autotool-Syntax: Sie sollen jeweils eine Grammatik sowie einige Beispiel-Ableitungen (wie in Aufgabe ABL) aufschreiben. Beachten Sie, daß die ersten beiden Zeilen in Spalte 1 beginnen *müssen*, aber alle folgenden Zeilen *nicht* in Spalte 1 beginnen *dürfen*.

```
import Grammatik
student =
   ( Grammatik { terminale = mkSet "ab"
        , nichtterminale = mkSet "S"
        , startsymbol = 'S'
        , regeln = mkSet [ ("S", ""),
             ("S", "aSbS") , ("S", "bSaS" )] }
   , [ [ "S", "aSbS", "aSb", "ab" ] , [ "S", "" ] ]
   )
```

(autotool) Konstruieren Sie kontextfreie Grammatiken für diese Sprachen

NOP) $P = \{w \mid w \in \{0,1\}^*, w \text{ ist kein Palindrom}\}$ — 1 P.

NAB) (Zusatz) $Q = \{a,b\}^* \setminus \{(a^n b)^n \mid n \geq 0\}$

Konstruieren Sie für die Sprache P außerdem

NOPCH) eine Grammatik in Chomsky-Normalform — 1 P.

NOPGR) eine Grammatik in Greibach-Normalform — 1 P.

Wir betrachten aussagenlogische Formeln mit den Operatoren *And, Or* (zweistellig) und *Not* (einstellig). Dabei kürzen wir die Operatoren durch ihre Anfangsbuchstaben ab, schreiben sie vor die Argumente, und klammern diese vollständig. Beispiel: `A(N(p),q)`.

autotool: FP) Finden Sie eine kontextfreie Grammatik für die Menge $F(p)$ der Formeln, in denen nur die Variable `p` vorkommt.

Das also ist eine Sprache über dem Alphabet $\Sigma = \left\{\boxed{\text{A}}, \boxed{\text{O}}, \boxed{\text{N}}, \boxed{(}, \boxed{)}, \boxed{,}, \boxed{\text{p}}\right\}$.

Die Nichtterminalmenge der Grammatik soll *nur aus dem Startsymbol* bestehen. — 1 P.

[Zusatz] (schriftlich) Beweisen Sie für jedes k: die Menge $A(p_1, \ldots, p_k)$ aller *allgemeingültigen* Formeln mit Variablen aus $\{p_1, \ldots, p_k\}$ ist eine kontextfreie Sprache.

(schriftlich) Beweisen Sie: Die Grammatik G mit Regelmenge $\{S \to \varepsilon, S \to aSbS, S \to bSaS\}$ erzeugt die Sprache $E = \{w \mid w \in \{a,b\}^*, |w|_a = |w|_b\}$.

- Zeigen Sie durch Induktion nach Länge der Ableitung, daß für jede aus S erzeugbare Satzform $u \in \{a,b,S\}^*$ gilt: $|u|_a = |u|_b$. — 1 P.
- Wieso folgt daraus $L(G) \subseteq E$? — 1 P.
- Zeigen Sie: jedes nicht leere Wort $w \in E$ besitzt eine Zerlegung $w = aubv$ oder $w = buav$ mit $u \in E$. — 1 P.
- Was folgt daraus für v? — 1 P.
- Beweisen Sie damit $E \subseteq L(G)$. — 1 P.
- Erzeugt G' mit Regelmenge $\{S \to \varepsilon, S \to aSbS, S \to SbSa\}$ auch die Sprache E? — 1 P.

Hinweis: benutzen Sie die Funktion $h : \{a,b\}^* \to \mathbb{N}$ (Höhe) definiert durch $h(w) = |w|_a - |w|_b$.