

## Befehle der $AM_0$

Befehl	Auswirkung
arithmetische Befehle ADD, MUL, SUB, DIV, MOD  logische Befehle EQ, NE, LT, GT, LE, GE	Nimmt die zwei obersten Elemente vom Datenkeller, schreibt das Ergebnis der Operation zurück und inkrementiert den Befehlszähler. Dabei entspricht das oberste Element dem zweiten Argument.
LOAD n	Lädt den Inhalt des Hauptspeicherplatzes n auf den Datenkeller und inkrementiert den Befehlszähler.
STORE n	Nimmt das oberste Element vom Datenkeller, speichert dieses in den Hauptspeicherplatz n und inkrementiert den Befehlszähler.
LIT z	Legt die Zahl z auf den Datenkeller und inkrementiert den Befehlszähler.

## Befehle der AM<sub>0</sub>

Befehl	Auswirkung
WRITE n	Schreibt den Inhalt des Hauptspeicherplatzes n auf das Ausgabeband und inkrementiert den Befehlszähler.
READ n	Liest das oberste Element vom Eingabeband, speichert es in Hauptspeicherplatz n und inkrementiert den Befehlszähler.
JMP e	Springt zu Zeile e.
JMC e	Nimmt das oberste Element vom Datenkeller und springt zu Zeile e, wenn dieses null ist. Ansonsten wird der Befehlszähler inkrementiert.

## Übung 2

BZ	DK	HS	Inp	Out	BZ	DK	HS	Inp	Out
( 1,	$\varepsilon$ ,	[ ],	2,	$\varepsilon$ )	( 9,	1,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 2,	$\varepsilon$ ,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )	( 10,	$\varepsilon$ ,	[1/1],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 3,	2,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )	( 11,	$\varepsilon$ ,	[1/1],	$\varepsilon$ ,	1)
( 4,	1 : 2,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )	( 2,	$\varepsilon$ ,	[1/1],	$\varepsilon$ ,	1)
( 5,	1,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )	( 3,	1,	[1/1],	$\varepsilon$ ,	1)
( 6,	$\varepsilon$ ,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )	( 4,	1 : 1,	[1/1],	$\varepsilon$ ,	1)
( 7,	2,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )	( 5,	0,	[1/1],	$\varepsilon$ ,	1)
( 8,	2 : 2,	[1/2],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )	( 12,	$\varepsilon$ ,	[1/1],	$\varepsilon$ ,	1)

## Übung 3 (a)

READ 1;		LOAD 1;
READ 2;		STORE 3;
LOAD 1;		JMP 1.3.3;
LOAD 2;	1.3.1:	LOAD 2;
GT;		STORE 3;
JMC 1.3.1;	1.3.3:	WRITE 3;

## Übung 3 (b)

```
1:  READ  1;  
2:  READ  2;  
3:  LOAD  1;  
4:  LOAD  2;  
5:  GT;  
6:  JMC 10;
```

```
7:  LOAD  1;  
8:  STORE 3;  
9:  JMP 12;  
10: LOAD  2;  
11: STORE 3;  
12: WRITE 3;
```

# Übung 3 (b)

BZ	DK	HS	Inp	Out
( 1,	$\varepsilon$ ,	[ ],	5 : 7,	$\varepsilon$ )
( 2,	$\varepsilon$ ,	[1/5],	7,	$\varepsilon$ )
( 3,	$\varepsilon$ ,	[1/5, 2/7],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 4,	5,	[1/5, 2/7],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 5,	7 : 5,	[1/5, 2/7],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 6,	0,	[1/5, 2/7],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 10,	$\varepsilon$ ,	[1/5, 2/7],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 11,	7,	[1/5, 2/7],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 12,	$\varepsilon$ ,	[1/5, 2/7, 3/7],	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 13,	$\varepsilon$ ,	[1/5, 2/7, 3/7],	$\varepsilon$ ,	7)

## Zusatzaufgabe 1 (a)

1: READ 1;	11: LOAD 2;
2: READ 2;	12: LOAD 1;
3: LOAD 1;	13: GT;
4: LIT 0;	14: JMC 19;
5: GT;	15: LOAD 2;
6: JMC 20;	16: LIT 2;
7: LOAD 2;	17: DIV;
8: LOAD 1;	18: STORE 2;
9: SUB;	19: JMP 3;
10: STORE 1;	20: WRITE 1;

## Zusatzaufgabe 1 (b)

BZ	DK	HS	Inp	Out
( 7,	$\varepsilon$ ,	$[1/3, 2/1]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 8,	3,	$[1/3, 2/1]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 9,	1 : 3,	$[1/3, 2/1]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
(10,	2 : 1 : 3,	$[1/3, 2/1]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
(11,	2 : 3,	$[1/3, 2/1]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
(12,	5,	$[1/3, 2/1]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
(13,	$\varepsilon$ ,	$[1/3, 2/5]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 3,	$\varepsilon$ ,	$[1/3, 2/5]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 4,	5,	$[1/3, 2/5]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 5,	5 : 5,	$[1/3, 2/5]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
( 6,	0,	$[1/3, 2/5]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
(14,	$\varepsilon$ ,	$[1/3, 2/5]$ ,	$\varepsilon$ ,	$\varepsilon$ )
(15,	$\varepsilon$ ,	$[1/3, 2/5]$ ,	$\varepsilon$ ,	3)



## Zusatzaufgabe 2 (a)

$$\begin{aligned}
 & (\lambda x \underbrace{yz.yzx}_{GV=\{y,z\}}) (\underbrace{\lambda x.xy}_{FV=\{y\}})(\lambda x.x) \\
 \Rightarrow_{\alpha} & (\lambda x \underbrace{y_1z.y_1zx}_{GV=\{y_1,z\}}) (\underbrace{\lambda x.xy}_{FV=\{y\}})(\lambda x.x) \\
 \Rightarrow_{\beta} & (\lambda y_1 \underbrace{z.y_1z(\lambda x.xy)}_{GV=\{x,z\}}) (\underbrace{\lambda x.x}_{FV=\emptyset}) \\
 \Rightarrow_{\beta} & (\lambda z. (\lambda x. \underbrace{x}_{GV=\emptyset}) \underbrace{z}_{FV=\{z\}}) (\lambda x.xy) \\
 \Rightarrow_{\beta} & (\lambda z.z(\lambda x.xy))
 \end{aligned}$$

## Zusatzaufgabe 2 (b)

$$\begin{aligned}
 \langle G \rangle = & \left( \lambda g n x y. \langle \text{ite} \rangle \left( \langle \text{iszero} \rangle n \right) \right. \\
 & \langle 0 \rangle \\
 & \left( \langle \text{add} \rangle \left( g \left( \langle \text{pred} \rangle n \right) x y \right) \right. \\
 & \left. \left. \left( \langle \text{ite} \rangle \left( \langle \text{iszero} \rangle \left( \langle \text{mod} \rangle n \langle 2 \rangle \right) \right) x y \right) \right) \right)
 \end{aligned}$$

## Zusatzaufgabe 2 (c)

$$\begin{aligned}\langle Y \rangle \langle F \rangle &= (\lambda z. ((\lambda u. z(uu))(\lambda u. z(uu)))) \langle F \rangle \\ \Rightarrow_{\beta} ((\lambda u. \langle F \rangle(uu))(\lambda u. \langle F \rangle(uu))) &= \langle Y_F \rangle \\ \Rightarrow_{\beta} \langle F \rangle((\lambda u. \langle F \rangle(uu))(\lambda u. \langle F \rangle(uu))) &= \langle F \rangle \langle Y_F \rangle\end{aligned}$$

## Zusatzaufgabe 2 (c)

$$\begin{aligned}
 & \langle Y \rangle \langle F \rangle \langle 2 \rangle \langle 3 \rangle \langle 5 \rangle \\
 \Rightarrow^* & \langle F \rangle \langle Y_F \rangle \langle 2 \rangle \langle 3 \rangle \langle 5 \rangle \\
 \Rightarrow^* & \langle \text{ite} \rangle ( \langle \text{iszero} \rangle ( \underbrace{\langle \text{pred} \rangle \langle 2 \rangle}_{\Rightarrow^* \langle 1 \rangle} ) ) ( \dots ) \\
 & \underbrace{\hspace{10em}}_{\Rightarrow^* \langle \text{false} \rangle} \\
 & ( \langle Y_F \rangle ( \underbrace{\langle \text{pred} \rangle \langle 2 \rangle}_{\Rightarrow^* \langle 1 \rangle} ) ( \underbrace{\langle \text{mult} \rangle \langle 3 \rangle \langle 2 \rangle}_{\Rightarrow^* \langle 6 \rangle} ) ( \underbrace{\langle \text{add} \rangle \langle 5 \rangle \langle 2 \rangle}_{\Rightarrow^* \langle 7 \rangle} ) ) ) \\
 \Rightarrow^* & \langle Y_F \rangle \langle 1 \rangle \langle 6 \rangle \langle 7 \rangle \\
 \Rightarrow^* & \langle F \rangle \langle Y_F \rangle \langle 1 \rangle \langle 6 \rangle \langle 7 \rangle \\
 \Rightarrow^* & \langle \text{ite} \rangle ( \langle \text{iszero} \rangle ( \underbrace{\langle \text{pred} \rangle \langle 1 \rangle}_{\Rightarrow^* \langle 0 \rangle} ) ) ( \underbrace{\langle \text{add} \rangle \langle 6 \rangle \langle 7 \rangle}_{\Rightarrow^* \langle 13 \rangle} ) ( \dots ) \\
 & \underbrace{\hspace{10em}}_{\Rightarrow^* \langle \text{true} \rangle} \\
 \Rightarrow^* & \langle 13 \rangle
 \end{aligned}$$