

# GIS-basierte Potenzialerhebung der Wasserkraft am Beispiel von Südtirol

12. Symposium Energieinnovation, Graz/Austria  
15. Februar 2012

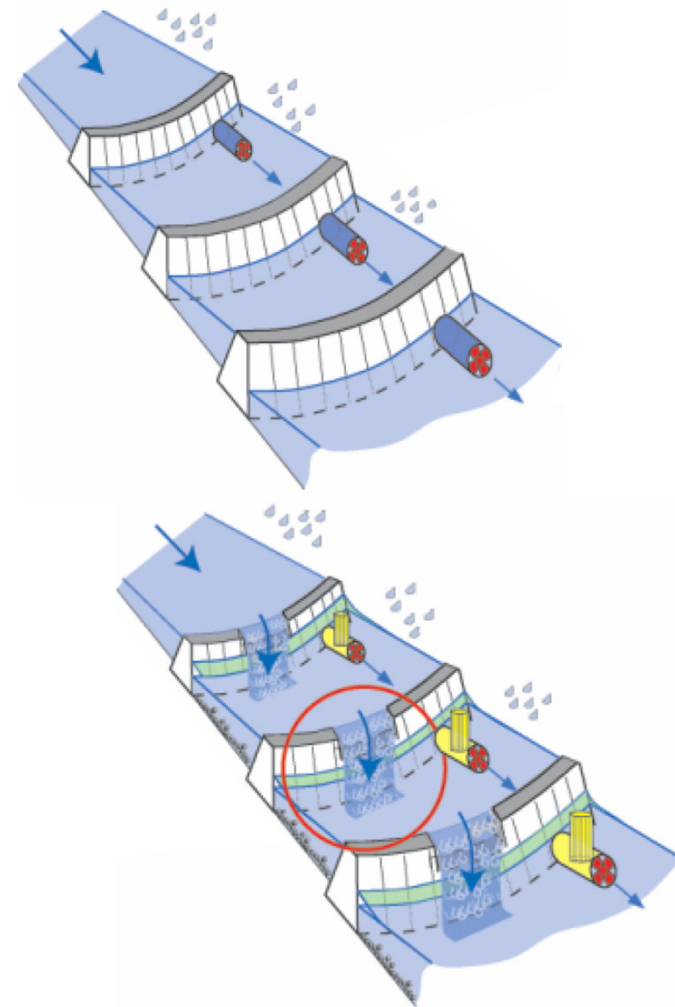
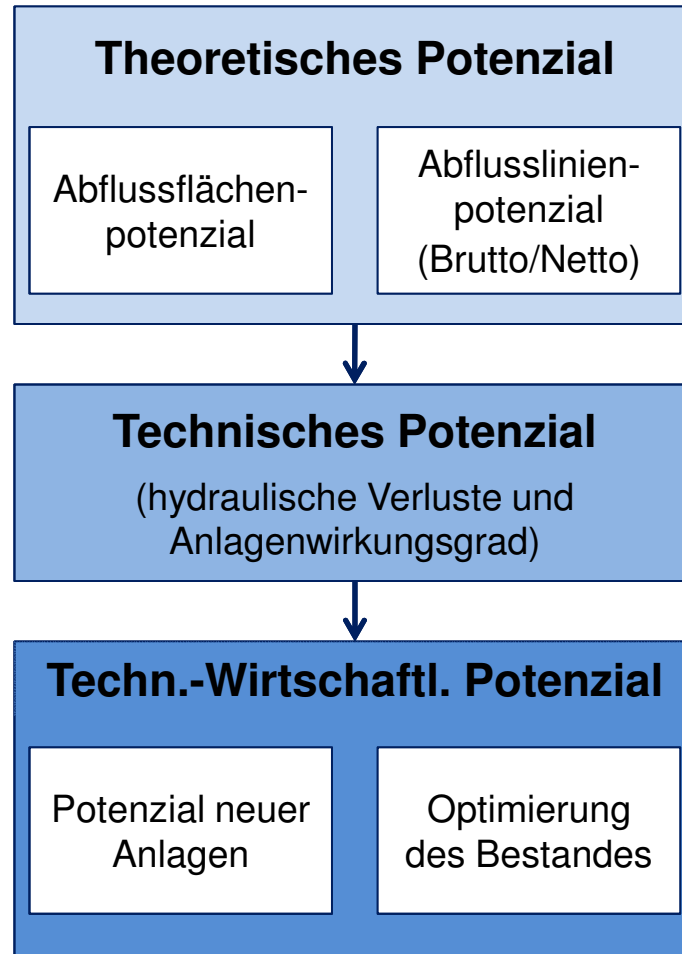


- Motivation und zentrale Fragestellung
- Definition der wichtigsten Potenzialbegriffe
- Modellierung auf Jahresbasis
- Modellierung auf Monatsbasis
- Modellierung konkreter Kraftwerksstandorte und deren Optimierungspotenzial
- Abschätzung des Neuerschließungspotenzials
- Zusammenfassung und Schlussfolgerung

- EU 20-20-20 Ziele, nationale Pläne für erneuerbare Energien und Energie-Südtirol-2050 (Klima-Strategie)
- Arbeit in Kooperation mit der Südtiroler Elektrizitätsaktiengesellschaft (SEL AG)
  - Optimierung von bestehenden Wasserkraftanlagen
  - mögliche Ausbaupotenziale der Wasserkraft
- Bestimmung monatlicher Potenziale
- Lokalisierung und Quantifizierung von Wasserkraftpotenzial mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS)

# Definition: Potenzialbegriffe

4/28



Quelle: Pöyry, 2008 & Anderer et al., 2010

- Modellbasis bilden physikalische Zusammenhänge:

$$E = m \cdot g \cdot h$$

E...potenzielle Energie in Ws

m...Masse in kg

g...Erdbeschleunigung

h...Höhe in m

$$A = NI - V \pm \Delta S$$

A...Abflusshöhe in mm

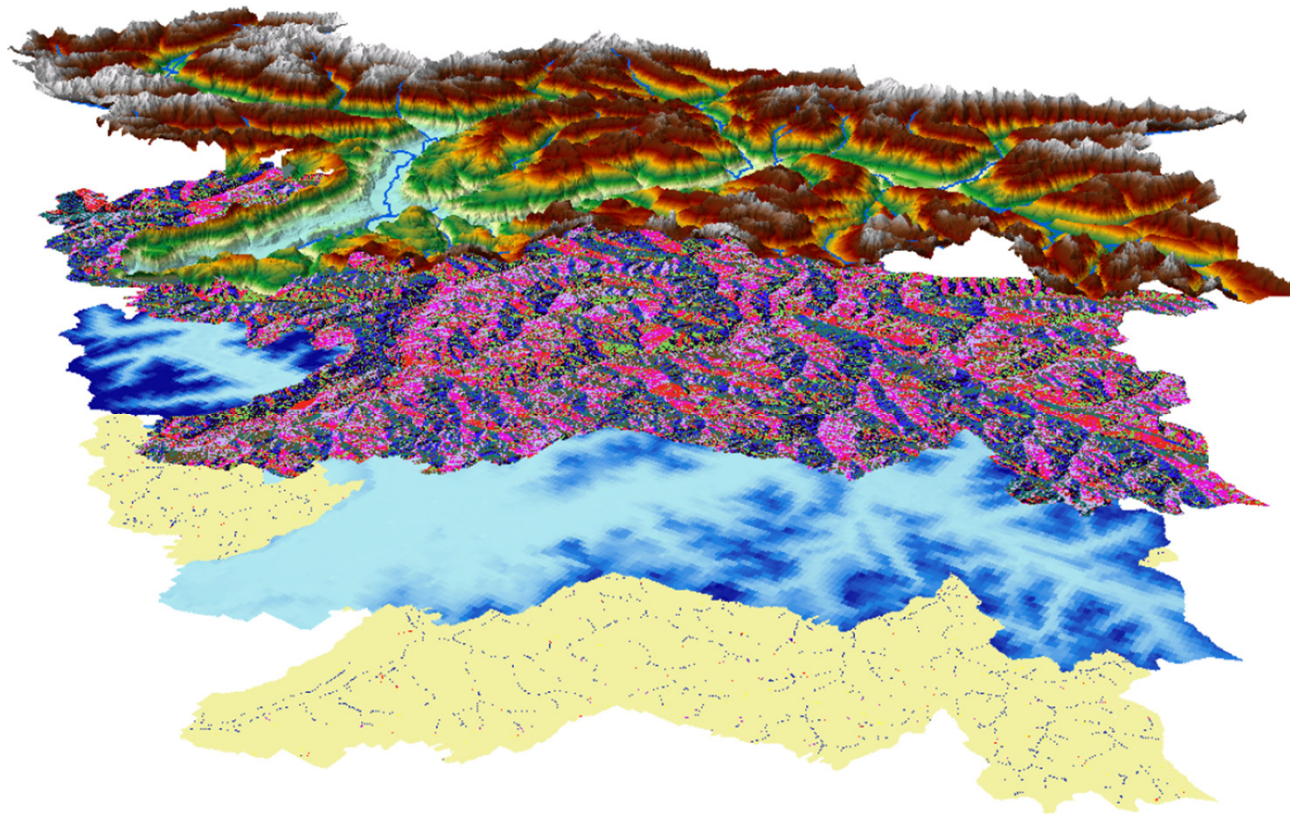
NI...Niederschlag in mm (Quelle: Tirol Atlas und WorldClim)

V...aktuelle Verdunstung in mm (Quelle: Tirol Atlas und CGIAR-CSI)

$\Delta S$ ...Speicherglied in mm

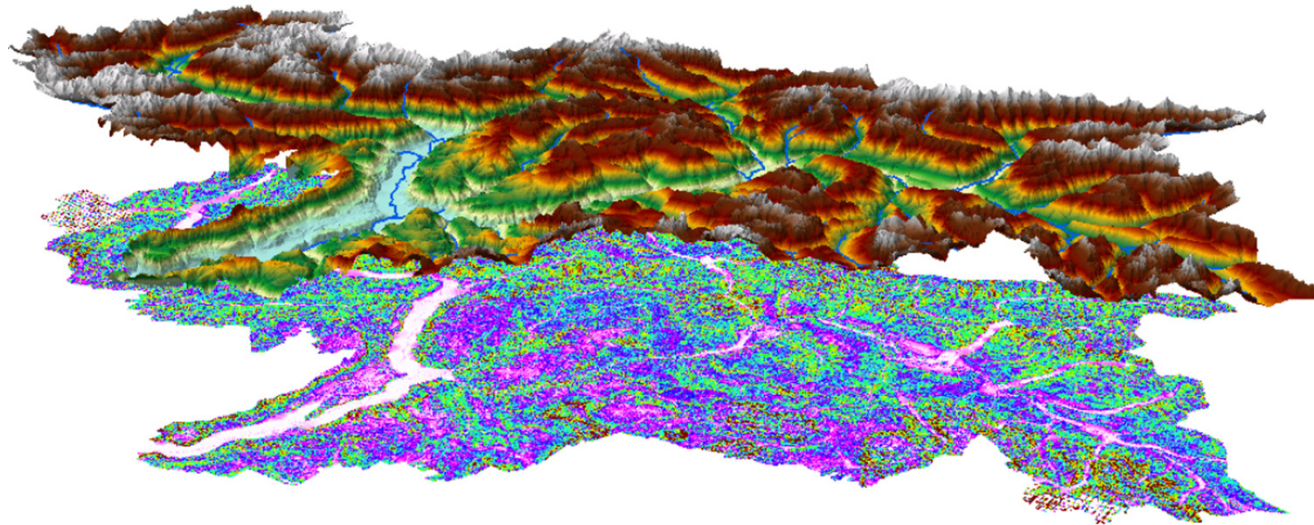
- Gletscher im Untersuchungsgebiet vernachlässigt
- Belastbare Ergebnisse nur anhand von langjährigen Zeitreihen möglich.

# JAHRESMODELL



- Höhenmodell
- Fließrichtung
- Wasserbilanz  
in kg/Rasterzelle
- Flussnetzwerk





- Höhenmodell
- Fallhöhe je Rasterzelle in Fließrichtung

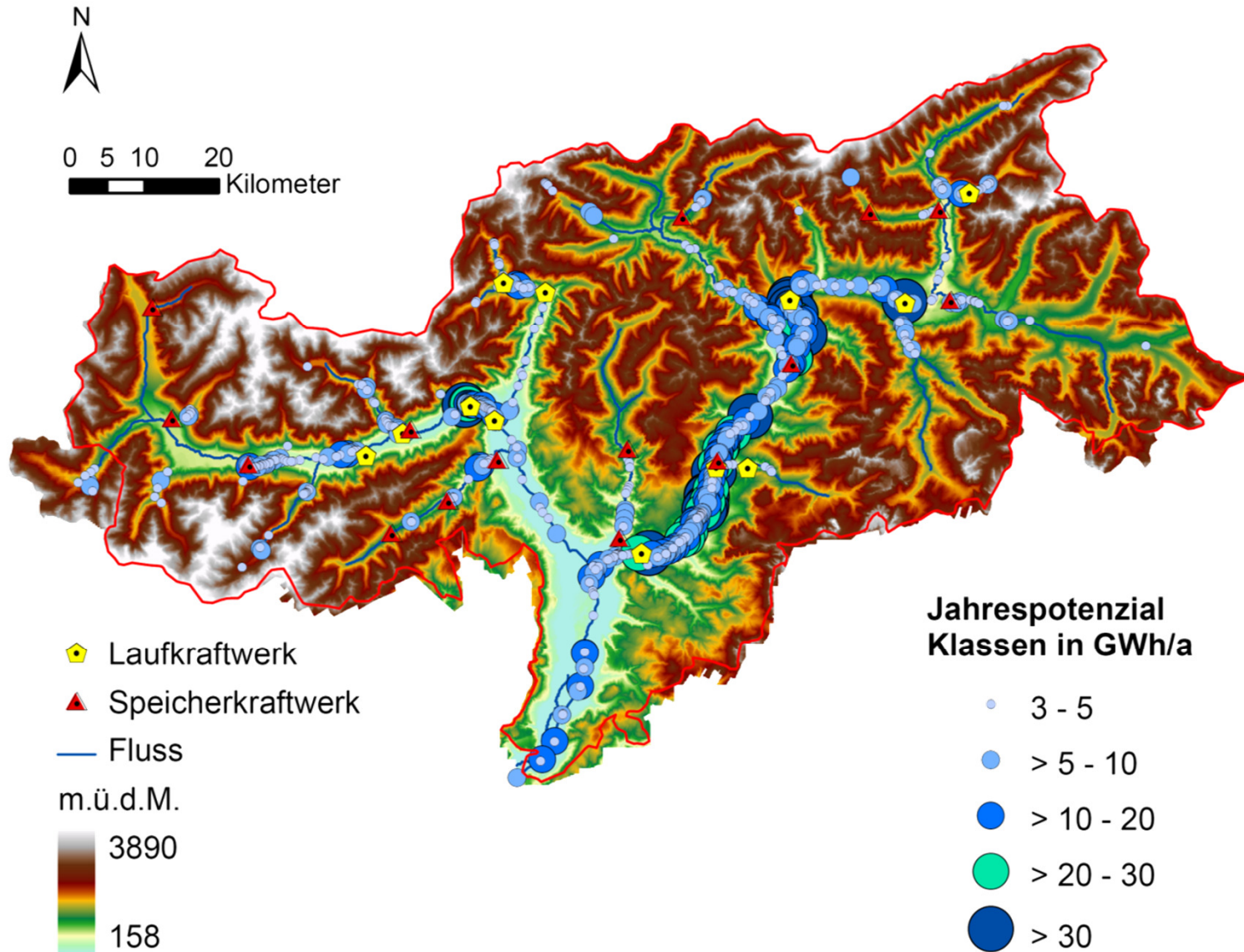
$$\Delta E = m \cdot g \cdot \Delta h$$

Modellergebnis: Potenzial je Rasterzelle in GWh/a



# Ergebnisse Jahresmodell mit Standorten

9/28



# MONATSMODELL

- Verweilzeiten des Wassers nicht mehr vernachlässigbar

$$A = NI - V \pm \Delta S$$

A...Abfluss

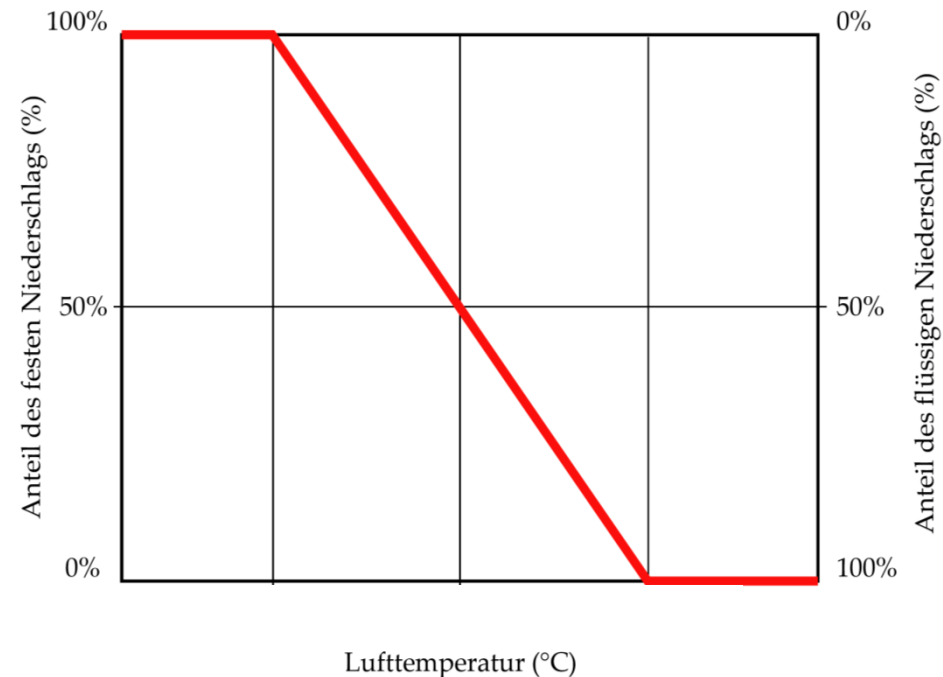
NI...Niederschlag

V...Verdunstung

$\Delta S$ ...Speicheranteil

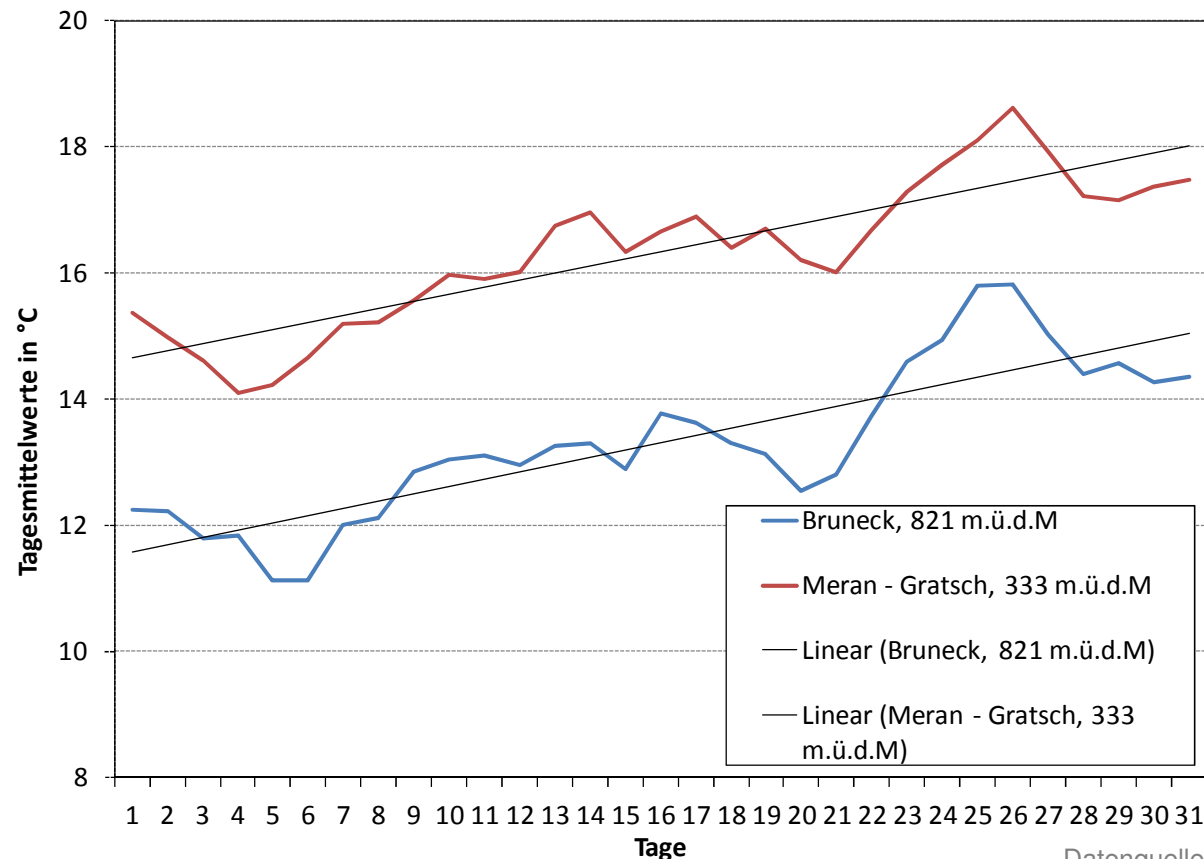
- Problematik:
  - Bestimmung des Anteils an abflusswirksamen Niederschlags pro Rasterzelle (50x50mt.) und pro Monat
  - Einfluss des Speichers des Vormonats auf den Abfluss
- rund **3,1 Mio. Rasterzellen** im Untersuchungsgebiet
- Anforderung: möglichst wenige und frei verfügbare Eingangsdaten
- daher modifiziertes Temperaturindex-Verfahren (TI)

- Annahme: Korrelation zwischen Temperatur und Niederschlag sowie Schneeschmelze



- monatliche Temperaturmittelwerte liefern **keine ausreichende** Information über abflussrelevanten Anteil → Übergang auf Tagesmittelwerte

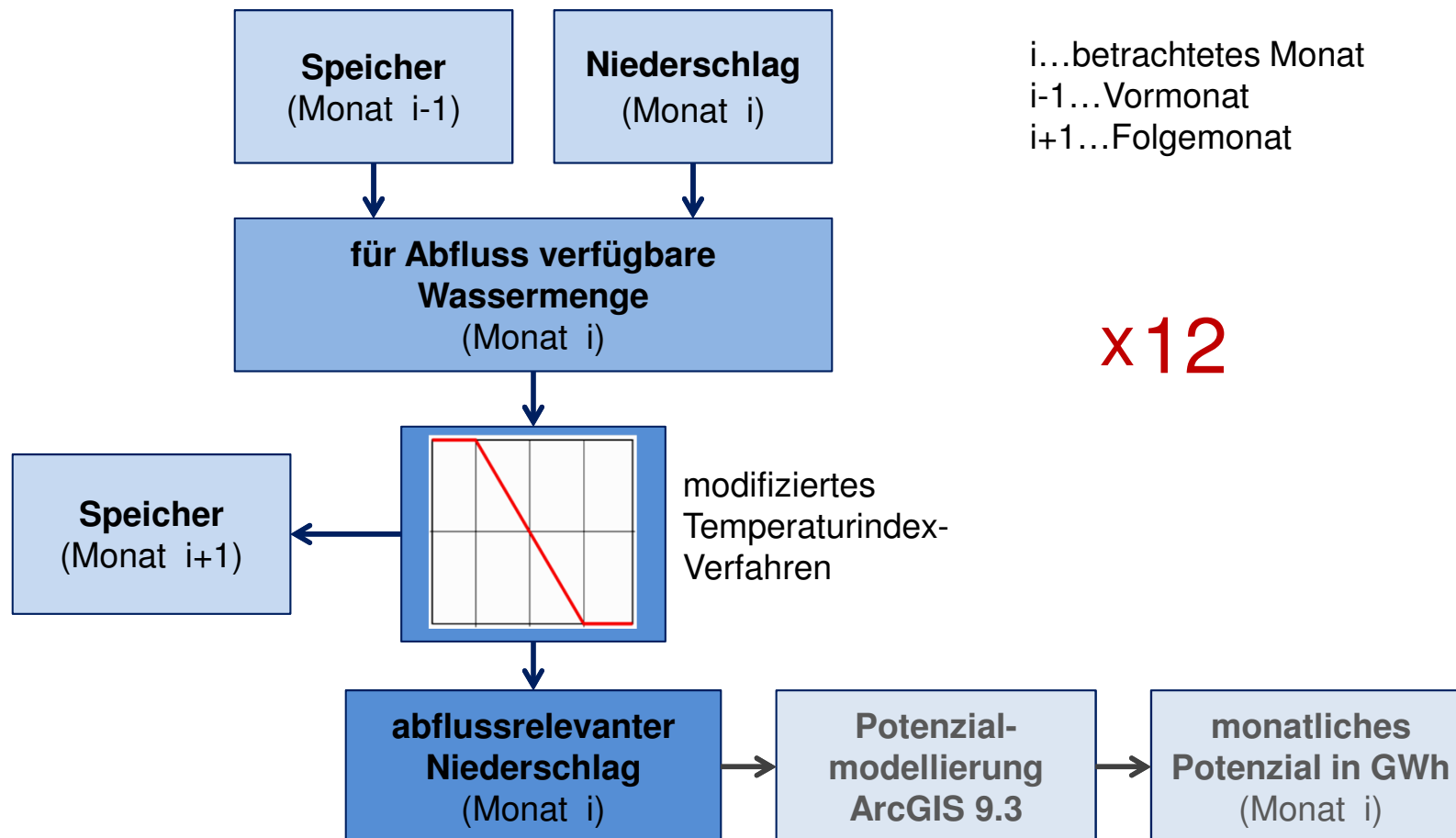
- Analyse von langjährigen Tagesmittelwerten  
**54** Messstationen im Untersuchungsgebiet
- langjährige mittlere Monatstemperaturen pro Rasterzelle



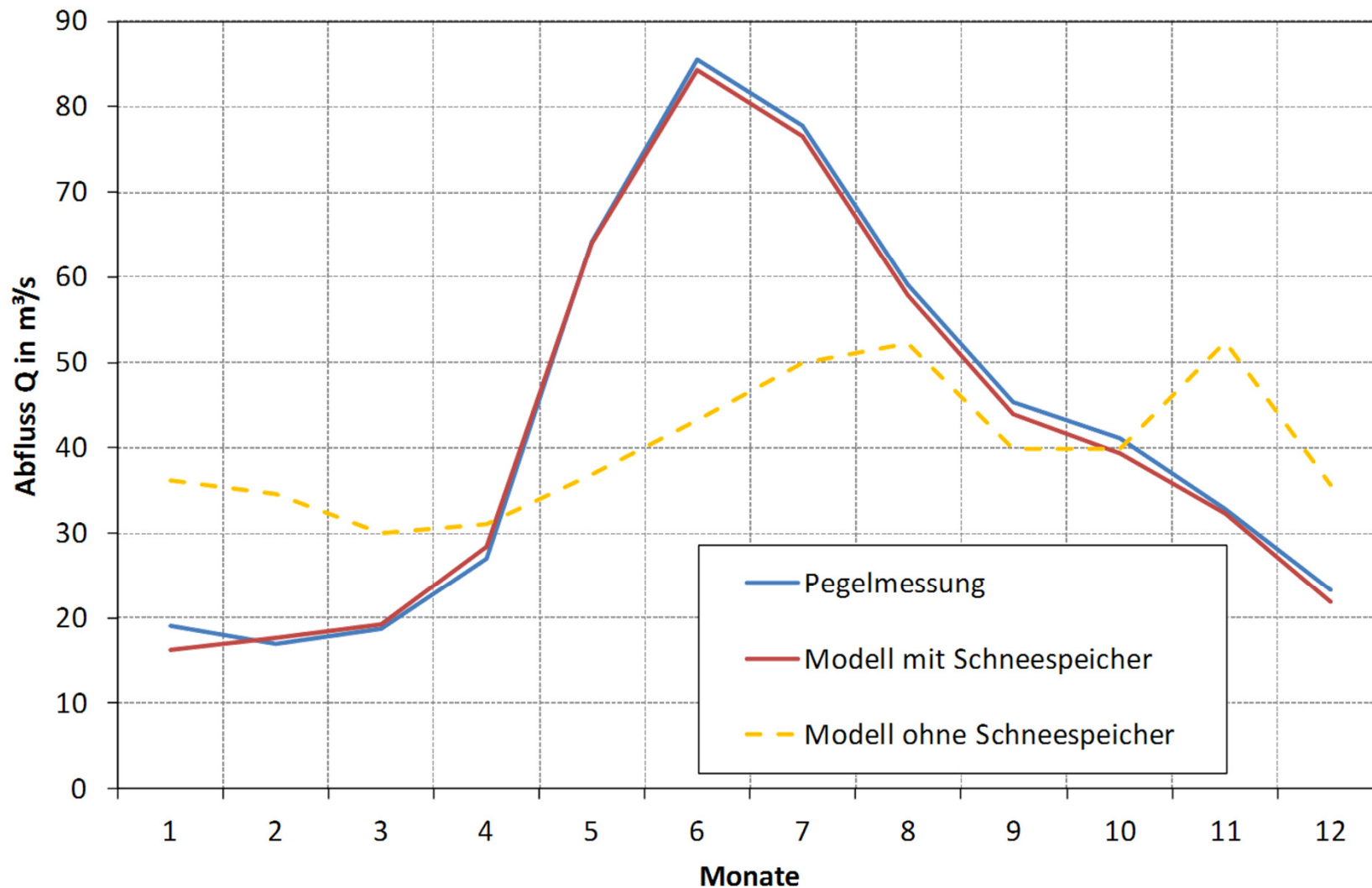
Monat Mai, Abstand  
der Stationen:  
65 km Luftlinie

Datenquelle: Hydrographisches Amt Provinz Bozen, 2010

- iterativer Prozess zum Angleichen an Pegelmessungen



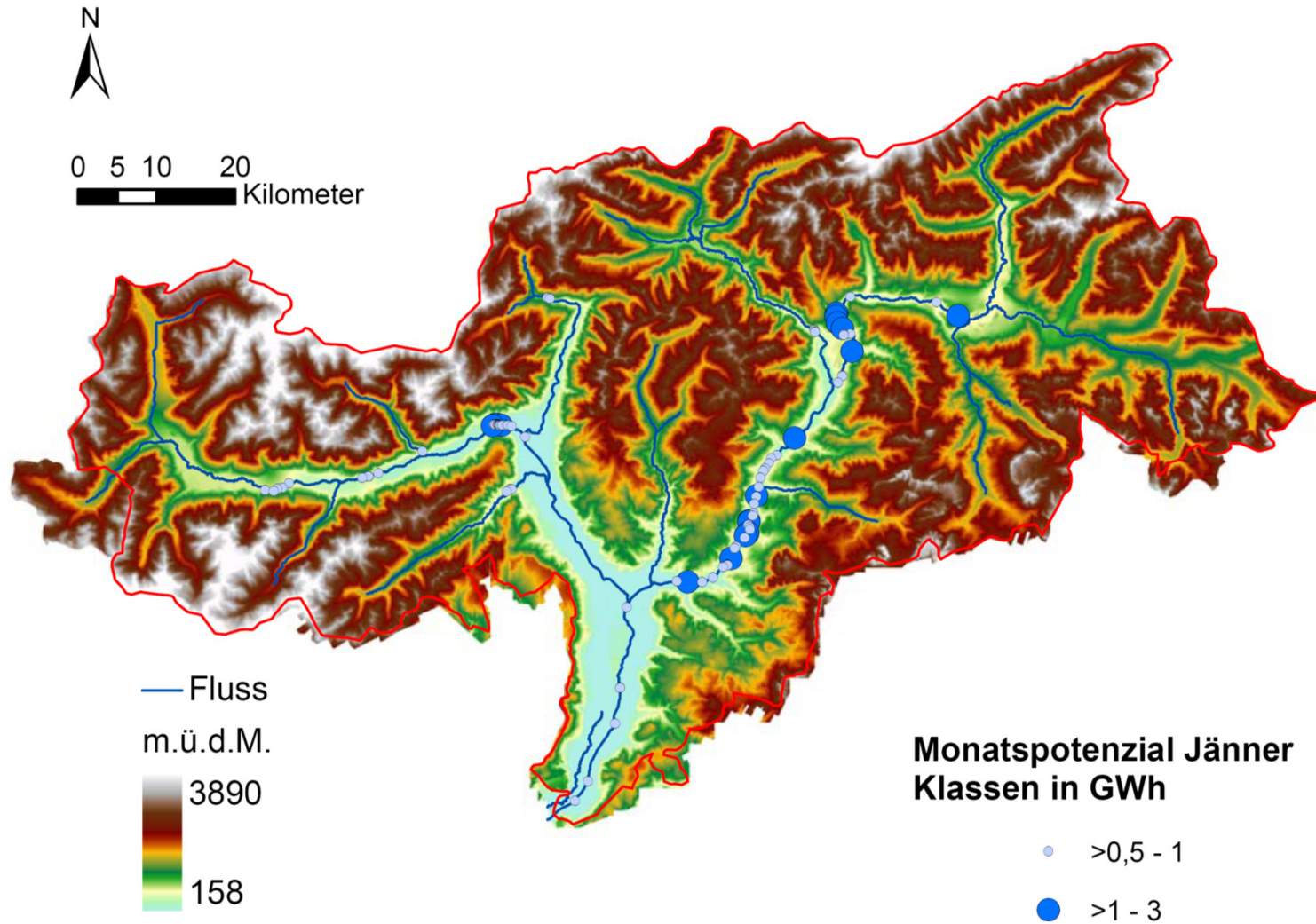
## Rienz bei Vintl





# Ergebnisse des Monatsmodell

16/28



## [Animation Ergebnisse Monatspotenzial](#)

# MODELLIERUNG KONKRETER KRAFTWERKSSTANDORTE (OPTIMIERUNGSPOTENZIAL)

- Gegenstand der Analyse: **27** Großanlagen mit rd. 80% der durchschnittlichen jährlichen Produktion
- Methodik:
  - Abbildung der Anlage im GIS-Modell (Krafthaus, Einzugsgebiete jeder Wasserfassung, anlagenrelevante Wasserfracht)
  - Berechnung von Nutzungsgraden (NG) für jede Anlage

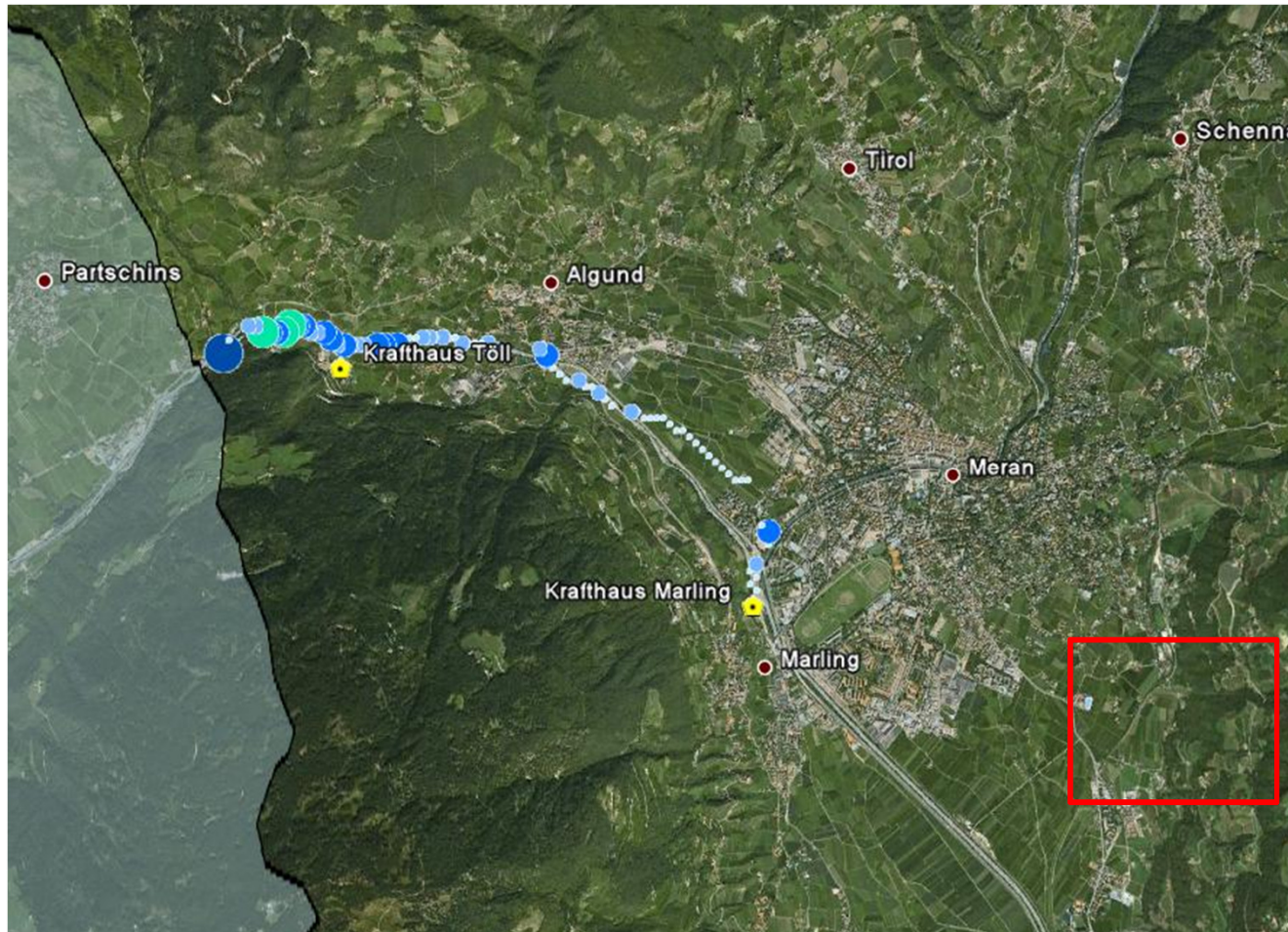
$$NG = \frac{\text{Regelarbeitsvermögen der Anlage}}{\text{Abflusslinienpotenzial}_{\text{NETTO}} \text{ am Standort}}$$

- Detailanalyse pro Anlage für exakte Aussagen unumgänglich

# Konkrete Standorte Töll und Marling

19/28

Jahreserzeugung laut Betreiber: 377 GWh  
Ergebnis des Abflusslinienpotenzials Netto: 478 GWh



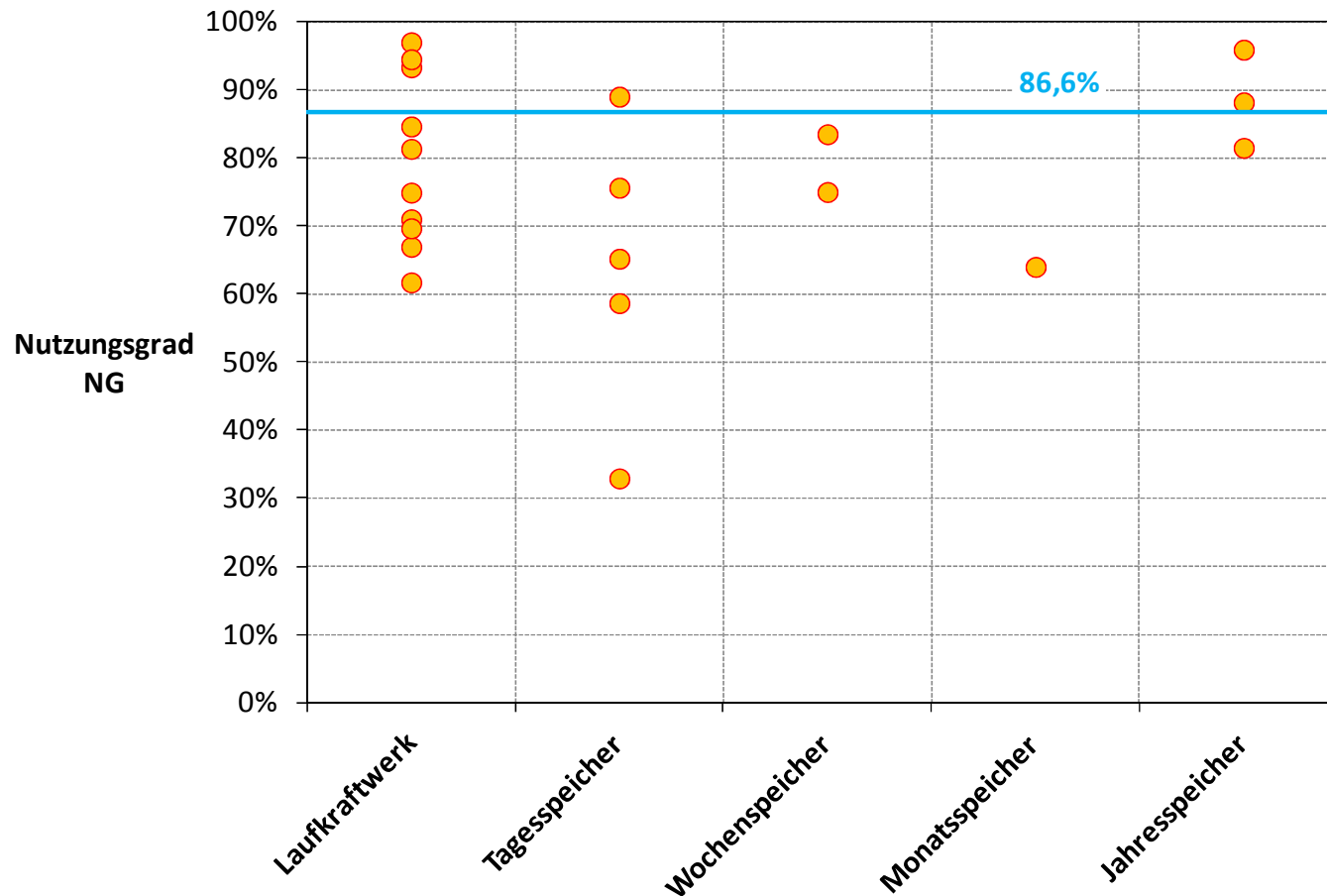
**Jahrespotenzial  
Klassen in GWh/a**

- 3 - 5
- > 5 - 10
- > 10 - 20
- > 20 - 30
- > 30

Quelle Satellitenbilder: Google Earth, 2011



- Berechnung anhand der Anlagennutzungsgrade (**optimistisch**)
- Energiegewinn durch Erreichung des pauschalen Anlagenwirkungsgrades von 86,6% (Pöyry Energie GmbH, 2008)



- Gewinn durch elektro-maschinelle Maßnahmen  
(**konservativ**)
- Wesentlichste Information: Alter der betrachteten  
Komponenten wie bspw. Turbine und Generator
- Ergebnis Methode A (optimistisch): 720 GWh/a
- Ergebnis Methode B (konservativ): 170 GWh/a

# NEUERSCHLIESSUNGS- POTENZIAL



- Abschätzung durch Gebietsnutzungsgrade
- Berücksichtigung: Wassernutzungsplan Südtirol
  - Einzugsgebiet an der Wasserfassung  $> 6 \text{ km}^2$
  - Definition nicht nutzbarer Fließstrecken
  - Erhalt des Gewässerzustand (EU-WRRL)
- Zuweisung der nutzbaren Gewässer in 5 Klassen
- Einteilungskriterien: mittleres Gefälle u. mittlerer Abfluss
- Berechnung von Gebietsnutzungsgraden pro Klasse
- maximal erreichbarer Gebietsnutzungsgrad in der jeweiligen Klasse als Maßstab für Neuerschließung

Klasse 1: Seitentäler, kleines Einzugsgebiet

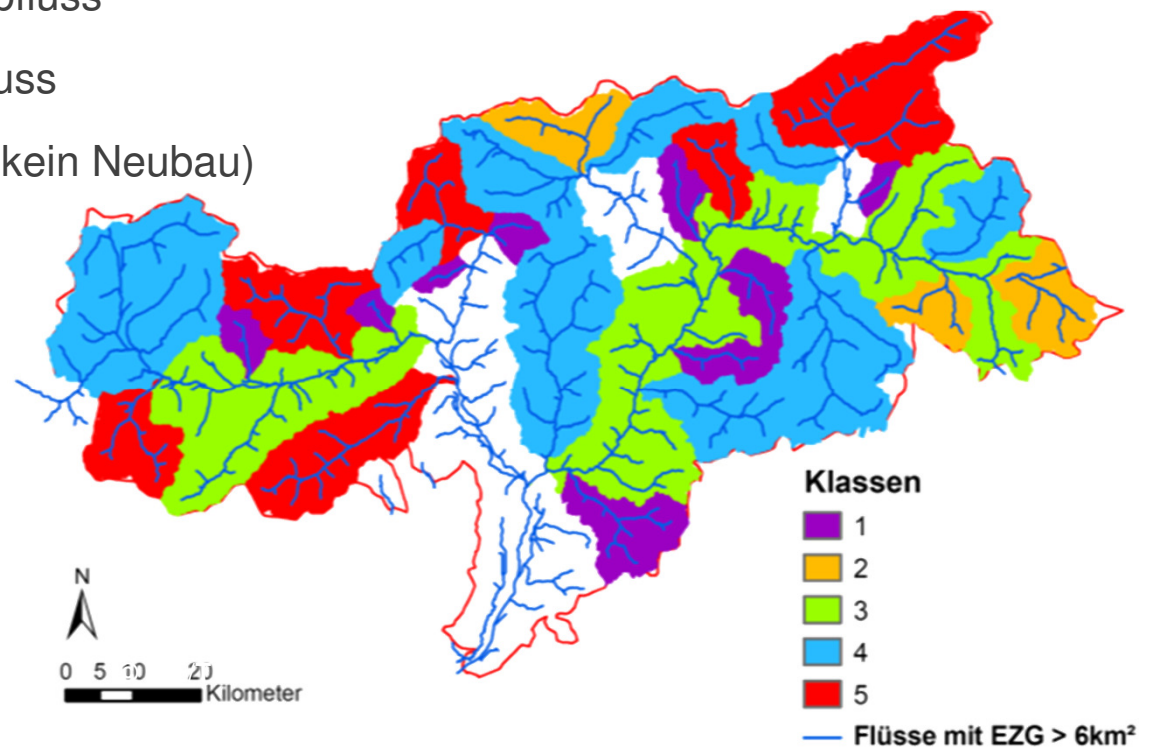
Klasse 2: Seitentäler mit relativ geringem Gefälle

Klasse 3: Hauptflüsse

Klasse 4: Hohes Gefälle, mittlerer Abfluss

Klasse 5: Hohes Gefälle, hoher Abfluss

Weißer Gebiete: freie Fließstrecken (kein Neubau)

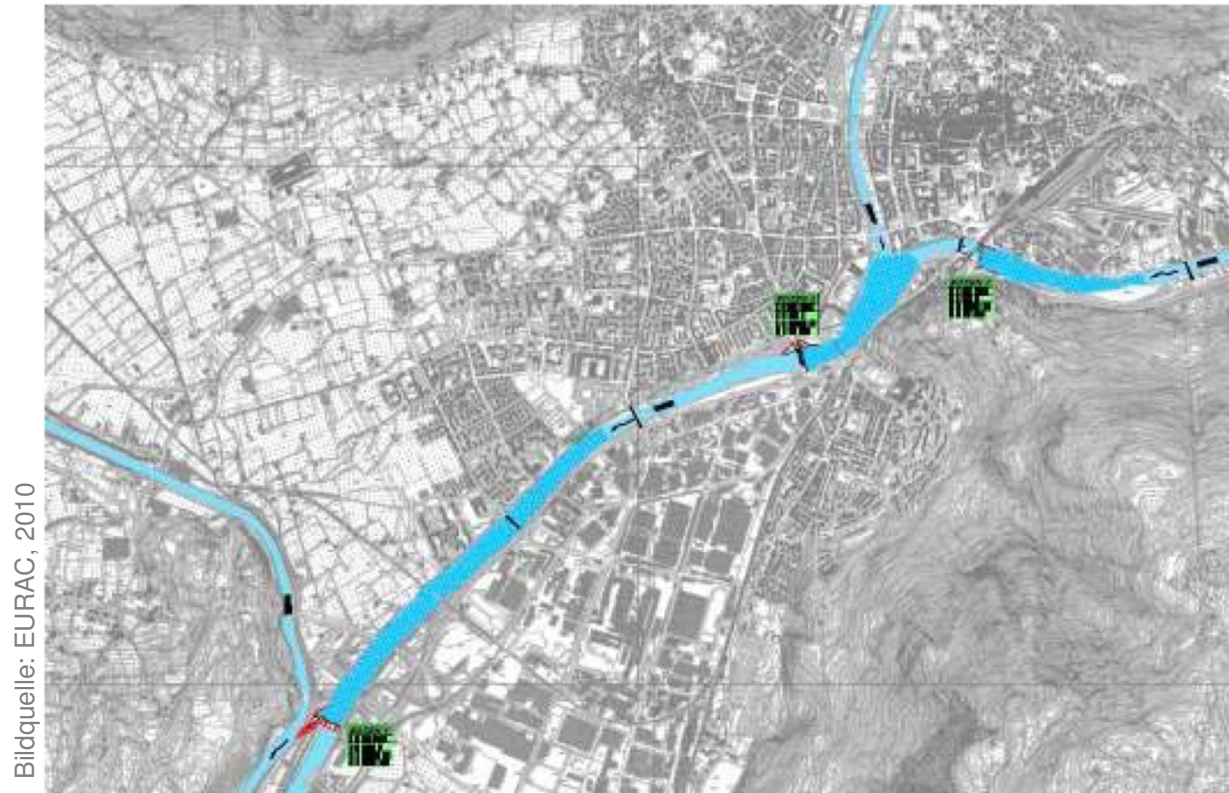


Fluss	Gebietes-NG
Talfer	0,94
Mühlwalderbach	0,91
Grödnerbach	0,51
Etsch (oberer Vinschgau)	0,50
Pfitscherbach	0,50
Pfeldererbach	0,42
Gsieserbach	0,31
Gader	0,16
Mareiterbach	0,08
Rambach	0,00

- Gesamtes Neuerschließungspotenzial: rd. 2000 GWh/a
- Projekte sind in der Arbeit nicht berücksichtigt

# Validierung mit Vergleichsstudie

26/28

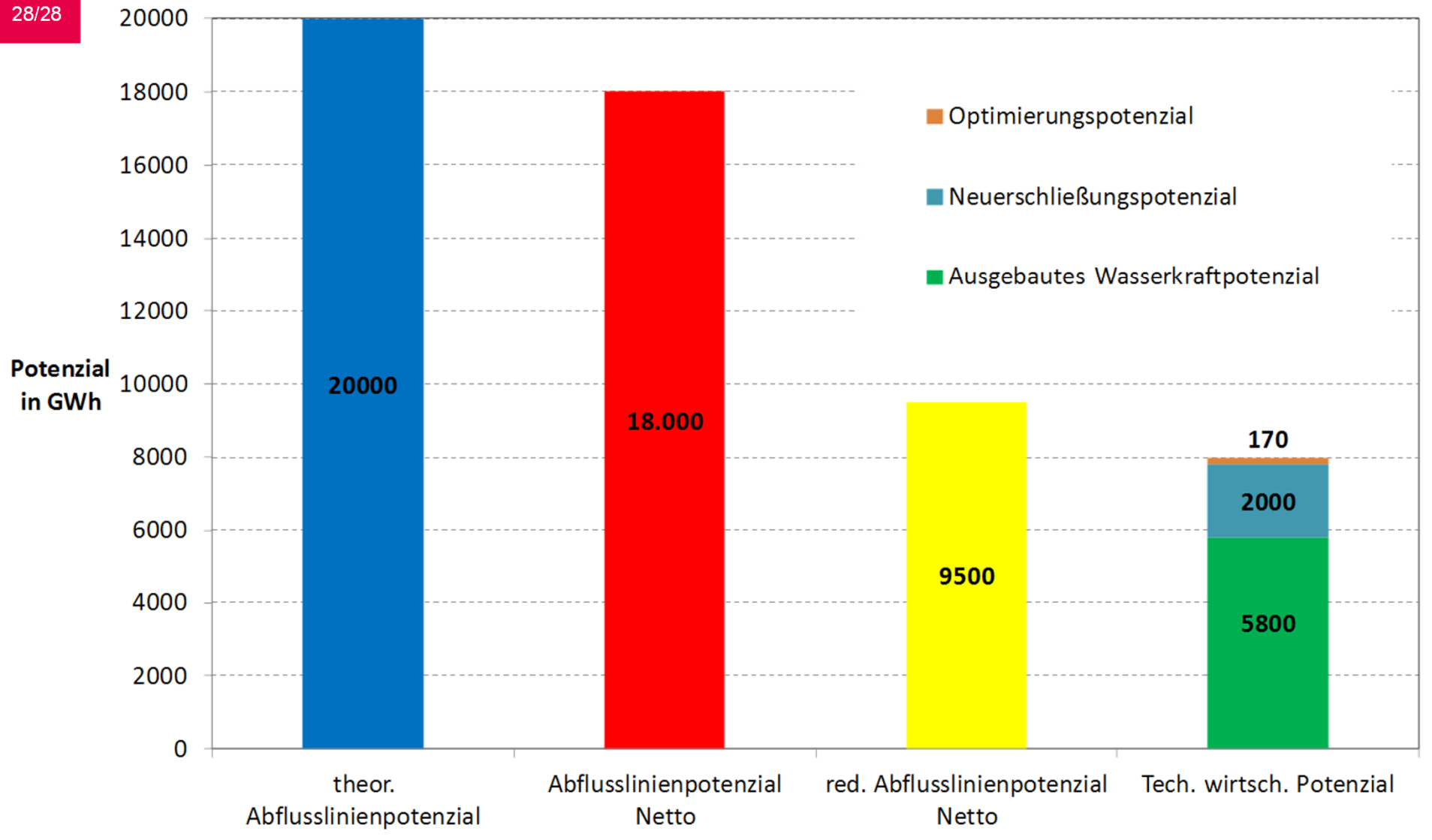


EURAC-Studie:	118 GWh/a
eigene Potenzialanalyse:	107 GWh/a

- Daten frei zugänglich, sensitive Reaktion des Modells auf Datenqualität
- Berechnung monatlicher Potenziale durch Entwicklung eines Speichermodells
- Modellkalibrierung mit Pegelmessdaten und mittlerer Jahresezeugung der Anlagen liefert belastbare Ergebnisse
- aktuell gültige ökologische Rahmenbedingungen werden berücksichtigt
- Gletscherverhalten im Untersuchungsgebiet ist vernachlässigt

# Zusammenfassung der Ergebnisse

28/28



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

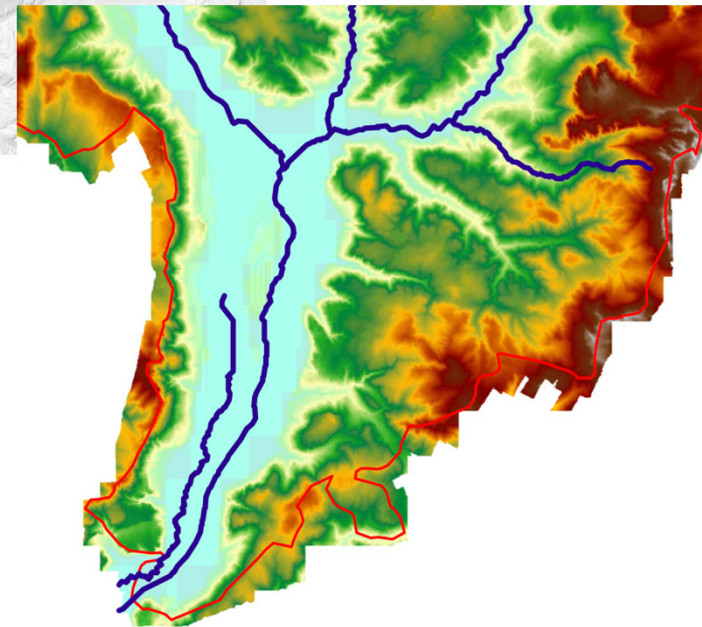
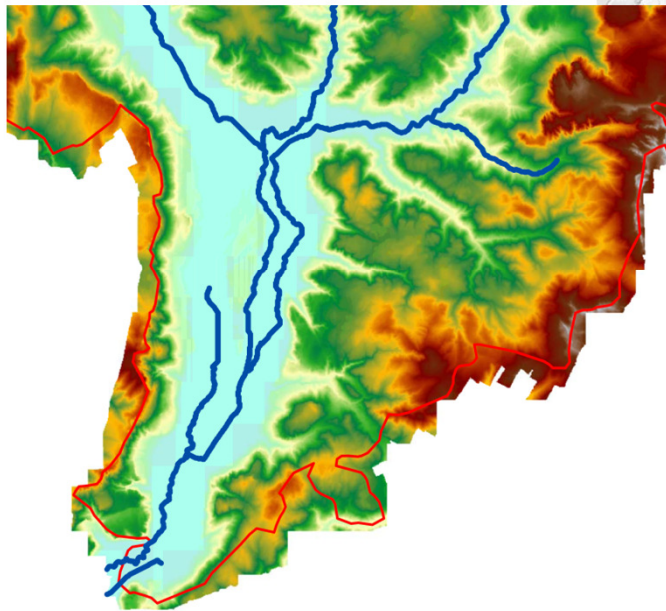
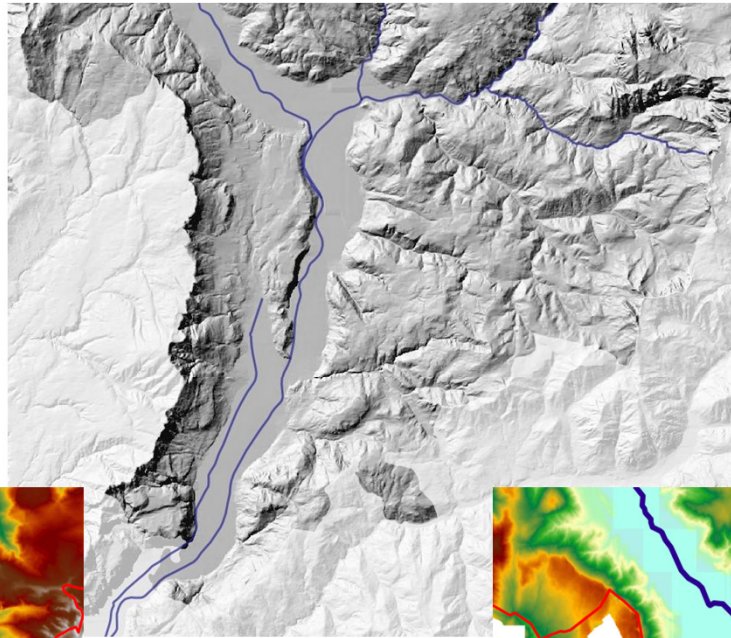
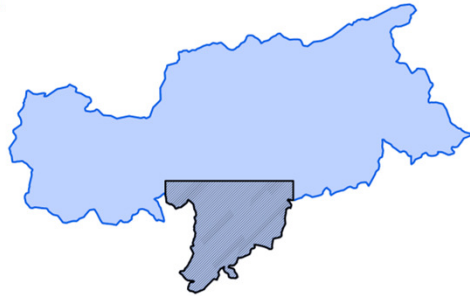




- Grünzertifikate (Certifikati Verdi):
  - ⇒ Förderung für 15 Jahre für Anlagen welche bis 31.12.12 ans Netz gehen
- Tarif für Kleinanlagen (Tariffa Onnicompresiva):
  - ⇒ Anlagen mit einer Nennleistung bis 1 MW, Eispeisetarif von 22 ct/kWh
- Stromtauschverfahren (Cambio sul Posto) ):
  - ⇒ Mit Grünzertifikate vereinbar, Anlagen mit einer Nennleistung bis 200 kW
- Abnahme durch GSE zu einem garantierten Preis (Ritiro Dedicato):
  - ⇒ Nur für Laufwasserkraftwerke relevant, Anlagen bis 10 MW Nennleistung

# Korrektur DHM

31/28



- Gewinn durch elektro-maschinelle Maßnahmen
  - Aussagen anhand des Alters der Ausrüstung

Baujahr	Lastbereich		
	50%	75% (Optimum)	100%
1925	6%	4%	6%
1950	3%	2%	3%
1975	1.5%	1%	1.5%

Quelle: Laufer et al., 2004

- Zusätzlicher Energiegewinn ca. 170 GWh/a