Erschließung Fl.Nr. 774 in Altenau
Hydraulische Untersuchung
Fließweg- und Risikoanalyse

22.08.2022

Auftraggeber:

Verwaltungsgemeinschaft Saulgrub
Kohlgruber Straße 2
82442 Saulgrub

Verfasser:

Dr. Blasy - Dr. Øverland
Ingenieure GmbH
Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee
Tel. +49 8143 997-100 info@blasy-overland.de
Fax +49 8143 997-150 www.blasy-overland.de

\ea-Saulgrub-001-01\schi\ma

Verzeichnis der Unterlagen

Erläuterungsbericht

Erläuterungsbericht

1. Vorhabensträger 1

2. Veranlassung und Vorgehen 1

3. Ableitung Einzugsgebiet 2

4. Ortseinsicht 2

4.1 Verwendete Datengrundlagen 3

4.1.1 Digitales Geländemodell 3

4.1.2 Landnutzung 4

4.1.3 Bodentypen 5

4.1.4 Höhen- und Bezugssysteme 6

4.2 Randbedingungen 7

5. Beregnungsanalyse und Überschwemmungsgebiete 10

6. Maßnahmenkonzept 13

7. Zusammenfassung 14

1. Vorhabensträger

Vorhabensträger ist die: Verwaltungsgemeinschaft Saulgrub

Kohlgruber Straße 2

82442 Saulgrub.

2. Veranlassung und Vorgehen

Im Ortsbereich von Altenau soll die Fl.Nr. 744 neu erschlossen werden. Das Grundstück liegt am östlichen Ortsrand. Ausgehend vom Planungsgelände steigt in Richtung Osten das Gelände an (Richtung B23 und Hörnle). Insofern besteht grundsätzliche die Möglichkeit, dass das Gelände bei Starkregen von oberflächlichen Fließwegen betroffen ist. In nachfolgend beschriebener Untersuchung wird die Gefährdung durch wild abfließendes Wasser abgeschätzt. Dies kann mit Hilfe einer Starkregensimulation und anschließenden Datenaufbereitungen bewerkstelligt werden.

Zusammenfassend beinhaltet die Untersuchung folgende Schritte:

- Ableitung des Einzugsgebietes von Fl.Nr. 774
- Erstellung eines 2-dimensionalen hydraulischen Modells („2D-Modell“)
- Beregnungssimulation zur Ermittlung von Fließwegen und Abflussmengen
- Erstellung eines Konzepts möglicher Schutzmaßnahmen

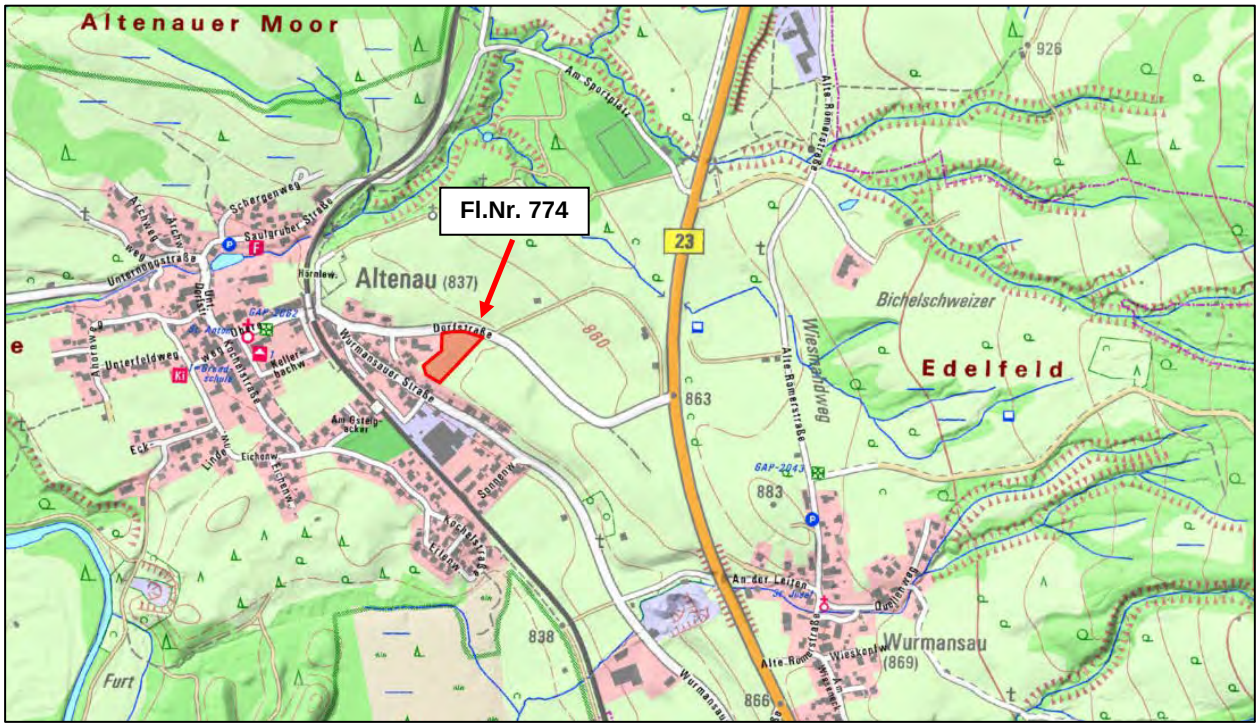

Abbildung 2-1: Skizzierte Lage der Fl.Nr. 744 in Altenau (Pfeil; © Bayernatlas)

3. Ableitung Einzugsgebiet

Um die Gefährdung der Fl.Nr. 774 bei Starkregen abschätzen zu können, muss zunächst das Einzugsgebiet abgeleitet werden, aus dem ein Zustrom auf das Flurstück möglich erscheint. Diese Ableitung erfolgt in einer Analyse der Höhenlinien aus der Topografischen Karte des Bayernatlas. Das Einzugsgebiet weist eine Fläche von ca. 1,5 km² auf und ist aus Abbildung 3-1 ersichtlich.

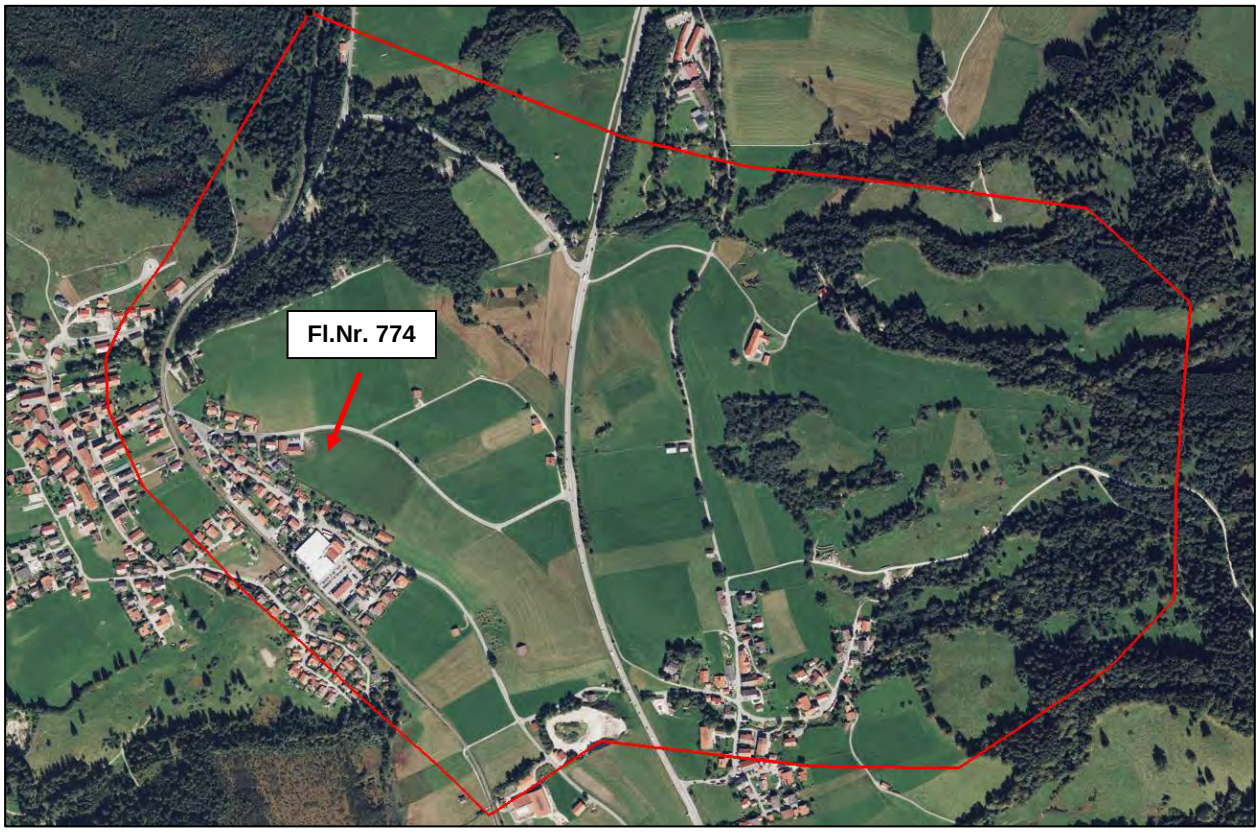

Abbildung 3-1: Umgriff des Einzugsgebietes; Hintergrund: Digitales Orthophoto (© Bing Maps)

4. Ortseinsicht

Im Rahmen einer Ortseinsicht werden im Untersuchungsgebiet die hydraulisch relevanten Bauwerke (v.a. Durchlässe) gesucht bzw. dokumentiert und eine Fotodokumentnation angefertigt (vgl. Abbildung 4-1). Die Ortseinsicht wird nicht im kompletten Einzugsgebiet vorgenommen. Vielmehr werden die örtlichen Verhältnisse in der direkten Umgebung der Fl.Nr. 774 betrachtet. Die Aufnahmen aus dem Untersuchungsgebiet dienen zugleich als Orientierungshilfe bei der Erstellung und Bearbeitung des 2D-Modells.

Abbildung 4-1: Fotoaufnahmen der Ortseinsicht (Auswahl); Links: Graben entlang der Oberen Dorfstraße; Rechts Oben: Blick auf die Fl.Nr. 774 (roter Umgriff); Rechts unten: Schacht auf Höhe der Oberen Dorfstraße 1a, Beginn Verrohung „Kellerbach“

4.1 Verwendete Datengrundlagen

4.1.1 Digitales Geländemodell

Von der Bayerischen Vermessungsverwaltung werden Laserscandaten mit einer Rasterweite von 1 m bezogen (vgl. Abbildung 4-2). Die Daten stammen aus einer Befliegung, die im April 2011 durchgeführt worden ist. Aus den Höhendaten lassen sich die Geländeverhältnisse (u.a. Gräben, Hangneigungen, …) des Einzugsgebietes ableiten.

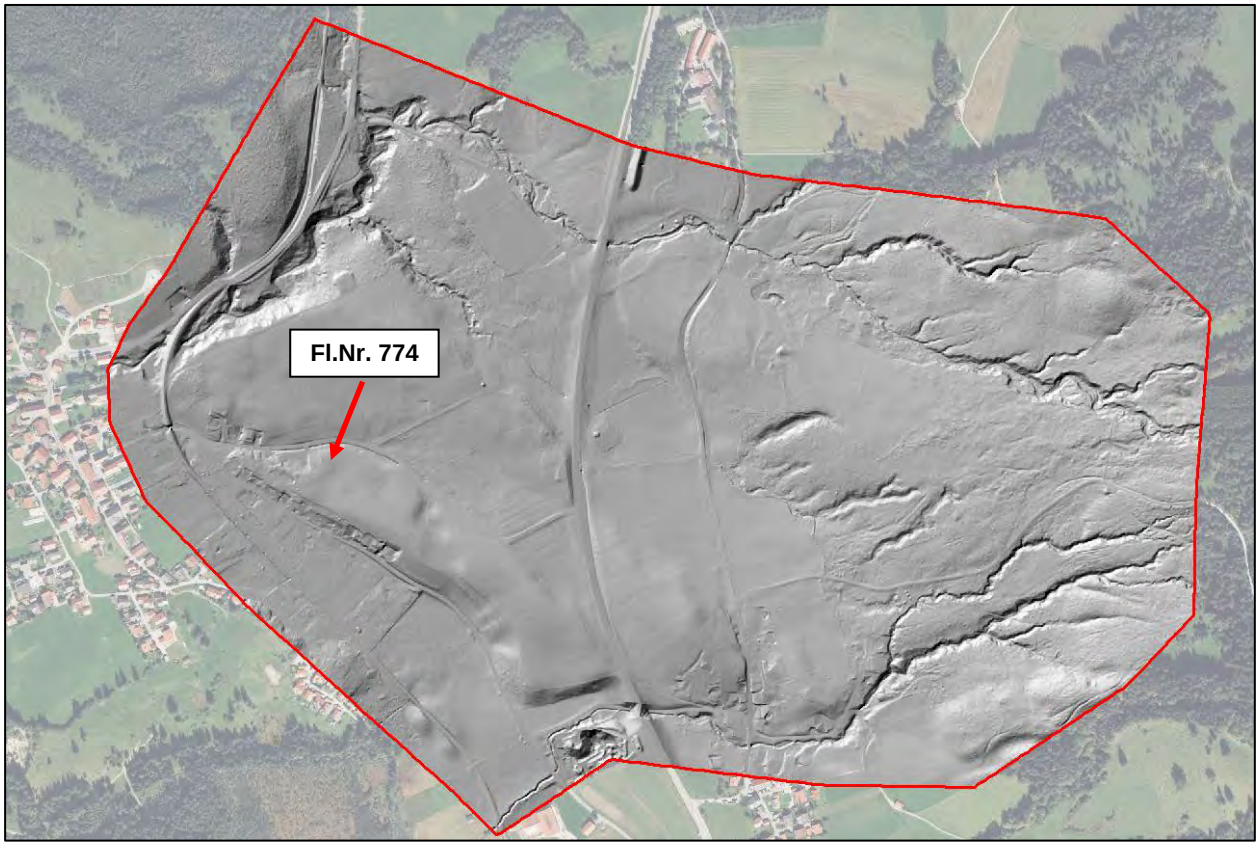

Abbildung 4-2: Amtlicher Laserscan mit 1 m Rasterweite, Darstellung der Schattierung der Höhendaten; Darstellung des Umgriffs des Einzugsgebietes (rot); Hintergrund: Digitales Orthophoto (© Bing Maps)

4.1.2 Landnutzung

Für das Einzugsgebiet werden die Landnutzungen abgeleitet. Die Ableitung erfolgt anhand einer Digitalisierung der Nutzungen, wie diese aus dem Luftbild zu erkennen sind (vgl. Abbildung 4-3). Die bestehende Nutzung wird generalisiert den Klassen „Wald“ „Wiese“ und „Strasse/Weg“ zugeordnet.

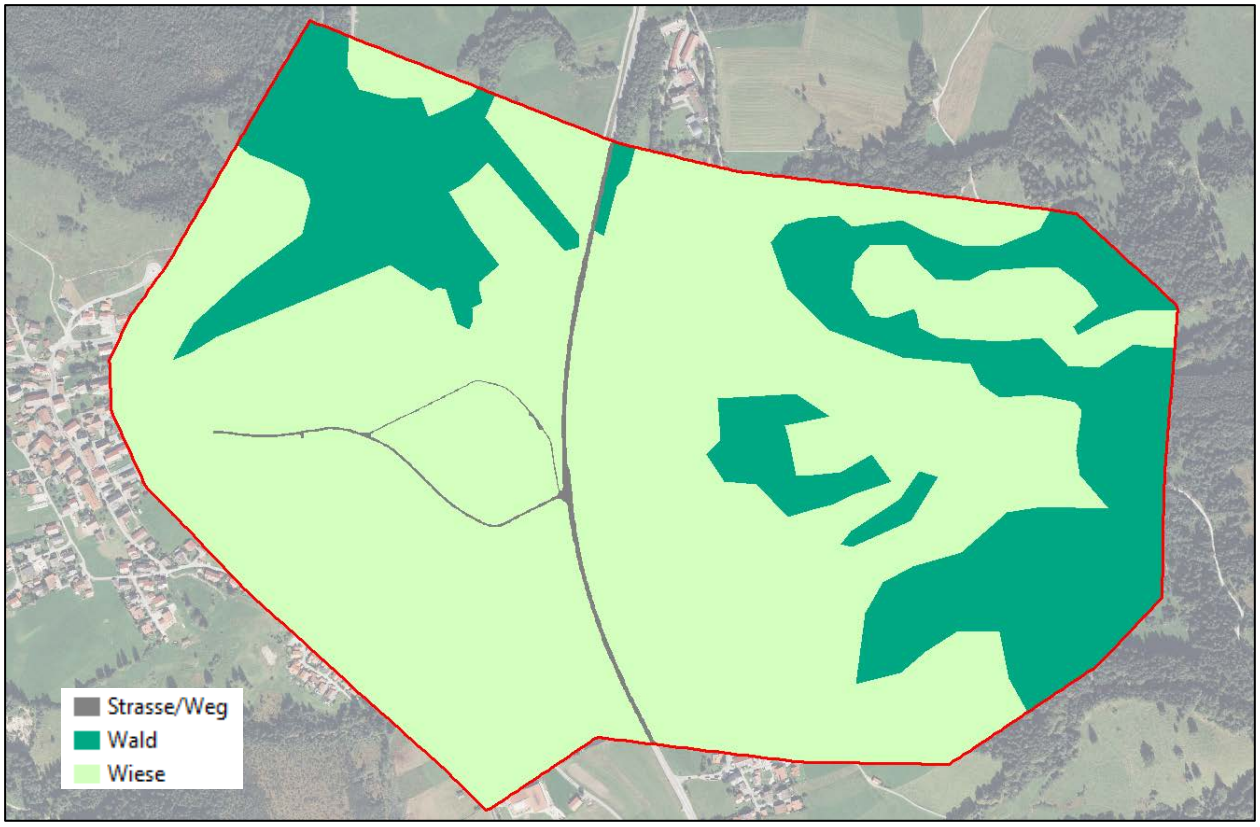

Abbildung 4-3: Landnutzungen im Einzugsgebiet; Darstellung des Umgriffs des Einzugsgebietes (rot); Hintergrund: Digitales Orthophoto (© Bing Maps)

4.1.3 Bodentypen

Vom Bayerischen Landesamt für Umwelt werden Daten zu Bodentypen im Untersuchungsgebiet bereitgestellt. Diese Daten werden benötigt, um in der Simulation des Niederschlags die unterschiedlichen Versickerungsraten zu berücksichtigen.

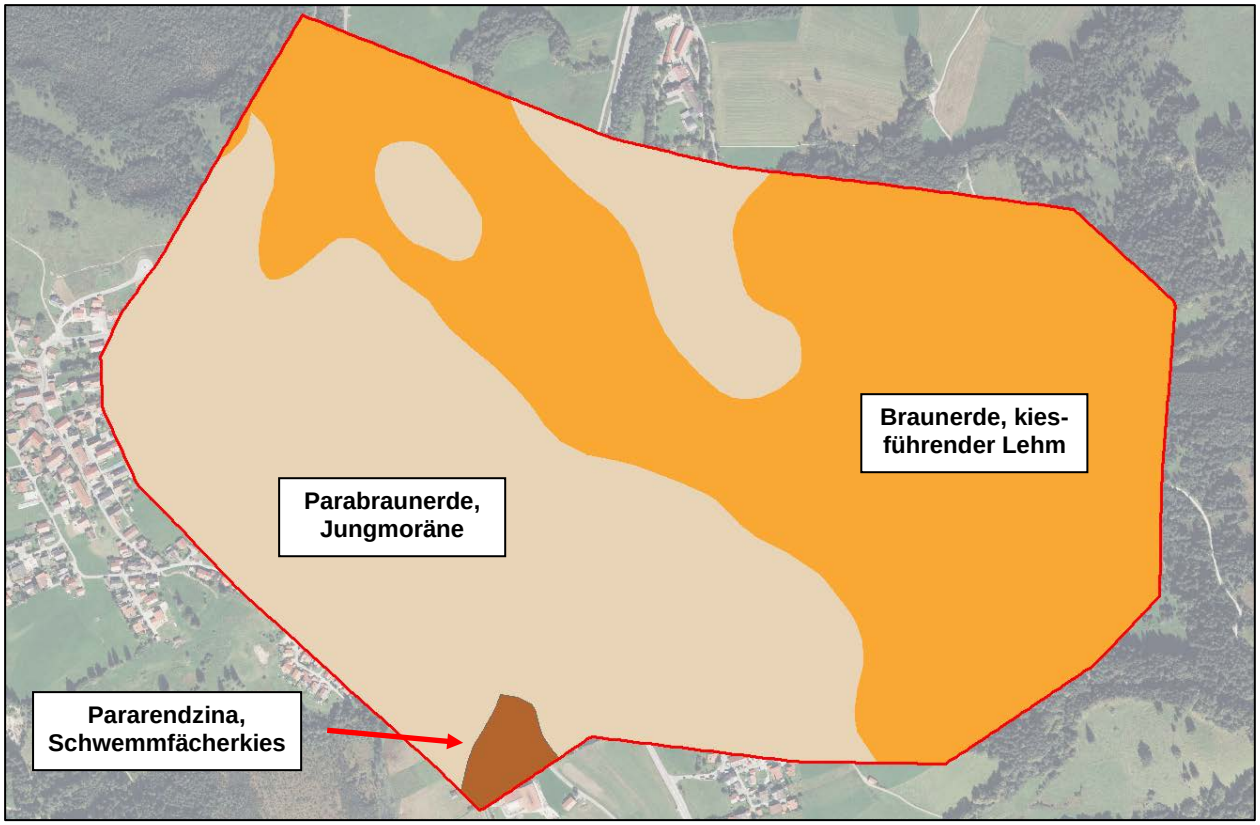

Abbildung 4-4: Darstellung der Bodentypen im Einzugsgebiet; Darstellung des Umgriffs des Einzugsgebietes (rot); Hintergrund: Digitales Orthophoto (© Bing Maps)

4.1.4 Höhen- und Bezugssysteme

Die vorliegende hydraulische Untersuchung wird im Koordinatensystem UTM32 und mit Höhen des Systems DHHN16 durchgeführt. In Tabelle 4.1 sind die verwendeten Datensätze und deren Anpassungen aufgeführt.

Sollten bei der Umsetzung des Bauvorhabens Höhen im System DHHN12 Verwendung finden, sei darauf hingewiesen, dass der Höhenversatz zwischen DHHN12 und DHHN16 im Untersuchungsgebiet 5 cm[1] beträgt. Bei einer Umwandlung von DHHN16 zu DHHN12 müssen 5 cm addiert werden.

[1] *Geodätischer Referenzpunkt Grainau: DHHN12 748,41 m üNN, DHHN16 748,36 m üNHN*

Tabelle 4.1: Übersicht der verwendeten Koordinaten- und Höhensysteme

Datenart	Lagesystem	Höhensystem	Umwandlung in
DGM1 aus Laserscan	UTM32	DHHN16	-
Nutzung	UTM32	-	-
Bodentypen	UTM32	-	-

4.2 Randbedingungen

Für die Wasserspiegellagenberechnung mit dem 2D-Modell müssen Randbedingungen festgelegt werden.

Die unterschiedlichen Rauigkeiten der Modelloberfläche werden in ihrer Lage nach einer Digitalisierung auf Basis des amtlichen Luftbildes festgelegt (vgl. Abbildung 4-5). Dabei werden drei Klassen voneinander abgegrenzt (vgl. Tabelle 2). Für die Klassen „Wald“ und „Wiese“ werden dabei wassertiefenabhängige Rauheiten festgelegt.

Tabelle 2: Materialien im 2D-Modell

Material	Stricklerwert [$m^{1/3}/s$] konstant	Stricklerwert [$m^{1/3}/s$] höhenabhängig
Wiese	-	7 (bis 3cm) 16 (ab 25 cm)
Straße / Weg	40	-
Wald	-	3 (bis 3cm) 10 (ab 20 cm)

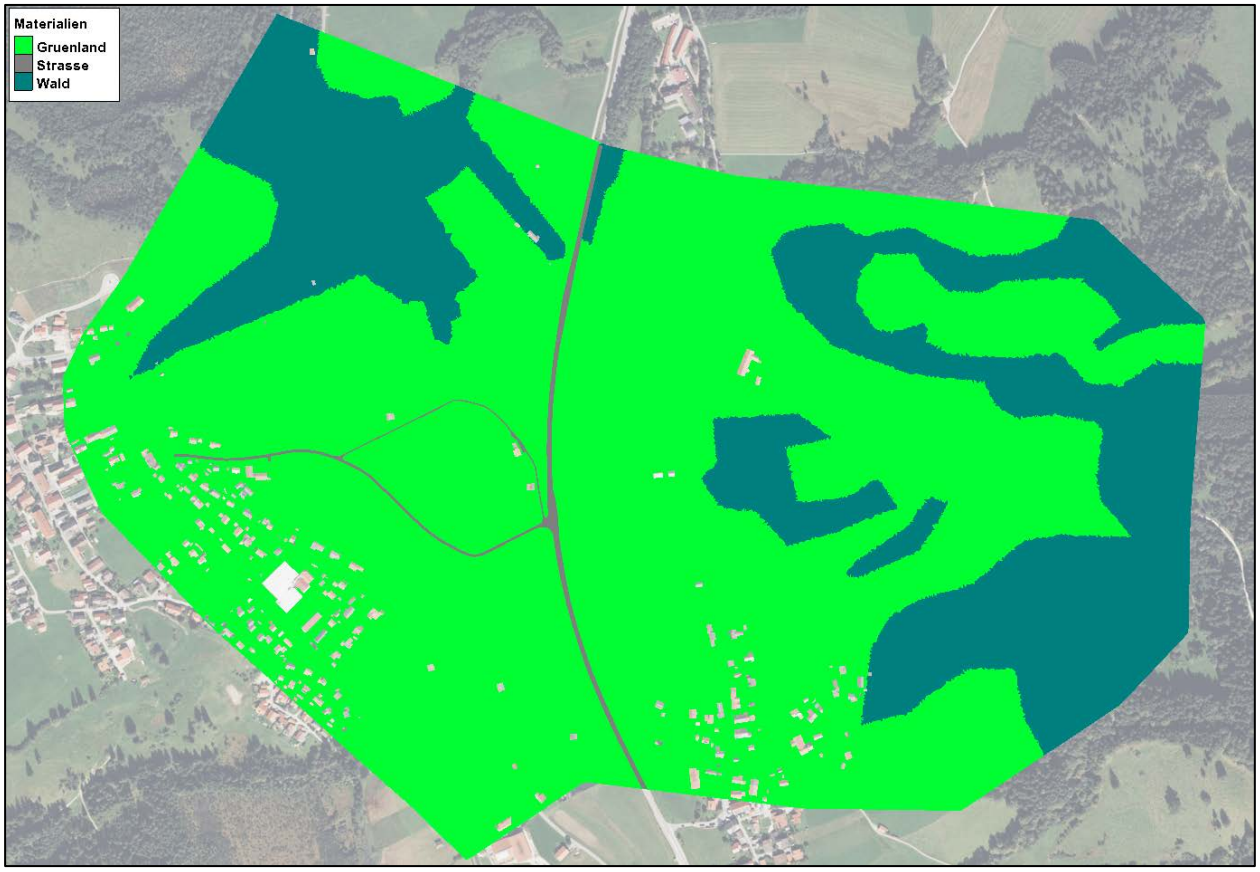

Abbildung 4-5: Darstellung der im 2D-Modell definierten Materialien; Hintergrund: Digitales Orthophoto (© Bing Maps)

Im Zuge der Beregnung wird der Effektivniederschlag an jedem Modellknoten zugegeben. Dieser wird auf Grundlage von Bodentyp und Flächennutzung landnutzungsscharf mit Hilfe des SCS-CN-Verfahrens[2] ermittelt. Damit erhält jedes Element des hydraulischen Modells einen individuellen Abflussbeiwert, der auf Grundlage der an dieser Stelle vorliegenden Landnutzung errechnet wird. Somit ergibt sich beispielsweise auf einer Wiese mit Lehmboden ein höherer Abflussbeiwert als in einem Wald mit Sandboden.

Die Abbildung 4-6 zeigt die Heterogenität der Flächen unterschiedlicher Abflussbeiwerte (kurz „PSI"-Werte) im Untersuchungsgebiet, welche jeder Berechnung zugrunde liegen.

Die Simulation des Niederschlagsereignisses erfolgt über eine flächenhafte Beregnung des gesamten Bereichs des 2D-Modells. Folgende Ansätze liegen der Simulation zu Grunde:

- Wiederkehrintervall T = 100 a
- Niederschlagshöhe[3] 65 mm

[2] *US Department of Agriculture (1985): Soil Conservation Service: National Engineering Handbook. Section 4-Hydrology. Washington, DC.*

[3] *Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R, Rasterfeld: Spalte 44, Zeile 99, Ortsname: 82442 Saulgrub*

- Niederschlagsdauer 1 h
- Niederschlagsverteilung: mittenbetont nach DVWK
- Abflussbeiwert nach SCS-CN-Verfahren[2]

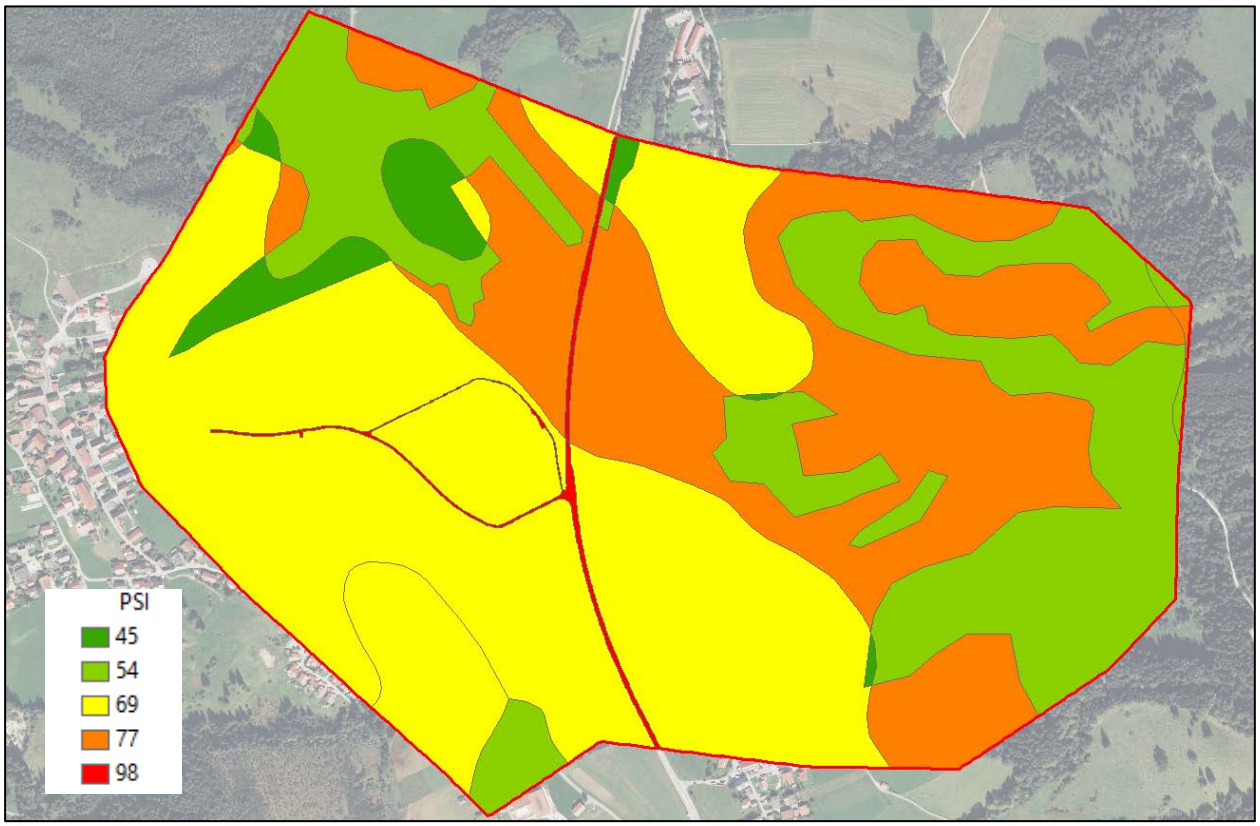

Abbildung 4-6: PSI-Abflussbeiwerte in Abhängigkeit von Landnutzungen und hydrologischen Bodengruppen – N100 für die Dauer von 1h und Bodenfeuchte III; Hintergrund: Digitales Orthophoto (© Bing Maps)

In der Ortseinsicht werden relevante Durchlässe einschließlich Nenndurchmesser erfasst (vgl. Abbildung 4-7). Die Bauwerke werden im 2D-Modell als Randbedingung definiert.

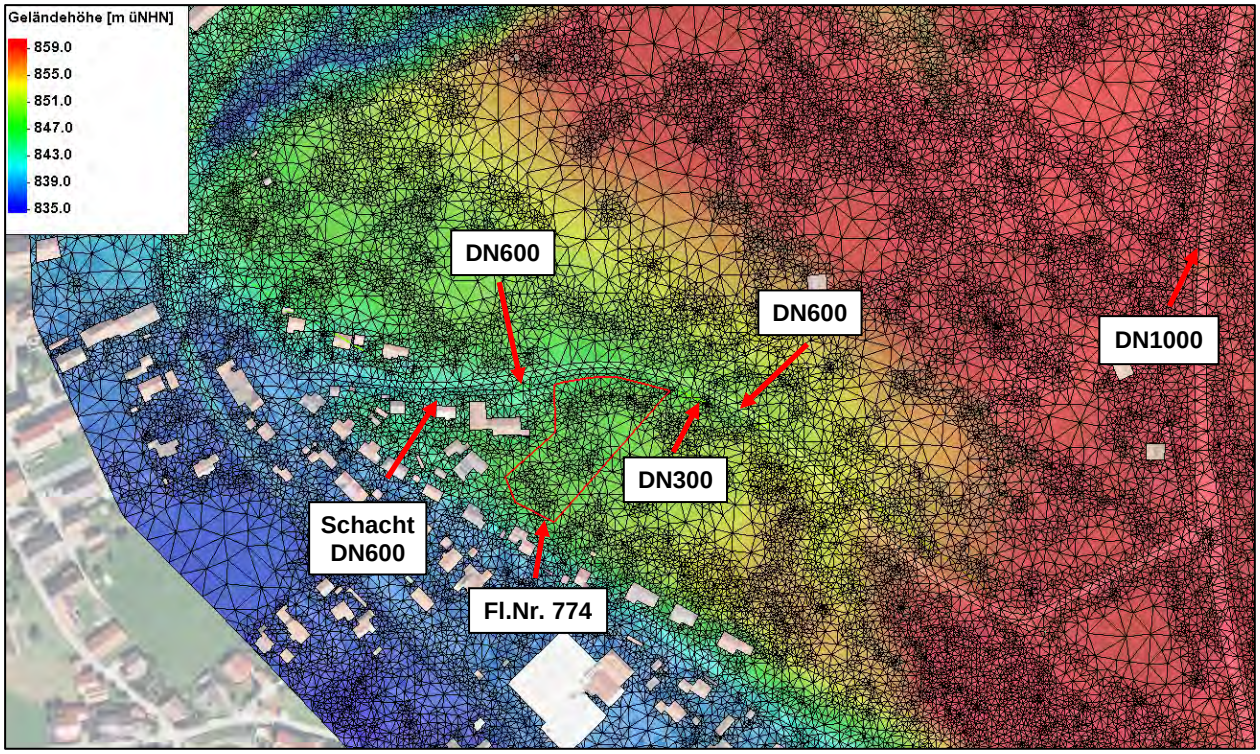

Abbildung 4-7: Darstellung des 2D-Modells (Ausschnitt westlicher Modellbereich) mit Netzelementen und Geländehöhen; Einblenden Umgriff Fl.Nr. 774; Lage einer Auswahl der aus der Ortseinsicht ergänzten Durchlässe mit Angabe des Nenndurchmessers; Hintergrund: Digitales Orthophoto (© Bing Maps)

Der Auslaufrand des 2D-Modells wird entlang des gesamten Modellumgriffs definiert, so dass sich an keinem Fließweg ein Rück- oder Aufstau von Wasserspiegellagen am Modellrand einstellen können. Als Randbedingung wird dabei ein Energieliniengefälle von 3 Promille festgelegt.

Die Fläche des erstellten 2D-Modells beträgt ca. 1,5 km² (vgl. Abbildung 4-7). Das 2D-Modell beinhaltet ca. 200.000 Netzelemente und ca. 100.000 Netzknoten.

5. Beregnungsanalyse und Überschwemmungsgebiete

Mit dem 2D-Modell wird eine Beregnungsanalyse durchgeführt. Damit werden Fließwege ermittelt und die in der Umgebung der Fl.Nr. 774 zu erwartenden Abflussmengen bestimmt. Die Analyse wird für eine Wiederkehrdauer eines Regenereignisses von 100 Jahren vorgenommen (vgl. Abschnitt 4.2. „Randbedingungen“).

Die Ergebnisse der Starkregensimulation sind aus Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 ersichtlich. Grundsätzlich zeigt sich dabei, dass die Fließwege vom Hörnle kommend von der in Dammlage liegenden B23 zurückgehalten und über Verrohrungen in bestehende und tief eingeschnittene Gräben abgeführt werden (vgl. Ziffern „1“ bis „3“ in Abbildung 5-1). Keiner der genannten Fließwege östlich der B23 tritt in das Einzugsgebiet der Fl.Nr. 774 über. Dies bedeutet, dass sich die

Gefährdungslage der Fl.Nr. 744 in der Starkregensimulation ausschließlich aus der Abflussbildung westlich der B23 ergibt. Dabei münden die Fließwege aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen rechter und linkerhand der Oberen Dorfstraße in dem Graben, der entlang der Südseite von genanntem Straßenzug verläuft (vgl. Ziffer „4“ in Abbildung 5-1).

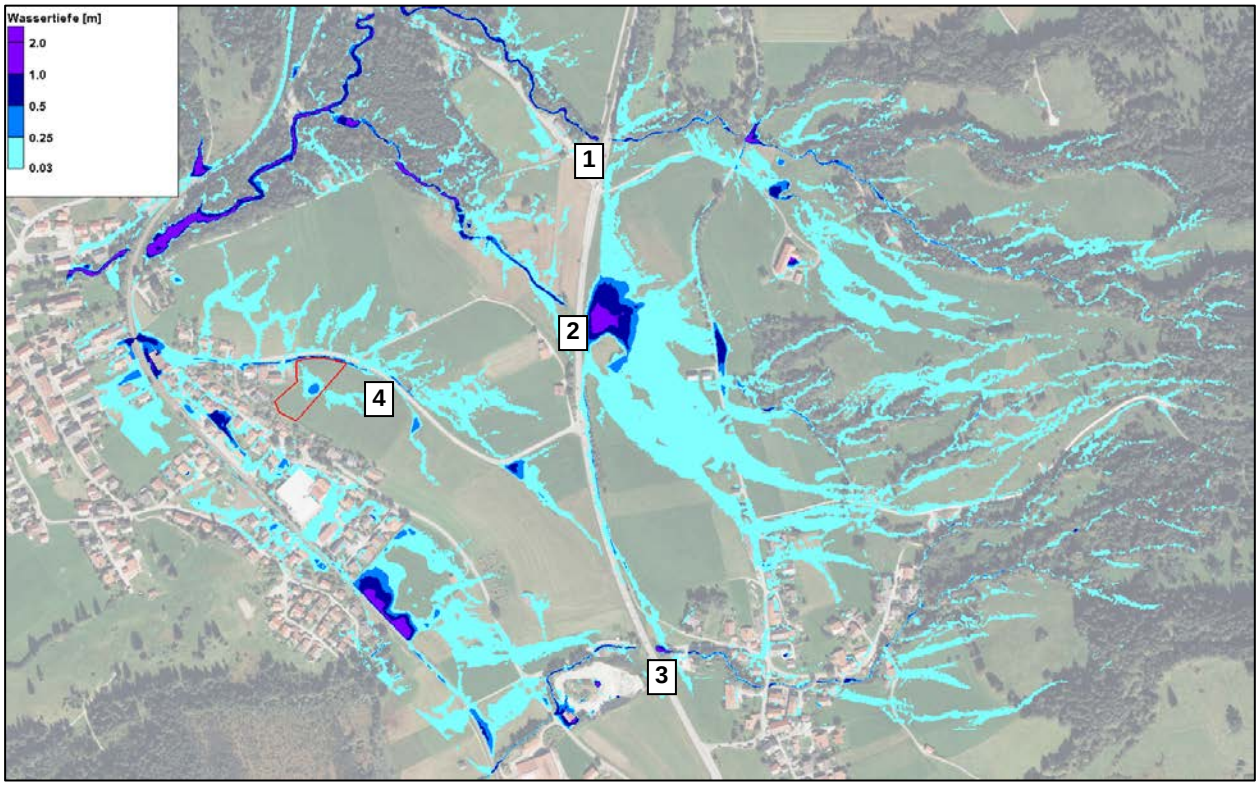

Abbildung 5-1: Fließwege und Wassertiefen bei einem 100 jährlichem Regenereignis (1 h Niederschlagsdauer); Einblenden Fl.Nr. 774; Ziffern für Verweise im Fließtext; Hintergrund: Luftbild (© Bing Maps)

Bei genauerer Betrachtung der Berechnungsergebnisse (vgl. Abbildung 5-2) zeigt sich, dass für die Gefährdungslage der Fl.Nr. 774 ein Fließweg entlang des Grabens an der Südseite der Oberen Dorfstraße maßgeblich ist. Die maximal in der Beregnungssimulation beobachtete Abflussmenge im Graben beträgt dabei ca. 2,0 m³/s (auf Höhe der Zufahrt zum Anwesen Obere Dorfstraße 1, Kfz-Werkstatt, vgl. Ziffer „1“). Diese Abflussmenge kann von den bestehenden Durchlässen und von der beginnenden Verrohrung (auf Höhe Obere Dorfstraße 1b) nicht aufgenommen werden. Daraus ergeben sich Fließwege und Betroffenheiten in der Bebauung im weiteren Verlauf der Oberen Dorfstraße in Richtung Westen bzw. Ortsmitte.

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass weite Bereiche Fl.Nr. 774 auf einem Höhenrücken ca. 2 m oberhalb der Fahrbahn der Oberen Dorfstraße liegen. Ein Einstrom des Fließweges auf die Fl.Nr. 774 erscheint ausgeschlossen. Eine Betroffenheit der Fl.Nr. 774 stellt sich lediglich an deren nördlichem Rand ein. Dort fällt das Gelände zur Oberen Dorfstraße hin ab und wird kleinräumig von Ausuferungen des Grabens eingestaut.

Innerhalb der Fl.Nr. 774 füllt sich im Laufe der Starkregensimulation eine Geländemulde (vgl. Ziffer „2“). Eine Versickerung der Vorlandüberströmung bzw. der sich ergebenden Einstauflächen wird in der Simulation nicht abgebildet. Daher verbleibt diese Mulde über die Simulationsdauer hinweg „modelltechnisch“ eingestaut.

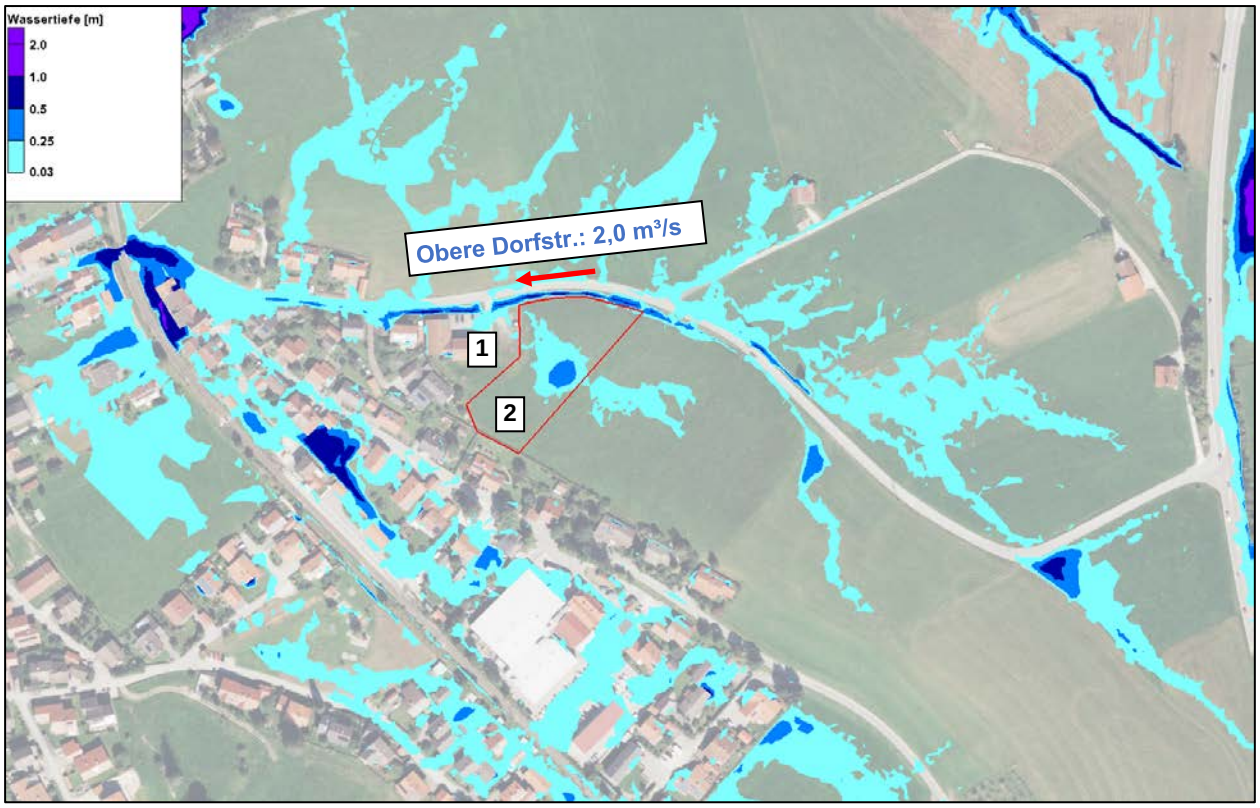

Abbildung 5-2: Fließwege und Wassertiefen bei einem 100 jährlichem Regenereignis (1 h Niederschlagsdauer); Markierung der für das Untersuchungsgebiet maßgebenden Fließwege und zugehöriger maximaler Abflussmengen; Einblenden Umgriff BPlan; Hintergrund: Luftbild (© Bing Maps)

Die maximalen Fließgeschwindigkeiten sind aus Abbildung 5-3 ersichtlich. Darin sind die Geschwindigkeiten ab Beträgen größer 0,1 m/s dargestellt. Die Fließrichtungen sind in Form von Fließrichtungspfeilen illustriert. Entlang des Grabens an der Oberen Dorfstraße treten dabei mit ca. 1,5 m/s die höchsten Fließgeschwindigkeiten in der Umgebung des Planungsgeländes auf.

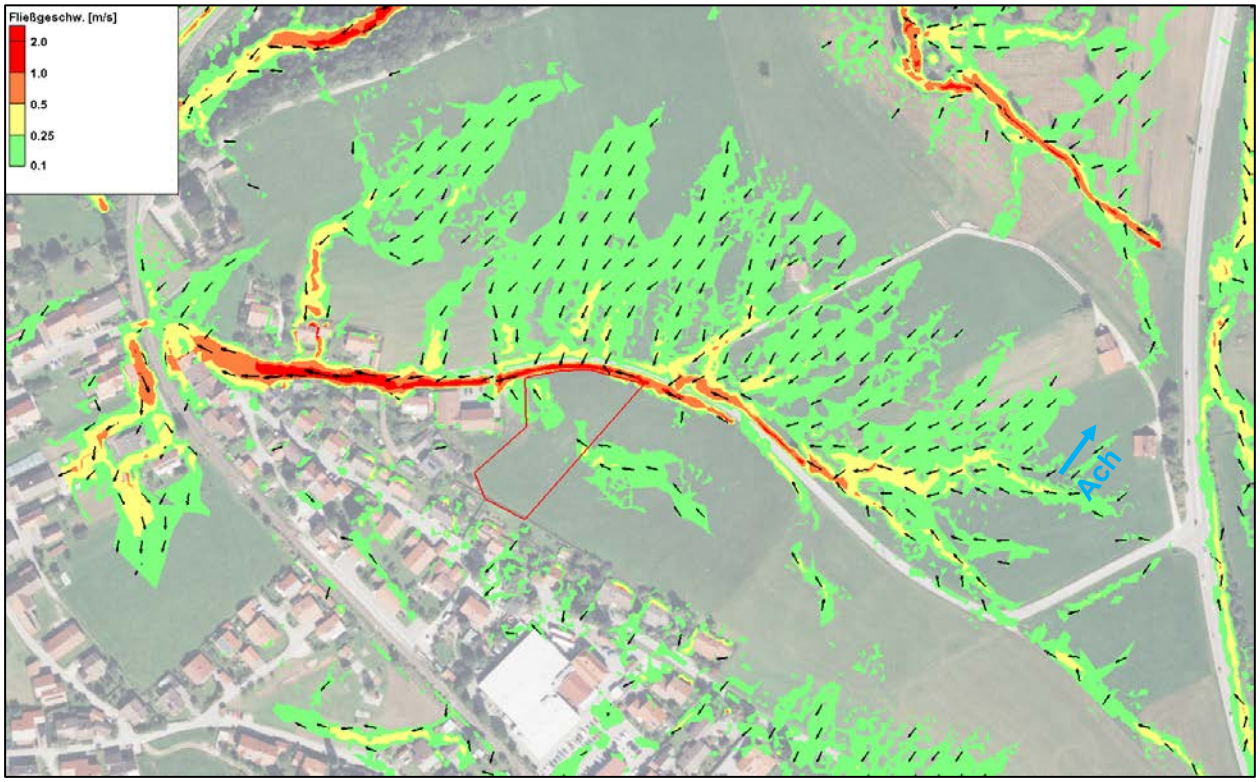

Abbildung 5-3: Fließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen bei einem 100 jährlichem Regenereignis (1 h Niederschlagsdauer); Einblenden Umgriff Fl.Nr. 774; Hintergrund: Luftbild (© Bing Maps)

6. Maßnahmenkonzept

Zur Minimierung der Gefährdung durch Starkregenereignisse werden für die Fl.Nr. 774 zwei Maßnahmen vorgeschlagen:

- Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Grabens und
- eine leistungsfähige Versickerung oder Ableitung von Niederschlag auf der Fl.Nr. 774 selbst.

Um bei einem Starkregenereignis eine möglichst große Abflussmenge ohne Ausuferungen entlang der Oberen Dorfstraße abführen zu können, empfiehlt sich eine Erhöhung des Querschnittes am Graben und die Vergrößerung der bestehenden Durchlässe. Die Leistungsfähigkeit des an der Oberen Dorfstraße 1a beginnenden Schachtes bzw. der Verrohrung müsste zunächst geprüft und anschließend wiederhergestellt bzw. erhöht werden. Mit diesen Maßnahmen ließen sich die Betroffenheiten in der unterhalb der Fl.Nr. 774 gelegenen Bebauung vermindern.

Für den Zugang zur Fl.Nr. 774 erscheint es wichtig, den Zufahrtsbereich in der Art auszugestalten, dass auch im Hochwasserfall (bei wasserführendem Graben) ein sicheres Betreten und Verlassen des Geländes aufrechterhalten bleibt. Hierfür bietet sich eine Überfahrt mit ausreichend großem Querschnitt über den Graben an.

Wie aus den Ergebnissen der Starkregensimulation sichtbar wurde, sammelt sich innerhalb der Fl.Nr. 774 Niederschlagswasser in einer Geländemulde. Zudem ist damit zu rechnen, dass eine

künftige Bebauung des Geländes durch Versiegelung den Oberflächenabfluss erhöht und damit umliegende (und allesamt tiefer liegende) Grundstücke von erhöhtem Oberflächenabfluss betroffen sein könnten. Daher ist in der Planung einer künftigen Nutzung auf ausreichende Maßnahmen zur Niederschlagswasserableitung- oder Einleitung zu achten. Dies kann über Versickerungsflächen auf dem Gelände, über Rigolen oder über eine gezielte Einleitung in den (ertüchtigten) Graben an der Oberen Dorfstraße umgesetzt werden.

7. Zusammenfassung

Die Verwaltungsgemeinschaft Saulgrub-Altenau beabsichtigt die Erschließung der Fl.Nr. 774 im Ortsteil Altenau. Im Rahmen der Planungen zu diesem Vorhaben soll auch der Frage nachgegangen werden, ob das Gelände bei Starkregen durch Fließwege aus dem Hinterland gefährdet ist und welche Möglichkeiten von Schutzmaßnahmen dagegen bestehen.

Für die hydraulische Untersuchung wird ein 2D-Modell erstellt und eine Beregnungssimulation für ein Niederschlagsereignis mit einem Wiederkehrdauer von 100 Jahren durchgeführt (65 mm Niederschlag in einer Stunde). In einer Ortseinsicht werden hydraulisch relevante Strukturen (u.a. Durchlässe) im Untersuchungsgebiet erfasst und im 2D-Modell ergänzt.

Die Starkregensimulation zeigt, dass die Fl.Nr. 774 im Wesentlichen von einem Fließwege entlang der Oberen Dorfstraße gefährdet ist. Der Fließweg speist sich aus Oberflächenabfluss, der westlich der B23 entsteht. Die Fließwege östlich der B23 bzw. vom Hörnle kommend treten in der Starkregensimulation nicht in das Einzugsgebiet der Fl.Nr. 774 über.

Der Fließweg entlang der Oberen Dorfstraße (maximale Abflussmenge ca. 2,0 m³/s) überlastet den bestehenden Graben, dessen Durchlässe und den Schacht bzw. die Verrohrung unterhalb der Oberen Dorfstraße 1a. Daher kommt es zu kleinräumigen Ausuferungen auf Höhe der Fl.Nr. 774, aber auch zu Betroffenheiten im weiteren Verlauf der Oberen Dorfstraße in bebautem Gebiet von Altenau.

Ein Übertritt des Fließweges auf das Gelände der Fl.Nr. 774 erscheint jedoch ausgeschlossen, da dieses markant höher liegt als die Fahrbahn der Oberen Dorfstraße.

Im Sinne eines ersten Schutzkonzeptes erscheinen folgende Maßnahmen als zielführend:

- die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Grabens entlang der Oberen Dorfstraße und der anschließenden Verrohrung,
- eine Zufahrt zur Fl.Nr. 774 mit einer Leistungsfähigkeit, um im Hochwasserfall das Gelände sicher betreten und verlassen zu können und
- leistungsfähige Maßnahmen zur Ab- bzw. Einleitung von Niederschlagswasser auf dem Gelände der Fl.Nr. 774 (über Versickerungsflächen, Rigolen oder eine Einleitung in den ertüchtigten Graben an der Oberen Dorfstraße).

Eching am Ammersee, den 22.08.2022

Dr. Blasy – Dr. Øverland
Ingenieure GmbH

i.V. Dr. Manfred Schindler
Dr.-Ing.