

Practice/Übung: Raumanalyse Rasterdaten - Wo die Gämsen wohnen

Eine multikriterielle Rasteranalyse mit QGIS 3



Bild CC BY-SA 4.0 Paul Hermans. (Quelle: [Wikimedia Commons](#))

Allgemeines

Weisst du, wo die Gämsen potentiell leben? Eine multi-kriterielle Rasteranalyse mit einem GIS liefert die Antwort. Diese Übung stammt ursprünglich von Andreas Lienhard, Kanton Zürich (herzlichen Dank!), und wurde dann weiterentwickelt.

- Zeitaufwand: Diese Übung dauert mind. 30 Minuten, wenn man QGIS schon etwas kennt.
- Voraussetzungen: QGIS 3 (diese Übung wurde mit der QGIS Version 3.6 erstellt und mit QGIS 3.4 LTS getestet).
- Stichworte: GIS, Raster, Grid, Multikriterielle Analyse, Rasteralgebra, QGIS.

Ziele und Vorgaben

Ziel dieser Übung ist, mittels multikriterieller GIS-Analyse herauszufinden, wo Gämsen potentiell ihren Lebensraum haben. Dazu treffen wir folgende Annahmen (Kriterien):

1. Gämsen halten sich vor allem oberhalb 1500 m. ü. M. auf. Wir suchen zudem die Gämsen im Frühling; d.h. es liegt noch viel Schnee ab 2500 m.
2. Gämsen sind vor allem in steilen Hängen (Neigung >20%) zu finden.
3. Gämsen bevorzugen warme, früh ausgeaperte Hänge, d.h. Südhänge.
4. Gämsen nutzen Alpweiden, denn im Frühling ist noch kein Vieh auf der Alp.

Für die Analyse stehen folgende zwei Raster-/Grid-Datensätze zur Verfügung (weitere Informationen zum ASCII-Grid-Format gibt es im [GIS-Wiki](#)):

- Höhenmodell "DHM-Rimini" (ursprünglich von Swisstopo) im ArcInfo-ASCII-Grid-Format, Datei `dhm_rimini.txt`. (Höhenmodell: engl. Digital Height Model, DHM)
- Statistikdaten "Arealstatistik 85" (ursprünglich vom BfS) im ArcInfo-ASCII-Grid-Format, Datei `as85.txt`. Enthält Bodenbedeckungs-Arten wie z.B. Wad, Wiesen und Weiden.

Vorbereitungen

Nachdem die Vorgaben geklärt sind, können wir mit der Analyse der potentiellen Gämse-Lebensräume beginnen. Dies ist der Ablaufplan:

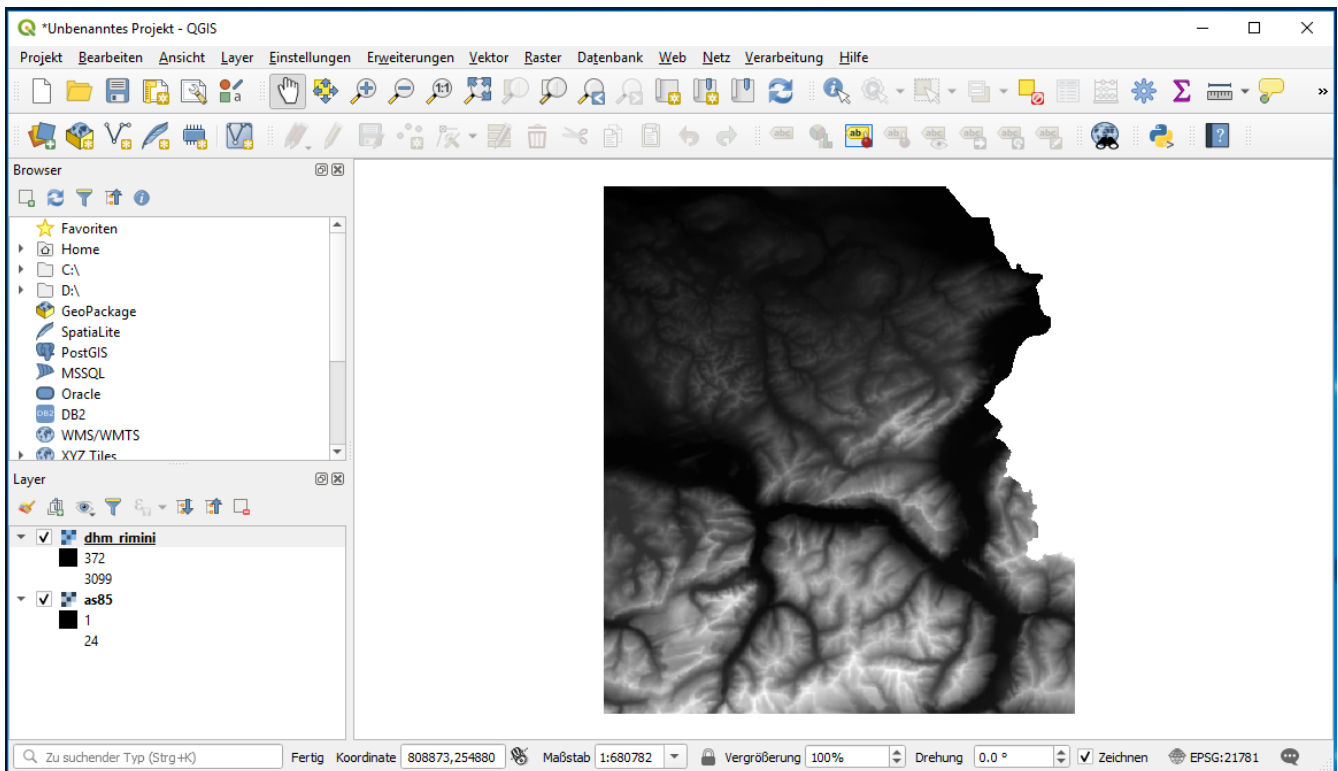
- Zuerst werden das Höhenmodell und die Arealstatistik ins QGIS geladen.
- Mit dem Höhenmodell wird vorab als reiner Hintergrund eine Geländeschummerungs-Karte erzeugt.
- Mit dem Höhenmodell werden dann eine Neigungskarte und eine Geländeausrichtungskarte als Zwischenergebnisse berechnet und gespeichert.
- Dann werden Teilergebnisse berechnet und gespeichert gemäss den vier Kriterien:
 - Ausgehend vom Höhenmodell werden die entsprechenden Höhen-Gebiete gefiltert.
 - Ausgehend von der Neigungskarte werden die steilen Hänge gefiltert.
 - Ausgehend von der Ausrichtungskarte werden die Südhänge gefiltert.
 - Ausgehend von der Arealstatistik werden die Alpweiden gefiltert.
- Zum Schluss werden die letzten vier Zwischenergebnisse miteinander verschnitten (spatial overlay, intersection) und das Ergebnis visualisiert.

Starte nun QGIS - oder öffne ein neues QGIS-Projekt - und stelle das Koordinatenbezugssystem des Projekts unten rechts auf das alte schweizerische Koordinatenbezugssystem EPSG:21781 um.

Import

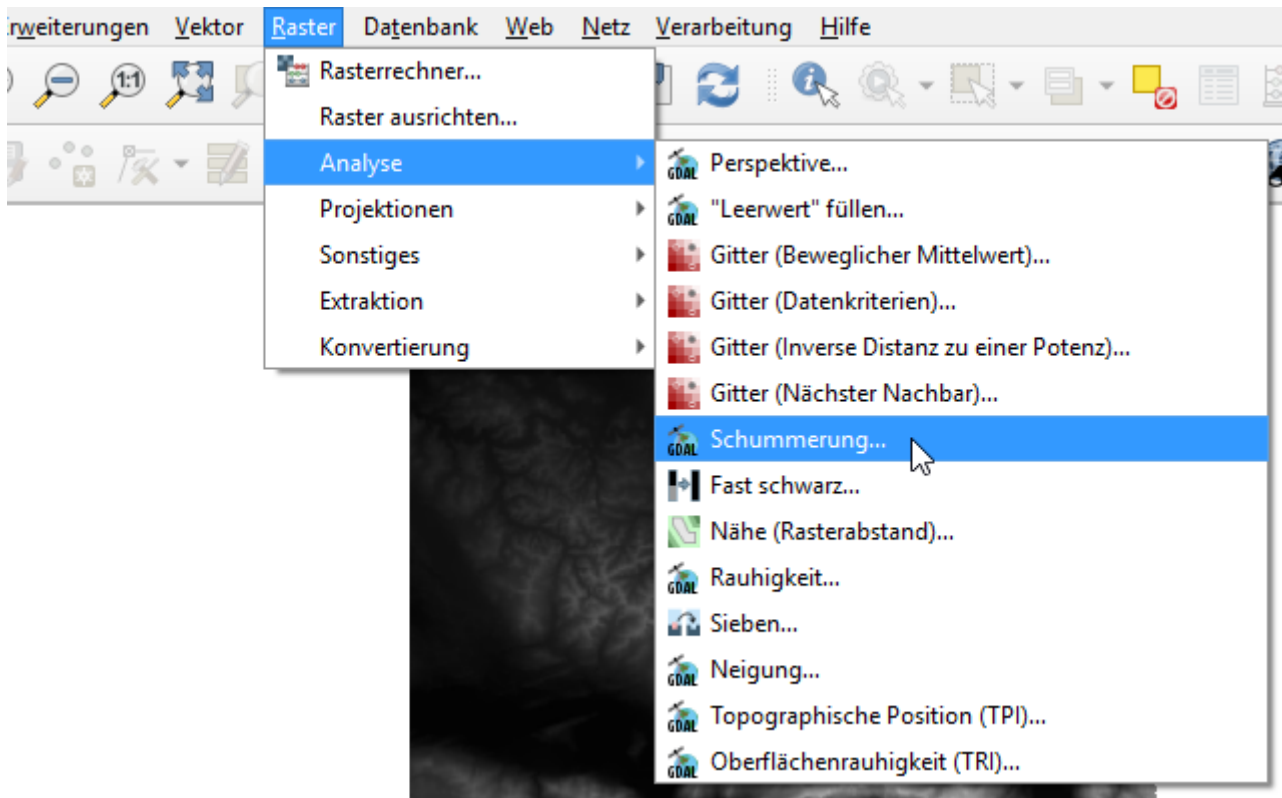
Um die beiden Inputdateien `as85.txt` und `dhm_rimini.txt` zu laden, kannst du diese entweder mit “Drag & Drop” ins QGIS hineinziehen, oder du öffnest das Menü **Layer** > **Layer hinzufügen**. Dort wählst du den Eintrag **Rasterlayer hinzufügen...** und gibst die entsprechenden Dateien an. Wähle als Koordinatenbezugssystem EPSG:21781.

Kontrolliere, dass im Layer-Manager der Layer “dhm_rimini” oben und damit sichtbar ist, sonst einfach den Layer im Layer-Manager hochziehen. Falls der Layer schwarz dargestellt wird, kannst du das anpassen, in dem du zu **Layer-Eigenschaften** gehst und bei **Kontrastverbesserung** von **[Zuschneiden auf MinMax]** auf **[Strecken auf MinMax]** wechselst (es gibt einige weitere Darstellungsoptionen). Nun solltest du etwa das sehen, was nachfolgend dargestellt ist.

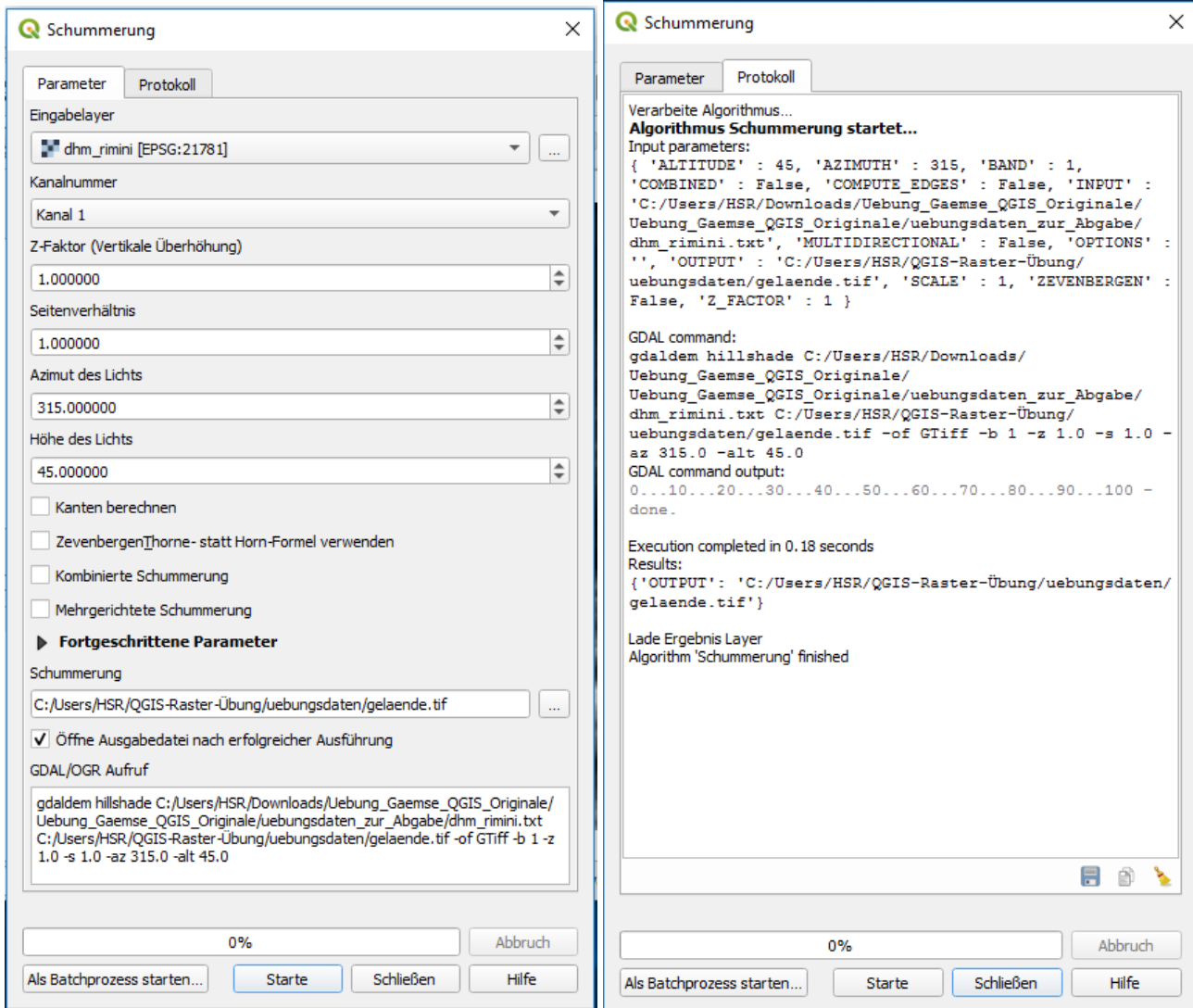


Gelände-Schummerungs-Karte

Dieser Schritt ist noch nicht Teil der Auswertung sondern dient vielmehr der Visualisierung und der Orientierung auf der Karte. Über das Menü **Raster** können die Rasterlayer in QGIS bearbeitet und verändert werden. Hierbei werden meistens neue Layer erzeugt und im QGIS-Projekt angezeigt.

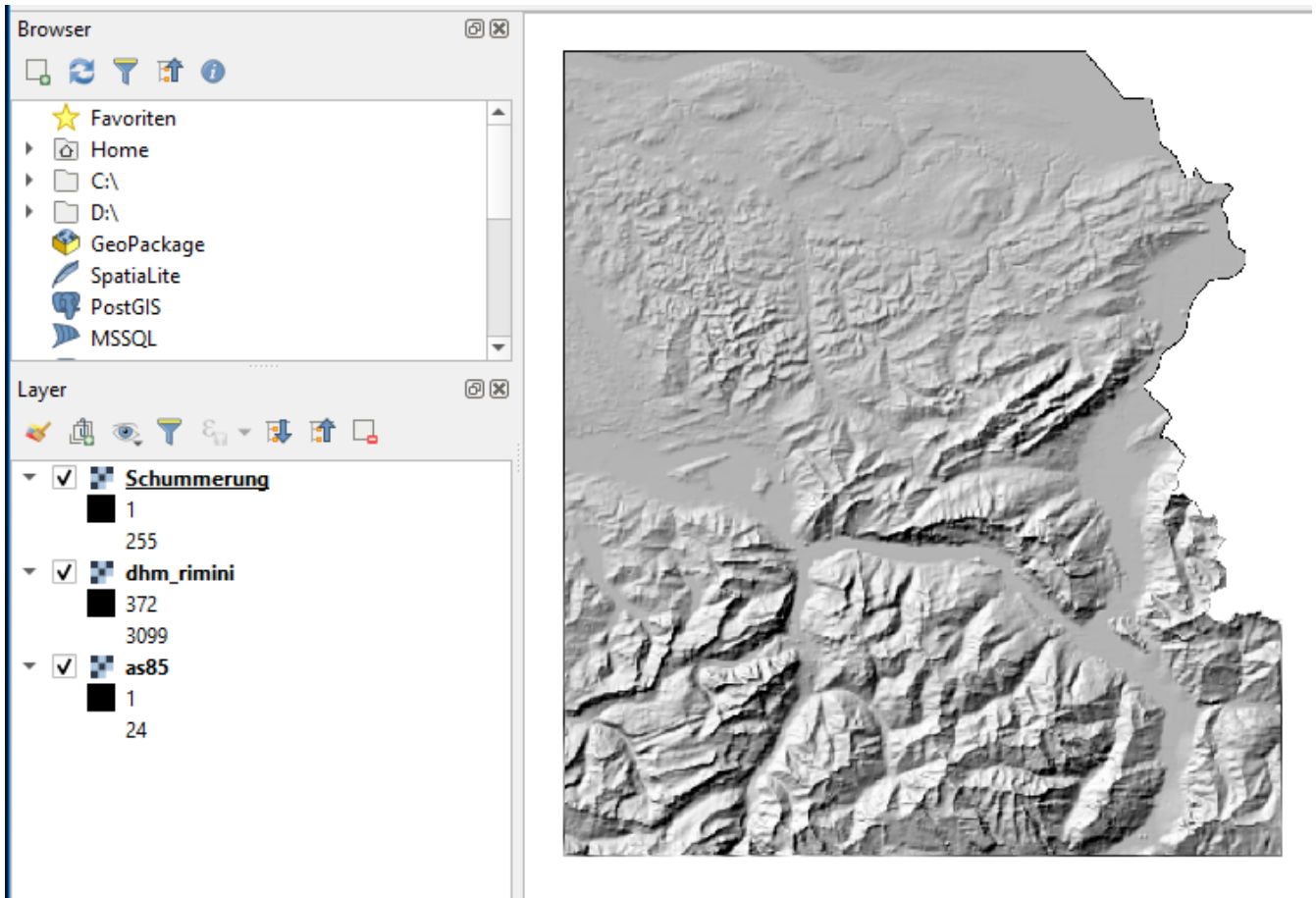


Um eine Gelände-Schummerungs-Karte aus einem Höhenmodell erzeugen zu können, wählst du Menu **Raster** > **Analyse** > **Schummerung** (siehe Abbildung unten).

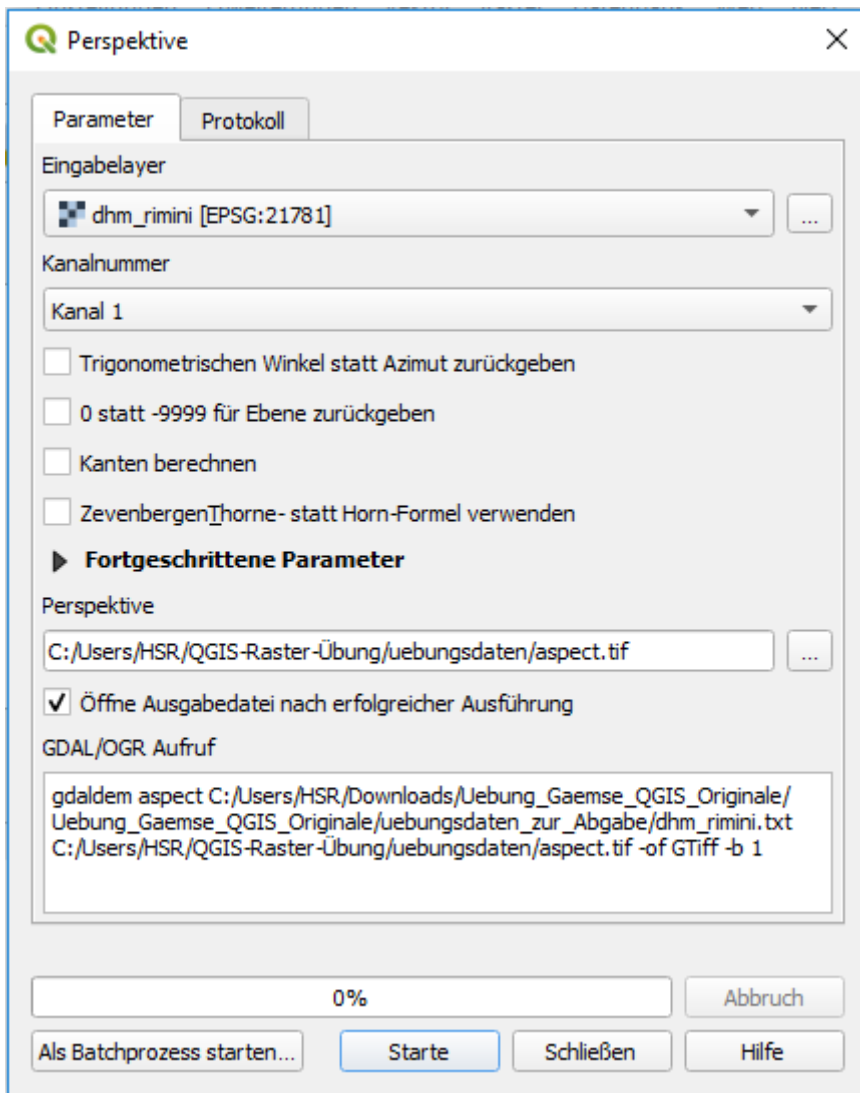


Als Eingabedatei wählst du den Layer "dhm_rimini". Klicke bei "Schummerung" (Ausgabedatei) rechts auf [...], öffne einen neuen Übungsdaten-Ordner z.B. **gaemse** und gib den Namen **gelaende.tif** an (die Endung tif steht für TIFF bzw. GeoTIFF).

Nach einem Klick auf **[Starte]** wechselt das Dialog-Fenster automatisch auf den Reiter (Tab, Registerkarte) mit dem Ausführungs-Protokoll. Das Fenster "Schummerung" mit dem Protokoll kannst du danach schliessen. Danach solltest du etwa folgendes Ergebnis mit der Geländeschummerung erhalten:



Speichere an dieser Stelle auch das ganze QGIS-Projekt in den Ordner z.B. **gaemse** mit dem Namen **gaemse.qgz**.



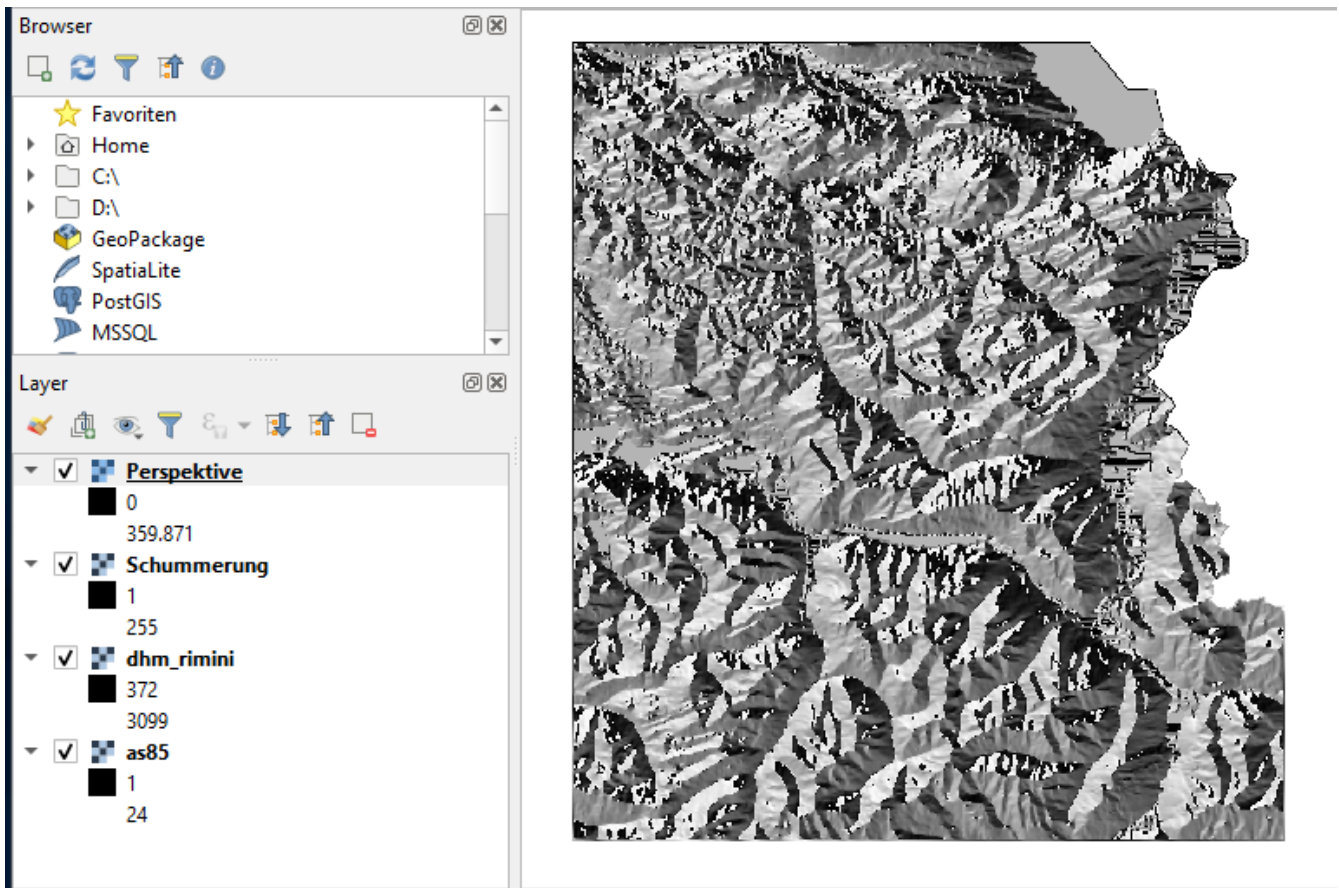
Nun kommen wir im nächsten Kapitel zur ersten Auswertung mit dem Teilresultat “Gelände-Ausrichtung”.

Gelände-Ausrichtungskarte

Die Gelände-Ausrichtungskarte zeigt die Ausrichtung (engl. aspect) des Geländes in Bezug auf Norden. Sie wird mit einem Höhenmodell als Quelle über das Menü **Raster** > **Analyse** > **Perspektive** erstellt (vgl. Abbildung oben).

Als Eingabelayer wählst du wieder “dhm_rimini”. Wähle bei “Perspektive” (Ausgabedatei) den Übungsdaten-Ordner (*gaemse*) und den Dateinamen *aspect.tif*: vgl. Abbildung oben.

Wenn alles richtig gelaufen ist, solltest du etwa folgendes sehen (kann auch abweichen):

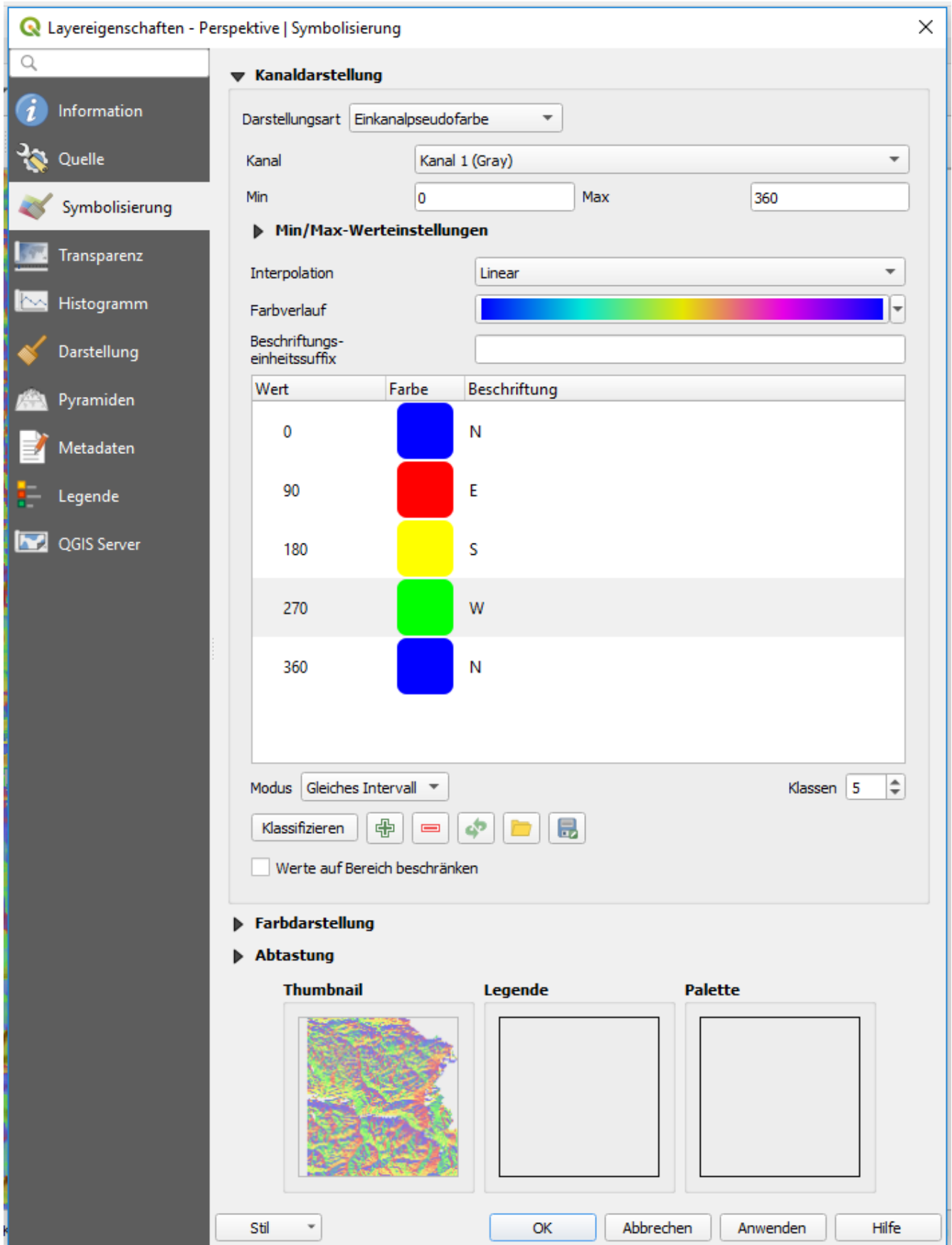


Diese Darstellung der Gelände-Ausrichtungskarte wollen wir nun aber noch etwas verbessern. Um den Stil eines Layers zu ändern, kannst du per Rechts- oder Doppelklick auf den Layernamen und dessen Eigenschaften zugreifen.

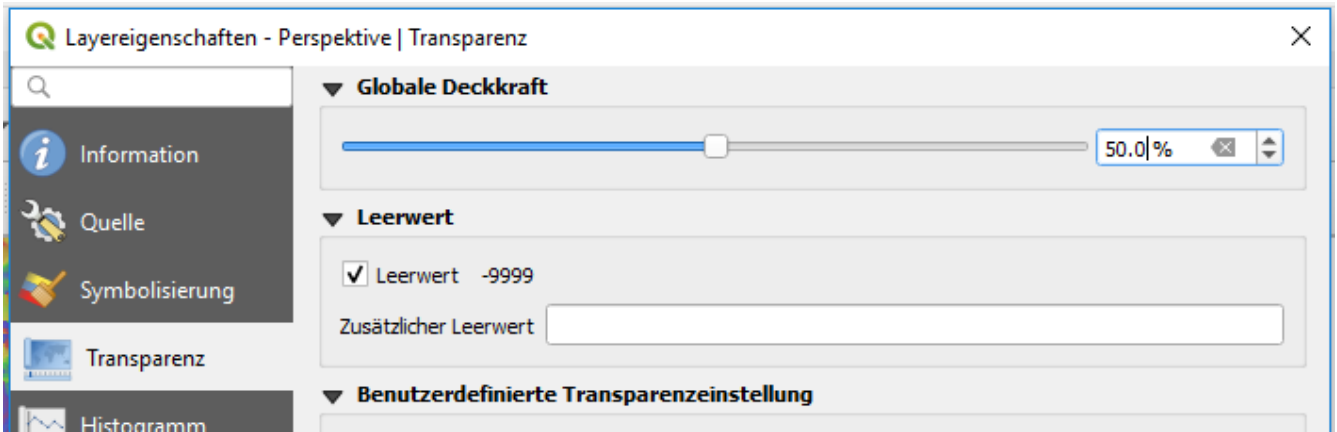
Wähle in **Symbolisierung** im ersten Eintrag **Kanaldarstellung** die *Darstellungsart* **[Einkanalpseudofarbe]** (Engl. “Singleband pseudocolor”) Als *Kanal* bleibt dir nur der **[Kanal 1 (grey)]** zur Auswahl. Nun kannst du *Min* auf **[0]** und *Max* auf **[360]** stellen, *Interpolation* auf **[Linear]**, als *Farbverlauf* wähle irgendeinen, damit die automatische Klassifizierung funktioniert (welchen Farbverlauf spielt keine Rolle, da wir die Farben manuell zuweisen werden), den *Modus* auf **[Gleiches Intervall]** und die *Klassen-Anzahl* auf **[5]**.

Eine Ausrichtungskarte beinhaltet als Wert einen Winkel (in Grad °), der die Ausrichtung des Geländes repräsentiert. Wir wollen den vier Haupt-Himmelsrichtungen (N, O, S, W) verschiedene Farben zuweisen. Beim Ergebnis der verwendeten Operation entspricht 0° Norden (N). Bei Werten nahe 0° liegt also ein Nordhang vor. Aber auch Werte nahe 360° repräsentieren Nordhänge. Deswegen wurden fünf anstatt nur vier Klassen verwendet. Weise daher der ersten und letzten Klasse dieselbe Farbe zu, z.B. blau. Der Winkel im Ergebnis ist im Uhrzeigersinn zu verstehen, 90° ist also Osten. Weise den restlichen drei Klassen unterschiedliche, gut unterscheidbare Farben zu, z.B. rot, gelb, grün.

Wenn du willst, kannst du den Klassen eine sinnvolle “Beschriftung” geben, z.B. N, O, S, W (und nochmals N).

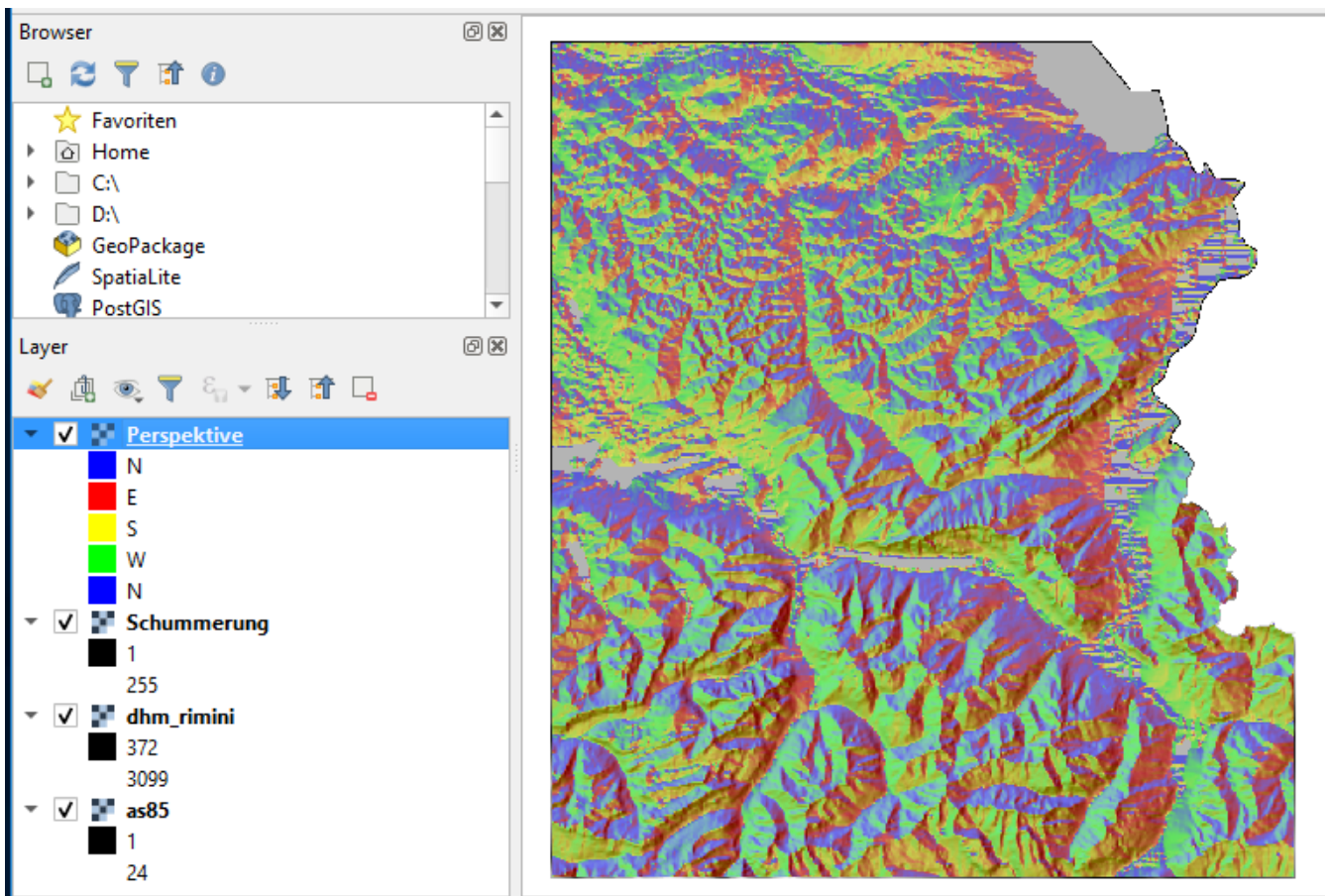


Wenn du alle Einstellungen gemacht hast, gehe auf den Reiter **Transparenz** (unterhalb Reiter **Symbolisierung**). Hier setzen wir die globale Transparenz auf z.B. 50%, damit man unter der gefärbten Ausrichtungskarte noch die Geländeschummerung sieht.



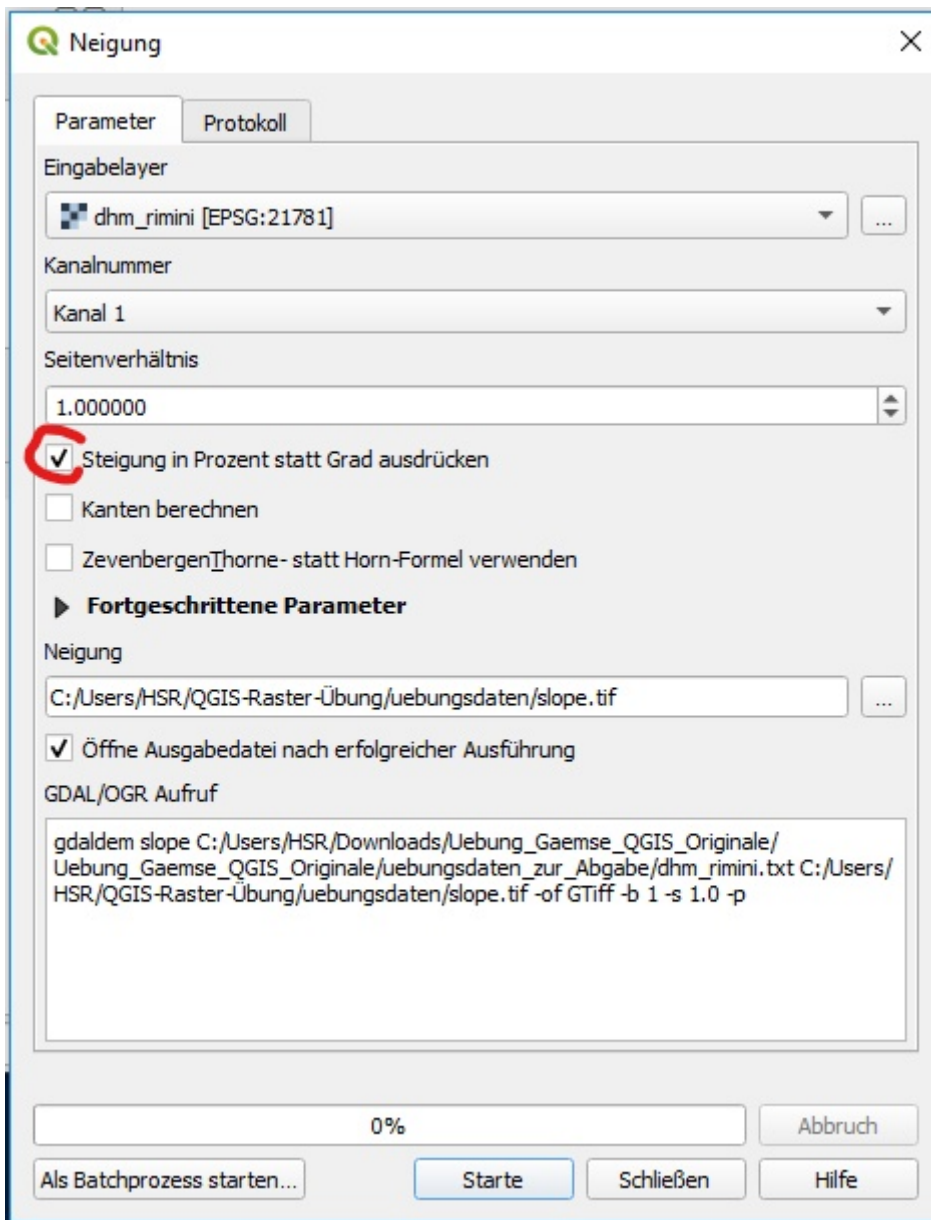
Danach auf [**Ok**] klicken (das Dialogfenster schliesst).

Das Resultat sollte nun in etwa wie unten abgebildet aussehen. Wenn du andere Farben eingestellt hast, ist das nicht weiter schlimm. Hauptsache ist, dass nun die Himmelsrichtungen der Berghänge durch verschiedene Farben visualisiert sind.

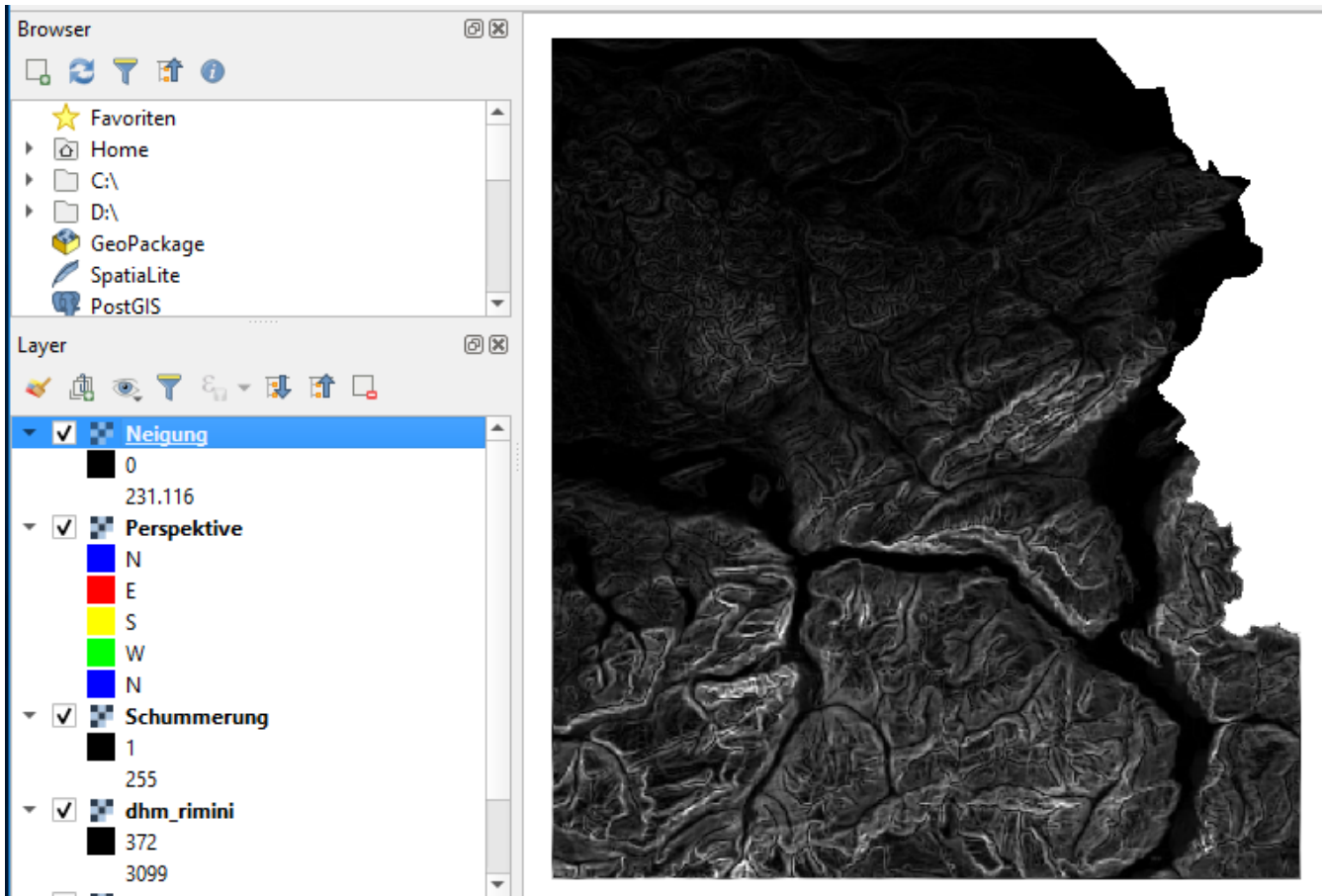


Neigungskarte

Mit der Funktion **Neigung** (engl. slope, Menü **Raster** > **Analyse** > **Neigung**) wird die Steigung eines als Raster/Grid codierten Geländes dargestellt. Für diese Übung wollen wir die Steigung in Prozent statt in Grad ausdrücken (vgl. unten). Als Eingabedatei wählst du wieder den Layer "dhm_rimini" und gibst die Ausgabedatei **slope.tif** im Übungsdaten-Ordner an. Dann [**Starte**].



Das Resultat sieht etwa wie folgt aus (bei *Kontrastverbesserung* auf *Strecken auf MinMax*):



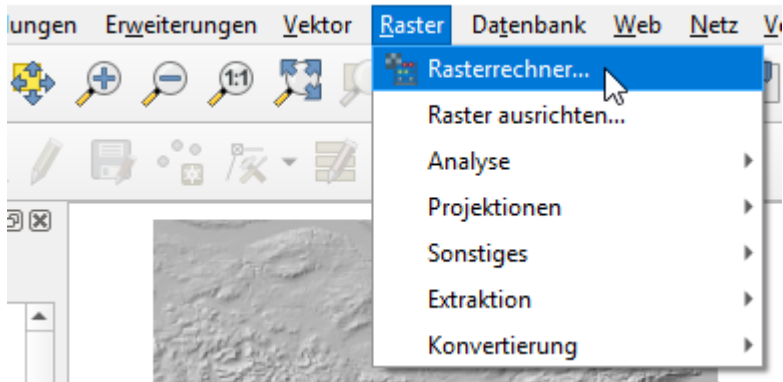
Filtern nach den Kriterien

Du hast nun die Daten so weit vorbereitet, dass wir die Kriterien anwenden können. Zur Erinnerung: Wir suchen diejenigen Gebiete, die folgende Kriterien erfüllen:

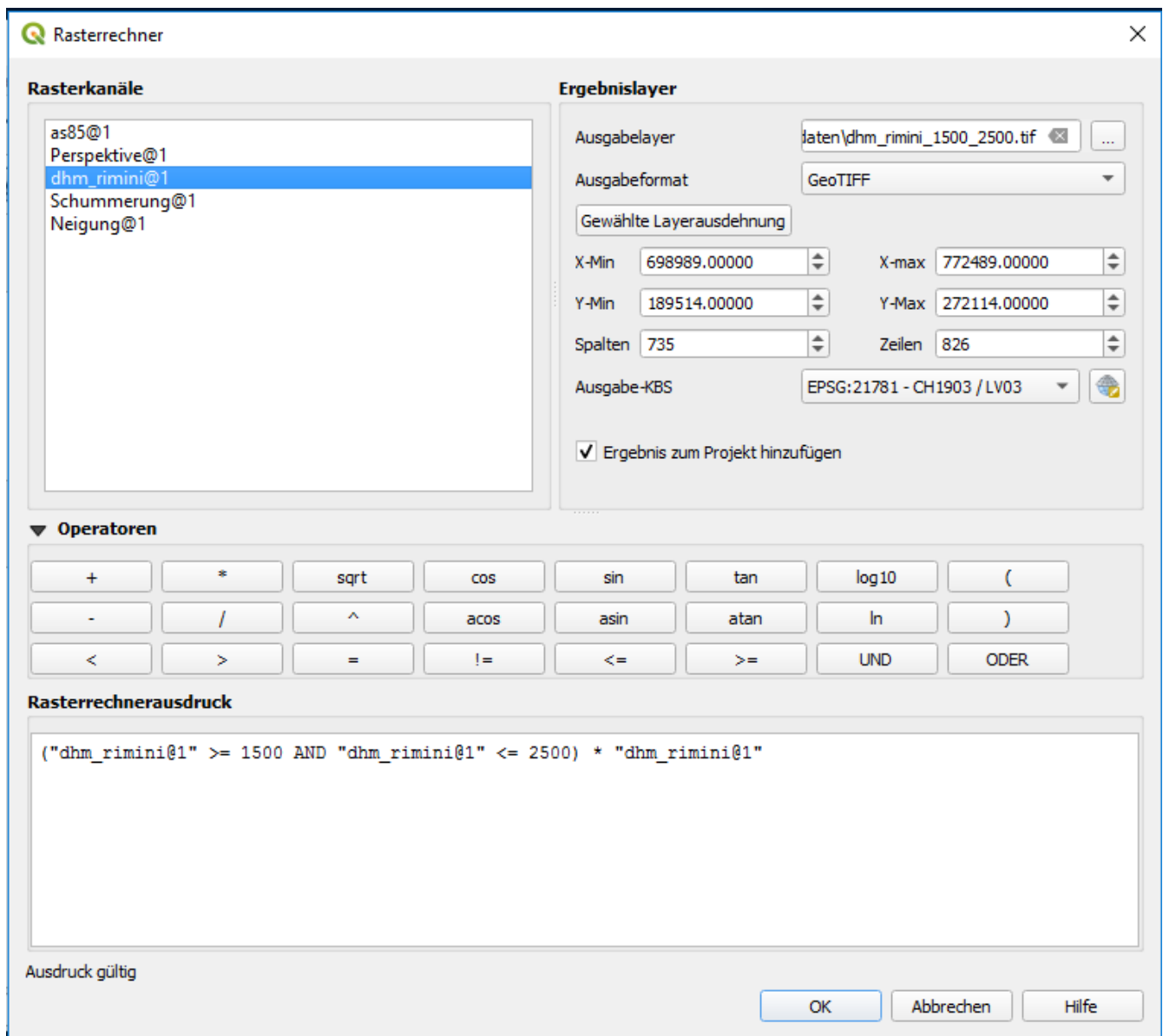
1. Gebiete, die höher als 1500 m. ü. M und tiefer als 2500 m. ü. M. liegen.
2. Gebiete, die steiler als 20% sind.
3. Südhang-Gebiete, d.h. Gebiete, die eine Ausrichtung von Südost bis Südwest haben.
4. Gebiete, welche die Nutzung Wies- und Ackerland, Heimweiden, Maiensässe, Heualpen, Bergwiesen, Alpweiden aufweisen.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, errechnen wir nun vier weitere Layer aus den vorbereiteten Daten. Ein Verschnitt daraus wird uns aufzeigen, wo sich Gämse aufhalten könnten. Der Verschnitt und die Filterung erfolgt mit der "Rasteralgebra" und in QGIS mit dem *Rasterrechner*.

Beginnen wir mit dem ersten Kriterium: Die Höhen des Geländes sind im Layer "dhm_rimini" gespeichert. Damit werden wir nun einen neuen Layer berechnen, der nur noch diejenigen Rasterzellen beinhaltet, die zwischen 1500 und 2500 m. ü. M. liegen. Dafür musst du nun den **Rasterrechner** über das Menü **Raster** öffnen.

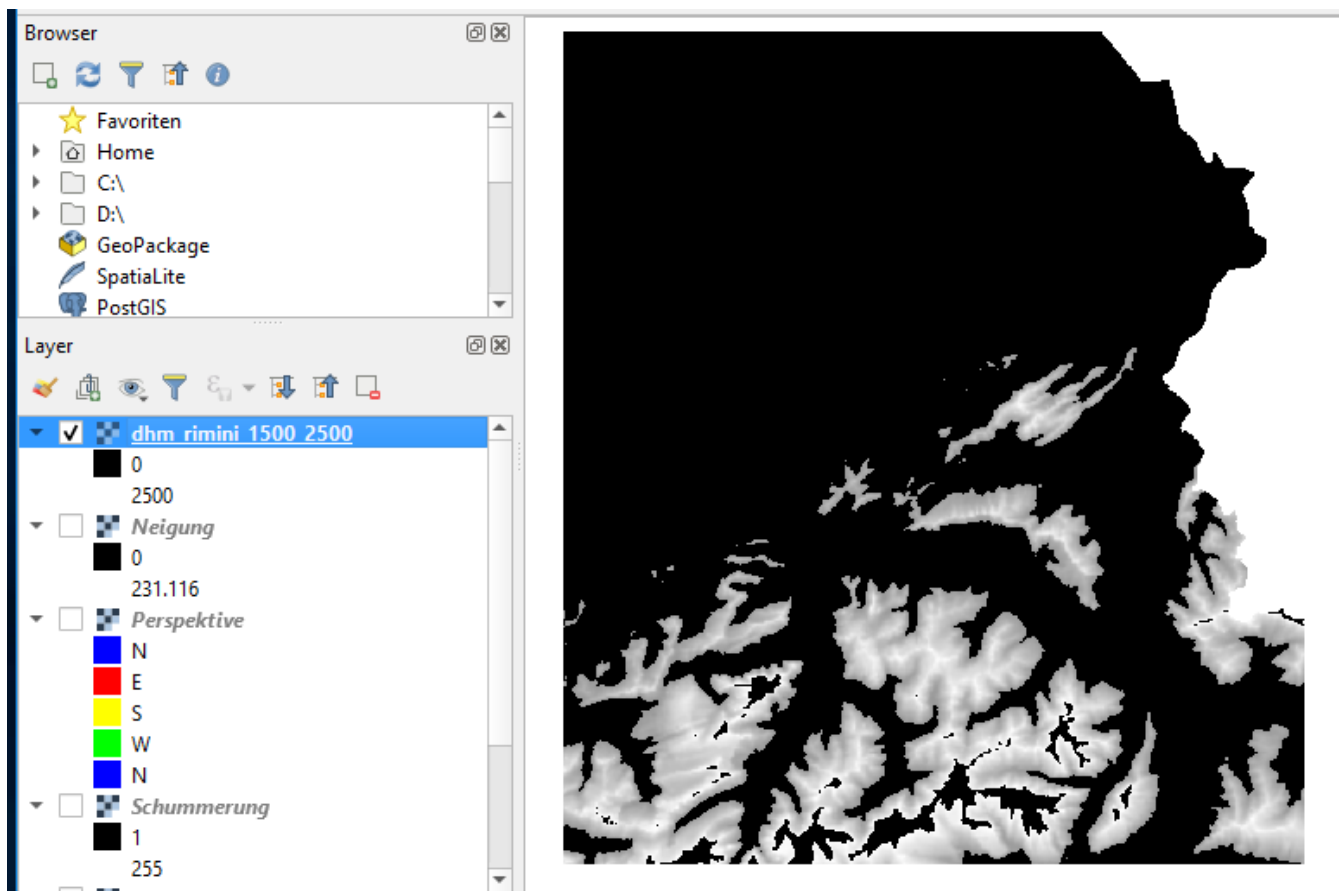


Im *Rasterrechner* musst du wieder rechts oben den *Ausgabebayer* angeben. Wähle den Übungsdaten-Ordner und nenne die Ausgabedatei *dhm_rimini_1500_2500.tif*.



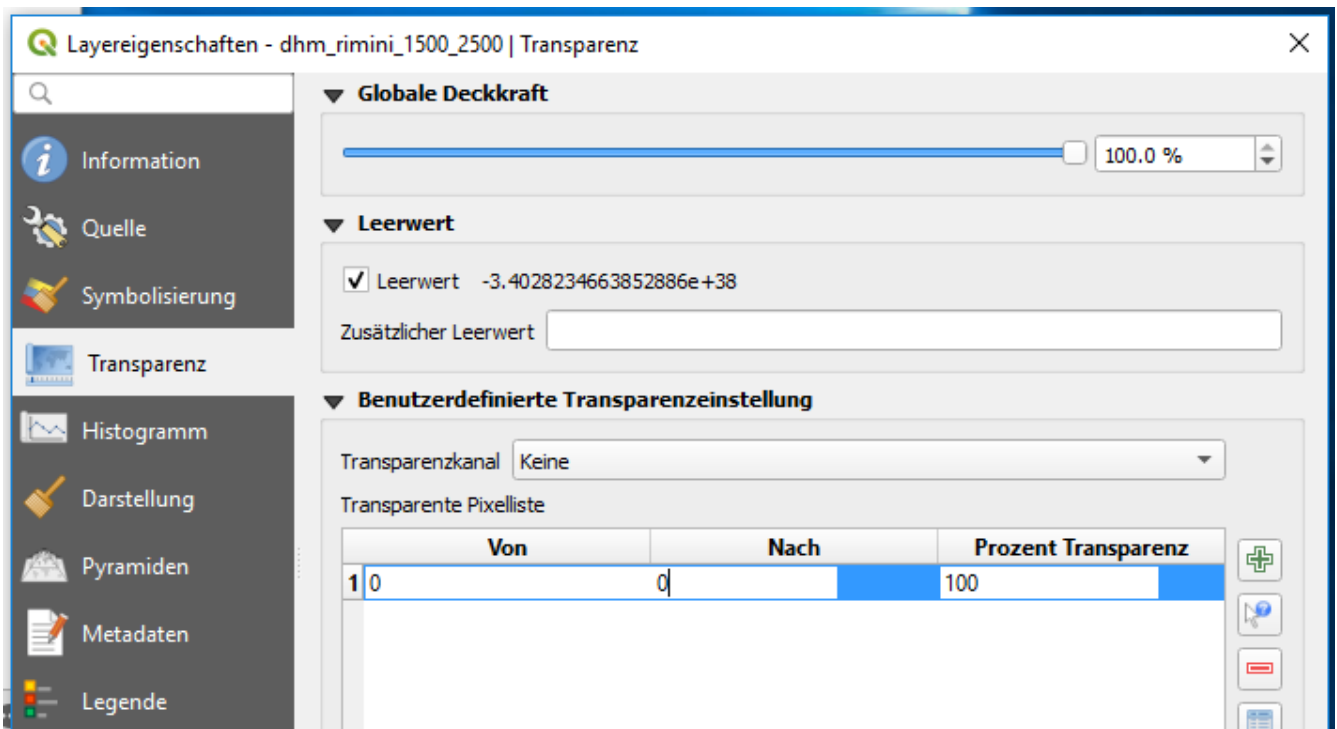
Links im Dialog sind die verfügbaren Layer mit ihren **Rasterkanälen** (hier immer “@1”) aufgelistet. Für diese erste Berechnung wählen wir “dhm_rimini@1”. Per Doppelklick darauf kann dieser in Anführungszeichen dem Rasterrechnerausdruck hinzugefügt werden. Der Ausdruck ist aber noch nicht bereit. Wir möchten noch nach Werten zwischen 1500 und 2500 filtern. Dazu wählen wir die Operatoren “grösser-gleich”/“kleiner-gleich” (\geq und \leq), die wir mit **AND** verknüpfen und einklammern. Damit bekommen diejenigen Werte, die dazwischen liegen eine 1. Doch von

diesen möchten wir eigentlich den Originalwert behalten. Dazu multiplizieren wir den eingeklammerten Ausdruck mit dem ursprünglichen Wert selbst (das ist raffiniert, denn der geklammerte boolesche Ausdruck wird offenbar als Zahl 1/0 interpretiert anstelle von wahr/falsch). Man kann den Ausdruck entweder direkt eintippen oder mit Klick auf die Operator-Schaltflächen im Bereich **Operatoren** zusammenstellen. Mit [**OK**] den *Rasterrechner* starten.

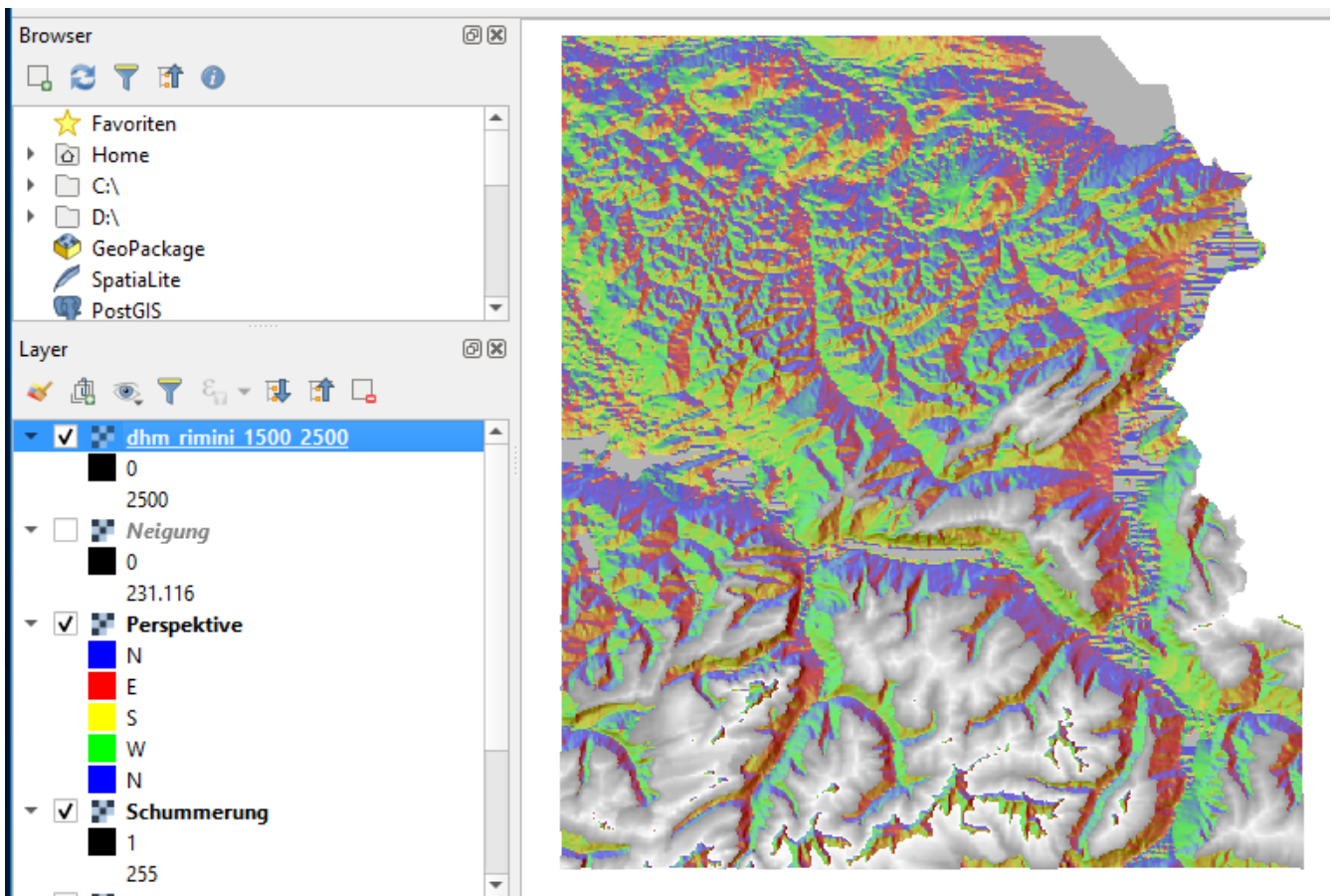


Wir können nun überprüfen, ob alle gewünschten Punkte ihren Wert beibehalten haben, indem wir durch Klicken auf [**Objekte abfragen**] (das “i”-Icon) und mit der Maus ins Fenster klicken: Bei schwarzen Rasterzellenn (Pixel) wird der Wert 0 angezeigt und bei grauen ein Wert zwischen 1500 m. ü. M. und 2500 m. ü. M..

Um die 0-Werte auch aus der Ansicht herauszufiltern, können wir ihnen noch eine Transparenz zuordnen. In den *Layerigenschaften* **Transparenz** und **Benutzerdefinierte Transparenzeinstellung** klickst du dazu auf [+] und setzt die beiden Werte *Von* und *Nach* auf 0 sowie *Prozent Transparenz* auf 100 Prozent. Danach klickst du auf [**Anwenden**].



Schalte nun im Layer-Manager die Sichtbarkeit des Layers "Neigung" aus. Das Ergebnis ist nun so gefiltert, dass man die anderen Layer darunter sieht:



Die gleichen Schritte - zuerst *Rasterrechner* dann *Transparenz* – wendest du nun für alle weiteren drei Kriterien an, wie folgt:

Für das zweite Kriterium gehst du vom Layer bzw. Kanal "Neigung@01" aus und speicherst das Resultat im Übungsdaten-Ordner unter dem Namen *slope_over20perc.tif* ([Ok] ist noch nicht

aktiviert). Selektiere mit dem *Rasterrechner* in diesem Falle alle Rasterzellen, die steiler als 20% sind. Dann [**Ok**].

Für das dritte Kriterium verwendest du den Layer “Perspektive” (*aspect.tif*) und filterst alle Rasterzellen heraus, welche zwischen den 135 und 225 Grad liegen (d.h. 180 Grad plus/minus 45 Grad). Damit erhältst du alle nach Süden gerichteten Hänge (zur Erinnerung Norden ist 0°). Speichere das Resultat im Übungsdaten-Ordner unter dem Namen *aspect_135_225.tif*. Dann [**Ok**].

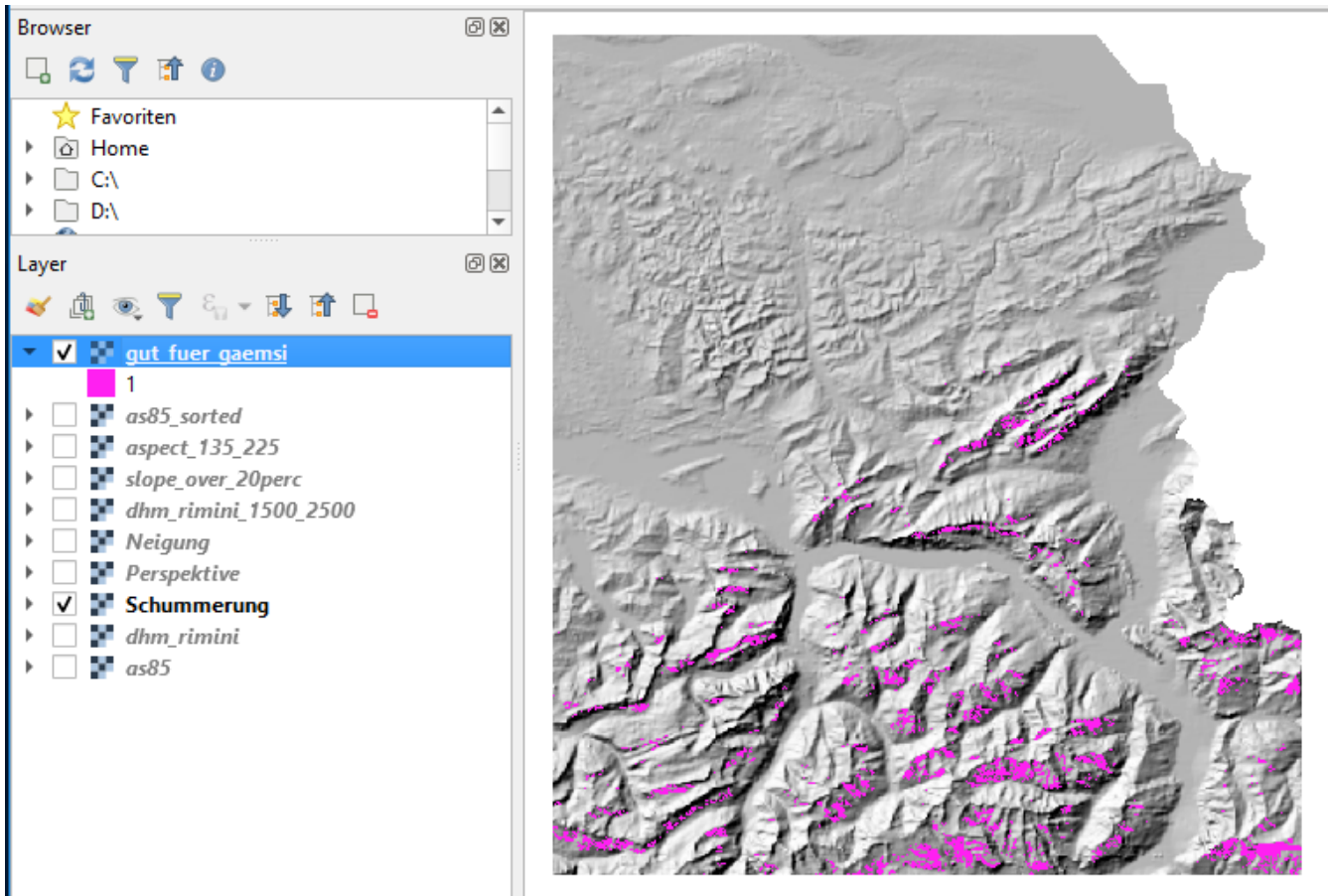
Für das vierte und letzte Kriterium nehmen wir den Layer “as85”. In diesem sind die verschiedenen Geländearten als Code (Ganzzahl) abgespeichert. Uns interessieren nur alle jene Gebiete, welche die folgenden Nutzungen aufweisen: Wies- und Ackerland, Heimweiden, Maisensässe, Heualpen, Bergwiesen, Alp- und Juraweiden. Diese entsprechen den Codes 8, 9, 10 und 11. Filtere den Layer “as85” daher nach diesen Codes. Speichere das Resultat im Übungsdaten-Ordner unter dem Dateinamen *as85_sorted.tif*.

Denke daran, für jeden Layer die *benutzerdefinierte Transparenz* auf 100 Prozent für die Werte von 0 bis 0 zu setzen (vgl. Layer-Eigenschaften).

Probiere dies für alle Schritte aus. Solltest du nicht weiterkommen, so ist im nächsten Kapitel jeder Schritt noch mit Lösung und Screenshots beschrieben.

Nun hast du alle nötigen Vorberechnungen gemacht. Nun musst du noch die vier Layer verschneiden (engl. *overlay/intersection*). Dazu verwendest du wieder den *Rasterrechner* und kombinierst die vier Layer “*dhm_rimini_1500_2500*”, “*slope_over20perc*”, “*aspect_135_225*” und “*as85_sorted*” mit dem logischen UND-Operator. Nenne das Resultat *gut_fuer_gaemsi.tif* und speichere es wieder in den Übungsdaten-Ordner. Auch hier solltest du die *benutzerdefinierte Transparenz* auf 100 Prozent für die Werte von 0 bis 0 setzen.

Wenn du willst, kannst du auch dieses Ergebnis mit einer [**Einkanalpseudofarbe**] oder [**Palette**] einfärben:



Nun wissen wir wo die Gämsen mutmasslich “wohnen”! Dies zumindest gemäss unseren Daten und Annahmen.

Für diese Übung sind wir nun soweit zufrieden. Es gäbe aber noch einige Verbesserungsmöglichkeiten, einerseits für die bessere Lesbarkeit (z.B. mit wichtigen Orten, Strassen und Berggipfel) und andererseits mit verbesserten Analysen wo man beispielsweise die Rasterzellen in Vektoren umwandeln könnte, um die resultierenden Polygone dann mit weiteren Daten verknüpfen zu können.

Detaillierte Anleitung

Dieses Kapitel ist eine Ergänzung zum vorhergehenden Kapitel, bei dem nur das erste Kriterium detailliert erläutert wurde.

Um die drei weiteren Kriterien zu berechnen, gehen wir gleich vor wie beim ersten Kriterium. D.h. wir wenden zuerst den Rasterrechner an und setzen dann die Transparenz der nicht benötigten Werte auf "durchsichtig".

Zweites Kriterium (Gebiete, die steiler als 20% sind):

Öffne den *Rasterrechner*, wähle den **Rasterkanal** "Neigung@1" und gib den folgenden **Rasterrechnerausdruck** ein:

```
("Neigung@1" > 20) * "Neigung@1"
```

Rasterrechner

Rasterkanäle

- as85@1
- Perspektive@1
- dhm_rimini_1500_2500@1
- dhm_rimini@1
- Schummerung@1
- Neigung@1**

Ergebnislayer

Ausgabelayer: ...

Ausgabeformat:

Gewählte Layerausdehnung

X-Min: X-max:

Y-Min: Y-Max:

Spalten: Zeilen:

Ausgabe-KBS:

Ergebnis zum Projekt hinzufügen

Operatoren

+	*	sqrt	cos	sin	tan	log10	(
-	/	^	acos	asin	atan	ln)
<	>	=	!=	<=	>=	UND	ODER

Rasterrechnerausdruck

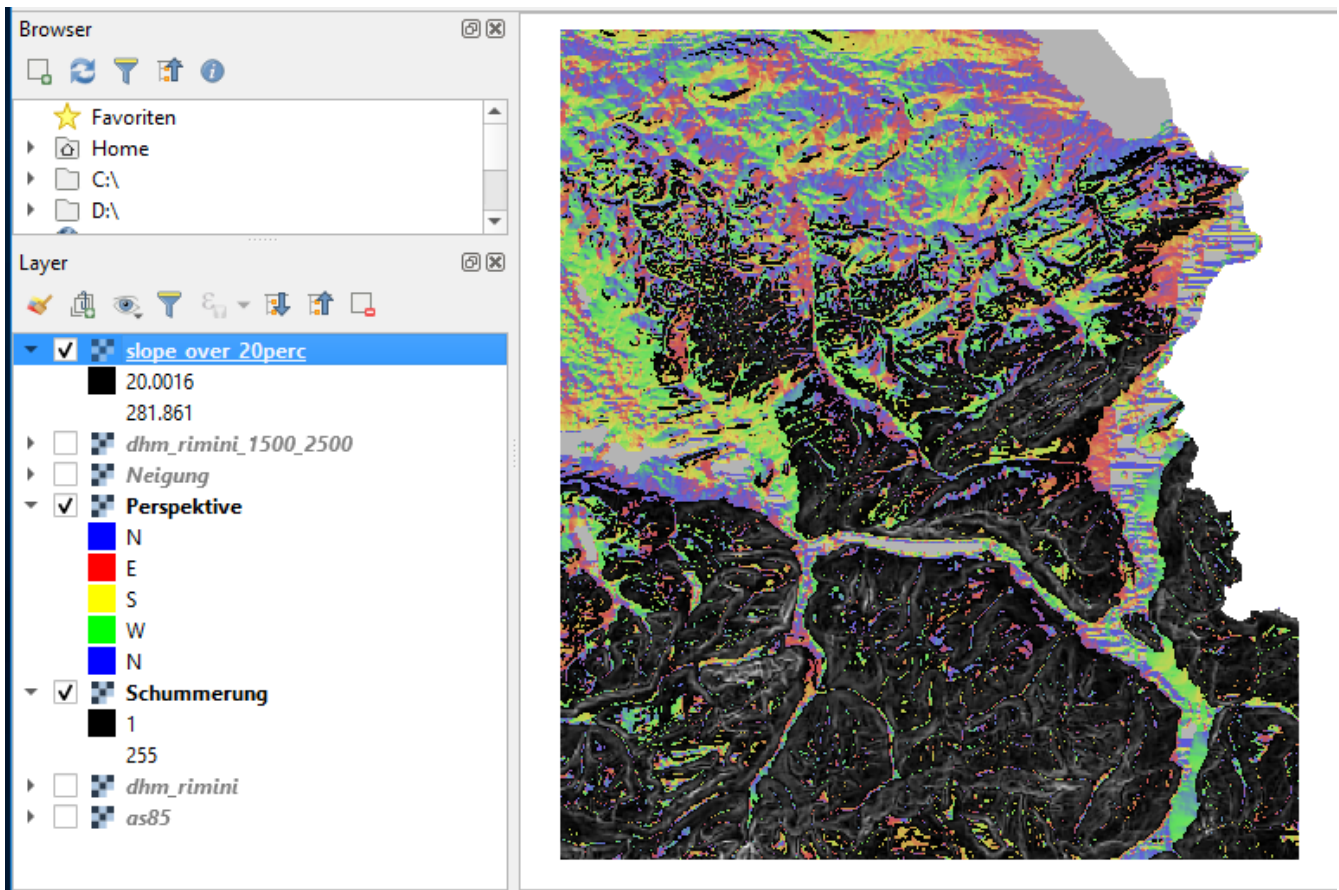
```
("Neigung@1" > 20) * "Neigung@1"
```

Ausdruck gültig

OK Abbrechen Hilfe

Dann beim Layer die Transparenz einstellen.

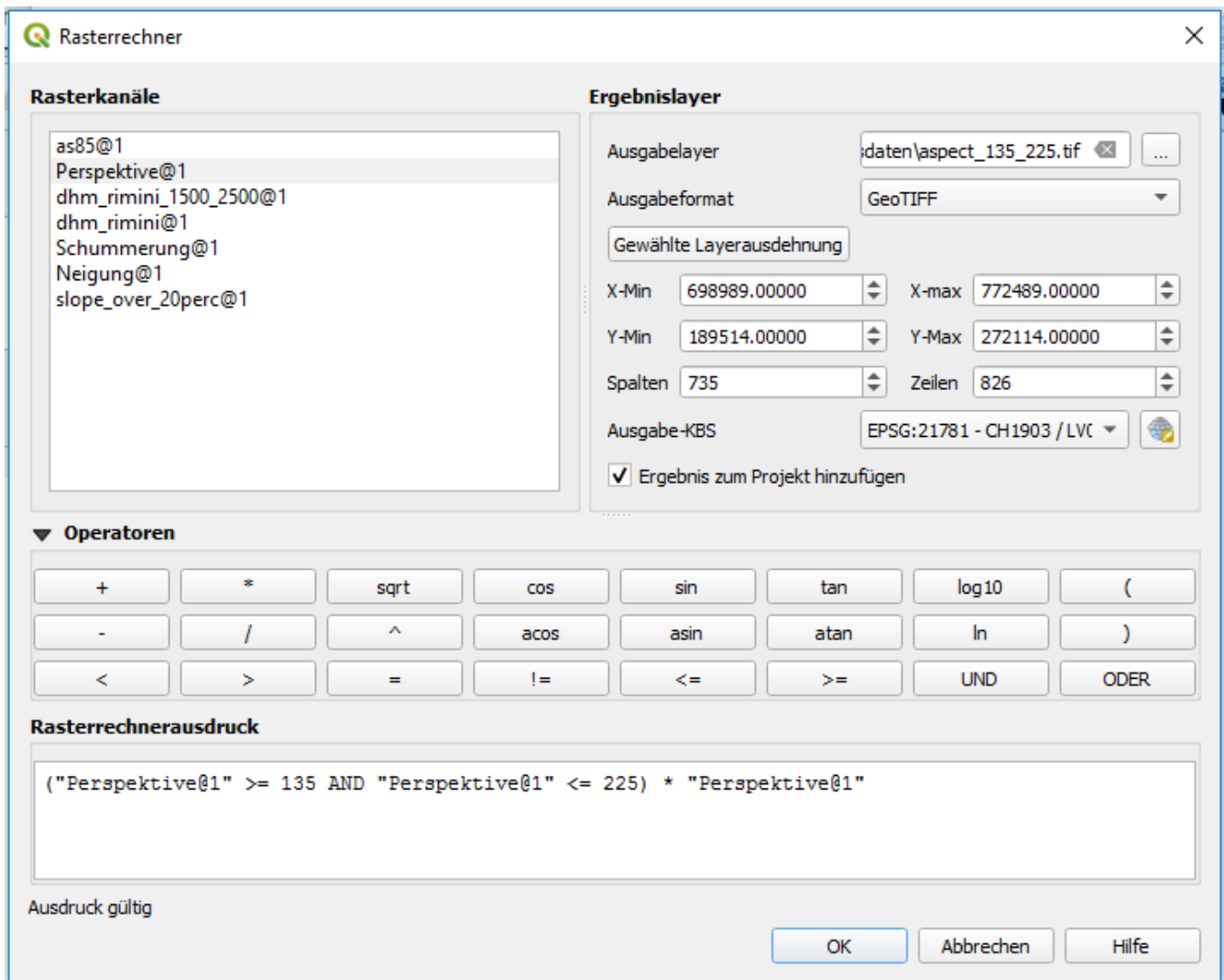
Das Ergebnis des zweiten Kriteriums sollte ungefähr wie folgt aussehen:



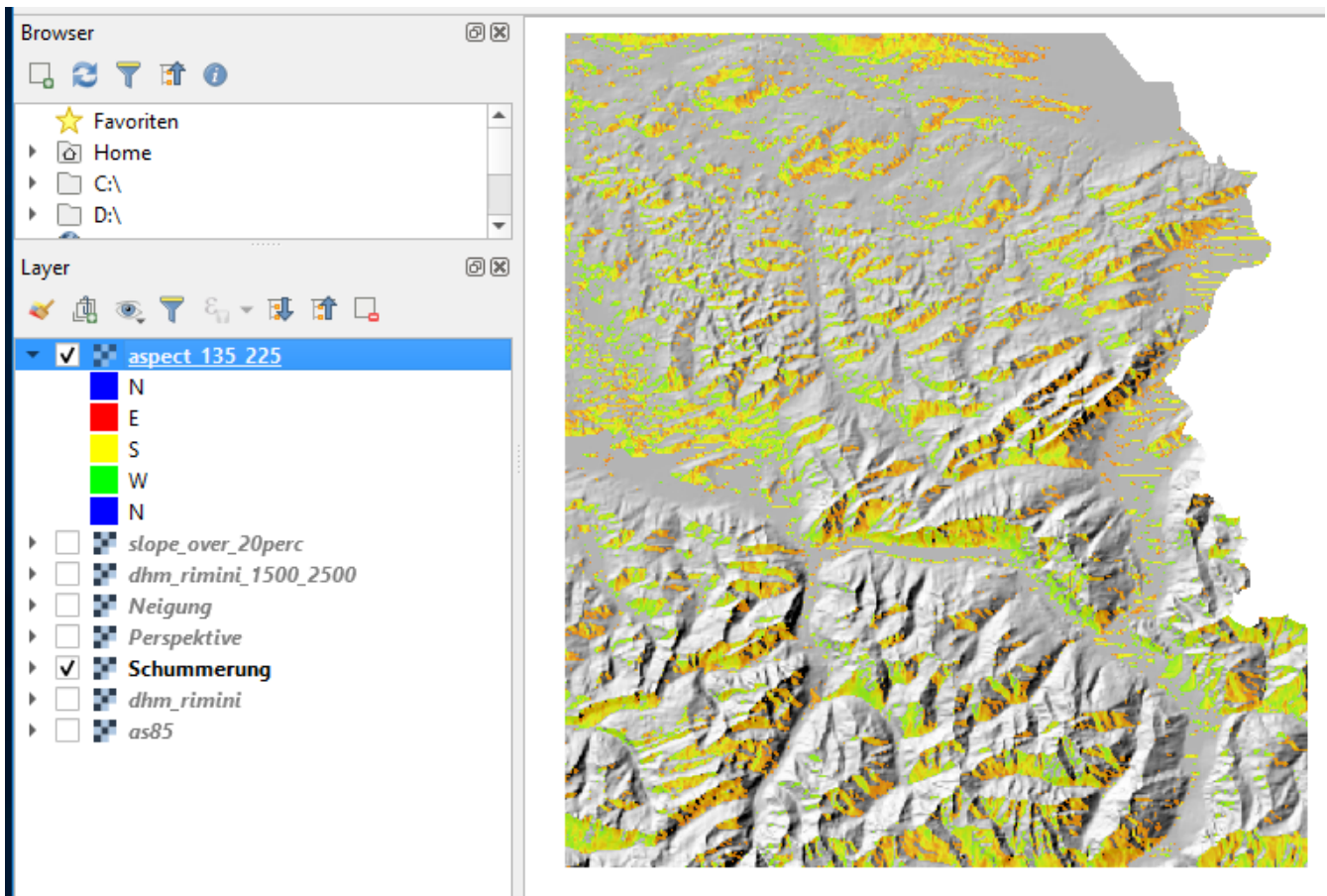
Drittes Kriterium (Südhang):

Im *Rasterrechner* setzt du als *Ausgabelayer* `aspect_135_225.tif`, wählst den Rasterkanal "Perspektive@1" und gibst den folgenden **Rasterrechnerausdruck** ein:

```
("Perspektive@1" >= 135 AND "Perspektive@1" <= 225) * "Perspektive@1"
```



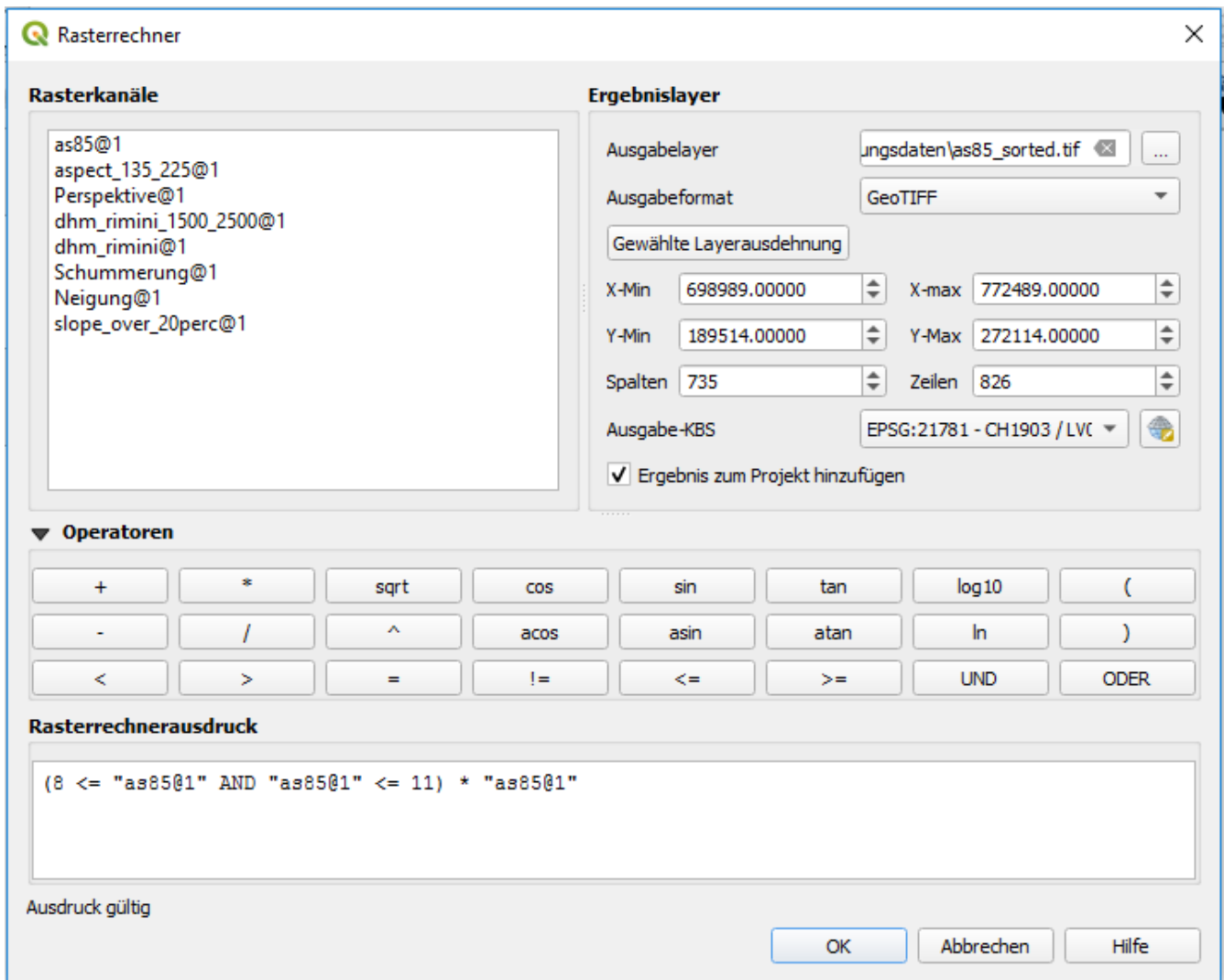
Dann die Layer-Transparenz setzen. Das Ergebnis des dritten Kriteriums (*Einkanalpseudofarben* von "Perspektive" kopiert) sollte etwa so aussehen:



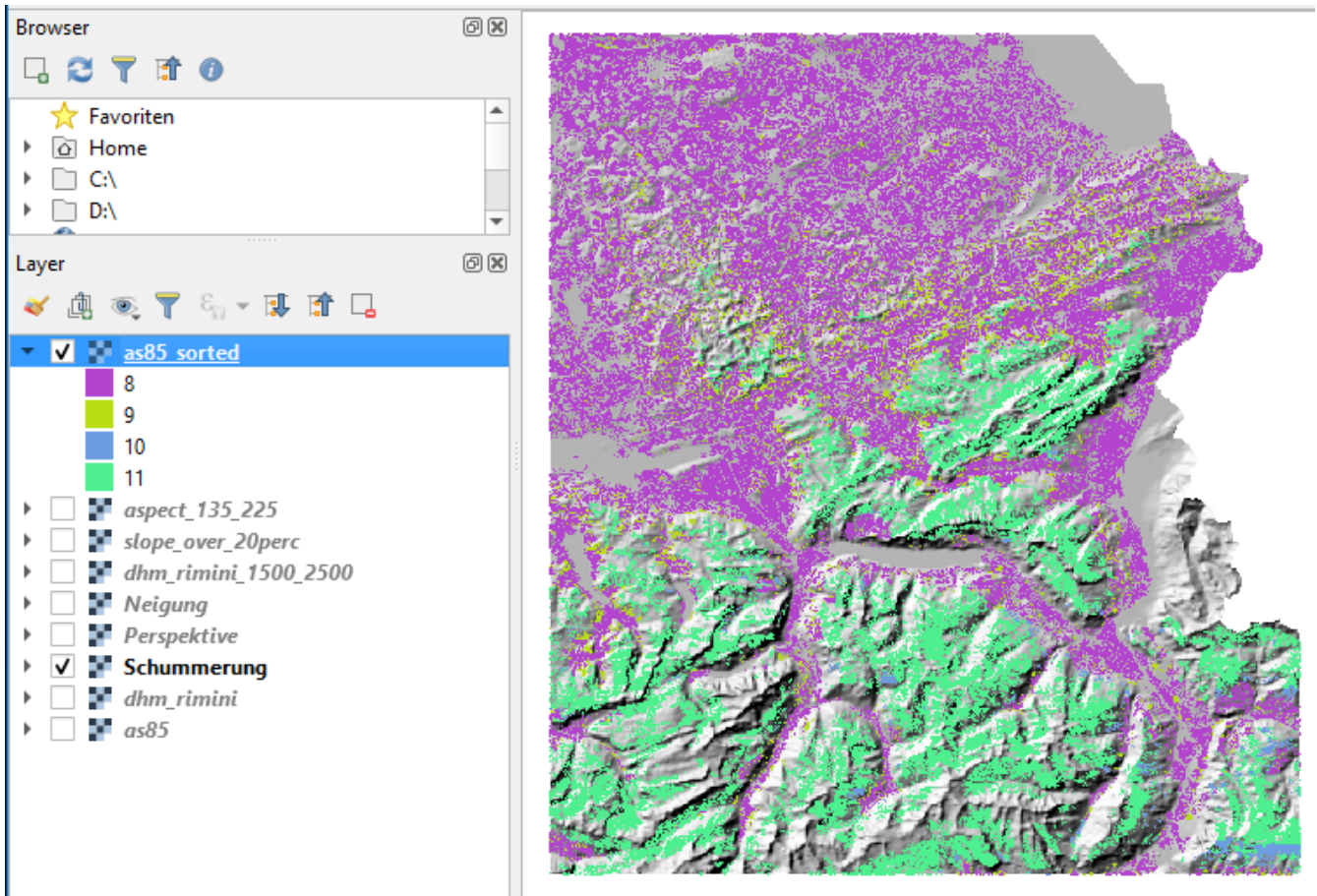
Viertes Kriterium (Geländearten):

Im *Rasterrechner* wählst du den Rasterkanal "as85@1", den *Ausgabelayer* *as85_sorted.tif* und gibst folgenden **Rasterrechnerausdruck** ein:

```
("as85@1" >= 8 AND "as85@1" <= 11) * "as85@1"
```



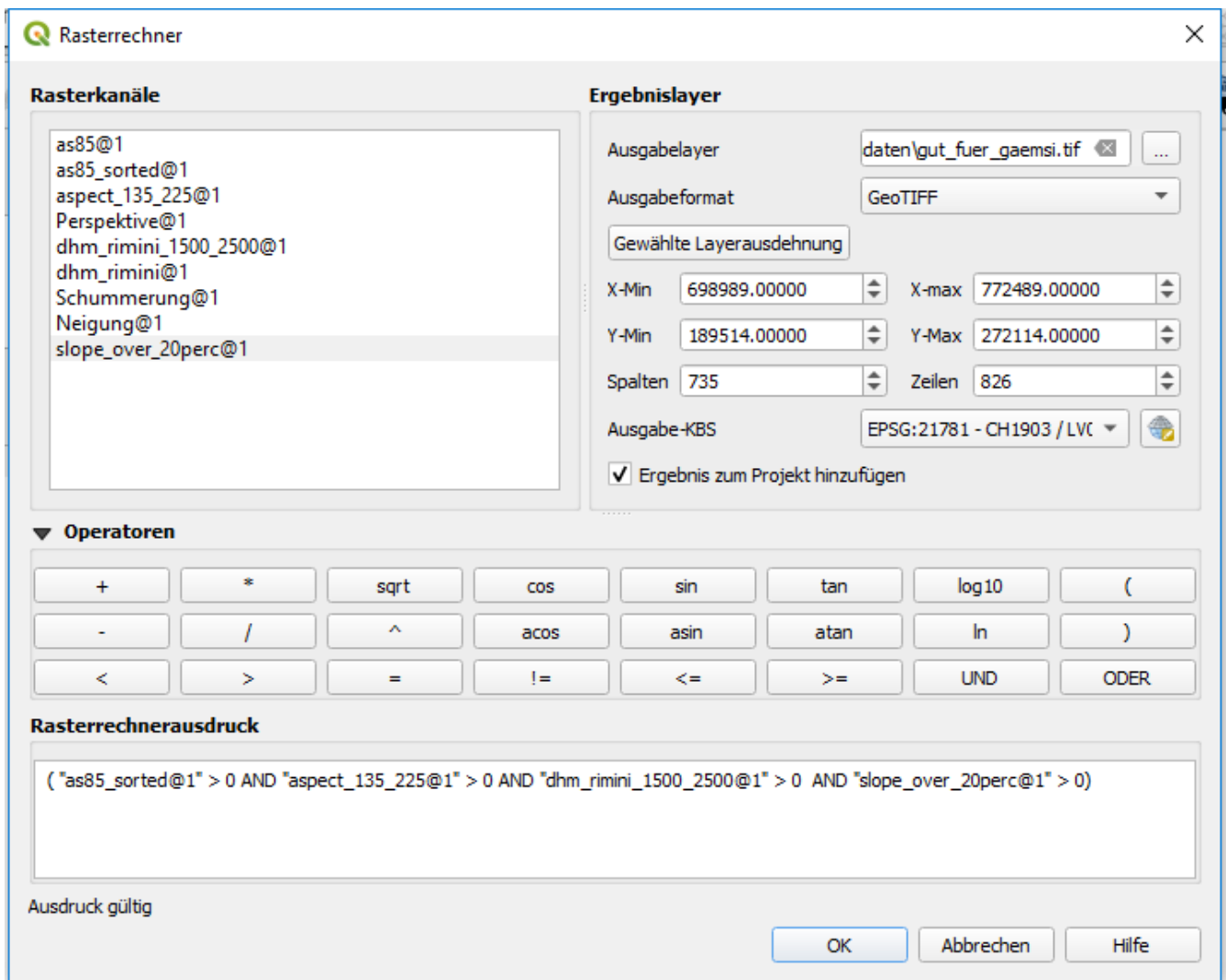
Nachfolgend ist das Ergebnis des vierten Kriteriums dargestellt (Paletten-Farben und ebenfalls mit Transparenz):



Verschnitt:

Zu guter Letzt berechnen wir die Gämsenstandorte mit einer *Verschneidung* (spatial overlay, intersection) und speichern das unter `gut_fuer_gaemsi.tif`. Hier die Lösung für den **Rasterrechnerausdruck**:

```
"dhm_rimini_1500_2500@1" AND "slope_over20perc@1" AND "aspect_135_225@1" AND  
"as85_sorted@1"
```

Das resultierende Ergebnis ist am Ende des vorhergehenden Kapitels dargestellt.

Noch Fragen? Wende dich an die [QGIS-Community!](#)



Frei verwendbar unter [CC0 1.0](#)