03-IBAP-FDM	Formale Beweismethoden
	Formal Proof Methods

Lehrform *(teaching format)* / **SWS** *(hours per week)*: 2VL + 2UE

Kreditpunkte *(credit points)*: 6

Turnus *(frequency)*: i.d.R. jedes Wintersemester/ usually, each winter term

Inhaltliche Voraussetzungen *(content-related prior knowledge/skills)*: Technische Informatik 1

Sprache *(language)*: i.d.R. Deutsch (Folien auf Englisch)

Lehrende *(teaching staff)*: AG Rechnerarchitektur (Prof. Dr. Rolf Drechsler)

Studiengang *(degree program)*	Module	Semester
Informatik (Bachelor)	IBAP	ab 5. Sem.
Informatik (Bachelor KF)	KINF-A1/A2	ab 5. Sem.
Informatik (Master)	*General Studies*	ab 1. Sem.
Systems Engineering II (Master)	M07-AM-INF	1. Sem.
(Industr.)Mathematics (Master)	Anwendungsfach Informatik	

Lernergebnisse / *Learning Outcome*:

- Unterschiedliche Formen von kompakten und eindeutigen Darstellungen für Boolesche und Pseudo-Boolesche Funktionen kennen, verstehen und anwenden können
- Die Umsetzung von Syntheseoperatoren auf BDDs und KFDDs, sowie die unterschiedlichen Laufzeiten kennen und verstehen bzw. anwenden können
- Den Effekt der Variablenordnung auf die Größe der BDDs und KFDDs kennen und verstehen, sowie unterschiedlichen Techniken zur Optimierung kennen.
- Unterschiedliche Entscheidungsdiagramme für Pseudo-Boolesche Funktionen kennen lernen und anwenden können
- Solver wie SAT und SMT kennen und ihre Funktionalität verstehen
- Anwendungsszenarien für formale Beweismethoden kennen und die Vor- und Nachteile der vorgestellten Methoden einschätzen können

Learning Outcome:

- Understand and have the ability to explain how you apply various forms of compact and unique representations of Boolean functions.
- Have the ability to apply various synthesis operators on BDDs and KFDDs.
- Understand the effect of variable-ordering and various techniques to find the optimal ordering.
- Know and have the ability to apply different decision diagram types for pseudo-boolean functions
- Understand and have the ability to apply various provers like SAT and SMT.
- Know and understand application scenarios for formal proof methods and have the ability to estimate advantages and disadvantages for the presented methods

---

Inhalte / *Contents*:

In dieser Lehrveranstaltung lernen die Studierenden verschiedene kompakte und eindeutige Darstellungen für Boolesche und Pseudo-Boolesche Funktionen kennen, wie BDDs (Binary Decision Diagrams) und KFDDs (Kronecker Functional Decision Diagrams). Sie verstehen die Umsetzung von Syntheseoperatoren auf diesen Strukturen sowie deren unterschiedliche Laufzeitverhalten. Ein besonderer Fokus liegt auf dem Einfluss der Variablenordnung auf die Größe der Diagramme und auf Techniken zur Optimierung dieser Ordnung. Darüber hinaus werden weitere Entscheidungsdiagramme für Pseudo-Boolesche Funktionen vermittelt und praktisch angewendet. Studierende machen sich mit modernen Solver-Technologien wie SAT und SMT vertraut und lernen deren Funktionsweise kennen. Schließlich erwerben sie die Fähigkeit, formale Beweismethoden in verschiedenen Anwendungsszenarien zu bewerten und ihre Vor- und Nachteile kritisch einzuordnen.

Übersicht:

- Graphbasierte Funktionsdarstellung
- Bit-Level-Darstellung von Booleschen Funktionen
- Wort-Level-Darstellung von Pseudo-Booleschen Funktionen
- SAT- und SMT-Löser
- Anwendungsszenarien

Contents:

In this course, students learn about various compact and unambiguous representations for Boolean and pseudo-Boolean functions, such as BDDs (binary decision diagrams) and KFDDs (Kronecker functional decision diagrams). They understand the implementation of synthesis operators on these structures and their different runtime behaviors. A special focus is placed on the influence of variable ordering on the size of the diagrams and on techniques for optimizing this ordering. In addition, further decision diagrams for pseudo-Boolean functions are taught and applied in practice. Students become familiar with modern solver technologies such as SAT and SMT and learn how they work. Finally, they acquire the ability to evaluate formal proof methods in various application scenarios and critically assess their advantages and disadvantages.

Overview:

- Graph-based function representation
- Bit-level representation of Boolean functions
- Word-level representation of Pseudo-Boolean functions
- SAT and SMT solvers
- Application Scenarios

Hinweise *(remarks)*: The table lists only the primary / most specific modules to which this course is assigned.