

Gewässerschutz an Strassen, Strassenentwässerung

Teil 1c

Grundlagen für die Zulässigkeitsprüfung
der Einleitung in Oberflächengewässer

Impressum

Arbeitsgruppe TBA und AWEL (in alphabetischer Reihenfolge):

- Hans Häusermann, AWEL
- Felix Hermann, AWEL
- Markus Krüttli, AWEL
- Dirk Göbbels, TBA
- Erich Suter, TBA
- Othmar Aerni, TBA

Externe Unterstützung:

- Felix Rutz, Ilu AG
- Peter Bürkel, BBS Ingenieure

Datum: 03.03.2014

Datei: 01_03_grundlagen_einleitung_oberirdische_gewaesser_teil_1c.doc

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Generelle Bemerkungen	4
1.2	Dokumente	4
1.3	Grundlagen	5
2	Modelle und Annahmen	6
2.1	Schmutzfrachten	6
2.2	Abflüsse	6
2.2.1	Abflüsse der Gewässer	7
2.2.2	Regenwasserabfluss der Strasse	8
2.2.3	Wassertemperatur	9
2.2.4	Zulässige Einleitmengen	9
2.3	Beurteilung der Einleitungsstellen	9
3	Modellierung im GIS	11
3.1	Basisinformation	11
3.2	Bestimmung des Einzugsgebietes	12
3.3	Bestimmung des Strassenabschnittes pro Einleitung	13
3.4	Publikation	18
3.5	Schlussfolgerungen	18
4	Literaturverzeichnis	19

1 Einleitung

1.1 Generelle Bemerkungen

Die steigende Verkehrsbelastung auf den Strassen im Kanton Zürich führt einerseits dazu, dass immer grössere Schmutzfrachten in die Gewässer gelangen. Andererseits ist es auch möglich, dass Regenabwasser von der Strasse in kurzer Zeit in grosser Menge anfällt und das Gewässer, in das entwässert wird, unzulässig belastet. Diese Problematik wurde vom damaligen BUWAL, heute BAFU, in der Wegleitung von 2002 „Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen“ [1] bearbeitet.

Der vorliegende Bericht ist das Ergebnis der Tätigkeit einer Arbeitsgruppe, bestehend aus Mitarbeitenden des Tiefbauamtes (TBA), des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) und beigezogenen Ingenieurbüros (Ilu AG und BBS Ingenieure). Darin werden die gewählten Modelle und Annahmen für die Zulässigkeitsprüfung der Einleitung in oberirdische Gewässer erklärt. Es wird grundsätzlich von der BAFU-Wegleitung ausgegangen – mit einigen Abweichungen, welche sich auf neuere Forschungen oder wirtschaftliche Randbedingungen abstützen.

Zuerst werden die Grundlagen (Modelle und Annahmen), im Anschluss daran wird die Modellierung im GIS ausführlich beschrieben.

1.2 Dokumente

Der Umgang mit der Thematik der Strassenentwässerung und der Behandlung von Strassenabwasser wird in einer Reihe von Dokumenten erläutert. Diese Dokumente legen die Strategie fest, wie die Prüfung der Strassenentwässerung erfolgen soll, die Massnahmen zu priorisieren und umzusetzen sind, und nach welchen Kriterien ein Strassenentwässerungssystem konzipiert werden kann. Hierzu beschreibt der Bericht „Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen“ die konkrete Umsetzung von Strassenentwässerungsanlagen. Im Dokument „Handlungsbedarf aufgrund des Gewässerschutzes“ wird mit Hilfe von GIS-Auswertungen erfasst und dargestellt, welche Strassenabschnitte zum heutigen Zeitpunkt prioritär Sanierungsmassnahmen benötigen. Dieses Dokument wird regelmässig vom AWEL aktualisiert.

Dokument	Bezeichnung	Inhalt	Hauptadressat
Teil 1a	Strategie Strassenentwässerung sowie Anleitung zur Wahl des Strassenentwässerungssystems	Zusammenfassung Strategie, Abläufe und Behandlungsarten	Kader, Projektleiter
Teil 1b	Strategiebericht	Erläuterungen zur Strategie Erläuterungen der Abläufe und Möglichkeiten	Kader, Projektleiter
Teil 1c	Grundlagen für die Zulässigkeitsprüfung der Einleitung in Oberflächengewässer	Wissenschaftliche Grundlagen	Projektleiter
Teil 2	Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen	Technische Lösungen Normalien	Projektleiter
Teil 3	Handlungsbedarf aufgrund des Gewässerschutzes	GIS-Auswertungen Prioritätenlisten Sanierungen seitens AWEL	Kader, Projektleiter

Tabelle 1: Dokumentenset Strassenabwasserbehandlung

Gewisse Informationen sind in mehreren Dokumenten des Dokumentensets aufgeführt. Diese Redundanz ist bewusst gewählt, damit die einzelnen Dokumente soweit möglich selbsterklärend sind.

1.3 Grundlagen

Die Strategie Strassenentwässerung stützt sich grundsätzlich auf die Wegleitung zum „Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen“, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, 2002 [1].

Da diese Wegleitung für manche Sachverhalte im Kanton Zürich nur bedingt anwendbar ist, werden die Grundlagen der Wegleitung im hier vorliegenden Dokument durch kantonsspezifische Grundsätze ergänzt bzw. bei Bedarf angepasst. Dies wird nachfolgend im Detail beschrieben und begründet.

Mit den vorliegenden Dokumenten kann in der Regel auf den Beizug der BUWAL Wegleitung verzichtet werden – die kantonalen Dokumente enthalten alle relevanten Informationen.

2 Modelle und Annahmen

Bei der Beurteilung einer Strassenentwässerung geht es immer darum, die Auswirkungen des von der Strasse her zufließenden, eventuell verschmutzten Regenwassers auf ein Gewässer zu bestimmen, falls das Abwasser eingeleitet, statt versickert werden soll. Die Einflussgrößen sind entweder Schmutzfrachten oder grosse Wassermengen, welche bei Starkregenereignissen in kurzer Zeit von der Strassenoberfläche her zufließen. Diese Abfluss-Prozesse sind sehr komplex, daher müssen vereinfachte Modelle eingeführt werden. Diese bedingen wiederum verschiedene Annahmen, welche getroffen werden müssen. Im Folgenden werden die Prozesse kurz beschrieben und die damit verbundenen Modelle und Annahmen werden erläutert.

2.1 Schmutzfrachten

Auf den Strassen werden durch den Verkehr verschiedenste Schadstoffe gebildet oder abgelagert, welche beim nächsten Regenereignis wieder abgewaschen und allenfalls ins nächste Gewässer abgeleitet werden. Bildung, Ablagerung und Auswaschung dieser Stoffe sind alles sehr komplexe Prozesse, die von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden. Die BAFU-Wegleitung versucht in ihrem Ansatz, die abgewaschene Schmutzfracht mit dem täglichen Verkehrsaufkommen (DTV), der Steigung, dem Anteil Schwerverkehr und der Reinigungsintensität zu bilanzieren. Da aber das Verkehrsaufkommen mit Abstand der stärkste dieser Faktoren ist, genügt es nach Ansicht der Experten, in dieser doch eher summarischen Betrachtung, sich auf diesen zu beschränken.

Die Belastungsklassen sind daher die folgenden:

- hohe Belastung: $DTV \geq 14'000$
- mittlere Belastung: $5'000 \leq DTV < 14'000$
- geringe Belastung: $DTV < 5'000$

2.2 Abflüsse

In diesem Themenbereich geht es um eine Bilanzierung des von der Strasse stammenden Regenabwassers mit dem Abflussregime des Baches, in welchen das Wasser eingeleitet wird oder, anders gesagt, mit der Veränderung des Abflussregimes gegenüber dem ursprünglichen natürlichen Zustand, als die Strasse noch nicht gebaut war. Die Belastung mit Schadstoffen spielt in diesem Abschnitt keine Rolle, sie wurde oben schon behandelt.

Unterschiede ergeben sich vor allem bei folgenden drei Größen:

- Menge des Abflusses
- Laufzeit des Abflusses
- Temperatur des Abflusses

Gegenüber dem natürlichen Boden ist ein Strassenbelag wesentlich abflusswirksamer – dies bewirkt eine Erhöhung des Flächenabflusses um das 10- bis 20fache. Zudem erfolgt die Abflussbildung schneller. In extremen Fällen kann es vorkommen, dass ein sehr lokales Regenereignis nur das Umfeld des Strassenabschnittes betrifft, das restliche Bacheinzugsgebiet aber mehrheitlich verschont – dies führt dann zu einer Situation, welche den Bach sehr stark belasten kann.

2.2.1 Abflüsse der Gewässer

Die Wasserführung eines Gewässers wird, da sie in der Zeit starke Schwankungen aufweist, in statistischen Grössen beschrieben. Diese sind beispielsweise der Niedrigwasserabfluss (Q_{347}), der Mittelwasserabfluss (MQ), das einjährige Hochwasser (HQ1) und andere.

All diesen ist gemeinsam, dass sie nur an wenigen Stellen bekannt sind. Für eine zutreffendere Ermittlung all dieser Wassermengen braucht es jahrelange Messreihen, es existieren im Kanton etwa 50 solcher Messstellen. An allen anderen Stellen müssen die Abflüsse abgeschätzt werden.

Da in der Literatur ([3] und [5]), inklusive der BAFU-Wegleitung, mit diesen Abflüssen gearbeitet wird, sollen hier ohne entsprechende Messungen grobe allgemeine Abschätzungen angegeben werden. In erster Näherung können die folgenden spezifischen Abflüsse angenommen werden:

- Niedrigwasser: $3 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$
- MQ: $30 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$
- HQ1 $300 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$

Die Einzugsgebietsfläche des Gewässers am Punkt der Einleitung ist die einzige Grösse, welche aus einem Geländemodell mit guter Genauigkeit berechnet werden kann. Deshalb ist es sinnvoll, diese als Bilanzierungsgrösse zu verwenden. Genauere Angaben dazu finden sich im Kapitel 3.2.

Der massgebende Abfluss des Gewässers wird mit dieser Fläche und einem spezifischen Abfluss bestimmt. Für die vorgenommene summarische Betrachtung wird einzig der Sohlenfaktor f_s aus der BAFU-Wegleitung verwendet. Es kann vorkommen, dass in Einzelfällen eine genauere Abklärung nötig sein wird, welche dann zu etwas anderen Resultaten kommen kann.

Für die Strategie Strassenentwässerung bzw. die Prüfung der Zulässigkeit von retentionsfreier Einleitung von Strassenabwasser in ein Gewässer wurden aufgrund oben aufgeführter Modelle und Abschätzungen nachstehende spezifische Abflüsse eruiert:

- $Q_s = 90 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$ für Bäche mit sandiger Sohle
- $Q_s = 150 \text{ l/(s*km}^2\text{)}$ für Bäche mit kiesiger Sohle

Im Wesentlichen folgen diese Werte den Ansätzen aus Bayern bzw. Nordrhein-Westfalen [3], [4], [5] und. [6] kombiniert mit den obigen spezifischen Abflüssen, welche den Verhältnissen im Kanton Zürich angepasst sind. Sie sind um einen Faktor 5 bis 10 höher als die Vorgaben aus der BAFU-Wegleitung, welche aufgrund der Recherchen der Arbeitsgruppe als zu konservativ beurteilt wird.

Ob ein Gewässer eine sandige oder kiesige Sohle aufweist, kann nur durch eine Begehung oder mittels schon vorhandener Ortskenntnisse abschliessend bestimmt werden – im Datensatz für die GIS Auswertung ist die Sohlenbeschaffenheit nicht aufgeführt. Deshalb wird hier ein einfaches Modell, gültig für kleine Bäche in flachen Einzugsgebieten eingeführt:

- Einzugsgebiet $< 7 \text{ km}^2$: sandige Sohle
- Einzugsgebiet $> 7 \text{ km}^2$: kiesige Sohle



Abbildung 1: Bach mit sandiger Sohle (links) und einer Einzugsgebietsfläche von 1.3 km² bzw. kiesiger Sohle (rechts) und einer Einzugsgebietsfläche von 62 km².

2.2.2 Regenwasserabfluss der Strasse

Um den Regenwasserabfluss von der Strasse zu erfassen sind folgende Faktoren zu bestimmen oder anzunehmen:

- die Regenspende,
- Strassenbreite und Abschnittslänge,
- der Abflusskoeffizient.

Da Strassenentwässerungen in der Regel auf ein einjähriges Regenereignis dimensioniert sind, soll als massgebende Regenspende R ebenfalls der einjährige Regen verwendet werden. Diese Grösse wird aus den Werten für die Region ‚Mittelland‘ für eine Regendauer von 15 Minuten gewählt und beträgt 140 l/(s*ha) .

Die Abschnittslänge kann aus dem GIS entnommen werden, die Strassenbreite auch, falls sie im Datensatz vorhanden ist, ansonsten wird eine Breite von 7.5 m angenommen.

Der Abflusskoeffizient ϕ variiert je nach seitlicher Begrenzung der Strasse zwischen 0.6 und 0.8, letzterer Wert wird für die Abschätzungen angenommen.

Eine Besonderheit der Strassenentwässerung sind Abschnitte, welche einem Gewässer entlang führen und einen Sammelkanal aufweisen, welcher über viele kleine Einleitungen in das Gewässer entlastet. Die Abflusssimulation eines solchen Abschnittes mit dem Berechnungsprogramm EPA-SWMM hat ergeben, dass die hydraulische Belastung des Gewässers in etwa gleich bleibt, unbeachtet der Anzahl der Einleitungsstellen und sich so verhält, wie wenn der gesamte Abschnitt nur von einer einzigen Einleitung am Ende des Abschnittes entwässert würde.

Der Abfluss Q_{str} von einem Strassenabschnitt berechnet sich also folgendermassen:

$$Q_{\text{Str}} = F_s * R * \varphi$$

mit

- F_s = Strassenfläche = Abschnittslänge * 7.5m oder erfasste Strassenfläche
- $R = 140 \text{ l/(s*ha)}$ bzw. $0.014 \text{ l/(s*m}^2\text{)}$
- $\varphi = 0.8$

2.2.3 Wassertemperatur

Die Temperatur des Strassenabwassers wurde bisher nicht berücksichtigt. Bei einer einzelnen Beurteilung einer Einleitungsstelle kann sie aber durchaus eine Rolle spielen, erfahrungsgemäss kann die Temperatur des Strassenabwassers sehr hoch sein und ein empfindliches Gewässer beeinträchtigen. Entsprechende Beurteilungen müssen jeweils im Einzelfall gemacht werden.

2.2.4 Zulässige Einleitmengen

Am Ort der Einleitung werden nun die Abflüsse des Gewässers und des Regenwassers der Strasse einander gegenübergestellt. Der Regenwasserabfluss der Strasse darf für eine Einleitung ohne Massnahmen nicht grösser sein, als der Gewässerabfluss:

$$Q_{\text{Str}} \leq Q_s * \text{Einzugsgebiet Gewässer}$$

Ist er höher, muss für das Strassenabwasser eine Retention erstellt werden.

2.3 Beurteilung der Einleitungsstellen

Im Rahmen der Regenabwasserbehandlung nach STORM [2] wird in den Fachgremien zurzeit diskutiert, wie die Einleitungsstellen zu bewerten sind. Es werden emissionsorientierte und immissionsorientierte Kriterien gegeneinander abgewogen. Der emissionsorientierte Ansatz versucht, durch die Einführung von Grenzwerten die Belastung der Gewässer unter Kontrolle zu halten. Beim immissionsorientierten Ansatz wird versucht, zuerst einmal das Gewässer zu untersuchen, insbesondere in der Umgebung der Einleitung, und daraus dann den Handlungsbedarf abzuleiten. Es handelt sich grundsätzlich um eine erfreuliche Entwicklung, da damit ein Gewässer grundsätzlich einmal als Lebensraum wahrgenommen wird. Es sind aber auch problematische Punkte in diesem Ansatz vorhanden. So ist die Methodik zur Bestimmung des Gewässerzustandes noch in der Entwicklung. Sie wird zurzeit innerhalb des Forschungsprojekts NFP 61 (www.nfp61.ch) thematisiert. Bei grösseren Gewässern ist zudem eine einzelne Einleitung kaum in der Lage, erkennbare Veränderungen in Fauna und Flora zu bewirken, auch wenn der Schadstoffeintrag beträchtlich ist. Gerade aus diesem Grund kann dieser Ansatz leicht dazu missbraucht werden, nichts tun zu müssen weil eben nichts zu sehen ist.

Bezüglich der Strassenentwässerung hat sich mit dem Update 2008 der Richtlinie „Regenwasserentsorgung“ ein Mittelweg ergeben:

- bei den Schmutzfrachten im Strassenabwasser werden nach wie vor Grenzwerte vorgegeben,
- bei reinen Retentionsfragen soll eher der immissionsorientierte Ansatz gelten. Das bedeutet, dass nur dann etwas getan werden muss, wenn das Strassenabwasser den Bach sichtbar in Mitleidenschaft zieht.

Der weiter oben dargelegte Ansatz ist in seiner Substanz emissionsorientiert, dürfte aber etwa die Fälle abdecken, welche auch von einem immissionsorientierten Ansatz her als kritisch betrachtet würden.

Für die Strassenentwässerung bedeutet dies, dass in Fällen, wo es um reine Retention geht, eine Behandlung also nicht notwendig ist, der Diskussions-Spielraum grösser ist als wenn auch noch eine Behandlung vorgenommen werden muss. Insbesondere dann, wenn ein Strassenabschnitt eine ähnliche Laufzeit aufweist wie das betroffene Gewässer, ist es angezeigt, gemeinsam eine gute Lösung zu suchen.

3 Modellierung im GIS

3.1 Basisinformation

Ein Geographisches Informationssystem (GIS) ist im Wesentlichen die Kombination einer Landkarte und einer Datenbank. Die in der Datenbank enthaltenen Daten haben alle die Eigenschaft, dass sie sich auf einen Punkt, eine Linie oder eine Fläche beziehen, es sind also raumbezogene Daten, so genannte Geodaten. Davon gibt es in erster Näherung zwei verschiedene Sorten: Vektordaten und Rasterdaten. Sie sollen kurz erläutert werden.

Vektordaten bilden Objekte ab, welche sich auf einen Punkt, eine Linie oder eine Fläche beziehen, beispielsweise eine Einleitung als Punkt, ein Gewässer als Linie und ein Einzugsgebiet als Fläche. All diesen ist gemeinsam, dass sie zusätzliche Eigenschaften aufweisen, welche diesen Raumelementen zugeteilt werden. All diese Eigenschaften werden in der so genannten Attribut-Tabelle gespeichert. Die Mächtigkeit eines GIS besteht nun darin, dass die verschiedenen Daten miteinander kombiniert werden können. Als Beispiel sei angenommen, dass für eine Einleitung nebst der Lage auch bekannt ist, welche Wassermengen dort zufließen und welchen Verschmutzungsgrad diese aufweisen. Da die Einleitung ja in einem Gewässer liegt, kann sie mit diesem verknüpft werden und durch diese Verknüpfung sind auch die Eigenschaften des Gewässers bekannt, beispielsweise Einzugsgebietsfläche, Gewässerzustand, geologische und hydraulische Kenngrößen und mehr. Durch die Kombination all dieser Eigenschaften kann dann die Zulässigkeit einer Einleitung bestimmt werden. Die Linien und Flächen der Abbildung 4 und der Abbildung 5 sind alles Vektordaten.

Nebst den Vektordaten gibt es auch noch so genannte Rasterdaten. Streng genommen handelt es sich um eine Sonderform von Punktdaten – über einem Geländeabschnitt wird ein regelmässiges Raster von Punkten gelegt, welche dann aber nur gerade eine Eigenschaft abbilden, beispielsweise die Höhe an diesem Punkt. Durch diese Beschränkung vereinfacht sich die Bearbeitung solcher Rasterdaten. Vektordaten und Rasterdaten können innerhalb gewisser Grenzen ineinander überführt werden. Ein Geländemodell beispielsweise kann als Vektordatensatz (Höhenkurven) oder als Rasterdatensatz vorliegen. Beispiele für Rasterdaten sind in der Abbildung 2 zu sehen.

In der vorliegenden Arbeit werden Strassen, Fliessgewässer und Abwasserkanäle als Linien, Einleitungen und Schächte als Punkte dargestellt. Die Attribute der jeweiligen Datensätze enthalten schon viele wichtige Angaben, um die Einleitungen zu beurteilen. Konkret sind dies:

Strassen:

- Entwässerungsart
- DTV
- Eigentümer

Gewässer:

- Einzugsgebietsfläche
- Niedrigwasserabfluss (Q_{347})

Kanalisation

- Art des Kanals

Schächte

- Art des Schachtes

In den Datensätzen finden sich noch weitere Attribute, die hier aber nicht von Bedeutung sind.

Das Geländemodell und die davon abgeleiteten Karten liegen als Rasterdaten vor. Der Abstand zweier Rasterpunkte, die so genannte Maschenweite oder Zellengrösse, beträgt 25m in beiden Richtungen, eine einzelne Rasterzelle belegt also eine Fläche von 625 m². Diese Auflösung ist für die hier gestellten Aufgaben genügend.

3.2 Bestimmung des Einzugsgebietes

Wenn Gewässereigenschaften über das Einzugsgebiet als Skalierungsfaktor bestimmt werden sollen, ist es wichtig, dass dessen Fläche in jedem Punkt des Gewässers möglichst genau bekannt ist. Solches lässt sich mit einem GIS aus dem Geländemodell herleiten, dieser Prozess wird hier kurz skizziert.

Ausgehend vom Geländemodell wird zuerst eine Abflussrichtungskarte (siehe folgende Abbildung) erstellt. Hierfür wird aus dem Geländemodell der Gradient berechnet und daraus dann die Hauptfliessrichtung pro Rasterpunkt eingetragen. Mit dieser Karte kann dann die so genannte Akkumulation pro Rasterpunkt gerechnet werden. In diesem Prozess werden in einem rekursiven Verfahren für jeden einzelnen Rasterpunkt diejenigen anderen Rasterpunkte gesucht, deren Abflussrichtungen zu ihm hin zeigen. Die so ermittelte Anzahl wird dann dem Rasterpunkt zugeordnet. Multipliziert mit der Fläche, welche von einem Rasterpunkt abgedeckt wird, ergibt diese Anzahl für jeden Punkt die Fläche des dahinterliegenden Einzugsgebietes.

Natürlich ist diese Fläche nur in den Tiefstlinien interessant – dort wo ja tatsächlich auch die Gewässer sind. In einem weiteren Schritt können dann diese Werte als Attribute in die Liniendaten des Gewässers eingetragen werden.

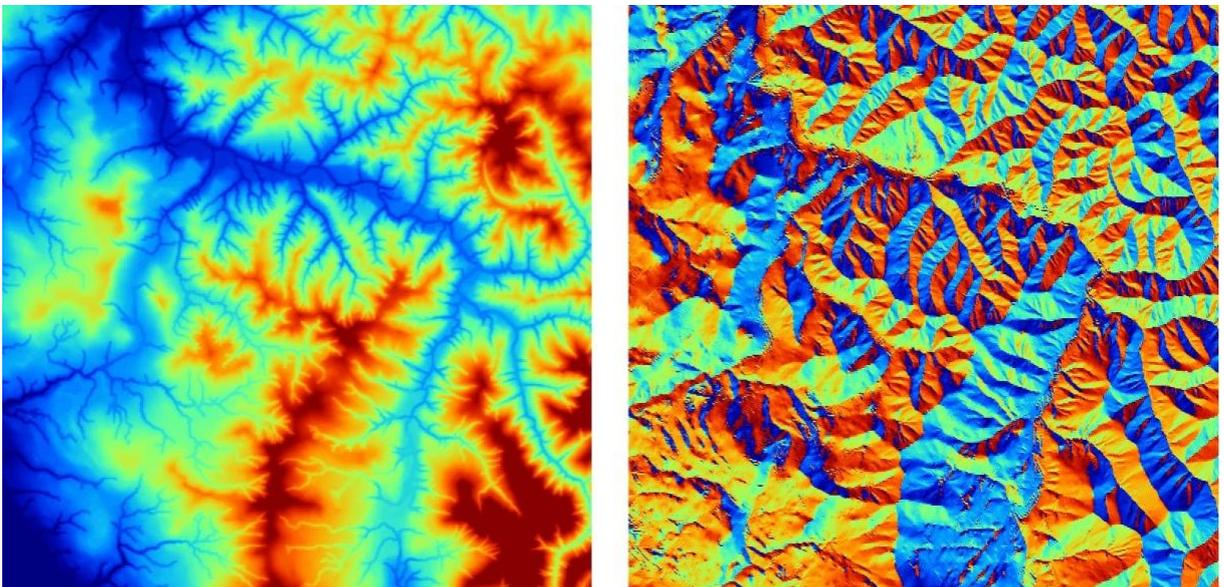


Abbildung 2: Geländemodell (links) und Abflussrichtungskarte (rechts). Das Geländemodell ist so eingefärbt, dass tiefe Lagen (400m) blau sind, hohe Lagen (1000m) dunkelrot. In der Abflussrichtungskarte ist blau NE, gelbgrün SE, orange SW und rot NW.

3.3 Bestimmung des Strassenabschnittes pro Einleitung

Mit den oben genannten Datensätzen Strassen, Gewässer, Kanalisation und Schächte sind alle notwendigen Grundlagen vorhanden, um die Einleitungen in Gewässer zu lokalisieren und zu beurteilen.

Reduktion auf wesentliche Elemente

In einem ersten Schritt werden die Datensätze reduziert, so dass nur noch die interessierenden Objekte darin vorhanden sind. Bei den Strassen beispielsweise werden diejenigen Abschnitte ausgesondert, welche in ein Oberflächengewässer entwässern und die dem Kanton gehören.

Verfeinerung der Datensätze

Der so erhaltene Datensatz muss in einem zweiten Schritt verfeinert werden, da zwar die Entwässerungsart darin enthalten ist, diese aber nicht nach den einzelnen Einleitungen weiter aufgeschlüsselt ist. Somit müssen in all diesen Abschnitten die Kanalisationen gesucht und verfolgt werden, bis die zugehörige Einleitungsstelle gefunden ist. Dieser Teilabschnitt wird ausgeschnitten. Dann werden bei der zugehörigen Einleitungsstelle die Kennwerte des Gewässers ausgelesen und in die Attribut-Tabelle des Strassen-Teilabschnittes eingetragen.

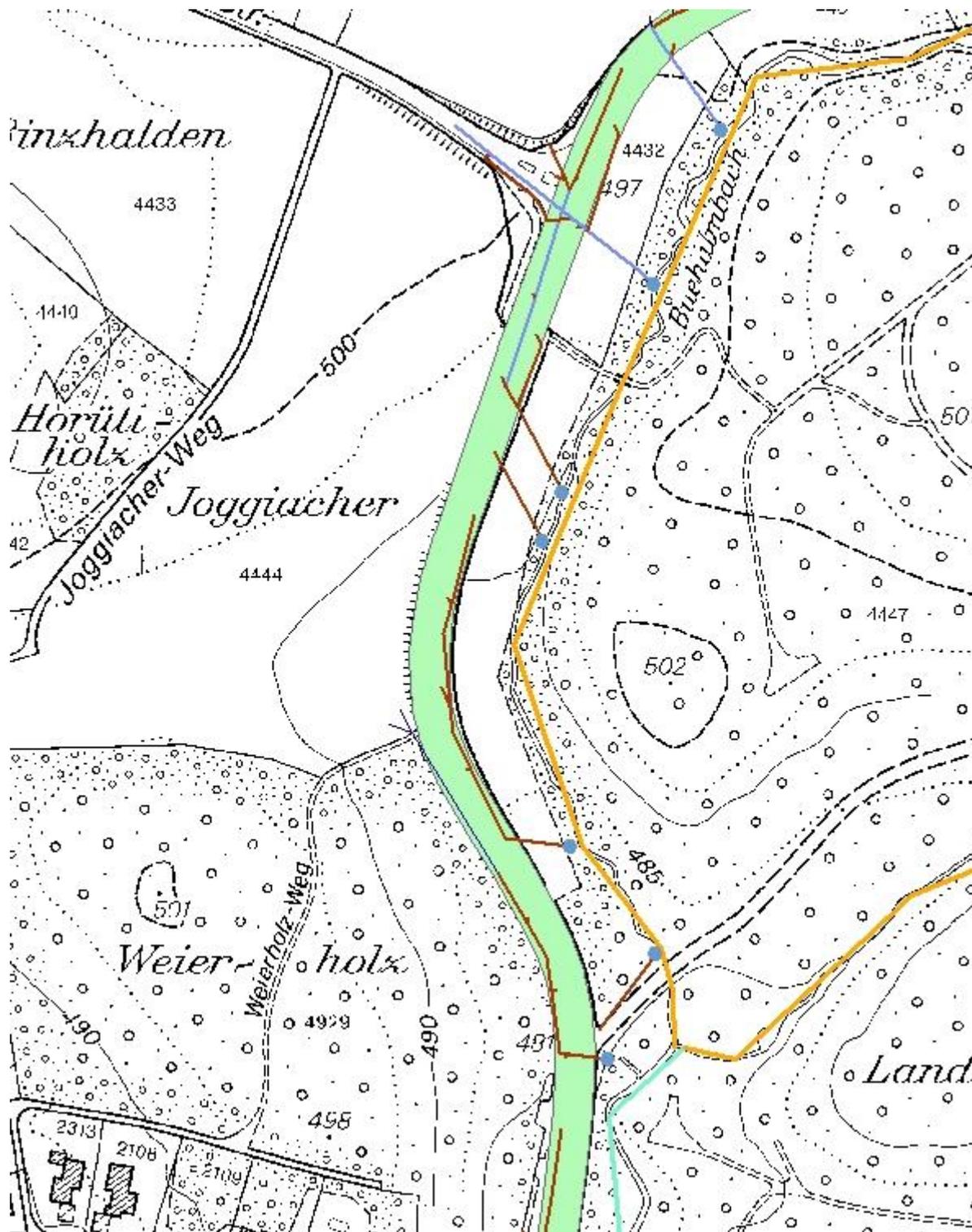


Abbildung 3: Ausschnitt aus dem verwendeten Kartensatz mit Staatsstrasse (grüne Fläche), darin enthaltenen Kanälen (Strassenabwasser=braun, Sammelkanal=blau), Einleitungsstellen (blaue Punkte) und dem Gewässernetz in Abhängigkeit des Einzugsgebietes (kleiner als 2 km² = ocker, 2 bis 7 km² = hellblau)

Dieses Vorgehen muss manuell erfolgen, da die Kanalisationen teilweise uneinheitlich sind und die Einleitungen meistens neben dem Gewässer liegen wie beispielsweise die unterste Einleitung in der Abbildung 4. Dies ist nicht zwingend ein Fehler des Datensatzes, sondern darin begründet, dass Strassen und Gewässer in Wirklichkeit eben keine Linien sondern Flächen sind und dass eine Einleitung auch etwas neben einem Gewässer liegen kann. Ein

Automatismus findet solche Punkte aber nicht mehr. Es sind auch nicht alle Einleitungen im Datensatz enthalten, manchmal hören die Kanäle einfach in der Nähe eines Gewässers auf. Es ist also auch Intuition und Interpretation gefragt.

Gerade weil die Einleitungen häufig etwas neben der Gewässerlinie liegen (siehe folgende Abbildung) ist eine direkte Verknüpfung auf GIS-Ebene schwierig und es ist einfacher, die entsprechenden Attribute direkt in den Strassen-Datensatz einzutragen.

Da die Attribut-Tabelle in eine Tabellenkalkulation importiert werden kann, ist es auch möglich, auf diese Weise verschiedene nachfolgende und ergänzende Berechnungen durchzuführen.

Bestimmung Regenwasserabfluss

Der Regenwasserabfluss des Strassenabschnittes kann so bestimmt und mit dem Abfluss des Gewässers an der zugeordneten Einleitungsstelle verglichen werden. Der daraus bestimmte Retentionsbedarf kann dann als neues Attribut definiert und gespeichert werden.

Strassen mit mehreren Einleitungen

Es gibt zwei Situationen, in denen ein Strassenabschnitt mehrere Einleitungen haben kann. Die eine Situation tritt dort auf wo die Strasse parallel zu einem Gewässer verläuft, wie in der folgenden Abbildung gezeigt wird. Der Entwässerungskanal ist durchgehend, viele Einleitungen führen das Strassenabwasser in das Gewässer.

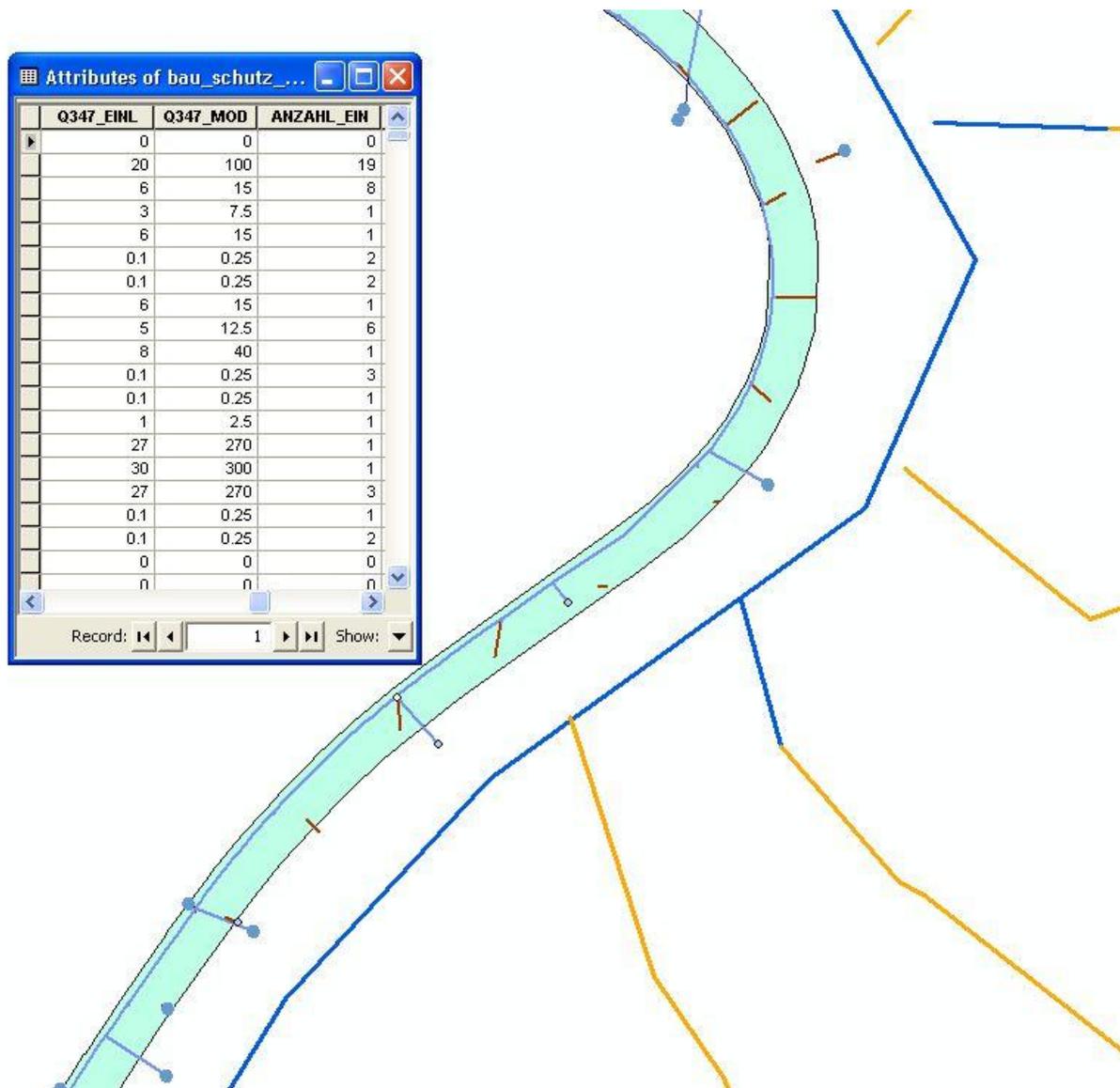


Abbildung 4: Strassenabschnitt (hellblaue Fläche) mit vielen Einleitungen in ein benachbartes Gewässer (blaue Linie). Auch hier liegen die Einleitungen scheinbar neben dem Gewässer, da sie sich eben am Ufer befinden und nicht in Gewässermittle. Zudem ist ein Ausschnitt aus der Attribut-Tabelle des Strassen-Datensatzes dargestellt.

Eine weitere Möglichkeit vieler Einleitungen auf demselben Strassenabschnitt gibt es dort, wo die Strasse durch das Quellgebiet vieler kleiner Bäche führt. Diese kleinen Gewässer haben alle ähnlich grosse Einzugsgebiete und auch sonst ähnliche Eigenschaften und können deshalb zusammengefasst behandelt werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine solche Situation.



Abbildung 5: Strassenabschnitt im Quellgebiet zweier kleiner Gewässer. Die Einleitungen befinden sich unmittelbar im Quellgebiet, die jeweils beteiligten Strassenflächen sind klein. Wohin das Kanalsystem etwas rechts der Bildmitte entwässert ist unklar, es wird angenommen, dass es auch in eines der Gewässer führt.

Werte in der Attribut-Tabelle

Die Werte, welche in die Attribut-Tabelle des Strassen-Datensatzes eingetragen werden sind folgende:

- Koordinaten der zugehörigen Einleitung auf der Gewässerlinie
- Einzugsgebietsfläche bei der Einleitung
- Niedrigwasserabfluss bei der Einleitung
- aktueller Abfluss des Strassenabschnittes bei einem einjährlichen Regenereignis. Ist eine Retentions- oder Behandlungsanlage installiert, wird deren Abfluss eingetragen
- Saniert ja/nein
- evtl. ökomorphologischer Zustand des Gewässers bei der Einleitung
- evtl. integrierte Abflusskoeffizienten bei der Einleitung
- evtl. Gewässerlänge bei der Einleitung

Die Anwesenheit dieser Angaben im Datensatz der Strasse stellt zwar eine gewisse Redundanz dar, die grundsätzlich unerwünscht ist, vereinfacht aber das Klassieren der Einleitungen, da alle benötigten Angaben im selben Datensatz vorhanden sind.

3.4 Publikation

Die Strassenkarte mit den erweiterten Attributen soll so im GIS-Browser abgelegt werden, dass alle daran interessierten Fachstellen diese einsehen können.

3.5 Schlussfolgerungen

Im Rahmen der Prüfung der Zulässigkeit der Einleitung in oberirdische Gewässer sind oben beschriebenen Schritte einmalig für das ganze Kantonsgebiet durchzuführen sowie bei Änderungen nachzuführen.

4 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Vollzug Umwelt, Bern, 2002
- [2] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM), 2008
- [3] Untersuchungen an kleinen Fließgewässern über Auswirkungen von Regeneinleitungen aus Siedlungen, Informationsberichte Heft 1/04 des Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (München, September 2004 – ISBN 3-9302 53-92-5).
- [4] GIS-gestützte Beurteilung der hydraulischen Belastung von Fließgewässern durch Niederschlagswassereinleitungen, Projektphase I“, der Fachhochschule Münster, Prof. Dr.-Ing. M. Uhl, November 2006
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) (Merkblatt ATV-DVWK M 153) Beurteilung einer Einleitung an der mittleren jährlichen Wasserführung (MQ) im Gewässer.
- [6] Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser, ATV-DVWK-Merkblatt M 153, Prof. Dr.-Ing. M. Uhl, Fachhochschule Münster, sowie Dr.-Ing. D. Grothehusmann, Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie, Hannover.