

Erosion im Alpenen Raum

Eine ArcGIS® Toolbox zur Identifizierung
bewirtschaftungsbedingter Erosionsschäden nach der
Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft

Forschungsgruppe Geoinformatik
Forschungsgruppe Bodenökologie
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Life Sciences und Facility Management, CH-8820 Wädenswil

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



**Life Sciences und
Facility Management**

IUNR Institut für Umwelt und
Natürliche Ressourcen

Erosion im Alpenen Raum

Part A - Synthesebericht zum Forschungsprojekt
Erfassung der Bodenerosion im Alpenen Raum, Pilotprojekt Alp Vorfrutt (UR)

Part B - Dokumentation und Benutzerhandbuch zur
ArcGIS Toolbox Erosion im Alpenen Raum

Impressum

Auftraggeber: **Gesundheits-, Sozial- und Umweltdirektion Uri**
Amt für Umweltschutz
Klausenstrasse 4
CH-6460 Altdorf UR

Bearbeitung: **Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR**
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Life Sciences und Facility Management
Grüntal, Postfach
CH-8820 Wädenswil

Autoren: **Dipl. Geogr. Martin Geilhausen** **Dr. Luzius Matile**
Dr. Johann Junghardt Forschungsgruppe Bodenökologie
Dr. Patrick Laube luzius.matile@zhaw.ch
Forschungsgruppe Geoinformatik
martin.geilhausen@zhaw.ch
patrick.laube@zhaw.ch

Copyright © 2017

Titelbild: *SWISSIMAGE* Falschfarben-Infrarot Orthophoto (oben links, False-Color Infrared FCIR), SwissALTI3D Geländeschummerung (oben rechts), Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index OSAVI (unten rechts) und auf Grundlage des Anteils offenen Bodens abgeleitete lokal konzentrierte Schadensfläche (unten rechts).

Projektkonsortium

Bundesamt für Umwelt BAFU

Abteilung Boden und Biotechnologie
Worbentalstrasse 68
CH-3063 Ittingen

Volkswirtschaftsdirektion Uri

Amt für Landwirtschaft
Klausenstrasse 4
CH-6460 Altdorf

Volkswirtschaftsdirektion Kanton Bern

Amt für Landwirtschaft und Natur
Fachbereich Boden und Pflanzenschutz
Herrengasse 1
CH-3011 Bern

Departement Bau und Umwelt Glarus

Umwelt, Wald und Energie
Abteilung Umweltschutz und Energie
Kirchstrasse 2
CH-8750 Glarus

Baudirektion Kanton Zug

Amt für Umweltschutz
Aabachstrasse 5
CH-6300 Zug

Umweltdepartement Schwyz

Amt für Umweltschutz
Fachbereich Boden
Kollegiumstrasse 28
CH-6431 Schwyz

Volkswirtschaftsdepartement Obwalden

Amt für Landwirtschaft und Umwelt
St. Antonistrasse 4
CH-6061 Sarnen

Landwirtschafts- und Umweltdirektion Nidwalden

Amt für Umwelt
Stansstaderstrasse 59
CH-6371 Stans

Direction générale de l'environnement DGE Waadt

Division géologie, sols et déchets
Rue du Valentin 10
CH-1014 Lausanne

Gesundheits-, Sozial- und Umweltdirektion Uri

Amt für Umweltschutz
Klausenstrasse 4
CH-6460 Altdorf

Justizdirektion Uri

Amt für Raumentwicklung
Rathausplatz 5
CH-6460 Altdorf

Erziehungs-, Kultur- und Umweltschutzdepartement Graubünden

Amt für Natur und Umwelt
Gürtelstrasse 89
CH-700 Chur

Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement Luzern

Dienststelle Umwelt und Energie
Abteilung Boden, Abfall und Altlasten
Libellenrain 15
CH-6002 Luzern

Amt für Umwelt und Energie Kanton St. Gallen

Abteilung Boden und Stoffkreislauf
Lämmlibrunnenstrasse 54
CH-9001 St. Gallen

Departement für Volkswirtschaft, Energie und Raumentwicklung Wallis

Dienststelle für Landwirtschaft
Amt für Strukturverbesserungen
Avenue Maurice-Troillet 260
CH-1951 Sion

Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft Fribourg

Amt für Landwirtschaft
Route Jo Siffert 36
CH-1762 Givisiez

Dipartimento del territorio Ticino

Ufficio della gestione dei rischi ambientali e del suolo
Via F.Zorzi 13
CH-6500 Bellinzona

Abstract

Im Forschungsprojekt *Erfassung der Bodenerosion im Alpenen Raum* wurde eine objektive Analysesequenz zur (semi-)automatischen Identifizierung bewirtschaftungsbedingter Erosionsschäden aus digitalen Orthophotos nach den Vorgaben der *Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft* erarbeitet. Der vorliegende Synthesebericht skizziert und erläutert die methodische Umsetzung und die zugrundeliegenden Konzepte der räumlichen Analyse, die im Gebiet der Alp Vorfrutt (Spiringen UR) erarbeitet, getestet und mit einer Feldbegehung validiert wurde.

Das Analyseverfahren wird mit einer GIS Toolbox innerhalb der ArcGIS® Produktfamilie umgesetzt. Das beiliegende Benutzerhandbuch schildert zuerst allgemeine Grundlagen und die Vorgehensweise zur Installation der GIS Toolbox. Anschliessend werden die einzelnen Werkzeuge chronologisch beschrieben, exemplarisch mit den erforderlichen Eingangsdaten und Variablen in einem lokalen als auch regionalen Kontext ausgeführt und die Ergebnisdatensätze beleuchtet.

Die zugrundeliegenden Algorithmen gehören zur Kernfunktionalität vieler GIS Softwarelösungen. Somit kann das Analyseverfahren grundsätzlich auch auf andere GIS Programme übertragen werden.

Inhalt

Part A - Synthesebericht

1.	Einleitung und Kontext	1
1.1.	Ausgangslage	1
1.2.	Zielsetzung	1
1.3.	Anforderungen	2
2.	Methodische Umsetzung	2
2.1.	Datengrundlage	2
2.2.	Ableitung des Kriteriums <i>Anteil offener Boden</i>	3
2.2.1.	Unüberwachte Bildklassifikation zur Vegetationskartierung	3
2.2.2.	Berechnung des Bodenbedeckungsgrades.....	5
2.3.	Ableitung der Schadensflächen (Ausmass betroffener Flächen)	5
2.4.	Bereinigung der Schadensflächen	7
3.	Plausibilitätsprüfung	7
4.	Literaturverzeichnis	11

Part B - Benutzerhandbuch

1.	Installation	12
1.1.	Paketinhalt.....	12
1.2.	Systemvoraussetzungen.....	14
1.3.	ArcGIS™ Einstellungen.....	15
2.	Graphical User Interface (GUI)	15
3.	Anwendungsbeispiele	16
3.1.	Anwendungsbeispiel <i>Alp Vorfrutt</i>	20
3.1.1.	Abriss zum Untersuchungsgebiet	20
3.1.2.	Beschreibung der Übungsdaten	20
3.1.3.	Durchführen der Analyse.....	21
3.2.	Anwendungsbeispiel <i>Reusstal</i>	28
3.2.1.	Beschreibung der Übungsdaten	28
3.2.2.	Durchführen der Analyse.....	29

4.	Darstellung der Ergebnisse.....	32
5.	Trouble Shooting	32
6.	Checkliste.....	34

1. Einleitung und Kontext

1.1. Ausgangslage

Alpine Böden sind meist flachgründig und nährstoffarm. Dennoch kommt dem Schutz und Erhalt dieser Böden besondere Bedeutung zu, da sie die Produktionsgrundlage der Alpwirtschaft bilden und aufgrund der alpinen Reliefenergie einer höheren natürlichen Abtrags- und Erosionsdynamik unterliegen als flachere Tallagen. In der Regel ist der Boden unter geschlossener Vegetation geschützt. Auf Alpweiden kann es vor allem durch Viehtritt zur Schädigung der Vegetationsdecke und zu Bodenverdichtung kommen. Je nach Hangneigung und Standort können Trittschäden lokal (z.B. um Tränken) oder über grössere Flächen verteilt und oftmals hangparallel auftreten und zu lokaler bis flächenhafter Erosion führen, die längerfristig mitunter auch grössere Hangrutschungen zur Folge haben kann (BAFU & BLW 2013, Sutter & Keller 2009).

Eine standortgerechte Alpbewirtschaftung ist daher zentral, um Bodenerosion als Folge von Trittschäden zu vermeiden. Mit der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft (BAFU & BLW 2013) oder der Sömmerungsbeitragsverordnung (BLW 2008) des Bundes liegen die Instrumente und Massnahmenkataloge zur Vorbeugung, Erfassung und Kontrolle der Erosion auf Weideflächen vor. Das übergeordnete Ziel dieser Instrumente ist es, die physikalische Bodenbelastung durch Viehtritt zu vermeiden, die zu oberflächlicher Zerstörung der Grasnarbe, Bodenverdichtung und letztendlich zur Erosion führen kann. Im alpinen Gelände erfolgen die Beurteilung der Bodenbelastung und die Identifikation erosionsgefährdeter Weideflächen anhand von Expertenwissen und Feldbegehungen. Dabei werden Erosionsschäden für zusammenhängende, ähnliche Schäden aufweisende Flächen anhand der Kriterien Anteil offener Boden (%) und Ausmass betroffener Flächen (Ar) aufgenommen und in lokal konzentrierte, dezentral verstreute, und flächenhafte Erosion (Rutschung) kategorisiert.

Allerdings gestaltet sich für die Alpkontrolleure sowohl die zuverlässige Erkennung als auch die flächenhafte Erfassung weidebedingter Erosionsschäden als äusserst schwierige Aufgabe (Sutter 2007), da ihnen oftmals die Zeit und/oder das notwendige Fachwissen für eine umfassende Beurteilung fehlen.

1.2. Zielsetzung

In der vorliegenden Pilotstudie wird ein objektiver Analyseablauf zur (semi-)automatischen Ableitung der Erosionsschäden aus digitalen Orthophotos anhand der bestehenden Kriterien *Anteil offener Boden* und *Ausmass betroffener Flächen* erarbeitet und in eine GIS Toolbox integriert.

Damit soll den Vollzugsstellen und Alpkontrolleuren ein effizientes und benutzerfreundliches Werkzeug für Voruntersuchungen übergeben werden, das bei vorhandener Datengrundlage auf lokaler, regionaler bis kantonaler Raumskala zur Identifikation von *Hot Spots* der Bodenerosion eingesetzt werden kann. Auf dieser Grundlage können die Felderhebungen auf die de facto notwendigen Einsätze reduziert und damit der Zeit- und Kostenaufwand minimiert werden.

1.3. Anforderungen

In diesem Kontext wurden drei grundlegende Anforderungen definiert. Die GIS Toolbox soll:

- intuitiv gestaltet, ohne umfangreiches Expertenwissen auszuführen sein und einen einfachen Zugang zu wissenschaftlich etablierten Fernerkundungs- und GIS-Methoden gewährleisten,
- potentielle Schadensflächen auf Grundlage landesweit verfügbarer Geodaten möglichst effizient und mit ausreichender Genauigkeit lokalisieren können,
- ein ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis beschreiben und den Beurteilungsaufwand zur Bestimmung potentieller Schadensflächen soweit wie möglich minimieren.

2. Methodische Umsetzung

Die GIS Toolbox wurde nach den inhaltlichen Grundlagen und Vorgaben des Kapitels *Erosion auf Weiden* (Modul *Bodenschutz* der Vollzugshilfe) im Gebiet der *Alp Vorfrutt* (Spiringen UR) erarbeitet und mit einer Feldbegehung auf Plausibilität geprüft (validiert). Die Geodaten des Testgebiets sind im Lieferumfang der GIS Toolbox enthalten und werden im Benutzerhandbuch genauer beschrieben.

2.1. Datengrundlage

Um eine grösstmögliche Objektivität und Genauigkeit zu erreichen, ist die Analyse auf landesweit in gleicher Qualität vorliegende Eingangsdaten ausgelegt. Digitale Orthophotos sind die primäre Datengrundlage für die Anwendung der GIS Toolbox. In der Schweiz liegt mit dem Orthophotomosaik *SWISSIMAGE* ein hochwertiges Produkt in den Bandkombinationen *NIR-Rot-Grün* (sog. Falschfarben-Infrarot/False-Color Infrared, *NIR* = nahes Infrarot) und *Rot-Grün-Blau* (RGB) und einer homogenisierten räumlichen Auflösung von 25 cm vor (Abb. 1, Bundesamt für Landestopografie swisstopo 2010). Im alpinen Gelände erfolgt die Bildaufnahme aufgrund der schwierigeren Flugbedingungen allerdings mit einer Auflösung von 50cm, die im Nachhinein an die homogenisierte Auflösung von 25 cm angepasst wird (sog. Resampling). Die Befliegungen erfolgen blockweise in einem zeitlich versetzten 3 Jahres Zyklus (laubfrei und belaubt). Die Orthophotomosaik werden in Kacheln produziert wobei die Randgebiete teilweise aus Pixeln unterschiedlicher Flugjahre bestehen, die bei unterschiedlicher Belichtung, Abschattung oder Schneebedeckung zu Artefakten führen (Abb. 1a). Ab 2017 werden die Befliegungen gemäss den offiziellen Kantons Grenzen und mit einem neuen Sensor erfolgen, aus denen das Orthophotomosaik *SWISSIMAGE* mit Bodenauflösungen von 10 cm respektive 25 cm produziert wird (Bundesamt für Landestopografie swisstopo 2016).

Der Informationsgehalt der Orthophotos wurde mit einer Hauptkomponentenanalyse abgeschätzt. Dabei wurden Redundanzen in der Farbinformation der einzelnen Bildbänder eliminiert und komprimiert. Die aufsummierten Eigenvektoren der Hauptkomponenten zeigen, dass die ersten beiden Spektralbänder bereits über 98% der Bildvariation enthalten (Abb. 1). Somit erscheint es möglich, einen Grossteil der Analyse auf Grundlage der Farbinformation durchführen zu können.

Die Verwendung eines digitalen Geländemodells (z.B. das schweizweit verfügbare *SwissAlti3D*, *SRTM*, etc...) ermöglicht es ausserdem beschattete Gebiete von der Analyse auszuschliessen, falls Beschattung ein Problem in der Datenbearbeitung darstellen sollte. Hierzu müssen die Sonnenstandseigenschaften zum Zeitpunkt der DGM-Erstellung bekannt sein (abzuleiten unter www.suncalc.org)

Zusätzlich können Informationen über die Oberflächeneigenschaften (z.B. Strassen, anstehendes Festgestein) aus verfügbaren thematischen Fachdaten, wie z.B. der Bodenbedeckung der Amtlichen Vermessung, als wichtige Kontextinformation in den Analyseprozess integriert und in Ausschlussgebiete der Analyse überführt werden (Abb. 2). Empfehlungen zu möglichen Fachdaten werden im Benutzerhandbuch gegeben (Kapitel 3.3.1., Tabelle 2).

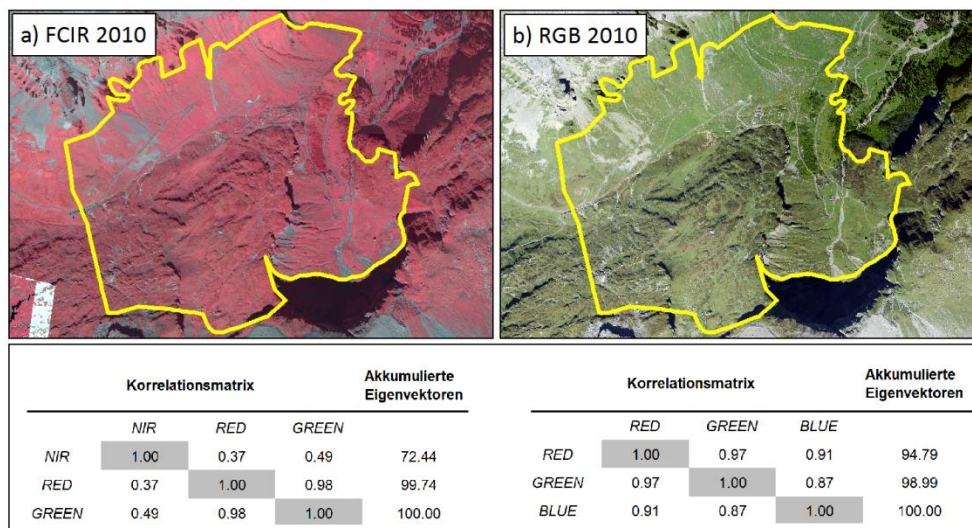


Abbildung 1: Falsch- (FCIR) und Echtfarben (RGB) SWISSIMAGE Orthophotos aus dem Jahr 2010 mit Korrelationsmatrizen und aufsummierten Eigenvektoren der Hauptkomponentenanalyse.

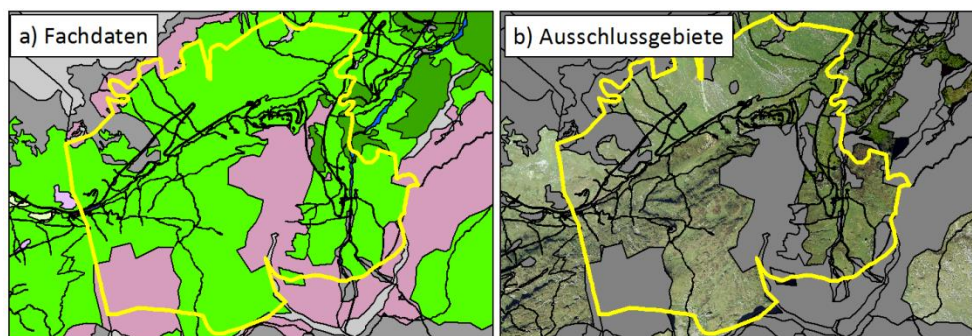


Abbildung 2: Supplementäre thematische Geodaten werden auf Grundlage ihrer Merkmalsbeschreibung als Ausschlussgebiete deklariert und zu einem zusammenhängenden Ausschlussdatensatz aufbereitet.

2.2. Ableitung des Kriteriums *Anteil offener Boden*

2.2.1. Unüberwachte Bildklassifikation zur Vegetationskartierung

Die fernerkundliche Vegetationskartierung nutzt die unterschiedlichen Reflexions- und Absorptionseigenschaften der Vegetation. Im Gegensatz zu *offenem Boden* absorbiert die *Vegetation* den grössten Teil des roten und blauen Spektrums durch die Chlorophyllpigmente und reflektiert den grössten Teil des grünen sowie des nahen Infraroten Spektralbereichs (Abb. 3). Die spektrale Information der Bildbänder wird zu dimensionslosen Indizes kombiniert, die das Verhältnis der Spektralbereiche zueinander auf einen Wert reduzieren und deutlich mit messbaren biophysikalischen Eigenschaften der Vegetation, z.B. der Vitalität, korrelieren (z.B. Gould 2000, Xie et al. 2008). Einer der am häufigsten verwendeten Vegetationsindizes ist der *Normalized Differenced Vegetation Index NDVI* (Rouse et al. 1973), der als guter Indikator der photosynthetischen Aktivität für unterschiedlichste Fragestellungen auf globaler bis lokaler Skala eingesetzt wird.

Trotz der guten Korrelation mit vielen Ökosystemfaktoren werden die Indexwerte durch Vegetations- und Bodenfeuchte, atmosphärische Bedingungen, unterschiedlich reflektierende Bodentypen und variable Vegetationsbedeckung beeinflusst. Für Anwendungen in spärlich bewachsenen Gebieten

wurden daher modifizierte und um Boden-reflexionen bereinigte Indizes wie der *Modified Soil Adjusted Vegetation Index MSAVI* entwickelt (Qui et al. 2004).

Seit einigen Jahren werden auch Indizes, die nur auf Bandkombinationen des sichtbaren Spektralbereichs (RGB) basieren, erfolgreich für die Vegetationskartierung eingesetzt (Woebbecke et al. 1995, Meyer & Neto 2008). Diese Indizes akzentuieren bestimmte Farben (z.B. Pflanzengrün) und sind für das menschliche Auge ersichtlich. In dieser Studie erfolgte die Auswahl der geeigneten Indizes (Tab. 1) nach den systematischen Arbeiten von Schmidt & Karnieli (2001), Motokha et al. (2010), Gitelson et al. (2001), Woebbecke et al. (1995) und Meyer & Neto (2008). Empfehlungen zu den Indizes werden im Benutzerhandbuch gegeben (Kapitel 3., Tabelle 4).

Tabelle 1: Die integrierten Indizes mit Berechnungsformeln (mit R: Rot, G: Grün, B: Blau und NIR: nahem Infrarot).

	Index	Formel
FCIR	Normalized Differenced Vegetation Index NDVI (Rouse et al. 1973)	$\frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$
	Modified Soil-Adjusted Vegetation Index MSAVI (Qui et al. 2004)	$\frac{(2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - (8(NIR - R))})}{2}$
RGB	Excess Green Minus Excess Red EXG-EXR (Woebbecke et al. 1995)	$(2G - R - B) - (1.4R - G)$

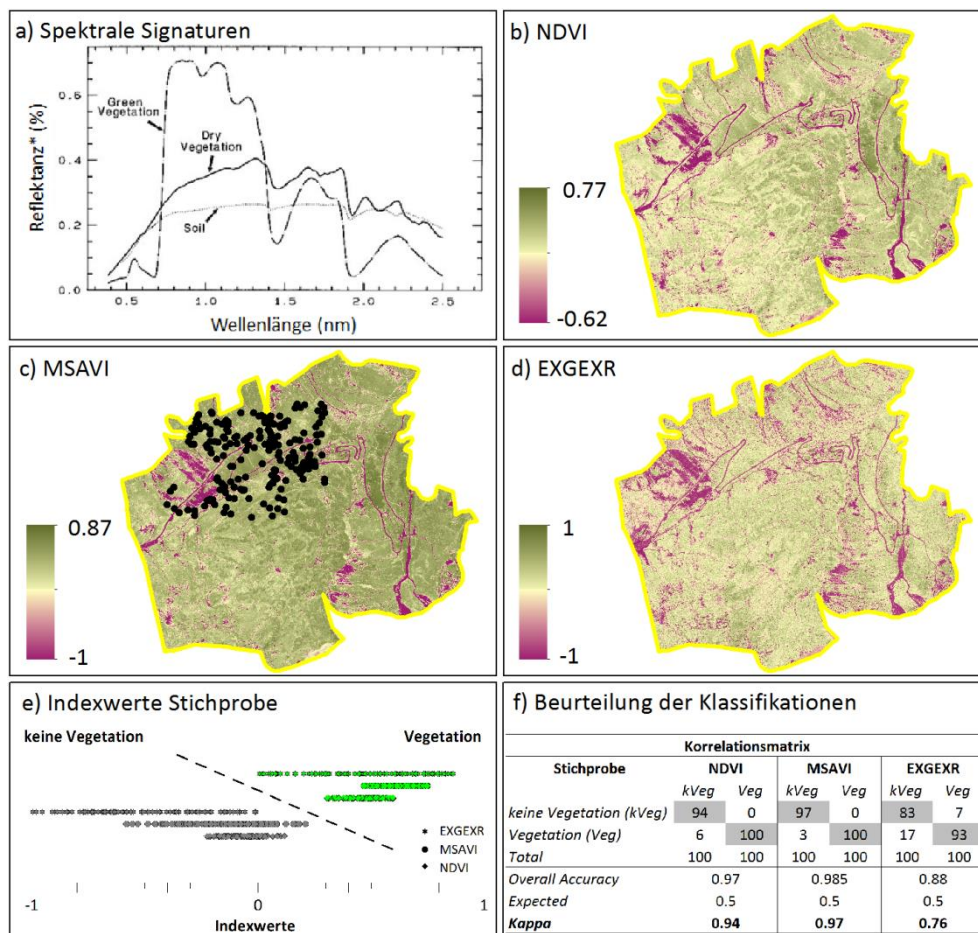


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Absorptions- und Reflexionseigenschaften (a), die durch Vegetationsindizes (b – d) in eine Kenngröße überführt werden und Klassifizierungen erlauben (e). Qualitätskontrolle der unüberwachten Klassifikation der Indizes anhand einer zufällig verteilten Stichprobe (n = 200, f).

Aus den Indizes werden mit einer *unüberwachten Bildklassifikation* die Klassen *Vegetation* und *keine Vegetation* bestimmt (Abb. 3). Die Ergebnisse der Klassifikation wurden mit einer zufällig verteilten Stichprobe mit 100 Punkten je Klasse validiert, die manuell geprüft und mit den Klassenwerten (*Vegetation*, *keine Vegetation*) attribuiert wurde. Die Punkte der Stichprobe wurden mit den Werten der drei Indizes (Abb. 3e) und den daraus abgeleiteten Klassen verknüpft. Daraus wurde die richtige Klassenzuordnung, d.h. der Grad der Übereinstimmung (sog. Kappa Statistik), berechnet, die bei Werten zwischen 76 % und 97 % liegt (Abb. 3f).

Limitationen bestehen in der weiteren Unterscheidung vegetationsloser Flächen mit ähnlichen Indexwerten (z.B. *Hangschutt* vs. *offener Boden*, *Gebäude-/Verkehrsflächen* vs. *offener Boden*), die mit thematischen Fachdaten und Kontextinformationen minimiert werden können.

2.2.2. Berechnung des Bodenbedeckungsgrades

Der *Anteil offenen Bodens* wird mit einer Nachbarschaftsanalyse aus der klassifizierten Vegetationskartierung berechnet (Abb. 4a). Dabei wird für jedes Bildpixel $[Z(i)]$ in einer rechteckigen Nachbarschaft $[Nb(i)]$ zuerst der Vegetationsbedeckungsgrad aus dem Verhältnis der Summe aller Vegetationszellen $[\sum VEG Nb(i)]$ zur Summe aller Nachbarschaftszellen $[ANZ Nb(i)]$ abgeleitet und zum Bodenbedeckungsgrad invertiert (Abb. 4b). Die Berechnung des *Anteils offenen Bodens* kann sowohl in einer sich zellenweise weiterbewegenden, überlappenden Nachbarschaft (Typ 1, Abb. 4c) als auch in einer blockweise fixierten, nicht überlappenden Nachbarschaft (Typ 2, Abb. 4d) erfolgen.

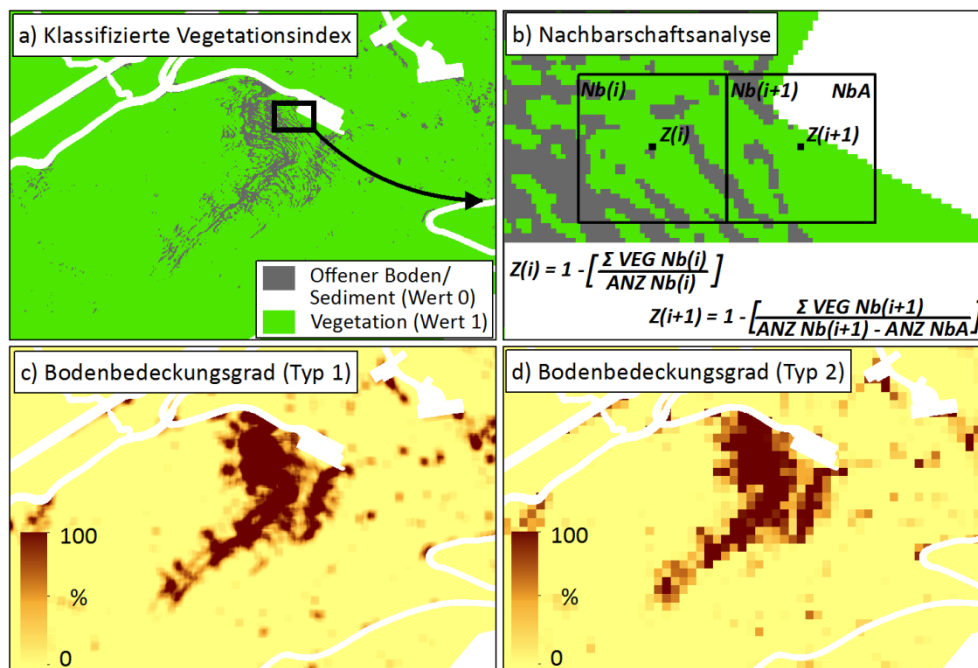


Abbildung 4: Skizzierung der Berechnung des Bodenbedeckungsgrades.

2.3. Ableitung der Schadensflächen (Ausmass betroffener Flächen)

Der Bodenbedeckungsgrad wird mit Konditionalabfragen der definierten Schwellenwerte des *Anteils offenen Bodens* ($\geq 30\%$ bzw. $\geq 50\%$) in die Kategorien *lokal konzentrierte* oder *dezentral verstreute Erosion* eingeordnet (Abb. 5b). Mit einem Regionalisierungsansatz werden die einzelnen Zellen zu zusammenhängenden Zellverbänden (Regionen) aggregiert, die die *potentiellen Schadensflächen* beschreiben (Abb. 5c).

Abschliessend wird die Grösse der *potentiellen Schadensflächen* berechnet und wiederum mit den Schwellenwerten der tolerierbaren Flächengrösse aus der Vollzugshilfe verglichen (≥ 3 Ar für lokal konzentrierte Erosion, d.h. Erosionskategorie A, und ≥ 10 Ar bzw. ≥ 30 Ar für dezentral verstreute Erosion, d.h. Erosionskategorie B, im Berg- resp. Sömmerungsgebiet, Abb. 5d). Alle potentiellen Schadensflächen, deren Grösse unterhalb der Schwellenwerte liegen, werden verworfen.

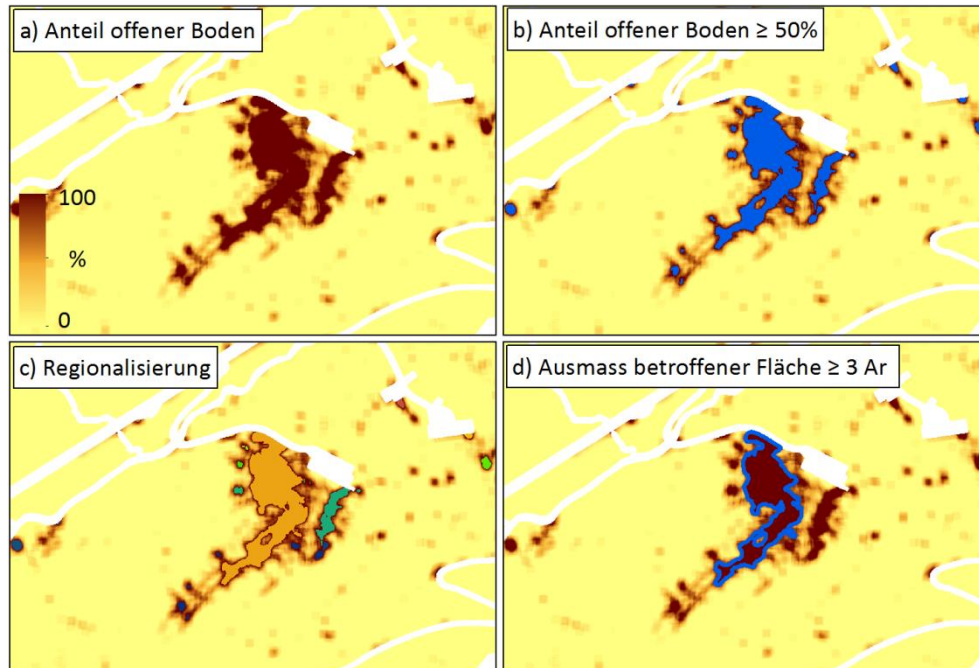


Abbildung 5: Teilberechnungsschritte zur Ableitung potentieller Schadensflächen am Beispiel der Erosionskategorie A - lokal konzentrierte Erosion.

2.4. Bereinigung der Schadensflächen

Die Auswertungen der ausgewiesenen Schadensflächen haben gezeigt, dass deren Identifikation aufgrund des Bodenbedeckungsgrades nicht ausreichend ist um die durch Viehtritt hervorgerufenen Bodenschäden zu kartieren. Daher werden die errechneten Schadensflächen einer weiteren Analyse hinsichtlich Ihrer Morphologie und topographischen Lage unterzogen und ausgeschlossen bzw. eingegrenzt.

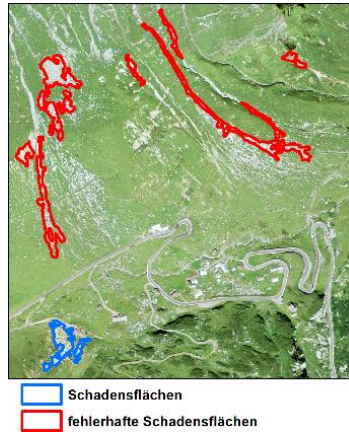


Abbildung 5: Ausgewiesene Schadensflächen der Toolbox Modul 2. Die roten Flächen entsprechen den definierten Bodenbedeckungskriterien. Diese sind aber offensichtlich nicht von Viehtritt verursacht.

Abbildung 5 zeigt die ausgewiesenen Schadenflächen, wobei die am Hang gelegenen langgestreckten Gebiete augenscheinlich nicht von Viehtritt verursacht werden, sondern die Erosions- und Akkumulationsgebiete gravitativer Massenbewegungen sind die im Hochgebirge häufig anzutreffen sind. Um diese Flächen zu identifizieren und auszuschliessen verfolgt die Postprozessierung zwei Ansätze:

(a) ausgewiesene Schadensflächen werden anhand ihrer durchschnittlichen Neigung ausgeschlossen/selektiert hinsichtlich der Annahme, dass Weidevieh Gebiete ab einer bestimmten Steilheit meiden und

(b) Gravitative Massenbewegungen weisen eine charakterische Geometrie auf anhand derer diese identifiziert werden können. (b) folgt der Argumentation von Barlow et al. (2016) die ebenfalls hochaufgelöste Fernerkundungsdaten nutzen um gravitative Massenbewegungen zu kartieren. Dabei wird das Verhältnis von Breite zu Länge als Schwellenwert verwendet um lineare, hangabwärts orientierte Flächen zu detektieren und auszuschliessen.

Beide Ansätze verbessern die Ergebnisse der Detektion der Schadensflächen indem sie steile und morphologisch eindeutige Flächen ausschliessen.

Die Ausscheidungscharakteristika (Hangneigung und Längen zu Breiten Verhältnis) müssen vom User angepasst werden.

3. Plausibilitätsprüfung

Im Testgebiet Alp Vorfrutt wurden auf Basis des FCIR Orthophotos von 2010 eine Schadensfläche der Kategorie A - *lokal konzentrierte Erosion* und 2 Flächen der Kategorie B - *dezentral verstreute Erosion* identifiziert (Abb. 6). Nachfolgend wird eine Auswahl der Fotodokumentation der Feldvalidierung vom 05.10.2016 nach Fotostandort gegeben. Die Lage der Fotostandorte zeigt Abbildung 6.

Die identifizierten Schadensflächen wurden im Feld gleich beurteilt. Weitere Flächen mit offenem Boden aufgrund von Trittschäden überschritten bei der Feldbeurteilung die Schwellwerte teilweise knapp nicht. Weiterhin wurden kleinere Rutschungen identifiziert (Abb. 6), die als solche erkannt aber in einem Fall aufgrund des Anteils offenen Boden als Schadfläche identifiziert wurde.

Da der Analyseansatz aus mehreren Schritten besteht, wurde eine Sensitivitätsanalyse der Teilschritte durchgeführt, um die Möglichkeit der Fehlerpropagation abzuschätzen. Abbildung 9 zeigt den Vergleich der Klassifikation der Vegetationsindizes. Der Einfluss variabler Nachbarschaftsbeziehungen bei der Berechnung des Bodenbedeckungsgrades ist in Abbildung 10 dargestellt.

Je nach Verwendung der unterschiedlich sensitiven Vegetationsindizes ergeben sich Abweichungen in den Bildklassifikationen (Abb. 9 c, g, k), die sich auf Form und Dimension der Schadensflächen auswirken. Die teils deutlichen Unterschiede zwischen den Indizes MASVI und NDVI respektive MSAVI und EXGEXR spiegeln den Einfluss der Korrektur der Bodenreflexion des MSAVI wider.

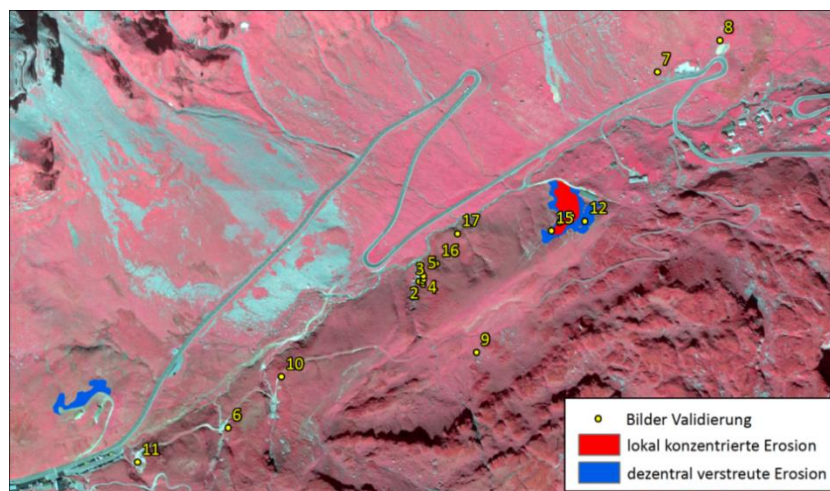


Abbildung 6: Abgeleitete Schadensflächen im Testgebiet *Alp Vorfrutt*.



Abbildung 7: Rutschungen an den Fotostandorten 6 (links) und 11 (rechts).

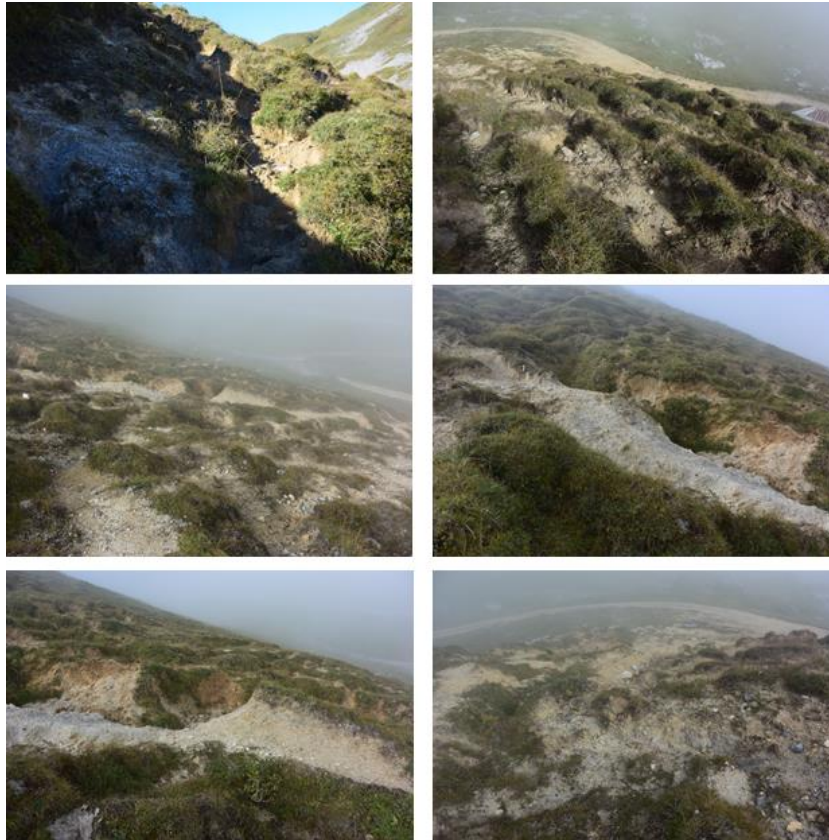


Abbildung 8: Erosionsschäden an den Fotostandorten 12 und 15.

Die Unterschiede der Bildklassifikationen des NDVI und EXGEXR (Abb. 9 k) wirken sich kaum auf das Endergebnis aus (Abb. 9 l). Ein ähnliches Bild zeigt der Vergleich unterschiedlicher und zunehmend grösser werdender Nachbarschaftsbeziehungen (Abb. 10). Bei relativ stabiler Lage der potentiellen Schadensflächen sind ebenfalls Abweichungen in Form und Dimension festzustellen.

Trotz der Abweichungen, die durch die Verwendung unterschiedlich sensibler Vegetationsindizes und variabler Nachbarschaftsbeziehungen entstehen können, wurden die entsprechenden Schadensflächen in allen Tests identifiziert.

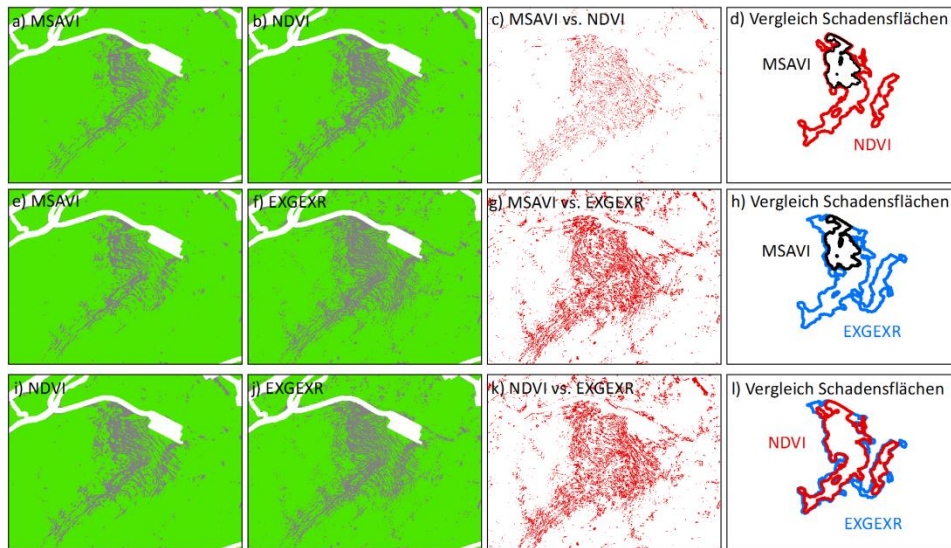


Abbildung 9: Vergleich der Bildklassifizierung (c, g, k) der integrierten Falsch- und Echtfarben-Vegetationsindizes und der daraus abgeleiteten Schadensflächen (d, h, l) der Kategorie *lokal konzentrierte Erosion*.

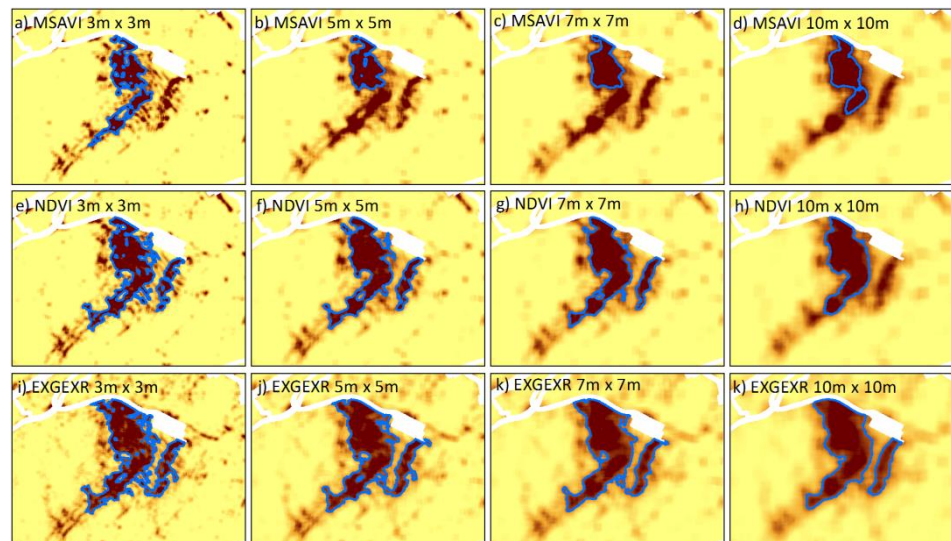


Abbildung 10: Vergleich der identifizierten Schadensflächen der Kategorie *lokal konzentrierte Erosion* auf Basis der integrierten Falsch- und Echtfarben-Vegetationsindizes und unter Verwendung zunehmend grösser werdender Nachbarschaften bei der Berechnung des Bodenbedeckungsgrads.

4. Literaturverzeichnis

- BAFU & BLW (2013): Bodenschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. *Bundesamt für Umwelt*, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1313:59 S.
- Barlow, S. Franklin, Y. Martin (2006): High spatial resolution satellite imagery, DEM derivatives, and image segmentation for the detection of mass wasting processes. *Photogrammetry and Engineering Remote Sensing* (72): 687-692.
- BLW (2008): Weisungen und Erläuterungen 2009 zur Verordnung über Sömmerungsbeiträge vom 14. November 2007. Weisung, Bundesamt für Landwirtschaft.
- Bundesamt für Landestopografie swisstopo (2010): SWISSIMAGE. Das digitale Farbornthophotomosaik der Schweiz. *Bundesamt für Landestopografie*, Wabern. Produktinformation 03/2010:15 S.
- Bundesamt für Landestopografie swisstopo (2016): Neuheiten 2017. *Bundesamt für Landestopografie*, Wabern. geodata news No. 36:4 S.
- Gitelson, A. A., Kaufman, Y. J., Stark, R., & D. Rundquist (2002): Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. *Remote sensing of Environment* 80(1): 76-87.
- Gould, W. (2000). Remote sensing of vegetation, plant species richness, and regional biodiversity hotspots. *Ecological applications* 10(6):1861-1870.
- Meyer, G. E. & J. C. Neto (2008): Verification of color vegetation indices for automated crop imaging applications. *Computers and Electronics in Agriculture* 63(2): 282-293.
- Motohka, T., Nasahara, K. N., Oguma, H. & S. Tsuchida (2010): Applicability of green-red vegetation index for remote sensing of vegetation phenology. *Remote Sensing* 2(10): 2369-2387.
- Rickli, C. (2001): Vegetationswirkungen und Rutschungen - Untersuchung zum Einfluss der Vegetation auf oberflächennahe Rutschprozesse anhand der Unwetterereignisse in Sachse OW am 15. August 1997. *Eidg. Forschungsanstalt WSL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft*, Birmensdorf, Bern.
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. & D.W. Deering (1973): Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *3rd ERST Symposium, NASA SP-351*: 309-317.
- Schmidt, H. & A. Karnieli (2001): Sensitivity of vegetation indices to substrate brightness in hyper-arid environment: the Makhtesh Ramon Crater (Israel) case study. *International Journal of Remote Sensing* 22(17): 3503-3520.
- Sutter, R. (2007): Erosion im Alpgebiet. Schlussbericht.
- Sutter, R. & L. Keller (2009): Bodenerosion im Sömmerungsgebiet. Erkennen – vermeiden – beheben. Technischer Bericht, Agridea, Lindau.
- Woebbecke, D. M., Meyer, G. E., Von Bargen, K. & D. A. Mortensen (1995): Color indices for weed identification under various soil, residue, and lighting conditions. *Transactions of the ASAE-American Society of Agricultural Engineers* 38(1): 259-270.
- Xie, Y., Sha, Z. & M. Yu (2008). Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of plant ecology* 1(1):9-23.

1. Installation

1.1. Paketinhalt

Kopieren und entpacken Sie den ZIP-komprimierten Ordner *Erosion_im_Alpinen_Raum.zip* in ein lokales Verzeichnis, in dem Sie über Lese- und Schreibrechte verfügen. Der Pfad zu diesem Verzeichnis sollte keine Leerzeichen enthalten und nicht mehr als 200 Zeichen umfassen.

 **C:\Data\Bodenerosion**

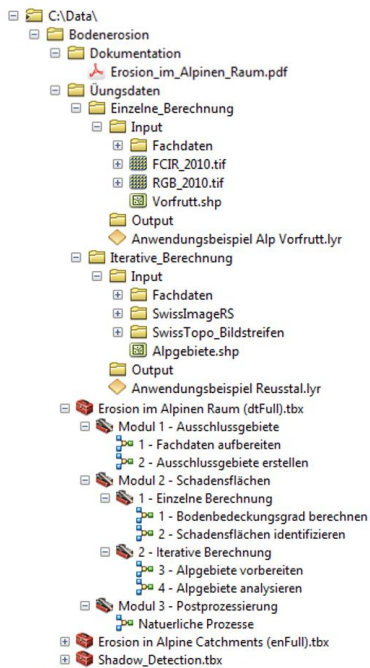
 C:\Daten und Fakten\Bodenerosion \

 \\domain.ch\ Projekte Bodenerosion\

**Hinweis**

Das oben angeführte Positiv-Beispiel **C:\Data\Bodenerosion** wird exemplarisch für die nachfolgenden Beschreibungen des Benutzerhandbuchs verwendet.

Das entpackte Verzeichnis enthält (Abb. 11):



1. den Synthesebericht mit Benutzerhandbuch als PDF (Ordner *Dokumentation*),
2. Übungsdaten mit vordefinierten ArcGIS® Layer-Dateien (*Anwendungsbeispiel Alp Vorfrutt.lyr*, *Anwendungsbeispiel Reusstal.lyr*), sowie
3. die ArcGIS® Toolbox mit den Analysewerkzeugen in unterschiedlicher Sprachunterstützung für
 - Standard ArcGIS Installation (englisch) und englischer Toolbox Oberfläche (**enFull**)
 - Standard ArcGIS Installation und deutscher Toolbox Oberfläche (**dtGUI**)
 - ArcGIS Installation mit deutschem Sprachpaket und deutscher Toolbox Oberfläche (**dtFull**)

Abbildung 11: Lieferumfang der GIS Toolbox.

Die Auswahl der passenden GIS Toolbox setzt die Kenntnis der lokalisierten Benutzeroberfläche voraus, die mit Sprachpaketen oder Sprachergänzungen installiert und vom Benutzer selbst geändert werden können. Die Prüfung der Benutzeroberflächensprache erfordert keine Administratorrechte und wird mit dem Programm ArcGIS Administrator vorgenommen:

1. Starten Sie die Software ArcMap™ und öffnen Sie die ArcGIS® Desktop Hilfe (Abb. 12).
2. Kopieren Sie den auf Ihr Sprachpaket passenden Suchausdruck
 - *Auswählen der Sprache für die Benutzeroberfläche*
 - *Selecting the language of the user interface*

und fügen sie den Ausdruck im linken Fensterbereich in das Suchfeld der Registerkarte *Search* ein.

3. Folgen Sie der Anleitung *Wie ändern Sie die Sprache der Benutzeroberfläche?* bzw. *How do you change the language of the user interface?* und beenden Sie anschliessend *ArcGIS Administrator*.

Tabelle 2: Auswahl der passenden GIS Toolbox in Abhängigkeit der gegebenen ArcGIS Installation.

GIS Toolbox	ArcGIS Installation		
	Standard (englisch)	mit Anzeigensprache deutsch	mit deutschem Sprachpaket
Erosion im Alpenen Raum (dtFull)		✓	✓
Erosion im Alpenen Raum (dtGUI)	✓		
Erosion in Alpine Catchments (enFull)	✓		

Zur GIS Toolbox mit englischsprachiger Benutzeroberfläche *Erosion in Alpine Catchments (enFull)* liegt gegenwärtig noch keine Schritt-für-Schritt Anleitung vor. Die wichtigsten Informationen zur Funktionsweise und Parametrisierung der jeweiligen Werkzeuge werden in den kontextabhängigen Kurzbeschreibungen der Werkzeuoberflächen gegeben (vgl. Kap. 2. Graphical User Interface).

Hinweis I Das Benutzerhandbuch beschreibt die Anwendung der GIS Toolbox mit deutschsprachiger Oberfläche *Erosion im Alpenen Raum (dtGUI)* und der Standard ArcGIS Installation in englischer Sprache. Die Auswahl der passenden GIS Toolbox bei abweichenden Einstellungen zeigt Tabelle 2.

.....Hinweis II Die Toolbox Shadow Detection muss zwingend in allen Toolbox Varianten vorhanden sein. Siehe Abbildung 11.

1.2. Systemvoraussetzungen

Die GIS Toolbox benötigt eine lauffähige Installation der Software *ArcGIS® for Desktop* Version 10.2 oder höher mit dem Lizenztyp *Basic* sowie die Erweiterung *Spatial Analyst*. Starten Sie die Software ArcMap™ und prüfen Sie die Systemvoraussetzungen nach Abbildung 12.

Wenn die Erweiterung *Spatial Analyst* nicht installiert, jedoch mit einer gültigen Lizenz verfügbar ist, kann die Erweiterung zur bestehenden ArcGIS® Installation hinzugefügt werden. Gehen Sie dafür analog Abbildung 13 vor:

1. Starten Sie die Software ArcMap™ und öffnen Sie die ArcGIS® Desktop Hilfe.
2. Kopieren Sie den auf Ihr Sprachpaket passenden Suchausdruck
 - *Hinzufügen von zusätzlichen Installationsfunktionen*
 - *Adding additional installation features*

und fügen sie den Ausdruck im linken Fensterbereich in das Suchfeld der Registerkarte *Search* ein und klicken Sie den Button *Ask*.

3. Folgen Sie der Anleitung *So fügen Sie ArcGIS for Desktop-Installationsfunktionen hinzu oder entfernen diese* respektive *How to add or remove ArcGIS for Desktop installation features* und beenden Sie die Installation mit der Autorisierung der Extension.

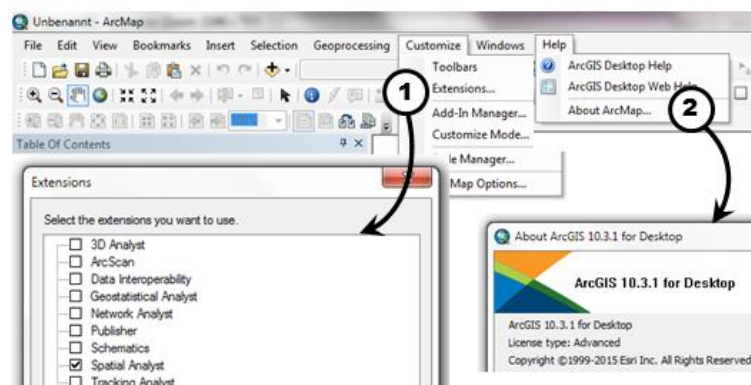


Abbildung 12: Prüfung der Erweiterung *Spatial Analyst* (1) und der ArcGIS Version (2).

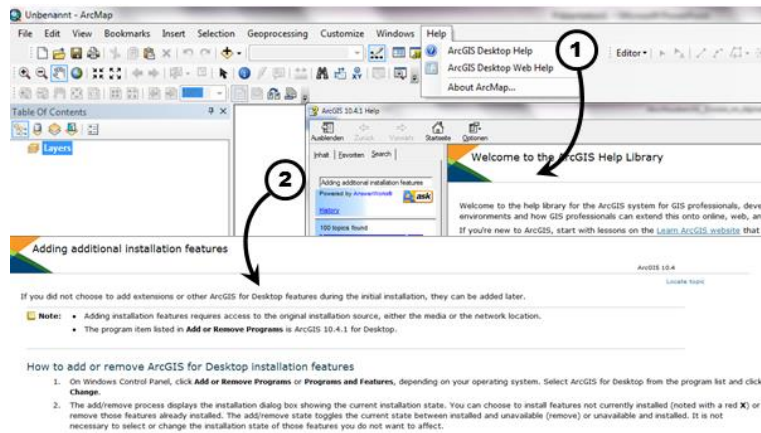


Abbildung 13: ArcGIS Desktop Hilfe mit Anleitung zur Installation einer Erweiterung.



Hinweis

Die GIS Toolbox *Erosion im Alpenen Raum* wurde innerhalb der ArcGIS® Produktfamilie umgesetzt. Die zugrundeliegende Analysefunktionalität gehört zur Kernfunktionalität vieler GIS Softwarelösungen. Daher ist es grundsätzlich möglich, dass Analyseverfahren auf andere GIS Programme zu portieren. Nutzen Sie die Kontaktdaten im Impressum, wenn Sie an dieser Möglichkeit interessiert sind.

1.3. ArcGIS™ Einstellungen

Die GIS Toolbox kann permanent in ArcGIS™ integriert werden (Abb. 14):

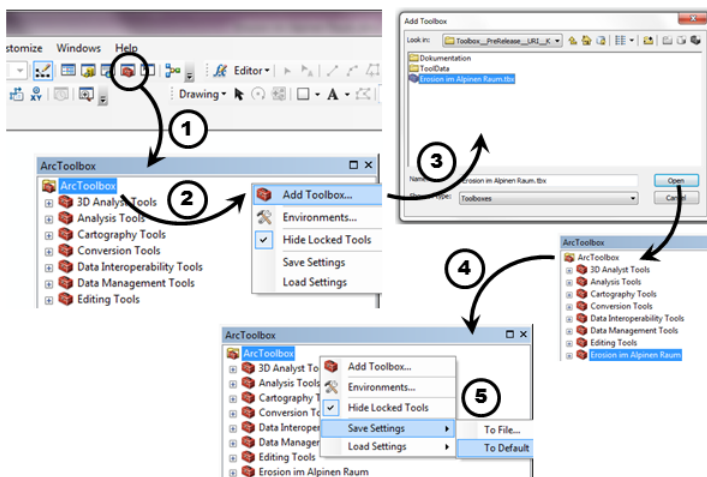


Abbildung 14: Integration der GIS Toolbox in ArcCatalog™.

1. Starten Sie die Software ArcCatalog™ und öffnen Sie die *ArcToolbox*.
2. Öffnen Sie per rechten Mausklick das Kontext-Menü der *ArcToolbox*.
3. Wählen Sie mit *Add Toolbox* die Toolbox *Erosion im Alpenen Raum (dtGUI)* aus dem Paketinhalt.
4. Die GIS Toolbox wird nun in der *ArcToolbox* aufgelistet.
5. Öffnen Sie erneut das Kontext-Menü der *ArcToolbox* und wählen Sie *Save Settings > To Default*. Schliessen Sie ArcCatalog™.

2. Graphical User Interface (GUI)

Die Benutzeroberfläche ist einfach konzipiert und intuitiv mit Symbolen (a) und Kurzbeschreibungen (b) gestaltet, die über den Button *Tool Help* (c) ein- und ausgeblendet werden können (Abb. 15).

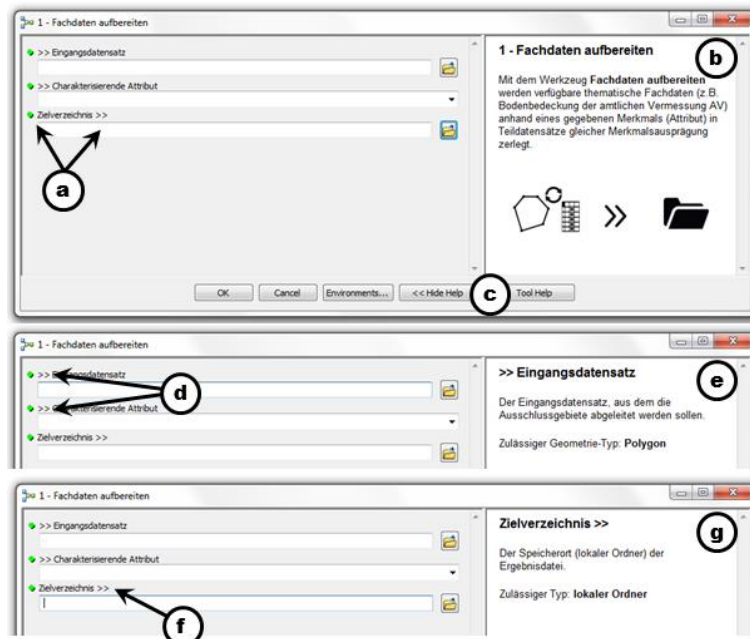


Abbildung 15: Die Benutzeroberfläche des Werkzeugs *Fachdaten aufbereiten*.

Eingangsdatensätze und Variablen sind mit >> (d) und den wichtigsten Informationen, z.B. Geometrie-Typ, in der Kurzbeschreibung versehen (e). Der Datenzugriff kann dabei sowohl über das Dateisystem (📁) als auch über die Layer-Struktur des aktuellen Kartendokuments (🗺️) erfolgen. Ergebnisdaten und Zielverzeichnisse sind mit >> (f) und Kurzbeschreibung (g) entsprechend angepasst.



Hinweis Die Darstellung der Ergebnisse ist je nach Werkzeug unterschiedlich und es gilt:

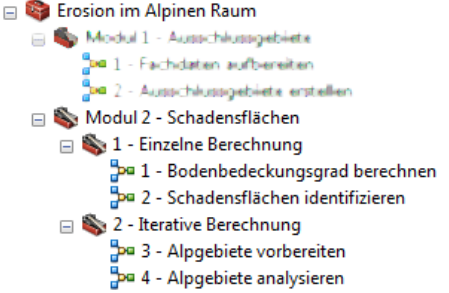
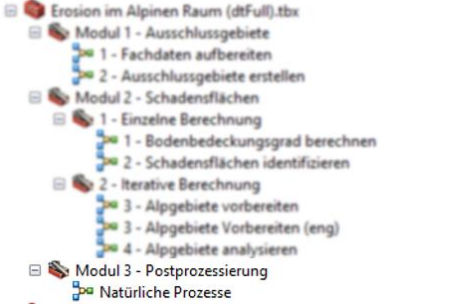
- Angabe Ergebnisdatensatz → Anzeige im ArcMap Kartenfenster.
- Angabe Zielverzeichnis → keine Anzeige im ArcMap Kartenfenster.

3. Anwendungsbeispiele

Die GIS Toolbox umfasst die Module *Ausschlussgebiete* und *Schadensflächen*. In weiterer Folge werden die einzelnen Werkzeuge der beiden Module exemplarisch anhand von zwei Anwendungsbeispielen ausgeführt und mit Empfehlungen und Kontextinformationen erläutert. Die ausgewählten Beispiele unterscheiden sich dabei sowohl in der betrachteten Raumscale als auch in der Anzahl der untersuchten Alpggebiete.

Während das Anwendungsbeispiel *Alp Vorfrutt* die gezielte Analyse eines einzelnen Alpgbiets auf lokaler Skale beschreibt, veranschaulicht das Anwendungsbeispiel *Reusstal* die iterative Ableitung der Schadensflächen in mehreren Alpgarealen auf regionaler Skale.

Tabelle 3: Die Modul- und Werkzeugstruktur der GIS Toolbox *Erosion im Alpenen Raum*.

 <ul style="list-style-type: none"> [-] Erosion im Alpenen Raum <ul style="list-style-type: none"> [-] Modul 1 - Ausschlussgebiete <ul style="list-style-type: none"> 1 - Fachdaten aufbereiten 2 - Ausschlussgebiete erstellen [-] Modul 2 - Schadensflächen <ul style="list-style-type: none"> 1 - Einzelne Berechnung <ul style="list-style-type: none"> 1 - Bodenbedeckungsgrad berechnen 2 - Schadensflächen identifizieren 2 - Iterative Berechnung <ul style="list-style-type: none"> 3 - Alpgebiete vorbereiten 4 - Alpgebiete analysieren 	<p>Mit dem Modul <i>Ausschlussgebiete</i> werden verfügbare Fachdaten anwenderfreundlich aufgearbeitet und in Ausschlussgebiete für die Ableitung der Erosions-schäden transferiert. Die Auswahl und Zuordnung der relevanten Datensätze zu Ausschlussgebieten erfolgt mit den Werkzeugen <i>Fachdaten aufbereiten</i> und <i>Ausschlussgebiete erstellen</i>.</p> <p>Um die eventuelle Beeinträchtigungen durch Schatten zu beheben, kann ein Höhenmodell angegeben werden aus dem anhand des Sonnenstandes zum gegebenen Zeitpunkt des Luftbildes (Sonnenhöhe und Azimuth) der Schatten berechnet werden. Der Sonnenstand muss vom User festgelegt (z.B. unter www.suncalc.org) und eingegeben werden. Die Standardeinstellung ist 180° Azimuth und 55° Sonnenhöhe. Diese Vorgehensweise ist jedoch nur empfehlenswert, wenn Schatten ein augenscheinliches Problem in den Bilddaten darstellen.</p> <p>Zu Beginn der Analyse werden also Informationen zu respektive über vegetationslose Flächen gesammelt, bei denen es sich nicht um offenen Boden handelt (z.B. Strassen oder anstehendes Festgestein).</p>
 <ul style="list-style-type: none"> [-] Erosion im Alpenen Raum <ul style="list-style-type: none"> [-] Modul 1 - Ausschlussgebiete <ul style="list-style-type: none"> 1 - Fachdaten aufbereiten 2 - Ausschlussgebiete erstellen [-] Modul 2 - Schadensflächen <ul style="list-style-type: none"> 1 - Einzelne Berechnung <ul style="list-style-type: none"> 1 - Bodenbedeckungsgrad berechnen 2 - Schadensflächen identifizieren 2 - Iterative Berechnung <ul style="list-style-type: none"> 3 - Alpgebiete vorbereiten 4 - Alpgebiete analysieren 	<p>Mit dem Modul <i>Schadensflächen</i> wird der Bodenbedeckungsgrad berechnet und anhand definierter Schwellenwerte offenen Bodens und der Grösse der betroffenen Flächen in <i>lokal konzentrierte Erosion</i> oder <i>dezentral verstreute Erosion</i> eingeteilt.</p> <p>Die Analyse kann dabei sowohl spezifisch für ein Alp- gebiet (<i>Einzelne Berechnung</i>) als auch iterativ über mehrere Alpgebiete erfolgen (<i>Iterative Berechnung</i>). Letztgenannte Routinen ermöglichen die effiziente und strukturierte Ableitung von Erosionsschäden auf regionaler bis kantonaler Raumscale.</p>
 <ul style="list-style-type: none"> [-] Erosion im Alpenen Raum (dtFull).tbx <ul style="list-style-type: none"> [-] Modul 1 - Ausschlussgebiete <ul style="list-style-type: none"> 1 - Fachdaten aufbereiten 2 - Ausschlussgebiete erstellen [-] Modul 2 - Schadensflächen <ul style="list-style-type: none"> 1 - Einzelne Berechnung <ul style="list-style-type: none"> 1 - Bodenbedeckungsgrad berechnen 2 - Schadensflächen identifizieren 2 - Iterative Berechnung <ul style="list-style-type: none"> 3 - Alpgebiete vorbereiten 3 - Alpgebiete Vorbereiten (eng) 4 - Alpgebiete analysieren [-] Modul 3 - Postprozessierung <ul style="list-style-type: none"> Natürliche Prozesse 	<p>Mit dem Modul Postprozessierung werden die errechneten Schadensflächen einer weiteren Analyse hinsichtlich Ihrer Morphologie und topographischen Lage unterzogen und ausgeschlossen bzw. eingegrenzt.</p> <p>Um diese Flächen zu identifizieren und auszuschliessen verfolgt diese Anwendung zwei Ansätze:</p> <p>(a) ausgewiesene Schadensflächen werden anhand ihrer durchschnittlichen Neigung ausgeschlossen hinsichtlich der Annahme, dass Weidevieh Gebiete ab einer bestimmten Steilheit meiden und</p>

(b) Gravitative Massenbewegungen weisen eine charakteristische Geometrie auf anhand derer diese identifiziert werden können.

Beide Ansätze verbessern die Ergebnisse der Detektion der Schadensflächen indem sie steile und morphologisch eindeutige Flächen ausschliessen.



Hinweis

Für eine fehlerfreie Durchführung der Analyse wird ein identes Koordinaten- und Projektionssystem der Eingangsdaten vorausgesetzt. Abweichende Bezugssysteme können in ArcMap™ projiziert/transformiert und angepasst werden. Nutzen Sie die ArcGIS® Desktop Hilfe und den auf Ihr Sprachpaket passenden Suchausdruck

- *Überblick über das Toolset "Projektionen und Transformationen"*
- *An overview of the Projections and Transformations toolset*

Tabelle 4: Empfehlungen und Datenbezug der Datengrundlage.

Kontext	Empfehlung	Datenbezug
Orthophotos SwissImage (FCIR/RGB/RS)	Bei Verfügbarkeit sind Falschfarben Orthophotos (FCIR) zu bevorzugen.	Bundesamt für Landes- topografie swisstopo
Thematische Fachdaten zur Generierung der Ausschlussgebiete	<p>flächenhafte Datensätze der Amtlichen Vermessung zu den Themenbereichen <i>Bodenbedeckung, Einzelobjekte, Verkehrs- und Gebäudeinfrastruktur</i> sowie <i>Gewässerflächen</i> und <i>Fliessgewässer</i></p> <p><i>kantonaler Nutzungsplan</i> mit adäquaten/ergänzenden Themen zur Amtlichen Vermessung, z.B. <i>Schutzzonen, Gefahrenzonen</i> und <i>Sondernutzungszonen</i></p> <p><i>kantonaler Richtplan</i> mit adäquaten/ergänzenden Themen zur Amtlichen Vermessung, z.B. <i>Gewässerlebens-räume, Wasserfassungsstandorte</i> oder <i>Abbaustandorte</i></p> <p>topologische Landschaftsmodell der Schweiz <i>swissTLM^{3D}</i> mit den Themenbereichen <i>Strassen, Wege</i> und <i>Verkehrslinien, Gebäude</i> sowie <i>Bauten</i> und <i>Konstruktionen, Bodenbedeckung, Gewässernetz</i> und <i>Einzelobjekte</i></p> <p><i>Vector25</i> Landschaftsmodell (wird mit Stand 2008 nicht mehr fortgeführt - bei Verfügbarkeit ist das TLM3D zu bevorzugen)</p> <p><i>SilvaProtect-CH</i>, v.a. die modellierten Erdoberflächen- resp. Gefahrenprozesse <i>Lawine, Sturz, Murgang</i> und <i>Hangmure</i> sowie <i>Übersarung</i></p> <p><i>AquaProtect</i> Datensatz der potentiellen <i>Hochwassergefährdung</i> sowie der schweizweiten <i>Überschwemmungsgebiete</i></p> <p><i>(Natur)gefahrenkarten, Gefahrenhinweiskarten</i> und <i>Intensitätskarten</i> sowie das <i>Naturereigniskataster StorMe</i></p>	<p>Kantonale Geodatenportale/ Geodatenportal des Bundes</p> <p>Kantonale Geodatenportale</p> <p>Kantonale Geodatenportale</p> <p>Bundesamt für Landes- topografie swisstopo</p> <p>Bundesamt für Landes- topografie swisstopo</p> <p>Bundesamt für Umwelt</p> <p>Bundesamt für Umwelt</p> <p>Bundesamt für Umwelt Kantonale Geodatenportale</p>
Bildstreifen der Luftbildbefliegungen	<p>Bilddatennamen müssen in gleichbleibendem Format gegeben sein.</p> <p>Toolbox ist anwendbar für folgende Nomenklatur <i>YYYYMMDD_hhmm_xxxx/x</i>.</p> <p>Liegen die Daten mit abweichenden Datennamen vor muss die Toolbox angepasst werden.</p>	<p>Geodatenportal des Bundes Aktualisierte Datensätze unter https://data.geo.admin.ch/ch.swisstopo.lubis-bildstreifen/</p>



Hinweis

Die Bildstreifen der Luftbildbefliegung werden fortlaufend aktualisiert. Stellen Sie sicher, dass Sie den aktuellen Datensatz zur Verfügung haben und dieser in den korrekten Koordinaten vorliegt. → Datenbeschaffung siehe oben.

3.1. Anwendungsbeispiel *Alp Vorfrutt*

3.1.1. Abriss zum Untersuchungsgebiet

Die *Alp Vorfrutt* wurde zusammen mit dem Amt für Umweltschutz des Kantons Uri als Testgebiet für die Erarbeitung und Validierung der Analysesequenz definiert. Sie liegt zwischen Klausenpass und Urnerboden und schliesst mit einer Fläche von ca. 0.24 km² östlich an die Passhöhe an (Abb. 16).

Das Gebiet erstreckt sich von ca. 1600 m bis auf knapp 2200 m ü. M. bei einer mittleren Höhe von etwa 1900 m. Das Anstehende bilden Rauhwacke, Lochsitenkalk und Stadschiefer, die während der Überschiebung der Axendecke stark beansprucht wurden und dadurch anfällig für Rutschungen sind.

Ein Grossteil des Gebiets (70%) ist durch schwache (bis 40%) bis mittlere (40-60%) Hangneigungen charakterisiert und mit Kühen respektive Rindern beweidbar, knapp 20% der Hanglagen weisen starke Neigungen (60-80%) auf.

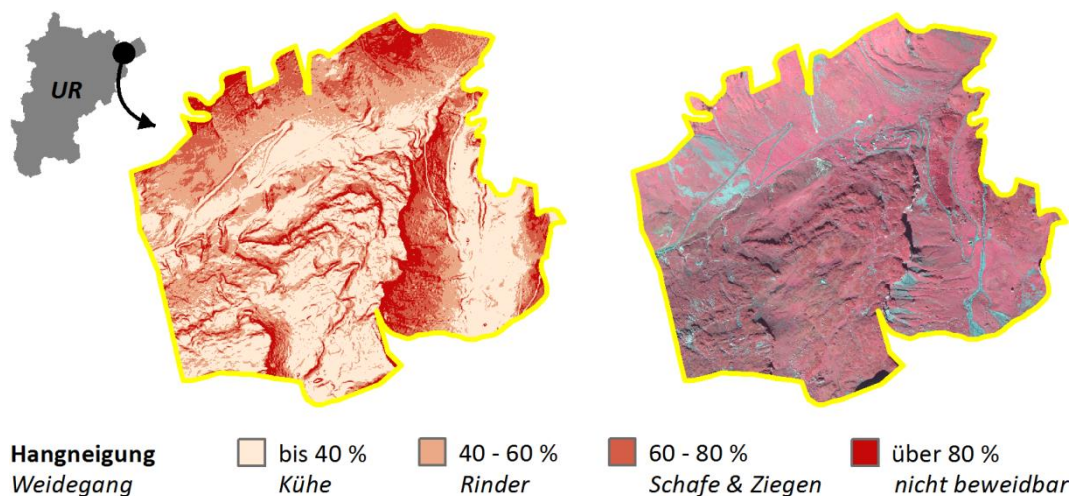


Abbildung 16: Lage und Morphometrie der *Alp Vorfrutt* mit Hangneigungsklassen nach Weidegang (Sutter 2007).

3.1.2. Beschreibung der Übungsdaten

Datenverzeichnis: Die Pfadangaben des Anwendungsbeispiels *Alp Vorfrutt* beziehen sich auf **./Übungsdaten/Einzelne_Berechnung/**

Die Übungsdaten der *Alp Vorfrutt* umfassen:

- ein Falschfarben-Infrarot Orthophoto aus dem Jahr 2010 (*FCIR_2010.tif*)¹,
- ein Echtfarben Orthophoto aus dem Jahr 2010 (*RGB_2010.tif*)¹,
- den Perimeter der Alp als Polygon-Shapefile (*Vorfrutt.shp*),

¹ Die geometrische Auflösung der Orthophotos wurde auf 50cm reduziert, um das Datenvolumen möglichst gering zu halten.

- Fachdaten² der Amtlichen Vermessung (*Bodenbedeckung_AV.shp*, *Einzelobjekte_AV.shp*) und nicht beweidbare Alpareale (*Nicht_Beweidbar.shp*) als Polygon-Shapefiles. Die Fachdaten besitzen die Merkmalsausprägungen *Typ*, die die Oberflächeneigenschaft beschreibt.
- Ein Höhenmodell des Alpgebiets (Übungsdaten\Einzelne_Berechnung\Input\Höhenmodelle).

3.1.3. Durchführen der Analyse

Modul 1 - Fachdaten aufbereiten und Ausschlussgebiete erstellen

Starten Sie ArcMap™ und laden Sie aus dem Verzeichnis *./Übungsdaten/Einzelne_Berechnung* die ArcGIS® Layer-Datei *Anwendungsbeispiel Alp Vorfrutt.lyr*, die die Layer *Bodenbedeckung_AV*, *Einzelobjekte_AV* und *Nicht_Beweidbar* beinhaltet und nach dem Attribut *Typ* symbolisiert.

Das Werkzeug **Fachdaten aufbereiten** (Abb. 17):

1. Öffnen Sie die ArcToolbox, navigieren Sie zur Toolbox *Erosion im Alpenen Raum* und öffnen Sie per Doppelklick die Toolbox und das *Modul 1 - Ausschlussgebiete*.
2. Öffnen Sie per Doppelklick die Oberfläche des Werkzeugs *Fachdaten aufbereiten*.
3. Wählen Sie als Eingangsdatensatz die Bodenbedeckung (*Bodenbedeckung_AV*) aus dem Ordner *./Input/Fachdaten*.
4. Wählen Sie in der Drop-Down Liste als charakterisierendes Attribut das Merkmal *Typ*.
5. Wählen Sie als Zielverzeichnis/Target Directorys den Ordner *./Output*.
6. Wählen Sie das Höhenmodell unter Digital Elevation Model aus. Bei Bedarf eruiieren sie den Azimuth und die Sonnenhöhe des Befliegungszeitpunktes und trage diese Informationen unter Azimuth Sonne und Sonnenhöhe ein in Grad ein.
7. Wählen sie als Zielordner das oben aufgeführte Target Directory.
8. Führen Sie das Werkzeug aus (OK).

² Die Datensätze sind auf dem Geodatenportal des Kantons Uri unter www.geo.ur.ch frei verfügbar.

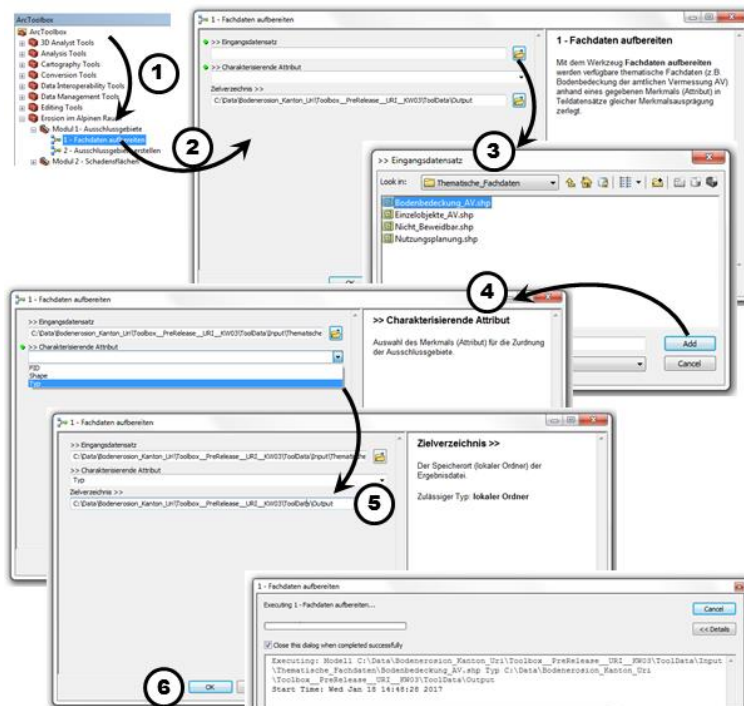


Abbildung 17: Das Werkzeug *Fachdaten aufbereiten*.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Syntax des Werkzeuges *Fachdaten aufbereiten*.


Parameter	Erklärung	Datentyp
>> Eingangsdatensatz	Datensatz, der anhand eines oberflächenbeschreibenden Merkmals in Teildatensätze gleicher Ausprägung zerlegt wird. Die Dateinamen der generierten Teildatensätze ergeben sich über das <i>Charakterisierende Attribut</i> .	Feature Layer, Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
>> Charakterisierende Attribut	Das oberflächenbeschreibende Merkmal. Sonderzeichen und Umlaute werden ersetzt.	Feld, Datentyp: Text
Zielverzeichnis >>	Speicherort zur Ablage der generierten Teildatensätze. Der Pfad zu diesem Verzeichnis darf nicht mehr als 200 Zeichen umfassen.	Ordner im lokalen Dateisystem oder lokale Geodatenbank (*.gdb oder *.mdb)



Hinweis

Die beiliegenden thematischen Fachdaten besitzen aus Gründen der Einfachheit ein Attribut *Typ* vom Datentyp Text. Bei Verwendung eigener Datensätze können Sie mit dem Werkzeug *Fachdaten aufbereiten* auf alle text-basierten Attribute Ihrer Datensätze zugreifen.

Wiederholen Sie die Schritte 1 - 6 mit den Datensätzen *Einzelobjekte_AV.shp* und *Nicht_Beweidbar.shp* aus dem Ordner *./Input/Fachdaten*.

Navigieren Sie nun im *Catalog* () zum Ordner *./Output*. Sie finden dort insgesamt 25 neue Datensätze (Abb. 18). Es wird ersichtlich, dass Anzahl und Werte des Merkmals *Typ* der Anzahl und den Dateinamen der neu erstellten Datensätze im Verzeichnis *./Output* entsprechen.

Mit dem Werkzeug *Fachdaten aufbereiten* wurden also die bearbeiteten Eingangsdatensätze anhand eines Merkmals in Teildatensätze gleicher Merkmalsausprägung zerlegt. Aus diesen Datensätzen können mit dem Werkzeug *Ausschlussgebiete erstellen* individuell diejenigen ausgewählt werden, die wirklich als Ausschussgebiete in Betracht gezogen werden.

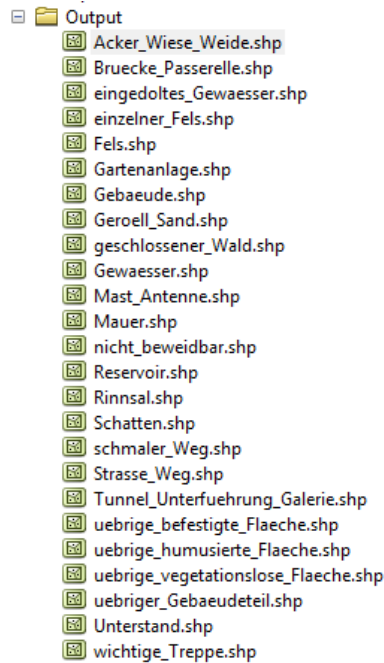


Abbildung 18: Output des Werkzeugs *Fachdaten aufbereiten*.

Das Werkzeug **Ausschlussgebiete erstellen** (Abb. 19):

1. Öffnen Sie im Modul 1 - *Ausschlussgebiete* das Werkzeug *Ausschlussgebiete erstellen*.
2. Wählen Sie aus dem Ordner *./Output* die Datensätze, die als Ausschluss in Frage kommen.
3. Speichern Sie das Ergebnis als *Ausschlussgebiete.shp* im Ordner *./Output*.



Hinweis

In dieser Anleitung werden alle Datensätze mit Ausnahme der Datei *Acker_Wiese_Weide.shp* als Ausschlussgebiete betrachtet

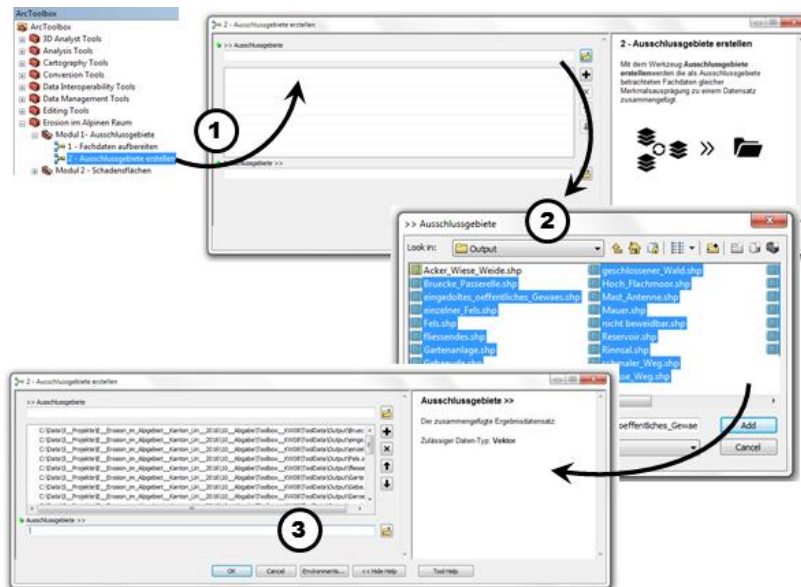


Abbildung 19: Das Werkzeug *Ausschlussgebiete erstellen*.

Tabelle 4: Zusammenstellung der Syntax des Werkzeugs *Ausschlussgebiete erstellen*.

Parameter	Erklärung	Datentyp
>> Auswahl aufbereiteter Fachdaten	Auswahl der aufbereiteten Datensätze gleicher Merkmalsausprägung, die als Ausschlussgebiete in Betracht gezogen werden.	Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
Ausschlussgebiete >>	Der zusammengefügte Ergebnisdatsatz der Ausschlussgebiete.	Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon

Nach Ende der Berechnung wird der generierte Datensatz der Ausschlussgebiete, der alle unter Schritt 2 ausgewählten Teildatensätze in einem Datensatz vereint („*Ausschlussgebiets-Maske*“), im ArcMap™ Kartenfenster visualisiert. (Abb. 20).

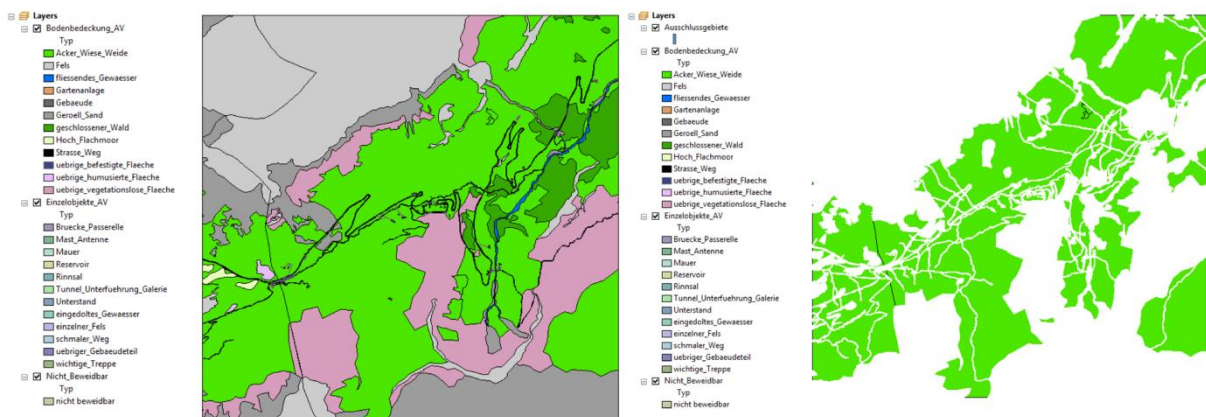


Abbildung 20: Die Layer *Bodenbedeckung* und *Einzelobjekte* der Amtlichen Vermessung (links) und maskiert mit weiss symbolisiertem Layer der Ausschlussgebiete als Ergebnis des *Modul 1 – Ausschlussgebiete*.



Hinweis Die Übungsdaten haben Beispielcharakter und keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Auswahl der Datensätze, die als Ausschlussgebiete in Betracht gezogen werden, liegt im Ermessen des Anwenders.

Modul 2 - Berechnung des Bodenbedeckungsgrads und Ableitung der Schadensflächen

Das Werkzeug **Bodenbedeckungsgrad berechnen** (Abb. 21):

- Öffnen Sie im Modul 2 - *Schadensflächen* per Doppelklick zuerst das Toolset 1 - *Einzelne Berechnung* und dann die Oberfläche des Werkzeugs *Bodenbedeckungsgrad berechnen*.
- Wählen Sie die Eingangsdaten und Variablen analog der Abbildung 21.
- Speichern Sie das Resultat als *MSAVI_Bodenbedeckungsgrad.tif* im Ordner *./Output* und führen Sie das Werkzeug aus (OK).

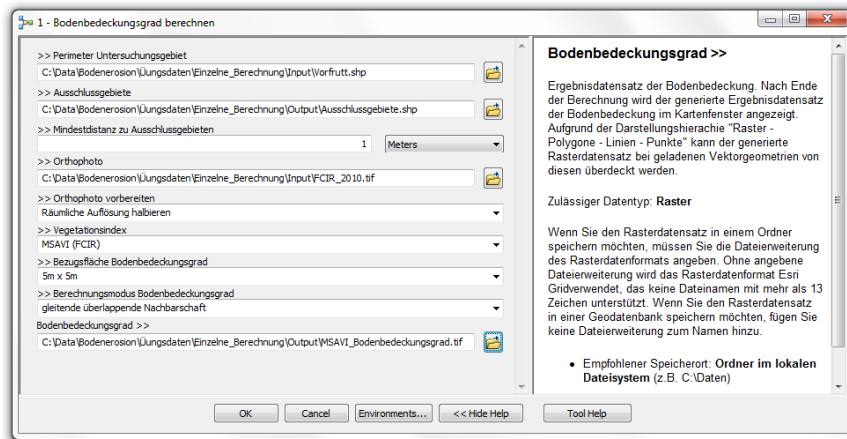


Abbildung 21: Das Werkzeug *Bodenbedeckungsgrad berechnen* mit Datenbezügen und Variablen.

Tabelle 5: Zusammenstellung der Syntax des Werkzeugs *Bodenbedeckungsgrad berechnen*.

Parameter	Erklärung	Datentyp
>> Perimeter Untersuchungsgebiet	Datensatz des Untersuchungsgebiets.	Feature Layer, Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
>> Ausschlussgebiete	Die zusammengefügteten Ausschlussgebiete.	Feature Layer, Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
>> Mindestdistanz zu Ausschlussgebieten	Zusätzliche Pufferdistanz um die Ausschlussgebiete. Empfehlung: $\geq 1\text{m}$	Distanz in linearer Einheit
>> Orthophoto	Das zugrundeliegende Echt- oder Falschfarben Orthophoto. Empfehlung: Bei Verfügbarkeit Falschfarben Orthophotos zu bevorzugen.	Raster
>> Orthophoto vorbereiten	Auswahl zur Veränderung der geometrischen Auflösung des Orthophotos (*).	Liste, Datentyp Text
>> Vegetationsindex	Auswahl des geeigneten Index zur Vegetationskartierung. Empfehlung: Mit zunehmender Bodenreflexion und Substrathelligkeit tendenziell MSAVI.	Liste, Datentyp Text
>> Bezugsfläche Bodenbedeckungsgrad	Auswahl der Bezugsfläche zur Berechnung des Anteils offenen Bodens. Empfehlung: 5m x 5m, in Anlehnung an Erosionskategorie C (25 m ² , vgl. BAFU & BLW 2013, S. 29).	Liste, Datentyp Text
>> Berechnungsmodus Bodenbedeckungsgrad	Auswahl des Berechnungsmodus des Bedeckungsgrades.	Liste, Datentyp Text
Bodenbedeckungsgrad >>	Der Ergebnisdatsatz der Berechnung des Bodenbedeckungsgrades.	Raster



Hinweis * Die Berechnung kann mit der ursprünglichen (*Räumliche Auflösung beibehalten*) oder mit einer reduzierten Auflösung (*Räumliche Auflösung halbieren*) erfolgen. Dabei wird die Zellengröße um den Faktor 2 vergrößert, wobei diese Option an die Auflösung des Orthophotos geknüpft und nur bei Auflösungen < 1m wirksam ist. Die Veränderung der räumlichen Auflösung dient vor allem der Reduzierung der Berechnungsdauer und des Datenvolumens.

Nach Ende der Berechnung wird der erzeugte Datensatz im ArcMap™ Kartenfenster visualisiert, wobei der Rasterdatensatz der Bodenbedeckung durch die Darstellungsreihenfolge „Raster – Polygone – Linien – Punkte“ von den bereits geladenen Vektorgeometrien überdeckt wird (Abb. 22).

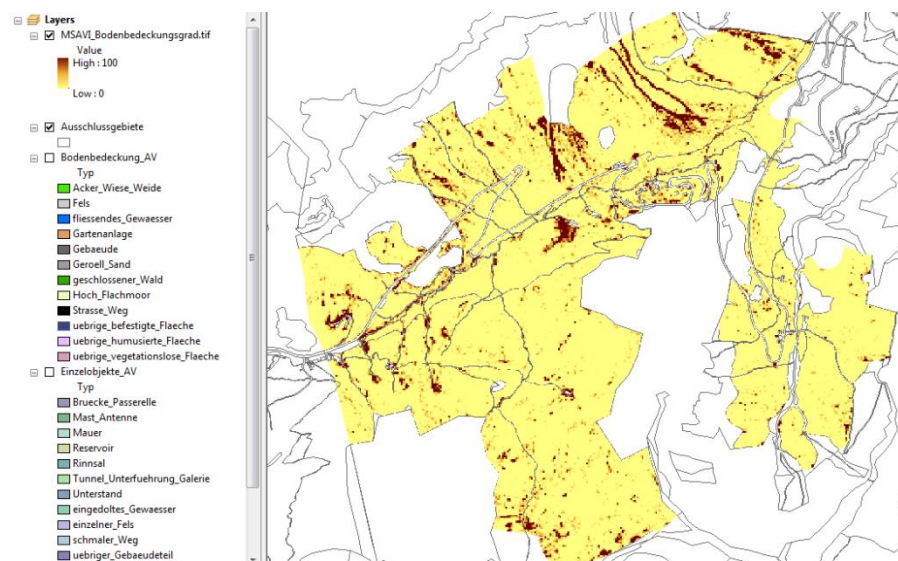


Abbildung 22: Berechneter Bodenbedeckungsgrad.

Das Werkzeug **Schadensflächen identifizieren** (Abb. 23):

1. Öffnen Sie im Toolset 1 - *Einzelne Berechnung* das Werkzeug *Schadensflächen identifizieren*.
2. Wählen Sie als Eingangsdatensatz den berechneten Bodenbedeckungsgrad entweder aus dem Zielverzeichnis *./Output* oder als Layer aus dem geöffneten ArcMap™ Projekt.
3. Wählen Sie in der Drop-Down Liste als Landschaftstyp *Sömmerungsgebiet*.
4. Speichern Sie die lokal konzentrierten Erosionsschäden als *Kategorie_A.shp* und die dezentral verstreuten als *Kategorie_B.shp* im Ordner *./Output* und führen Sie das Werkzeug aus (OK).

Die Überprüfung der potentiellen Schadensflächen mit den vorgegebenen Bagatellgrenzen (z.B. Anteil offener Boden $\geq 50\%$ auf einer Fläche ≥ 3 Ar) und die semantische Zuordnung einer Schadensfläche zu nur einer Kategorie (entweder Kategorie A oder Kategorie B oder keine Kategorie) führen je nach Gegebenheiten des analysierten Alpgebiets zu einer variablen Ausgabe der Ergebnisse, wobei drei Varianten möglich sind:

- es wurden potentielle Schadensflächen *beider* Kategorien (Kategorie A und B) identifiziert und *beide* Ergebnisdateien werden nach der Berechnung im Kartenfenster angezeigt,
- es wurden potentielle Schadensflächen *einer* Kategorie (Kategorie A oder Kategorie B) identifiziert und *eine* Ergebnisdatei wird nach der Berechnung geladen,
- es wurden *keine* Schadensflächen der Kategorie A und der Kategorie B identifiziert und *keine* Ergebnisdateien erzeugt.

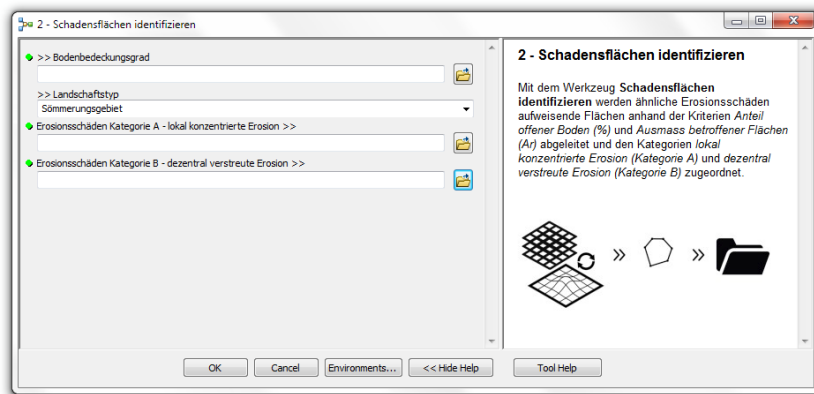


Abbildung 23: Das Werkzeug *Schadensflächen identifizieren*.

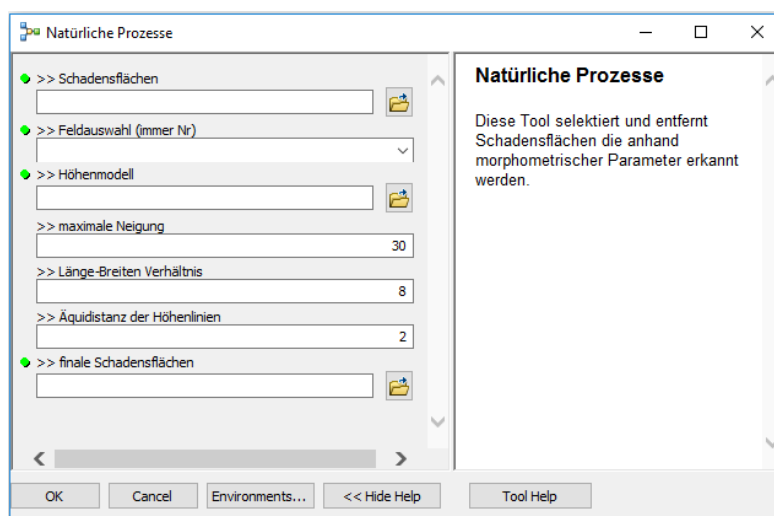
Tabelle 6: Zusammenstellung der Syntax des Werkzeugs *Schadensflächen identifizieren*.

Parameter	Erklärung	Datentyp
>> Bodenbedeckungsgrad	Auswahl des berechneten Bodenbedeckungsgrades.	Raster Datensatz des <i>Anteils offener Bodens</i> .
>> Landschaftstyp	Auswahl des Landschaftstyps zur Verwendung spezifischer Bagatellgrenzen der Erosionskategorie B im Berg- und Talgebiet bzw. im Sömmerungsgebiet.	Feld, Datentyp Text
Erosionsschäden Kat. A >>	Ergebnisdatsatz der identifizierten Erosionsschäden der Kategorie A – lokal konzentrierte Erosion.	Shapefile/Feature Class vom Typ Polygon
Erosionsschäden Kat. B >>	Ergebnisdatsatz der identifizierten Erosionsschäden der Kategorie B – dezentral verstreute Erosion.	Shapefile/Feature Class vom Typ Polygon

3.1.4. Postprozessierung / Identifikation natürliche Prozesse

Folgen Sie dem Arbeitsablauf der bestehenden Toolbox bis Sie am Ende die Schadensflächen identifiziert haben, die den festgelegten Vegetationsbedeckungsgrad erfüllen. Nun können fälschlich identifizierte Flächen die nicht durch Viehtritt verursacht wurden ausgewiesen und entfernt werden.

Öffnen Sie die Toolbox Modul 3 – Natürliche Prozesse und wählen Sie die in Modul 2 defnierten Flächen im Feld >>Schadensflächen aus.



Legen sie die folgenden Parameter fest:

Parameter	Erklärung	Datentyp
>> Schadensflächen	Resultat des Moduls 2. Ausgewiesene Schadensflächen	Shapefile/Feature Class vom Typ Polygon
>> Feldauswahl	Immer Nr auswählen.	Feld, Datentyp Text
>> Höhenmodell	Digitales Höhenmodell der Untersuchungsgebietes um Hangneigung und Morphologie der Schadenflächen zu bestimmen	Raster Datensatz
>> Maximale Neigung	Maximale Hangneigung (in %) der erwarteten durch Viehtritt verursachten Schadensflächen. Verschiedene Viehhaltung kann hier verschiedene Neigungen erklimmen und nötig machen	Feld, Datentyp Text
>> Laengen-Breiten Verhältnis	Das Verhältnis von Länge zu Breite. Barlow et al. (2006) empfehlen 2.5 als Schwellenwert um natürliche Erosions- und Akkumulationsprozesse zu identifizieren. Dieser Wert sollte allerdings empirisch angepasst werden. In ersten Tests hat sich dieser Wert als zu klein erwiesen.	Feld, Datentyp Text
>> Äquidistanz der Höhenlinien	Abstand der zu berechnenden Höhenlinien um Länge in Hangrichtung und Breite der Schadensflächen zu bestimmen. Je kleiner der Abstand der grösser die Prozessierungszeit. Kleine Abstände erzeugen Artefakte in den abgeleiteten Schadenspolygonen daher sollte der Abstand mindestens 2m betragen.	Feld, Datentyp Text
>> Finale Schadensflächen	Die bereinigten Schadensflächen	Shapefile/Feature Class vom Typ Polygon

Das Werkzeug entfernt die Flächen, die nicht den ausgewählten Parametern entsprechen und erstellt eine neue Shape-Datei mit den verbleibenden finalen Schadensflächen.

3.2. Anwendungsbeispiel *Reusstal*

3.2.1. Beschreibung der Übungsdaten

Datenverzeichnis: Die Pfadangaben des Anwendungsbeispiels *Reusstal* beziehen sich auf ***./Übungsdaten/Iterative_Berechnung/***

Die Übungsdaten des Reusstals als Anwendungsbeispiel einer iterativen Analyse mehrerer Alpgebiete werden im Ordner *./Übungsdaten/Iterative_Berechnung/Input* vorgehalten und umfassen:

- zwei Falschfarben-Infrarot Orthophotos aus dem Jahr 2016 (Ordner *SwissImageRS*)³,
- Luftbildstreifen⁴ des Bundesamtes für Landestopografie *swisstopo* als Polygon-Shapefiles (*ch_swisstopo_lubis-bildstreifen_footprint.shp*),
- Die Perimeter der Alpgebiete als Polygon-Shapefile (*Alpgebiete.shp*),
- Fachdaten⁵ der Amtlichen Vermessung (*Bodenbedeckung_AV.shp*, *Einzelobjekte_AV.shp*) und nicht beweidbare Alpareale (*Nicht_Beweidbar.shp*) als Polygon-Shapefiles.

³ Die geometrische Auflösung der Orthophotos wurde auf 1m reduziert, um das Datenvolumen möglichst gering zu halten.

⁴ Der Datensatz ist auf dem Geodatenportal des Bundes unter www.map.geo.admin.ch frei verfügbar.

⁵ Die Datensätze sind auf dem Geodatenportal des Kantons Uri unter www.geo.ur.ch frei verfügbar.



Hinweis: Die iterativen Anwendungen gehen von einer einheitlichen Nomenklatur der Bilddaten aus. Die vorgegebene Struktur ist YYYYMMDD_hhmm_xxxx_x_x. Hierbei müssen die ersten 19 Zeichen den Vorgaben entsprechen. Swisstopodaten werden zum momentanen Zeitpunkt entweder als YYYYMMDD_hhmm_xxxx_x_x oder YYYYMMDD_hhmm_xxxx_x_x abgelegt. Beider Formate können verwendet werden.

3.2.2. Durchführen der Analyse

Modul 1 - Fachdaten aufbereiten und Ausschlussgebiete erstellen

Laden Sie aus *./Übungsdaten/Iterative_Berechnung* die Datei *Anwendungsbeispiel Reusstal.lyr* und bereiten Sie analog zum Anwendungsbeispiel *Alp Vorfrutt* die Fachdaten nach dem Attribut *Art* auf. Erstellen Sie dann die Ausschlussgebiete für das Anwendungsbeispiel *Reusstal*.

Modul 2 - Berechnung des Bodenbedeckungsgrads und Ableitung der Schadensflächen

Mit dem Werkzeug *Alpgebiete vorbereiten* werden Alpareale und Luftbildbefliegung verknüpft. Das Werkzeug ist primär auf das Bildprodukt *SwissImageRS* ausgelegt, das ohne Korrekturen in Form orthorektifizierter und überlappender Bildstreifen vertrieben wird. Vereinfacht ausgedrückt wird für jedes Alpgebiet der geeignetste Bildstreifen und das geeignetste Orthophoto ermittelt.

Das Werkzeug **Alpgebiete vorbereiten** (Abb. 24):

1. Öffnen Sie im Toolset 2 - *Iterative Berechnung* das Werkzeug *Alpgebiete vorbereiten*.
2. Wählen Sie die Eingangsdaten und Variablen analog der Abbildung 24.
3. Speichern Sie die Ergebnisdatensätze als *Footprints.shp* und *Alpgebiete_Aufbereitet.shp* im Ordner *./Output* und führen Sie das Werkzeug aus (OK).

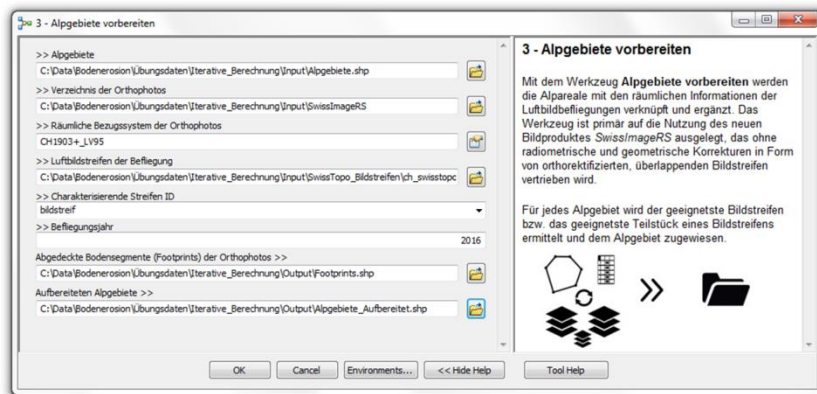


Abbildung 24: Das Werkzeug *Alpgebiete vorbereiten*.

Tabelle 6: Zusammenstellung der Syntax des Werkzeugs *Alpgebiete vorbereiten*.

Parameter	Erklärung	Datentyp
>> Alpgebiete	Datensatz der Alpgebiete einer gegebenen Region oder eines Kantons.	Feature Layer, Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
>> Verzeichnis der Orthophotos	Verzeichnis, in dem die einzelnen, der Analyse zugrundeliegende Orthophotos abgelegt sind.	Ordner im (lokalen) Dateisystem
>> Räumliche Bezugssystem der Orthophotos	Definition des Bezugssystems der Orthophotos	Referenz
>> Luftbildstreifen der Befliegung	Datensatz der Luftbildstreifen.	Feature Layer, Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
>> Charakterisierende Streifen ID	Eindeutige Identifizierung eines jeden Flugstreifens.	Liste, Datentyp Text

>> Befliegungsjahr	Angabe des Befliegungsjahres.	Liste, Datentyp Text
Abgedeckten Bodensegmente (Footprints) der Orthophotos >>	Ergebnisdatensatz der Bodensegmente (Footprints) der Orthophotos.	Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
Aufbereiteten Alpggebiete >>	Ergebnisdatensatz der aufbereiteten Alpggebiete.	Shapefile/Feature Class vom Typ Polygon

Nach der Berechnung werden die Bodensegmente der Orthophotos und die aufbereiteten Alpggebiete im ArcMap™ Kartenfenster angezeigt (Abb. 26 links).

Das Werkzeug **Alpggebiete analysieren** (Abb. 25):

Das Werkzeug *Alpggebiete analysieren* iteriert über alle Alpfächen der aufbereiteten Alpggebiete und kombiniert die Werkzeuge *Bodenbedeckungsgrad berechnen* und *Schadensflächen identifizieren*.

1. Öffnen Sie das Werkzeug *Alpggebiete analysieren*.
2. Wählen Sie die Eingangsdaten und Variablen analog der Abbildung 25 und führen Sie das Werkzeug aus (OK).

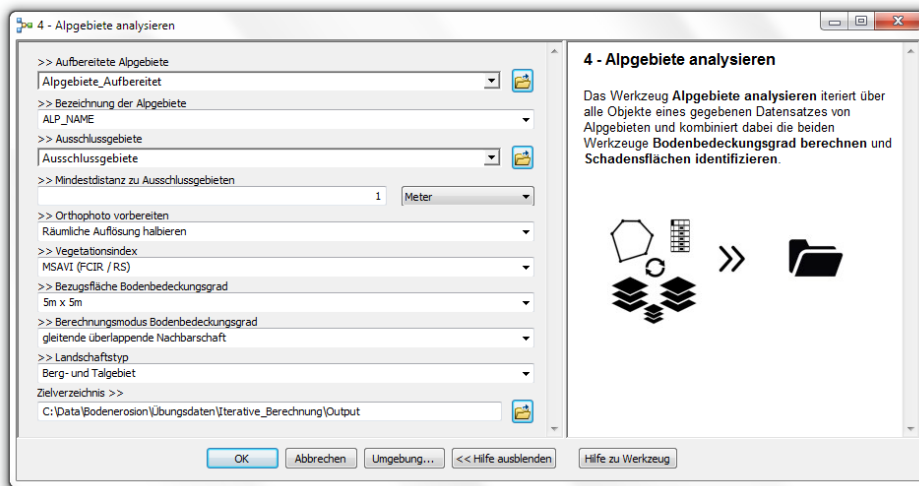



Abbildung 25: Das Werkzeug *Alpggebiete analysieren*.

Tabelle 7: Zusammenstellung der Syntax des Werkzeugs *Alpggebiete analysieren*.

Parameter	Erklärung	Datentyp
>> Aufbereiteten Alpggebiete	Auswahl der aufbereiteten Alpggebiete.	Feature Layer, Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
>> Bezeichnung der Alpggebiete	Eindeutige(r) Bezeichnung/Name der Alpggebiete. Sonderzeichen und Umlaute werden ersetzt.	Liste, Datentyp Text
>> Ausschlussgebiete	Die zusammengefügteten Ausschlussgebiete.	Feature Layer, Shapefile oder Feature Class vom Typ Polygon
>> Mindestdistanz zu Ausschlussgebieten	Zusätzliche Pufferdistanz um die Ausschlussgebiete.	Distanz in linearer Einheit
>> Orthophoto vorbereiten	Auswahl zur Veränderung der Auflösung des Orthophotos. Nur bei ursprünglicher Auflösung < 1m wirksam.	Liste, Datentyp Text
>> Vegetationsindex	Auswahl des geeigneten Index zur Vegetationskartierung.	Liste, Datentyp Text
>> Bezugsfläche Bodenbedeckungsgrad	Auswahl der Bezugsfläche zur Berechnung des Anteils offenen Bodens.	Liste, Datentyp Text
>> Berechnungsmodus Bodenbedeckungsgrad	Auswahl des Berechnungsmodus des Bedeckungsgrades.	Liste, Datentyp Text
>> Landschaftstyp	Auswahl des Landschaftstyps zur Verwendung spezifischer Bagatellgrenzen der Erosionskategorie B im Berg- und Talgebiet bzw. Im Sömmerungsgebiet.	Liste, Datentyp Text

Zielverzeichnis >>	Verzeichnis/Speicherort zur Ablage der Ergebnisse.  Der Pfad zu diesem Verzeichnis darf nicht mehr als 180 Zeichen umfassen.	Ordner im lokalen Dateisystem
--------------------	--	-------------------------------

Für jedes Alpgebiet wird ein eigener Unterordner angelegt, in dem die Ergebnisse abgelegt werden (Abb. 26 rechts). Die Namensgebung der Unterordner erfolgt in Abhängigkeit der getroffenen Auswahl der Drop Down Liste >> *Bezeichnung der Alpgebiete*.

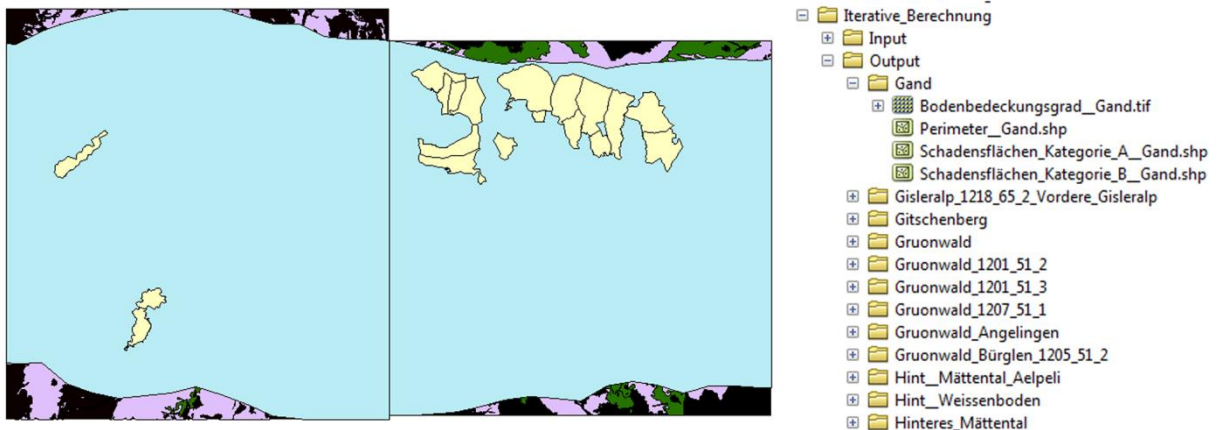


Abbildung 26: Die Ergebnisdatensätze der Werkzeuge *Alpgebiete vorbereiten* (links) und *Werkzeuge Alpgebiete analysieren* (rechts).

Die Ergebnisdatensätze umfassen:

- den Perimeter des jeweiligen Alpgebietes,
- den berechneten Bodenbedeckungsgrad des Alpgebietes, und
- die potentiellen Schadensflächen.

Analog einer Einzelberechnung ist die Ausgabe der Schadensflächen je nach Gegebenheiten des analysierten Alpgebiets variabel, wobei drei Varianten möglich sind (vgl. S. 21):

- es wurden potentielle Schadensflächen *beider* Kategorien (Kategorie A *und* B) identifiziert und *beide* Ergebnisdateien werden nach der Berechnung im Kartenfenster angezeigt,
- es wurden potentielle Schadensflächen *einer* Kategorie (Kategorie A *oder* Kategorie B) identifiziert und *eine* Ergebnisdatei wird nach der Berechnung geladen,
- es wurden *keine* Schadensflächen der Kategorie A *und* der Kategorie B identifiziert und *keine* Ergebnisdateien erzeugt.

Die Ergebnisdatensätze werden nach Ende der Berechnung nicht im ArcMap™ Kartenfenster angezeigt.

Die Bereinigung der Daten muss dann noch mit dem Tool Modul 3 Postprocessing/ Identifikation natürliche Prozesse durchgeführt werden.

4. Darstellung der Ergebnisse

Die ArcGIS® Desktop Hilfe bietet umfangreiche Hilfestellungen und Anleitungen zu den Themen *Kartenerstellung*, *Symbol- und Legendensystematik* und *Kartenexport*. Fügen sie die Suchausdrücke in das Suchfeld der Registerkarte *Search* der ArcGIS® Desktop Hilfe in ein und klicken Sie *Ask*.

- Kartenerstellung und Visualisierung in *ArcGIS® for Desktop*
- Mapping and visualization in *ArcGIS® for Desktop*
- Verwenden von Kartenvorlagen
- Using map templates
- Exportieren in PDF
- Exporting to PDF

5. Trouble Shooting

Der Fortschritt eines beliebigen Werkzeugs der GIS Toolbox kann von ArcMap™ aus überwacht werden, indem das Ergebnisfenster (*Results*) unter dem Menü *Geoverarbeitung (Geoprocessing)* angezeigt wird. Das Ergebnisfenster enthält zudem Fehlermeldungen, die von der GIS Toolbox generiert werden.

An dieser Stelle werden einige Fallbeispiele gegeben, um das Verständnis der Anwender zu festigen.

Bsp. 1: „Ich habe das Werkzeug *Fachdaten aufbereiten* ausgeführt, im Zielverzeichnis befinden sich aber keine erzeugten Teildatensätze.“

Der angegebene Pfad zum Zielverzeichnis übersteigt die maximal zulässige Anzahl von 200 Zeichen. Wählen Sie ein anderes Verzeichnis mit einem kürzeren Verzeichnispfad, z.B. *C:\Temp\Erosion*.

Bsp. 2: „Das Werkzeug *Bodenbedeckungsgrad berechnen* erzeugt keinen Ergebnisdatensatz.“

Der ausgewählte Datensatz der Ausschlussgebiete deckt das Alpgebiet vollständig ab (d.h. *Alpgebiet = Ausschlussgebiet*). Dies kann bspw. durch eine falsche Dateiauswahl (anstelle der Ausschlussgebiete wurde das Alpgebiet verwendet) oder eine inkonsistente Auswahl der als Ausschlussgebiete betrachteten Flächen/Teildatensätze bedingt sein. Prüfen Sie Ihre Ausschlussgebiete und/oder Eingangsdaten und führen Sie das Werkzeug erneut aus.

Bsp. 3: „Nachdem ich das Werkzeug *Schadensflächen identifizieren* ausgeführt habe, sind keine potentiellen Schadensflächen ersichtlich.“

Je nach Gegebenheiten und Landschaftstyp des analysierten Alpgebiets werden die vorgegebenen Bagatellgrenzen nicht überschritten. Begutachten Sie den abgeleiteten Bodenbedeckungsgrad des Gebiets und prüfen Sie Ihre Auswahl des Landschaftstyps.

Bsp. 4: „Das Werkzeug *Alpgebiete analysieren* ist nach kurzer Zeit beendet, allerdings wurden keine Ergebnisse erzeugt.“

Der angegebene Pfad zum Zielverzeichnis übersteigt die maximal zulässige Anzahl von 180 Zeichen oder der ausgewählte Datensatz der Ausschlussgebiete entspricht dem Datensatz der vorbereiteten Alpgebiete (d.h. *Alpgebiete = Ausschlussgebiet*). Wählen Sie einen Ordner mit einem kürzeren Verzeichnispfad (z.B. *C:\Temp\Erosion*) und/oder prüfen Sie Ihre Dateiauswahl der Ausschlussgebiete.

Bsp. 5: „Ich habe das Werkzeug *Alpgebiete analysieren* ausgeführt. Ich finde aber nur den Alpperimeter in den Ergebnisordnern.“

Die Auswahl der als Ausschlussgebiete betrachteten Flächen/Teildatensätze decken die Alpgebiete vollständig ab (d.h. *Alpgebiete* = *Ausschlussgebiete*). Prüfen Sie Ihre Auswahl der Ausschlussgebiete und führen Sie das Werkzeug erneut aus.

6. Checkliste

Diese Checkliste ist als praktische Hilfestellung für den ersten Gebrauch der GIS Toolbox gedacht.

Checkliste zum Funktionstest der GIS Toolbox <i>Erosion im Alpenen Raum</i>			
Nr.	Arbeitsschritt	erfüllt	
		Ja	Nein
1	Systemvoraussetzungen		
a	ArcGIS Version 10.2. vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	Erweiterung <i>Spatial Analyst</i> vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	Erweiterung <i>Spatial Analyst</i> aktiviert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	ArcGIS Spracheinstellungen geprüft? Wert der Spracheinstellung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Installation GIS Toolbox		
a	*. zip Paket lokal entpackt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	Richtige Version der GIS Toolbox installiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	Richtige Version der GIS Toolbox permanent gespeichert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Anwendung auf lokaler Skale – Anwendungsbeispiel <i>Alp Vorfrutt</i>		
	Modul 1 - <i>Ausschlussgebiete</i>		
a	Werkzeug 1 - <i>Fachdaten aufbereiten</i> erfolgreich ausgeführt? Falls <i>Nein</i> , Kommentar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	Werkzeug 2 - <i>Ausschlussgebiete erstellen</i> erfolgreich ausgeführt? Falls <i>Nein</i> , Kommentar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Modul 2 - <i>Schadensflächen</i> und Toolset 1 - <i>Einzelne Berechnung</i>		
c	Werkzeug 1 - <i>Bodenbedeckungsgrad berechnen</i> erfolgreich ausgeführt? Falls <i>Nein</i> , Kommentar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	Werkzeug 2 - <i>Schadensflächen identifizieren</i> erfolgreich ausgeführt? Falls <i>Nein</i> , Kommentar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Anwendung auf regionaler Skale – Anwendungsbeispiel <i>Reusstal</i>		
a	Modul 1 – <i>Ausschlussgebiete</i> mit Übungsdaten <i>Reusstal</i> wiederholt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Modul 2 - <i>Schadensflächen</i> und Toolset 2 - <i>Iterative Berechnung</i>		
b	Werkzeug 3 - <i>Alpgebiete vorbereiten</i> erfolgreich ausgeführt? Falls <i>Nein</i> , Kommentar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	Werkzeug 4 - <i>Alpgebiete analysieren</i> erfolgreich ausgeführt? Falls <i>Nein</i> , Kommentar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D			

