Projektmeeting KarboEx2

07. Juli 2025 - Webmeeting

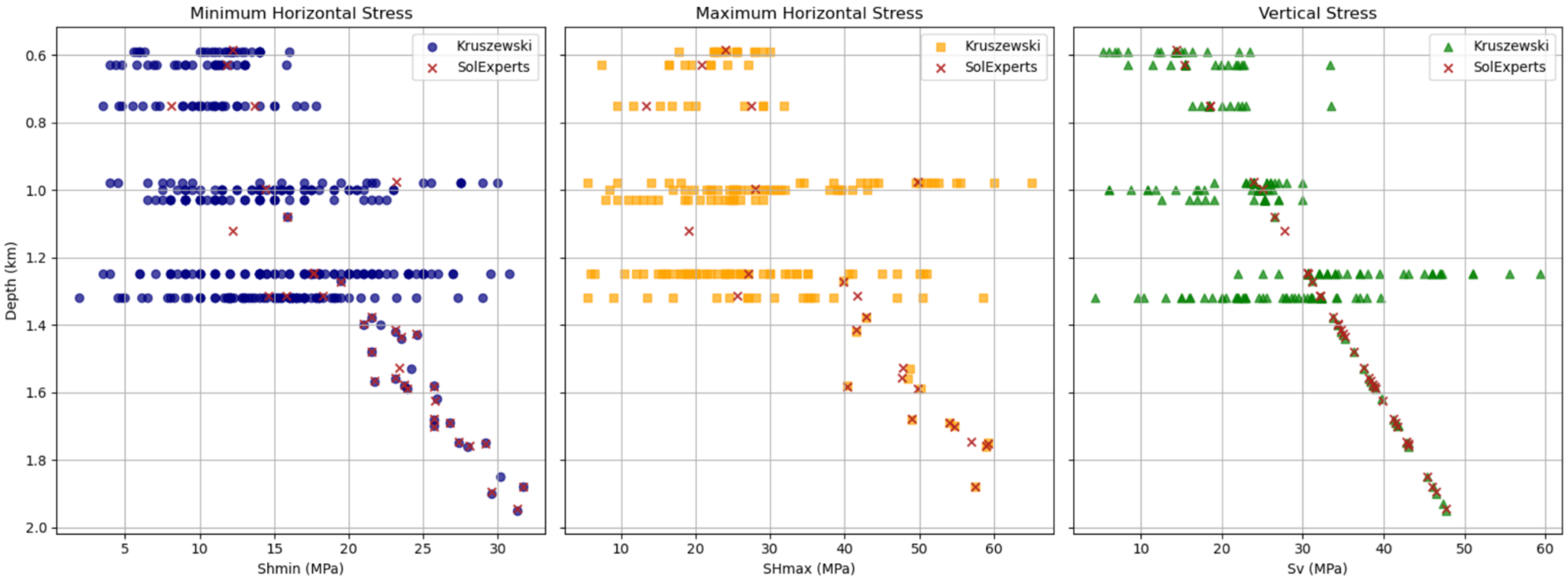
Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

AP 5.1: Extrapolation der Spannung in größere Teufen

geomecon GmbH

- > **Measured minimum horizontal stress (Shmin), maximum horizontal stress (SHmax), and vertical stress (Sv) are plotted versus depth for two independent datasets.**
- > **Kruszewski et al. (2022):** In-Situ Stress Magnitude Data from the Greater Ruhr Region (Germany) Derived from Hydrofracturing Tests and Borehole Logs. Fraunhofer-Gesellschaft. https://doi.org/10.24406/FORDATIS/201.2
- > **SolExperts (MESY GmbH, 2003):** Data based on "Bericht Abschätzung des Spannungszustands im Oberkarbon bis 4 km Tiefe (AS 2.2)" der MESY GmbH vom 30.04.2003.



Kofinanziert von der Europäischen Union

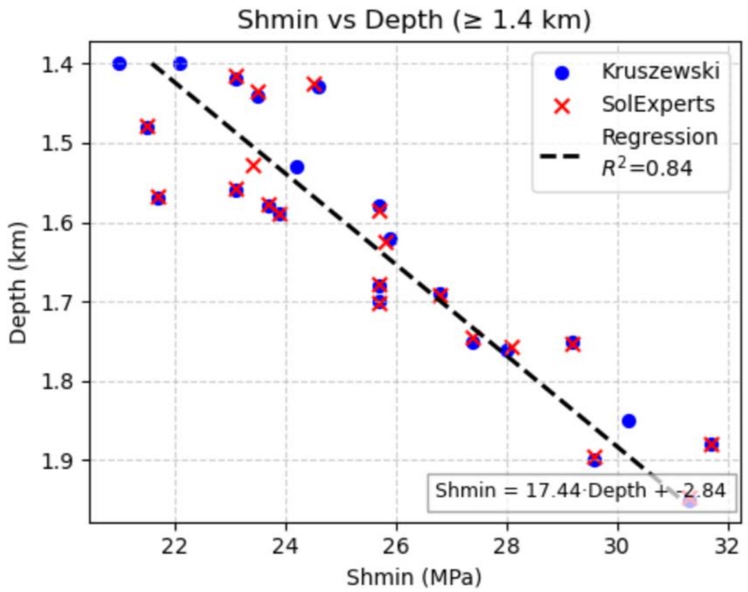
Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

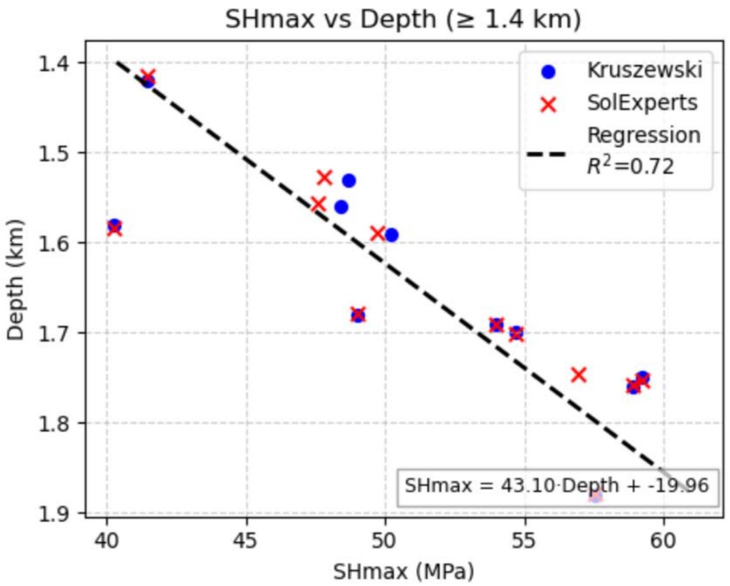
KarboEx2

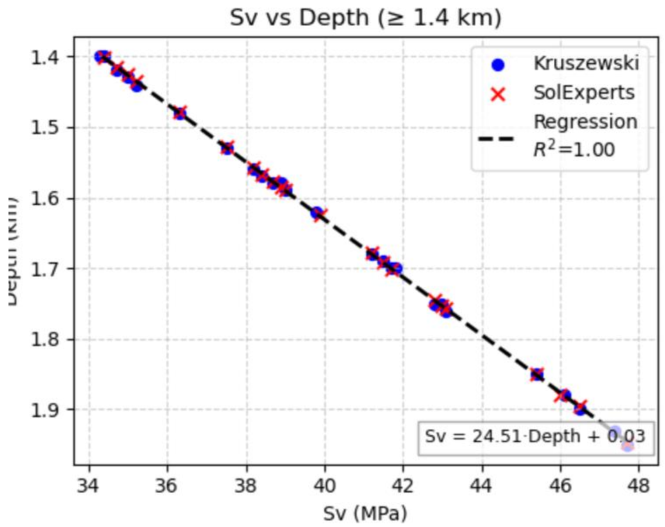
AP 5.1: Extrapolation der Spannung in größere Teufen

> For depths greater than 1.4 km, measured stress values from both datasets show a clear positive correlation with depth.

> Regression lines and R^2 values quantify this trend, avoiding bias from data clusters at shallower depths.



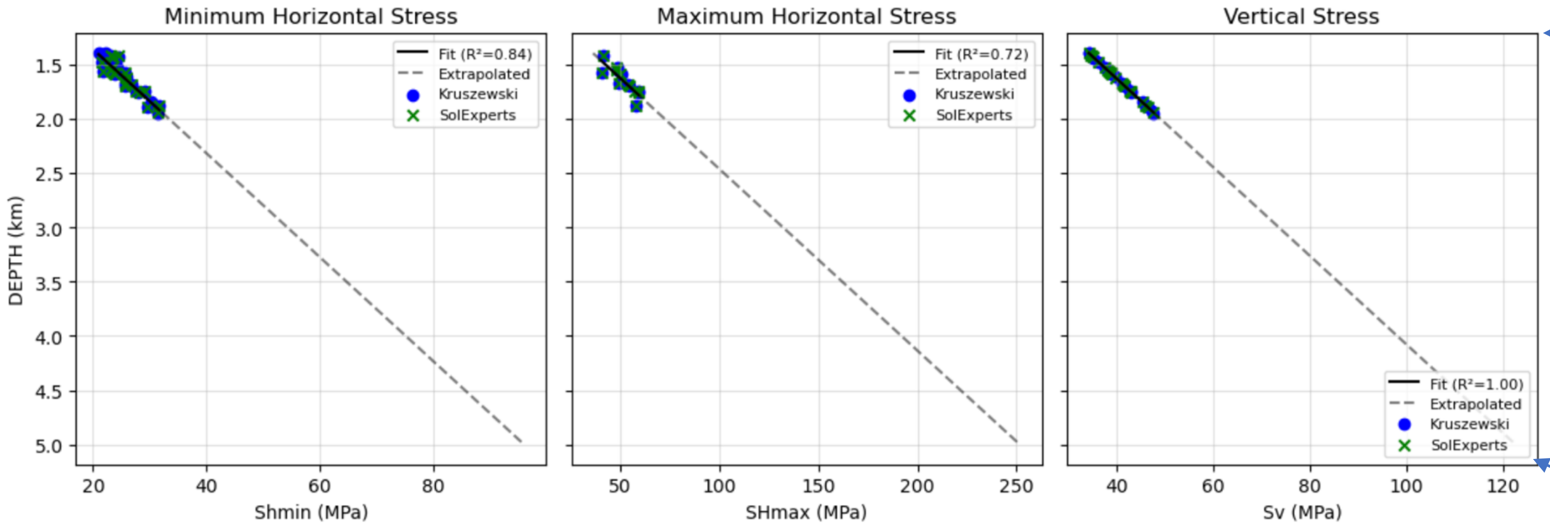


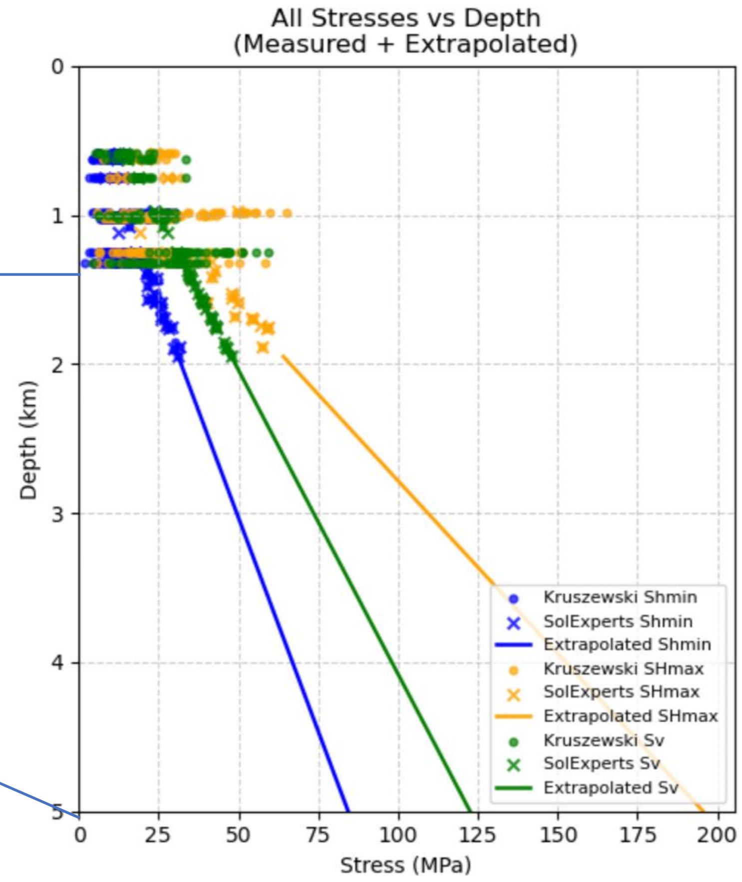


Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

> Extrapolated stresses (Shmin, SHmax, Sv) up to 5 km depth using linear regression; measured and extrapolated values are displayed.





Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

AP 5.1: Extrapolation der Spannung in größere Teufen

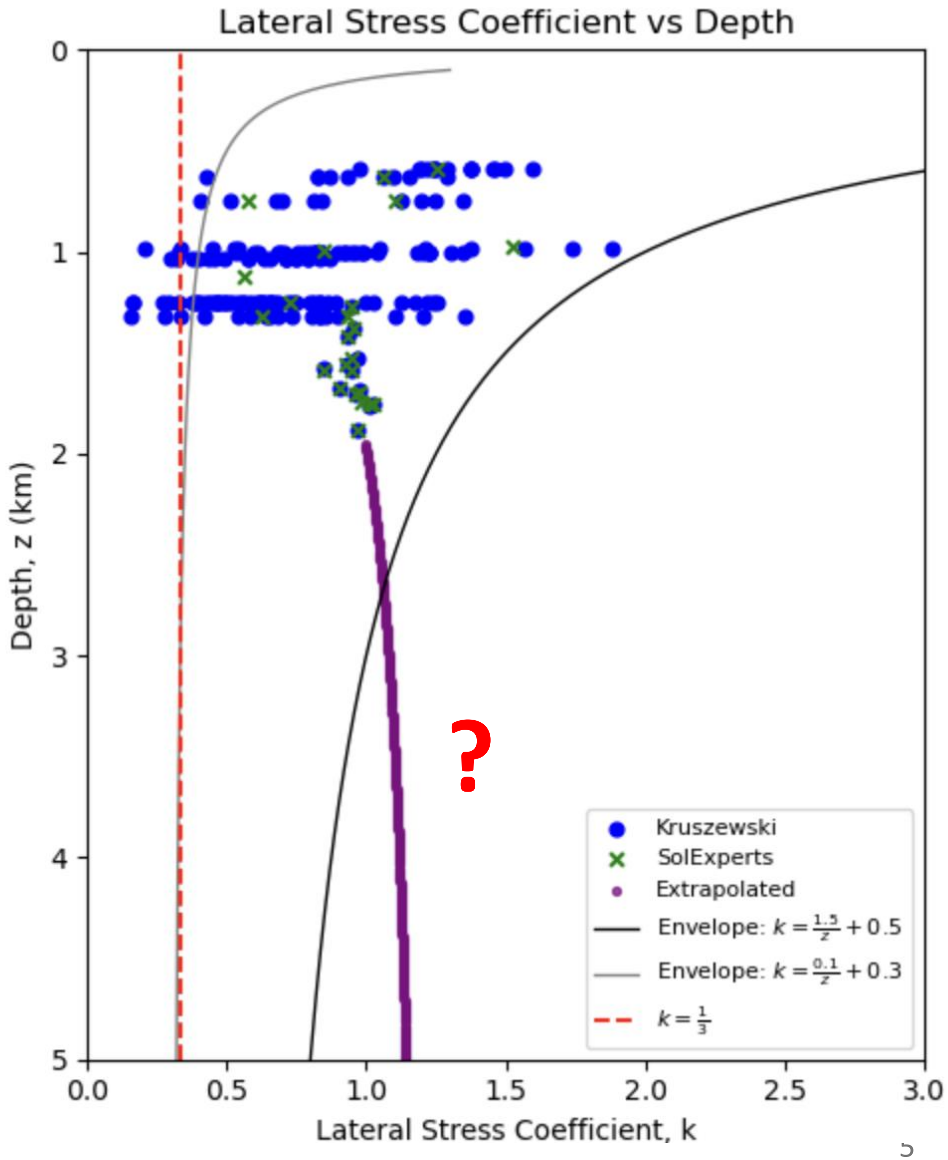
- Lateral stress coefficient (Zang, A., Stephansson, O. , 2010)

$$k = \frac{SH_{max} + Sh_{min}}{2S\_v}$$

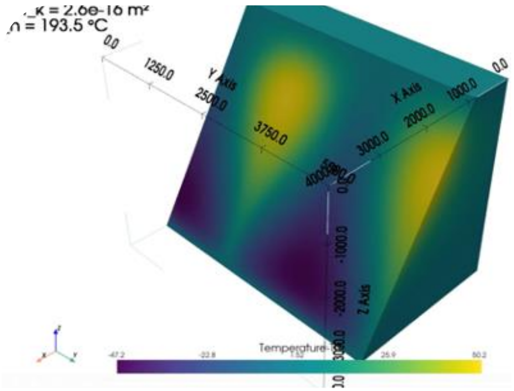
- Empirical Envelopes (Brown and Hoek, 1978)

$$\frac{0.1}{z} + 0.3 \leq k \leq \frac{1.5}{z} + 0.5$$

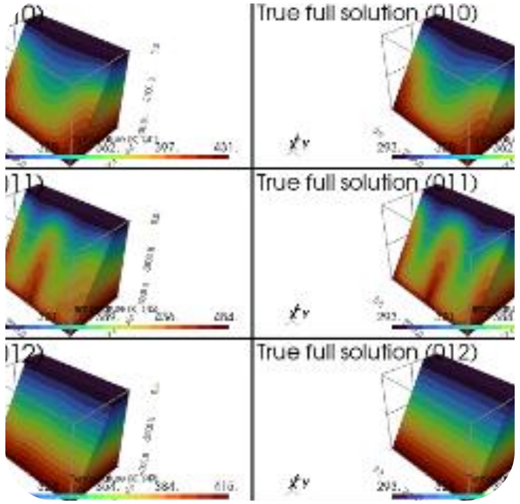
- The k-values rise with depth in the extrapolated range because the regression is based only on shallow data, leading to such results at greater depths



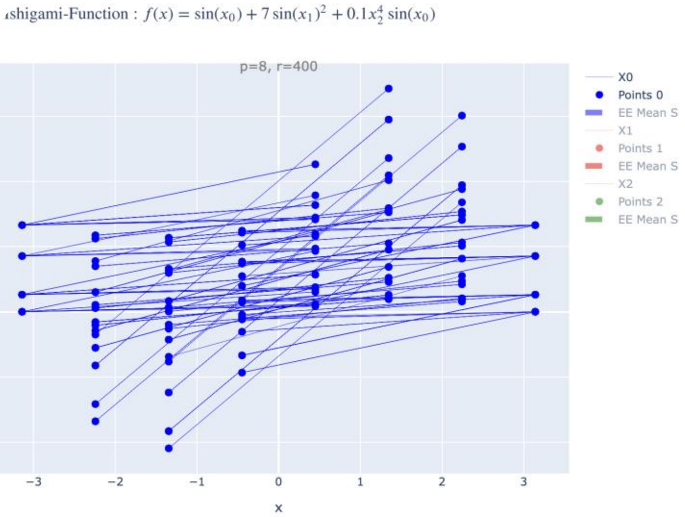
Workflow



1. Vorwärtsmodell
- Literaturrecherche
- Konzeptionelles Modell
- Mathematisches Modell
- Numerisches Modell (COMSOL)
- Validierung (Benchmarking)



2. Ersatzmodell (NIRB)

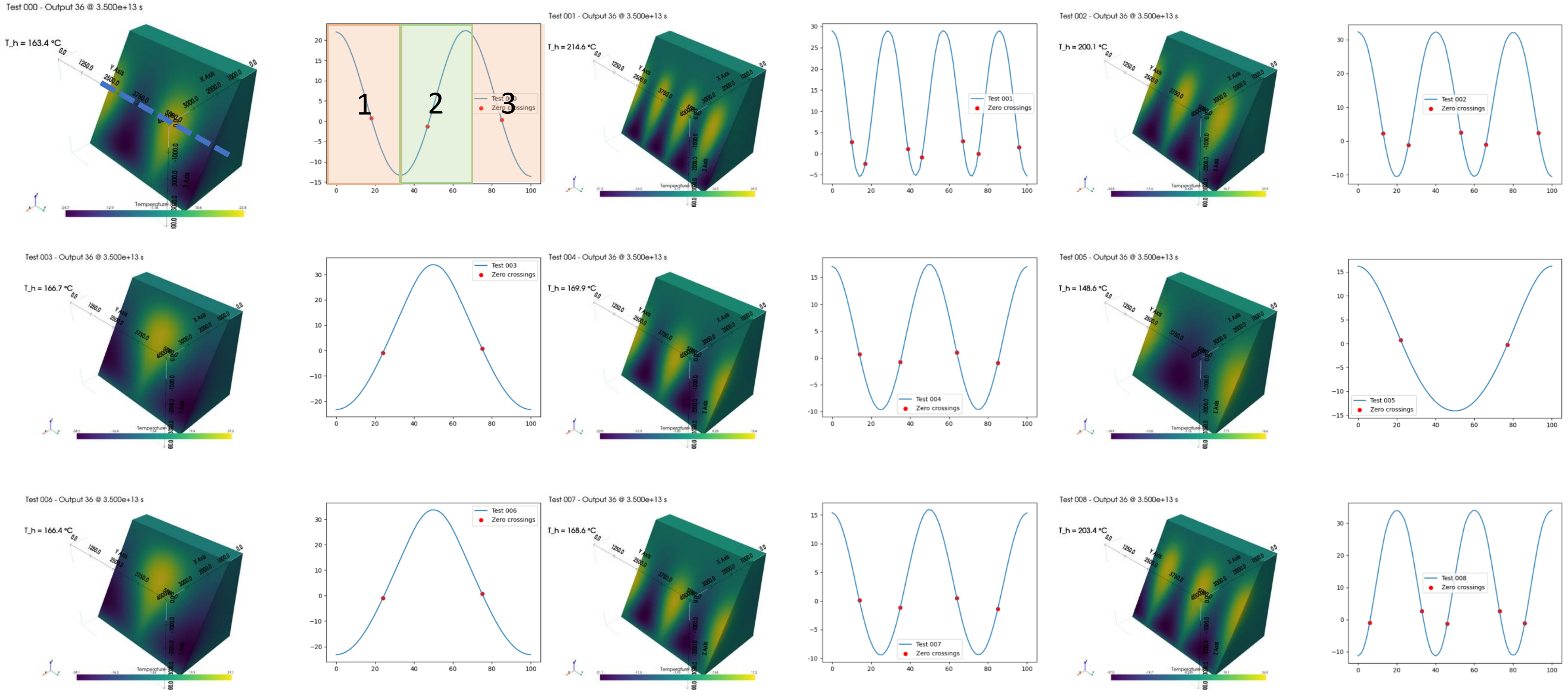


3. Sensitivitätsanalyse
- Typ (Morris / Sobol)
- Festlegung Parameter, Wertebereiche
- Quantity of Interest

Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

AP 6.2: Konzeptstudie Wärmefluss an Störungszonen

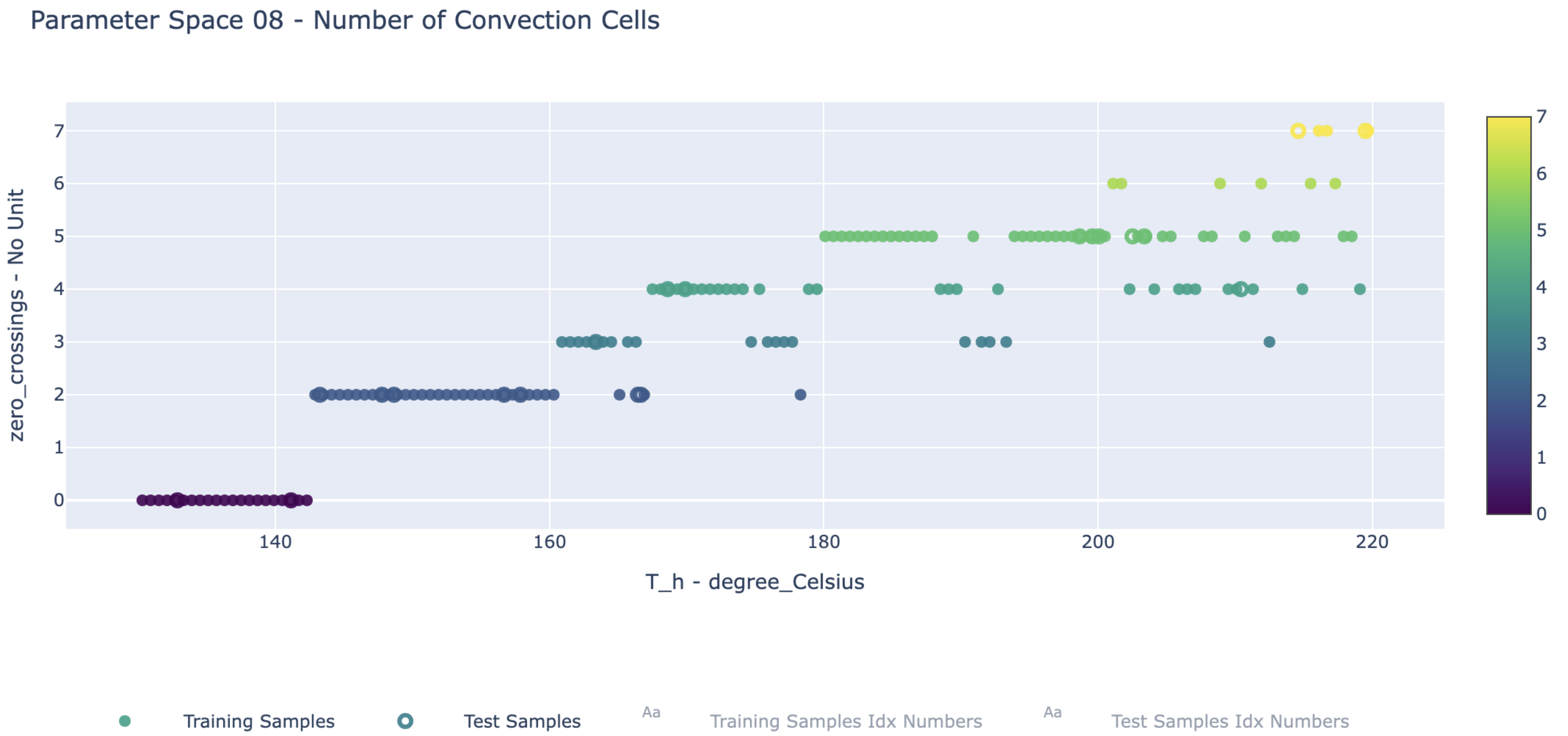


For entire data set...

Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

AP 6.2: Konzeptstudie Wärmefluss an Störungszonen



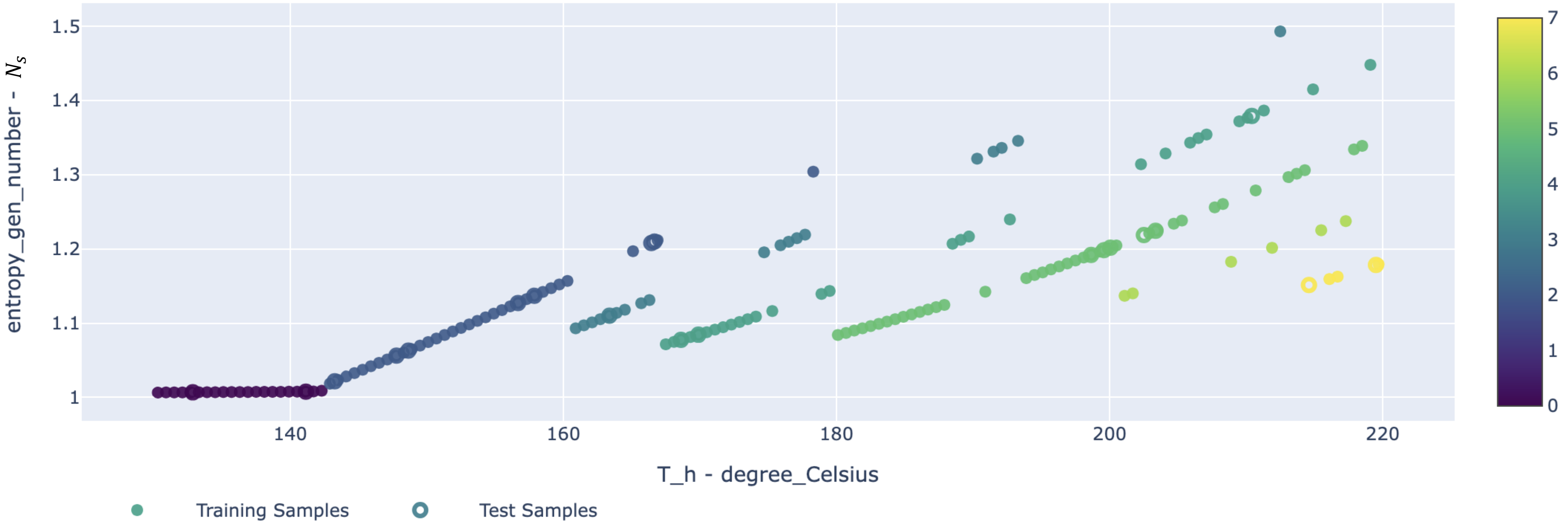
AP 6.2: Konzeptstudie Wärmefluss an Störungszonen

$$S'''_{\text{gen}} = S'''_{\text{therm}} + S'''_{\text{visc}} = \underbrace{\frac{k}{T^2}(\nabla T)^2}_{} + \underbrace{\frac{\mu}{KT}(\mathbf{v})^2}_{\geq 0} \geq 0,$$

$$S'''_C = \left[\frac{q^2}{kT_0^2}\right] = \left[\frac{k(\Delta T)^2}{L^2 T_0^2}\right],$$

$$N_s = S'''_{gen}/S'''_C,$$

Parameter Space 08 - Number of Convection Cells



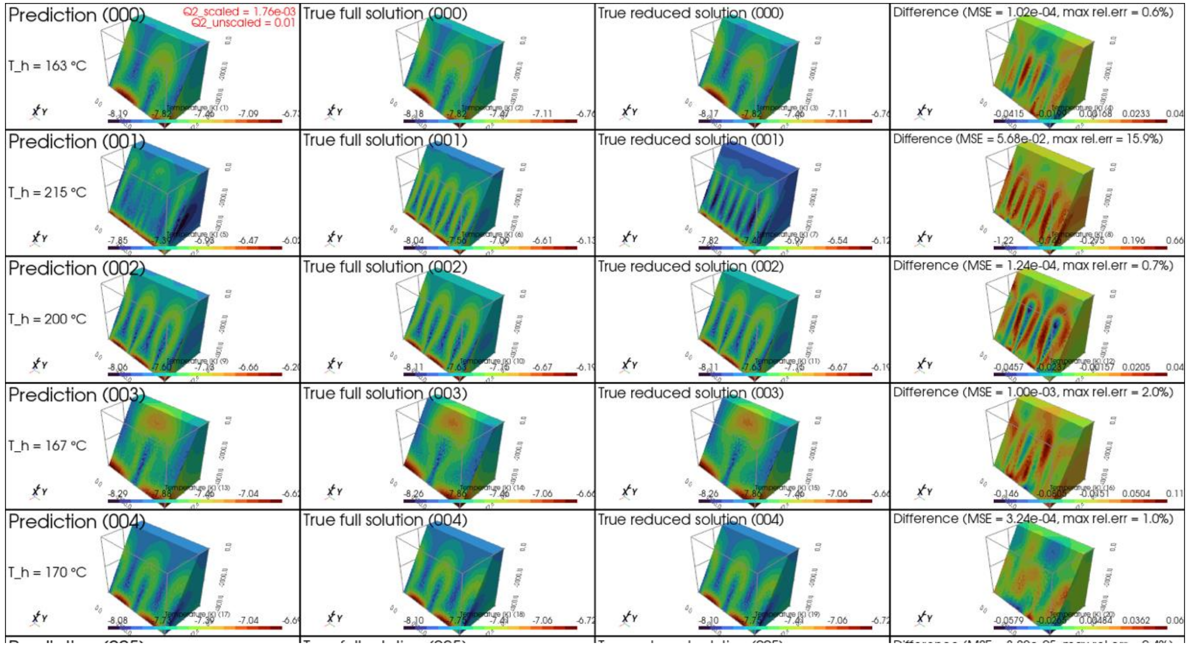
AP 6.2: Konzeptstudie Wärmefluss an Störungszonen 1.

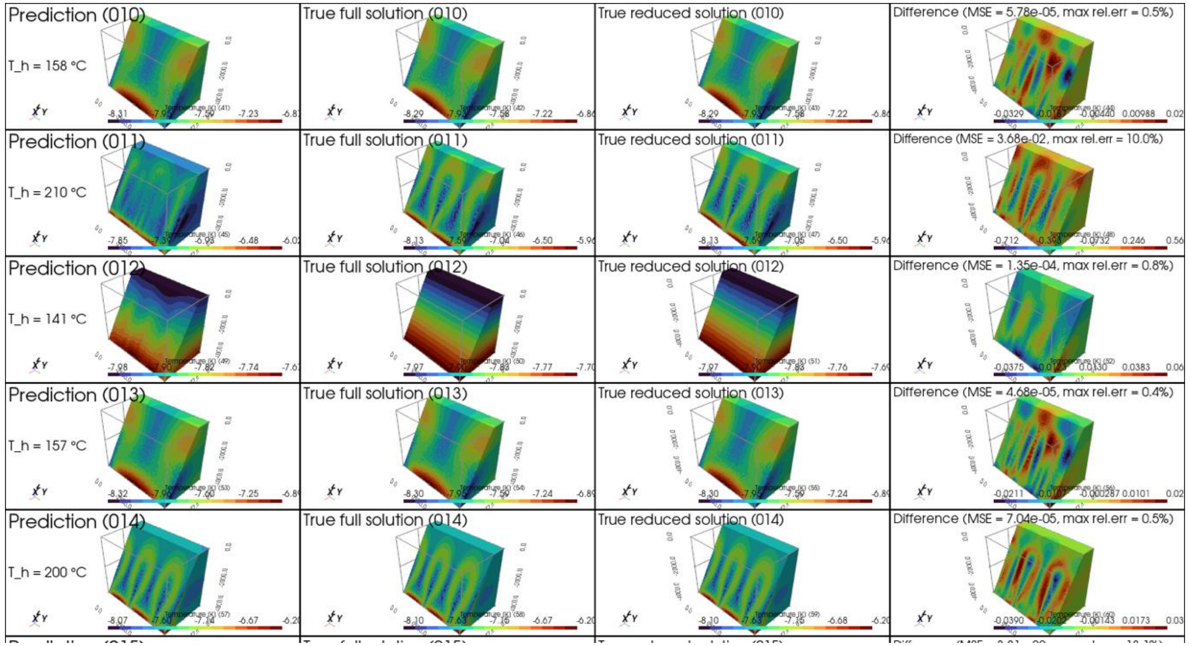
Ersatzmodell Entropieproduktion

Freie Parameter : Untere Temperatur-Randbedingung T_h (130°C – 220°C)

POD Accuracy = 99.999 % (Tolerance = 1e-5)
Scaling Output = MinMax (Min = -8.30 , Max = -5.83)
Scaling Features = Z-Score
Basis Function = 25
Training = 150
Epochs = 19,333 (58,000 steps, batch size = 64)

Test Data Set (N = 20)	
Q2_scaled	= 1.8e-3
Q2_unscaled	= 1.1e-2
R2_scaled	= 1.4e-3
R2_unscaled	= 8.9e-3



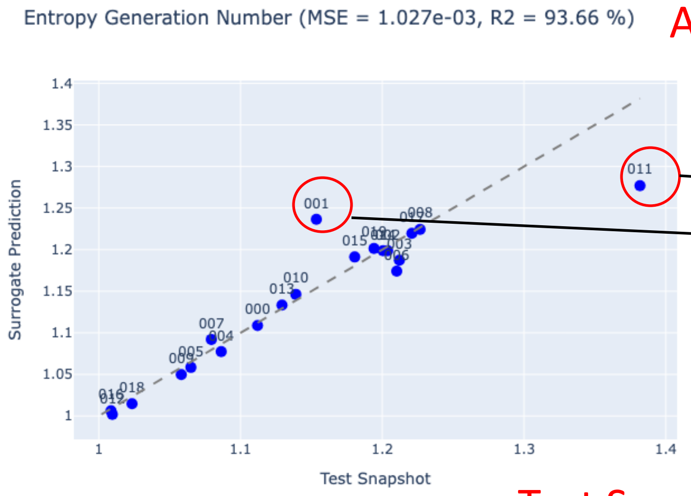


Kofinanziert von der Europäischen Union

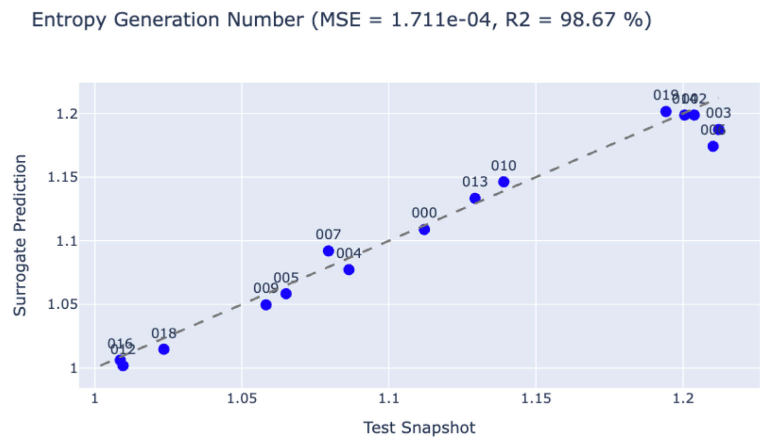
Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

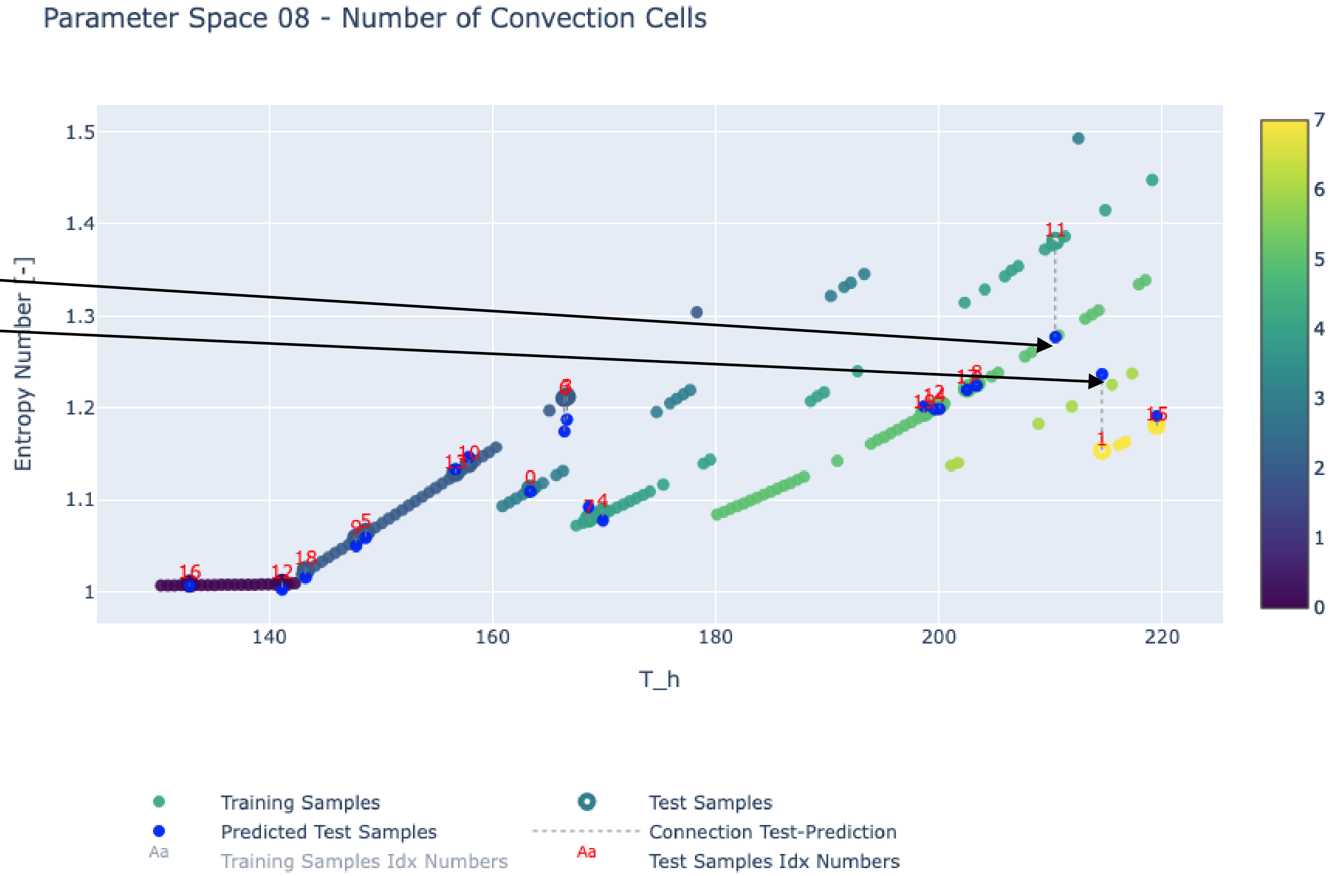
AP 6.2: Konzeptstudie Wärmefluss an Störungszonen

All Test Samples



Test Samples (T_h < 200°C)





ToDo:

- Ersatzmodelle für mehr freie Parameter
- Sensitivitätsanalysen durchführen

Kofinanziert von der Europäischen Union

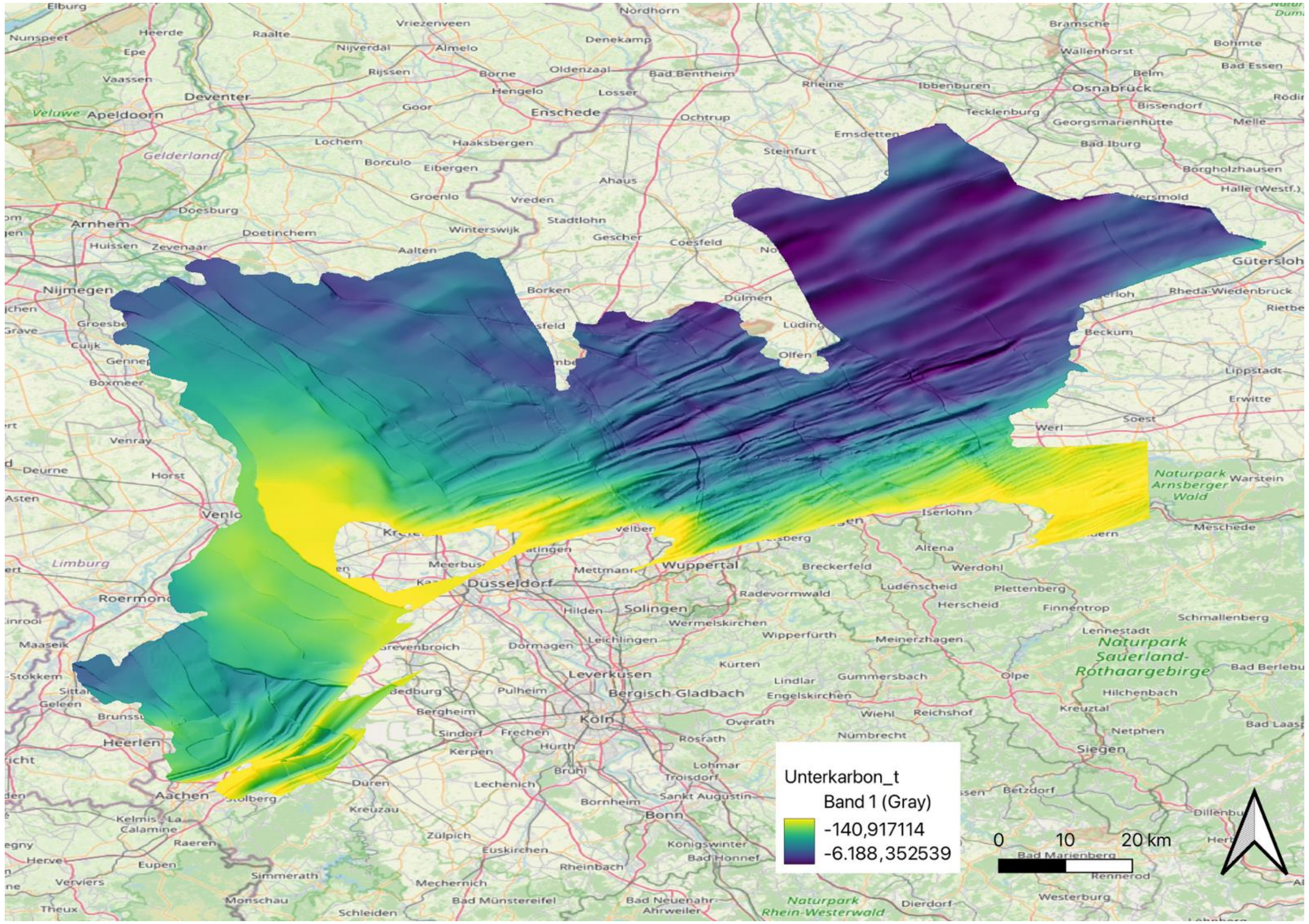
Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

KarboEx²

Ausblick: AP 6.2

geomecon GmbH

- GD NRW: Bereitstellung des GTC – Modells als GeoTIFF-Format
- jeweils mit Top und Basis von
  - Cenoman/Turon-Kalke
  - Kohlenkalk
  - Massenkalk



AP 5.3: Felskartierung 2025 - Zeitplan

- 14. Juli:
  - 14-17h: Projektmeeting in Räumlichkeiten CG3, Aachen Melaten
  - 18h: gemeinsames Abendessen Brauhaus Aachen (Selbstzahler)
- 15. Juli:
  - 9:30h-12:30h: Einführung ing.-geol. Kartierung, Kletterfelsen Kelmis
- 15. – 17. Juli
  - Kartierung im Raum Ostbelgien – Aachen/Stolberg durch Team geomecon

Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

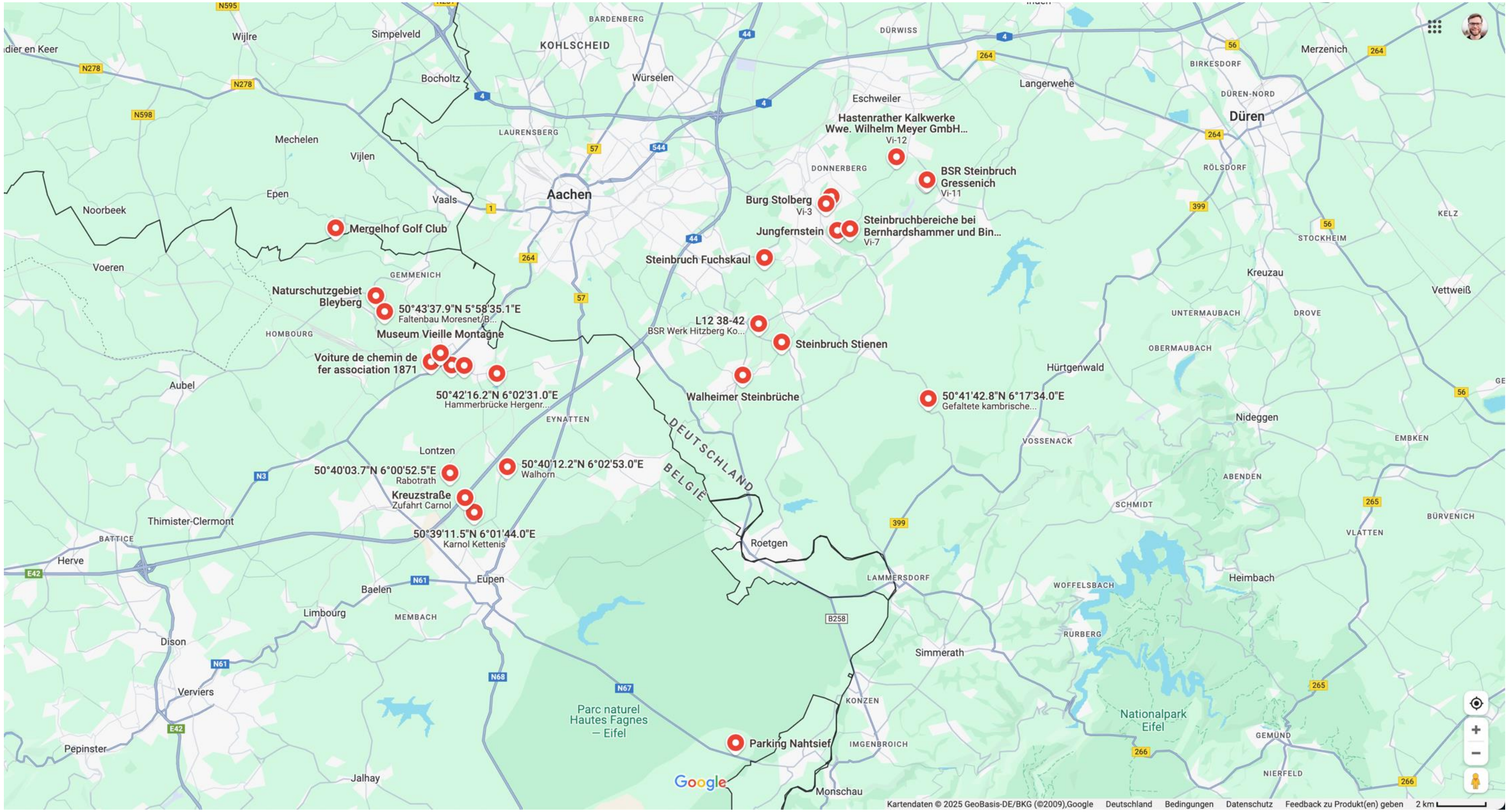
AP 5.3: Felskartierung 2025

NAME	Affiliation	Meeting 14. Juli	Abendessen 14. Juli	Kartierung Kelmis
Daniel Bücken	geomecon	X	X	X
Tobias Meier	geomecon	X	X	X
Thomas Simader	geomecon	X	X	X
Ben Bohnen	geomecon	X	X	X
Livia Nardini	geomecon	X	X	X
Sarah Knippel	geomecon			
Stephan Becker	GD NRW	x	x	x
Malte Gurgel	IFM	x	x	
Maike Kroll	IFM	x		x
Axel Preusse	IFM	x	x	
Daniel Satizabal	CG3	x	x	x
Florian Wellmann	CG3	x	x	x
David Nathan	CG3	x	x	x
Carlos	CG3	x	x	x
		12	11	10

Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

AP 5.3: Felskartierung 2025



Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

geomecon GmbH

Reuchlinstraße 10, D 10553 Berlin

www.geomecon.de

fon +49 30 280 979 73
solutions@geomecon.de

Kofinanziert von der Europäischen Union

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen