



Win⁴

Pilotprojekt Alberswil-Mauensee/LU

Methodikentwicklung und regionale Vorabklärungen für eine landschaftsorientierte Umsetzung

Bericht zuhanden Bundesamt für Umwelt BAFU

Ottmar Joos, Andreas Bosshard, unter Mitwirkung von Lukas Bühler
November 2013



Ö+L Ökologie und Landschaft GmbH
Litzibuch, 8966 Oberwil-Lieli
Tel. 056 641 11 55
www.agraroekologie.ch

Impressum

Zitiervorschlag

Joos, O., Bosshard A. 2013: Win⁴ - Pilotprojekt Alberswil-Mauensee. Methodikentwicklung und regionale Vorabklärungen für eine landschaftsorientierte Umsetzung. Ö+L Ökologie und Landschaft GmbH, Oberwil-Lieli.

Fotos

Andreas Bosshard (Titelbild), Ottmar Joos (Abb. 3 und 4).

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.

Inhaltsverzeichnis

Verwendete Abkürzungen	3
1 Einleitung	4
2 Material und Methoden	4
2.1 Untersuchungsgebiet	4
2.2 Ist-Zustandserhebung Oberflächen-Gewässerqualität	5
2.3 Literaturlauswertung	6
3 Methodenentwicklung	6
3.1 Anleitung zur Beurteilung der Gewässeranschlusskarte (GAK) und der PSM-Eintrags wahrscheinlichkeit in Gewässer.....	6
3.2 Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge.....	7
4 Kartierungsergebnisse	7
4.1 PSM-Eintragspfade.....	7
4.2 Konnektivität	7
4.3 PSM-Eintragswahrscheinlichkeit	12
4.4 Massnahmenvorschläge als Beratungshilfe	18
4.5 Allgemeine Bewertung und Fazit.....	22
5 Zusammenfassung.....	23
Literatur	23
ANNEX 1: Anleitung zur Beurteilung der Gewässeranschlusskarte (GAK) und der Pflanzenschutzmittel-Eintragswahrscheinlichkeit in Gewässer.....	25
ANNEX 2: Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge.....	31

Verwendete Abkürzungen

BFF:	Biodiversitätsförderfläche(n)
GAK:	Gewässeranschlusskarte
TE:	Teileinzugsgebiet
PSM:	Pflanzenschutzmittel

1 Einleitung

„Win hoch 4 – für eine nachhaltige Landwirtschaft“ ist eine Projektinitiative des Bundesamtes für Umwelt BAFU. Ihr Ziel ist eine ressourcenschonende Landwirtschaft durch gezielte Nutzung von Synergien zwischen ökonomischen, Umwelt-, Biodiversitäts- und sozialen Zielen im Rahmen einer ganzheitlich standortangepassten, ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (Win-Win-Situation für 4 Zielbereiche). Ergänzend zu den Einzelmassnahmen, wie sie in den verschiedenen agrarpolitischen Instrumenten anvisiert werden, steht das optimale Zusammenspiel der Massnahmen im Zentrum, indem mit *jeder* Massnahme gleichzeitig Verbesserungen in möglichst vielen weiteren Zielbereichen erreicht werden sollen. Mit der themenübergreifenden Identifikation und Nutzung von Synergien werden Optimierungen in den Bereichen Bodenschutz, Gewässerschutz, Biodiversität, Landschaft sowie insgesamt in Richtung ressourcenschonenderer und ökonomisch effizienteren Produktion angestrebt.

Die Vorarbeiten zu Win⁴ laufen bereits seit einigen Jahren und brachten verschiedene konkrete Ergebnisse, so genauere Kenntnisse über die zentrale Bedeutung der Gewässerkonnektivität von Ackerflächen im Hinblick auf den Dünger- und Pestizideintrag in Oberflächengewässer.

Die Erkenntnisse aus diesen Arbeiten sollen im vorliegenden Pilotprojekt auf Landschaftsebene konkretisiert und anschliessend auf Betriebsebene über ein Beratungs- und Anreizkonzept umgesetzt werden. Im Zentrum steht die Reduktion des Pestizideintrages in Oberflächengewässer, wo vor allem in Ackerbaugebieten regelmässig Überschreitungen der Grenzwerte festgestellt werden. Mit dem im Projekt angestrebten integralen Ansatz sollen Massnahmen zur Pestizidreduktion mit Fördermassnahmen u.a. zur Biodiversität optimal kombiniert werden. Der Projektperimeter bietet auch deshalb dazu besonders gute Voraussetzungen, weil das vorliegende Projekt mit dem Vernetzungsprojekt, das gleichzeitig erarbeitet und umgesetzt wird, eng koordiniert werden kann.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Als Region für das Pilotprojekt wurde Alberswil-Mauensee ausgewählt (Abb. 1). Der Perimeter der beiden Gemeinden am Rande der Wauwiler Ebene (LU) eignet sich aus mehreren Gründen besonders gut für das Vorhaben:

- Es ist eine der wenigen Regionen, in denen 2013 ein neues ÖQV-Vernetzungsprojekt erarbeitet und ab 2014 umgesetzt wird. Dieser Rahmen erleichtert die Kommunikation und Umsetzung des Pilotprojektes Win⁴ wesentlich: Die Beratung soll aus einer Hand erfolgen, zudem können die materiellen Anreize des Vernetzungsprojektes optimal für die Ziele von Win⁴ genutzt werden.
- Ackerbau ist in der Region wichtig und wird unter verschiedenen edaphischen und klimatischen Bedingungen praktiziert.
- Die bäuerlich verankerte Trägerschaft des Vernetzungsprojektes ist am Pilotprojekt aktiv interessiert.
- Mit der Stiftung Agrovision und dem Landwirtschaftsmuseum Burgrain ist eine Institution im Perimeter angesiedelt, welche ähnliche Ziele wie Win⁴ verfolgt.
- Der Kanton Luzern hat langjährige Erfahrungen mit ressourcenschonendem Ackerbau und der Problematik von Schadstoffeinträgen in Oberflächengewässer und hat sich wie wenig andere Kantone aktiv um Lösungen bemüht. Auch im Projektperimeter wurden überhöhte Pestizidwerte gemessen.
- Sowohl die betreffenden Stellen im Kanton Luzern als auch Agrovision begrünnen es, dass das Pilotprojekt in diesem Perimeter durchgeführt werden kann, und sind bereit, es zu begleiten.

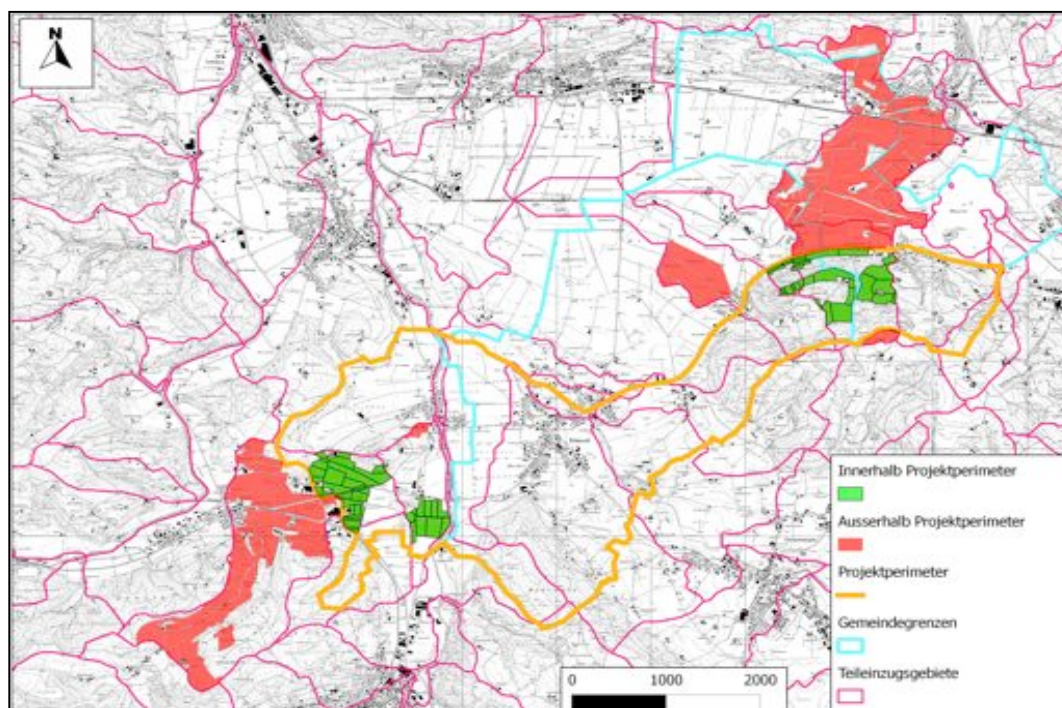


Abbildung 1: Perimeter des Vernetzungsprojektes Alberswil-Mauensee und Teileinzugsgebiete, welche im Monitoring Oberflächen-Gewässerqualität berücksichtigt werden.

2.2 Ist-Zustandserhebung Oberflächen-Gewässerqualität

Mit dem Ziel, die Grundlage für eine spätere Erfolgskontrolle umgesetzter Massnahmen zu schaffen, konnte eine Bachelorarbeit am Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz an der Universität Basel unter Stefanie von Fumetti initiiert werden zur Erhebung des Ist-Zustandes der Gewässerqualität. Die Methode richtete sich nach dem Modulstufenkonzept (BAFU 2010; BUWAL 1998). Die Probenahmen des Makrozoobenthos zur Ermittlung des Gewässerzustands von 5 Teileinzugsgebieten (TE) erfolgte Ende September / Anfang Oktober 2013 gemeinsam mit der Bachelorstudentin Franziska Studer an 7 Standorten. Die Probenahmen (Abbildungen 2 und 3) umfassten jeweils ca. 20 m Fließstrecke. Die Lage der Entnahmestandorte geht aus Abbildungen 4ff. hervor; ihre morphologischen Eigenschaften werden im Rahmen der Bachelorarbeit detailliert beschrieben.

Bei der Auswahl der Probestandorte standen ökomorphologischen Gesichtspunkte im Vordergrund: Ziel war es, mindestens 3 Teileinzugsgebiete (TE) mit flächendeckend umzusetzenden Massnahmen und 3 TE ohne umgesetzte Massnahmen für einen Vergleich der Auswirkungen verfügbar zu machen. Innerhalb des Perimeters des Vernetzungsprojektes lagen nicht genügend geeignete TE, um diese Vorgabe zu erfüllen. Deshalb wurden an den Perimeter angrenzende Flächen miteinbezogen. Insgesamt liegen rund 80% der Fläche der TE nicht im sondern angrenzend an den Projektperimeter des Vernetzungsprojekts.

Zeitgleich mit der Makrozoobenthos-Probenahme und an denselben Probestellen wurden die physikochemischen Parameter (pH, elektr. Leitfähigkeit, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und -konzentration) gemessen. Im Labor werden das Makrozoobenthos auf Familien- und Artniveau bestimmt und die Nährstoffparameter Phosphat, Ammonium, Nitrat, Nitrit photometrisch analysiert. Anschliessend werden mögliche Korrelationen mit den abiotischen Parametern und den ermittelten PSM-Eintragswahrscheinlichkeiten der beprobten Gewässer untersucht. Die Resultate werden voraussichtlich Ende Januar 2014 vorliegen.

Die untersuchten Gewässer aus den definierten TE wurden anschliessend an die Probenahme mit der in diesem Projekt unter Verwendung der Vorarbeiten von Bühler und Daniel (2012) entwickelten Anleitung flächendeckend kartiert und anhand des dazugehörigen Massnahmenkatalogs für Parzellen bzw. Feldschläge mit ermittelter mittlerer bis sehr hoher PSM-Eintragswahrscheinlichkeit Verbesserungsmöglichkeiten zur Reduktion der PSM-Einträge ermittelt. Da keine Drainagepläne eruiert werden konnten, wurde das Vorhandensein von Drainagen soweit als möglich im Feld ermittelt. Ergänzende Informationen werden im Zuge der Betriebsberatungen von den Bewirtschaftern eingeholt.

Im Rahmen dieser Kartierung wurden keine Punktquellen ermittelt. Diese sind nicht Bestandteil der Anleitung und müssen im Rahmen der Umsetzung auf den Betrieben in direktem Kontakt mit den Landwirten eruiert und behoben werden.

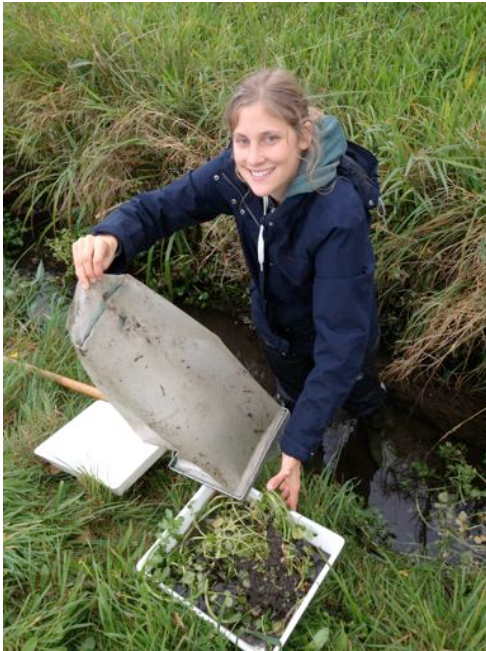


Abbildung 2: Kicknetz-Gewässerbeprobung.



Abbildung 3: Reinigen und mehrmaliges Dekantieren der Proben.

2.3 Literaturlauswertung

Als Basis für die Methodenentwicklung diente eine Auswertung relevanter Literatur (Alder, 2012; Alder et al., 2013; BASF, 2013; Bühler und Daniel, 2013; Bühler und Daniel, 2012; Bühler und Daniel, 2013b; Burkhardt et al., 2005; Doppler et al., 2012; Flury et al., 1994; Frey et al., 2011; Frey et al., 2011b; Gisler et al., 2010; Gisler et al., 2011; Hahn et al., 2012; Leu et al., 2004; Prasuhn et al., 2007; Singer et al., 2005; Stamm et al., 2012).

3 Methodenentwicklung

3.1 Anleitung zur Beurteilung der Gewässeranschlusskarte (GAK) und der PSM-Eintragswahrscheinlichkeit in Gewässer

Die hier unter Verwendung von Vorarbeiten aus Bühler und Daniel (2012) entwickelte Anleitung setzt sich aus einer allgemein verständlichen, schrittweisen Beschreibung für die Beurteilung und einem dazugehörigen Raster in Form einer Excel-Tabelle zusammen (siehe ANNEX 1).

Im ersten Teil wird beschrieben, welche Materialien (Karten etc.) notwendig sind um die Beurteilung durchzuführen. Der erste Schritt der Beurteilung wird am Computer durchgeführt und anschliessend im Feld überprüft.

Anhand des Rasters werden die PSM-Quelle, die Konnektivität, die Lage, die PSM-Transportart und die Standortfaktoren – Erosionsrisiko und Boden – aufgenommen. Anschliessend wird mit Hilfe von 2 Beurteilungstabellen die PSM-Eintragswahrscheinlichkeit ermittelt. Ab einer mittleren bis sehr hohen PSM-Eintragswahrscheinlichkeit wird eine Situationsbeschreibung erstellt. Hier werden wichtige Faktoren miteinbezogen, wie die Bewirtschaftung und bestehende Massnahmen. Bei gegebener Konnektivität wird je nach PSM-Transportart, -Eintragswahrscheinlichkeit und Situationsbeschreibung der Massnahmenbedarf abgeschätzt. Je nach Situationsbeschreibung und Massnahmenbedarf werden aus dem Massnahmenkatalog „Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge“ geeignete Massnahmen ausgewählt (siehe ANNEX 2). Für das ganze TE werden die verschiedenen Eintragungspfade graphisch dargestellt und gegebenenfalls Massnahmen vorgeschlagen.

3.2 Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge

Der zweite Teil der Methode zur Beurteilung der GAK und der PSM-Eintragswahrscheinlichkeit in Gewässer ist ein Massnahmenkatalog, der bei der Auswahl geeigneter Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge hilft.

Wenn für Parzellen/ Feldschläge eine mittlere bis sehr hohe PSM-Eintragswahrscheinlichkeit ermittelt wurde, besteht hier abhängig von der jeweiligen Situation ein mittlerer bis hoher Massnahmenbedarf. Anhand der Konnektivität und der Eintragspfade können mittels des Massnahmenkatalogs „Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge“ Massnahmen ausgewählt werden. Mit diesen Massnahmen soll vorrangig die Konnektivität unterbrochen und der PSM-Transport minimiert werden.

Der Massnahmenkatalog besteht aus drei Teilen:

1. Massnahmen zur Unterbrechung der Konnektivität,
2. Massnahmen zur Unterbrechung des PSM-Transports im Feld und
3. Massnahmen zur Beseitigung von PSM-Quellen auf dem Hof.

Soweit als möglich und insbesondere dann, wenn diese Massnahmen zu wenig Erfolg versprechen, muss eine Reduktion des PSM-Einsatzes beim Anbau (Anpassung Mittelwahl, Reduktion der Mengen, Anpassung der Fruchtfolge bzw. der Ackernutzung) in Betracht gezogen werden.

4 Kartierungsergebnisse

4.1 PSM-Eintragspfade

In den kartierten Parzellen/Feldschlägen wurde als wichtigster Eintragspfad die Versickerung in Drainagen festgestellt (siehe Abbildungen 7-12). In einigen Fällen wurden Run-off und Drift als direkte bzw. indirekte Eintragspfade ermittelt.

Versickerung in Drainagen: In der Ebene spielt der PSM-Eintrag über Drainagen eine Rolle. Dabei spielt der Tongehalt eine wesentliche Rolle. Bei geringem Tongehalt werden präferentielle Fliesswege (Wurmröhren) rasch wieder aufgefüllt, was zu einer Versickerung durch die Bodenmatrix und somit zu wesentlich verlangsamten Transportwegen führt. Bei höherem Tongehalt dagegen erhöhen Wurmröhren den Wasserabfluss und damit den PSM-Eintrag in Gewässer.

Run-off: Der direkte und indirekte Gewässeranschluss ist in vielen Fällen durch grosszügige Pufferstreifen bereits heute unterbrochen. Der Transport ist in der Ebene durch die geringe Neigung meist gering. In einzelnen Gebieten kann es durch die Hanglänge und Bearbeitung zu Run-off in Strassenschächte und/oder entlang den Fahrspuren kommen (siehe Abbildung 9).

Drift: Zur Anwendung von driftreduzierender Technik können keine Aussagen gemacht werden. Diese wird Thema der vorgesehenen Betriebsberatung sein.

4.2 Konnektivität

Die Konnektivität wurde in Drainagen, direkten und indirekten Gewässeranschluss unterteilt und ist auf den folgenden Seiten in Kartenform dargestellt.

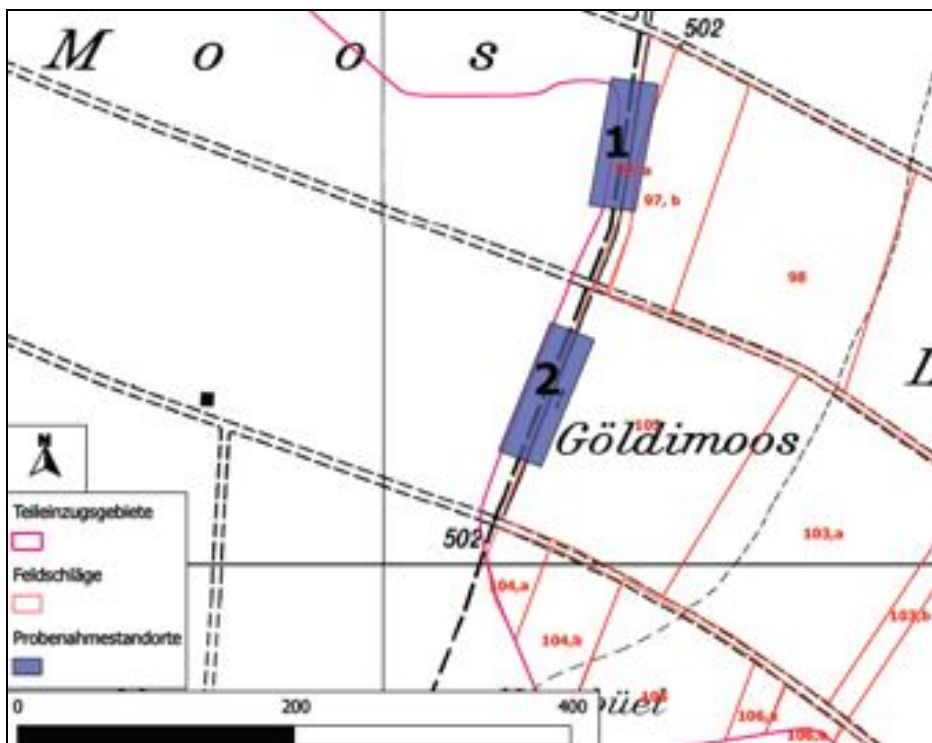
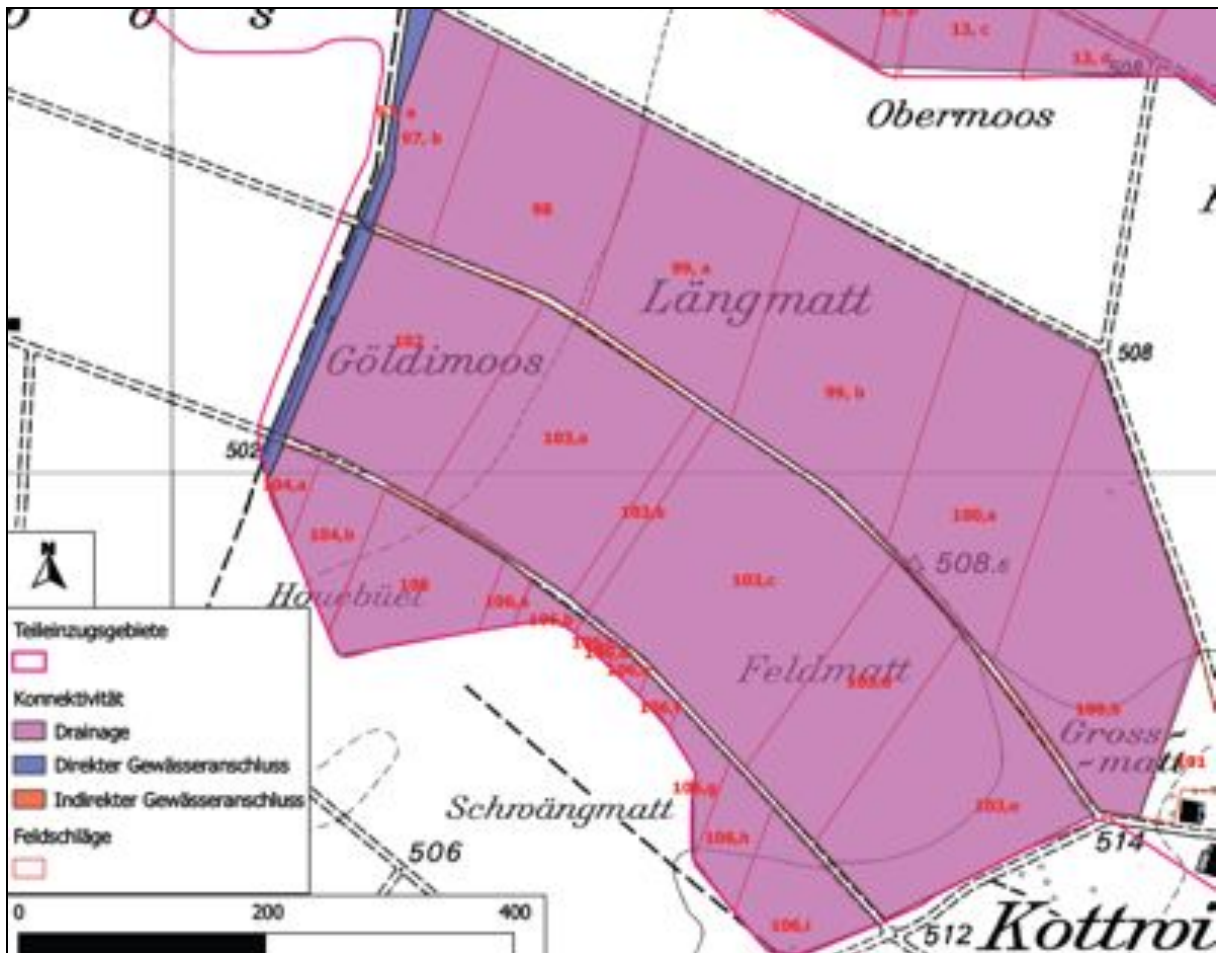


Abbildung 4 und 5: Konnektivität (oben) für Probenahmestandorte 1 und 2 (unten).

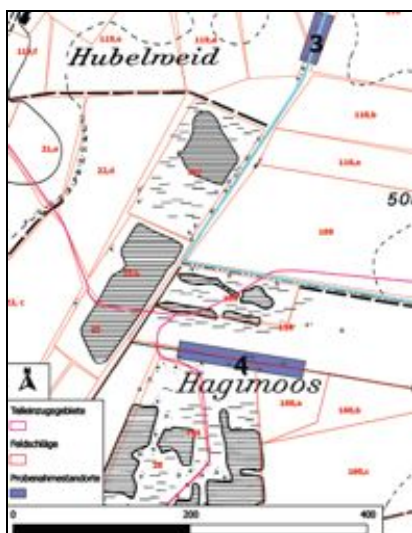
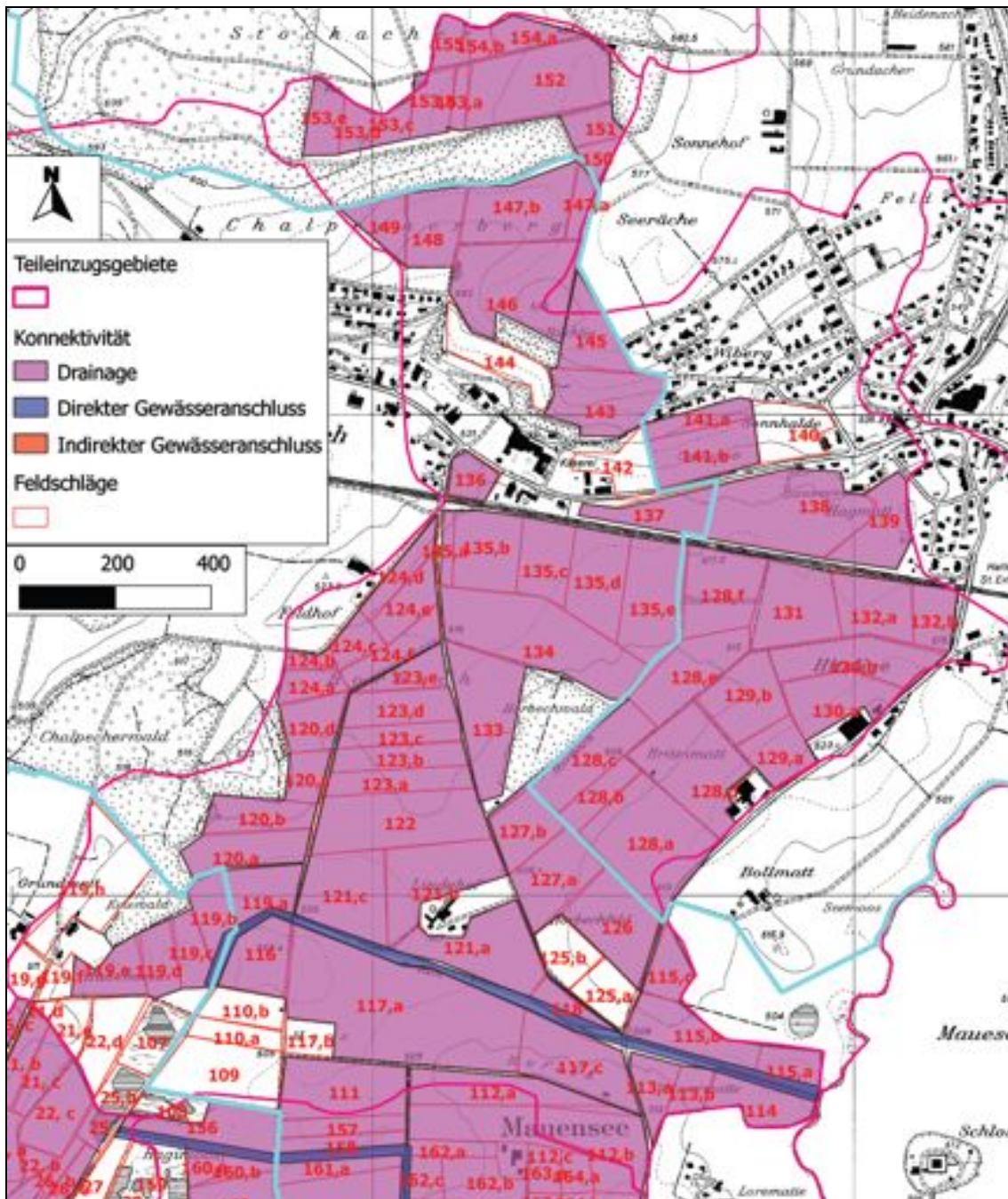


Abbildung 6: Konnektivität für Probenahmestandort 3.

Abbildung 7: Probenahmestandorte 3 und 4.

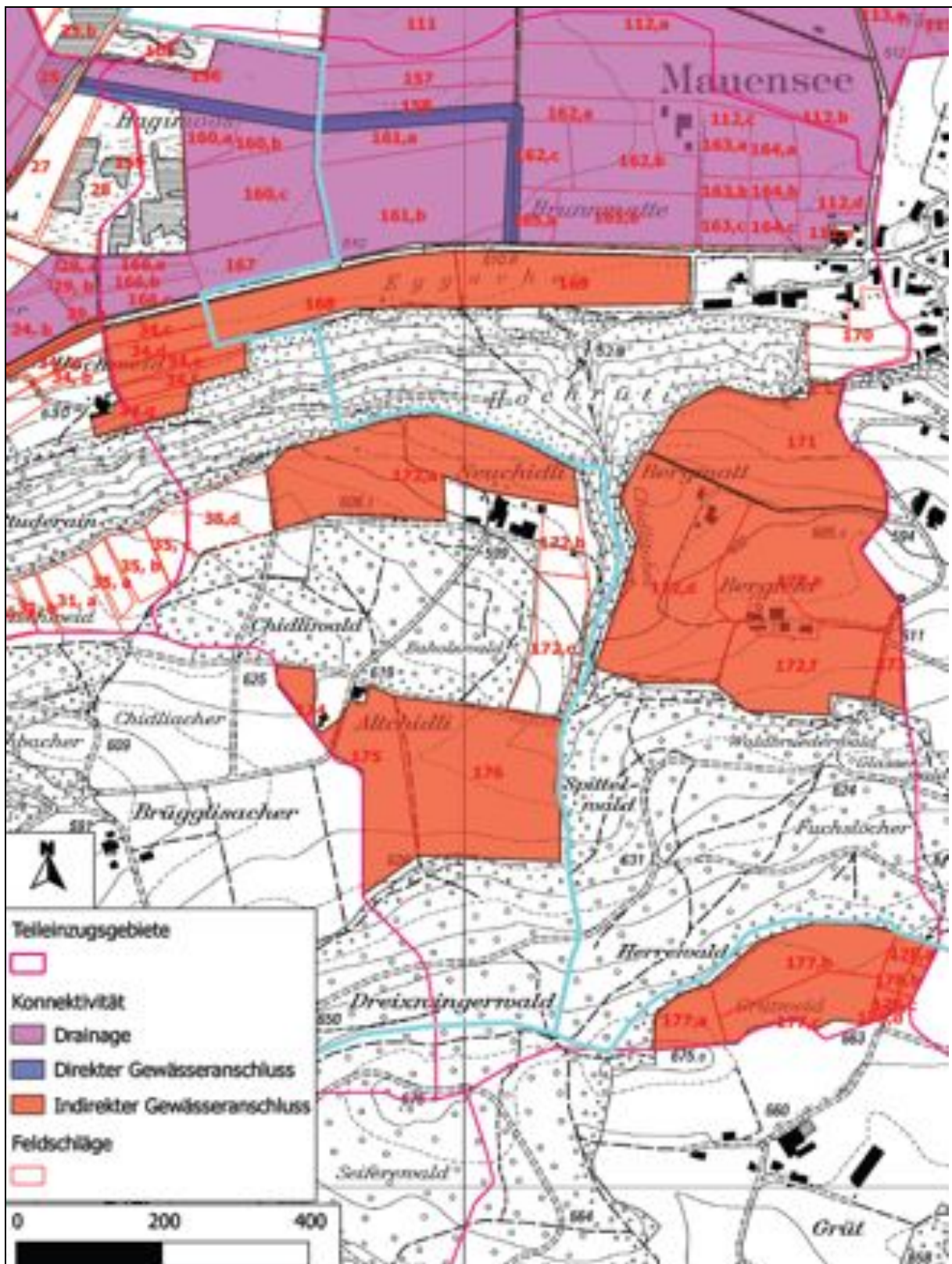


Abbildung 8: Konnektivität für Probenahmestandort 4.

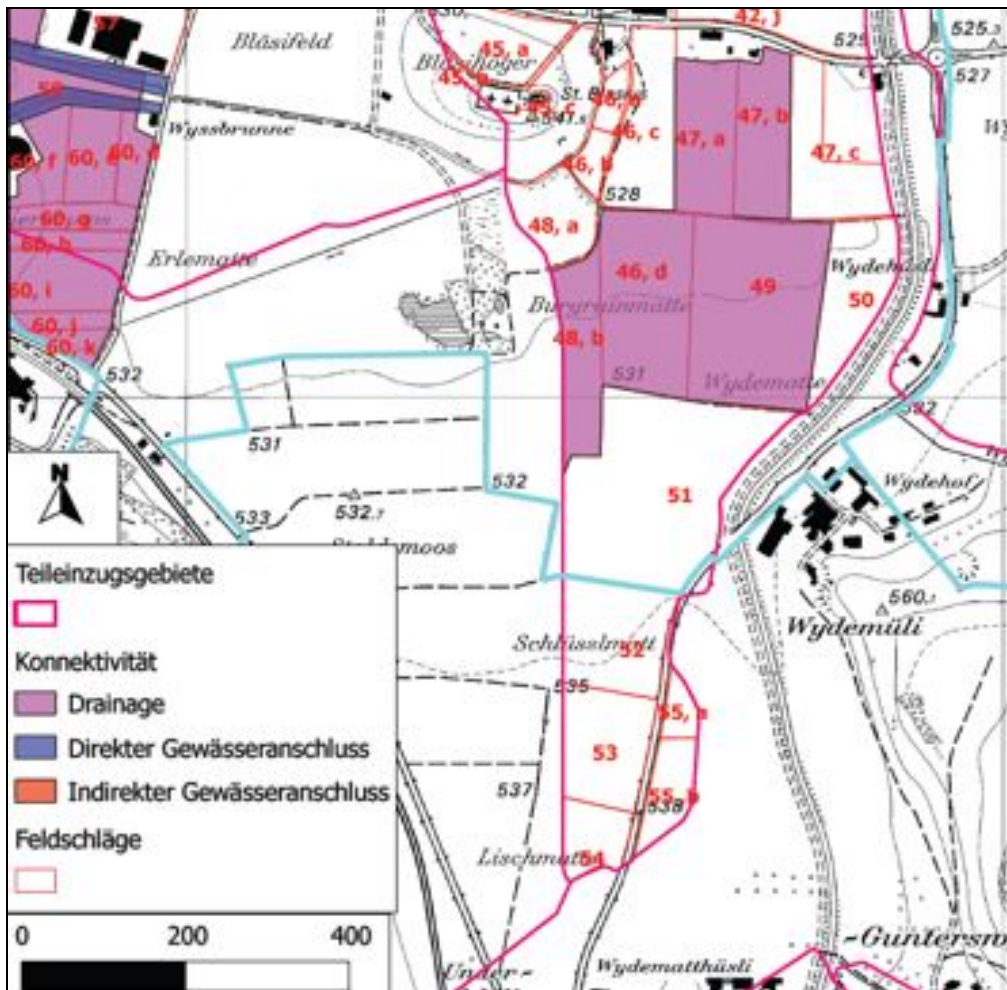


Abbildung 9: Konnektivität für Probenahmestandort 5.

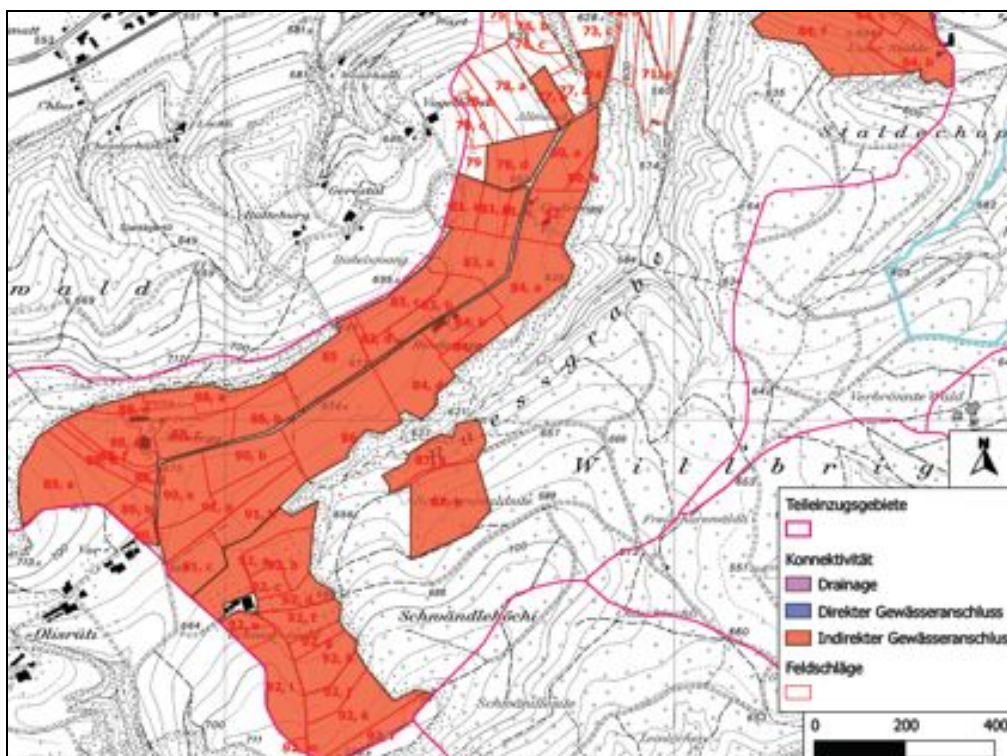


Abbildung 10: Konnektivität für Probenahmestandort 6.

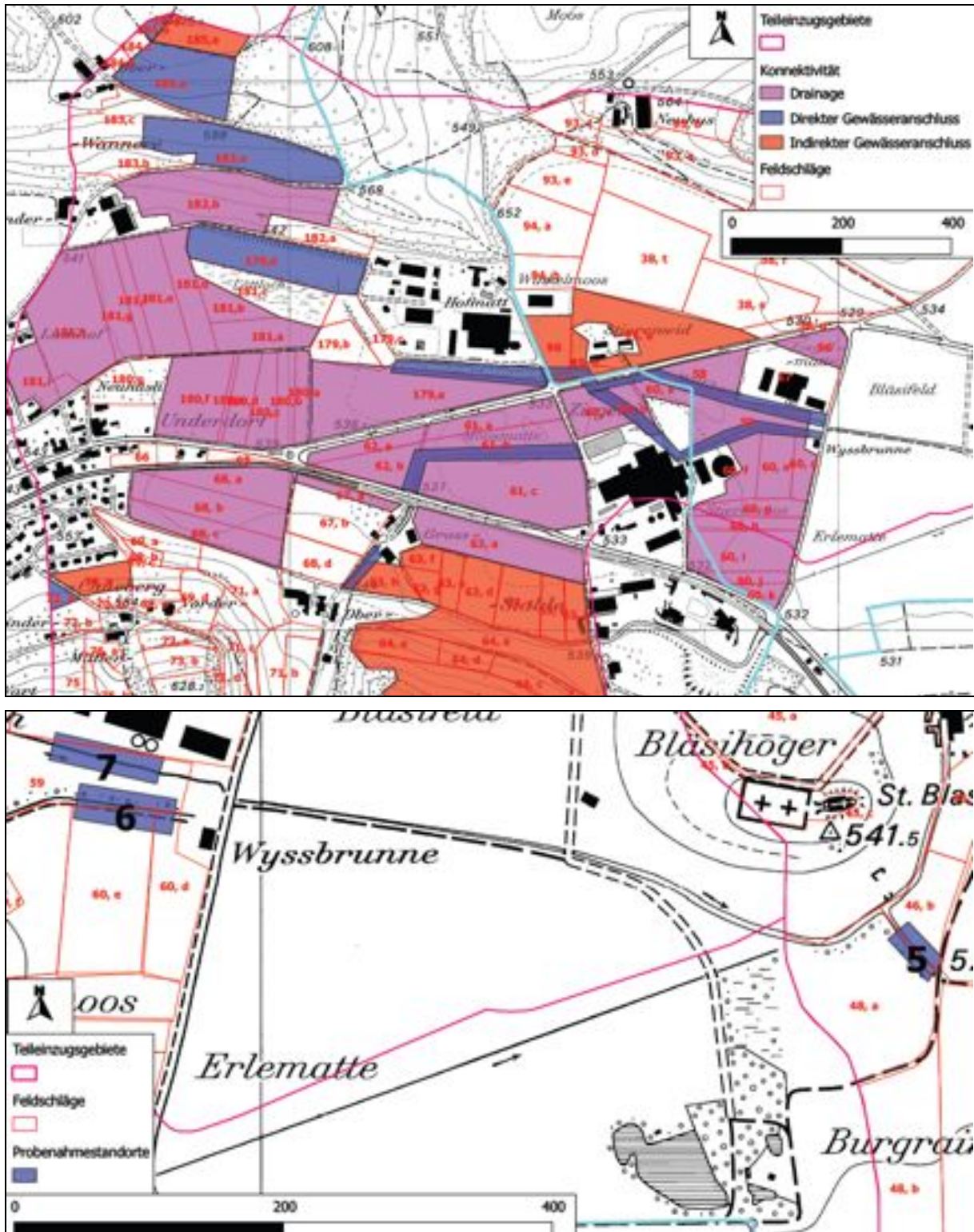


Abbildung 11 und 12: Konnektivität für Probenahmestandorte 6 und 7 (oben) sowie Probenahmestandorte 5-7 (unten).

4.3 PSM-Eintragswahrscheinlichkeit

Mit den am Computer und im Feld ermittelten Daten wurde mit Hilfe der Anleitung zur Beurteilung der Gewässeranschlusskarte (GAK) und der PSM-Eintragswahrscheinlichkeit in Gewässer die PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für jeden Feldschlag innerhalb des TE ermittelt (s. Karten auf folgenden Seiten).

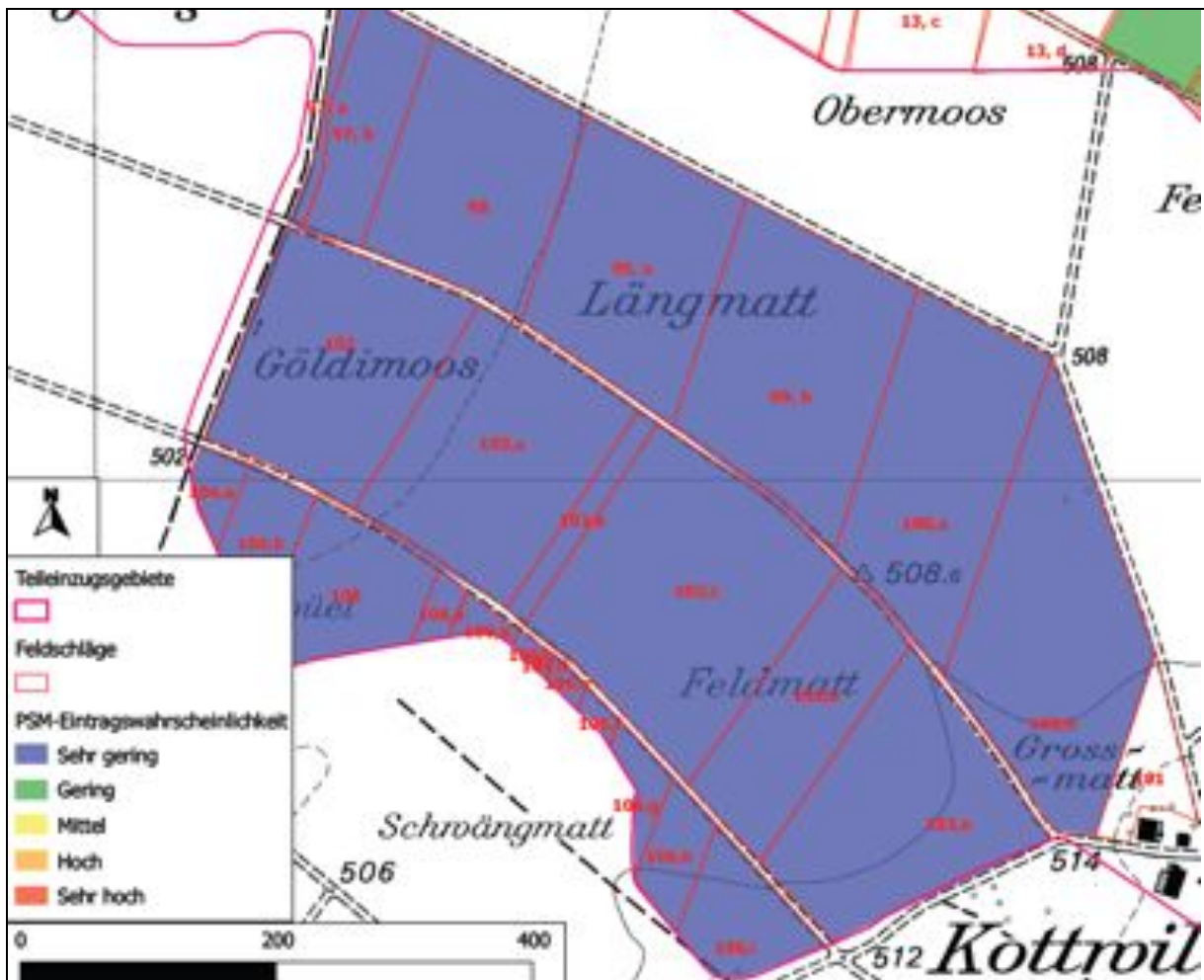


Abbildung 13: PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für TE Probenahmestandorte 1 und 2.

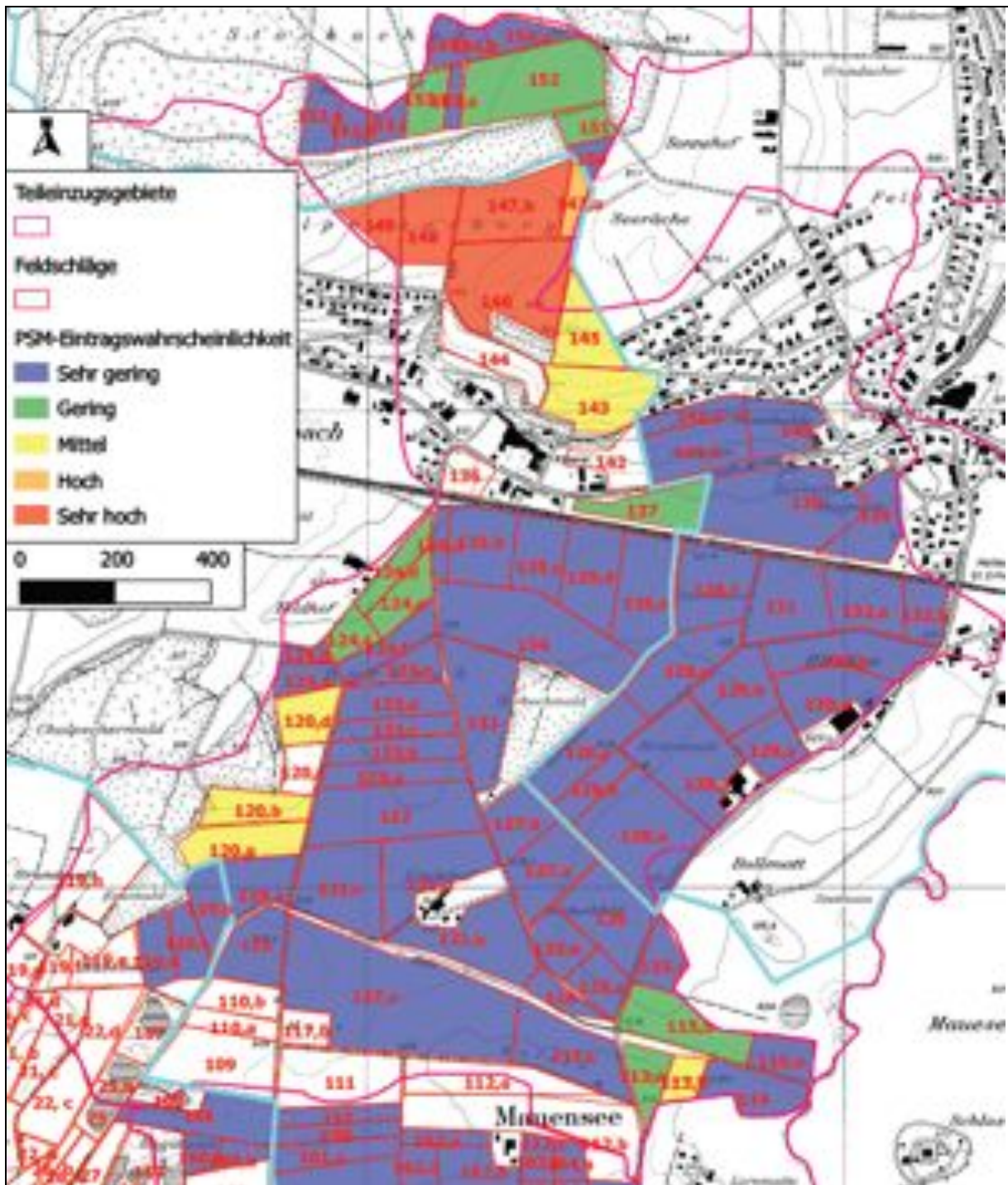


Abbildung 14: PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für TE Probenahmestandort 3.

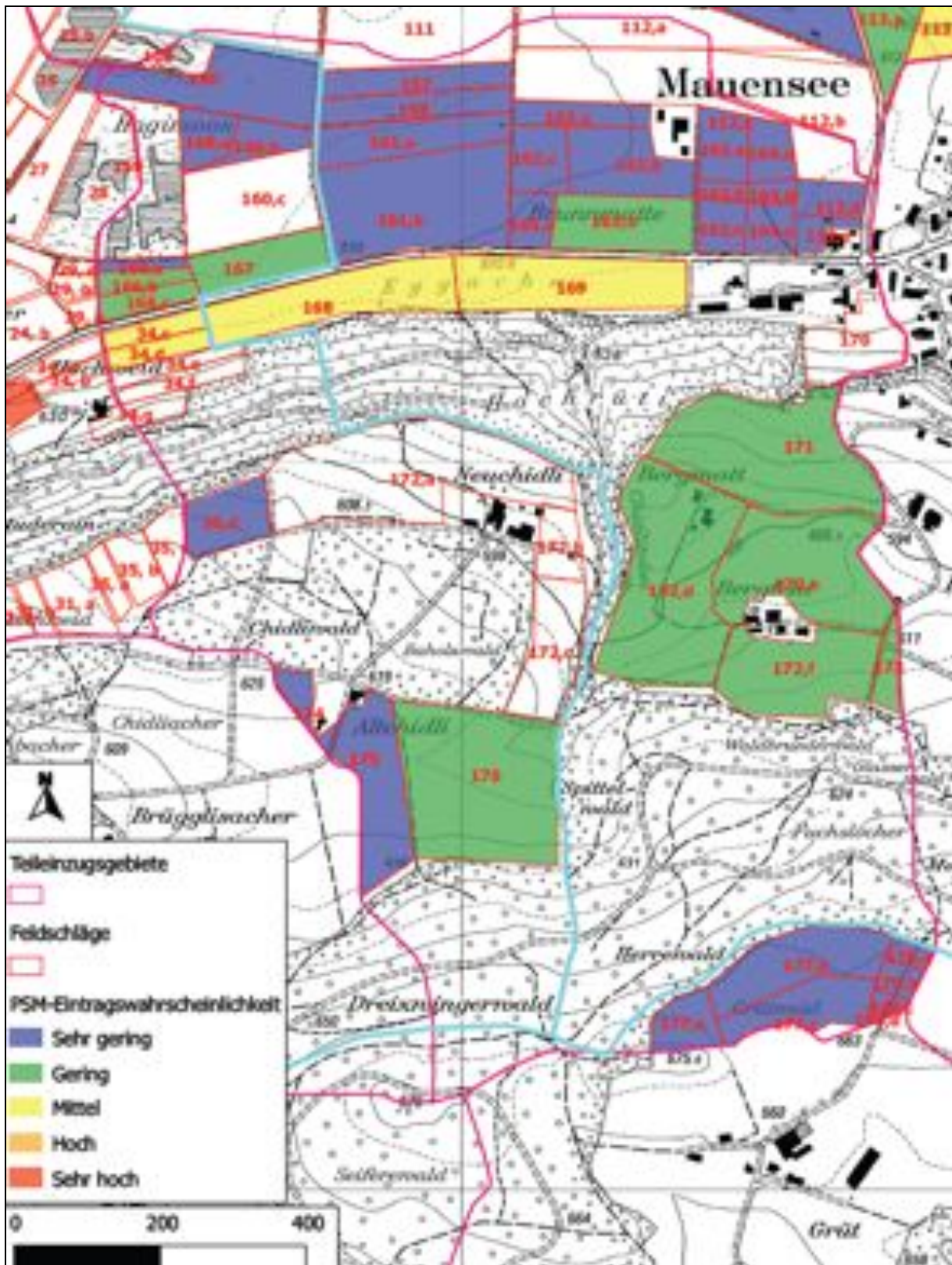


Abbildung 15: PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für TE Probenahmestandort 4.

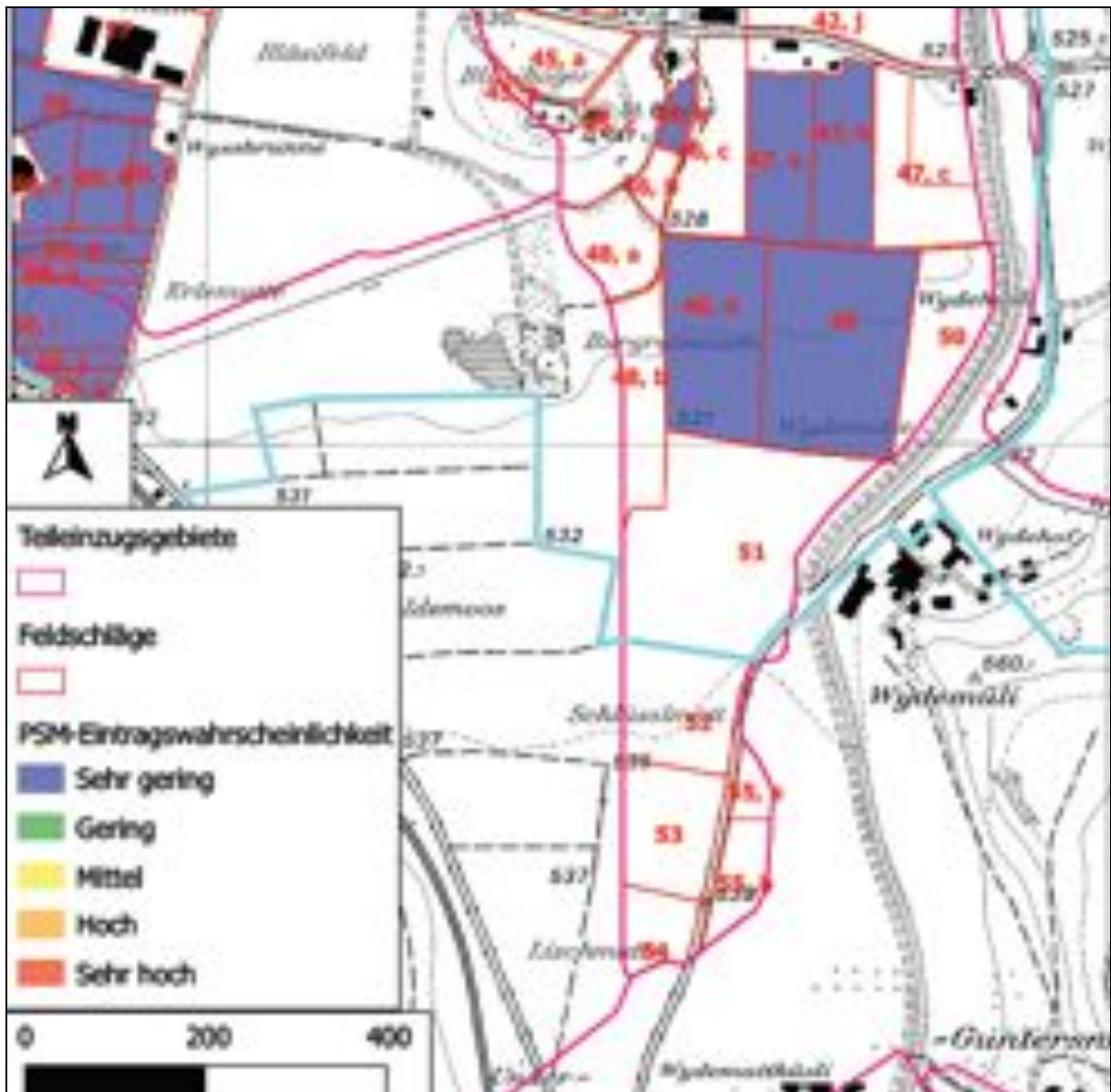


Abbildung 16: PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für TE Probenahmestandort 5.

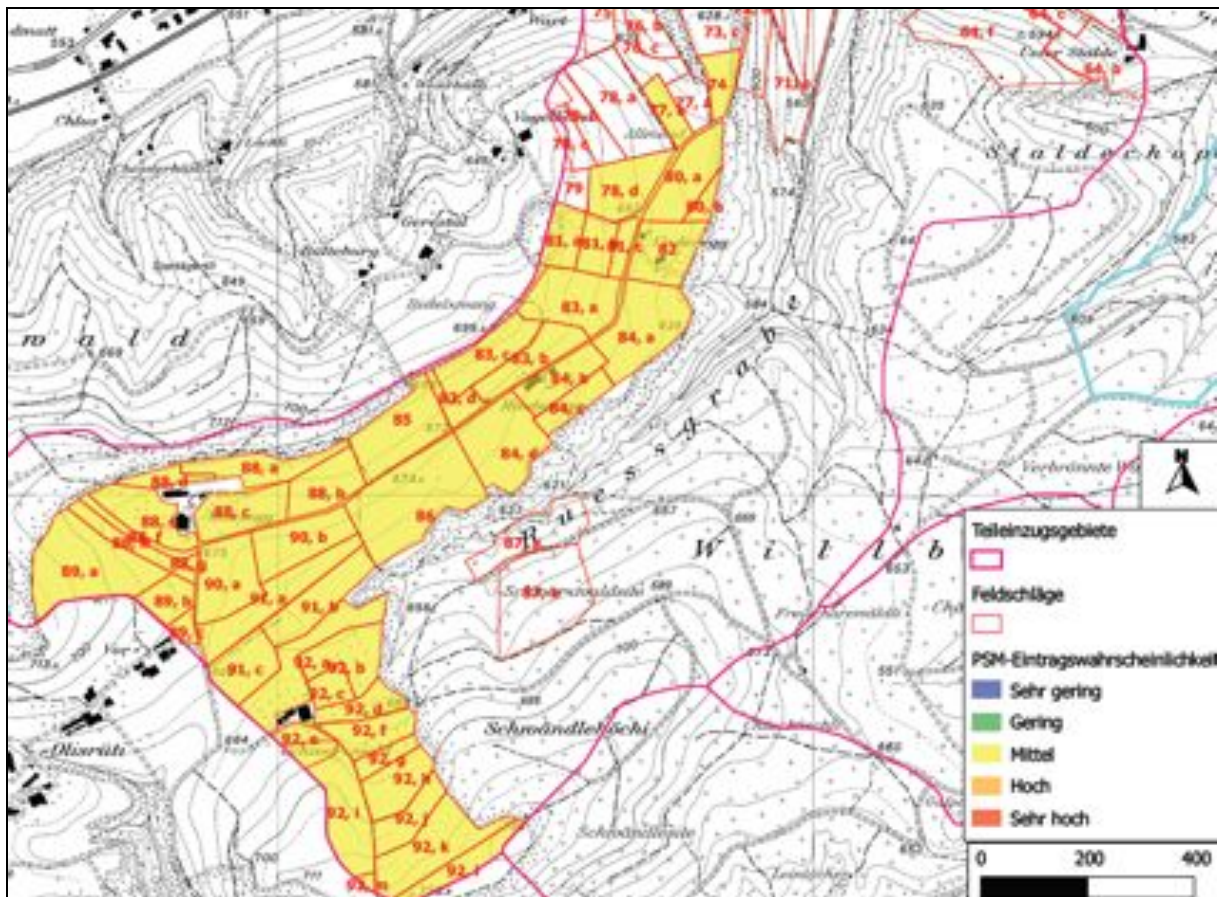


Abbildung 17: PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für TE Probenahmestandort 6.

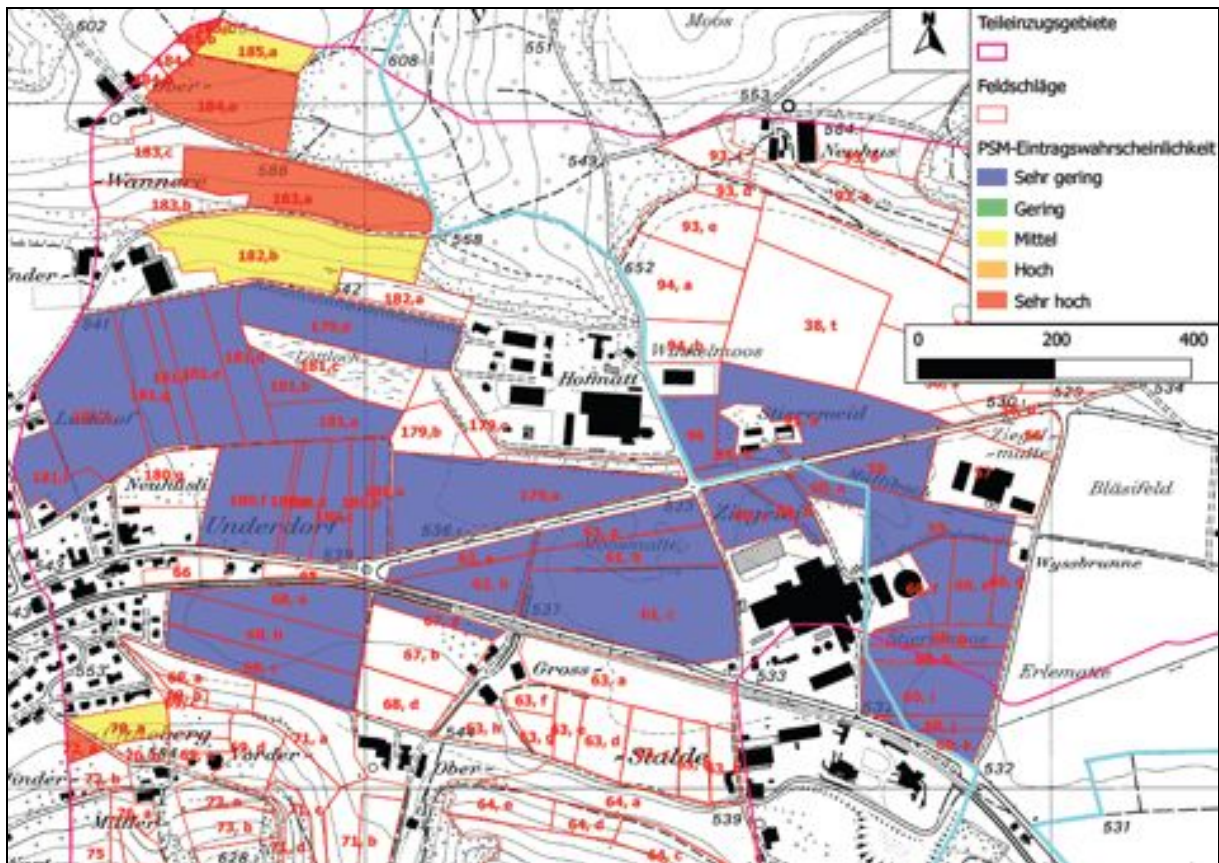


Abbildung 18: PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für TE Probenahmestandort 7.

4.4 Massnahmenvorschläge als Beratungshilfe

Für die Feldschläge mit mittlerer bis sehr hoher PSM-Eintragswahrscheinlichkeit wurde je nach PSM-Transportart, -Eintragswahrscheinlichkeit und Situationsbeschreibung ein Set von geeigneten Massnahmen zusammengestellt (s. Karten auf den folgenden Seiten). Diese können als Hilfestellung dienen für die vorgesehene Beratung und als Basis für die Etablierung eines geeigneten Anreizsystems, welches die Bewirtschafter auf freiwilliger Basis zur Realisierung wirksamer Massnahmen motivieren soll.

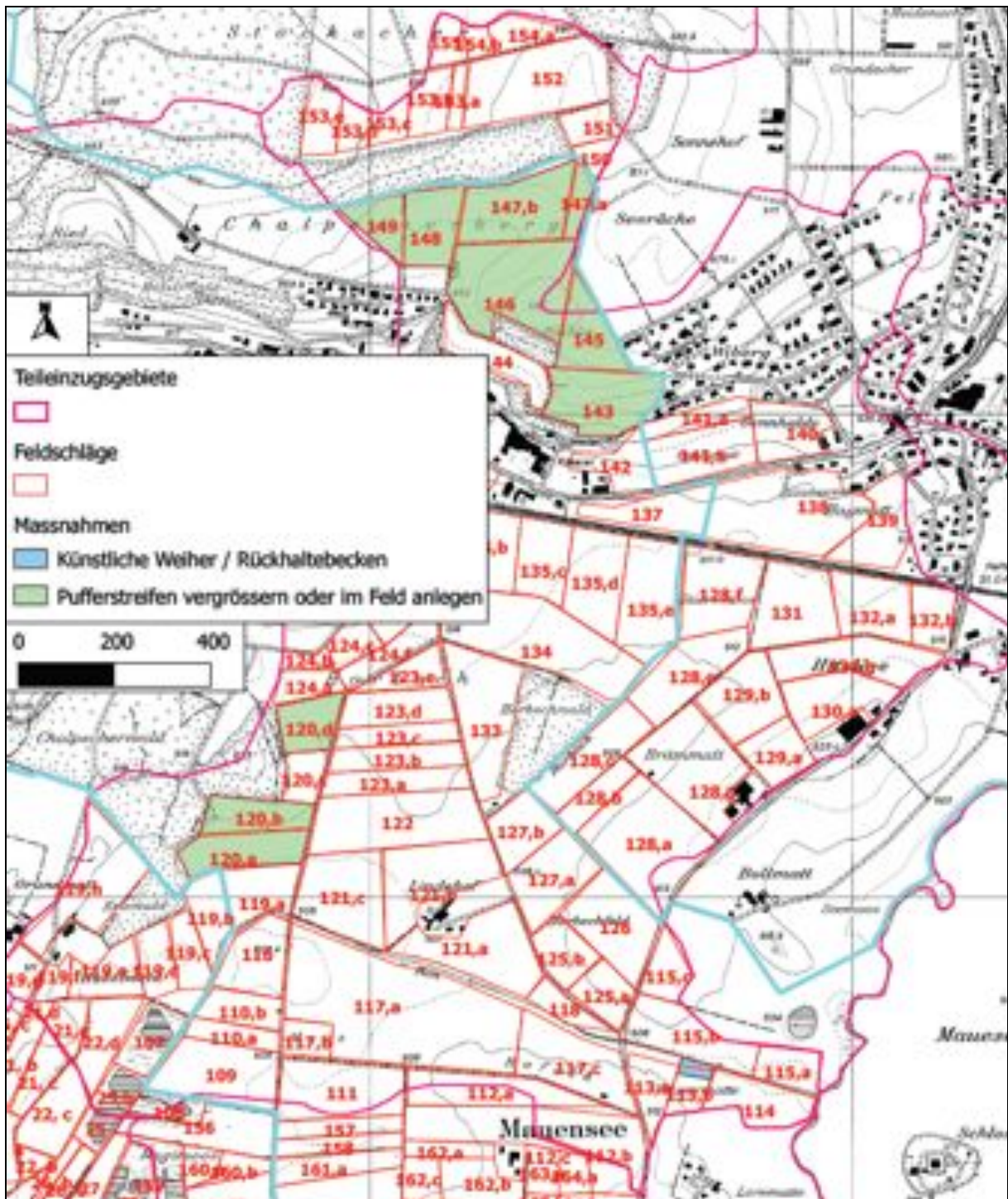


Abbildung 19: Provisorische Massnahmenvorschläge für TE Probenahmestandort 3.

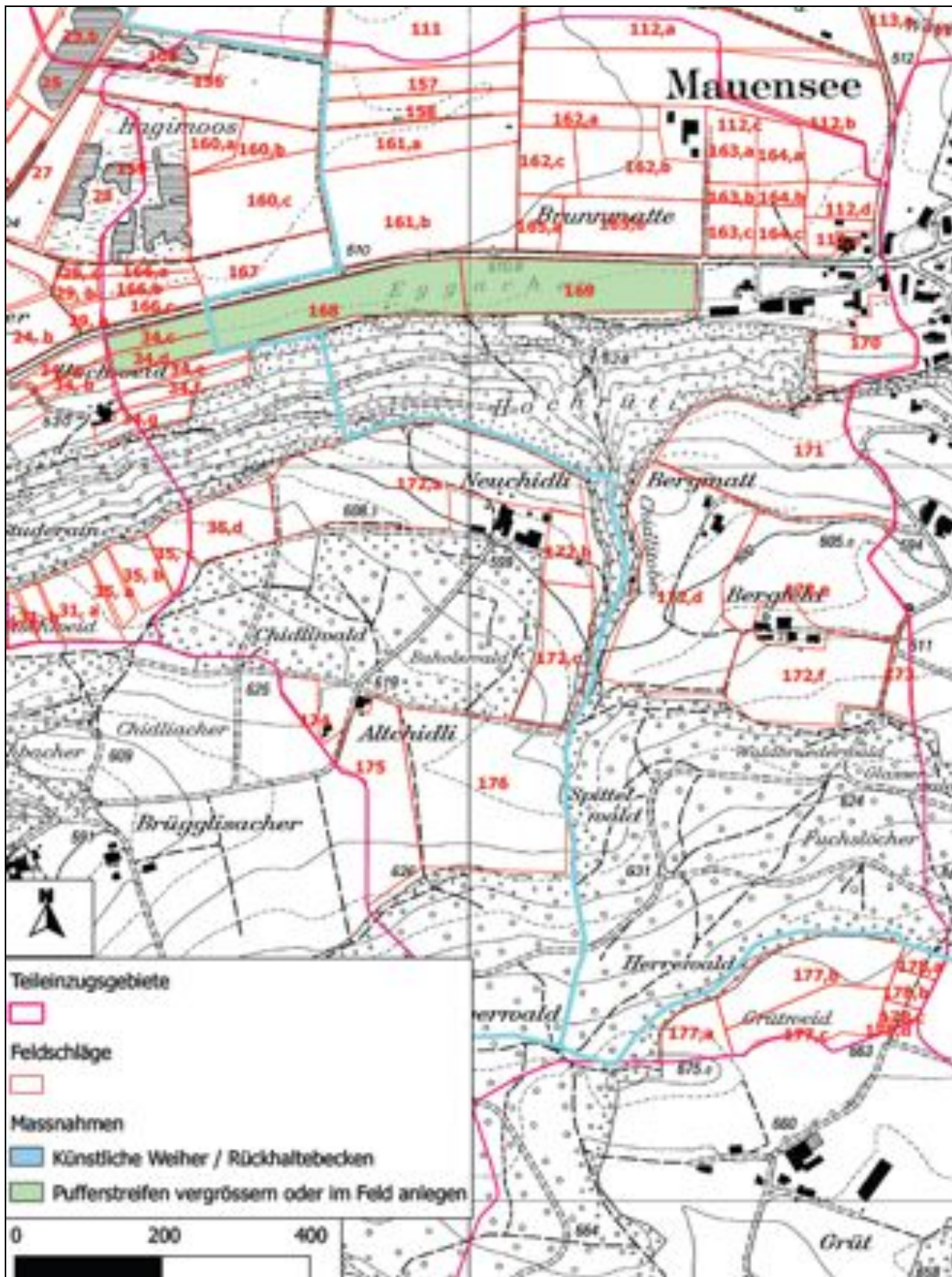


Abbildung 20: Provisorische Massnahmenvorschläge für TE Probenahmestandort 4.

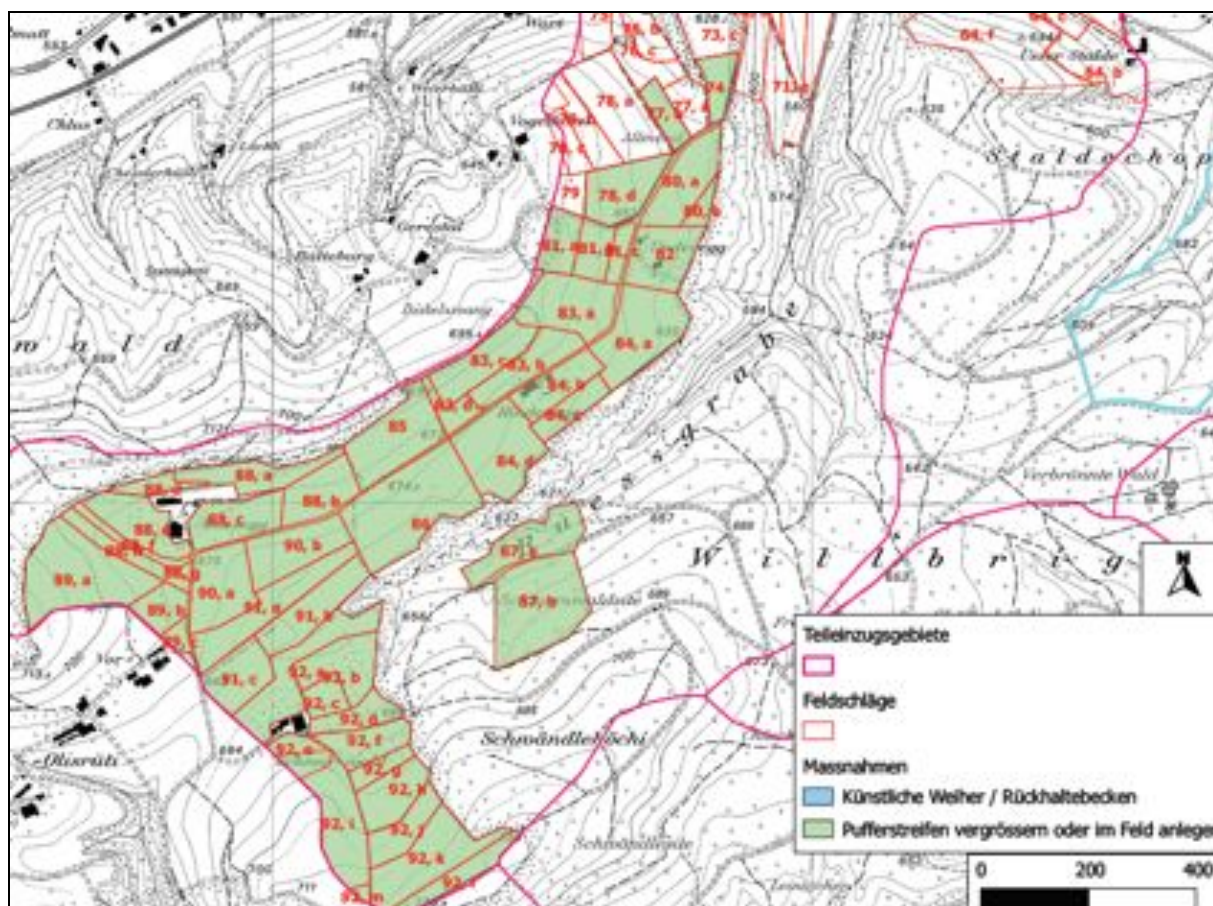


Abbildung 21: Provisorische Massnahmenvorschläge für TE Probenahmeort 6.

5 Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Pilotprojektes war es, auf der Basis wesentlicher Vorarbeiten aus dem Win⁴-Projekt und unter Einbezug der bereits vorhandenen raumbezogenen Daten eine einfache, praxistaugliche Kartierungs- und Bewertungsmethodik zu entwickeln, um ackerbauliche Risiken für erhöhte Pestizideinträge in Gewässer zu identifizieren und Massnahmen zu deren Reduktion herzuleiten. Die Methode wurde anhand einer Feldkartierung von fünf Wassereinzugsgebieten in den Gemeinden Alberswil und Mauensee ausgetestet und optimiert. Gleichzeitig wurden im Rahmen einer Bachelorarbeit die Oberflächengewässer, welche die kartierten Einzugsgebiete entwässern, mithilfe einer Bioindikationsmethode beprobt und der Gewässerzustand bewertet.

Die Resultate des Projektes bilden die Grundlage für ein vorgesehenes Gewässerschutz-Pilotprojekt nach Art. 62a des Gewässerschutzgesetzes. Dieses soll gemeinsam mit dem anlaufenden Vernetzungsprojekt und soweit als möglich auch mit dem Landschaftsqualitätsprojekt auf Betriebsebene über eine Beratung und ein Anreizsystem umgesetzt werden. Durch das gemeinsame Vorgehen sollen Synergien zwischen diesen Nachhaltigkeitsbereichen gezielt genutzt werden können, indem beispielsweise neue Ökoflächen so angelegt werden, dass sie neben einer Erhöhung der Biodiversität auch die Abschwemmung von Pestiziden in Oberflächengewässer vermindern. Zugleich sind die meisten Massnahmen geeignet, gleichzeitig die Bodenerosion zu minimieren.

Die durchgeführten Erhebungen des Ist-Zustandes der Gewässer bilden die Basis für ein Monitoring, mit welchem die Auswirkungen der umgesetzten Massnahmen untersucht werden sollen.

Literatur

ALDER, S., 2012: Modellierung des Gewässeranschlusses von potentiell erosionsgefährdeten Flächen im schweizerischen Mittelland. Masterarbeit, Universität Bern, Bern.

ALDER, S., HERWEG, K., LINIGER, H. UND PRASUHN, V., 2013: Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Gewässeranschlusskarte der Erosionsrisikokarte der Schweiz (ERK2) im 2x2-Meter-Raster. Im Auftrag des BAFU und des BLW. 55 S.

BASF, 2013: Gewässerschutz erhält die Vielfalt von Pflanzenschutzmitteln und erfüllt gesellschaftliche Erwartungen. Praktischer Ratgeber für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft.

BAFU (2010). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Makrozoobenthos – Stufe F (flächendeckend). Umwelt Vollzug, Gewässerschutz, Bern.

BÜHLER, L. UND DANIEL, O., 2013: PSM Eintrag ins Gewässer (noch unveröffentlicht)

BÜHLER, L. UND DANIEL, O., 2012: Win4 Zwischenbericht vom Nov. 2012. Im Auftrag des BAFU. 13 S.

BÜHLER, L. UND DANIEL, O., 2013b: Pilotbetrieb Seedorf. 8 S.

BURKHARDT, M., STAMM, C., SINGER, H., WAUL, C. UND MÜLLER, S., 2005: Surface runoff and transport behaviour of sulfonamides and tracers after manure application on grassland. *Journal of Environmental Quality* 34:1363 - 1371.

BUWAL (1998). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz: Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz 26, Bern.

DOPPLER, T., CAMENZULI, L., HIRZEL, G., KRAUSS, M., LÜCK, A. UND STAMM, C., 2012: The spatial variability of herbicide mobilization and transport: a field experiment at catchment scale. *Hydrology and Earth System Sciences* 16: 1947 - 1967. <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/16/1947/2012/hess-16-1947-2012.pdf>.

FLURY, M., FLÜHLER, H., JURY, W.A. UND LEUENBERGER, J., 1994: Susceptibility of soils to preferential flow of water: a field study. *Water Resources Research* 30(7): 1945 - 1954.

FREY, M. P., KONZ, N., STAMM, C. UND PRASUHN, V., 2011: Identifizierung von Flächen, die überproportional zur Gewässerbelastung beitragen. *Agrarforschung Schweiz*. 2, 156-161.

FREY, M. P., KONZ, N., STAMM, C. UND PRASUHN, V., 2011b: Machbarkeitsstudie Kartierung beitragender Flächen. Eawag, ART Reckenholz-Tänikon, Dübendorf, Zürich.

GISLER, S., LINNIGER, H.P., PRASUHN, V., 2010: Technischer Bericht zur Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz im 2x2-Meter-Raster (ERK2). ART Zürich und CDE Uni Bern, 108 S.

GISLER, S., H.P. LINIGER, V. PRASUHN. 2011: Erosionsrisikokarte im 2x2-Meter-Raster (ERK2). Agrarforschung Schweiz 2: 142-147.

HAHN, C., V. PRASUHN, C. STAMM, AND R. SCHULIN. 2012: Phosphorus losses in runoff from manured grassland of different soil P status at two rainfall intensities. Agriculture, Ecosystems and Environment 153:65-74.

JOOS, O. UND BÜHLER, L., 2013: Anleitung zur Beurteilung der Gewässeranschlusskarte (GAK) und der Pflanzenschutzmittel-Eintragswahrscheinlichkeit in Gewässer.

JOOS, O. UND BÜHLER, L., 2013B: Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge.

LAZZAROTTO, P., V. PRASUHN, E. BUTSCHER, C. CRESPI, H. FLÜHLER, AND C. STAMM. 2005: Phosphorus export dynamics from two Swiss grassland catchments. Journal of Hydrology 304:139 - 150.

LEU, C., H.P. SINGER, C. STAMM, S.R. MÜLLER, R.P. SCHWARZENBACH. 2004: Simultaneous assessment of sources, processes, and factors influencing herbicide losses to surface waters in a small agricultural catchment Environ. Sci. Technol. 38:3827 - 3834.

PRASUHN, V., LINIGER, H., HURNI, H., FRIEDLI, S., 2007: Bodenerosions-Gefährdungskarte der Schweiz. Agrarforschung, 14 (3), 120-127.

SINGER, H., H.-G. ANFANG, A. LÜCK, A. PETER, AND S. MÜLLER. 2005: Pestizidbelastung von Oberflächengewässern. Auswirkungen der ökologischen Massnahmen in der Landwirtschaft. gwa 2005:879 - 886.

STAMM, C., DOPPLER, T., PRASUHN, V. UND SINGER, H., 2012: Standortgerechte Landwirtschaft bezüglich der Auswirkung von landwirtschaftlichen Hilfsstoffen auf Oberflächengewässer. Projekt-Schlussbericht. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf.

Verwendete Datengrundlagen

Gewässeranschlusskarte mit erweitertem Gewässernetz GAK von <http://map.geo.admin.ch/?topic=blw>, zuletzt abgerufen am 20.11.2013.

Erosionsrisikokarte ERK2 von <http://map.geo.admin.ch/?topic=blw>, zuletzt abgerufen am 20.11.2013.

Karte mit landwirtschaftlich genutzten Flächen und Biodiversitätsförderflächen von <http://www.geo.lu.ch/map/landwirtschaft/?FOCUS=647983:221511:50000&BASEMAP=G>, zuletzt abgerufen am 20.11.2013.

Gewässernetzkarte von <http://www.geo.lu.ch/map/gewaessernetz/?&FOCUS=647976:221756:50000&BASEMAP=G>, zuletzt abgerufen am 20.11.2013.

Orthofotos von <https://maps.google.ch/>, zuletzt abgerufen am 20.11.2013.

ANNEX 1: Anleitung zur Beurteilung der Gewässeranschlusskarte (GAK) und der Pflanzenschutzmittel-Eintragswahrscheinlichkeit in Gewässern.

Ablauf

1. Vorbereitung für Feldbegehung

- Karten- und Datenmaterial besorgen (siehe unten bei notwendiges Material)
- Unterteilung des Einzugsgebietes (EZG) in Teileinzugsgebiete (TE)
- Einteilung der Parzellen oder Feldschläge des TE anhand Luftbildaufnahmen (Orthofotos) vornehmen und durchnummerieren
- Fliessgewässer, entwässerte Wege und Strassen im Einzugsgebiet (EZG) anhand Gewässernetzkarte bestimmen
- Parzellen, die keine Pflanzenschutzmittel-Quelle (PSM-Quelle) darstellen bzw. ohne PSM-Einsatz (z.B. Wiesen, Weiden) anhand Orthofotos und Karte mit landwirtschaftlich genutzten Flächen und Biodiversitätsförderflächen ausschliessen
- PSM-Eintragspfade der Parzellen bestimmen (z.B. direkter Gewässeranschluss, Strassenentwässerung, Drainagen)
- Standortfaktor Erosionsrisiko anhand ERK2 beurteilen
- PSM-Eintragswahrscheinlichkeit mit Tabellen 1 und 2 vorläufig abschätzen

Die Ergebnisse der Vorbereitung werden anschliessend je nach Möglichkeit mit einer GIS-Anwendung (z.B. QGIS) oder von Hand in die Karten integriert.

2. Feldbegehung

- Überprüfung der bestimmten Fliessgewässer, entwässerten Wege und Strassen im Einzugsgebiet (EZG)
- Überprüfung der ausgeschlossenen Parzellen, die keine Pflanzenschutzmittel-Quelle (PSM-Quelle) darstellen bzw. ohne PSM-Einsatz (z.B. Wiesen, Weiden)
- Überprüfung der PSM-Eintragspfade der Parzellen
- Überprüfung der geschätzten PSM-Transporte und EZG der Eintragspfade
- Überprüfung der Beurteilung der Standortfaktoren Erosionsrisiko und Boden
- Situationsbeschreibung unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung

3. Auswertung der Feldbegehung und Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der Einträge

- Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Feldbegehung die PSM-Eintragswahrscheinlichkeit mit Tabellen 1 und 2 erneut abschätzen
- Massnahmen auswählen aus Massnahmenkatalog „Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der Einträge“
- Abgleich mit Massnahmen des Vernetzungs-/ Ressourcenprojekts
- Einbindung in eine gesamtbetriebliche Beratung und Umsetzungsstrategie

4. Weitere notwendige Abklärungen

- Besitzverhältnisse, anhand der Grundstücknummer über Gemeinde zu ermitteln
- Zustimmung zur Umsetzungsstrategie bzw. zu vorgeschlagenen Massnahmen

Notwendiges Material für Felderhebung:

- Gewässeranschlusskarte mit erweitertem Gewässernetz GAK (unter folgendem Link im Katalog: Boden gratis beziehbar: <http://map.geo.admin.ch/?topic=blw>)
- Erosionsrisikokarte ERK2 (unter folgendem Link im Katalog: Boden gratis beziehbar: <http://map.geo.admin.ch/?topic=blw>)
- Karte mit landwirtschaftlich genutzten Flächen und Biodiversitätsförderflächen (beim GIS-Service der Kantone in der Regel gratis beziehbar)
- Gewässernetzkarte (beim GIS-Service der Kantone in der Regel gratis beziehbar)
- Drainagekarten, falls nicht vorhanden, visuell oder über Befragung zu ermitteln
- Orthofotos (unter folgendem Link gratis beziehbar: <https://maps.google.ch/>)
- Katasterparzellen oder Feldschläge (falls nicht vorhanden aus Orthofotos zu ermitteln)
- Bewertungsformular (EXCEL-Tabelle)
- Drainagespaten (falls nicht vorhanden, handelsüblicher Spaten)
- Broschüre „Bodenbeurteilung im Feld“ (für 6 CHF unter folgendem Link bestellbar: <https://www.fibl.org/de/shop/artikel/c/boden/p/1210-bodenbeurteilung.html>)

Anleitung für Bewertungsformular

1. Parzellennummer

Den Parzellen innerhalb des TE wird zur späteren Identifizierung eine Nummer gegeben und in den Orthofotos eingetragen.

2. Beurteilung PSM-Quelle

Im 2. Schritt werden Flächen ausgeschieden, die keine PSM-Quelle darstellen. Dazu gehören Biodiversitätsförderflächen (BFF, ehemals ökologische Ausgleichsflächen), natürliche bzw. langjährige Wiesen (nicht Kunstwiesen im Rahmen einer Fruchtfolge!) und Grasländer/ Weiden. Falls eine Parzelle keine mögliche PSM-Quelle ist, muss nicht weiter beurteilt werden.

3. Beurteilung Konnektivität

Wenn die Parzellen/ Feldschläge eine mögliche PSM-Quelle darstellen, wird anhand GAK und visuell ermittelt, ob sie direkt über Strassenentwässerung oder über Drainagen mit dem Gewässer verbunden sind. Falls eine Parzelle zwar eine mögliche PSM-Quelle ist, aber keine Konnektivität aufweist, muss nicht weiter beurteilt werden.

Falls die Parzelle eine mögliche PSM-Quelle ist und eine Konnektivität besteht, wird die Art der Konnektivität bestimmt:

- 1) Durch Barriere abgegrenzt, keine Drainagen: visuell und über Drainagekarten, falls keine vorhanden visuell oder über Befragung zu ermitteln.
- 2) Über weitere Parzelle verbunden: visuell ermitteln, ob Flächen mit dem Gewässernetz verbunden sind, z.B. durch Rinnen und/oder Unterführungen bei Strassen.
- 3) Drainierte Fläche: über Drainagekarten, falls keine vorhanden visuell oder über Befragung zu ermitteln.
- 4) Drainierte Senke: über Drainagekarten, falls keine vorhanden visuell oder über Befragung zu ermitteln.
- 5) Strassenentwässerung, Schacht: visuell ermitteln, ob Flächen indirekt mit dem Gewässernetz verbunden sind, z.B. Strasse in Abflussrichtung zum Gewässer oder Schacht.
- 6) Direkter Gewässeranschluss: Flächen die direkt an ein Gewässer angrenzen.

4. Beurteilung Lage

Die Lage der Fläche kann mittels topographischer Karte oder visuell ermittelt und in 3 Klassen eingeteilt werden:

- Hang = Fläche mit > 2° Neigung
- Hangfuss = Fläche unterhalb von Hangflächen
- Ebene = Fläche mit < 2° Neigung

5. Beurteilung PSM-Transportart

Die PSM-Transportart wird anhand der Lage und der Bodeneigenschaften visuell beurteilt, falls keine sichtbaren Spuren (Erosion oder Vegetation) erkennbar sind, muss die PSM-Transportart nicht unbedingt beurteilt werden:

- 1) Gesättigter Run-off: Entsteht, wenn der Grundwasserspiegel die Oberfläche erreicht, kommt vor allem in Hangfusslagen vor (auch in der Ebene möglich!).
 - Wird visuell über geringe Vegetationsdichte und geringe Wuchsrösse ermittelt und durch Spatenprobe verifiziert.
- 2) Ungesättigter Run-off: Entsteht, wenn die Infiltrationskapazität des Bodens überschritten wird (Niederschläge > Versickerung), kommt vor allem in Hang- und Hangfusslagen vor. Mögliche Flächen werden mit Hilfe der ERK2 bzw. der GAK vorab ermittelt. Bei leicht geneigten Flächen oder nach dem Übergang vom Hangfuss in die Ebene, ist auf Oberflächenverschlammung zu achten.
 - Wird visuell anhand von Verschlammungsspuren und/oder anhand der Bodenart beurteilt (hoher Ton und/oder Schluffgehalt, jeweils >35%).
- 3) Konzentrierter Run-off: Entsteht durch den Zusammenfluss im Gelände, z.B. in Talwegen, Rinnen, Fahrspuren und/oder durch Oberflächenverschlammung.
 - Wird visuell anhand der Topographie und Oberflächenverschlammung bestimmt.
- 4) Drift: Ein potentieller Eintrag über Drift besteht immer, wenn Felder direkt an Gewässer oder entwässerte Strassen anstossen.
 - Wird anhand GAK und topographischer Karte ermittelt und im Feld verifiziert.

6. Beurteilung Standortfaktoren - Erosionsrisiko

Mit Hilfe ERK2 wird das Erosionsrisiko und der prozentuale Anteil der betroffenen Fläche einer Parzelle oder eines Feldschlags abgeschätzt und anschliessend im Feld verifiziert.

Die Einteilung des Erosionsrisikos erfolgt in 3 Klassen:

- 1) Geringes Erosionsrisiko = <41 t/ha pro Jahr
- 2) Mittleres Erosionsrisiko = 41-55 t/ha pro Jahr
- 3) Hohes Erosionsrisiko = >55 t/ha pro Jahr

Bei mittlerem bis hohem Erosionsrisiko wird anschliessend das Ergebnis unter Berücksichtigung des betroffenen, prozentualen Flächenanteils in 4 Erosionsrisikoklassen eingeteilt, Flächen mit geringem Erosionsrisiko müssen nicht weiter beurteilt werden:

- 1) Mittleres Erosionsrisiko auf >25% der Parzelle
- 2) Mittleres Erosionsrisiko auf >50% der Parzelle
- 3) Hohes Erosionsrisiko auf >25% der Parzelle
- 4) Hohes Erosionsrisiko auf >50% der Parzelle

7. Beurteilung Standortfaktoren - Boden

Bei der Beurteilung des Bodens wird visuell ermittelt, ob die Infiltration des Bodens gehemmt ist oder Probleme durch den Bodenwasserhaushalt bestehen. Dabei wird zuerst visuell anhand Spuren von Oberflächenverschlammung, geringer Vegetationsdichte und geringer Wuchsgrösse ermittelt, ob oben genannte Probleme auftreten. Falls Probleme sichtbar sind, wird mittels Spatenprobe (siehe Broschüre „Bodenbeurteilung im Feld“) das Problem ermittelt (z.B. Infiltrationshemmung durch Verdichtung, geringen Humusgehalt oder Oberflächenverschlammung; geringe Durchwurzelung und/oder modriger bis fauliger Geruch durch Verdichtung und/oder Stau- oder Grundwassereinfluss). Die Einteilung erfolgt in folgende 4 Klassen:

- 1) Normal durchlässige Böden = keine Probleme
- 2) Talweg mit Infiltrationshemmung
- 3) Oberflächeninfiltrationshemmung (grossflächig)
- 4) Staunass oder Grundwasser beeinflusst

8. Beurteilung PSM-Eintragswahrscheinlichkeit

Je nach Lage können mit Hilfe der Tabelle 1 (Hang- und Hangfuss) und der Tabelle 2 (Hangfuss und Ebene) die Standortfaktoren (Erosionsrisiko und Boden) anhand der Konnektivität bezüglich der PSM-Eintragswahrscheinlichkeit beurteilt werden.

Tabelle 1: Bewertung PSM-Eintragswahrscheinlichkeit für Hang- und Hangfusslagen (Bühler und Daniel 2013).

Konnektivität	PSM-Eintragswahrscheinlichkeit			
	mittleres Erosionsrisiko		hohes Erosionsrisiko	
	auf >25% der Parzelle	auf >50% der Parzelle	auf >25% der Parzelle	auf >50% der Parzelle
1) Durch Barriere abgegrenzt, keine Drainagen	sehr gering	sehr gering	sehr gering	gering
2) Über weitere Parzelle mit dem (erw.) Gewässernetz verbunden	gering	gering	gering	mittel
3) Drainierte Fläche	gering	gering	gering	mittel
4) Drainierte Senke	mittel	mittel	mittel	hoch
5) Strassenentwässerung, Schacht	mittel	hoch	sehr hoch	sehr hoch
6) Direkter Gewässeranschluss	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch

Tabelle 2: Bewertung PSM- Eintragswahrscheinlichkeit für Hangfusslagen und Ebenen (Bühler und Daniel 2013).

Konnektivität	PSM-Eintragswahrscheinlichkeit			
	Normal durchlässige Böden	Talweg mit Infiltrationshemmung	Oberflächeninfiltrationshemmung	Stauwass, Grundwasser beeinflusst
1) Durch Barriere abgegrenzt, keine Drainagen	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
2) Über weitere Parzelle mit dem (erw.) Gewässernetz verbunden	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
3) Drainierte Fläche	sehr gering	gering	gering	mittel
4) Drainierte Senke	sehr gering	mittel	mittel	hoch
5) Strassenentwässerung, Schacht	gering	mittel	hoch	sehr hoch
6) Direkter Gewässeranschluss	gering	mittel	hoch	sehr hoch

9. Situationsbeschreibung

Von der Beurteilung durch Tabelle 1 und 2 ausgehend, wird ab einer mittleren bis sehr hohen PSM-Eintragswahrscheinlichkeit, eine Situationsbeschreibung erstellt. Hier werden weitere, wichtige Faktoren miteinbezogen, wie die Bewirtschaftung und bestehende Massnahmen.

Die Bewirtschaftung und spezifische Massnahmen (z.B. Pufferstreifen) können auf die Infiltrationskapazität und damit auf ungesättigten Run-off einen Einfluss haben. Die Lage von BFF und Pufferstreifen hat einen Einfluss auf den Transport und die Konnektivität (gegebenenfalls in Karte vermerken!). Bei der Bewirtschaftung wird zwischen bodenkonservierenden Anbaumethoden und Pflugsystem unterschieden. Bei der Bodenbearbeitung mit Pflug wird die Gestaltung des Saatbeets (fein/grob) und aggregatsstabilisierende Massnahmen wie Mulchen berücksichtigt. Auf Grund der Vielfalt der Eintragspfade und deren gegenseitiger Beeinflussung (z.B. Drainagen vs. gesättigten Run-off) kann hier keine pauschale Bewertung der Massnahmenwirksamkeit und des Bewirtschaftungseinflusses aufgezeigt werden. Die Analyse der Eintragspfade hilft jedoch, die zur Auswahl stehenden Massnahmen auszuwählen, zu ermitteln, wie viele davon bereits umgesetzt wurden und abzuschätzen, ob ein weiterer Massnahmenbedarf besteht.

10. Massnahmenbedarf

Bei gegebener Konnektivität wird je nach PSM-Transportart, -Eintragswahrscheinlichkeit und Situationsbeschreibung der Massnahmenbedarf abgeschätzt:

- 1) klein
- 2) mittel
- 3) gross

11. Mögliche Massnahmen

Je nach Situationsbeschreibung und Massnahmenbedarf werden aus dem Massnahmenkatalog geeignete Massnahmen ausgewählt.

12. Darstellung in Karten

Die Parzellen oder Feldschläge werden im EZG durchnummeriert angegeben, um die Feldbeschreibungen zuzuordnen. Zudem werden aus der GAK die Fliessgewässer und entwässerten Strassen korrigiert und übernommen. Für das ganze EZG werden die verschiedenen Eintragspfade graphisch dargestellt und Massnahmen vorgeschlagen.

13. Schritte zur Umsetzung

- Etablierung Anreiz- und Beratungskonzept
- Erhebungen und Beratung Landwirt auf Betriebsebene
- Den beiden Aspekten Punktquellen (siehe BASF-Merkblatt) und Drainageproblematik auf dem Betrieb besondere Beachtung schenken. Zur Vermeidung von Punktquellen müssen die kritischen Punkte, wie Lagerung, Spritzenreinigung etc. gemäss BASF-Merkblatt in direktem Kontakt mit den Landwirten geklärt werden

ANNEX 2: Ermittlung möglicher Massnahmen zur Reduktion der PSM-Einträge

Auswahl der Massnahmen

Wenn für Parzellen eine mittlere bis sehr hohe PSM-Eintragswahrscheinlichkeit ermittelt wurde, besteht hier abhängig von der jeweiligen Situation ein mittlerer bis hoher Massnahmenbedarf.

Anhand der Konnektivität und der Eintragspfade können mittels dieses Katalogs Massnahmen ausgewählt werden. Mit diesen Massnahmen soll vorrangig die Konnektivität unterbrochen und der PSM-Transport minimiert werden.

Zur Unterbrechung der Konnektivität stehen je nach Eintragspfad unterschiedliche Massnahmen zur Verfügung. Einträge über Drift können durch driftreduzierende Technik sowie Hecken reduziert werden; Einträge über Run-off durch Pufferstreifen, Dämme/Gräben, Hecken und Wahl der Feldeinfahrt; Einträge über die Drainage durch Rückhaltebecken oder die Einleitung in grössere Gewässer (siehe Tabelle 1). Unabhängig von der Konnektivität kann der Run-off im Feld durch unterschiedliche Massnahmen reduziert werden (siehe Tabelle 3 und 4).

Falls diese Massnahmen zu wenig Erfolg versprechen, muss eine Einschränkung des PSM-Einsatzes zur Vermeidung einer PSM-Quelle in Betracht gezogen werden.

1. Massnahmen Konnektivität

- **Feldzufahrt:** Die Zufahrt mit dem Traktor aufs Feld sollte nicht in Abflussrichtung erfolgen, um erosionsfördernde Fahrspuren aus dem Feld zu vermeiden. Eine mit Gras bewachsene Feldzufahrt verhindert den Abfluss aus dem Feld.
- **Pufferstreifen gegenüber Gewässern:** In der Schweiz sind 6 m breite Pufferstreifen gegenüber Gewässern vorgeschrieben, um allfälligen Run-off aufzufangen.
- **Pufferstreifen gegenüber entwässerten Strassen:** In der Schweiz sind 0.5 m breite Pufferstreifen gegenüber entwässerten Strassen vorgeschrieben.
- **Hecken gegenüber Gewässern und Strassen:** Erhöhen die Wirkung der Pufferstreifen.
- **Dämme/ Gräben:** Am Feldrand angelegt, erhöhen sie die Pufferwirkung von Pufferstreifen.
- **Künstliche Weiher/ Rückhaltebecken:** Halten Oberflächenabfluss und Drainagewasser zurück und fördern den PSM-Abbau vor der Einleitung in Gewässer, insbesondere bei gut abbaubaren und gut adsorbierenden Stoffen. Herausforderung liegt hier in der Gestaltung (flache Gewässertiefen) und Dimensionierung der Rückhalteweiher (hydrologische Kapazität), die einen grossen Einfluss auf die PSM-Abbaurate und das Rückhaltevermögen des Run-offs haben. Das EU Projekt ArtWet hat sich mit diesen Fragen beschäftigt und Prototypen erstellt.
- **Einleitung in grössere/ schnellerfliessende Gewässer:** Verdünnt belastetes Drainagewasser.
- **Gewässerrenaturierung:** Fördert den PSM-Abbau.

Tabelle 1: Massnahmen zur Unterbrechung/Reduktion der Konnektivität der landwirtschaftlichen Parzelle zum Gewässer.

Eintragspfad	Massnahme	Wirkung	Anwendbarkeit
Drift	Driftreduzierende Technik	hoch	gut
Drift	Hecke	mittel	gut
Run-off	Feldeinfahrt nicht in Abflussrichtung, evtl. begrünt	gering	gut
Run-off	Pufferstreifen gegenüber Gewässer	mittel	gut

Run-off	Pufferstreifen gegenüber entwässerten Strassen	mittel	gut
Run-off	Hecken gegenüber Gewässer/ Strasse	hoch	gut
Run-off	Dämme/ Gräben am Feldrand	hoch	gut
Drainage/Run-off	Künstliche Weiher/ Rückhaltebecken	hoch	schwierig
Drainage	Einleitung in schnellfliessende/ grosse Gewässer	hoch	schwierig

2. Massnahmen PSM-Transport im Feld

- **Konservierende Bodenbearbeitung:** Dauerhafte Bodenbedeckung reduziert Run-off und Erosion.
- **Konturpflug:** Pflügen entlang der Höhenlinien fördert die Infiltration und bremst Run-off und Erosion.
- **Raue Saatbeete:** Eine raue, stabile Oberfläche fördert die Infiltration und bremst Run-off und Erosion.
- **Ganzjährige Bodenbedeckung:** Verhindert Erosion und Ablagerung von Feinsedimenten, die zu Oberflächenverschlammung führen.
- **Konturanbau:** Ansaat entlang der Höhenlinien mit über das Gefälle wechselnden Kulturen. Dadurch können grössere Flächen ohne Bodenbedeckung vermieden werden.
- **Mulchen/ Mulchauflage:** Fördert die Aggregatstabilität des Bodens und die Infiltration durch eine rauere Oberfläche.
- **Doppelte Saatreihen in Talwegen:** Reduziert in Talwegen konzentrierten Run-off, auch Begleitkultur entlang von Talwegen und Fliesslinien möglich.
- **Pufferstreifen im Feld:** Verkürzt die Hanglänge und verhindern die Entstehung von Run-off oder fangen ihn auf.
- **Pufferstreifen entlang von Talwegen:** Erhöht die Effektivität von Pufferstreifen quer zur Fliessrichtung.
- **Feldhecke:** Verkürzt die Hanglänge und verhindern die Entstehung von Run-off oder fangen ihn auf. Effektiver als Grünland-Pufferstreifen.
- **Damm/ Graben:** Verhindert Run-off, insbesondere in der Fahrspur, zwischen Kartoffelhügeln oder entlang der Höhenlinien.
- **Drainagen:** Verhindert Oberflächenabfluss bei grundwassergesättigten oder staunassen Böden. Durch die Drainage kann jedoch auch ein PSM-Eintrag in Gewässer erfolgen.

Tabelle 2: Massnahmen zur Reduktion PSM-Transport im Feld - ungesättigter Run-off.

Massnahme	Wirkung	Anwendbarkeit
Konservierende Bodenbearbeitung	hoch	mittel (nicht auf vernässten und drainierten Böden geeignet)
Konturpflug	mittel	mittel (abhängig von der Parzellenform)
Raue Saatbeete	mittel	mittel (kulturabhängig)
Fruchtfolge mit ganzjähriger Bodenbedeckung	hoch	gut

Konturanbau	mittel	mittel (abhängig von der Parzellenform)
Mulchen/ Mulchauflage	mittel	gut
Doppelte Saatreihen in Talwegen	mittel	gut
Pufferstreifen im Feld	mittel	gut
Pufferstreifen entlang von Talwegen	hoch	gut
Feldhecke	hoch	gut
Damm/ Graben	hoch	gut

Tabelle 3: Massnahmen bezüglich PSM-Transport im Feld - gesättigter Run-off.

Massnahme	Wirkung	Anwendbarkeit
Drainagen	variabel	schwierig (hohe Investition)
Umwandlung des Ackerlandes in Rückhaltebecken, Grasland oder Bio-diversitätsförderflächen (BFF)	Sehr hoch	Nur für ertragsarme Teilflächen geeignet!

3. Massnahmen PSM-Quelle

- **PSM-Produktwechsel:** Der Wechsel zu einem PSM mit derselben gewünschten Wirkung, aber umweltfreundlicheren, chemo-physikalischen Eigenschaften, führt zu einer geringeren PSM-Belastung von Oberflächengewässern, da diese z.B. besser zurückgehalten oder rascher abgebaut werden.
- **Produktform:** Granulate, Saatgutbeizmittel oder die Einarbeitung der PSM in den Boden vermindern die oberflächliche Abschwemmung.
- **Anwendungszeitpunkt:** PSM-Eintrag in Gewässer hängt stark von der Zeitdauer bis zum ersten Niederschlag und dem Grad der Wassersättigung des Bodens zum Anwendungszeitpunkt ab.
- **Angepasste Fruchtfolge und Sortenwahl:** Reduziert den PSM-Einsatz, insbesondere auf Flächen mit hoher PSM-Eintragswahrscheinlichkeit in Gewässer sollte auf PSM intensive Kulturen verzichtet werden.
- **PSM-Menge:** Genaue Diagnosetools und Krankheitsvorhersagen vermeiden präventive Spritzungen und reduzieren PSM-Menge.
- **PSM-Verzicht:** Beim Bio- und Extensoweizenanbau (IP) wird ganz oder teilweise auf PSM-Einsatz verzichtet.
- **Umwandlung der Ackerfläche in Grasland:** Kritische Flächen mit einer tiefen Produktivität können in Grasland oder BFF umgewandelt werden.

Tabelle 4: Massnahmen zur PSM-Reduktion an der –Quelle.

Massnahme	Wirkung	Anwendbarkeit
Produktauswahl	mittel	mittel (Beratung notwendig, da keine Empfehlungen existieren)
Produktform	hoch	gut
Optimaler Anwendungszeitpunkt (lange Zeitdauer ohne Niederschläge)	variabel	variabel (von Qualität der Wetterprognose abhängig. Bei Behandlung von Krankheiten nicht möglich)
Angepasste Fruchtfolge, Verzicht auf PSM intensive Kulturen	hoch	gut (sollte aber langfristig umgesetzt werden)
Auswahl resistenter Sorten	mittel	gut
Reduktion der Menge	hoch	gesetzlich nicht möglich
PSM-Verzicht (Bio), Extenso	hoch	gut (wird durch Kompensationszahlung der Labels unterstützt)
Umwandlung des Ackerlandes in Grasland oder BFF	hoch	gut

Umsetzung der Massnahmen

Dem Landwirt müssen die kritischen Situationen aufgezeigt und mögliche Massnahmen vorgeschlagen werden. Dabei ist nicht nur die Wirksamkeit der Massnahme, sondern auch die Umsetzbarkeit zu berücksichtigen. Dieser Massnahmenvorschlag ist nun in eine gesamtbetriebliche Strategie/ Beratung einzubinden und mit Massnahmen aus anderen Problembereichen abzugleichen. Synergien und Nachteile müssen abgewogen werden, um optimale Kompromisslösungen zu finden und eine zeitliche Umsetzungsstrategie erarbeiten zu können. So muss für einen Betrieb bzw. ein Einzugsgebiet definiert werden, wie viele der angebotenen Massnahmen umgesetzt werden müssen.

Förderung der Biodiversität durch Biodiversitätsförderflächen BFF als Puffer für den Gewässerschutz

Richtig platzierte BFF stellen eine gute Massnahme dar, um als Pufferstreifen Run-off zu vermindern. So wird im landwirtschaftlichen Raum versucht, die Biodiversität durch die Schaffung von geeigneten Lebensräumen zu fördern und gleichzeitig die Gewässerqualität zu verbessern. Neue BFF sollen primär, auf unproduktiven oder schwer zu bewirtschaftenden Flächen zu liegen kommen, damit die Produktion von Lebensmitteln nicht reduziert wird.

Zur Unterbrechung der Konnektivität stehen verschiedene Arten von Pufferstreifen zur Verfügung. Die Pufferstreifen unterscheiden sich in ihrer Lage: Gewässerrand, Feldrand, im Feld, quer zur Abflussrichtung oder längs zur Abflussrichtung und der Bepflanzung: kurzgeschnittene Wiese, Streufläche, Hecke, bepflanzte Sickermulden in Parzellen mit hoher Neigung.

Neben BFF als Puffer kann auf besonders kritischen Flächen, die überproportional viel zu einem PSM-Eintrag beitragen, durch Aufgabe der Produktion auf diesen Flächen eine PSM-Quelle beseitigt werden. Dies trifft vor allem auf vernässten, z.B. durch Hang- oder Grundwasserbeeinflusste oder auf sehr stark drainierte und trotzdem vernässte Flächen zu, da hier bis jetzt noch wenige Massnahmen zur Verfügung stehen und die Flächen meist auch nicht sehr produktiv sind.

Folgende ökobeitragsberechtigte BFF kommen in Frage: Extensiv genutztes Grasland, Streufläche, Hecken, Feld- und Ufergehölz, Saum auf Ackerland.

Eine gute Platzierung der BFF kann zu Synergien zwischen dem Gewässerschutz, Erosionsschutz und der Förderung der Biodiversität führen.