

Die Rolle des Wasserhaushalts für die Standortklassifikation

Klaus Katzensteiner und Josef Gadermaier

Institut für Waldökologie, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, BOKU Wien

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LAND UND EUROPÄISCHER UNION

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

LE 14-20
Entwicklung für eine ländliche Zone

**Das Land
Steiermark**
→ Land- und Forstwirtschaft

EUROPÄISCHE UNION

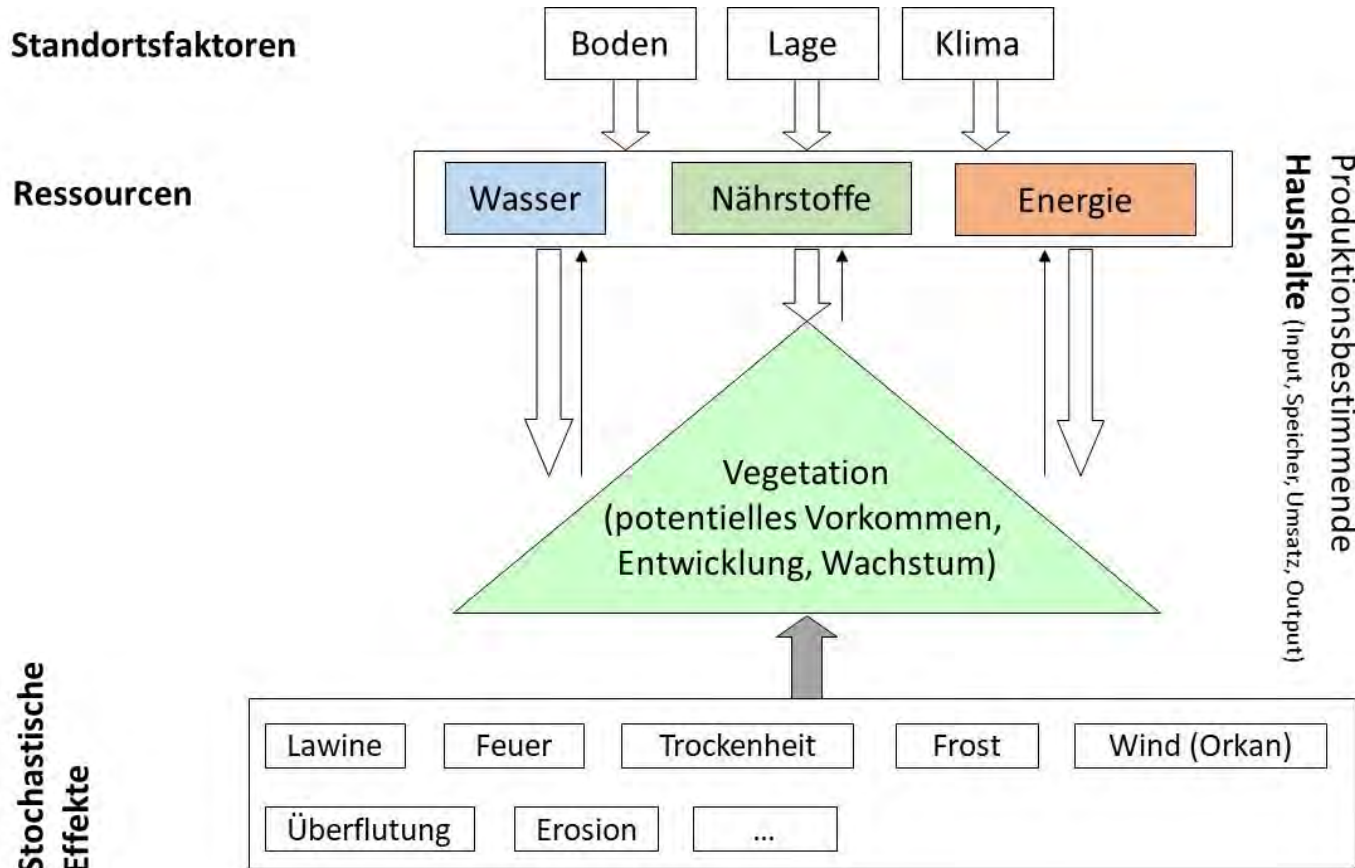
Europäischer Landwirt-
schaftsfonds für die Entwick-
lung des ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in die
ländlichen Gebiete



FORSITE

Dynamische Waldtypisierung

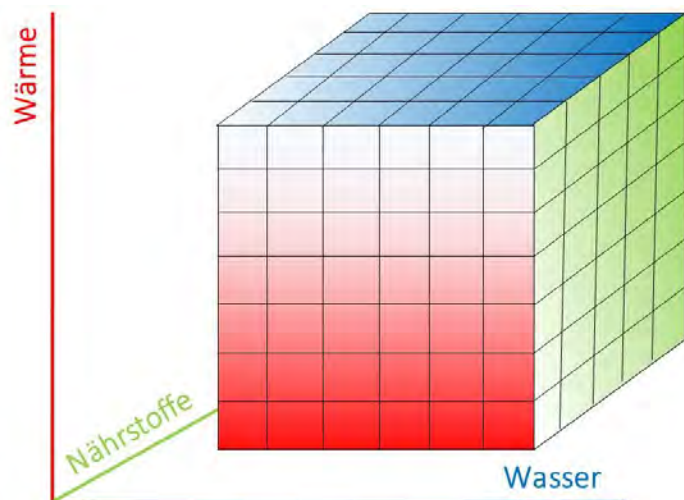
Das ökologische Konzept ‚Standort‘



*Gesamtheit der an einem Wuchsort auf Pflanzen einwirkenden **Umweltbedingungen - abiotischen Faktoren** (soweit sie nicht durch den Wettbewerb der Pflanzen untereinander bestimmt werden. Als standortprägend zählen nur solche Umweltbedingungen, welche in überschaubaren Zeiträumen **konstant** bleiben...)*

Die gemeinsame Verfügbarkeit der Ressourcen entscheidet über

- **Baumarteneignung**
- **Produktivität**
- **Risiko**



Abschätzung der Ressourcenverfügbarkeit

Die Ressourcenverfügbarkeit ist einer **direkten Beobachtung** kaum zugänglich

→ daher **indirekte Abschätzung** über eine Kombination von Klimainformation und Standortmerkmalen (Lage, Boden, Zeigerwerte der Vegetation...)

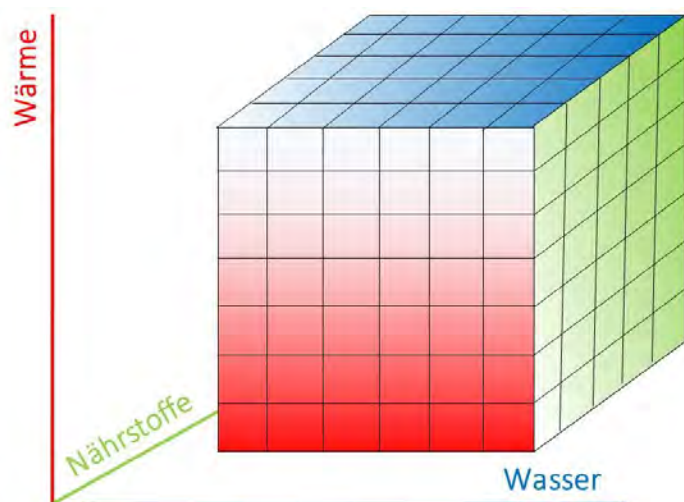
*z.B: negative klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode & Sonnhang & Verlustlage & geringe pflanzenverfügbare Wasserspeicherkapazität des Bodens & Trockenzeiger in der Vegetation → Klasse **„Trocken“***

Regelbasierte Einschätzung des Wasserhaushalts von Waldstandorten



Die gemeinsame Verfügbarkeit der Ressourcen entscheidet über

- **Baumarteneignung**
- **Produktivität**
- **Risiko**



Abschätzung der Ressourcenverfügbarkeit

Kann man diese besser nachvollziehbar gestalten?

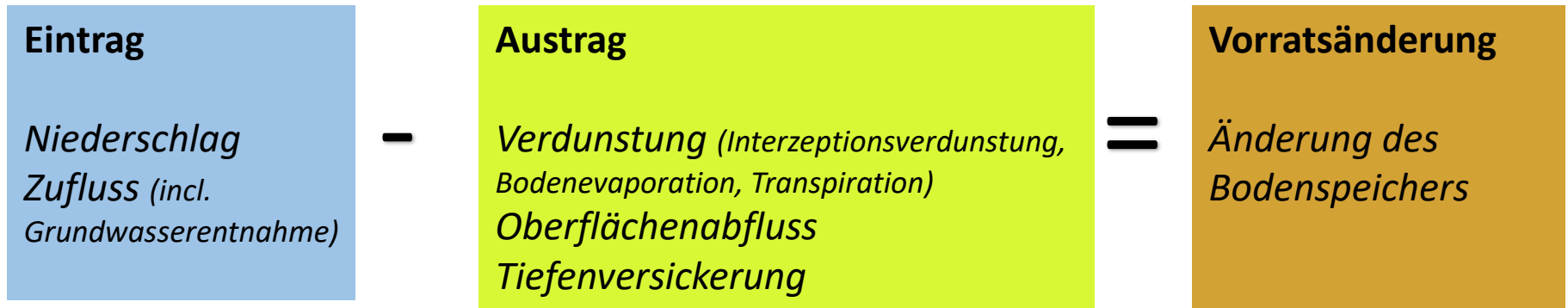
*...ja, bedingt:
unter Zuhilfenahme mechanistischer Modelle*

Wie verändert sich die Ressourcenverfügbarkeit bei Klimaänderungen?

...Unterstellung dass die kalibrierten mechanistischen Modelle auch unter Klimaszenarien ‚richtige‘ Ergebnisse liefern

Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten

Die **Wasserbilanz** von Pflanzenbeständen:



Die Verdunstung kann z.B. über die Penman-Monteith-Gleichung beschrieben werden

- Treibende Faktoren:
- Nettostrahlung (abh. v. Breitengrad, Jahreszeit, Exposition & Hangneigung...)
 - Wasserdampfsättigungsdefizit (abh. von Temperatur & Luftfeuchte)
 - aerodynamischer Widerstand (Luftaustausch)
 - stomatärer Widerstand (bzw. Kronenwiderstand; pflanzenabhängig)

Die **aktuelle Verdunstung** hängt neben Klima- und Bewuchs von der **Wasserverfügbarkeit im Boden** ab.

Der Bodenwasserspeicher

Feldkapazität (FK): Wassermenge, die der Boden gegen die Schwerkraft halten kann

Wassergehalt beim permanenten Welkepunkt (PWP): Wasser wird durch Oberflächenkräfte so fest gebunden dass es von der Pflanzenwurzel nicht mehr aufgenommen wird (‚Totwasser‘)

nutzbare Feldkapazität (nFK): $FK - PWP \rightarrow$ Damit muss ein Bestand in Trockenphasen das Auslangen finden



Die nutzbare Feldkapazität (pflanzenverfügbare Wasserspeicherkapazität) eines Bodenprofils hängt von folgenden Faktoren ab:

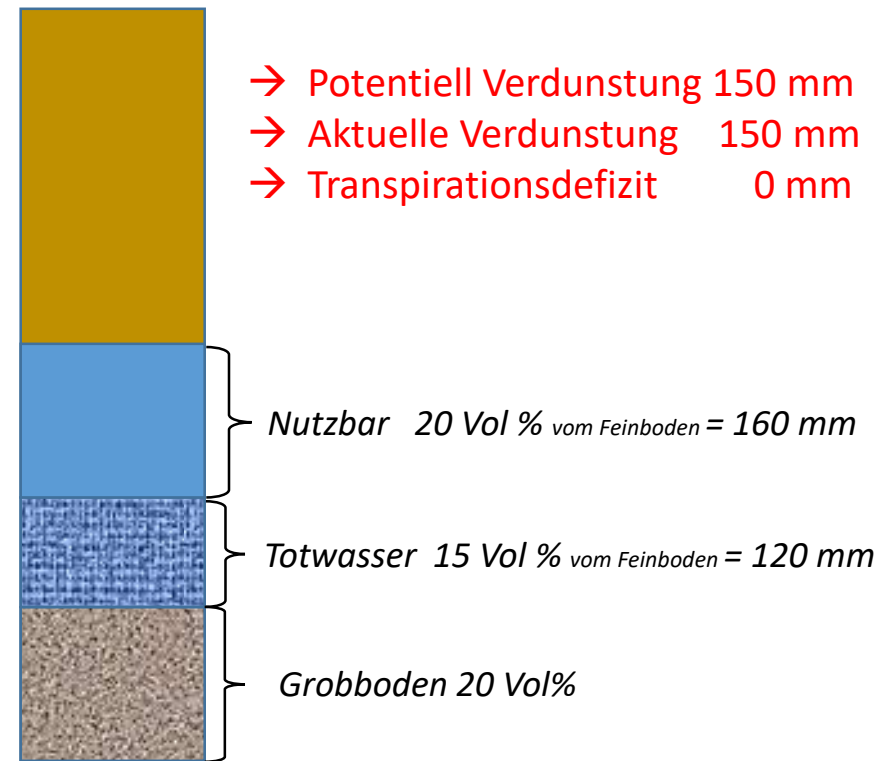
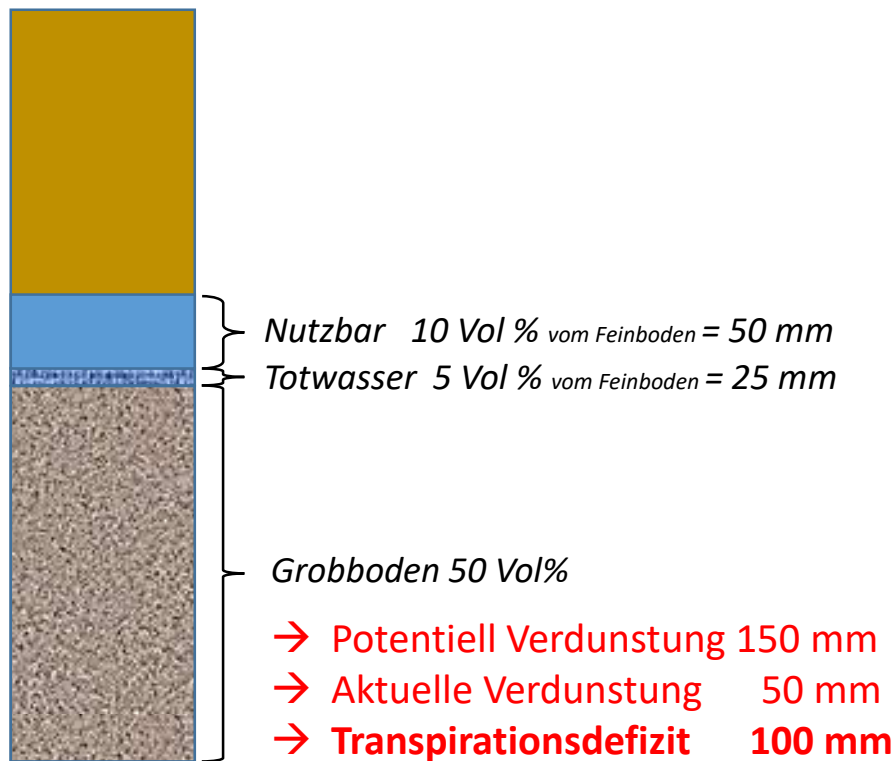
- Gründigkeit
- Grobbodenanteil (Steine speichern kein Wasser)
- & Bodenart
- Bodenstruktur/Lagerungsdichte
- Humusgehalt

Der Bodenwasserspeicher

Wie viele Tage kommt ein Waldbestand in einer **Trockenperiode von 30 Tagen** mit einem **„vollen“ Bodenwasserspeicher** aus? Annahme potentielle Verdunstung 5 mm / Tag

Profil 1: Gründigkeit 1 m, 50 % Grobboden Sand, (FK 15 %, WP 5 %, nFK 10 %)

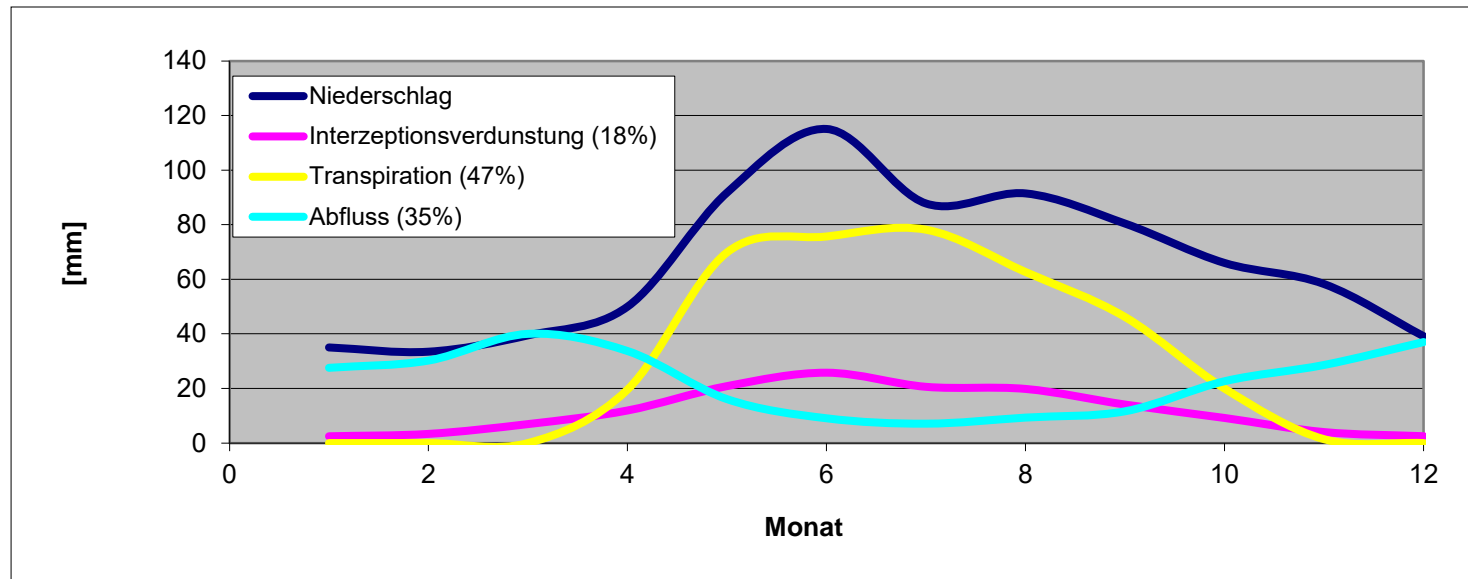
Profil 2: Gründigkeit 1 m, 20 % Grobboden Lehm, (FK 35 %, WP 15 %, nFK 20 %)



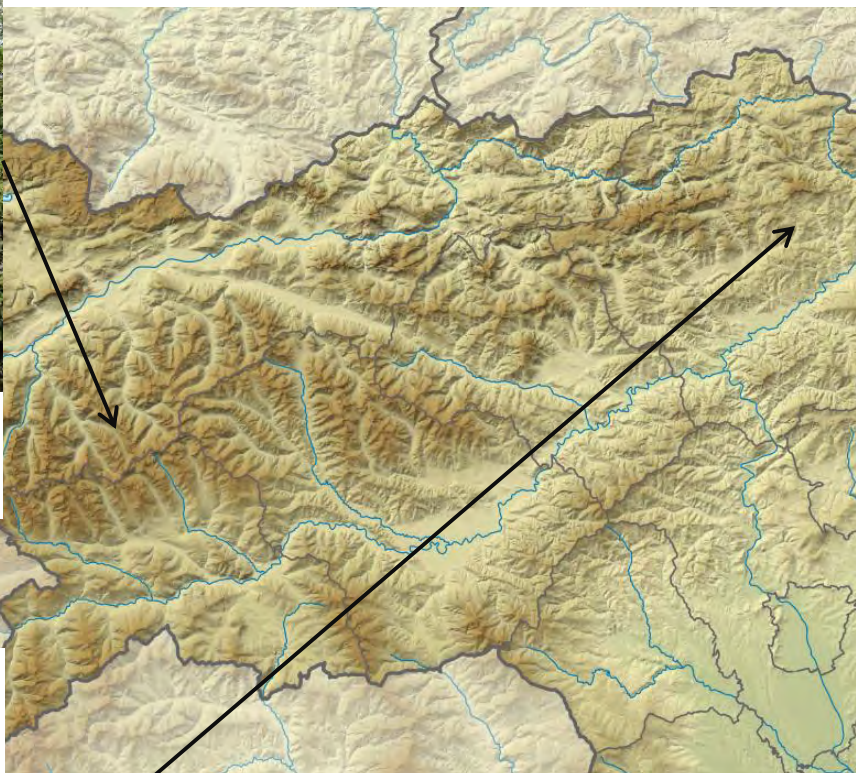
Das Konzept ‚generischer Waldbestände‘ zur Darstellung der Wasserbilanz

Anwendung des hydrologischen Modells **Brook90** (Federer et al.)

Generischer Laubwaldbestand (Buche, Blattflächenindex 6, Oberhöhe 30 m) → **Wasserbilanz**



Das Modell INTEGRIERT die Standortsfaktoren Klima, Lage und Boden. D. h. mit ‚virtuellen‘ bzw. ‚generischen‘ Beständen kann man den Wasserhaushalt von Standorten vergleichbar abbilden. Vom Grazer Becken bis zum Dachsteinplateau.



Niederschlag: 792 mm
 Jahresmitteltemperatur: 10,1 °C
 Seehöhe: 273 m

Niederschlag: 1.323 mm
 Jahresmitteltemperatur: 2,7 °C
 Seehöhe: 1.800 m

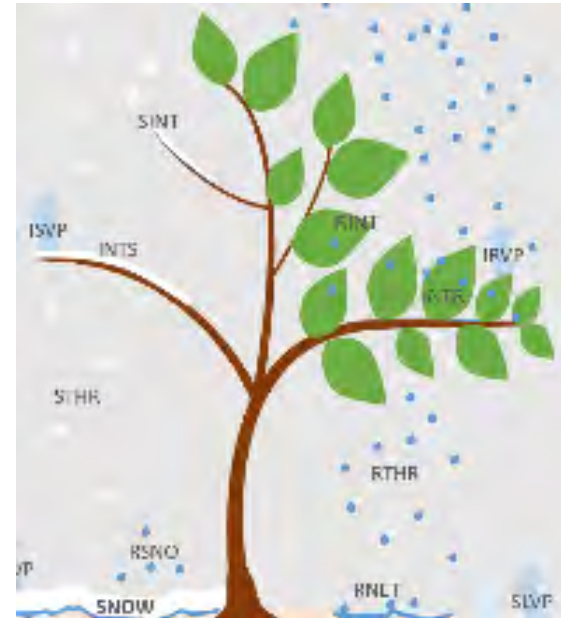
Niederschlag: 1.098 mm
 Jahresmitteltemperatur: 6,9 °C
 Seehöhe: 870 m



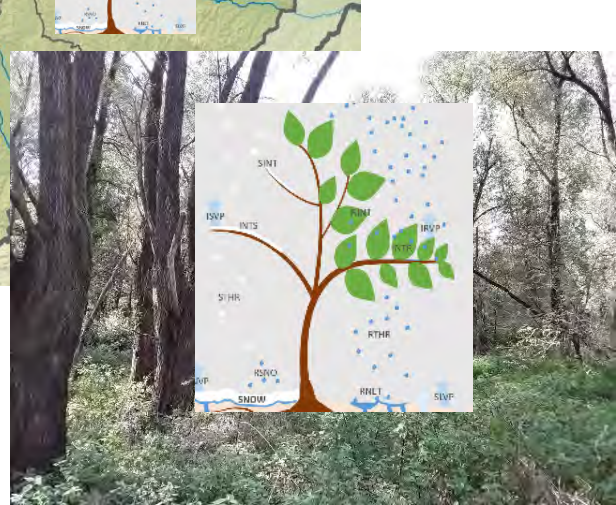
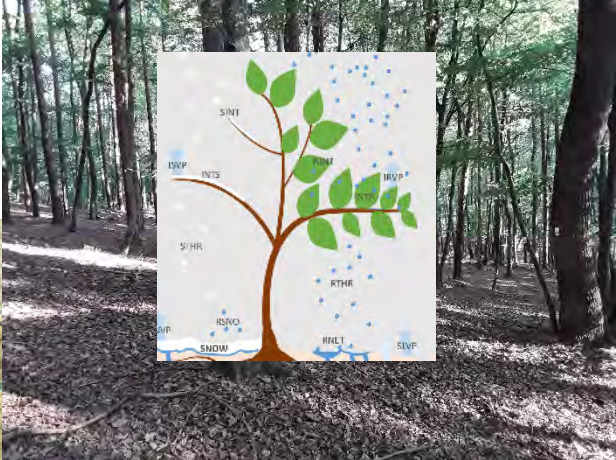
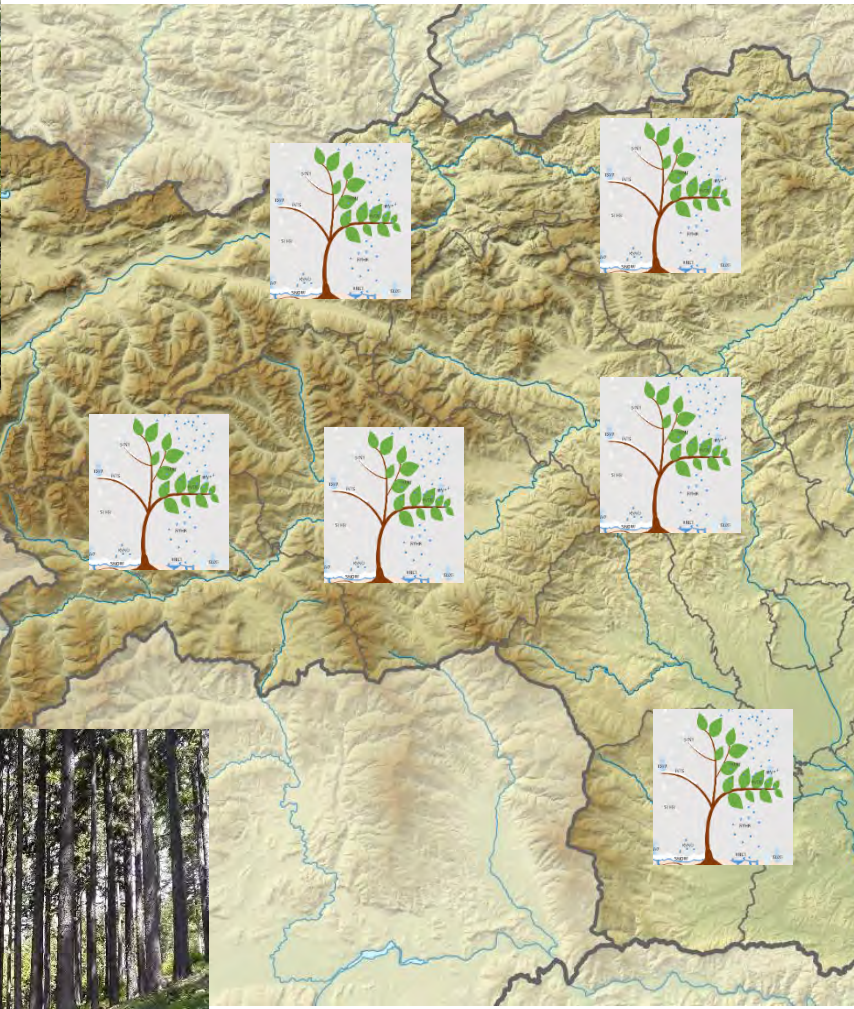
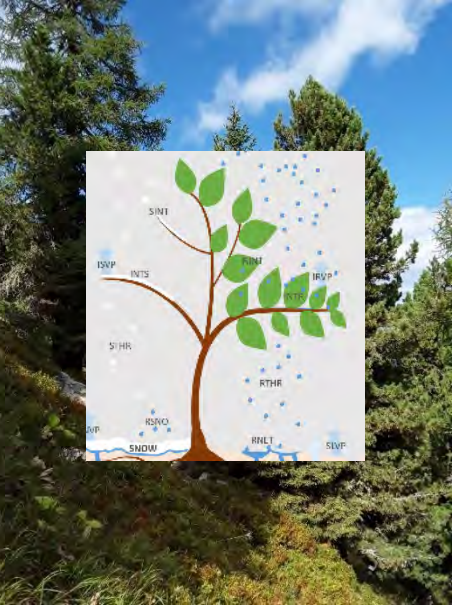
Niederschlag: 863 mm (Grundwasser?)
 Jahresmitteltemperatur: 10,25 °C
 Seehöhe: 237 m

Parametrisierung von generischem Laubwaldbestand

- Alter
- Bestandeshöhe
- Blattflächenindex im Jahresgang
- Durchwurzelung (Dichte und Verteilung)
- Kronenleitfähigkeit
- Stammleitfähigkeit
- Niederschlagsrückhalt im Kronenraum
- ...



(1)



Parametrisierung von 1.800 FORSITE Standorten

Klima
(1989-2100)



Lage

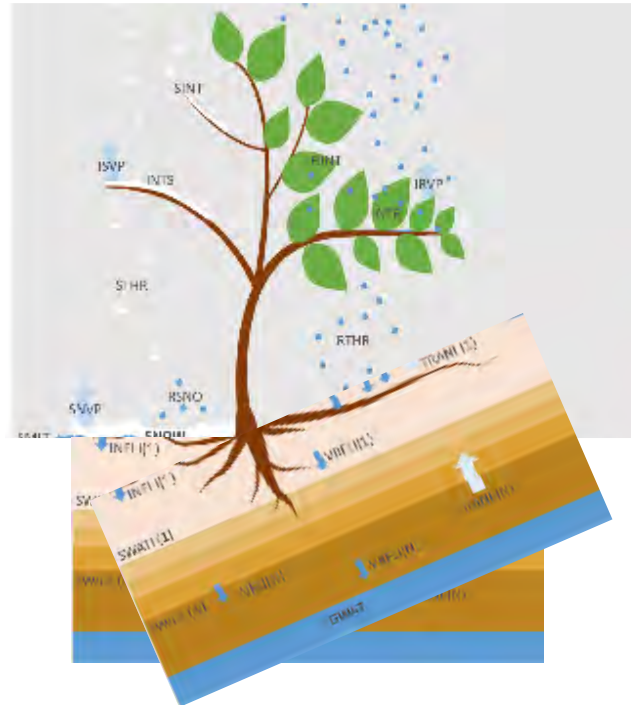


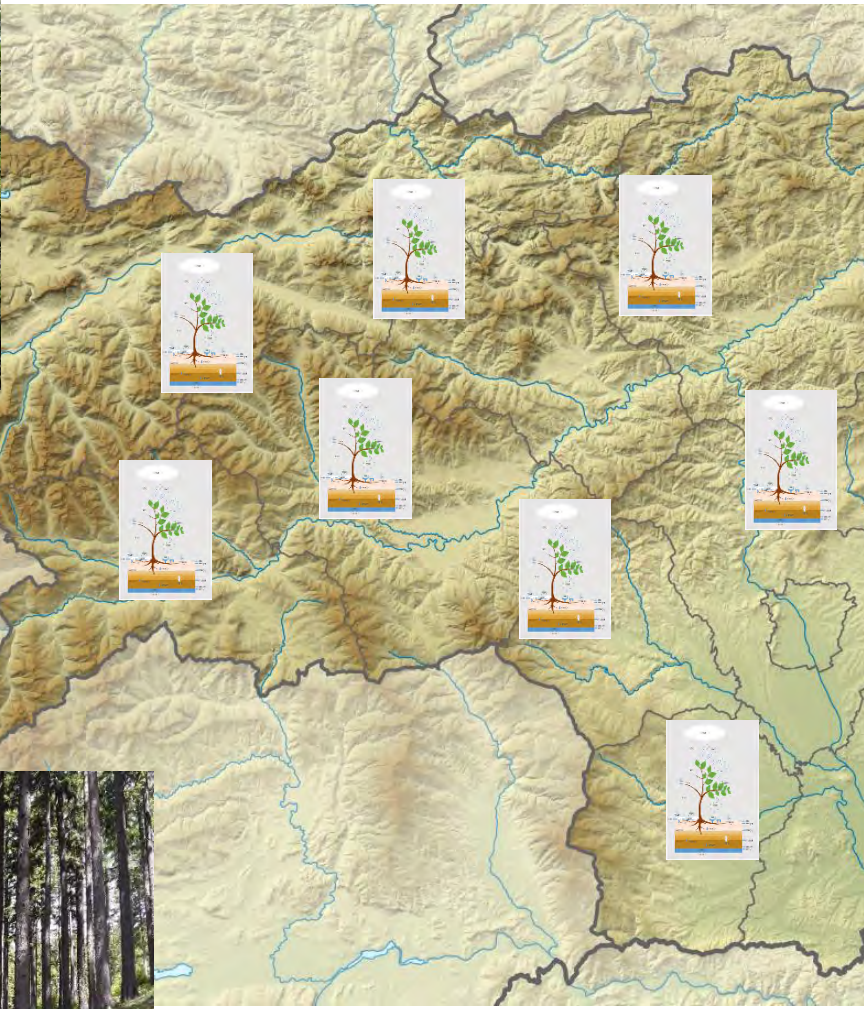
Boden



Gelände

Grundwasser/
Stauwasser





Output aus Wasserhaushaltssimulationen

Input

Klima



Lage

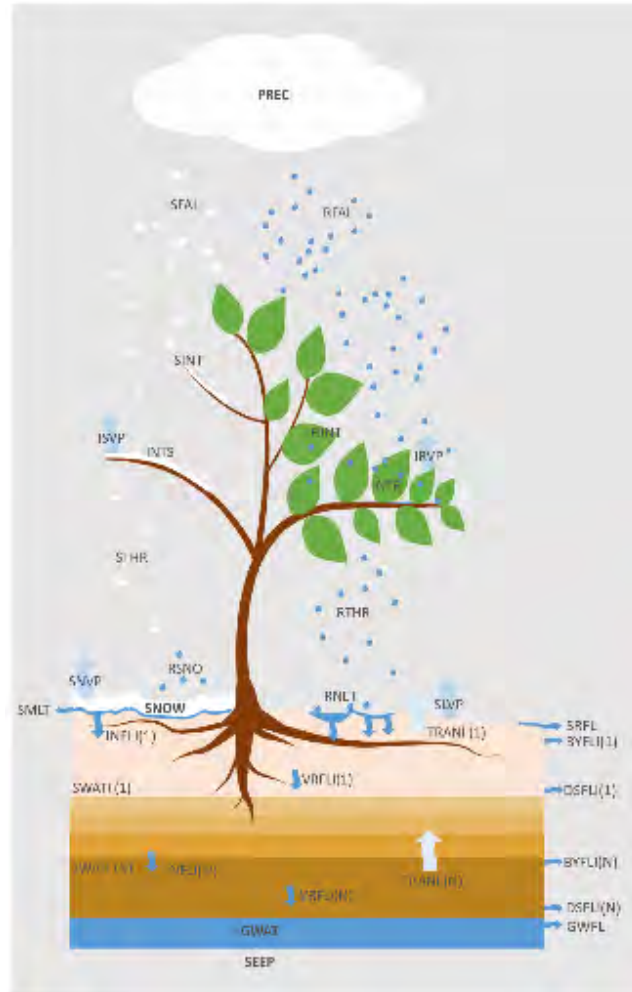


Boden



Gelände

Grundwasser/
Stauwasser



Output (Tagesmittelwerte)



Transpiration



Bodenfeuchte



Oberflächenabfluss



Interzeption

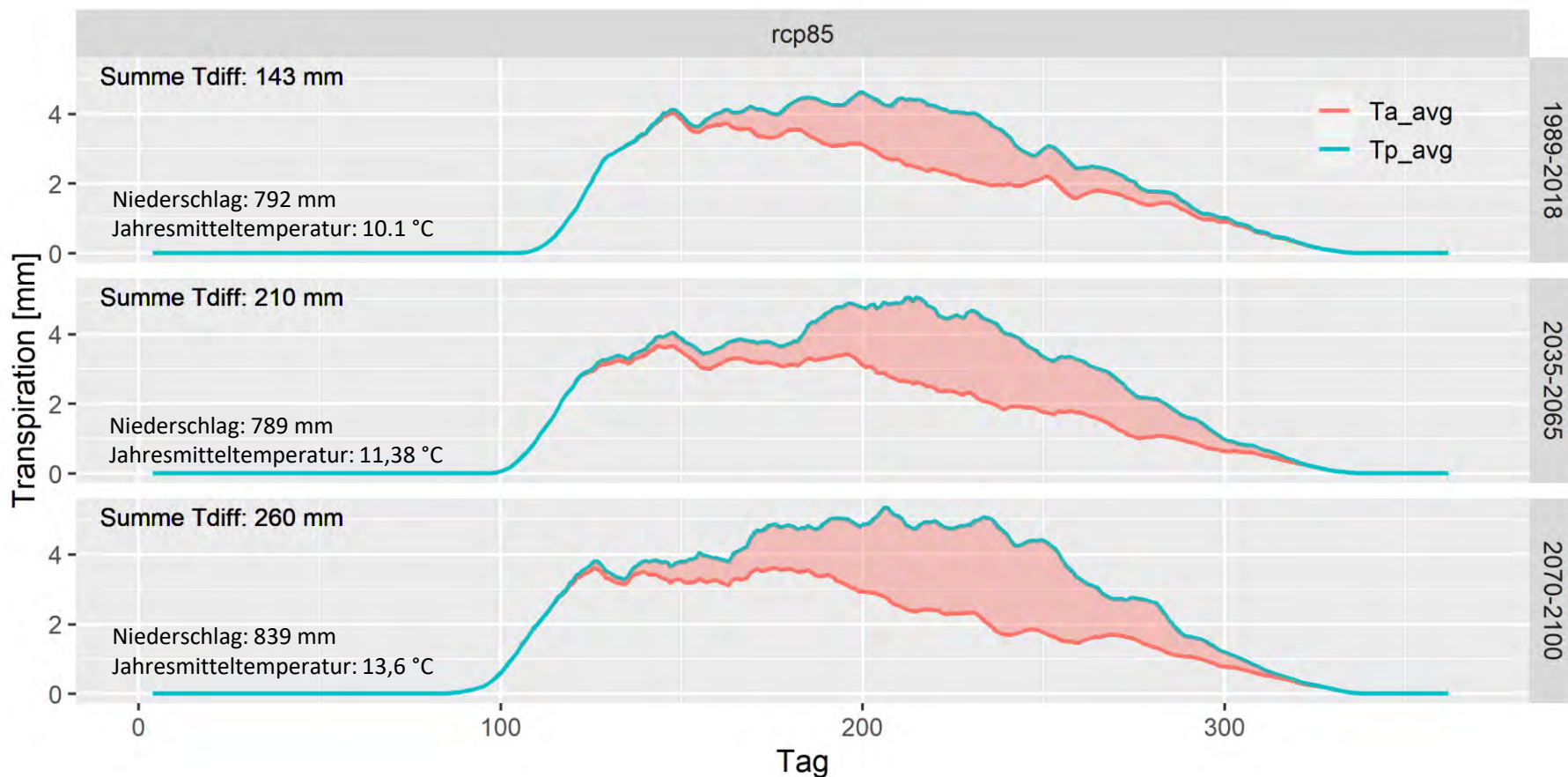


...

Transpirationsdefizit

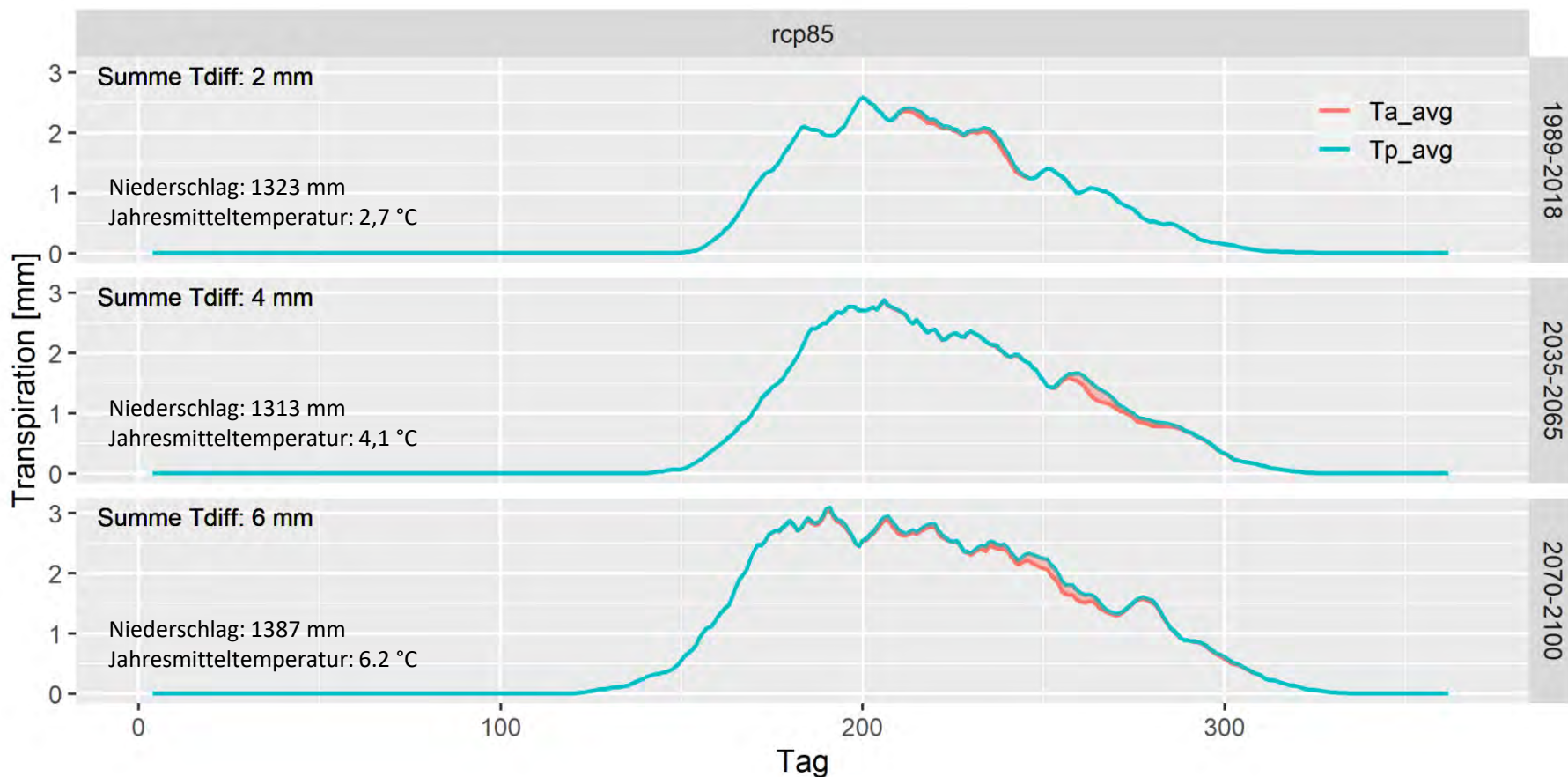
Transpirationsdefizit

Niederschlag: 792 mm
Jahresmitteltemperatur: 10,1 °C
Seehöhe: 273 m



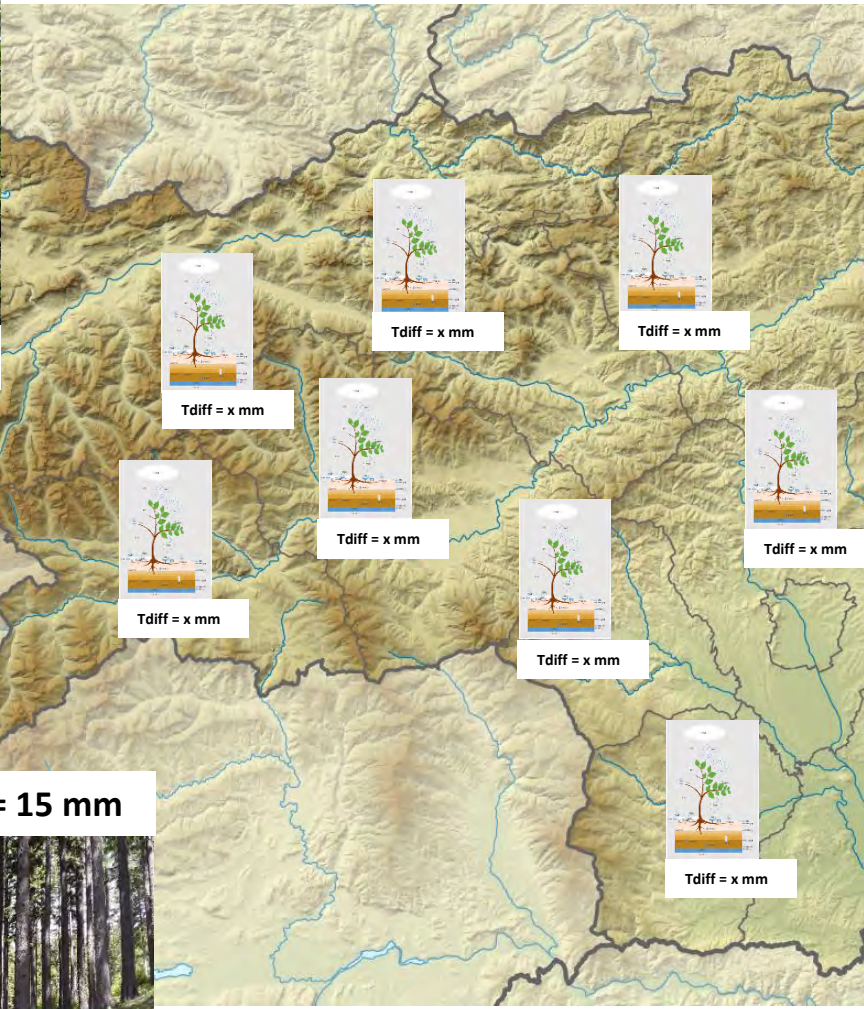
Transpirationsdefizit

Niederschlag: 1.323 mm
Jahresmitteltemperatur: 2,7 °C
Seehöhe: 1.800 m

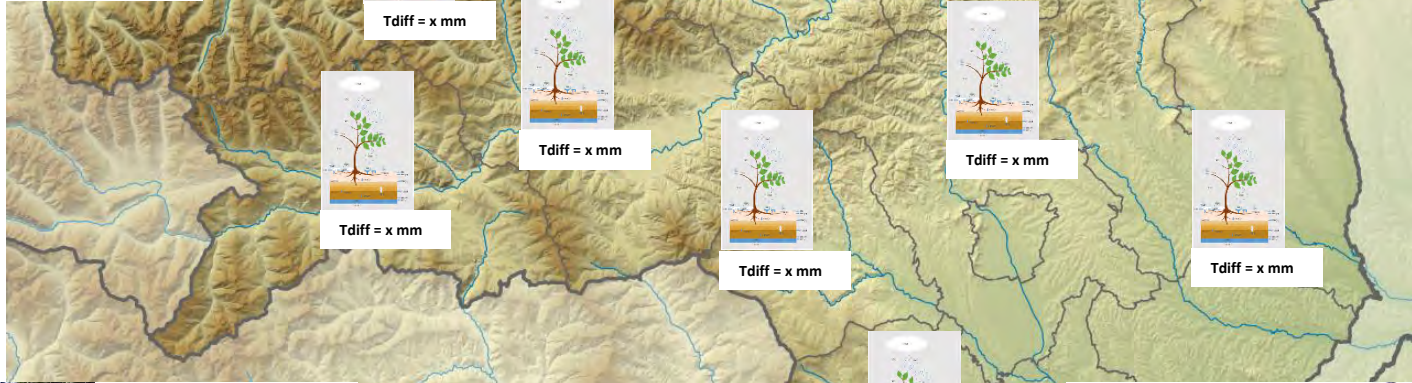




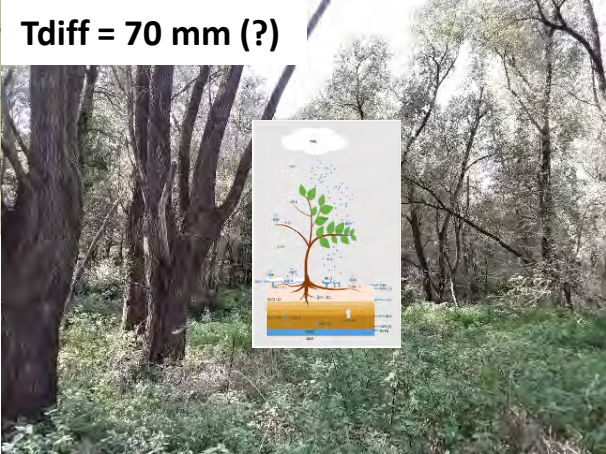
Tdiff = 0 mm



Tdiff = 140 mm



Tdiff = 15 mm



Tdiff = 70 mm (?)

Modifikation von Transpirationsdefizit mit Gelände

Input

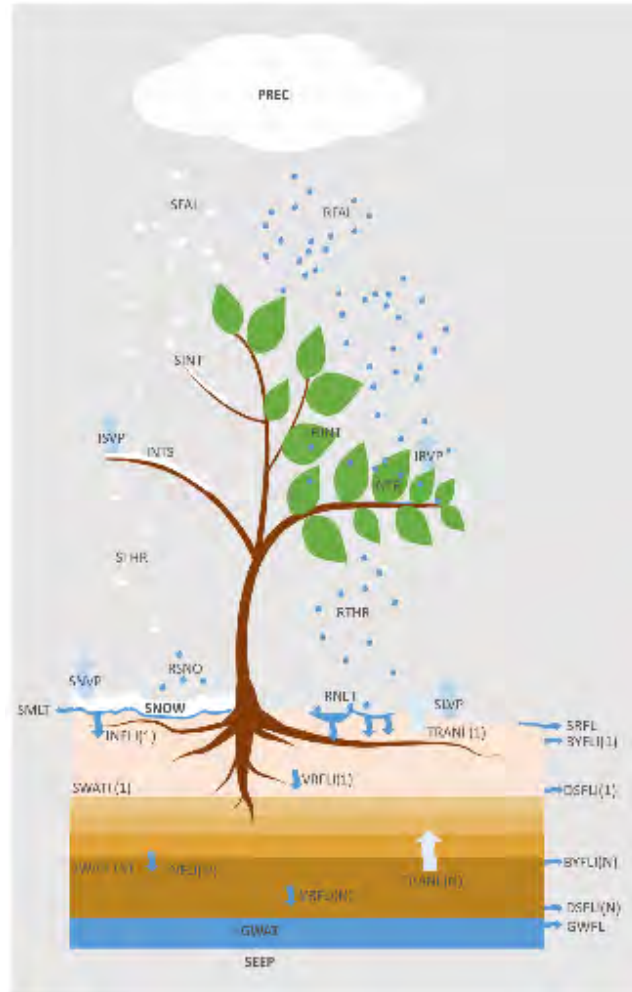
Klima →

Lage →

Boden →

Gelände

Grundwasser/
Stauwasser



Output (Tagesmittelwerte)

→ Transpiration

→ Bodenfeuchte

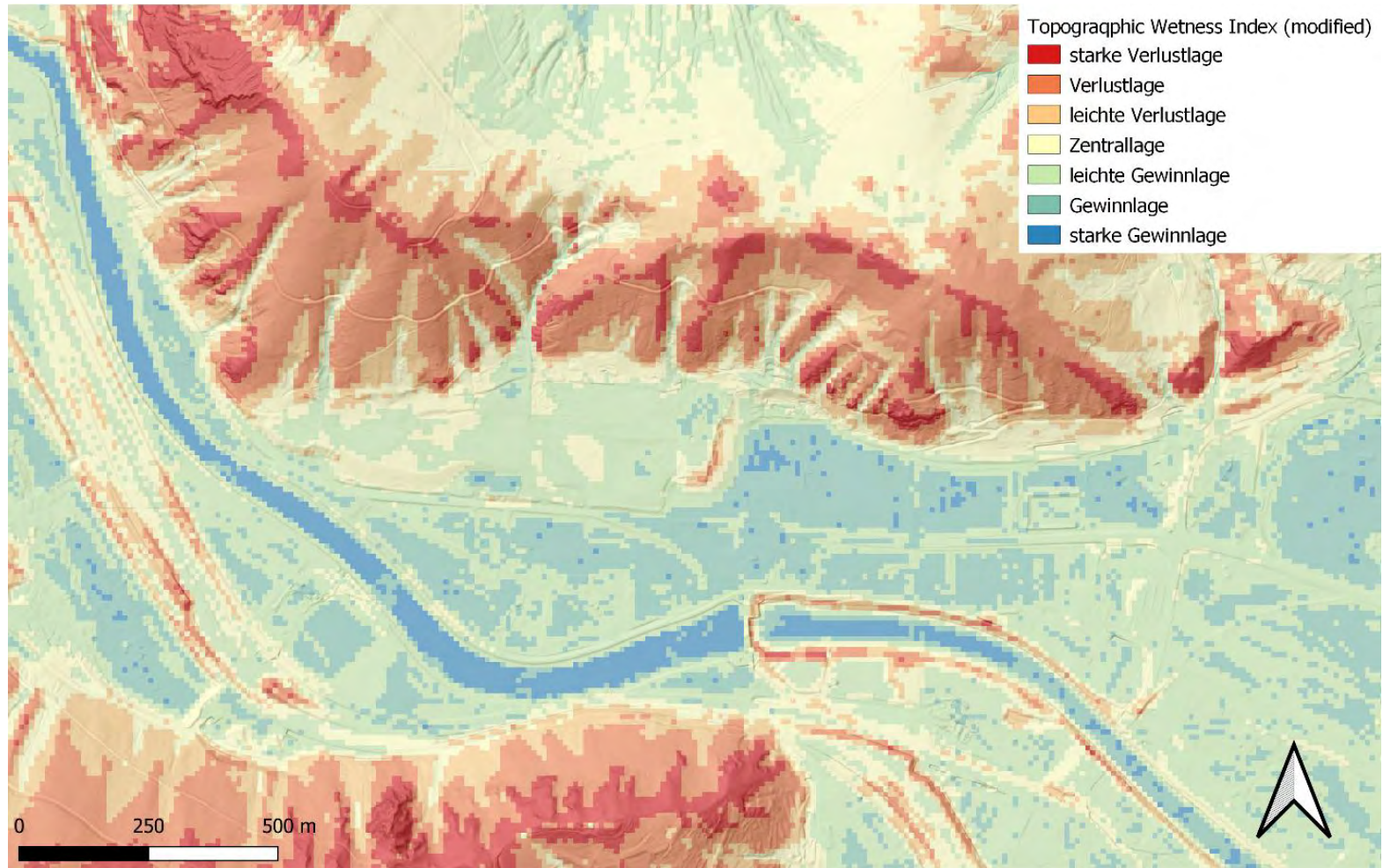
→ Oberflächenabfluss

→ Interzeption

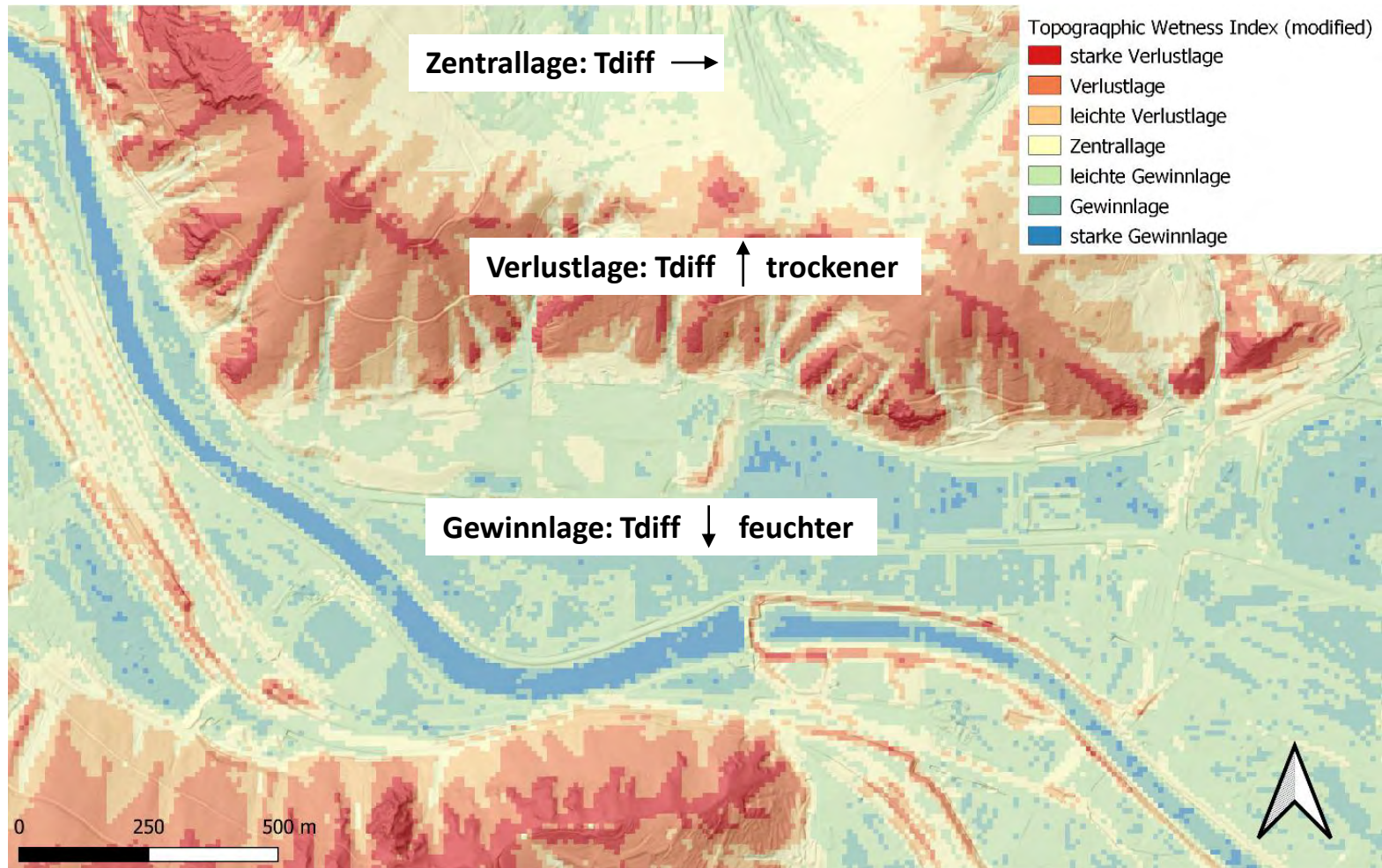
→ ...

Transpirationsdefizit

Modifikation von Transpirationsdefizit mit Gelände



Modifikation von Transpirationsdefizit mit Gelände



Grundwasser und Stauwasser

Input

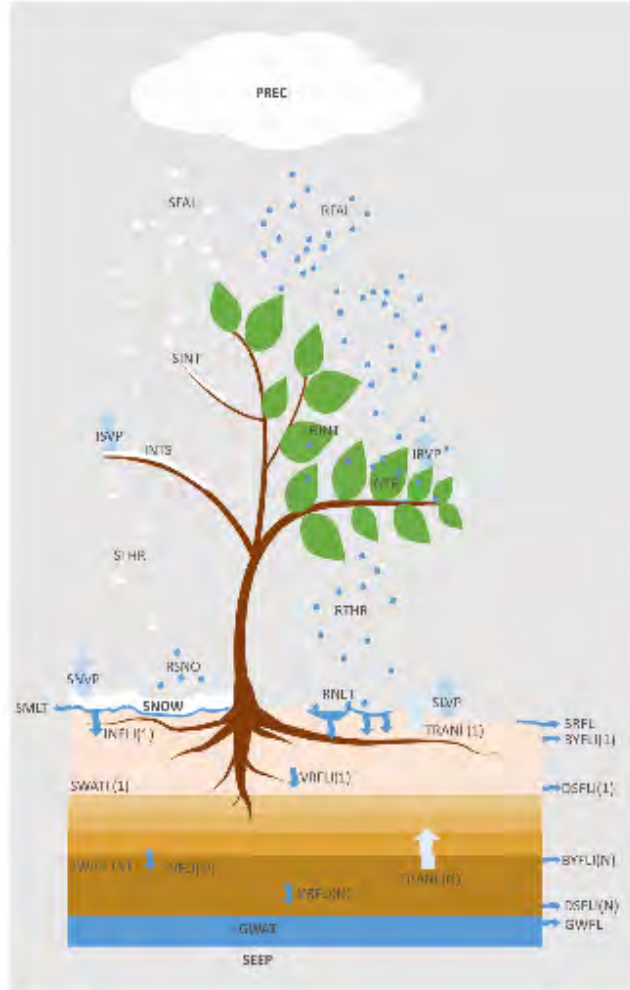
Klima →

Lage →

Boden →

Gelände ✓

Grundwasser/
Stauwasser



Output (Tagesmittelwerte)

→ Transpiration

→ Bodenfeuchte

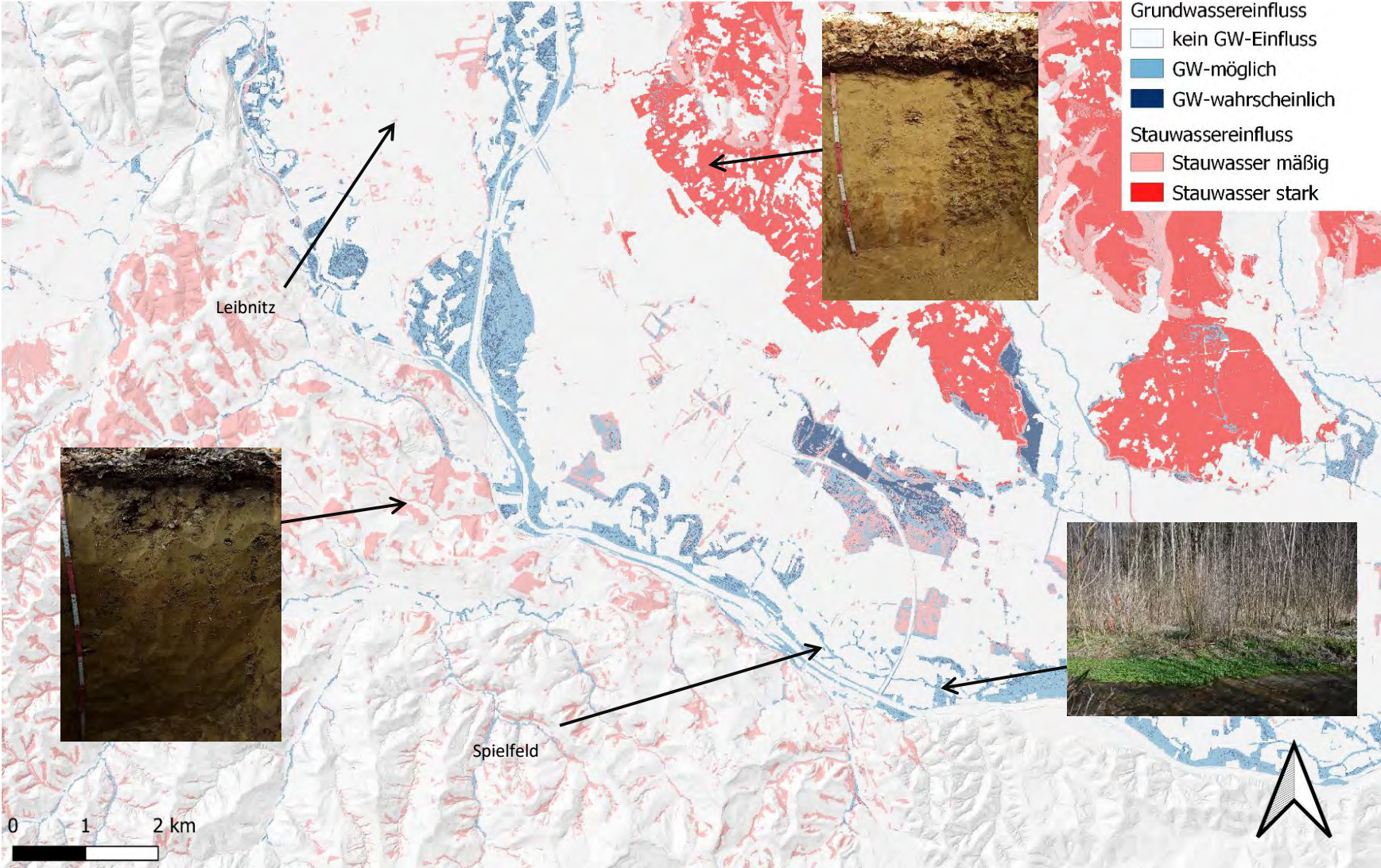
→ Oberflächenabfluss

→ Interzeption

→ ...

Transpirationsdefizit

Grundwasser und Stauwasser



Wasserhaushaltsstufen: Einteilung

| WHH | Wasserhaushaltsstufe | T_{diff} [mm] |
|-----|----------------------|--------------------------|
| 0 | sehr trocken | 250 - 350 |
| 1 | trocken | 175 - 250 |
| 2 | mäßig trocken | 110 - 175 |
| 3 | mäßig frisch | 55 - 110 |
| 4 | frisch | 15 - 55 |
| 5 | sehr frisch | 0 - 15 |
| 6 | feucht | T_{diff} + Regelsystem |
| 7 | nass | Regelsystem |

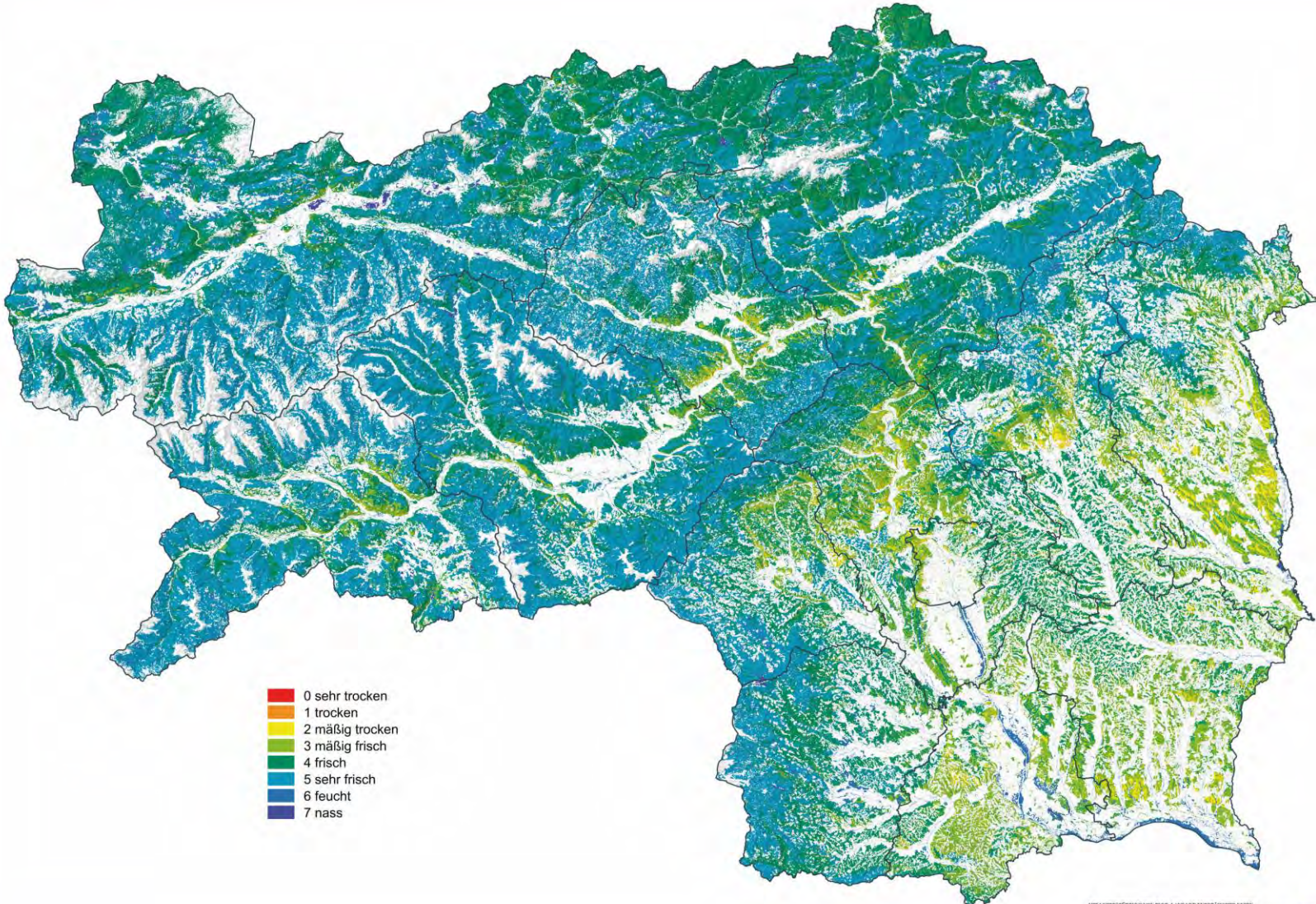
Definition von Klassengrenzen:

- **Zeigerwerte** aus der Vegetation
- **Gutachtliche Wasserhaushaltbewertung** von Feldaufnahme



Wasserhaushaltsstufen

Zeitraum: 1989 - 2018



- 0 sehr trocken
- 1 trocken
- 2 mäßig trocken
- 3 mäßig frisch
- 4 frisch
- 5 sehr frisch
- 6 feucht
- 7 nass

Karte
4.3.2.
Wasserhaushaltsstufen

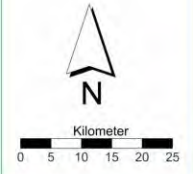
Wasserhaushaltsstufen
abgeleitet aus
Geländewasserhaushalt,
Transpirationsdefizit und
Grundwasser /
Stauwassereinfluss

Dargestellt Waldfläche Steiermark
gemäß Waldmasse Klassen 1 - 3
Kartenerstellung: 01.12.2021

Projekt

FORSITE
Dynamische Walddiagnostik

Karteninformationen
Koordinatensystem: WGS 1984 UTM Zone 33N
Projektion: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984



Datenquellen

Fachdatenbereitstellung durch folgende
Projektpartner:

Verwaltungsgrenzen:
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

DATENAUFBEREITUNG:
Bundesforstschwerzentrum für Wald &
Abteilung 17 Landes- und Regionalentwicklung
Statistik und Geoinformation
Trautmannsdorfergasse 2

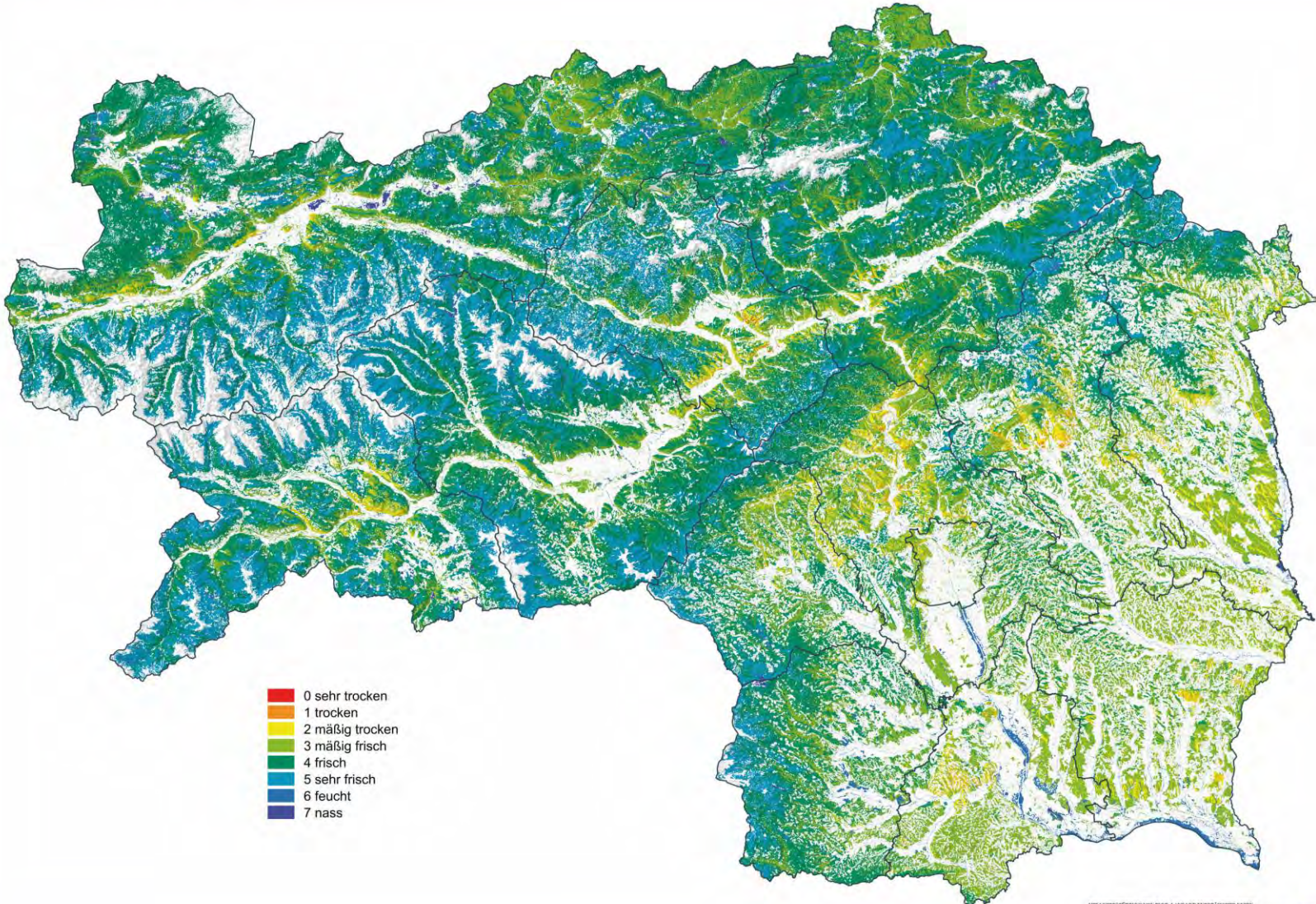
Für die rechtliche Verantwortlichkeit der Daten wird keine Gewähr
übernommen. Diese kann nur von den zuständigen Fachbereichen
entgeltlich werden.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und
Verbreitung vorbehalten. Kein Teil des Dokuments darf in irgendeiner
Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren)
ohne schriftliche Genehmigung des Antrags der Obersteiermärker
Landesregierung reproduziert oder in einer Veränderung
elektronischer Systeme verarbeitet oder verwertet werden.



Wasserhaushaltsstufen

Zeitraum: 2071 - 2100 (RCP 4.5)



- 0 sehr trocken
- 1 trocken
- 2 mäßig trocken
- 3 mäßig frisch
- 4 frisch
- 5 sehr frisch
- 6 feucht
- 7 nass

Karte 4.3.2.

Wasserhaushaltsstufen

Wasserhaushaltsstufen abgeleitet aus Geländewasserhaushalt, Transpirationsdefizit und Grundwassereinfluss

Dargestellt Waldfläche Steiermark gemäß Waldmasse Klassen 1 - 3

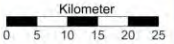
Kartenerstellung: 01.12.2021

Projekt

FORSITE
Dynamische Walddatypisierung

Karteninformationen

Koordinatensystem: WGS 1984 UTM Zone 33N
Projektion: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984



Datenquellen

Fachdatenbereitstellung durch folgende Projektpartner:

Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

DATENAUFBEREITUNG: Bundesforschungsanstalt für Wald & Abzweig 17 Landes- und Regionalebene Statistik und GeoInformations Trauttmansdorffgasse 2

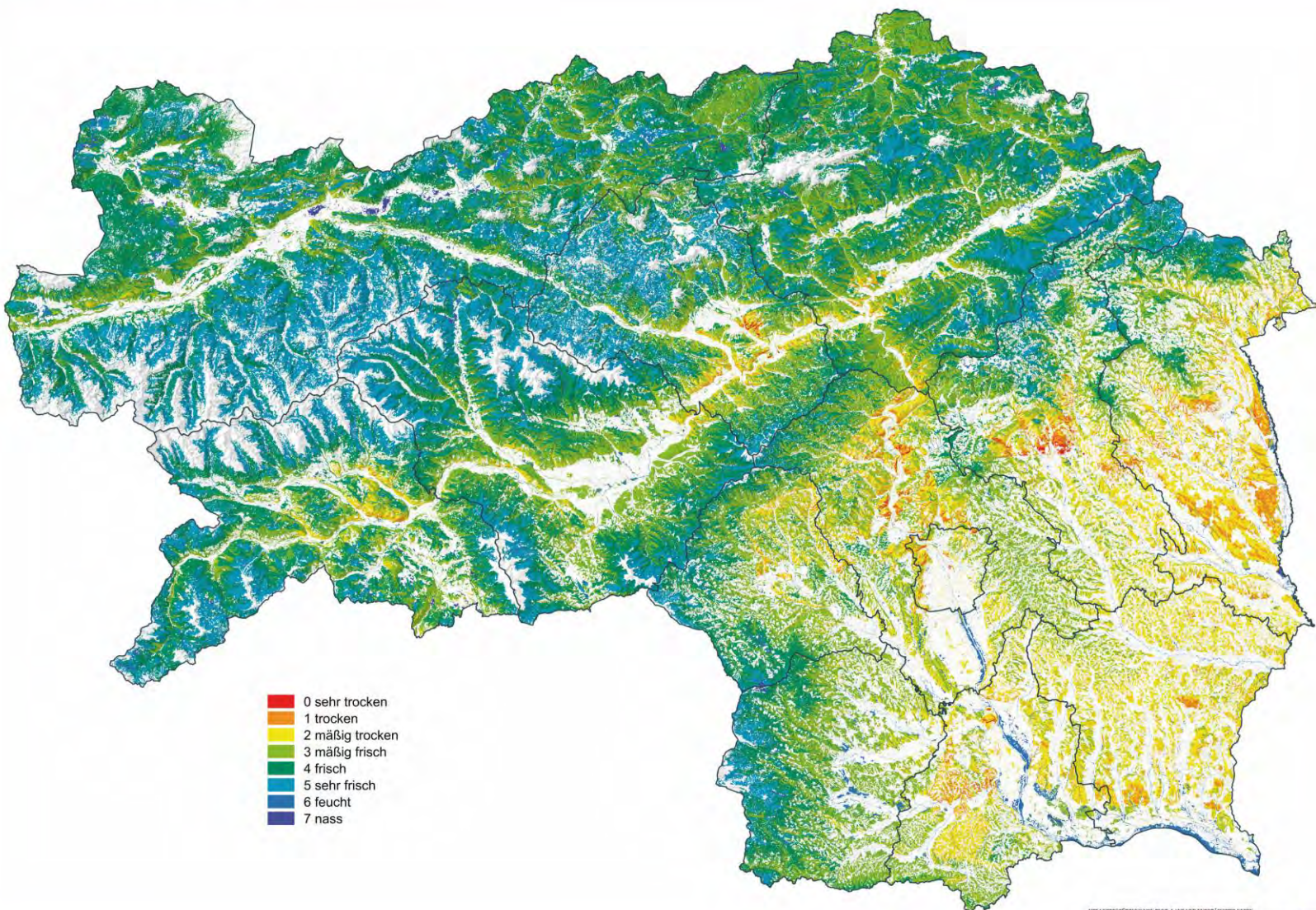
Für die rechtliche Verantwortlichkeit der Daten wird keine Gewähr übernommen. Diese kann nur von den zuständigen Fachbereichen bestätigt werden.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Anstalt der Österreichischen Bundesregierung reproduziert oder in einer Veranschaulichung elektronischer Systeme verarbeitet, übertragen, vervielfältigt werden.



Wasserhaushaltsstufen

Zeitraum: 2071 - 2100 (RCP 8.5)



- 0 sehr trocken
- 1 trocken
- 2 mäßig trocken
- 3 mäßig frisch
- 4 frisch
- 5 sehr frisch
- 6 feucht
- 7 nass

Karte 4.3.2.

Wasserhaushaltsstufen

Wasserhaushaltsstufen abgeleitet aus Geländewasserhaushalt, Transpirationsdefizit und Grundwasseranfluss

Dargestellte Waldfläche Steiermark gemäß Waldmasse Klassen 1 - 3

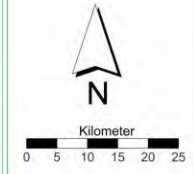
Kartenerstellung: 01.12.2021

Projekt



Karteninformationen

Koordinatensystem: WGS 1984 UTM Zone 33N
Projektion: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984



Datenquellen

- Fachdatenerstellung durch folgende Projektpartner:
- 4i Geoportal
 - FAWS
 - GIS
 - Geo
 - Geo
 - Geo
 - Geo
- Verwaltungsgrenzen:
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

DATAÜBERBEREITUNG:
Bundesrechenzentrum für Wald & Abteilung 17 Landes- und Regionalentwicklung Statistik und Geoinformation Trauttmansdorffgasse 2

Für die rechtliche Verantwortlichkeit der Daten wird keine Gewähr übernommen. Diese kann nur von den zuständigen Fachbereichen beantragt werden.
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung reproduziert oder - ohne Zustimmung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung - elektronisch publiziert oder sonstwie in irgendeiner Form veröffentlicht werden.

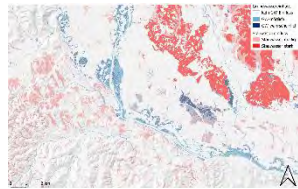
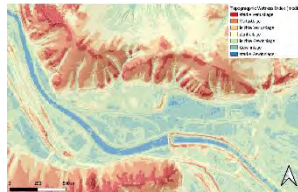
Zusammenfassung

Ist eine Abschätzung der Ressourcenverfügbarkeit hinsichtlich Wasser möglich/vergleichbar?

Wasserhaushaltsmodell (T_{diff})



Gelände



Gesamtwasserhaushalt

Grundwasser/Stauwasser

Wie verändert sich die Ressourcenverfügbarkeit bei Klimaänderungen?



aktuell/historisch



2035 - 2065



2070 - 2100