



„Bürgermeistermodell“ - Geothermie-Wärmeprojekte

TU Bergakademie Freiberg & CiF e. V.

Prof. Dr.-Ing. H. Klapperich

Dr. Thomas Reif, Sonntag & Partner

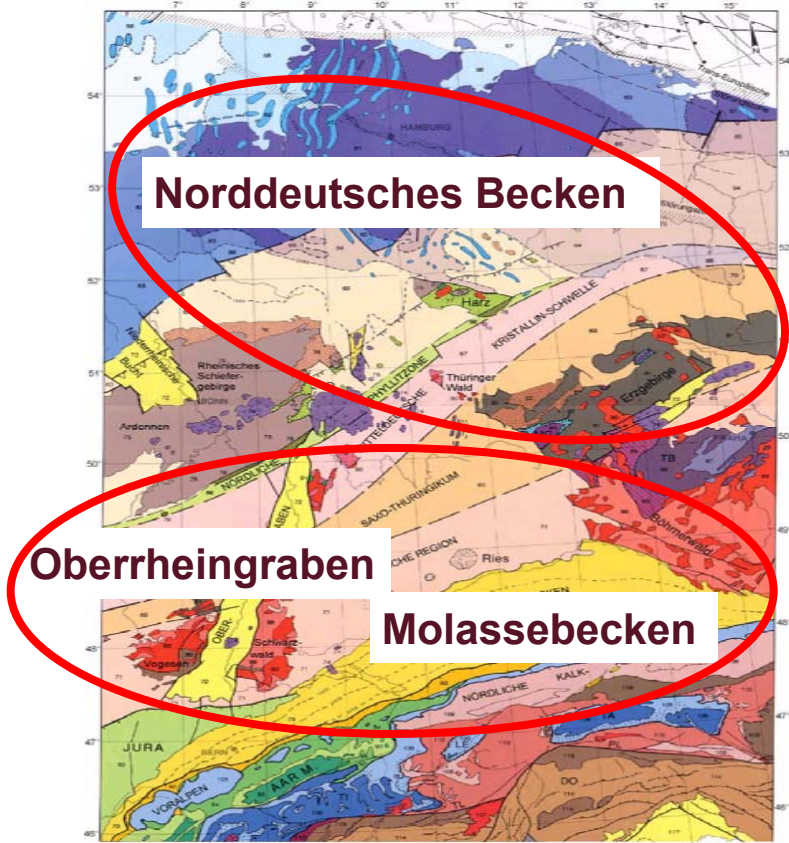
Die Themen:

1. Geothermisches Potential und Nutzungsmöglichkeiten
2. Projektkonzeption / -planung / -optimierung
3. Best Practice – realisierte Wärmeprojekte in Bayern
 - a) Aktueller Projekt-/ Planungsstand
 - b) Projektedaten
 - c) Absatz-/ Versorgungsplanung
 - d) Investitionsplanung
 - e) Finanzplanung
 - f) Ertragsplanung
 - g) Sensitivitätsanalyse
 - h) Reservoirerschließungskosten
4. Fazit / Ausblick Sachsen
5. Über uns



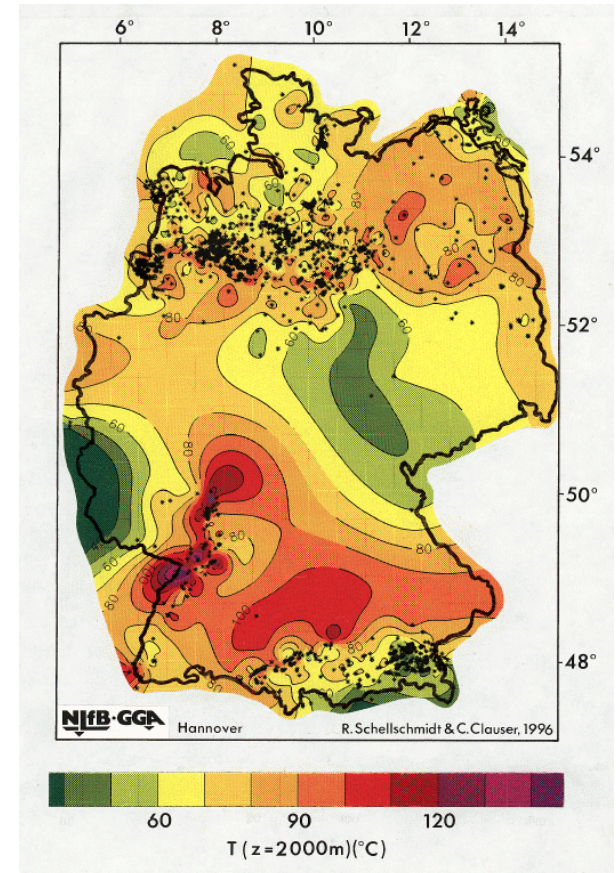
1. Geothermisches Potential und Nutzungsmöglichkeiten

a) Hydrothermale Vorkommen in Deutschland



← Tendenziell eher HDR / EGS!

← Hydrothermal und/oder EGS!



Quelle: Bayerischer Geothermieatlas

- Kritische Parameter der Umsetzung:
 - Temperatur
 - Fließraten
 - Nachhaltigkeit der Fließraten


 - Die Schwierigkeit:
- ➔ Die Erdwärme benötigt ein Transportmedium zur Oberfläche
- Sehr günstige Voraussetzungen in Südbayern (Molassebecken)
 - günstige Voraussetzungen im Oberrheingraben
 - Noch günstige Voraussetzungen im Norddeutschen Becken

➔ Alternativen:

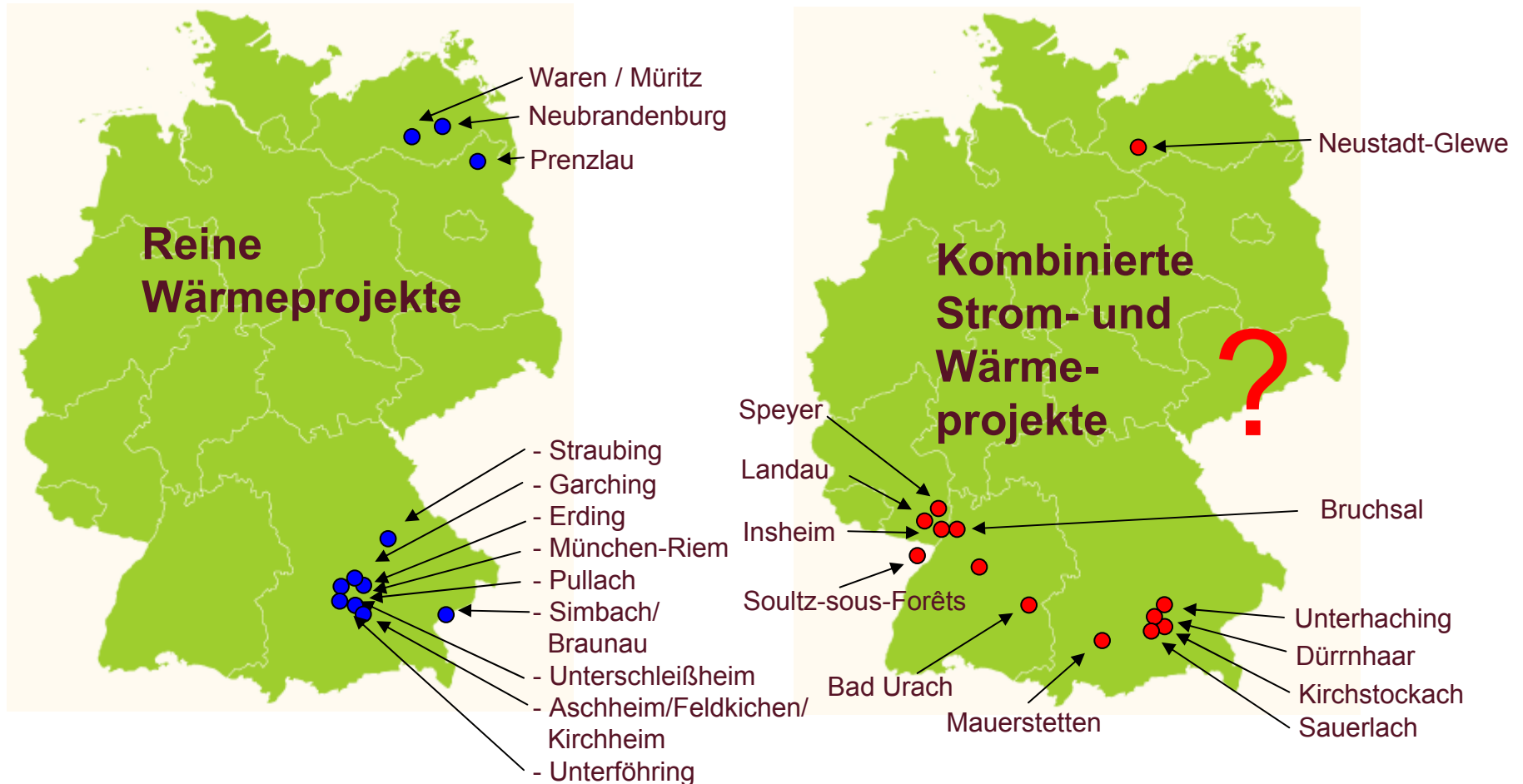
- Hot-Dry-Rock / Enhanced Geothermal Systems / Hot-Fractured-Rock
 - Der Wärmeträger Wasser wird zur Wärme gebracht
- Tiefe Erdwärmesonden
 - Geschlossenes Erschließungssystem
 - Einsatz bei geringer Schüttung
 - Konstantes Temperaturniveau
 - Bsp.: Arnsberg im Sauerland
 - Wärmeversorgung eines Freizeitbades
 - Einsatz von 3 km tiefen Sonden
 - Ca. 75% Deckung des Wärmebedarfs

b) Temperaturabhängige Nutzungsmöglichkeiten

Temperatur in °C	Anwendung	
> 200 - 120 [100]	Stromerzeugung	
120 [100] - 50	Wärmeversorgung	
50 - 35	Balneologische Nutzung (Thermalwasser)	
35 - 20	Wärmepumpenheizung	Badewasserheizung, Eisfreihaltung (Strassen)
< 20		Natürliche Kühlung


 Bei Temperaturen von ca. 150°C und 120 l/s kann eine elektrische Leistung von rund 5 MW erzeugt werden.

c) Aktuelle Geothermieprojekte in Deutschland (Auszug)



d) Und die Situation in Sachsen (EGS)?

Geothermisches Potential In Sachsen in kW				
Entzugsmenge EGS-System in kg/s	Fördertemperatur in °C aus ca. 5.000 m TVD			Rücklauf- temperatur in °C
	110	120	130	
20	4.800	5.600	6.400	50
40	9.600	11.200	12.800	50
60	14.400	16.800	19.200	50
Wärmevergleichsprojekte				
	Riem (München)	IEP (Pullach)	AFK (Aschh. / Feldkirch. / Kirchh.)	GEOVOL (Unterföhring)
Potential in MW ca.	10,0	5,3 (bei Rücklauf 61°C)	geplant 6,5	geplant 6,7
Einwohnerzahl ca.	16.000	8.900	25.300	8.500
Anschlusswert Wärmenetz in MW ca.	geplant 40	geplant 33	geplant 131	geplant 52

Vgl. Boeck et al.,
Analyse des
tiefeingeother-
mischen
Potenzials im
Freistaat
Sachsen, 2007

➔ Bei Temperaturen > 120°C leisten bereits Entzugsmengen > 30 kg/s einen so bedeutenden Versorgungsbeitrag, dass die potentiellen Kosten eines EGS-Systems im Rahmen einer städtischen Versorgung künftig amortisierbar werden

2. Projektkonzeption / -planung / -optimierung

a) Einige Entscheidungskriterien für den Projektzuschnitt

- Energieversorgungsziel: Wärme und / oder Strom?
- Aufsuchungserlaubnis vorhanden oder erwerbbar, ggf. durch Beteiligung?
- Welches Temperaturniveau ist im Aufsuchungsfeld zu erwarten?
 - Eignung zur Wärmeversorgung? Ggf. hybrid mit Biomasse? Stromproduktion?
 - Lassen sich Kraft- und Wärmeprozess rentabel kombinieren?
 - „Heiße“ Erdwärme oder Kraftwerksabwärme für die Wärmeversorgung?
- Welche Tiefen müssen / können erschlossen werden (Bohrkosten!)?
 - Lassen sich die Bohrungen allein über die Wärmeversorgung amortisieren?
 - Existiert die kritische Kundenmasse für die Wärmeinfrastruktur?
- Eigenfinanzierung durch die Kommune oder PPP?

 **Der konkrete Geothermie-Projektzuschnitt ist stets Maßarbeit!**

b) Erscheinungsformen kommunaler Projekte

- Es gibt nicht DAS kommunale Geothermieprojekt
 - Eigener Claim der Kommune oder Beteiligung an / Kooperation mit Dritten?
 - Vier typische Erscheinungsformen kommunaler Projekte
 1. Rein kommunales Projekt => Wärme („klassische“ Projektgestaltung)
 2. Rein kommunales Projekt => Strom und Wärme (selten)
 3. Nutzung von Rest- / Abwärme => angelehnt an ein privates Stromprojekt
 4. Gemeinschaftsprojekt /-claim Kommune / Privater => Strom und Wärme
 - Aufgabe der Kommunen: Daseinsvorsorge → Infrastrukturaufbau!
- Klassische Wärmeprojekte oder Projekte aus Restwärmenutzung naheliegend

c) Geologische / technische Projektplanung

1. Genaue Ermittlung des Wärmebedarfs

(Analyse der Siedlungsstruktur, Art und Alter der Bebauung, Fragebogenaktion)

2. Genaue Abstimmung der Energiequellen

(Geothermie, Biomasse, Wärmepumpen)

PLANUNGS- KREISPROZESS

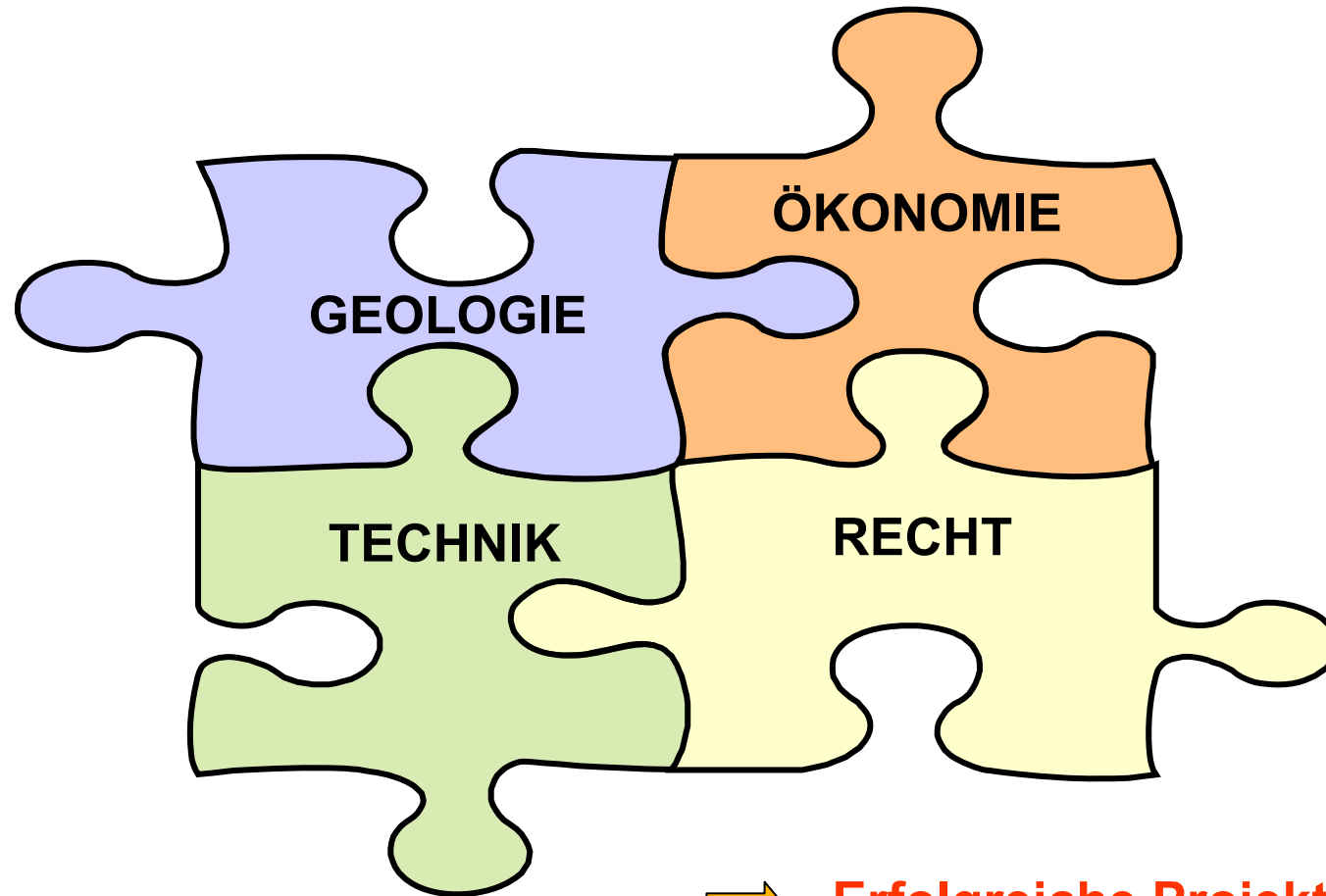
4. Netzplanung

(Hydraulische Gegebenheiten, „Begehbarkeit“, Großabnehmer, Ausbau/Verdichtung)

3. Optimale Auswahl des Standorts

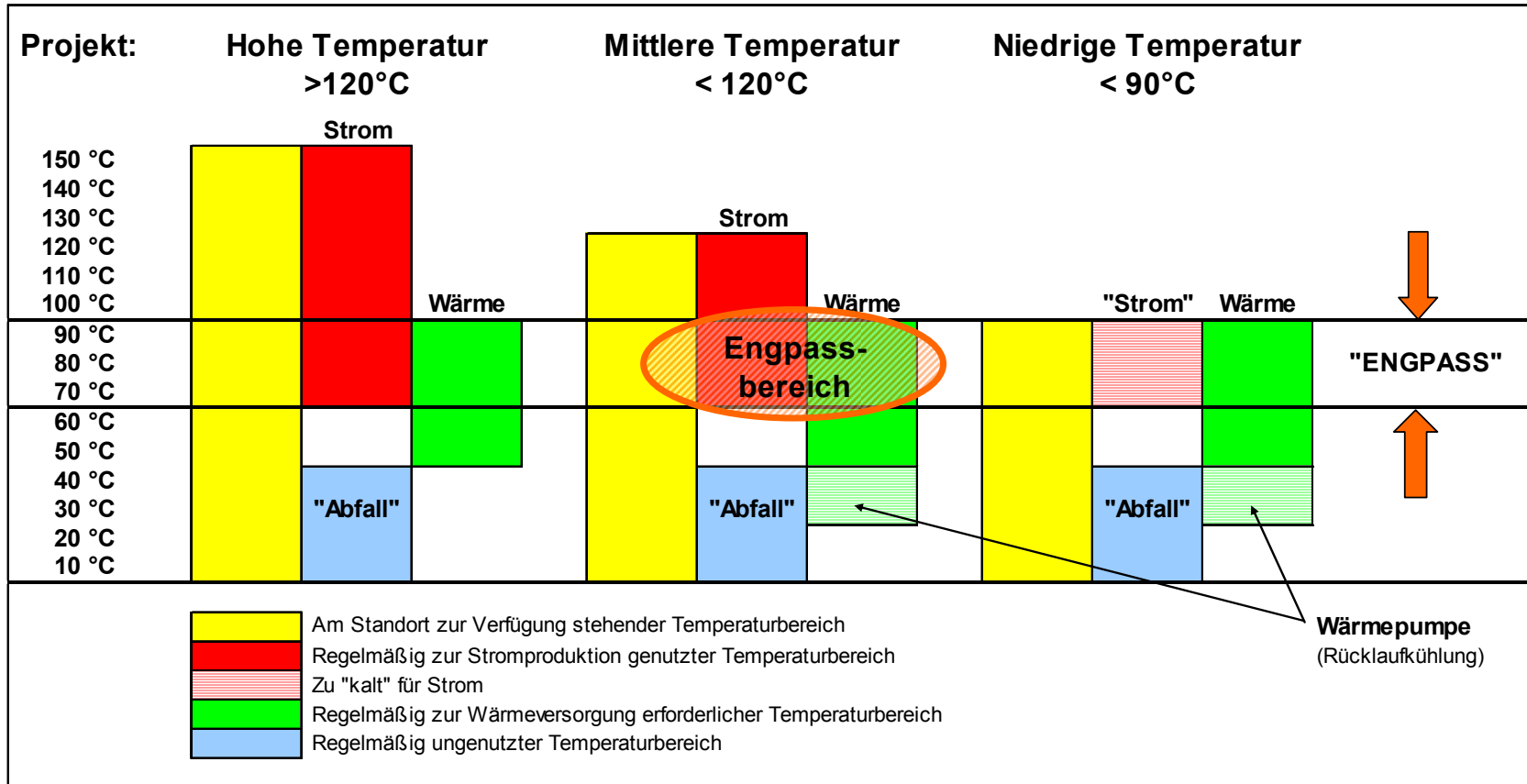
(hinsichtlich der Wassermenge, -temperatur, und Wärmenetzes)

d) Die Herausforderung: Disziplinen verzahnen!



Erfolgreiche Projektumsetzung

e) Projektoptimierung („KWK“ und Wärmepumpe)



➔ Kombination von Stromerzeugung und Wärmeversorgung (parallel od. seriell) und / oder Optimierung der Wärmeproduktion (Wärmepumpe)

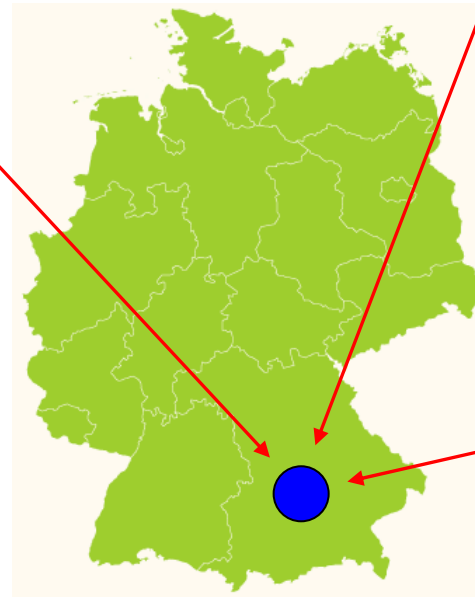
3. Best Practice – realisierte Wärmeprojekte in Bayern

a) Aktueller Projekt-/ Planungsstand

Projekt 1 (Betriebsphase)

→ Wärmelieferung seit 2005

- Temperatur: 102°C
- Schüttung: 33 kg/s
- Bohrstrecke Thermal 1: 3.550m
- Bohrstrecke Thermal 2: 4.120m
- Planungsstand Ende 2009:
 - Wärmeverkauf: ca. 21.000 MWh
 - Angeschlossene Objekte: ca. 300



Projekt 2 (Bohrphase)

→ Thermal 2 seit März 2009

- Temperatur: 84°C
- Schüttung: 50 kg/s
- Bohrstrecke Thermal 1: ca. 3.040m
- Bohrstrecke Thermal 2: ca. 2.700m

Projekt 3 (Bohrphase)

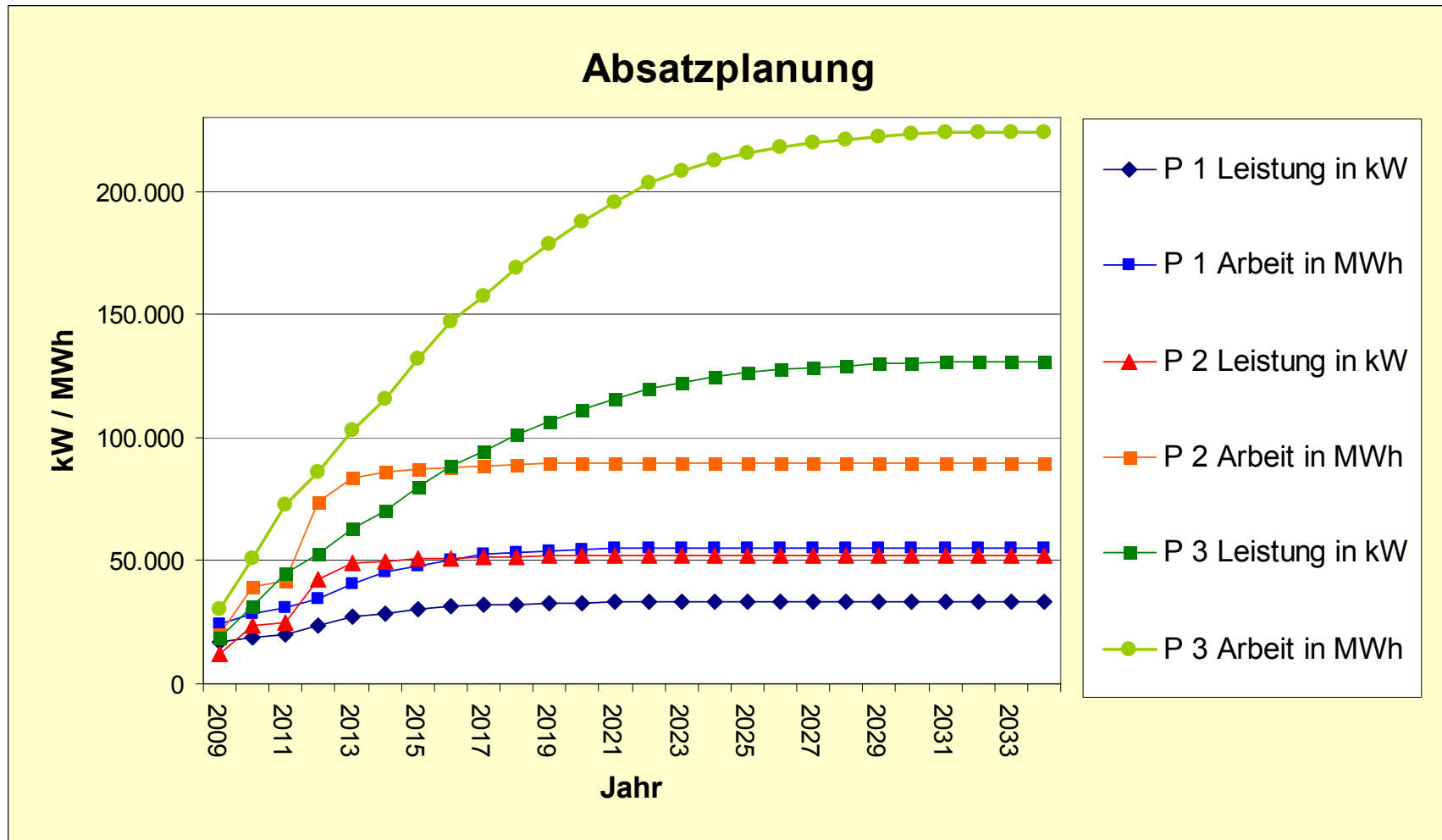
→ Thermal 2 seit April 2009

- Temperatur: 84°C
- Schüttung: 70 kg/s
- Bohrstrecke Thermal 1: ca. 2.700m
- Bohrstrecke Thermal 2: ca. 2.600m

b) Projekteckdaten (Planungshorizont von 30 Jahren)

	P 1 Hochtemperaturprojekt (eine Gemeinde, 8.900 Einwohner)	P 2 Niedertemperaturprojekt (eine Gemeinde, 8.500 Einwohner)	P 3 Niedertemperaturprojekt (drei Gemeinden, Σ 25.300 Einwohner)
Schüttung in kg/s	33	50	70
Fördertemperatur in °C	102	84	84
Rücklauftemperatur in °C	61	50	60
geplantes thermisches Potential in kW	5.334	6.704	6.448
Optimierung Energiekonzept durch	3. Bohrung (=> 45 - 50 kg/s) => Leistung neu: ca. 7,3 MW _{th} ca. 9,3 MW _{th} bei Rücklauf 50°C	Einsatz Biomasse	Einsatz Biomasse und Wärmepumpe
Anschlussleistung in kW (im Endausbau) ca.	33.000	52.000	131.000
Wärmeabsatz in MWh (im Endausbau) ca.	55.000	90.000	224.000
Σ Angeschlossene Objekte (im Endausbau)	1.200	505	4.300

c) Absatz-/ Versorgungsplanung



Absatzplanung im Endausbau

	P 1	P 2	P 3
Leistung Kleinkunden in kW	25.441	11.889	82.658
Leistung Großkunden in kW	7.706	40.059	48.249
Σ Anschlussleistung in kW	33.147	51.948	130.907
Verbrauch Kleinkunden in MWh	41.770	21.580	150.227
Verbrauch Großkunden in MWh	13.230	68.025	73.923
Σ Verbrauch in MWh	55.000	89.605	224.150

Beispiel: Wärmebereitstellung P 3 im Endausbaustadium

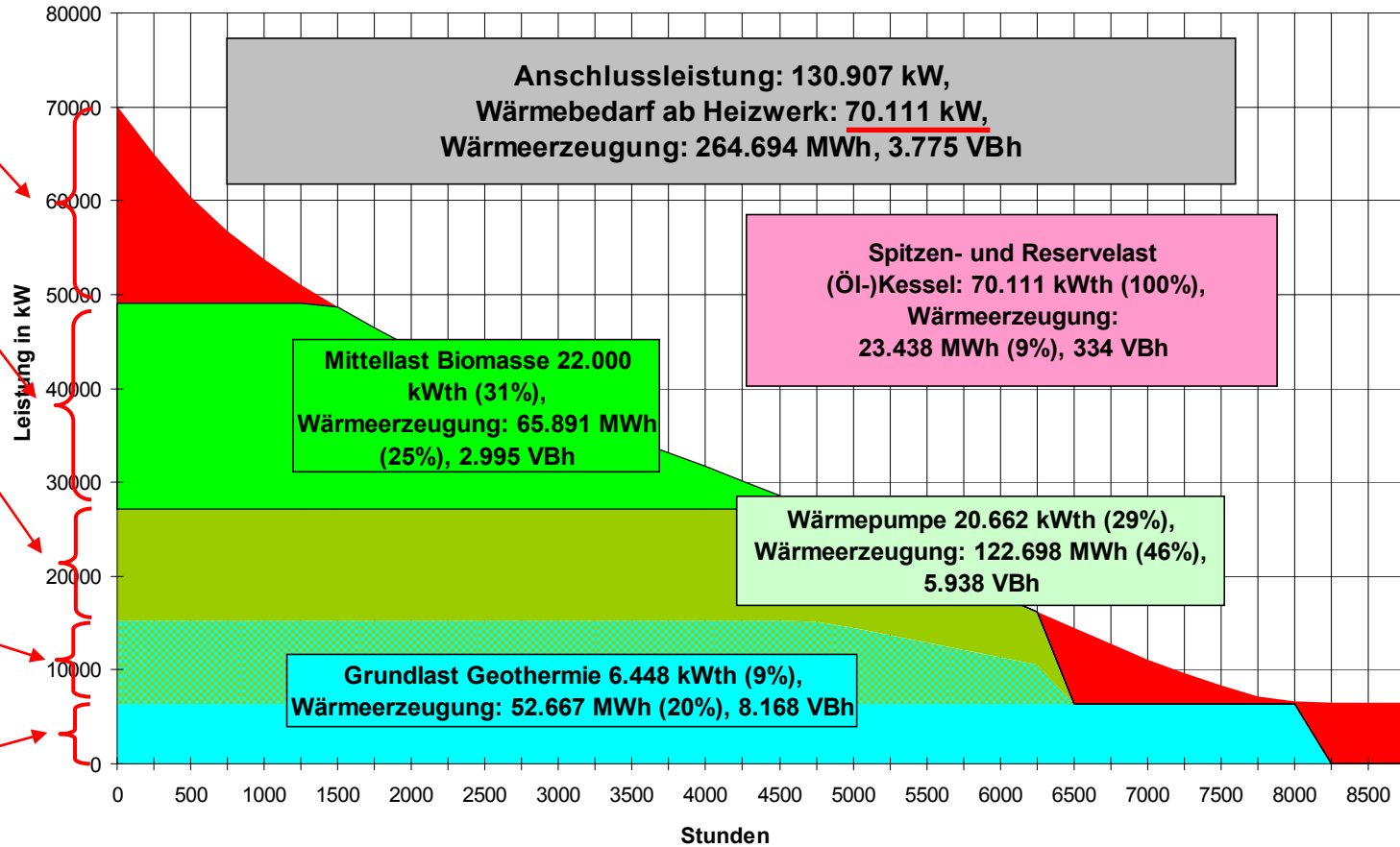
Spitzen- /
Reservelast (Öl)
→ **21,0 MW**

Biomasse
Mittellast
→ **22,0 MW**

Wärmepumpe
Biomasse-Anteil
→ **11,8 MW**

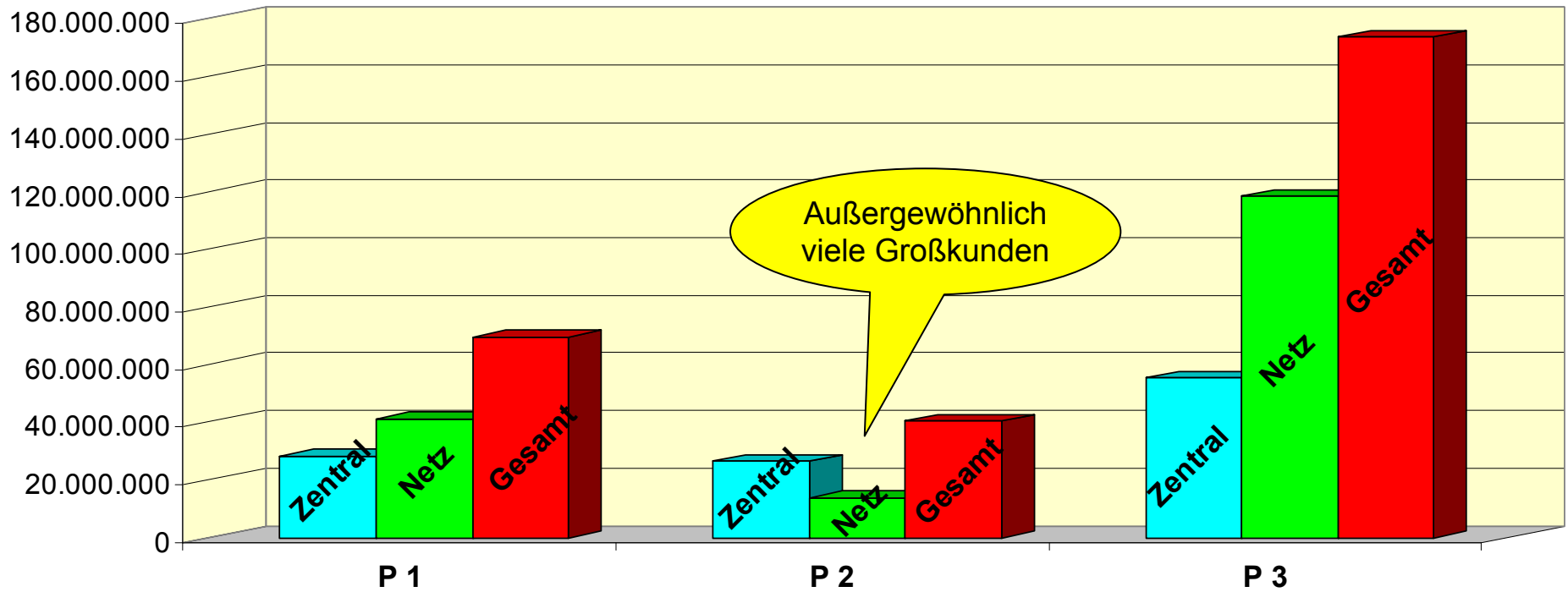
Wärmepumpe
Geoth.-Anteil
→ **8,8 MW**

Geothermie
→ **6,4 MW**



d) Investitionsplanung

Aufteilung Investitionskosten in €



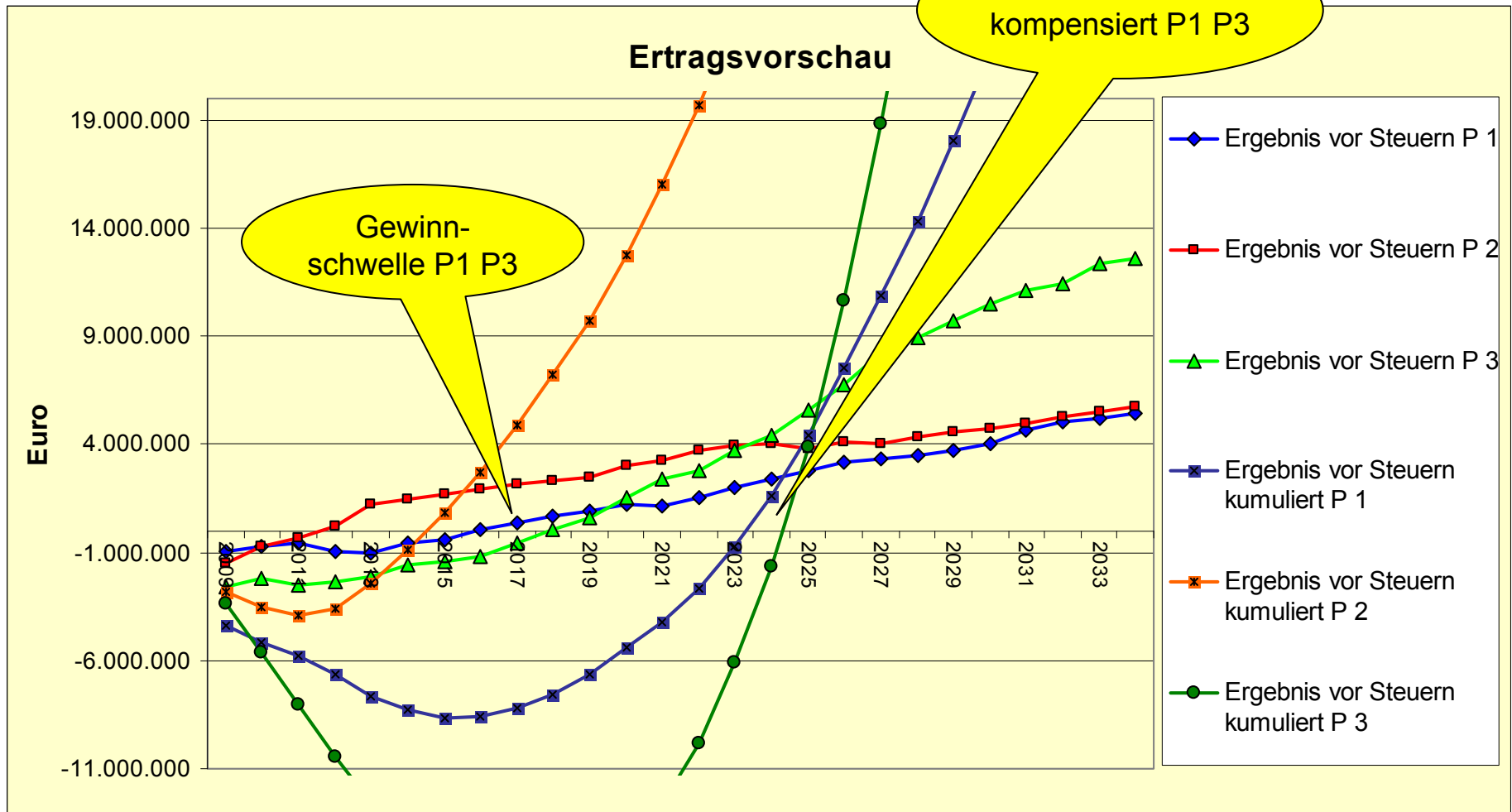
e) Finanzplanung

- Gemeinde → Eigenkapital (mind. Bohrung und negativer Cashflow)
- Privatinvestoren (ggf. zusammen mit Gemeinde als PPP)
- Banken → Fremdkapital
- Kunden → Baukostenzuschüsse, Hausanschlusskostenbeiträge
- Fördermittel (Land, Bund, EU, Infrastruktur- und Innovationsförderung)
- 💣 Projekte derzeit **nicht** zu finanzieren ohne Haftungsübernahme !
- 💣 Restriktionen des EU-Beihilferechts werden gerne verdrängt!

Planungsprozess:

- ➡ In Abhängigkeit von der Projektstruktur
- ➡ Der Detaillierungsgrad der Finanzplanung nimmt mit Projektfortschritt zu

f) Ertragsplanung



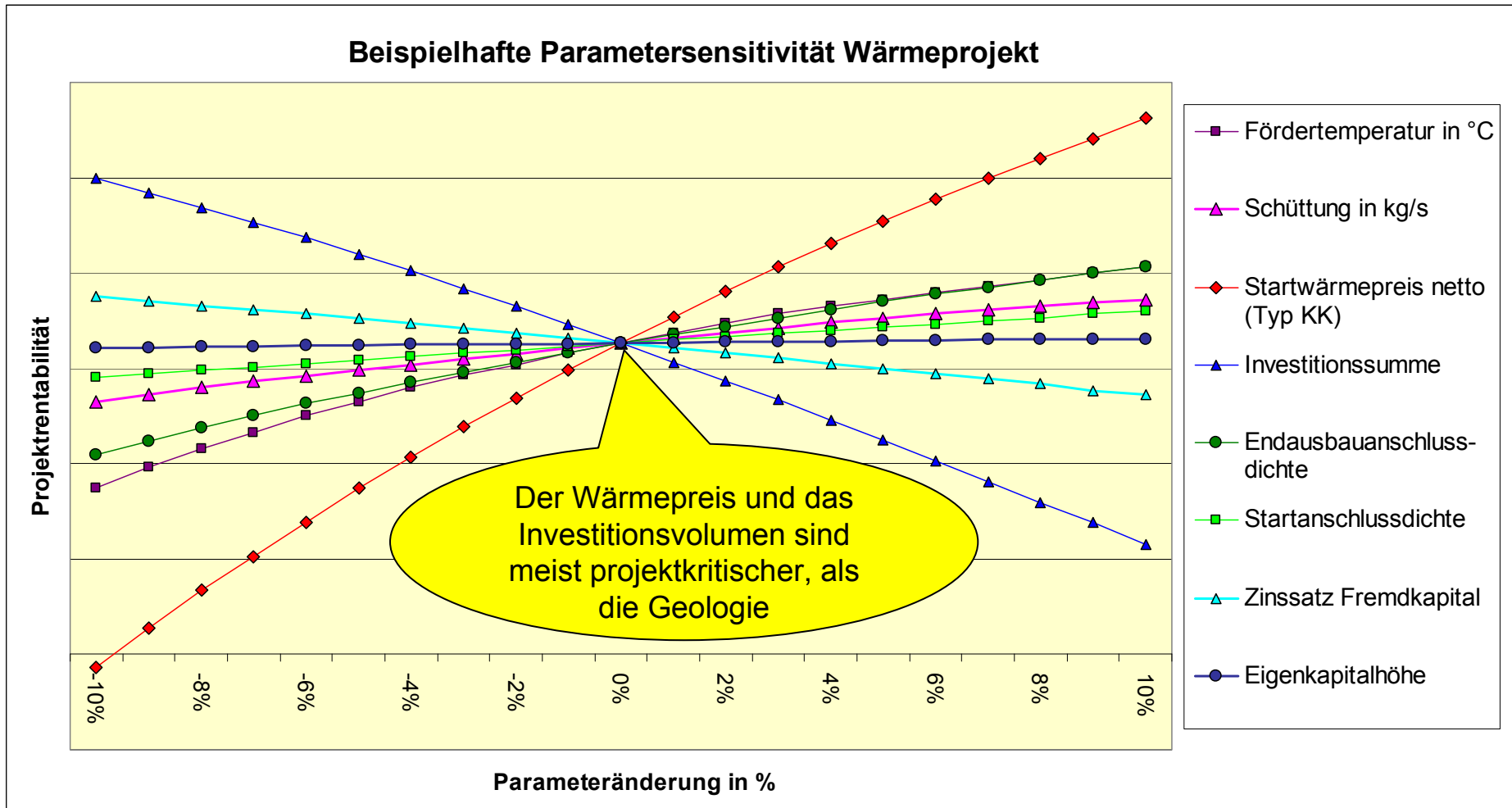
Gegenüberstellung Projektergebnisse

	P 1	P 2	P 3
Gewinnschwelle vor Steuern im Projektjahr	11	5	11
Projektamortisation vor Steuern im Projektjahr (Kompensation aller Anlaufverluste)	19	8	18

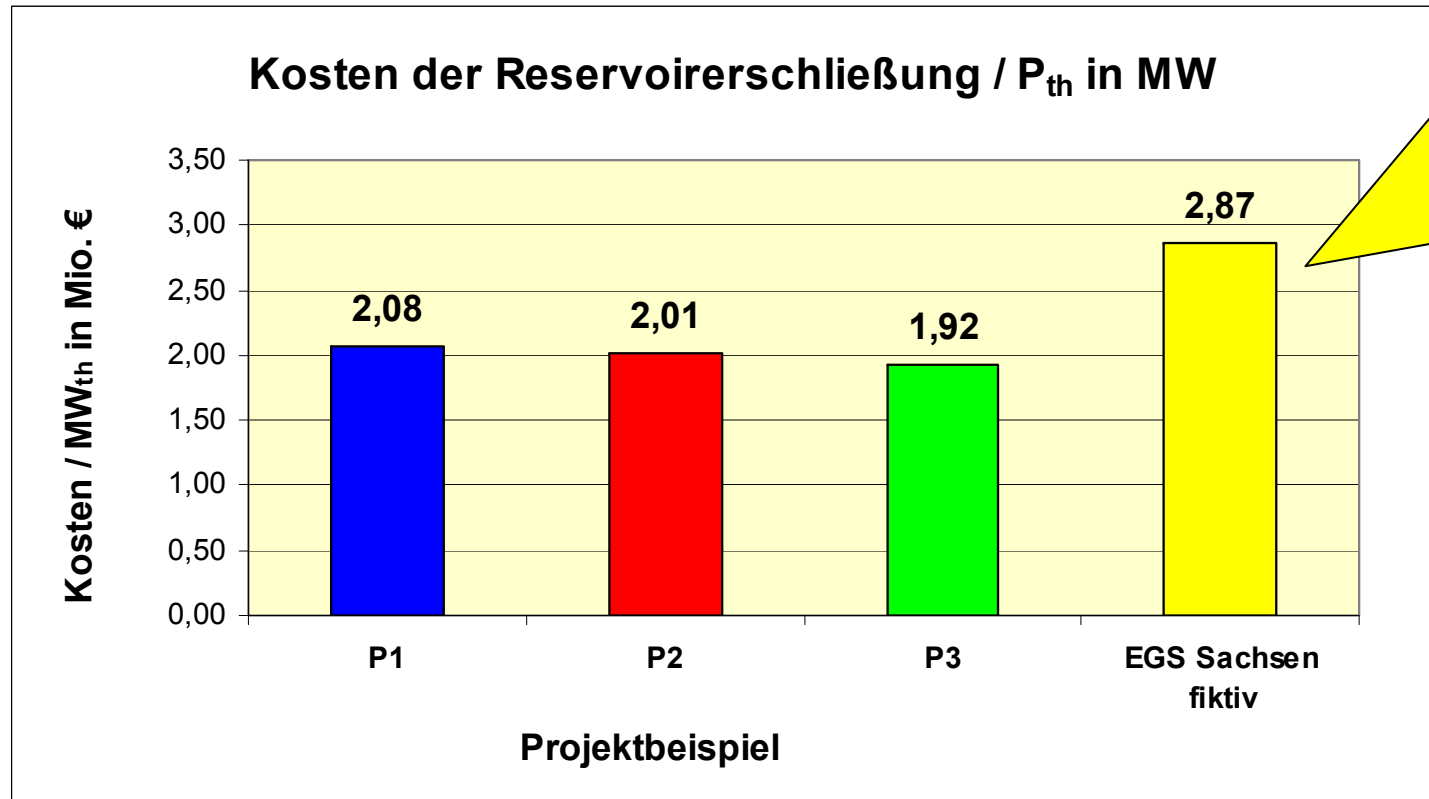
Anschlüsse von vielen Großkunden in den ersten Jahren bringen in P2 rasche Deckungsbeiträge!

- ➔ • Renditen bei Wärmeprojekten liegen meist bei ca. **3 - 8%**, abhängig von:
 - Standort und Bohrtiefe (Temperatur und Schüttung)
 - Konzept Energiebereitstellung (Mittellast- und Spitzenlastdeckung)
 - Preisgestaltung (Höhe Arbeits- und Grundpreis, Gestaltung Preisgleitklauseln)
 - Kapitalausstattung
 - Ausbaugeschwindigkeit usw.
- ➔ • Jedes Projekt ist individuell gestaltbar!

g) Sensitivitätsanalyse



h) Reservoirerschließungskosten - ein Vergleich



Die Annahmen:

$P_{th} \approx 12,8 \text{ MW}$
 130°C Fördertemperatur,
 40 kg/s, 50°C Rücklauf

Dublette:

Exploration:	3.000.000 €
Bohrplatz:	1.000.000 €
Bohrung:*	28.750.000 €
Stimulation:	4.000.000 €
SUMME:	36.750.000 €

* 5.000 m MD, 6 1/8" im
 Endausbau, Bohrkosten
 2.5 Mio. € / 1.000 m MD +
 15% Reserven

4. Fazit / Ausblick Sachsen

- (Fern-)Wärmeversorgung aus tiefer Geothermie ist bewährte Technik.
- Wärmeprojekte sind an einer Vielzahl von Standorten in Deutschland wirtschaftlich umsetzbar, sofern die kritische Kundenmasse erreicht wird.
- Wärmeprojekte sind regelmäßig Kommunalprojekte (Daseinsvorsorge!), die Kommunen verfügen über den „langen Atem“, der beim Aufbau von Netzinfrastruktur erforderlich ist.
- Bei Temperaturniveaus $> 120^{\circ}\text{C}$ werden EGS-Projekte in Sachsen trotz (noch) höherer spezifischer Reservoirerschließungskosten (€ / kW) bei guter Auslastung künftig interessant.
- Langfristige Preissteigerung bei Öl und Gas unterstellt, so wird die geothermische Wärmeversorgung auch an Niedertemperaturstandorten $< 70^{\circ}\text{C}$ (hydrothermal) oder aus EGS Systemen wirtschaftlich umsetzbar.

5. Über uns

a) S&P Geothermie-Team

Harald Asum
Dipl.-Betriebswirt



Irene Lang
Dipl.- Betriebswirtin



Ramona Trommer
Dipl.-Kauffrau,
Wiss. Assistentin



Dr. Thomas Reif
Dipl.-Volkswirt, Rechtsanwalt,
Fachanwalt für Steuerrecht



Birgit Maneth
Rechtsanwältin, LL.M.,
Fachanwältin für gewerblichen
Rechtsschutz



Dr. Martina Vollmar
Rechtsanwältin, Fachanwältin
für Steuerrecht, Steuerberaterin



Gerd Wolter, C.P.A.
Dipl.-Kaufmann, Steuerberater,
Wirtschaftsprüfer



Karin Gohm
Rechtsanwaltsfachangestellte

b) Einige Referenzprojekte – www.geothermiekompetenz.de

- Geothermieprojekt Riem (Wärme) – umgesetzt
- Geothermieprojekt Pullach (Wärme) – umgesetzt
- Geothermieprojekt Mauerstetten/Kaufbeuren (Strom/Wärme) – in der Umsetzung
- Geothermieprojekt Aschheim/Feldkirchen/Kirchheim (Wärme) – in der Umsetzung
- Geothermieprojekt Sauerlach (Strom/Wärme) – in der Umsetzung
- Geothermieprojekt Dürrnhaar (Strom/Wärme) – in der Umsetzung
- Geothermieprojekt Unterföhring (Wärme) – in der Umsetzung
- Geothermieprojekt Oberhaching (Wärme) – in der Planung
- Geothermieprojekt Geretsried (Strom/Wärme) – in der Planung
- Geothermieprojekt Garching (Wärme) – in der Umsetzung
- Geothermieprojekt Grünwald (Wärme) – in der Planung
- Geothermieprojekt Vaterstetten/Grasbrunn (Wärme) – in der Planung
- Geothermieprojekt Holzkirchen (Strom/Wärme) – in der Planung
- Geothermieprojekt Traunstein (Strom/Wärme) – in der Planung
- Und viele weitere ...

c) Dienstleistungsspektrum S&P erneuerbare Energien

Projektkonzeption

- Maßgeschneiderte Projektgestaltung

Wirtschaftlichkeitsberatung

- Wirtschaftlichkeitssimulationen
- Aufbau der Kostenrechnung
- Wirtschaftsplan / Finanzierung
- Quartalsberichterstattung etc.

Rechtsberatung

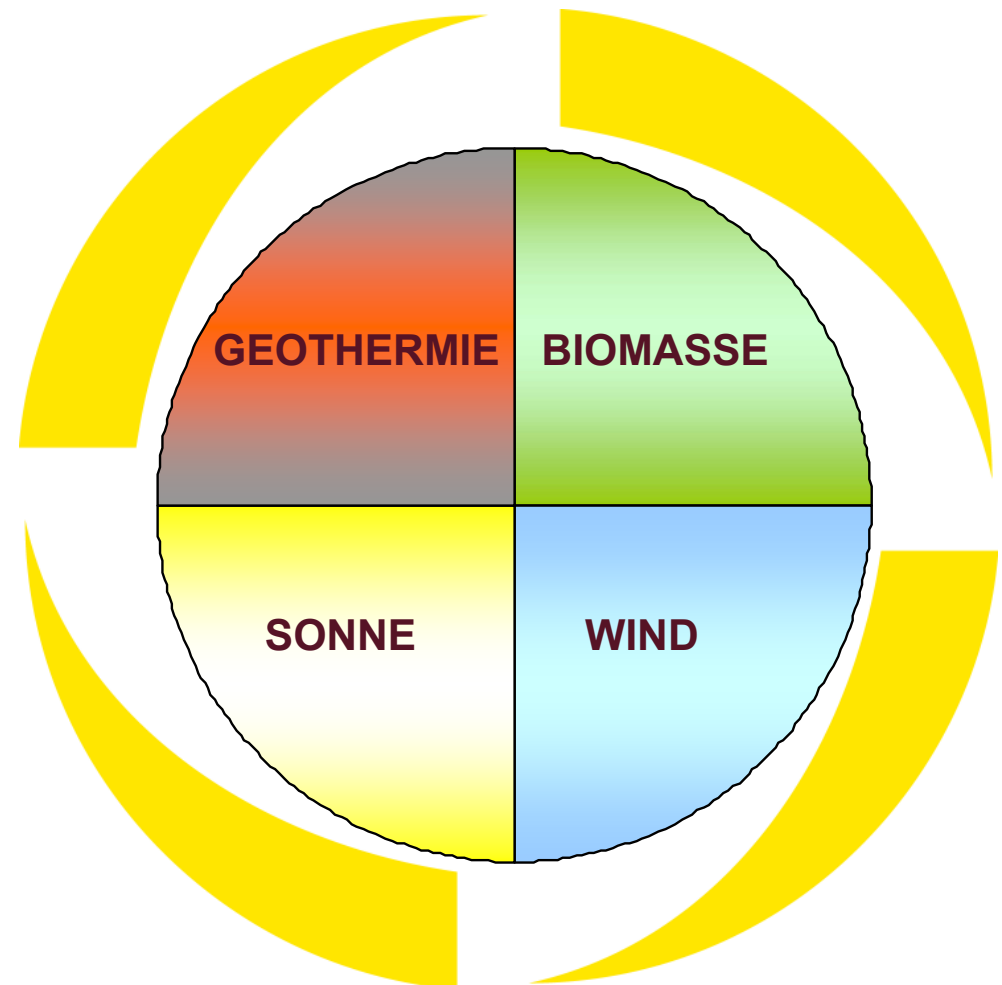
- Rechtliche und steuerliche Projektgestaltung
- Energie-, Vertrags-, Vergabe-, Kartell- und Beihilferecht etc.

Steuerberatung

- Buchhaltung
- Jahresabschlusserstellung
- Steuererklärungen etc.

Wirtschafts- / Projektprüfung

- Jahresabschlussprüfung
- Unternehmensbewertung
- Technische/ökonomische/rechtliche Due Diligence



Dr. rer. pol. Thomas Reif

Dipl.-Volksw., Rechtsanwalt, Fachanwalt für Steuerrecht

www.geothermiekompetenz.de

Sonntag & Partner

Wirtschaftsprüfer Steuerberater Rechtsanwälte

Schertlinstraße 23 · 86159 Augsburg

Telefon 0821/57058-0 · Telefax 0821/57058-153

Elektrastraße 6 · 81925 München

Telefon 089/2554434-0 · Telefax 089/2554434-9

www.sonntag-partner.de