

# Syntax

---

Dr. Philipp Wendler

Zentralübung zur Vorlesung

„Einführung in die Informatik: Programmierung und Softwareentwicklung“

<https://www.sosy-lab.org/Teaching/2018-WS-InfoEinf/>

## Organisatorisches

- Abgabe für 1. Übungsblatt nicht nötig
- Auf Übungsgruppen verteilen:
  - Noch genügend freie Plätze
- Klausuranmeldung nicht vergessen
- Hinweise zu Übungsabgaben auf Blatt beachten
  - Übungsabgaben nicht als Word-Dokument (→ PDF, .txt, etc.)

## Multiple-Choice-Frage

Wie viel hast du nach der Vorlesung verstanden?

- a) ...gar nichts: 0%
- b) ...die Idee, aber die Beispiele sind mir unklar: <50%
- c) ...die Idee und die Beispiele, aber ich könnte es nicht selbst: < 75%
- d) ...ich weiß, wie ich eine Aufgabe lösen müsste: > 75%

## EBNF-Grammatik: Wozu?

Beschreibung von gültigen Worten (und Sätzen) einer Sprache

- Deutsche Sprache
- Bestimmte Teile der deutschen Sprache z.B. Palindrome, Uhrzeit
- Programmiersprache
- ...

## Multiple-Choice-Frage

Was kann mit einer EBNF-Grammatik **nicht** beschrieben werden?

- a) syntaktisch korrekte Worte
- b) sinnvolle Worte
- c) syntaktisch korrekte Sätze
- d) sinnvolle Sätze

## EBNF-Grammatik: Wie?

- **Terminalsymbole:** „Buchstaben“ in der Sprache
- **Nichtterminalsymbole:** Hilfsbegriffe, um mehrere „Buchstaben“ oder „Buchstabenfolgen“ der Sprache zusammenzufassen
- **Regeln** der Form  $A = \text{Ausdruck}$ 
  - A: Nichtterminalsymbol
  - Ausdruck:  
Nichtterminal- und Terminalsymbole verbunden durch Operatoren
    - $E1 E2$
    - $E1 \mid E2$
    - $[E1]$  (= ein  $E1$  oder kein  $E1$ )
    - $\{E1\}$  (= beliebig viele  $E1$ , auch kein  $E1$ )
- **Startsymbol**

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

## EBNF-Grammatik

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit



## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

`Uhrzeit = Stunde ":" Minute`

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = "00" | "01" | ... | "23"

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = "00" | "01" | ... | "23"

Minute = "00" | "01" | ... | "59"

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

Nichtterminalzeichen

EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = "00" | "01" | ... | "23"

Minute = "00" | "01" | ... | "59"

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- ACHTUNG: Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

Nichtterminalzeichen

Terminalzeichen

EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute  
Stunde = "00" | "01" | ... | "23"  
Minute = "00" | "01" | ... | "59"

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (I)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

Nichtterminalzeichen

Terminalzeichen

EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute  
Stunde = "00" | "01" | ... | "23"  
Minute = "00" | "01" | ... | "59"

Doppeltes Vorkommen

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (II)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

## EBNF-Grammatik

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (II)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

`Uhrzeit = Stunde ":" Minute`



## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (II)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullBisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (II)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullBisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (II)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullBisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (II)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullBisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"

NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"

## EBNF-Grammatik: Beispiel für Uhrzeiten (II)

- Eine Uhrzeit wird angegeben durch Angabe der Stunde, gefolgt von einem Doppelpunkt und der Angabe der Minuten.
- **ACHTUNG:** Korrekte Uhrzeiten gehen von 00:00 bis 23:59

### EBNF-Grammatik

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullBisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"

NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"

NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"

## Multiple-Choice-Frage

Wozu werden EBNF-Grammatiken **im Computer** verwendet?

- a) Bilden syntaktisch korrekter Programme
- b) Überprüfen syntaktisch korrekter Programme
- c) Ausführen syntaktisch korrekter Programme

## EBNF-Grammatik - Ableitung: Allgemein

- Beginne mit Startsymbol
- Wiederhole, bis gewünschtes Wort “da steht”:
  - Ersetze ein oder mehrere Nichtterminalsymbole durch die rechte Seite ihrer Regel **oder**
  - Führe einen oder mehrere Operatoren aus
  
- Beginne mit Startsymbol
- Wiederhole, bis gewünschtes Wort “da steht”
  - Ersetze ein oder mehrere Nichtterminalsymbole durch die rechte Seite ihrer Regel **und**
  - Führe **anschließend** einen oder mehrere Operatoren aus, falls möglich

Lange Ableitung

Kurze Ableitung

## Beispiel: Ableitung einer korrekten Uhrzeit: 17:49 (lang)

Uhrzeit

```

Regel_> Stunde ":" Minute
Regel_> (("0" NullBisNeun) | ("1" NullBisNeun) |
         ("2" NullBisDrei)) ":" Minute
Op_↓> "1" NullBisNeun ":" Minute
Regel_> "1" (NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9") ":" Minute
Op_↓> "1" "7" ":" Minute
Regel_> "1" "7" ":" NullBisFünf NullBisNeun
Regel_> "1" "7" ":" (NullBisDrei | "4" | "5") NullBisNeun
Op_↓> "1" "7" ":" "4" NullBisNeun
Regel_> "1" "7" ":" "4" (NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9")
Op_↓> "1" "7" ":" "4" "9"

```



## Multiple-Choice-Frage

```
Uhrzeit    = Stunde ":" Minute
Stunde     = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |
            ("2" NullBisDrei)
Minute    = NullBisFünf NullBisNeun
NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"
NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"
NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"
```

Was ist ein Schritt in einer kurzen Ableitung,  
aber nicht in einer langen Ableitung?

- a) Stunde -> ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) | ("2" NullBisDrei)
- b) Stunde -> "1" NullbisNeun
- c) Stunde -> "1" "7"

## Beispiel: Ableitung einer korrekten Uhrzeit: 17:49 (kurz)

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"

NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"

NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"

Uhrzeit

## Beispiel: Ableitung einer korrekten Uhrzeit: 17:49 (kurz)

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"

NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"

NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"

Uhrzeit

Regel -----> Stunde ":" Minute

## Beispiel: Ableitung einer korrekten Uhrzeit: 17:49 (kurz)

```

Uhrzeit  = Stunde ":" Minute
Stunde   = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |
          ("2" NullBisDrei)
Minute  = NullBisFünf NullBisNeun
NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"
NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"
NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"

```

```

      Uhrzeit
Regel  ----> Stunde ":" Minute
Regel, Op | --> "1" NullBisNeun ":" NullBisFünf NullBisNeun

```

## Beispiel: Ableitung einer korrekten Uhrzeit: 17:49 (kurz)

```

Uhrzeit  = Stunde ":" Minute
Stunde   = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |
          ("2" NullBisDrei)
Minute   = NullBisFünf NullBisNeun
NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"
NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"
NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"

```

```

      Uhrzeit
Regel  ----> Stunde ":" Minute
Regel, Op | --> "1" NullBisNeun ":" NullBisFünf NullBisNeun
Regel, Op | --> "1" "7" ":" "4" "9"

```

## Beispiel: Ableitung einer inkorrekten Uhrzeit: 33:33

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"

NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"

NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"

## Beispiel: Ableitung einer inkorrekten Uhrzeit: 33:33

```
Uhrzeit = Stunde ":" Minute
Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |
         ("2" NullBisDrei)
Minute = NullBisFünf NullBisNeun
NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"
NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"
NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"
```

Uhrzeit

## Beispiel: Ableitung einer inkorrekten Uhrzeit: 33:33

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |  
("2" NullBisDrei)

Minute = NullBisFünf NullBisNeun

NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"

NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"

NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"

Uhrzeit

-> Stunde ":" Minute



## Beispiel: Ableitung einer inkorrekten Uhrzeit: 33:33

```
Uhrzeit = Stunde ":" Minute
Stunde = ("0" NullBisNeun) | ("1" NullbisNeun) |
         ("2" NullBisDrei)
Minute = NullBisFünf NullBisNeun
NullBisDrei = "0" | "1" | "2" | "3"
NullBisFünf = NullBisDrei | "4" | "5"
NullBisNeun = NullBisFünf | "6" | "7" | "8" | "9"
```

Uhrzeit

-> Stunde ":" Minute  
-> ???



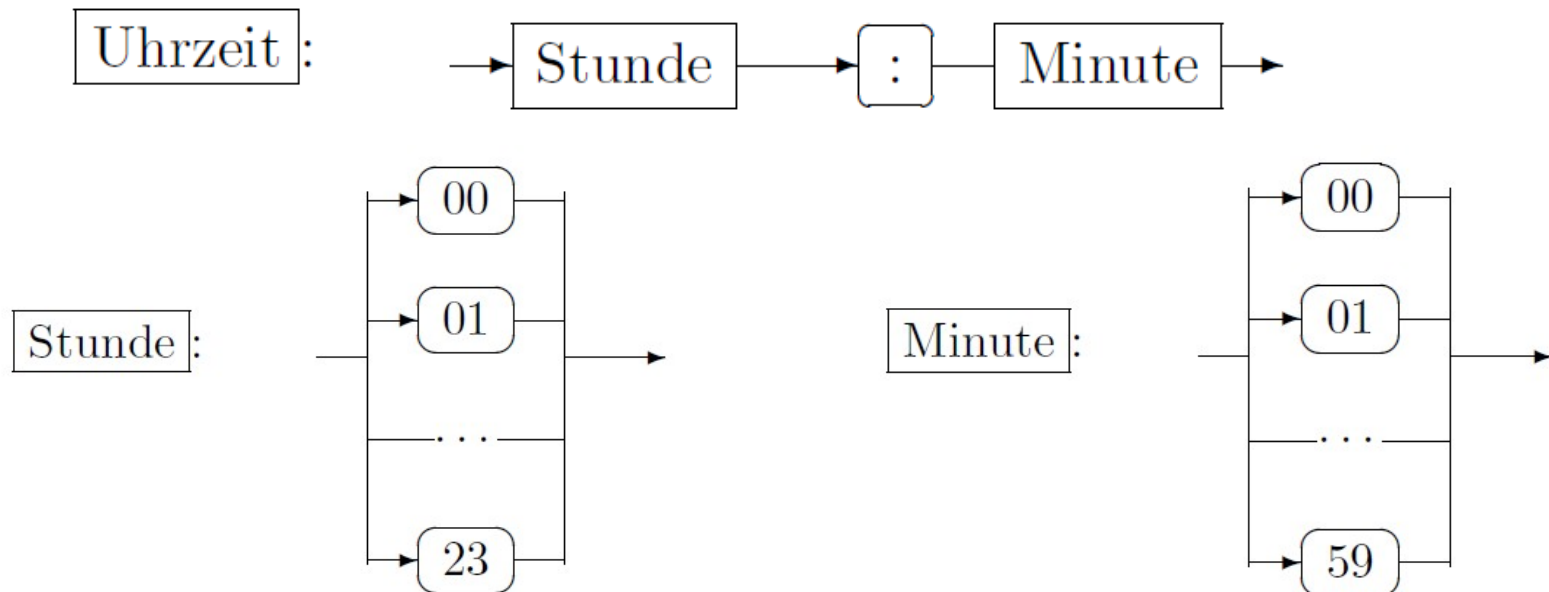
es gibt keine Regel, um "3" an  
erster Stelle der Stunde abzuleiten,  
d.h. 33:33 nicht ableitbar  
d.h. 33:33 ist keine korrekte Uhrzeit

## EBNF-Grammatik – Syntaxdiagramm für Uhrzeiten

Uhrzeit = Stunde ":" Minute

Stunde = "00" | "01" | ... | "23"

Minute = "00" | "01" | ... | "59"



## Multiple-Choice-Frage

Wie viel hast du nach der Zentralübung verstanden?

- a) ...gar nichts: 0%
- b) ...die Idee, aber die Beispiele sind mir unklar: <50%
- c) ...die Idee und die Beispiele, aber ich könnte es nicht selbst: < 75%
- d) ...ich weiß, wie ich eine Aufgabe lösen müsste: > 75%