

## SENKI

Steigerung der Energieeffizienz in der Glasproduktion durch KI-gestützte Methoden

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschungsprogramm 2025 (KLIEN AV 24)	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.10.2026	<b>Projektende</b>	30.09.2029
<b>Zeitraum</b>	2026 - 2029	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Projektförderung</b>	€ 401.841		
<b>Keywords</b>	Glasherstellung; Prozessoptimierung; Künstliche Intelligenz; Energieeffizienz		

### Projektbeschreibung

Die Glasproduktion zählt zu den energieintensivsten Industriezweigen mit einem Energieverbrauch von 4-17 GJ pro Tonne Glas. Somit liegt Glas beim Energieverbrauch im Bereich vom Stahl (20-30 GJ/t) und Zement (ca. 3 GJ/t). Zusätzlich entsteht bei der Produktion von einem kg Glas ca. 0,6 kg CO<sub>2</sub>, womit nicht nur der Energiehunger der Produktion, sondern auch der „carbon footprint“ negativ in Bezug auf Kosten und Klimawandel zu bewerten sind. Mit dem Projekt SENKI soll erstmals ein kompletter Glasproduktionsprozess mithilfe von KI-Methoden beschrieben werden (Surrogat-Modelle). Auf Basis der KI-Modelle werden Optimierungsalgorithmen angewendet um den Produktionsprozess möglichst energieeffizient (Kostenreduktion) und CO<sub>2</sub>-sparend zu betreiben. Somit stellt SENKI einen Baustein zum Erreichen der Klimaziele, sowie einer Sicherung des Industriestandortes Österreich durch effizienten Einsatz der teuren Energieträger, dar.

Ein Konsortium aus dem Institut für Wärmetechnik (IWT) der Technischen Universität Graz (wissenschaftlich) und Stoelzle Oberglas GmbH (industriell) ist an der Bearbeitung des Projektes beteiligt. Die Kooperation im Konsortium ermöglicht den Kompetenzaufbau im Bereich der Anwendung von KI-Methoden zur Beschreibung und Optimierung industrieller Prozesse. Für das IWT gilt es die gewonnenen Kompetenzen auf andere energieintensive Industriesektoren auszuweiten. Ein weiterer Punkt betrifft dabei der Einflechtung des Know-How in Lehrveranstaltungen um junge Forscher für die Schnittstellen zwischen KI und deren industriellen Anwendung zu begeistern. Für Stoelzle Oberglas GmbH gilt es in der aktuellen wirtschaftlichen Lage einen Impuls hinsichtlich Kostenreduktion durch Energieeinsparung zu erzielen um kurz- und mittelfristig den Produktionsstandort in Österreich abzusichern, sowie langfristig gesteckte Ziele der CO<sub>2</sub>-freien Glasproduktion bis 2050 zu verwirklichen.

Um die erwähnten Ziele zu erreichen wird im Zuge des Projektes die gesamte Prozesskette messtechnisch erfasst und die Massen- und Energieströme, als auch etwaige Parameter wie Guttemperaturen etc., jedes Produktionsschrittes ermittelt. Vor allem in der harschen Atmosphäre des Schmelzofens ist eine detaillierte lokale Erfassung von Messwerten nur sehr begrenzt möglich, wodurch die Analyse im Ofen und in der Glasschmelze durch CFD-Simulationen ergänzt wird. Daraus können auch messtechnisch nicht erfassbare Parameter, wie die Verweilzeitverteilung der Schmelze im Ofen beschrieben werden. Aus der

Verweilzeitverteilung, den lokalen Temperaturen und dem Strömungsfeld in der Schmelze können wichtige Qualitätsparameter abgeleitet werden. Somit müssen die trainierten KI-Modelle nicht nur in der Lage sein, Ausgabewerte zu berechnen, sondern auch Verteilungen. Des Weiteren sollen durch die Anwendung des „Gaußschen Prozesses“ auch die Unsicherheit der Vorhersage aufgrund der Unsicherheiten der Eingangsgrößen (z.B. Massenstrom an Rohmaterial in den Schmelzöfen) untersucht werden. Die KI-Modelle der einzelnen Produktionsschritte sollen somit ein ganzheitliches Abbild der Produktion darstellen, wobei in jedem Schritt stets auch die Energieflüsse und CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet werden sollen. Ein Optimierungsalgorithmus auf Basis genetischer Algorithmen bzw. particle swarm optimization nutzt dieses Abbild in weiterer Folge für die Bestimmung optimierter Betriebsparameter mit höchster Energieeffizienz und geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## **Abstract**

Glass production is one of the most energy-intensive branches of industry with an energy consumption of 4-17 GJ per ton of glass. This puts glass on the same level with steel (20-30 GJ/t) and cement (approx. 3 GJ/t) in terms of energy consumption. In addition, the production of one kg of glass generates approx. 0.6 kg of CO<sub>2</sub>, which means that not only the energy consumption of production but also the carbon footprint must be assessed negatively in terms of costs and climate change. The SENKI project aims to describe a complete glass production process for the first-time using AI methods (surrogate models). Based on the AI models, optimization algorithms are applied to operate the production process as energy-efficiently as possible (cost reduction) and in a CO<sub>2</sub>-saving manner. SENKI thus represents a building block for achieving climate targets and securing Austria as an industrial location through the efficient use of expensive energy sources.

A consortium consisting of the Institute of Thermal Engineering (IWT) at Graz University of Technology (scientific) and Stoelzle Oberglas GmbH (industrial) is involved in the project. The cooperation in the consortium enables the development of expertise in the application of AI methods for the description and optimization of industrial processes. For the IWT, the aim is to extend the expertise gained to other energy-intensive industrial sectors. Another point concerns the integration of the know-how into courses to inspire young researchers for the interfaces between AI and its industrial application. For Stoelzle Oberglas GmbH, in the current economic situation, it is important to achieve an impulse with regard to cost reduction through energy savings in order to secure the production site in Austria in the short and medium term, as well as to realize long-term goals of CO<sub>2</sub>-free glass production by 2050.

In order to achieve the aforementioned goals, the entire process chain will be measured as part of the project and the mass and energy fluxes, as well as any parameters such as product temperatures etc., will be determined for each production step. Particularly in the harsh atmosphere of the melting furnace, detailed local monitoring of measured values is only possible to a very limited extent, which is why the analysis in the furnace and in the molten glass is supplemented by CFD simulations. These can also be used to describe parameters that cannot be measured, such as the residence time distribution of the melt in the furnace. Important quality parameters can be derived from the residence time distribution, the local temperatures and the flow field in the melt. The trained AI models must therefore not only be able to calculate output values, but also distributions. Furthermore, by applying the “Gaussian process”, the uncertainty of the prediction due to the uncertainties of the input variables (e.g., mass flow of raw material into the melting furnace) should also be investigated. The AI models of the individual production steps should therefore represent a holistic image of production, whereby the energy fluxes and CO<sub>2</sub> emissions should always be calculated in each step. An optimization algorithm based on genetic algorithms or particle swarm optimization subsequently uses this image to determine optimized operating parameters with the highest energy efficiency and lowest CO<sub>2</sub> emissions.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- Stoelzle Oberglas GmbH