

# Themen für THEORIE DER PROGRAMMIERUNG

## SS 2016

1. **Termersetzungssysteme:** *Binäre Relationen* – (reflexive und) transitive Hülle, von  $R$  erzeugte Äquivalenz; *Grundbegriffe* – Terme über einer Signatur  $\Sigma$ , Substitution, Definitionen: TES, kontextabgeschlossen, stabil, Einzschrittreduktion, Reduktionsrelation, Konvertierbarkeit, Normalform; *Terminierung* – wohlfundierte Relationen, schwach und stark normalisierende Terme, Reduktionsordnung, Polynomordnungen & polynomielle Interpretation, Beispiele; *Konfluenz* – Definition, lokale  $\sim$ , Newman's Lemma mit Beweis – Critical Pair Lemma, (allgemeinster) Unifikator, wohlfundierte Induktion
2. **Ungetypter  $\lambda$ -Kalkül:** Syntax,  $\alpha$ -Äquivalenz,  $\beta$ -Reduktion und  $\beta\delta$ -Reduktion (und entsprechende Normalformen), Rekursion ( $Y$ -Kombinator), Auswertungsstrategien (applikative und normale), Standardisierungssatz (mit Beweisskizze: en-Gros-Reduktion, Weak head reduction, Schwache interne Reduktion), Konfluenzatz (= Church-Rosser) mit Beweis,
3. **Einfach getypter  $\lambda$ -Kalkül ( $\lambda \rightarrow$ ):** Typen, Syntax, Kontexte, Typisierungsurteile, Typisierungsregeln, Probleme: Type checking, Type inference, Type inhabitation, Beispiele von Typisierungen und nicht typisierbarer Terme, Inversionslemma, Algorithmus von Hindley/Milner (mit Korrektheitsbeweis), Subjekt-Reduktion (= Typsicherheit), Curry-Howard-Isomorphismus, Satz über starke Normalisierung mit Beweis
4. **Induktive Datentypen:** Definition  $\Sigma$ -Algebra (& -Homomorphismus), Beispiele, initiale Algebra und ihre Eindeutigkeit bis auf Isomorphie, Mengenkonstruktionen ( $\times$  und  $+$ ) und ihre Eigenschaften, **fold**-Rekursion und primitive Rekursion, Mehrsortige Algebren und Homomorphismen, strukturelle Induktion über (mehrsortige) Datentypen, Beispielbeweise
5. **Koinduktive Datentypen:** Beispiel Streams, Definition Mengenoperator  $G$  (mit  $+$ ,  $\times$  und  $(-)^A$ ),  $G$ -Koalgebra(-Homomorphismus), Finale  $G$ -Koalgebra; Koinduktion – Korrektheit bei Streams, Beispielanwendungen; Koinduktive Datentypen mit Alternativen – Kosignatur  $\Sigma$ ,  $\Sigma$ -Koalgebra(-Homomorphismus), Beispiel: Terrain & Terrain-Bisimulation (Korrektheit, Beispielanwendungen)
6. **Polymorphie und System F:** Motivation, Syntax nach Curry + Typisierungsregeln, Church-Kodierung von Datentypen, Eigenschaften (Subjekt-Reduktion, Starke Normalisierung – ohne Beweis), Syntax nach Church + Typisierungsregeln, ML-Polymorphie: Syntax, Typisierungsregeln und Algorithmus von Hindley/Milner
7. **Reguläre Ausdrücke & Minimierung von Automaten:** Wdh.  $NFA^\epsilon$ , NFA, DFA; Syntax und Semantik regulärer Ausdrücke, Beispielausdrücke; Satz von Kleene mit Beweis, DFA in reg. Ausdr. konvertieren; Pumping-Lemma für reguläre Sprachen, Beispielanwendungen für Nichtregularitätsbeweise; Sprachen als Kodaten: (deterministische) Transitionssysteme und formale Sprachen als finale  $G$ -Koalgebra; Minimierung von DFA: Satz über Existenz minimaler Automaten und Satz von Myhill-Nerode, Algorithmus zur Berechnung der Minimierung eines gegebenen DFA