ERA - Übungsblatt 10

1. a) Es ist trivial erkennbar, dass Programm 1 nicht parallelisierbar ist - um das nächste Element der Liste zu finden, muss das vorherige bekannt sein (Abhängigkeit!). In Programm 2 wird immer der selbe Wert zu den Werten des Arrays addiert und wir wissen, dass die Elemente nacheinander im Speicher liegen → die Schleife ist parallelisierbar.
Die Bedingung der Schleife wird 101 Mal überprüft → maximal 101 Threads.

Mit einem Kern $(n=1)$ gilt also: $T = t_s + t_p = 100ns + 3ns \cdot 101 + 17ns \cdot 100 = 2103ns$.
Im folgenden nehmen wir zur Vereinfachung an, dass die Schleifenbedingung auch nur 100 Mal überprüft wird, also $t_p = (3ns + 17ns) \cdot 100 = 2000ns$

b) $S_{Amdahl}(n) = \dfrac{T}{t_s + \frac{t_p}{4}}$ $\qquad S_{Gustafson}(n) = \dfrac{t_s + n \cdot t_p}{T}$

n	$S_{Amdahl}(n)$	$S_{Gustafson}(n)$
4	3,5	3,86
16	$9,\dot{3}$	15,23
100	17,5	95,29
∞	21	∞

→ $S_{Amdahl}(n)$ nähert sich also mit $n \to \infty$ gegen $\frac{T}{t_s}$ an, $S_{Gustafson}$ ist unlimitiert.

2. a) String Copy: Gar keine Floating Point Operations (FLOPS) notwendig: $I = \dfrac{0 \text{ FLOPS}}{x \text{ Bytes}} = 0$
→ speicherlimitiert (trivial, wir berechnen ja gar nichts)

b) Potenzieren von Zahlen: Eine Floating-Point-Zahl ist 32 Bit (4 Byte) groß, wir müssen diese 4 Bytes einmal Laden und dann die 4 Bytes des Ergebnisses zurückspeichern.
Also: $I = \dfrac{\cancel{n} \cdot 9 \text{ FLOPS}}{\cancel{n} \cdot 2 \cdot 4 \text{ Byte}} = 1,125$ FLOPS/Byte $\qquad$ *es ist egal, ob alle Elemente oder nur eines betrachtet wird, n kann gekürzt werden

→ Ablesen aus dem Roofline-Modell: speicherlimitiert

3. a) Wir wissen aus Aufgabe 1, dass $\lim\limits_{n\to\infty} S_{Amdahl}(n) = \lim\limits_{n\to\infty} \dfrac{T}{t_s + \frac{t_p}{n}} = \dfrac{T}{t_s}$
Normieren wir also T auf 1, erhalten wir:
$\lim\limits_{n\to\infty} S_{Amdahl}(n) = \dfrac{1}{t_s} = \dfrac{1}{(1-t_p)} \Rightarrow 1 - \dfrac{1}{\lim\limits_{n\to\infty} S_{Amdahl}(n)} = t_p$ $\qquad$ (t_s, t_p hier relativ zu $T=1$)

Wir können also den maximalen Speedup aus dem Diagramm ablesen und daraus den parallelen Anteil ausrechnen:

- gelb: $1 - \frac{1}{20} = 0,95 = 95\%$
- rot: $1 - \frac{1}{10} = 0,9 = 90\%$
- violett: $1 - \frac{1}{4} = 0,75 = 75\%$
- blau: $1 - \frac{1}{2} = 0,5 = 50\%$

b, c) siehe ML