# Anleitung zum Python-Skript 'WLV\_pyqgis\_AufbereitungZEMOKOST\_1\_5\_0'

Autoren: KS, NC, BT (ms.gis,); JK(WLV); BK(BFW)

ZEMOKOST ist ein hydrologisches Niederschlags-Abfluss-Modell, entwickelt am Institut für Naturgefahren des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW), das in Österreich zur Gefahrenzonenplanung eingesetzt wird und auf detaillierten Einzugsgebiets- und Geländedaten basiert.

Das Python-Skript **'WLV\_pyqgis\_AufbereitungZEMOKOST\_1\_5\_0'** wurde entwickelt, um die für ZEMOKOST benötigten Geodaten automatisiert aufzubereiten und die relevanten Einzugsgebiets-, Fließweg- und Gerinneparameter in einer Ergebnisdatei bereitzustellen. Es wurde für die Anwendung in der GIS-Umgebung QGIS entwickelt. Das Skript nutzt die WhiteboxTools-Umgebung zur Durchführung hydrologischer und geostatistischer Berechnungen.

1. Höhenmodell (DEM): Rasterlayer mit Höheninformationen

Empfohlene Auflösung: 10 × 10 m; muss ein gültiges Koordinatensystem besitzen

1. Teileinzugsgebietsflächen (TEZG): Polygon-Shapefile mit Einzugsgebieten

eindeutige TEZG-ID

Zuflussknoten (Knoten oben)

Abflussknoten (Knoten unten)

optional: Bezeichnung

1. Hauptgerinne: Linien-Shapefile mit einem Hauptgerinneast je TEZG
2. Feingerinne (*optional*): Linien-Shapefile mit detailliertem Gerinnenetz

Für genauere Berechnung der Fließweglänge

1. Abflussbeiwertflächen (AKL): Polygon-Shapefile mit Flächen gleicher Abflussklasse

Attributfeld mit AKL-Wert (0–6)

1. Rauheitsflächen (RKL): Polygon-Shapefile mit Flächen gleicher Rauheitsklasse

Attributfeld mit RKL-Wert (1–6)

1. Zwischenabflussflächen (ZAF/ZAA) (*optional*): Polygon-Shapefile mit:

ZAF-Feld (Zwischenabflussfaktor, 0–7)

ZAA-Feld (Zwischenabflussanteil, 0–1)

1. Ausgabeverzeichnis

Pfad zu einem Ordner, in dem Ergebnisse gespeichert werden

*Option*: Zwischenergebnisse speichern

In Abbildung 1 ist die entsprechende Eingabemaske des Tools dargestellt.

⚠️ Hinweis: Für die Nutzung des Skripts muss die WhiteboxTools-Umgebung in QGIS installiert und korrekt eingebunden sein. WhiteboxTools ist ein leistungsfähiges Open-Source-GIS-Toolkit, das über das QGIS-Plugin 'Processing' verfügbar ist.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Zahl, Dokument enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

Abb.1 Eingabemaske 'WLV\_pyqgis\_AufbereitungZEMOKOST\_1\_5\_0'

## Berechnungsschritte des Tools

## 1. X / Y – Koordinaten des Schwerpunkts

Für jedes TEZG wird der Geometrie-Schwerpunkt (Centroid) berechnet. Die X- und Y-Koordinaten dieses Punkts werden als „ctr\_x“ und „ctr\_y“ gespeichert. Diese Werte repräsentieren die Lage des TEZG im Raum.

## 2. Fläche [km²] - Teileinzugsgebietsflächen

Die Fläche jedes TEZG wird aus der Polygon-Geometrie berechnet. Die Fläche wird in Quadratmetern ermittelt und anschließend durch 1.000.000 geteilt, um den Wert in km² zu erhalten. Ergebnisfeld: „Flaeche [km²]“

## 3. F-Länge [m] – Fließweglänge

Die mittlere Fließweglänge wird über die Funktion „downslope\_distance\_to\_stream“ aus dem WhiteboxTools-Paket berechnet. Dabei wird die Entfernung vom höchsten Punkt (Ridge) bis zum Gerinne (Stream) rasterbasiert ermittelt.

Berechnung der F-Länge [m] abhängig von Haupt- und Feingerinne

Wenn kein Feingerinne angegeben ist, wird das Hauptgerinne verwendet. Wenn ein Feingerinne vorhanden ist, wird dieses bevorzugt für die Berechnung der Fließwege verwendet, da es ein detaillierteres Gerinnenetz darstellt.

Das gewählte Gerinnenetz (Haupt- oder Feingerinne) wird auf die Fläche des TEZG geclippt. Falls das Koordinatensystem des Gerinnenetzes vom DEM abweicht, wird es reprojiziert.

Das Gerinnenetz wird mit dem Tool wbt.rasterize\_streams rasterisiert, wobei die Rasterausrichtung dem DEM entspricht. Ergebnis: Ein binäres Raster, das die Lage der Gerinnezellen enthält. Das DEM wird hydrologisch korrigiert (fill\_depressions\_wang\_and\_liu). Die Fließrichtungen und Fließakkumulation werden bestimmt.

Mit dem Tool downslope\_distance\_to\_stream (WhiteboxTools) wird für jede Rasterzelle die Entfernung zur nächsten Gerinnezelle berechnet. Dies ergibt ein Fließweglängen-Raster, das die Überlandfließlänge für jede Zelle enthält.

Um die relevanten Fließwege zu identifizieren, wird das Fließweglängen-Raster mit einem reklassifizierten Flow-Accumulation-Raster multipliziert, das nur Zellen an Ridgetops (Wasserscheiden) enthält. Ergebnis: Ein Raster mit Fließweglängen von den Ridgetops bis zum Gerinne.

Für jedes TEZG wird die mittlere Fließweglänge aus dem oben genannten Raster berechnet. Dies geschieht mit qgis:zonalstatistics, wobei der Mittelwert (mean) extrahiert wird. Ergebnisfeld: „F-Laenge [m]“

## 4. F-Neigung [1] – Flächenneigung

Die Neigung wird aus dem Höhenmodell (DEM) mit dem GDAL-Tool „slope“ berechnet. Die Ausgabe erfolgt in Prozent, wird aber durch 100 geteilt, um den dimensionslosen Wert (z. B. 0,12 für 12 %) zu erhalten. Die mittlere Neigung pro TEZG wird ebenfalls über Zonenstatistik ermittelt. Ergebnisfeld: „F-Neigung [1]“

## 5. Ableitung der Abflussklassen (AKL) und Rauheitsklassen (RKL)

Die Polygon-Shapefiles AKL-Layer (Flächen gleicher Abflussbeiwertklasse) und RKL-Layer (Flächen gleicher Rauheitsklasse) enthalten ein Attributfeld mit dem jeweiligen Klassifikationswerten AKL und RKL (AKL-Werte: 0 bis 6; RKL-Werte: 1 bis 6). Beide Attribute können auch gemeinsam in einem einzelnen File vorliegen.

Der TEZG-Layer wird ggf. reprojiziert, um das Koordinatensystem an den AKL- bzw. RKL-Layer anzupassen. Danach erfolgt eine Geometrie-Schnittmenge (Intersection) zwischen dem TEZG-Layer und dem jeweiligen Klassifikationslayer.

Für jede Kombination aus TEZG und AKL/RKL-Klasse wird die Schnittfläche berechnet. Die Fläche wird in Quadratmetern ermittelt und klassenspezifisch aggregiert.

Die berechneten Flächenanteile pro Klasse werden in einem Dictionary gespeichert. Für jede TEZG-ID werden die Flächenanteile wie folgt abgelegt: AKL-0, AKL-1, ..., AKL-6; RKL-1, ..., RKL-6

⚠️ Hinweis: Die Verwendung von Shapefiles wird empfohlen, da GPKG-Dateien laut Skript nicht vollständig unterstützt werden.

## 6. Ableitung von Zwischenabfluss Faktor (ZAF) und Zwischenabfluss-Anteil (ZAA)

Optional kann ein Polygon-Layer mit Flächen gleicher ZAF- und ZAA-Werte geladen werden. ZAF: Werte von 0 bis 7 (Faktor); ZAA: Werte von 0 bis 1 (Anteil).

Beide Attribute werden in separate Raster umgewandelt: ZAF-Raster: enthält die Zwischenabflussfaktoren. ZAA-Raster: enthält die Zwischenabflussanteile. Die Rasterauflösung entspricht der Zellgröße des DEM.

* Reklassifizierung ZAF und Maskierung ZAA

ZAF wird auf vier Klassen reduziert: Die Klassen 1 bis 4 bleiben erhalten die Klassen >4 werden auf NoData (-9999) gesetzt  
ZAA wird maskiert, sodass nur Zellen mit ZAF > 0 berücksichtigt werden.

* Berechnung gewichteter Mittelwerte; Gewichteter ZAF (wZAF)

wZAF= ∑(ZAF×ZAA)/∑ZAA  
Umsetzung: Multiplikation der ZAF- und ZAA-Raster. Zonenstatistik pro TEZG liefert das Summenprodukt und die Summe von ZAA. Gewichteter ZAA (wZAA):

* Berechnung gewichteter Mittelwerte; Gewichteter ZAA (wZAA)

wZAA= (∑(ZAA×Zellgröße)/Gesamtfläche ZAA) ×100  
Umsetzung: Multiplikation von ZAA mit Zellgröße. Zonenstatistik liefert Summenprodukt und Zellanzahl.

Im Skript werden also die ursprünglichen sehr langsamen Zwischenabflussfaktor-Werte (ZAF) >4 durch NoData-Werte ersetzt. Mit dieser Reklassifizierung werden alle Flächen mit ZAF>4 eliminiert, damit nur noch „schnellere“ ZAF-Flächen übrigbleiben. Durch die gewichtete Mittelung wird somit eine Überbewertung von sehr langsamem Interflow vermieden.

Die Maskierung stellt sicher, dass nur Zellen mit gültiger ZAF-ZAA-Kombination verwendet werden.

## 7. G-Laenge [m] – Gerinnelänge

Die Gerinnelänge eines Teileinzugsgebiets wird durch die Verschneidung des Hauptgerinnes mit dem jeweiligen Teilgebiet ermittelt. Nach einer geometrischen Verschmelzung (Dissolve) pro TEZG-ID wird die Länge der resultierenden Gerinnelinie direkt aus der Geometrie berechnet.

## 7. G-Neigung [1] – Gerinneneigung

Im Skript wird die Gerinne-Neigung je Teileinzugsgebiet ermittelt, indem zunächst das Gerinnenetz mit den TEZG verschnitten und pro Gebiet zu einer Linie zusammengefasst wird. Für diese Gerinnelinie wird die Länge berechnet und parallel dazu die minimale und maximale Höhe aus dem DEM abgeleitet. Aus der Höhendifferenz und der Linienlänge ergibt sich anschließend die Gerinne-Neigung als dimensionsloser Wert (Höhendifferenz geteilt durch Gerinnelänge).

## 8. OUTPUT

Der Output des Skripts ist eine CSV-Datei namens import\_zemokost.csv, in der für jedes Teileinzugsgebiet (TEZG) die wichtigsten hydrologischen und geometrischen Kennwerte zusammengefasst sind. Enthalten sind unter anderem:

* Identifikatoren (TEZG-Nummer, Knoten oben/unten, Name, Schwerpunktkoordinaten)
* Flächenattribute wie Größe in km² und mittlere Hangneigung
* Fließwege mit mittlerer Fließlänge (F-Laenge) und Gerinnelänge (G-Laenge)
* Gerinneattribute wie Gerinne-Neigung
* Abfluss- und Rauigkeitsklassen (AKL, RKL) mit Flächenanteilen
* Zwischenabflussparameter (gewichtetes ZAF, ZAA), sofern angegeben

Damit liefert die CSV eine (fast) vollständige Übersicht aller für das NA-Modell ZEMOKOST benötigten Eingangsdaten. Die Parameter sind in der Output-Datei so organsiert, dass sie mittels copy-paste direkt in die Eingabemaske von ZEMOKOST übernommen werden können.

⚠️ Hinweis: Eine direkte Ableitung des für die Modellierung mit ZEMOKOST unabdingbaren Parameters D90 [m] ist derzeit nicht möglich und implementiert. Dieser Wert muss separat eingegeben werden.