

Formale Grundlagen der Informatik 1

Kapitel 22

Zusammenfassung

Frank Heitmann
heitmann@informatik.uni-hamburg.de

6. Juli 2015

Der Automatenteil

Der Automatenteil ...

Überblick

Wir hatten die Sprachfamilien

- der regulären Sprachen (REG),
- der kontextfreien Sprachen (CF),
- der entscheidbaren Sprachen (REC) und
- der aufzählbaren Sprachen (RE).

Dabei gilt

- $REG \subsetneq CF \subsetneq REC \subsetneq RE$

Die entscheidbaren Probleme haben wir noch weiter bzgl. ihrer Komplexität unterteilt.

Reguläre Sprachen - Modelle

Die Sprachfamilie der regulären Sprachen wird erfasst von:

- deterministischen, endlichen Automaten (DFAs)
- nichtdeterministischen, endlichen Automaten (NFAs)
 - mit/ohne λ -Kanten
- reguläre/rationale Ausdrücke
- (rechts-)lineare Grammatiken

Reguläre Sprachen - Begriffe

Begriffe:

- Zustände, Eingabesymbole, Alphabet, Überföhrungsfunktion, Übergangsrelation, Startzustände, Endzustände,
- vollständig, initial zusammenhängend,
- Konfiguration, Rechnung, akzeptierte Sprache,
- deterministisch, nichtdeterministisch,
- Abschlusseigenschaften

Reguläre Sprachen - Verfahren

Techniken/Verfahren:

- Beweis, dass ein Automat eine Sprache akzeptiert (zwei Richtungen zu zeigen!)
- Techniken zum Konstruieren eines Automaten
- Potenzautomatenkonstruktion
- Verschiedene Konstruktionen, um Abschlusseigenschaften zu zeigen
- Pumping Lemma der regulären Sprachen

Kontextfreie Sprachen - Modelle

Die Sprachfamilie der kontextfreien Sprachen wird erfasst von:

- nichtdeterministische Kellerautomaten
 - Akzeptanz mit leerem Keller
 - Akzeptanz mit Endzustand
- kontextfreien Grammatiken

Kontextfreie Sprachen - Begriffe

Begriffe zum PDA

- wie beim DFA/NFA

Begriffe bei Grammatiken:

- Nonterminale, Terminale, Produktionen, Startsymbol,
- Ableitung, erzeugte/generierte Sprache
- λ -Produktion

Kontextfreie Sprachen - Verfahren

Techniken/Verfahren:

- Beweis, dass eine Grammatik eine Sprache generiert (zwei Richtungen zu zeigen!)
- Beweis, dass ein Automat eine Sprache akzeptiert (zwei Richtungen zu zeigen!)
- Techniken zum Konstruieren einer Grammatik
- Techniken zum Konstruieren eines Automaten
- Herstellung der Chomsky-Normalform
 - Technik zum Reduzieren (produktiv, erreichbar)
- Verschiedene Konstruktionen, um Abschlusseigenschaften zu zeigen
- Pumping Lemma der kontextfreien Sprachen

Entscheidbare und aufzählbare Sprachen - Modelle

Die Sprachfamilie der aufzählbaren Sprachen wird erfasst von:

- Turing-Maschinen
 - deterministische (DTMs)
 - nichtdeterministische (NTMs)
 - einseitig/beidseitig unendliches Band
 - mehrere Bänder
 - ...
- jedes Modell, das die intuitiv berechenbaren Funktionen erfasst (\Rightarrow Church-Turing-These)

Entscheidbare und aufzählbare Sprachen - Begriffe

Begriffe:

- Zustände, Eingabesymbole, Bandsymbole, Überföhrungsfunktion, Überföhrungsrelation, Startzustand, Endzustände, Symbol für das leere Feld,
- Konfiguration
- Schrittrelation, Rechnung, Erfolgsrechnung, akzeptierte Sprache
- (Turing-)berechenbar
- aufzählbar, entscheidbar

Entscheidbare und aufzählbare Sprachen - Verfahren

Techniken/Verfahren:

- TM konstruieren, die eine Sprache akzeptiert
- TM konstruieren, die eine Funktion berechnet
- TM konstruieren, die eine Sprache entscheidet
- Beweisen, dass ein Problem unentscheidbar ist
- Verschiedene Konstruktionen, um Abschlusseigenschaften zu zeigen

Komplexität - Begriffe

Die entscheidbaren Probleme werden weiter bzgl. ihrer Komplexität unterteilt. Begriffe:

- zeitbeschränkt, platzbeschränkt, Zeitbeschränkung, Platzbeschränkung
- Komplexitätsklassen
- P, NP, PSPACE, NPSPACE
- Church-Turing-These, erweiterte Church-Turing-These
- Landau- oder O-Notation
- Verifikationsalgorithmus (alternative Def. von NP)
- Reduktion
- NP-vollständig (NPC), NP-schwierig

Komplexität - Verfahren

Verfahren:

- Nachweis, dass ein Problem in NP ist
- Nachweis, dass ein Problem NP-vollständig ist

Was wir ausgelassen haben...

Ausgelassen/Nur kurz erwähnt haben wir...

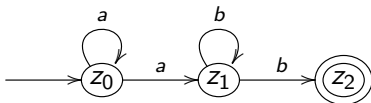
- deterministische Kellerautomaten (DPDAs)
 - Akzeptanz mit leerem Keller
 - Akzeptanz mit Endzustand
- linear beschränkte Automaten (LBAs)
- kontextsensitive Grammatiken (Typ-1)
- Typ-0-Grammatiken

Frage-Runde 1

Fragen ...

Frage 1

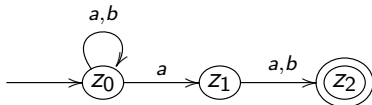
1. Gegeben sei der unten stehende NFA. Welche Sprache akzeptiert er?



- ① $a^n b^m, m > n$
- ② $a^n b^m, n > m$
- ③ $a^n b^m, n = m$
- ④ $a^n b^m, n \neq m$
- ⑤ $a^n b^m, n, m \geq 0$
- ⑥ $a^n b^m, n, m \geq 1$

Frage 2

2. Gegeben sei der folgende NFA:



Sei $\{z_0, z_1\}$ ein Zustand im Rahmen der Potenzautomatenkonstruktion. Was ist der Nachfolger dieses Zustandes beim Lesen von b ?

- 1 $\{z_0, z_1\}$
- 2 $\{z_1, z_2\}$
- 3 $\{z_0, z_1, z_2\}$
- 4 $\{z_0, z_2\}$
- 5 $\{z_2\}$
- 6 $\{z_1\}$

Frage 3

3. Sei

$$L = \{w \in \{0,1\}^* \mid \text{auf jede 0 folgt sofort eine 1}\}$$

was ist der reguläre Ausdruck, der L beschreibt?

- 1 $1^*(01^+)^*$
- 2 $(0^*1^+)^*$
- 3 $(01)^*$
- 4 $(0^*1^+)^* + 1^*$
- 5 $0(1^+0)^* + 1^*$
- 6 Keiner davon

Frage 4

4. Sind die regulären Sprachen gegenüber Durchschnittsbildung abgeschlossen?

- ① Ja!
- ② Nein!
- ③ Nur eine Teilklasse!
- ④ Weiß ich nicht!

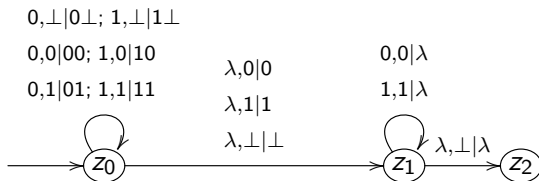
Frage 5

5. Welche der folgenden Aussagen gilt nach dem Pumping Lemma (im Setting des Pumping Lemmas):

- ① $uv^i w \in L, i > 0$
- ② $|uv| < n$
- ③ $uv^* w \in L$
- ④ $|v| > 1$
- ⑤ Keine davon!
- ⑥ Weiß ich nicht!

Frage 6

6. Gegeben sei der unten stehende PDA. Welche Sprache akzeptiert er?



- 1 $0^n 1^n$
- 2 $0^* 1^* 1^* 0^*$
- 3 $\{ww^{rev} \mid w \in \{0, 1\}^*\}$
- 4 $\{w0w^{rev} \mid w \in \{0, 1\}^*\}$
- 5 $\{w1w^{rev} \mid w \in \{0, 1\}^*\}$
- 6 Weiß ich nicht...

Frage 7

7. Welche Sprache generiert folgende Grammatik?

$$S \rightarrow XY, X \rightarrow aXb \mid ab, Y \rightarrow cY \mid c$$

- ① $a^n b^m c^k, n, m, k \geq 1$
- ② $a^n b^m c^m, n, m, \geq 1$
- ③ $a^n b^n c^m, n, m \geq 1$
- ④ $a^n b^n c^n, n \geq 1$
- ⑤ $a^n b^n c^m, n < m$
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 8

8. Bei der Herstellung der Chomsky-Normalform (bzw. bei der Reduzierung einer Grammatik) welcher Schritt kommt zuerst erreichbar machen oder produktiv?

- ① Produktiv
- ② Erreichbar
- ③ Das ist egal
- ④ Was war noch mal was?
- ⑤ Weiß ich nicht

Frage 9

9. Sind die kontextfreien Sprachen gegenüber Durchschnittsbildung abgeschlossen?

- ① Ja!
- ② Nein!
- ③ Nur eine Teilklasse!
- ④ Weiß ich nicht!

Frage 10

10. Welche der folgenden Aussagen gilt nach dem Pumping Lemma (im Setting des Pumping Lemmas) für kontextfreie Sprachen:

- ① $uv^i w^i x^i y \in L, i \geq 0$
- ② $uvw^i x^i y \in L, i \geq 0$
- ③ $u^i v^i wxy \in L, i \geq 0$
- ④ $uv^i wx^i y \in L, i \geq 0$
- ⑤ $uv^i wxy^i \in L, i \geq 0$
- ⑥ Weiß ich nicht!

Frage 11

11. Ist jede reguläre Sprache entscheidbar?

- ① Ja
- ② Nein
- ③ Nur unter bestimmten Umständen
- ④ Weiß ich nicht

Frage 12

12. Ist jede kontextfreie Sprache entscheidbar?

- ① Ja
- ② Nein
- ③ Nur unter bestimmten Umständen
- ④ Weiß ich nicht

Frage 13

13. Sind die aufzählbaren Sprachen gegenüber Durchschnittsbildung abgeschlossen?

- ① Ja!
- ② Nein!
- ③ Nur eine Teilklasse!
- ④ Weiß ich nicht!

Frage 14

14. Sei E entscheidbar und X ein Problem, von dem sie noch nichts wissen. Gilt $X \leq_p E$, dann

- ① ist X unentscheidbar
- ② ist X entscheidbar
- ③ ist $X \in P$
- ④ ist X und E in P
- ⑤ Weiß ich nicht

Frage 15

15. Sei $L_1, L_2 \subseteq \{0, 1\}^*$ mit $L_1 \leq_p L_2$, dann gilt

- ① mit $L_1 \in NP$ auch $L_2 \in NP$.
- ② mit $L_2 \in NP$ auch $L_1 \in NP$.
- ③ mit $L_1 \in P$ auch $L_2 \in P$.
- ④ mit $L_2 \in P$ auch $L_1 \in P$.
- ⑤ keines davon

Frage 16

16. Sei $L \in NPC$. Dann ...

- ① ist $L \in P$ nicht möglich.
- ② folgt aus $L \in P$ sofort $NP = P$.
- ③ folgt aus $L \in P$ sofort $NP \neq P$.
- ④ ist $L \in NP$ nicht möglich.

Frage 17

17. Was ist zu tun, wenn man ein Problem als *NP*-vollständig nachweisen will?

- ① Das weiß ich!
- ② Ich will Hitzefrei!

Zur Nachbereitung

- 1 6
- 2 4
- 3 1
- 4 1
- 5 3
- 6 3
- 7 3
- 8 1
- 9 2
- 10 4

Zur Nachbereitung

Weitere Zählung hier mit +10, also Item 1 ist für die 11. Frage.

- ① 1
- ② 1
- ③ 1
- ④ 2
- ⑤ 2 und 4
- ⑥ 2
- ⑦ Siehe Foliensatz 13, Folie 31.

Bemerkung zu den Fragen

Wichtige Anmerkung

In den Fragen eben fehlte oft die Variante: **Gegeben** eine Sprache, **konstruieren Sie dazu** einen Automaten / eine Grammatik / Für solche Aufgaben siehe die Sammlung klausurtypischer Aufgaben. Außerdem wird i.A. die **Behauptung zu begründen/beweisen** sein!

Der Logikteil

Der Logikteil ...

Überblick

Im Logikteil hatten wir

- Aussagenlogik
- Prädikatenlogik

Aussagenlogik - Syntax

Zusammenfassung **Syntax**:

- Definition der Syntax:
 - Alphabet, Junktor
 - Aussagesymbol, atomare Formel, komplexe Formel
 - Hauptoperator, Teilformel
 - Negation, Disjunktion, Konjunktion, Implikation, Biimplikation
- Strukturbäume
- strukturelle Induktion
- strukturelle Rekursion
- Grad und Tiefe einer Formel

Aussagenlogik - Semantik

Zusammenfassung **Semantik**:

- Belegung, Auswertung (einer Formel)
- Wahrheitstafeln, Wahrheitswerteverlauf
- erfüllende Belegung, falsifizierende Belegung, Modell
- kontingent, (allgemein-)gültig, unerfüllbar
- Tautologie, Kontradiktion
- $\mathcal{A} \models F$, $\mathcal{A} \not\models F$, $\models F$, $F \models$

Aussagenlogik - Normalformen

- Folgerbarkeit und Äquivalenz
 - Nachweis mit Wahrheitstafeln
 - Nachweis ohne Wahrheitstafeln
 - Gegenbeispiel (mit und ohne Wahrheitstafeln)
- Literal, Klausel, duale Klausel, DNF und KNF
- Herstellung von DNF und KNF
 - durch Äquivalenzumformungen (basierend auf dem Ersetzbarkeitstheorem)
 - mit Wahrheitstafeln

Aussagenlogik - Verfahren

Die effiziente Berechnung von (Un-)Erfüllbarkeit rückte dann ins Zentrum. Folgerbarkeit und Äquivalenz sind darauf rückführbar.

- Hornformeln
 - *Einschränkung* der Aussagenlogik
 - Effizienter (Un-)Erfüllbarkeitstest
 - Markierungsalgorithmus
- Ableitungen (im Kalkül)
 - Substitution
 - Inferenzregel
- Resolution (spezielles Ableitungsverfahren)
 - Resolvente, Resolutionssatz
 - Verfeinerungen (P-Resolution, N-Resolution, ...)

Prädikatenlogik - Syntax

Zusammenfassung **Syntax**:

- Definition der Syntax:
 - Alphabet, Junktor, Quantor, Hilfssymbole
 - Variablen, Konstante, Funktions- und Prädikatensymbole, Aussagensymbole
 - Terme, atomare Formel, komplexe Formel
 - Hauptoperator, Teilformel, Teilterm
 - Quantorenvariable, Skopus
 - gebundene Variable, freie Variable
- strukturelle Induktion
- strukturelle Rekursion

Prädikatenlogik - Semantik

Zusammenfassung **Semantik**:

- Struktur, Universum, Interpretation
- Auswertung
- x -Variante
- weitere semantische Begriffe wie in der Aussagenlogik

Prädikatenlogik - Normalformen

- Normalformen basierend auf Äquivalenz:
 - aussagenlogische Äquivalenzen übertragen
 - neue Äquivalenzen durch Quantoren
 - Gebundene Umbenennung von Variablen
 - Pränexform
- Normalformen basierend auf Erfüllbarkeitsäquivalenz:
 - Bindung freier Variablen
 - Skolemisierung
 - Klauselnormalform
- Umformen einer Formel in Klauselnormalform

Prädikatenlogik - Verfahren

Aufgrund der Unentscheidbarkeit der Prädikatenlogik kann es kein Verfahren wie in der Aussagenlogik geben, um (Un-)Erfüllbarkeit zu entscheiden (geschweige denn, dies effizient zu machen).

Dennoch war es möglich ein Resolutionsverfahren einzuführen:

- Resolution (spezielles Ableitungsverfahren)
 - Unifikationsalgorithmus
 - Resolvente, Resolutionssatz
 - Verfeinerungen (P-Resolution, N-Resolution, ...)
 - Der Weg zur Resolution:
 - Herbrand-Universum, -Struktur, -Modell
 - Herbrand-Expansion
 - Algorithmus von Gilmore, Grundresolution

Was wir ausgelassen haben...

Ausgelassen/Nur kurz erwähnt haben wir...

- Endlichkeitssatz der Aussagenlogik
- Genauer Beweis der Unentscheidbarkeit der Prädikatenlogik
- Beweise im Rahmen der Herbrand-Theorie
- Beweis der Korrektheit des Unifikationsalgorithmus und der prädikatenlogischen Resolution
- Weitere Ableitungsverfahren in der Prädikatenlogik

Frage-Runde 2

Fragen ...

Frage 1

1. Was ist in der folgenden Formel der Hauptoperator?

$$(A \Rightarrow B) \wedge C$$

- 1 A
- 2 \Rightarrow
- 3 B
- 4 \wedge
- 5 C
- 6 Weiß ich nicht

Frage 2

2. Was ist eine richtige Formulierung der Induktionsannahme?

- ① Seien F und G Formeln.
- ② Seien F und G Formeln, für die die Behauptung gilt.
- ③ Gelte die Behauptung für alle Formeln F und G .
- ④ Gelte die Behauptung für alle Formeln.
- ⑤ Keine davon
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 3

3. Sei T eine Tautologie, K eine Kontradiktion und F kontingent, dann ist

$$(T \wedge K) \Rightarrow F$$

- ① Tautologie
- ② Kontradiktion
- ③ allgemeingültig
- ④ erfüllbar
- ⑤ kontingent
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 4

4. Sei T eine Tautologie, K eine Kontradiktion und F kontingent, dann ist

$$F \Rightarrow (K \vee \neg F)$$

- ① Tautologie
- ② Kontradiktion
- ③ Kontingent
- ④ Tautologie oder Kontradiktion abhängig von F
- ⑤ Weiß ich nicht

Frage 5

5. Folgt F aus G , dann steht in der Wahrheitstafel ...

- ① bei F überall eine 0, wo G eine hat
- ② bei G überall eine 0, wo F eine hat
- ③ bei F überall eine 1, wo G eine hat
- ④ bei G überall eine 1, wo F eine hat
- ⑤ bei F und G überall an gleicher Stelle eine 1
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 6

6. Richtig oder falsch?

$$A \vee (B \wedge C) \equiv (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$$

- ① Richtig!
- ② Falsch!
- ③ Weiß ich nicht

Frage 7

7. Will man zu F eine DNF machen, ist in der Wahrheitstafel was wichtig?

- ① Die Spalte von F
- ② Die Zeilen, in denen F zu 0 ausgewertet wird
- ③ Die Zeilen, in denen F zu 1 ausgewertet wird
- ④ Weiß ich nicht

Frage 8

8. Terminiert der Markierungsalgorithmus immer?

- ① Ja und stets mit korrekter Ausgabe
- ② Ja, aber manchmal hilft die Ausgabe nicht
- ③ Ja, aber manchmal mit fehlerhafter Ausgabe
- ④ Nein
- ⑤ Weiß ich nicht

Frage 9

9. Eine Inferenzregel $\frac{F_1, \dots, F_n}{G}$ ist korrekt, wenn mit $F := F_1 \wedge \dots \wedge F_n \dots$

- ① $F \models G$
- ② $G \models F$
- ③ $F \equiv G$
- ④ $G \equiv F$
- ⑤ Weiß ich nicht

Frage 10

10. Wie sieht die Resolvente von $\{A, \neg B, C\}$ und $\{B, C, \neg D\}$ aus?

- ① $\{A, \neg B, B, C, C, \neg D\}$
- ② $\{A, C\}$
- ③ $\{\neg D\}$
- ④ $\{A, C, \neg D\}$
- ⑤ $\{A, C\}, \{\neg D\}$
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 11

11. Wann gilt $\mathcal{A}_{[x/d]}(P(a, x)) = 1$?

- ① Wenn $P(a, x) = 1$
- ② Wenn $(a, x) \in P$
- ③ Wenn $(a, d) \in I(P)$
- ④ Wenn $(I(a), I(x)) \in I(P)$
- ⑤ Wenn $(I(a), d) \in I(P)$
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 12

12. Sei

$$F = \forall x P(x) \vee Q(x)$$

Wenn sie gebunden Umbenennen, was entsteht?

- ① $\forall y P(y) \vee Q(y)$
- ② $\forall x P(x) \vee Q(y)$
- ③ $\forall y P(y) \vee Q(x)$
- ④ $\forall y P(y) \vee Q(z)$
- ⑤ Das geht hier nicht (kein \exists)
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 13

13. Sei

$$F = \forall x(P(x) \Rightarrow \neg(Q(a) \wedge \neg P(y)))$$

wir wollen das freie y binden. Was entsteht?

- ① $F = \forall x(P(x) \Rightarrow \neg(Q(a) \wedge \neg \exists y P(y)))$
- ② $F = \forall x(P(x) \Rightarrow \neg(Q(a) \wedge \exists y \neg P(y)))$
- ③ $F = \forall x(P(x) \Rightarrow \exists y \neg(Q(a) \wedge \neg P(y)))$
- ④ $F = \forall x \exists y(P(x) \Rightarrow \neg(Q(a) \wedge \neg P(y)))$
- ⑤ $F = \exists y \forall x(P(x) \Rightarrow \neg(Q(a) \wedge \neg P(y)))$
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 14

14. Was stimmt?

- ① $\forall x(P(x) \Rightarrow \neg \forall y Q(y)) \equiv \forall x(P(x) \Rightarrow \forall y \neg Q(y))$
- ② $\forall x(P(x) \Rightarrow \neg \forall y Q(y)) \equiv \forall x(P(x) \Rightarrow \exists y \neg Q(y))$
- ③ $\forall x(P(x) \Rightarrow \neg \forall y Q(y)) \equiv \forall x \exists y (P(x) \Rightarrow \neg Q(y))$
- ④ $\forall x(P(x) \Rightarrow \neg \forall y Q(y)) \equiv \forall x \forall y (P(x) \Rightarrow \neg Q(y))$
- ⑤ $\forall x(P(x) \Rightarrow \neg \forall y Q(y)) \equiv \exists y \forall x (P(x) \Rightarrow \neg Q(y))$
- ⑥ Weiss ich nicht

Frage 15

15. Sei

$$F = \forall x \exists y \forall z \exists u P(x, u, z, y)$$

Wie sieht die Skolemisierung von F aus?

- ① $\exists y \exists u P(a, u, f(y), y)$
- ② $\exists y \exists u P(g(y, u), u, f(u), y)$
- ③ $\forall x \forall z P(x, g(x, z), z, f(x))$
- ④ $\forall x \forall z P(x, a, z, f(z))$
- ⑤ $P(a, h(a, f(a), g(a, f(a))), g(a, f(a)), f(a))$
- ⑥ Weiß ich nicht

Frage 16

16. Sind $P(x)$, $P(y)$ und $P(f(y))$ unifizierbar?

- ① Ja, mit zunächst $[y/x]$ und dann $[x/f(y)]$
- ② Ja, mit zunächst $[x/y]$ und dann $[y/f(y)]$
- ③ Ja, mit $[y/x]$ und $[f(y)/x]$
- ④ Nein
- ⑤ Weiß ich nicht

Frage 17

17. Sind $\{P(y), P(f(x))\}$ und $\{\neg P(x)\}$ zur leeren Klausel resolvierbar?

- ① Ja
- ② Nein
- ③ Weiß ich nicht

Zur Nachbereitung

- ① 4
- ② 2
- ③ 1
- ④ 3
- ⑤ 3 (und 2)
- ⑥ 2
- ⑦ 3
- ⑧ 1
- ⑨ 1
- ⑩ 4

Zur Nachbereitung

Weitere Zählung hier mit +10, also Item 1 ist für die 11. Frage.

- ① 5
- ② 3
- ③ 5
- ④ 2 und 3 (3 ist schöner)
- ⑤ 3
- ⑥ 4
- ⑦ 1

Bemerkung zu den Fragen

Wichtige Anmerkung

Auch hier die Anmerkung: Meist wird es nötig sein die eigenen **Behauptungen zu begründen/beweisen!**

Schwierigkeit im Automatenteil

Im Automatenteil fiel mir am schwersten:

- 1 Endliche Automaten konstruieren und Korrektheit beweisen
- 2 Kellerautomaten konstruieren und Korrektheit beweisen
- 3 Grammatiken konstruieren und Korrektheit beweisen
- 4 Turingmaschinen konstruieren und Korrektheit beweisen
- 5 Pumping Lemma für reguläre Sprachen
- 6 Pumping Lemma für kontextfreie Sprachen
- 7 Abschlusseigenschaften beweisen
- 8 Chomsky-Normalform herstellen
- 9 Unentscheidbarkeit nachweisen
- 10 NP-vollständigkeit nachweisen

Schwierigkeit im Logikteil

Im Logikteil fiel mir am schwersten:

- 1 Strukturelle Induktion
- 2 Folgerbarkeit und/oder Äquivalenz
- 3 Beweise zu Semantik, Folgerbarkeit usw.
- 4 Herstellung der KNF/DNF
- 5 Markierungsalgorithmus
- 6 Ableitung in der Aussagenlogik
- 7 Aussagenlogische Resolution
- 8 Prädikatenlogische Semantik
- 9 Herstellung der Klauselnormalform
- 10 Prädikatenlogische Resolution

Klausurvorbereitung

Zur Klausurvorbereitung:

- den **Lesestoff 6**, der eine Zusammenfassung des Automatenteils ist (ist online)
 - nehmt dies als Anregung, einen eigenen für den Logikteil zu machen
 - (Wichtig, dass ihr so was machen könnt und selber macht. Es geht nicht darum, dass einer von euch das macht und an alle verteilt. Selber machen hat den wichtigen Lerneffekt!)
- die **klausurtypischen Aufgaben** (sind online)
- das **Repetitorium** vor der Klausur
- **Stoff wiederholen und viel(e) Aufgaben rechnen!**
 - Skript + Buch/Bücher
 - Folien
 - Aufgabenzettel und weitere Aufgaben aus Büchern, klausurtypische Aufgaben, ...

Ende...

