



Businessplan und Projektsimulation (Wärme)

[GGSC]-Erfahrungsaustausch

„Erfahrungsaustausch Kommunale Geothermieprojekte“

Dr. Thomas Reif

Die Themen:

1. Geothermieprojekt \neq Geothermieprojekt
2. Herausforderung Businessplan und Projektsimulation
3. Beispielprojekt Wärme Bayern
4. Projektvergleich EGS-Norddtld. / Bayern (hydroth.)
5. Resümee
6. Über uns



1. Geothermieprojekt \neq Geothermieprojekt

Geothermische **Stromerzeugung**
(primär: „Renditeüberlegung“)

Geothermische **Wärmeversorgung**
(primär: „Infrastrukturüberlegung“)



EEG-Einspeisevergütung

Marktpreis / vereinbarter Wärmetarif

vom Stromkunden
subventionierte
Energie mit festen
Vergütungssätzen
grundlastfähig!

„marktgängiger“
Preis im Hinblick
auf Wettbewerbsenergien
Öl, Gas, Biomasse etc.
„subventionsfrei“

Wertschöpfung ≠ Wertschöpfung

- **Potentialnutzung 1 MWh thermisch Fernwärmesystem**

Nutzungsgrad 85% Erlös 40 €/MWh* Erlös/Nutzung = 34 €
*ohne Transport und Vertrieb

- **Potentialnutzung 1 MWh thermisch ORC bei ca. 150°C**

Nutzungsgrad 12,3% Erlös 230 €/MWh Erlös/Nutzung = 29 €

➔ Der Wertschöpfungsvorteil bei der Nutzung zur Wärmeversorgung vergrößert sich mit steigenden Energiepreisen

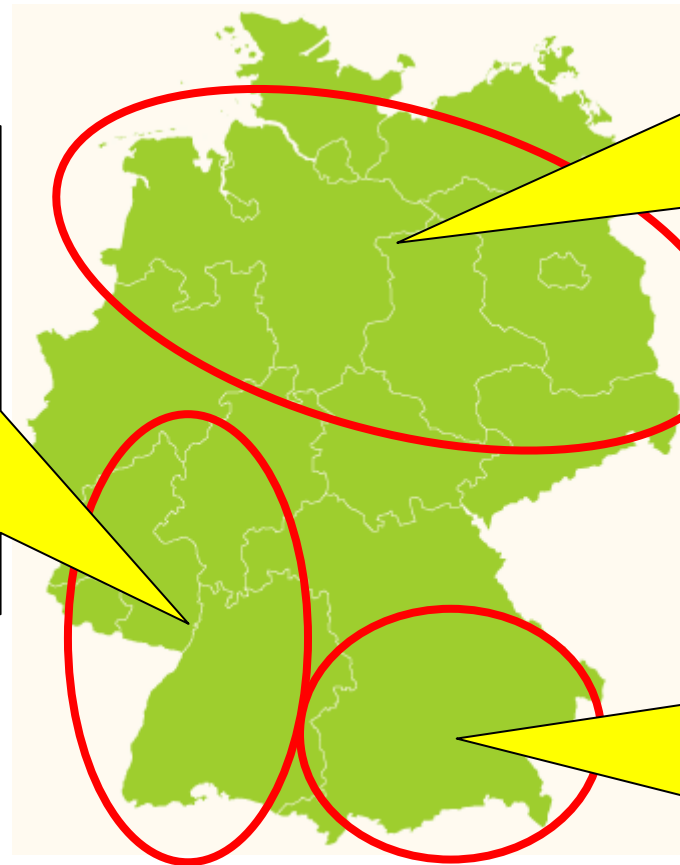
- **Folgerungen:**

- Priorität für die Wärmenutzung bei knapper Ressource
- Ertragsverbesserung im Stromprojekt durch Wärmeverkauf

Rahmenbedingungen

Oberrhingraben:

Hohe Temperatur > 150°C schon in mittlerer Tiefe bei ca. 3.500m
 → Relativ hohe Bohrkosten
 Mittlere Schüttungen
 → Sehr gute Eignung für Wärmeprojekte
 → Gute Eignung zur Stromerzeugung hydrothermal, künftig auch bevorzugt EGS



Norddeutsches Becken:

Hohe Temperatur > 150°C in großer Tiefe von ca. 5.000m
 → Sehr hohe Bohrkosten
 Eher geringe Schüttungen
 → Gute Eignung für Wärmeprojekte
 → Stromerzeugung künftig durch EGS-Projekte

Süddeutsche Molasse:

Hohe Temperatur > 150°C in großer Tiefe von ca. 5.000m
 → Sehr hohe Bohrkosten
 Gute Schüttungen
 → Sehr gute Eignung für Wärmeprojekte
 → Gute Eignung zur Stromerzeugung hydrothermal

Projektlandkarte Deutschland (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)



Investitionen und Finanzbedarf

„Modularer“ Aufbau der Projekte

| | | |
|---|---|---|
| Exploration 1-3 Mio. € | Bohrungen (Dublette) 12-30 Mio. € | Versicherungen 0,5-7 Mio. € |
| Kraftwerk (4-5 MW) 10-15 Mio. € | Energie-/Heizzentrale 5-10 Mio. € | Netz (10.000 EW) 20-30 Mio. € |

➔ Typische Projektvolumina von 50 - 200 Mio. €

➔ Abhängig davon, ob Strom-, Wärme- oder kombiniertes Strom- und Wärmeprojekt

Staatliche Förderung

Grundsatz

- Stromprojekte werden über das EEG gefördert (Einspeisevergütung)
- Wärmeprojekte werden über das Marktanzreizprogramm der KfW gefördert
 - Durchschnittlich ca. 5 - 7 Mio. € je Projekt

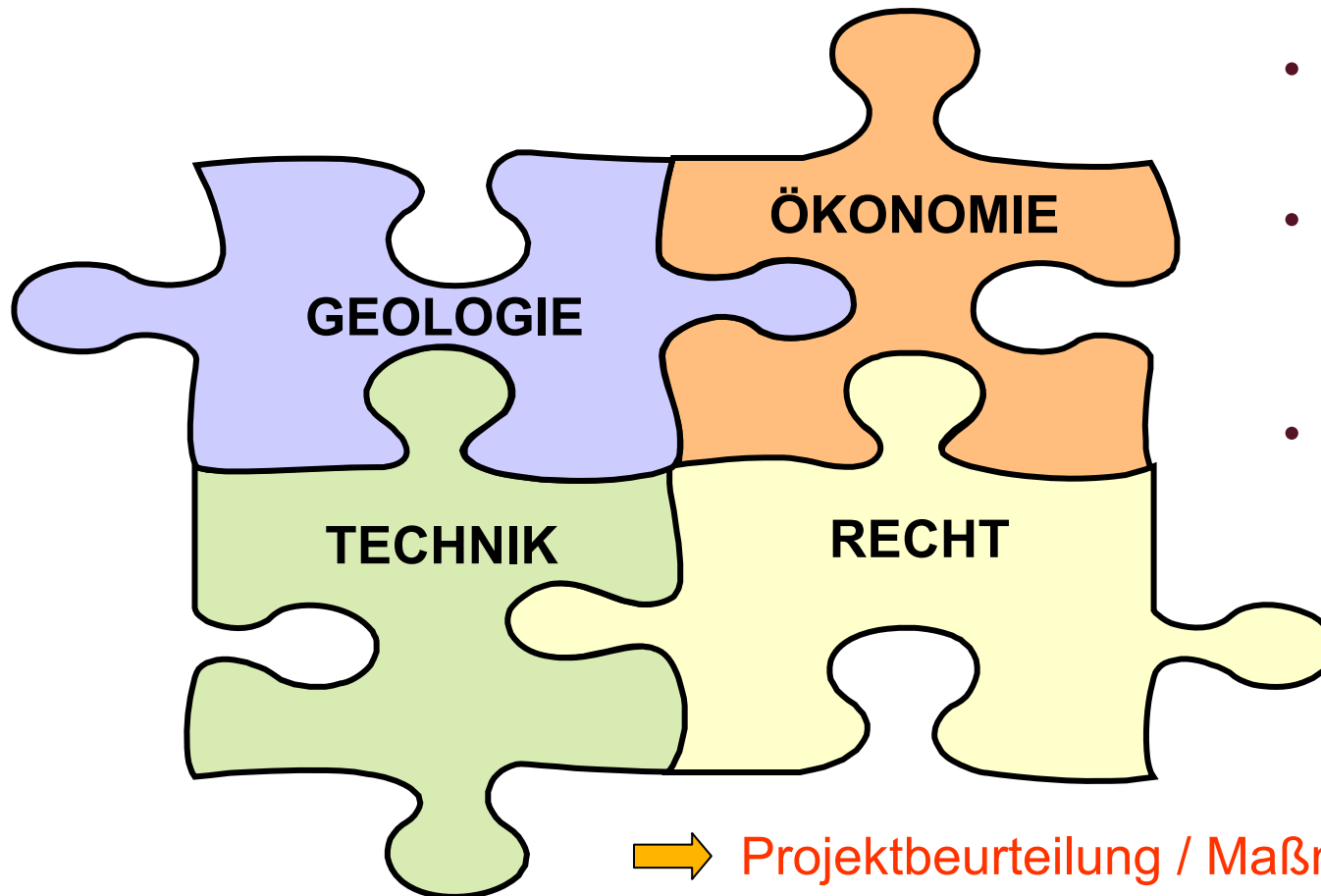
Sonstige Fördermittel (auszugsweise)

- Förderung von Tiefengeothermie-Wärmenetzen (LfA Förderbank Bayern)
- Diverse Technologieförderprogramme
- KfW EE Programm Fündigkeitsrisiko 282 → Alternative zur Versicherung

Projektkonzept und Wirtschaftlichkeit

- ➔ **Projekt und Geologie müssen einander iterativ angepasst werden!**
 - Was ist das Versorgungsziel (Strom / Wärme)?
 - Welches Temperaturniveau ist im Aufsuchungsfeld zu erwarten?
 - Eignung zur Stromproduktion / Wärmeversorgung (ggf. hybrid mit Biomasse)?
 - Welche Tiefen müssen / können erschlossen werden (Bohrkosten!)?
 - Lassen sich die Bohrungen allein über die Wärmeversorgung amortisieren?
 - Existiert die kritische Kundenmasse für den EEG-Wärmebonus?
 - Wer steht als möglicher Projekt-Partner zur Verfügung (Finanzierung)?
- ➔ **Das Projektkonzept bestimmt die Projektwirtschaftlichkeit!**
- ➔ **Der konkrete Geothermieprojekt-Zuschnitt ist stets Maßarbeit!**

2. Herausforderung Businessplan und Projektsimulation

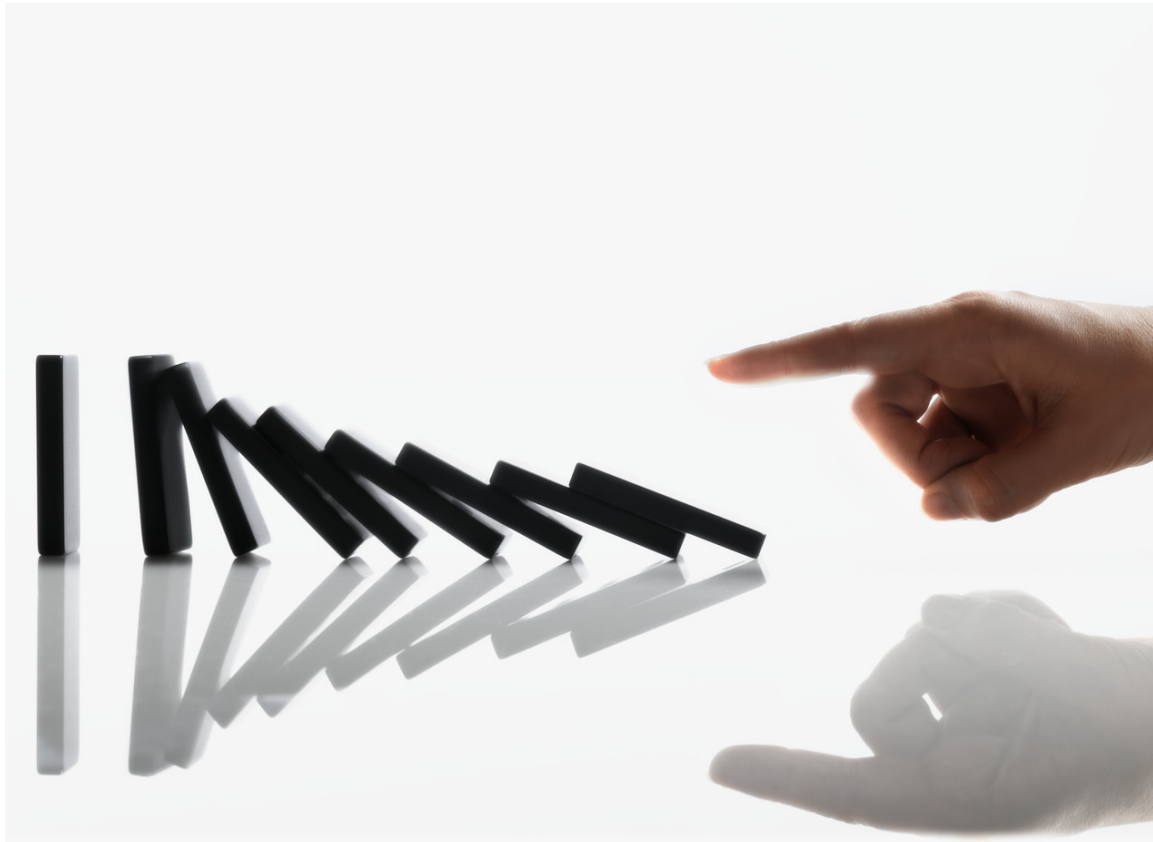


- Das Gesamtprojekt verstehen
- Die Wechselwirkungen zwischen den Disziplinen abbilden
- Parametervariationen simulieren

Businessplanung als ganzheitlicher Kreislaufprozess



Die Herausforderung



➔ Die Veränderung eines technischen Parameters hat Auswirkung auf alle Teilrechnungen und verändert alle Finanzströme im Projekt

Lösung: Businessplan als vollintegrierte Projektsimulation

- Die Annuitätsrechnung nach **VDI 2067** ist nicht geeignet, die komplexe Projektökonomie und Risiken im Zeitablauf transparent zu machen

- **Basis: integrierte Finanzrechnung**

- Cashflow Rechnung
- Bilanz sowie Gewinn- und Verlustrechnung
- Investitions- und Finanzplanung
- Sonstige Nebenrechnungen



Nur die integrierte Rechnung garantiert Geschlossenheit der Finanzströme und Widerspruchsfreiheit der Rechnungen

- Erweiterung: **Vollintegrierte technisch / finanzielle Projektsimulation**

- Einschließlich Geologiemodul
- Einschließlich Technologiemodul
- Einschließlich Wärmeproduktions- und –absatzmodul

➔ Der Detaillierungsgrad der Finanzplanung nimmt mit dem Projektfortschritt zu

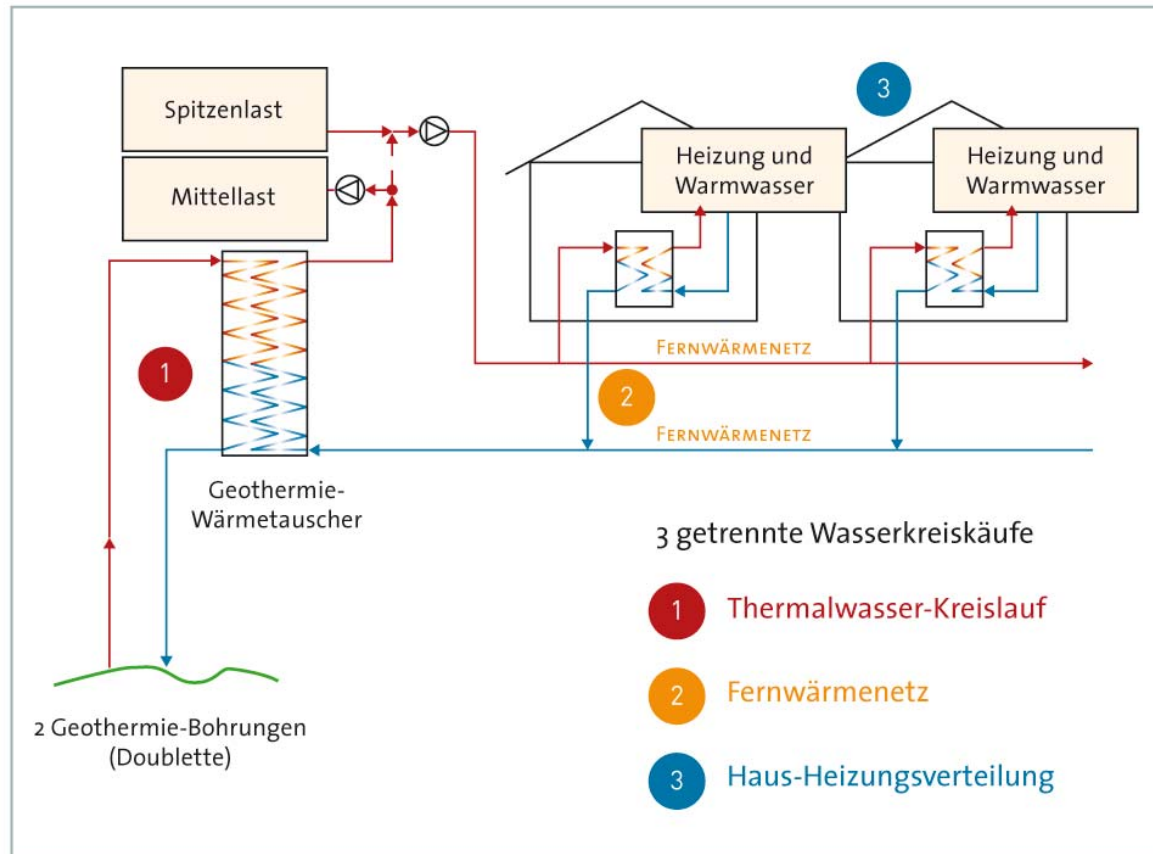
Geothermieprojekt Aschheim/Feldkirchen/Kirchheim - "Stellschrauben"

| | | | | | |
|--|---|-------------------|-----------------|------------------------------------|---|
| Projektstartjahr | 2007 | | | | regelbare Felder |
| Anlageninvestitionsstartjahr | 2008 | (geht ein in SSD) | | | Eingabefelder |
| Geothermie | Basis | | | | |
| Geothermie-Nennleistung nachrichtlich in kW | 6.908 | 4,19 kJ/kgk | 6908 kW ab 2008 | (vorher 3224 kW wg. kleiner Pumpe) | |
| Schüttung in kg/s | 75 | ◀ | 75 | ▶ | Langzeitpumpversuch |
| Fördertemperatur in °C | 84 | ◀ | 84 | ▶ | Langzeitpumpversuch |
| Temperaturverlust in °C | 2 | ◀ | 2 | ▶ | |
| Rücklauftemperatur in °C | 60 | ◀ | 55 | ▶ | |
| Thermalwasserpumpe Umrüstung nach x Betriebsjahren | 0 | ◀ | 0 | ▶ | wenn große Pumpe von Anfang an, dann 0 setzen; wenn kleine Pumpe ausreicht, dann auf 100 setzen |
| Wärmepumpe | | | | | |
| Einsatz Wärmepumpe | j | ja/nein | j | | wenn Wärmepumpe, dann automatisch mit Biomassekessel |
| Wärmepumpe nach x Investitionsjahren | 3 | ◀ | 3 | ▶ | im Jahr 2011 |
| Biomassekessel | | | | | |
| Einsatz Biomassekessel | j | ja/nein | j | | |
| Biomassekessel nach x Investitionsjahren | 6 | ◀ | 6 | ▶ | im Jahr 2014 |
| Wärmeabsatzpreise | TypKK netto TypKK brutto TypGK netto TypGK brutto | | | | |
| nachrichtlich: Ausgangsmischpreis Wärme 2009 | 71,89 | | 85,55 | | 71,00 84,49 |
| Grundpreis | | | | | |
| pauschaler Grundbeitrag bis 15 kW | 375,00 | | 375,00 | | Preise entsprechen AR-Beschluss vom Sept. 08 |
| für jedes weitere kW bis 100 kW | 25,00 | | 25,00 | | Preise entsprechen AR-Beschluss vom Sept. 08 |
| für jedes weitere kW bis 500 kW | 21,00 | | 21,00 | | Preise entsprechen AR-Beschluss vom Sept. 08 |
| für jedes weitere kW über 500 kW | 21,00 | | 21,00 | | Preise entsprechen AR-Beschluss vom Sept. 08 |
| GP-Niveau | 100% | ◀ | 100% | ▶ | |
| Arbeitspreis | | | | | |
| bis 500 MWh | 58,50 | | 58,50 | | Preise entsprechen AR-Beschluss vom Sept. 08 |
| über 500 MWh | 46,00 | | 46,00 | | Preise entsprechen AR-Beschluss vom Sept. 09 |
| AP-Niveau | 100% | ◀ | 100% | ▶ | |

Leistungsfähigkeit

- Umfassendes integriertes Finanzmodell (Dateigröße ca. 150 MB)
- Variationsmöglichkeit / Szenarienbildung durch einen „Mausklick“ über Verknüpfung mit über 50 projektkritischen „Stellschrauben“
- ➔ **„Alles“ ist mit „Allem“ verknüpft (Geologie / Technik / Ökonomie)**
- Finanzielle Simulation von „Best-“, „Norm-“ und „Worst-“ Case-Szenarien
- Anpassungsfähigkeit / Erweiterbarkeit des Modells an den
 - Erkenntnisfortschritt und / oder an
 - steigenden Informationsbedarf im Projektablauf
- ➔ Überprüfung der Finanzierungsvolatilität
- ➔ **Mit den Geldgebern (Banken + Kommunen) kann zusammen das passende Konzept für das Projekt entwickelt und gepflegt werden**

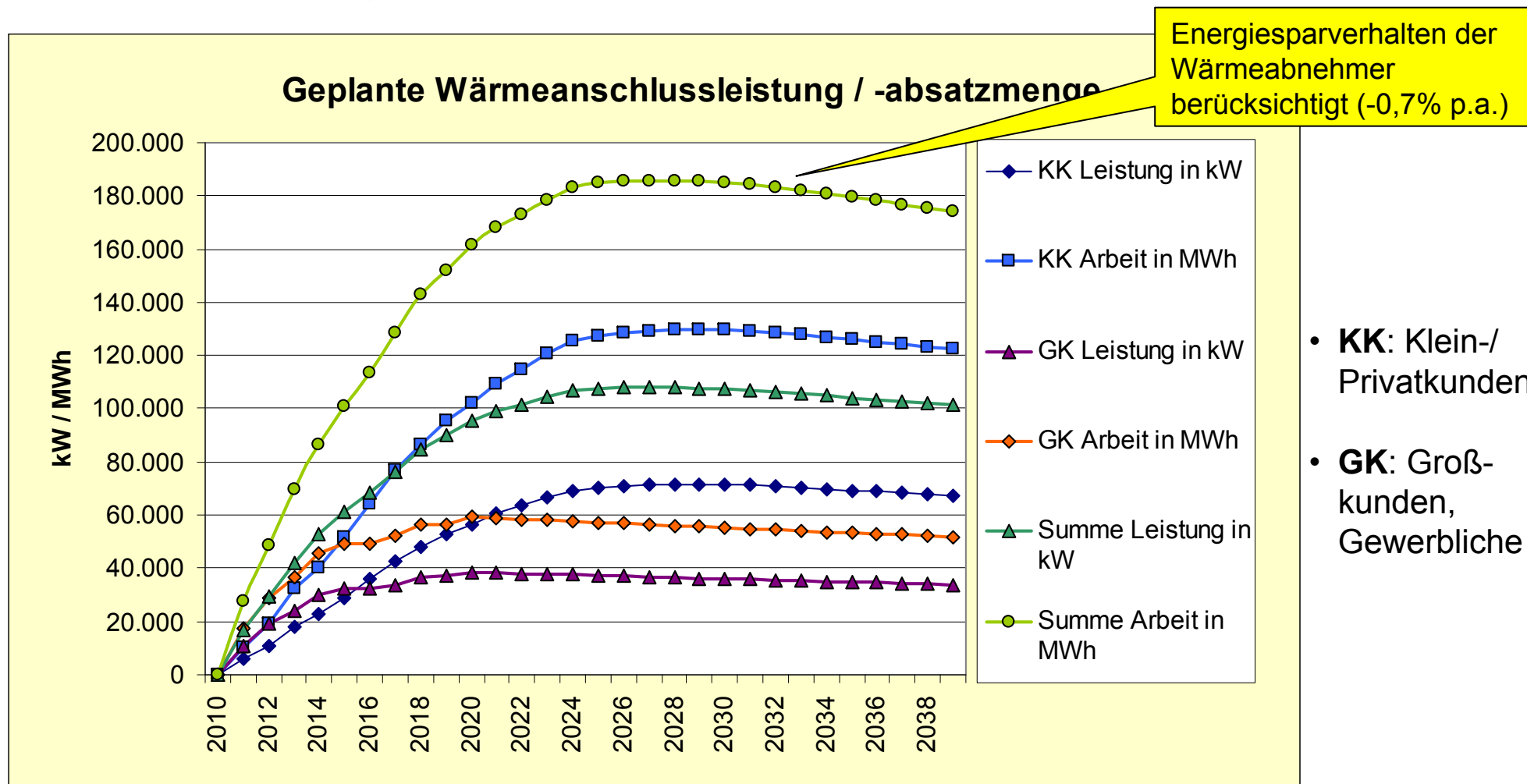
3. Beispielprojekt Wärme



Projektparameter: Beispielprojekt Kleinstadt mit 25.000 EW

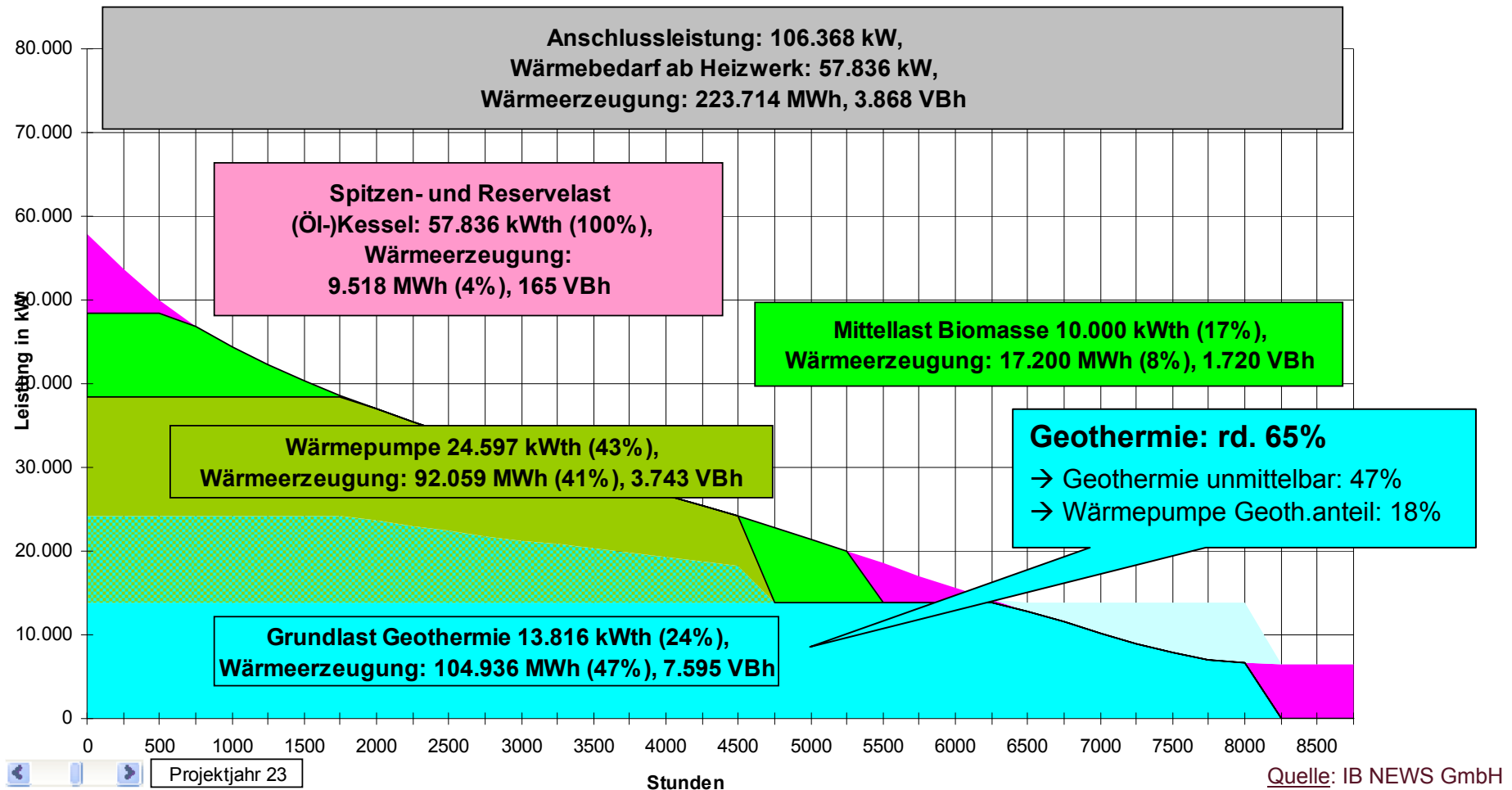
| | |
|--|---------------|
| Geothermie | |
| Fördertemperatur in °C | 90 |
| Rücklauftemperatur in °C | 55 |
| Schüttung in l/s | 100 |
| geplantes thermisches Potential in kW | 13.816 |
| Mittellastabdeckung | |
| Einsatz Biomasse | nach 4 Jahren |
| Einsatz Wärmepumpe | nach 7 Jahren |
| Absatz | |
| Anschlussleistung in kW (inkl. Absatzrückgang) ca. | 100.000 |
| Wärmeabsatz in MWh (inkl. Absatzrückgang) ca. | 170.000 |
| Anzahl angeschlossener Objekte (im Endausbau) | 4.300 |

Absatzplanung



Energiekonzept: Wärmebereitstellung im Endausbaustadium

Jahresdauerlinie



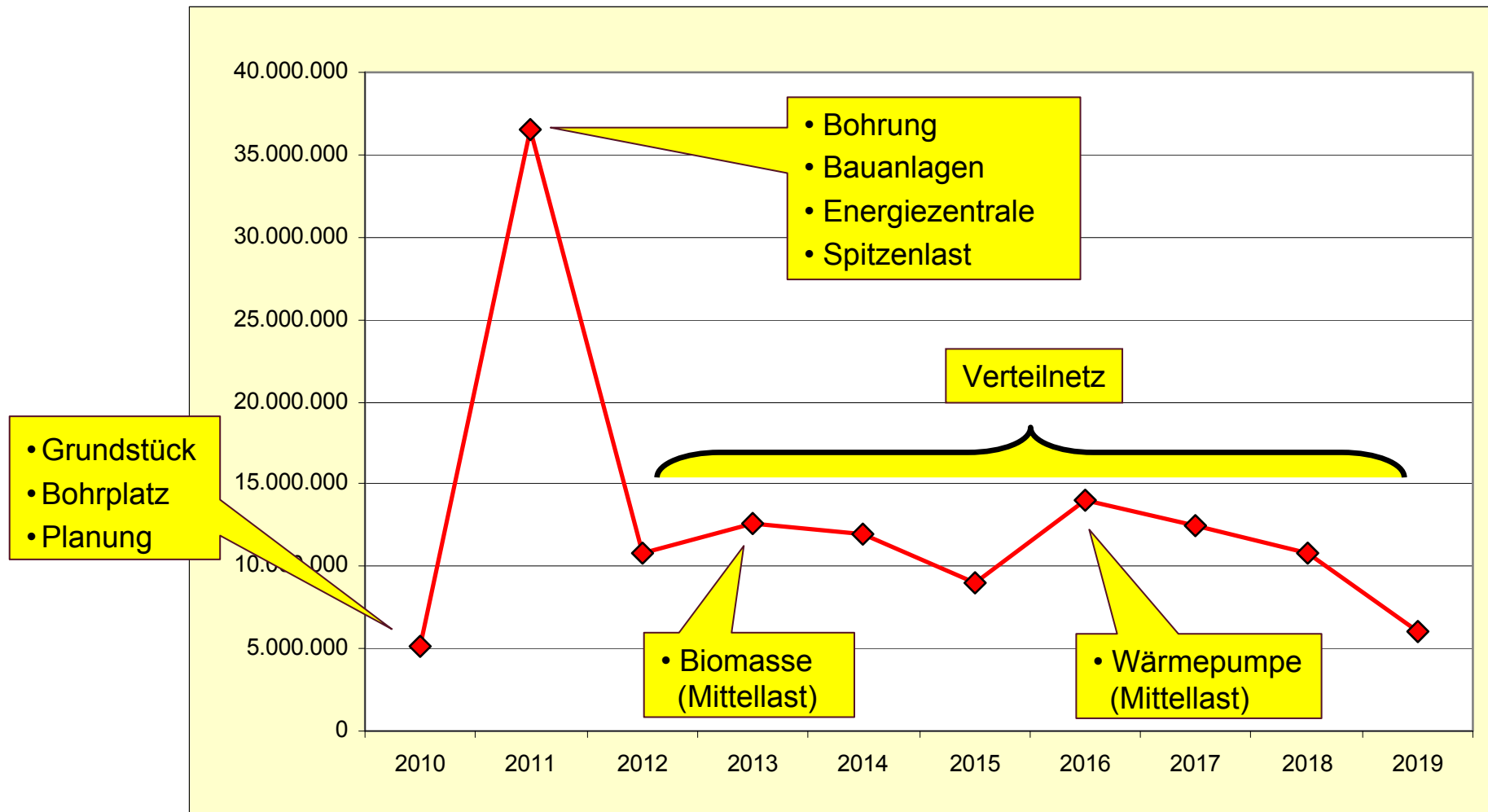
Investitionen

| | über 30 Jahre |
|---------------------------|--------------------|
| Grundstück | 750.000 |
| Bohrung (incl. Bohrplatz) | 18.760.000 |
| Thermalwasserpumpen | 870.000 |
| Bau / Außenanlagen | 2.040.000 |
| Technik Energiezentrale | 2.350.000 |
| Technik Spitzen/Heizz. | 1.600.000 |
| Technik Biomasse | 4.060.000 |
| Technik Wärmepumpe | 8.110.000 |
| Verteilnetz | 58.130.000 |
| Hausanschlüsse | 23.210.000 |
| WÜ-Stationen | 19.300.000 |
| Planung Netz | 9.500.000 |
| Sonstiges / "Reserve" | 8.570.000 |
| SUMME | 157.250.000 |

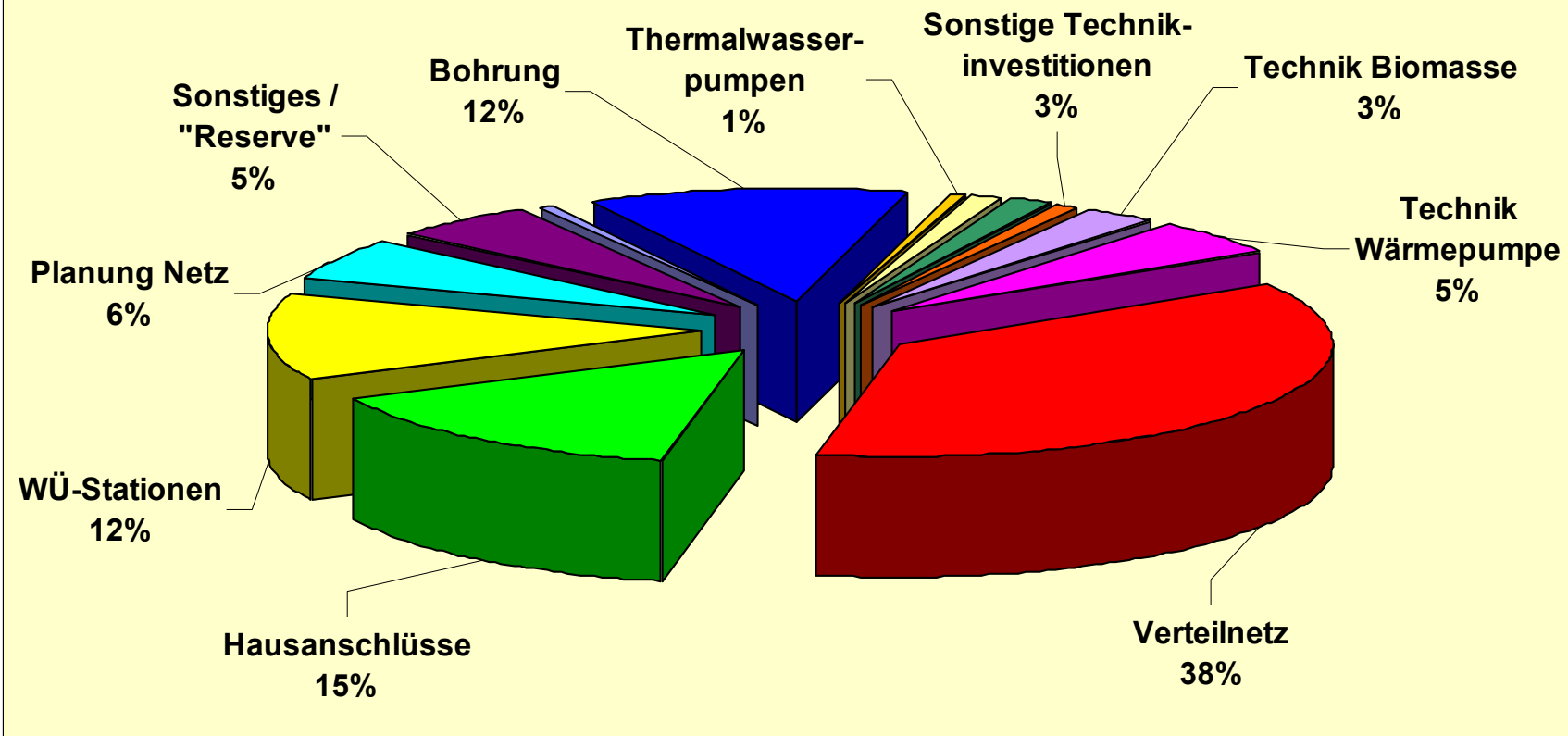
- Ca. 50 - 75% der Investitionen fallen in den ersten 1 - 3 Jahren an (Bohrung + technische Anlagen + Basisnetz)
- Der Rest fällt in den Jahren 4 - 15 an (Netzausbau)

Bei einer Netzlänge von rd. 100 km

Verlauf Investitionen in den ersten 10 Jahren (rd. 130 Mio. €)



Aufteilung Investitionen Wärmeprojekt (ohne Reinvestitionen)

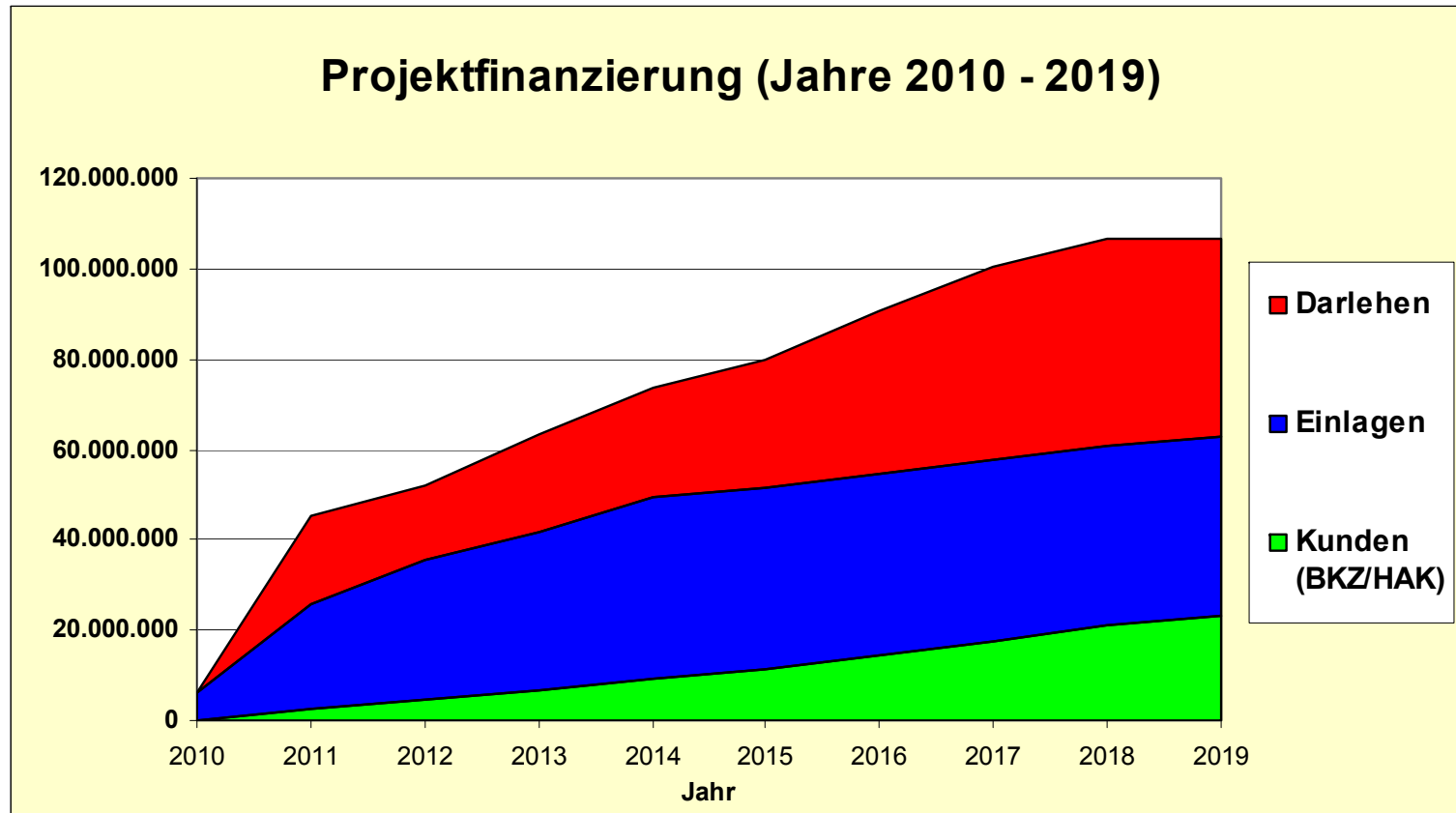


Finanzierungssituation in der Praxis

➔ Keine Finanzierung ohne integrierten Businessplan (Risikotransparenz)

- Projektinitiator → Eigenkapital
 - Gemeinde / Privatinvestoren (ggf. zusammen mit Gemeinde als PPP)
 - Eigenkapitalhöhe (Projektentwicklung, Bohrung und negativer Cashflow)
- Banken → Fremdkapital
 - 💣 Wärmeprojekte sind derzeit **nicht** zu finanzieren ohne Haftungsübernahme!
 - 💣 Restriktionen des EU-Beihilferechts werden gerne verdrängt!
- Kunden (Baukostenzuschüsse, Hausanschlusskostenbeiträge)
- Fördermittel (Marktanreizprogramm, Innovationsförderung)
 - KfW-Darlehenssteilerlass ca. 5 - 7 Mio. € / Projekt
 - 💣 Bei Beteiligung von Kommunen oder großen EVU's verlangt die KMU-Klausel besondere Anreizeffekte etc.

Eigen- und Fremdkapitalanteile sowie Stand Kundenzuschüsse

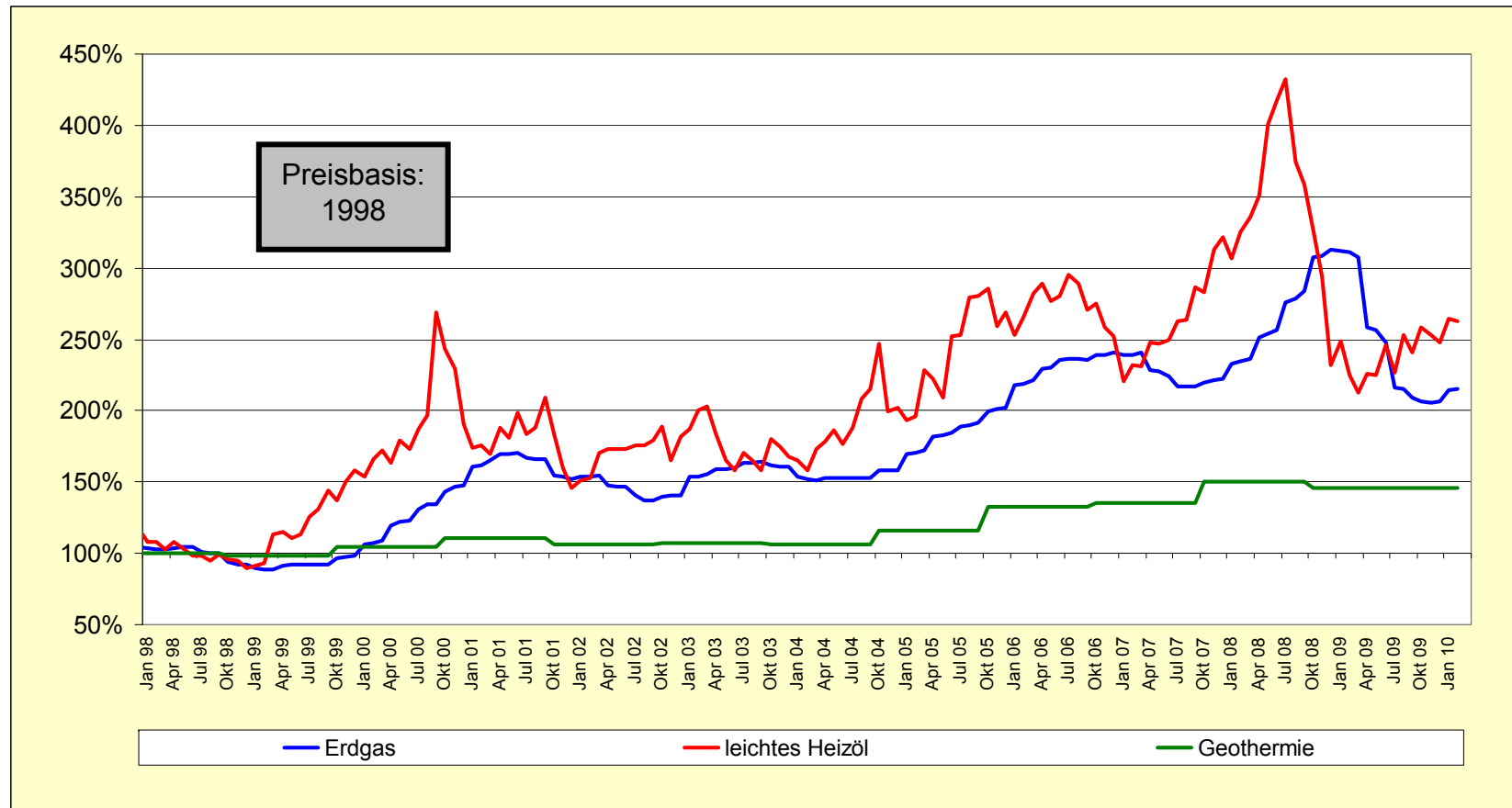


(ohne Kontokorrentkredit und thesaurierte Gewinne)

Umsatzerlöse: Wärmemarkt statt EEG

- Entscheidender Fokus: **Netzausbau / Kundengewinnung**
 - kein EEG → keine Abnahmegarantie
 - voller Wettbewerb mit anderen Wärmeversorgern
 - Faire Tarifgestaltung
 - Wettbewerbsfähiger Geothermie-Wärmepreis (möglichst unter Gas / Öl) brutto ca. 80 - 90 €
 - Faire Preisgleitklauseln (Abkoppeln von Energiepreisen)
 - Transparente und rechtssichere Wärmeliefervertragsgestaltung
 - EU-Beihilferechtskonforme Incentives
 - Frühbucherrabatte / Optionstarife / Anschlussförderung
 - Professionelle Kundenbetreuung
- } → Anreiz zum Umsteigen

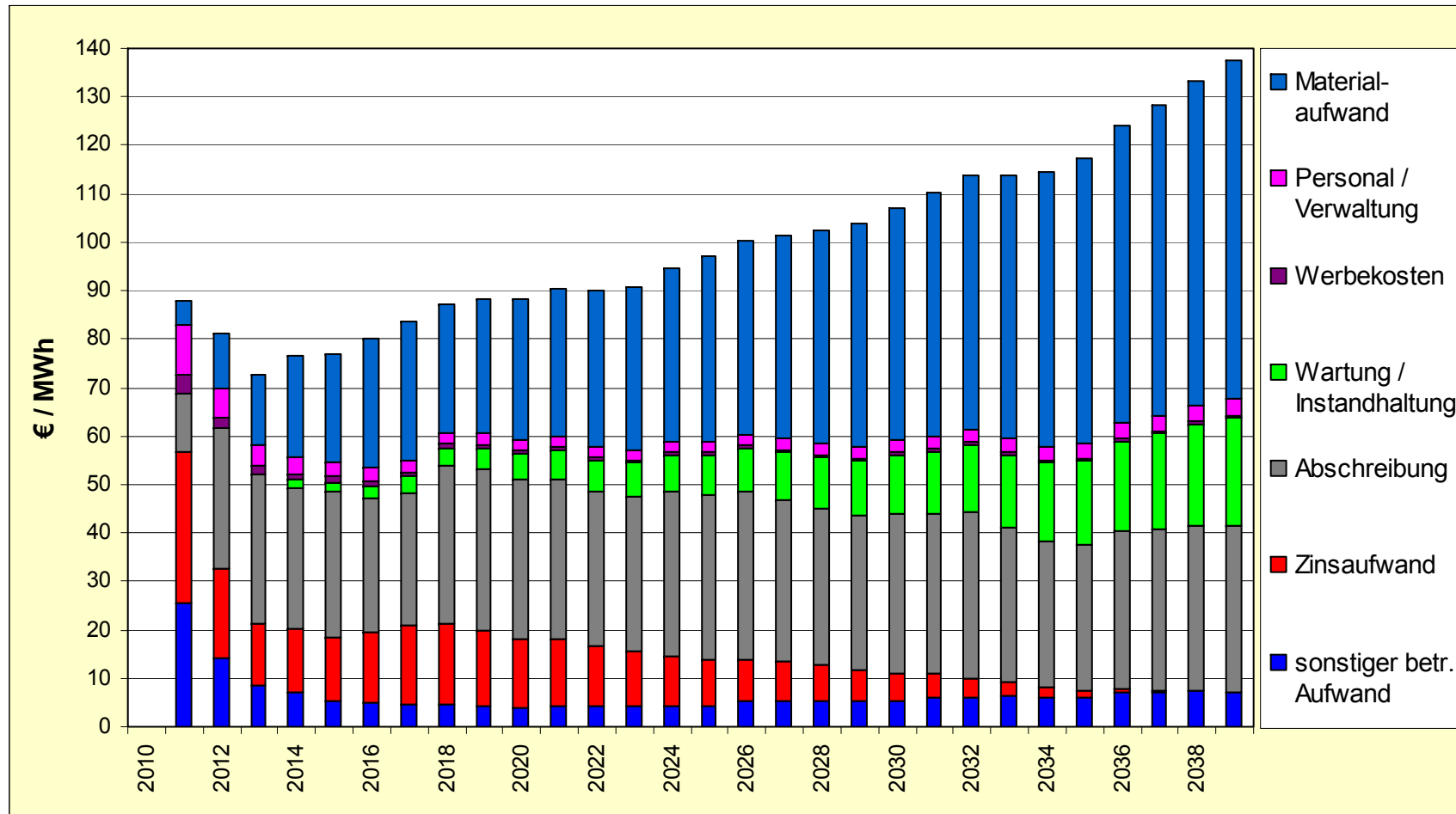
Preisentwicklung Geothermie / Gas / Heizöl (Stand Febr. 2010)



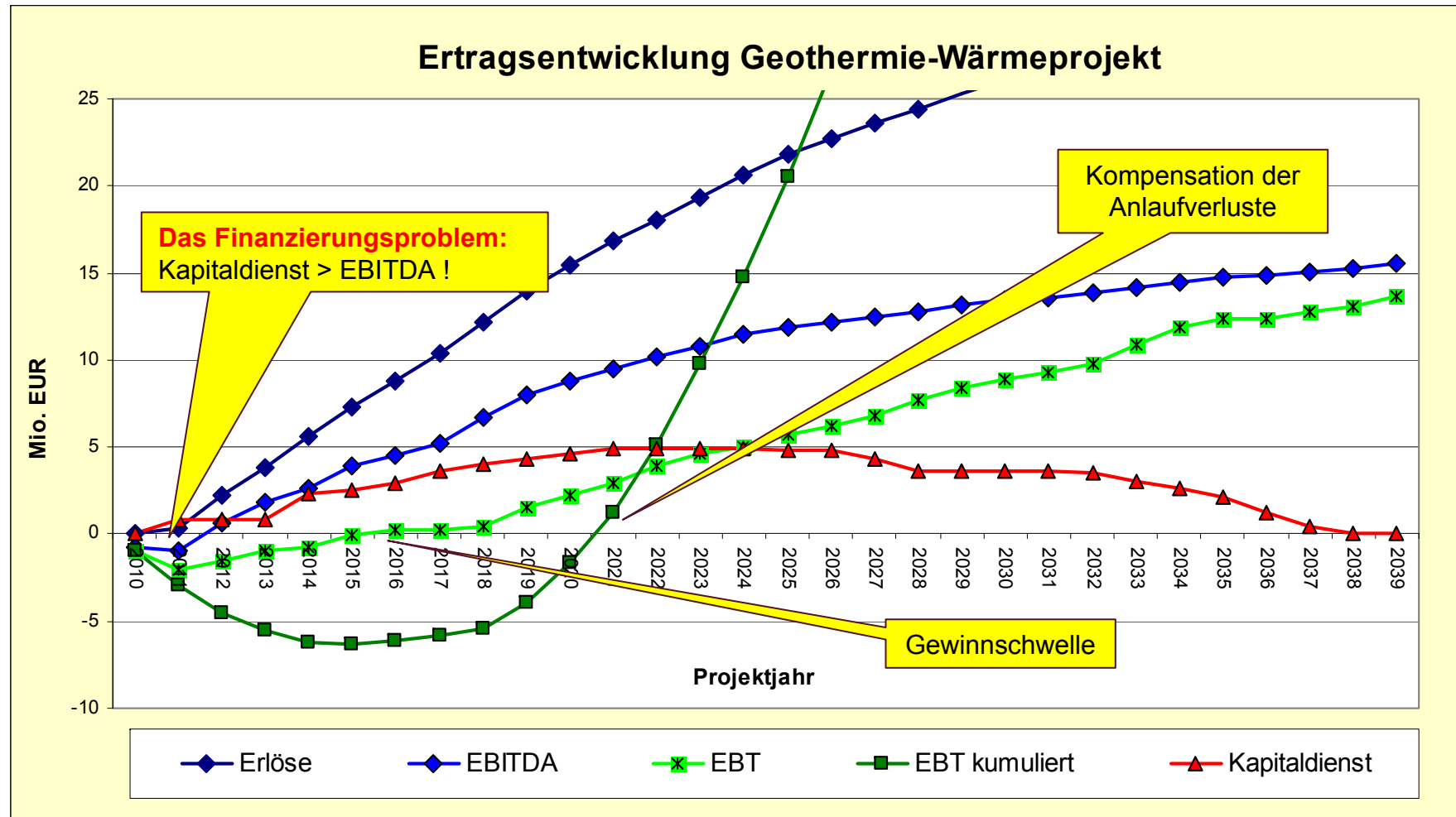
➔ Und wie geht es weiter?

Quelle: IB NEWS GmbH

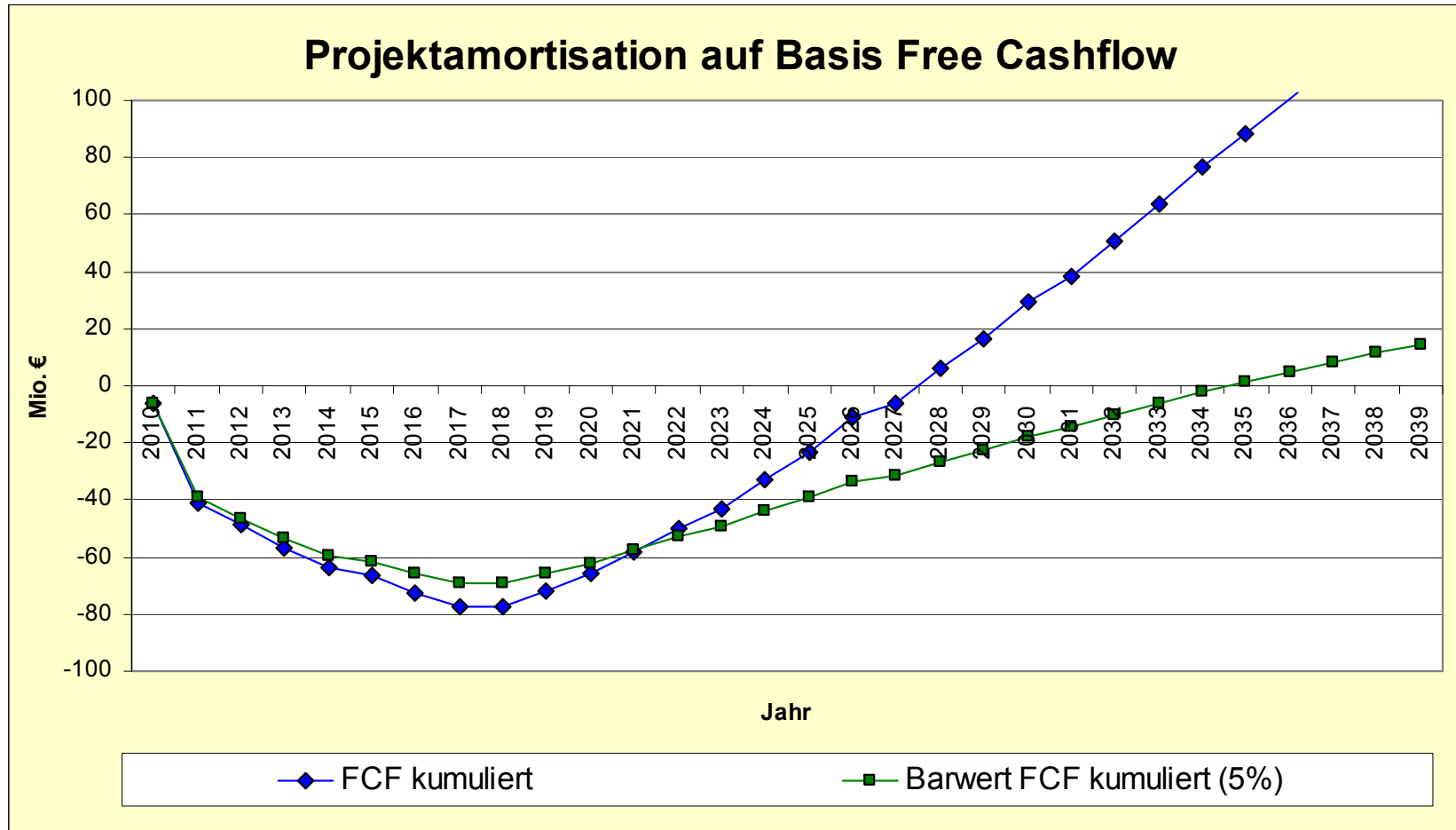
Wärmegestehungskosten



Projektrentabilität



Projektamortisation



Verlauf der Erfolgsgrößen - Erläuterung

- **Gewinnschwelle**
 - Erreichung i.d.R. nach Abschluss der Hauptinvestitionsphase (Jahr 6 - 15)
(bei vielen Großkunden und hoher Siedlungsdichte tendenziell früher)
- **Erlöse**
 - Jährlich steigend mit zunehmendem Netzausbau
 - Wärmepreis abhängig u.a. von der Entwicklung der in der Preisgleitklausel zugrunde gelegten Energie- und sonstigen Preisbezüge
- **Gewinn vor Steuern (EBT)**
 - Stetig steigend mit zunehmendem Netzausbau
- **Gewinn vor Steuern kumuliert**
 - Das Gesamtprojekt hat ab diesem Zeitpunkt die Anfangsverluste kompensiert

- **Renditen bei Wärmeprojekten liegen bei ca. 5 - 8%**

abhängig von

- Standort und Bohrtiefe (Temperatur und Schüttung)
- Konzept Energiebereitstellung (Mittellast- und Spitzenlastdeckung)
- Preisgestaltung (Höhe Arbeits- und Grundpreis, Gestaltung Preisgleitklauseln)
- Kapitalausstattung
- Ausbaugeschwindigkeit usw.

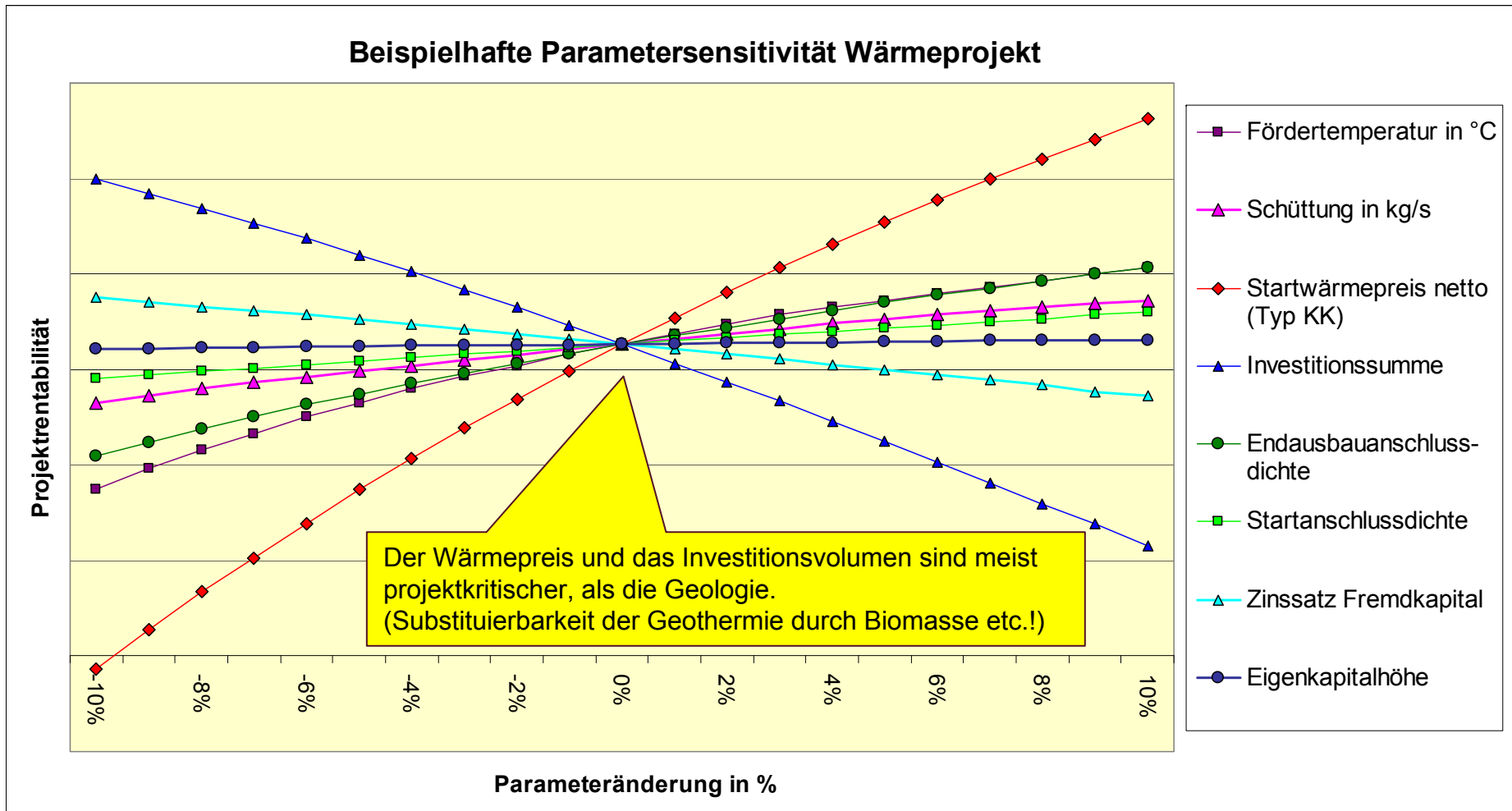
Erlöse aus CO²-Zertifikatehandel wurden hier nicht berücksichtigt!
(unsicher zu kalkulieren)

➔ **Jedes Projekt ist individuell gestaltbar / optimierbar!**

Kritische (Erfolgs-)Parameter

| | | | | |
|--|---|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| • Temperatur | } | GEOLOGIE | S T R O M | W Ä R M E |
| • Schüttung | | | | |
| • (Absenkung [Förderhöhe]) | | | | |
| • Investitionssumme | } | INVESTITION / FINANZIERUNG | O M | E |
| • Finanzierungskosten (Eigenkapitalquote) | | | | |
| • Anlagenverfügbarkeit | } | TECHNIK | | |
| <hr style="border-top: 1px dashed orange;"/> | | | | |
| • Absatzmenge | } | ABSATZPOTENTIAL / MARKETING | W Ä R M E | |
| • Anschlussdichte | | | | |
| • Netz-Ausbaugeschwindigkeit | | | | |
| • (Start-) Wärmepreis | } | WETTBEWERB | | |
| • Preisentwicklung Öl/Gas/Biomasse/Strom i.V.m. der gewählten Preisgleitklausel | | | | |

Sensitivitätsanalyse



Projektwirtschaftlichkeit und spezifische Investitionen (Endausbau)

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|---------------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Anschlussleistung kW | 34.000 | 52.000 | 95.000 | 107.000 |
| Wärmeabsatz MWh | 55.000 | 90.000 | 175.000 | 183.000 |
| Gesamtinvestitionen | 74.750.000 | 41.950.000 | 223.690.000 | 167.020.000 |
| Netzinvestitionen | 43.510.000 | 15.460.000 | 173.630.000 | 112.940.000 |
| Gesamtinvestitionen / kW | 2.200 | 810 | 2.350 | 1.560 |
| Gesamtinvestitionen / MWh | 1.360 | 470 | 1.280 | 910 |
| Netzinvestitionen / kW | 1.280 | 300 | 1.830 | 1.060 |
| Netzinvestitionen / MWh | 790 | 170 | 990 | 620 |
| Materialaufwand / Umsatz | 16% | 44% | 28% | 40% |

- ➔ Trotz aller Unterschiede liegen die **Projektrenditen** zwischen **5%** und **6%**
- ➔ Detailbetrachtung nötig / keine „Daumenformeln“ möglich!

Optimierungsüberlegungen

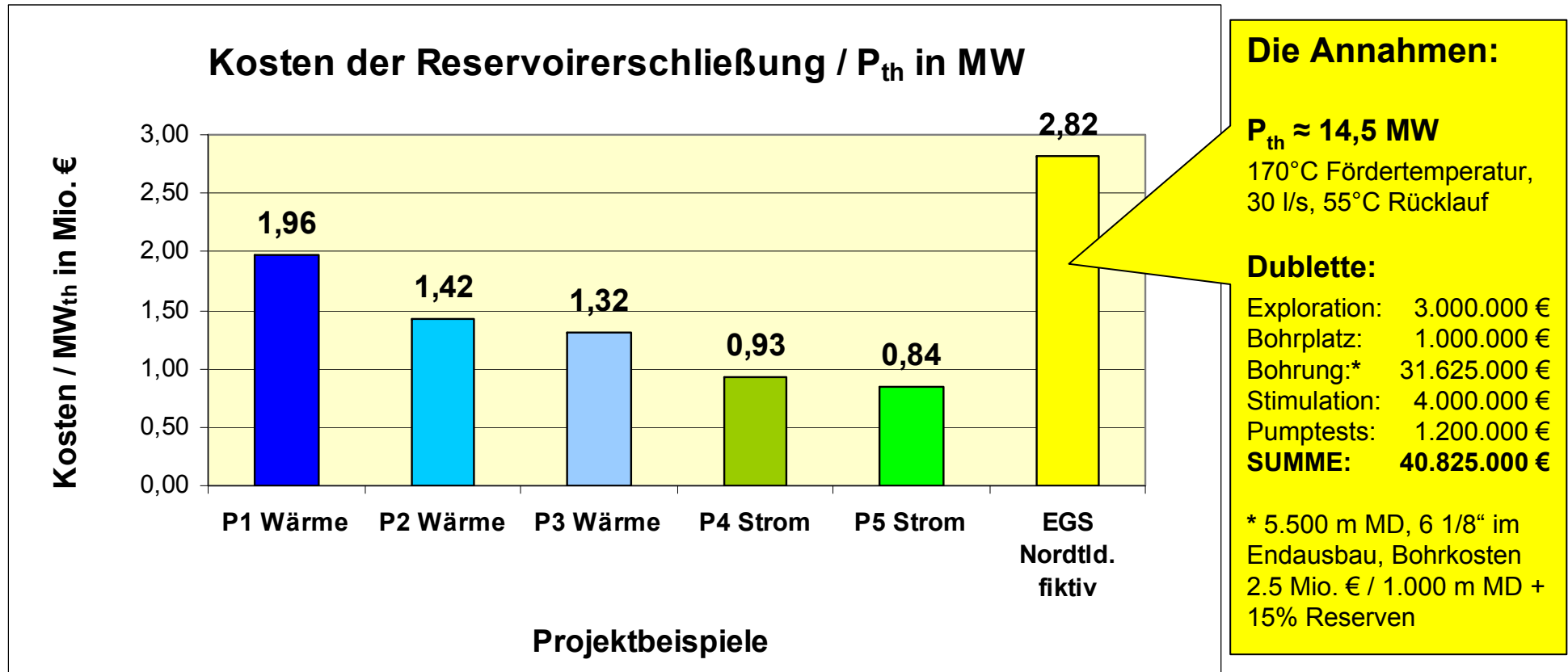
- Kann die verfügbare Geothermieleistung erhöht werden?
 - Absenkung des Rücklaufs / Wärmepumpenkonzept
 - Reservoirertüchtigung
- Kooperationsprojekte sinnvoll (z.B. von Nachbargemeinden)?
 - Vergrößerung des Wärmeabsatzpotentials (kritische Kundenmasse!)
 - Oder: „Claimsharing“ → Engpassituation im Großraum München
- Absatzsteigerung durch Kühlbedarf
- Speicherung nicht genutzter Geothermie für Spitzenlastzeiten
- Lassen sich Kraft- und Wärmeprozess rentabel kombinieren
 - Mehr Wertschöpfung durch verbesserte Energienutzung
 - seriell (Abwärmekonzept) oder parallel (zeitweise)?

4. Projektvergleich EGS-Norddtld. / Bayern (hydroth.)

| Geothermisches Potential in kW (hier für EGS Wärmeversorgungsprojekte) | | | | |
|--|--|---------------|--|----------------------------------|
| Entzugsmenge EGS-System in l/s | Fördertemperatur in °C aus ca. 5.000 m TVD | | | Rücklauf- temperatur in °C |
| | 160 | 170 | 180 | |
| 10 | 4.410 | 4.830 | 5.250 | 55 |
| 20 | 8.820 | 9.660 | 10.500 | 55 |
| 30 | 13.230 | 14.490 | 15.750 | 55 |
| Annahme: Dichte*Wärmekapazität = 4,2 | | | | |
| Vergleichsprojekte Bayern | Riem (München) | IEP (Pullach) | AFK (Aschh. / Feldkirch. / Kirchh.) | GEOVOL (Unterföhring) |
| Potential in MW ca. | 9,0 | 5,6 | 9,5 | 9,5 |
| Einwohnerzahl ca. | 15.000 | 9.000 | 27.000 | 8.500 |
| Anschlusswert Wärmenetz in MW ca. | geplant 52 | geplant 22 | geplant 110 | geplant 50 |

➔ Bei Temperaturen > 160°C leisten bereits Entzugsmengen > 20 l/s einen so bedeutenden Versorgungsbeitrag, dass die potentiellen Kosten eines EGS-Systems im Rahmen einer städtischen (Wärme-)Versorgung amortisierbar sind.

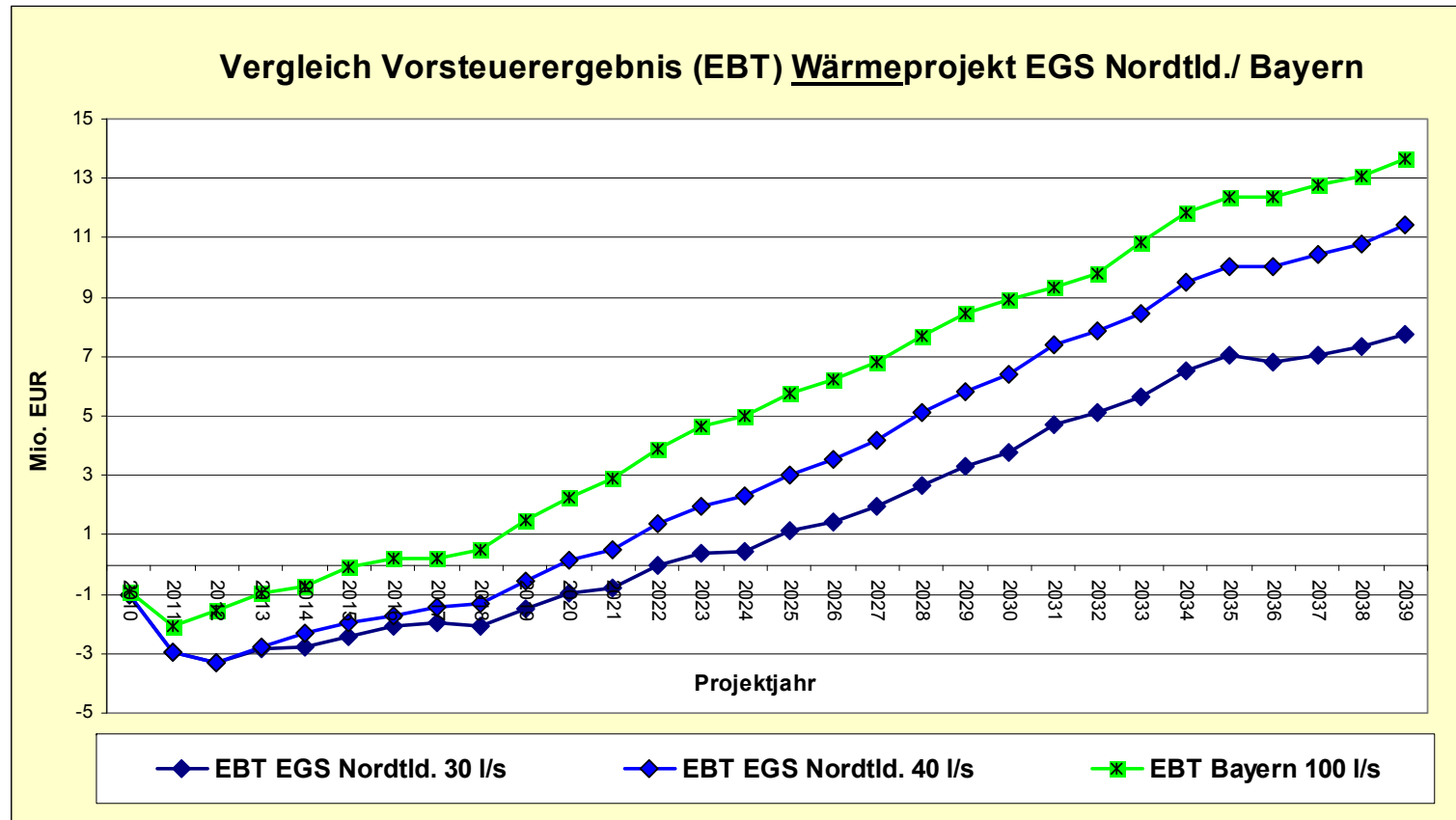
Reservoirerschließungskosten - ein Vergleich



EGS-Wärmeprojekt in Norddeutschland

| | Szenario 1 | Szenario 2 |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| Bohrung TVD | 5.000 (5.500 MD) | 5.000 (5.500 MD) |
| Fördertemperatur °C | 170 | 170 |
| Schüttung l/s | 30 | 40 |
| Thermisches Potential in MW ca. | 14,5 | 19,3 |
| Kosten Dublette | 40.825.000 | 40.825.000 |

Rentabilität EGS-Wärmeprojekt Norddtld. / Bayern (hydroth.)



➔ Gesamtkapitalrenditen: EGS 30 l/s: 4,72% EGS 40 l/s: 5,80% Bayern 100 l/s: 6,59%

5. Resümee

Geothermie ist die ideale Basis kommunaler Wärmeversorgung

- Geothermie hält die Wertschöpfung in der Region und ist dabei
 - grundlastfähig
 - quasiregenerativ
 - „sauber“
 - wirtschaftlich
 - Hydrothermale geothermische Wärmeprojekte sind an einer Vielzahl von Standorten in Deutschland wirtschaftlich umsetzbar
 - Wärmeprojekte auf EGS-Basis sind bei großer Abnahmemenge trotz der höheren Reservoirerschließungskosten bereits wirtschaftlich darstellbar
- ➔ Voraussetzung bei aktuellem Energiepreisniveau: Investition / MW_{th} < 3 Mio. €

Dr. rer. pol. Thomas Reif

Dipl.-Volksw., Rechtsanwalt, Fachanwalt für Steuerrecht

[GGSC] Gaßner, Groth, Siederer & Coll.

Partnerschaft von Rechtsanwälten

Berlin · Köln · Frankfurt (O) · Augsburg

Provinostraße 52 · 86153 Augsburg

Telefon 0821 / 747 782-0 · Telefax 0821 / 747 782-10

www.ggsc.de

www.geothermiekompetenz.de

reif@ggsc.de