Weihnachtsvorlesung 2020 „Informationstechnische Grundlagen für die W1.8"

Prof. Dr. Holger Schlingloff
Institut für Informatik der Humboldt Universität
und
Fraunhofer Institut für offene Kommunikationssysteme FOKUS

Problemstellung

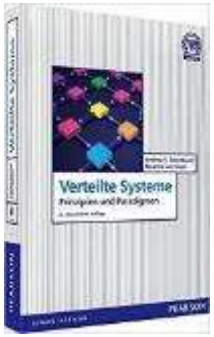
- Thema für die Weihnachtsvorlesung?
- Umfassende Literaturstudie
- P. Reichl / S. Claus (U Wien)

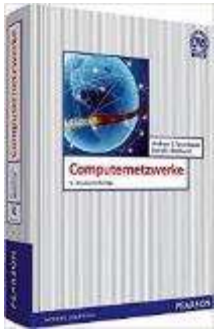
  "Oh Tanenbaum, oh Tanenbaum...":

  Technical Foundations of Xmas 4.0 Research

  - Preprint, arXiv, 18.12.2017
  - basierend auf Lehrbüchern von Andrew S. Tanenbaum
  - Problem: warum wird die Xmas 4.0 (W1.8) Forschung nie erwähnt?


"Oh Tanenbaum, oh Tanenbaum...":
Technical Foundations of Xmas 4.0 Research





Gliederung

- Hardware-Aspekte
- Korrektheit von W1.8-Computern
- Programmiermodell
- Beispielprogramme

Rechnen am Nordpol?

- Aktuelles Bild einer Webcam vom Nordpol:

- Kein Stromnetz, kein Solarstrom, kein Generatorstrom, keine Batterien, keine erneuerbaren Energien
- Berechnung der Geschenkeverteilung?

➔ alternative, disruptive Rechentechnologien benötigt

  - Organic Computing, Quantum Computing, Sprocket Computing

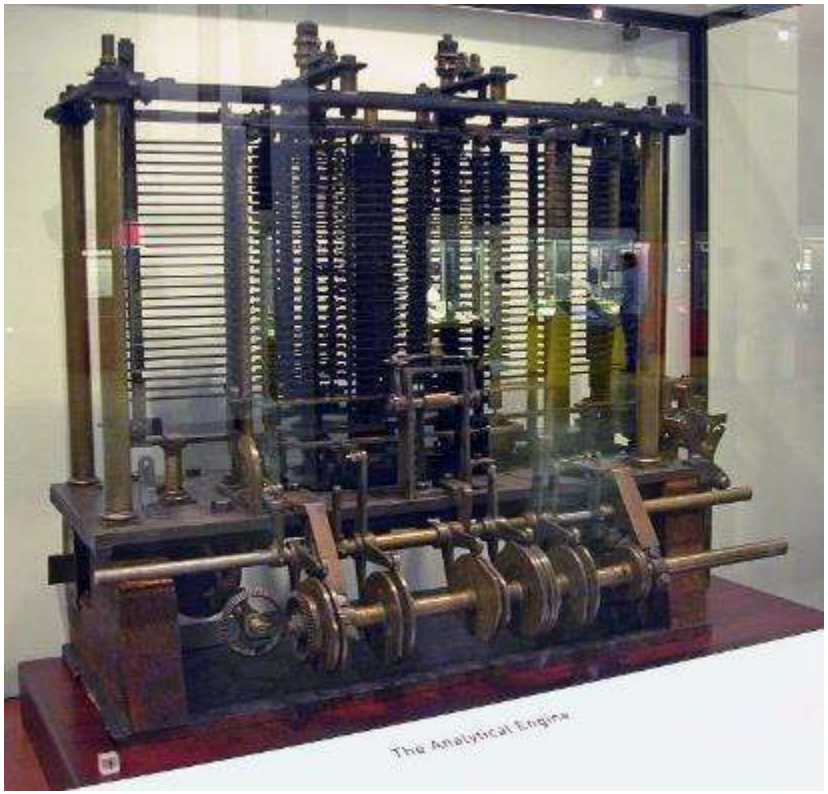
Frühe Lösungsversuche

„Analytical Engine“ (C. Babbage design, 1837)

- Dampfantrieb
- 19 m lang, 3m hoch

➔ Größen- und Gewichtsproblem (Handheld device)

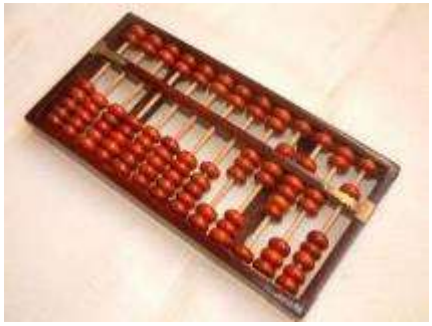
➔ sog. „Rucksackproblem“



From Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AnalyticalMachine_Babbage_London.jpg

Andere Taschenrechner

römischer Abakus



Curta I and Curta II, due to Curt Herzstark (1947)

Sprossenrad nach G. Leibniz (1646–1716)

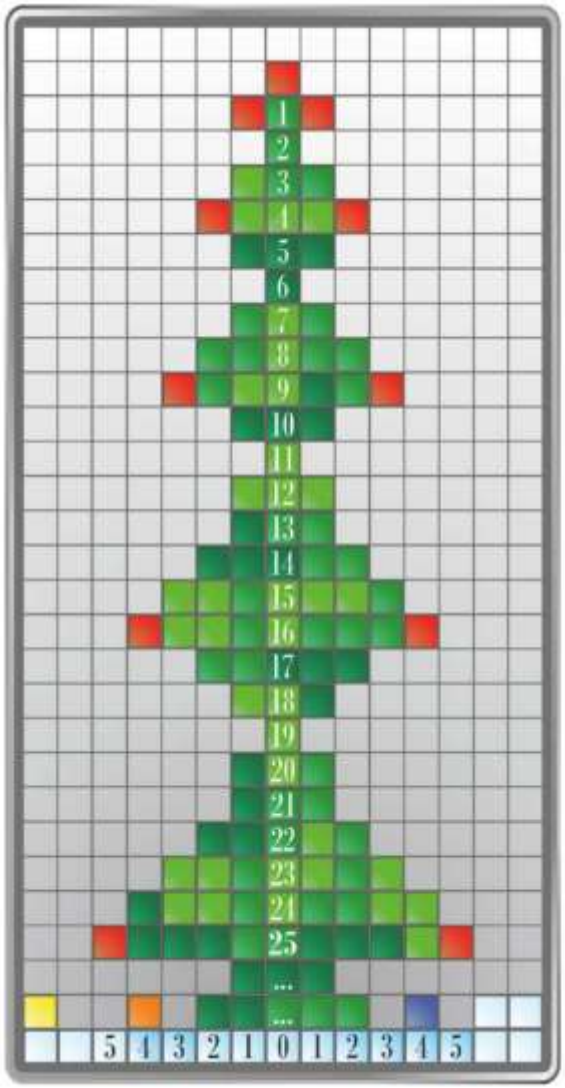
Multiplikation?

Der Tanenbaum-Rechner

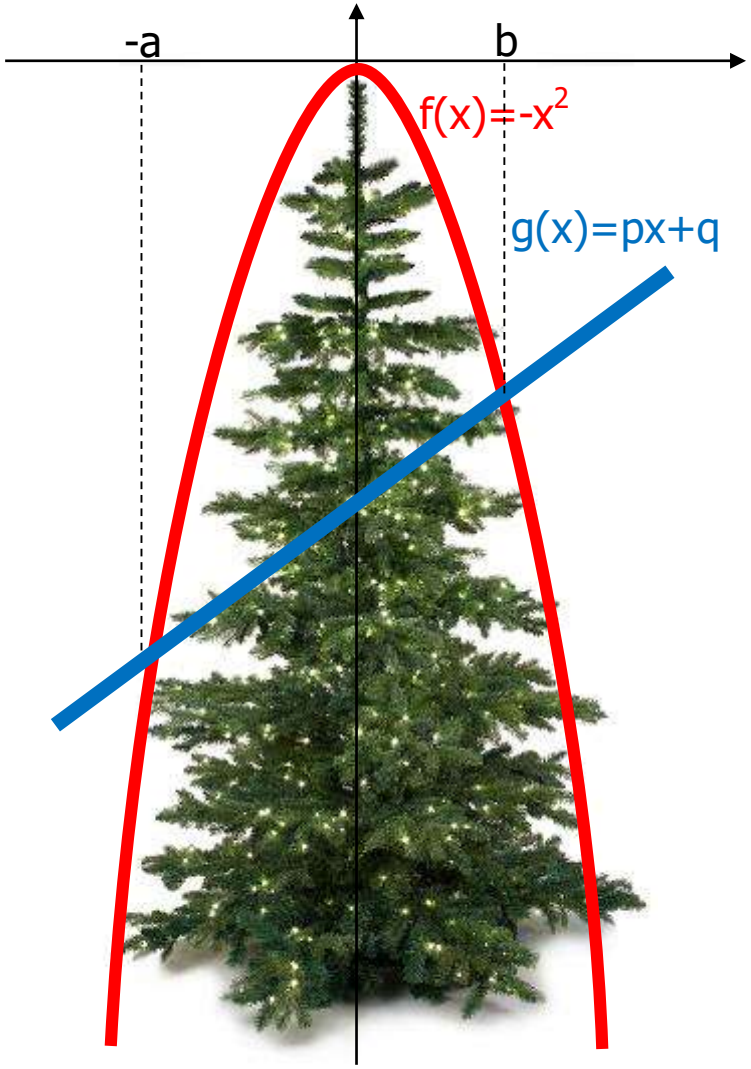
(aka Xmas Tree Calculator,
aka Tetris Calculator)

Vorteile:

- Breite Verfügbarkeit, besonders im Dezember
- Leicht und robust
- Weder Mechanik noch Elektronik
- Bringt Erleuchtung



Korrektheit der Berechnung



(1) $g(-a) = -ap + q = f(-a) = -a^2$

(2) $g(b) = bp + q = f(b) = -b^2$

(3) $q = ap - a^2$ (aus 1)

(4) $bp + (ap - a^2) = -b^2$ (aus 2,3)

(5) $p(a+b) = a^2 - b^2$ (aus 4)

(6) $p = a - b$ (aus 5)

(7) $q = a(a-b) - a^2 = -ab$ (aus 3,6)

(8) $g(x) = (a-b)\,x - ab$ (aus 6,7)

(9) $g(0) = -ab$ q.e.d.

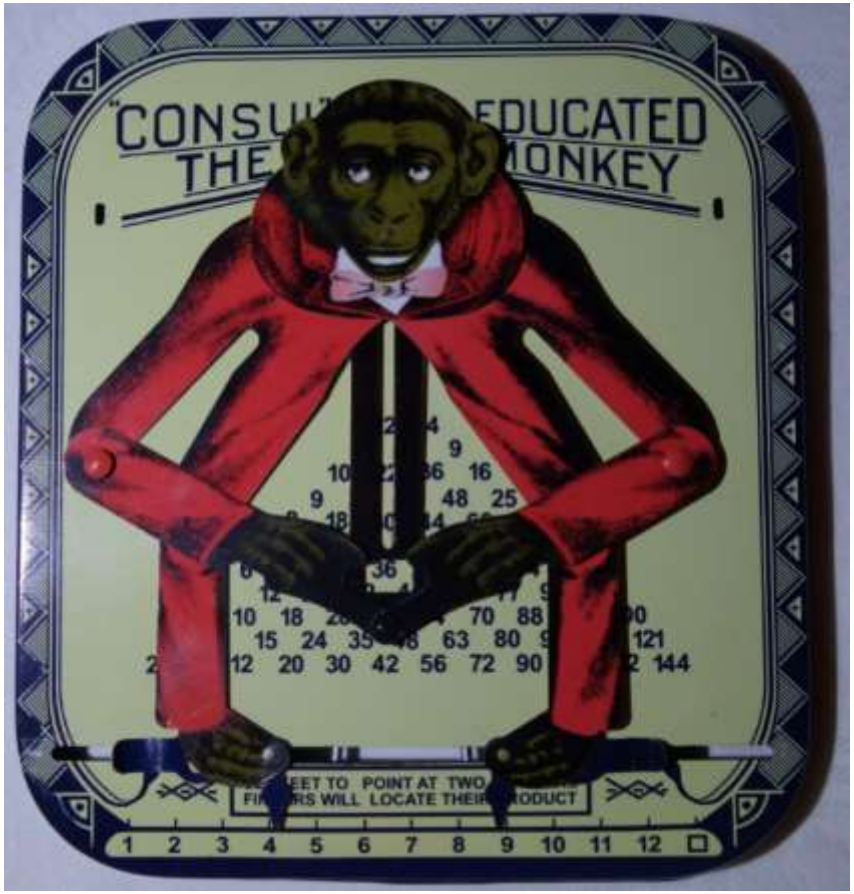
Fazit: Algebra lohnt sich doch!

Der gebildete Weihnachtsmann

Backup-Lösung zum
Tanenbaum-Rechner
(Stichwort Waldsterben)

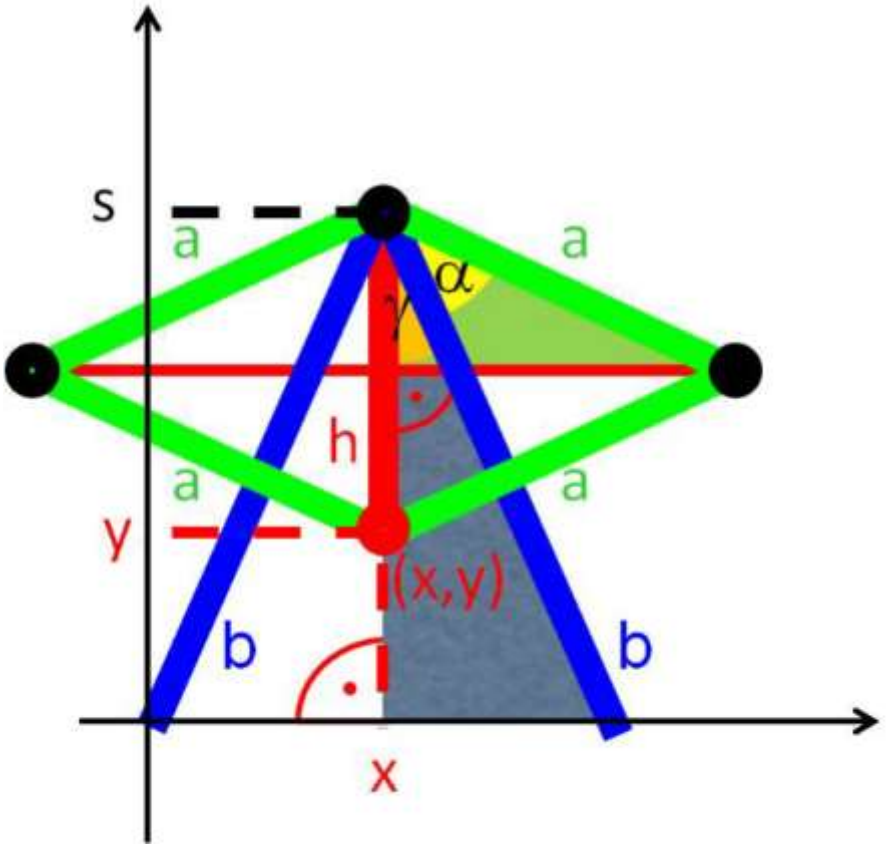
Inspiriert vom Design ®™
„Consul - the educated monkey“
(ca. 1915)

- multipliziert sogar bis 12 x 12
- wasserfest und dauerhaft
- Robuste Mechanik
- unkomplizierte Bedienung

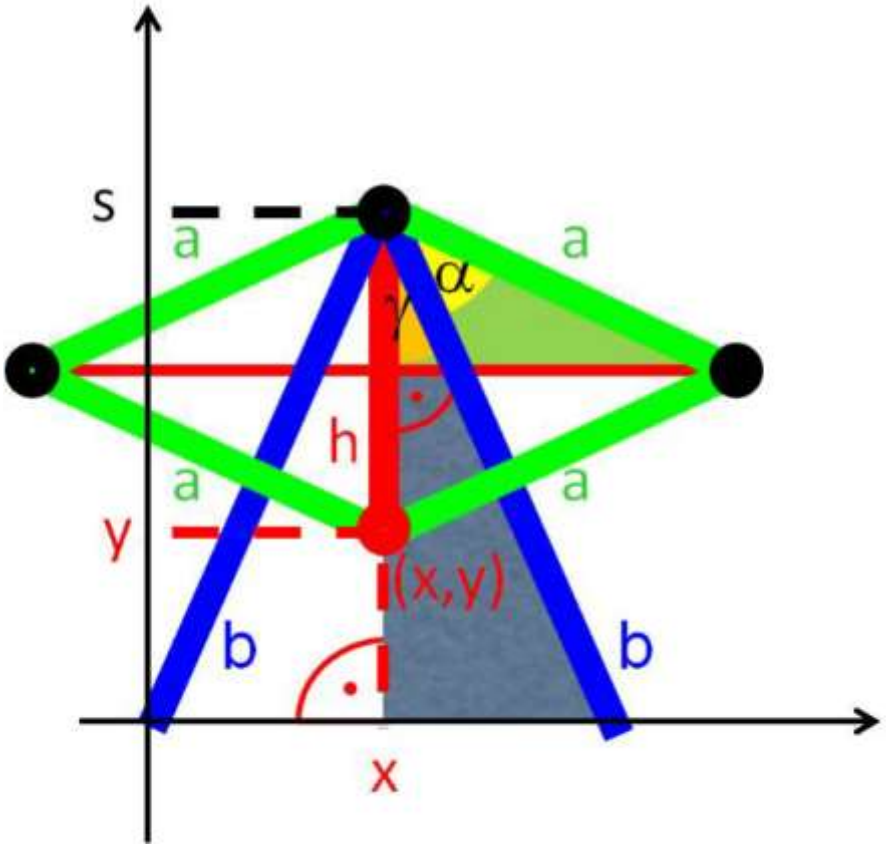


https://old.etudes.ru/en/models/educated-monkey/

Korrektheit des geb. W1.8♂



Korrektheit des geb. W1.8♂



(1) $\cos\gamma = s/b$, $\sin\gamma = x/b$,
$h/2 = a\cos(\alpha+\gamma)$

(2) $\alpha = \pi/4$ (= 45°), $\sin\alpha = \cos\alpha = \sqrt{2}/2$

(3) $b^2 = a^2+a^2$ d.h. $b = \sqrt{2}a$ (aus 2)

(4) $h = 2a(\cos\alpha\cos\gamma - \sin\alpha\sin\gamma)$ (aus 1)

(5) $y = s - h$

(6) $y = b\cos\gamma - 2a(\cos\alpha\cos\gamma - \sin\alpha\sin\gamma)$

(7) $y = (b-2a\cos\alpha)\cos\gamma + 2a\sin\alpha\, x/b$

(8) $y = (b-\sqrt{2}a)\cos\gamma + \sqrt{2}\,a\,x/b$

(9) $y = x$

l,r: Position von linkem & rechten Fuß

$m = (r+l)/2$, $n = (r-l)/2$

Mit **gebW1.8♂(m,n) $= m^2-n^2$** ergibt sich

$\text{gebW1.8♂}(m,n) = (\frac{r+l}{2})^2 - (\frac{r-l}{2})^2$

$= \frac{1}{4}((r^2+2rl+l^2) - (r^2-2rl+l^2)) = \frac{1}{4}(4rl) = rl$

Fazit: Geometrie lohnt sich doch!

Anwender des geb. W1.8♂

Programmiermodell

➔ Problem der Berechnung der Beschriftungen

- Fehlende Ressourcen am Nordpol (Blech, Tinte)
- Rückbesinnung: „Calculi" = Rechen-Kiesel

➔ Schneeball-Rechensystem

- Berechnung erfolgt durch Formen und Werfen von Schneebällen
- Verfügbarkeit von Ressourcen (Platz, Schnee) garantiert

➔ Problem der Formulierung von Algorithmen

- Spezialisierte Programmiersprache (DSL, domain-specific language) erforderlich

Die Programmiersprache Brainf*ck

- Gehört zur Klasse der Weihnachtssprachen
  (wie F*, Mercury, Algol, Joy, Chill, usw.)
- Leicht zu erlernen, da nur 8 Befehle

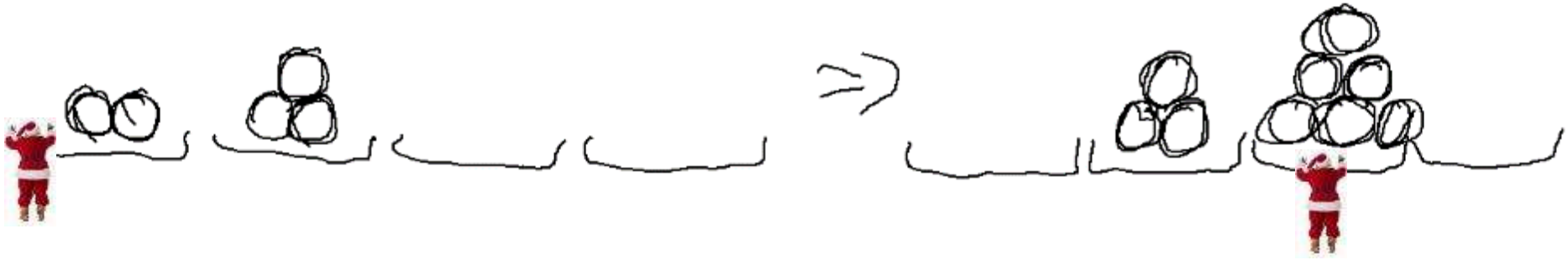
Befehl	Bedeutung
+	Füge einen Ball zum aktuellen Haufen dazu
-	Werfe einen Ball vom aktuellen Haufen weg
>	Gehe zum nächsten Haufen
<	Gehe zum vorherigen Haufen
[	Schleifenbeginn (falls Haufen nichtleer)
]	Schleifenende (falls Haufen leer)
.	Ausgabe aktueller Haufen
,	Eingabe aktueller Haufen

Beispielprogramme

- Einen Schneeballhaufen duplizieren:

Programm: [->+>+<<]>>[-<<+>>]<<

- Zwei Haufen miteinander multiplizieren:



Programm: [->[->+>+<<]>>[-<<+>>]<<<]>>.

Die Programmiersprache Hohoho!

- Brainf*ck ist universell
  - funktioniert sowohl mit Kieselsteinen als auch mit Schneebällen
- Programme sind zwar kompakt, aber schwer zu lesen
  - Phoneme ɛ́kɪgəˈklamɐə̯ʊ̯f, ɛ́kɪgəˈklamɐt͡su; ˈkɔma, ɡʁøsɐals, …
- Intuitive, leicht aussprechbare Notation benötigt
  - Insbesondere für die Zielgruppe W1.8♂
- Definition der Sprache Hohoho!

Befehl	Bedeutung
HoHoHo	+
Hohoho	-
HoHoho	>
hoHoHo	<

Befehl	Bedeutung
Hohoho	[
hohoHo	]
hoHoho	.
HohoHo	,

Hohoho!-Definition - Fortsetzung

Als weitere Besonderheit werden Leer- und Rufzeichen genutzt

Jedes Programm genügt der Grammatik $(Ho(ho)^*!\ )^*$

Damit hat z.B. das Programm

Hohohohohoho! Ho! Hoho! Ho! Ho! Ho! Ho! Hoho! Ho! Ho! Hoho! Ho! Hoho! Ho! Hohoho! Ho! Ho! Hoho! Ho! Hoho! Hohohohohohoho! Ho! Hoho! Ho! Ho! Ho! Ho! Ho! Ho! Hoho! Ho! Hohohoho! Hoho! Ho! Hoho! Ho! Ho!

die Bedeutung

```
[->+>+<<]>>[-<<+>>]<<
```

Das Hohoho!-Programm ist klar deutlicher zu intonieren und zu memorieren, die Effizienz ist in etwa gleich

Ein Brainf*ck-Hohoho!-Compiler

Brainf*ck ist eine Teilsprache von Hohoho!

- jedes Brainf*ck-Programm lässt sich mit einfachen Mitteln in ein äquivalentes Hohoho!-Programm übersetzen
- Wir definieren einen zwei-Pass-Compiler mit regulären Ersetzungen

Pass 1:
(\+)|(\-)|(>)|(<)|(\[)|(\])|(\.)|(,) ➔
(?1HoHoHo:)(?2hohoho:)(?3HoHoho:)(?4hoHoHo:)
(?5Hohoho:)(?6hohoHo:)(?7hoHoho:)(?8HohoHo:)

Pass 2:
(([^\n])H)|(o$) ➔
?1\2\! H:o\!

Eine Hohoho!-IDE

Die umgekehrte Richtung ist sogar noch einfacher:

Pass 1:
!| ➔

Pass 2:
(HoHoHo)|(hohoho)|(HoHoho)|(hoHoHo)|
(Hohoho)|(hohoHo)|(hoHoho)|(HohoHo) ➔
(?1\+:)(?2\-:)(?3>:)(?4<:)(?5\[:)(?6\]:)(?7?7\.:)(?8,:)

- Folglich kann die umfangreiche vorhandene Programmier-unterstützung von Brainf*ck als IDE für Hohoho! genutzt werden
  (z.B. der Interpreter unter http://www.bf.doleczek.pl oder der Compiler https://github.com/matslina/awib)
- Dieses Ergebnis erweitert die Resultate aus [Reichl&Claus 2017]

Zusammenfassung

- Wir haben informationstechnische Grundlagen für die W1.8 kennengelernt
  - Hardware, Software, Programmiersysteme
- Somit sind W1.8♂ und W1.8♀ bestens präpariert für ihren Job
- Warten wir auf die Geschenke (-Gutscheine)!