

Projektergebnisse EASyQuart: Sensitivitätsanalyse und Unsicherheitsanalyse

Katrin Lubashevsky (HTWK)
Simon Richter (HTWK)

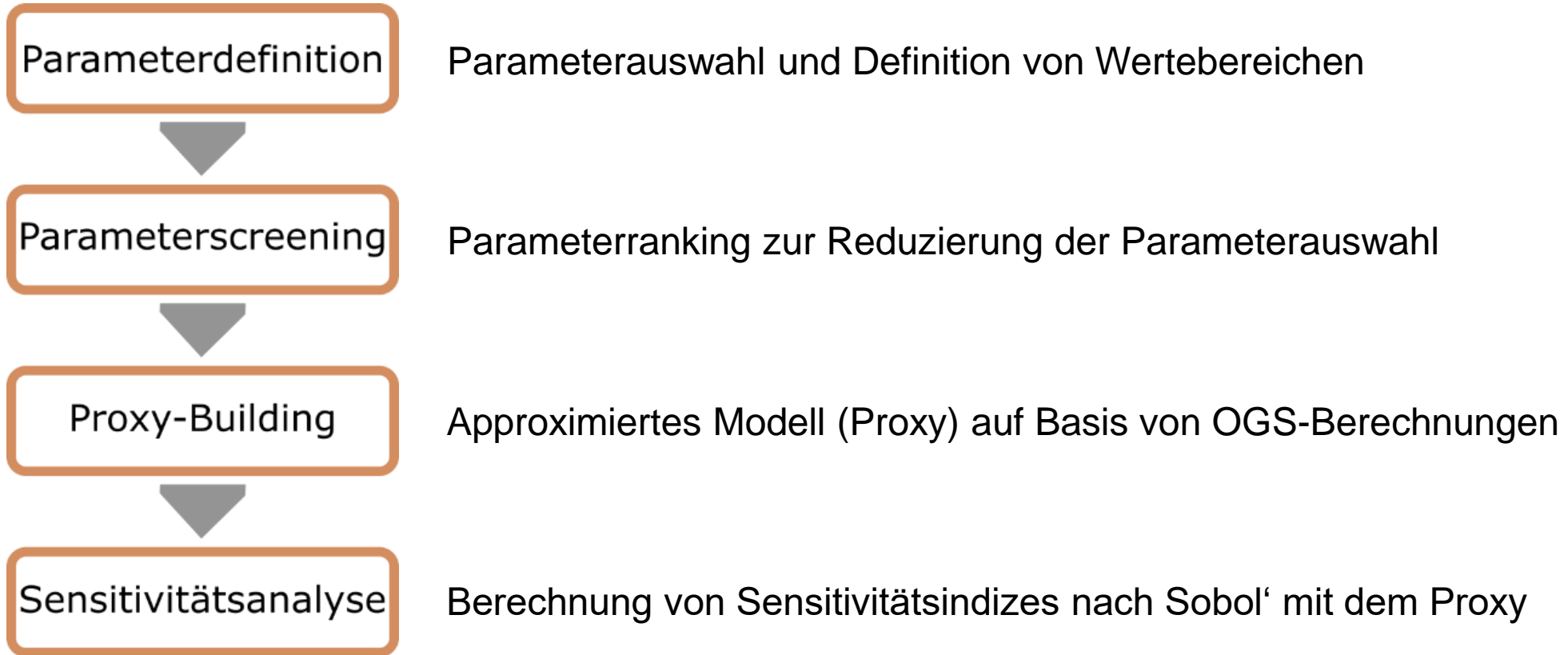
1. Sensitivitätsanalyse

Motivation:

Welche Parameter sollten im Vorfeld der Planung einer Geothermieranlage im oberflächennahen Raum besonders genau untersucht werden?

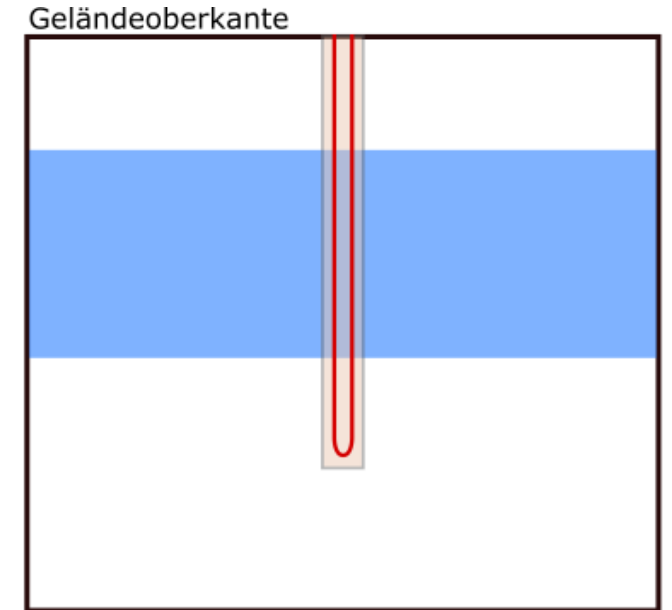
→ Variation ausgewählter Parameter innerhalb des jeweils auftretenden Wertbereichs, um deren Einfluss auf eine Zielgröße gegenüberzustellen.




1.1 Sensitivitätsanalyse - Vorgehensweise



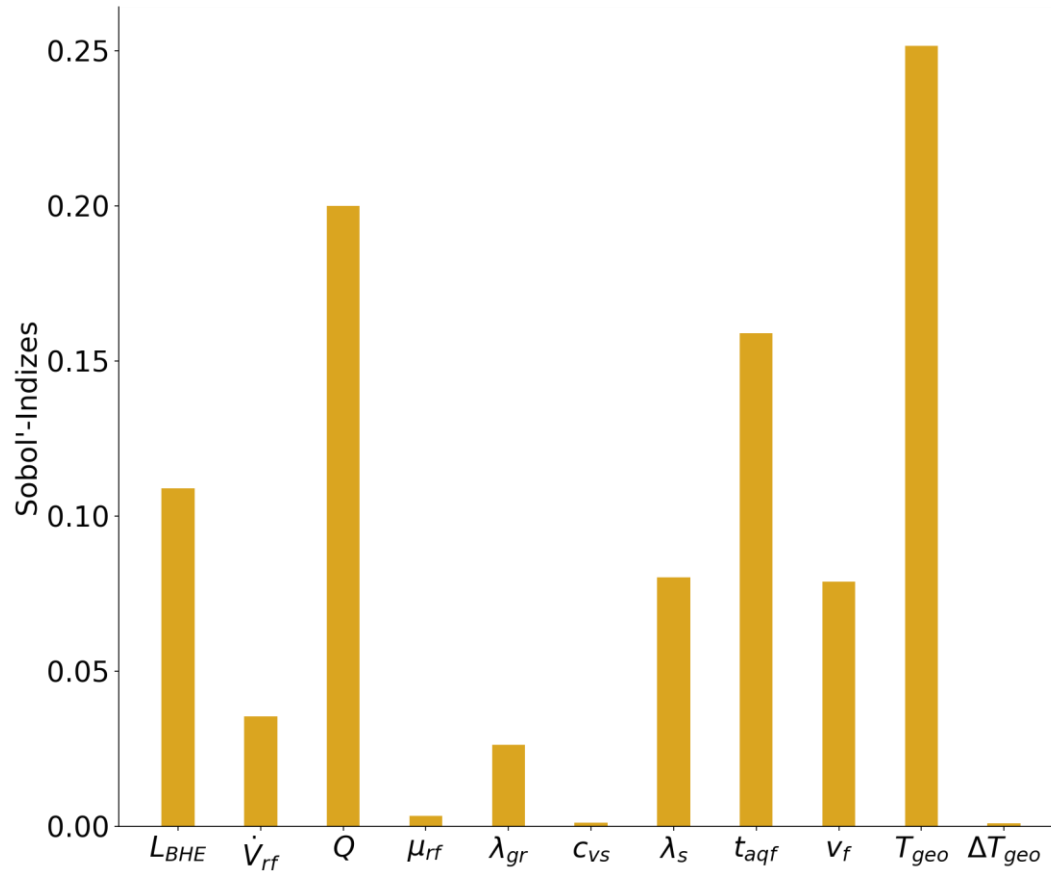
1.1 Sensitivitätsanalyse - Vorgehensweise

- Vereinfachter geologischer Modellaufbau in OGS, um grundsätzliche Zusammenhänge zu erfassen
- Eine Doppel-U-Rohr Sonde
- Simulationszeitraum ein Jahr
- Ergebnisgröße: Mittlere Fluidtemperatur in der Sonde zum Zeitpunkt nach einem Jahr



-  Querschnitt des Modellbereiches
-  Vom Grundwasser durchströmter Bereich
-  Erdsonde

1.2 Sensitivitätsanalyse - Ergebnisse



Parameter der Erdwärmesonde	
L_{BHE}	Sondenlänge
μ_{rf}	Dynamische Viskosität des Kältemittels
λ_{gr}	Wärmeleitfähigkeit des Verpressmaterials
\dot{V}_{rf}	Durchflussrate des Kältemittels
Q	Jahreswärmeenergiebedarf
Parameter des geologischen Untergrundes	
λ_s	Wärmeleitfähigkeit des geologischen Untergrundes
c_{sd}	Spez. volumetrische Wärmekapazität des Gesteins
t_{aqf}	Mächtigkeit des vom Grundwasser durchströmten Bereiches
v_f	Darcygeschwindigkeit
ΔT_{geo}	Geothermischer Gradient
T_{geo}	Variation der Modelltemperatur

1.3 Sensitivitätsanalyse - Zusammenfassung

- Modelltemperatur und Heizlast haben den größten Einfluss auf die Fluidtemperatur
- Der vom Grundwasser umströmte Anteil der Sonde ist für die Performance entscheidender als die Darcygeschwindigkeit der Grundwasserströmung
- Vergleichbarer Einfluss der Wärmeleitfähigkeit im geologischen Untergrund und der Darcygeschwindigkeit des Grundwassers
- Die spezifische Wärmekapazität des Untergrundes und die Viskosität des Sondenfluides haben einen vergleichsweise geringen Einfluss
- Auch der geothermische Gradient zeigt aufgrund der geringen Tiefe oberflächennaher Anlagen kaum einen Einfluss

2. Unsicherheitsanalyse

Motivation:

Welche Unsicherheiten können sich in der Auslegung einer Geothermieanlage ergeben und ist eine Abschätzung der Unsicherheit im Planungsprozess sinnvoll?

→ Standortsspezifische Variation der Eingangsparameter in Unsicherheitsbereichen, um die Auswirkungen auf die Zielgröße zu ermitteln.

Gefördert durch:

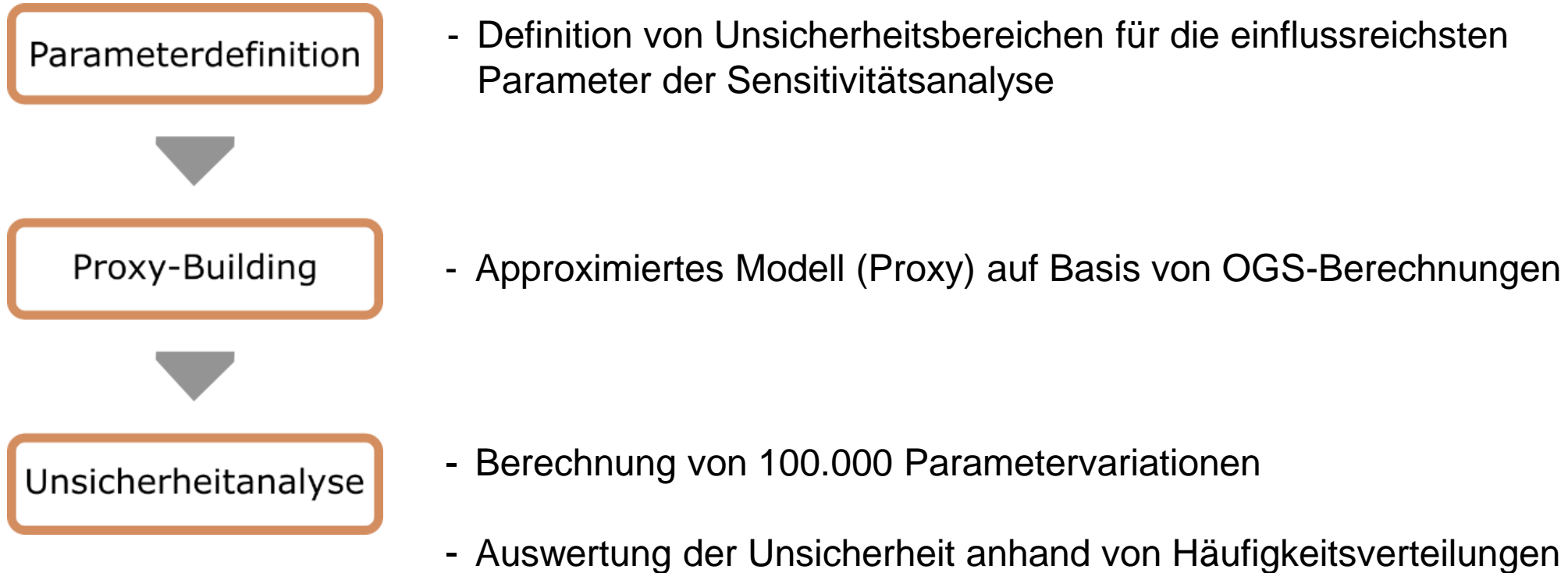


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

2.1 Unsicherheitsanalyse - Vorgehensweise

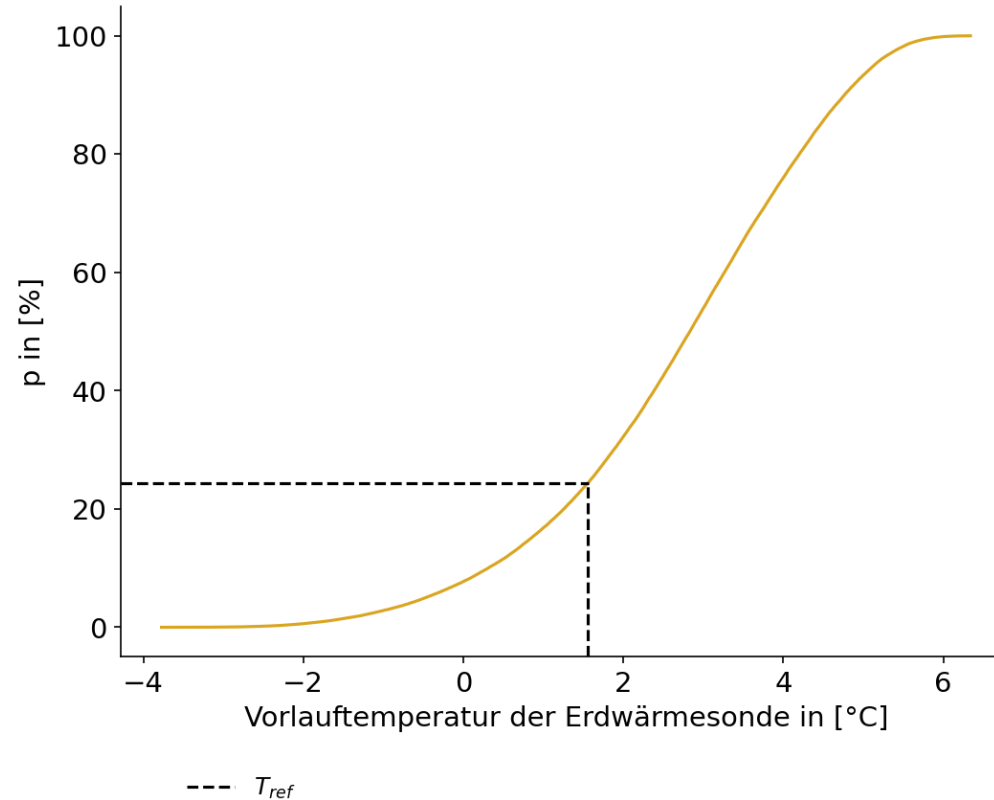
- Betrachtung der Unsicherheit für einen fiktiven Standort
- Anlehnung der Modellparameter an die Region Leipzig
- Basis ist eine Auslegung mittels der Software Earth-Energy-Designer
- Betrachtung der Unsicherheit nach 5 Jahren
- Bemessung anhand der Fluidtemperatur bei Eintritt in die Sonde
- Auswertung zum Zeitpunkt mit der minimalen Fluidtemperatur

2.1 Unsicherheitsanalyse - Vorgehensweise



2.2 Unsicherheitsanalyse - Ergebnisse

Betrachtung der Unsicherheit anhand der kumulativen Verteilungsfunktion der Stichprobe



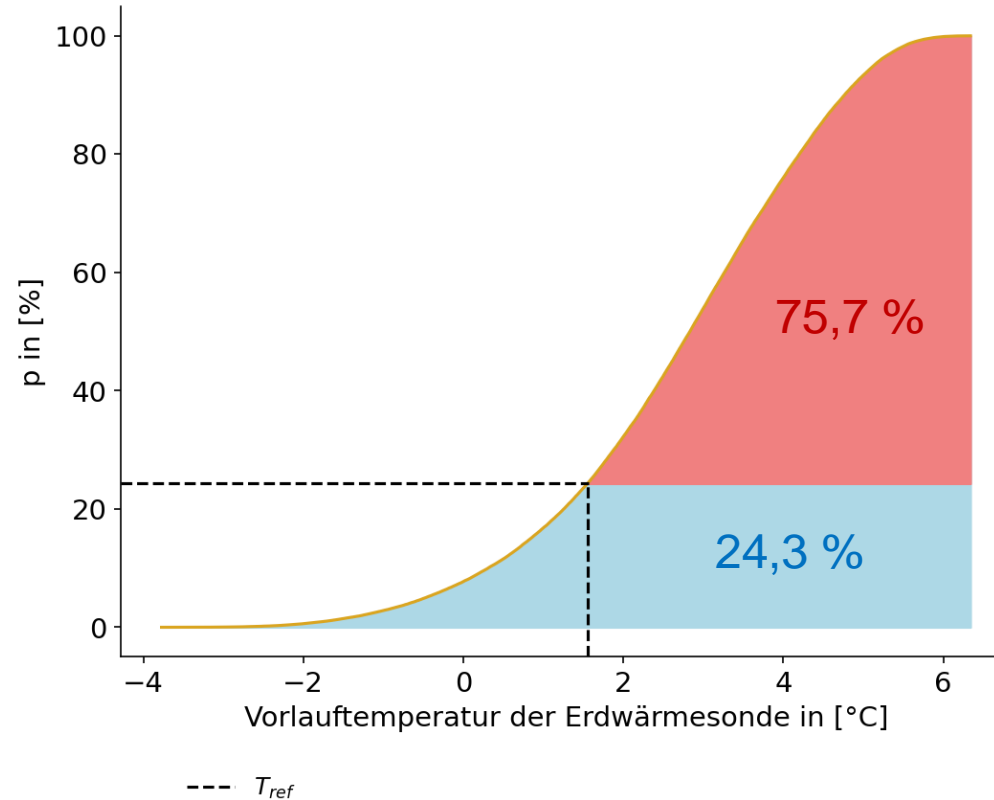
2.2 Unsicherheitsanalyse - Ergebnisse

Betrachtung der Unsicherheit anhand der kumulativen Verteilungsfunktion der Stichprobe

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



2.3 Unsicherheitsanalyse - Zusammenfassung

- Konservativer Charakter der Auslegung von EED, durch Vernachlässigung von Grundwasserströmungen
- Bei Betriebsdauern von 25 bis 50 Jahren ist von höheren Unsicherheiten für niedrigere Temperaturen auszugehen
- Die Ausmaße der beispielhaft ermittelten Unsicherheiten verdeutlichen das Potenzial einer Unsicherheitsanalyse bei der Auslegung der Geothermieanlagen
 - Werden mit der Auslegung entsprechende Temperaturgrenzen eingehalten?
 - Wo können große Unsicherheiten reduziert werden, um weniger konservativ auszulegen?
- Für die Praxistauglichkeit besteht weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Methodik vor allem zur Reduzierung des Rechenaufwandes

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!