

ENTWICKLUNG EINES BERECHNUNGSWERKZEUGS ZUR ÖKONOMISCHEN VORAUSLEGUNG VON GRUBENWASSERGEOTHERMIEANLAGEN

Arno Friedrich Korn, Tom Ebel, Lukas Oppelt

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik, Gustav-Zeuner-Str. 7, TU Bergakademie Freiberg, 09599 Freiberg, Deutschland

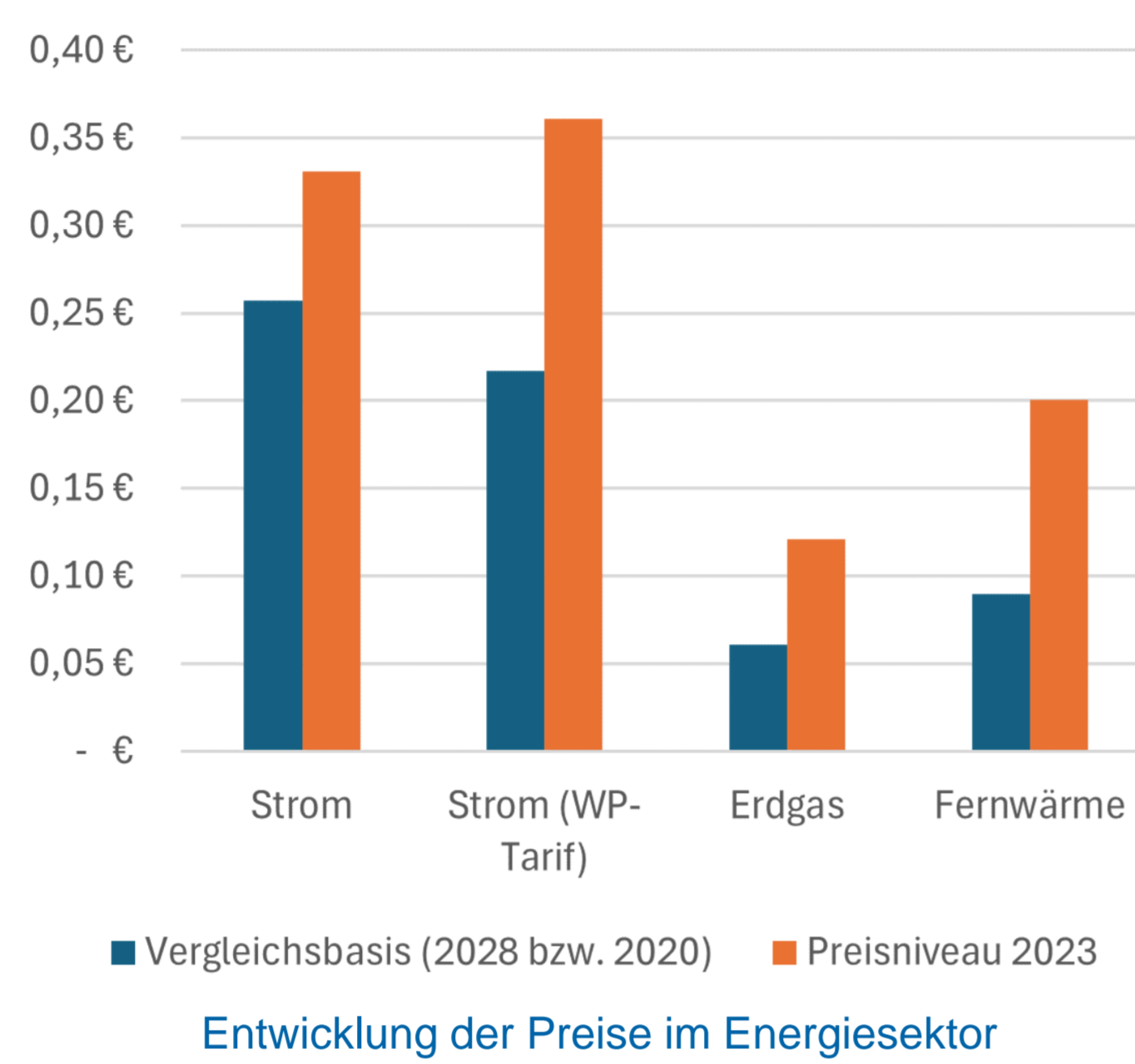
Problemstellung

- Grubenwassergeothermie hat großes Potenzial in Deutschland [1]
- Aber: Ist eine Anlage immer ökonomisch, wie hoch sind die Investitionskosten?
→ Berechnungswerkzeug zur Abschätzung der Kosten notwendig
- Aktualisierung und Erweiterung eines bestehenden Berechnungswerkzeugs [2]
- Steigerung der Ergebnisaussagekraft durch präziseres Abbilden der Projektfälle und Integration einer Sensitivitätsanalyse zum Modellieren zukünftiger Szenarien

Marktentwicklungen

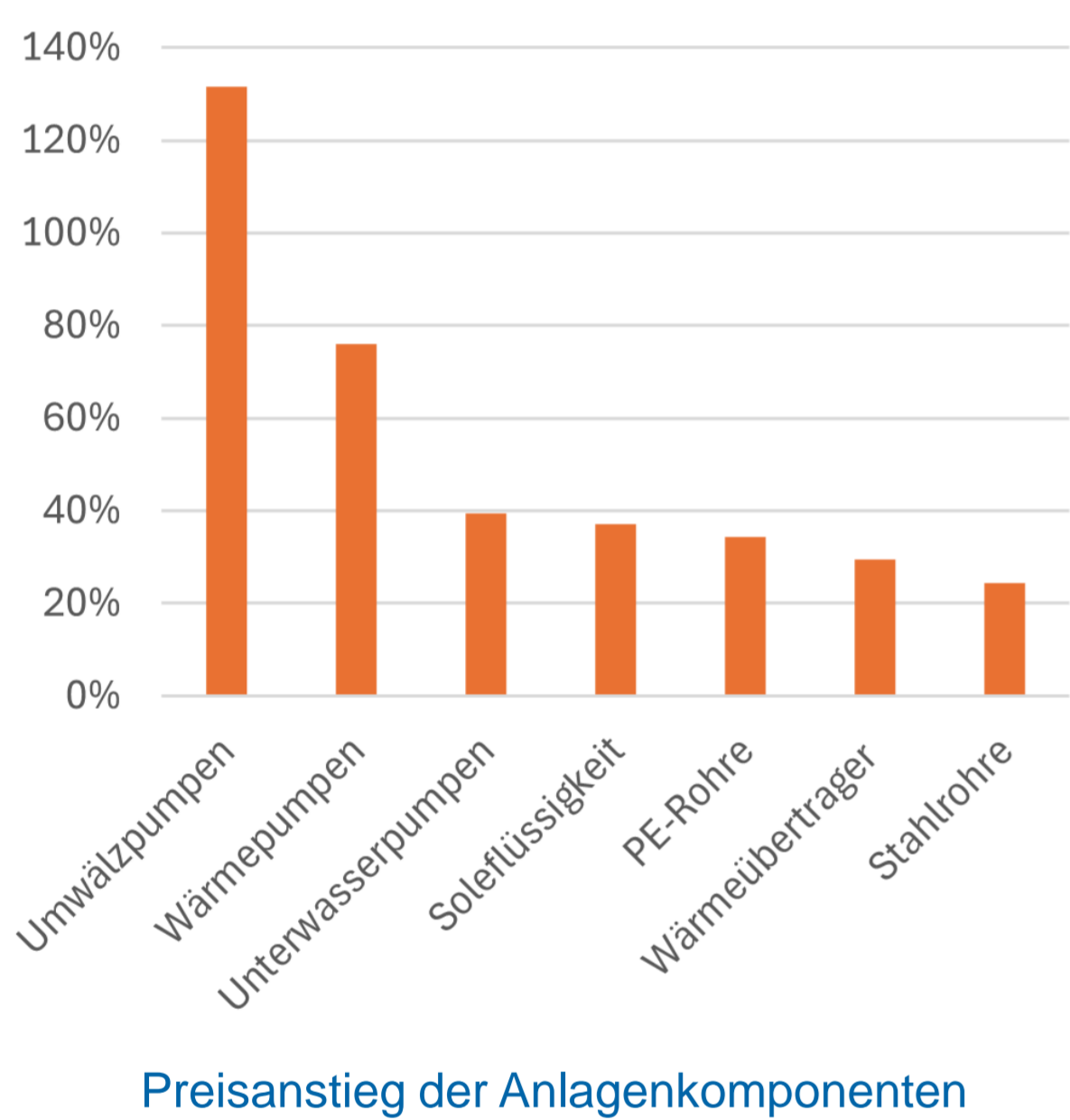
I - Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

- Enormer Preisanstieg im Energiesektor zu verzeichnen
- Geopolitische und gesamtwirtschaftliche Einflüsse maßgeblich für Entwicklung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen
- Problematisch: statische Betrachtung von Preisen und Kostensätzen, die dynamischer Entwicklung unterliegen



II - Investitionskosten

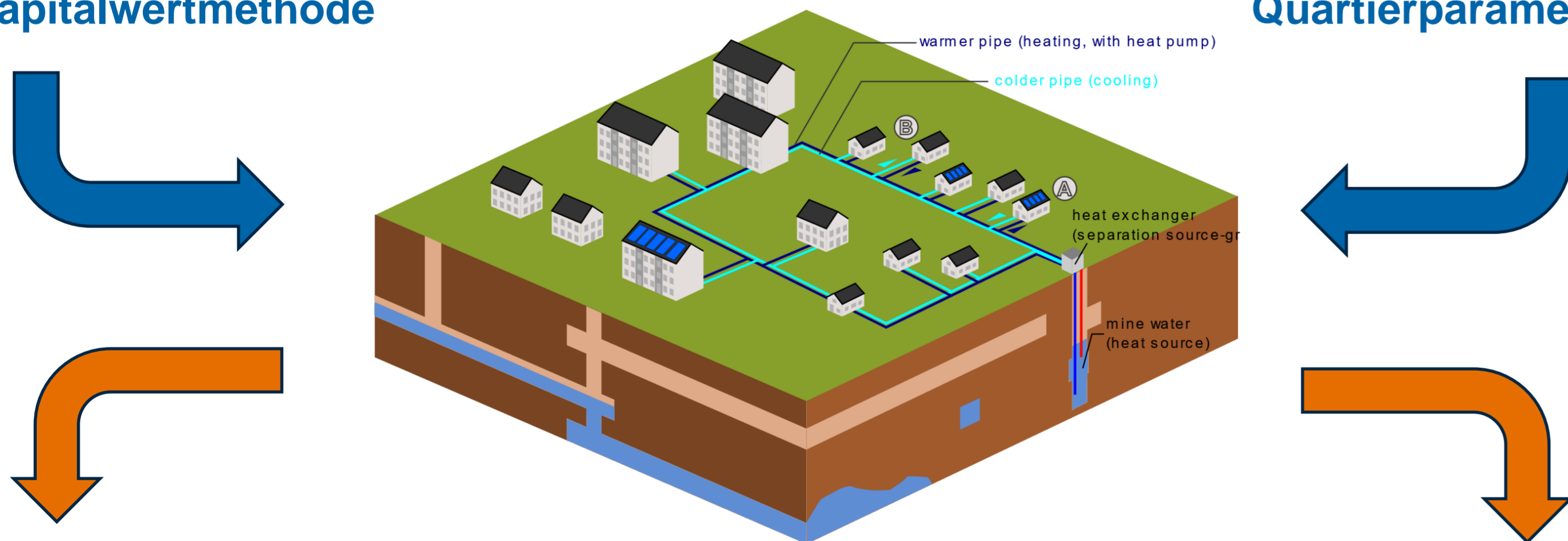
- Eindeutiger Preistrend zu verzeichnen, bedingt durch Anstieg der Produktions- und Personalkosten, Nachfrage und fortschreitender Entwicklung
- Detailliertere Betrachtung der Bohrkosten und Fördermöglichkeiten wie z.B. BEW-, BEG- oder steuerliche Förderung, um Projektfälle möglichst realitätsnah abzubilden



Erweiterung des Berechnungswerkzeugs

Gewünschte Leistung, Vorlaufdifferenzierung

- | | |
|---|---------------------------------|
| Zentraler und dezentraler Wärmenetzfall | Erweiternde Rechercheergebnisse |
| Modell- bzw. Formelberechnung | Modellierung des Kühlfalls |
| Komponentendatenbank | Grubenwasserparameter |
| Kapitalwertmethode | Quartierparameter |



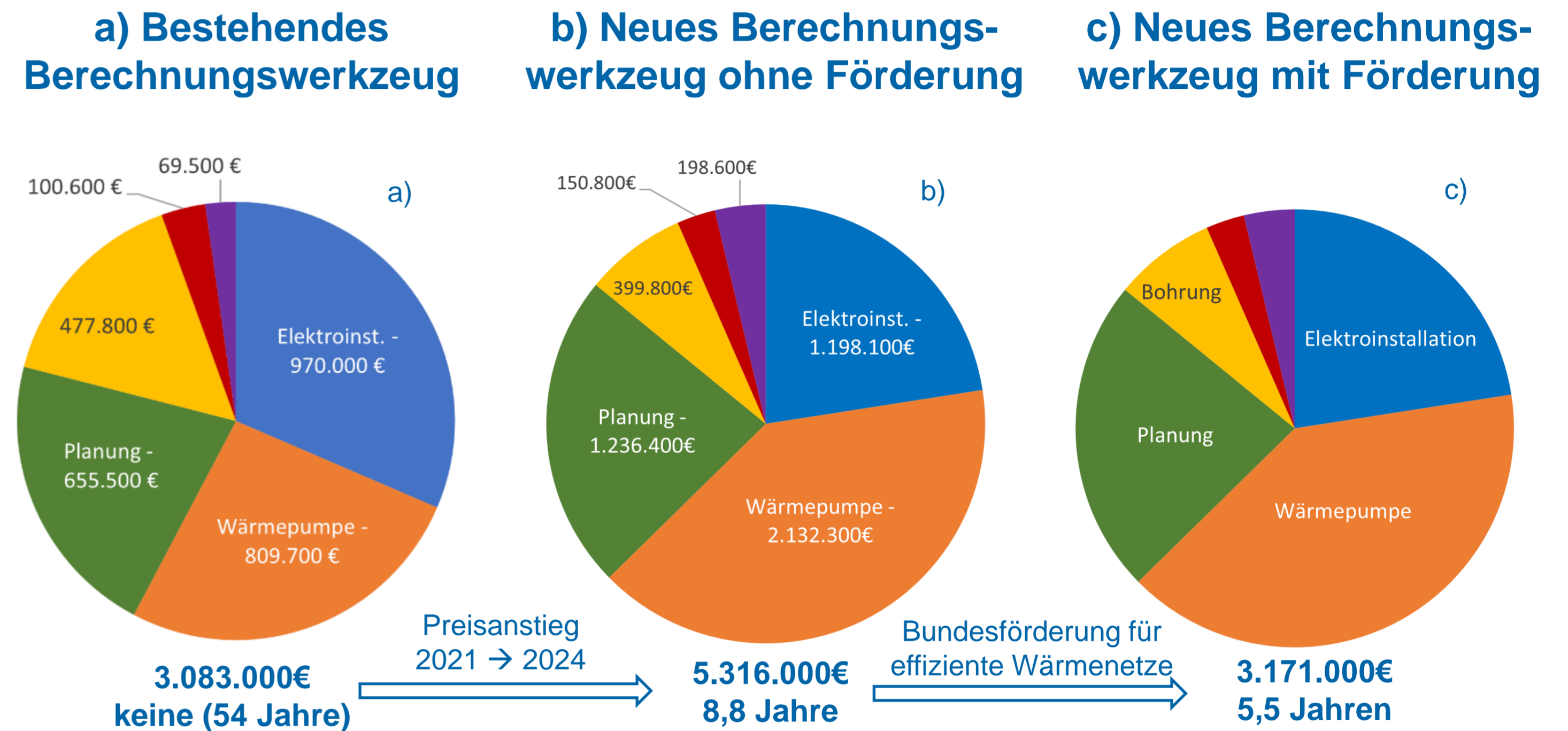
Automatisierte Berechnung der dynamischen Amortisationsdauer und des Kapitalwertes

Modellieren des zentralen und dezentralen Wärmenetzfalls

Sensitivitätsanalyse
 ➤ Eingabe Preisänderungsintervall für eine Zentralgröße
 ➤ Berechnung und grafische Auswertung wirtschaftlicher Kenngrößen

Ergebnisse

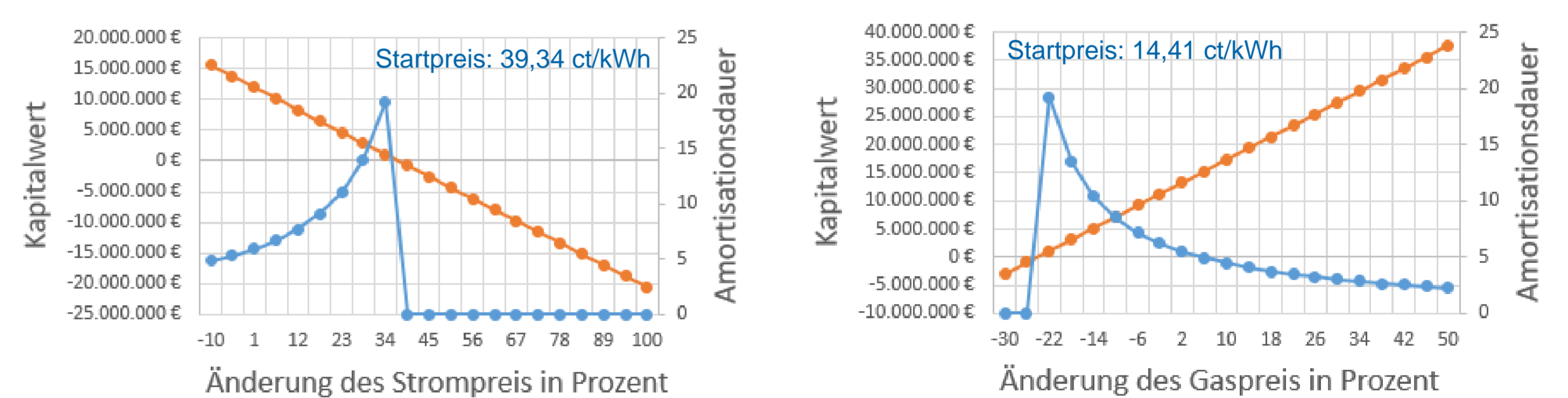
- Betrachten des Einflusses gestiegener Investitionskosten und veränderter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen anhand eines Projektfalles (Anlage des Besucherbergwerk Ehrenfriedersdorf) [3]



Zusammensetzung der Gesamtprojektkosten (oben) und dynamische Amortisationsdauer (unten) in Abhängigkeit des verwendeten Berechnungswerkzeugs

- **Gesamtkostenzuwachs** zwischen Abb.3a) und Abb.3b) lässt sich vollständig auf gestiegene **Investitionskosten** zurückführen
- **Wirtschaftliche Rahmenbedingungen** hingegen beeinflussen **dynamische Amortisationsdauer**
 - ansteigende Strompreise haben negativen Einfluss auf Wirtschaftlichkeit, da sie die Auszahlungsströme erhöhen (Betriebskosten)
 - ansteigende Gaspreise wirken sich positiv auf Wirtschaftlichkeit aus, da sie fiktiven Einzahlungsstrom erhöhen (eingesparte Wärmeträgermenge)
 - **Nettoübergewicht Gaspreisanstieg** vgl. Strompreisanstieg (Abb.1) führt dazu, dass sich Projekt trotz Gesamtkostenanstieg amortisiert

Sensitivitätsanalyse Strompreisanstieg (links) Gaspreisanstieg (rechts)



- | | |
|--|--------------------------------------|
| keine Amortisation bei: +39,5 % | keine Amortisation bei: +26 % |
|--|--------------------------------------|
- Sensitivitätsanalyse verdeutlicht starke Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit des Projekts vom Strom- und Gaspreis
 - bereits Strompreisanstieg von 40% oder Gaspreisanstieg von 26% führen dazu, dass Projekt nicht mehr wirtschaftlich ist

Zusammenfassung und Ausblick

- **Aussagekraft** der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung konnte durch verschiedene Erweiterungen an Eingabe und Ausgabe **verbessert** werden
- **Wirtschaftlichkeit** von Grubenwassergeothermieanlagen **deutlich verbessert**
 - hoher Einfluss wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, welche wiederum stark von volkswirtschaftlichen Faktoren und geopolitischem Geschehen abhängen
 - **Wirtschaftlichkeit in Zukunft nicht gesichert**
- Regelmäßige Aktualisierung der Preisdatenbanken unabdingbar für repräsentatives Ergebnis
- Integration dynamischer Prognosen könnten zusätzliche Bandbreite unterschiedlicher Entwicklungen abdecken
- Einbinden weiterer Investitionsbewertungsverfahren zum Vergleich mit anderen, branchenfernen Investitionsalternativen denkbar

[1] L. Oppelt, T. Grab, S. Pose, T. Storch, T. Fieback: Mine water geothermal energy as a regenerative energy source - status quo and results from five years of monitoring Oil Gas EUROPEAN MAGAZINE, 47. Edition, 1/2021, S 15-19, März 2021, DOI: 10.19225/2103054
 [2] J. Balski, L. Oppelt, T. Grab, T. Fieback: Ökologische und ökonomische Bilanzierung einer Grubenwassergeothermieanlage, Masterarbeit, TU Bergakademie Freiberg, 2021
 [3] L. Oppelt, T. Grab, T. Wunderlich, T. Storch, T. Fieback: Mine Water Geothermal Energy - Abandoned Mines As A Green Energy Source CLIMA 2022-Proceedings, Rotterdam, 2022, DOI: 10.34641/clima.2022.5