-Wert.

Mäßiger Fluoridgehalt.

Mäßiger Chloridgehalt.

Tecnico referente - die Bezugsperson
dott. Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio - Der Amtsdirektor
Dr. Christian Bachmann

Autonome Provinz Bozen - Südtirol Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3 wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179		Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3 Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179
---	---	---



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILACSignatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber: GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE Goethestr. 7 39012 MERAN BZ	Committente: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE Via Goethe 7 39012 MERANO BZ
--	---

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04400 del/vom 26/05/2017

Descr. campione/Beschr. Probe:	acqua uso potabile, routine + As + U	Verbale prelievo/Entnahmeprot.:	W-319
Punto di prelievo/Entnahmepunkt:	067-T0001-Q03, PRATO ALLO STELVIO/PRAD AM STILFSEERJOCH Prato allo Stelvio / Prad am Stilfserjoch sorgente "Deutschbach" / Quelle Deutschbach - vor Aufbereitung	Data prelievo/Probenahme:	23/05/2017
		Data accettazione/Annahme:	23/05/2017
		Inizio analisi/Analysenbeginn:	24/05/2017
		Fine analisi/Analysenende:	26/05/2017
Ente prelevatore/Entnahmearmt:	COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO		
Tecnico prelevatore/Entnehmer:	Koch Elmar		

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Incertezza Unsicherheit	U.d.M. M.	Limite Grenzwert
Colore Färbung	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Sapore Geschmack	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Odore Geruch	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Conducibilità elettrica specifica Spezifische elektrische Leitfähigkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met ISS BDA 022	129		µS/cm	< 2500
pH pH-Wert	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met ISS BCA 023	7.5		u. pH	6.5 - 9.5
Durezza totale Gesamthärte	APAT CNR IRSA 3030 Mar 29 2003. *	8		°F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) Alkalität (ausgedrückt in CO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	0		mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) Alkalität (ausgedrückt in HCO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	56		mg/L	
Ammonio (espresso in NH ₄) Ammonium (ausgedrückt in NH ₄)	ISO 7150-1:1984	< 0.02		mg/L	< 0.50
Nitriti (espressi in NO ₂) Nitrite (ausgedrückt in NO ₂)	UNI EN 26777:1994	< 0.01		mg/L	< 0.50
Fluoruri Fluoride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	0.65		mg/L	< 1.50
Cloruri Chloride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	< 1		mg/L	< 250
Nitrati (espressi in NO ₃) Nitrate (ausgedrückt in NO ₃)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	< 1		mg/L	< 50
Solfati Sulfate	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	30		mg/L	< 250
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2003	449	± 63	µg/L	< 10
Uranio Uran	ISO 17294-2:2003	20.4		µg/L	

*Prova non accreditata da ACCREDIA / *Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren

Limiti riferiti ai/Grenzwerte gemäß: Decreto Leg./Leg. Dekr. 2/02/2001 Nr. 31

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente all' campione sottoposto a prova.
 Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichte Probe. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAP e ILAC

Signatory of EA, IAP and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04400 del/vom 26/05/2017

L'incertezza riportata nel presente documento è espressa come incertezza estesa ed è stata calcolata utilizzando un fattore di copertura $k=2$ ed un livello di fiducia del 95 %.

Die im vorliegenden Dokument angegebene Messunsicherheit ist als erweiterte Messunsicherheit ausgedrückt, und wurde mit einem Deckungsfaktor $k=2$ und einem Vertrauensniveau von 95 % ermittelt.

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDITA):

La concentrazione dell'Arsenico, tenuto conto anche dell'incertezza di misura ad essa associata, supera il valore di parametro dell'Allegato I, parte B (parametri chimici).
Discreta presenza di Fluoruri.

Urtell (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDITA):

*Die Arsenkonzentration überschreitet, auch unter Berücksichtigung der mit ihr verbundenen Meßunsicherheit, den Wert des Parameters in der Anlage I, Abschnitt B (Chemische Parameter).
Mäßiger Fluoridgehalt.*

Tecnico referente - die Bezugsperson
dott. Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio - Der Amtsdirektor
Dr. Christian Bachmann

Autonome Provinz Bozen - Südtirol
 Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
 Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
 wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
 Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige
 Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
 Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
 Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
 Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAP e ILACSignatory of EA, IAP and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber:
 GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE
 Goethestr. 7
 39012 MERAN BZ

Committente:
 COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE
 Via Goethe 7
 39012 MERANO BZ

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04401 del/vom 26/05/2017

Descr. campione/Beschr. Probe: acqua uso potabile, routine + As + U
 Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067-T0001-Q03, PRATO ALLO
 STELVIO/PRAD AM STILFSEERJOCH
 Prato allo Stelvio / Prad am Stilfserjoch
 sorgente "Deutschbach" / Quelle
 Deutschbach - nach Aufbereitung
 Verbale preli./Entnahmeprot.: W-320
 Data prelievo/Probenahme: 23/05/2017
 Data accettazione/Annahme: 23/05/2017
 Inizio analisi/Analysenbeginn: 24/05/2017
 Fine analisi/Analysenende: 26/05/2017
 Ente prelevatore/Entnahmeamt: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO
 Prelevatore/Entnehmer: Koch Elmar

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Unità di misura Maßeinheit	Limite Grenzwert
Colore Färbung	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Sapore Geschmack	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Odore Geruch	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Conducibilità elettrica specifica Spezifische elektrische Leitfähigkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met ISS BDA 022	158	µS/cm	< 2500
pH pH-Wert	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met ISS BCA 023	6.9	u. pH	6.5 - 9.5
Durezza totale Gesamthärte	APAT CNR IRSA 3030 Mar 29 2003 *	9	°F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) Alkalität (ausgedrückt in CO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	0	mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) Alkalität (ausgedrückt in HCO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	29	mg/L	
Ammonio (espresso in NH ₄) Ammonium (ausgedrückt in NH ₄)	ISO 7150-1:1984	< 0.02	mg/L	< 0.50
Nitriti (espressi in NO ₂) Nitrite (ausgedrückt in NO ₂)	UNI EN 26777:1994	< 0.01	mg/L	< 0.50
Fluoruri Fluoride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	0.61	mg/L	< 1.50
Cloruri Chloride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	21	mg/L	< 250
Nitrati (espressi in NO ₃) Nitrate (ausgedrückt in NO ₃)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	< 1	mg/L	< 50
Solfati Sulfate	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	31	mg/L	< 250
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2003	< 1	µg/L	
Uranio Uran	ISO 17294-2:2003	< 0.5	µg/L	

*Prova non accreditata da ACCREDIA / *Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren
 Limiti riferiti ai/Grenzwerte gemäß: Decreto Leg./Leg. Dekr. 2/02/2001 Nr. 31

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.
 Das Ergebnis des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichten Proben. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA04401 del/vom 26/05/2017

Siudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDIA):

Il valore dei parametri misurati rientra nel valore di parametro dell'Allegato I, parti B e C.

Valore di pH leggermente acido.

Discreta presenza di Fluoruri.

Discreta presenza di Cloruri.

Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDIA):

Der Wert der untersuchten Parameter liegt unter dem Parameterwert in der Anlage I, Abschnitte B und C.

Leicht saurer pH-Wert.

Mäßiger Fluoridgehalt.

Mäßiger Chloridgehalt.

Tecnico referente - die Bezugsperson
dott. Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio - Der Amtsdirektor
Dr. Christian Bachmann

Anhang 11

Berechnung Konzentrationen Arsenfilter

		Schüttung	Arsen	Uran	Härtegrad
		[l/sec]	[µg/l]	[µg/l]	°F
Nullvariante		20,00	2,70	14,30	18,80
Weniger TB Lichtenberg	Winter	-4,00	0,10	17,80	23,30
Dazu Untervellnairquellen		4,00	0,00	1,80	5,00
Resultat	Winter	20,00	2,68	11,10	15,14

Nullvariante		20,00	2,70	14,30	18,80
Weniger TB Lichtenberg	Sommer	-8,00	0,10	17,80	23,30
Dazu Untervellnairquellen		8,00	0,00	1,80	5,00
Resultat	Sommer	20,00	2,66	7,90	11,48

Resultat	Jahresverlauf	20,00	2,67	9,50	13,31
-----------------	----------------------	--------------	-------------	-------------	--------------

Anhang 12

Kostenschätzung Reaktivierung Untervellnairquellen

Anhang 12

Kostenschätzung Reaktivierung Untervellnairquellen

Nr	Beschreibung	Pos PV	Einheit	Menge	Preis	Betrag
1 Sanierung Quellstuben Untervellnair						
1.1.	Baustelleneinrichtung		psch	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
1.2.	Rodungen - inbegriffen das Fällen von Bäumen bis 15cm	53.02.01.01	m²	400,00	2,80 €	1.120,00 €
1.3.	Fällen von Bäumen mit Entfernung Wurzelstock 15-40 cm		Nr	20,00	100,00 €	2.000,00 €
1.4.	Allgemeiner Aushub im Material	54.01.01.01	m³	240,00	5,55 €	1.332,00 €
1.5.	Reinigung Zulaufe		Nr	4,00	500,00 €	2.000,00 €
1.6.	Hydorreinigung - Abschremmen von Beton bis 3 cm		m²	340,00	23,18 €	7.881,20 €
1.7.	Abdichtung mit Zementschlämme TW-Bereich	70.05.20.05	m²	380,00	14,87 €	5.650,60 €
1.8.	Abdichtung mit bituminösem Anstrich - kalt	70.05.05.05	m²	120,00	7,71 €	925,20 €
1.9.	Liefen und Einbau von Noppenbahn	70.80.10.22.A	m²	120,00	7,49 €	898,80 €
1.10.	Drainagematerial ungeschichtet eingebaut	54.20.10.01.B	m³	60,00	25,67 €	1.540,20 €
1.11.	Rohrleitungen und Spezialstücke in INOX		kg	150,00	20,00 €	3.000,00 €
1.12.	Ausführung von Aufschüttungen	54.10.02.03	m³	240,00	3,32 €	796,80 €
1.13.	Zyklopenmauern mit Porphyrsteinen, inkl. Lieferung	59.05.01.10	m³	36,00	74,69 €	2.688,84 €
	Zwischensumme					32.333,64 €
2 Leitung						
2.1.	Baustelleneinrichtung		psch	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
2.2.	Rodungen - inbegriffen das Fällen von Bäumen bis 15cm	53.02.01.01	m²	1.200,00	2,80 €	3.360,00 €
2.3.	Fällen von Bäumen mit Entfernung Wurzelstock 15-40 cm		Nr	50,00	150,00 €	7.500,00 €
2.4.	Grabenaushub seitliche Lagerung 5 m	54.01.02.01.B	m³	2.112,00	9,78 €	20.655,36 €
2.5.	Grabenaushub in kompaktem Fels Laden+Transport	54.01.02.20.A	m³	528,00	51,80 €	27.350,40 €
2.6.	Aufpreis für geneigtes Gelände Neigung 20 bis 50 %	54.01.90.60.A	m³	2.640,00	2,61 €	6.890,40 €
2.7.	Ausbau und Entsorgung bestehende Leitung		m	2.200,00	4,00 €	8.800,00 €
2.8.	Leitung PE-HD DN 125	75.10.01.30.I	m	2.200,00	33,98 €	74.756,00 €
2.9.	Wiederauffüllen von Grabenaushub	54.10.02.05.A	m³	2.640,00	3,91 €	10.322,40 €
2.10.	Ausbreiten und Verteilen von Muttererde	54.30.05.01.A	m²	3.000,00	4,72 €	14.160,00 €
2.11.	Aussaart von Grassamenmischung	96.01.01.01	m²	3.000,00	1,43 €	4.290,00 €
	Zwischensumme					180.584,56 €
3 Vorbereitung Anschluss Thialquellen						
3.1.	Baustelleneinrichtung		psch	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
3.2.	Allgemeiner Aushub im Material	54.01.01.01	m³	675,00	5,55 €	3.746,25 €
3.3.	Aufpreis für Handaushub	54.01.90.01	m³	50,00	56,38 €	2.819,00 €
3.4.	Wandschnitt in Beton mit Kreissäge	54.02.12.05.A	m²	3,60	257,80 €	928,08 €
3.5.	Liefen und Einbauen von Unterbeton C12/15	58.03.01.01	m³	10,00	105,00 €	1.050,00 €
3.6.	Beton für Bauwerke C25/30 XC2	58.03.02.15.E	m³	87,00	120,00 €	10.440,00 €
3.7.	Seitliche Abschalung für Gründungsplatten	58.02.01.01.A	m²	9,00	11,06 €	99,54 €
3.8.	Schalung für geradlinige Mauern und Wände	58.02.02.02	m²	90,00	17,61 €	1.584,90 €
3.9.	Aufpreis für Doppelschalung	58.02.02.90	m²	90,00	19,96 €	1.796,40 €
3.10.	Schalung für Platten	58.02.03.01	m²	100,00	19,86 €	1.986,00 €
3.11.	Betonstabstahl	58.10.02.02	kg	9.600,00	1,04 €	9.984,00 €
3.12.	Abdichtung mit bituminösem Anstrich - kalt	70.05.05.05	m²	190,00	7,71 €	1.464,90 €
3.13.	Liefen und Einbau von Noppenbahn	70.80.10.22.A	m²	190,00	7,49 €	1.423,10 €
3.14.	Drainagematerial ungeschichtet eingebaut	54.20.10.01.B	m³	95,00	25,67 €	2.438,65 €
3.15.	Wiedererrichtung der Zulaufe		psch	1,00	500,00 €	500,00 €
3.16.	Rohrleitung innerhalb des Bauwerks in INOX		kg	150,00	20,00 €	3.000,00 €
3.17.	Ausführung von Aufschüttungen	54.10.02.03	m³	100,00	3,32 €	332,00 €
	Zwischensumme					46.092,82 €
4 Lieferung und Einbau Arsenfilter ATC Dr. Mann						
			psch			160.000,00 €

Investitionskosten Arsenfilter Untervellnairquellen		
1	Sanierung Quellstuben Untervellnair	32.333,64 €
2	Leitung	180.584,56 €
3	Vorbereitung Anschluss Thialquellen	46.092,82 €
4	Lieferung und Einbau Arsenfilter	160.000,00 €
	Zwischensumme	419.011,02 €
	Unsicherheit	15 % 62.851,65 €
	Sicherheitskosten	3 % 14.455,88 €
	Zwischensumme	496.318,55 €
	Technische Spesen	10 % 49.631,86 €
	Zwischensumme	545.950,41 €
	Gesamtbetrag	550.000,00 €

Betriebskosten Arsenfilter Untervellnairquellen	
Betriebskosten aus Materialwechsel ATC Dr. Mann pro Jahr	70.000,00 €
Anteil zusätzlich benötigte Pumpkosten	15.000,00 €
Gesamtbetrag	85.000,00 €

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, August 2017

Seite 1

Vorbemerkungen zu Ihrer Information

Die nachfolgenden Ausführungen sollen der Gemeinde Prad als Entscheidungsgrundlage dienen, welche der möglichen Varianten der erforderlichen Trinkwasseraufbereitung der zur Verfügung stehenden Brunnen/Quellen letztendlich umgesetzt werden soll. Es wird gebeten zu beachten, daß alle Angaben nur die bisher zur Verfügung stehenden Informationen berücksichtigen können und daß alle angegebenen Preise/Kosten als das heutige Preisniveau und als Richtpreise anzusehen sind.

Zum möglichen Einsatz stehen wegen der aktuellen Belastungen mit Uran, Arsen bzw. zu hoher Wasserhärte Ionenaustauschverfahren bzgl. Uran, Adsorption bzgl. Arsen und Enthärtungsverfahren/Nanofiltration zur Reduktion der Wasserhärte.

Zu den genannten Technologien, die ATC unter der Warenmarke AquaPurex® anbietet und zu denen sie über hochspezialisiertes eigenes Firmen-Know-how verfügt, ist anzumerken:

Uranentfernung

ATC hat in den Jahren 1999 bis 2004 in Kooperation mit dem Forschungszentrum Karlsruhe die derzeit am Markt angebotenen Verfahren zur Uranabreinigung mittels schwachbasischer bzw. starkbasischer selektiver Ionenaustauscher entwickelt und in den entsprechenden europäischen Ländern die Zulassungen erwirkt. ATC hat in Mitteleuropa ca. 40 Uranentfernungsanlagen konzipiert, errichtet bzw. im Service.

Parallel zur Verfahrensentwicklung konnte seitens ATC das Problem der gesetzeskonformen Entsorgung der nach der Nutzung kontaminierten Uranfiltermaterialien durch Entwicklung, Bau und Betrieb einer eigenen Regenerationsanlage gelöst werden.

Arsenentfernung

Die adsorptive Entfernung von Arsen aus Trinkwasserquellen mittels Adsorption an selektivem Filtermaterial (granuliertes Eisenhydroxid) ist seit über 20 Jahren Stand der Technik; das Verfahren ist einfacher, effizienter und sauberer als alle alternativen Technologien.

Die Entsorgung des beladenen Filtermaterials (seitens ATC mit Genehmigung praktiziert) erfolgt Italien auf Sondermülldeponien.

Enthärtung

Für die Variantenprüfung bieten wir ausschließlich Nanofiltrationsanlagen an, da diese Technologie am einfachsten ist und sehr effizient und zuverlässig funktioniert. Diese Verfahren sind seit Jahren Stand der Technik.

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, August 2017

Seite 2

Darstellung und Abschätzung der Varianten gem. Vorgaben seitens Herrn Wallnöfer

Da keine diesbezüglichen Daten vorliegen, wird als Betriebsdruck für die zu konzipierenden Systeme generell <6 bar angenommen; natürlich sind auch andere Drücke möglich. Als Filterdruckbehälter wird ausschließlich die Variante Kunststoff (GfK, Baureihe B; Skizzen beiliegend) angeboten; möglich ist auch auf Wunsch Edelstahl (deutlich höhere Preise). Zu allen Varianten sind die lfd. Kosten für die analytische bzw. radiologische Überwachung (Inspektionen, lfd. Kontrollanalytik) zuzufügen; diese richten sich nach Behördenvorgaben bzw. Kundenwünschen.

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, August 2017

Seite 3

Variante 2

Arsenfilterung Untervellnairquellen

Was	Anlage zur Arsenentfernung
Bestehend aus	2 Filterdruckbehälter, befüllt mit ca. 8.000 Litern hochselektiven Arsenadsorbermaterial AquaPurex® E33, ohne Steuerungs- bzw. Überwachungstechnik, ohne Vorfiltration,
Einsatzzeit bzw. Standzeit bis Materialwechsel:	12 Monate (!), bzw. 200.000 m³ Rohwasser
Gesamtpreis Anlage incl. Montage durch ortsansässige Firma und Inbetriebnahme	Ca. € 160.000
Laufende Kosten	Materialwechsel alle 12 Monate, Preis incl. Deponierung des beladenen Altmaterials ca. € 70.000

Wir dürfen nochmals um Beachtung bitten, daß die angebotenen Konfigurationen eine mögliche Variantenlösung darstellt, die gemäß Ihren Forderungen/Wünschen geändert/vergrößert/verkleinert bzw. anderweitig angepaßt werden kann.

Die Mitarbeiter der ATC können im Bereich Radioaktivität/Strahlenschutz auf 30, im Bereich Uranabreinigung auf 18, im Bereich Arsenabreinigung auf 20 und im Bereich Enthärtung auf 10 Jahre Erfahrungen und Kompetenz verweisen.

Referenzen stellen wir Ihnen auf Wunsch gern zur Verfügung

Wir würden uns freuen, von Ihnen zu hören. Ihre Fragen beantworten wir gern und jederzeit.

Gern unterstützen wir Sie auch im Weiteren bei der Entscheidungsfindung, so daß Ihrerseits die optimale Lösung gefunden und umgesetzt werden kann. Einen darauf basierenden Auftrag nehmen wir gern an und sichern schon jetzt dessen sorgfältige und termingemäße Realisierung gemeinsam mit unseren Partnerunternehmen in Prad bzw. Deutschland zu.

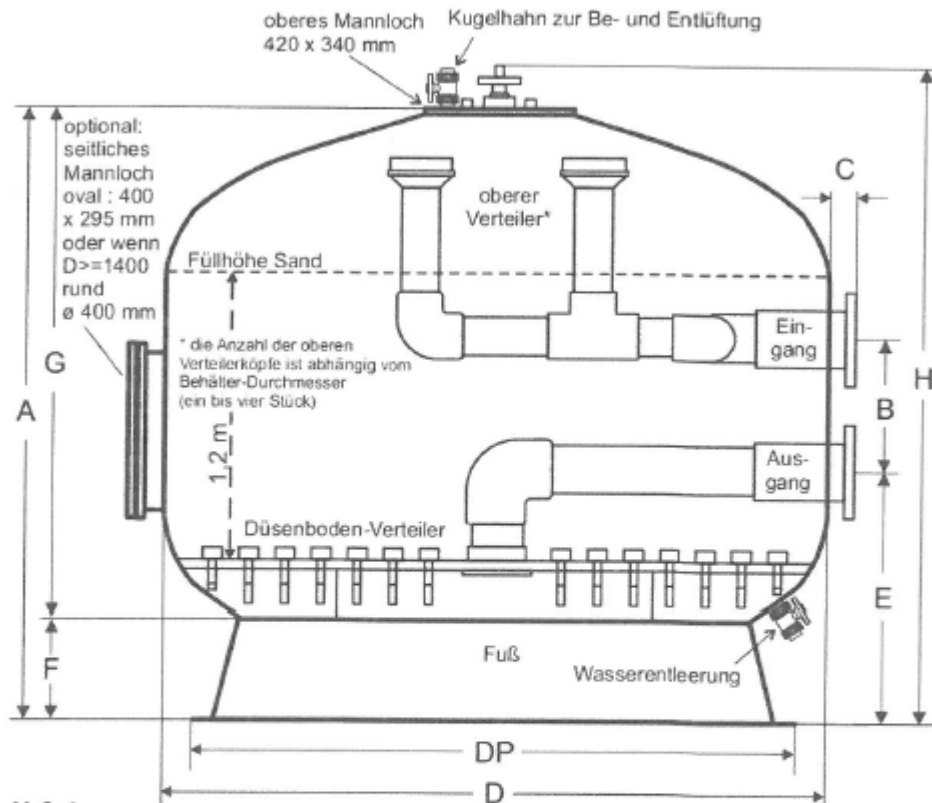
Freundliche Grüße

Gez.

Dr. rer.nat. Günther Mann
Geschäftsführer

Filterdruckbehälter der Baureihe B mit Düsenboden
aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (GfK),
für die Verwendung als Sand- oder Aktivkohlefilter
typische Betthöhe 1,2 m, max. Druck 2,5, 4 oder 6 bar,
Einbauten aus PVC, PP und ABS

GfK-B 1,2 m oP.



Maße in mm									
Durchmesser D	1050	1200	1400	1600	1800	2000	2350	2500	3000
max. Volumenstrom (m ³ /h) #	17	22	30	40	50	62	87	100	140
typ. Sandfüllung (kg)	1350	1800	2400	3100	4000	5000	6750	7600	11000
typ. Aktivkohlefüllung (kg)	575	750	1050	1425	1725	2125	2950	3300	4800
Gesamt-Volumen (Liter)	1536	1999	2677	3600	4494	5768	8430	8997	13860
Anschlüsse: PVC-Losflansche da	75	75	90	110	125	125	140	160	200
H	2259	2282	2304	2399	2327	2476	2676	2772	2986
E	675	725	735	780	810	810	1020	980	1150
B	820	810	815	850	820	800	650	600	550
G	1894	1907	1910	1961	1900	2030	2170	2231	2375
F	238	248	267	311	300	320	380	380	450
A	2132	2155	2177	2272	2200	2350	2550	2611	2825
DP	1015	1090	1300	1500	1630	1850	2100	2100	2600
C	75	75	75	75	75	75	75	75-80	75-80
Leergewicht 2,5 bar (kg)	241	278	357	438	514	603	814	-	-
Leergewicht 4 bar (kg)	272	310	402	492	577	676	912	-	-

Anhang 13

Berechnung Rohrdurchmesser Untervellnairquellen

Angabe:

Durchfluss	Q	8 l/sec
	Q	0,008 m³/sec

Annahmen:

PE-HD	Rauhigkeit k	0,02 mm
	DN	90 mm
	Di	73,6 mm

Druck im Anschlusspunkt > 2 bar

Überprüfung	v	1,88037504 m/sec
	λ	0,02
	Länge	2200 m
	Höhe Start	1200,00 m
	Verlust	7,93 m
	Höhe Anschluss	1139,00 m
	Energiehöhe	1192,07 m
	Druck Anschluss	5,31 bar

Anhang 14

Kostenschätzung Uranfilter

Anhang 14

Kostenschätzung Uranfilter

Nr	Beschreibung	Einheit	Menge	Preis	Betrag
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen				
1.1.	Baustelleneinrichtung	psch	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
1.2.	Allgemeiner Aushub im Material	m³	675,00	5,55 €	3.746,25 €
1.3.	Aufpreis für Handaushub	m³	50,00	56,38 €	2.819,00 €
1.4.	Wandschnitt in Beton mit Kreissäge	m²	3,60	257,80 €	928,08 €
1.5.	Liefern und Einbauen von Unterbeton C12/15	m³	10,00	105,00 €	1.050,00 €
1.6.	Beton für Bauwerke C25/30 XC2	m³	87,00	120,00 €	10.440,00 €
1.7.	Seitliche Abschalung für Gründungsplatten	m²	9,00	11,06 €	99,54 €
1.8.	Schalung für geradlinige Mauern und Wände	m²	90,00	17,61 €	1.584,90 €
1.9.	Aufpreis für Doppelschalung	m²	90,00	19,96 €	1.796,40 €
1.10.	Schalung für Platten	m²	100,00	19,86 €	1.986,00 €
1.11.	Betonstabstahl	kg	9.600,00	1,04 €	9.984,00 €
1.12.	Abdichtung mit bituminösem Anstrich - kalt	m²	190,00	7,71 €	1.464,90 €
1.13.	Liefern und Einbau von Noppenbahn	m²	190,00	7,49 €	1.423,10 €
1.14.	Drainagematerial ungeschichtet eingebaut	m³	95,00	25,67 €	2.438,65 €
1.15.	Wiedererrichtung der Zulaufe	psch	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €
1.15.	Rohrleitung innerhalb des Bauwerks in INOX	kg	150,00	20,00 €	3.000,00 €
1.16.	Ausführung von Aufschüttungen	m³	100,00	3,32 €	332,00 €
	Zwischensumme				49.092,82 €
2	Lieferung und Einbau Uranfilter ATC Dr. Mann	psch			160.000,00 €

Investitionskosten Uranfilter Tiefbrunnen Lichtenberg		
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen	49.092,82 €
2	Lieferung und Einbau Uranfilter	160.000,00 €
	Zwischensumme	209.092,82 €
	Unsicherheit 15 %	31.363,92 €
	Sicherheitskosten 3 %	7.213,70 €
	Zwischensumme	247.670,45 €
	Technische Spesen 10 %	24.767,04 €
	Zwischensumme	272.437,49 €
	Gesamtbetrag	280.000,00 €

Betriebskosten Uranfilter Tiefbrunnen Lichtenberg	
Kosten pro Materialwechsel	80.000,00 €
Materialwechsel innerhalb Jahre	4,00
Kosten Materialwechsel pro Jahr	20.000,00 €
Stromspesen geschätzt	25.000,00 €
Betriebskosten pro Jahr	45.000,00 €

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obrigheim, *August 2017*

Seite 1

Vorbemerkungen zu Ihrer Information

Die nachfolgenden Ausführungen sollen der Gemeinde Prad als Entscheidungsgrundlage dienen, welche der möglichen Varianten der erforderlichen Trinkwasseraufbereitung der zur Verfügung stehenden Brunnen/Quellen letztendlich umgesetzt werden soll. Es wird gebeten zu beachten, daß alle Angaben nur die bisher zur Verfügung stehenden Informationen berücksichtigen können und daß alle angegebenen Preise/Kosten als das heutige Preisniveau und als Richtpreise anzusehen sind.

Zum möglichen Einsatz stehen wegen der aktuellen Belastungen mit Uran, Arsen bzw. zu hoher Wasserhärte Ionenaustauschverfahren bzgl. Uran, Adsorption bzgl. Arsen und Enthärtungsverfahren/Nanofiltration zur Reduktion der Wasserhärte.

Zu den genannten Technologien, die ATC unter der Warenmarke AquaPurex® anbietet und zu denen sie über hochspezialisiertes eigenes Firmen-Know-how verfügt, ist anzumerken:

Uranentfernung

ATC hat in den Jahren 1999 bis 2004 in Kooperation mit dem Forschungszentrum Karlsruhe die derzeit am Markt angebotenen Verfahren zur Uranabreinigung mittels schwachbasischer bzw. starkbasischer selektiver Ionenaustauscher entwickelt und in den entsprechenden europäischen Ländern die Zulassungen erwirkt. ATC hat in Mitteleuropa ca. 40 Uranentfernungsanlagen konzipiert, errichtet bzw. im Service.

Parallel zur Verfahrensentwicklung konnte seitens ATC das Problem der gesetzeskonformen Entsorgung der nach der Nutzung kontaminierten Uranfiltermaterialien durch Entwicklung, Bau und Betrieb einer eigenen Regenerationsanlage gelöst werden.

Arsenentfernung

Die adsorptive Entfernung von Arsen aus Trinkwasserquellen mittels Adsorption an selektivem Filtermaterial (granuliertes Eisenhydroxid) ist seit über 20 Jahren Stand der Technik; das Verfahren ist einfacher, effizienter und sauberer als alle alternativen Technologien.

Die Entsorgung des beladenen Filtermaterials (seitens ATC mit Genehmigung praktiziert) erfolgt Italien auf Sondermülldeponien.

Enthärtung

Für die Variantenprüfung bieten wir ausschließlich Nanofiltrationsanlagen an, da diese Technologie am einfachsten ist und sehr effizient und zuverlässig funktioniert. Diese Verfahren sind seit Jahren Stand der Technik.

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, August 2017

Seite 2

Darstellung und Abschätzung der Varianten gem. Vorgaben seitens Herrn Wallnöfer

Da keine diesbezüglichen Daten vorliegen, wird als Betriebsdruck für die zu konzipierenden Systeme generell <6 bar angenommen; natürlich sind auch andere Drücke möglich. Als Filterdruckbehälter wird ausschließlich die Variante Kunststoff (GfK, Baureihe B; Skizzen beiliegend) angeboten; möglich ist auch auf Wunsch Edelstahl (deutlich höhere Preise). Zu allen Varianten sind die lfd. Kosten für die analytische bzw. radiologische Überwachung (Inspektionen, lfd. Kontrollanalytik) zuzufügen; diese richten sich nach Behördenvorgaben bzw. Kundenwünschen.

Variante 1

Uranfilterung Tiefbrunnen Lichtenberg

Was	Anlage zur Uranentfernung,
Bestehend aus	1 oder 2 Filterdruckbehälter, befüllt mit ca. 5.000 Litern hochselektiven Ionenaustauscher AquaPurex® DW630, ohne Steuerungs- bzw. Überwachungstechnik, ohne Vorfiltration,
Einsatzzeit bzw. Standzeit bis Materialwechsel:	3 bis 5 Jahre bzw. 900.000 bis 1.200.000 m³ Rohwasser
Gesamtpreis Anlage incl. Montage durch ortsansässige Firma und Inbetriebnahme	Ca. € 160.000
Laufende Kosten	Materialwechsel ca. alle 4 Jahre; Preis incl. Entsorgung des kontaminierten Altmaterials jeweils ca. € 80.000

Wir dürfen nochmals um Beachtung bitten, daß die angebotenen Konfigurationen eine mögliche Variantenlösung darstellt, die gemäß Ihren Forderungen/Wünschen geändert/vergrößert/verkleinert bzw. anderweitig angepaßt werden kann.

Die Mitarbeiter der ATC können im Bereich Radioaktivität/Strahlenschutz auf 30, im Bereich Uranabreinigung auf 18, im Bereich Arsenabreinigung auf 20 und im Bereich Enthärtung auf 10 Jahre Erfahrungen und Kompetenz verweisen.

Referenzen stellen wir Ihnen auf Wunsch gern zur Verfügung

Wir würden uns freuen, von Ihnen zu hören. Ihre Fragen beantworten wir gern und jederzeit.

Gern unterstützen wir Sie auch im Weiteren bei der Entscheidungsfindung, so daß Ihrerseits die optimale Lösung gefunden und umgesetzt werden kann. Einen darauf basierenden Auftrag nehmen wir gern an und sichern schon jetzt dessen sorgfältige und termingemäße Realisierung gemeinsam mit unseren Partnerunternehmen in Prad bzw. Deutschland zu.

Freundliche Grüße

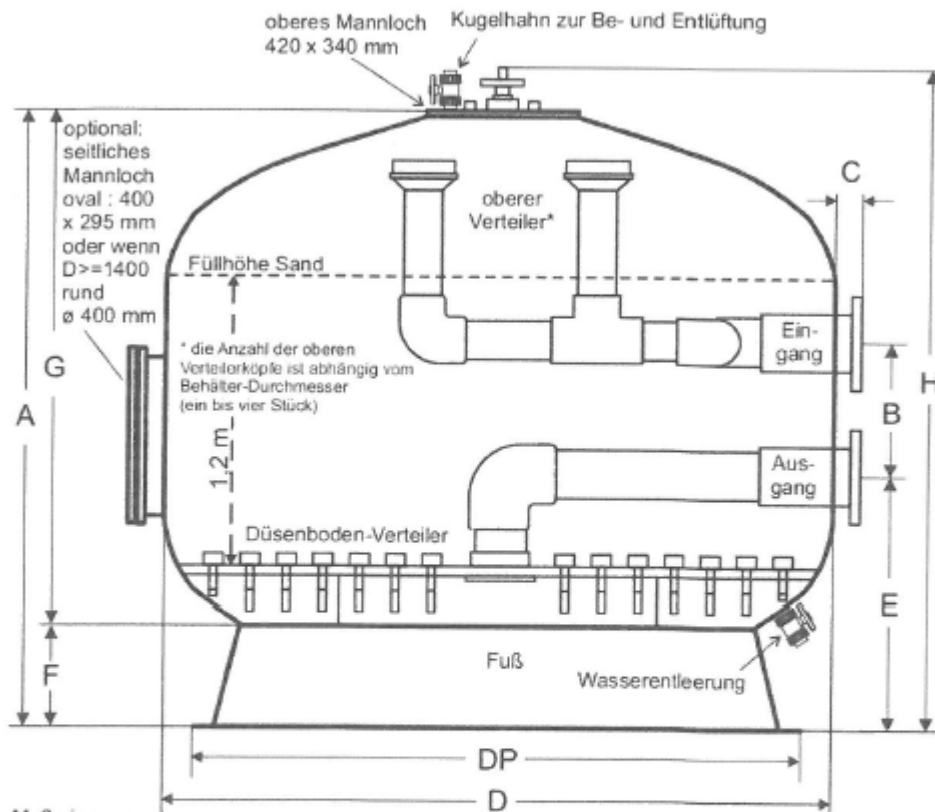
Gez.

Dr. rer.nat. Günther Mann
Geschäftsführer

Seite 4 von 4

Filterdruckbehälter der Baureihe B mit Düsenboden
aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (GfK),
für die Verwendung als Sand- oder Aktivkohlefilter
typische Betthöhe 1,2 m, max. Druck 2,5, 4 oder 6 bar,
Einbauten aus PVC, PP und ABS

GfK - B 1,2 m oP.



Maße in mm									
Durchmesser D	1050	1200	1400	1600	1800	2000	2350	2500	3000
max. Volumenstrom (m ³ /h) #	17	22	30	40	50	62	87	100	140
typ. Sandfüllung (kg)	1350	1800	2400	3100	4000	5000	6750	7600	11000
typ. Aktivkohlefüllung (kg)	575	750	1050	1425	1725	2125	2950	3300	4800
Gesamt-Volumen (Liter)	1536	1999	2677	3600	4494	5768	8430	8997	13860
Anschlüsse: PVC-Losflansche da	75	75	90	110	125	125	140	160	200
H	2259	2282	2304	2399	2327	2476	2676	2772	2986
E	675	725	735	780	810	810	1020	980	1150
B	820	810	815	850	820	800	650	600	550
G	1894	1907	1910	1961	1900	2030	2170	2231	2375
F	238	248	267	311	300	320	380	380	450
A	2132	2155	2177	2272	2200	2350	2550	2611	2825
DP	1015	1090	1300	1500	1630	1850	2100	2100	2600
C	75	75	75	75	75	75	75	75-80	75-80
Leergewicht 2,5 bar (kg)	241	278	357	438	514	603	814	-	-
Leergewicht 4 bar (kg)	272	310	402	492	577	676	912	-	-

Anhang 15

Berechnung Konzentrationen Enthärtung

	Schüttung	Härtegrad
Nullvariante	20	18,80
Abzug TB Lichtenberg	-10	23,30
Enthärtet aus TB	10	11,65
Resultat	20	12,98

Anhang 16

Kostenschätzung Enthärtung

Nr	Beschreibung	Einheit	Menge	Preis	Betrag
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen				
1.1.	Baustelleneinrichtung	psch	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
1.2.	Allgemeiner Aushub im Material	m³	675,00	5,55 €	3.746,25 €
1.3.	Aufpreis für Handaushub	m³	50,00	56,38 €	2.819,00 €
1.4.	Wandschnitt in Beton mit Kreissäge	m²	3,60	257,80 €	928,08 €
1.5.	Liefern und Einbauen von Unterbeton C12/15	m³	10,00	105,00 €	1.050,00 €
1.6.	Beton für Bauwerke C25/30 XC2	m³	87,00	120,00 €	10.440,00 €
1.7.	Seitliche Abschalung für Gründungsplatten	m²	9,00	11,06 €	99,54 €
1.8.	Schalung für geradlinige Mauern und Wände	m²	90,00	17,61 €	1.584,90 €
1.9.	Aufpreis für Doppelschalung	m²	90,00	19,96 €	1.796,40 €
1.10.	Schalung für Platten	m²	100,00	19,86 €	1.986,00 €
1.11.	Betonstabstahl	kg	9.600,00	1,04 €	9.984,00 €
1.12.	Abdichtung mit bituminösem Anstrich - kalt	m²	190,00	7,71 €	1.464,90 €
1.13.	Liefern und Einbau von Noppenbahn	m²	190,00	7,49 €	1.423,10 €
1.14.	Drainagematerial ungeschichtet eingebaut	m³	95,00	25,67 €	2.438,65 €
1.15.	Wiedererrichtung der Zuläufe	psch	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €
1.16.	Rohrleitung innerhalb des Bauwerks in INOX	kg	150,00	20,00 €	3.000,00 €
1.17.	Ausführung von Aufschüttungen	m³	100,00	3,32 €	332,00 €
	Zwischensumme				49.092,82 €
2	Lieferung und Einbau Nanofiltration ATC Dr. Mann	psch			140.000,00 €

Investitionskosten Nanofiltration Tiefbrunnen Lichtenberg			
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen		49.092,82 €
2	Lieferung und Einbau Nanofilter		140.000,00 €
	Zwischensumme		189.092,82 €
	Unsicherheit	15 %	28.363,92 €
	Sicherheitskosten	3 %	6.523,70 €
	Zwischensumme		223.980,45 €
	Technische Spesen	10 %	22.398,04 €
	Zwischensumme		246.378,49 €
	Gesamtbetrag		250.000,00 €

Betriebskosten Nanofiltration Tiefbrunnen Lichtenberg	
Laufende Kosten Nanofiltration pro m³	0,40 €
Menge Tiefbrunnen Lichtenberg in m³	150.000,00
Betriebskosten Nanofiltration	60.000,00 €
Pumpkosten	25.000,00 €
Betriebskosten pro Jahr	85.000,00 €

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, *August 2017*

Seite 1

Vorbemerkungen zu Ihrer Information

Die nachfolgenden Ausführungen sollen der Gemeinde Prad als Entscheidungsgrundlage dienen, welche der möglichen Varianten der erforderlichen Trinkwasseraufbereitung der zur Verfügung stehenden Brunnen/Quellen letztendlich umgesetzt werden soll. Es wird gebeten zu beachten, daß alle Angaben nur die bisher zur Verfügung stehenden Informationen berücksichtigen können und daß alle angegebenen Preise/Kosten als das heutige Preisniveau und als Richtpreise anzusehen sind.

Zum möglichen Einsatz stehen wegen der aktuellen Belastungen mit Uran, Arsen bzw. zu hoher Wasserhärte Ionenaustauschverfahren bzgl. Uran, Adsorption bzgl. Arsen und Enthärtungsverfahren/Nanofiltration zur Reduktion der Wasserhärte.

Zu den genannten Technologien, die ATC unter der Warenmarke AquaPurex® anbietet und zu denen sie über hochspezialisiertes eigenes Firmen-Know-how verfügt, ist anzumerken:

Uranentfernung

ATC hat in den Jahren 1999 bis 2004 in Kooperation mit dem Forschungszentrum Karlsruhe die derzeit am Markt angebotenen Verfahren zur Uranabreinigung mittels schwachbasischer bzw. starkbasischer selektiver Ionenaustauscher entwickelt und in den entsprechenden europäischen Ländern die Zulassungen erwirkt. ATC hat in Mitteleuropa ca. 40 Uranentfernungsanlagen konzipiert, errichtet bzw. im Service.

Parallel zur Verfahrensentwicklung konnte seitens ATC das Problem der gesetzeskonformen Entsorgung der nach der Nutzung kontaminierten Uranfiltermaterialien durch Entwicklung, Bau und Betrieb einer eigenen Regenerationsanlage gelöst werden.

Arsenentfernung

Die adsorptive Entfernung von Arsen aus Trinkwasserquellen mittels Adsorption an selektivem Filtermaterial (granuliertes Eisenhydroxid) ist seit über 20 Jahren Stand der Technik; das Verfahren ist einfacher, effizienter und sauberer als alle alternativen Technologien.

Die Entsorgung des beladenen Filtermaterials (seitens ATC mit Genehmigung praktiziert) erfolgt Italien auf Sondermülldeponien.

Enthärtung

Für die Variantenprüfung bieten wir ausschließlich Nanofiltrationsanlagen an, da diese Technologie am einfachsten ist und sehr effizient und zuverlässig funktioniert. Diese Verfahren sind seit Jahren Stand der Technik.

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, August 2017

Seite 2

Darstellung und Abschätzung der Varianten gem. Vorgaben seitens Herrn Wallnöfer

Da keine diesbezüglichen Daten vorliegen, wird als Betriebsdruck für die zu konzipierenden Systeme generell <6 bar angenommen; natürlich sind auch andere Drücke möglich. Als Filterdruckbehälter wird ausschließlich die Variante Kunststoff (GfK, Baureihe B; Skizzen beiliegend) angeboten; möglich ist auch auf Wunsch Edelstahl (deutlich höhere Preise). Zu allen Varianten sind die lfd. Kosten für die analytische bzw. radiologische Überwachung (Inspektionen, lfd. Kontrollanalytik) zuzufügen; diese richten sich nach Behördenvorgaben bzw. Kundenwünschen.

Enthärtung Tiefbrunnen Lichtenberg

Was	Nanofiltrationsanlage/Kompaktanlage zur Halbierung der Wasserhärte
Bestehend aus	(vgl. allg. Anlagenbeschreibung beiliegend); Kapazität ca. 35 m³/h
Einsatzzeit bzw. Standzeit bis Materialwechsel	Min. 20 Jahre, Verschleißteile sind zu erneuern
Gesamtpreis Anlage incl. Installation und Inbetriebnahme	Ca. € 140.000
Laufende Kosten	ca. € 0,40/m³ Rohwasser (vor allem Elektroenergie)

Seite 2 von 4

Wir dürfen nochmals um Beachtung bitten, daß die angebotenen Konfigurationen eine mögliche Variantenlösung darstellt, die gemäß Ihren Forderungen/Wünschen geändert/vergrößert/verkleinert bzw. anderweitig angepaßt werden kann.

Die Mitarbeiter der ATC können im Bereich Radioaktivität/Strahlenschutz auf 30, im Bereich Uranabreinigung auf 18, im Bereich Arsenabreinigung auf 20 und im Bereich Enthärtung auf 10 Jahre Erfahrungen und Kompetenz verweisen.

Referenzen stellen wir Ihnen auf Wunsch gern zur Verfügung

Wir würden uns freuen, von Ihnen zu hören. Ihre Fragen beantworten wir gern und jederzeit.

Gern unterstützen wir Sie auch im Weiteren bei der Entscheidungsfindung, so daß Ihrerseits die optimale Lösung gefunden und umgesetzt werden kann. Einen darauf basierenden Auftrag nehmen wir gern an und sichern schon jetzt dessen sorgfältige und termingemäße Realisierung gemeinsam mit unseren Partnerunternehmen in Prad bzw. Deutschland zu.

Freundliche Grüße

Gez.

Dr. rer.nat. Günther Mann
Geschäftsführer

Seite 4 von 4

ProMaqua NF-Anlage Typ PNF 4000TW

Zur Nanofiltration von chemisch konditioniertem Brunnen- oder Trinkwasser mit einem max. Salzgehalt von 1.000 mg/l, frei von Fe, Mn, Ba, Sr, Al, F, kolloidaler Kieselsäure, CSB < 5 mg/l und Verblockungsindex von ≤ 3.0 bestehend aus:

- 1 Kompaktrahmen aus Stahl, 2-fach pulverbeschichtet
- 1 Frontplatte für Armaturen und Anzeigeelemente aus PP
- 2 Partikelfilter aus GFK inklusive 5µm Filtereinsatz
- 1 Satz Manometer mit Edelstahlgehäuse, glyzerinegefüllt
- 1 Eingangs-Motorventil aus PVC/PES
- 1 Druckschalter für Rohwasserleitung
- 1 Thermometer für Rohwasser
- 1 Hochdruck - Pumpe vorwiegend aus Edelstahl
- 5 Druckrohre inkl. 34 Nanofiltrations-Membranelementen aus Composite-Membran (PE / PS / PA*)
- 1 Satz Regelventile aus Edelstahl für Konzentrat und Druckregelung
- 1 Satz Durchflussmesser aus Polyamid für Permeat und Konzentratabfluss
- 1 **(optional)** System für chemische Reinigung, Desinfektion oder Stillstandkonservierung der Module und Leitungen inkl. Pumpe aus Edelstahl, Dreiwege-Kugelhähne, Entleerungshahn und Verrohrung aus PVC, Tank aus PE
- 1 Anlageninterne Verrohrung aus PVC
- **(optional)** System zur automatischen Modulspülung mit Permeat bei jeder Abschaltung der Anlage sowie Permeatverwerfung beim Einschalten der Anlage
- **(optional)** System für automatische diskontinuierliche Modulspülung mit Rohwasser
- 1 Mikroprozessor-Steuerung nach EN 60204, DIN VDE 0113, Schutzart IP 54 inkl. digitalem Leitwertmeßgerät mit einstellbarem Grenzwert, Betriebsstundenzähler, Betriebs- und Betriebsstörungsanzeige, Hauptschalter, Betriebsschalter (mit Position: Automatik, Spülung oder Desinfektion), 1 potentialfreier Kontakt für Fernstörmeldung, Anschlußmöglichkeiten für Vorbehandlung, Niveausteuern im Permeattank

Anlage verrohrt, verdrahtet und bereit für Anschluß.

* PE = Polyester, PS = Polysulfon, PA = Polyamid

ProMaqua NF-Anlage Typ PNF 4000TW
Technische Daten

Permeatleistung bei ca. 15°C	Ca. 40	(m³/h)
Betriebsdruck	Ca. 7-8	(bar)
Ausbeute*	75-80	(%)
Rohwasserverbrauch NF-Anlage	50 – 53,3	(m³/h)
Erforderl. Rohwasserfließdruck	min./max. 3 / 6	(bar)
Typische Rückhalterate Härte**	ca. 90	(%)
Elektr. Anschluss	400/50	(V/Hz)
Anschlusswert	18.5	(kW)
Anschlüsse : (Rohwasser, Permeat, Konzentrat)	100, 80, 50	(DN)
Maße: H x B x T	ca. 2000 x 7000 x 1400	(mm)
Maße Reinigungstank: Ø x H	1210 x 1730	(mm)

- * Die max. Ausbeute darf nur bei bestmöglicher Rohwasserqualität, Verblockungsindex < 3,0, problemlosem Betrieb sowie entsprechend dem gewünschten Permeatsalzgehalt eingestellt werden.
- ** Basierend auf theoretischer Wasseranalyse mit einer Härte von 15° dH, einem Gesamtsalzgehalt von 1.000 mg/l und laut Auslegungssoftware des Membranherstellers

Achtung:

ProMaqua NF-Anlagen erfüllen die einschlägigen EU - Richtlinien und werden mit CE - Kennzeichen sowie EU - Konformitätserklärung geliefert.

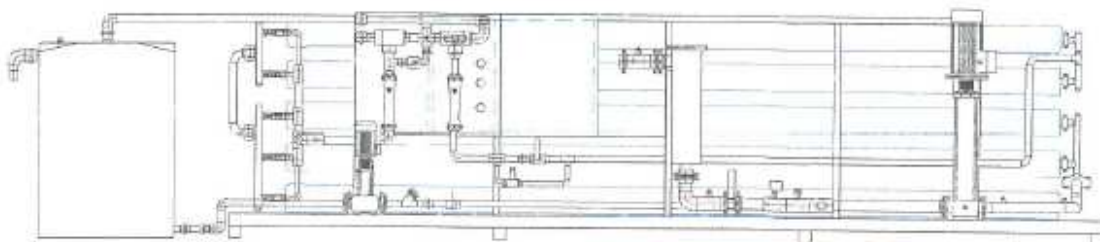


Abbildung ähnlicher Anlage

Anhang 17

Kostenschätzung Kombination ATC Dr. Mann

Nr	Beschreibung	Einheit	Menge	Preis	Betrag
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen				
1.1.	Baustelleneinrichtung	psch	1,00	5.000,00 €	5.000,00 €
1.2.	Allgemeiner Aushub im Material	m³	1.200,00	5,55 €	6.660,00 €
1.3.	Aufpreis für Handaushub	m³	100,00	56,38 €	5.638,00 €
1.4.	Wandschnitt in Beton mit Kreissäge	m²	3,60	257,80 €	928,08 €
1.5.	Liefern und Einbauen von Unterbeton C12/15	m³	22,50	105,00 €	2.362,50 €
1.6.	Beton für Bauwerke C25/30 XC2	m³	175,50	120,00 €	21.060,00 €
1.7.	Seitliche Abschalung für Gründungsplatten	m²	13,50	11,06 €	149,31 €
1.8.	Schalung für geradlinige Mauern und Wände	m²	135,00	17,61 €	2.377,35 €
1.9.	Aufpreis für Doppelschalung	m²	135,00	19,96 €	2.694,60 €
1.10.	Schalung für Platten	m²	225,00	19,86 €	4.468,50 €
1.11.	Betonstabstahl	kg	18.900,00	1,04 €	19.656,00 €
1.12.	Abdichtung mit bituminösem Anstrich - kalt	m²	360,00	7,71 €	2.775,60 €
1.13.	Liefern und Einbau von Noppenbahn	m²	135,00	7,49 €	1.011,15 €
1.14.	Drainagematerial ungeschichtet eingebaut	m³	202,50	25,67 €	5.198,18 €
1.15.	Wiedererrichtung der Zuläufe	psch	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €
1.16.	Rohrleitung innerhalb des Bauwerks in INOX	kg	200,00	20,00 €	4.000,00 €
1.17.	Ausführung von Aufschüttungen	m³	150,00	3,32 €	498,00 €
	Zwischensumme				85.477,27 €
2	Lieferung und Einbau Uranfilter ATC Dr. Mann	psch			160.000,00 €
3	Lieferung und Einbau Nanofilter ATC Dr. Mann	psch			140.000,00 €

Investitionskosten Uran+Nanofiltration Tiefbrunnen Lichtenberg				
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen			85.477,27 €
2	Lieferung und Einbau Uranfilter			160.000,00 €
3	Lieferung und Einbau Nanofilter			140.000,00 €
	Zwischensumme			385.477,27 €
	Unsicherheit	15	%	57.821,59 €
	Sicherheitskosten	3	%	13.298,97 €
	Zwischensumme			456.597,82 €
	Technische Spesen	10	%	45.659,78 €
	Zwischensumme			502.257,60 €
	Gesamtbetrag			510.000,00 €

Betriebskosten Uran+Nanofiltration Tiefbrunnen Lichtenberg		
Uranfilter		
Kosten pro Materialwechsel		80.000,00 €
Materialwechsel innerhalb Jahre		4,00
Nanofiltration		
Laufende Kosten pro m³		0,40 €
Menge Tiefbrunnen Lichtenberg in m³		150.000,00
Stromspesen für Betrieb der Pumpen		25.000,00
Betriebskosten pro Jahr		105.000,00 €

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, *August 2017*

Seite 1

Vorbemerkungen zu Ihrer Information

Die nachfolgenden Ausführungen sollen der Gemeinde Prad als Entscheidungsgrundlage dienen, welche der möglichen Varianten der erforderlichen Trinkwasseraufbereitung der zur Verfügung stehenden Brunnen/Quellen letztendlich umgesetzt werden soll. Es wird gebeten zu beachten, daß alle Angaben nur die bisher zur Verfügung stehenden Informationen berücksichtigen können und daß alle angegebenen Preise/Kosten als das heutige Preisniveau und als Richtpreise anzusehen sind.

Zum möglichen Einsatz stehen wegen der aktuellen Belastungen mit Uran, Arsen bzw. zu hoher Wasserhärte Ionenaustauschverfahren bzgl. Uran, Adsorption bzgl. Arsen und Enthärtungsverfahren/Nanofiltration zur Reduktion der Wasserhärte.

Zu den genannten Technologien, die ATC unter der Warenmarke AquaPurex® anbietet und zu denen sie über hochspezialisiertes eigenes Firmen-Know-how verfügt, ist anzumerken:

Uranentfernung

ATC hat in den Jahren 1999 bis 2004 in Kooperation mit dem Forschungszentrum Karlsruhe die derzeit am Markt angebotenen Verfahren zur Uranabreinigung mittels schwachbasischer bzw. starkbasischer selektiver Ionenaustauscher entwickelt und in den entsprechenden europäischen Ländern die Zulassungen erwirkt. ATC hat in Mitteleuropa ca. 40 Uranentfernungsanlagen konzipiert, errichtet bzw. im Service.

Parallel zur Verfahrensentwicklung konnte seitens ATC das Problem der gesetzeskonformen Entsorgung der nach der Nutzung kontaminierten Uranfiltermaterialien durch Entwicklung, Bau und Betrieb einer eigenen Regenerationsanlage gelöst werden.

Arsenentfernung

Die adsorptive Entfernung von Arsen aus Trinkwasserquellen mittels Adsorption an selektivem Filtermaterial (granuliertes Eisenhydroxid) ist seit über 20 Jahren Stand der Technik; das Verfahren ist einfacher, effizienter und sauberer als alle alternativen Technologien.

Die Entsorgung des beladenen Filtermaterials (seitens ATC mit Genehmigung praktiziert) erfolgt Italien auf Sondermülldeponien.

Enthärtung

Für die Variantenprüfung bieten wir ausschließlich Nanofiltrationsanlagen an, da diese Technologie am einfachsten ist und sehr effizient und zuverlässig funktioniert. Diese Verfahren sind seit Jahren Stand der Technik.

Variantenabschätzung geplante Trinkwasseraufbereitung Gemeinde Prad am Stilfser Joch
© ATC Dr. Mann GmbH, Obbrigheim, August 2017

Seite 2

Darstellung und Abschätzung der Varianten gem. Vorgaben seitens Herrn Wallnöfer

Da keine diesbezüglichen Daten vorliegen, wird als Betriebsdruck für die zu konzipierenden Systeme generell <6 bar angenommen; natürlich sind auch andere Drücke möglich. Als Filterdruckbehälter wird ausschließlich die Variante Kunststoff (GfK, Baureihe B; Skizzen beiliegend) angeboten; möglich ist auch auf Wunsch Edelstahl (deutlich höhere Preise). Zu allen Varianten sind die lfd. Kosten für die analytische bzw. radiologische Überwachung (Inspektionen, lfd. Kontrollanalytik) zuzufügen; diese richten sich nach Behördenvorgaben bzw. Kundenwünschen.

Variante 1

Uranfilterung Tiefbrunnen Lichtenberg

Was	Anlage zur Uranentfernung,
Bestehend aus	1 oder 2 Filterdruckbehälter, befüllt mit ca. 5.000 Litern hochselektiven Ionenaustauscher AquaPurex® DW630, ohne Steuerungs- bzw. Überwachungstechnik, ohne Vorfiltration,
Einsatzzeit bzw. Standzeit bis Materialwechsel:	3 bis 5 Jahre bzw. 900.000 bis 1.200.000 m³ Rohwasser
Gesamtpreis Anlage incl. Montage durch ortsansässige Firma und Inbetriebnahme	Ca. € 160.000
Laufende Kosten	Materialwechsel ca. alle 4 Jahre; Preis incl. Entsorgung des kontaminierten Altmaterials jeweils ca. € 80.000

Enthärtung Tiefbrunnen Lichtenberg

Was	Nanofiltrationsanlage/Kompaktanlage zur Halbierung der Wasserhärte
Bestehend aus	(vgl. allg. Anlagenbeschreibung beiliegend); Kapazität ca. 35 m³/h
Einsatzzeit bzw. Standzeit bis Materialwechsel	Min. 20 Jahre, Verschleißteile sind zu erneuern
Gesamtpreis Anlage incl. Installation und Inbetriebnahme	Ca. € 140.000
Laufende Kosten	ca. € 0,40/m³ Rohwasser (vor allem Elektroenergie)

Wir dürfen nochmals um Beachtung bitten, daß die angebotenen Konfigurationen eine mögliche Variantenlösung darstellt, die gemäß Ihren Forderungen/Wünschen geändert/vergrößert/verkleinert bzw. anderweitig angepaßt werden kann.

Die Mitarbeiter der ATC können im Bereich Radioaktivität/Strahlenschutz auf 30, im Bereich Uranabreinigung auf 18, im Bereich Arsenabreinigung auf 20 und im Bereich Enthärtung auf 10 Jahre Erfahrungen und Kompetenz verweisen.

Referenzen stellen wir Ihnen auf Wunsch gern zur Verfügung

Wir würden uns freuen, von Ihnen zu hören. Ihre Fragen beantworten wir gern und jederzeit.

Gern unterstützen wir Sie auch im Weiteren bei der Entscheidungsfindung, so daß Ihrerseits die optimale Lösung gefunden und umgesetzt werden kann. Einen darauf basierenden Auftrag nehmen wir gern an und sichern schon jetzt dessen sorgfältige und termingemäße Realisierung gemeinsam mit unseren Partnerunternehmen in Prad bzw. Deutschland zu.

Freundliche Grüße

Gez.

Dr. rer.nat. Günther Mann
Geschäftsführer

ProMaqua NF-Anlage Typ PNF 4000TW

Zur Nanofiltration von chemisch konditioniertem Brunnen- oder Trinkwasser mit einem max. Salzgehalt von 1.000 mg/l, frei von Fe, Mn, Ba, Sr, Al, F, kolloidaler Kieselsäure, CSB < 5 mg/l und Verblockungsindex von ≤ 3.0 bestehend aus:

- 1 Kompaktrahmen aus Stahl, 2-fach pulverbeschichtet
- 1 Frontplatte für Armaturen und Anzeigeelemente aus PP
- 2 Partikelfilter aus GFK inklusive 5µm Filtereinsatz
- 1 Satz Manometer mit Edelstahlgehäuse, glyzerinegefüllt
- 1 Eingangs-Motorventil aus PVC/PES
- 1 Druckschalter für Rohwasserleitung
- 1 Thermometer für Rohwasser
- 1 Hochdruck - Pumpe vorwiegend aus Edelstahl
- 5 Druckrohre inkl. 34 Nanofiltrations-Membranelementen aus Composite-Membran (PE / PS / PA*)
- 1 Satz Regelventile aus Edelstahl für Konzentrat und Druckregelung
- 1 Satz Durchflussmesser aus Polyamid für Permeat und Konzentratabfluss
- 1 **(optional)** System für chemische Reinigung, Desinfektion oder Stillstandkonservierung der Module und Leitungen inkl. Pumpe aus Edelstahl, Dreiwege-Kugelhähne, Entleerungshahn und Verrohrung aus PVC, Tank aus PE
- 1 Anlageninterne Verrohrung aus PVC
- **(optional)** System zur automatischen Modulspülung mit Permeat bei jeder Abschaltung der Anlage sowie Permeatverwerfung beim Einschalten der Anlage
- **(optional)** System für automatische diskontinuierliche Modulspülung mit Rohwasser
- 1 Mikroprozessor-Steuerung nach EN 60204, DIN VDE 0113, Schutzart IP 54 inkl. digitalem Leitwertmeßgerät mit einstellbarem Grenzwert, Betriebsstundenzähler, Betriebs- und Betriebsstörungsanzeige, Hauptschalter, Betriebsschalter (mit Position: Automatik, Spülung oder Desinfektion), 1 potenzialfreier Kontakt für Fernstörmeldung, Anschlußmöglichkeiten für Vorbehandlung, Niveausteuern im Permeattank

Anlage verrohrt, verdrahtet und bereit für Anschluß.

* PE = Polyester, PS = Polysulfon, PA = Polyamid

ProMaqua NF-Anlage Typ PNF 4000TW
Technische Daten

Permeatleistung bei ca. 15°C	Ca. 40	(m³/h)
Betriebsdruck	Ca. 7-8	(bar)
Ausbeute*	75-80	(%)
Rohwasserverbrauch NF-Anlage	50 – 53,3	(m³/h)
Erforderl. Rohwasserfließdruck	min./max. 3 / 6	(bar)
Typische Rückhalterate Härte**	ca. 90	(%)
Elektr. Anschluss	400/50	(V/Hz)
Anschlusswert	18,5	(kW)
Anschlüsse : (Rohwasser, Permeat, Konzentrat)	100, 80, 50	(DN)
Maße: H x B x T	ca. 2000 x 7000 x 1400	(mm)
Maße Reinigungstank: Ø x H	1210 x 1730	(mm)

- * Die max. Ausbeute darf nur bei bestmöglicher Rohwasserqualität, Verblockungsindex < 3,0, problemlosem Betrieb sowie entsprechend dem gewünschten Permeatsalzgehalt eingestellt werden.
- ** Basierend auf theoretischer Wasseranalyse mit einer Härte von 15° dH, einem Gesamtsalzgehalt von 1.000 mg/l und laut Auslegungssoftware des Membranherstellers

Achtung:

ProMaqua NF-Anlagen erfüllen die einschlägigen EU - Richtlinien und werden mit CE - Kennzeichen sowie EU - Konformitätserklärung geliefert.

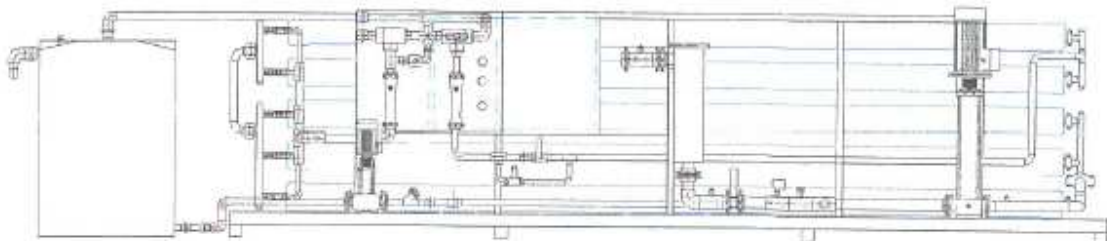
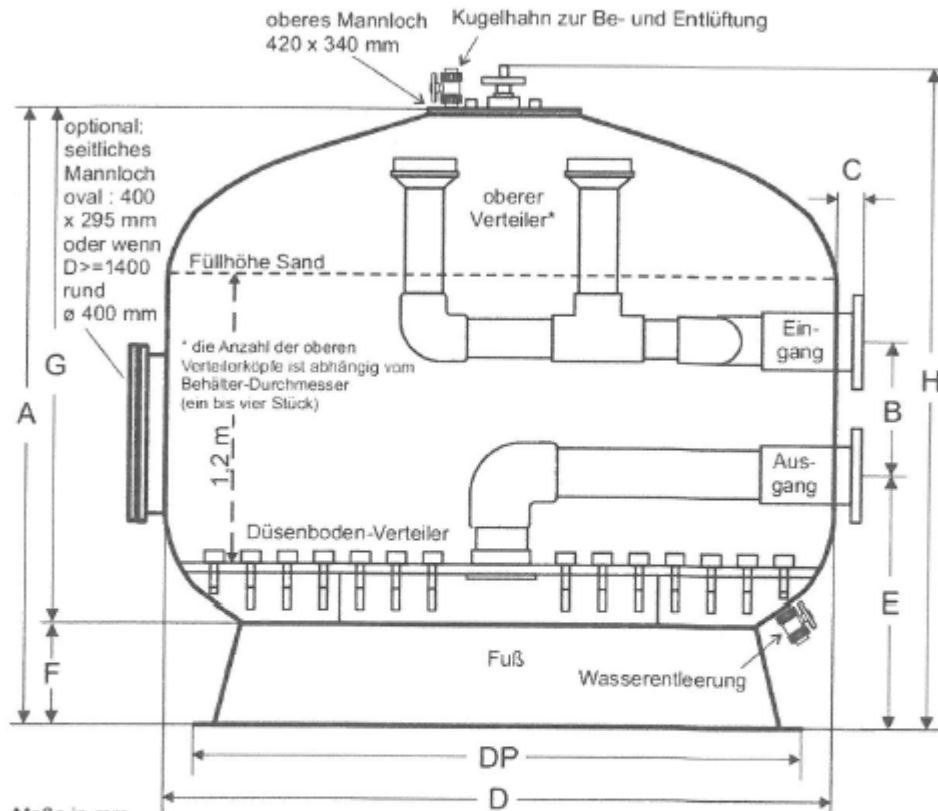


Abbildung ähnlicher Anlage

Filterdruckbehälter der Baureihe B mit Düsenboden
aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (GfK),
für die Verwendung als Sand- oder Aktivkohlefilter
typische Behälterhöhe 1,2 m, max. Druck 2,5, 4 oder 6 bar,
Einbauten aus PVC, PP und ABS

GfK - B 1,2 m oP.



Maße in mm

Durchmesser D	1050	1200	1400	1600	1800	2000	2350	2500	3000
max. Volumenstrom (m ³ /h) #	17	22	30	40	50	62	87	100	140
typ. Sandfüllung (kg)	1350	1800	2400	3100	4000	5000	6750	7600	11000
typ. Aktivkohlefüllung (kg)	575	750	1050	1425	1725	2125	2950	3300	4800
Gesamt-Volumen (Liter)	1536	1999	2677	3600	4494	5768	8430	8997	13860
Anschlüsse: PVC-Losflansche da	75	75	90	110	125	125	140	160	200
H	2259	2282	2304	2399	2327	2476	2676	2772	2986
E	675	725	735	780	810	810	1020	980	1150
B	820	810	815	850	820	800	650	600	550
G	1894	1907	1910	1961	1900	2030	2170	2231	2375
F	238	248	267	311	300	320	380	380	450
A	2132	2155	2177	2272	2200	2350	2550	2611	2825
DP	1015	1090	1300	1500	1630	1850	2100	2100	2600
C	75	75	75	75	75	75	75	75-80	75-80
Leergewicht 2,5 bar (kg)	241	278	357	438	514	603	814	-	-
Leergewicht 4 bar (kg)	272	310	402	492	577	676	912	-	-

Anhang 18

Kostenschätzung Kombination SFCU Umwelttechnik

Nr	Beschreibung	Einheit	Menge	Preis	Betrag
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen				
1.1.	Baustelleneinrichtung	psch	1,00	10.000,00 €	10.000,00 €
1.2.	Allgemeiner Aushub im Material	m³	1.000,00	5,55 €	5.550,00 €
1.3.	Aufpreis für Handaushub	m³	150,00	56,38 €	8.457,00 €
1.4.	Wandschnitt in Beton mit Kreissäge	m²	10,00	257,80 €	2.578,00 €
1.5.	Liefen und Einbauen von Unterbeton C12/15	m³	22,50	105,00 €	2.362,50 €
1.6.	Beton für Bauwerke C25/30 XC2	m³	175,50	120,00 €	21.060,00 €
1.7.	Seitliche Abschalung für Gründungsplatten	m²	13,50	11,06 €	149,31 €
1.8.	Schalung für geradlinige Mauern und Wände	m²	135,00	17,61 €	2.377,35 €
1.9.	Aufpreis für Doppelschalung	m²	135,00	19,96 €	2.694,60 €
1.10.	Schalung für Platten	m²	225,00	19,86 €	4.468,50 €
1.11.	Betonstabstahl	kg	18.900,00	1,04 €	19.656,00 €
1.12.	Abdichtung mit bituminösem Anstrich - kalt	m²	360,00	7,71 €	2.775,60 €
1.13.	Liefen und Einbau von Noppenbahn	m²	135,00	7,49 €	1.011,15 €
1.14.	Drainagematerial ungeschichtet eingebaut	m³	202,50	25,67 €	5.198,18 €
1.15.	Wiedererrichtung der Zuläufe	psch	1,00	2.000,00 €	2.000,00 €
1.16.	Rohrleitung innerhalb des Bauwerks in INOX	kg	250,00	20,00 €	5.000,00 €
1.17.	Ausführung von Aufschüttungen	m³	300,00	3,32 €	996,00 €
	Zwischensumme				96.334,19 €
2	Lieferung und Einbau C-MEM SFCU	psch			830.000,00 €

Investitionskosten Kombination C-MEM Tiefbrunnen Lichtenberg			
1	Vorbereitung Anschluss Speicher Theinen		96.334,19 €
2	Lieferung und Einbau Nanofilter		830.000,00 €
	Zwischensumme		926.334,19 €
	Unsicherheit	15 %	138.950,13 €
	Sicherheitskosten	3 %	31.958,53 €
	Zwischensumme		1.097.242,84 €
	Technische Spesen	10 %	109.724,28 €
	Zwischensumme		1.206.967,13 €
	Gesamtbetrag		1.210.000,00 €

Betriebskosten Kombination C-MEM Tiefbrunnen Lichtenberg	
Laufende Stromkosten pro m³	0,40 €
Reinigung Zitronensäure Nanofiltration	0,02 €
Alkalische Reinigung Nanofiltration	0,02 €
Antiskalant Nanofiltration	0,01 €
Menge Tiefbrunnen Lichtenberg in m³	150.000,00
Laufende Kosten pro Jahr	66.000,00 €
Membranreinigung Natriumchlorid 10%	978,00 €
Membranreinigung Zitronensäure 100%	624,00 €
Eisenchlorid ca. 15 l/Tag	1.642,50 €
Pumpkosten restliche Anlage	25.000,00 €
Betriebskosten pro Jahr	94.244,50 €
Betriebskosten pro Jahr	100.000,00 €



SFC Umwelttechnik
clean water for the world

Wasseraufbereitung Prad

TECHNISCHER BERICHT

C-MEM™ - MEMBRANE WATER TREATMENT TECHNOLOGY

Version 01
10.02.2017



INHALT

1	SFC Umwelttechnik Kontaktdaten	2
2	Einleitung	2
3	C-MEM™ Prozess-Beschreibung	3
3.1	C-MEM™ System	4
3.2	Funktionsprinzip	6
3.3	Automation	7
4	Typische Anwendung von C-MEM™	7
4.1	C-MEM™ für die Wasseraufbereitung	7
5	Anlagen-Auslegung	8
5.1	Rohwasser-Konzentration und Beladung	9
5.2	Erwartete Ablaufwerte	9
5.3	Behandlungsweg	10
5.4	Blockschema	11
6	Prozess-Details	12
6.1	Oxidationsreaktor	12
6.2	C-MEM™ System	13
6.3	Membran Wasser- und Lufrückspülung	13
6.4	CIP Reinigung C-MEM™	13
6.5	Nanofiltration	14
6.6	Ablauf behandeltes Wasser	14
6.7	Schlammanfall und Schlamm-speicher	15
7	Betriebsmittel	16
8	TYPISCHES LAYOUT C-MEM™	17



1 SFC Umwelttechnik Kontaktdaten

SFC Umwelttechnik GmbH
Julius Welser Straße 15
5020 Salzburg
Austria
Tel.: +43 (0) 662 43 49 02 - 0
Fax: +43 (0) 662 43 49 02 - 8
Email: office@sfcu.at
Web: www.sfcu.at

2 Einleitung

Die Quellen im Einzugsgebiet um Prad / Südtirol enthalten erhöhte Werte an Arsen und Uran, sowie Härte. Alle drei Parameter müssen soweit gesenkt werden, damit die Grenzen der Trinkwasservorschriften eingehalten werden.

Als grundlegende Prozessauswahl sind folgende Schritte angedacht:

1. Oxidationsstufe für die Oxidierung von Arsen, sofern notwendig
2. Simultane Fällung von Arsen und Uran mit Eisensalz
3. Ultrafiltration (C-MEM™) – Abtrennung Arsen und Uran
4. Nanofiltration für die Teil-enthärtung

Das vorliegende Dokument beschreibt das Aufbereitungsverfahren C-MEM™ und präsentiert relevante Informationen zum Design und zu den einzelnen Verfahren selbst. Die Stärken und Vorteile des C-MEM™ Systems werden untenstehend aufgelistet. Dieses Verfahren ist "Stand der Technik" und wird bereits bei zahlreichen Referenzen weltweit angewendet. Die Richtpreise der Verfahrensvarianten sind in gesonderten Dokumenten ausgewiesen.



3 C-MEM™ Prozess-Beschreibung

C-MEM™ ist ein einzigartiges Membranfiltrationssystem entwickelt durch die Firma SFC Umwelttechnik GmbH und arbeitet im Bereich Mikro- und Ultrafiltration.

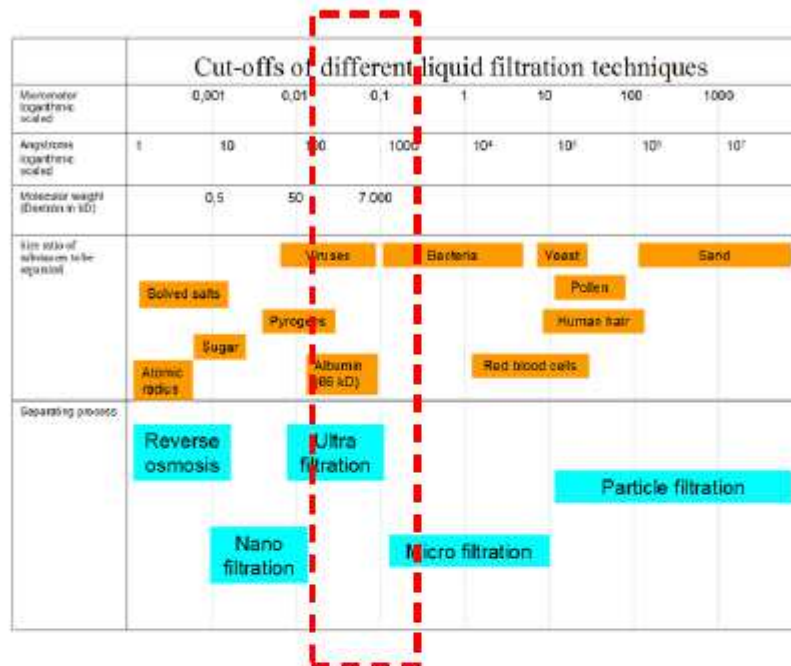


Abb. 1: Größenbereich C-MEM™ Filtration



3.1 C-MEM™ System

Das Grundprinzip beruht darauf, dass poröse, organische Hohlfasern mit mikroskopisch kleinen Poren als Filtermedium verwendet werden.

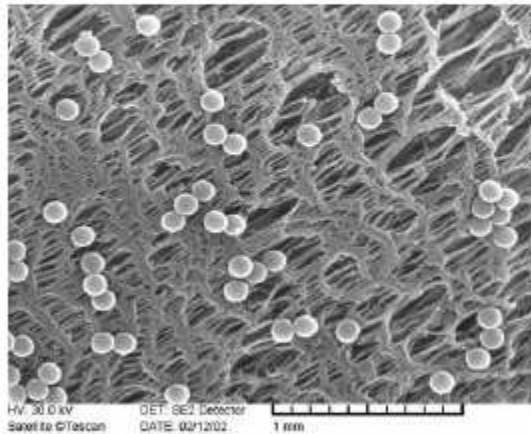


Abb. 2: REM Bild der Membranoberfläche von C-MEM™ Hohlfasern mit rückgehaltenen Mikroorganismen

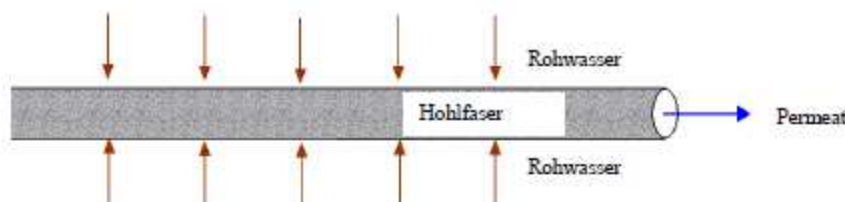


Abb. 3: Schematisches Bild einer C-MEM™ Hohlfaser im "außen nach innen" Betrieb

Die Fasern (Abb. 3) haben einen Außendurchmesser von weniger als 1 mm (0.3 – 0.5 mm, abhängig von der Anwendung).

Um die nötige Filterfläche bereitzustellen und einen konstanten Fluss zu erreichen, werden mehrere hundert parallele Fasern (bis zu 1 m Länge) zu Bündel kombiniert und über eine Trägerkartusche (Abb. 4) gewickelt.

Die Trägerkartusche hat einen Sauganschluss für Permeat (oben) und einen Anschluss für Druckluft (unten) welcher die Abreinigung der Fasern während des Betriebs ermöglicht.



Mehrere solcher Kartuschen werden zu Modulen kombiniert, welche ebenfalls mit Saug- und Druckluftanschlüssen versehen sind. Diese werden wiederum mit Ventilen und Sammelleitung verbunden.



Abb. 4: C-MEM™ Kartusche

In größeren Anlagen werden Module (Abb. 5) zu sogenannten Registern verbunden. Dieser Zusammenschluss von Modulen erlaubt einen effizienteren Betrieb und gemeinsame Anschlüsse für Permeat (Filtrat), Rückspülung, Druckluft und CIP (Clean in Place) Reinigung.



Abb. 5: C-MEM™ Modul



3.2 Funktionsprinzip

Während der NOP (Normal Operation, Filtrationszyklus) sind alle Module im Produktionsmodus: Das bedeutet, durch den Unterdruck, welcher von den Saugpumpen erzeugt wird, wird Filtrat durch die Fasern gesaugt („outside-in-Betrieb“).

Periodisch wird durch die Luftspülung und Rückspülen verhindert, dass Fasern verkleben bzw. verblocken. Dabei wird unter der Kartusche Luft eingeblasen bzw. die Flussrichtung für kurze Zeit umgekehrt „inside-out-Betrieb“.

In gewissen Zeitabständen (1 Woche – 3 Monaten, anhängig von der Art des Rohwassers) wird das Fouling und Scaling der Membran mit NaOCl und organischen Säuren gereinigt. Dabei bleiben die Module im Filtrationsbecken eingetaucht. Dieses Verfahren wird CIP (Clean in Place) genannt.

1-2 x im Jahr wird das Modul (oder ein Register) herausgehoben und von groben Verunreinigungen gereinigt und in einem Reinigungstank extern gereinigt. Dieses Verfahren wird als Intensivreinigung bezeichnet.

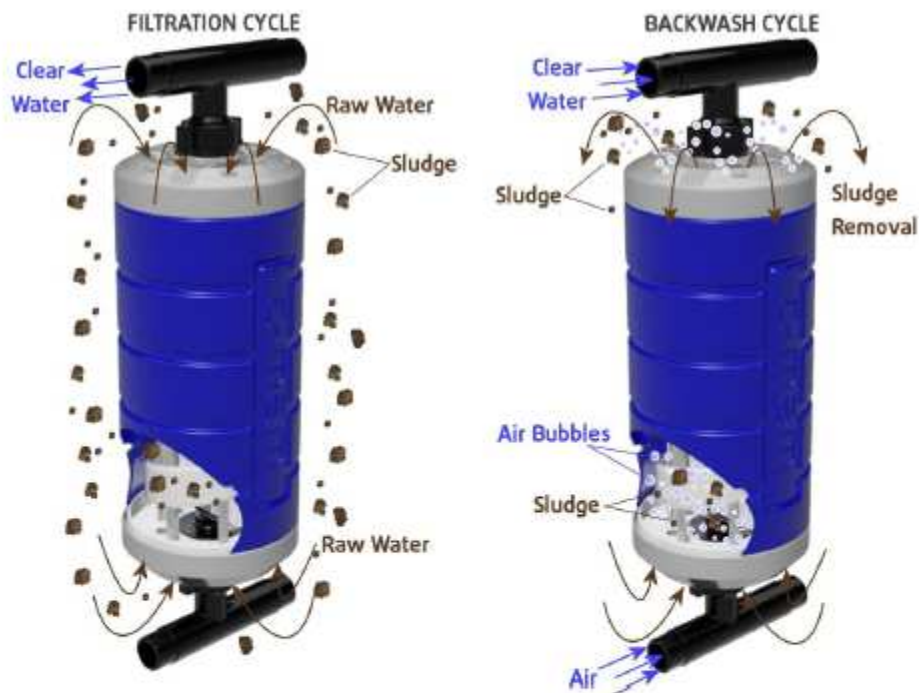


Abb. 6: Kartusche in Filtrationszyklus (links) und während der Reinigung (rechts)



3.3 Automation

Der gesamte Prozess ist PAC (Programmable Automation Controller)-gesteuert. Saugbetrieb, Luft und auch Rückspülzyklen sind vorprogrammiert und werden über die Automatik betrieben. Auch ein externer Zugriff über eine Fernwartung ist optional möglich.

4 Typische Anwendung von C-MEM™

4.1 C-MEM™ für die Wasseraufbereitung

Eine typische Anwendung von C-MEM™ ist die Direktfiltration von Trinkwasser oder die Kombination vor- bzw. nachgehaltener Stufen (z.B. Oxidation, Ionentauscher Nanofiltration oder Umkehrosmose). C-MEM bildet durch die vollständige Partikelabtrennung eine ideale Vorstufe für eine weitere Behandlung.

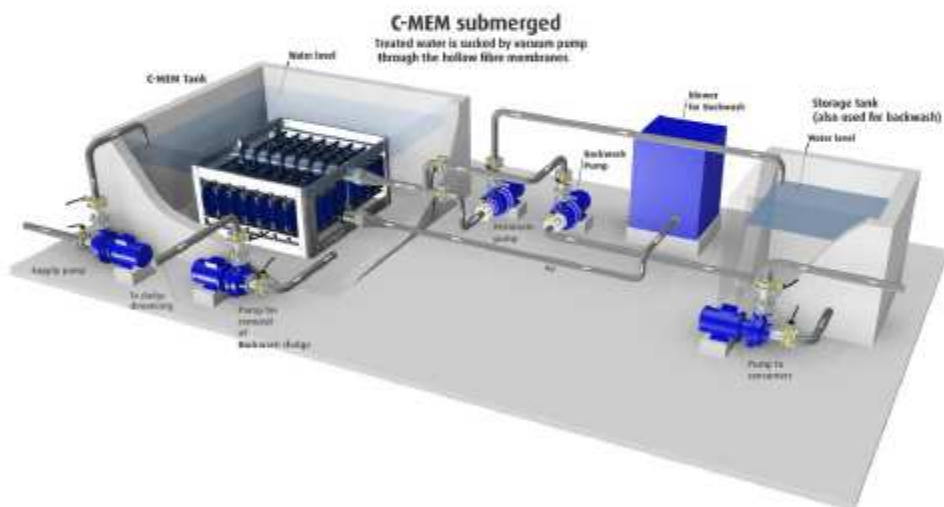


Abb. 7: Typisches Layout C-MEM™ Wasseraufbereitung



5 Anlagen-Auslegung

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben die Auslegung der Wasseraufbereitungsanlage. Im Anlagendesign sind die folgenden Punkte enthalten:

Beschreibung Prozessschritte	Design von:
1) Quellsammler und Weiterleitung zur Wasseraufbereitung	Kundenseitig
2) Oxidationsreaktor inkl. Dosierstation für Eisen-Fällmittel	SFC
3) C-MEM™ System in Filtrationsbehälter integriert und Überschussschlammabzug.	SFC
4) Kreislumppe für Permeat/Rückspülung und Gebläse	SFC
5) Klarwasser-Behälter als Reserve für Rückspülung, Zwischenspeicher für Nanofiltration.	SFC
6) CIP Reinigung mit Hypochlorit und Zitronensäure für C-MEM. Die Reinigung erfolgt automatisch 1-4 x im Monat.	SFC
7) Überschuss Schlammspeicher	SFC
8) Automatisierung und Messtechnik, Steuerung der Anlage über SCADA System	SFC
9) Nanofiltrationsanlage	SFC
10) Reinwasser Weiterleitung zu Verbrauchern oder Speicher	kundenseitig
11) NF Konzentrat Sammlung und Entsorgung	Kundenseitig
12) Schlamm-trocknung und Entsorgung	Kundenseitig



5.1 Rohwasser-Konzentration und Beladung

Die Wasserqualität ist abhängig von Witterung und Quelle. Die folgenden Konzentration und Mengen wurden für die Bemessung der Wasseraufbereitungsanlage herangezogen.

ZULAUF		Bis zu 1,700 m³/Tag
Arsen	µg/l	< 30
Uran	µg/l	< 30
AFS	mg/l	< 5
Härte	°F	< 25
Temperatur	°C	10

5.2 Erwartete Ablaufwerte

ABLAUF		Bis zu 1,700 m³/Tag
Arsen	µg/l	< 10
Uran	µg/l	< 30
AFS	mg/l	< 1
Härte	°F	< 12
Temperatur	°C	10



5.3 Behandlungsweg

Um die geforderten Ablaufwerte zu erreichen, sind folgende grundlegende Behandlungsschritte notwendig:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| • Arsen | Elimination durch Oxidation, Fällung und C-MEM™ |
| • Uran | Elimination durch Fällung und C-MEM™ |
| • Abfiltrierbare Stoffe / Trübung | Elimination durch C-MEM™ |
| • Mikroorganismen / Bakterien | Elimination durch C-MEM™ |
| • Härte | Elimination durch Nanofiltration |

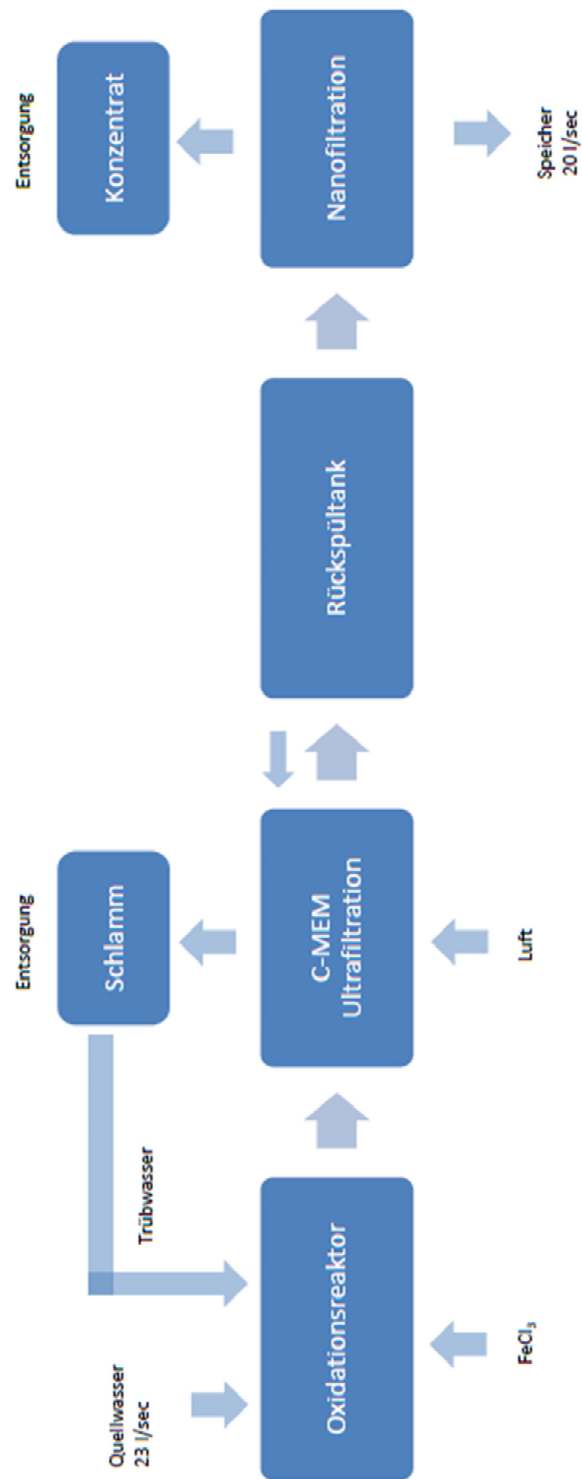
Typische Entfernungsraten von Bakterien und anderen Mikroorganismen sind wie folgt:

Mikroorganismus	Behandlung	LRV	Reduktion
Faecal Coliforme	C-MEM	5 LRV *)	99,999%
Enterokokken	C-MEM	5.5 LRV *)	99,9997%
Gesamt Coliforme	C-MEM	6 LRV *)	99,9999%
Giardia cysts	C-MEM	7 LRV *)	99,99999%
Virus	C-MEM	2.5 LRV *)	99,7%

*) LRV = Logarithmische Reduktionsrate

$$= -\log \frac{\text{cfu}_{\text{effluent}}}{\text{cfu}_{\text{influent}}} \quad \text{cfu} = \text{colony forming units (Koloniebildende Einheit)}$$

5.4 Blockschema





6 Prozess-Details

6.1 Oxidationsreaktor

Das Quellwasser gelangt im ersten Schritt in den Oxidationsreaktor. Dort wird ionisierte Luft oder Ozon eingeblasen, das dreiwertiges Arsen in fünfwertiges Arsen umwandelt. Gleichzeitig wird Eisensalz dosiert, das das fünfwertige Arsen und Uran bindet und Flocken bildet. Dadurch wird das Arsen immobilisiert und kann in der nachfolgenden Filtrationsstufe abgetrennt werden.

Diese Stufe ist nur notwendig, sofern das Arsen in der dreiwertigen Form vorliegt. Ansonsten kann das Arsen auch simultan im Filtrationsbehälter gefällt werden.

Folgende Behältergrößen und Dosiermengen wurden für diesen Behandlungsschritt berechnet:

Eisensalz Dosierung		
Dosiermenge	mgFe/l	5
	l/h	2,2
FeCl ₃ Verbrauch	l/Tag	53
	l/Jahr	19.377
Oxidationsreaktor		
Aufenthaltszeit	min	30
Volumen	m ³	41
Luftbedarf	m ³ /h	165



6.2 C-MEM™ System

Die Abtrennung der Feststoffe und Fällungsprodukte vom gereinigten Wasser wird durch die getauchten C-MEM™ Module direkt innerhalb des Filtrationsbehälters durchgeführt.

Die Membranmodule sind direkt im Becken integriert. Der Überschussschlamm mit Arsen und Uran wird über eine Schlammpumpe vom System abgetrennt.

Detailldaten zur Bemessung sind in der unten angeführten Tabelle abgebildet:

C-MEM™		
Anzahl Module	-	3
Anzahl Registers	-	3
Linien	-	1
Membranfläche	m2	1.074
Anzahl C-MEM Kartuschen	-	192
Flux	l/m2.h	15 - 25

6.3 Membran Wasser- und Luftrückspülung

Die Rückspülung inklusive Lufteintrag in die C-MEM™ Kartusche entfernt die anfiltrierte Schlammschicht von den Membranfasern. Rückspülung und Luftabreinigung wird zur gleichen Zeit initialisiert. Die Reinigung erfolgt in regelmäßigen Abständen nach einigen Minuten Filtration und dauert nur einige Sekunden. Das Wasser für die Rückspülung ist Filtrat, dass in einem kleinen Rückspültank zwischen gespeichert wird.

6.4 CIP Reinigung C-MEM™

Alle 7 - 30 Tage wird jedes Register mit einer verdünnten Natriumhypochlorit-Lösung bei einem pH-Wert von 10,5 und verdünnten Zitronensäure-Lösung bei einem pH von 3 gereinigt, um organische und anorganische Ablagerungen zu entfernen.

Injektions- und Reaktionssequenzen werden dabei mehrmals wiederholt. Normalerweise dauert die Reinigung von einem Register (= 1 Modul) max. 2 Std. Dabei bleiben die anderen Register im Normalbetrieb.

Die Reinigungschemikalien werden in der Kartusche verdünnt und teilweise im Filtrationsbehälter abgebaut. Der Inhalt muss nach der Reinigung in die Kanalisation überführt werden.



6.5 Nanofiltration

Das Wasser aus dem Rückspültank der C-MEM™ Anlage kann mit einer Nanofiltration weiter aufbereitet werden, sodass ein Teil der Härte entfernt wird. Die Nanofiltration entfernt zweiwertige (Ca^{2+} , Mg^{2+}) und einen Teil der einwertigen Ionen (z.B. Cl^-). Je nachdem, in welchem Bereich die Härte eingestellt werden soll, können Ablauf C-MEM™ und Nanofiltration gemischt werden.

Nanofiltration		
Zulauf RO	m ³ /hr	41
Retentat Faktor	%	25%
TDS Zulauf zur RO	mg/l	600
Retentat Fluss	m ³ /hr	10,3
Produkt Durchfluss	m ³ /hr	30,9
Retentat TDS	mg/l	2.382
Produkt TDS	mg/l	6
Druck	bar	4
Energieverbrauch berechnet	kW	9
Bypass Durchfluss	m ³ /hr	41
Misch TDS nach Bypass	mg/l	303

Die Nanofiltration hat im Vergleich zu Ionenaustauschern den Vorteil, dass keine Regeneration von Harz und damit hochkonzentrierte Regenerationslösungen benötigt werden. Ein Nachteil ist der im Vergleich höhere Strombedarf und Retentat, das jedoch relativ niedrig konzentriert ist. Es muss abgeklärt werden, ob das Retentat noch den Direkteinleiter Bedingungen entspricht.

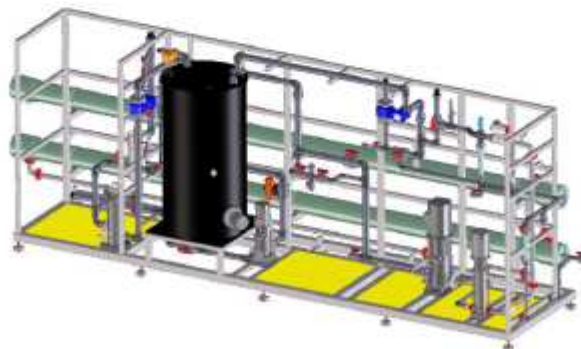


Abb.: Nanofiltrationseinheit

6.6 Ablauf behandeltes Wasser

Der Ablauf erfolgt über freies Gefälle aus Nanofiltration oder C-MEM Rückspültank und kann direkt zu den Verbrauchern oder in einen Speicher gepumpt werden.



6.7 Schlammfall und Schlammspeicher

Der Überschussschlamm aus dem Filtrationsbehälter wird in einen rechteckigen Schlammspeicher / Eindicker gepumpt und dort durch Sedimentation weiter entwässert. Der Überstand fließt im freien Gefälle zurück zum Aufbereitungsprozess. Der Speicher ist je nach tatsächlicher Fracht für ca. 7 Tage dimensioniert. Nach diesem Zeitraum muss der Schlamm aus dem Tank entnommen, optional weiter getrocknet und entsorgt werden (z.B. mit Filtersack-System).

Schlammspeicher		
Schlammmenge	kg/Tag	60
	m ³ /Tag	12
Konzentration im Eindicker	-	2,5%
Gesamtmenge pro Tag	m ³ /Tag	2,4
Seitenlänge Eindicker LxB	m x m	2,5
Klarwasserzone	m	2,0
Gesamttiefe mit Konus	m	5,6



7 Betriebsmittel

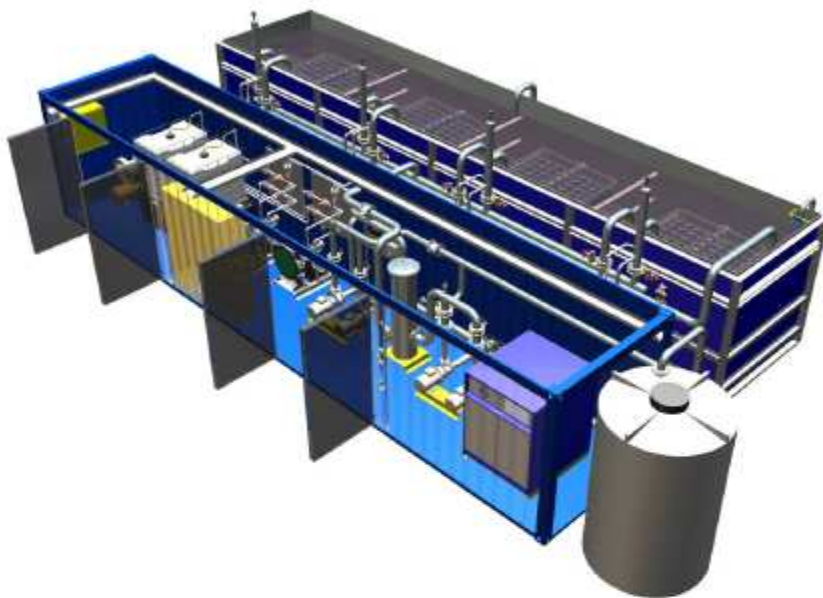
Die durchschnittlichen Verbräuche für 1,700 m³/Tag (20 l/sec) aufbereitetes Trinkwasser werden wie folgt angenommen:

Elektrische Energie		
Strom alle Aufbereitungsstufen	kWh/m³	ca. 0,4 - 0,5

Betriebsmittel		
Schlammentsorgung (nach Trocknung, TS 100%)	kg/Tag	60
Membranreinigung (NaOCl 10%, 1x/Monat)	l/Reinigung	163
Membranreinigung (Zitronensäure, 100%, 1x/Monat)	kg/Reinigung	52
FeCl ₃	l/Tag	1 - 18
Saure Reinigung NF	kg/m³	0.02
Alkalische Reinigung NF	kg/m³	0.03
Antiskalent NF	kg/m³	0.01



8 TYPISCHES LAYOUT C-MEM™



13.02.2017

SFC Umwelttechnik GmbH

Prad 20I-sec

Kapitel	Nr.	Beschreibung	KW	Lieferant	Units	Preis, EUR, netto
1		C-MEM Module			12	
	1.2	C-MEM Kartuschen		SFCU	768	
	1.6	Verbindungskupplung für Module Wasser		Straub	36	
	1.7	Modulrahmen		Lenzing	12	
	1.8	Modul Zusammenbau und Test		Lenzing	12	
	1.9	Endkappen		Lenzing	12	
	1.10	Auftriebsfixierung		Lenzing	12	
2		Oxidationsreaktor				
	2.1	Ionisationseinheit	4,0 kW	Ionoxess	5	
	2.3	Entleerungsventil	pneumatisch	Bürkert	1	
3		Schlammumpen				
	3.7	Schlammumpen	1,3 kW	WILO	2	
	3.8	Automatische Schlammventile	pneumatisch	Bürkert	4	
4		Permeat-Pumpen				
	4.1	Pumpen in Betrieb	11,0 kW	WILO	1	
	4.1a	Pumpen Sidby	11,0 kW	WILO	1	
	4.2	Absperklappen	manuell	Bürkert	4	
	4.3	Rückschlagklappe		Bürkert	2	
	4.5	Automatisches Permeateventil	pneumatisch	Bürkert	6	
	4.6	Rückspültank Bypass Ventil	pneumatisch	Bürkert	2	
	4.7	FU für Pumpe		Rockwell	2	
5		Rückspül-Pumpen				
	5.1	Pumpen in Betrieb	3,0 kW	WILO	1	

G:\SFC\Projekte\Italien\Prad C-MEM WTP\Equipment Liste\Equipment Liste Prad 20I-sec_01.xlsx

1/4

13.02.2017

SFC Umwelttechnik GmbH

Prad 20l-sec

5.1a	Pumpen Stdby		3.0 kW	WILO	1	
5.2	Absperklappen		manuell	Bürkert	4	
5.3	Rückschlagklappe			Bürkert	2	
5.4	Automatisches Rückspülventil		pneumatisch	Bürkert	6	
5.7	FU für Pumpe			Rockwell	2	
6	Belüftung					
6.1	ASC Gebläse in Betrieb		15.0 kW	Kaaser	1	
6.1a	ASC Gebläse Stdby		15.0 kW	Kaaser	1	
6.1.1.	Schallschutzhaube			Kaaser	2	
6.2	Automatisches ASC-Ventil / Beckenbelüftungsventil		pneumatisch	Bürkert	6	
6.3	Automatisches Beckenbelüftungsventil		pneumatisch	Bürkert	2	
6.4	Manuelle ASC-Gebläse Ventil		manuell	Bürkert	1	
6.5	Manuelle Prozessluft-Gebläse Ventil		manuell	Bürkert	1	
6.7	Abspernventile Beckenbelüftung		manuell	Bürkert	1	
6.14	Entlüftungsventil			Nirotec	6	
6.15	FU für ASC-Gebläse			Rockwell	2	
8	Druckluftkompressor					
8.1	Druckluft-Kompressor		3.0kW	Kaaser	1	
8.2	Ventilinsel			Bürkert	2	
9	Becken, Rohre, Kabel, Installation					
9.1	Ionoxess Behälter			local	1	kundenseitig
9.2	C-MEM Behälter			local	2	kundenseitig
9.3	Rückspültank			local	1	kundenseitig
9.4	Betriebsgebäude			local	1	kundenseitig
9.5	Rohre, Kabel, Installation			local	1	
10	CIP Membrane Saure Reinigung (Zitronensäure 33%ig)					
10.1	Vorratstank		PE	Prominent	1	
10.1.1	Auffangwanne			Prominent	1	
10.1.2	Leerstandsmeldung			Prominent	1	

G:\SFC\Projekte\Italien\Prad C-MEM WTP\Equipment Liste\Equipment Liste Prad 20l-sec_01.xlsx

2/4

13.02.2017

SFC Umwelttechnik GmbH

Prad 20l-sec

10.2	Ansatzrührwerk	0,18 kW	Prominent	1	
10.3	Dosierpumpe	0,55 kW	Prominent	1	
10.3a	Dosierpanel		Prominent	1	
10.3.1	Zubehör für Panel	man.	Prominent	2	
10.3.2	Dosierventile	Dosierventil	Prominent	2	
10.3.3	Inline Filter	1 µm	MTS	1	
10.3.4	Filter Kartuschen		MTS	10	
10.3.5	Automatisches Servicewasser-Ventil	pneumatisch	Bürkert	1	
10.3.6	Rückschlagventil Servicewasser		Bürkert	1	
10.4	Automatisches Dosierventil	pneumatisch	Bürkert	6	
11	CIP Membrane Oxidative Reinigung (NaOCl 8%ig)				
11.1	Vorratstank	PE	Prominent	1	
11.1.1	Auffangwanne		Prominent	1	
11.2	Leerstandsmeldung		Prominent	1	
11.3	Dosierpumpe	0,55 kW	Prominent	1	
11.3a	Dosierpanel		Prominent	1	
11.3.1	Zubehör für Panel	man.	Prominent	2	
11.5	NaOH Dosiertank	PE	Geoplast	1	
11.6	NaOH Dosierstation		Prominent	1	
15	Eisensalz Dosierstation				
15.1	Vorratstank		Prominent	1	
15.1.1	Auffangwanne		Prominent	1	
15.2	Rührwerk		Prominent	1	
15.3	Dosierpumpe	0,3 kW	Prominent	1	
15.3.1	Dosierpanel	man.	Prominent	1	
15.3.2	Dosierventile	Dosierventil	Prominent	1	
50	Nanofiltration (Teilenthärtung)				
50.1	Nanofiltration	13 kW	SFCU	1	
100	Steuerung und Messgeräte				

G:\SFC\Projekte\Italien\Prad C-MEM WTP\Equipment Liste\Equipment Liste Prad 20l-sec_01.xlsx

3/4

13.02.2017

SFC Umwelttechnik GmbH

Prad 20l-sec

100.1	Steuerung, Remote-Control			Rockwell	1	
100.2.1	Motorschalterschranke inkl. FUs		98,7 kW	R+S/SFCU	1	
100.2.2	Pneumatik Verteilschrank			R+S/SFCU	2	
100.3	Durchfluss Membranregister		4-20mAmp	Wenglor	8	
100.4	Durchfluss Permeat und Rückspülung		4-20mAmp	Schmachtl	2	
100.5	Druckmessung Permeat und Rückspülung		4-20mAmp	Schmachtl	2	
100.7.1	Füllstandsmessung (Inoxess Tank)		4-20mAmp	Vega	1	
100.7.2	Füllstandsmessung (C-MEM Tank)		4-20mAmp	Vega	2	
100.7.3	Füllstandsmessung (Rückspültank)		4-20mAmp	Vega	1	
100.9	Trübungsmessung		4-20mAmp	BAMO IER	1	
100.10	Durchflussmessung Zulauf		4-20mAmp	Schmachtl	1	
100.11	Durchflussmessung Schlamm		4-20mAmp	Schmachtl	1	
200	Transport				DAP	
300	Engineering					
300.1	Mannstunden			SFC	1 set	
300.2	Überwachung Installation			SFC	15 Tage	
300.3	Überwachung Inbetriebnahme/Training			SFC	15 Tage	
300.4	Reisen			SFC	5	
300.5	FDS für Software			SFC	1	
300.6	Test kits			SFC	1	
300.7	Bauzeichnungen			SFC	1	
TOTAL						930.000 €

G:\SFC\Projekte\Italien\Prad C-MEM WTP\Equipment Liste\Equipment Liste Prad 20l-sec_01.xlsx

4/4

Anhang 19

Berechnung Konzentrationen Überlauf Lichtenberg

		Schüttung [l/sec]	Arsen [µg/l]	Uran [µg/l]	Härtegrad °F
Nullvariante		20,00	2,70	14,30	18,80
Abzug TB Lichtenberg	Winter	-10,00	0,10	17,80	23,30
Dazu Quellen Lichtenberg		10,00	0,50	0,90	4,70
Resultat	Winter	20,00	2,90	5,85	9,50

Anhang 20

Prüfprotokoll Wasserprobe Zirnbachquelle

Autonome Provinz Bozen - Südtirol Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt Biologisches Labor 29.9 Unterbergstrasse, 2 - 39055 Leifers (BZ) Tel: 0471 950431 labbio@provinz.bz.it		Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente Laboratorio Biologico 29.9 Via Sottomonte, 2 - 39055 LIVES (BZ) Tel: 0471 950431 labbio@provincia.bz.it
---	---	--



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
SA, IAF e ILACSignatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber: BÜRGERMEISTER DER GEMEINDE PRATO STILFSERJOCH
Hauptstrasse 44
39026 PRATO AM STILFSERJOCH BZ

Committente: SINDACO DEL COMUNE DI PRATO ALLO STELVIO
via Principale 44
39026 PRATO ALLO STELVIO BZ

Weitere Empfänger: GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE
Goethestr. 7
39012 MERANO BZ

Altri destinatari: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE
Via Goethe 7
39012 MERANO BZ

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08979 del/vom 11/09/2018

Acqua per uso umano - Wasser für den menschlichen Gebrauch
Giudizio di qualità e/o idoneità - Qualitäts- und/oder Eignungsurteil

N°Prelievo: 1

Ente prelevatore/Entnahmeamt: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE

Prelevatore/Entnehmer: Koch Elmar

Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067 PRATO ALLO STELVIO/PRATO AM STILFSERJOCH
T0001 Prato allo Stelvio / Prato am Stilfserjoch
Zirnbach Quelle x

Verbale preli./Entnahmeprotok.: W-1429

Prelievo/Probenahme: 29/08/2018

Accettazione/Annahme: 29/08/2018

Inizio analisi/Analysenbeginn: 29/08/2018

Fine analisi/Analysenende: 01/09/2018

Non utilizzata a scopo potabile - nicht für Trinkzwecke benutzt

Parametro Parameter	Metodo Methode	Unità di misura Maßeinheit	Risultato Ergebnis	Valore guida Richtwert	Limite Grenzwert
Coliformi Coliforme Keime	Rapporti ISTISAN 2007/5 pag 65 Met ISS A 006C	ufc/100 mL KbE/100 mL	0		0
Escherichia coli Escherichia coli	Rapporti ISTISAN 2007/5 pag 25 Met ISS A 001B	ufc/100 mL KbE/100 mL	0		0
Enterococchi intestinali Intestinale Enterokokken	ISO 7899-2:2000	ufc/100 mL KbE/100 mL	0		0
Colonie a 22°C Koloniezähl bei 22°C	ISO 6222:1999	ufc/mL KbE/mL	3	100	
Colonie a 36°C Koloniezähl bei 36°C	ISO 6222:1999	ufc/mL KbE/mL	0	10	

Riferimento legislativo / gesetzliche Grundlage: D.Lgs. 02.02.2001, n. 31 / Gv.D. 02.02.2001 Nr. 31

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDIA) / Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDIA):
Conforme alla normativa / Den Gesetzesbestimmungen entsprechend.

La Responsabile di Sezione - Die Verantwortliche des Bereichs
Paola Blasior

La Direttrice d'Ufficio - Die Amtsdirektorin
Alberta Stenico

(sottoscritto con firma digitale / mit digitaler Unterschrift unterzeichnet)

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente agli campioni sottoposti a prova.
Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichten Proben. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3 wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen Tel: 0471 417201		Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3 Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it Tel: 0471 417201
--	---	--


LAB N°0434
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
 EA, IAP e ILAC
 Signatory of EA, IAP and ILAC
 Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber: GESUNDEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE Goethestr. 7 39012 MERAN BZ	Committente: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE Via Goethe 7 39012 MERANO BZ
---	---

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08982 del/vom 05/09/2018

Descr. campione/Beschr. Probe: acqua uso potabile, giudizio di idoneità Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067-T0001- , PRATO ALLO STELVIO/PRAD AM STILFSEERJOCH Prato allo Stelvio / Prad am Stilfserjoch Zirnbach Quelle &	Verbale prelievo/Entnahmeprot.: W-1429 Data prelievo/Probenahme: 29/08/2018 8:00 Data accettazione/Annahme: 29/08/2018 Inizio analisi/Analysenbeginn: 30/08/2018 Fine analisi/Analysenende: 05/09/2018
--	---

Ente prelevatore/Entnahmeamt: Tecnico prelevatore/Entnehmer:	COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO- Koch Elmar
---	--

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Incertezza Unsicherheit	U.d.M. M.	Limite Grenzwert
Sapore <i>Geschmack</i>	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Colore <i>Färbung</i>	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Odore <i>Geruch</i>	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Conducibilità elettrica specifica <i>Spezifische elektrische Leitfähigkeit</i>	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met. ISS BDA 022	123		µS/cm	2500
pH <i>pH-Wert</i>	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met. ISS BCA 023	6.6		u. pH	6.5 - 9.5
Durezza totale <i>Gesamthärte</i>	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003 *	7		*F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) <i>Alkalität (ausgedrückt in CO₃)</i>	UNI EN ISO 9963-1:1998	0		mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) <i>Alkalität (ausgedrückt in HCO₃)</i>	UNI EN ISO 9963-1:1998	31		mg/L	
Ossidabilità <i>Oxidierbarkeit</i>	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 97 Met. ISS BEB 027	< 0.5		mg/L	5
Ammonio (espresso in NH ₄) <i>Ammonium (ausgedrückt in NH₄)</i>	ISO 7150-1:1984	< 0.02		mg/L	0.50
Nitriti (espressi in NO ₂) <i>Nitrite (ausgedrückt in NO₂)</i>	UNI EN 26777:1994	< 0.01		mg/L	0.50
Fluoruri <i>Fluoride</i>	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	0.52		mg/L	1.50
Cloruri <i>Chloride</i>	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	< 1		mg/L	250
Nitrati (espressi in NO ₃) <i>Nitrate (ausgedrückt in NO₃)</i>	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	1		mg/L	50
Solfati <i>Sulfate</i>	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met. ISS CBB 037	39		mg/L	250
Sodio <i>Natrium</i>	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	1		mg/L	200
Boro <i>Bor</i>	ISO 17294-2:2016	< 0.1		mg/L	1.0
Alluminio <i>Aluminium</i>	ISO 17294-2:2016	< 4		µg/L	200

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.
 Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichten Proben. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str 5-Bozen
Tel: 0471 417201



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILACSignatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08982 del/vom 05/09/2018

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Incertezza Unsicherheit	U.d.M. M.	Limite Grenzwert
Cromo Chrom	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	50
Selenio Selen	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	10
Vanadio Vanadium	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	140
Rame Kupfer	ISO 17294-2:2016	< 0.1		mg/L	1.0
Nichel Nickel	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	20
Zinco Zink	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2016	25	± 3.4	µg/L	10
Antimonio Antimon	ISO 17294-2:2016	< 0.5		µg/L	5.0
Cadmio Cadmium	ISO 17294-2:2016	< 0.5		µg/L	5.0
Piombo Blei	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	10
Uranio Uran	ISO 17294-2:2016	12.3		µg/L	
Ferro Eisen	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	< 10		µg/L	200
Manganese Mangan	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	< 2		µg/L	50
Mercurio Quecksilber	EPA 7473 2007 *	< 0.2		µg/L	1.0

*Prova non accreditata da ACCREDIA / *Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren

Limiti riferiti a/Grenzwerte gemäß: Decreto Leg./Leg. Dett. 2/02/2001 Nr. 31 + Decr./Dett. 22/12/2011

L'incertezza riportata nel presente documento è espressa come incertezza estesa ed è stata calcolata utilizzando un fattore di copertura $k=2$ ed un livello di fiducia del 95 %.Die im vorliegenden Dokument angegebene Messunsicherheit ist als erweiterte Messunsicherheit ausgedrückt, und wurde mit einem Deckungsfaktor $k=2$ und einem Vertrauensniveau von 95 % ermittelt.

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDIA):

La concentrazione dell'Arsenico supera il valore di parametro dell'Allegato I, parte B (parametri chimici).
Valore di pH acido.
Discreta presenza di Fluoruri.

Urtell (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDIA):

Die Arsenkonzentration überschreitet den Wert des Parameters in der Anlage I, Abschnitt B (Chemische Parameter).
Saurer pH-Wert.
Mäßiger Fluoridgehalt.

Nota:

Risultati d'analisi già trasmessi per e-mail all'Azienda Sanitaria di competenza.

Bemerkung:

Die Ergebnisse der Analysen wurden der zuständigen SB bereits mittels e-mail übermittelt.

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente agli campioni sottoposti a prova.
Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichten Proben. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08982 del/vom 05/09/2018

Tecnico referente - die Bezugsperson
Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio - Der Amtsdirektor
Christian Bachmann
(sottoscritto con firma digitale / mit digitaler Unterschrift unterzeichnet)

Autonome Provinz Bozen - Südtirol Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt Biologisches Labor 29.9 Unterbergstrasse, 2 - 39055 Leifers (BZ) Tel: 0471 950431 labbio@provinz.bz.it	Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente Laboratorio Biologico 29.9 Via Sottomonte, 2 - 39055 Laives (BZ) Tel: 0471 950431 labbio@provincia.bz.it
---	---


ACCREDIA
CON IL MARCHIO DI ACCREDITAMENTO
LAB N°0434
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
 EA, IAF e ILAC
 Signatory of EA, IAF and ILAC
 Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber: BÜRGERMEISTER DER GEMEINDE PRATO STILFSERJOCH Hauptstrasse 44 39026 PRATO AM STILFSERJOCH BZ	Committente: SINDACO DEL COMUNE DI PRATO ALLO STELVIO Via Principale 44 39026 PRATO ALLO STELVIO BZ
Weitere Empfänger: GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE Goethestr. 7 39012 MERAN BZ	Altri destinatari: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE Via Goethe 7 39012 MERANO BZ

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08980 del/vom 11/09/2018

Acqua per uso umano - Wasser für den menschlichen Gebrauch
 Giudizio di qualità e/o idoneità - Qualitäts- und/oder Eignungsurteil

Ente prelevatore/Entnahmearmt: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE	Prelevatore/Entnehmer: Koch Elmar
Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067 PRATO ALLO STELVIO/PRATO AM STILFSERJOCH T0001 Prato allo Stelvio / Prato am Stilfserjoch Zirnbachquelle rx	Verbale prelievo/Entnahmeprotokoll: W-1430 Prelievo/Probenahme: 29/08/2018 Accettazione/Annahme: 29/08/2018 Inizio analisi/Analysenbeginn: 29/08/2018 Fine analisi/Analysenende: 01/09/2018

Non utilizzata a scopo potabile - nicht für Trinkzwecke benützt

Parametro Parameter	Metodo Methode	Unità di misura Maßeinheit	Risultato Ergebnis	Valore guida Richtwert	Limite Grenzwert
Coliformi Coliforme Keime	Rapporti ISTISAN 2007/5 pag 65 Met ISS A 006C	ufc/100 mL KbE/100 mL	0		0
Escherichia coli Escherichia coli	Rapporti ISTISAN 2007/5 pag 25 Met ISS A 001B	ufc/100 mL KbE/100 mL	0		0
Enterococchi intestinali Intestinale Enterokokken	ISO 7899-2:2000	ufc/100 mL KbE/100 mL	0		0
Colonie a 22°C Koloniezähl bei 22°C	ISO 6222:1999	ufc/mL KbE/mL	4	100	
Colonie a 36°C Koloniezähl bei 36°C	ISO 6222:1999	ufc/mL KbE/mL	0	10	

Riferimento legislativo / gesetzliche Grundlage: D.Lgs. 02.02.2001, n. 31 / Gv.D. 02.02.2001 Nr. 31
 Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDIA) / Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDIA):
 Conforme alla normativa / Den Gesetzesbestimmungen entsprechend.

La Responsabile di Sezione - Die Verantwortliche des Bereichs Paola Blasior	La Direttrice d'Ufficio - Die Amtsdirektorin Alberta Stenico
--	---

(sottoscritto con firma digitale / mit digitaler Unterschrift unterzeichnet)

Autonome Provinz Bozen - Südtirol
Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str 5-Bozen
Tel: 0471 417201



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige
Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber:
GESUNDEHEITSDIENST MERAN-DIENST FÜR HYGIENE
Goethestr. 7
39012 MERAN - BZ

Committente:
COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE
Via Goethe 7
39012 MERANO - BZ

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08994 del/vom 05/09/2018

Descr. campione/Beschr. Probe: acqua uso potabile, giudizio di idoneità
Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067-T0001- , PRATO ALLO
STELVIO/PRAD AM STILFSEERJOCH
Prato allo Stelvio / Prad am Stilfseerjoch
Zirnbach Quelle rx

Verbale prelievo/Entnahmeprot.: W-1430
Data prelievo/Probenahme: 29/08/2018 8:00
Data accettazione/Annahme: 29/08/2018
Inizio analisi/Analysenbeginn: 30/08/2018
Fine analisi/Analysenende: 05/09/2018

Ente prelevatore/Entnehmer: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-
Tecnico prelevatore/Entnehmer: Koch Eimar

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Incertezza Unsicherheit	U.d.M. M.	Limite Grenzwert
Sapore Geschmack	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Colore Färbung	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Odore Geruch	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform			
Conducibilità elettrica specifica Spezifische elektrische Leitfähigkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met ISS BDA 022	125		µS/cm	2500
pH pH-Wert	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met ISS BCA 023	6.7		u. pH	6.5 - 9.5
Durezza totale Gesamthärte	APAT CNR IRSA 3030 Man 29 2003 *	7		*F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) Alkalität (ausgedrückt in CO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	0		mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) Alkalität (ausgedrückt in HCO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	32		mg/L	
Ossidabilità Oxidierbarkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 97 Met ISS BEB 027	< 0.5		mg/L	5
Ammonio (espresso in NH ₄) Ammonium (ausgedrückt in NH ₄)	ISO 7150-1:1984	< 0.02		mg/L	0.50
Nitriti (espressi in NO ₂) Nitrite (ausgedrückt in NO ₂)	UNI EN 26777:1994	< 0.01		mg/L	0.50
Fluoruri Fluoride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	0.53		mg/L	1.50
Cloruri Chloride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	< 1		mg/L	250
Nitrati (espressi in NO ₃) Nitrate (ausgedrückt in NO ₃)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	1		mg/L	50
Solfati Sulfate	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	39		mg/L	250
Sodio Natrium	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	1		mg/L	200
Boro Bor	ISO 17294-2:2016	< 0.1		mg/L	1.0
Alluminio Aluminium	ISO 17294-2:2016	< 4		µg/L	200

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.
Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingesetzten Proben. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08994 del/vom 05/09/2018

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Incertezza Unsicherheit	U.d.M. M.	Limite Grenzwert
Cromo Chrom	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	50
Selenio Selen	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	10
Vanadio Vanadium	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	140
Rame Kupfer	ISO 17294-2:2016	< 0.1		mg/L	1.0
Nichel Nickel	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	20
Zinco Zink	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2016	25	± 3.4	µg/L	10
Antimonio Antimon	ISO 17294-2:2016	< 0.5		µg/L	5.0
Cadmio Cadmium	ISO 17294-2:2016	< 0.5		µg/L	5.0
Piombo Blei	ISO 17294-2:2016	< 1		µg/L	10
Uranio Uran	ISO 17294-2:2016	12.5		µg/L	
Ferro Eisen	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	< 10		µg/L	200
Manganese Mangan	APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	< 2		µg/L	50
Mercurio Quecksilber	EPA 7473 2007 *	< 0.2		µg/L	1.0

*Prova non accreditata da ACCREDIA / *Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren

Limiti riferiti a/Grenzwerte gemäß: Decreto Leg./Leg. Dett. 2/02/2001 Nr. 31 + Decr./Dett. 22/12/2011

L'incertezza riportata nel presente documento è espressa come incertezza estesa ed è stata calcolata utilizzando un fattore di copertura $k=2$ ed un livello di fiducia del 95 %.

Die im vorliegenden Dokument angegebene Messunsicherheit ist als erweiterte Messunsicherheit ausgedrückt, und wurde mit einem Deckungsfaktor $k=2$ und einem Vertrauensniveau von 95 % ermittelt.

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDIA):

La concentrazione dell'Arsenico supera il valore di parametro dell'Allegato I, parte B (parametri chimici).
Valore di pH leggermente acido.
Discreta presenza di Fluoruri.

Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDIA):

Die Arsenkonzentration überschreitet den Wert des Parameters in der Anlage I, Abschnitt B (Chemische Parameter).
Leicht saurer pH-Wert.
Mäßiger Fluoridgehalt.

Nota:

Risultati d'analisi già trasmessi per e-mail all'Azienda Sanitaria di competenza.

Bemerkung:

Die Ergebnisse der Analysen wurden der zuständigen SB bereits mittels e-mail übermittelt.

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.
Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingesetzten Proben. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAP e ILAC

Signatory of EA, IAP and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 18LA08994 del/vom 05/09/2018

Tecnico referente - die Bezugsperson
Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio - Der Amtsdirektor
Christian Bachmann
(sottoscritto con firma digitale / mit digitaler Unterschrift unterzeichnet)

Anhang 21

Kostenschätzung Speicher Agums

Anhang 21

Kostenschätzung Speicher Agums

Nr	Beschreibung	Einheit	Menge	Preis	Betrag
1	Umbau Speicher Agumus				
1.1.	Baustelleneinrichtung	psch	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
1.2.	Beton für Bauwerke C25/30 XC2	m³	14,40	120,00 €	1.728,00 €
1.3.	Schalung für geradlinige Mauern und Wände	m²	48,00	17,61 €	845,28 €
1.4.	Aufpreis für Doppelschalung	m²	48,00	19,96 €	958,08 €
1.5.	Betonstabstahl	kg	1.440,00	1,04 €	1.497,60 €
1.6.	Abdichtung mit Zementschlämme TW-Bereich	m²	96,00	14,87 €	1.427,52 €
1.7.	Kernbohrungen in Beton und Stahlbeton D = Ø 225 mm	cm	60,00	3,51 €	210,60 €
1.8.	Dichtring D=220 mm	St	2,00	250,00 €	500,00 €
1.9.	Rohrleitung innerhalb des Bauwerks in INOX	kg	150,00	20,00 €	3.000,00 €
	Zwischensumme Umbau Speicher Agumus				12.667,08 €

Investitionskosten Umbau Speicher Agums					
1	Umbau Speicher Agums				12.667,08 €
	Zwischensumme				12.667,08 €
	Unsicherheit	15	%		1.900,06 €
	Sicherheitskosten	3	%		437,01 €
	Zwischensumme				15.004,16 €
	Technische Spesen	10	%		1.500,42 €
	Zwischensumme				16.504,57 €
	Gesamtbetrag				18.000,00 €

Anhang 22

Prüfprotokoll Wasserprobe Scharthölle

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Ableitung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membre degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber:
GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE
Goethestr. 7
39012 MERAN BZ

Committente:
COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE
Via Goethe 7
39012 MERANO BZ

Rapporto di prova/Prüfbericht 16LA06298 del/vom

Descr. campione/Beschr. Probe: acqua uso potabile, routine + As + U
Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067-T0002-Q06, PRATO ALLO
STELVIO/PRAD AM STILFSEERJOCH
Monte Chiario / Lichtenberg
Hölschartquelle

Verbale prelievo/Entnahmeprot.: W-428
Data prelievo/Probenahme: 07/07/2016
Data accettazione/Annahme: 07/07/2016
Inizio analisi/Analysenbeginn: 08/07/2016
Fine analisi/Analysenende: 12/07/2016

Ente prelevatore/Entnahmeamt: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO
Prelevatore/Entnehmer: Koch Elmar

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Unità di misura Maßeinheit	Limite Grenzwert
Colore Färbung	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Sapore Geschmack	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Odore Geruch	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Conducibilità elettrica specifica Spezifische elektrische Leitfähigkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met ISS BDA 022	291	µS/cm	< 2500
pH pH-Wert	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 58 Met ISS BCA 023	7.9	u. pH	6.5 - 9.5
Durezza totale Gesamthärte	APAT CNR IRS 3030 Man 29 2003 *	17	°F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) Alkalität (ausgedrückt in CO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	0	mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) Alkalität (ausgedrückt in HCO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	181	mg/L	
Ammonio (espresso in NH ₄) Ammonium (ausgedrückt in NH ₄)	ISO 7150-1:1984	< 0.02	mg/L	< 0.50
Nitriti (espressi in NO ₂) Nitrite (ausgedrückt in NO ₂)	UNI EN 26777:1994	< 0.01	mg/L	< 0.50
Fluoruri Fluoride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	0.06	mg/L	< 1.50
Cloruri Chloride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	< 1	mg/L	< 250
Nitrati (espressi in NO ₃) Nitrate (ausgedrückt in NO ₃)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	3	mg/L	< 50
Solfati Sulfate	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	24	mg/L	< 250
Uranio Uran	ISO 17294-2:2003	1.6	µg/L	
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2003	3	µg/L	< 10

*Prova non accreditata da ACCREDIA / *Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren
Limiti riferiti a/Grenzwerte gemäß: Decreto Leg./Leg. Dekr. 2/02/2001 Nr. 31

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente all' campione sottoposto a prova.
Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichts beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichte Probe. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.chromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutual Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 16LA06298 del/vom

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDITIA):

Il valore dei parametri misurati rientra nel valore di parametro dell'Allegato I, parti B e C.

Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDITIA):

Der Wert der untersuchten Parameter liegt unter dem Parameterwert in der Anlage I, Abschnitte B und C.

Tecnico referente - die Bezugsperson
dott. Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio / Der Amtsdirektor
Dr. Christian Bachmayer



Anhang 23

Prüfprotokoll Wasserprobe Platzwiese

Autonome Provinz Bozen - Südtirol
Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige
Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILACSignatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Auftraggeber:
GESUNDHEITSBEZIRK MERAN-DIENST FÜR HYGIENE
Goethestr. 7
39012 MERAN BZ

Committente:
COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO-SERVIZIO IGIENE
Via Goethe 7
39012 MERANO BZ

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA01303 del/vom 20/02/2017

Descr. campione/Beschr. Probe: acqua uso potabile, routine + As + Uran
Punto di prelievo/Entnahmepunkt: 067-T0001-Q13, PRATO ALLO
STELVIO/PRATO AM STILFSEERJOCH
Prato allo Stelvio / Prato am Stilfserjoch
Dürren Ast Quelle
Verbale prelievo/Entnahmeprot.: W-98
Data prelievo/Probenahme: 15/02/2017
Data accettazione/Annahme: 15/02/2017
Inizio analisi/Analysenbeginn: 16/02/2017
Fine analisi/Analysenende: 20/02/2017
Ente prelevatore/Entnahmest.: COMPENSORIO SANITARIO DI MERANO
Prelevatore/Entnehmer: Koch Elmar

Parametro Parameter	Metodo Methode	Risultato Ergebnis	Unità di misura Maßeinheit	Limite Grenzwert
Colore Färbung	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Sapore Geschmack	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Odore Geruch	SOP-D3.2-062 (rev. 2; 2014) *	conforme konform		
Conducibilità elettrica specifica Spezifische elektrische Leitfähigkeit	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 55 Met ISS BDA 022	317	µS/cm	< 2500
pH pH-Wert	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 68 Met ISS BCA 023	7.4	u. pH	6.5 - 9.5
Durezza totale Gesamthärte	APAT CNR IRSA 3030 Mar 29 2003 *	19	°F	
Alcalinità (espressa in CO ₃) Alkalität (ausgedrückt in CO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	0	mg/L	
Alcalinità (espressa in HCO ₃) Alkalität (ausgedrückt in HCO ₃)	UNI EN ISO 9963-1:1998	204	mg/L	
Ammonio (espresso in NH ₄) Ammonium (ausgedrückt in NH ₄)	ISO 7150-1:1984	< 0.02	mg/L	< 0.50
Nitriti (espressi in NO ₂) Nitrite (ausgedrückt in NO ₂)	UNI EN 26777:1994	< 0.01	mg/L	< 0.50
Fluoruri Fluoride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	0.29	mg/L	< 1.50
Cloruri Chloride	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	3	mg/L	< 250
Nitrati (espressi in NO ₃) Nitrate (ausgedrückt in NO ₃)	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	9	mg/L	< 50
Solfati Sulfate	Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 115 Met ISS CBB 037	12	mg/L	< 250
Arsenico Arsen	ISO 17294-2:2003	3	µg/L	< 10
Uranio Uran	ISO 17294-2:2003	4.1	µg/L	

*Prova non accreditata da ACCREDIA / *Von ACCREDIA nicht akkreditiertes Prüfverfahren
Limiti riferiti a/Grenzwerte gemäß: Decreto Leg./Leg. Dekr. 2/02/2001 Nr. 31

Il presente rapporto di prova, riproducibile solo nella sua forma integrale, si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.
Die Ergebnisse des vorliegenden Prüfberichtes beziehen sich ausschließlich auf die zur Untersuchung eingereichten Proben. Der Prüfbericht darf nicht auszugsweise reproduziert werden.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung 29 - Landesagentur für Umwelt
Labor für Wasseranalysen und Chromatographie 29.3
wasser.chromatographie@provinz.bz.it Amba Alagi Str. 5-Bozen
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige

Ripartizione 29 - Agenzia provinciale per l'Ambiente
Laboratorio analisi acque e cromatografia 29.3
Via Amba Alagi, 5 - Bolzano acque.cromatografia@provincia.bz.it
Tel: 0471 417201 Fax: 0471 417179



LAB N°0434

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova/Prüfbericht 17LA01303 del/vom 20/02/2017

Giudizio (non oggetto di accreditamento ACCREDITIA):

Il valore dei parametri misurati rientra nel valore di parametro dell'Allegato I, parti B e C.

Urteil (nicht Gegenstand der Akkreditierung ACCREDITIA):

Der Wert der untersuchten Parameter liegt unter dem Parameterwert in der Anlage I, Abschnitte B und C.

Tecnico referente - die Bezugsperson
dott. Veneri Antonella - 0471417216

Il Direttore dell'Ufficio - Der Amtsdirektor
Dr. Christian Bachmann

Firmato da: Christian Bachmann
Data: 20/02/2017 12:29:44

