

Bezeichnung des Gewässerschutzbereiches A_U in Festgestein:

**Zusammenfassung der derzeitigen Praxis in den Kantonen
sowie methodische Vorschläge für ein interkantonal
einheitliches Vorgehen**



Projekt: 707.000

Datum: 31.03.2025

Verfasser

Raphaël Kropf
MSc Hydrogeologe



Müli 12 - 1716 Plaffeien
026 419 24 45 - pbplan.ch

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Impressum

Auftraggeber:

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Hydrologie, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer:

pbplan ag

Müli 12

1716 Plaffeien

Autor/Autorin:

Raphaël Kropf, MSc Geologe/Hydrogeologe

Joseph Brügger, REG A Raumplaner

Begleitung BAFU: Stefanie Wirth, Frédéric Guhl, Michael Sinreich

Hinweis:

Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Inhalt

Teil A – Einleitung und Grundlagen

1	Ausgangslage und Auftrag	5
1.1	Ausgeführte Arbeiten	5
1.2	Vorgehen	6
2	Gesetzliche Grundlagen	6
2.1	Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991	6
2.2	Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998	7
2.3	Wegleitung Grundwasserschutz	7
2.4	Modul Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern	8
3	Minimales Geodatenmodell	9
4	Nutzbare Grundwasservorkommen	10
4.1	Quantität	10
4.1.1	Kriterium 'nachhaltige Nutzung'	10
4.1.2	Kriterium 'Beitrag zur regionalen oder kommunalen Versorgung'	11
4.1.3	Kriterium 'wesentlicher Beitrag zur Speisung eines stromabwärts liegenden „nutzbaren“ Grundwasservorkommens'	11
4.1.4	Eignung für die Trinkwasserversorgung in Notlagen	12
4.2	Qualität	12
4.3	Fazit des Autors	12
5	Typisierung der Festgesteine	13

Teil B – Aktuelle Vollzugspraxis in den Kantonen

6	Bestehende Praxis der Kantone zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U	14
6.1	KVU-Ost Kantone (St. Gallen)	14
6.2	Luzern	15
6.3	Bern	15
6.4	Uri	15
6.5	Schwyz	17
6.6	Fazit des Autors	17
7	Auswertung der Befragungen und Gespräche	18
7.1	Fragen und Antworten	18
7.2	Methode zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A _U	19
7.3	Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens	20
7.4	Vollzug in den Kanton	20
7.5	Bemerkungen des Autors	20
8	Verwendete Konzepte und Ansätze bei der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U	21
8.1	Konzeptuelles hydrogeologisches Modell	21
8.2	Einzugsgebiet (hydrogeologisch)	21
8.3	Heterogenität – Lithologie	22
8.4	Einbezug der dritten Dimension	23
8.5	Gewässerschutzbereich A _U im urbanen Raum	24
8.6	Randgebiet	24

Teil C – Methodische Vorschläge für ein interkantonales einheitliches Vorgehen zur Bezeichnung vom Gewässerschutzbereich A_U und Schlussfolgerungen

9	Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U in Festgestein	25
9.1	Grundsätze und Grundlagen	25
9.1.1	Definition des nutzbaren Grundwassers	25
9.1.2	Anwendungstiefe der Gewässerschutzkarte	26
9.1.3	Bearbeitungstiefe (Aufwand) für die Erstellung der Gewässerschutzkarte	27
9.1.4	Grundlagendokumente:	27
9.2	Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A _U in Festgesteinen	28
9.2.1	Bestimmung des hydrogeologischen Einzugsgebietes	28
9.2.2	Zuordnung von Grundwasservorkommen an die Lithologie – Gesteinstyp	29
9.2.3	Pufferstreifen um Grundwasserschutzzonen	31
9.3	Spezialfälle	32
9.3.1	Artesisch gespanntes Grundwasser	32
9.3.2	Grundwasser, welches keinem Quellaustritt zugeordnet werden kann – unterirdische Entwässerung	32
9.3.3	Tunnelquellen	32
9.3.4	Tiefengrundwasser	33
9.3.5	Randgebiet	34
10	Zusammenfassung der Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U im Festgestein	35
11	Schlussfolgerungen des Autors	36
12	Grundlagen	38
13	Anhang	39

Abbildung 1: Verbreitung der Gesteine; aus [11]	13
Abbildung 2: Graphische Darstellung der Antworten	19
Abbildung 3: Angepasstes Profil (violett) aus Wegleitung Grundwasserschutz [26]	34

Tabelle 1: Zusammenfassung Bezeichnung Gewässerschutzbereich A _U in Karst und Kluft; aus [27]	8
Tabelle 4: Geobasisdatenkatalog im Zusammenhang mit Grundwasservorkommen	9
Tabelle 2: Einstufung der Festgesteine; Auszug aus [7]	16
Tabelle 3: Zusammenfassung der Fragen und Antworten der Kantonsvertreter	19
Tabelle 5: Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A _U im Festgestein	36

Teil A – Einleitung und Grundlagen

1 Ausgangslage und Auftrag

Die Bezeichnung des Gewässerschutzbereiches A_U in Lockergesteinen ist meist verhältnismässig einfach und mit ausreichender Genauigkeit umsetzbar. Viele Kantone haben heute für die Lockergesteins-Grundwasservorkommen Grundwasserkarten zur Verfügung. In den Tal-ebenen und somit eher urbaneren Gebieten sind die Untergrundkenntnisse durch Sondiertätigkeiten gut bekannt. Das Bild des mit Wasser gefüllten Troges auf einer undurchlässigen Unterlage, dem Stauer, ist zwar für die Komplexität des Aufbaus des Untergrundes gar einfach gefasst, gibt aber schnell eine erste Annäherung über die Ausdehnung eines Grundwasservorkommens.

Gelangt man seitlich der Lockergesteins-Grundwasservorkommen in den Bereich des felsigen Untergrundes kann auf kein einfaches Bild zurückgegriffen werden. Die Fliesswege, welche an Strukturen wie Schichtfugen, Klüfte oder Lösungserscheinungen gebunden sind, sind oft unbekannt. Generell sind auch die Kenntnisse des Untergrundes ungenügend, was das Festlegen von Fliesswegen und Vorhandensein von Grundwasser zusätzlich erschwert. Ein Quellaustritt ist vielfach die einzige verlässliche Angabe über das Vorhandensein von Wasser in einer Felsformation.

Aufgrund einer Befragung des Bundesamtes für Umwelt BAFU bei den Kantonen wurde ersichtlich, dass gerade im Bereich Festgestein einige Kantone es begrüssen würden, konkretere Angaben zur Vorgehensweise zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U zu erhalten.

Die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U in Festgestein ist eine herausfordernde Aufgabe. Der hier vorliegende Bericht zeigt die Haltung der Kantone zu diesem Thema auf und schlägt einfache und praxisnahe Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U in Festgesteinen vor. Bei einigen Themen werden auch die Lockergesteine miteingeschlossen, da sie allgemeine Gültigkeit haben.

1.1 Ausgeführte Arbeiten

- Grundlagen zusammenstellen
- Liste mit Vertreter*innen der kantonalen Grundwasserschutzzfachstellen erstellen
- Fragenkatalog für alle kantonalen Vertreter zusammenstellen
- Kontaktieren aller 26 Grundwasserschutzzfachstellen
- Vertiefter Fragenkatalog zusammenstellen
- Kontaktieren von 4 kantonalen Vertretern für eine vertiefte Diskussion
- Ausarbeiten von Methoden/Vorgehensweisen für die Bemessung von A_U in Festgestein
- Schreiben des hier vorliegenden Berichtes.

1.2 Vorgehen

Die Studie wurde in 3 Phasen unterteilt:

- I. In einem ersten Schritt wurden alle kantonalen Grundwasserschutzbereiche kontaktiert und mittels eines Fragenkatalogs über die heute gängige Praxis und den Herausforderungen mit der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U befragt.
- II. Aufgrund der Diskussionen und Antworten wurden Konzepte und Themenschwerpunkte festgelegt und mit 4 ausgewählten Grundwasserschutzbereichen tiefergehend diskutiert. Die Kantone Waadt, Bern, Solothurn und St. Gallen wurden hierfür ausgewählt.
- III. Die Informationen wurden ausgewertet und mögliche Kriterien und Vorgehensweisen für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U im Festgestein formuliert. Schwachstellen oder Schwierigkeiten in der Umsetzung wurden bei Bedarf hervorgehoben.

2 Gesetzliche Grundlagen

Bereits das Gewässerschutzgesetz von 1971 hatte Vorschriften für einen flächendeckenden Grundwasserschutz integriert. Die Bereiche wurden eingeteilt in A, B und C, je nach Schutzniveau. Das Instrument der Gewässerschutzkarte existiert somit schon lange und es haben sich bereits mehr als eine Generation von Hydrogeologen damit beschäftigt, wo und weshalb ein Gewässerschutzbereich A bzw. A_U bezeichnet werden soll. Die gesetzliche Grundlage für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U gilt seit dem Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes GSchG im Jahr 1991. In der Gewässerschutzverordnung GSchV von 1998 wurde die Vorgehensweise bei der Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U konkretisiert.

2.1 Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991

Der Gewässerschutzbereich A_U stellt eine Umsetzung der in **Art. 3 und 6** GSchG festgelegten Forderungen an den Gewässerschutz dar. Art. 3 und 6 des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) geben Folgendes vor:

- Eine **Sorgfaltspflicht**
„Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden“.
- Einen **Grundsatz**
„Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen.“
„Es ist auch untersagt, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, sofern dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht“.

Der Gewässerschutzbereich A_U weist darauf hin, dass im Untergrund schutzwürdige Grundwasservorkommen vorhanden sind und daher Anlagen oder Tätigkeiten die beiden oben genannten Grundsätze beachten müssen. Dies hat zur Folge, dass bestimmte Anlagen oder Tätigkeiten nicht und andere nur unter Einhaltung bestimmter Auflagen möglich sind.

In **Art. 19** werden die Kantone aufgefordert «ihr Gebiet nach der Gefährdung der ober- und der unterirdischen Gewässer in Gewässerschutzbereiche einzuteilen».

2.2 Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998

Art. 29 Bezeichnung von Gewässerschutzbereichen sowie Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und -arealen

¹ Die Kantone bezeichnen bei der Einteilung ihres Gebiets in Gewässerschutzbereiche (Art. 19 GSchG) die besonders gefährdeten und die übrigen Bereiche. Die in Anhang 4 Ziffer 11 beschriebenen besonders gefährdeten Bereiche umfassen:

- a. den Gewässerschutzbereich A_U zum Schutz **nutzbarer unterirdischer Gewässer**;
[...]

⁴ Sie stützen sich bei der Bezeichnung von Gewässerschutzbereichen sowie bei der Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und -arealen auf die **vorhandenen hydrogeologischen Kenntnisse**; reichen diese nicht aus, sorgen sie für die Durchführung der erforderlichen hydrogeologischen Abklärungen.

Anhang 4

111 Gewässerschutzbereich A_U

¹ Der Gewässerschutzbereich A_U umfasst die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete.

² Ein unterirdisches Gewässer ist nutzbar beziehungsweise für die Wassergewinnung geeignet, wenn das Wasser im natürlichen oder angereicherten Zustand:

- a) in einer **Menge vorhanden ist**, dass eine **Nutzung in Betracht** fallen kann; dabei wird der **Bedarf nicht berücksichtigt**; und
- b) die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung an Trinkwasser, nötigenfalls nach Anwendung **einfacher Aufbereitungsverfahren**, einhält.

2.3 Wegleitung Grundwasserschutz

Die Wegleitung Grundwasserschutz [26] gibt gegenüber den gesetzlichen Vorgaben noch einige Präzisierungen wie das Gesetz umgesetzt werden soll. Es wird erläutert, was unter einem flächendeckenden Grundwasserschutz zu verstehen ist und die Grundsätze für die Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U werden aufgeführt. In Kap. 3 wird näher auf diese Grundsätze eingegangen.

2.4 Modul Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

Das Modul Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern [27], welches 2022 publiziert wurde, äussert sich ebenfalls zur Bemessung des Gewässerschutzbereiches A_U .

Gewässerschutzbereich A_U

Zweck	• Der Gewässerschutzbereich A_U gewährleistet den Schutz des nutzbaren (bzw. hier des Einzugsgebiets des genutzten) Grundwassers.
Betroffene Flächen	• Gebiete mit geringer Vulnerabilität innerhalb des Fassungseinzugsgebiets, welche nicht der Grundwasserschutzzone zugeordnet werden.
Bemessungsgrundlagen	• Bestimmung des Fassungseinzugsgebiets • Bestimmung der Vulnerabilität: Gebiete mit geringer Vulnerabilität
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	keine

Tabelle 1: Zusammenfassung Bezeichnung Gewässerschutzbereich A_U in Karst und Kluft; aus [27]

«Gebiete geringer Vulnerabilität sind solche, bei denen zum Beispiel durch eine mächtige, geringdurchlässige Überdeckung ein Schutzniveau gewährleistet ist, das an der Oberfläche eine intensivere Nutzung als in den Schutzzonen selber zulässt, ohne die Trinkwasserversorgung zu gefährden (s. «EPIK-Methode»). Solche Gebiete innerhalb des Fassungseinzugsgebiets werden nicht der Grundwasserschutzzone, sondern dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet. Diese Zuordnung zum Gewässerschutzbereich A_U ist zwingend, da auch dieser Teil des Fassungseinzugsgebiets zum Schutz des nutzbaren (bzw. hier des genutzten) Grundwassers erforderlich ist.»

Hinweis:

Es wird hier erstmals das Fassungseinzugsgebiet als Einheit für die Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U erwähnt. In der Wegleitung Grundwasserschutz [26] ist dieser Ansatz noch nicht enthalten.

3 Minimales Geodatenmodell

Das Bundesgesetz über Geoinformation (GeolG) vom 1. Juli 2008 legt auf nationaler Ebene verbindliche bundesrechtliche Standards für die Erfassung, Modellierung und den Austausch von Geodaten des Bundes, insbesondere von Geobasisdaten des Bundesrechts, fest. Die Verordnung über Geoinformationen (GeoIV) vom 21. Mai 2008 präzisiert das GeolG in fachlicher sowie technischer Hinsicht. Anhang 1 führt dabei die Geobasisdaten des Bundesrechts auf. Das minimale Geodatenmodell führt somit die minimalen, gesetzlich vorgegebenen Grundlagendaten auf, welche von den Kantonen erhoben werden müssen.

Der Gewässerschutzbereich A_U steht mit folgenden Datensätzen im Zusammenhang:

ID	Geobasisdatenkatalog
66.1	Inventar Trinkwasserversorgung in Notlagen
139.1	Grundwasservorkommen
139.2 141.1	Grundwasseraustritte, -fassungen und -anreicherungsanlagen

Tabelle 2: Geobasisdatenkatalog im Zusammenhang mit Grundwasservorkommen

Die Kantone sind verpflichtet, diese minimalen Anforderungen an die Grundlagendaten zu erarbeiten. Diese Daten sind anschliessend wertvolle Werkzeuge für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U .

Das Datenmodell 139.2/141.1 enthält Informationen über die Lage der Fassung, ob sie im Locker- oder Festgestein liegt und auch über die Ergiebigkeit. Die Angabe der Ergiebigkeit kann ausschlaggebend sein für die Zuordnung eines Grundwasservorkommens zum Gewässerschutzbereich A_U , aber auch für die Bilanzierung (bspw. Einzugsgebiet).

Im Datenmodell 139.1 Grundwasservorkommen sind die Angaben für die Festgesteine als Option aufgeführt. Dies könnte damit zusammenhängen, dass der geografische Beschrieb eines Grundwasservorkommens im Festgestein ungemein komplexer ist als im Lockergestein. Gemäss der Beschreibung des minimalen Datenmodells [15] orientieren sich die Attribute der Klasse an der Unterteilung der Festgesteine nach dem Heterogenitätsgrad, wie in der Praxishilfe zu Grundwasserschutzzonen in Kluft-Grundwasserleitern [11] erläutert, sowie an deren Ergiebigkeit in Anlehnung an die HADES-Tafel 8.6 Grundwasservorkommen [15].

Die Erhebung der Daten gemäss 139.1 liefern Angaben zu:

- Heterogenität des Grundwasservorkommens
- Ergiebigkeit (qualitativ gemäss HADES Tafel 8.6)
- Informationen zum Austreten des Grundwassers an der Oberfläche, der Geometrie und zur Ausdehnung des gesättigten Bereichs.

Somit liefert eine sorgfältige Erfassung dieser Grundlagendaten Informationen, welche bei der Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U wertvoll sein können.

4 Nutzbares Grundwasservorkommen

Die Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens ist ein zentraler Aspekt in der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U . Auf dieser Definition bauen anschliessend die Kriterien und Vorgehensweisen zur Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U auf. Nachstehend werden die verschiedenen Aspekte der Definition eines nutzbaren Grundwasservorkommens genauer beleuchtet.

In der GSchV wird nutzbares Grundwasservorkommen in Anhang 4 Ziff. 111 definiert (Kap. 2.2) und in der Wegleitung Grundwasserschutz [26] folgendermassen präzisiert:

*Ein Grundwasservorkommen gilt als **nutzbar**, wenn das Wasser im **natürlichen oder angereicherten** Zustand die **qualitativen Anforderungen** an ein als **Trinkwasser genutztes oder dafür vorgesehenes** Grundwasser **erfüllt** (nötigenfalls nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren). Zudem muss es in einer **Menge** vorhanden sein, dass es bei **nachhaltiger Nutzung** einen **Beitrag zur regionalen oder kommunalen Versorgung** leisten kann (ohne Berücksichtigung des **Bedarfs**) oder **wesentlich zur Speisung** eines **stromabwärts** liegenden nutzbaren Grundwasservorkommens beiträgt. Zu **berücksichtigen** ist auch die **Eignung** eines Grundwasservorkommens für die **Trinkwasserversorgung in Notlagen**.*

Im Folgenden werden die beiden Aspekte Quantität und Qualität und ihre Umsetzung in der Praxis näher diskutiert.

4.1 Quantität

Die Definition in der Gesetzgebung und in der Wegleitung Grundwasserschutz [26] gibt keine numerischen Werte für die Quantität vor.

Die Wegleitung Grundwasserschutz [26] präzisiert den quantitativen Aspekt weiter und führt ergänzende Kriterien ein. Diese Ergänzungen werden im Folgenden diskutiert und interpretiert:

4.1.1 Kriterium 'nachhaltige Nutzung'

Art. 43 GSchG schreibt vor, wie für die Erhaltung der Grundwasservorkommen vorgegangen werden muss:

¹ Die Kantone sorgen dafür, dass einem Grundwasservorkommen langfristig nicht mehr Wasser entnommen wird, als ihm zufliesst. Kurzfristig darf mehr Wasser entnommen werden, sofern dadurch die Qualität des Grundwassers und die Vegetation nicht beeinträchtigt werden.

Eine Unterscheidung zwischen einer Grundwasserentnahme mittels Pumpwerks und dem Fassen einer Quelle ist hier angebracht. Würde in einem Pumpwerk die gesamte Neubildung und der seitliche Zufluss entnommen, so würde dies bedeuten, dass die bis anhin bestehenden Abflüsse (Quelle, Exfiltration in Oberflächengewässer, usw.) austrocknen würden. Die Quelle oder Quellhorizont stellt einen Sonderfall dar, da hier die gesamte Neubildung an der Oberfläche austritt. Das Entnahmepotential wird somit zu 100% ausgeschöpft. Ausgenommen sind Grundwasservorkommen, welche noch zusätzliche Abflüsse aufweisen, wie Exfiltration in ein Oberflächengewässer oder unterirdische Speisung eines anderen Grundwasservorkommens. Die in Art. 43 GSchG formulierte Vorgabe ist somit unzureichend, um eine nachhaltige Nutzung zu definieren.

Die thematische Synthese 1 des Nationalen Forschungsprogrammes NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung» [9], formuliert folgende Definition für eine nachhaltige Nutzung von Grund- und Oberflächenwasser:

„Quantitativ betrachtet man in der Schweiz die Wassernutzung als nachhaltig, solange die Nutzung die erneuerbaren Wasserressourcen nicht übersteigt. Erneuert werden die Wasserspeicher durch die Differenz zwischen Jahresniederschlag und Verdunstung, womit jährlich rund 40 km³ Wasser zur Verfügung stehen. Ob die Wassernutzung nachhaltig ist, kann allerdings nur unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten bestimmt werden. Für eine nachhaltige Wassernutzung reicht jedoch die ausschliessliche Betrachtung von Wasserverbrauch und -nutzung nicht aus. Neben gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Ansprüchen gilt es, auch die ökologischen Ansprüche zu berücksichtigen. Ziel der nachhaltigen Wassernutzung ist die Erhaltung der wesentlichen Eigenschaften der Ressource Wasser, ihrer Stabilität und der natürlichen Regenerationsfähigkeit.“

Die oben genannten Definitionen einer nachhaltigen Nutzung des Grundwassers und auch der Oberflächengewässer sind nur umsetzbar, wenn einerseits gute Grundlagendaten vorhanden sind und andererseits eine regionale Betrachtung der verschiedenen Nutzungen des Grundwassers erfolgt. Eine regionale Planung der Grundwassernutzung ist entscheidend, da die Verteilung des Wassers auf die verschiedenen Nutzungen und die zur Verfügung stehende Menge bekannt sein müssen, um einen nachhaltigen Ansatz umsetzen zu können.

Der Gewässerschutzbereich A_U ist ein Instrument, um die Ressource Grundwasser flächendeckend zu schützen. Es ist aber kein Instrument, welches sich eignet die Art und Weise der Nutzung zu steuern. Dies geschieht über Vorgaben in der kantonalen Gesetzgebung und über die Erteilung von Konzessionen und Bewilligungen. Kommt hinzu, dass der Einbezug des Aspektes der nachhaltigen Nutzung für die Flughöhe der Gewässerschutzkarte sehr aufwändig wäre. Häufig fehlen zum Zeitpunkt des Erarbeitens der Gewässerschutzkarte die nötigen Grundlagendaten, um diesen Aspekt einzubeziehen. Die Kriterien, wann ein Grundwasservorkommen nachhaltig genutzt wird, muss deshalb im Kontext einer regionalen Betrachtung der Nutzung des Grundwassers definiert werden. Für die Bemessung vom Gewässerschutzbereich A_U ist es demnach nicht notwendig, die Frage der nachhaltigen Nutzung zu beantworten.

4.1.2 Kriterium ‘Beitrag zur regionalen oder kommunalen Versorgung’

Ein nutzbares Grundwasservorkommen soll einen Beitrag zur regionalen oder kommunalen Versorgung leisten können. Es wird explizit erwähnt, dass der Bedarf nicht berücksichtigt werden soll.

Dieser Teil der Definition verlangt, dass ein Grundwasservorkommen eine gewisse Menge Wasser zur Verfügung stellen kann. Sehr kleine Grundwasservorkommen und Quellen sind somit auszuschliessen.

Aufgrund von regionalen Unterschieden in der Wasserverfügbarkeit, gibt es auch Unterschiede, welche Wassermengen einen Beitrag zur Versorgung leisten können. Eine regionale Betrachtung der Nutzung des Grundwassers kann hier ein wirksames Instrument sein um abzuschätzen, inwiefern eine Ressource wichtig für den lokalen oder regionalen Bedarf sein könnte oder nicht.

4.1.3 Kriterium ‘wesentlicher Beitrag zur Speisung eines stromabwärts liegenden „nutzbaren“ Grundwasservorkommens’

Um zu entscheiden, wann eine wesentliche Speisung eines stromabwärts liegenden Grundwasservorkommens vorliegt, gibt es ebenfalls keine numerischen Grenzwerte. Dies muss

demnach von Fall zu Fall beurteilt werden. Bei der Beurteilung spielt die Grösse des im Abstrom liegenden Grundwasservorkommens eine entscheidende Rolle. Bei einem kleineren, aber noch als nutzbar eingestuften Vorkommen wird eine Speisung mit geringeren Mengen eher als «wesentlich» angesehen werden als bei einem grossen Grundwasservorkommen. Die wesentliche Speisung könnte daher in Abhängigkeit von der Grösse des stromabwärts gelegenen Vorkommens definiert werden. Das bedeutet, dass bspw. eine Speisung von 20% des stromabwärts gelegenen Vorkommens noch als wesentlich gelten würde. Dies setzt jedoch eine sehr gute Kenntnis der Grundwasservorkommen voraus. Zudem ist der Untergrund meist heterogen aufgebaut, was eine solche Abschätzung zusätzlich erschwert.

Die Einschränkungen für Aktivitäten an der Oberfläche, welche durch den Gewässerschutzbereich A_U entstehen, sind nicht so einschneidend, als dass eine solch detaillierte Betrachtungsweise gerechtfertigt wäre. Es erscheint deshalb als am praxistauglichsten, wenn das Ganze durch den zuständigen Hydrogeologen und dessen konzeptuelles hydrogeologisches Modell des Untergrundes beurteilt wird.

4.1.4 Eignung für die Trinkwasserversorgung in Notlagen

Die Versorgung mit Trinkwasser in Notlagen ist über die Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in schweren Mangellagen (VTM – SR 531.32) vom 19. August 2020 abgedeckt.

Bei korrekter Umsetzung der VTM sind somit die Wasserversorgungsanlagen und Grundwasservorkommen, welche sich für den Notfall (schwere Mangellage) eignen, bekannt. Diese Informationen fliessen anschliessend in die Bearbeitung der Gewässerschutzkarte mit ein.

4.2 Qualität

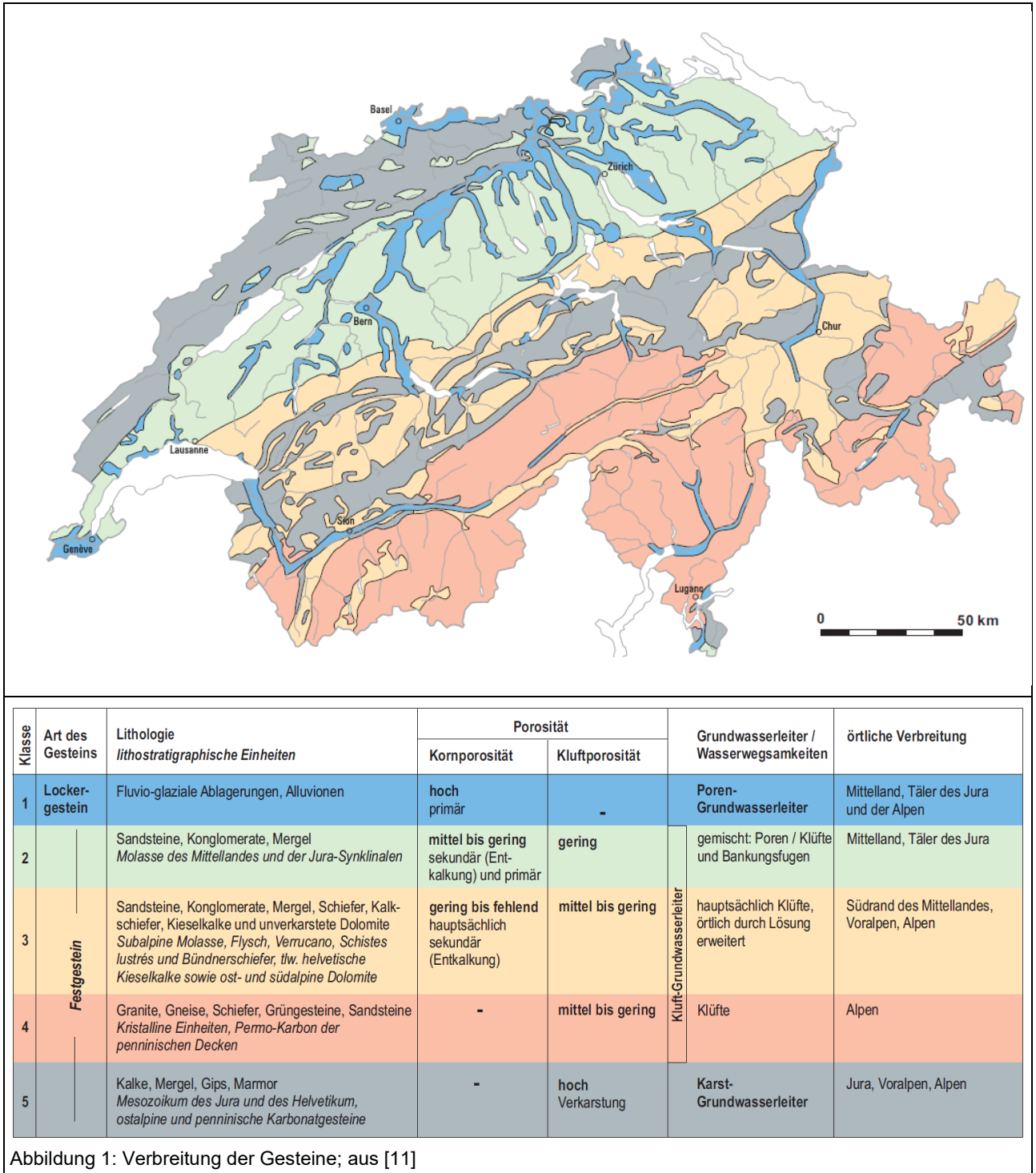
Gemäss GSchV Anhang 2 Ziff. 22 müssen für Grundwasser das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung eingehalten werden. Erlaubt sind einfach durchführbare Aufbereitungsverfahren wie bspw. Entkeimung, Belüftung und allenfalls Filtration. Aus den Gesprächen mit den kantonalen Vertretern ging hervor, dass die Qualität des zu schützenden Grundwassers nicht prioritär in die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U einfließen soll. Vor allem sollen anthropogen verursachte Belastungen nicht berücksichtigt werden, da diese Verunreinigungen saniert werden können und sich die Ressource anschliessend wieder für eine Nutzung eignen könnte. Hingegen können geogen bedingte Belastungen sehr wohl ein Kriterium darstellen, welche zu einem Ausschluss einer Ressource führen kann.

4.3 Fazit des Autors

Die Definition eines nutzbaren Grundwasservorkommens, wie sie im Gesetz formuliert ist, lässt viel Spielraum für Interpretation. Das Aufstellen von Kriterien in Bezug auf die quantitative Betrachtung, welche als Leitplanken dienen, ist deshalb unabdingbar, um dem Gewässerschutzbereich A_U Glaubwürdigkeit zu verleihen. In Kap. 9.1 wird genauer auf die Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens eingegangen.

5 Typisierung der Festgesteine

In [11] wird die Verbreitung der Gesteine in grobe Klassen mit vergleichbaren Eigenschaften und Herkunft unterteilt.



Diese Gesteinsklassen werden im Kapitel 9 „Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U in Festgestein“ aufgenommen und für die jeweiligen Klassen Methoden für die Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U vorgestellt. Innerhalb jeder Klasse gibt es aber auch Ausnahmen, welche von den gängigen Eigenschaften abweichen. Es ist deshalb wichtig, immer auch die regionalen Eigenheiten in die Betrachtung miteinzubeziehen.

Teil B - Aktuelle Vollzugspraxis in den Kantonen

6 Bestehende Praxis der Kantone zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U

Die Schweiz hat 26 Kantone und somit 26 verschiedene Grundwasserfachstellen, welche sich Gedanken machen, wie sie die Gewässerschutzkarte erstellen bzw. wie sie den Gewässerschutzbereich A_U bemessen wollen. Um die Überlegungen, welche hinter der Gewässerschutzkarte stecken und die Praxis im Vollzug kennen zu lernen, wurden alle Grundwasser-schutzfachstellen kontaktiert und mit Fragen zu Methodik, Definition und Vollzug konfrontiert. Die Fragen können grundsätzlich mit Ja oder Nein beantwortet werden. Das Stellen der Fragen hat meist zu einer weitergehenden thematischen Diskussion geführt. Einige Kantone haben sich weitergehende Gedanken zu den gesetzlichen Grundlagen und den Vorgaben der Wegleitung Grundwasserschutz [26] gemacht und diese auch festgehalten (siehe unten).

Die meisten Kantone haben die in der Gesetzgebung und in der Wegleitung Grundwasserschutz [26] bestehenden Definitionen nicht weiter präzisiert. Einige Kantone haben sich zur Definition des nutzbaren Grundwassers weitergehende Überlegungen angestellt und eigene Kriterien aufgestellt.

Eine Auswahl der durch die Kantone aufgestellten Kriterien findet sich nachfolgend. Es wurden jeweils diejenigen Textstellen **unverändert** übertragen, welche das Festgestein betreffen.

Die in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Textstellen sind unverändert aus den Grundlagendokumenten [1] bis [7] übernommen. Ergänzungen sind kursiv beigelegt.

6.1 KVV-Ost Kantone (St. Gallen)

Schutzwürdige Grundwasservorkommen (inkl. Quellen)

Übrige Grundwasserleiter (Karst-, Kluft-Grundwasserleiter, Hangquellen)

a) Bei im **öffentlichen Interesse** liegenden Quellwasserfassungen und Quellgruppen (inkl. Notwasserfassungen) wird ein Bereich A_U bezeichnet. Bei den **übrigen Quellen** ist die **Nutzbarkeit** in der Regel ab einer **minimalen Schüttungsmenge von 10 l/min bzw. einer mittleren von 30 l/min** gegeben.

b) Für die Bemessung des **Fassungseinzugsgebietes** von Quellwasserfassungen wird auf die **mittlere Schüttungsmenge** abgestellt.

Ausdehnung

Übrige Grundwasserleiter

a) Bei den übrigen Grundwasserleitern wird folgende Dimensionierung angewendet:

- Bei **Quellwasserfassungen** wird das **Fassungseinzugsgebiet** aufgrund der **mittleren Schüttungsmenge** bestimmt und dem Bereich A_U zugewiesen.
- **Unterhalb von Quellen** ist zudem ein Bereich A_U von **einigen 10 m bis zu 100 m** angemessen.

b) Bei **Karst- und Kluft-Grundwasserleitern** wird das **gesamte** durch Untersuchungen belegte **Gebiet, welches genutzte oder nutzbare Quellen speist**, als Bereich A_U bezeichnet.

6.2 Luzern

Grundsätzlich wird der Gewässerschutzbereich A_U bei **Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzaealen** auf eine **Distanz von 100 m gegen die Fliessrichtung** ausgeschieden. Der Bereich A_U muss nach Ermessen des bearbeitenden Hydrogeologen **nicht zwingend** ausgeschieden werden, wenn:

- der Zuströmbereich der Fassung mit der Schutzzone bereits abgedeckt ist, oder
- die Nutzung innerhalb des Zuströmbereiches das gefasste Quell- oder Grundwasser nicht gefährdet, oder (*Präzisierung: Falls eine Nutzung im Zuströmbereich das gefasste Quell- oder Grundwasser nicht gefährdet, muss kein A_U bezeichnet werden.*)
- es sich um Einzelquellen handelt, oder
- die Schüttmenge der **Quelle kleiner als 100 l/min** beträgt.

6.3 Bern

Grob zusammengefasst werden die folgenden geologischen bzw. hydrogeologischen Einheiten dem Bereich A_U zugeordnet:

- Gebiete mit Lockergesteinsgrundwasser, die sich nach Menge und Qualität für die Nutzung eignen (in erster Linie gehören die wichtigen Talgrundwasserleiter dazu);
- **durchlässige Randgebiete von nutzbaren Grundwasservorkommen**; je nach hydrogeologischen Verhältnissen kann dieser Pufferbereich bis einige hundert Meter breit sein;
- **Karstgrundwassergebiete mit hoher Empfindlichkeit** gegenüber Verschmutzungen, **falls** das Karstwasser für die **Trinkwassergewinnung** genutzt wird (oder nutzbar ist) **oder nutzbare** Grundwasservorkommen (Porengrundwasserleiter) **speist**;
- **Einzugsgebiete von Quellen, die für die Trinkwassergewinnung von Bedeutung sind.** Dazu gehören vor allem Gebiete mit Lockergesteins- und **Kluftgrundwasser** in folgenden geologischen Einheiten: Terrassenschotter, Schuttkegel, Bergsturmassen, **klüftige Sandsteine und Nagelfluh, Kluftgrundwassergebiete im Kristallin etc.**;
- Ewigschnee- und Gletschergebiete, wenn diese über einem verkarstungsfähigen Gesteinsuntergrund liegen (sonst werden solche Gebiete dem Bereich B zugeordnet);

Im **Karst** wird **in der Regel das ganze hydrogeologische Einzugsgebiet** als Bereich A_U ausgeschieden. **Ausnahmen** können **dort** gemacht werden (Zuordnung zum Bereich B), **wo mächtige, schlecht durchlässige Deckschichten grössere Gebiete bedecken** (Bereich B sollte aber in diesem Fall mindestens eine Fläche von 0.5 bis 1 km² erreichen). **Karstaquifere, die eindeutig nicht in Kontakt zu nutzbaren Grundwasservorkommen stehen**, werden dem **Bereich B** zugeordnet.

6.4 Uri

Gemäss der „Variante Wegleitung Grundwasserschutz [26]“ werden die Bereiche A und B generell zu A_U zusammengefasst. Die alten Bereiche A und B wurden dabei aus der Gewässerschutzkarte aus dem Jahre 1993 entnommen.

Bei der Überarbeitung des Gewässerschutzbereichs A_U wurde dieser je nach Gebiet erweitert. Damit sollte sichergestellt werden, dass die teils gesättigten grösseren Lockergesteinsdecken im hochalpinen Gebirge und damit die Einzugsgebiete grösserer Bäche stärker geschützt sind.

Für die Festlegung von A_U wurden folgende Parameter herangezogen und beurteilt:

- Eigenschaften der unterschiedlichen Gesteinsarten
- Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung
- Einzugsgebiet von Oberflächengewässern
- Höhenlage

Es ergab sich, dass bis in eine Höhenlage von 1'800 m ü. M. generell der Gewässerschutzbereich A_U ausgeschieden werden konnte. Somit liegen alle Siedlungsgebiete innerhalb des Gewässerschutzbereichs A_U.

Ab einer Höhenlage von über ca. 1'800 bis 2'000 m ü. M. wurden für die Festgesteine ohne oder mit geringer Lockergesteinsbedeckung je nach Eigenschaft der Formation folgende Aufteilung verwendet:

Tektonische Einheit	Tektonische Untereinheit	Alter / Formation	Gewässerschutzbereich
Helvetische Decken	Sedimente	Tertiär	üB
		Mittlere bis obere Kreide (Seewen-Fm., Wang-Fm, Schratenkalk)	Au
		Untere bis mittlere Kreide (Plafis-Fm. bis Tierwis-Fm.)	üB
		Malm-Kalke	Au
		Dogger	üB
		Lias	üB
		Trias	üB
Infrahelvetikum	Sedimente (allochthon, autochthon und paraautochthon)	Tertiär	üB
		Kreide im Allgemeinen	Au
		Falls Untere Kreide (Zementsteinschichten bis Helvetischer Kieselkalk) „sinnvoll“ abgrenzbar	üB
		Malm-Kalke im Allgemeinen	Au
		Falls Unterer Malm (Schilt-Schichten bis Mittlerer Quintner Kalk) „sinnvoll“ abgrenzbar	üB
		Dogger	üB
		Trias	üB

Tabelle 3: Einstufung der Festgesteine; Auszug aus [7]

6.5 Schwyz

Unterschiedliche **A_U-Zonen** werden **verbunden**, wenn sie **weniger als oder gleich 50 m entfernt** sind

Quellen

- Schwellenwert *einer einzelnen Quelle* für den Eintrag im A_U: **mittlerer Ertrag von min. 10 l/min** (bei Angabe des Minimal- und Maximalertrages wird das arithmetische Mittel gewählt; falls nur Maximalertrag vorhanden, wird ein A_U ausgeschieden, falls der Maximalertrag ≥ 20 l/min).
- In alpinen Gebieten sind **ein paar Quellen mit mehr als 5 l/min** auch im Bereich A_U.
- **Gruppen von Quellen**, welche kleinere Schüttungsmengen als **10 l/min** aufweisen, werden auch dem Bereich A_U zugerechnet.

Vorgehen für die Ausscheidung (*Bemessung*) eines Einzugsgebiets:

- Schüttungsmenge überprüfen (und in/ausser Betrieb)
- Distanz von 200 m in Zuströmrichtung (Pufferzone benutzen)
- Distanz von ca. 50 m in Abströmrichtung
- Topographie berücksichtigen (Höhenlinien in Übersichtsplan 10'000)
- Gewässer im Umfeld berücksichtigen
- Eventuell Geologie anschauen (Geocover-Daten)

6.6 Fazit des Autors

Nur wenige Kantone haben die bestehenden Definitionen präzisiert. In vielen Fällen ist auch bei den kantonalen Präzisierungen eine grosse Grauzone vorhanden. Die Ostschweizer Kantone (KVU-Ost) sind bei der Definition des Gewässerschutzbereichs A_U am weitesten gegangen und haben einige sehr konkrete Vorgaben gemacht (z.B. Quellschüttungen). Diese Vorgaben wurden in einem Harmonisierungsdokument [1] und [2] schriftlich festgehalten.

7 Auswertung der Befragungen und Gespräche

Den Grundwasserfachstellen wurden verschiedene Fragen zu Methodik bei der Bezeichnung des Gewässerschutzbereiches A_U, der Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens und dem Vollzug gestellt.

7.1 Fragen und Antworten

Nr.	Fragen	Antworten			
		Ja	Nein	keine Antwort	nicht eindeutig

Methoden

1	Wird A _U im Festgestein bezeichnet?	22	4	0	0
2	Werden unterschiedliche Methoden in Locker- und Festgestein angewendet?	11	10	0	5
3	Werden unterschiedliche Methoden in Kluft- und Karst-vorkommen angewendet?	6	15	3	2
4	Werden unterschiedliche Methoden in stark/schwach heterogenen Festgesteins-Vorkommen angewendet?	6	15	3	1
5	Hat der Kanton dazu eine definierte Methode/Vorgehensweise/Verfahren?	17	8	0	1

Definition

6	Gibt es eine kantonale Definition von nutzbarem Grundwasservorkommen?	10	15	0	1
7	Wurden hierfür Kriterien erstellt (auch im Festgestein)?	11	14	0	1
8	Ist A _U im Festgestein lithologisch definiert?	12	10	2	2
9	Ist A _U im Festgestein hydrogeologisch definiert?	16	5	1	4
10	Ist die Qualität der Untergrundkenntnisse des Festgesteins ausreichend, um A _U zu bestimmen?	13	10	0	3
11	Orientiert sich der Kanton beim Bemessen von A _U in Festgestein an Einzugsgebieten?	14	11	0	1
12	Orientiert sich der Kanton am minimalen Datenmodell «Grundwasservorkommen»?	19	2	1	4

Vollzug

13	Fliesst die Qualität des Wassers in die Beurteilung mit ein?	8	17	0	1
14	Werden die Vorgaben des Bundes (Wegleitung Grundwasserschutz [26]) angewendet?	20	4	0	2
15	Bzw. sind diese genügend ausformuliert und somit in der Praxis anwendbar?	8	16	0	2
16	Werden diese Vorgaben in gewissen Situationen bewusst nicht eingehalten, weil sie in der Praxis nicht anwendbar sind (in einer bestimmten Situation)?	3	23	0	0

Tabelle 4: Zusammenfassung der Fragen und Antworten der Kantonsvertreter

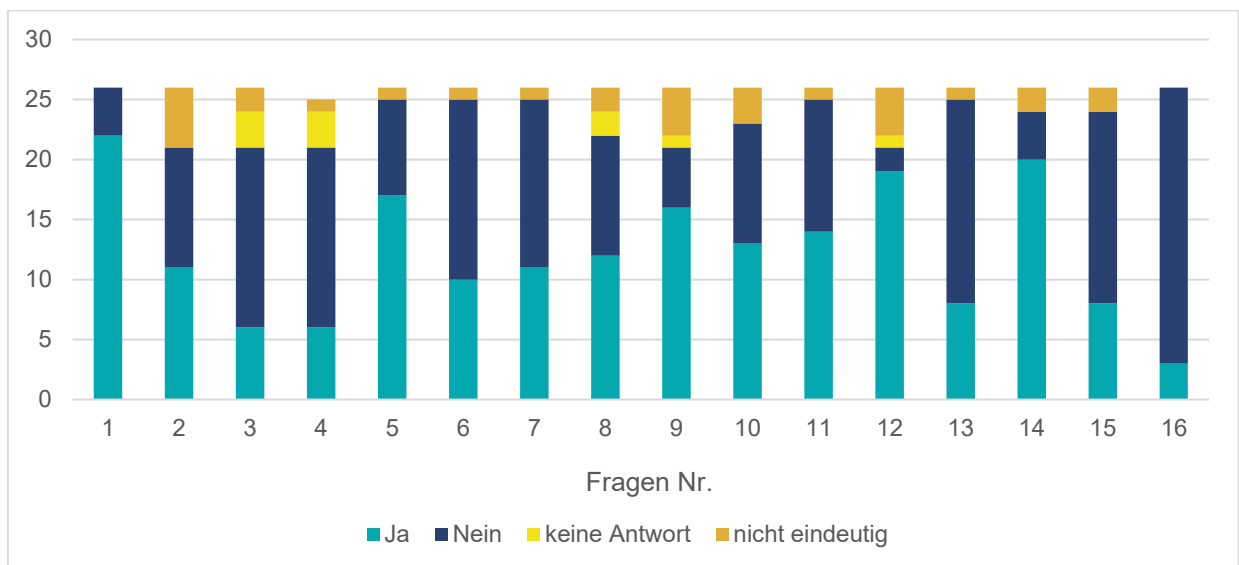


Abbildung 2: Graphische Darstellung der Antworten

7.2 Methode zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U

Die Kantone bezeichnen grundsätzlich den Gewässerschutzbereich A_U auch im Festgestein. In vielen Kantonen wurde die Gewässerschutzkarte bereits vor Jahren erstellt. Diese Karte wird angewendet und meist ging man auch davon aus, dass hinter dem Gewässerschutzbereich A_U gewisse Kriterien stecken. Die genauen Kriterien und Vorgehensweisen bei der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U konnten oft nicht präzise ausformuliert oder nicht genannt werden. Vor allem die Kantone der KVO-Ost Region haben genaue Kriterien schriftlich festgehalten. Die Kriterien sollen vor allem die Harmonisierung der Karte im Bereich der Kantonsgrenzen sicherstellen. Die Umsetzung der (selbst) aufgestellten Kriterien wird nicht von allen Kantonen mit derselben Konsequenz umgesetzt. Dies ist zum Teil auf verschiedene geologische Verhältnisse innerhalb der Kantone zurückzuführen.

7.3 Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens

Wiederum sind es die Kantone der KVV Region Ost, welche die Nutzbarkeit eines Grundwassers konkreter definiert haben. Die Umfrage hat gezeigt, dass sich die übrigen Kantone nicht allzu viele Gedanken zu dieser Definition gemacht haben. Viele waren der Meinung, dass es keine zu konkrete Definition des nutzbaren Grundwassers braucht, damit die Freiheit, wie damit umgegangen werden kann, erhalten bleibt. Aufgrund dessen, dass nur wenige Kriterien aufgestellt wurden, um den Gewässerschutzbereich A_U zu bezeichnen, waren die meisten der Meinung, dass die Lithologie und die Hydrogeologie mit einfließen soll. Auch wenn dies nicht bewusst gemacht wird, fließen solche Überlegungen automatisch in die Bezeichnung der Gewässerschutzbereiche mit ein. Die Datengrundlage im Bereich der Festgesteine wurde generell als schwach taxiert. Grundsätzlich waren die meisten Vertreter der kantonalen Fachstellen der Meinung, dass für die benötigte Genauigkeit der Gewässerschutzkarte die nötigen Kenntnisse vorhanden sind.

Die Kantone sind bestrebt, die Mindestanforderungen der minimalen Geodatenmodelle zu erfüllen. Diese werden jedoch für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U nicht explizit angewendet. In den Gesprächen wurde aber erkannt, dass mit der Umsetzung der Anforderungen dieser Modelle in der kantonalen Verwaltung die Qualität der Daten zum Untergrund steigt und damit die Qualität (Genauigkeit) der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U verbessert werden kann.

7.4 Vollzug in den Kanton

Für die meisten Kantone steht die Wasserqualität bei der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U nicht im Vordergrund. Die meisten sind der Meinung, dass es aufgrund des Vorsorgeprinzips nicht der richtige Weg ist, nur Grundwasser mit Trinkwasserqualität zu berücksichtigen. Wir wissen nicht, wie die Situation in 50 Jahren sein wird. Es ist unsere Aufgabe, das Grundwasser so gut wie möglich zu schützen.

Vor allem im urbanen Bereich gibt es jedoch Situationen, in denen prinzipiell nutzbares Grundwasser den übrigen Bereichen zugeordnet wird mit der Begründung, dass dieses Grundwasser aufgrund von Kriterien zur Qualität nie genutzt werden kann.

Die meisten waren der Meinung, dass ihre Gewässerschutzkarte den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Dennoch waren viele der Meinung, dass konkretere Hinweise zur Umsetzung hilfreich sein könnten. Wichtig war dabei immer, dass die Umsetzung einfach zu handhaben ist.

7.5 Bemerkungen des Autors

Die Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens und damit verbunden des Gewässerschutzbereichs A_U lässt viel Spielraum für Interpretationen. So ist es nicht verwunderlich, dass sich der Gewässerschutzbereich A_U an den Kantonsgrenzen unterschiedlich darstellt. Die Gewässerschutzkarte wird in vielerlei Hinsicht unterschiedlich gehandhabt. In einigen Kantonen ist die Gewässerschutzkarte seit langer Zeit unverändert und wird kaum aktualisiert. Einige Kantone wenden klare Kriterien an, während andere in der Interpretation möglichst frei bleiben wollen. Bei einigen soll der Gewässerschutzbereich A_U bewusst nur einen Teil des Kantonsgebiets ausmachen (z.B. nicht mehr als ein Prozentsatz der Kantonsfläche), um die Glaubwürdigkeit zu erhöhen. Andere wollen möglichst viel dem Gewässerschutzbereich

reich A_U zuordnen, um viele Dossiers beurteilen zu können und so „nichts“ zu übersehen. Regionale Unterschiede in der Geologie und damit im Grundwasserdargebot wirken sich auch auf den Flächenanteil des Gewässerschutzbereichs A_U aus.

Grundsätzlich waren die Kantone für eine Präzisierung des Gewässerschutzbereichs A_U . Allerdings meist unter dem Vorbehalt, dass die Kriterien einen Interpretationsspielraum für die Kantone offenlassen. Alle Kantone sind sich einig, dass eine Präzisierung der Kriterien zu einer Harmonisierung der Gewässerschutzkarte unter den Kantonen führen würde.

Einige wenige Kantone arbeiten mit Pufferstreifen, welche um die Grundwasserschutzzonen gezeichnet werden. Sie sind sich bewusst, dass dies kein hydrogeologischer, sondern ein pragmatischer Ansatz ist. Bei der Nutzung von Pufferstreifen steht die Trinkwassernutzung gegenüber anderen Nutzungen im Vordergrund.

Viele Kantone haben angegeben, dass sie den Gewässerschutzbereich A_U lieber grosszügig bemessen, um dem Vorsorgeprinzip und der Sorgfaltspflicht gerecht zu werden.

Die Gespräche haben aufgezeigt, dass nicht die eine oder die andere Vorgehensweise als richtig oder falsch eingestuft werden kann. Es sind einfach verschiedene Wege mit demselben Ziel; nämlich die nutzbaren Grundwasservorkommen flächenhaft zu schützen.

8 Verwendete Konzepte und Ansätze bei der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U

Aus den Gesprächen und Antworten wurden Konzepte und Themenschwerpunkte abgeleitet und mit 4 ausgewählten Grundwasserschutzfachstellen (VD, BE, SO, SG) vertiefend diskutiert.

Die nach Themen gegliederte Auswertung dieser Gespräche findet sich im Folgenden.

8.1 Konzeptuelles hydrogeologisches Modell

In diesem Punkt waren sich alle Kantonsvertreter einig. Ein konzeptuelles Modell der hydrogeologischen Verhältnisse muss immer vorhanden sein, sei es im Kopf des Hydrogeologen oder auf Papier. Dieses Modell ist Grundlage für das weitere Vorgehen.

Die Gewässerschutzkarte sollte so erstellt werden, dass jede Fläche, jeder Strich begründet werden kann. Ohne ein konzeptionelles hydrogeologisches Modell ist dies kaum möglich.

Ein konzeptuelles Modell ist jedoch immer nur so gut, wie sich die jeweilige Datengrundlage präsentiert.

8.2 Einzugsgebiet (hydrogeologisch)

Im Festgestein ist es im Gegensatz zum Lockergestein meist sehr schwierig, den Teil des Grundwasservorkommens zu bestimmen, in dem das zu schützende nutzbare Grundwasser einschliesslich aller unterirdisch entwässernden Bereiche fliesst.

Grundwasservorkommen im Festgestein sind oft schwer abzugrenzen. Einziger Anhaltspunkt für das Vorhandensein eines Grundwasservorkommens ist häufig der Austritt des Grundwassers an die Oberfläche an einem Quellaustritt. Messungen der Ergiebigkeit (und evtl. anderer Parameter) können bei der Abgrenzung des Einzugsgebietes helfen.

Die Diskussionen mit den Kantonen haben gezeigt, dass die Bestimmung des Einzugsgebietes eine mögliche Alternative zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U darstellt. Es wurde jedoch durchgängig darauf hingewiesen, dass dies sehr schnell komplex werden kann und daher mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Es wurde auch darauf hingewiesen, dass die Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U nicht einem wissenschaftlichen Ansatz folgen muss, sondern auch vereinfacht erfolgen kann. Wie das Konzept der Nutzung des Einzugsgebietes umgesetzt werden könnte, um den Gewässerschutzbereich A_U abzugrenzen, wird in Kap. 9 näher beschrieben.

8.3 Heterogenität – Lithologie

Die Kenntnisse des Untergrundes haben in den letzten Jahren stetig zugenommen und werden aufgrund von Bau- und Bohrtätigkeiten weiter zunehmen. Weiter haben die Möglichkeiten den Untergrund in einem numerischen Modell darzustellen ebenfalls stark zugenommen. Einzelne Kantone haben heute nicht nur den geologischen Atlas im Massstab 1:25'000 flächendeckend zur Verfügung, sondern sind an der Arbeit ein 3D-Modell der Geologie zu erstellen. Im Zusammenhang mit dem Projekt GeoMol [23] wurde ein geologisches Modell des Molassebeckens erstellt. Das Modell zeigt den geologischen Aufbau unter dem dicht besiedelten Mittelland dreidimensional. Abgebildet sind zwölf geologische Schichten sowie die wichtigsten Störungszonen. Das Projekt Swisskarst [25] hat zum Ziel, „Grundlagen zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung des Karstwassers in der Schweiz“ zu schaffen. Meist ist hierfür die Grundlage eine Karsys-Modellierung [24].

All diese Projekte führen dazu, dass der Aufbau des Untergrundes immer besser bekannt ist. Somit ist es auch einfacher möglich, bestimmte Lithologien in den Untergrund zu verfolgen und nicht nur an der Oberfläche zu bezeichnen. In BITTERLI et al., 2004 [15] wurde den verschiedenen Festgesteinen eine „Durchlässigkeit“ zugeordnet, welche wiederum einen Rückschluss auf das Potential auf das Vorhandensein eines Grundwasservorkommens und dessen Nutzbarkeit zulässt.

Wiederholt ist in den Gesprächen mit den Vertretern der kantonalen Fachstellen hervorgehoben worden, dass der Aufwand für die Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U verhältnismässig bleiben soll. Alle die oben erwähnten neuen Kenntnisse des Untergrundes sind gut geeignet den Untergrund grossflächig zu umschreiben. Bei einer strikten Anwendung der Lithologien stünden somit Aufwand und Ertrag sicher in einem guten Verhältnis zueinander. Der Aufbau des Untergrundes ist in vielen Fällen heterogen und innerhalb der verschiedenen Lithologien gibt es immer wieder regionale Ausnahmen, welche generelle Aussagen über die gesamte Lithologie nicht zulassen.

Einige Beispiele, dass eine starke oder schwache Ausbildung der Heterogenität nicht unbedingt an die Lithologie gebunden sein muss, konnten von den Kantonsvertretern direkt im Gespräch genannt werden:

- Strukturen in den Voralpen, welche zu einer „Verzerrung“ des Untergrundes führen bspw. regional ausgedehnte Störungszonen, welche den unterirdischen Wasserfluss gegenüber der vorherrschenden Lithologie stören/verändern.
- Chattien Süsswasser-Molasse: Kalkbänke im Meterbereich, welche gut durchlässig sind und somit der generellen Hydrogeologie der Lithologie widersprechen.
- Effingerschichten: Eigentlich schwach durchlässig, aber Kalkschichten durchsetzt, welche gut durchlässig sind und somit der generellen Hydrogeologie der Lithologie widersprechen.

Bessere Kenntnisse über den Untergrund können bei der Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U hilfreich sein. Es besteht jedoch die Gefahr, den Untergrund zu stark zu vereinfachen und damit die Grundwasserverhältnisse im Untergrund nicht korrekt abzubilden. Das Konzept der Verwendung der Lithologie und damit der Zuordnung einer Durchlässigkeit ist daher für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U mit Vorsicht anzuwenden. Es könnte aber bspw. als Gegenkontrolle zur „Plausibilisierung“ der Gewässerschutzkarte dienen und bei Inkonsistenzen nochmals genauer hingeschaut werden. Eine zusätzliche Schwierigkeit bei diesem Ansatz ist die dritte Dimension (siehe auch Kap. 8.4 unten). In Kapitel 9 wird gezeigt, wie die Lithologie (Gesteinsklasse) trotzdem in die Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U einbezogen werden kann.

8.4 Einbezug der dritten Dimension

Die Diskussion um die Tiefenausdehnung des Gewässerschutzbereichs A_U ist seit Jahren ein Thema unter Hydrogeologen. Betrachtet man die Auflagen für den Gewässerschutzbereich A_U in den Anhängen 1, 2 und 4 der GSchV, so fällt auf, dass einerseits die Gewässer vor Verunreinigungen geschützt werden sollen und andererseits keine Einbauten in das Grundwasser unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels zugelassen werden sollen. Zudem gibt es Auflagen für den Abbau von Kies, Sand und anderem Material.

Art. 32 GSchV legt fest, welche Anlagen und Tätigkeiten im Gewässerschutzbereich A_U einer kantonalen Bewilligung bedürfen. Die meisten Vorschriften betreffen oberflächennahe Tätigkeiten (10-20 m), mit Ausnahme von Bohrungen, die in grössere Tiefen reichen. Ausserdem gelten alle Vorschriften zum Schutz vor Verunreinigungen unabhängig von der Tiefe des Grundwassers. Daraus lässt sich ableiten, dass der Gewässerschutzbereich A_U den Schutz aller „nutzbaren“ Grundwasservorkommen unabhängig von ihrer Tiefe gewährleisten soll. Da die Gewässerschutzkarte zweidimensional, d.h. auf einem Plan dargestellt wird, ist die Umsetzung in die dritte Dimension erschwert.

Folgende Ansätze sind denkbar:

- Für alle bekannten und nutzbaren Grundwasservorkommen wird unabhängig von ihrer Tiefenlage ein Gewässerschutzbereich A_U festgelegt. Wenn die Kantone ihre Gewässerschutzkarte „seriös“ erstellt haben, kennen sie die dritte Dimension der jeweiligen A_U -Fläche. Gesuche, welche die Tiefe nicht betreffen, können so rasch und unkompliziert bearbeitet werden. Je nach geologischer Struktur des Kantons würde dies aber grosse Flächen mit Gewässerschutzbereich A_U bedeuten, was nicht unbedingt zur Glaubwürdigkeit dieses Instruments beiträgt.
- Die Gewässerschutzkarte wird mit einer Betrachtungstiefe von ca. 20-30 m erstellt. Alle tieferen Grundwasservorkommen würden bspw. mit einer anderen, neuen Signatur versehen. In diesen Bereichen müssten erst Tätigkeiten ab einer bestimmten Tiefe den Anforderungen des Gewässerschutzbereichs A_U entsprechen.
- Eine dritte Möglichkeit besteht darin, die Gewässerschutzkarte nur für die oberflächennahen Grundwasservorkommen bis 6 bis 10 m Tiefe zu erstellen. In diesem Fall braucht es in der kantonalen Gesetzgebung zusätzliche Instrumente, die es den Behörden erlauben, Eingriffe in grösserer Tiefe zu beurteilen. So sind beispielsweise im Kanton St. Gallen Eingriffe unterhalb von 10 m Tiefe bewilligungspflichtig.

Einen Sonderfall stellen die Tiefengrundwässer dar. Die Kenntnisse über deren Abgrenzung sind meist ungenügend, was den Schutz entsprechend erschwert. Weitere Informationen zum Umgang mit Tiefengrundwasser finden sich in Kap. 9.3.

8.5 Gewässerschutzbereich A_U im urbanen Raum

Im Bereich eines urbanen Gebietes ist Grundwasser grundsätzlich nicht oder nur schwer für Trinkwasser nutzbar. Falls auch im Abstrombereich, nach den heutigen Vorgaben, keine Nutzung möglich ist, könnte man zum Schluss kommen, dass ein solches Grundwasser nicht mit einem Gewässerschutzbereich A_U geschützt werden muss. Die Kantonsvertreter waren jedoch alle der Meinung, dass der Gewässerschutzbereich A_U mehr als nur Trinkwasser schützen soll. Die Durchflusskapazität soll nicht durch Einbauten ins Grundwasser verändert werden, um den natürlichen Zustand möglichst aufrecht zu erhalten und eine Stauwirkung zu verhindern. Sind mehrere Grundwasserstockwerke vorhanden, sollen diese bspw. nicht miteinander verbunden werden. Zusätzlich sprachen sich alle für das Vorsorgeprinzip aus. Wer kann heute schon beurteilen, wie die Situation in 20, 30 oder 50 Jahren aussehen wird. Der Schutz soll somit aufrechterhalten werden, auch wenn zum heutigen Zeitpunkt keine Nutzung absehbar ist.

Es ist ebenfalls nicht ausgeschlossen, dass dieses Grundwasser einmal in einer Notsituation (schweren Mangellage) von Nutzen sein wird.

Die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U soll auf rein hydrogeologischen Kriterien aufbauen und nicht auf der Nutzungsart an der Oberfläche. Eine Möglichkeit mit dem urbanen Raum umzugehen ist es, ihn in der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U gänzlich auszublenden.

8.6 Randgebiet

Die gesetzlichen Grundlagen sehen in der Definition des Gewässerschutzbereichs A_U vor, dass auch das Randgebiet miteinbezogen werden soll. Das Randgebiet als solches ist jedoch nicht konkreter definiert. Die Bemessung des Randgebietes stellt die kantonalen Behörden immer wieder vor Herausforderungen. Die Gespräche mit den Vertretern der kantonalen Fachstellen haben gezeigt, dass Unsicherheiten bei der Definition der Randgebiete bestehen und konkretere Vorschläge zum Umgang mit den Randgebieten gewünscht werden.

Die einzige Präzisierung zur Bemessung der Randbereiche durch die Kantone findet sich in [1] und [2], allerdings nur für ein Lockergesteinsgrundwasservorkommen, das seitlich an eine Grenze (Stauer) angrenzt. In diesem Fall wird ein Randbereich von 50-150 m ausgewiesen. Ein Vorschlag zum Umgang mit dem Randbereich wird in Kap. 9.3 gemacht.

Teil C – Methodische Vorschläge für ein interkantonal einheitliches Vorgehen zur Bezeichnung vom Gewässerschutzbereich A_U und Schlussfolgerungen

9 Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U in Festgestein

Die verschiedenen Diskussionen mit den Vertretern der kantonalen Fachstellen haben gezeigt, dass es nicht die eine mögliche und einfache Lösung für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U zu geben scheint. Es hat sich auch gezeigt, dass die Kriterien oder Methoden schnell zu komplex und aufwändig werden, als dass die Behörde die Aufgabe Gewässerschutzkarte zufriedenstellend erfüllen könnte (personelle Ressourcen und Budget). Gesteinsinformationen, die keine klaren Abgrenzungen (lithologisch, tektonisch) zulassen, wie z.B. die Molasse oder auch der Flysch, stellen eine grosse Herausforderung bei der Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U dar. Demgegenüber scheinen stark heterogen ausgebildete Grundwassersysteme wiederum leichter handhabbar zu sein.

Die Gewässerschutzkarte wird im Massstab 1:25'000 erstellt. Somit sind der Präzision gewisse Grenzen gesetzt. Die Kenntnisse des Untergrundes, gerade im Bereich der Festgesteine sind zudem meist lückenhaft. Die nachfolgend aufgeführten Methoden sollen somit mit wenig Aufwand möglichst grossen Nutzen bringen. Das Vorgehen soll keine wissenschaftlichen oder aufwändigen Studien bedingen, sondern in der Praxis einfach umsetzbar sein. Trotz des Versuchs der Vereinfachung darf nicht vergessen werden, dass die Fliesssysteme des Grundwassers im Untergrund sehr komplex sind. Deshalb ist auch oder trotz der Vereinfachung ein gewisser Aufwand für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U notwendig. Dies trägt zur Glaubwürdigkeit der Gewässerschutzkarte bei. Selbstverständlich kann es in bestimmten Situationen, wie z.B. bei Deponien, sinnvoll sein, die Situation genauer zu untersuchen.

Um den Gewässerschutzbereich A_U bezeichnen zu können, muss der Kanton einige Grundsätze festlegen:

- Festlegen von genaueren Kriterien für die Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens (falls erwünscht).
- Bis in welche Tiefe bzw. auch ab welcher Tiefe soll der Gewässerschutzbereich A_U seine Gültigkeit haben?
- Welchen Aufwand ist man bereit zu betreiben? Sind die Grundlagendokumente ausreichend oder braucht es noch zusätzliche Abklärungen?

9.1 Grundsätze und Grundlagen

9.1.1 Definition des nutzbaren Grundwassers

Die Diskussion mit den kantonalen Vertretern hat gezeigt, dass strikte Kriterien nicht erwünscht sind, um der grossen Heterogenität des Untergrundes gerecht zu werden. Mit Heterogenität sind Begriffe wie Volumen, Mächtigkeit und Durchlässigkeit gemeint. Diese Grössenangaben beschreiben das Potential einer möglichen Nutzung.

Darüber hinaus spielen regionale Unterschiede in Wasserbedarf und -angebot eine wichtige Rolle bei der Entscheidung über die Nutzbarkeit eines Grundwasservorkommens.

Die folgenden Richtwerte für die quantitative Einstufung eines nutzbaren Grundwasservorkommens sind ein Vorschlag, um den Begriff quantitativ mit konkreten Zahlenangaben genauer zu beschreiben.

In den Gesprächen mit den kantonalen Fachstellen war man sich einig, dass ab einem Nutzungspotential (10-jähriges Mittel der minimalen Ergiebigkeit einer Quelle oder die dauerhaft mögliche nachhaltige Entnahme in einem Grundwasserbrunnen - Fördermenge) von 100 l/min ein Grundwasservorkommen als nutzbar eingestuft werden kann. Je nach Region und unter Berücksichtigung von Wasserbedarf und -angebot erscheint ein Nutzungspotential von 10 l/min, wie es die Ostschweizer Kantone anwenden, ein sinnvoller minimaler Richtwert zu sein. Unterhalb dieses Wertes kann kaum mehr von einem nutzbaren Grundwasservorkommen im Sinne einer öffentlichen Nutzung gesprochen werden. Dazwischen gibt es eine Grauzone, in der die kantonalen Fachstellen eigene Kriterien (Grenzwerte) festlegen können, wenn sie dies wünschen. Zudem wird eine Quelle mit einer Ergiebigkeit von 10 l/min eher als nutzbar eingestuft als eine Grundwasserfassung in einem Vorkommen, in dem 10 l/min gefördert werden können. Daher wird der Schwellenwert für eine Grundwasserentnahme tendenziell höher angesetzt als für die Nutzung einer Quelle.

Private Nutzungen werden nicht berücksichtigt.

Hinsichtlich der qualitativen Betrachtung des nutzbaren Grundwasservorkommens erscheint folgende Vorgehensweise sinnvoll, die von den Kantonsvertretern grundsätzlich unterstützt wird. Eine anthropogene Verunreinigung des Grundwassers soll kein Kriterium sein, um ein Grundwasser nicht dem Gewässerschutzbereich A_U zuzuordnen. Eine natürliche Verunreinigung, die mit einfachen Aufbereitungsmassnahmen nicht gereinigt werden kann, kann sehr wohl ein Ausschlusskriterium sein.

In den Gesprächen mit den Kantonen wurde vielfach darauf aufmerksam gemacht, dass der Gewässerschutzbereich A_U auch eine Funktion hat, den quantitativen Schutz des Grundwassers zu gewährleisten und dass bspw. Einbauten in das Grundwasser auch Einfluss auf Nachbarbauten haben können. In Situationen, in welchen der quantitative Schutz des Grundwassers im Vordergrund steht, ist eine geogene Verunreinigung des Wassers somit nicht in jedem Fall ein Ausschlusskriterium.

Da die Definition eines nutzbaren Grundwasservorkommens regional unterschiedlich sein kann, ist es zu empfehlen, diese im Rahmen einer regionalen Betrachtung der Grundwassernutzung festzulegen.

Die weiter oben gemachten Erläuterungen zeigen auf, dass die quantitative Komponente schwieriger zu handhaben ist als die qualitative. In den Gesprächen mit den Kantonen kam zudem zum Ausdruck, dass der quantitative Aspekt höher gewichtet werden sollte als der qualitative.

9.1.2 Anwendungstiefe der Gewässerschutzkarte

Die Definition des Gewässerschutzbereichs A_U in der GSchV und in der Wegleitung Grundwasserschutz geben keine Vorgaben darüber, bis zu welcher Tiefe die Vorschriften eingehalten werden müssen. Sie gelten somit ab Geländeoberkante bis in die für den Vollzug notwendige Tiefe. Die Diskussion mit den kantonalen Fachstellen hat gezeigt, dass die Kantone unterschiedlich mit diesem Thema umgehen. Folgende Ansätze können unterschieden werden:

- Keine Tiefenangabe auf der Gewässerschutzkarte. Befindet sich im Untergrund ein Grundwasservorkommen, welches die Kriterien eines nutzbaren Grundwasservorkommens erfüllt, wird auf der Gewässerschutzkarte ein Gewässerschutzbereichs A_U bezeichnet. Ist an jedem Standort klar definiert, aus welchem Grund der Gewässerschutzbereich A_U bezeichnet

wurde (Tiefe, Mächtigkeit, Ausdehnung, Durchlässigkeit und somit Potential des Grundwasservorkommens), können Anfragen für Tätigkeiten innerhalb dieses Bereichs dementsprechend zufriedenstellend behandelt werden.

- Je nach Aufbau des Untergrundes ist es möglich, dass oberflächennahe Aktivitäten keine Gefährdung für das Grundwasser darstellen. Bestes Beispiel ist hierfür das Vorhandensein eines artesisch gespannten Grundwasservorkommens. Eine mächtige, schwach durchlässige Schicht im Untergrund könnte die Gefahr einer Verunreinigung ebenfalls so stark minimieren, dass keine Gefahr von Aktivitäten in den ersten Metern ausgeht. Einige Kantone versuchen dieser Situation auf der Gewässerschutzkarte mit einer neuen Signatur und der Einführung eines A_U tief gerecht zu werden.
- Der Kanton St. Gallen hat einen anderen Ansatz gewählt. Er deckt mit der Gewässerschutzkarte nur die oberflächennahen Grundwasservorkommen (~ 10 m) ab. In der kantonalen Gesetzgebung wurde eine Bewilligungspflicht für alle Aktivitäten (Bohrungen und erhebliche Grabungen) ausserhalb besonders gefährdeter Bereiche eingeführt (Art. 28bis GSchVG). Gemäss Art. 9ter GSchVV gelten Grabungen unterhalb von -6 m oder einem Aushubvolumen von $10'000 \text{ m}^3$ als erheblich. So ist sichergestellt, dass alle Bohrungen oder Eingriffe in den Untergrund durch die Behörden beurteilt werden können.

9.1.3 Bearbeitungstiefe (Aufwand) für die Erstellung der Gewässerschutzkarte

Die Kenntnisse des Untergrundes sind sehr unterschiedlich und häufig mangelhaft. Die kantonale Behörde muss deshalb für die flächendeckende Erstellung der Gewässerschutzkarte entscheiden, wieviel Aufwand er in die Verbesserung dieser Kenntnisse stecken will. Entscheidend für die Bearbeitungstiefe ist die Frage, ob am betroffenen Standort die Frage nach dem Vorhandensein eines nutzbaren Grundwasservorkommens zufriedenstellend beantwortet werden kann. Ist dies nicht der Fall, müssen weitergehende Untersuchungen gemacht werden. Es ist möglich, dass bspw. bei belasteten Standorten der Aufwand beträchtlicher ausfällt als in alpinem Gebiet.

9.1.4 Grundlagendokumente:

Folgende Grundlagendokumente können - soweit vorhanden - bei der Bemessung vom Gewässerschutzbereich A_U eine Hilfestellung bieten:

- Grundwasserkarte – Meist nur für die Lockergesteins Grundwasservorkommen vorhanden.
- Geologische Karten – Im speziellen der Geologische Atlas im Massstab 1:25'000 oder auch Vektordaten, tektonische Karten.
- Hydrogeologische Karten – In verschiedenen Teilen der Schweiz ist eine Karte im Massstab 1:100'000 vorhanden.
- Quellskataster
- Wasserversorgungsatlas
- Karsys-Modell
- Geologisches 3D-Modell
- hydrogeologische Gutachten – für Situationen in denen eine grössere Präzision gefragt ist wie bspw. bei Deponien.
- Grundlagendaten auf map.geo.admin.ch wie Grundwasservorkommen und Grundwasservulnerabilität im Massstab 1: 500'000
- Bodenkarte

9.2 Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U in Festgesteinen

Die verschiedenen Gespräche mit den kantonalen Vertretern haben klar aufgezeigt, dass die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U im Festgestein eine bedeutend grössere Herausforderung darstellt als in den Lockergesteinen. Für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U haben sich drei mögliche Ansätze als zielführend gezeigt.

- Die Bestimmung des Einzugsgebietes
- Die Zuordnung von Grundwasservorkommen an die Lithologie
- Pufferstreifen um Grundwasserschutzzonen

Diese drei Vorgehensweisen werden im Folgenden näher erläutert.

Darüber hinaus werden einige Sonderfälle diskutiert und es wird gezeigt, wie mit diesen Fällen umgegangen werden kann.

Es sind dies:

- Artesisch gespanntes Grundwasser
- Grundwasser, welches keinem Quellaustritt zugeordnet werden kann – unterirdische Entwässerung
- Tunnelquellen
- Tiefengrundwasser

Die Bemessung der Randgebiete bereitet immer wieder Schwierigkeiten. Eine Möglichkeit, mit dieser Problematik umzugehen, wird ebenfalls aufgezeigt.

9.2.1 Bestimmung des hydrogeologischen Einzugsgebietes

Die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U im Lockergestein ist gegenüber dem Festgestein generell einfacher. Im Festgestein lässt sich meist nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand entscheiden, wo sich im Untergrund das Grundwasser befindet. Ein Ansatz diese Unsicherheit zu umgehen, ist die Bestimmung des Einzugsgebietes.

Ein einfacher Ansatz, das Einzugsgebiet zu bestimmen, findet sich im Anhang 1 von [11]. Folgende Angaben müssen hierfür bekannt sein:

- Mittlere Ergiebigkeit bzw. jährliche Gesamtschüttung der Quelle
Gemäss [19] entspricht der nutzbare Grundwasseranteil der Grundwasserneubildung ungefähr dem mittleren Niedrigwasserabfluss. Im Weiteren wird in diesem Bericht der Begriff Basisabfluss für die massgebende Ergiebigkeit einer Quelle verwendet. Einmal mehr zeigt sich, dass gute Grundlagen entscheidend sind, um eine Situation korrekt zu beurteilen. Eine seriöse Bestimmung des Basisabflusses beruht auf regelmässigen Messungen während eines Jahres. Soll der effektive Basisabfluss bestimmt werden, sind sogar Langzeitreihen nötig. Den Kantonen bleibt jedoch nichts anderes übrig, als die bestehenden Daten zu verwenden, welche zwar meist ungenügend sind, aber erste Anhaltspunkte liefern. Es bleibt den Kantonen überlassen, inwiefern sie die Datengrundlage bei den Quell-Abflussmessungen verbessern wollen.
- Neubildungsrate
Die Bestimmung der jährlichen Neubildungsrate in einem Gebiet ist sehr komplex. Sie variiert dabei in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge, dem Geländere Relief, der Gesteinsdurchlässigkeit (oder des Bodens) und der Vegetation [18]. Für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U kann als Annäherung auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden [16] und [17]. Eine mittlere Neubildung von 210 – 420 mm/Jahr (entspricht 4-8 l/min*ha)

erscheint eine sinnvolle Annäherung zu sein. Bei speziellen lokalen Gegebenheiten, wie stark zerklüfteten Gesteinen oder einem Relief, welches den Oberflächenabfluss einschränkt, kann der Wert noch erhöht bzw. angepasst werden. Aufgrund der Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge, muss in Regionen mit überdurchschnittlich viel oder wenig Niederschlag, der Wert entsprechend nach oben oder unten angepasst werden. Die Fläche wird anschliessend an die morphologischen und hydrogeologischen Verhältnisse angepasst.

Das gesamte Einzugsgebiet wird dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet.

Diese Methode erscheint auf den ersten Blick sehr aufwändig. Von entscheidender Bedeutung ist einerseits die Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens, was die Anzahl der betroffenen Quellen bzw. Grundwasservorkommen bestimmt und andererseits die bestehende Datengrundlage. Diese Methode lässt nur bedingt eine automatisierte Vorgehensweise zu. Beim Bemessen des Einzugsgebietes ist es die Arbeit des Hydrogeologen, die Fläche möglichst sinnvoll abzugrenzen. Diese Vorgehensweise ist grundsätzlich für alle Situationen im Festgestein geeignet

9.2.2 Zuordnung von Grundwasservorkommen an die Lithologie – Gesteinstyp

Gesteinsformationen weisen in der Regel typische Eigenschaften hinsichtlich Porosität, Klüftigkeit oder Lösungsneigung auf. Dies macht sie entweder zu wasserführenden oder zu wasserstauenden Formationen. Die einzelnen Formationen weisen jedoch nicht überall, wo sie vorkommen, die gleichen Eigenschaften auf. So ist der Malmkalk dafür bekannt, Karstsysteme zu bilden, unabhängig davon, ob er im Jura oder in den Voralpen vorkommt. Im Solothurner Jura gibt es jedoch Quellen aus der Malm-Formation, die nicht die charakteristischen Eigenschaften einer Karstquelle aufweisen. Bei diesen Quellen fehlen die typischen Ergiebigkeitsschwankungen sowie die Schwankungen in der Qualität (konstante Werte, keine Trübung und keine bakteriologischen Verunreinigungen) Ebenso kann der Lias-Kalk, der bevorzugt ein feines Netz von Klüften und Lösungserscheinungen aufweist, an gewissen Stellen im Voralpengebiet mehr Quarzanteile aufweisen, weshalb er in diesen Gebieten kaum Wasser führt. Bei der Anwendung der Lithologie als Kriterium sind daher regionale Kenntnisse und die Kenntnis von Ausnahmesituationen unabdingbar.

Im Folgenden werden für verschiedene Gesteinsklassen (gemäss Kap. 4) Methoden aufgeführt, wie der Gewässerschutzbereich A_U bezeichnet werden kann.

Molasse oder Gesteinsklasse 2

Die Sandsteine, Konglomerate und Mergel sind grundsätzlich schwach geklüftet. Die Durchlässigkeiten sind eher gering und sie dienen gerne als Stauer für Lockergesteinsgrundwasservorkommen. In Störungszonen und Schichtfugen findet jedoch ein Wasserfluss statt. Die Sandsteine der Oberen Meeresmolasse (OMM) weisen zudem eine, wenn auch geringe aber nicht zu vernachlässigende Porosität auf. Diese Porosität speist anschliessend die besser durchlässigen Schichtfugen und Störungen. Um dieses Wasser fassen zu können, sind meist tiefe (~100 m) Bohrungen nötig. Die Fliessgeschwindigkeiten sind langsam und das Wasser kann nur über eine genügend grosse „Oberfläche“ (tiefe Bohrung) genutzt werden. Die Herkunft dieser Grundwasservorkommen lässt sich mit einfachen Mitteln kaum ermitteln, was ein sinnvolles Bemessen des Gewässerschutzbereiches A_U verunmöglicht. Regionale Fliesssysteme können auch artesisch gespannte Grundwasservorkommen bilden. Auf diese wird im Kap. 9.3 noch näher eingegangen.

Meist sind nutzbare Quellen an die obersten verwitterten Schichten oder an Hang-parallele Entlastungsbrüche (Klüften) gebunden. Grössere und somit nutzbare Quellen sind meist nicht

weit verbreitet. In diesen Fällen bietet sich das **Ausscheiden des Einzugsgebietes** an. Gerne bilden verschieden Quellen einen Quellhorizont, welcher aus demselben Grundwassersystem gespeist wird. Auch wenn die einzelnen Quellen nur geringe Ergiebigkeiten aufweisen, können sie als Paket (Quellhorizont) interessant für die Nutzung sein. Vielfach decken die Grundwasserschutzzonen bereits einen Grossteil des Einzugsgebietes ab. Bei den Quellen im öffentlichen Interesse bietet sich die Bildung eines **Pufferstreifens rund um die Grundwasserschutzzonen** an (siehe auch weiter unten).

Wie oben erwähnt, ist die Lokalisierung der Grundwasservorkommen in der Molasse sehr schwierig. Damit aus Gründen des Vorsorgeprinzips und der bestehenden Unsicherheit nicht alles dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet wird, kann man sich auf den Schutz der wichtigsten Quellen beschränken. In diese Kategorie könnten die Quellen von öffentlichem Interesse und ab einer bestimmten Ergiebigkeit, welche wiederum je nach Bedürfnissen der Region variabel angewendet werden kann (10 – 100 l/min gemäss Kap. 9.1.1), fallen.

Mergel, Schiefer, Flysch oder Gesteinsklasse 3

Diese Formationen sind von der alpinen Gebirgsbildung geprägt. Die Wasserwegsamkeiten entstehen durch Kluftbildung aufgrund von tektonischen Verformungen und finden sich entlang von Trennflächen. Eine eigentliche Porosität ist nur geringfügig vorhanden. Diese Lithologien sind meist in den Voralpen und Alpen anzutreffen, weshalb aufgrund des bestehenden Geländereiefs häufig ein hoher hydraulischer Gradient anzutreffen ist. Dies führt dazu, dass in diesen Gesteinen die Fliessgeschwindigkeit generell hoch ist. In diesen Lithologien ist das Grundwasservorkommen meist sehr heterogen verteilt, durchlässige und undurchlässige Bereiche können sich im Meterabstand abwechseln. Deshalb finden sich häufig viele kleine Quellen. Grosse Quellen sind äusserst selten. In diesen Lithologien ist ein einheitliches Bezeichnen des Gewässerschutzbereichs dementsprechend schwierig. Es gibt in diesen Formationen Quellen, welche zu Trinkwasserzwecken genutzt werden und somit ein öffentliches Interesse aufweisen. Zusätzlich können entlang bestimmter Trennflächen oder Störungszonen Quellhorizonte ausgemacht werden. Die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U kann somit analog der Molasse (Gesteinstyp 2) ausgeführt werden, d. h. das **Ausscheiden des Einzugsgebietes**. Für die **Quellen im öffentlichen Interesse ist die Bezeichnung eines Pufferstreifens** ebenfalls eine mögliche Methode (siehe weiter unten).

Kristallin oder Gesteinsklasse 4

In diesen Gesteinen ist der Wasserfluss von dem Vorhandensein eines Kluftsystems abhängig. Die Porosität, Lösungserscheinungen oder die Trennflächen spielen eine untergeordnete Rolle im Wasserhaushalt. Die Ausprägung des Kluftnetzes ist stark durch die tektonischen Vorgänge in der Region geprägt. Auch hier ist es das einfachste Vorgehen, von der Quelle auszugehen und aufgrund deren Charakteristika (Verhalten der Ergiebigkeit, Temperatur, der elektrischen Leitfähigkeit oder einer Trübung) den Gewässerschutzbereich A_U abzugrenzen. Ist das Netz an Klüften vorwiegend durch kleine oder Mikrorisse geprägt, kann bspw. für Quellen im öffentlichen Interesse ein **Pufferstreifen um die Grundwasserschutzzonen** (siehe unten) eine Möglichkeit der Bemessung vom Gewässerschutzbereich A_U sein. Kann das Kluftsystem einer Lithologie zugeordnet werden kann diese **Lithologie** dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet werden. Hier kann einerseits das Vorhandensein der **Lithologie an der Oberfläche** dem Gewässerschutzbereich A_U zugeordnet werden oder aber **auch tieferliegende Schichten**, je nachdem welche Tiefe die Gewässerschutzkarte abbilden soll. Ist das Kluftsystem stark ausgeprägt und zeigt die Quelle eine rasche Reaktion auf Niederschlag und eine hohe Variabilität der Schüttung (ähnlich den Charakteristiken einer Karstquelle) ist es angezeigt, das ganze **Einzugsgebiet** in den Gewässerschutzbereich A_U aufzunehmen.

Karst oder Gesteinsklasse 5

Für Karstgrundwasserleiter sollte immer das **Einzugsgebiet** einer Quelle bestimmt werden. Das oben beschriebene einfache Vorgehen reicht jedoch im Karst meist nicht aus. Die verkarstungsfähigen Gesteine sind grundsätzlich bekannt. Es gilt nun den Ansatz eine Lithologie dem Gewässerschutzbereich A_U zuzuordnen noch mit zusätzlichen Angaben wie Markierversuchen und Angaben zur Tektonik zu ergänzen. Eine KARSYS-Modellierung kann hier ebenfalls eine Hilfestellung sein. Diese Modellierung geht jedoch immer von einem Quellaustritt aus. Eine diffuse Entwässerung vom Festgestein ins Lockergestein wird nicht betrachtet. Bei der Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen in Karstgebieten ist die Vulnerabilität ein entscheidender Faktor. Gemäss den Gesprächen mit den kantonalen Vertretern ist es unverhältnismässig, für die Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U eine Vulnerabilitätskarte zu erstellen. Falls jedoch Daten hierzu vorhanden sind, können diese miteinfließen.

Sind die verkarsteten Formationen durch undurchlässige Gesteine (Fest- oder Lockergestein) überdeckt, sind sie oft von Natur aus gut geschützt und die Aktivitäten in den ersten Metern bilden keine grosse Gefahr für das Grundwasser. Sind diese Formationen nicht Teil des Einzugsgebietes, d. h. Wasser aus diesen Formationen entwässert nicht in den Karst, dann kann hier sehr wohl ein übriger Bereich bezeichnet werden. Es werden in diesem Fall die **an der Oberfläche austretenden und verkarstungsfähigen Lithologien** in den Gewässerschutzbereich A_U aufgenommen. Voraussetzung ist jedoch, dass für tiefere Eingriffe (Grabungen und Bohrungen) eine Bewilligungspflicht besteht, bspw. via kantonale Gesetzgebung (Kap. 7.4).

Schwieriger ist die Handhabung der diffusen Entwässerung in Lockergesteinen. In diesen Fällen ist eine regionale Studie angebracht (siehe auch Spezialfälle weiter unten).

9.2.3 Pufferstreifen um Grundwasserschutzzonen

In den oben erwähnten Gesteinsklassen 2 und 3 und untergeordnet in der Klasse 4, ist die Lokalisierung des Grundwasservorkommens oft nur mit einem unverhältnismässig grossen Aufwand möglich. Da oft viele kleinere Quellen diesen Formationen entspringen, ist die Abgrenzung, welche dieser Quellen nun nutzbar sind, schwierig zu treffen. Die Quellen im öffentlichen Interesse werden genutzt und es braucht somit auch einen Gewässerschutzbereich A_U , um diese zu schützen. In diesem Fall bietet sich die Bildung eines Pufferstreifens rund um die Grundwasserschutzzonen an. Der Pufferstreifen kann eine einheitliche Ausdehnung haben oder aber es bietet sich an, die Breite des Streifens anhand der Ergiebigkeit der Quelle anzupassen. Beispielsweise könnte pro l/min der mittleren Niedrigwasser-Ergiebigkeit ein 2 oder 3 m breiter Pufferstreifen ausgeschieden werden. Bei einer Ergiebigkeit von 50 l/min ergibt dies eine Pufferbreite von 100 – 150 m. Dies ist zwar kein hydrogeologisches Vorgehen und verfehlt zuweilen das eigentliche Grundwasservorkommen, aber aufgrund der „homogenen“ Ausbildung dieser Gesteine ist es oft kaum möglich, die Bereiche mit Grundwasservorkommen genau zu lokalisieren, weshalb die Pufferstreifen eine, wenn auch sehr pragmatische, Lösung zur Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U darstellen.

Anders sieht es aus, wenn es sich um Quellhorizonte handelt, welche als Einheiten betrachtet werden müssen. Hier kann es angebracht sein, das Einzugsgebiet dieses Quellhorizontes zu bestimmen.

9.3 Spezialfälle

In den Festgesteinen geht man für die Bemessung des Gewässerschutzbereichs A_U meist von den Quellen und deren Einzugsgebiet und/oder der Lithologie aus. Nachstehend sind Situationen aufgeführt, bei welchen das Instrument Gewässerschutzbereich A_U an seine Grenzen stösst.

9.3.1 Artesisch gespanntes Grundwasser

Wenn ein artesisch gespanntes Grundwasser einer Störungszone oder einer Lithologie zugewiesen werden kann, ist das Grundwasservorkommen lokalisiert und der Gewässerschutzbereich kann bezeichnet werden. Wird jedoch z. B. innerhalb der Molasse aufgrund einer Bohrung (bspw. Erdsonde) artesisch gespanntes Grundwasser angebohrt, sind die Fliesswege im Untergrund und somit auch die Herkunft dieses Wassers gänzlich unbekannt. Häufig handelt es sich hier um tieferliegende und regionale Fliesssysteme. Es kann hier angezeigt sein, zumindest im Umkreis der Bohrung einen Gewässerschutzbereich A_U zu bezeichnen. Eine bessere Variante wäre es, analog dem Tiefengrundwasser (siehe unten) eine eigene Signatur einzuführen oder mittels kantonaler Tiefenplanung dieses tieferliegende Wasser zu schützen.

9.3.2 Grundwasser, welches keinem Quellaustritt zugeordnet werden kann – unterirdische Entwässerung.

Ein Grundwasservorkommen kann unterirdisch in ein anderes Grundwasservorkommen entwässern. Bekannt sind bspw. Karst-Grundwasservorkommen, welche Lockergesteins-Grundwasservorkommen speisen. Da es sich hier gerne um eine wesentliche Speisung des unterliegenden Vorkommens handelt, muss für das oberliegende/das speisende Grundwasservorkommen auch der Gewässerschutzbereich A_U bezeichnet werden. Wie weiter unten beschrieben, kann dies nicht mit dem Bezeichnen eines Randgebietes gemacht werden. Somit muss ein eigenständiger Gewässerschutzbereich A_U bezeichnet werden. Entscheidend sind hier wiederum die Tiefenverhältnisse und der natürliche Schutz des oberliegenden Grundwasservorkommens.

Bei der Molasse ist das Phänomen der Entwässerung ins Lockergestein ebenfalls bekannt. Nur ist die Entwässerung meist sehr diffus und lateral weit verbreitet und es findet keine wesentliche Speisung statt. Weiter sind die Orte mit Entwässerung der Molasse nur schwer zu lokalisieren, weshalb kein Schutz mit einem Gewässerschutzbereich A_U angezeigt ist.

9.3.3 Tunnelquellen

Beim Bau von Tunnelanlagen werden auch Grundwasservorkommen gequert und es kommt zu Wasseraustritten im Tunnel. Einige dieser Austritte wurden gefasst und werden zu Trinkwasserzwecken genutzt. Da sich diese oft in grösserer Tiefe befinden, ist deren Schutz dementsprechend schwierig. An der direkt darüberliegenden Oberfläche haben Aktivitäten oft keine negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität, da diese hydraulisch nicht verbunden sind, die Aktivität sich demnach ausserhalb des Einzugsgebietes befindet. Ein Gewässerschutzbereich A_U kann hier trotzdem angezeigt sein, um über die kantonalen Bewilligungen die Bohrtätigkeit steuern zu können und so das Grundwasser zu schützen. Eine andere Variante ist es, analog der Tiefengrundwasser, eine kantonale Strategie der Nutzung des Untergrundes einzuführen.

9.3.4 Tiefengrundwasser

Im Artikel Aqua & Gas N° 4 2015: Tiefengrundwasser [20], wird Tiefengrundwasser folgendermassen definiert:

„Grundwasser, das mindestens drei der folgenden Bedingungen erfüllt:

- Mineralisation in tiefliegenden Lithologien,
- erhöhte Temperatur ($\Delta T > 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) gegenüber dem benachbarten oberflächennahen Grundwasser,
- Verweilzeit von minimal mehreren Jahrzehnten (d.h. $< 1/4$ des atmosphärischen Eintrages von ^3H),
- lange Fliesswege im Untergrund. Tiefengrundwässer unterliegen in situ der Möglichkeit eines advektiven Flusses und können durch konventionelle Methoden (Pumpen) gefördert werden.

Die Benennung Tiefengrundwasser ist unabhängig von der Höhe der Gesamtmineralisation und der Ergiebigkeit des Aquifers.“

Es wird weiter ausgeführt, dass „im Vergleich mit der Erkundung von oberflächennahen Grundwasservorkommen diejenige von Tiefengrundwässern mit deutlich höherem logistischem und finanziellem Aufwand verbunden ist. Die regionale Variabilität des tiefen geologischen Untergrundes und der oft lokale Charakter der Befunde von Untersuchungen führen zu einer lückenhaften Kenntnis der Vorkommen von Tiefengrundwässern in der Schweiz“.

Tiefengrundwässer sind je nach Situation nutzbar und verdienen demnach, dass diese geschützt werden. Aufgrund der ungenügenden Kenntnisse über die Lokalisierung dieser Grundwasservorkommen und der meist grossen Tiefe erscheint der Gewässerschutzbereich A_U nicht das richtige Werkzeug zu sein. Sind lokale Kenntnisse zu Tiefengrundwasser vorhanden, könnte eine Einführung einer neuen Signatur auf der Gewässerschutzkarte angebracht sein. Dies um die Sensibilisierung gegenüber diesen Gewässern zu erhöhen und ihnen mehr Beachtung zu schenken. Diese Grundwasservorkommen entstehen ebenfalls durch Infiltration des Niederschlages. Somit können Verunreinigungen bis in die Tiefe transportiert werden. Auch Eingriffe in die Tiefe, wie Tunnelbauten, Tiefbohrungen (Geothermie) usw. können einen direkten Eintrag von Schadstoffen ins Grundwasser in der Tiefe verursachen. Aufgrund der langen Fliesswege und der damit verbundenen langen Verweilzeit im Untergrund kann sich eine solche Verunreinigung sehr lange (Jahrzehnte) auch auf oberflächennahe Grundwasservorkommen auswirken. Gemäss [20] speist Tiefengrundwasser in gewissen Situationen oberflächennahe Grundwasservorkommen oder kann aufgrund von Aktivitäten im Untergrund (Bohrungen) mit diesen kurzgeschlossen werden. Somit ist ein Schutz dieser Tiefengrundwasser angezeigt. Der Gewässerschutzbereich A_U ist jedoch keine geeignete Lösung. Der Schutz sollte vielmehr über eine kantonale Strategie der Nutzung des Untergrundes durchgeführt werden.

9.3.5 Randgebiet

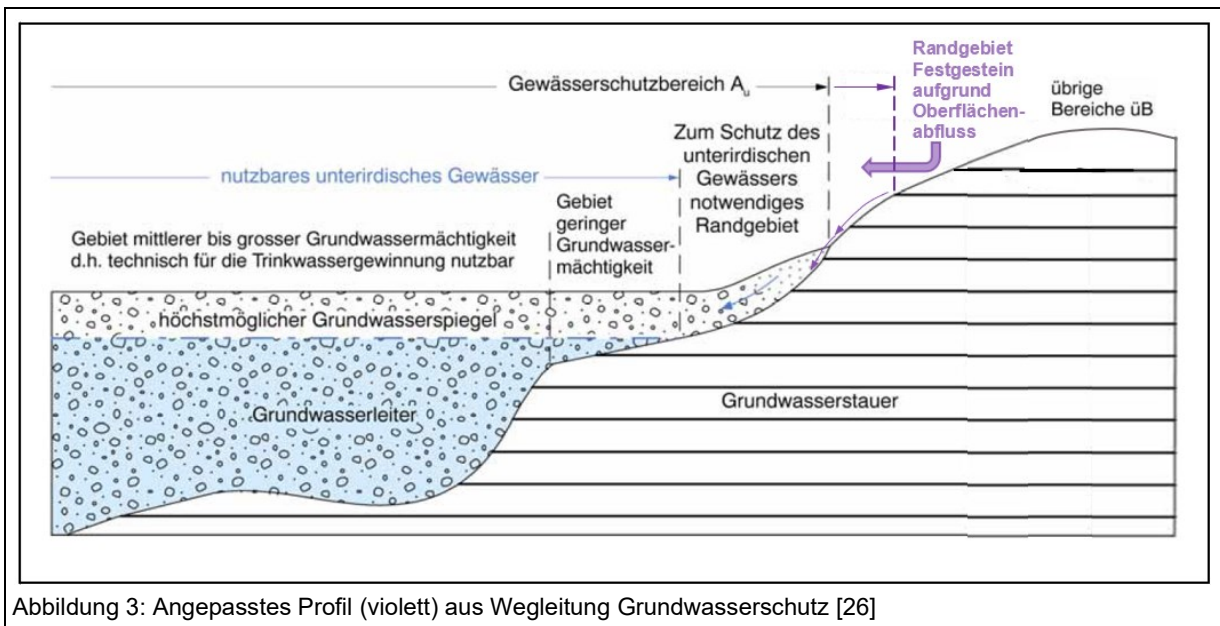
In der Wegleitung Grundwasserschutz [26] wird das Randgebiet mit Hilfe eines Querprofils erläutert (siehe unten). Dieses Querprofil geht jedoch von der Annahme aus, dass das Festgestein der Stauer ist und sich das Grundwasser im Lockergestein befindet.

Im Folgenden wird eine Möglichkeit aufgezeigt, wie mit dem Thema Randzone sowohl im Festgestein als auch im Lockergestein umgegangen werden kann:

- Trifft ein Grundwasservorkommen auf einen Randbereich (Stauer), aus welchem das Grundwasser wesentlich durch Oberflächenabfluss gespeist wird, so wird ein Randgebiet ausgeschieden. Die Breite des Randgebietes hängt von
 - der Beschaffenheit des Bodens, bzw. des Untergrundes und somit der Sickerfähigkeit,
 - der Neigung des Geländes und
 - des „Einzugsgebietes“ des oberflächlichen Abflusses ab.

Dabei stellt die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss ein geeignetes Werkzeug dar, den oberflächlichen seitlichen Zufluss abzuschätzen.

Die Breite sollte mindestens 50 m betragen. Die maximale Ausdehnung kann mehrere 100 m betragen und muss je nach Situation angepasst werden.



10 Zusammenfassung der Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U im Festgestein

Folgende Tabelle fasst die verschiedenen Ausgangslagen, die Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U und die damit verbundenen Schwierigkeiten für die Umsetzung zusammen:

Typ-Situation	Bezeichnung von A _U	Schwierigkeiten
Quellstandorte alle Lithologien	Bestimmung Einzugsgebiet	Keine klare geologische Abgrenzung möglich – Molasse, Flysch usw. Ungenügende Datengrundlage bei den Quellen – Ergiebigkeit, Temperatur, Leitfähigkeit.
Molasse Gesteinsklasse 2	Bestimmung Einzugsgebiet Pufferstreifen	Abgrenzung nutzbares Grundwasser Keine klare geologische Abgrenzung möglich, es gehört jedoch nicht die ganze Molasse ins A _U Ungenügende Datengrundlage bei den Quellen
Mergel, Schiefer, Flysch Gesteinsklasse 3	Bestimmung Einzugsgebiet Pufferstreifen um Grundwasserschutz-zonen	Abgrenzung nutzbares Grundwasser Keine klare geologische Abgrenzung möglich, es gehört jedoch nicht die ganze Lithologie ins A _U Ungenügende Datengrundlage bei den Quellen
Kristallin Gesteinsklasse 4	Bestimmung Einzugsgebiet Geologisch Tektonisch Lithologisch Oberflächlich austretende Lithologien Pufferstreifen um Grundwasserschutz-zonen A _U tief	je nach Ausbildung des Kluftsystems ist andere Vorgehensweise angezeigt. Ungenügende Datengrundlage bei den Quellen 3D – wie weit in die Tiefe reicht mein A _U . 3D – ab welcher Tiefe gilt mein A _U .
Karst	Bestimmung Einzugsgebiet Geologisch Tektonisch Lithologisch Oberflächlich austretende und verkarstungsfähige Lithologien A _U tief	Ungenügende Datengrundlage bei den Quellen Bereiche mit unterirdischer Entwässerung 3D – wie weit in die Tiefe reicht mein A _U . 3D – ab welcher Tiefe gilt mein A _U .
Artesisch gespanntes Grundwasser	Bestimmung Einzugsgebiet, wenn Vorkommen eingrenzbar Puffer um Bohrung/Aufstoss A _U tief	Ungenügende Datengrundlage (Noch) keine kantonale Strategie zur Bewirtschaftung des Untergrundes

Unterirdische Entwässerung	Bestimmung Einzugsgebiet, wenn Vorkommen eingrenzbar Pufferstreifen A _U tief	Ungenügende Datengrundlage Natürlicher Schutz gegeben? 3D – wie weit in die Tiefe reicht mein A _U . 3D – ab welcher Tiefe gilt mein A _U .
Tunnelquellen	Bestimmung Einzugsgebiet, wenn Vorkommen eingrenzbar A _U tief	3D – wie weit in die Tiefe reicht mein A _U . 3D – ab welcher Tiefe gilt mein A _U . Kantonale Bewirtschaftung des Untergrundes
Tiefengrundwasser	Aufgrund einer nationalen oder kantonalen Bewirtschaftung des Untergrundes	Eigene Signatur auf Gewässerschutzkarte?
Randgebiet	Angrenzender Grundwasserstauer zu Grundwasservorkommen 50 bis einige hundert Meter Gefährdungskarte Oberflächenabfluss	Abgrenzung, bei weitläufig ansteigender Topographie (grosse Flächenanteile betroffen)

Tabelle 5: Methoden zur Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U im Festgestein

11 Schlussfolgerungen des Autors

Das Ziel dieser Studie war es, einfache und praxisorientierte Methoden auszuarbeiten, wie der Gewässerschutzbereich A_U in Festgestein bezeichnet werden kann. Die Diskussionen mit den Vertretern der kantonalen Grundwasserfachstellen haben aufgezeigt, dass:

- die gesetzlichen Vorgaben und die Wegleitung Grundwasserschutz [26] verschieden interpretiert und umgesetzt werden und
- viele Kantone bei der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U in den Festgesteinen Schwierigkeiten in der Umsetzung haben.

Die in dieser Studie vorgestellten Methoden sind nicht immer einfach anzuwenden. Fehlende Kenntnisse und die Heterogenität des Untergrundes lassen keine allzu einfachen Methoden zu, wenn die Anforderungen der gesetzlichen Vorgaben erfüllt werden sollen. Es hat sich gezeigt, dass einer automatisierten Vorgehensweise Grenzen gesetzt sind und gerade bei der Erstellung der Gewässerschutzkarte die Beurteilung durch einen Hydrogeologen/eine Hydrogeologin unabdingbar ist.

Eine Präzisierung der Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens ist bei der Bezeichnung des Gewässerschutzbereichs A_U hilfreich. Zudem kann bei strittigen Situationen darauf zurückgegriffen werden. Wenden Nachbarkantone dieselben Vorgaben an, so hilft dies den Übergang bei den Kantonsgrenzen zu harmonisieren. Die eigenen Freiheiten (der kantonalen Fachstelle) bei der Interpretation einer Situation werden jedoch ebenfalls eingeschränkt. Aufgrund verschiedener Aussagen der kantonalen Vertreter wurde in dieser Studie kein Versuch unternommen die Definition für den Gewässerschutzbereich A_U zu konkretisieren. Eine Empfehlung kann an dieser Stelle dennoch abgegeben werden.

Die Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens wirkt sich direkt auf die Ausdehnung des Gewässerschutzbereichs A_U aus. Es wird deshalb empfohlen eine Definition des nutzbaren Grundwasservorkommens, sei sie nun streng oder offen formuliert, zu formulieren. Dies

vereinfacht zudem die Nachvollziehbarkeit der einzelnen Flächen. Die Nutzbarkeit eines Grundwasservorkommens kann auch von Region zu Region unterschiedlich gehandhabt werden. In diesem Fall bietet es sich an, diesen Punkt in eine regionale Betrachtungsweise der Wassernutzung zu integrieren und zum Beispiel die nutzbaren Quellen, gefasst und ungefasst, zu bezeichnen. Der Gewässerschutzbereich A_U sollte zudem an jedem Punkt nachvollziehbar sein. Für jede Fläche sollten die Kriterien die zur Abgrenzung geführt haben klar formuliert sein. Es ist ungenügend, nur um dem Vorsorgeprinzip zu genügen, einen Gewässerschutzbereich A_U zu bezeichnen.

Die Datengrundlage ist entscheidend bei der Abgrenzung des Gewässerschutzbereichs A_U . Viele Kantone besitzen heute eine Grundwasserkarte. Meist wurde diese aber nur für die Lockergesteine erstellt. Die Datengrundlage kann hier verbessert werden, wenn diese Karte auch auf die Festgesteine ausgedehnt wird.

Dasselbe gilt für die Datengrundlage bei den Quellen. Für eine seriöse Wasserbilanz braucht es eine regelmässige Überwachung der Quellen. In vielen Fällen fehlen hier gute und genügend lange Messreihen.

Der Umgang mit der Tiefe innerhalb der Gewässerschutzkarte ist eine weitere Herausforderung. Drei Möglichkeiten bieten sich hier an:

1. Keine Tiefenangabe auf der Gewässerschutzkarte. Einführung einer strategischen und koordinierten Bewirtschaftung des Untergrundes auf kantonaler Ebene.
2. Einführen einer neuen Signatur für tieferliegende Grundwasservorkommen. Es handelt sich hier vor allem um Situationen, bei denen untiefe Aktivitäten an der Oberfläche keine Gefährdung des darunterliegenden Grundwassers darstellen, da ein guter natürlicher Schutz vorhanden ist.
3. Die Gewässerschutzkarte nur für Tiefen von 5-10 m anwenden. Für alle tiefergehenden Grabungen und Bohrungen, ungeachtet der Position auf der Gewässerschutzkarte wird über die kantonale Gesetzgebung bewilligungspflichtig erklärt.

Aus Sicht des Autors ist der ersten Möglichkeit der Vorzug zu geben. Die unterirdischen Grundwasservorkommen müssen den kantonalen Behörden so bekannt sein, dass für jeden Standort auf der Gewässerschutzkarte mit klaren Kriterien begründet werden kann, warum dieser Standort zu einem bestimmten Gewässerschutzbereich zugeordnet wurde. Damit können Anfragen innerhalb des Gewässerschutzbereichs A_U einfach beantwortet werden. Zusätzliche Signaturen bergen zudem die Gefahr, dass die Karte für Laien schwer lesbar wird. Sollen Informationen wie bspw. die Tiefe eines Grundwasservorkommens einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, so kann dies über eine Grundwasserkarte erfolgen.

Auch wenn Art. 3 und 6 GSchG überall anwendbar sind, so stellt der Gewässerschutzbereich A_U eine Umsetzung dieser Gesetzesartikel für besonders gefährdete Bereiche dar. Er weist daraufhin, dass sich im Untergrund ein schützenswertes Gut befindet. Es ist verständlich, dass der Gewässerschutzbereich A_U bei unsicheren Situationen aufgrund des Vorsorgeprinzips grosszügig bemessen wird. Es darf dabei aber nicht vergessen werden, dass in den übrigen Bereichen die beiden Art. 3 und 6 GSchG auch anwendbar sind.

Die Studie wollte einen Spielraum für die Kantone für die Umsetzung des Gewässerschutzbereichs beibehalten und keine allzu exakten Regeln aufstellen. Das eingehende Befassen mit der Problematik hat aber gezeigt, dass wenn der Gewässerschutzbereich A_U im Festgestein glaubwürdig sein soll, es keinen „einfachen“ Weg gibt. Ein Schlüssel zur Umsetzung des Gewässerschutzbereichs A_U , sei es im Festgestein oder auf der gesamten Kantonsfläche, ist die Festlegung von Kriterien zur Definition der nutzbaren Grundwasservorkommen.

12 Grundlagen

- [1] ArG GW OCH (KVU-Ost), 2004: Harmonisierung der Gewässerschutzkarte des Ostschweizer Kantone; Umfrage und Auswertung
- [2] ArG GW OCH (KVU-Ost), 2004, Harmonisierung Gewässerschutzkarte; Zuweisungskriterien und Darstellung
- [3] Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern 2001: Gewässerschutzkarte 1:25'000, Dokumentation der gewässerschutztechnischen Bearbeitung
- [4] Polizei- und Umweltschutzdepartement des Kantons Luzern 1996: Hydrogeologische Bearbeitung der Gewässerschutzbereiche
- [5] Militär-, Polizei- und Umweltschutzdepartement des Kantons Luzern 2002: Revision der Gewässerschutzkarten, Blätter 1108 Murgenthal, 1128 Langenthal, 1129 Sursee Erläuterungsbericht
- [6] Umweltdepartement des Kantons Schwyz, 2019: Überarbeitung Gewässerschutzbereich AU, Erläuterungsbericht zu Vorgehen und Methodik, internes Dokument
- [7] Amt für Umweltschutz Kanton Uri, 2014: Aktualisierung der Gewässerschutzkarte 2014
- [8] Division Ressources en eau et économie hydraulique du canton de Vaud, 2007 : Application de la méthode des géotypes à la cartographie des secteurs de protection des eaux ainsi qu'aux prédispositions aux instabilités de versants
- [9] Bjørnsen Gurung, Astrid; Stähli, Manfred (2014): Wasserressourcen der Schweiz: Darangebot und Nutzung – heute und morgen. Thematische Synthese 1 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61«Nachhaltige Wassernutzung», Bern.
- [10] BAFU 2012: Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1207: 58 S.
- [11] POCHON, A. & ZWAHLEN, F. 2003: Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern – Praxishilfe. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bern, 83 S.
- [12] BAFU 2017: Datenmodell Inventar Trinkwasserversorgung in Notlagen; Identifikator 66
- [13] BAFU 2016: Datenmodell Grundwasservorkommen, Identifikator 139.1
- [14] BAFU 2018: Datenmodell Grundwasseraustritte, -fassungen und -anreicherungsanlagen, Identifikator 141 und 139.2
- [15] BITTERLI et al., 2004: Hydrologischer Atlas der Schweiz, HADES Tafel 8.6 Grundwasservorkommen
- [16] Prasuhn V., Spiess E. und Humphrys C. (2011): Sickerwasser und Nitratauswaschung - erste Ergebnisse der neuen Lysimeteranlage Zürich-Reckenholz. In: Lysimeter in der Klimafolgenforschung und Wasserwirtschaft. Bericht über die 14. Gumpensteiner Lysimetertagung. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning (A). 207-210.
- [17] Möck C., Prasuhn V., Brunner P., Hunkeler D. (2013): Modellierung der zukünftigen Grundwasserneubildung in der Schweiz basierend auf hochauflösenden Lysimeterdaten. In: Lysimeter als Bestandteil der Entscheidungsfindung. Bericht über die 15. Gumpensteiner Lysimetertagung, Irdning, 217-220.
- [18] Treskatis C., Tauchmann H., 2013: Quelfassungsanlagen zur Trinkwasserversorgung

- [19] Hölting B., Coldewey W. G., 2013: Hydrogeologie, 8. Auflage
- [20] Aqua & Gas N° 4 2015: Tiefengrundwasser; Vorkommen, Nutzungspotential und Schutzwürdigkeit - Artikel der Arbeitsgruppe «Tiefengrundwasser» der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie (SGH)
- [21] map.geo.admin.ch:
 Geologischer Atlas 1:25'000
 Tektonische Karte
 Grundwasservulnerabilität 500
 Grundwasservorkommen 500
 Übersichtskarte Hydrogeologie
 Gefährdungskarte Oberflächenabfluss
- [22] bafu.admin.ch
 Hydrogeologische Übersichtskarte der Schweiz
- [23] swisstopo.admin.ch
 GeoMol
- [24] isska.ch
 Karsys
- [25] swisskarst.ch
- [26] BUWAL, 2004: Wegleitung Grundwasserschutz: Vollzug Umwelt, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 141s.
- [27] BAFU 2022: BAFU (Hrsg.) 2022: Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2223: 50 S.

13 Anhang

- A1 Fragen an alle Kantonsvertreter
- A2 Fragen an 4 Kantonsvertreter (BE, SO, SG und VD)

Au in Festgestein - Umfrage bei den kantonalen Grundwasserfachstellen

Nr. Frage*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Kt.	Zürich	Bern	Luzern	Uri	Schwyz	Obwalden	Nidwalden	Glarus	Zug	Freiburg	Solothurn	Basel-Stadt	Basel-Landsch.	Schaffhausen	Appenzell Auss. R.	Appenzell Inn. R.	St. Gallen	Graubünden	Aargau	Thurgau	Tessin	Vaud	Valais	Neuchâtel	Genève	Jura
	ZH	BE	LU	UR	SZ	OW	NW	GL	ZG	FR	SO	BS	BL	SH	AP	AI	SG	GR	AG	TG	TI	VD	VS	NE	GE	JU
1	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
2	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	nicht eindeutig	Ja	Ja	nicht eindeutig	Ja	nicht eindeutig	Nein	nicht eindeutig	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja
3	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	Ja	Nein	Nein	Nein	keine Antwort	Nein	Nein	keine Antwort	Nein	Ja	keine Antwort	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	nicht eindeutig	Nein
4	Ja	keine Antwort	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	keine Antwort	Nein	Nein	keine Antwort	Nein	Ja	keine Antwort	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	Nein
5	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	nicht eindeutig	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein
6	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
7	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
8	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	keine Antwort	Ja	Ja	keine Antwort	Nein	Nein	Nein	nicht eindeutig	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	Ja
9	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	keine Antwort	Ja	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	Nein	nicht eindeutig	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	nicht eindeutig	nicht eindeutig
10	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	nicht eindeutig	Nein	Nein	nicht eindeutig	Ja	nicht eindeutig	Nein	Nein	Ja
11	Ja	Ja	Ja	nicht eindeutig	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein
12	Ja	Ja	Ja	Nein	nicht eindeutig	nicht eindeutig	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	nicht eindeutig	Nein	Ja	Ja	keine Antwort	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	nicht eindeutig	Ja	Ja
13	Nein	nicht eindeutig	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein
14	Nein	Nein	Ja	nicht eindeutig	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	nicht eindeutig	Ja	Ja
15	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	nicht eindeutig	Nein	Nein	nicht eindeutig	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
16	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

* entsprechen den Nummern in Kap. 6.1

Au in Festgestein

Anhang 2

Fragen an ausgewählte Grundwasserschutzfachstellen in den Kantonen VD, BE, SO, SG

Nutzbares Grundwasservorkommen – Definition <i>Quantität, potentielle Entnahmemöglichkeit, Quellschüttung, Schüttung Quellhorizont, Durchlässigkeit, Mächtigkeit, Qualität</i> <i>Anthropogen, Qualität Geogen, Dichte von Quellen pro Flächeneinheit</i>	
Waadt	- In den Begriff spielen das Volumen, die Mächtigkeit und die Durchlässigkeit hinein. - In der Molasse gibt es viele kleine Quellen, welche jedoch wichtig sind. - An Kontext anpassen -> Regionalität - Anzahl Fassungen in einer Region kann ebenfalls miteinfließen. - Eine Grabenstruktur in der Molasse kann entscheidender Faktor sein. - Eine quantitative Limite zu setzen ist delikat (zu grosse Einschränkung), besser Einschätzung des Hydrogeologen. - Produktivität (Klasse) gemäss hydrologischem Atlas
Bern:	- Es braucht ein öffentliches Interesse (nicht im Sinne von Grundwasserschutzzonen). Grosse Quellen, auch Privat, sind im öffentlichen Interesse. In Notlagen kann darauf zurückgegriffen werden. - Eine quantitative Limite zu setzen ist schwierig, gerade bei Quellen. - Kann regional unterschiedlich sein. - Kann integraler Bestandteil einer Wasserversorgungsplanung sein. Somit können regionale Unterschiede abgedeckt werden.
Solothurn	- Ein Schwellenwert oder eine bessere Definition, was unter nutzbar zu verstehen ist (hinsichtlich Qualität und Quantität) würde zu einer Harmonisierung der kantonalen Umsetzung führen. - Nutzbar kann, je nach Region, anders definiert werden. - Durch eine Wasserversorgungsplanung könnte dies umgesetzt werden. - Setzt sich aus den regionalen Unterschieden und der Art der Nutzung zusammen. Für was wird das Wasser genutzt? - Der quantitative Aspekt gewichtet höher als der qualitative.
St. Gallen	- Anmerkung: Die KVV-Ost Kantone haben in einem Bericht für die Harmonisierung der Gewässerschutzkarte, Richtwerte für den Begriff »nutzbar« eingesetzt. - Werte sind als Grössenordnung zu betrachten. - Grundwasservorkommen wird strenger (Wasserpotential) bewertet als Quellen. Die technische Nutzung eines Grundwassers ist meist aufwändiger als die Nutzung einer Quelle. - Mächtigkeit von 2 m bei mittlerem Grundwasserstand (Lockergestein). Geringere Mächtigkeit ist kaum technisch nutzbar. - Eine regionale Betrachtungsweise soll und darf in die Definition miteinfließen. - Quellen -> min 10 l/min und mittel 30 l/min. In Mangelgebieten kann auch eine Quelle unter 30 l/min interessant und nutzbar sein. - Ermessensspielraum soll trotz der Richtwerte erhalten bleiben. Die Werte sollen demnach eine Grössenordnung vorgeben. Im Sinne von, unter 10 l/min ist es technisch kaum noch sinnvoll nutzbar, über 100 l/min ist es jedoch immer nutzbar. Dazwischen liegt eine Grauzone(Ermessensspielraum). - Nutzbar gilt nicht nur für Trinkwasser, sondern auch für Geothermie, Notwasser, anderes. - Quantitativer Aspekt (Durchfluss/Durchlässigkeit im Grundwasserleiter) gehört auch dazu.

Qualität <i>Wie soll die Qualität miteinfließen?</i>	
Waadt	• Bei erhöhten Werten von bspw. Sulfat oder Nitrat trotzdem Au ausscheiden. • Bei geogenen oder sehr starken Belastungen kann das Ausscheiden von üB angezeigt sein. • Grundsatz: Anthropogene Verunreinigung soll kein Kriterium sein.
Bern:	• Vorsorgeprinzip: Heutige Belastung darf nicht über den Schutzstatus bestimmen. • Bei geogenen Verunreinigungen ist kein Au in Ordnung.
Solothurn	• Anthropogen bedingte Verunreinigungen sollten nicht in die Definition von nutzbar miteinfließen. • Die gesetzliche Definition ist gefährlich. Was ist mit Wasser, welches durch Pestizide oder Nitrat belastet ist, also keine einfache Aufbereitung möglich ist? Au entfernen? Dies kann nicht der Wille der Gesetzgebung sein.
St. Gallen	• Anthropogen bedingte Verunreinigungen sollten nicht in die Definition von nutzbar miteinfließen. • In St. Gallen ist auch eine geogene Verunreinigung nicht gleichbedeutend mit einem Ausschluss. Einzige Ausnahme ist ein Grundwasservorkommen (Lockergestein), welches Sauerstoffarm ist. Damit dies technisch Nutzbar wäre muss eine gewisse Menge Wasser vorhanden sein.
Kantonale Methode – Kriterien <i>Diskussion zur kantonalen Methode</i>	
Waadt	• Die Puffer um die Grundwasserschutzzonen im Bereich der Molasse sind nicht lupenrein, haben sich aber in der Praxis gut bewährt. Die Puffer entsprechen nicht dem Abbild der Fliesswege im Untergrund, in der Molasse ist es fast aussichtslos das Grundwasservorkommen genau zu bestimmen?
Bern:	• Z. T. verschiedene Meinungen zur Definition – Amtsintern. • Zurzeit am Suchen nach Lösungen, um den Randbereich zu definieren. • Im Grossen und Ganzen aber zufrieden mit der bestehenden Karte.
Solothurn	• Die Gewässerschutzkarte wurde bereits vor Jahren gemacht und der betroffene Mitarbeiter arbeitet nicht mehr im Amt. • Über das Kantonsgebiet wurde nicht immer dieselbe Methode verwendet. • An gewissen Stellen ist die Abgrenzung nicht nachvollziehbar. • Das Quellinventar floss wohl mit ein. Eine „Art“ Einzugsgebiet wurde miteinbezogen. Es ist aber unklar, was das Kriterium für den Einbezug einer Quelle war.
St. Gallen	• Das Vorgehen funktioniert und hat sich in der Praxis gut bewährt. • Es ist jedoch wichtig bei den Quellen Grenzen zu setzen, welche überhaupt mit einem Gewässerschutzbereich Au geschützt werden sollen. Trennen von wichtig zu weniger wichtig bzw. von nutzbar zu nicht nutzbar. • In St. Gallen ist die Schwelle zu einem öffentlichen Gewässer bei 300 l/min. Das Aufnehmen von Quellen mit einer mittleren Schüttung von 30 l/min für die Bemessung eines Gewässerschutzbereiches Au entspricht somit 1/10. • Die Karte wird im Massstab 1:10'000 erstellt, soll jedoch in einem Massstab 1:25'000 konsultiert werden. • Mit der Methode wird die Regel von «80/20» (Effizienzbasiert) eingehalten. • Im Grundsatz sollte der Gewässerschutzbereich Au nicht mehr als 1/3 der Fläche des Kantonsgebietes ausmachen.

Einzugsgebiet (Hydrogeologisch)*Ist das Konzept Einzugsgebiet zur Bemessung von Au praxistauglich, umsetzbar?*

Waadt	• Bei den Molasse-Quellen könnte das Einzugsgebiet eine Möglichkeit darstellen den Gewässerschutzbereich Au zu bestimmen. • Ein gutes Inventar der Quellen ist vorhanden. Betroffene Quellen müssten aber ausgesucht werden. Nicht alle Quellen müssen mit einem Gewässerschutzbereich Au geschützt werden. • Die Bemessung des Einzugsgebietes bedingt jedoch, dass eine Bilanz gemacht werden muss -> Aufwand!?
Bern:	• Hydrogeologisches Einzugsgebiet ist eine Möglichkeit, das topographische Einzugsgebiet ist jedoch zu gross (Unverhältnismässig). • Würde dem Vorsorgeprinzip Rechnung tragen. • Ein Pufferstreifen könnte auch Möglichkeit sein. Man sollte aber die Möglichkeit haben je nach Situation davon abzuweichen.
Solothurn	• Wenn es seriös gemacht werden soll, ist es wohl eher zu kompliziert. • Es gibt Felsformationen, welche in ein Lockergesteins-Grundwasservorkommen entwässern, also keine Quelle vorhanden ist. Diese Grundwasservorkommen würden bei diesem Ansatz verloren gehen. • Grundsätzlich ist es aber für „jede“ Quelle sinnvoll das Einzugsgebiet zu kennen (min. Größenordnung).
St. Gallen	• Das Konzept ist anwendbar. Mittlere Schüttung + Neubildungsrate = Fläche. Gemäss Anhang 1 der Praxishilfe Grundwasserschutzzonen in Kluftgesteinen (BUWAL 2003). • Mit dem Abgrenzen des Einzugsgebietes, kann die Bedeutung einer Quelle visuell abgegrenzt werden. • Das Einzugsgebiet muss nicht einem wissenschaftlichen Ansatz genügen. Bereits die Grundlagendaten, wie die Schüttung, sind ungenau. Also darf die Ausdehnung des EZG auch „ungenau“ sein.

Konzeptuelles Modell Geologie/Hydrogeologie*Muss ein konzeptuelles Modell vorhanden sein um Au auszuschneiden?*

Waadt	• Ein konzeptuelles Modell der hydrogeologischen Verhältnisse muss immer vorhanden sein, sei es im Kopf des Hydrogeologen oder auf Papier. Dieses Modell ist der erste Schritt und die Grundlage für das weitere Vorgehen.
Bern:	
Solothurn	
St. Gallen	

Typisierung Heterogenität – Lithologien <i>Durchlässigkeit, Einteilung in Heterogenität, Einteilung nach Lithologien</i>	
Waadt	Generell eher schwierig, da es regelmässig Ausnahmen gibt, wie z. Bsp. Strukturen in den Voralpen, welche das ganz verzerren oder in der Chattien Süsswasser-Molasse gibt es Kalkbänke im Meterbereich, welche gut Durchlässig sind und somit der generellen Hydrogeologie der Lithologie widersprechen.
Bern:	Unterteilung in Lockergestein- Festgestein (Molasse, Kristallin, Kalk)-Karst.
Solothurn	- Aufwand und Ertrag wäre mit dieser Methode gut. - Effingerschichten eigentlich schwach Durchlässig, aber Kalkschichten, welche gut Durchlässig sind und somit der generellen Hydrogeologie, der Lithologie widersprechen. - Starke oder schwache heterogene Ausprägung muss nicht an Lithologie gebunden sein.
St. Gallen	- Könnte evtl. als Gegenkontrolle verwendet werden. - Würde schwach durchlässige Formationen an der Oberfläche evtl. vernachlässigen/ausschliessen. - Geologischer Atlas und Bodenkarte können aber sehr wohl bei der Bemessung des Gewässerschutzbereichs Au dienen.
3D - Ansatz <i>Wie kann man mit dem 3D Problem umgehen?</i>	
Waadt	- Die Tiefengrundwasser werden im Grundwasserschutz kaum beachtet. Wenig bekannt, Wasserqualität?! - Es gibt einen Bedarf ein Au „tief“ auszuscheiden. Für Tiefengrundwasser andere Signatur/Legende einführen.
Bern:	- Im Jura gibt es Tunnelquellen, welche nur schwer mit dem Gewässerschutzbereich Au abzubilden sind bzw. ein Au an der Oberfläche bietet eigentlich keinen zusätzlichen Schutz. - Es sollten keine zusätzlichen Signaturen eingeführt werden. - Bereits im 2-D (Oberflächennah) ist es zum Teil eine Herausforderung die Gewässerschutzkarte umzusetzen (Geopolitik). Bei 3-D würde dies noch schwieriger werden.
Solothurn	- Dieser Aspekt sollte schon auch miteinfließen. Der/die 3-D Aspekt/Betrachtung wird zunehmend wichtig. - Kanton hat ein geologisches Modell in 3-D erstellt.
St. Gallen	- Die Gewässerschutzkarte wird in St. Gallen als Karte verstanden, welche die ersten Meter, bis so 6-10 m abbildet. - In der kantonalen Gesetzgebung (GSchVG und GSchVV) gibt es eine Regelung, für eine Bewilligungspflicht für tiefergehende Grabungen und Bohrungen.
Karsys <i>Wird/wurde Karsys angewendet? Vor- Nachteile? In Praxis umsetzbar? Monopolstellung?</i>	
Waadt	- Werkzeug, welches in die Abgrenzung des Gewässerschutzbereichs Au einfließen kann oder auch nicht. - Kann Grundlagendokument sein.
Bern:	- Karsys darf nicht Bedingung zum Bemessen des Gewässerschutzbereiches Au sein. - Daten von Swiss Karst sind ebenfalls hilfreich, es braucht nicht immer ein Karsys-Modell.

Solothurn	- Ist grundsätzlich eher Grundlage für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen. - Karsys ist immer auf Quellen und auf dessen Einzugsgebiet bezogen. Eine diffuse Entwässerung vom Fels ins Lockergestein wird nicht betrachtet. - Wenn Kanton dies möchte, dann kann ein Karsys-Modell ein Baustein für das Bemessen des Gewässerschutzbereichs Au sein.
St. Gallen	- Zu kompliziert um für das Bemessen des Gewässerschutzbereiches Au zu verwenden. - Ist gute hydrogeologische Grundlage, muss aber vorsichtig Interpretiert werden. - Man sollte Unsicherheiten nicht hinter einem komplexen Modell verstecken.
Datengrundlage <i>Welche Möglichkeiten um Daten zu verbessern? Was ist noch Verhältnismässig?</i>	
Waadt	- Es steht nicht genügend auf dem Spiel um zusätzliche Untersuchungen des Untergrundes zu rechtfertigen. - Evtl. für tiefe Grundwasservorkommen. - Beim Vergeben von Bewilligungen können, je nach Situation, zusätzliche Untersuchungen verlangt werden. - Im Kanton Waadt braucht es für Erdsonden auch im üB eine Bohrbewilligung.
Bern:	Ausserhalb der Talgrundwasserleiter ist die Datenlage schlechter, aber grundsätzlich für die Bemessung des Gewässerschutzbereiches Au genügend.
Solothurn	- Keine neuen Daten sollten erarbeitet, sondern mit den bestehenden gearbeitet werden. - Kanton hat ein geologisches 3-D Modell erstellt. - Abbildungsmassstab ist 1:25'000. Es muss somit nicht überall so präzise sein. - Heute ist die geol. Karte flächendeckend verfügbar. - Es braucht für das Bemessen eines Gewässerschutzbereiches Au nicht unbedingt mehr Daten zu den Quellen. 2-3 grosse Quellen werden durch den Kanton überwacht. Ansonsten haben die Wasserversorger meist nur Einzelmessungen.
St. Gallen	- Nicht Perfekt aber geeignet und somit ausreichend. - Es braucht grundsätzlich keine weiteren Daten. - Es kann aber Situativ nötig sein, für eine spezifische Fragestellung, die Datengrundlage zu ergänzen.
Umgang im urbanen Raum <i>Wie soll mit dem urbanen Raum umgegangen werden?</i>	
Waadt	- Au betrifft auch den allgemeinen quantitativen Schutz des Grundwassers und nicht nur den Schutz des Trinkwassers. - In der Definition des Gewässerschutzbereichs Au geht es nicht nur um Trinkwasser. - Ohne Au im urbanen Raum bräuchte es eine andere gesetzliche Grundlage (SIA, Nutzung des Untergrundes, etc.), bspw. Einbauten ins Grundwasser und somit Stauwirkung, was wiederum zu Schäden an Nachbargebäuden führen kann.
Bern:	- Kein Bemessen des Gewässerschutzbereiches Au im urbanen Raum ist eine Kapitulation des Grundwasserschutzes. - Wasser könnte evtl. in einer Notlage (Mangellage) wichtig werden. - Langfristiges Denken -> Vorsorgeprinzip - Der urbane Raum darf kein Kriterium sein, keinen Gewässerschutzbereich Au zu bestimmen. - Bsp. Bern: Quelle einer Bierbrauerei in der Stadt. Quelle qualitativ einwandfrei, aber Einzugsgebiet liegt nicht prinzipiell im Gewässerschutzbereich Au. Ist auch Nutzung, wenn auch nicht als Trinkwasser für eine Wasserversorgung.

Solothurn	• Urbaner Raum wird ausgeblendet und es findet eine rein hydrogeologische Betrachtung statt, d.h. Au wird auch im urbanen Raum bemessen. • Vorsorgeprinzip -> Die Nutzung des Wassers in der Zukunft ist nur schwer abzusehen. Deshalb so gut schützen wie möglich, dabei aber verhältnismässig bleiben. • Der quantitative Aspekt ist wichtig -> Durchfluss, beibehalten der Durchlässigkeit der Fliesswege. Der Stockwerkbau muss auch miteinbezogen werden, Verbinden von Grundwasservorkommen verhindern.
St. Gallen	• Die Bebauung an der Oberfläche soll kein Kriterium sein. • Technische Nutzbarkeit muss aber gegeben sein. Deshalb bei geringer Mächtigkeit eher Gewässerschutzbereich üB ausscheiden. • Wenn das Einzugsgebiet einer Wasserfassung in den urbanen Raum hineinreicht, dann den Gewässerschutzbereich Au bemessen.
Umgang im Randgebiet <i>Wie soll das Randgebiet in die Bemessung integriert werden?</i>	
Waadt	• Im Kanton Waadt gibt es hier eigentlich keine Probleme. • Eine Karte der Festgesteine kann hier helfen. • In durchlässigen Gesteinen kann es temporäre Grundwasservorkommen geben, diese wurden in Au integriert.
Bern:	• Ein Vorschlag, wie mit dem urbanen Raum umzugehen ist, wäre wünschenswert. • Es gibt bspw. auch eine Speisung von Lockergestein aus dem Festgestein. Wie damit umgehen? Oder diffuse Speisung aus Molasse. • Ein bilanzbezogener Ansatz wäre eine Möglichkeit. Wie viel Wasser (evtl. %) kommt aus dem Randbereich.
Solothurn	• Eher grosszügig mit dem Randbereich umgehen. • Regeln würden wohl gar viele Ausnahmen bedingen. • Grosse Talgrundwasservorkommen ergeben grosse Randbereiche. • Kleines, technisch nicht nutzbares Grundwasservorkommen, welches in ein grösseres Vorkommen entwässert -> Gewässerschutzbereich Au. • Aufgrund eines konzeptuellen Modells geht man davon aus, dass aus Festgestein Wasser ins Lockergestein entwässert -> Gewässerschutzbereich Au.
St. Gallen	• Vorgehen, wie im Dokument der Harmonisierung der Ost-CH-Kantone beschrieben. • Wenn nutzbares Grundwasservorkommen an einen Rand stösst (Stauer, undurchlässig, Bereich ohne Grundwasser). • Randgebiete betreffen nur „Stauer“, bzw. schwach Durchlässige Formationen ohne eigentliches Grundwasservorkommen.

Vor- und Nachteile beim Vollzug mit kantonalem Vorgehen. Gibt es Verbesserungspotential?	
Waadt	• Im Grundsatz gut mit der Karte zufrieden. • Die Puffer (Mittelland-Molasse) sind etwas künstlich. • Wichtig ist, dass bei neuen Erkenntnissen des Untergrundes die Karte angepasst wird. • Tiefengrundwasser könnte ein Potential für die Trinkwasserversorgung haben. Hier gibt es noch Handlungsbedarf. • Sehr gefordert für Bauten im urbanen Raum: Eine bessere Definition der Fragestellung und der zu schützenden Werte im urbanen Raum wäre wünschenswert.
Bern:	• Die Umsetzung des Gewässerschutzbereiches Au ist grundsätzlich überall möglich, da die Anforderungen verhältnismässig klein sind. • Bei den Deponien sind die Anforderungswerte von üB zu Au um einen Faktor 4 erhöht, was je nach Situation zu Schwierigkeiten führen kann -> ist es nun Au oder nicht?
Solothurn	• Bei den grossen Grundwasservorkommen sind gute Untergrundkenntnisse vorhanden. • Abseits dieser GW-Vorkommen fehlen jedoch Daten wie GW-Spiegel oder Mächtigkeit. • Schwierigkeiten bei der Anwendung der 10%-Regel -> welcher Wasserspiegel zählt? • Umsetzung kann erschwert sein, wenn keine Daten vorhanden sind.
St. Gallen	• Die Gewässerschutzkarte stösst auf grosse Akzeptanz bei allen Beteiligten. • Hat sich auch in schwierigen Situationen bis vor Bundesgericht bewährt. • Jede Fläche kann begründet werden. • Die Nachvollziehbarkeit ist entscheidend.
Nachteile, Unsicherheiten, welche bewusst in Kauf genommen werden? <i>fehlende Ressourcen, fehlendes Budget, fehlende Untergrundkenntnisse, Qualität</i>	
Waadt	• Nein
Bern:	• Verschiedene Meinungen innerhalb Amt -> Kompromisse • Im urbanen Raum wird der Gewässerschutzbereich Au z.T. nicht umgesetzt.
Solothurn	• Nein
St. Gallen	• Nein • Es wurde immer ein Grund gesucht um eine Linie zu ziehen.

Allgemeine Anmerkungen zum Gewässerschutzbereich Au*Gibt es zur Bemessung von Au Anmerkungen, Wünsche, Anderes?*

Waadt	• Es muss nicht alles geschützt werden. • Man soll glaubwürdig bleiben. • Einteilung in schwach und stark heterogen ist delikat. Es handelt sich häufig um wenig besiedeltes Gebiet -> Vorgaben in Au sind einfache umsetzbar, also braucht es keine Kategorisierung. • Ein Vorgehen mit Einbezug der Vulnerabilität ist zu genau für Au. Dies ist ok für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen. • Eine Karte der Vulnerabilität der Schweiz, erarbeitet durch das BAFU, könnte von Nutzen sein für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen, jedoch nicht nötig für die Bemessung des Gewässerschutzbereichs Au. • Einfach bleiben! • Manchmal ist es in der Praxis schwierig zwischen Grundwasser, welches geschützt werden soll und einem kleinen unterirdischen Wasserfluss zu unterscheiden. • Nicht zu viele Regeln setzen. Die Freiheit / Marge der Kantone soll bleiben • Der Kanton soll die wichtigen Grundwasservorkommen identifizieren. • Der Kanton Waadt ist bei der Kartierung der Grundwasservorkommen (Indikatoren 139.1 des Geoinformationsgesetzes) inzwischen recht weit fortgeschritten. Diese Kartierung hat es ermöglicht, einige Kriterien festzulegen (Grundwassereinzugsgebiete, Erstellung von geologischen 3D-Modellen, tiefe Grundwasservorkommen, überlagerte Grundwasservorkommen, gefährdete Ressourcen etc.). Dies ermöglicht eine bessere Kenntnis und den Schutz der Ressourcen. Die sich daraus ergebenden Anpassungen der Au-Sektoren sind sowohl in Festgestein als auch in Lockergestein recht umfangreich. Andere Strategien (Abgrenzung von Zu-Gebieten für Wasserentnahmen von regionaler Bedeutung, Abgrenzung von Grundwasservorkommen von regionaler Bedeutung) ermöglichen es, die Au-Bereiche lokal anzupassen, damit sie die Zu-Gebiete einschliessen.
Bern:	• Lockergesteinsgrundwasser, seitliche Begrenzung ist unklar. • Datengrundlage ist essentiell. Bei den Quellen müssen regelmässige Messungen der Ergiebigkeit gemacht werden, während mindestens einem Jahr. • Wie geht man zwischen den Quellaustritten vor? • Bei stark heterogenen Gebieten ist die Vulnerabilität ein wichtiger Faktor. • Eine präzisere Definition der Randgebiete sollte erstellt werden. • Kt. Bern möchte diese Studie gerne zur Ansicht bekommen.
Solothurn	• Der Gewässerschutzbereich Au gibt dir als Behörde die Möglichkeit einzugreifen -> Bewilligungspflicht, Verlangen von hydrogeologischen Studien. Deshalb im Zweifel grosszügig ausscheiden. • Eine lithologische Betrachtungsweise könnte Ansatz sein. Diese mit lokalen/regionalen Kenntnissen ergänzen. • Der Gewässerschutzbereich Au ist vorsorglicher Ressourcenschutz. Es ist das Instrument für den flächigen Grundwasserschutz. • Kt. Solothurn ist interessiert diese Studie zur Ansicht zu bekommen.
St. Gallen	• Quellen: Eine seriöse Beurteilung braucht mind. 1 Jahr Messwerte. • Die interne Vulnerabilitätskarte ist in Überarbeitung und soll zeitnah öffentlich gemacht werden. Informationen der Karstkarte fliessen dort mit ein. • Das Einzugsgebiet wurde auch mitberücksichtigt. • Es wurde angestrebt, dass nicht mehr als 1/3 des Kantons als Gewässerschutzbereich Au eingestuft wird. • Es soll von der Ressource aus der Gewässerschutzbereich Au bestimmt werden. • Es gilt überall auch noch die Sorgfaltspflicht (Art. 3 GschG).

	• Die Gewässerschutzkarte deckt die Fragestellung bis in eine Tiefe von -6 m (evtl. 10 m) ab. • Das kantonale Gesetz (Art. 28 bis GSchVG und Art. 9bis GSchVV) deckt den Rest ab. Bewilligungspflicht für erhebliche Grabungen und Bohrungen. • Für jede Fläche braucht es eine Begründung. • Heutiges Instrument ist ok und praxistauglich. • Kriterien aufsetzen, was ist sicher kein Au und was ist sicher ein Au. Dazwischen bleibt ein Graubereich. • Bitte nicht zu kompliziert werden („keep it stupid and simple“).
--	---