

Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg

Wasserkraft, Windenergie, Geothermie und Feste Biomasse Status, Potentiale, Entwicklungsziele und Wege zur Umsetzung

Waiblingen

19.04.2011

Dipl.-Ing. Bruno Lorinser

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Wie viel Energie verbrauchen wir eigentlich?

Was möchte die Politik ?

Was können die erneuerbaren Energien leisten ?

Wo sind die Problemzonen?

Wie kann es weiter gehen?



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Was können wir von den erneuerbaren Energien bekommen?

- » Strom
- » Wärme
- » Kraftstoffe



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

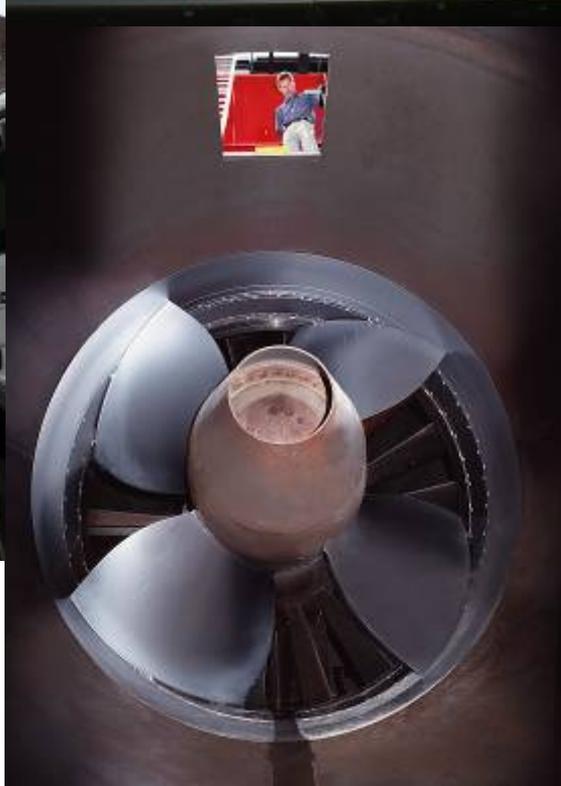
Was verbrauchen wir an Energie ?

[TWh]	2008	2009	
Bruttostromerzeugung¹⁾	67,2	65,1	-3,2 %
davon erneuerbare Energien (EE)	9,8	10,1	+2,4 %
davon fossil/Kernkraft	57,4	55,0	-4,2 %
Anteil der EE an der Bruttostromerzeugung	14,6 %	15,5 %	
Bruttostromverbrauch¹⁾	81,4	78,2	-3,8 %
davon erneuerbare Energien (EE)	9,8	10,1	+2,4 %
davon fossil/Kernkraft	71,5	68,2	-4,7 %
Anteil der EE am Bruttostromverbrauch	12,1 %	12,9 %	
Endenergieverbrauch Wärme	170,6	161,8	-5,2 %
davon erneuerbare Energien (EE)	14,8	15,5	+4,7 %
davon fossil	155,8	146,3	-6,1 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch für Wärme	8,7 %	9,6 %	
Endenergieverbrauch Kraftstoffe	82,1	81,3	-1,0 %
davon erneuerbare Energien (EE)	4,9	4,5	-8,0 %
davon fossil	77,2	76,8	-0,5 %
Anteil der EE am Endenergieverbrauch des Verkehrs	5,9 %	5,5 %	



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Ziele der Landesregierung bei der Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

Wärmeverbrauch

	Ist	2020
Baden-Württemberg	9,6 % (2009)	≥16 %
Deutschland	8,8 % (2009)	14 %



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Ziele der Landesregierung bei der Nutzung erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

Stromerzeugung

	Ist	2020
Baden-Württemberg	15,5 % (2009)	≥ 20 %
Deutschland	16,1 % (2009)	≥ 30 %

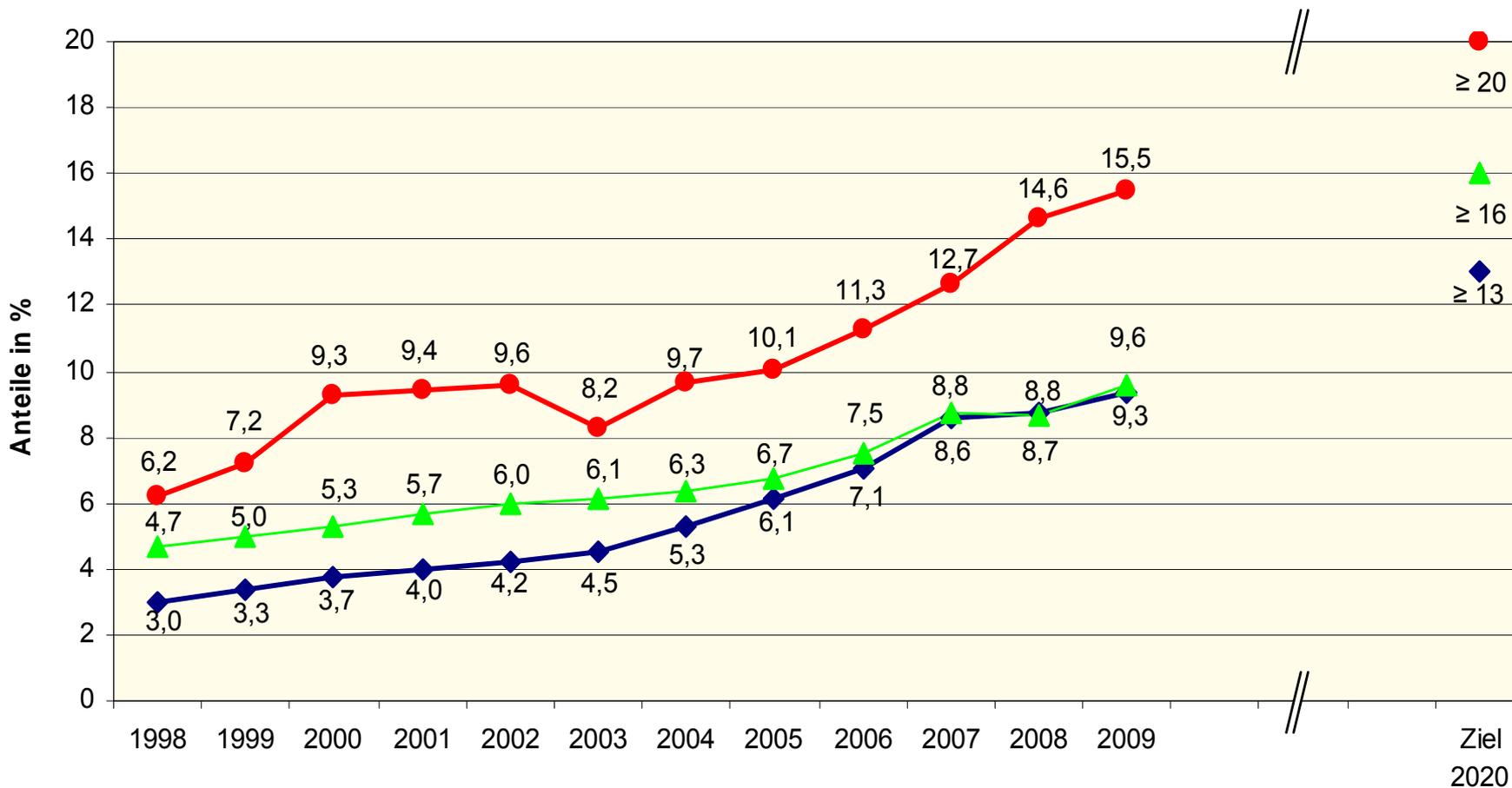


Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Entwicklung der Anteile der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung in Baden-Württemberg

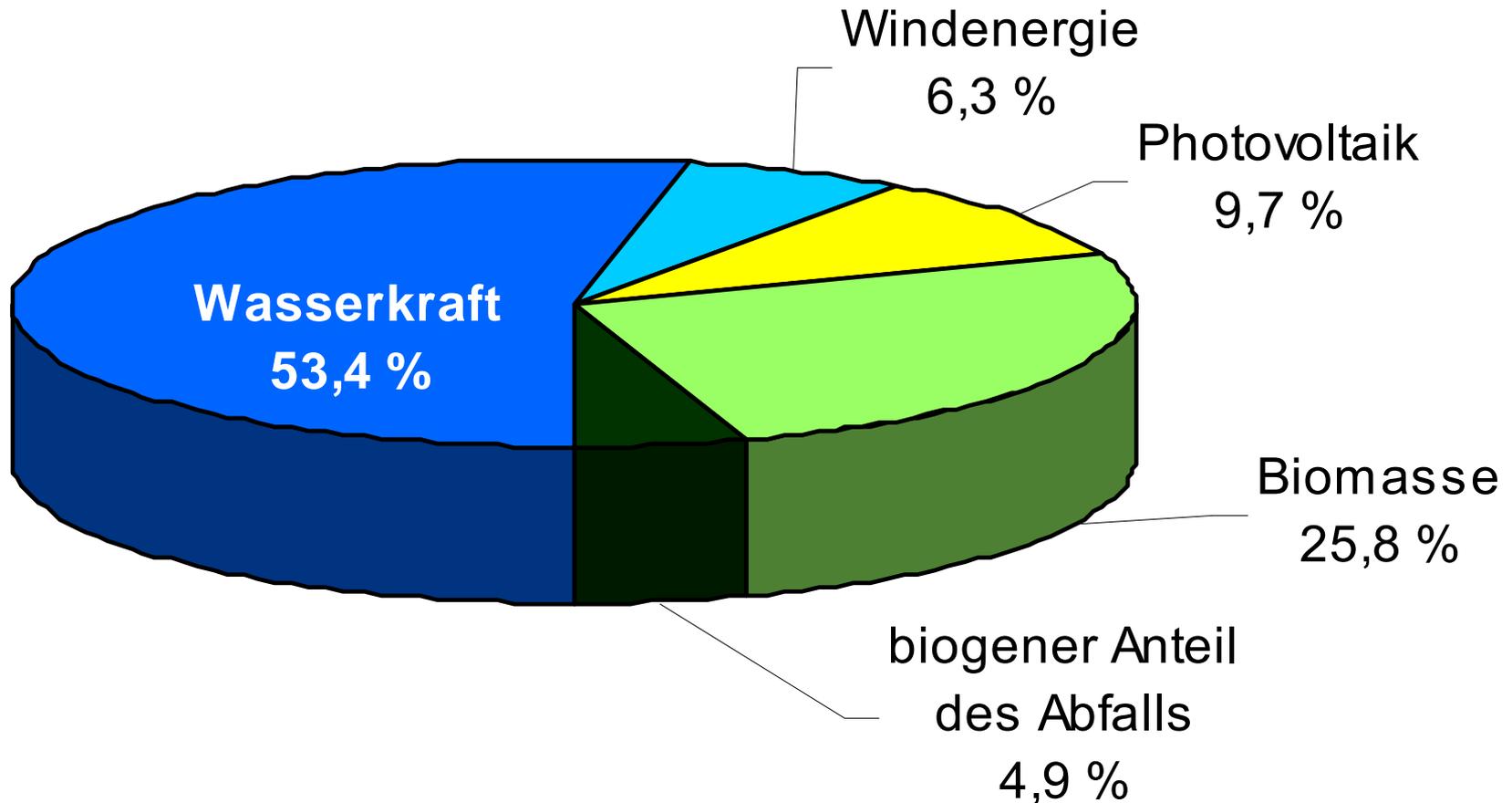
● Anteil an der Bruttostromerzeugung ¹⁾ ▲ Anteil an der Wärmebereitstellung ◆ Anteil am Primärenergieverbrauch ³⁾



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

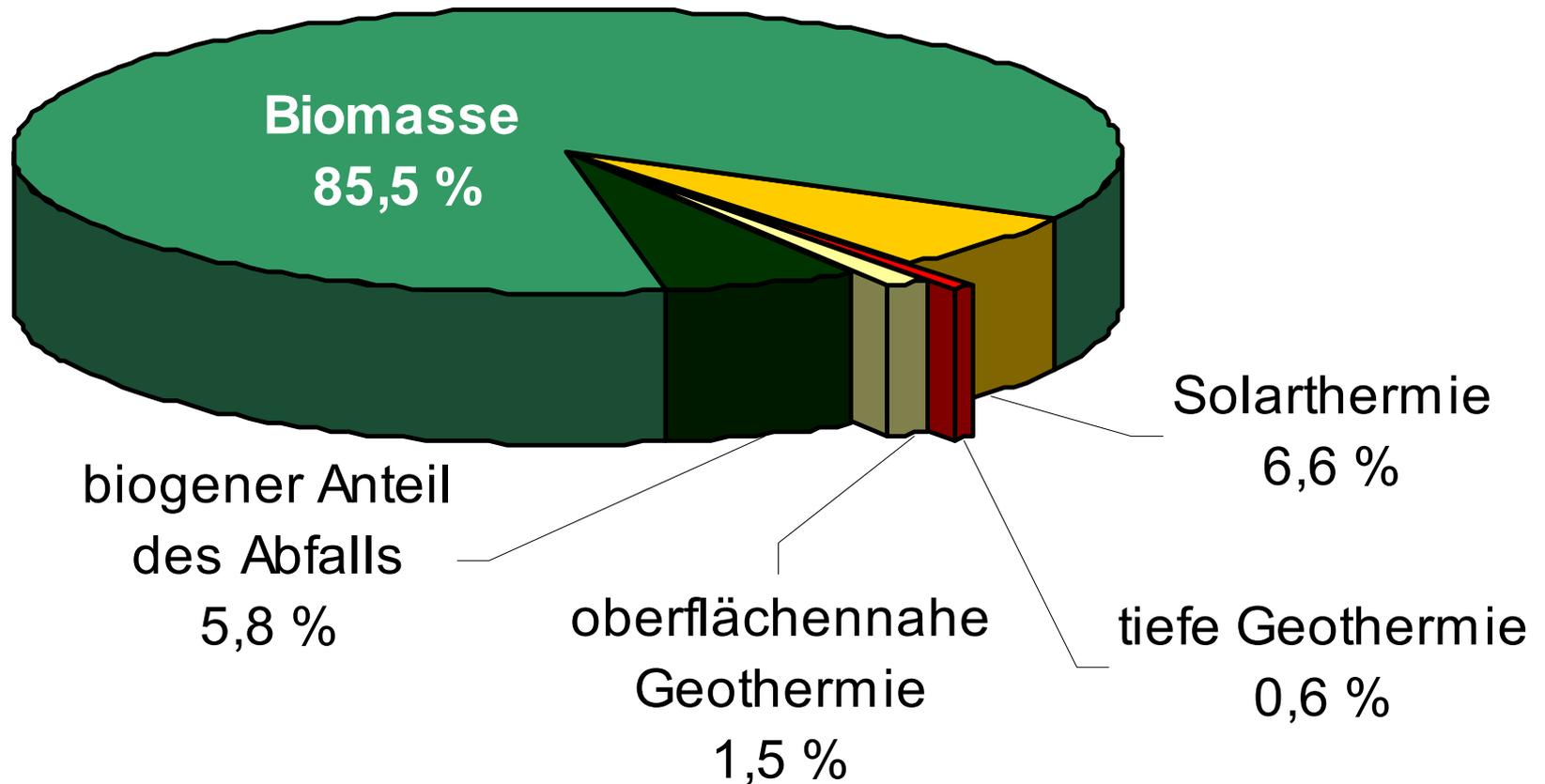
Endenergie **Strom** aus erneuerbaren Energien: 10.056 GWh (Stand 2009)



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Endenergie **Wärme** aus erneuerbaren Energien:
15.469 GWh (Stand 2009)



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Wer soll oder kann die zusätzlichen kWh erbringen?



und
Energieeffizienz
verbessern !

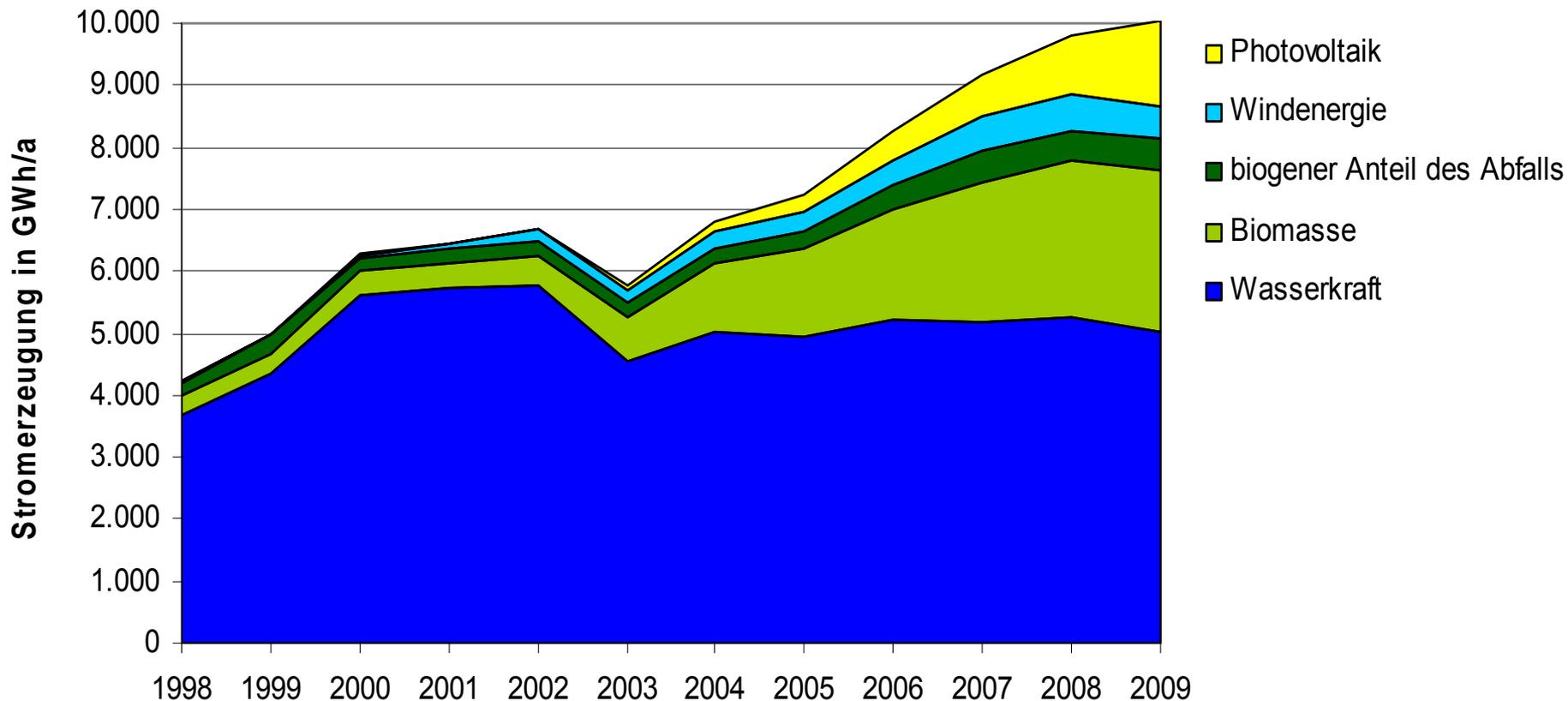


Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Zeitliche Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg seit 1998



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

W
a
s
s
e
r
k
r
a
f
t



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Ausgangslage für die Nutzung der Wasserkraft

- Baden-Württemberg hat eine bewegte Topografie.
- Baden-Württemberg hat grössere Flüsse wie Rhein, Neckar und Donau.
- Baden-Württemberg hat zahlreiche kleinere Fließgewässer, an denen eine Nutzung der Wasserkraft technisch möglich ist.



Baden-Württemberg

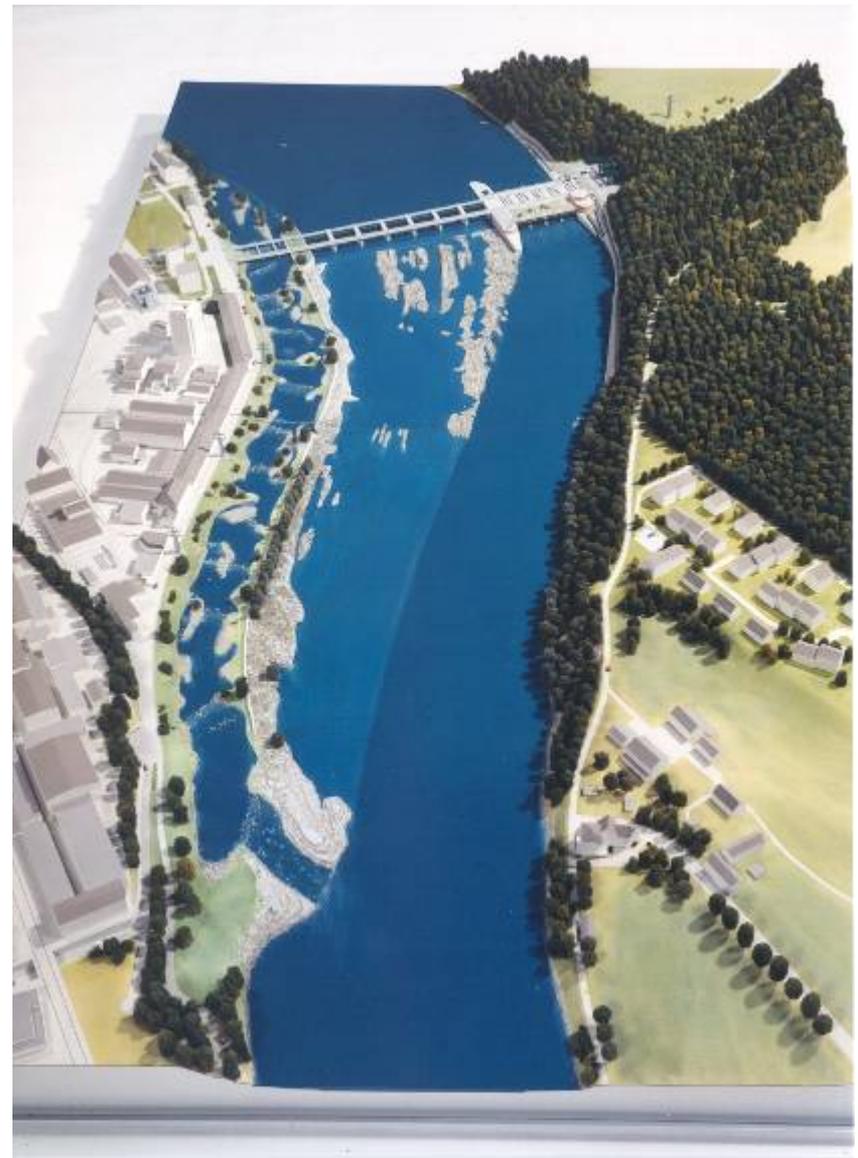
WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Grosse Wasserkraft ($> 1 \text{ MW}$)

- Ausbaupotenzial beschränkt,
- aber sehr gut und effizient nutzbar
- grundlastfähig
- sehr lange Verfahren
- lange Bauzeit
- hohe Investitionen

Beispiele (Neubau/Zubau):

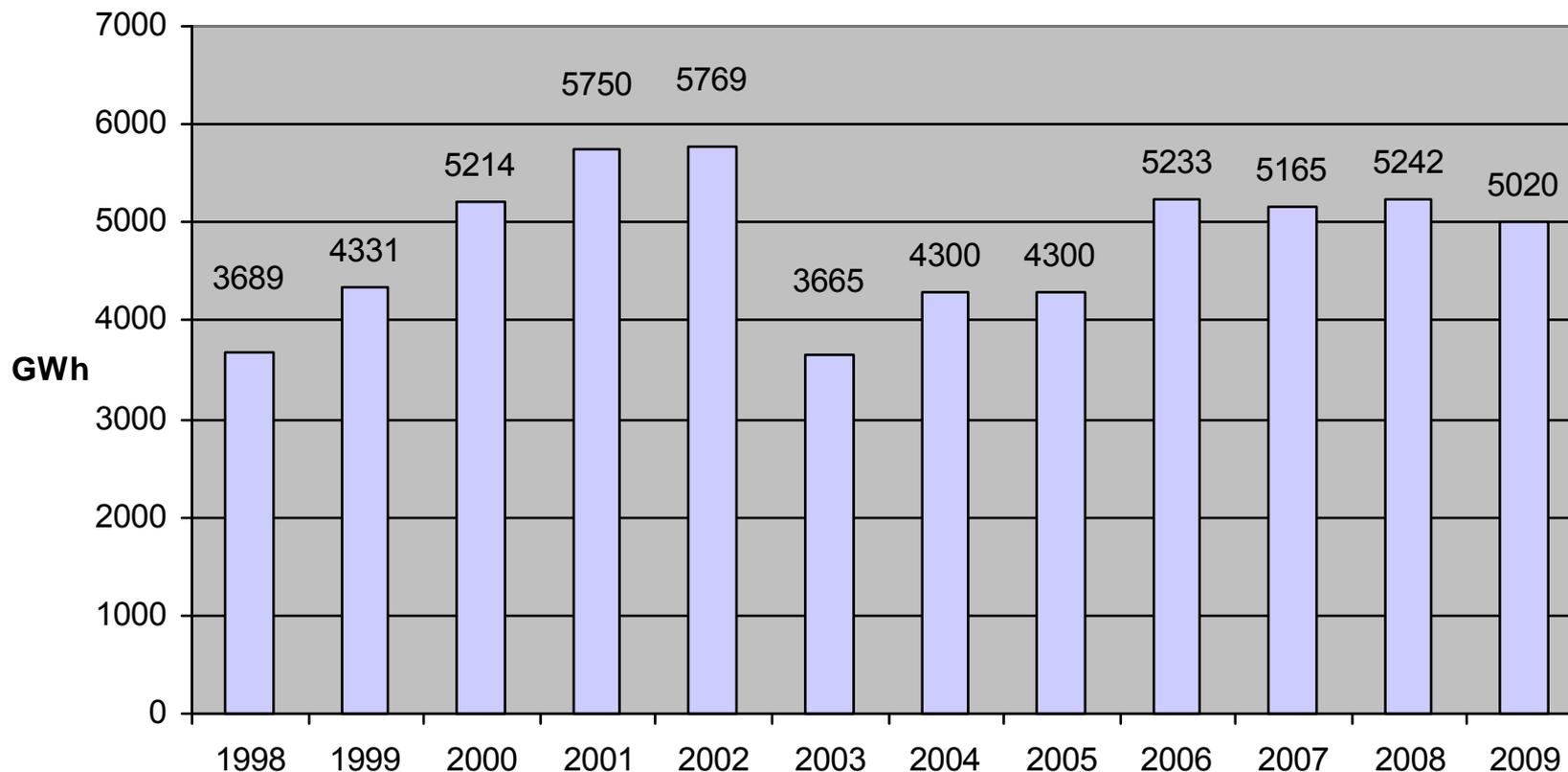
KW Rheinfelden	420 GWh
KW Albbruck-Dogern	180 GWh
KW Iffezheim	120 GWh



Baden-Württemberg

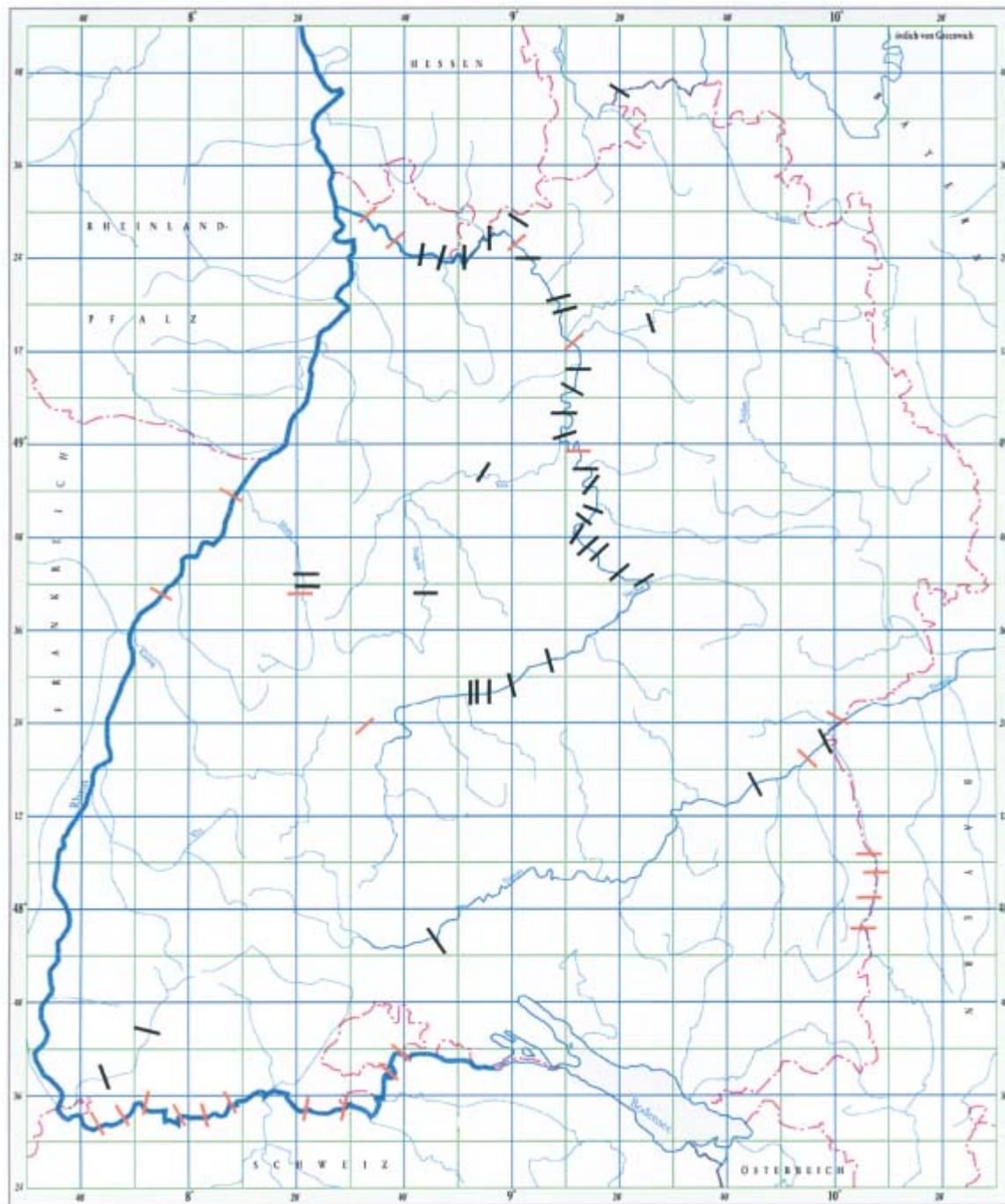
WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Stromerzeugung aus Wasserkraft in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Keine Technologie ist ohne
Auswirkungen auf die Umwelt !

Das gilt auch für die erneuerbaren
Energien!

Wenn „Öko“ draufsteht – muss auch
„Öko“ drin sein!



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Großer Eingriff – Große Auswirkungen



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Auswirkungen von großen Wasserkraftanlagen



- Aufstau des Fließgewässers:

- Reduktion der Fließgeschwindigkeit
- Stauhaltung statt Fließgewässer
- Monotone Ufer- und Fließstrukturen
- Verlust von Lebensraum für die Fließgewässerarten
- Sedimentablagerung, Kollmatierung
- Geschiebefalle

+ Chancen für die Natur:

- Schaffung von Ersatzlebensräumen
- Umgehungsgewässer
- Nachfahren der natürlichen Wasserstandsschwankungen
- Reaktivierung des Geschiebetransports



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Was kann passieren?

Was kann man
dagegen tun?

Fischfreundliche
Turbinen, z. B.
Kaplanturbinen
statt
Francisturbinen.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Ist Strom aus Wasserkraft immer „grün“?

Dafür braucht es:

- Durchgängigkeit für die aquatischen Lebewesen
- Restwasser
- Ökologische Gestaltung des Stauraums
- Geschiebeaktivierung
- Zertifizierung, z. B. nach greenhydro-Standard (EAWAG)



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM





Alles im Fluss – Naturschutz und große Wasserkraft



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Einer von 3 Fischpässen
beim Kraftwerk Rheinfelden.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Kleine Wasserkraft ($< 1 \text{ MW}$)

- Ausbaupotenzial beschränkt,
- grundlastfähig,
- auch an kleineren Gewässern gibt es noch Ausbaumöglichkeiten.
- vorhandene Sohlschwellen oder Abstürze nutzen,
- stillgelegte oder defekte Anlagen wieder in Betrieb nehmen,
- Ausbaupotenziale erheblich, insbesondere durch

Modernisierung bestehender Anlagen (großer Investitionsstau)



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Raue Rampe
für die
Herstellung
der
Durchgängig=
keit an altem
Streichwehr.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Manchmal braucht es einfach mal „neue“ Ideen !



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Sohlschwelle an der Dreisam - Vorher



Die kleine Wasserkraft bedarf einer
grundlegenden technischen und
ökologischen Sanierung!

Aber auch neue Anlagen sind
wichtig!



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Windenergie

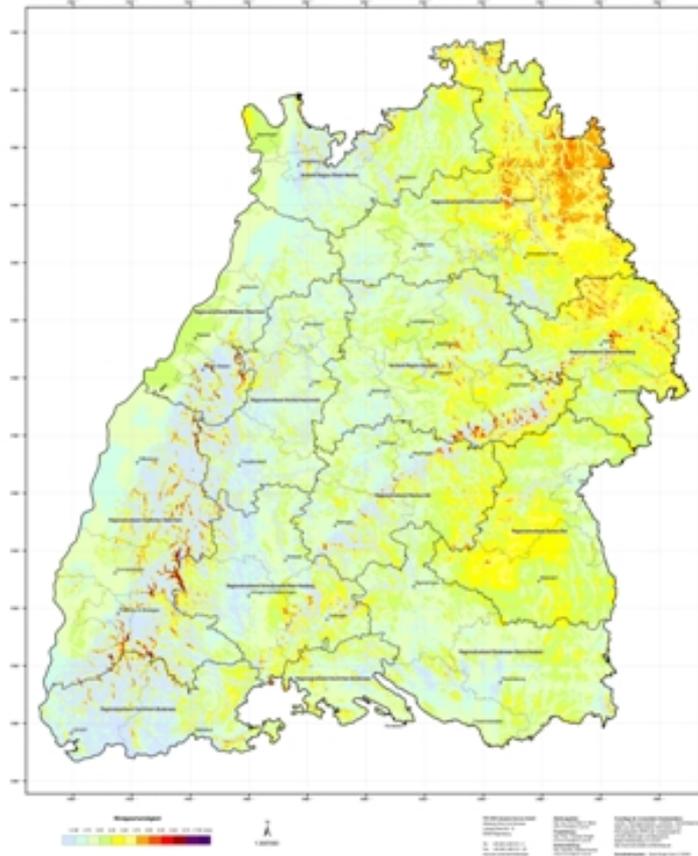
- Auch in BW gibt es gute Windstandorte,
- dort anwenden, wo ökonomisch sinnvoll und gute Einbindung in die Landschaft möglich ist.
- nicht/ nur bedingt grundlastfähig.

Sehr günstige Technik zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien!



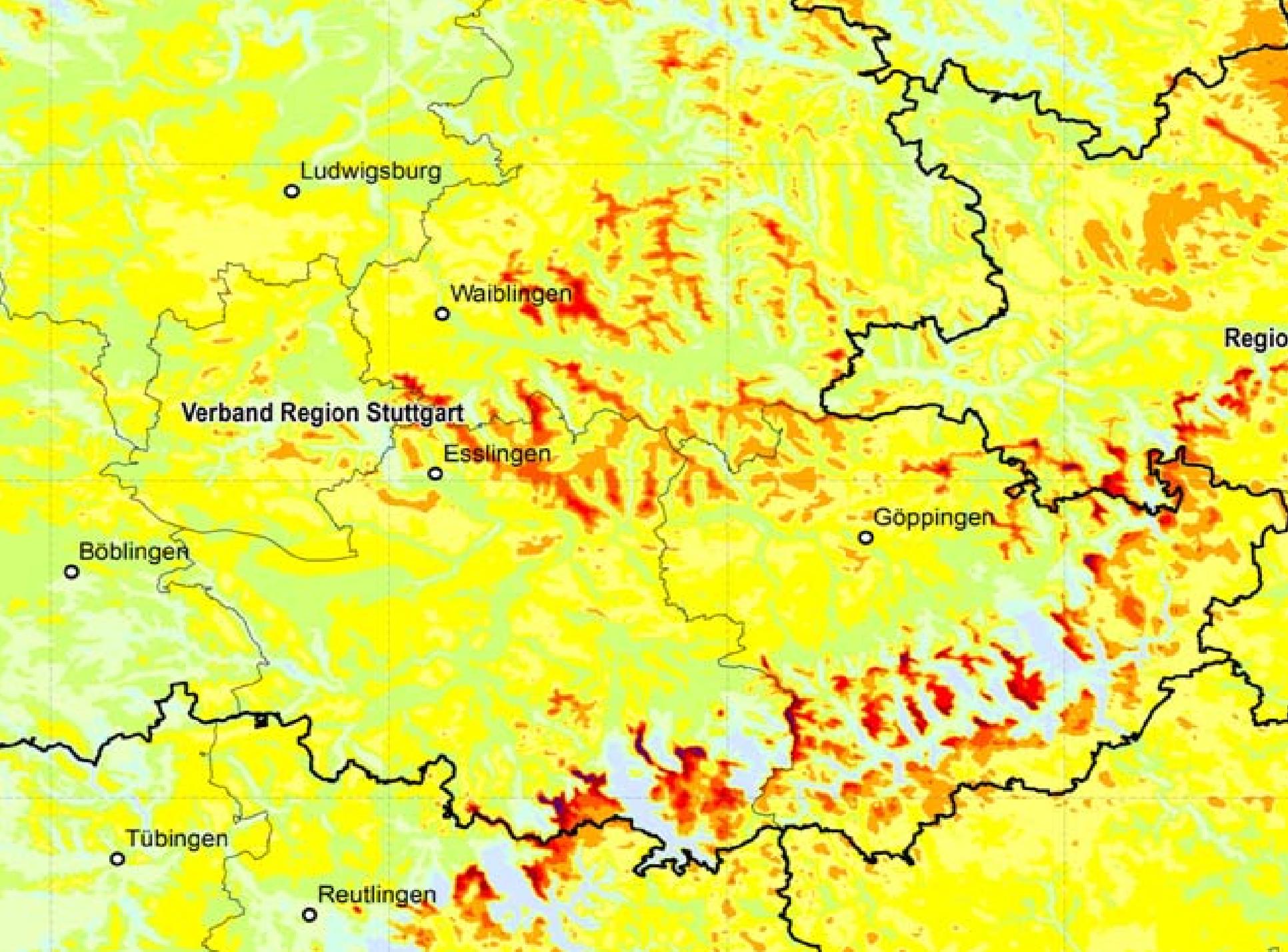
Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Ludwigsburg

Waiblingen

Verband Region Stuttgart

Esslingen

Göppingen

Böblingen

Tübingen

Reutlingen

Regio

Auswirkungen von Windenergieanlagen

- Landschaftsbild
- Vögel
- Fledermäuse
- Geräusche
- Schattenwurf
- Diskoeffekt
- Eisbehang



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM







Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Bisher werden von den Regionalverbänden Vorranggebiete
ausgewiesen.
(Schwarz-Weiß-Regelung)

Mit dem Windatlas soll es dafür bessere Grundlagen
geben.

„Grauzonen“ müssen auch möglich sein!



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Wohin geht die Reise?

- Deutlicher Ausbau der Windenergie in BW notwendig.
(Von derzeit 0,6 TWh/a auf 5 – 7 TWh/a)
- Neuer Anlagenstandard etwa 3 MW, z. B. E 101 mit 135 m Nabenhöhe.
- Große Nabenhöhe ergibt vermutlich deutliche Entspannung bei Vögeln und Fledermäusen.
- Neue Anlagen sind deutlich leiser.
- Sichtbarkeit etwa 20 km.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Wärmeenergie: Wie lassen sich die Ziele erreichen ?

Solarthermie



Biomasse



Tiefe Geothermie



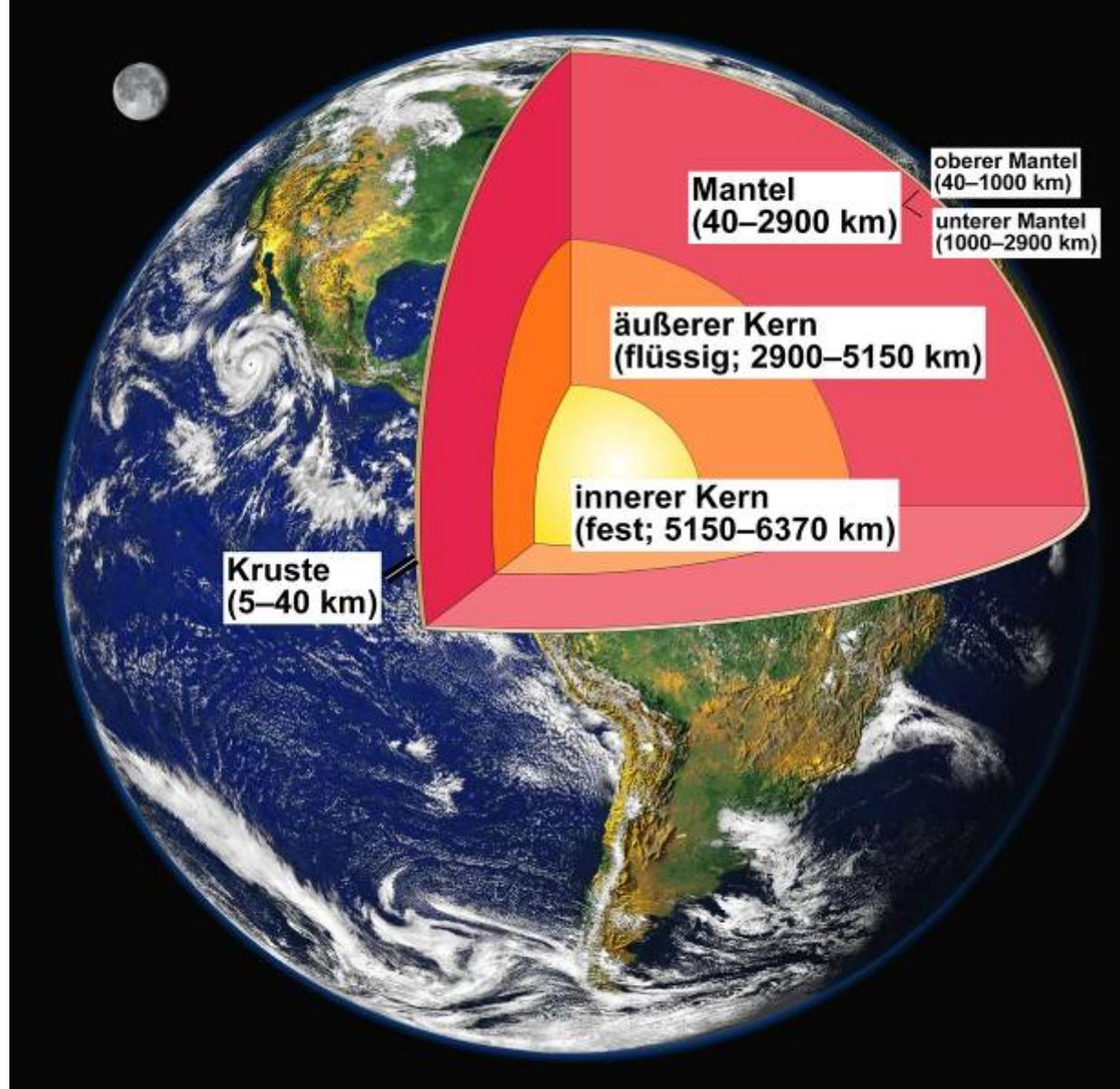
Oberflächennahe Geothermie



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

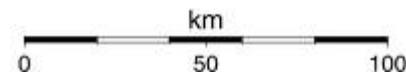
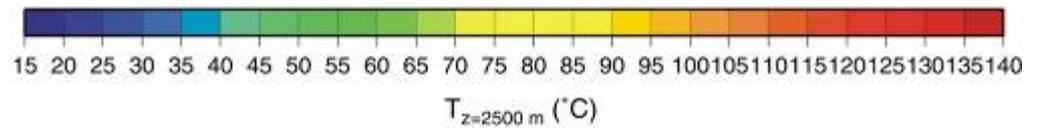
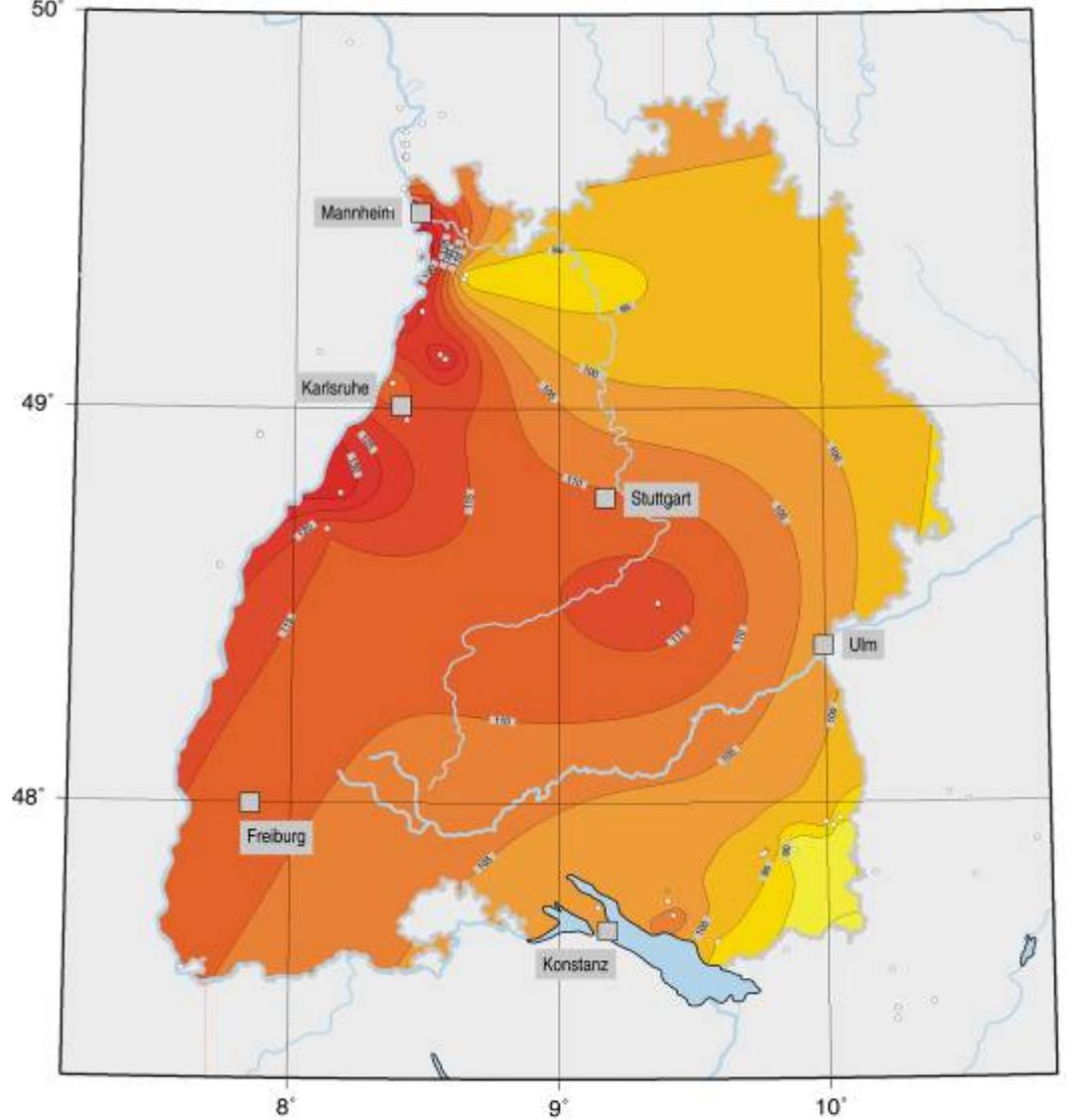
Geothermie



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Temperatur im Untergrund in BW



Tiefe Geothermie

- Potenzial sehr gross,
- teilweise nur eingeschränkt anwendbar.
- Stromerzeugung nur mit hohen Temperaturen möglich, erst ab 4000 m Tiefe interessant.
- grundlastfähig.

Aber sehr gute Aussichten bei der Wärmebereitstellung.

Noch Forschungscharakter,
Risiken noch nicht ganz
übersehbar, noch
Entwicklungserfahrung
notwendig!

Pilotvorhaben wichtig!



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Petrothermale - Technologie



Baden-Württemberg

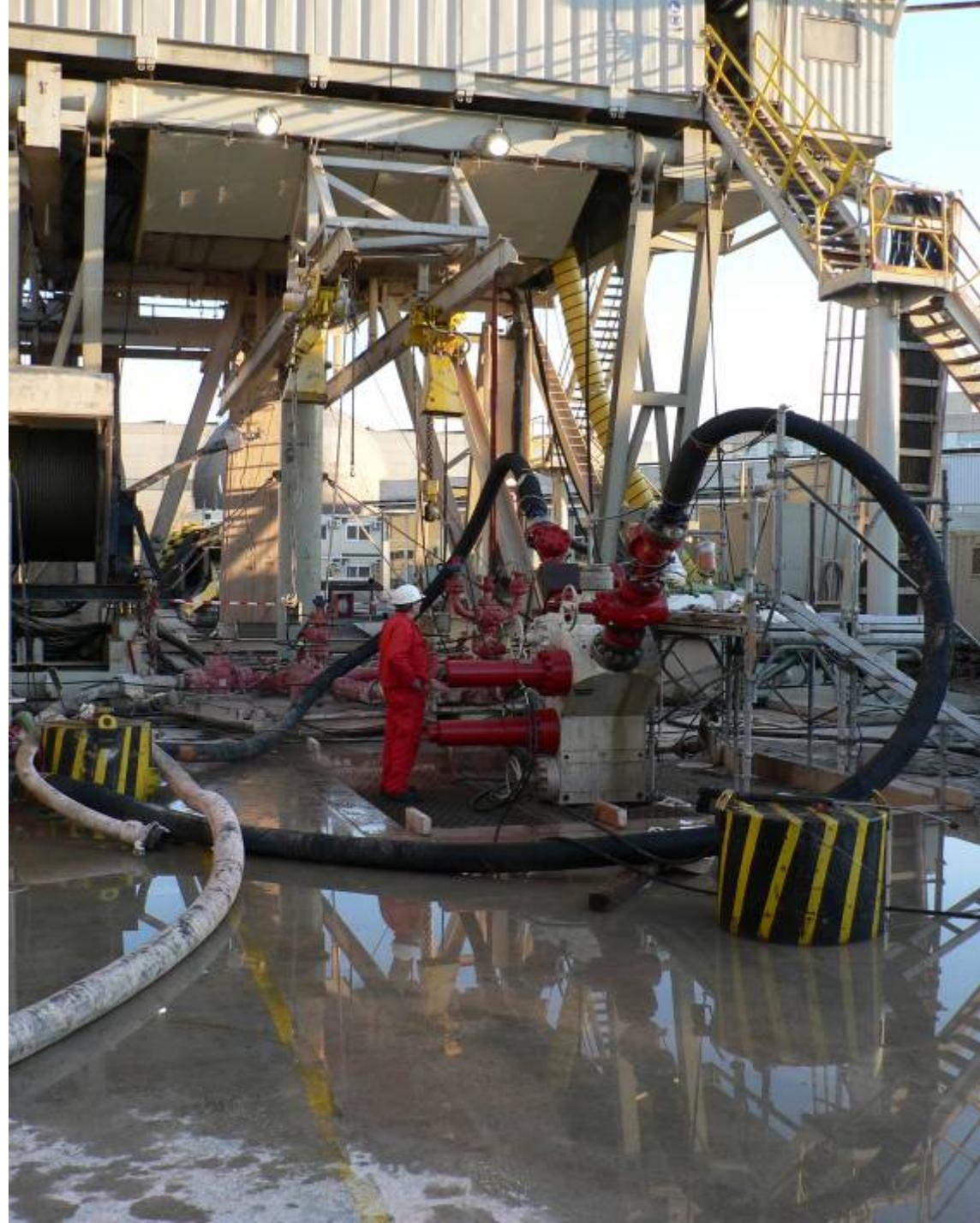
WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Risiken durch künstlich
ausgelöste seismische
Ereignisse.

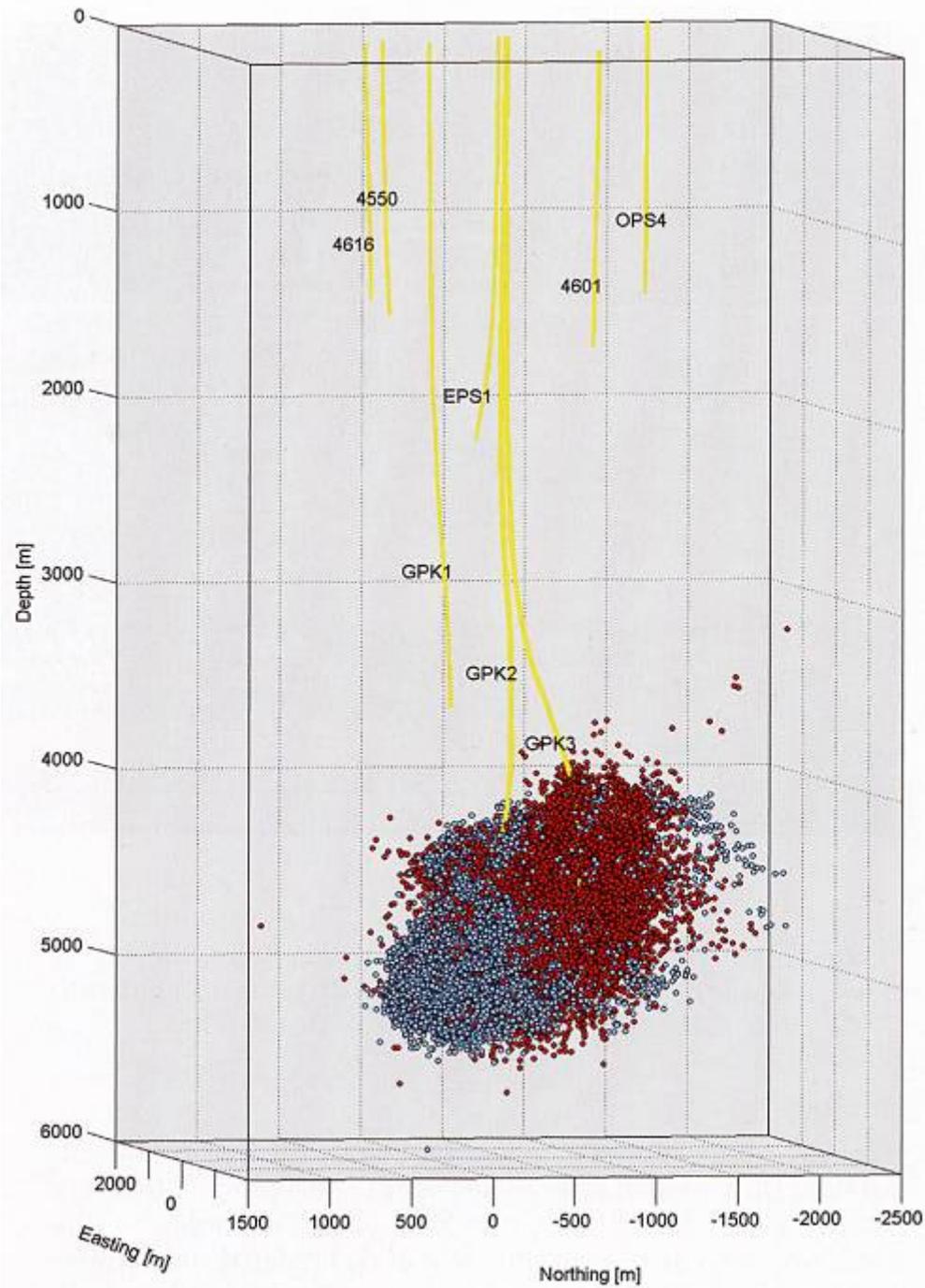
Die Technologie schafft
in 5 km Tiefe ein
künstliches Kluftsystem
als Wärmetauscher.

Temperatur in D:
200 - 220 °C

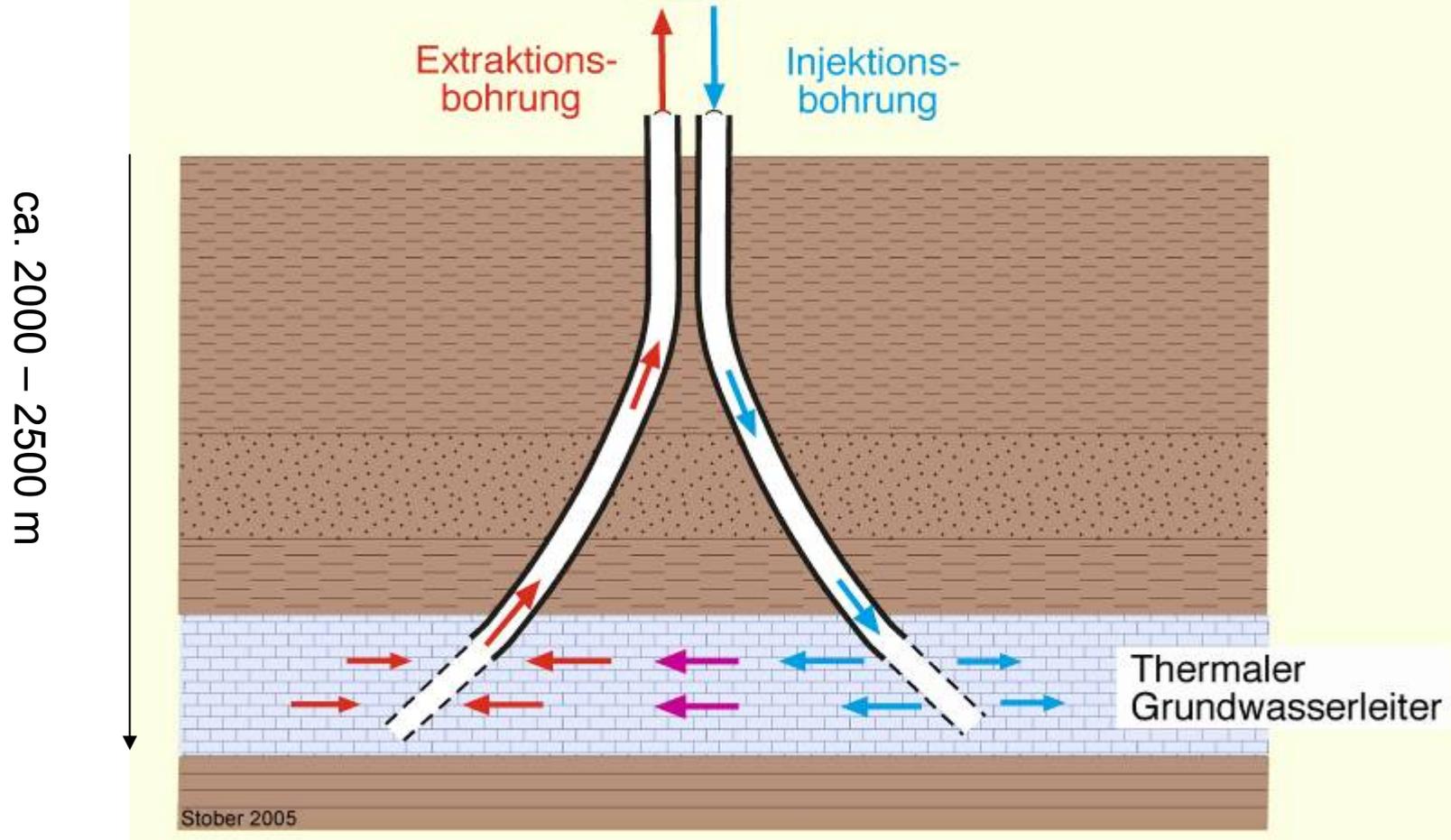
Beispiel: DHM Basel



Petrothermale Projekte



Geothermische Dublette



Temperatur ca. 110 -140 °C



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Seismische Erkundung







Hydrothermale Anlage in Bruchsal



Baden-Württemberg
WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Oberflächennahe Geothermie

Hohes Potenzial.

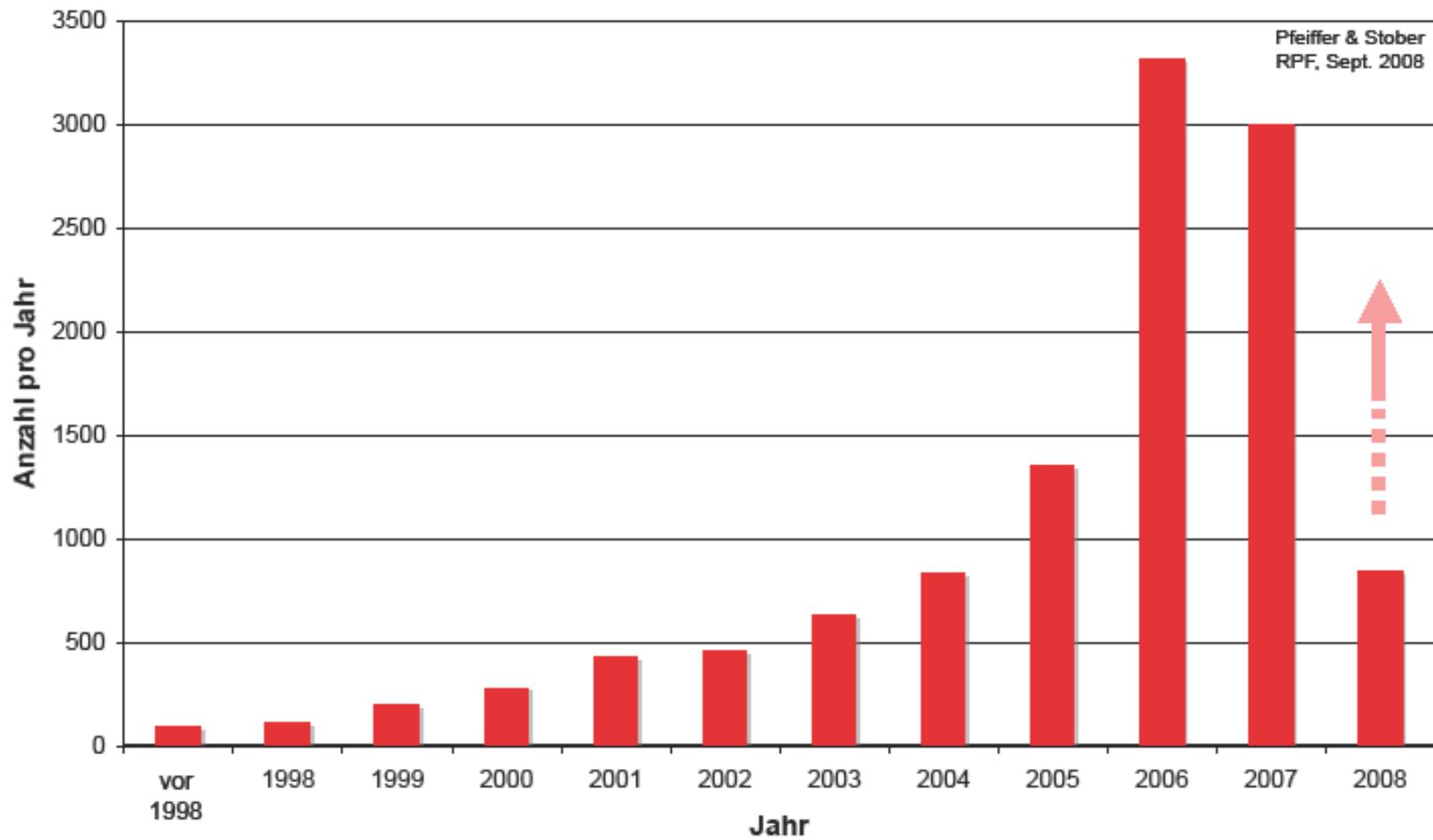
Energieeffizienz
lässt noch viele
Wünsche offen.

Qualitätsprobleme.

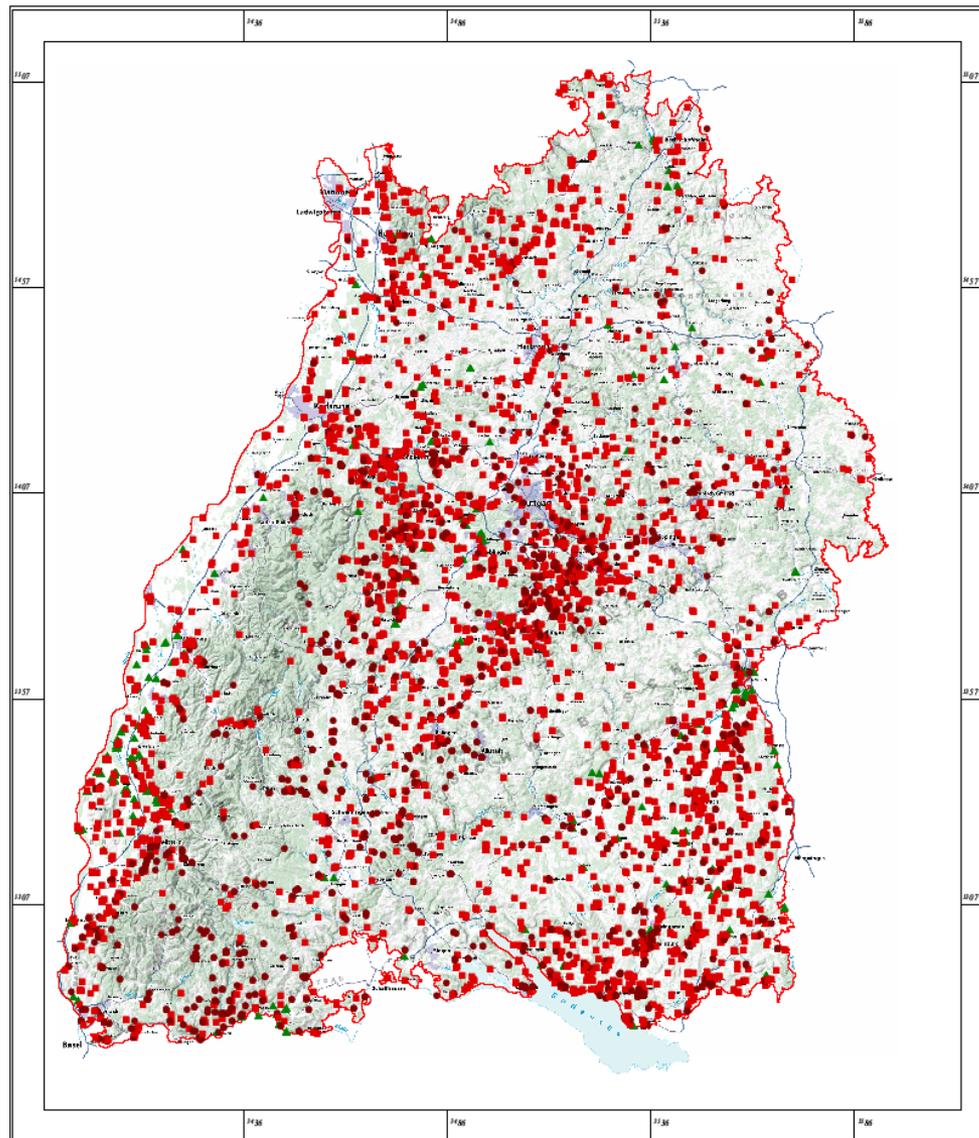


Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Erdwärmennutzung in Baden-Württemberg



30 0 30 60 km

- Erdwärmesonden < 100 m
- Erdwärmesonden > 100 m
- ▲ Wärmepumpenanlagen
- Landesgrenze

Bohrungen zur Nutzung von Erdwärme
in Baden-Württemberg

Stand : 17.04.2008



Baden-Württemberg
BLATTUNGSPARTNER KLIMAS
LERNEN SIE DAS NEUE FÜR SICH SELBST



Einbau einer
Erdwärmesonde

Was ist zu beachten, um lange Freude an einer Erdsondenanlage zu haben ?

- Sorgfältige Planung und Bauausführung.
- Sehr guter Wärmeschutz des Gebäudes ist entscheidende Grundvoraussetzung.
- Auslegung bei Betrieb mit Wasser/Glykol-Gemisch auf eine mittlere minimale Sondentemperatur von $-1,5\text{ °C}$ in 50 Betriebsjahren (kein Frosten).
- Immer Wärmehzähler einbauen. Nur damit kann die Jahresarbeitszahl der Anlage bestimmt werden.

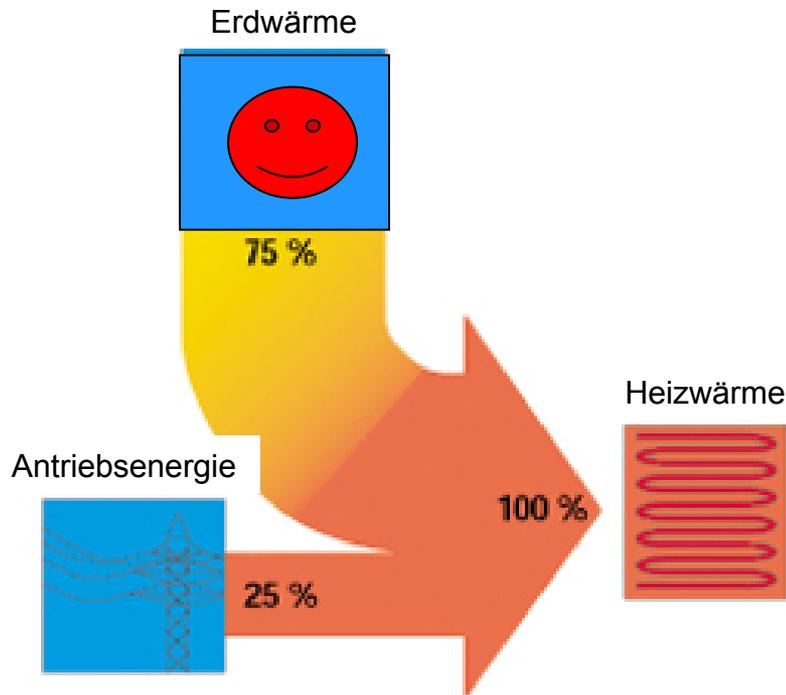


Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Effizienz der Erdwärmennutzung mittels Wärmepumpe

Das Prinzip der Wärmepumpe



Ziel für die Auslegung
sollte eine
Jahresarbeitszahl von
mindestens 4 sein.

Beispiel JAZ 4

$\frac{1}{4}$ Antriebsenergie + $\frac{3}{4}$ Umweltwärme = 1 Teil Heizwärme



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Qualitätsmanagement beginnt mit der Planung

Was sind die Voraussetzungen für eine Heizanlage mit Wärmepumpe ?

An erster Stelle steht immer das Gebäude oder Objekt und eine optimale Energieeffizienz des Gesamtsystems!

- Sehr gute Wärmedämmung
- Flächenaktive Heizanlage

Grundregel:

Immer auf die Gesamtenergieeffizienz achten !

Lieber keine WP als eine ineffiziente !

Die WP kann nicht leisten, was am Gebäude versäumt wurde !



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Was ist bei der Konzeption einer Anlage zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie zu beachten ?

Gute und sichere Planungsgrundlage schaffen durch:

- Fachbüro einschalten
- Zertifiziertes Bohrunternehmen beauftragen.
- Intensive Bauleitung

Merkregel:

Die Qualität der Planung und Ausführung ist entscheidend für die spätere Zufriedenheit des Betreibers.

Der Betreiber möchte eine möglichst langlebige und effiziente Anlage haben!



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Synergieeffekte nutzen

z. B. die Kombination von Solarthermie mit Erdwärmesonden

- Solare Wärme vom Sommer in den Winter transportieren.
- Temperieren im Sommer.
- Regeneration der Erdsonden.
- Effiziente WW-Bereitung.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



SOT - Erdwärmesonden

- Sehr hoher Energieertrag (ca. 450 kWh/m²a) der Kollektoren.
- Keine Last an der Erdsonde bei der WW-Bereitung im Sommer.
- Bessere Ausnutzung der Erdsonde durch längere Betriebszeit.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Solarthermie – Geothermie

Eine ideale, nahezu
geniale Kombination

Verbessert nachhaltig die
Gesamtenergieeffizienz
des Systems.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Qualitätsmanagement vermeidet keine Fehler !

aber:

- Es sichert gleich bleibend hohe Qualität!
- Garantiert dauerhafte Gesamtenergieeffizienz!
- Keine Beeinträchtigung anderer Belange!



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Was macht die Landesregierung zur Qualitätssicherung?

- *Die Landesregierung informiert über das Informationszentrum Energie des Wirtschaftsministeriums.*
- *Die Landesregierung betreibt Fortbildung für die Wasserbehörden.*
- *Das Wirtschaftsministerium fördert Qualifikation, Aus- und Weiterbildung im Handwerk .*
- *Wärmepumpendoktor*



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM



Problemfall Stufen

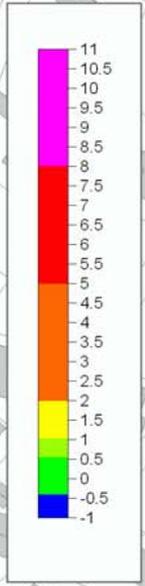


Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

3405000 3405100 3405200 3405300 3405400 3405500

 Geodätische Messdaten:
Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald
Fachbereich Vermessung & Geoinformation



20. Sept. 2010 - 22. Nov. 2010

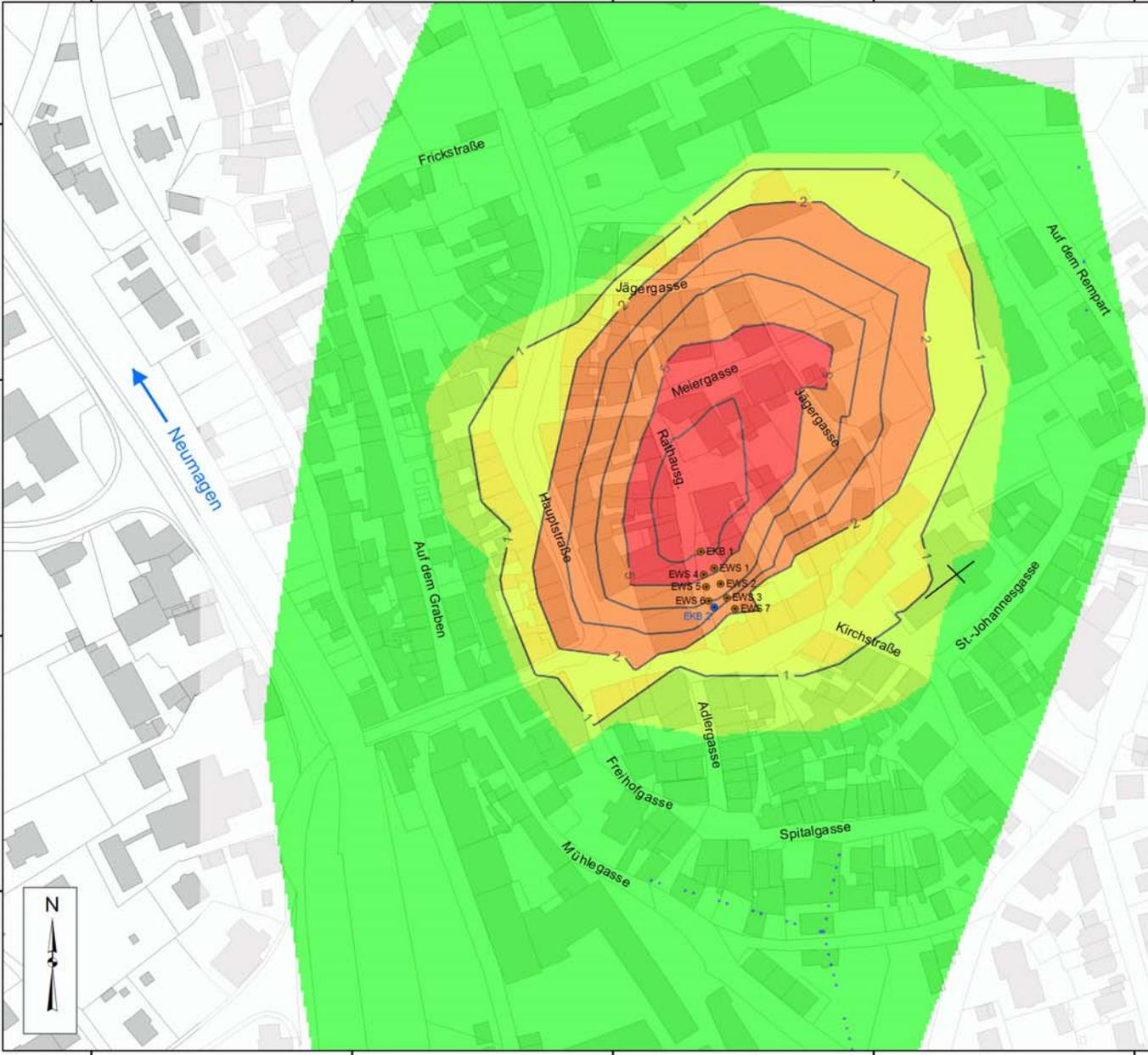
 **Baden-Württemberg**
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Stadt Staufen - TK 8112
Hebungsgeschwindigkeit [mm/Monat]

0 25 50 100 Meter

Kh, 01. Dez. 2010

5305800
5305700
5305600
5305500



3405000 3405100 3405200 3405300 3405400 3405500



Vorbildlicher
Heizkeller mit
Wärmepumpe und
EWS.



Feste Biomasse



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Feste Biomasse

- Ausbaupotential teilweise gegeben, aber schon jetzt zeigen sich Grenzen.
- vielfältige Nutzungskonkurrenz
z. B. durch stoffliche Verwertung, Produktion von Biomethan
- Stromerzeugung grundlastfähig,
- aber in erster Linie zur Wärmebereitstellung!

- Stromerzeugung aus Biomasse erfordert KWK und Wärmenetz.
- Anwendung ist teuer.
- Hohe Subventionen erforderlich.
- Oft ohne gesamtökologische Bewertung.



Wo kommt die feste Biomasse her?

- Sägeresthölzer,
- Holz das für die stoffliche Verwertung ungeeignet ist,
- Sägmehl,
- Kurz-Umtriebs-Plantagen.



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM





Stärken der festen Biomasse

- Regionales Produkt
- Regionale Wertschöpfung
- Dort einsetzen, wo langfristig günstig Holzreste zur Verfügung stehen.

- Aber die Bäume wachsen nicht in den Himmel!



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Kurz-Umtriebs-Plantage



Problemzonen

- Lokale Emissionen,
- Feste Biomasse weitgehend schon in der Anwendung,
- Für die Pelletsproduktion wird schon gutes Stammholz verwendet,
- Erste Chargen werden importiert,



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Alternative: Mehr Energieeffizienz !

- Energie sparen
- Besserer und effektiverer Energieeinsatz
- Effizientere Energieerzeugung



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Wie geht es weiter ?

- Energiekonzept 2020 des Landes fortschreiben.
- Mit fortlaufendem Monitoring.
- Gesetzliche Regelungen,
 - wie etwa
 - EEG
 - EnEV (Energieeffizienz)
 - KWKG
 - Wärmegesetze
 - Landesplanungsrecht , etc. fortschreiben,
- Information verbessern,
- Anreizprogramme nachhaltig fördern

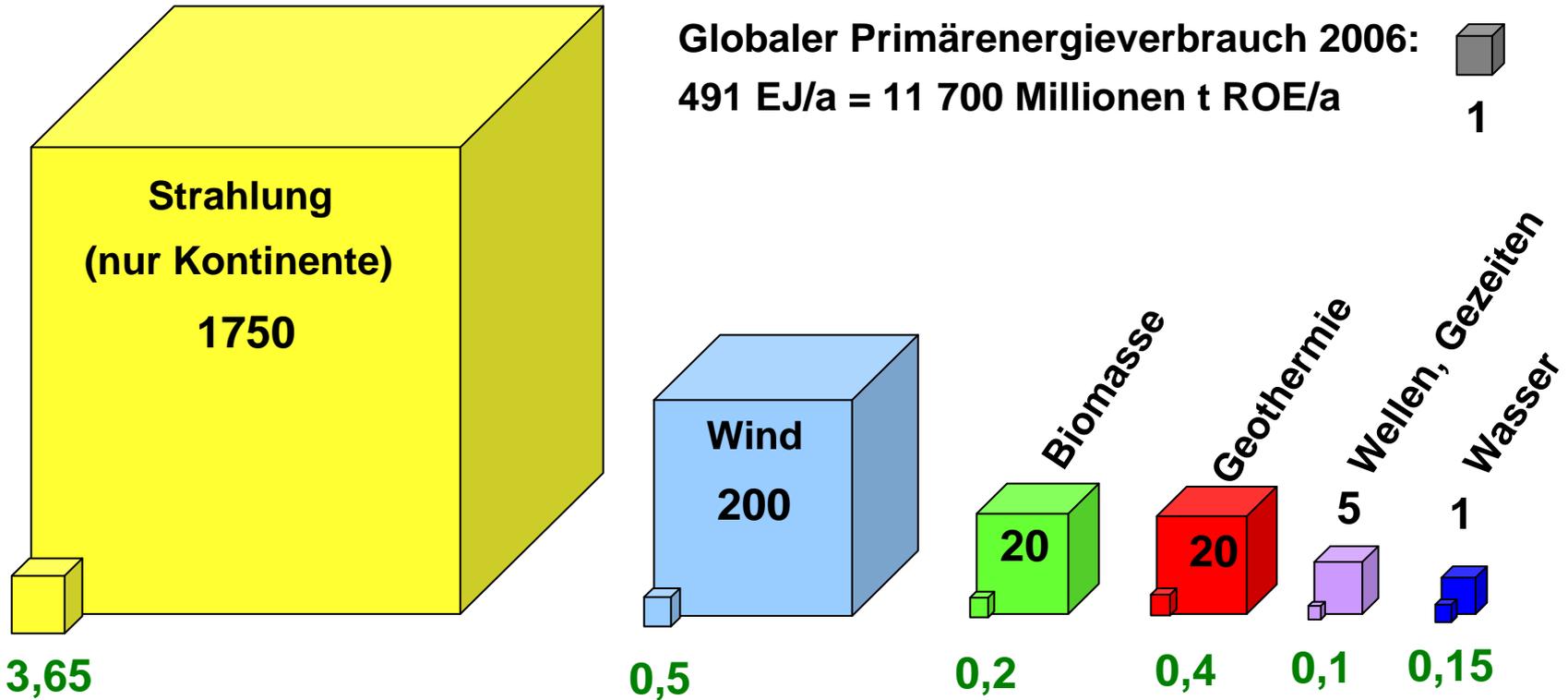


Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

Noch weiter?

Die „Sonne“ kann den gesamten Globus mit „unendlich“ viel Energie versorgen



Physikalisches Energieangebot:

ca. 2 000

Technisch-strukturelles Potenzial (heutige Techn.):

ca. 5



Strom aus EE wird die wichtigste „Primärenergie“ des 21. Jahrhunderts



Baden-Württemberg

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM

**ANDASOL 1+2, Guadix, Spanien
(2x50 MW, 7 Std. Speicher, 2009)
3500 Volllaststunden pro Jahr**





Vielen Dank für Ihre freundliche
Aufmerksamkeit !

Dipl.-Ing. Bruno Lorinser

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg

Theodor-Heuss-Str. 4

70174 Stuttgart

bruno.lorinser@wm.bwl.de