

# Algorithmisches Beweisen LAB

## CDCL

Luc Spachmann

FSU Jena

23.05.2022

- Implementierung von SAT-Lösern
  - 2-SAT
  - Hornformeln
  - DPLL
  - CDCL

- Gemeinsamkeiten
  - Unit propagation
  - Backtracking
- Algorithmische Verbesserungen
  - **Klausellernen**
  - Nichtlineares Backtracking (“Backjumping”)
- Weitere Verbesserungen
  - “Watched Literals”
  - Entscheidungsheuristiken
  - Neustarts

# CDCL Pseudocode

**Eingabe:** KNF  $\varphi$

```
1: decision-level  $\leftarrow 0$ 
2: while Es existieren nicht belegte Variablen do
3:   decision-level++
4:   decide()
5:    $C_{\text{conflict}} \leftarrow \text{propagate}()$ 
6:   while  $C_{\text{conflict}}$  is not null do
7:     if decision-level = 0 then return UNSAT
8:     end if
9:      $C_{\text{learned}} \leftarrow \text{analyze-conflict}(C_{\text{conflict}})$ 
10:     $\varphi \leftarrow \varphi \wedge C_{\text{learned}}$ 
11:     $C_{\text{conflict}} \leftarrow \text{propagate}()$ 
12:  end while
13:  apply-restart-policy()
14: end while
15: return SAT
```

- `decide()`
  - Setzen einer Variable auf einen Wert
  - Hier: Beliebige Variable
- `propagate()`
  - Unit Propagation falls möglich
- `apply-restart-policy()`
  - Entscheidung ob neu gestartet werden soll
  - Meist anhand von Anzahl an Konflikten
  - Hier: Kein Neustart
- `backtrack()`
  - Backtrack auf von Konfliktklausel abhängige Stufe
  - Hier: Eine Stufe zurück
  - Funktion ändert auch das decision-level

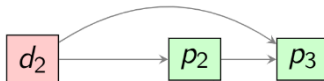
# Konfliktanalyse

decision  
level

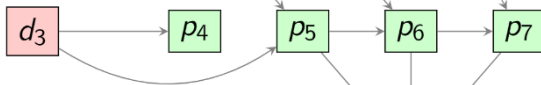
1



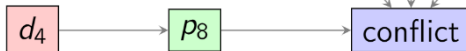
2



3



4



- Zentral in CDCL
- Ermittelt auch das neue decision-level
- Hier:
  - Gelernte Klausel: Negation aller Entscheidungsliterale
  - Neues decision-level: Eins zurück

# Aufgabe: CDCL

- Implementierung des Algorithmus für CDCL mit o.g. Funktionen
- Schreiben Sie das Programm so, dass Sie es wiederverwenden können!
- Nächste Wochen: Erweiterung der einzelnen Funktionen
- Ausgabe einiger Statistiken:
  - Zeit
  - Speicherbedarf
  - Anzahl Unit Propagations
  - Anzahl Entscheidungen
  - Anzahl Konflikte
  - etc.