

Einzelprüfung „Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft)“

Einzelprüfungsnummer 46115 / 2016 / Frühjahr

## Thema 2 / Aufgabe 2 (SUBSET SUM, Raumausstattungsunternehmen)

**Stichwörter:** Komplexitätstheorie, Polynomialzeitreduktion

Ein Raumausstattungsunternehmen steht immer wieder vor dem Problem, feststellen zu müssen, ob ein gegebener rechteckiger Fußboden mit rechteckigen Teppichresten ohne Verschnitt ausgelegt werden kann. Alle Längen sind hier ganzzahlige Meterbeträge. Haben sie beispielsweise zwei Reste der Größen  $3 \times 5$  und einen Rest der Größe  $2 \times 5$ , so kann ein Fußboden der Größe  $8 \times 5$  ausgelegt werden.

Das Unternehmen beauftragt eine Softwarefirma mit der Entwicklung eines Programms, welches diese Frage für beliebige Größen von Fußboden und Teppichresten entscheiden soll. Bei der Abnahme weist die Softwarefirma darauf hin, dass das Programm im wesentlichen alle Möglichkeiten durchprobiert und daher für große Eingaben schnell ineffizient wird. Auf die Frage, ob man das nicht besser machen könne, lautet die Antwort, dass das vorgelegte Problem NP-vollständig sei und daher nach derzeitigem Kenntnisstand der theoretischen Informatik nicht mehr zu erwarten sei.

### Exkurs:

Das **Teilsommenproblem** (SUBSET SUM oder SSP) ist ein spezielles Rucksackproblem. Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ . Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.

- (a) Fixieren Sie ein geeignetes Format für Instanzen des Problems und geben Sie konkret an, wie die obige Beispielinstantz in diesem Format aussieht.

Lösungsvorschlag

Problem  $L$

**1. Alternative**  $I = \{x_1, y_1, \dots, x_n, y_n, c_x, c_y\}$

**2. Alternative**  $I = \{w_1, \dots, w_n, c\}$

- (b) Begründen Sie, dass das Problem in NP liegt.

Lösungsvorschlag

Es existiert ein nichtdeterministischer Algorithmus der das Problem in Polynomialzeit entscheidet:

- nichtdeterministisch Untermenge raten ( $\mathcal{O}(n)$ )
- Prüfe: ( $\mathcal{O}(n)$ )

**1. Alternative** Elementsumme der Produkte  $(x_i, y_i)$  aus Untermenge  $= c$

**2. Alternative** Elementsumme der Untermenge  $= c$

- (c) Begründen Sie, dass das Problem NP-schwer ist durch Reduktion vom NP-vollständigen Problem SUBSET-SUM.

Lösungsvorschlag

$$\preceq_p L$$

**1. Alternative** Die Funktion  $f$  ersetzt jedes  $w_i$  durch  $w_i, 1$  und  $c$  durch  $c, 1$  und startet TM für  $L$

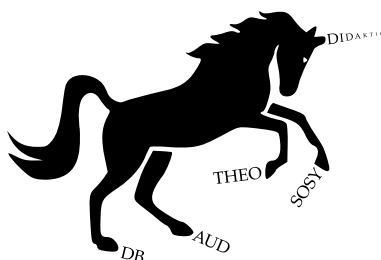
**Berechenbarkeit:** Hinzufügen von 1 für jedes Element, offensichtlich in Polynomialzeit

**Korrektheit:**  $w \in \Leftrightarrow f(w) \in L$ , offensichtlich, selbes Problem mit lediglich anders notierter Eingabe

**2. Alternative** Die Funktion  $f$  startet TM für  $L$

**Berechenbarkeit:** Identität, offensichtlich in Polynomialzeit

**Korrektheit:**  $w \in \Leftrightarrow f(w) \in L$  offensichtlich, selbes Problem



## Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends

Eine freie Aufgabensammlung mit Lösungen von Studierenden für Studierende zur Vorbereitung auf die 1. Staatsexamensprüfungen des Lehramts Informatik in Bayern.



Diese Materialsammlung unterliegt den Bestimmungen der Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell-Share Alike 4.0 International-Lizenz.