

TECHNO-ÖKONOMISCHE ANALYSE VON WÄRMEPUMPEN

FÜR DIE INDUSTRIELLE TROCKNUNG MIT MONTE-CARLO- SIMULATIONEN

V. Wilk, M. Lauermann, M. Hartl, R. Priesner, S. Puskas

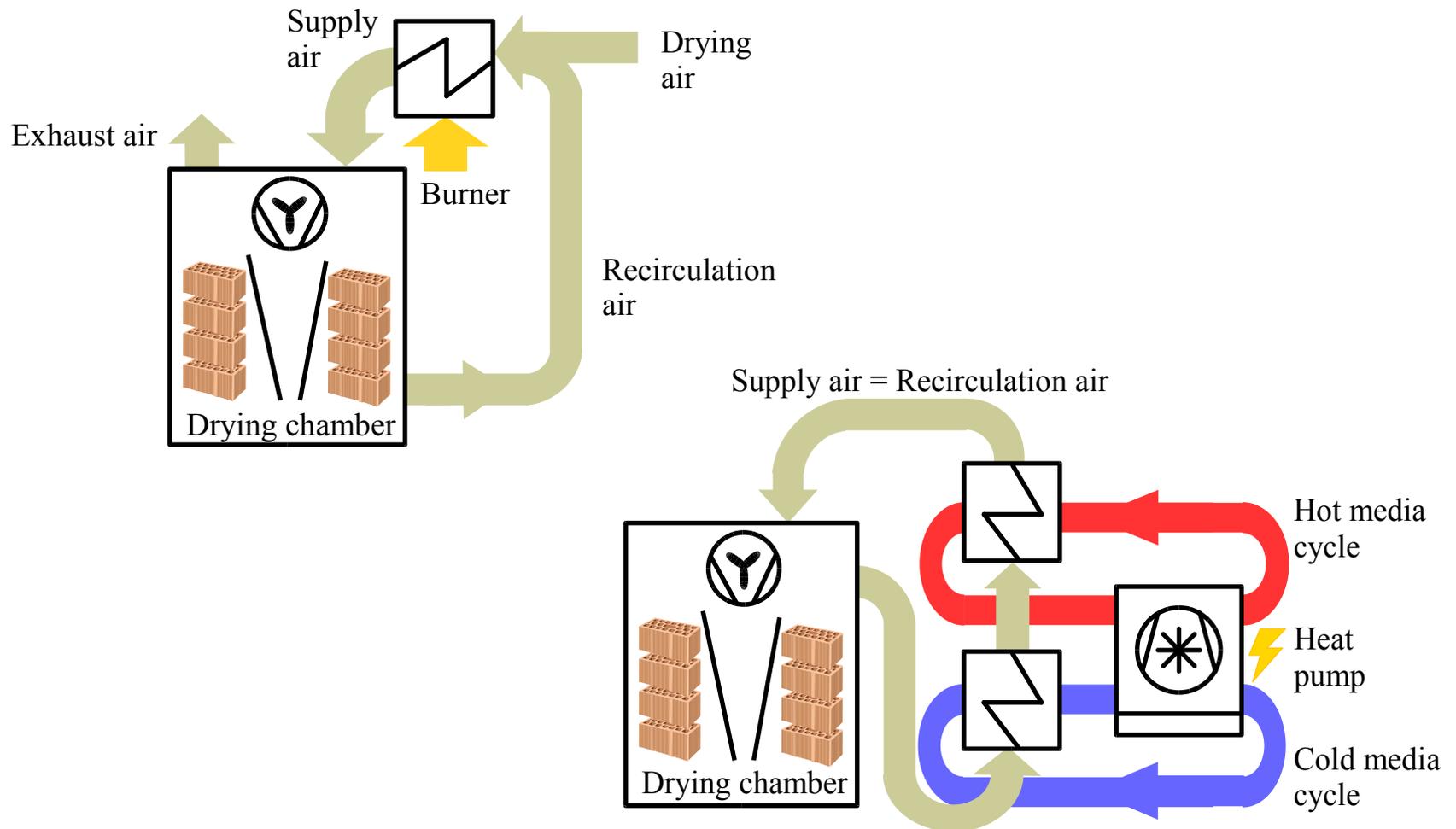


INDUSTRIELLE TROCKNUNG MIT WÄRMEPUMPEN

- Energieeffizienz industrieller Prozesse
- Investitionsentscheidungen für neue Technologien
- Parameter mit Unsicherheit
- Sensitivitätsanalyse



ZIEGELTROCKNUNG



ZIEGELTROCKNUNG

Laborcontainer

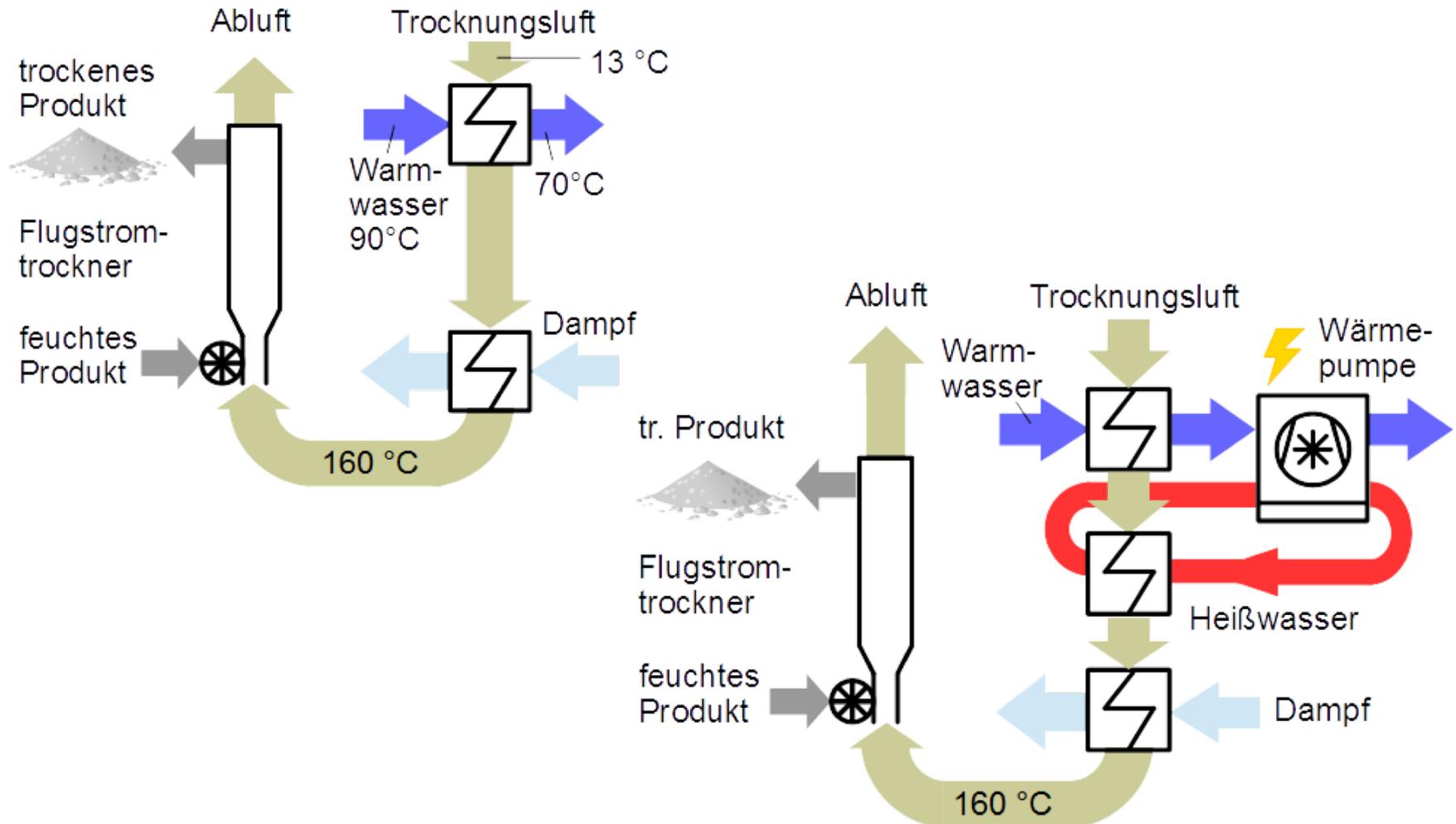
- 50 kW Heizleistung
- R134a als Kältemittel
- 50-60°C Wärmenutzungstemperatur

Konzept f. großtechnische Anwendung

- Ziegelwerk: 10t/h Ziegel
- 2418 kW Heizleistung
- 0.36 kWhel/kg Wasser (SEC)



STÄRKETROCKNUNG



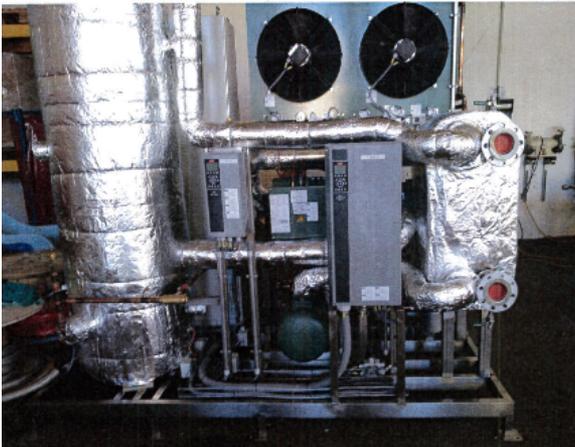
STÄRKETROCKNUNG

Funktionsmuster

- R245fa
- Quelltemp. bis zu 90°C
- Wärmenutzungstemp. bis zu 130°C
- Heizleistung ca. 363 kW

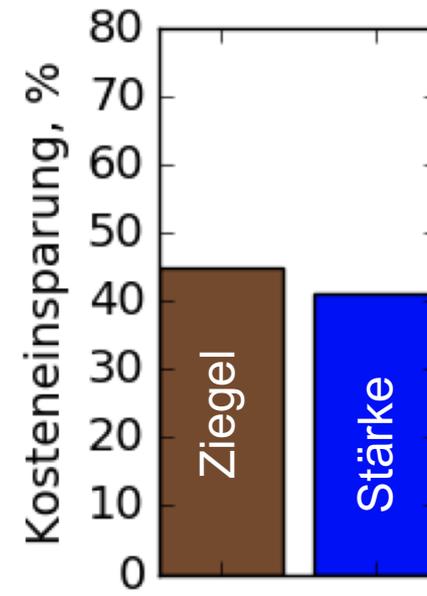
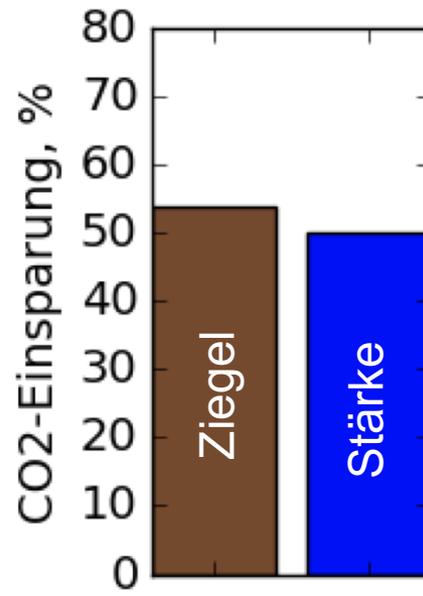
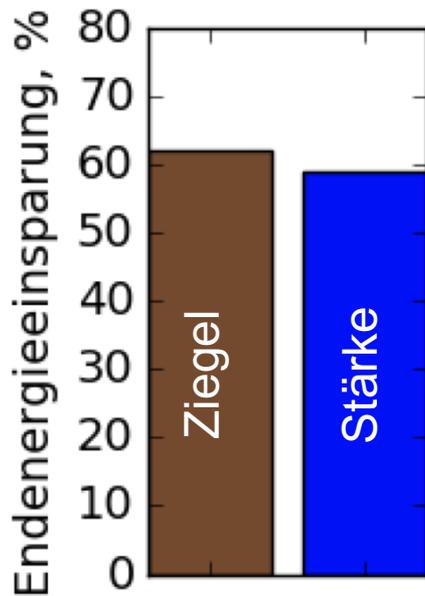
Simulation industrieller Maßstab

- Luft auf 128°C erwärmen
- 2658 kW Heizleistung
- 1179 kW Strom für WP



http://www.gea.com/de/de/products/feed_type_ring_dryer.jsp

BASISFALL



Amortisationszeit: Ziegeltrocknung 2.1 a, Stärketrocknung 2.5 a

Kosten: Strom 5,4 ct/kWh, Gas 3,8 ct/kWh

CO₂ Emissionen: Strom 300 g/kWh, Gas 248 g/kWh

Investitionskosten: R245fa 350 €/kW Heizleistung, R134a 300 €/kW Heizleistung

SENSITIVITÄTSANALYSE

Parameter mit Unsicherheit

- Strom- und Gaspreise
- Investitionskosten der Wärmepumpe
- CO₂ Emissionen der Stromerzeugung
- Strombedarf der Wärmepumpe

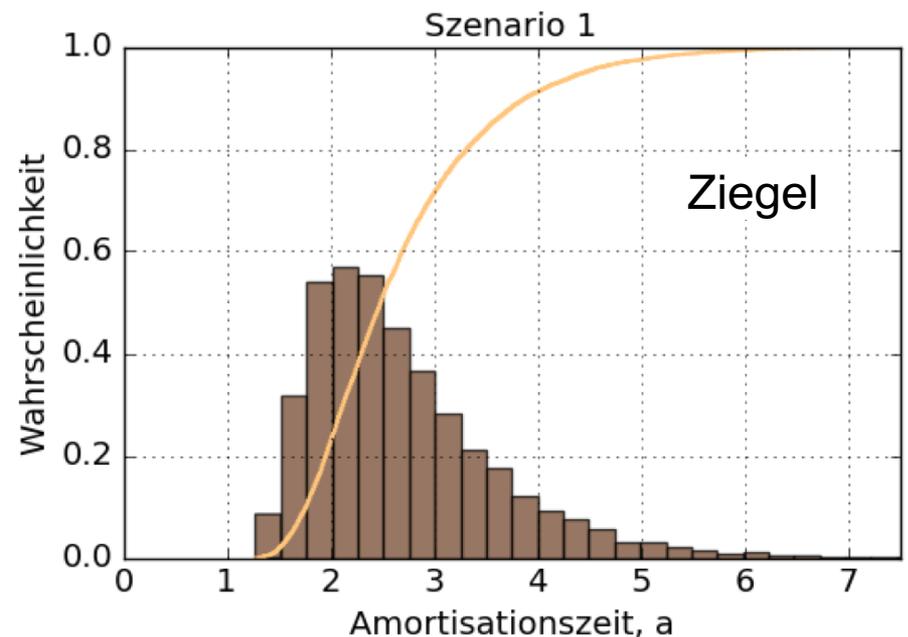
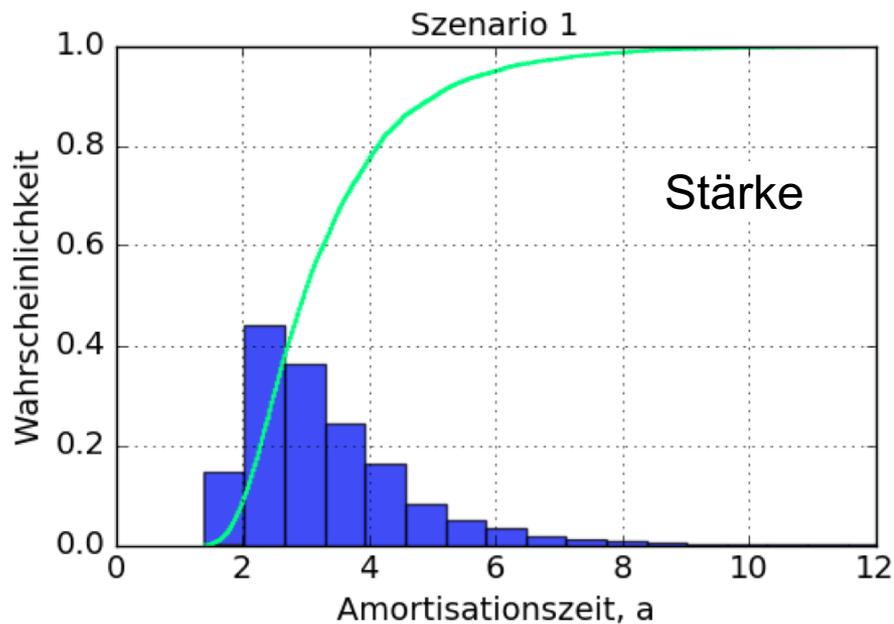
Szenarien

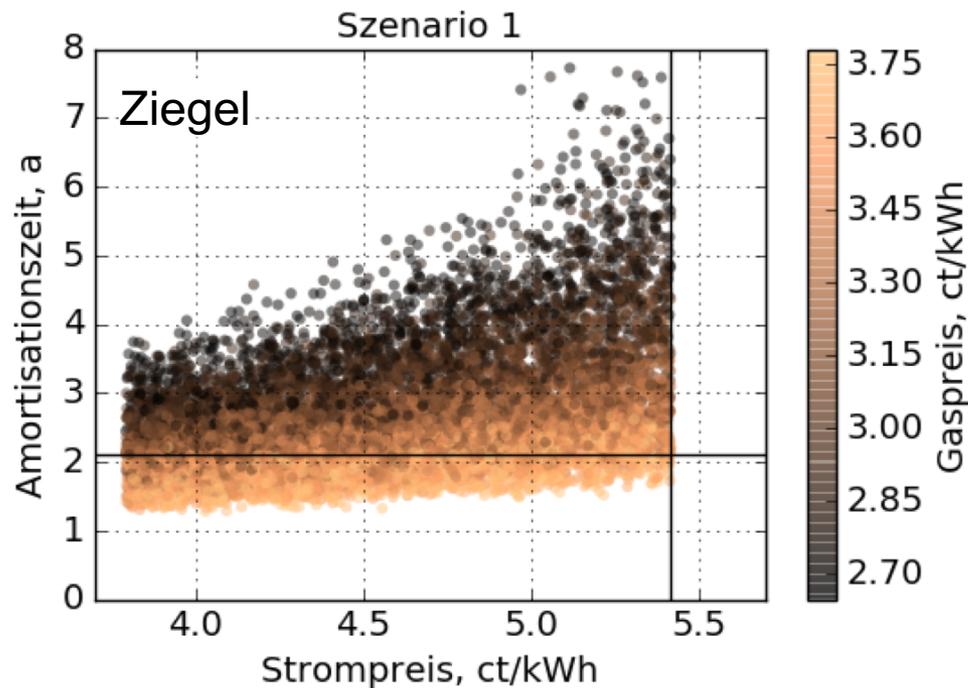
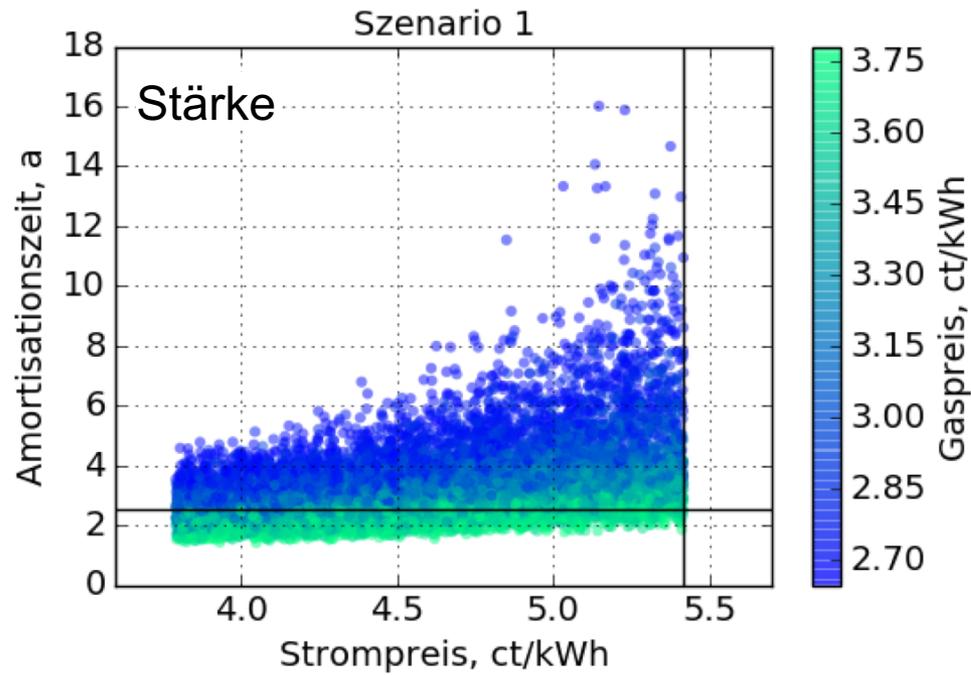
1. Energiepreise billiger im Vergleich zum Basisfall
2. Energiepreise teurer im Vergleich zum Basisfall
3. CO₂ Emissionen der Stromerzeugung ändern sich

9000 Simulationen + statistische Auswertung

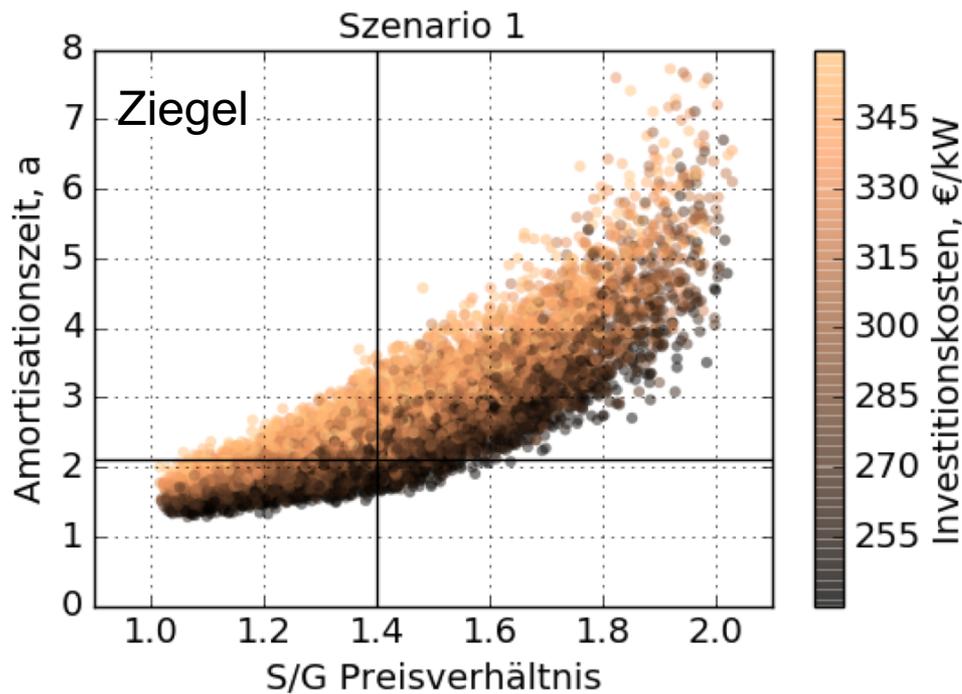
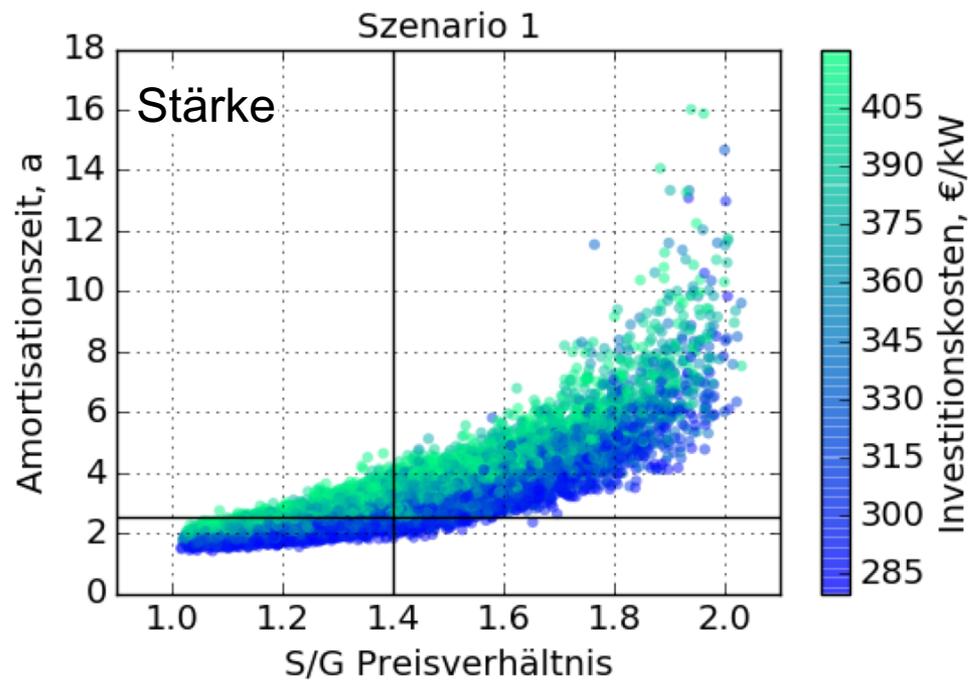
SZENARIO 1: NIEDRIGERE ENERGIEPREISE

- Strom und Gas bis zu 30% billiger
- Investitionskosten +/- 20%
- Stromverbrauch normalverteilt, 5% Standardabweichung





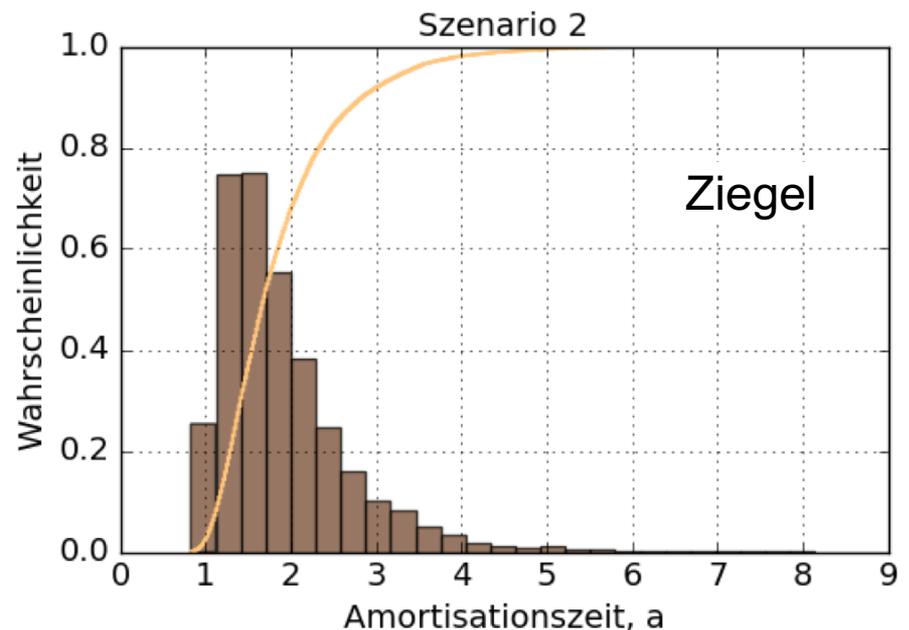
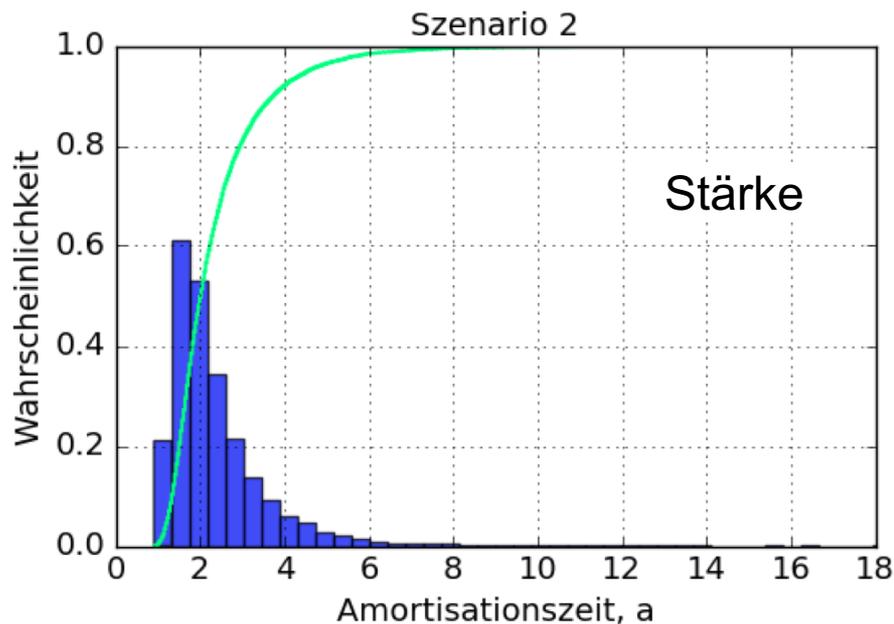
SZENARIO 1: NIEDRIGERE ENERGIEPREISE

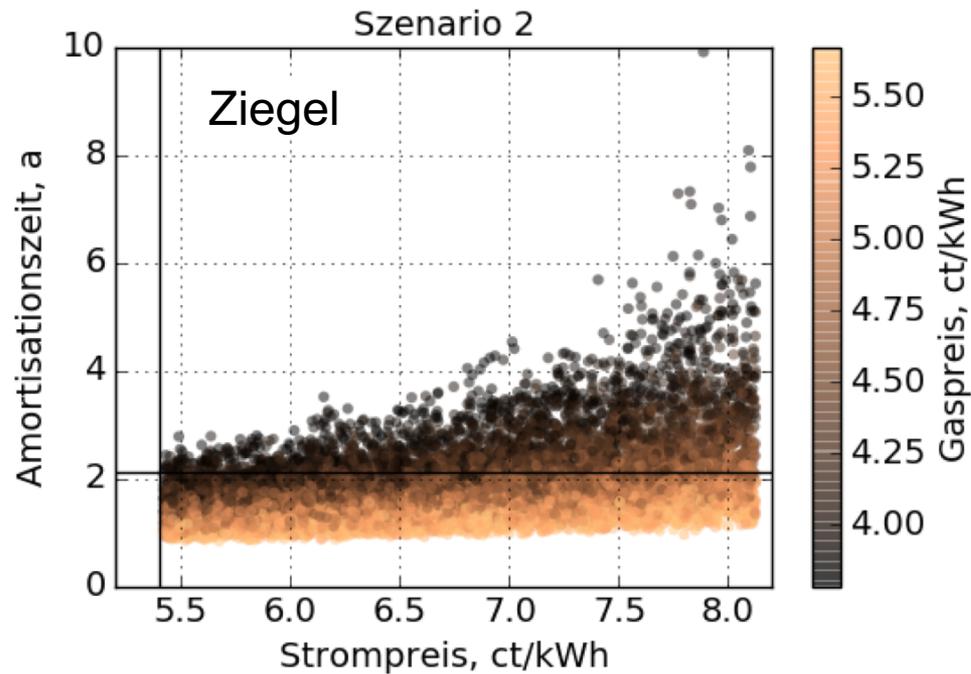
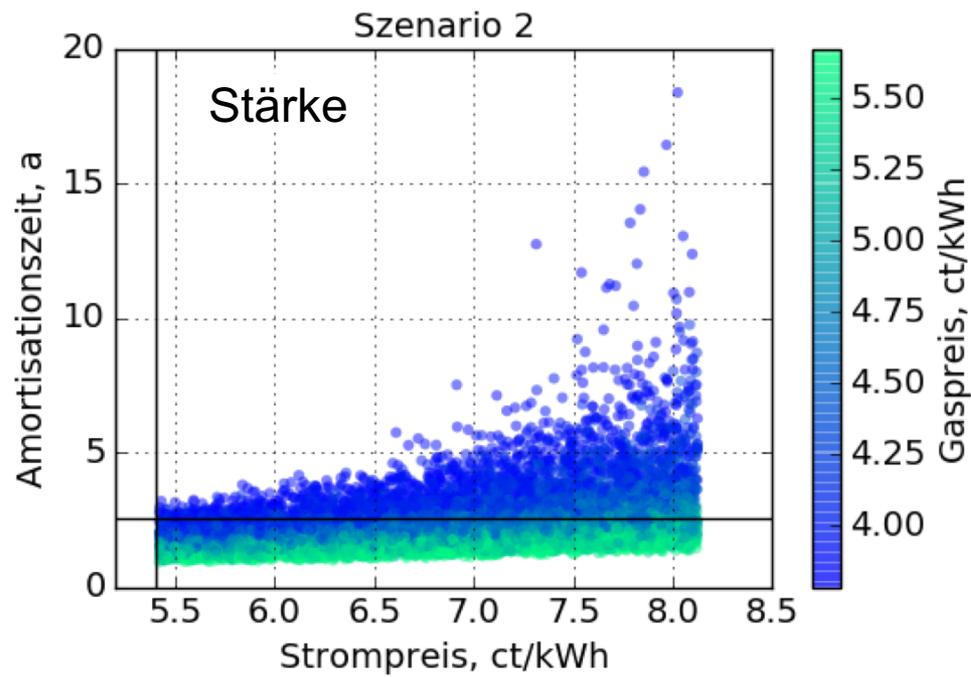


SZENARIO 1: NIEDRIGERE ENERGIEPREISE

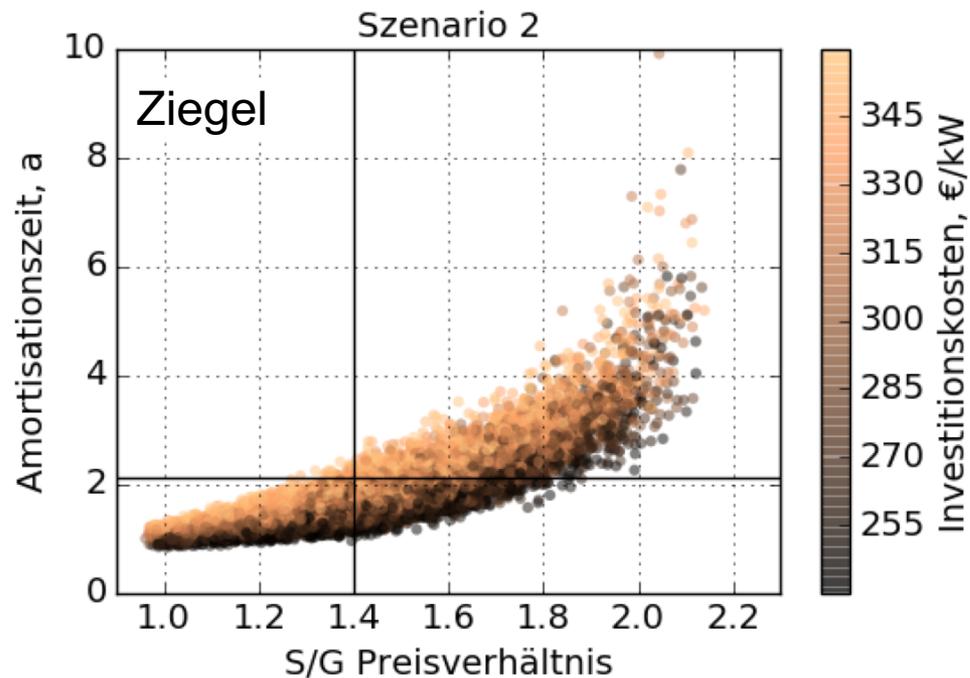
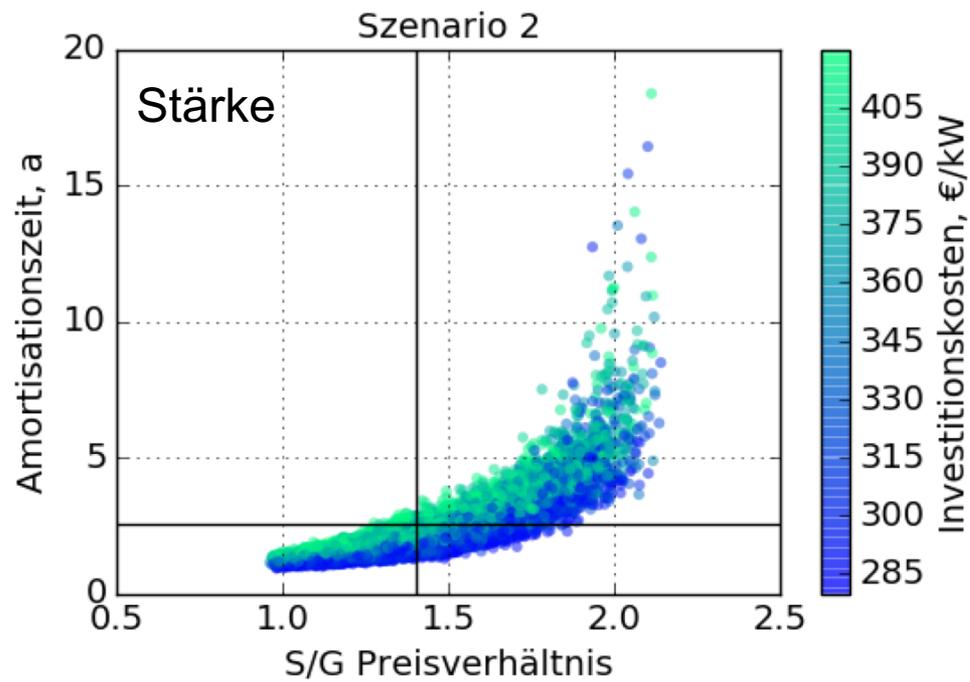
SZENARIO 2: HÖHERE ENERGIEPREISE

- Strom und Gas bis zu 30% teurer
- Investitionskosten +/- 20%
- Stromverbrauch normalverteilt, 5% Standardabweichung





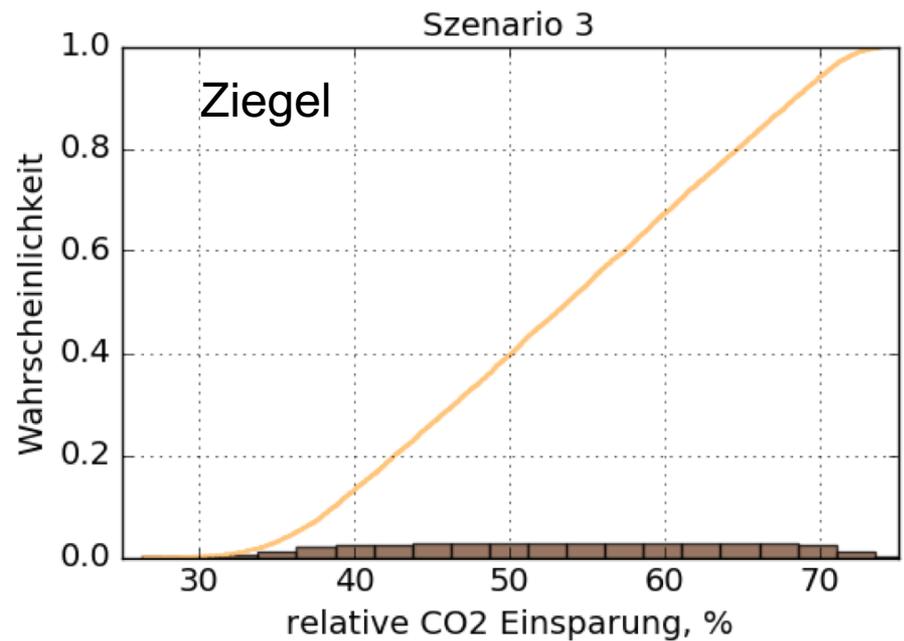
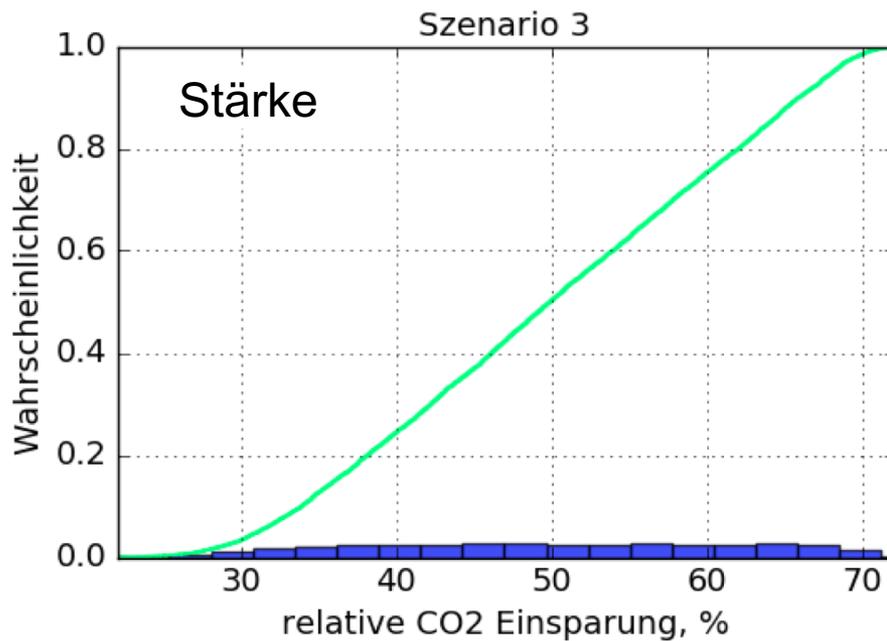
SZENARIO 2: HÖHERE ENERGIEPREISE

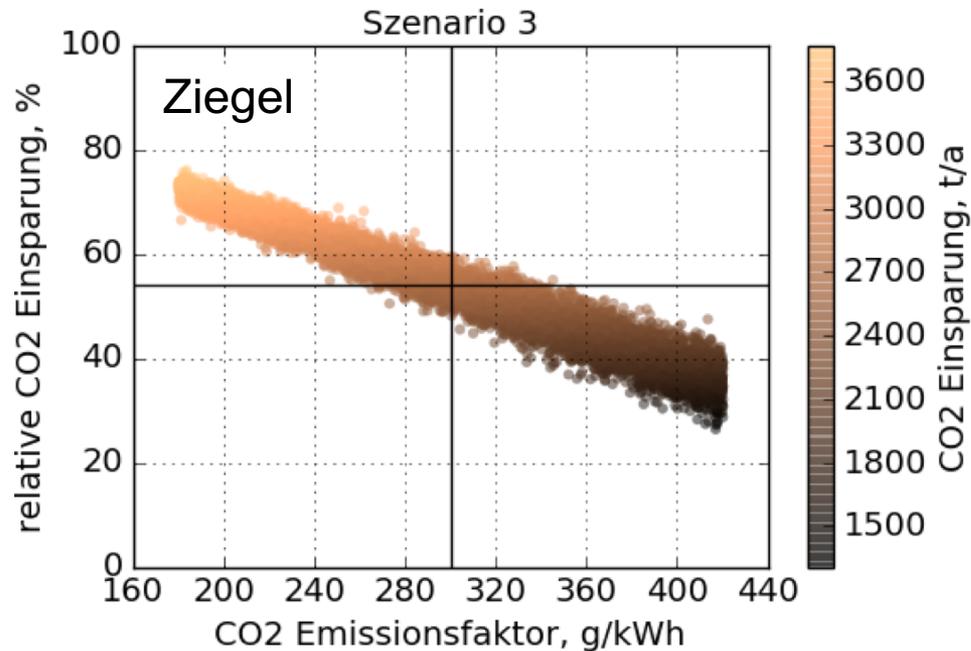
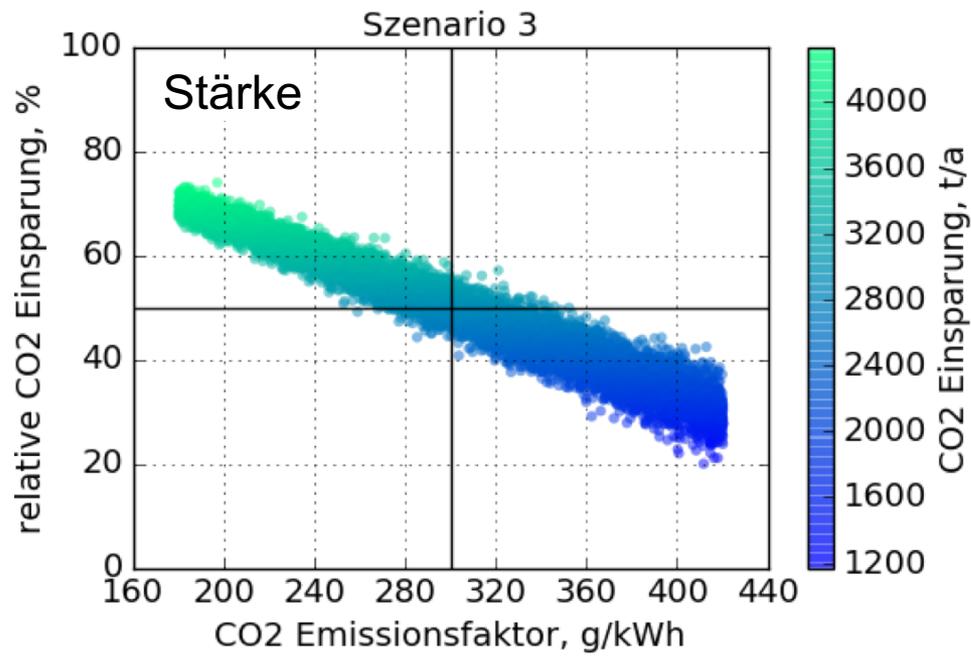


SZENARIO 2: HÖHERE ENERGIEPREISE

SZENARIO 3: CO₂ EMISSIONEN ÄNDERN SICH

- Emissionsfaktor zwischen 180 und 420 g/kWh
- Stromverbrauch normalverteilt, 5% Standardabweichung





**SZENARIO 3: CO₂
EMISSIONEN
ÄNDERN SICH**

SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Steigende Energiekosten wirken sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe aus
- 70% der Fälle rechnen sich in Szenario 2 früher als im Basisfall, 30% der Fälle in Szenario 1
- Wärmepumpen verringern die CO₂ Emissionen deutlich
- Je nach Strommix liegen die Einsparungen zwischen 20 und 70%
- Szenarien als Visualisierung einer zukünftigen Entwicklung



TECHNO-ÖKONOMISCHE ANALYSE VON WÄRMEPUMPEN



Veronika Wilk

Center for Energy
Sustainable Thermal Energy Systems



Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria
T +43 50550-6494

veronika.wilk@ait.ac.at | <http://www.ait.ac.at>

