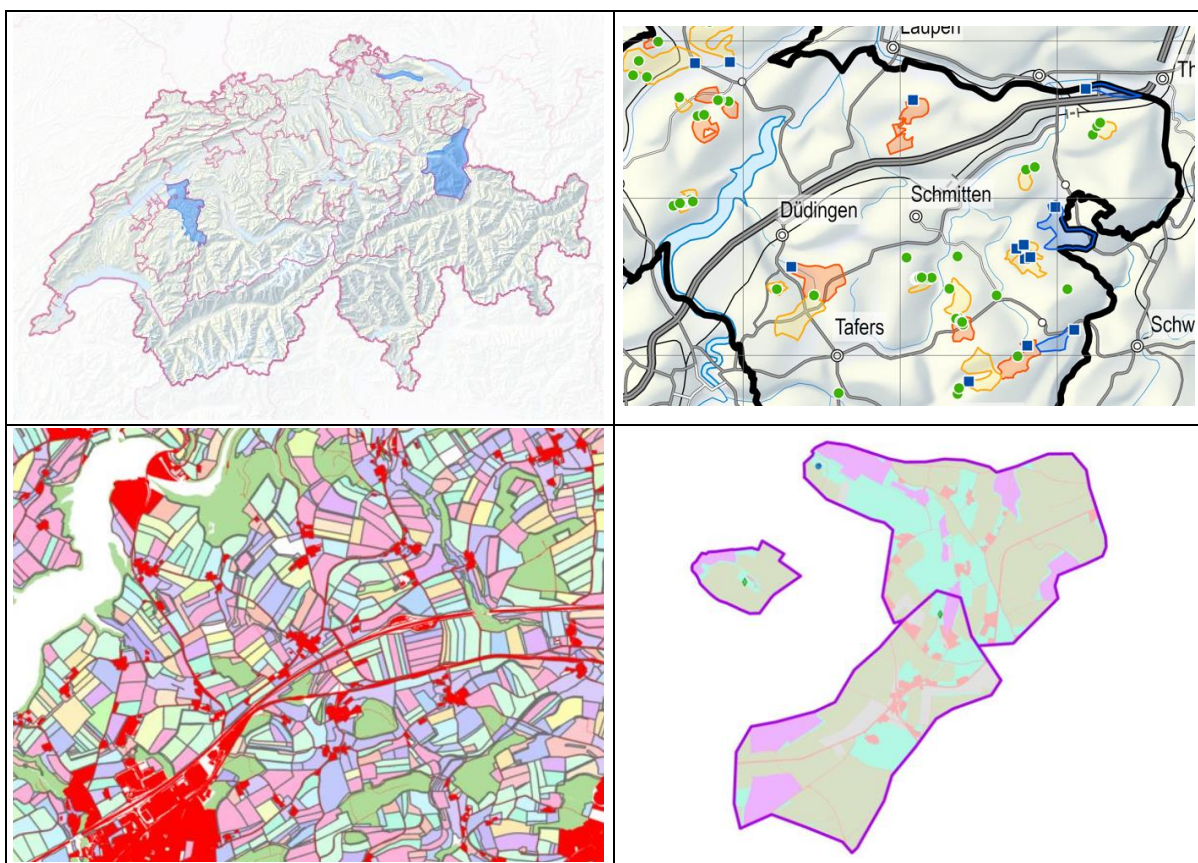


Abschätzung der Zuströmbereiche in Modellregionen

**Bestimmung der Zuströmbereiche in den 3 Modellregionen
Sense/See (FR) - Thurtal (TG) - Werdenberg/Sarganserland (SG),
sowie Berechnen von Flächenanteilen**



Projekt: 786.000

Datum: 10.06.2025

Verfasser

Raphaël Kropf
MSc Hydrogeologe



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

Impressum

Auftraggeber:

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Wasser, Sektion Grundwasserschutz, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Begleitung BAFU: Corin Schwab, Marie-José Gilbert

Auftragnehmer:

Pbplan ag
Müli 12
1716 Plaffeien

Autoren:

Raphaël Kropf, MSc Geologe/Hydrogeologe
Bruno Lötscher, GIS-Spezialist, Fachzeichner

Hinweis:

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

Inhalt

1	Ausgangslage und Auftrag	5
1.1	Ausgeführte Arbeiten	6
1.2	Grundlagen Landnutzung	6
2	Modellregion Sense-See.....	7
2.1	Grundlagen.....	7
2.2	Ermitteln FEG für alle Fassungen im öffentlichen Interesse.....	8
2.3	Gis Analyse FEG mit Ackerfläche und Siedlung.....	10
2.4	ZU bestimmen	10
2.5	GIS Analyse innerhalb des Zuströmbereichs.....	13
2.6	GIS Analyse gesamte Region.....	13
2.7	Auswertung der Analysen.....	14
2.8	Ergebnisse.....	14
3	Modellregion Thurtal.....	15
3.1	Ermittlung der FEG und ZU	16
3.2	GIS Analyse innerhalb des Zuströmbereichs.....	16
3.3	GIS Analyse gesamte Region.....	17
3.4	Auswertung.....	17
3.5	Ergebnisse.....	17
4	Modellregion Werdenberg-Sarganserland.....	17
4.1	Grundlagen.....	18
4.2	GIS Analyse innerhalb der FEG	18
4.3	GIS Analyse gesamte Region.....	21
4.4	Auswertung.....	22
4.5	Ergebnisse.....	22
5	Zusammenfassung der Resultate und Schlussfolgerungen des Autors	22
6	Anhang.....	23

Abbildung 1: Situation der drei Modellregionen in Bezug auf die Schweiz	5
Abbildung 2: Situation der FEG (rot) innerhalb des Projektperimeters (schwarz).....	9
Abbildung 3: Resultat der Analyse in 3 FEG grün: Ackerfläche, rot Siedlung	10
Abbildung 4: Grosse Änderung des FEG (hellblau) zum Zu (dunkelblau) aufgrund eines Baches mit Infiltration ins Grundwasser.....	11
Abbildung 5: Situation der FEG (rot) und der Zu (blau) innerhalb des Projektperimeter (schwarz)	12
Abbildung 6: Flächenverteilung der Bodenbedeckung anhand eines Beispiels	13
Abbildung 7: Die verschiedene Nutzung des Bodens bringen ein grosses Mosaikmuster hervor.	13
Abbildung 8: Situation der FEG (rot) und der Zu (blau) innerhalb des Projektperimeter (violett).....	16
Abbildung 9: Flächenverteilung der Bodenbedeckung innerhalb der Zu	16
Abbildung 10: Die verschiedene Nutzung des Bodens bringen ein grosses Mosaikmuster hervor.	17
Abbildung 11: Situation der FEG (rot) innerhalb des Projektperimeter (schwarz)	18
Abbildung 12: Flächenverteilung der Bodenbedeckung innerhalb der FEG	19
Abbildung 13: Flächenverteilung der Bodenbedeckung innerhalb der selektierten FEG	20
Abbildung 14: Die verschiedene Nutzung des Bodens bringen ein grosses Mosaikmuster hervor.	21
Tabelle 1: Tabelle mit den Ergebnissen für die Modellregion Sense-See	14
Tabelle 2: Zusammenstellung zu den Kriterien zur Pflicht zur Bestimmung eines Zu.	15
Tabelle 3: Tabelle mit den Ergebnissen für die Modellregion Thurtal.....	17
Tabelle 4: Tabelle mit den Ergebnissen für die Modellregion Werdenberg-Sarganserland.....	22
Tabelle 5: Zusammenstellung der Ergebnisse über die drei Regionen	22

1 Ausgangslage und Auftrag

Die Motion 20.3625 verlangt, dass der Schutz des Trinkwassers gestärkt wird, indem die Kantone bei ausgewählten Grundwasserfassungen die Zuströmbereiche zu bezeichnen. Die Kantone müssen einen zu bezeichnen, wenn:

- das Wasser einer Grundwasserfassung durch Stoffe verunreinigt ist, die nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden.
- die Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers besteht. Der Begriff «Gefahr einer Verunreinigung» wird neu in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) festgelegt anhand der Flächennutzung im Fassungseinzugsgebiet.

Zusätzlich zu den oben erwähnten Kriterien fordert die Motion 20.3625, dass die Kantone für Grundwasserfassungen von regionaler Bedeutung Zuströmbereiche bezeichnen.

Die Zuströmbereiche sollen in drei Modellregionen exemplarisch ausgearbeitet werden. Dabei soll der Flächenbedarf der Zuströmbereiche aufgezeigt werden, damit die Auswirkungen insbesondere auf die Landwirtschaftsflächen besser abgeschätzt werden können.

Für die Modellregion Sense/See im Kanton Freiburg sollen grob angenäherte Zuströmbereiche ermittelt werden. Aufgrund von fehlenden Grundlagen und der knapp bemessenen Zeit werden gewisse Unsicherheiten in der genauen Ausdehnung dieser Gebiete akzeptiert. Für zwei weitere Modellregionen werden die Daten zu den grob angenäherten Zuströmbereichen geliefert.

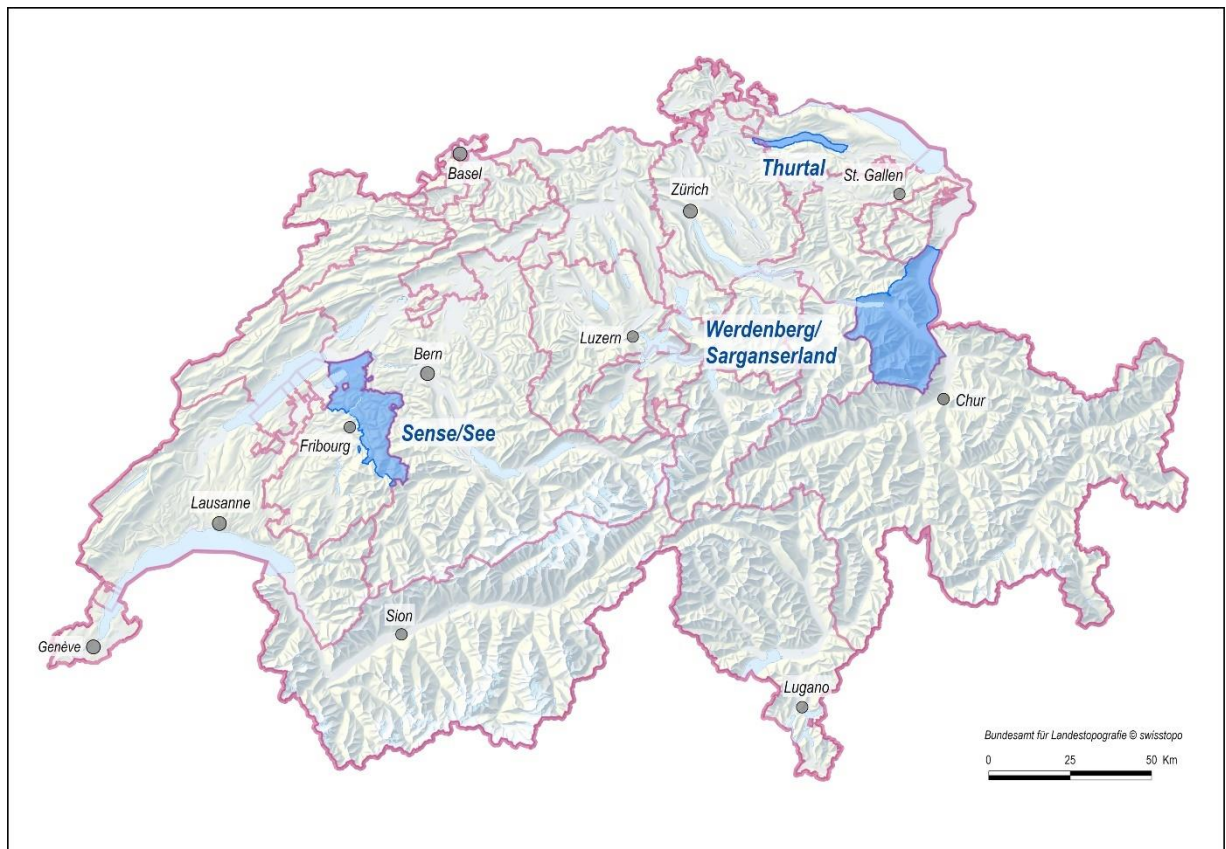


Abbildung 1: Situation der drei Modellregionen in Bezug auf die Schweiz

1.1 Ausgeführte Arbeiten

- Grundlagen zusammenstellen
- Daten vom Amt für Umwelt AfU des Kantons Freiburg und öffentlich zugängliche Daten aufbereiten zum Darstellen in einem GIS-Projekt.
- Ermitteln der Grundwasserfassungen, welche einen Z_U benötigen innerhalb der Modellregion Sense/See.
Bestimmen aller möglichen von der Problematik betroffenen Fassungen.
Bestimmen der Fassungseinzugsgebiete FEG
GIS Analyse zum Berechnen der Flächenanteile (Ackerflächen und Siedlung).
Auswerten der Analyse in Access und Excel
In Zusammenarbeit mit Julie Boillat (AfU FR) und Roman Lindegger (Plattform Grundwasserschutz).
- Ermitteln der grob abgeschätzten Z_U in der Modellregion Sense/See.
Für alle betroffenen Fassungen grobe Abschätzung der Z_U durchführen.
Erfassen des Vorgehens in einer Tabelle, mit Plausibilisierung der Flächenanteile über einfache Wasserbilanz.
- GIS Analyse für die 3 Modellregionen
Aufbereiten aller Daten für die Durchführung der Analyse.
GIS-Analyse in allen Z_U und FEG in den 3 Modellregionen (Ackerfläche, Siedlung, Wald, Rest)
Auswerten der Analyse in Access und Excel
Karten erstellen
Tabelle mit Auswertung über das gesamte Modellgebiet und über die Z_U und FEG.
- Besprechung der Zwischenergebnisse mit dem Auftraggeber 12.11.2024
- Präsentation der Ergebnisse der BPUK am 19.11.2024
- Mitarbeit an der Erstellung der Faktenblätter
- Schreiben des hier vorliegenden Berichtes.

1.2 Grundlagen Landnutzung

Um die Analyse innerhalb der verschiedenen Flächen durchzuführen wurden folgende Datensätze verwendet:

- Die Nutzungsflächen entsprechen den landwirtschaftlich genutzten Flächen gemäss landwirtschaftlicher Begriffsverordnung (LBV), Direktzahlungsverordnung und der daraus abgeleiteten Definitionen der Nutzungen durch den Bund und die Kantone. Die Daten basieren auf dem MGDm Nutzungsflächen (ID 153.1, Version 3.0). Die Daten sind auf geodienste.ch frei verfügbar. Die zu berücksichtigenden Daten wurden mit dem BAFU abgesprochen. Folgende Daten wurden berücksichtigt:
 - Offene Ackerflächen
 - Ackerfläche – Kunstwiesen
 - Flächen mit Dauerkulturen – Reben
 - Flächen mit Dauerkulturen – Obstanlagen
 - Flächen mit Dauerkulturen – Übrige: nur Spezialkultur (S)
 - Flächen mit Kulturen im ganzjährig geschützten Anbau: nur Spezialkultur (S)
- Überbautes Gebiet (Amtliche Vermessung Bedeckung) Siedlung, Industrie, Strassen, Wege etc. Die zu berücksichtigenden Daten wurden mit dem BAFU abgesprochen. Folgende Daten wurden berücksichtigt:
 - Gebäude
 - Befestigte Flächen
 - Gartenanlagen (Teilgebiet der humusierten Flächen)

Die Datensätze wurden für die Analyse in allen Modellregionen verwendet.

2 Modellregion Sense-See

Der Grossteil der Modellregion gehört zum dicht besiedelten und intensiv ackerbaulich genutzten schweizerischen Mittelland. Der Süden der Modellregion liegt in den Voralpen. Dieser Teil wird hauptsächlich als Sömmerungsweiden (Alpwirtschaft) genutzt oder ist von Wald bedeckt.

In der Modellregion wird das gesamte Trinkwasser aus dem Grundwasser gewonnen. Insgesamt liegen 173 Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse in der Modellregion. Zusätzlich zur Modellregion wird auch der Wasserbedarf der Stadt Freiburg zu 95 % aus dieser Region gedeckt. Die Fassungen versorgen rund 120'000 Personen sowie die Industrie und das Gewerbe mit sauberem Wasser.

Einige der Fassungen beziehen ihr Wasser aus demselben Grundwasservorkommen und liegen so dicht beieinander, dass sie einen gemeinsamen Zuströmbereich haben. Daher können die 173 Grundwasserfassungen zu 88 Fassungsgruppen zusammengefasst werden.

2.1 Grundlagen

Um die Fassungseinzugsgebiete FEG und die groben Zuströmbereiche Z_U zu bestimmen, hat uns das Amt für Umwelt AfU des Kantons Freiburg verschiedene Grundlagen zur Verfügung gestellt.

- GIS basierte Daten
 - Fassungen von öffentlichem Interesse,
 - Fassungen mit erhöhtem Nitrat und Chlorothalonil Wert
 - Bereits bestimmte Z_U
 - Quellstandorte des Wasserversorgungsatlas
 - Verzeichnis der Grundwasservorkommen
- Berichte zur Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen
- Zahner 1999 Influence des Eaux Sout sur les cours d'eau
- Qualitätsanalysen ESoutQual und SAAV im Excel Format
- Berichte PACES

Neben den Daten der kantonalen Behörde wurden frei zugängliche Geodaten verwendet:

- Gewässerschutzkarte
- Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000
- Geocover
- Hydrologischer Atlas der Schweiz Klimanormwerte 1991-2020 (Niederschlag)
- Landschaftsmodell (Bodenbedeckung)
- Hangneigung
- Gefährdungskarte Oberflächenabfluss
- Belastete Standorte
- Flächen mit Drainagen
- Hydrogeologische Karte 1:100'000
- GeoMol Modellierter Felsoberfläche
- Geländere relief Swisalti
- Topographische Karten 1:10'000 und 1:25'000

2.2 Ermitteln FEG für alle Fassungen im öffentlichen Interesse

In einem ersten Schritt wurden für alle Fassungen im öffentlichen Interesse das Fassungseinzugsgebiet bestimmt. Bei 10 Fassungen wurde kein FEG bestimmt, da sie objektiv betrachtet mit Sicherheit kein Kriterium zur Bestimmung eines ZU erfüllen würden. In den meisten Fällen, war dies der Fall, wenn das FEG vorwiegend mit Wald bedeckt sein würde.

Zudem wurden für Gruppen von Fassungen, welche einem Quellhorizont entsprechen oder demselben Grundwasservorkommen zugeordnet werden können, ein gemeinsames FEG zugewiesen.

So wurden für 173 Fassungen im öffentlichen Interesse 78 FEG bestimmt (siehe Abb. 2 unten). An 10 Standorten wurden die FEG nicht bestimmt, da es offensichtlich war, dass diese die Kriterien nicht erfüllen (bspw. Wald). Diese 10 Standorte sind jedoch in der Statistik als FEG erfasst.

Um die FEG zu bestimmen wurden hauptsächlich folgende Grundlagendaten verwendet.

- Berichte zur Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen
- Berichte PACES
- Gewässerschutzkarte
- Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000
- Geocover
- Hydrologischer Atlas der Schweiz Klimanormwerte 1991-2020 (Niederschlag)
- Hydrogeologische Karte 1:100'000
- GeoMol Modellierter Felsoberfläche
- Topographische Karten 1:10'000 und 1:25'000

Zusammen mit den oben genannten Daten wurde ein einfaches konzeptuelles hydrogeologisches Modell der Situation aufgestellt. Dies wurde, um schnell zu einer Fläche zu gelangen nur im Kopf durchgespielt, ohne schriftlich etwas festzuhalten.

Nach dem bestimmen der FEG wurde dieses über eine einfache Wasserbilanz plausibilisiert. Stellte sich heraus, dass aufgrund der Wasserbilanz grosse Unterschiede der Flächen vorhanden waren, wurde die Fläche nochmals überarbeitet.

Einfache Wasserbilanz:

$$FEG = \frac{Q}{ip \times P}$$

FEG Fassungseinzugsgebiet

Q Ergiebigkeit l/min aus Schutzzonenbericht oder Angaben der kantonalen Behörde in l/min, aufgerechnet in Liter pro Jahr

P Niederschlag im FEG gemäss Klimanormwerte 1991-2020

ip Anteil an Niederschlagswasser, welches das Grundwasser speist. In unserem Fall wurde, um das ganze einfach zu halten, der Faktor 1/3 gewählt.

Über den Quotienten des gezeichneten Flächeninhaltes und des theoretisch aus der Wasserbilanz ermittelten Flächeninhaltes wurde eine Plausibilisierung durchgeführt. Die Flächen liegen vorwiegend innerhalb des Quotienten von 1 – 5. In einigen Fällen liegt der Quotient bei kleiner als 1. Dies bedeutet, dass ein Gewässer massgeblich zur Speisung der Fassung beiträgt. Ein Quotient liegt bei 10, wurde jedoch aufgrund der speziellen Situation so belassen.

Die so erhaltenen FEG wurden abschliessend mit R. Lindegger besprochen um regionale Kenntnisse von ihm abzuholen.

Schwierigkeit für das Bemessen der FEG

- Inwiefern ein Bach oder ein Fluss ins Grundwasser infiltriert, ist meist unbekannt, hat aber einen grossen Einfluss auf die Ausdehnung des FEG.

- Wasser-Wegflüsse aus dem Grundwasservorkommen sind entweder nicht bekannt oder zu aufwändig zu eruieren, für eine schnelle Bestimmung der Ausdehnung eines FEG.

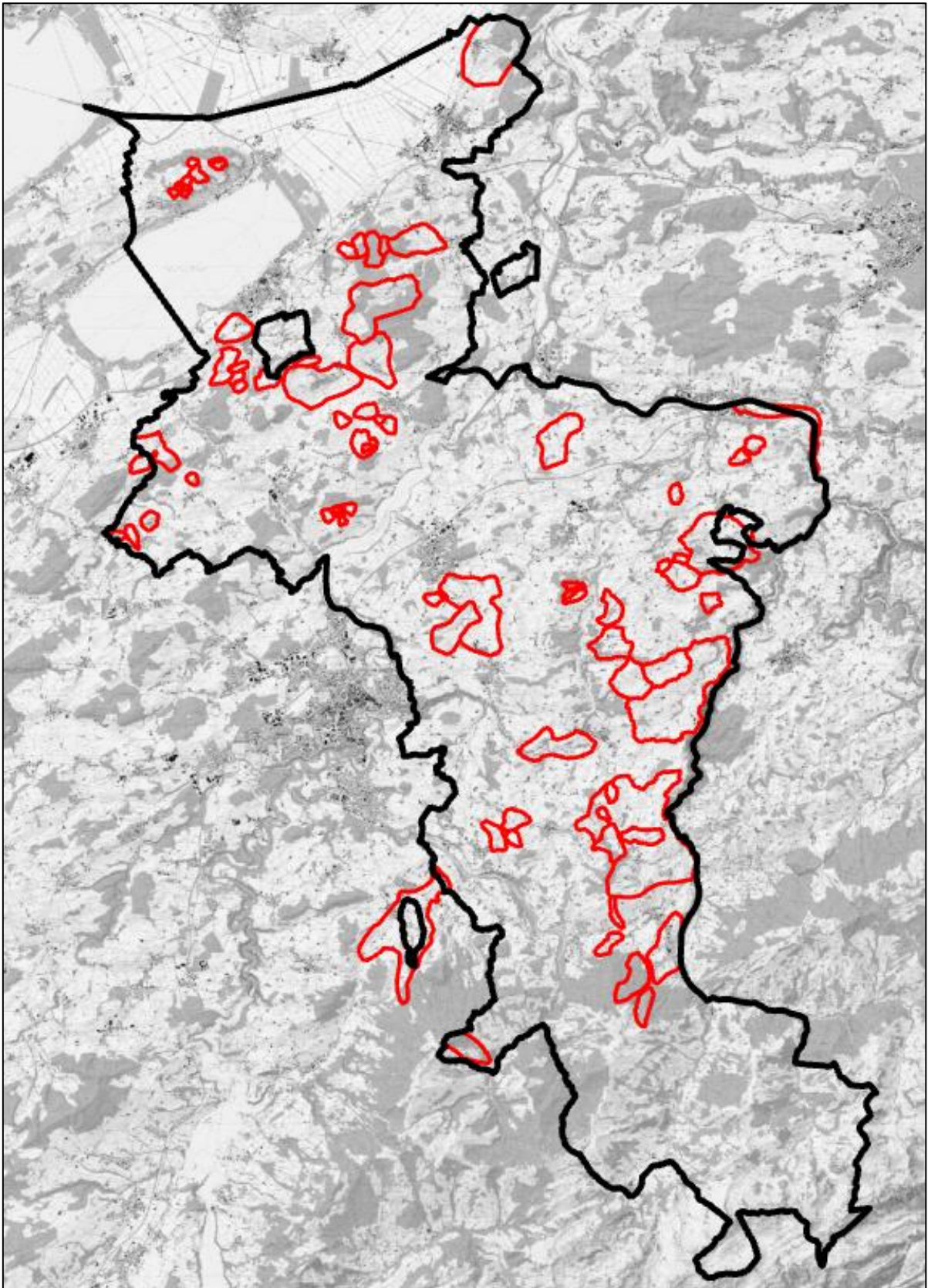


Abbildung 2: Situation der FEG (rot) innerhalb des Projektperimeters (schwarz)

- Der Auftrag verlangte das Bestimmen der grob angenäherten Zuströmbereiche, weshalb keine zusätzlichen Abklärungen durchgeführt, sondern diese Unsicherheiten akzeptiert wurden.

2.3 Gis Analyse FEG mit Ackerfläche und Siedlung

Eines der Kriterien für die Pflicht der Bemessung eines ZU ist, dass die Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers besteht, welches über die Flächennutzung innerhalb des FEG definiert ist.

Über eine GIS-Analyse wurden das FEG und die Bodennutzung (Ackerfläche und Siedlung) überschritten und über eine Access Auswertung der jeweilige prozentuale Anteil an der Fläche des FEG bestimmt.

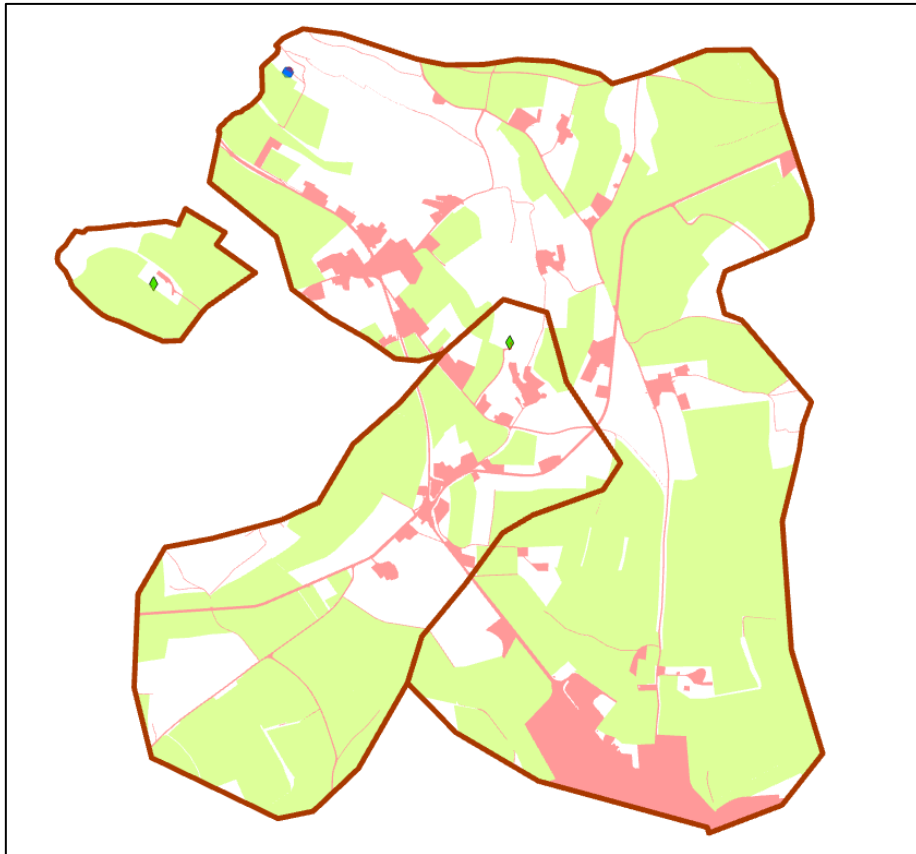


Abbildung 3: Resultat der Analyse in 3 FEG grün: Ackerfläche, rot Siedlung

2.4 ZU bestimmen

Nachdem bestimmt wurde, welche FEG mindestens ein Kriterium für die Pflicht der Bemessung von einem Zu einhalten, wurden für diese Fassungen der Zu bestimmt.

Vorgehen

Folgende Grundlagendaten wurden für die Bemessung der Zu verwendet. Die am meisten verwendeten Unterlagen sind hervorgehoben.

- Quellstandorte des Wasserversorgungsatlas
- Verzeichnis der Grundwasservorkommen
- **Berichte zur Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen**
- Zahner 1999 Influence des Eaux Sout sur les cours d'eau
- Berichte PACES
- Gewässerschutzkarte
- **Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000**
- Geocover
- **Hangneigung**
- Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

- Flächen mit Drainagen
- **Hydrogeologische Karte 1:100'000**
- **GeoMol Modellierte Felsoberfläche**
- Geländere relief Swisalti
- Topographische Karten 1:10'000 und 1:25'000

Zusammen mit den Kenntnissen der lokalen Gegebenheiten (Expertenmeinung) wurden die FEG angepasst, um den Zuströmbereich zu erhalten.

Diese als erster Entwurf gedachten Zu wurden zusammen mit R. Lindegger, Plattform Grundwasserschutz, diskutiert und im Sinne einer Zweitmeinung ebenfalls nochmals angepasst.

Schwierigkeit für das Bemessen des Zu

- Der Einfluss von Bach- oder ein Flussinfiltration ins Grundwasser war meist nicht oder nur ungenügend bekannt, was aber einen grossen Einfluss auf die Ausdehnung der Zu haben kann. Wo der Einfluss bekannt war, hatte dies teilweise grosse Veränderungen gegenüber dem FEG zur Folge.



Abbildung 4: Grosse Änderung des FEG (hellblau) zum Zu (dunkelblau) aufgrund eines Baches mit Infiltration ins Grundwasser.

- Wasser-Wegflüsse aus dem Grundwasservorkommen wurden nur wenig berücksichtigt, da dies zu aufwändig gewesen wäre und die nötige Zeit, um die Ausdehnung der Zu zu bestimmen unverhältnismässig verlängert hätte.
- Es stellte sich heraus, dass die geologischen Gegebenheiten zu komplex sind, als dass sie so schnell bearbeitet hätten werden können. Mit anderen Worten, um einen Zu mit der nötigen Genauigkeit bemessen zu können, muss Zeit investiert werden um ein geeignetes konzeptuelles Modell aufstellen zu können, welches je nach dem mit Hilfe von zusätzlichen Untersuchungen (Bohrungen, Markierversuchen) noch ergänzt wird.
- Spezielle Situationen, wie tiefe Fassungen (150 m) in den Untergrund (Molasse-Sandstein) oder Artesisch gespannt Grundwasservorkommen waren in der kurzen Zeit nur schwer zufriedenstellend zu bearbeiten.

Trotzdem gehen wir davon aus, dass die gezeichneten Zu genügend genau sind, um relevante Auswertungen machen zu können. Man war sich dieser Schwierigkeit bereits von Anfang bewusst. Eine statistische Auswertung, um einen Eindruck über eine Situation innerhalb einer Region zu erhalten, war aus unserer Sicht durchaus möglich und lieferte Aussagekräftige Daten.

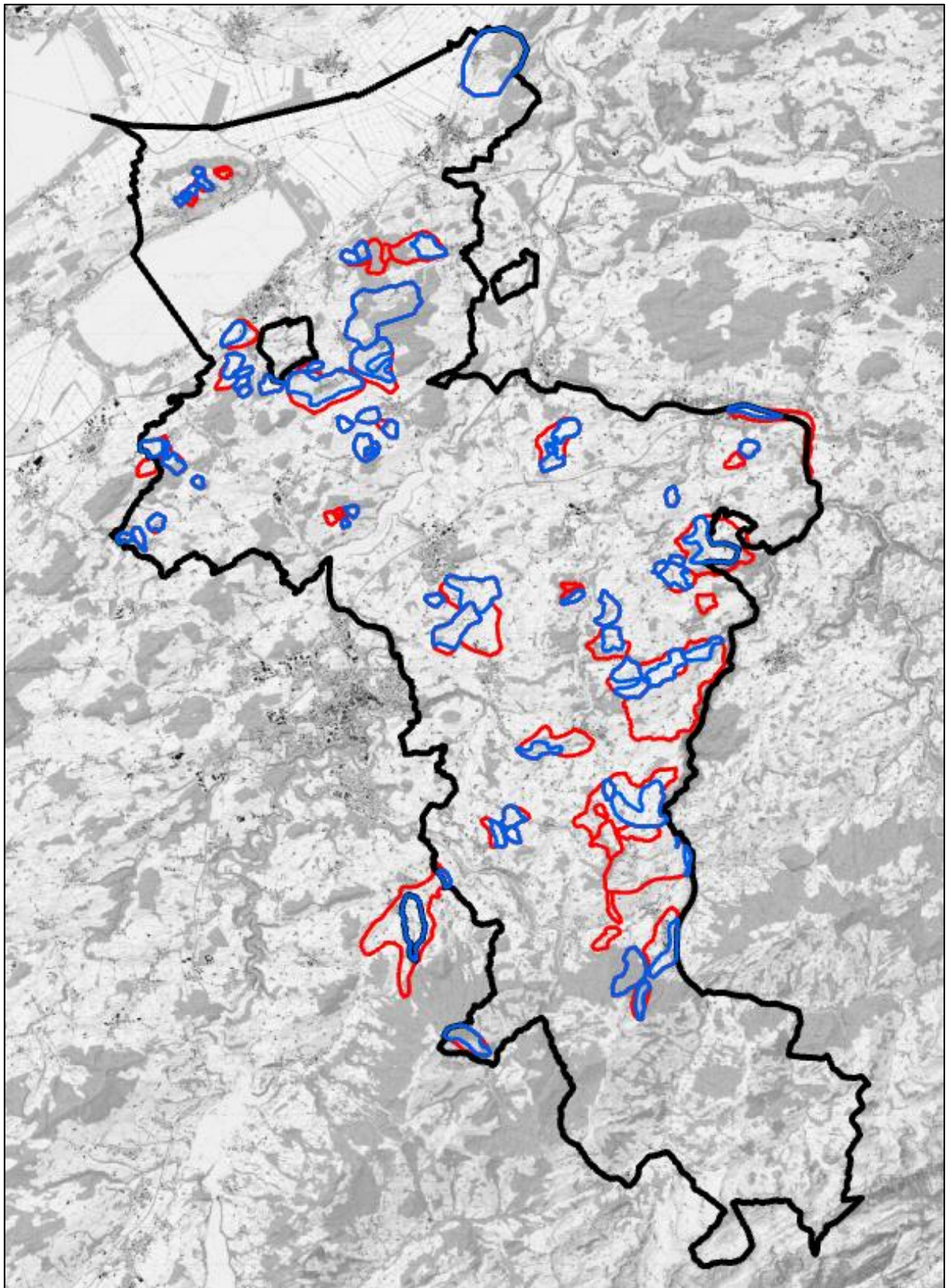


Abbildung 5: Situation der FEG (rot) und der Zu (blau) innerhalb des Projektperimeter (schwarz)

2.5 GIS Analyse innerhalb des Zuströmbereichs

Mit den abgegrenzten Zu, wurden über eine Gis-Analyse und einer Auswertung in Access die verschiedenen Flächenanteile der Bodenbedeckung eruiert.

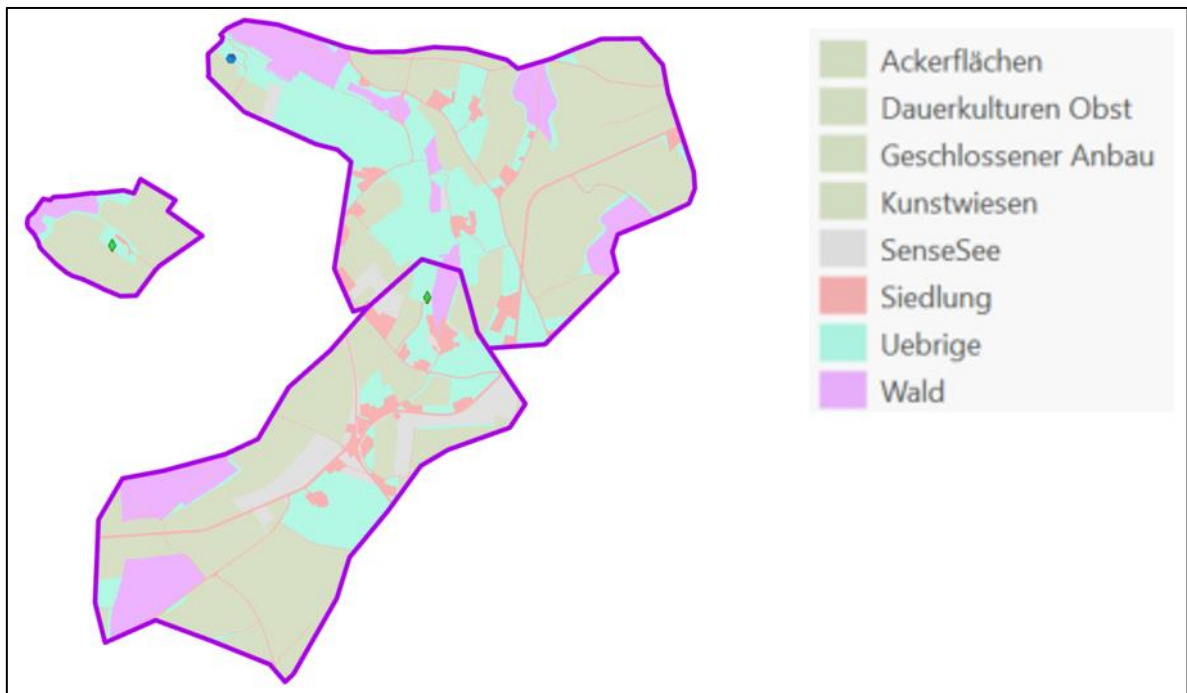


Abbildung 6: Flächenverteilung der Bodenbedeckung anhand eines Beispiels

2.6 GIS Analyse gesamte Region

Damit die betroffenen Flächenanteile mit der gesamten Region verglichen werden können, wurde dieselbe GIS-Analyse ebenfalls für den betrachteten Perimeter (Sense- und Seebezirk) durchgeführt.

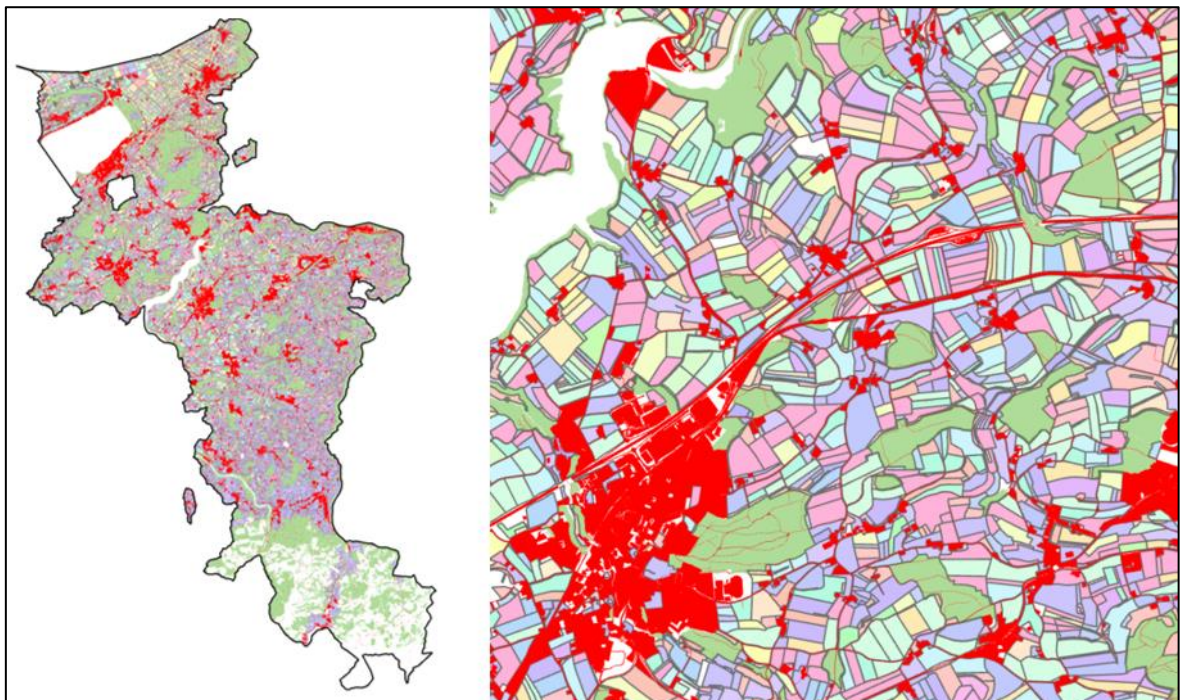


Abbildung 7: Die verschiedene Nutzung des Bodens bringen ein grosses Mosaikmuster hervor.

Das in Abbildung 5 gezeigte Muster, weist im Gegensatz zu Abbildung 4, noch keine Gruppierung der einzelnen Flächen auf.

2.7 Auswertung der Analysen

Wie weiter oben bereits erwähnt wurde aufgrund der Fülle an Informationen die Auswertung der GIS-Analyse mit Hilfe von einer Access Datenbank gemacht. So konnten für jedes FEG oder für jeden Zu die Flächenanteile rausgerechnet werden. Diese Datenbank wurde in eine Excel Datei exportiert, um die Ergebnisse sichtbar zu machen und um Auswertungen für einzelne Fragen machen zu können.

Folgende Daten wurden ausgewertet:

- Die verschiedenen Flächenanteile von Ackerbau/Spezialkulturen, Siedlung und Wald über die Fläche der betrachteten Region. Übrige Flächenanteile sind Flächen, welche durch Gewässer eingenommen werden.
- Jedem einzelnen FEG und Zu wurde eine ID zugeordnet, wobei sich die Zahl aus dem ID des Bezirkes, einer Laufnummer und einem 0 für die FEG und einer 1 für die Zu zusammensetzte.
bspw. 1005.27.0 (EZG) / 1005.27.1 (Zu)
- Die Namen der Fassungen (Ortsname) wurden als Orientierungshilfe integriert, da über den Namen meist schon ein geografischer Bezug gemacht werden kann.
- FEG
Die Gesamtfläche ist in m² und ha, die Flächenanteile von Siedlung, Ackerfläche / Spezialkulturen in m², ha und % aufgeführt.
So konnten die FEG bestimmt werden, welche einen gewissen Flächenteil an Siedlung oder Ackerbau / Spezialkulturen aufweisen, was einem Kriterium für die Pflicht, einen Zu zu bestimmen entspricht (Siedlung 60%, Ackerbau / Spezialkulturen 40%).
Zusätzliche Informationen, inwiefern ein Kriterium für die Pflicht einen Zu zu bestimmen erfüllt sind, Angaben zur Ergiebigkeit der Fassung und Bemerkungen zum FEG ergänzen die Tabelle.
- Zu
Die Gesamtfläche ist in m² und ha, die Flächenanteile von Siedlung, Ackerfläche / Spezialkulturen, Wald und übrige Flächen in m², ha und % aufgeführt.
Zusätzliche Informationen, inwiefern ein Kriterium für die Pflicht einen Zu zu bestimmen, mit Angabe des Grundes, erfüllt sind, Angaben zur Ergiebigkeit der Fassung und Bemerkungen zum FEG ergänzen die Tabelle.

Eine Excel-Datei, welche zusammen mit diesem Bericht abgegeben wird hilft die oben gemachte Aussagen zu verstehen und erlaubt eigen statistische Auswertungen zu machen.

2.8 Ergebnisse

Die Ergebnisse der in Kapitel 2.7 erläuterte Auswertung sind unten tabellarisch zusammengefasst:

Bezeichnung	Modellregion	alle Zuströmbereiche	Prozentanteil aller Zuströmbereiche
Gesamtfläche (ha)	42'815	3'109	7.3
Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) (ha)	23'355	2'063	8.8
davon Ackerfläche und Spezialkulturen %	14'462	1'230	8.5
Siedlung (ha)	4'294	268	6.2
Wald (ha)	8'439	674	8.0

Tabelle 1: Tabelle mit den Ergebnissen für die Modellregion Sense-See

	Anzahl
Grundwasserfassungen im öffentlichen Interesse	173
Fassungseinzugsgebiete*	88
Zuströmbereiche mit mind. ein Kriterium erfüllt	58
Zuströmbereiche aufgrund regionaler Bedeutung ohne Nitrat-Verunreinigung oder Gefährdung	14
Zuströmbereiche aufgrund regionaler Bedeutung mit Nitrat-Verunreinigung	7
Zuströmbereiche aufgrund regionaler Bedeutung mit Gefährdung (Siedlung oder Ackerfläche/Spezialkulturen ohne Verunreinigung	9
Zuströmbereiche aufgrund Nitrat-Verunreinigung ohne regionale Bedeutung	8
Zuströmbereiche aufgrund Gefährdung durch Ackerbau/Spezialkulturen ohne regionale Bedeutung ohne Verunreinigung	20
Zuströmbereiche aufgrund Gefährdung durch Siedlung ohne regionale Bedeutung	0
Zuströmbereiche mit regionaler Bedeutung aufgrund Gefährdung durch Anlagen	3
Zuströmbereiche ohne regionale Bedeutung aufgrund Gefährdung durch Anlagen	1

* Mit den 10 welche gar nicht bestimmt wurden, da offensichtlich kein Kriterium erfüllt war.

Tabelle 2: Zusammenstellung zu den Kriterien zur Pflicht zur Bestimmung eines Zu.

3 Modellregion Thurtal

Die gesamte Modellregion Thurtal gehört zum dicht besiedelten und intensiv ackerbaulich genutzten schweizerischen Mittelland. Hier liegen viele Grundwasserfassungen hintereinander, welche das Grundwasser aus demselben Grundwasservorkommen fördern. Das Thurtal ist die kleinste der drei Modellregionen.

In der Modellregion wird das gesamte Trinkwasser aus dem Grundwasser gewonnen. Die insgesamt 17 Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse versorgen rund 110'000 Personen, wovon nur ein kleiner Bruchteil innerhalb der betrachteten Region lebt.

Einige der Fassungen beziehen ihr Wasser aus demselben Grundwasservorkommen und liegen so dicht beieinander, dass sie einen gemeinsamen Zuströmbereich haben. Daher können die 17 Grundwasserfassungen zu 13 Fassungsgruppen zusammengefasst werden.

3.1 Ermittlung der FEG und ZU

Die Ermittlung der Ausdehnung der FEG und der Zu wurden durch die Firma Simultec AG durchgeführt. Unserem Büro wurden die Flächen der FEG und der Zu zur Verfügung gestellt. Da alle betroffenen Fassungen als von regionaler Bedeutung eingestuft sind, musste die GIS-Analyse für die FEG nicht durchgeführt werden. Somit wurden einzig die Flächenanteile innerhalb der Zu durch eine Analyse ausgewertet.

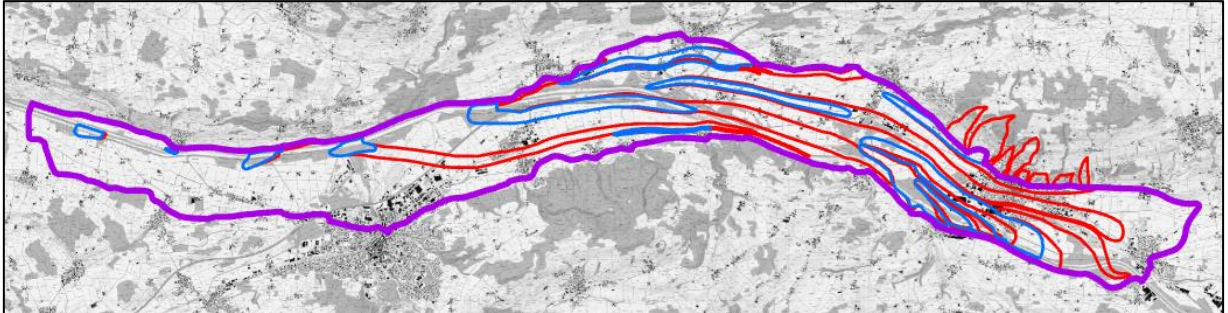


Abbildung 8: Situation der FEG (rot) und der Zu (blau) innerhalb des Projektperimeter (violett)

3.2 GIS Analyse innerhalb des Zuströmbereichs

Mit den definierten Zu, wurden über eine GIS-Analyse und einer Auswertung in Access die verschiedenen Flächenanteile der Bodenbedeckung eruiert.

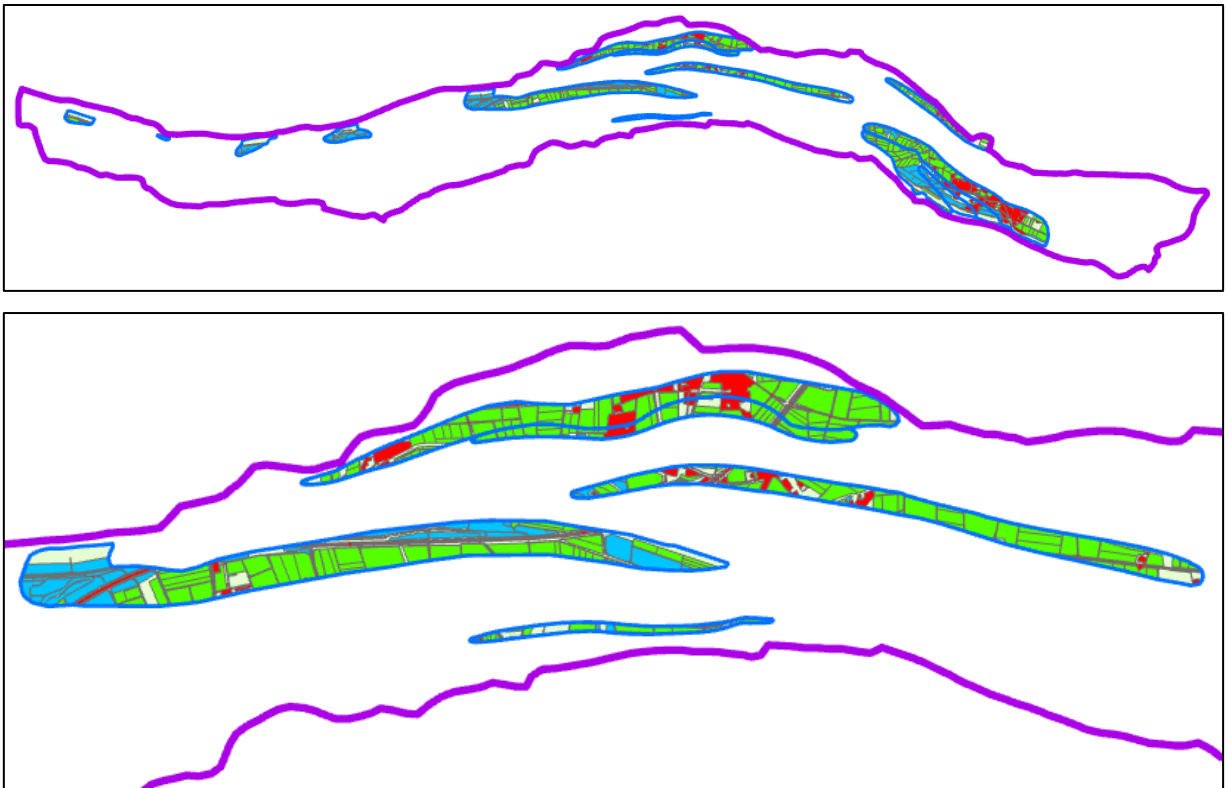


Abbildung 9: Flächenverteilung der Bodenbedeckung innerhalb der Zu

3.3 GIS Analyse gesamte Region

Damit die betroffenen Flächenanteile mit der gesamten Region verglichen werden können, wurde dieselbe GIS-Analyse ebenfalls für den betrachteten Perimeter (Sense- und Seebezirk) durchgeführt.

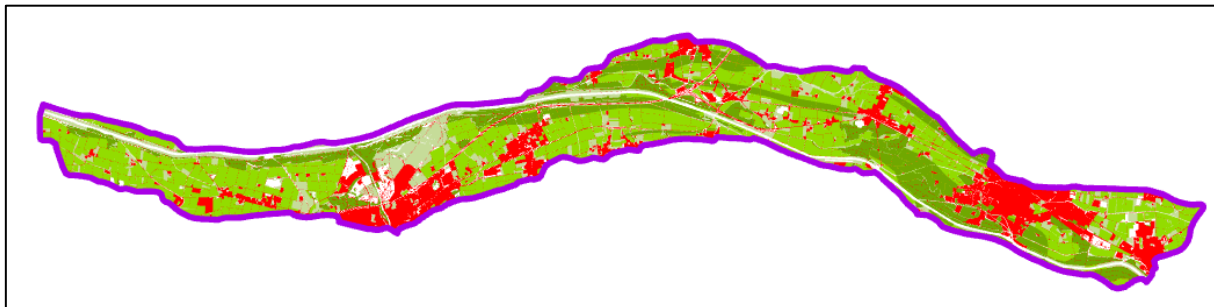


Abbildung 10: Die verschiedene Nutzung des Bodens bringen ein grosses Mosaikmuster hervor.

3.4 Auswertung

Die Auswertung wurde Analog des in Kapitel 2.5 bis 2.7 beschriebenen Verfahrens durchgeführt.

3.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der in Kapitel 2.7 erläuterten Auswertung sind unten tabellarisch zusammengefasst:

Bezeichnung	Modellregion	alle Zuströmbereiche	Prozentanteil aller Zuströmbereiche
Gesamtfläche (ha)	6'016	920	15.3
Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) (ha)	3'546	525	14.8
davon Ackerfläche und Spezialkulturen %	2'641	403	15.3
Siedlung (ha)	1'251	118	9.4
Wald (ha)	687	154	22.4

Tabelle 3: Tabelle mit den Ergebnissen für die Modellregion Thurtal

4 Modellregion Werdenberg-Sarganserland

Die Modellregion Werdenberg/Sarganserland liegt in der Voralpenregion und ist in der Ebene des Rheintals dicht besiedelt und wird intensiv ackerbaulich genutzt. In den höher gelegenen Gebieten kommen Siedlungsflächen und Ackerbauflächen kaum noch vor. Die Flächen werden hauptsächlich als Sömmerungsweiden (Alpwirtschaft) genutzt oder sind von Wald bedeckt.

In der Modellregion wird das gesamte Trinkwasser aus dem Grundwasser gewonnen. Insgesamt liegen 284 Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse in der Modellregion. Diese Fassungen versorgen die rund 86'000 Einwohnerinnen und Einwohner und die Industrie und das Gewerbe der Region mit sauberem Wasser.

Einige der Fassungen beziehen ihr Wasser aus demselben Grundwasservorkommen und liegen so dicht beieinander, dass sie einen gemeinsamen Zuströmbereich haben. Daher können die 284 Grundwasserfassungen zu 194 Fassungsgruppen zusammengefasst werden.

4.1 Grundlagen

Die kantonalen Behörden des Kantons St. Gallen haben in einer eigens dafür durchgeführten Studie für alle Fassungen im öffentlichen Interesse das FEG grob bestimmen lassen. In der Modellregion Werdenberg-Sarganserland wurden diese FEG für die weitere Bearbeitung genutzt.

Zudem hat die kantonale Behörde angegeben, welche Fassungen von regionaler Bedeutung sind.

4.2 GIS Analyse innerhalb der FEG

Auf diesem Gebiet wurden die FEG wie die Zu behandelt und die Analyse mit den FEG durchgeführt.

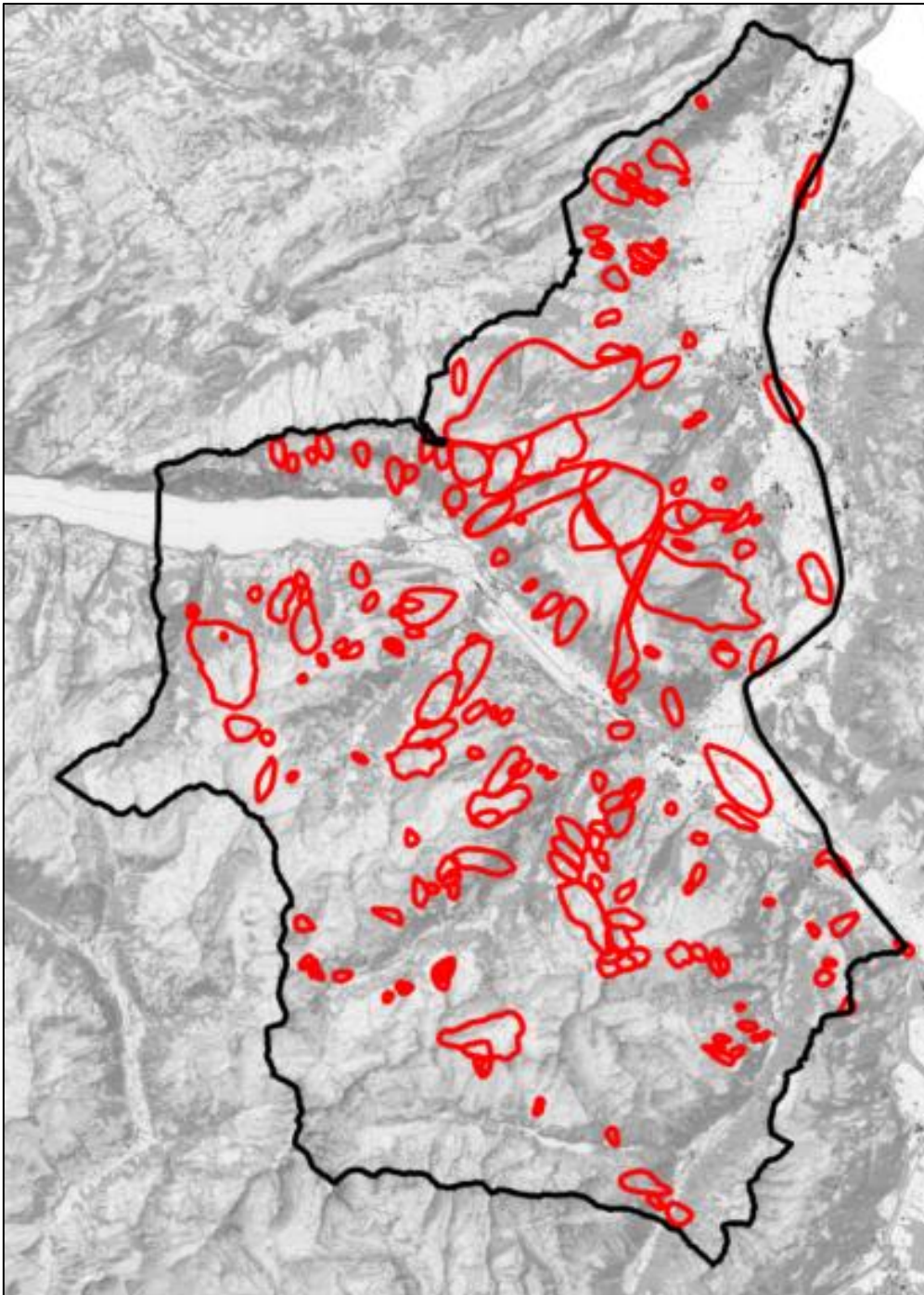


Abbildung 11: Situation der FEG (rot) innerhalb des Projektperimeter (schwarz)

Über eine GIS-Analyse und einer Auswertung in Access wurden die verschiedenen Flächenanteile der Bodenbedeckung eruiert.

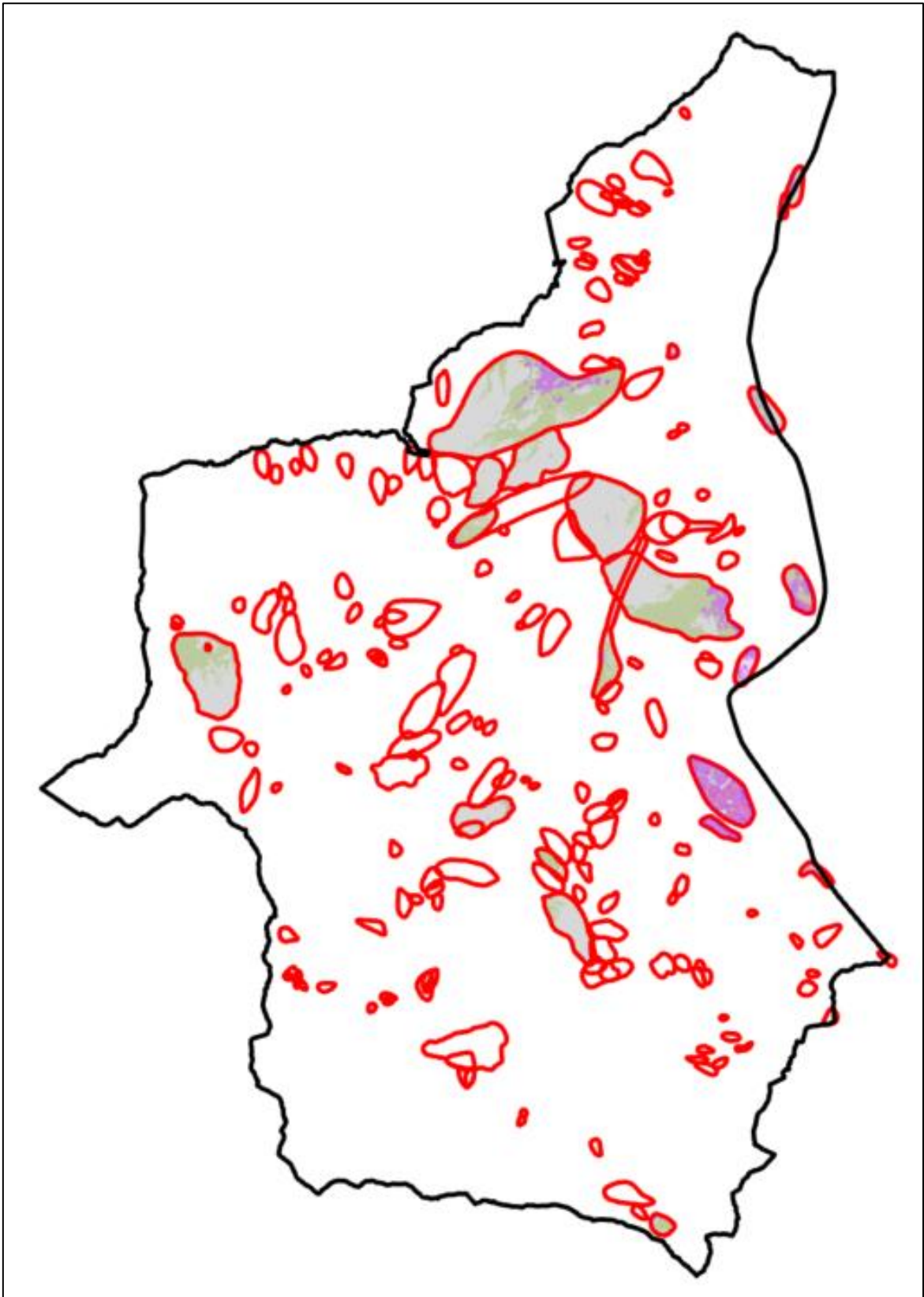


Abbildung 12: Flächenverteilung der Bodenbedeckung innerhalb der FEG

Die FEG, welche die Kriterien in Bezug der Landnutzung (Ackerfläche und Siedlung) erfüllen wurde für die weitere Bearbeitung selektiert.

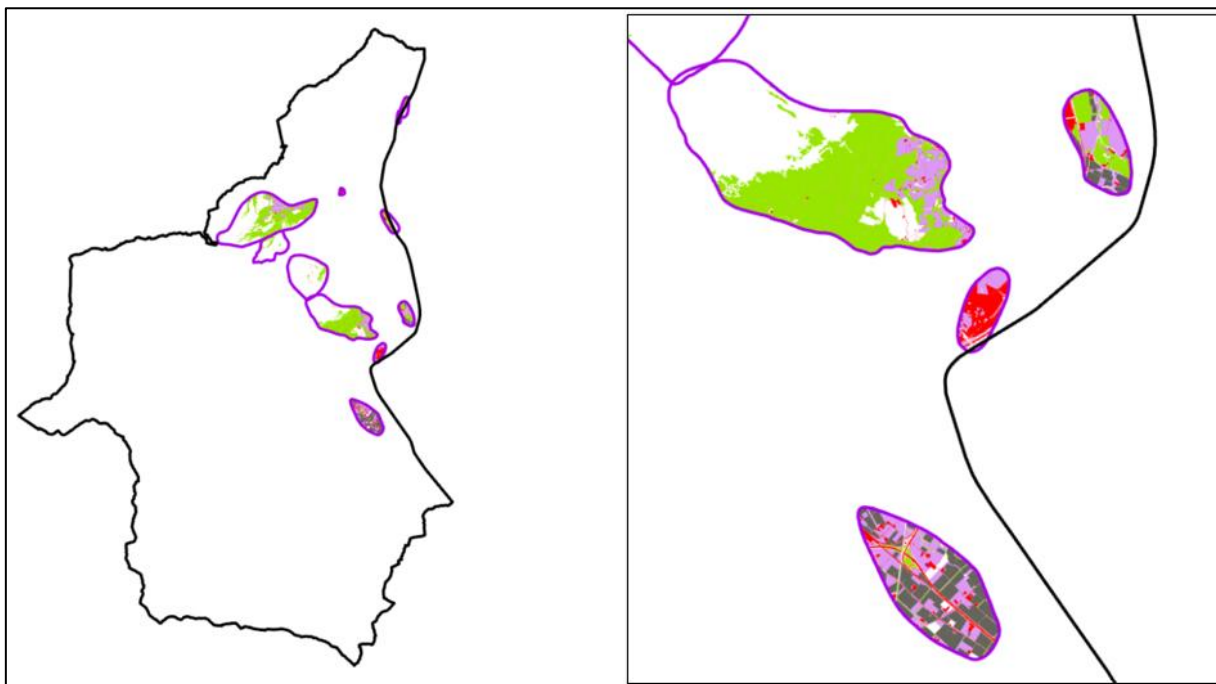


Abbildung 13: Flächenverteilung der Bodenbedeckung innerhalb der selektierten FEG

4.3 GIS Analyse gesamte Region

Damit die betroffenen Flächenanteile mit der gesamten Region verglichen werden können, wurde dieselbe GIS-Analyse ebenfalls für den betrachteten Perimeter (Werdenberg-Sarganserland) durchgeführt.

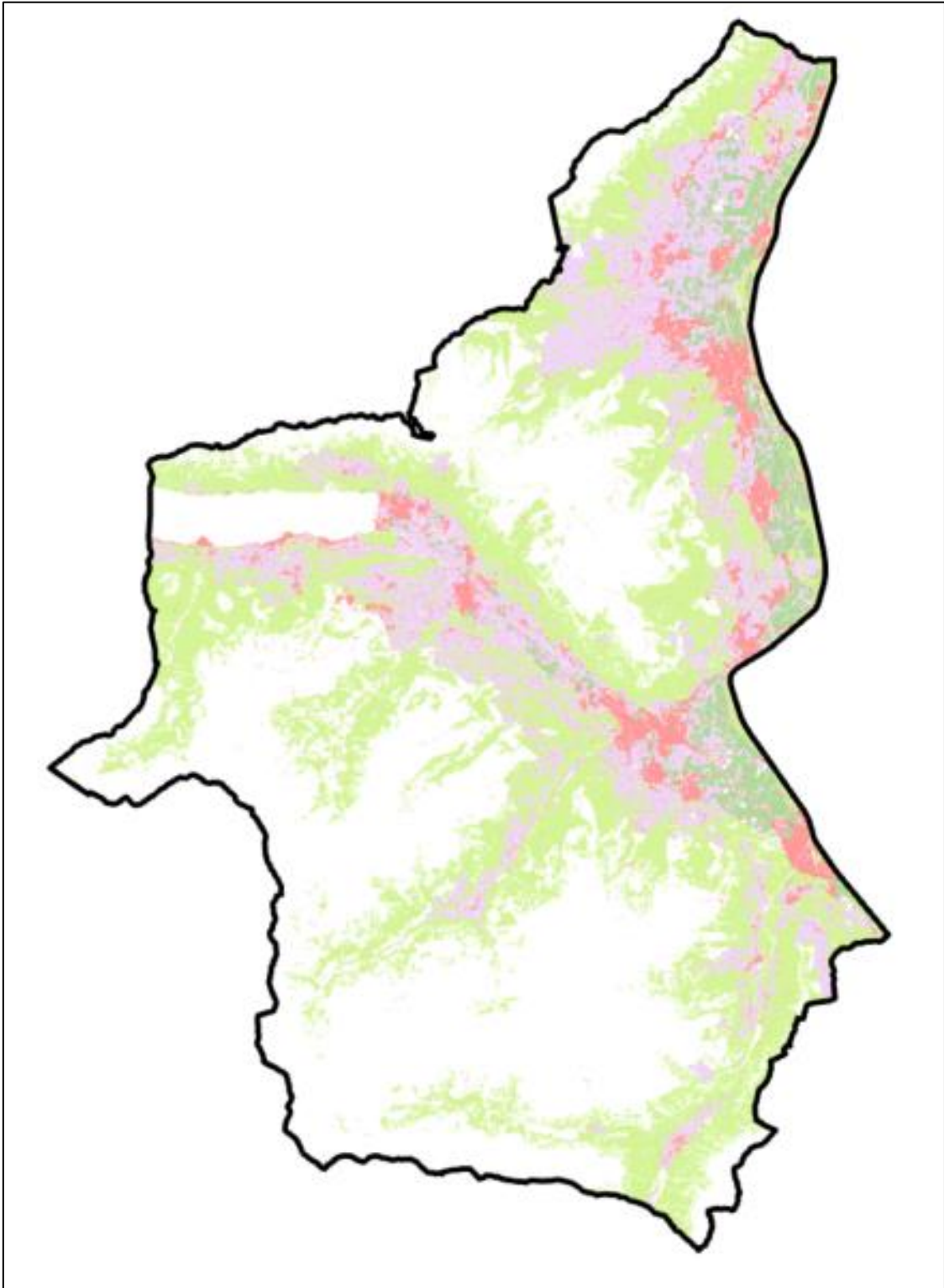


Abbildung 14: Die verschiedene Nutzung des Bodens bringen ein grosses Mosaiкмuster hervor.

4.4 Auswertung

Die Auswertung wurde Analog des in Kapitel 2.5 bis 2.7 beschriebenen Verfahrens durchgeführt.

4.5 Ergebnisse

Die Ergebnisse der in Kapitel 2.7 erläuterten Auswertung sind unten tabellarisch zusammengefasst:

Bezeichnung	Modellregion	alle Zuströmbereiche	Prozentanteil aller Zuströmbereiche
Gesamtfläche (ha)	73'886	5'992	8.1
Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) (ha)	12'938	639	4.9
davon Ackerfläche und Spezialkulturen %	2'536	203	8.0
Siedlung (ha)	4'038	183	4.5
Wald (ha)	21'943	1'785	8.1

Tabelle 4: Tabelle mit den Ergebnissen für die Modellregion Werdenberg-Sarganserland

5 Zusammenfassung der Resultate und Schlussfolgerungen des Autors

Das Ziel des Auftrages war es, innerhalb von kurzer Zeit, für die drei Modellregionen eine Aussage über

die Anzahl an betroffenen Trinkwasserfassungen im öffentlichen Interesse in Bezug auf die Pflicht der Abgrenzung eines Zu

	Modellregion	Sense - See		Thurtal		Werdenberg Sarganserland	
Anzahl	Fassungen mit öffentl. Interesse	173		17		284	
	FEG	88**		13		194	
	Z _U	58		13		22	
Kriterien erfüllt	Verunreinigung	7	8	0	0	0	0
	Ackerbau Spezialkulturen	13	24	7*	0	0	1
	Siedlung	0	0	0	0	0	1
	Fassung mit Regionaler Bedeutung ohne Gefährdung und Verunreinigung	13	0	6	0	20	0
	Anlage mit Gefährdung	3	1	1	0	0	0
	Keines	0	30	0	0	0	172
<div> <div></div> Fassung mit regionaler Bedeutung <div></div> Fassung ohne regionale Bedeutung </div> <div>* Abschätzung innerhalb des Z_U</div> <div>** inkl. 10 ohne FEG -> Sense See</div>							

Tabelle 5: Zusammenstellung der Ergebnisse über die drei Regionen

- und eine Aussage über die verschiedenen Flächenanteile der Landnutzungen innerhalb der FEG, der Zu und der gesamten Modellregion machen zu können.

Folgende Schwierigkeiten sind bei der Bearbeitung aufgetreten oder müssen bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden.

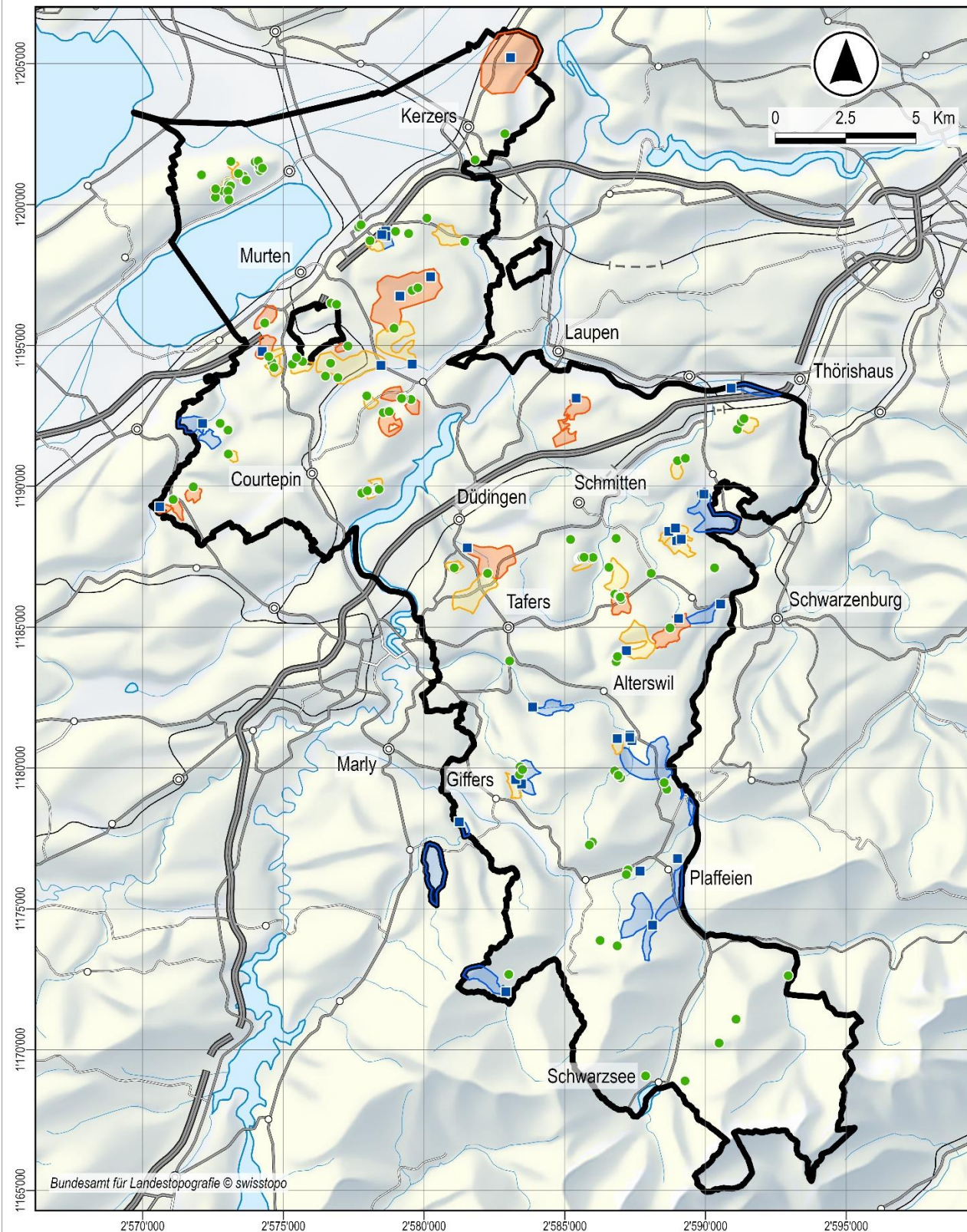
- Die Abgrenzung der FEG ist, insbesondere mit lokalen Kenntnissen, in kurzer Zeit möglich. Bei der Bearbeitung mussten jedoch viele Entscheidungen über zur Abgrenzung mit Unsicherheiten gemacht werden. Dieses Vorgehen, ersetzt keine tiefergehende hydrogeologische Analyse der jeweiligen Fassungsstandorte.
- Die Abgrenzung der Zu ist wohl mit noch grösseren Unsicherheiten behaftet. Gewisse Entscheide zum Weglassen von Flächen (90% Regel) konnten nur dank lokalen Kenntnissen gefällt werden.
- Die Resultate stellen eine gute Möglichkeit dar die Problematik grob zu erfassen. Die Zu-Flächen müssen noch über eine detaillierte Studie bestätigt oder angepasst werden.
- Der Einfluss von Infiltrierendem Oberflächengewässer hat einen starken Einfluss auf die Ausdehnung der Flächen. Dieser Einfluss kann in einer Studie, wie sie hier durchgeführt wurde, nicht genügend gut abgebildet werden. Zudem braucht es, falls das Bach- oder Flusswasser ebenfalls miteinbezogen werden soll zusätzlich noch die Abgrenzung eines Zo.
- Die Resultate sind eine Aussage über die gesamte Modellregion und widerspiegeln nicht einen einzelnen Fall wieder.
- Die Grösse der Modellregion, die Topographie und die verschiedenen Landnutzungen haben einen Einfluss inwiefern die Resultate auf andere Regionen übertragen werden können. Beispielsweise wurde in der Modellregion Thurtal nur ein Grundwasservorkommen untersucht wohingegen in der Modellregion Sense-See und Werdenberg-Sarganserland unzählige verschiedene hydrogeologische Situationen abgedeckt werden.
- Die Daten der Landnutzung zeigten Überschneidungen von Flächen, weshalb diese über die Modellregion noch bereinigt werden mussten. Bei den Daten zur Landwirtschaftlichen Nutzung können die Daten Kantonsweise heruntergeladen werden. Allerdings werden die Flächen den Kantonen zugeordnet in welcher der Eigentümer lebt. Somit braucht es für die Analyse der Modellregion jeweils alle Daten von den umliegenden Kantonen.

Abschliessend kann nach Durchführung der verschiedenen Arbeitsschritte geschlussfolgert werden, dass dieses Vorgehen vertretbar ist, um eine grobe Übersicht über die Situation und die Verteilung der verschiedenen Flächen zu erhalten. Es bringt aussagekräftige Ergebnisse hervor.

6 Anhang

- A1 Übersichtskarte Z_U Sense-See
- A2 Übersichtskarte Sense-See Ackerflächen, Siedlung und Wald
- A3 Übersichtskarte Z_U Thurtal
- A4 Übersichtskarte Thurtal Ackerflächen, Siedlung und Wald
- A5 Übersichtskarte Z_U Werdenberg Sarganserland
- A6 Übersichtskarte Werdenberg Sarganserland Ackerflächen, Siedlung und Wald

Die Excel Dateien mit der Auswertung der GIS-Analysen werden parallel zu diesem Bericht ebenfalls der zuständigen Behörde abgegeben.

Modellregion Sense-See – Übersichtskarte Z_U 

 Modellregion Sense/See

Grundwasserfassungen im öffentlichen Interesse

 ohne regionale Bedeutung

 mit regionaler Bedeutung

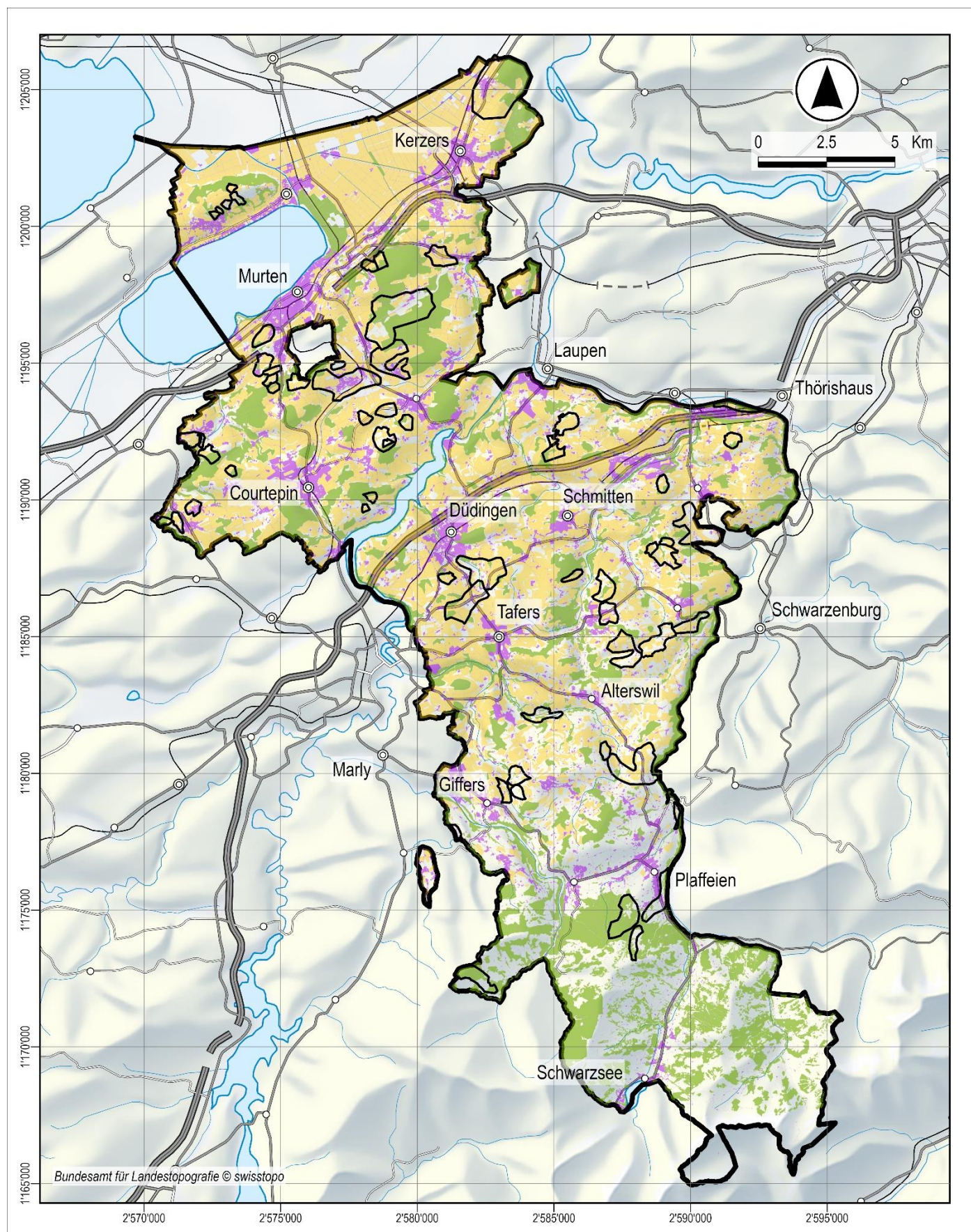
Zuströmbereich Z_U aufgrund:

 Verunreinigung

 Gefahr einer Verunreinigung durch Ackerbau / Spezialkulturen

 Regionale Bedeutung ohne Verunreinigung oder Gefahr einer Verunreinigung

Modellregion Sense-See – Übersichtskarte Ackerflächen und Siedlung



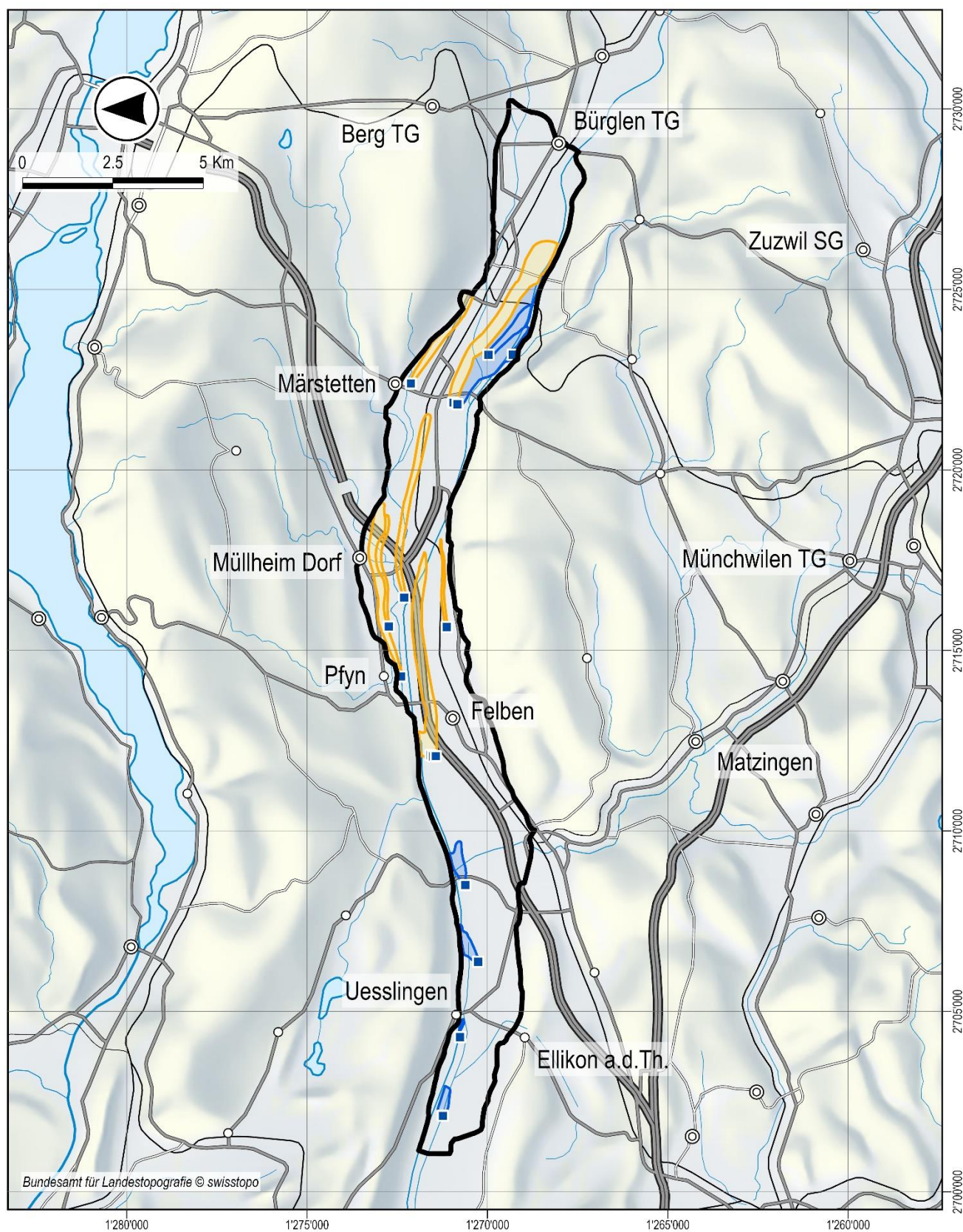
Modellregion Sense/See

Zuströmbereiche (Z_u)

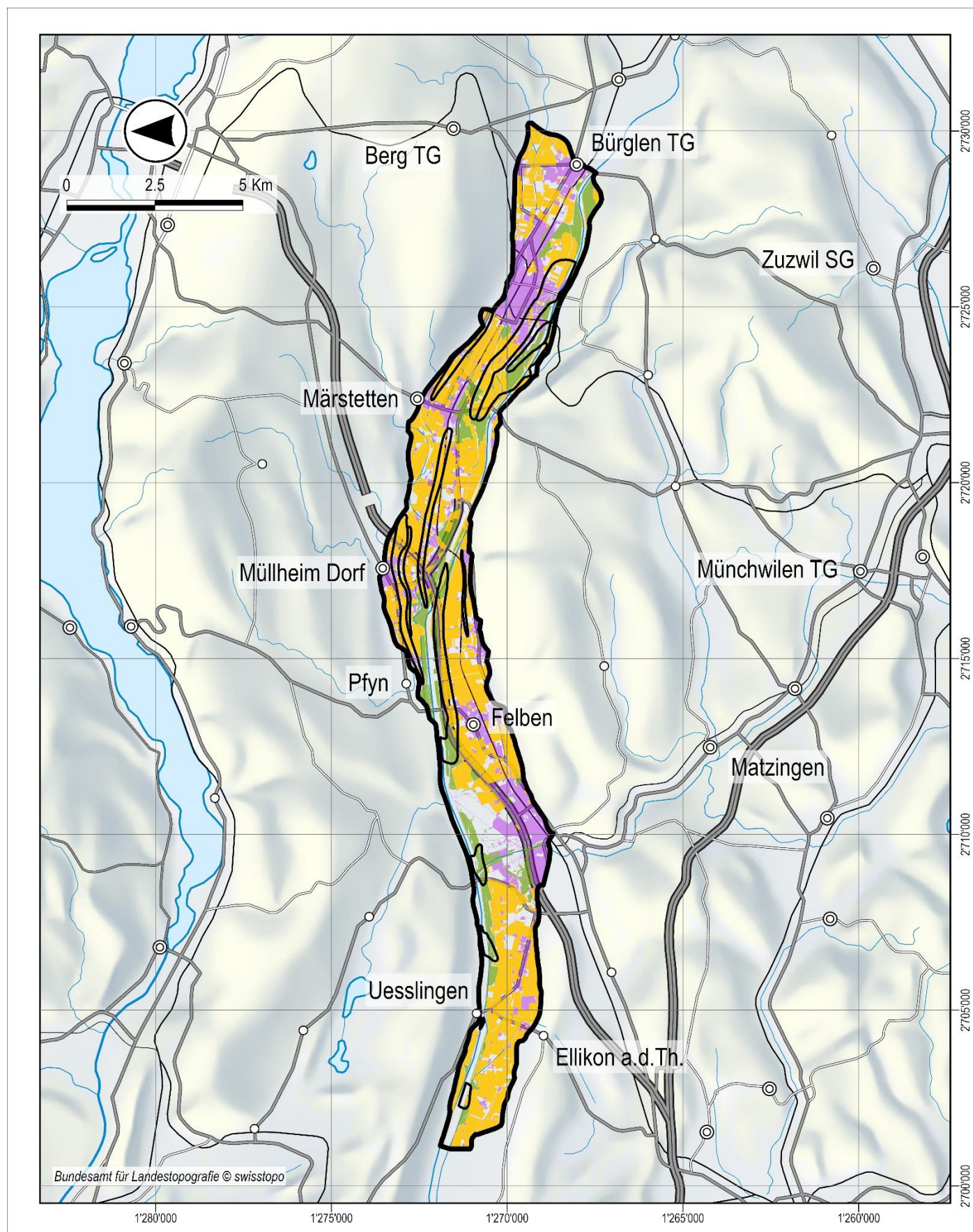
Ackerflächen / Spezialkulturen

Siedlungsflächen

Wald

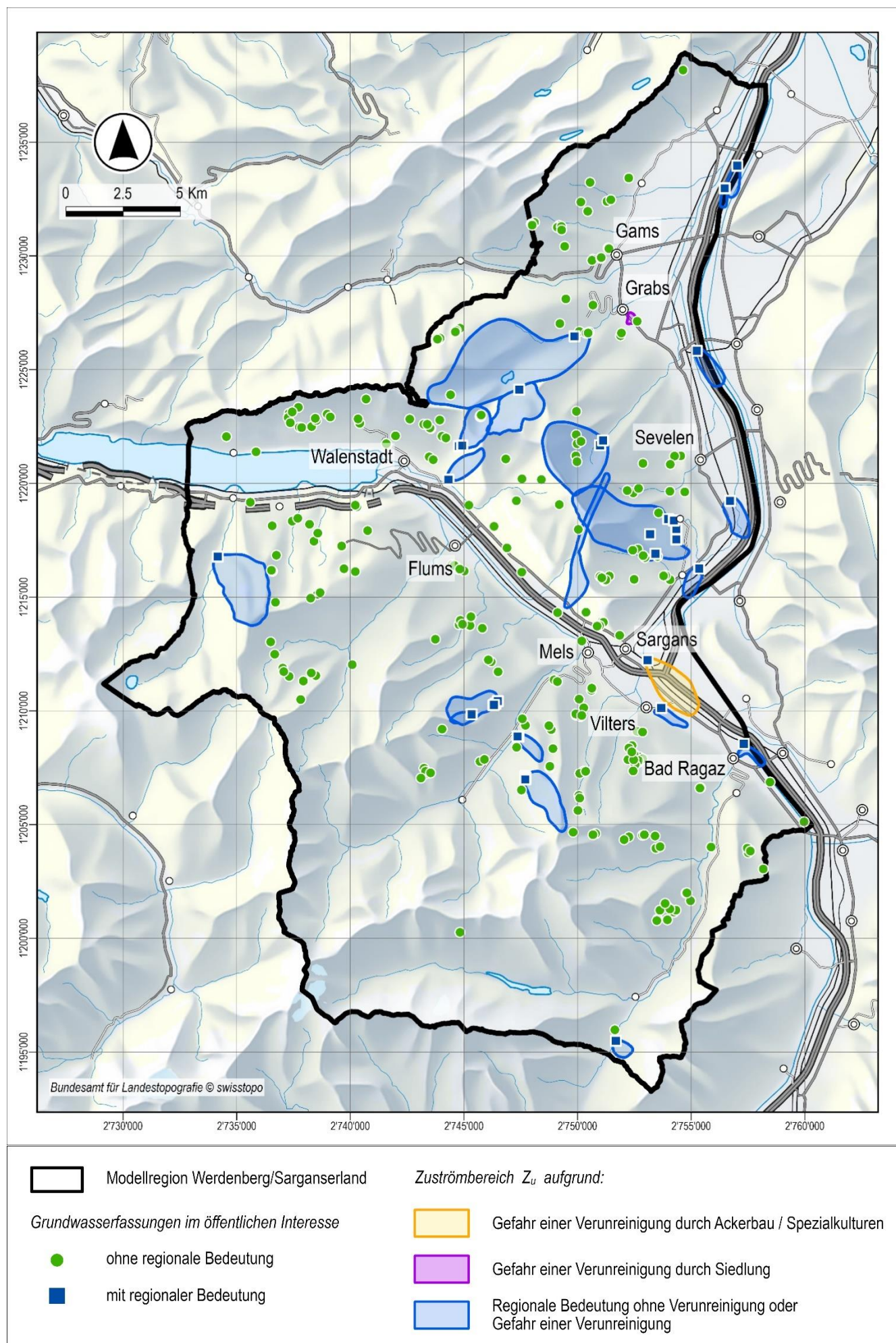
Modellregion Thurtal – Übersichtskarte Z_u 

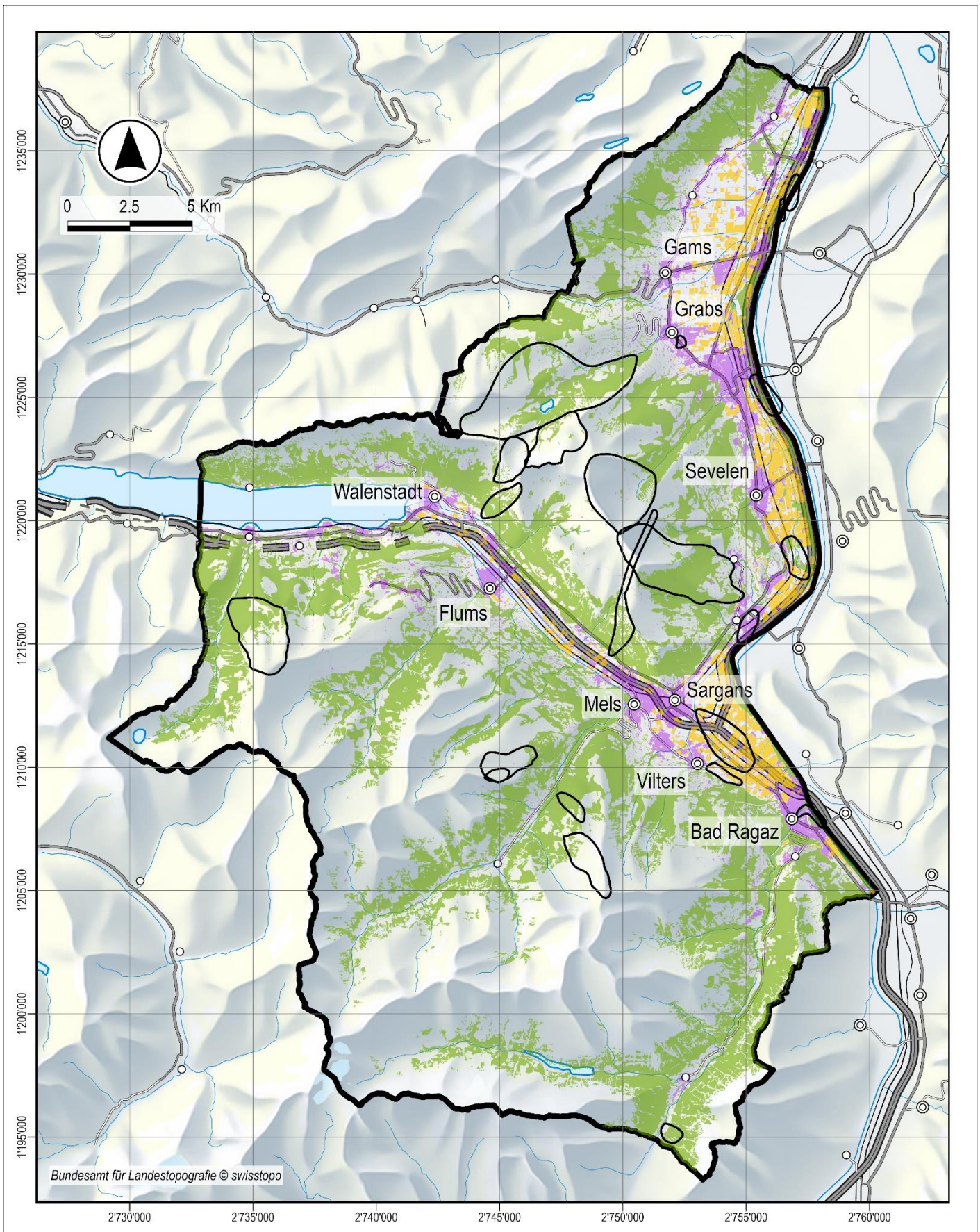
Modellregion Thurtal – Übersichtskarte Ackerflächen, Siedlung und Wald



- Modellregion Thurtal
- Zuströmbereiche (Z_u)

- Ackerflächen / Spezialkulturen
- Siedlungsflächen
- Wald

Modellregion Werdenberg - Sarganserland – Übersichtskarte Z_u



 Modellregion Werdenberg/Sarganserland

 Zuströmbereiche (Z_u)

 Ackerflächen / Spezialkulturen

 Siedlungsflächen

 Wald