

## InProSSA

Industrial problem solving using symbolic and subsymbolic AI

<b>Programm / Ausschreibung</b>	DST 24/26, DST 24/26, AI Ökosysteme 2024: AI for Tech & AI for Green	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.05.2025	<b>Projektende</b>	31.10.2026
<b>Zeitraum</b>	2025 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	18 Monate
<b>Keywords</b>	symbolic and subsymbolic AI; domain-specific language (DSL); discrete industrial optimization; hybrid AI solvers; neural MCTS;		

### Projektbeschreibung

Effektive und effiziente Entscheidungsfindung in industriellen Umgebungen hängt in hohem Maße von der Optimierung komplexer Probleme ab, um sie mit spezifischen Zielen und Constraints in Einklang zu bringen. Bei der Modellierung dieser meist diskreten Optimierungsprobleme ergeben sich jedoch Herausforderungen, bspw. die Auswahl geeigneter Modellierungsparadigmen (z. B. gemischt-ganzzahlige Programmierung, Constraint-Programmierung oder Heuristiken) und der eingesetzten Solver (z. B. Gurobi, IBM CP oder Google or-tools). Die Industrie sieht sich mit zusätzlichen Schwierigkeiten bei der Anpassung von Modellen konfrontiert, bspw. müssen Constraints angepasst werden, wenn sich Geschäftsregeln ändern. Neue Randbedingungen können sowohl die Lösbarkeit als auch die Laufzeit von Algorithmen erheblich beeinträchtigen, und symbolische Solver haben in industriellen Anwendungen oft mit Effizienz- und Skalierbarkeitsproblemen zu kämpfen. Daher ist ein flexibler Ansatz, der die Problemmodellierung von der Lösungsmethode abstrahiert, wünschenswert.

Das Projekt InProSSA untersucht die Möglichkeit, unterschiedliche Solverparadigmen unter einer gemeinsamen Sprache für kombinatorische Optimierungsprobleme in der Industrie zu vereinen. Ein ambitioniertes Ziel dabei ist, die Grenze zwischen symbolischen und subsymbolischen Methoden aufzuheben und die beiden sehr unterschiedlichen Ansätze in einem Ansatz/Framework zu vereinen. Dabei werden symbolische Solver (etwa SAT-Solver) evaluiert und verwendet, sowie aktuelle Methoden subsymbolischer Solver im Bereich der neuronalen Monte-Carlo-Tree-Search (MCTS) evaluiert. Die Motivation ist, dass es nicht einen besten Ansatz für alle Aufgabenstellungen gibt, sondern jede Aufgabenstellung ein eigenes, angepasstes Lösungskonzept erfordert (No-free-Lunch-Theorem). Die Machbarkeit wird in Form dieses Sondierungsprojekts exemplarisch an einem industriellen Use-Case getestet und evaluiert. Dabei steht die Integration von vorhandenen Methoden im Vordergrund. Alle Projektergebnisse werden öffentlich zugänglich gemacht (Artikel, Software, Daten). Basierend auf diesen ersten Ergebnissen werden Forschungsfragestellungen abgeleitet und industriellen Forschungsprojekten mit Firmenpartner\*innen umgesetzt.

Ein lokales Konsortium aus Expert\*innen aus den Forschungsbereichen formaler Sprachen (Research Institute for Symbolic Computation), symbolischer KI (Institute for Symbolic Artificial Intelligence), subsymbolischer KI (RISC Software GmbH) und Anwendungen (RISC Software GmbH) arbeitet an dieser Aufgabenstellung. Durch die Kombination dieser unterschiedlichen Kompetenzen entsteht ein neuer Ansatz, industrielle Aufgabenstellungen zu lösen.

## **Abstract**

Effective and efficient decision making in industrial environments relies heavily on the optimization of complex problems to align them with specific objectives and constraints. However, modeling these mostly discrete optimization problems poses challenges, such as the selection of suitable modeling paradigms (e.g., mixed integer programming, constraint programming or heuristics) and the solvers used (e.g., Gurobi, IBM CP or Google or-tools). The industry is confronted with additional difficulties when adapting models, e.g. constraints may have to be adapted if business rules change. This in turn can result in high adaptation costs. New constraints can significantly affect both the solvability and runtime of algorithms, and symbolic solvers often face efficiency and scalability issues in industrial applications. This makes a flexible approach that abstracts problem modeling from the solution method highly desirable.

InProSSA aims to unify diverse solver paradigms under a common framework for addressing combinatorial optimization problems in industrial settings. An ambitious goal is to bridge the gap between symbolic and subsymbolic methods, integrating these contrasting approaches within a unified framework. In doing so, symbolic solvers (such as SAT solvers) will be utilized, and current subsymbolic methods, such as neural Monte Carlo Tree Search (MCTS), will be evaluated. The project is motivated by the principle that no single approach can solve all problems optimally, emphasizing the need for task-specific solution concepts (no-free-lunch theorem). The feasibility of this unified approach will be explored and evaluated within the framework of this exploratory project using an industrial use case. The focus is on exploring the integration of existing methods within this unified framework. All project outcomes, including articles, software, and data, will be made openly accessible to the public. Based on these results, research questions are derived and implemented in industrial research projects with company partners.

A local consortium of experts from the research areas of formal languages (Research Institute for Symbolic Computation), symbolic AI (Institute for Symbolic Artificial Intelligence), subsymbolic AI (RISC Software GmbH) and applications (RISC Software GmbH) is working on this task. The combination of these different competencies creates a new approach to solving industrial tasks.

## **Projektkoordinator**

- RISC Software GmbH

## **Projektpartner**

- Universität Linz