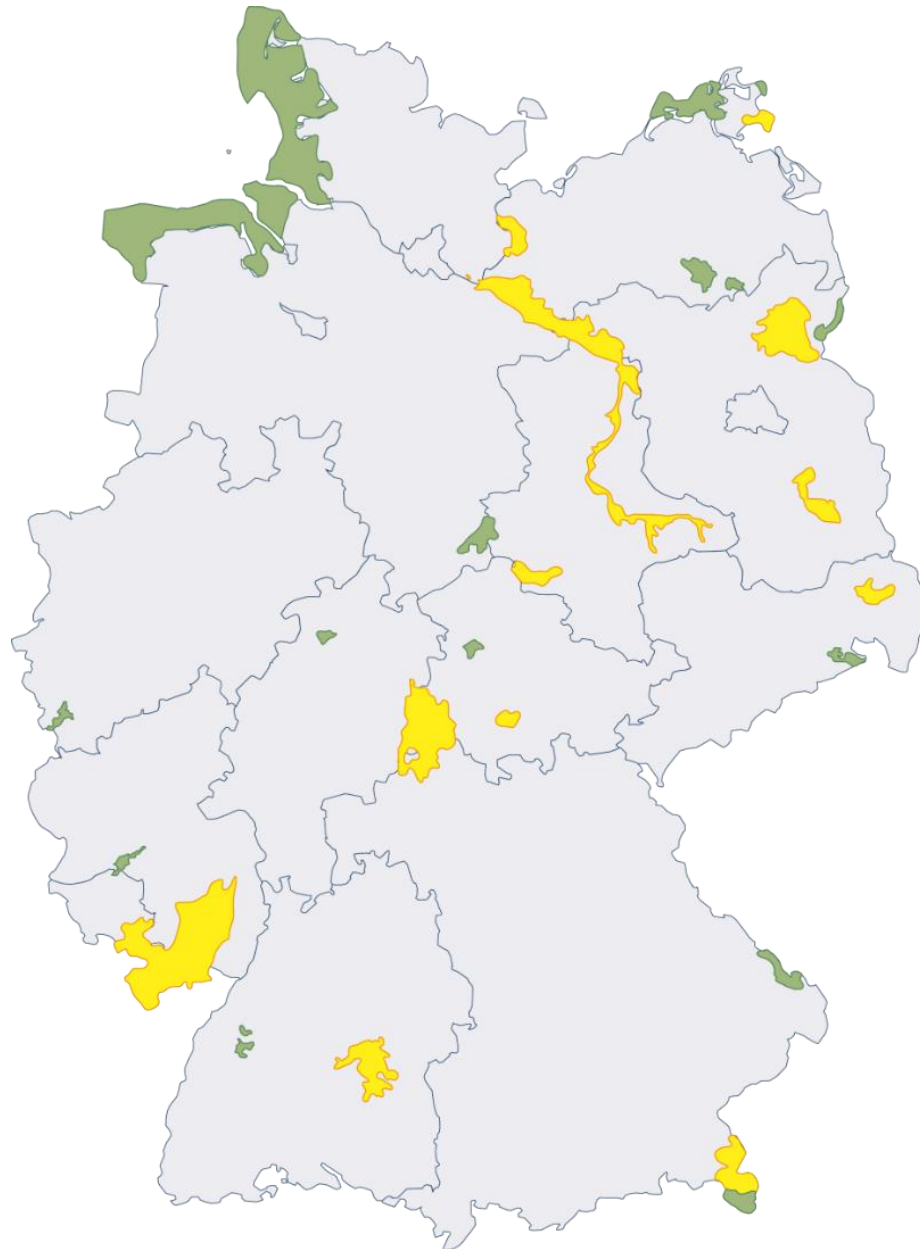


# Klimaänderungen im alpinen Raum am Beispiel des Nationalpark Berchtesgaden

# Deutsche Nationalparke /Biosphärenreservate



**Anzahl:** 16 Nationalparke  
16 Biosphärenreservate

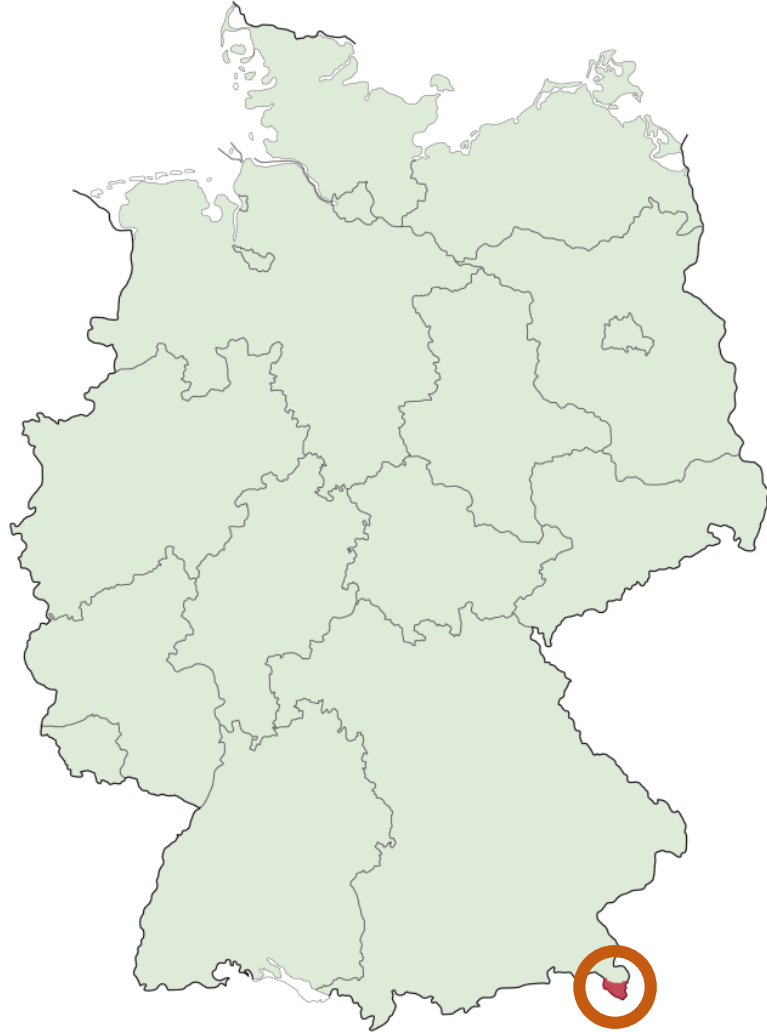
**Legende:**

Biosphärenreservat 

Nationalpark 

Quelle: BfN, 2015

# Nationalpark Berchtesgaden



**Lage:** Südosten Deutschlands und Bayerns

## **Eckdaten:**

- 1910 Pflanzenschonbezirk
- 1920 Naturschutzgebiet
- 1978 Nationalpark
- 1991 Biosphärenreservat
- 2010 Biosphärenregion BGL

## **Rechtsgrundlage:**

- Nationalparkverordnung
- BNatschG / BayNatSchG
- FFH-Richtlinien
- Alpenkonvention
- IUCN-Leitlinien
- Europadiplom

## **Organisation:**

- 100% der Fläche im Besitz des Freistaats Bayern
- nachgeordnete Behörde des Bayerischen Umweltministeriums



# Daten und Fakten

## Allgemeines:

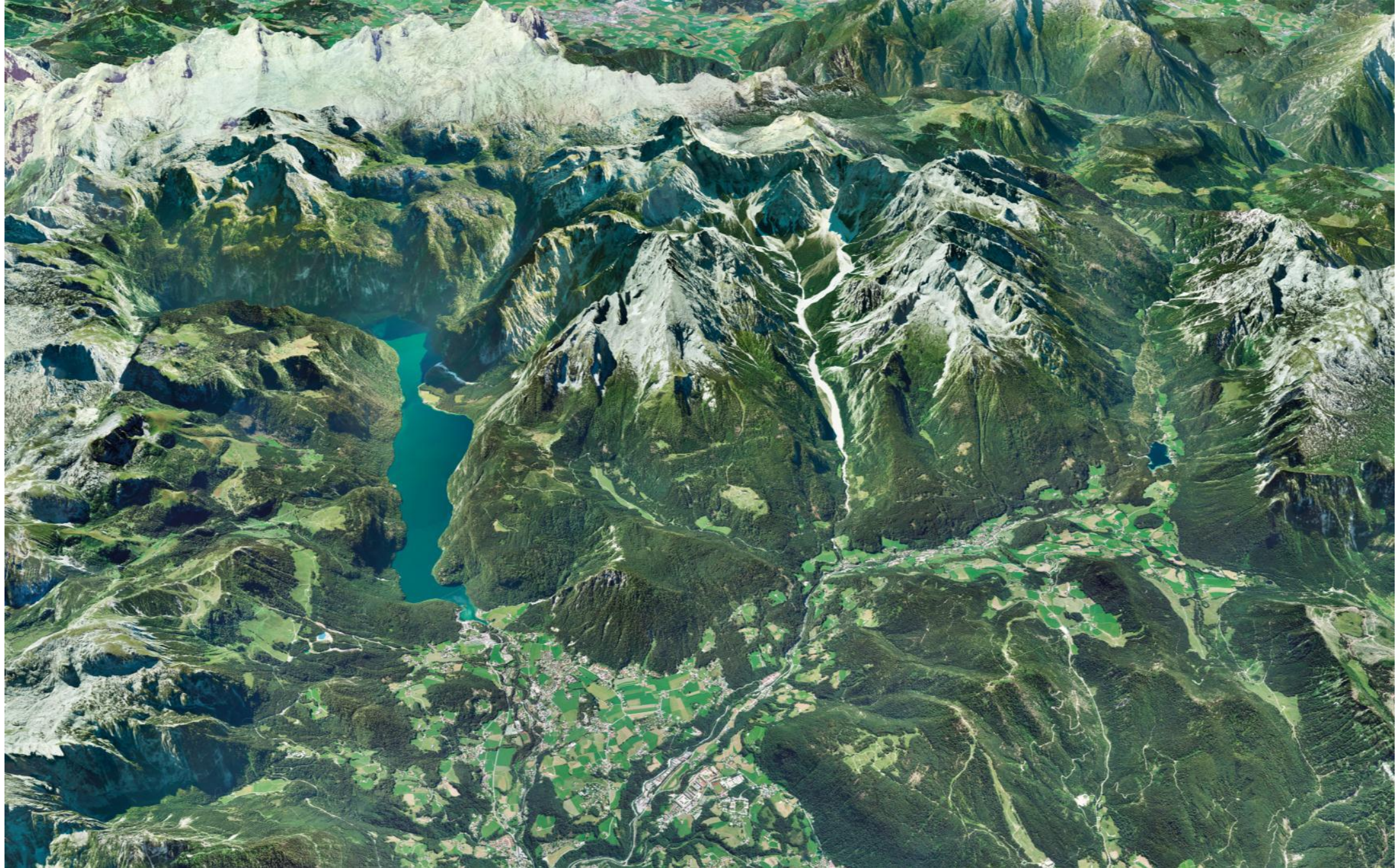
IUCN-Kategorie	II
Fläche	210 km <sup>2</sup>
Wanderwege	265 km
Mitarbeiter/innen	ca. 90

## Landschaftsform:

Hochgebirge

## Die „längste Vertikale“:

Watzmann	2.713 m ü. NN
Königssee	603 m ü. NN



Karte: 3Raum Visualisierung



Der Watzmann (2713 m)



Königssee (603 m)



Wimbachtal (Naturlandschaft)



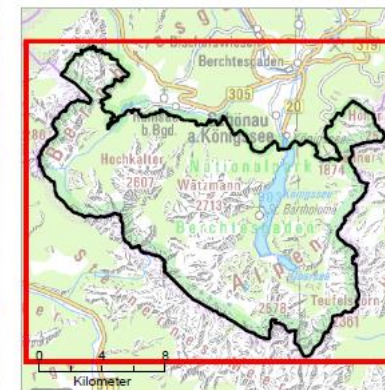
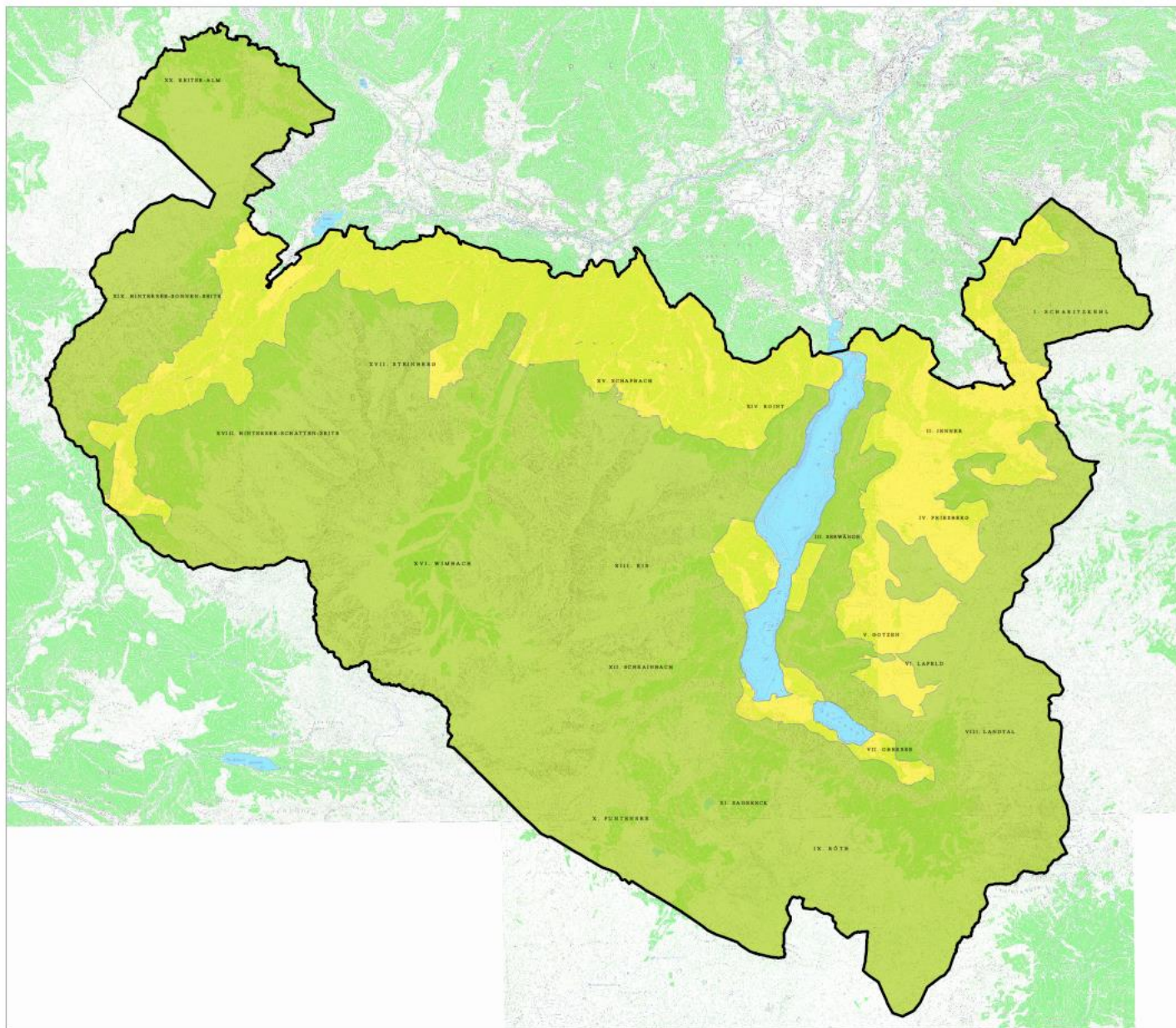


Klausbachtal (Kulturlandschaft)

# Ziele des Nationalparks

vgl. Verordnung des Bayerischen Landtags





**Legende**

-  Grenze Nationalpark
-  Pflegezone
-  Kernzone

**Nationalparkverwaltung Berchtesgaden**  
vorläufige Zonierung

Maßstab bei Ausdruck auf DIN A3 1:80.000

Bearbeiter: Bernd Becker  
Stand: 26.07.2016



Geofachdaten:  
© FIS Nationalpark Berchtesgaden  
([www.nationalpark-berchtesgaden.de](http://www.nationalpark-berchtesgaden.de))  
© Bayerisches Landesamt für Umwelt  
([www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de))  
Geobasisdaten:  
© Bayerische Vermessungsverwaltung  
([www.geodaten.bayern.de](http://www.geodaten.bayern.de)) 2013

Darstellung der Flurkarte als Eigentumsnachweis nicht geeignet!



# Forschung und langfristige Umweltbeobachtung im Nationalpark Berchtesgaden

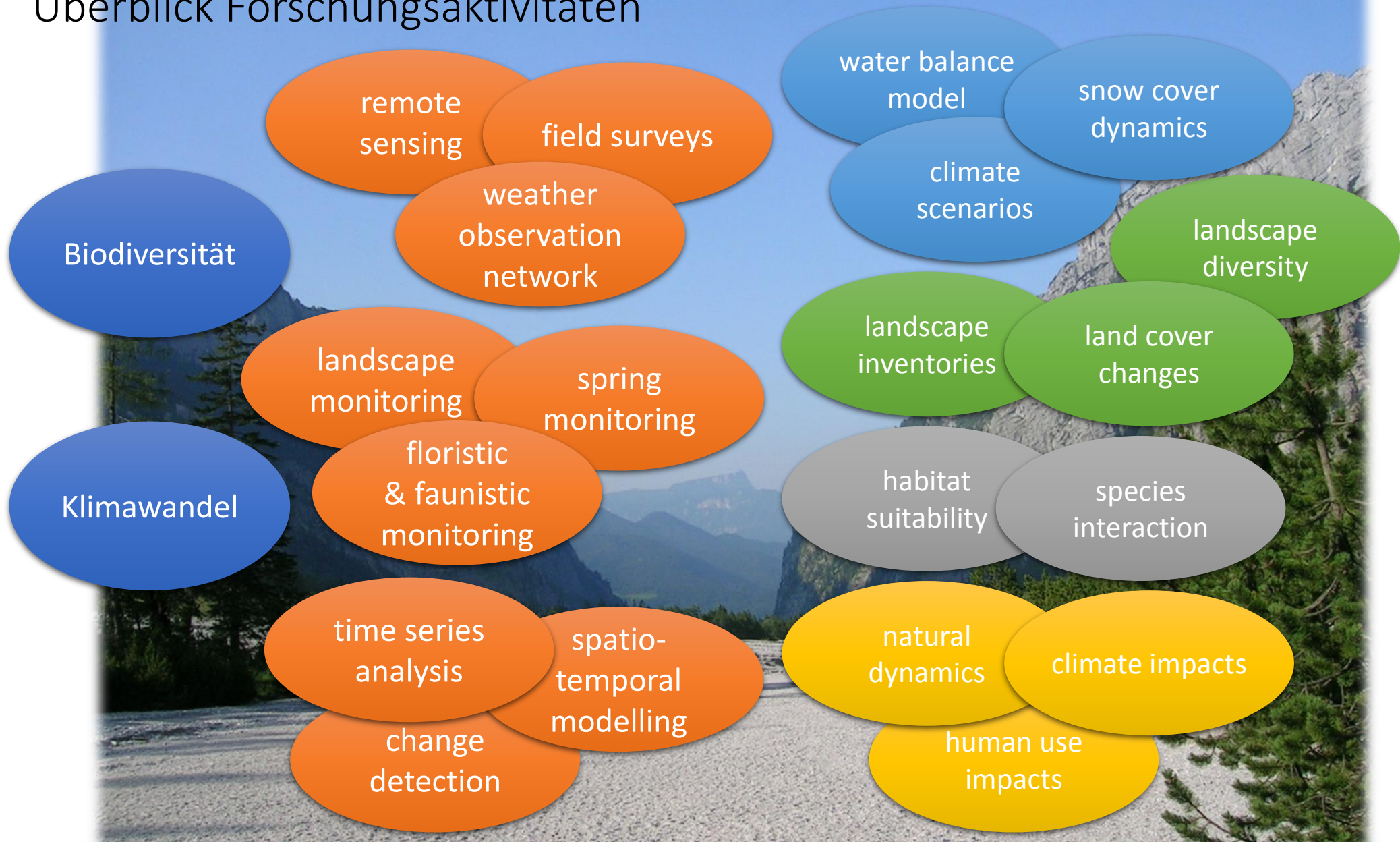
1. **Beobachtung und Erfassung langfristiger  
Umweltveränderungen**
2. **Unterstützung des Nationalparkmanagements  
durch Plausibilitätskontrollen usw.**

(Nationalparkplan, Kap. 11)

# Forschung & Informationssysteme



# Überblick Forschungsaktivitäten



Themen

Werkzeuge & Methoden

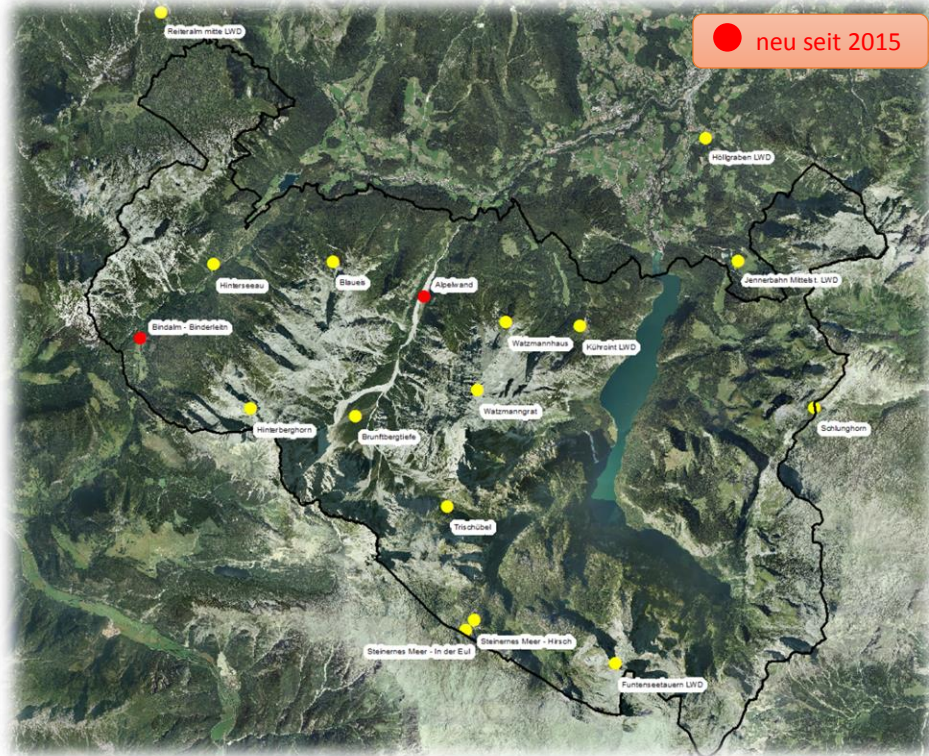
Ergebnisse

# Schwerpunkt Klimafolgenforschung

- Klimamessnetz
- Wasserhaushaltsmodell
- Alpine Vegetation
- GLORIA
- Quellen
- Borkenkäfer
- Vegetationszäune
- Änderung der Landbedeckung



# Netzwerk automatischer Klimastationen



**hohe räumliche Auflösung**  
→ 14 Stationen auf 210 km<sup>2</sup>  
→ 3 weitere in der Nähe

**hohe zeitliche Auflösung**  
→ 10-Minuten-Intervalle

**großer Höhengradient**  
→ 800-2.700 m ü. NN

**oft an extremen Standorten**



## Kooperation mit dem LWD Bayern

- LWD Bayern betreibt im gesamten bayerischen Alpenraum ein Netzwerk automatischer Stationen, davon 2 im Nationalpark und 3 in unmittelbarer Nachbarschaft
- Lawinenwarndienst und Hochwassernachrichtendienst des Landesamts für Umwelt Bayern nutzen die Daten aus dem Nationalpark, Nationalpark nutzt die Daten der LWD Stationen

10 Parameter	27 (!) Messwerte
Wind	Geschwindigkeit, Spitzengeschwindigkeit Windrichtung
Niederschlag	
Strahlung	Globalstrahlung, reflektierte Strahlung, photosynthetisch aktive Strahlung (400-700 nm)
Luftfeuchte	
Lufttemperatur	
Oberflächentemperatur	Bodenoberfläche, Schneeoberfläche
Bodentemperatur	in 2 / 5 / 10 / 20 / 50 cm Tiefe
Bodenfeuchte	in 5 / 20 / 50 cm Tiefe
Schneedecke	Schneehöhe, Schneegewicht, Schnee-Wasser-Äquivalent
Schneetemperatur	in 20 / 40 / 60 / 80 / 100 cm Tiefe



- sehr konstruktive Zusammenarbeit v.a. bei Aufbau, Wartung, Datenübertragung

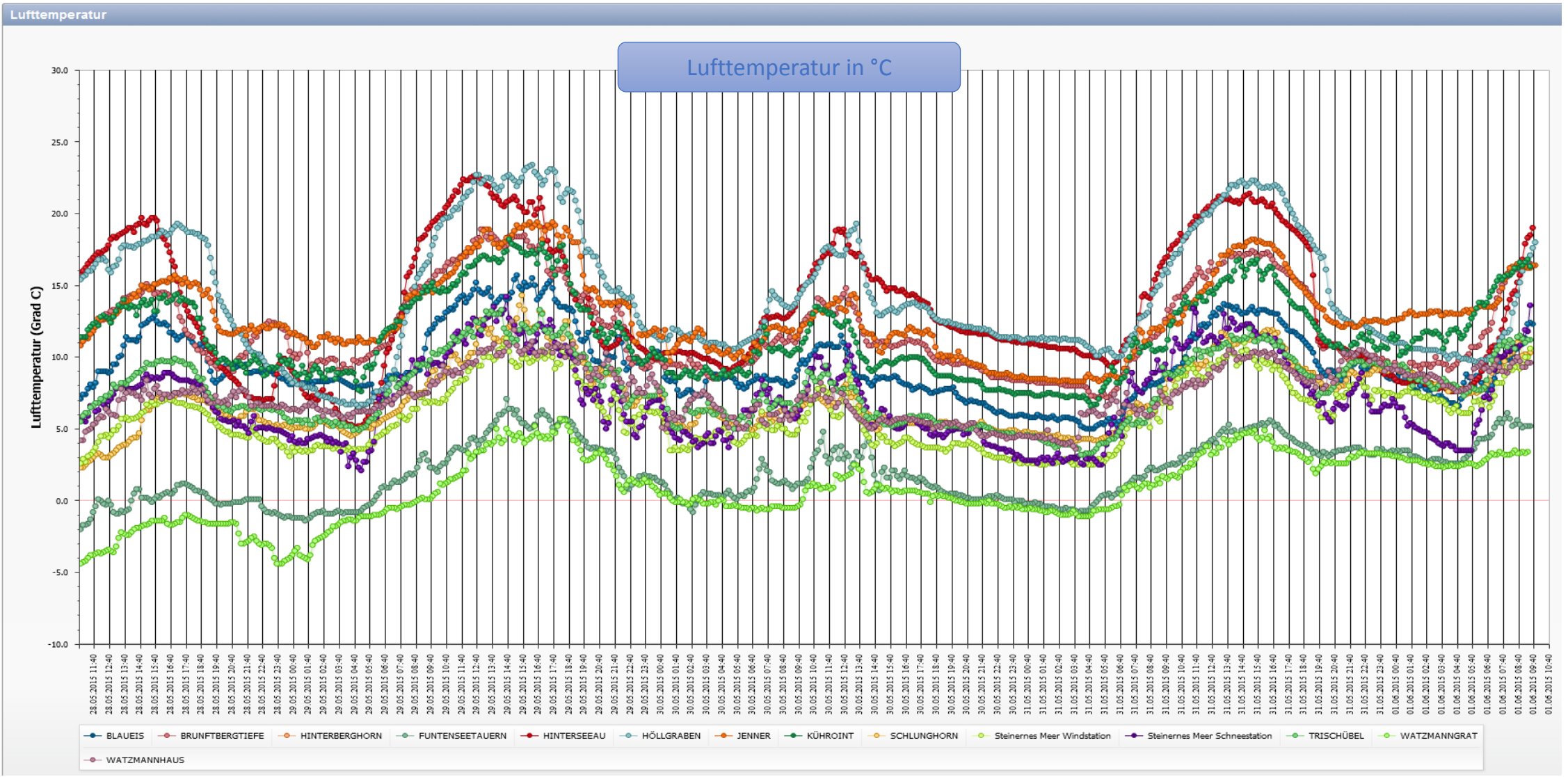


- weitere Kooperation mit der ZAMG in Österreich

Management von Messgeräten und Daten sehr anspruchsvoll  
 → gut bestückte Klimastation Kühroint erzeugt & überträgt 27 Messwerte alle 10 Minuten

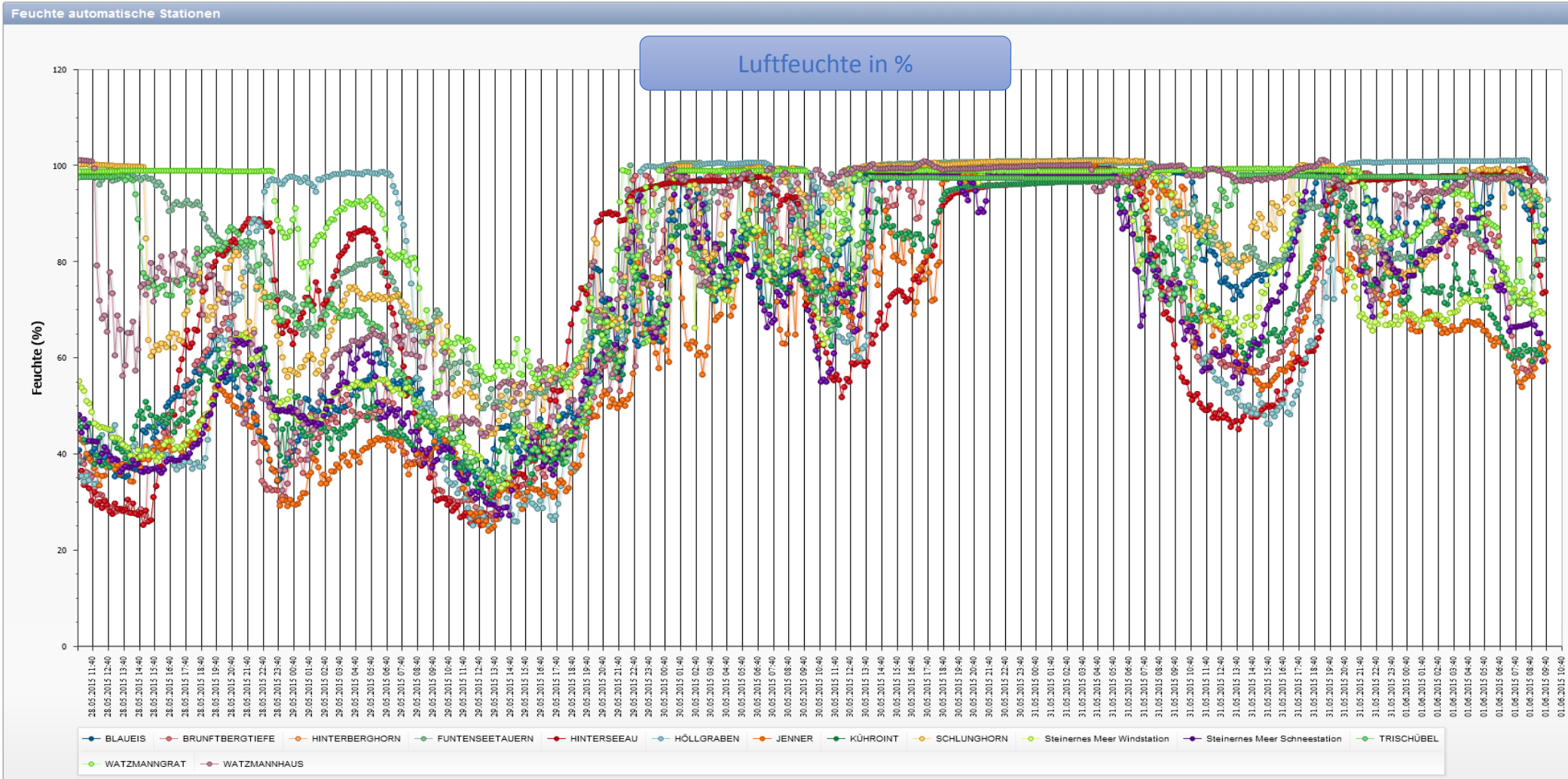
# Klima-Informationssystem des Nationalparks

→ Datenübertragung und Visualisierung

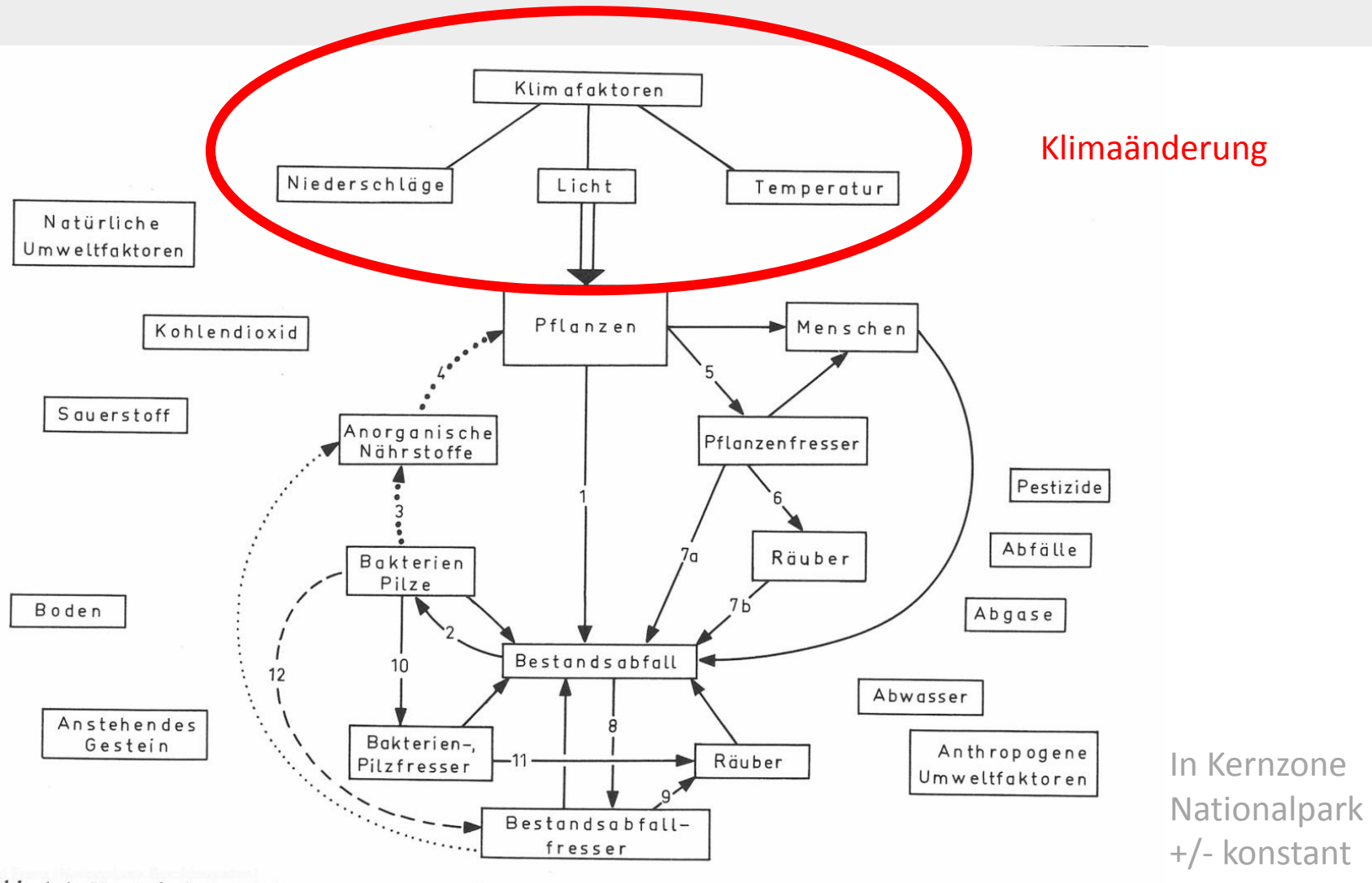


# Klima-Informationssystem des Nationalparks

→ Datenübertragung und Visualisierung



# Vereinfachtes Wirkungsgefüge eines Ökosystems



# Beispiele für klimabezogene Forschungen im Nationalpark Berchtesgaden



# Hintergrund und Motivation

## Langfristige Beobachtung globaler Klimaveränderungen und ihrer Auswirkung auf alpine Ökosysteme

### ➤ **Langfristige Klimabeobachtung**

| Klimastationen, Auswertung der Daten, Qualitätssicherung

### ➤ **Auswirkungen auf die Gebietswasserbilanz und Massenverlagerungen**

✎ Aufrechterhaltung Pegel

✎ Abflussmessungen und Abtragsmessungen

### ➤ **Auswirkung auf die Entwicklung der Schnee- und Eisdecken**

✎ Langfristige Beobachtung von Gletschern und Firnfeldern

✎ Modellierungen zur Schneedeckenentwicklung

Gabriele Leonhard, Michael Warscher  
Ulrich Strasser, Harald Kunstmann





#### Elbe

Wie wirkt sich der Globale Wandel auf die Umwelt und die Gesellschaft im Elbegebiet aus?  
Koord.: Dr. Becker, PIK Potsdam  
Beginn: 01.09.2000

#### Danube

Integrative Techniken, Szenarien und Strategien zum Globalen Wandel des Wasserkreislaufes am Beispiel der Donau  
Koord.: Prof. Mauser, Uni München  
Beginn: 01.10.2000

#### Jordan River

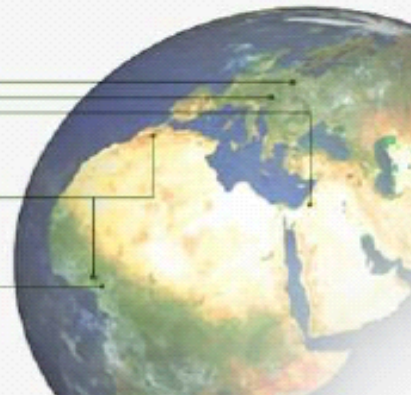
Globaler Wandel und das integrative Wassermanagement  
Koord.: Dr. Tiebörger, Uni Potsdam  
Beginn: 01.04.2001

#### IMPETUS

Integratives Management für einen effizienten und tragfähigen Umgang mit Süßwasser in Westafrika  
Koord.: Prof. Speth, Uni Köln  
Beginn: 01.05.2000

#### Volta

Nachhaltiger Umgang mit der Ressource Wasser im Volta-Becken  
Koord.: Prof. Vlek, Uni Bonn  
Beginn: 01.05.2000



www.glowa.org



### Global Change in the Hydrological Cycle

# GLOWA

an example of integrative interdisciplinary and application oriented global change research

**GLOWA** ist ein Projektverbund des **bmb+f**, in welchem mehrere Wissenschaftlergruppen die Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Wasserbilanz und das nachhaltige Flussgebietsmanagement größerer Einzugsgebiete in Europa und Afrika untersuchen

**GLOWA-Danube:** Hauptaspekt ist die disziplinenübergreifende Integration

1. Projektphase: 2001 – 2003 (4.8 Mio. €)
2. Projektphase: 2004 – 2006 (6.3 Mio. €)
3. Projektphase: 2007 – 2009

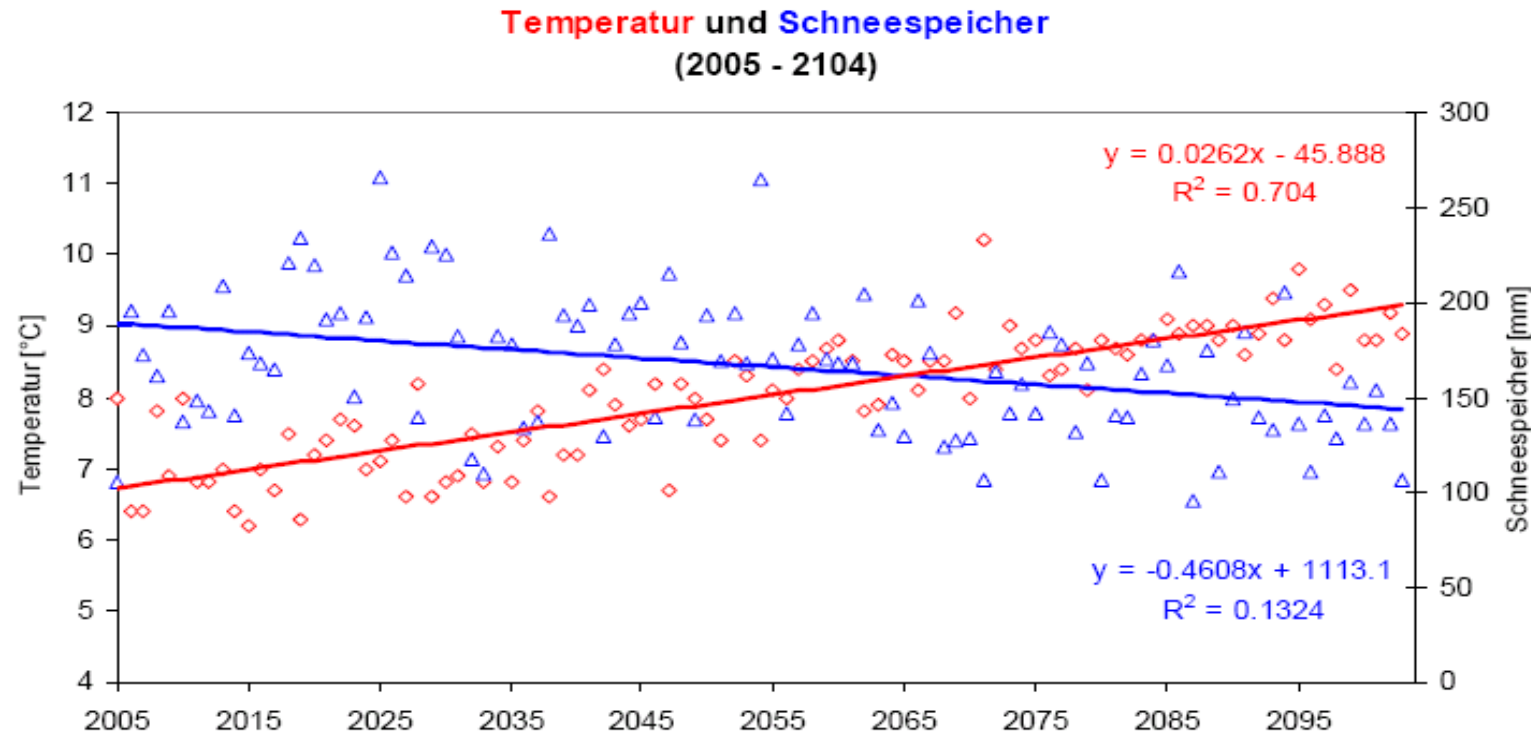




## IPCC-Szenario B2 (delta T = 2.7K/100a)



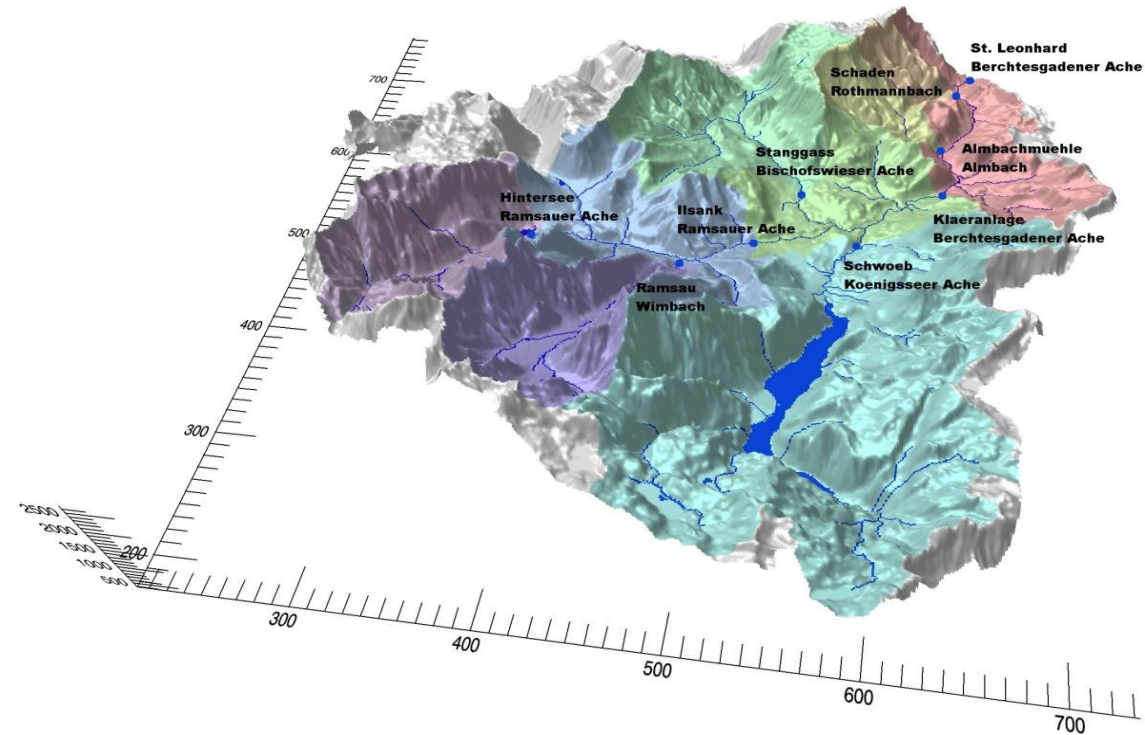
Änderung der Temperatur und des Schneespeichers 2005 – 2104  
Obere Donau



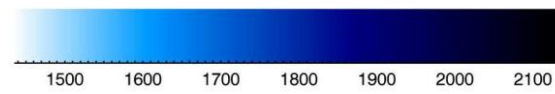
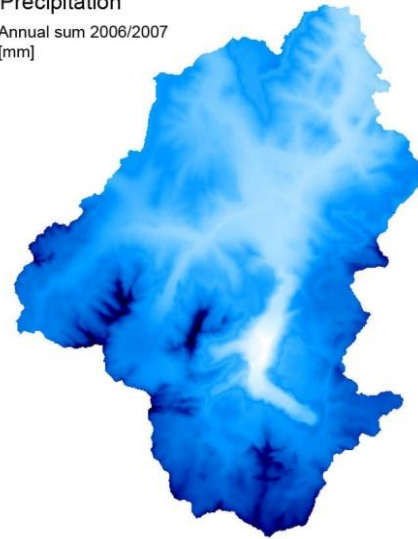


# Datengrundlage WaSiM-ETH

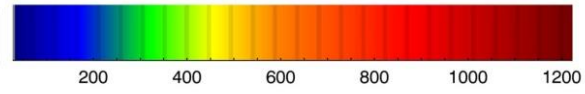
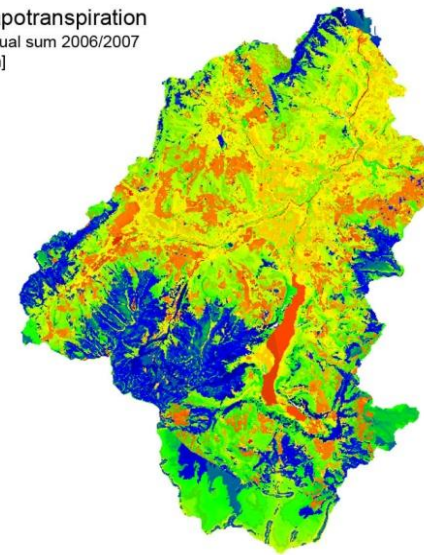
- Abflusspegel  
(WWA Traunstein,  
Hydrographischer Dienst  
Salzburg)
- Teileinzugsgebiete  
(berechnet mit WaSiM-Tool  
„TANALYS“)
- Fläche des gesamten  
Einzugsgebiets: 432 km<sup>2</sup>
- Modellzeitraum: 2001-2011  
(2013)



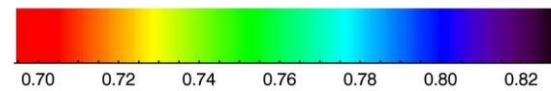
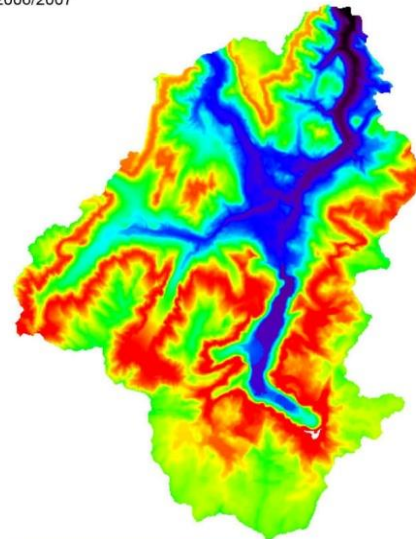
Precipitation  
Annual sum 2006/2007  
[mm]



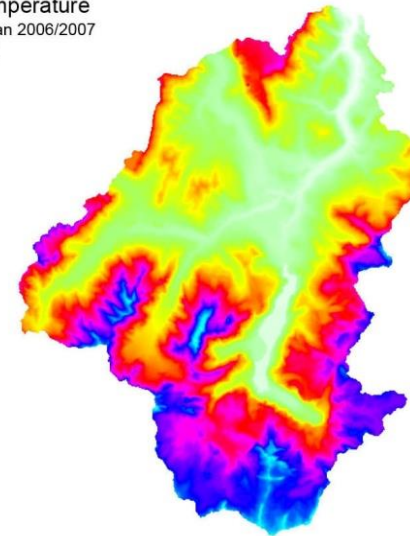
Evapotranspiration  
Annual sum 2006/2007  
[mm]



Relative Humidity  
Mean 2006/2007  
[%]



Temperature  
Mean 2006/2007  
[°C]



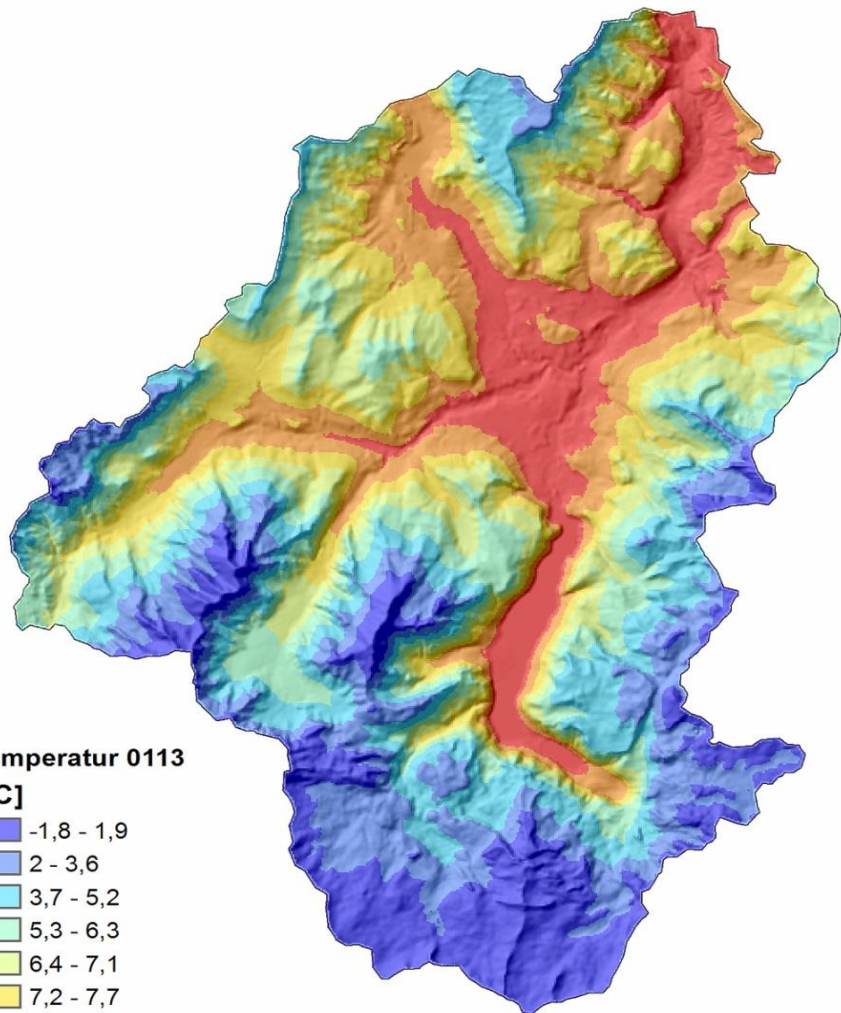
### Wasserhaushaltsmodell Berchtesgaden

erarbeitet von  
Dr. Gabriele Leonhard  
Dr. Michael Warscher

unter intensiver Betreuung von

Prof. Dr. Harald Kunstmann, Garmisch  
Prof. Dr. Ulrich Strasser, Innsbruck

### Mittlere Jahrestemperatur 2001 - 2013



Temperatur 0113

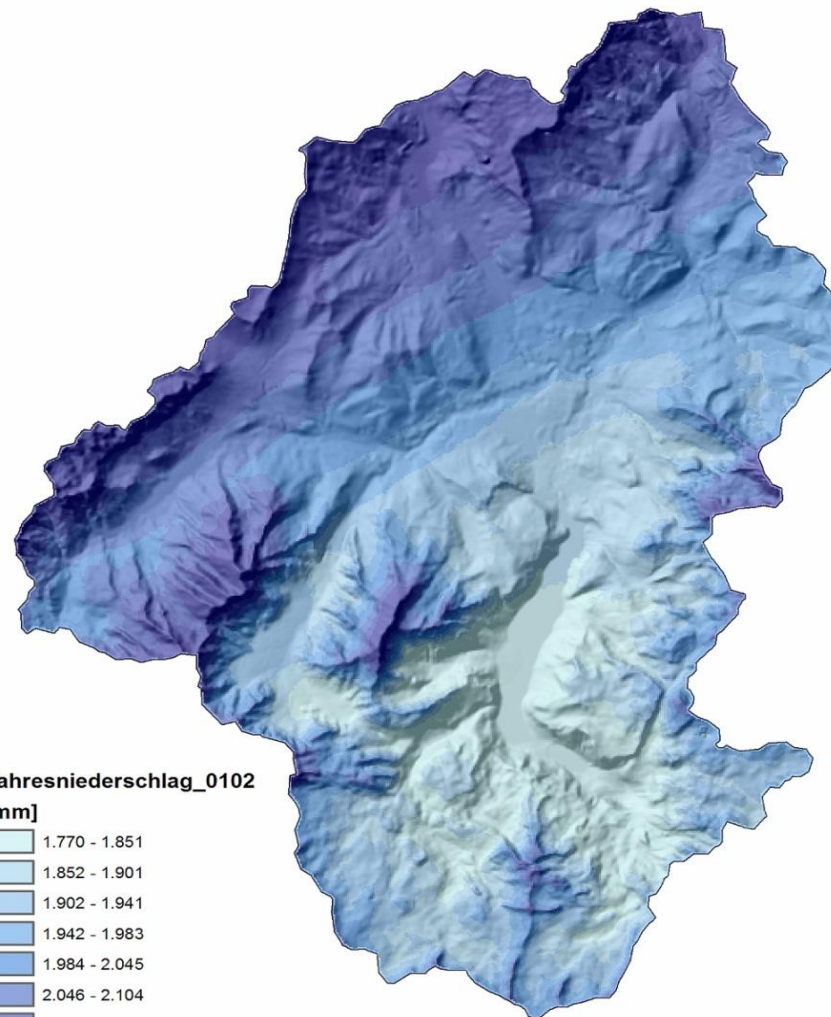
[°C]

- 1,8 - 1,9
- 2 - 3,6
- 3,7 - 5,2
- 5,3 - 6,3
- 6,4 - 7,1
- 7,2 - 7,7
- 7,8 - 8,4
- 8,5 - 9,3

0 1 2 4 6 Kilometer

Autor: Magdalena Behensky  
Datum der Erstellung: 06.08.2014  
Datengrundlage: Nationalparkverwaltung BGD

### Mittlere Jahressumme 2001- 2013



Jahresniederschlag\_0102

[mm]

- 1.770 - 1.851
- 1.852 - 1.901
- 1.902 - 1.941
- 1.942 - 1.983
- 1.984 - 2.045
- 2.046 - 2.104
- 2.105 - 2.183
- 2.184 - 2.570

0 1 2 4 6 Kilometer

Autor: Magdalena Behensky  
Datum der Erstellung: 06.08.2014  
Datengrundlage: Nationalparkverwaltung BGD

# Modellierung der Schneebedeckung (Warscher 2012)

## Verminderung der Schneedeckendauer: 19 Tage

19 Tage

Zeitraum Szenario: 2021 – 2050

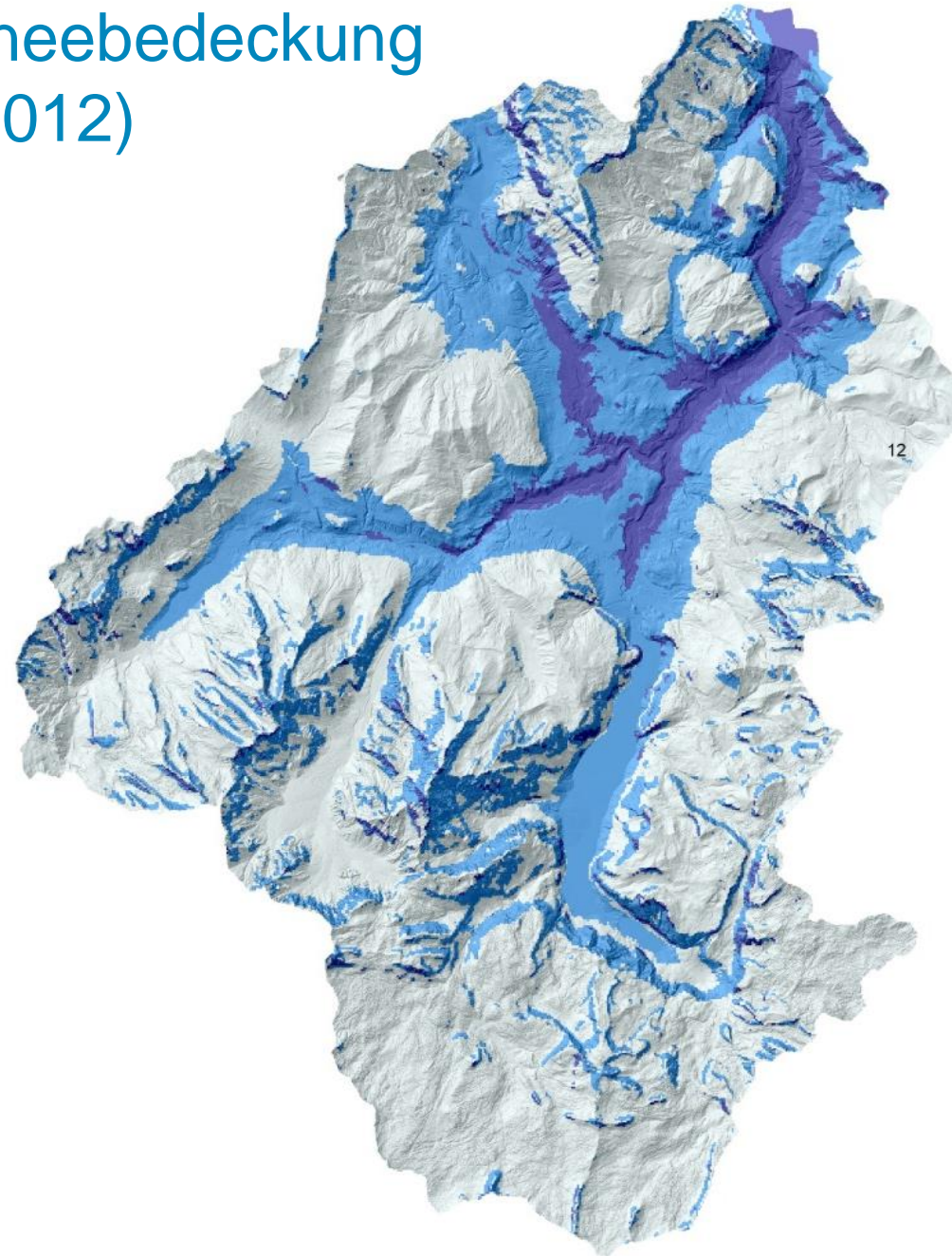
Kontrollzeitraum: 1971 - 2000

## Durchschnittliche Veränderungen im Jahresverlauf für 11/2001 – 10/2010

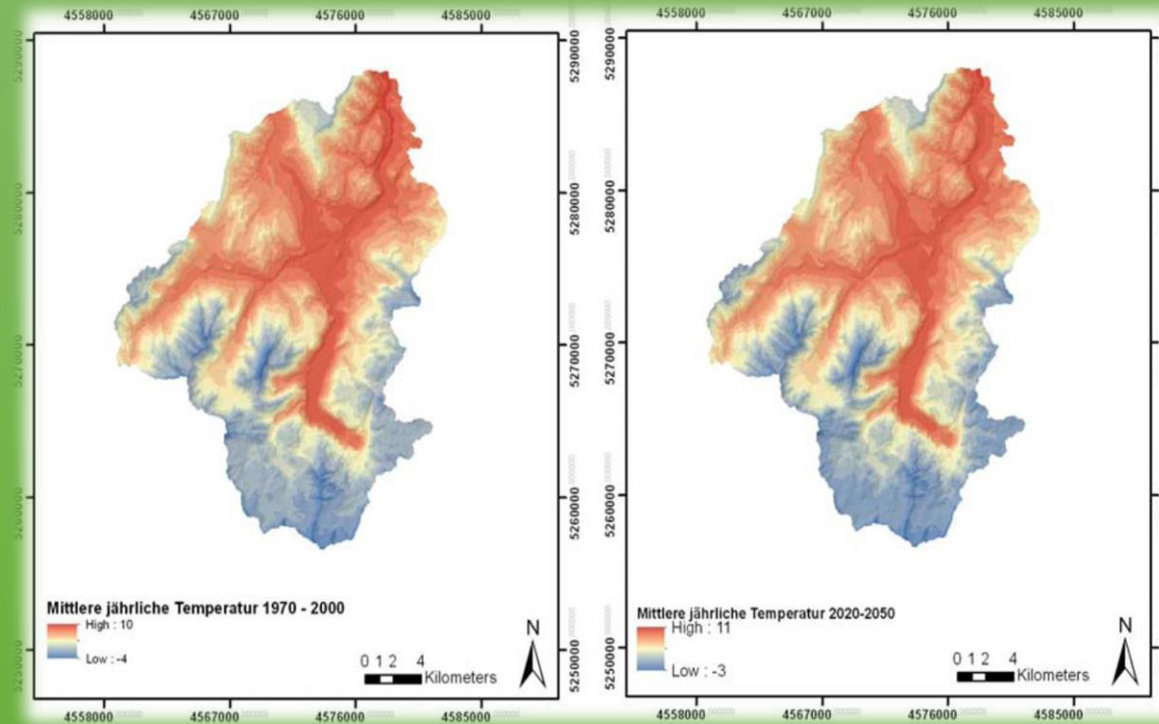
weiß = viel Schnee

hellblau = weniger Schnee

dunkelblau = kein Schnee



# Szenarien des Klimawandels 2021-2050



Lufttemperatur	+ 1° C
Niederschlag	+ 25 mm
Regen	+ 75 mm
Schnee	- 51 mm
Schneedauer	- 19 Tage

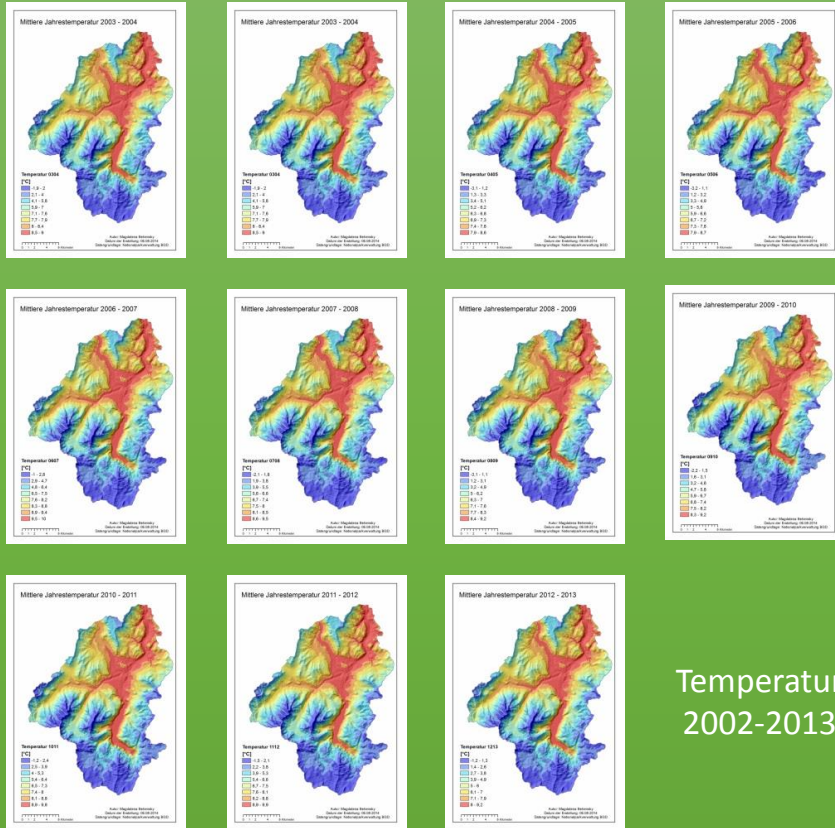
Trend + 1° Celsius für 2021-2050  
(Kontrollperiode 1970-2000)  
minimale Veränderungen in der räumlichen Verteilung

Kraller 2012

Durchschnitt Jahresmitteltemperatur

<i>Kontroll-Periode 1971 - 2000</i>			<i>Szenario 2021 -2050</i>			<i>Differenz Durchschnitt</i>	<i>Differenz in %</i>
<b>Jährlicher Durchschnitt</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Durchschnitt</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Durchschnitt</b>	
Lufttemperatur °C	-4,57	10,26	<b>4,74</b>	-3,56	11,07	<b>5,68</b>	+ 0,94 °C
Niederschlag (mm)	1281	3059	<b>2007</b>	1307	3086	<b>2032</b>	+ 25 mm + 1,3 %
Regen (mm)	492	1772	<b>1229</b>	608	1867	<b>1304</b>	+ 75 mm + 6,1 %
Schneefall (mm)	125	2530	<b>778</b>	94	2441	<b>727</b>	- 51 mm - 6,6 %
Schneesmelze (mm)	126	8698	<b>1000</b>	107	8805	<b>938</b>	-62 mm - 8,3 %
Schneedecken- dauer (Tage)	36	365	<b>148</b>	23	365	<b>129</b>	-19 Tage - 12,8 %
Evapotranspiration (mm)	51	2022	<b>617</b>	67	1915	<b>625</b>	+ 7,9 mm + 2,4 %
Abfluss (mm)	75	8629	<b>1415</b>	55	8740	<b>1443</b>	+ 17,5 mm + 2,8 %

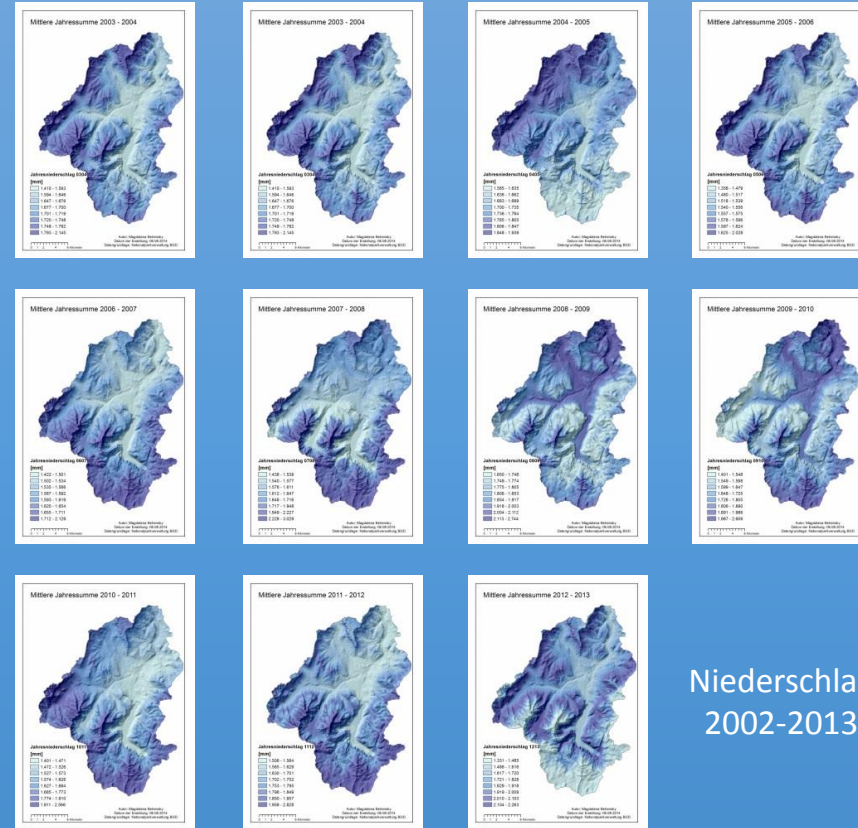
# Räumliche Verteilung von Temperatur & Niederschlag über lange Zeiträume (Jahresmittel 2002-2013)



Temperatur  
2002-2013

räumliches Muster der Temperaturverteilung  
= gleichbleibend

Behensky 2014



Niederschlag  
2002-2013

räumliches Muster der Niederschlags-  
verteilung = variabel

Behensky 2014











Wimbachlehen



Wimbachlehen



Wimbachlehen



Wimbachlehen

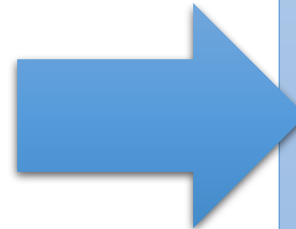
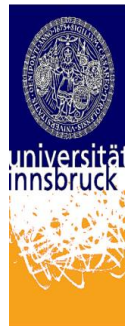


Wimbachlehen

# Anwendung der Klima-Langzeit-Beobachtungen

## → Das Projekt BIAS II \*

- langjährige Kooperation mit externen Forschungseinrichtungen
- Folgeprojekt nach WATER NPB (2008-2011) und BIAS I (2013)
- gefördert durch StMUV, Abteilung 7 Referat „Klimapolitik, Klimaforschung“
- beteiligte Partner und Fragestellungen:



Welche Änderungen des Klimas sind in der Region zu erwarten?

Welche Auswirkungen haben diese Änderungen auf den regionalen Wasserhaushalt?

### **\*vollständiger Titel**

IPCC-AR5 Klimaszenarien (RCPs) zur hydrologischen Impaktanalyse:  
Synthese hochaufgelöster Regionalisierung, multivariater stochastischer Biaskorrektur und optimierter hydrologischer Modell- und Prozessanalyse am Beispiel Nationalpark Berchtesgaden



# Schwerpunkt Klimafolgenforschung

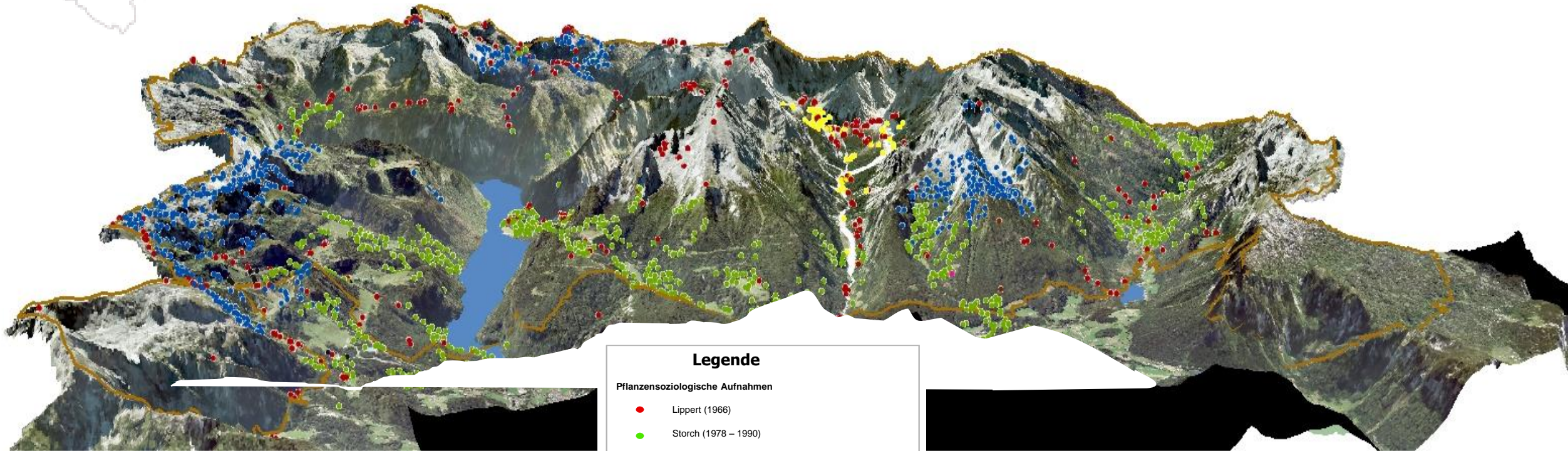
- Klimamessnetz
- Wasserhaushaltsmodell
- Alpine Vegetation
- GLORIA
- Quellen
- Borkenkäfer
- Vegetationszäune
- Änderung der Landbedeckung



# Ausgangslage:

## Lageübersicht der 4000 pflanzensoziologischen Aufnahmen ca. 191.000 Datensätze seit 1960

Überblick (von N):



### Legende

#### Pflanzensoziologische Aufnahmen

- Lippert (1966)
- Storch (1978 – 1990)
- MaB (1988)
- Kudernatsch (2000)
- Vegetationsmosaik
- Liss
- Schmidt-Heckel
- Bodenforschungsprojekt Jenner
- Nationalparkgrenze

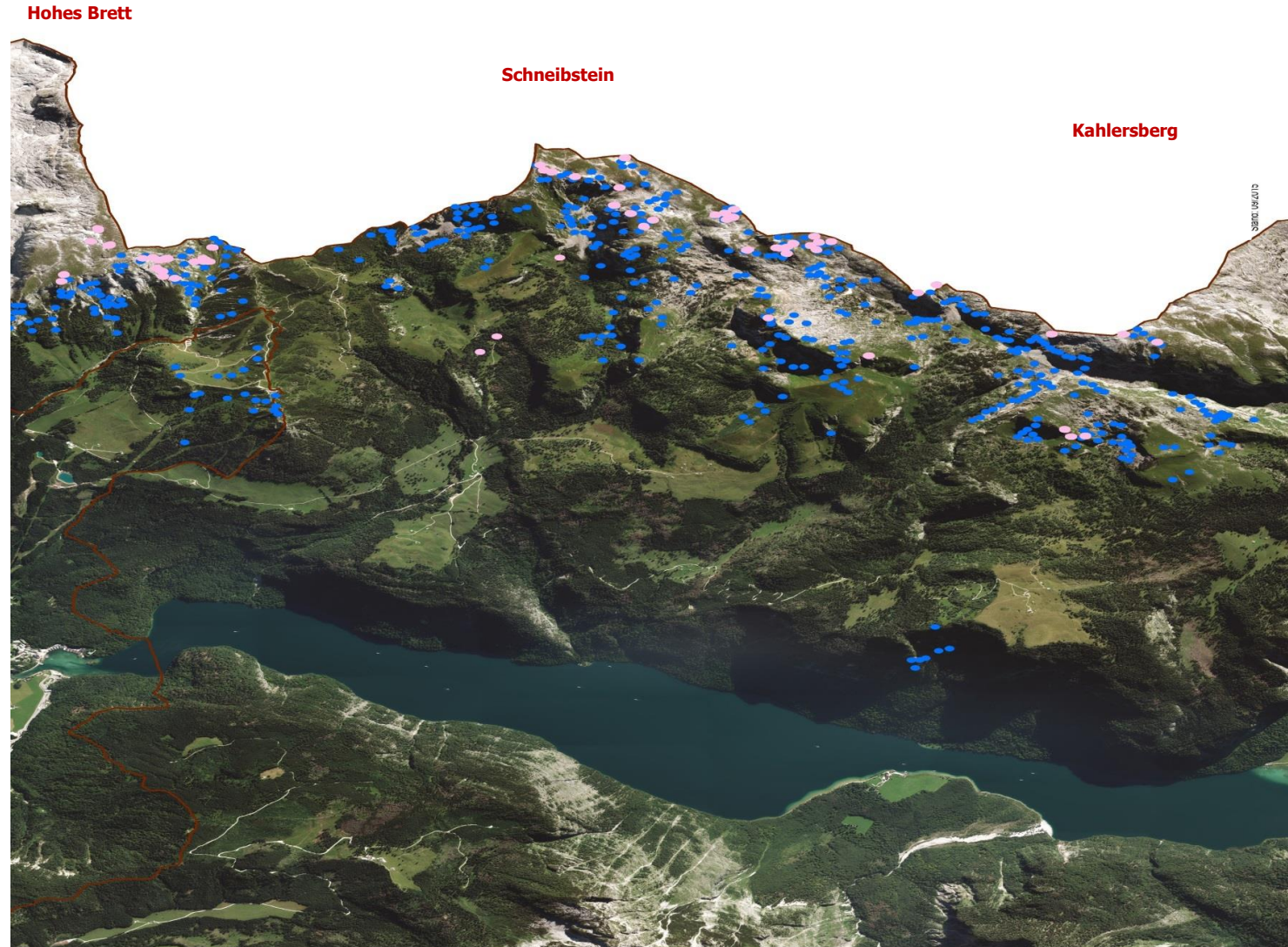
GIS Nationalparkverwaltung Berchtesgaden  
Luftbild 2009  
Bearbeitung: Doris Huber  
Stand: 02/2015

# Monitoringflächen

Vegetationskundliche  
Monitoringflächen :



Teilgebiet:  
Hohes Brett/Schneibstein/  
Kahlersberg





# Methodik

- Erfassung der Vegetation 1988
- Erneutes Aufsuchen der Flächen in 2003–2005, 2014-2015
- Erfassung der Vegetation gemäß der Methodik von 1988
- Vergleich des historischen und des aktuellen Datensatzes
- Einrichtung der Flächen als echte Dauerbeobachtungsflächen → exaktes Wiederauffinden möglich

# Änderung der Diversität in Alpinen Rasen

**steigende Anzahl typischer Arten**

in alpinen Pflanzengesellschaften

- *Seslerio-Caricetum sempervirentis*
- *Caricetum firmae*

**Stickstoffimmissionen ausgeschlossen**

- Stickstoffimmissionen relativ niedrig
- keine Zunahme nitrophiler Arten
- im Artenbestand kein Anstieg der Ellenberg'schen Zeigerwerte für Stickstoff

**vermutete Ursache = signifikanter**

**Temperaturanstieg der letzten 3 Jahrzehnte**

**Wiederholungsaufnahmen zur Beobachtung von**

**Trends geplant**

ca. alle 10 Jahre

