



Regenerative Energien für einen effizienten Betrieb von Presshärtelinien

Lukas Knorr¹, Florian Pfeifer², Andre Jungeilges¹, Sascha Burmeister¹,
Henning Meschede¹

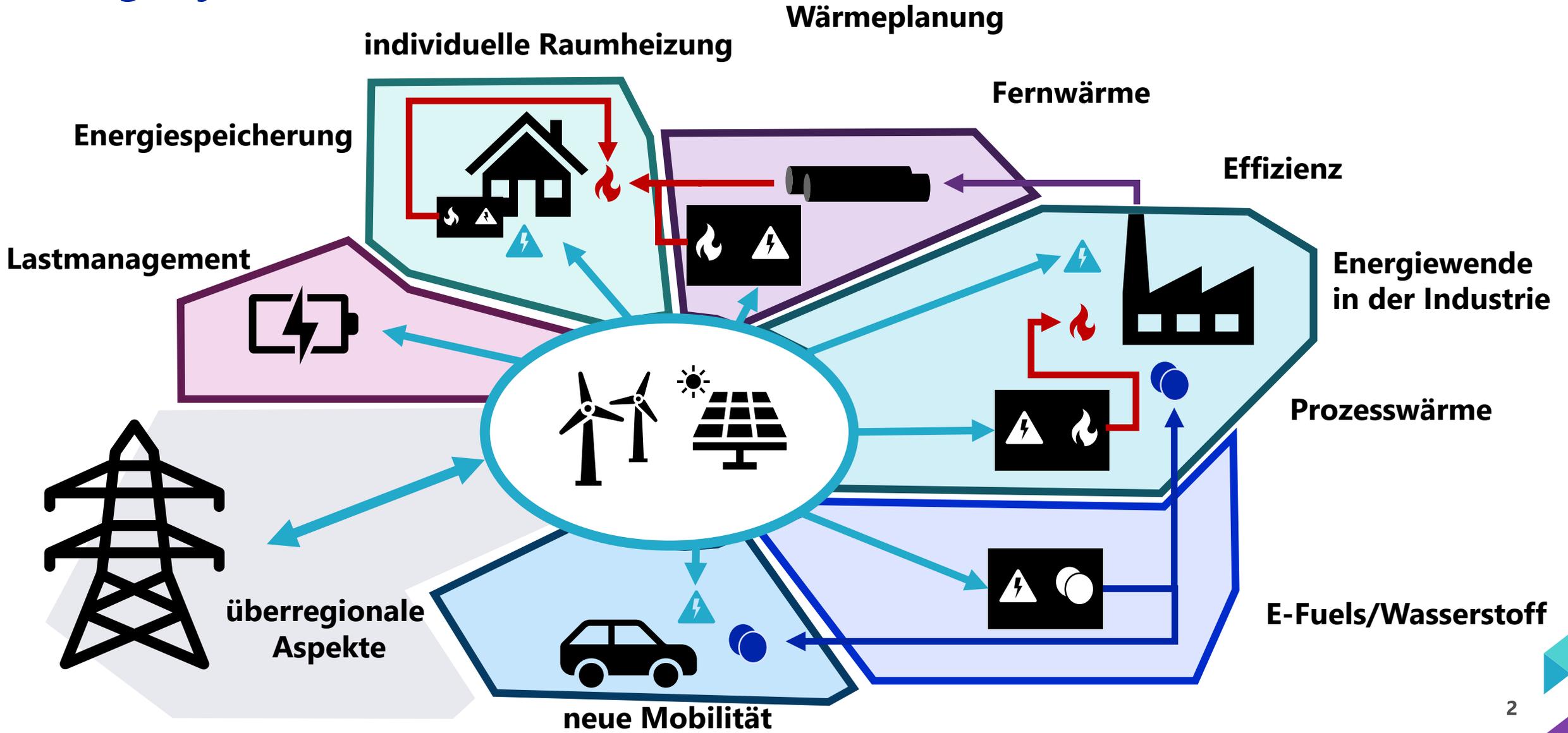
4. Aachener Ofenbau- und Thermoprozess-Kolloquium
18. Oktober 2023

¹Universität Paderborn

²Benteler Automobiltechnik GmbH



Energiesystemtechnik





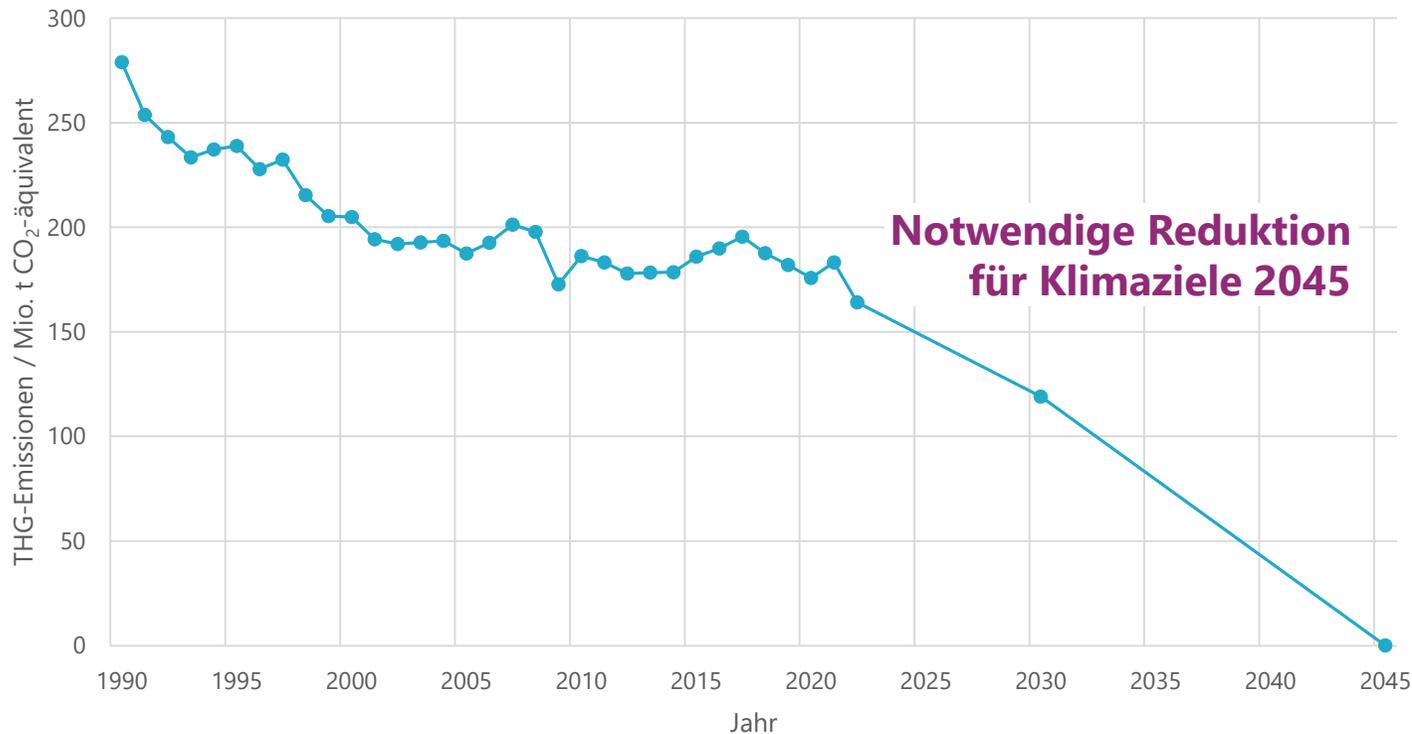
Gliederung

- 1. Motivation**
- 2. Induktive Erwärmung für das Presshärten**
 - a. Vorarbeiten
 - b. Machbarkeitsstudie
- 3. Digitales Entscheidungsunterstützungssystem**
 - a. Flexibilisierung der Produktion
 - b. Software-Lösung
- 4. Zusammenfassung**

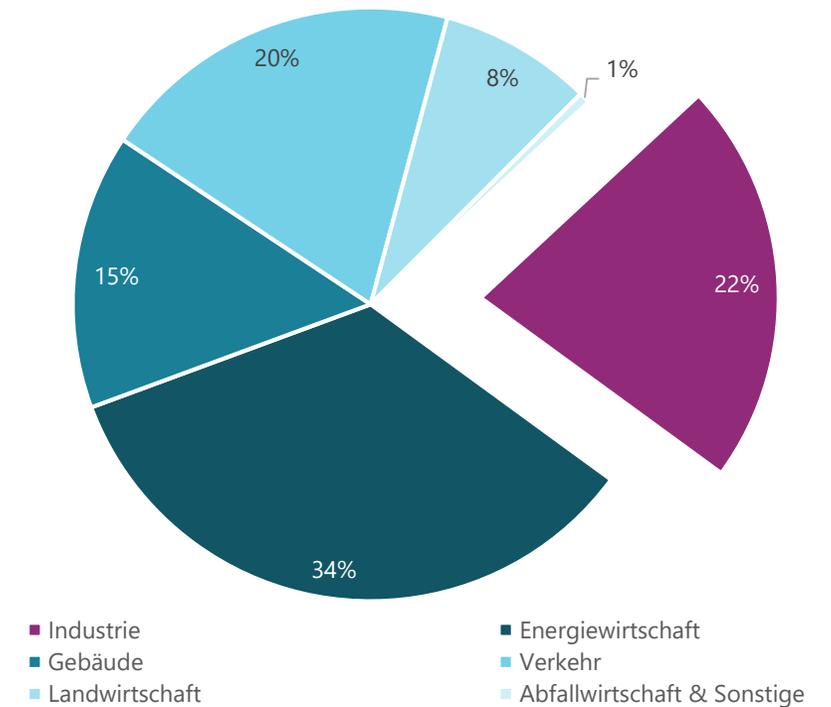


Dekarbonisierung der Industrie

Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen der deutschen Industrie



Anteile der Sektoren an den Gesamtemissionen für 2022

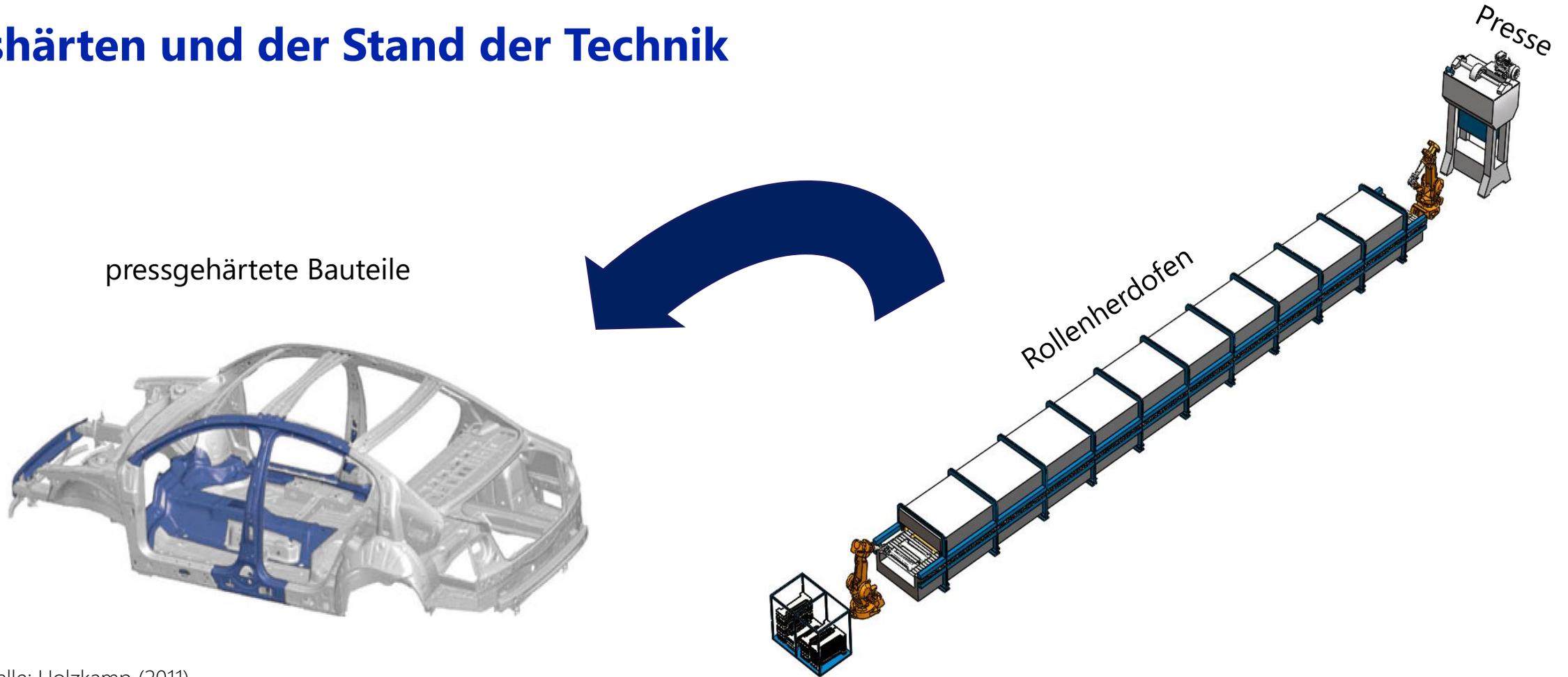


Quelle: Umweltbundesamt (2023)





Presshärten und der Stand der Technik

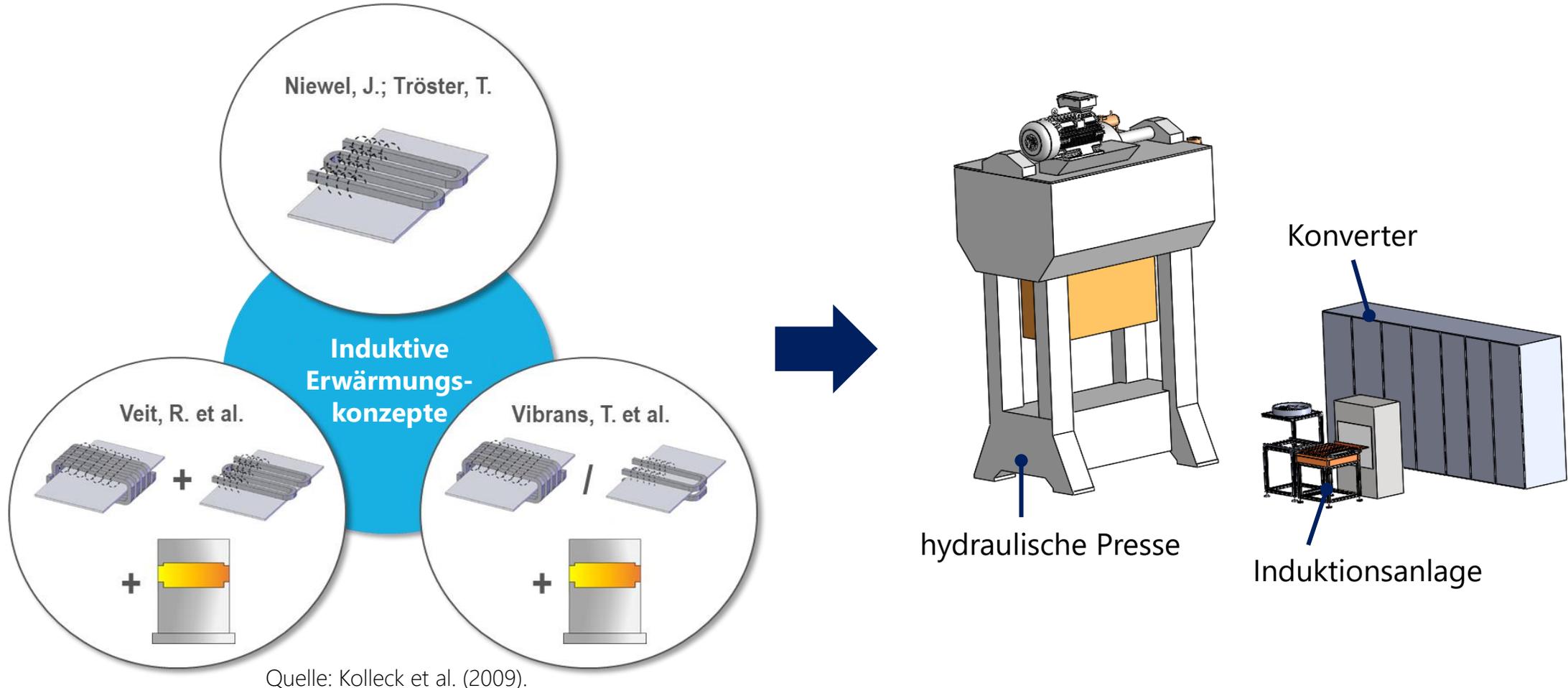


Quelle: Holzkamp (2011)



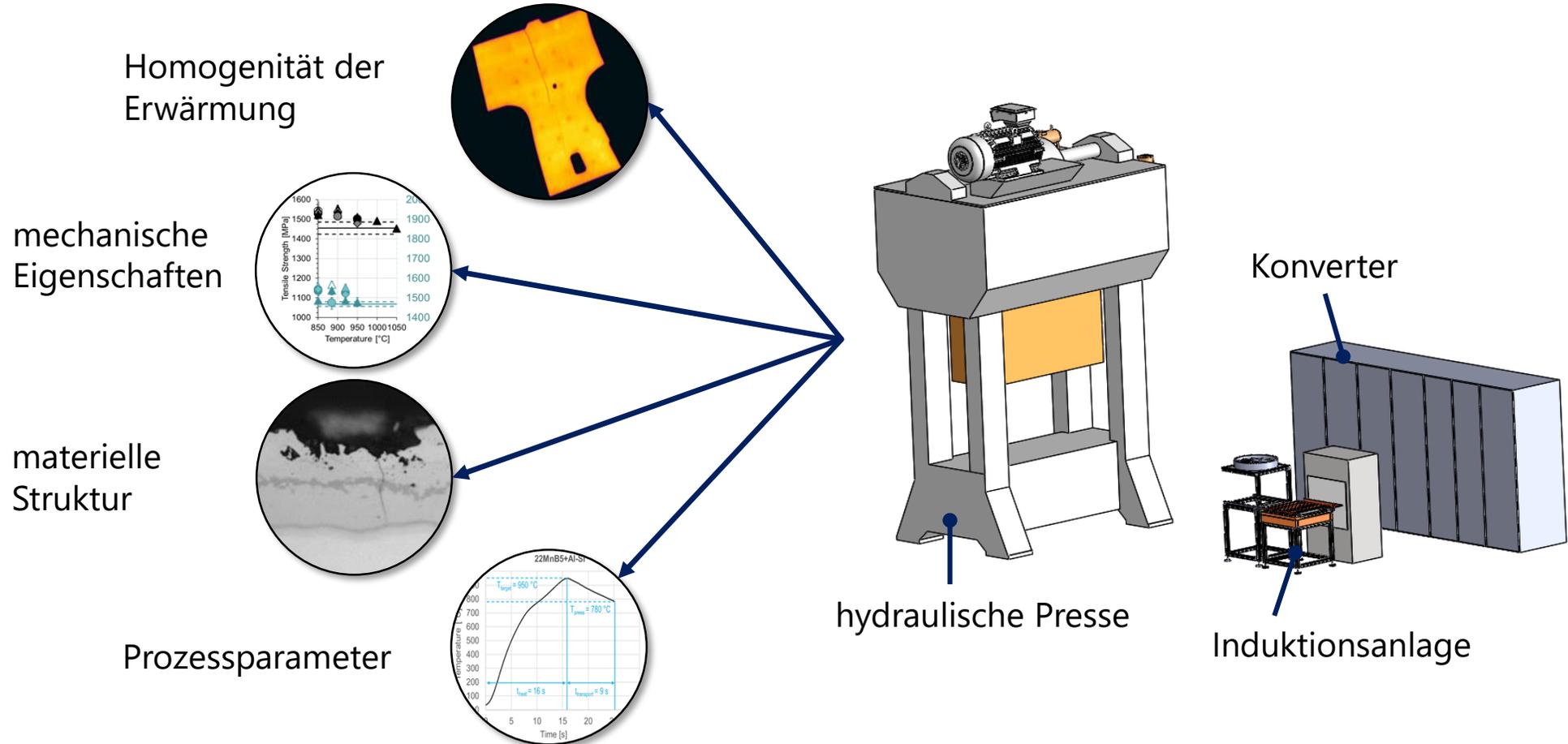


Induktion als elektrische Alternative & Projekt FOSTA P1038





Induktion als elektrische Alternative & Projekt FOSTA P1038

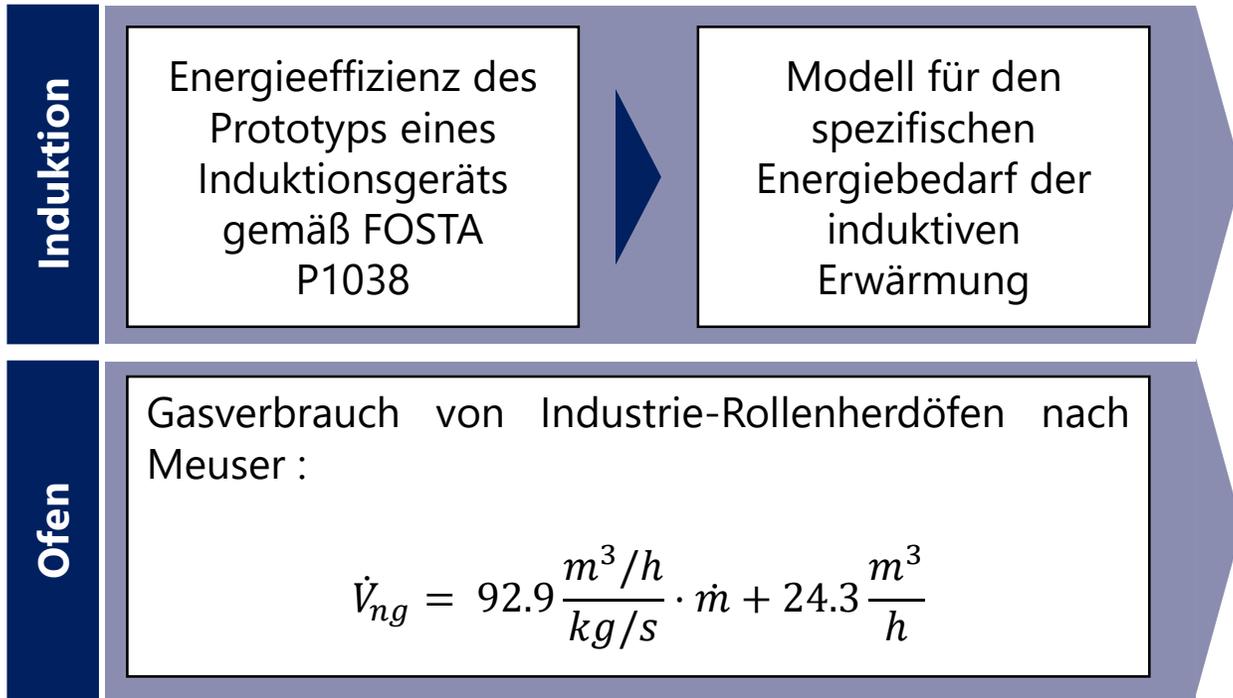


Quelle: Tröster et al. (2021).



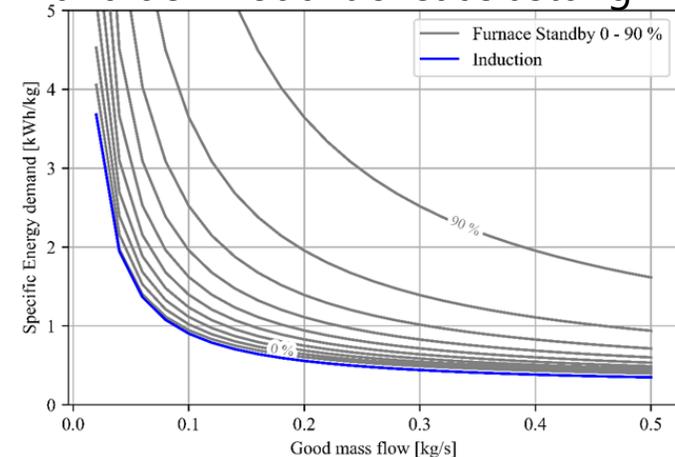


Vergleichsstudie



Betriebszustände

Spezifischer Energiebedarf der Induktions- und Ofenerwärmung in Abhängigkeit vom Gutmassenstrom und der Produktionsauslastung



Energiewendeszenarien

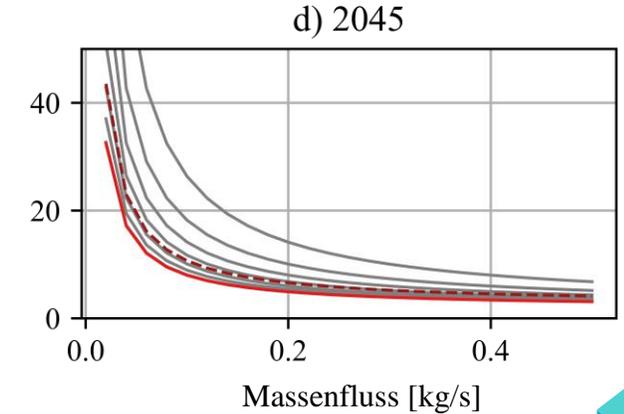
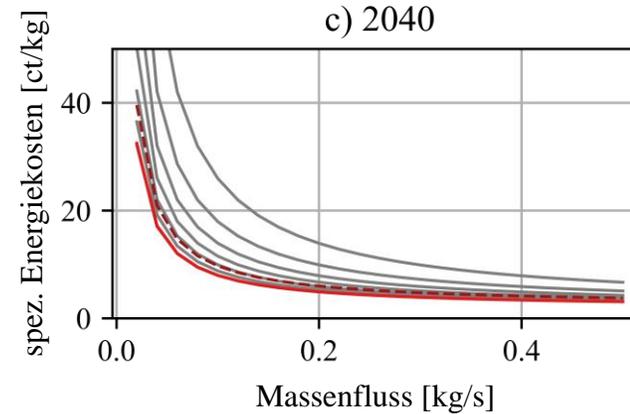
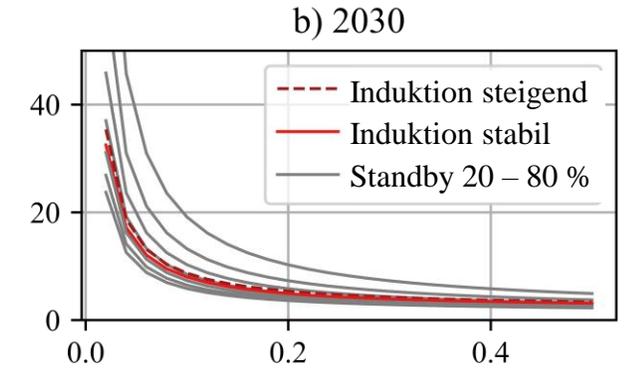
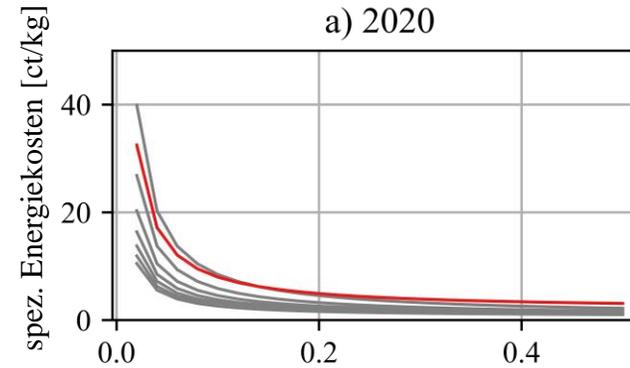
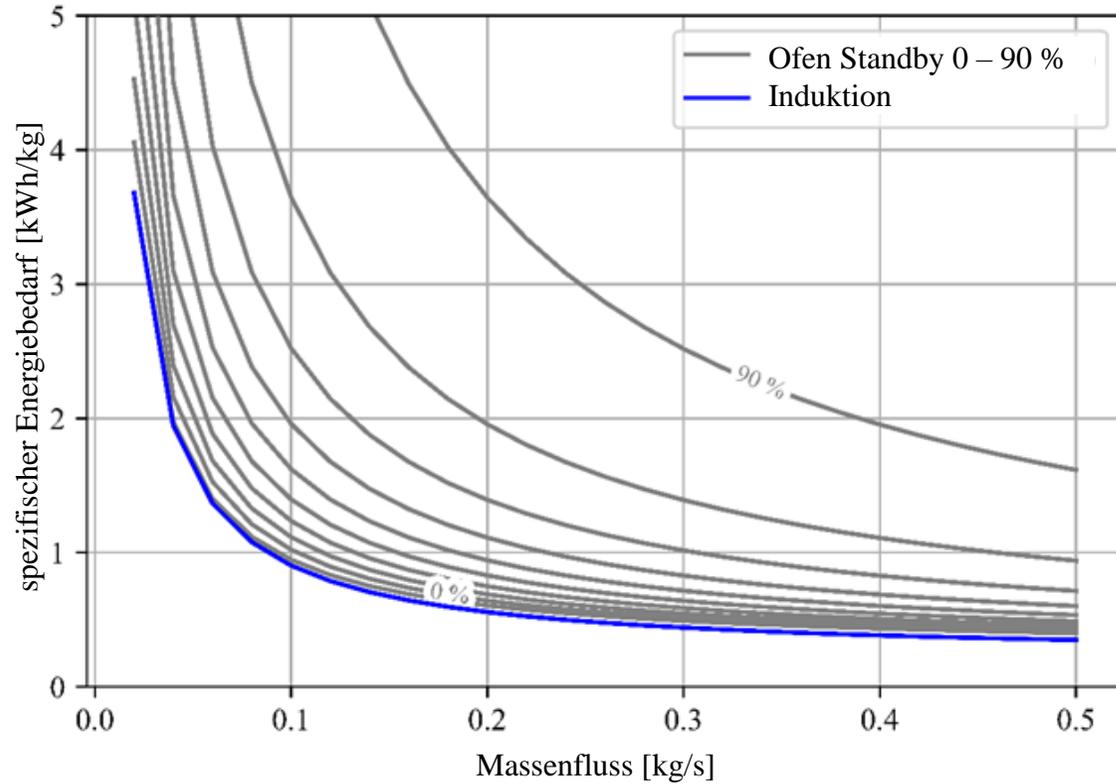
Quelle: Pfeifer et al. (2023).

Szenarien für Emissionen und Energiebedarf der induktiven Erwärmung im Vergleich zur Ofenerwärmung für verschiedene Länder bis 2045



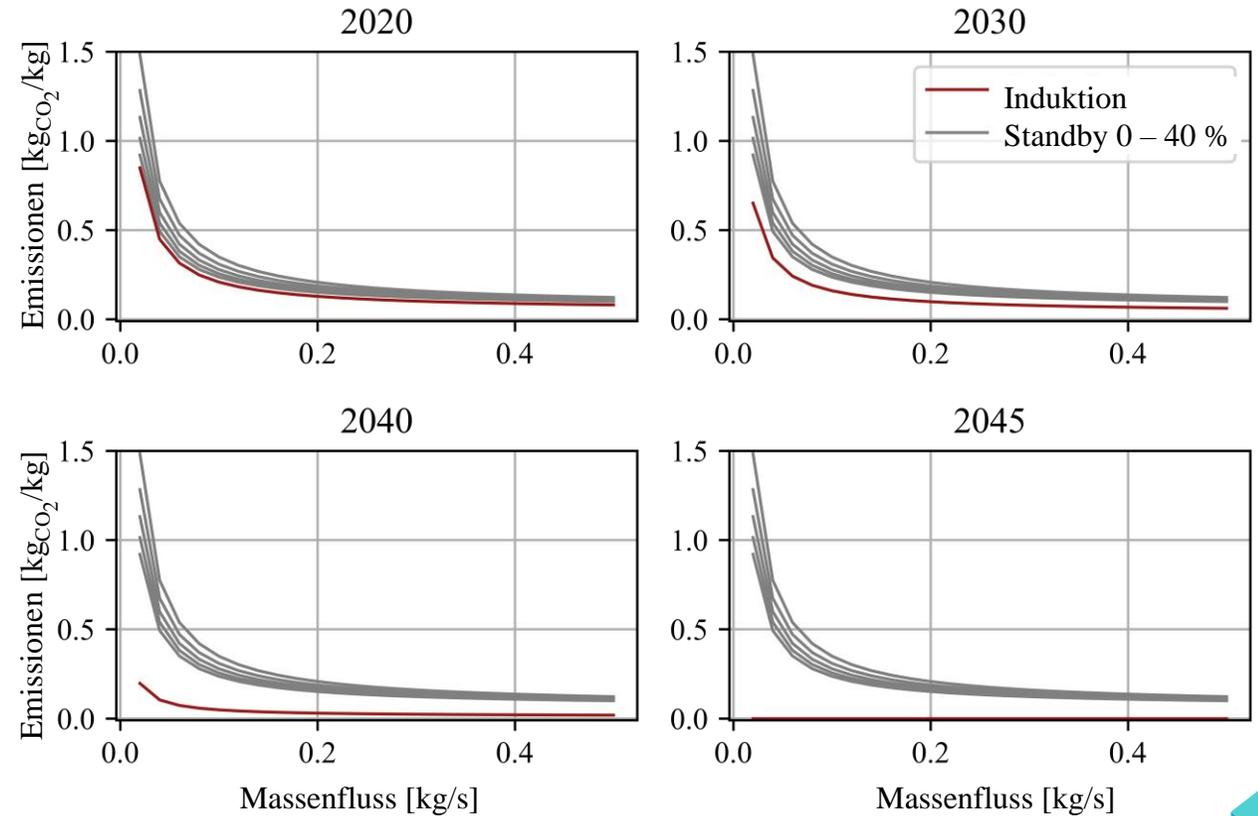
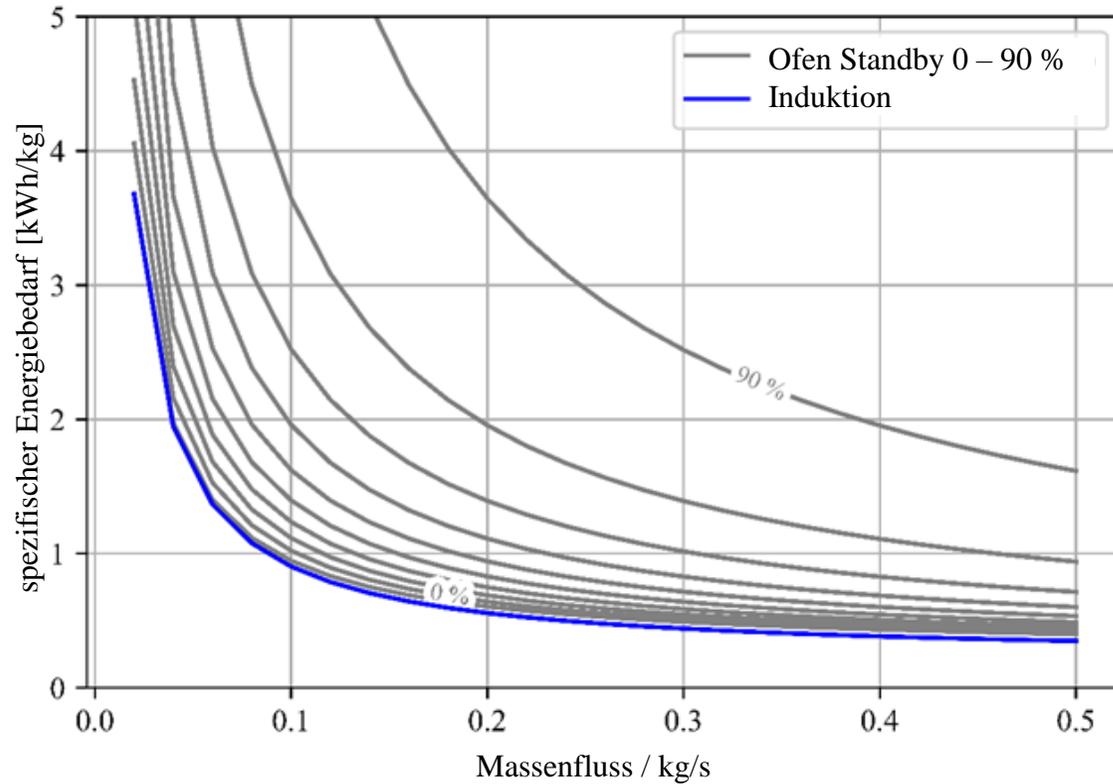


Ökologische und ökonomische Szenarien



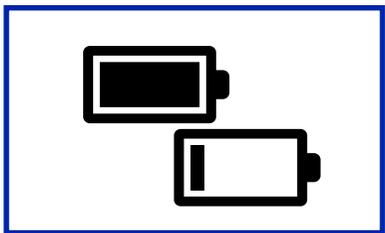
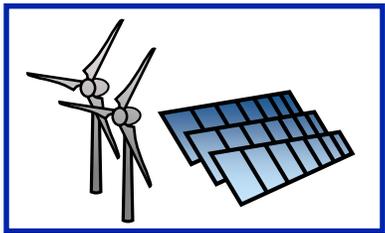


Ökologische und ökonomische Szenarien

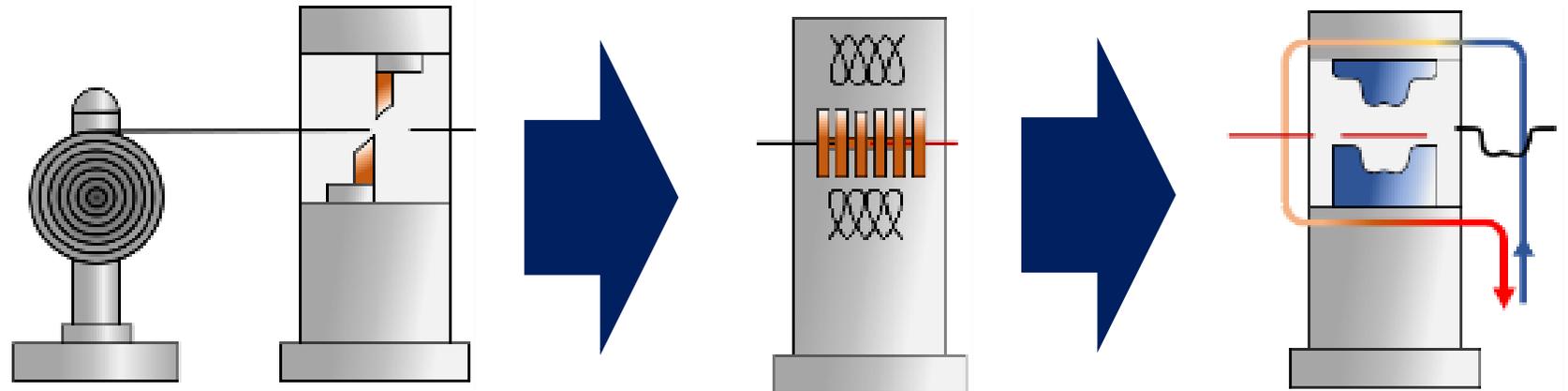




Regenerative Energien für den effizienten Betrieb einer Presshärtelinie

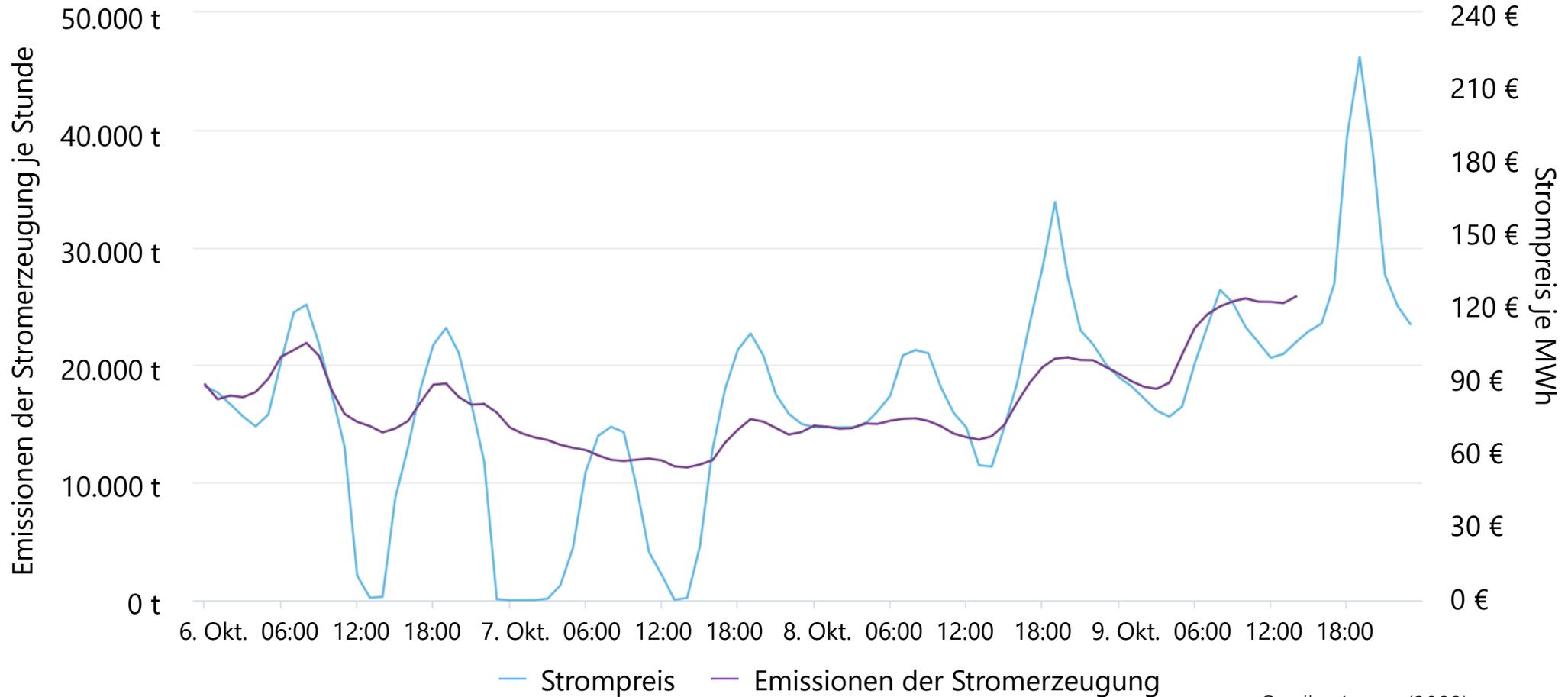


Re²Pli





Zeitlich aufgelöste Preise und Emissionen

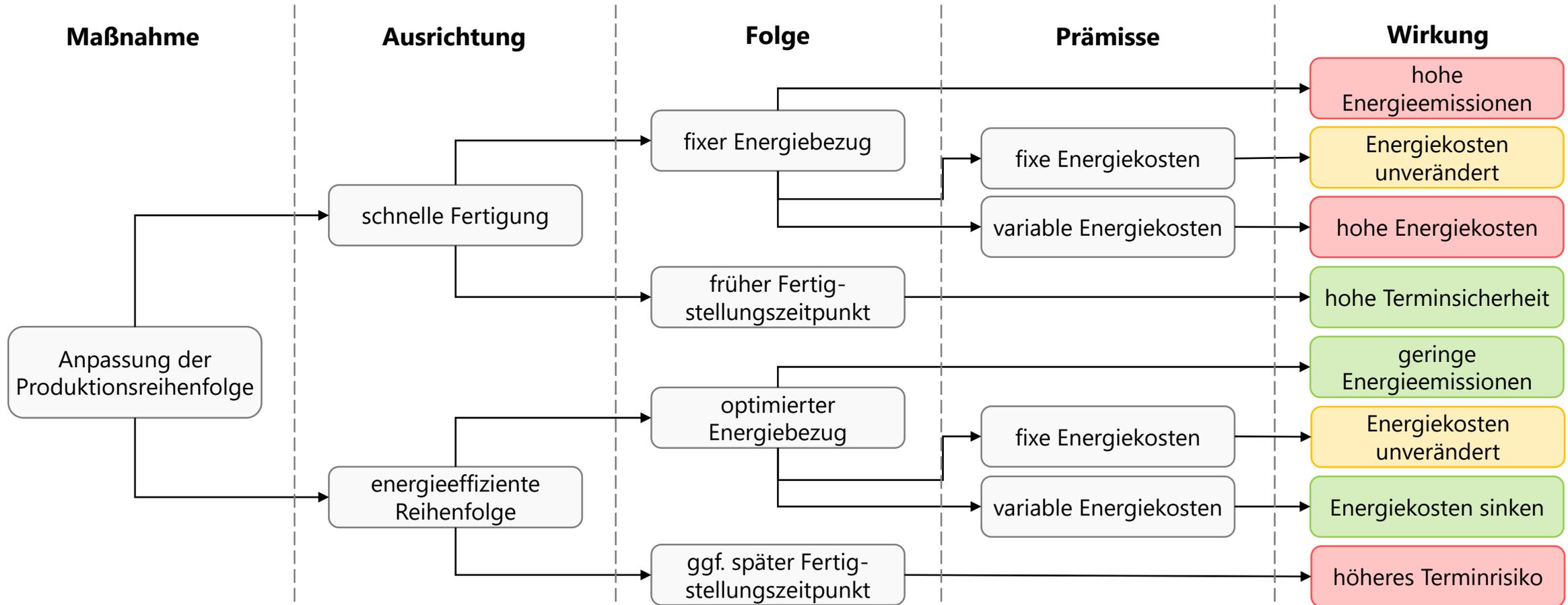


Quelle: Agora (2023).



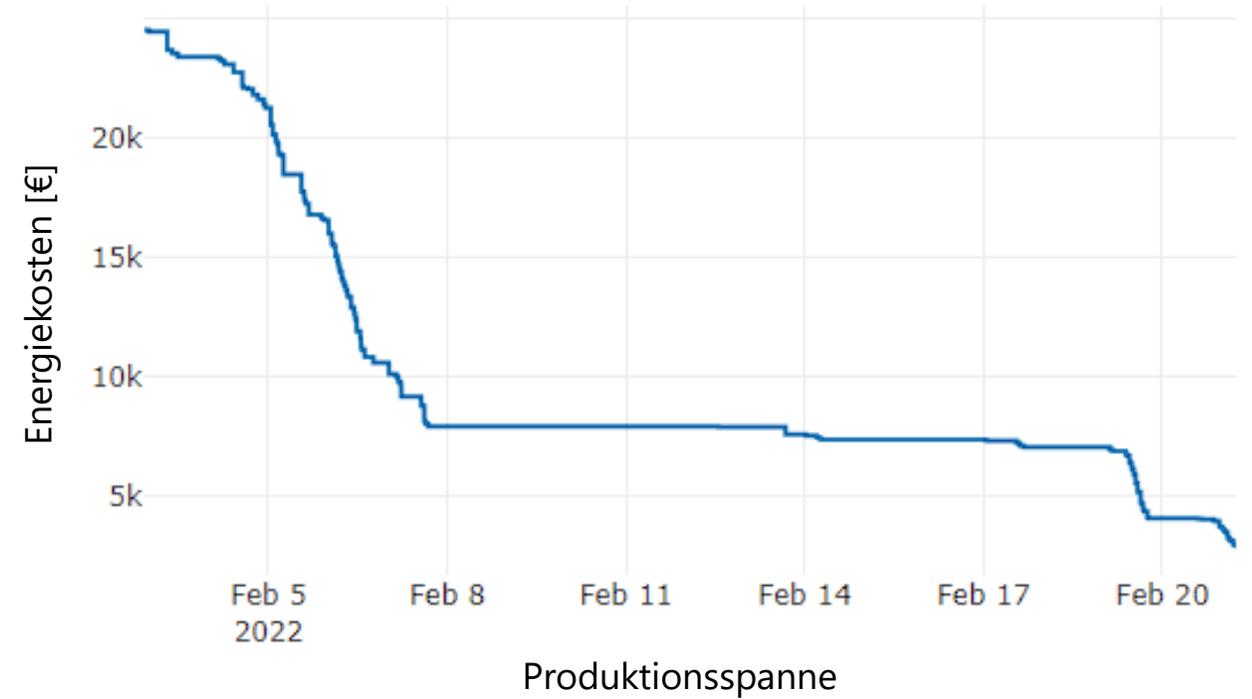
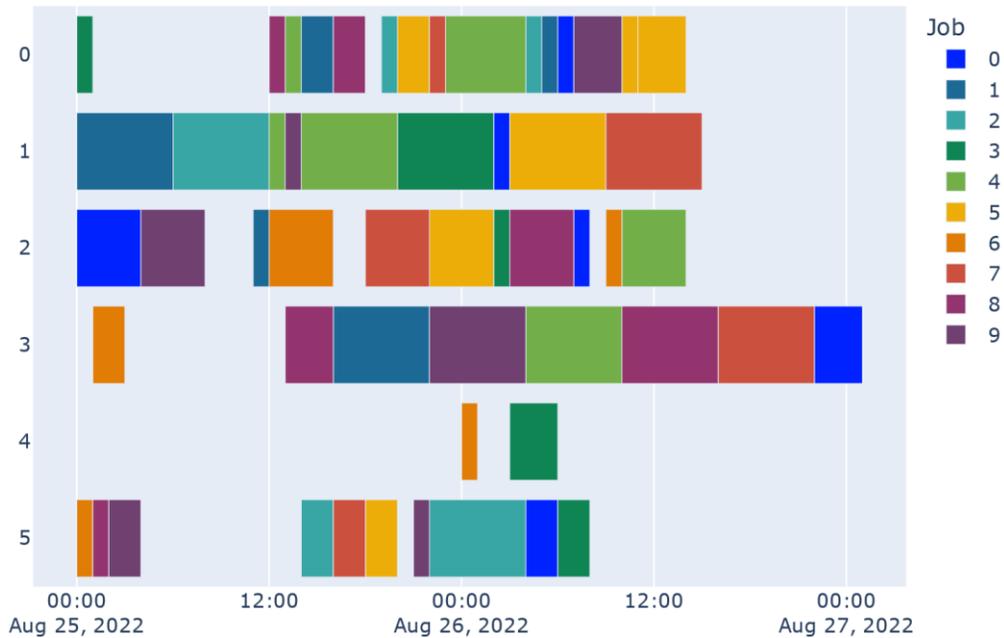


Wirkketten von Maßnahmen





Emissionen vs. Kosten vs. Produktionszeit

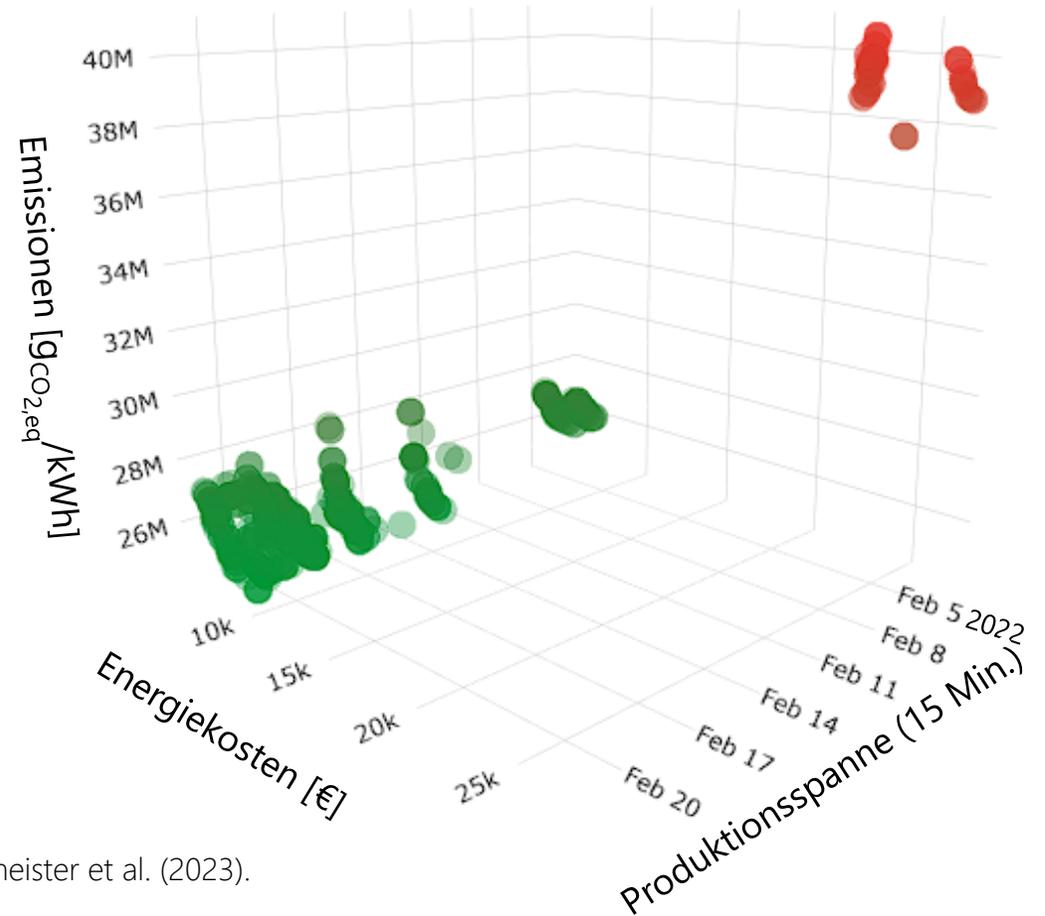
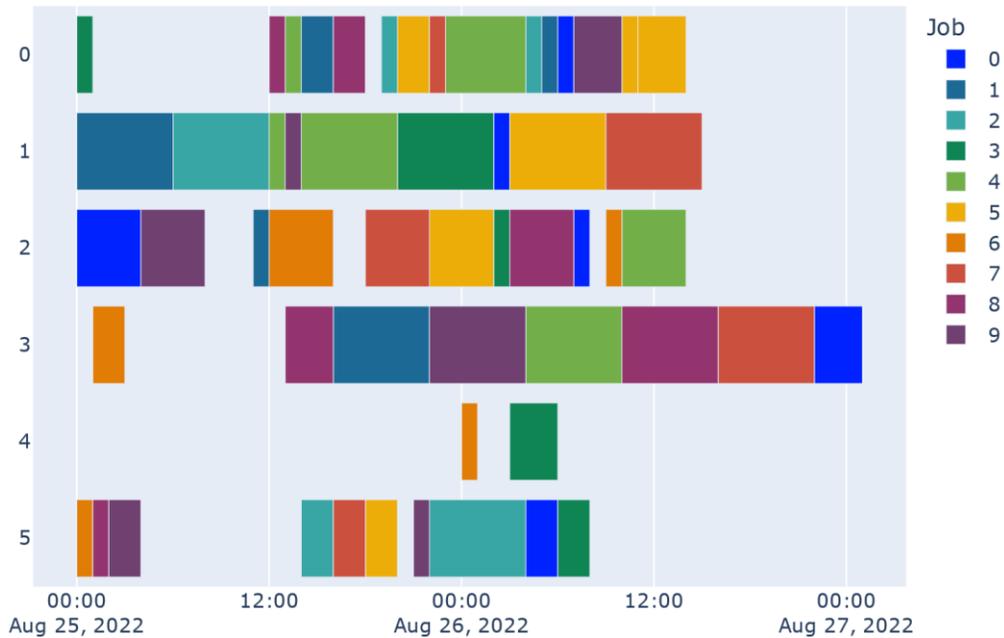


Quelle: Burmeister et al. (2023).





Emissionen vs. Kosten vs. Produktionszeit

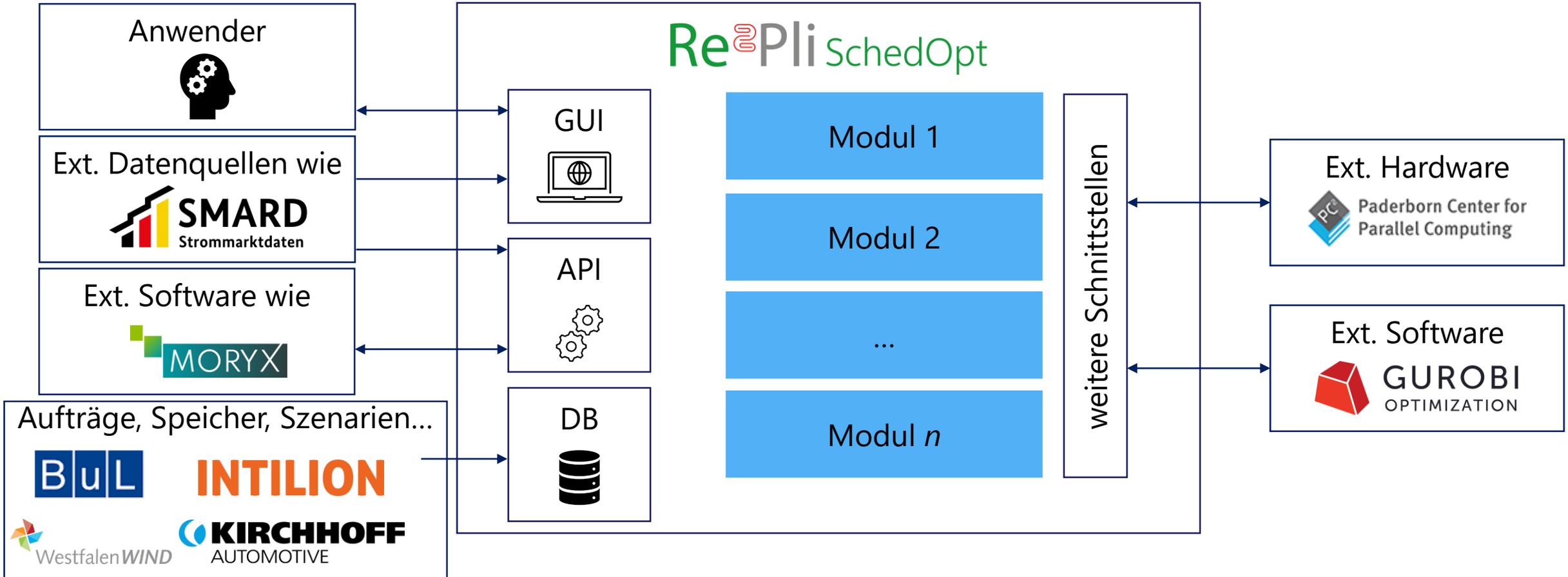


Quelle: Burmeister et al. (2023).





Software-Lösung



Zusammenfassung & Takeaways

- Induktive Erwärmung kann ein Ersatz für die Ofenerwärmung für das Presshärten sein mit dem Potential der Energieeffizienzsteigerung
 - die induktive Erwärmung für das Presshärten könnte bereits heute für einige europäischen Länder CO₂-ärmer sein (mit steigender Tendenz)
 - unter Berücksichtigung der Auslastung könnte für manche europäischen Länder eine ökonomische Wettbewerbsfähigkeit bestehen
- Für eine flexible Produktion sind Entscheidungsunterstützungssysteme hilfreich
 - hierdurch können komplexe Spannungsfelder zwischen variablen Emissionen und Preisen sowie der Produktionsplanung gelöst werden



**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Kontakt:

Lukas Knorr

Energiesystemtechnik

lukas.knorr@upb.de

<https://ei.upb.de/est>



Literaturverzeichnis

- Umweltbundesamt (2023), Emissionsübersichten KSG-Sektoren 1990-2022, Link: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#nationale-und-europaische-klimaziele>, Letzter Aufruf: 10.10.2023
- Holzkamp, D. (2011), Recent developments on uhss welding and its simulation for prevention of heat distortion. Presented at Insight Edition Conference, September 20 – 21, Gothenburg, Sweden
- Tröster, T., Niewel, J., Application of inductive heating for sheet metal and determination of appropriate process window for press hardening (in German), Düsseldorf: Verl. und Vertriebsges. mbH, Düsseldorf, 2014.
- Kolleck, R., et al. (2009), Investigation on induction heating for hot stamping of boron alloyed steels. CIRP Annals, Vol 58, No. 1, pp. 275-278
- Tröster, T. (2021), Series-production of inductively heated blanks for hot sheet metal forming, Forschung für die Praxis, Verl. Und Vertriebsges. mbH, Düsseldorf
- Meuser, J. (2019), Abwärmepotenzial von Industrieöfen, Dissertation, Universität Kassel upp, Kassel, DOI:10.19211/KUP9783737607070
- Pfeifer, F., et al (2023), Ecological and Economic Feasibility of Inductive Heating for Sustainable Press Hardening Processes, J.sustain. dev. energy water environ. syst., 11(3), 1110450, 2023, DOI: <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d11.0450>
- Agora Energiewende (2023), Agorameter - Strompreis und Emissionen, Link: https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_price_emission/06.10.2023/09.10.2023/today/, Letzter Aufruf: 09.10.2023
- Burmeister, S., et al (2023), A Memetic NSGA-II for the Multi-Objective Flexible Job Shop Scheduling Problem with Real-time Energy Tariffs, Manuscript submitted for publication