

Manual: Empirischer GIS Ansatz (EGA)

Kapitel 1.2 des Syntheseberichts

Einleitung

Dieses Handbuch erklärt, wie man den empirischen GIS Ansatz (EGA) aus Kapitel 1.2 des Syntheseberichts WoodFlow anwendet und dessen Resultate auswertet. Dabei werden detailliert alle Arbeitsschritte aufgezeigt, um das Schwemmholtzpotential V_{pot} inklusive Eintragsflächen F_{pot} sowie in einem zweiten Schritt die Schwemmholtzfracht V_{est} eines Einzugsgebiets abzuschätzen.

Software

Der EGA wurde mit *ArcGIS 10.8 (ESRI)* entwickelt und steht als Werkzeug in Form einer *ModelBuilder-Toolbox (.tbx-Datei)* zur Verfügung. Für die Anwendung wird demnach die Software *ArcGIS* sowie die Erweiterung *Spatial Analyst* benötigt. Die entsprechende Toolbox (*WoodFlow_EGA.tbx*) für die Anwendung des EGA steht auf der Projekt-Homepage www.woodflow.ch als Download zur Verfügung.

Datengrundlage

Folgende Daten werden benötigt, um die Modellierung des Schwemmholtzpotentials mit EGA durchzuführen (Kontaktangaben für den Datenbezug siehe www.woodflow.ch):

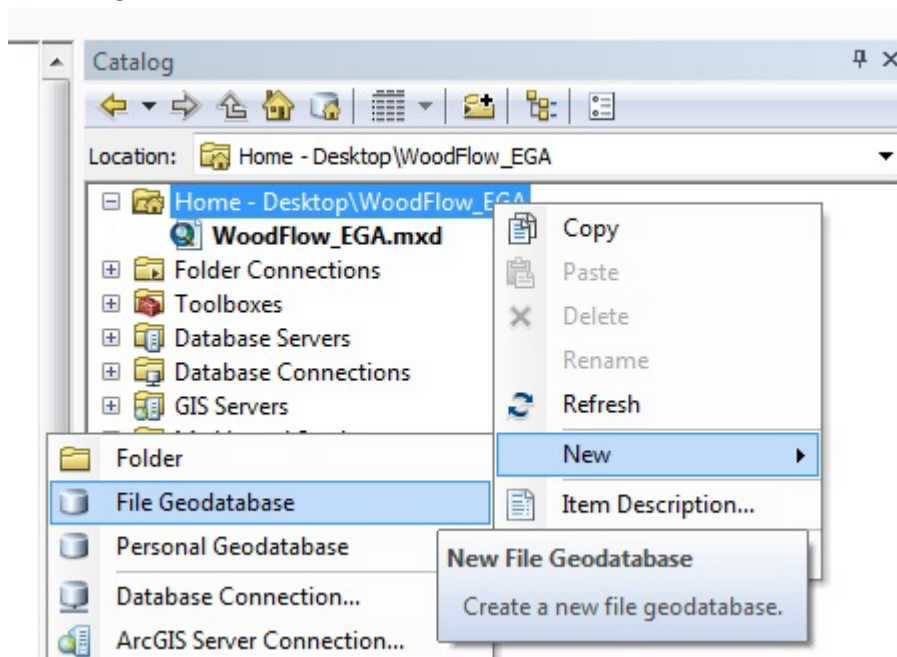
- **Shapefile des zu untersuchenden Einzugsgebiets:** Dieses muss durch den Anwender selbst definiert werden. Eine einfache und schnelle Methode zur Extraktion des Untersuchungsgebiets liefert das BAFU Produkt „Topographische Einzugsgebiete Schweizer Gewässer“ (EZGG-CH). Der Geodatensatz kann unentgeltlich unter folgendem Link heruntergeladen werden:
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/geodaten/einzuugsgebietsgliederung-schweiz.html>
- **Shapefile des Gewässernetzes der Schweiz (GWN.shp):** Dieses wurde für die GIS Anwendung spezifisch bearbeitet, d.h. mit ökomorphologischen Kriterien (u.a. Gewässerbreite) und Flussordnungszahl verlinkt. Das entsprechende Shapefile kann auf Anfrage bei der WSL bezogen werden.
- **Polygon Feature der Schweizer Waldfläche (Silva_V25)** aus dem SilvaProtect-CH Datensatz. Dieses kann auf Anfrage für den gewünschten Untersuchungsperimeter bei Swisstopo bezogen werden.

- **Polygon Feature der Schweizer Forstkreise** (*Forstkreise_LFI*), inklusive Daten aus dem Landesforstinventar LFI (WSL, 2016). Das entsprechende Feature kann auf Anfrage bei der WSL bezogen werden.
- **Karte des Holzvorrats [m³/ha] in Schweizer Wäldern** (*VHMV.tif*): Das entsprechende Rasterfile (25 x 25 m) kann auf Anfrage bei der WSL bezogen werden. *Wichtiger Hinweis:* Die Holzvorratskarte ist zurzeit noch kein offiziell veröffentlichter LFI-Datensatz und darum nicht für kommerzielle Zwecke verfügbar. Für wissenschaftliche Studien oder für Aufträge aus öffentlicher Hand (Kantone, Gemeinden etc.) kann der Datensatz aber bezogen werden.
- **Polygon Feature der Hangmuren-Trajektorien** (*EV_HM*) aus Silvaprotect-CH für die Ausscheidung der potentiellen Rutschungsflächen. Dieses kann auf Anfrage für den gewünschten Untersuchungsperimeter beim BAFU bezogen werden.
- **Polygon Feature der Murgang-Trajektorien** (*EV_Mur*) aus Silvaprotect-CH für die Ausscheidung der potentiellen Murgang-Eintragsflächen. Dieses kann auf Anfrage für den gewünschten Untersuchungsperimeter beim BAFU bezogen werden.

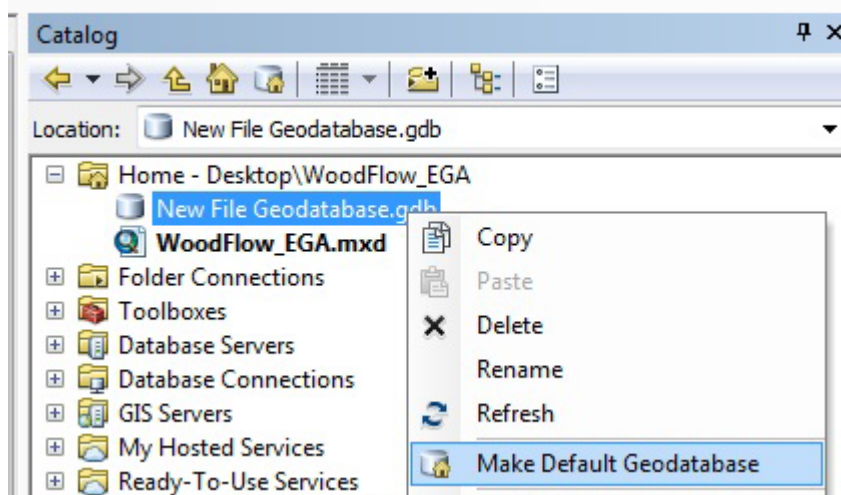
Voreinstellungen in ArcGIS

Folgende Schritte müssen als Voreinstellung gemacht werden, um das Modell EGA in ArcGIS laufen zu lassen:

- Auf dem Computer einen Home-Folder definieren, in dem die Modellierung durchgeführt werden soll.
- Öffnen eines neuen ArcMap Dokuments (*.mxd File). Speichern und Benennen des ArcMap Dokuments im entsprechenden Home-Folder (*File > Save as*).
- Im Home-Folder eine neue File Geodatabase kreieren, benennen und als Default bestimmen:
a) *Catalog > Home-Folder > Rechter Mausklick > New > File Geodatabase*



- b) *File Geodatabase > Rechter Mausklick > Make Default Geodatabase*



- Speichern des *.mxd Files(*File > Save*). Somit ist das ArcMap Dokument bereit für die Anwendung. Alle Berechnungen der EGA Modellierung werden in der neu definierten Default Geodatabase ausgeführt und die Resultate dort gespeichert.

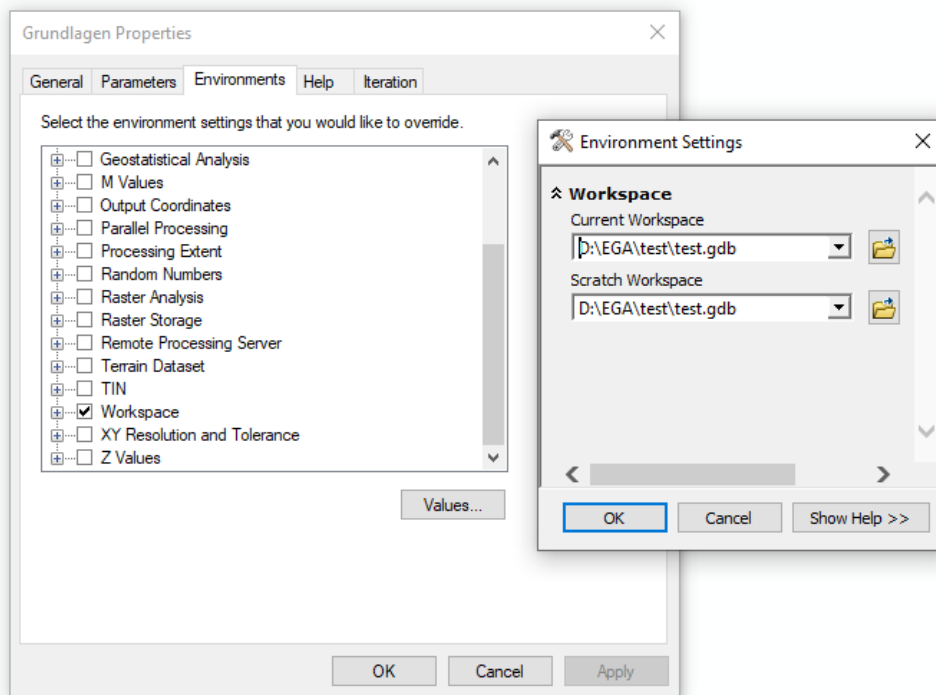
Anwendung des Modells EGA

Folgende Schritte sind durchzuführen:

- Überprüfen, ob die einzelnen Funktionen
- Öffnen der Funktion *Grundlagen* in der Toolbox *WoodFlow.tbx*.

Wichtig: Zuvor prüfen ob der Workspace Pfad richtig definiert ist:

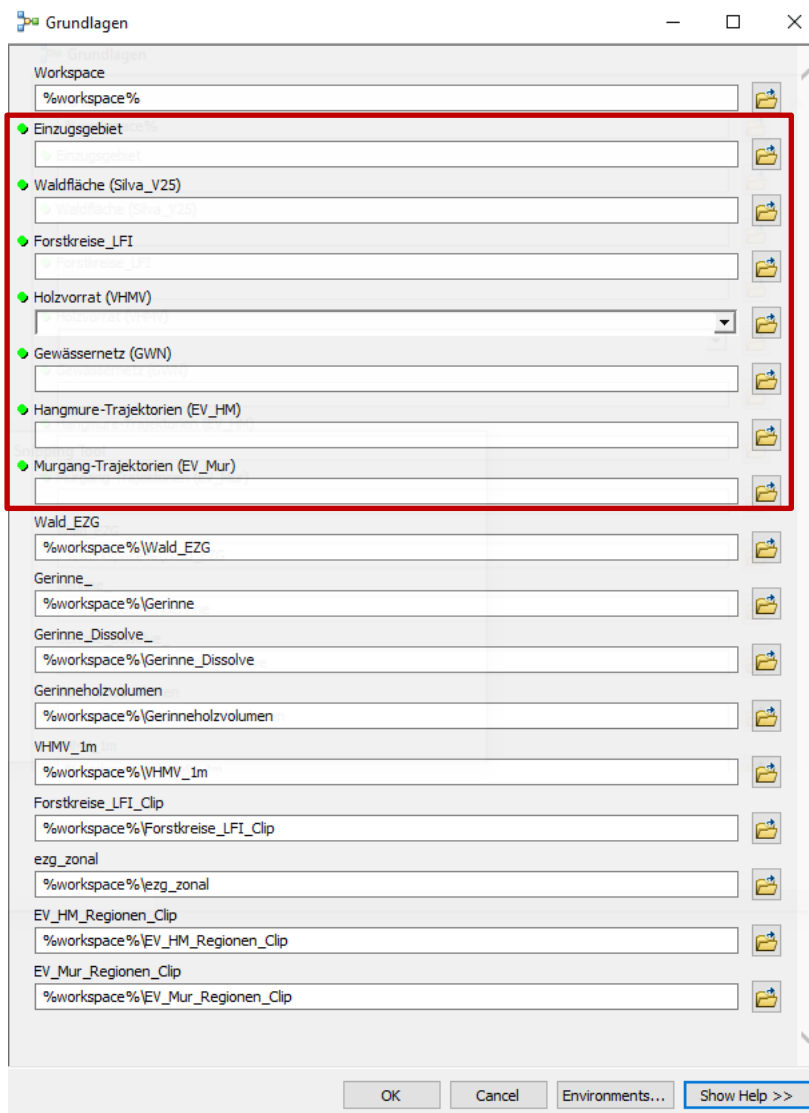
- Properties > Environments > select Workspace > Values...
- Current Workspace & Scratch Workspace = Default Geodatabase



- Eingabeparameter ausfüllen bzw. Link zum Ablageort der entsprechenden Geodaten liefern (siehe Kap. „Datengrundlage“ weiter oben).

Das verwendete Einzugsgebiet definiert den modellierten Perimeter, sodass keine weiteren Einstellungen vorgenommen werden müssen.


Wichtig: Die Outputs mit dem Pfad *%workspace%* sollten nicht geändert werden, da die Nomenklatur für die nächsten Prozessierungsschritte gebraucht werden.



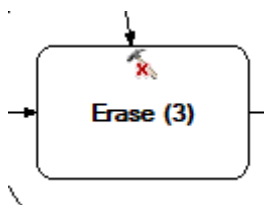
- Auf „OK“ Button drücken und Modell laufen lassen. Die Modellierung ist erfolgreich abgeschlossen, wenn die Meldung „Completed“ auftaucht.
Wichtig: Die Output-Files werden automatisch in ArcMap (*.mxd) importiert. Diese Files müssen im geöffneten ArcMap-Dokument bleiben, da der nächste Modellierungsschritt mit relativen Pfaden arbeitet.
- Nun können die verschiedenen Szenarien (SH₃₀, SH₁₀₀, SH₃₀₀) einzeln berechnet werden, z.B. mit öffnen der Funktion SH₁₀₀ in der Toolbox *WoodFlow.tbx*.
Wichtig: Zuvor prüfen, ob der Workspace Pfad richtig definiert ist:
 - Properties > Environments > select Workspace > Values...
 - Current Workspace & Scratch Workspace = Default Geodatabase
- Es bedarf keiner Änderung der Eingabeparameter und deren Pfade. Auf „OK“ Button drücken und Modell laufen lassen. Die Modellierung ist erfolgreich abgeschlossen, wenn die Meldung „Completed“ auftaucht. Die Berechnungszeit des Modells variiert je nach Größe des Einzugsgebiets zwischen wenigen Minuten bis zu ca. einer Stunde (bei >100 km² Einzugsgebietsfläche).



- Nach Abschluss der Modellierung sind nun alle Resultate zum Schwemmholzpotential und zu den potentiellen Eintragsflächen im Untersuchungsgebiet in Form von Geodaten (Raster und Shapefiles) und Tabellen (Geodatabase-Table) in der Default Geodatabase gespeichert. Eine genaue Beschreibung der einzelnen Outputs ist hier im Anhang oder im Excel-Template *EGA.xlsx* zu finden (Download auf Website www.woodflow.ch).
- Die generierten Raster und Shapefiles können nun in ArcMap analysiert werden. Sie helfen, die potentiellen Eintragsflächen von Schwemmholz räumlich explizit zu identifizieren. So können z.B. besonders gefährdete Teileinzugsgebiete identifiziert werden, in denen Handlungsbedarf besteht (z.B. für forstliche oder wasserbauliche Massnahmen).

Hinweis: Die Funktion *Erase* in der Toolbox *WoodFlow.tbx* ist in den anderen Funktionen (*SH30*, *SH100*, *SH 300*) integriert und muss nicht separat angewendet werden. Falls die letzteren Funktionen eine Fehlermeldung zeigen ( *S100*), muss die Funktion *Erase* im Modelbuilder zugeordnet werden:

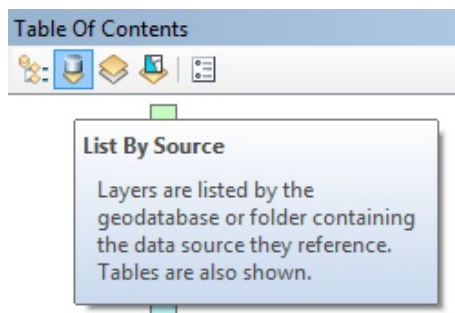
- Rechtsklick > Edit > öffnet den ModelBuilder
- Funktion *Erase* suchen, öffnen und richtigen Pfad zuordnen (7-mal)



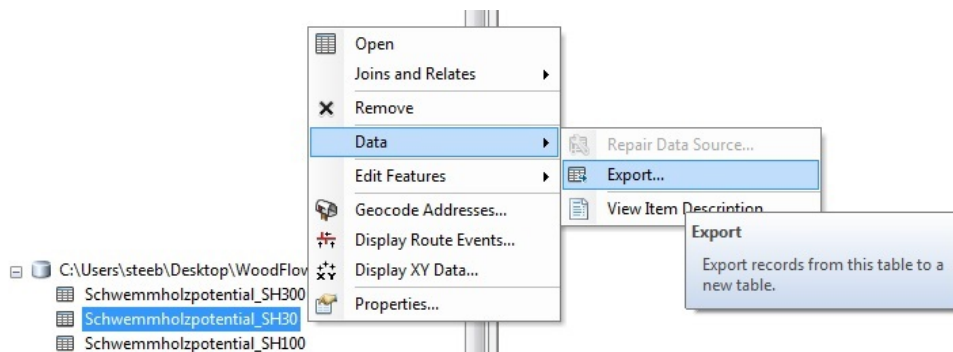
Export in Excel-Template

Mit dem Excel-Template *EGA.xlsx* (Download auf Website www.woodflow.ch) können die Resultate der EGA-Modellierung nun schnell und einfach zusammengefasst und visualisiert werden. Des Weiteren kann mit Hilfe der Abminderungsfaktoren auf die geschätzte Schwemmh Holzfracht geschlossen werden.

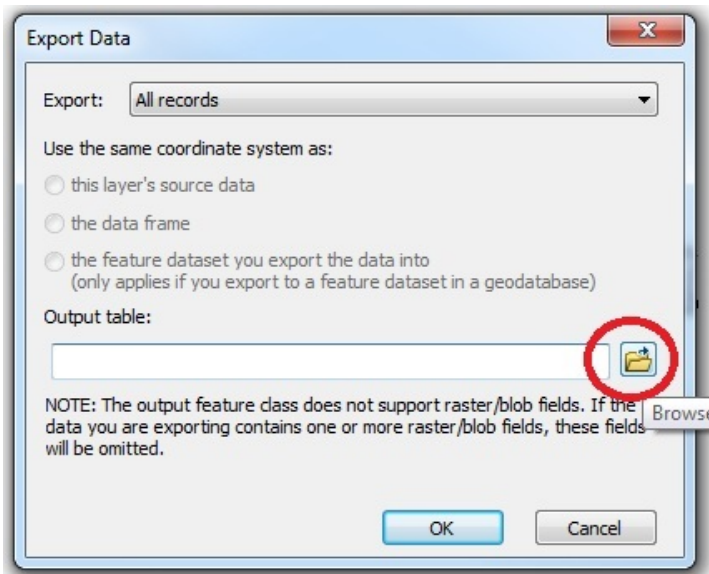
- Als Erstes müssen die Output-Tabellen der drei Szenarien als Textfile (*.txt) abgespeichert werden. Im ArcCatalog können die entsprechenden Tabellen (Schwemmh Holzpotential_SH30/SH100/SH300) aus der Default-Geodatabase mit „drag & drop“ in das geöffnete ArcMap-Dokument kopiert werden. Dann im „Table Of Contents“ auf die Ansicht „List By Source“ wechseln.



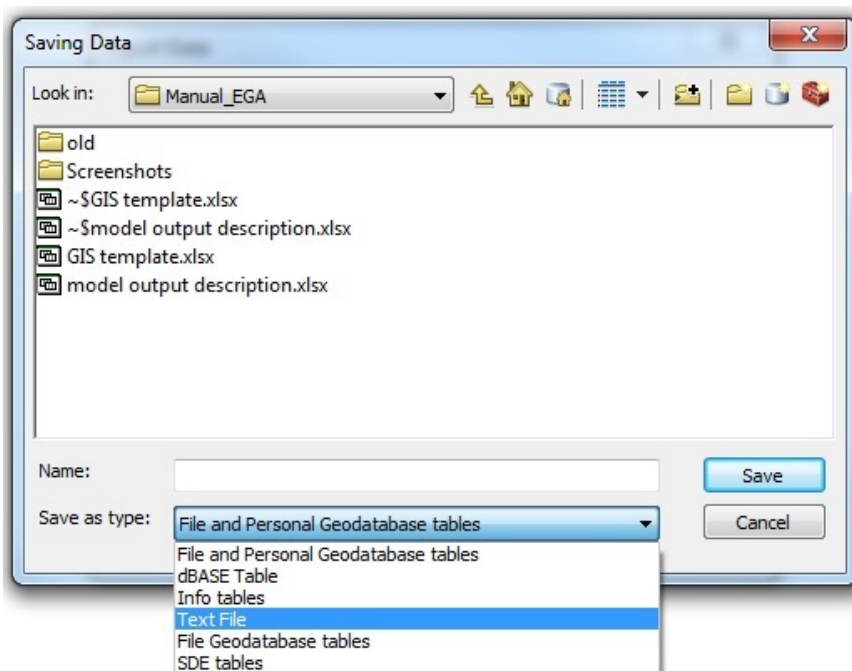
Danach entsprechende Tabelle (z.B. Schwemmh Holzpotential_SH30) auswählen > Rechter Mausklick > *Data* > *Export*



Unter „Output table“ auf den „Browse“ Button drücken



Speicherort wählen und unter *Save as type* > *Text File* auswählen und unter entsprechendem Szenario-Namen abspeichern.

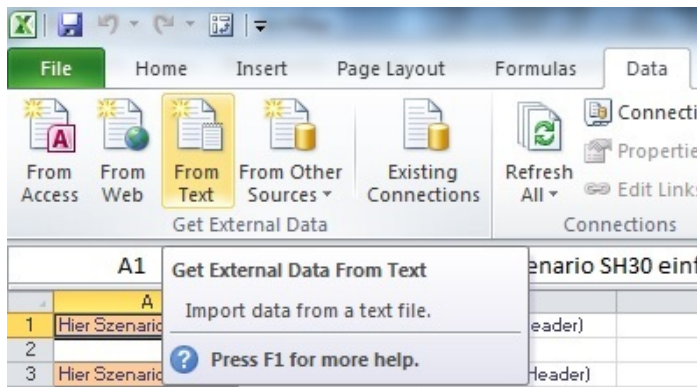


Dasselbe Prozedere auch für die anderen Beiden Output-Tabellen ausführen.

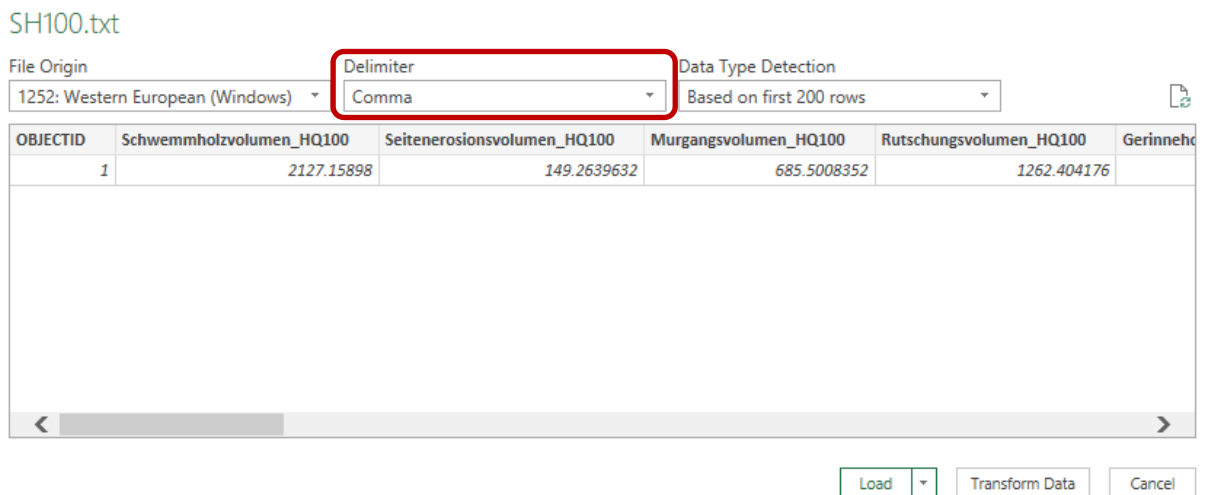
- Nun das Excel-Template *EGA.xlsx* öffnen. Im Worksheet „*Berechnung Potential & Fracht*“ können die im vorherigen Schritt konvertierten Textfiles importiert werden.

	A	B	C
1	Hier Szenario SH30 einfügen (die ersten zwei Zeilen inkl. Header)		
2			
3	Hier Szenario SH100 einfügen (die ersten zwei Zeilen inkl. Header)		
4			
5	Hier Szenario SH300 einfügen (die ersten zwei Zeilen inkl. Header)		
6			

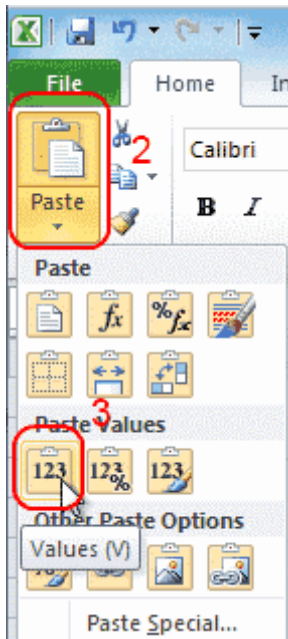
Danach unter *Data > From Text/CSV* das entsprechende Textfile auswählen und importieren.



Im Text Import unter *Delimiter > Comma* auswählen, damit die Spalten richtig getrennt werden. Dann *Load* drücken.



Hinweis: In Windows 10 wird der Import der Textdatei automatisch in ein neues Excelsheet kopiert. Hier muss man die importierten Zeilen (Zeilen 1 & 2) nochmals kopieren und an der richtigen Zelle im Worksheet „*Berechnung Potential & Fracht*“ mit «*Paste Values*» einfügen (Zelle A1 für Szenario SH30, Zelle A3 für Szenario SH100, und Zelle A5 für Szenario SH300).



- Als Resultat des Datenimports erhält man folgende Resultate:
 - Übersichtstabelle Schwemmh Holzpotential: Für jedes Szenario und für jeden Eintragsprozess erhält man einen Überblick zum potentiellen Schwemmh Holzvolumen [m³ Festmeter] und die potentielle Eintragsfläche [ha] (prozentual in den Grafiken sowie in absoluten Zahlen in der Tabelle selbst).
 - Das Schwemmh Holzpotential wird auch für die kombinierte Eintragsfläche V_{kombi} (d.h. Überlappung der potentiellen Eintragsflächen aus Seitenerosion, Rutschung und Murgang) zusammengefasst.
 - Zusätzlich wird der prozentuale Anteil des Totholzes (Gerinneholz plus Totholz auf dem Waldboden liegend) berechnet sowie die Anzahl der aus den Eintragsflächen rekrutierten Baumstämme geschätzt. Diese Angaben stammen aus dem Schweizerischen Landesforstinventar LFI.
 - Schliesslich wird mithilfe der im Excel-Template definierten Abminderungsfaktoren die während eines Hochwassers tatsächlich auftretende Schwemmh Holzfracht abgeschätzt und grafisch zusammengefasst.

Anhang: Beschreibung der EGA Modell-Outputs

Geodaten Output

Nr.	Model Output	Beschreibung	Geodatentyp	Geoprocessing (mit Nr.)
1	VHVMV_1m	Holzvorrat lebend (growing stock) in der Waldfläche des Einzugsgebiets. Die Rasterwerte geben den Holzvorrat des jeweiligen Pixels (1x1 m) in m ³ Festmeter an.	Raster	Resize and recalculate VHVMV Input
2	Wald_EZG	Waldfläche (Silvaprotect) innerhalb des Einzugsgebiets	Shapefile	Clip Inputs Einzugsgebiet (EZG) & Waldfläche (Silva25)
3	Gerinne	Gerinne innerhalb des Einzugsgebiets; ohne unterirdische Strecken; verlinkt mit ökomorphologischen Daten	Shapefile	Clip Inputs EZG & Gewässernetz (GWN); Buffer gemäss Gerinnebreite Ökomorphologie
4	Gerinnepotential_bewaldet	Bewaldetes Gerinne innerhalb des Einzugsgebiets; relevant für SH-Mobilisierung	Shapefile	Intersect 2+3 (inkl. 25 m Buffer)
5	Murgang_HQxxx_gesamte_Flaeche_bewaldet	Selektierte und gepufferte Murgangtrajektorien (Silvaprotect); alle Eintragsflächen welche Wald und Gerinne überschneiden	Shapefile	Input Murgangtrajektorien -> Select by location (intersect mit GWN & Wald) Pufferung je nach Szenario (5, 10, 15 m) Intersect mit Wald
6	Murgang_HQxxx	Potentielle Eintragsfläche durch Murgänge; ohne Überschneidung mit anderen Prozessflächen	Shapefile	5 ohne 3
7	M_VHVMV_HQxxx	Lebender Holzvorrat der potentiellen Eintragsfläche durch Murgang	Raster	Intersect 1+6
8	Rutschung_HQxxx_gesamte_Flaeche_bewaldet	Selektierte und gepufferte Rutschungstrajektorien (Silvaprotect); alle Eintragsflächen welche Wald und Gerinne überschneiden	Shapefile	Input Murgangtrajektorien -> Select by location (intersect mit GWN & Wald) Startpunkt Trajektorie max. 50 m Abstand vom Gerinne Pufferung je nach Szenario (5, 10, 15 m) Intersect mit Wald
9	Rutschung_HQxxx	Potentielle Eintragsfläche durch Rutschungen/Hangmuren; ohne Überschneidung mit anderen Prozessflächen	Shapefile	8 ohne 3+6+12
10	R_VHVMV_HQxxx	Lebender Holzvorrat der potentiellen Eintragsfläche durch Rutschungen/Hangmuren	Raster	Intersect 1+9
11	Seitenerosion_HQxxx_gesamte_Flaeche_bewaldet	Pufferung des Gerinnes gemäss definierten Rückgriffweiten; alle Eintragsflächen welche Wald überschneiden	Shapefile	Rückgriffweiten: Multiplikation mit Gewässerbreite (Ökomorphologie) Faktor je nach Szenario (1, 3, 4.5)
12	Seitenerosion_HQxxx	Potentielle Eintragsfläche durch Seitenerosion; ohne Überschneidung mit anderen Prozessflächen	Shapefile	11 ohne 3+6
13	S_VHVMV_HQxxx	Lebender Holzvorrat der potentiellen Eintragsfläche durch Seitenerosion	Raster	Intersect 1+12
14	Eintragsflaeche_HQxxx_kombiniert	Kombinierte potentielle Eintragsfläche durch die Überschneidung der Prozessflächen von Murgang, Rutschung & Seitenerosion	Shapefile	Intersect 6+8+11
15	E_VHVMV_HQxxx	Lebender Holzvorrat der kombinierten potentiellen Eintragsfläche	Raster	Intersect 1+14
16	Schwemholzpotential_HQxxx	Zusammenfassung der kumulierten Werte (Fläche, Volumen, Anzahl Stämme) aus den oben beschriebenen Outputs	Tabelle	

Hinweis: HQxxx entsprechen den WoodFlow-Szenarien SH_{-30°} | SH₁₀₀ | SH_{-300°}

Geodatabase-Table Output

Nr.	Header	Beschreibung	Einheit	Berechnung mit Nr.
1	Schwemmholumen_HQ100	Totales Schwemmholumen im Einzugsgebiet. Frisch- und Totholz zusammen	m ³ (Festmeter)	1+2+3+4+5 oder 21+22
2	Seitenerosionsvolumen_HQ100	Potentieller Schwemmholumeintrag aus Seitenerosion gemäss Rückgriffweiten (Frisch- & Totholz)	m ³ (Festmeter)	15+18
3	Murgangsvolumen_HQ100	Potentieller Schwemmholumeintrag aus Murgängen gemäss Silvaproduct (Frisch- & Totholz)	m ³ (Festmeter)	17+20
4	Rutschungsvolumen_HQ100	Potentieller Schwemmholumeintrag aus Rutschungen/Hangmuren gemäss Silvaproduct (Frisch- & Totholz)	m ³ (Festmeter)	16+19
5	Gerinneholzvolumen_HQ100	Potentieller Schwemmholumeintrag aus Mobilisierung von bereits im Gerinne vorhandenem Totholz gemäss Literatur/Statistik; Fokus auf bewaldetes Gerinne	m ³ (Festmeter)	Geodaten
6	Flaeche_Seitenerosionspotential_HQ100	Potentielle Eintragsfläche durch Seitenerosion (immer Waldfläche)	m ²	Geodaten
7	Flaeche_Murgangspotential_HQ100	Potentielle Eintragsfläche durch Murgang (immer Waldfläche)	m ²	Geodaten
8	Flaeche_Rutschungspotential_HQ100	Potentielle Eintragsfläche durch Rutschungen/Hangmuren (immer Waldfläche)	m ²	Geodaten
9	Flaeche_Gerinne	Bewaldete Gerinnefläche (max. 25 m Abstand vom Wald); berechnet mithilfe Ökomorphologie (Gewässerbreite) bzw. Extrapolation davon	m ²	Geodaten
10	Totholzvolumen_HQ100	Totholzvolumen des Schwemmholumenpotentials gemäss LFI Datensatz (Totholzvorrat Wald), unterteilt nach Forstkreisen	m ³ (Festmeter)	Geodaten
11	Holzvolumen_lebendig_HQ100	Frischholzvolumen des Schwemmholumenpotentials gemäss LFI Datensatz (Schaftholzvolumen lebender Bäume im Wald), unterteilt nach Forstkreisen	m ³ (Festmeter)	Geodaten
12	Anzahl_Staemme_gesamt_HQ100	Kummulative Anzahl Stämme (lebend & tot), welche sich in der potentiellen Eintragsfläche von Murgang, Rutschung & Seitenerosion befinden (gemäss LFI Datensatz, unterteilt nach Forstkreisen)	-	14+15
13	Anzahl_Staemme_tot_HQ100	Kummulative Anzahl abgestorbener Stämme, welche sich in der potentiellen Eintragsfläche von Murgang, Rutschung & Seitenerosion befinden (gemäss LFI Datensatz, unterteilt nach Forstkreisen)	-	Geodaten
14	Anzahl_Staemme_lebendig_HQ100	Kummulative Anzahl lebender Baumstämme, welche sich in der potentiellen Eintragsfläche von Murgang, Rutschung & Seitenerosion befinden (gemäss LFI Datensatz, unterteilt nach Forstkreisen)	-	Geodaten
15	S_VHVMV_Pot100	Potentieller Schwemmholumeintrag Frischholz aus Seitenerosionsflächen gemäss Vorratsangaben aus Vegetationshöhenmodell VHVMV	m ³ (Festmeter)	Geodaten
16	R_VHVMV_Pot100	Potentieller Schwemmholumeintrag Frischholz aus Rutschungsflächen gemäss Vorratsangaben aus Vegetationshöhenmodell VHVMV	m ³ (Festmeter)	Geodaten
17	M_VHVMV_Pot100	Potentieller Schwemmholumeintrag Frischholz aus Murgangsflächen gemäss Vorratsangaben aus Vegetationshöhenmodell VHVMV	m ³ (Festmeter)	Geodaten
18	S_tot_Pot100	Potentieller Schwemmholumeintrag Totholz aus Seitenerosionsflächen gemäss Verhältnis aus LFI-Daten	m ³ (Festmeter)	15+(15*(10/11))
19	R_tot_Pot100	Potentieller Schwemmholumeintrag Totholz aus Rutschungsflächen gemäss Verhältnis aus LFI-Daten	m ³ (Festmeter)	16+(16*(10/11))
20	M_tot_Pot100	Potentieller Schwemmholumeintrag Totholz aus Murgangsflächen gemäss Verhältnis aus LFI-Daten	m ³ (Festmeter)	17+(17*(10/11))
21	SHpotential_lebendig_HQ100	Gesamter potentieller Schwemmholumeintrag Frischholz aus Eintragsflächen	m ³ (Festmeter)	15+16+17
22	SHpotential_tot_HQ100	Gesamter potentieller Schwemmholumeintrag Totholz aus Eintragsflächen	m ³ (Festmeter)	18+19+20

Nr.	Header	Beschreibung	Einheit	Berechnung mit Nr.
23	E_VHVM_Pot100	Potentieller Schwemmhölzeintrag Frischholz aus Verschneidung der Prozessflächen Rutschung, Murgang & Seitenerosion; gemäss Vorratsangaben aus Vegetationshöhenmodell VHVM	m ³ (Festmeter)	Geodaten
24	E_tot_Pot100	Potentieller Schwemmhölzeintrag Totholz aus Verschneidung der Prozessflächen Rutschung, Murgang & Seitenerosion; gemäss Vorratsangaben aus Vegetationshöhenmodell VHVM	m ³ (Festmeter)	Geodaten
25	Eintragsvolumen_kombi_HQ100	Gesamter potentieller Schwemmhölzeintrag (Frisch- & Totholz) aus den überlappenden Eintragsflächen; entspricht einem minimal zu erwartendem Schwemmhölzpotential bzw. definiert die Potentialflächen mit der grössten Mobilisierungswahrscheinlichkeit	m ³ (Festmeter)	23+24

Hinweis

: HQxxx bzw. Potxxx entsprechen den WoodFlow-Szenarien SH^{30°} | SH₁₀₀ | SH^{300°}