

# **SWE3 - Übung 5**

WS 2025/26

Aufwand in h: 6

Tim Peko

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Aufgabe: Flugreisen .....	2
1.1. Lösungsidee .....	2
1.2. Designentscheidungen .....	2
1.3. Validierung & Fehlerbehandlung .....	2
1.4. Teststrategie .....	2
1.5. Ergebnisse .....	3
1.5.1. Testfälle .....	4
1.5.2. Beispielausgabe .....	4
2. Aufgabe 2: Stücklistenverwaltung (./partlists) .....	5
2.1. Lösungsidee .....	5
2.1.1. Formatter .....	5
2.2. Teststrategie .....	6
2.3. Ergebnisse .....	6

# 1. Aufgabe: Flugreisen

## 1.1. Lösungsidee

Die Domäne wird über drei Klassen modelliert:

- **Person**: Vor- und Nachname, **Gender** (enum), Alter, Adresse, Kreditkarten-Nummer. Invarianten: Namen/Adresse nicht leer, Alter in `[0, 130]`, Kreditkarte nur Ziffern und Luhn-valide. Ausgabe maskiert die Karte (nur letzte 4 Ziffern sichtbar).
- **Flug**: Flugnummer, Fluglinie, **origin/destination**, Abflug-/Ankunftszeit (als Strings für Portabilität), Flugdauer in Minuten ( $> 0$ ). Invarianten: alle Strings nicht leer, **origin**  $\neq$  **destination**.
- **Flugreise**: Reisende Person und Sequenz von **Flug**-Segmenten. Invariante: Itinerary ist verbunden (`destination[i] = origin[i+1]`). Aggregationen: gesamte Flugzeit (Summe) sowie Zeitfenster (erste Abflug-/letzte Ankunftszeit).

Die Zeiten werden bewusst als Strings gehalten, um Date/Time-Abhängigkeiten (Zeitzone/Locale/C++20) zu vermeiden; Validierung bezieht sich daher auf Nicht-Leere und Konsistenz der Orte. Für die Übungen genügt das und erlaubt portable Tests.

## 1.2. Designentscheidungen

- **Kapselung**: Alle Klassen bieten lesende Getter, Validierung erfolgt in den Konstruktoren (Fehler  $\rightarrow$  `std::invalid_argument`).
- **Einfaches Zeitmodell**: Zeiten als Strings, Dauer als `int` Minuten. Dadurch einfache und robuste Ausgabe, ohne Plattformdetails.
- **Formatierte Ausgaben**: `operator<<` für **Person**, **Flug**, **Flugreise** erzeugen kompakte, menschenlesbare Zeilen.
- **Sicheres Logging**: Kreditkarten werden via `maskedCreditCard()` nur mit letzten vier Ziffern ausgegeben.
- **Domänensprache**: Die Klassen sind nach der Domäne benannt, um die Lesbarkeit zu verbessern. Die Domäne wird in deutscher Sprache benannt und spiegelt sich auch so im Code wieder.

## 1.3. Validierung & Fehlerbehandlung

- **Person** prüft Zwangsinvarianten inkl. Luhn-Check der Kreditkarte. Dazu existiert `static bool isValidCreditCard(...)`.
- **Flug** verifiziert Pflichtfelder, ungleiche Orte und positive Dauer.
- **Flugreise::addFlight(...)** erzwingt die Verbindung der Segmente (Exception bei Bruch).

Alle Validierungsfehler werden als `std::invalid_argument` signalisiert und in den Unit-Tests explizit geprüft.

## 1.4. Teststrategie

Die Tests folgen dem AAA-Prinzip (Arrange-Act-Assert).

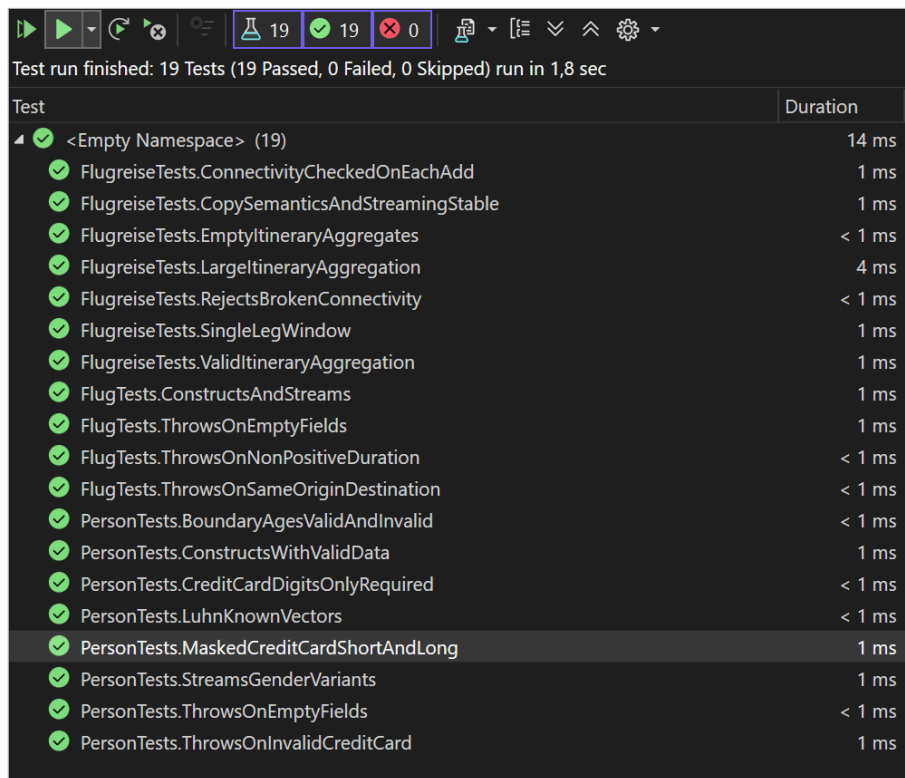
- **Person:** Konstruktion mit valider Testnummer (4111 1111 1111 1111), Maskierung, Luhn-Validierung; Negativfall (falsche Karte).
  - Boundary Ages: age  $\in [0, 130]$  valide; -1, 131 invalid.
  - Empty Fields: Leere Vor-/Nachnamen und Adresse werden abgewiesen.
  - Digits-Only Credit Card: Nummern mit Leerzeichen/Bindestrichen/Buchstaben  $\rightarrow$  invalid.
  - Luhn Vektoren: Klassiker 79927398713 (valid) vs. 79927398714 (invalid); gängige Test-PANs (4242..., 4012...) validieren.
  - Masking: Länge  $> 4$  behält die letzten 4 Ziffern; Länge  $\leq 4$  vollständig maskiert.
  - Streaming: Ausgabe enthält korrekten Gender-String (Male/Female/Diverse).
- **Flug:** Konstruktion, Streaming, Negativfall bei `origin = destination`.
  - Pflichtfelder: Leere Felder (Nummer, Airline, Orte, Zeiten) werden abgewiesen.
  - Konnektivitätsregel (Segment): `origin  $\neq$  destination` wird erzwungen.
  - Dauer: Nicht-positive Dauer (0, negativ) wird abgewiesen.
  - Streaming: Ausgabe enthält Flugnummer, Route und Dauer in Minuten.
- **Flugreise:** Hinzufügen mehrerer Segmente (Linz  $\rightarrow$  Frankfurt  $\rightarrow$  Denver  $\rightarrow$  Las Vegas), Aggregation von Minuten, Zeitfenster, Streaming; Negativfall (gebrochene Konnektivität).
  - Leere Reiseroute: `total_flight_time=0` und kein `window=` in der Ausgabe.
  - Einzelnes Segment: Korrektes Zeitfenster `firstDepartureTime()`  $\rightarrow$  `lastArrivalTime()`.
  - Große Reiseroute: 50 verbundene Segmente; Summe der Minuten, erstes/letztes Zeitfenster korrekt.
  - Copy-Semantik: Streaming bleibt nach Kopie identisch; Invariante bleibt erfüllt.
  - Konnektivität pro Hinzufügen: Bruch der Verbindung wird exakt bei der fehlerhaften `addFlight`-Operation erkannt (Exception); vorherige Segmente bleiben erhalten.

Die `main.cpp` startet GoogleTest; alle Tests laufen automatisiert.

## 1.5. Ergebnisse

- **Datenmodell:** ist klar, portabel und robust gegen ungültige Eingaben.
- **Ausgaben:** sind kompakt und enthalten alle geforderten Informationen.
- **Testfälle:** decken Konstruktion, Validierung, Formatierung und Reiserouten-Konnektivität ab.

### 1.5.1. Testfälle



Test run finished: 19 Tests (19 Passed, 0 Failed, 0 Skipped) run in 1,8 sec

Test	Duration
✓ <Empty Namespace> (19)	14 ms
✓ FlugreiseTests.ConnectivityCheckedOnEachAdd	1 ms
✓ FlugreiseTests.CopySemanticsAndStreamingStable	1 ms
✓ FlugreiseTests.EmptyItineraryAggregates	< 1 ms
✓ FlugreiseTests.LargeItineraryAggregation	4 ms
✓ FlugreiseTests.RejectsBrokenConnectivity	< 1 ms
✓ FlugreiseTests.SingleLegWindow	1 ms
✓ FlugreiseTests.ValidItineraryAggregation	1 ms
✓ FlugTests.ConstructsAndStreams	1 ms
✓ FlugTests.ThrowsOnEmptyFields	1 ms
✓ FlugTests.ThrowsOnNonPositiveDuration	< 1 ms
✓ FlugTests.ThrowsOnSameOriginDestination	< 1 ms
✓ PersonTests.BoundaryAgesValidAndInvalid	< 1 ms
✓ PersonTests.ConstructsWithValidData	1 ms
✓ PersonTests.CreditCardDigitsOnlyRequired	< 1 ms
✓ PersonTests.LuhnKnownVectors	< 1 ms
✓ PersonTests.MaskedCreditCardShortAndLong	1 ms
✓ PersonTests.StreamsGenderVariants	1 ms
✓ PersonTests.ThrowsOnEmptyFields	< 1 ms
✓ PersonTests.ThrowsOnInvalidCreditCard	1 ms

Abbildung 1: Testfälle der Aufgabe 1

### 1.5.2. Beispielausgabe

```

1 TRIP[
2   PERSON[Jane Roe, Female, 28, Street 1, *****1111]
3   FLIGHT[OS1, Austrian, Linz → Frankfurt, dep 08:00, arr 09:00, 60 min]
4   FLIGHT[UA2, United, Frankfurt → Denver, dep 10:30, arr 18:00, 510 min]
5   FLIGHT[WN3, Southwest, Denver → Las Vegas, dep 19:00, arr 20:30, 90 min]
6   total_flight_time=660 min, window=08:00 → 20:30
7 ]

```

txt

## 2. Aufgabe 2: Stücklistenverwaltung (./partlists)

### 2.1. Lösungsidee

Die Aufgabe wird als klassisches Composite realisiert (namespace `PartLists`):

- **Part** (abstrakt): Basisklasse mit Namen, `equalsTo(...)`, `clone()`, `accept(...)` und einfacher Persistenz (`store/load`).
- **CompositePart**: Sammlung von **Part**-Kindern; besitzt und verwaltet Kind-Elemente. `equalsTo` vergleicht rekursiv Struktur und Namen.
- **Formatter** (Strategie/Visitor):
  - **HierarchyFormatter**: gibt die Hierarchie eingerückt aus.
  - **SetFormatter**: zählt alle Blätter (Stückliste als Multiset) in Einfügereihenfolge.
- **Storable** (Interface): definiert `store()` / `load()`; beide Methoden verwenden eine einfache, menschenlesbare Textrepräsentation.

Wesentliche Entwurfsdetails:

- **Klonen statt Kopieren**: `addPart(Part const&)` nutzt `clone()` zur Wahrung des dynamischen Typs (keine Slicing-Probleme).
- **Eigentum**: **CompositePart** besitzt Kinder via `std::unique_ptr<Part>`. `getParts()` liefert konstante Rohzeiger zur sicheren Iteration.
- **Persistenzformat**:
  - Blätter: `P|<name>`
  - Composite:

```
1 C|<name>
2 {
3   ...
4 }
```

`load()` verifiziert aktuell die Wurzel; ein vollständiger Rekonstruktionsparser wäre ein natürlicher Ausbau.

#### 2.1.1. Formatter

- **HierarchyFormatter** (Preorder, 2 Leerzeichen pro Ebene):

```
1 Sitzgarnitur
2   Sessel
3     Bein (klein)
4     Bein (klein)
5     Bein (klein)
6     Bein (klein)
7     Sitzfläche
8   Sessel
9     Bein (klein)
10    Bein (klein)
11    Bein (klein)
12    Bein (klein)
13    Sitzfläche
14  Tisch
15    Bein (groß)
16    Bein (groß)
17    Bein (groß)
18    Bein (groß)
19    Tischfläche
```

txt

- **SetFormatter** (Einfügereihenfolge der Blätter durch Traversierung):

```
1 Sitzgarnitur:  
2   8 Bein (klein)  
3   2 Sitzfläche  
4   4 Bein (groß)  
5   1 Tischfläche
```

txt

## 2.2. Teststrategie

Die Tests folgen dem AAA-Prinzip und orientieren sich an den Best-Practices aus den vorigen Übungen. Zusätzlich wurde die Abdeckung deutlich erweitert:

- **Validierung:** Leere Namen werden abgewiesen (`Part`, `CompositePart`).
- **Strukturgleichheit:** `equalsTo` vergleicht Namen und Reihenfolge/Struktur der Kinder; unterschiedliche Reihenfolge → `false`.
- **Klonen:** Deep-Clones sind unabhängig; nach Mutation der Originalstruktur bleibt der Clone unverändert.
- **Formatter-Outputs:**
  - Hierarchie: exakter Stringvergleich inkl. Einrückung.
  - Set: deterministische Reihenfolge über erste Auftretensreihenfolge; exakte Zählwerte.
  - Leere Composite: nur Name bzw. Name mit Doppelpunkt (keine weiteren Zeilen).
- **Persistenz:**
  - Header-Prüfung: `P|<name>` für Blätter, `C|<name>` für Composite.
  - Negativtest: Composite lädt nicht aus `P|...` (Exception).
  - Sanity: `store()` / `load()` werfen keine Exceptions bei korrektem Format.
- **Tiefe Strukturen:** 20 Ebenen tiefer Baum wird korrekt formatiert (Einrückung sichtbar).

## 2.3. Ergebnisse

Alle definierten Testfälle sind, wie in Abbildung 2 dargestellt, erfolgreich.

Test run finished: 14 Tests (14 Passed, 0 Failed, 0 Skipped) run in 1,2 sec

Test	Duration
▶ ✓ 01_Beispiel (19)	4 ms
▲ ✓ 02_Beispiel (14)	34 ms
✓ PartLists.AcceptCallsFormatter	< 1 ms
✓ PartLists.AddPartNullptrThrows	< 1 ms
✓ PartLists.CloneDeepAndMutationIsolation	< 1 ms
✓ PartLists.DeepHierarchyFormatting	< 1 ms
✓ PartLists.EmptyCompositeFormatting	< 1 ms
✓ PartLists.Equality_OrderMatters	< 1 ms
✓ PartLists.EqualsTo_ComparesStructureAndNames	< 1 ms
✓ PartLists.HierarchyFormatter_PrintsIndentedTree	< 1 ms
✓ PartLists.LoadRejectsInvalidRootForComposite	11 ms
✓ PartLists.PartRejectsEmptyName	< 1 ms
✓ PartLists.Persistence_WritesExpectedHeaders	3 ms
✓ PartLists.SetFormatter_PrintsAggregatedMultiset	< 1 ms
✓ PartLists.SetFormatterDeterministicOrder	1 ms
✓ PartLists.StoreAndLoad_DoNotThrow	19 ms

Abbildung 2: Testfälle der Aufgabe 2