

**Hochschule Luzern**  
Departement für Informatik

# PCP Projekt - Programmiersprachanalyse

**Analyse der Programmiersprache GO**

**Studierende:** Frederico Fischer, Oliver Werlen  
**Dozenten:** Prof. Dr. Ruedi Arnold, Marcel Baumann  
**Abgabedatum:** 26. Mai 2021

# 1 Einleitung

In dieser Projektarbeit wurde die Programmiersprache **Go** analysiert. Es handelt es sich, wie auch bei vielen anderen Sprachen, um eine Multiparadigmen Sprache (funktional, imperativ und objektorientiert). Dabei wurde Bezug auf dessen Entstehungsgeschichte sowie Spezialitäten und Feinheiten genommen. Motivierungsgründe für die Wahl dieser Sprache waren, dass es sich dabei um eine sehr junge und oft verwendete Sprache handelt, die bei vielen neuen Anwendungen genutzt wird und eine hohe Popularität aufweist.

## 2 Vision, Geschichte & Verbreitung

Die Sprache „Go“ ist durch Google von den Entwicklern Robert Griesemer, Rob Pike und Ken Thompson entstanden. Gründe für dessen Entstehung waren die Beseitigung der Langsam- sowie Schwerfälligkeiten und die Erhöhung der Produktivität und Skalierbarkeit ihrer Prozesse. Das Zielpublikum dieser Sprache sind insbesondere Software Entwickler, welche sich mit grossen Softwaresystemen auseinandersetzen. Diese Sprache zeichnet sich durch seine Performance, Lesbarkeit, unkomplizierte Einbindung von Abhängigkeiten sowie simple Nebenläufigkeitsimplementierung aus. Insbesondere in der DevOps-Gemeinde wurde diese sehr beliebt. Beispielsweise wurde Kubernetes in dieser Sprache entwickelt

## 3 Sprachkonstrukte

### 3.1 Goroutines, Channels & Select

**Goroutines** Eine Goroutine ist ein leichtgewichtiger Thread, welcher von der Go runtime gemanaged wird. Goroutines nutzen dabei den selben Adressraum, daher muss der Zugriff auf geteilte Ressourcen synchronisiert werden. In Go gibt es Primitives, welche die Synchronisierung übernehmen. Jedoch werden diese nur selten genutzt, da in den meisten Fällen mit Channels gearbeitet wird.

**Channels** Ein Channel erlaubt einen einfachen Datenfluss. Per Default ist dabei das Senden und Empfangen blockierend, bis die andere Seite bereit ist. Goroutines lassen sich somit sehr leicht synchronisieren, ohne den Einsatz von Locks oder Variablen. Der Channel kann explizit vom Sender geschlossen werden. Damit wird dem Empfänger signalisiert, dass keine Werte mehr empfangen werden können. Das Schliessen des Channels sollte dabei exklusiv vom Sender ausgeführt werden. Senden auf einen geschlossenen Channel verursacht dabei "panic".

**Select** Bei einem Select wird bei mehrfacher Auswahl gewartet, bis eine Operation laufen kann.

```
package main

import "fmt"

func fibonacci(c, quit chan int) {
    //base
    x, y := 0, 1
    for {
        select {
            //check if read on c is active
            case c <- x:
                x, y = y, x+y
            //check if read on quit is active
            case <-quit:
                fmt.Println("quit")
                //close channel
                close(c)
                return
        }
    }
}

func main() {
    //init of channel c
    c := make(chan int)
    //init of channel quit
    quit := make(chan int)
    go func() {
        //read 10 values from channel
        for i := 0; i < 10; i++ {
            fmt.Println(<-c)
        }
        //10 values read, read from quit channel
        quit <- 0
    }()
    //run async method fibonacci
    fibonacci(c, quit)
}
```

Abbildung 1: Beispiel Goroutine, Channel und Select

## 3.2 Maps & Slices

**Slices** Bei Slices handelt es sich um ein dynamisches Array welches speziell für Go implementiert wurde und als Datenstruktur in der Standardbibliothek mitenthalten ist. Im Hintergrund besteht ein Slice aus einem Array weshalb es auch Funktionen eines Arrays mitliefert. Ein wichtiger Unterschied ist, dass ein Array ein Value-Typ ist, wohingegen ein Slice ein Referenz-Typ.

Bei der Instanziierung eines Slices kann dessen Länge sowie Kapazität angegeben werden. Die Länge bezeichnet die Anzahl Elemente welches ein Slice enthält und die Kapazität die Anzahl Elemente welche sich im unterliegenden Array befinden.

```
s := []int{2, 3, 5, 7, 11, 13}
printSlice(s) // len=6 cap=6 [2 3 5 7 11 13]

// Slice the slice to give it zero length.
s = s[:0]
printSlice(s) // len=0 cap=6 []

// Extend its length.
s = s[:4]
printSlice(s) // len=4 cap=6 [2 3 5 7]

// Drop its first two values.
s = s[2:]
printSlice(s) // len=2 cap=4 [5 7]

s = s[:5] // panic: runtime error:
printSlice(s) // slice bounds out of range [:5] with capacity 4
```

Abbildung 2: Verhalten von Slices, Quelle Autor

```
foods := map[string]interface{}{
    "bacon": "delicious",
    "eggs": struct {
        source string
        price  float64
    }{ source: "chicken", price: 1.75},
    "steak": true,
    "waterBottles": 2,
    "myFile": os.Create( name: "myFile.txt"),
}
```

Abbildung 3: Verhalten von Slices, Quelle Autor

**Maps** Hierbei handelt es sich um eine Key-Value-Datenstruktur, welche in anderen Sprache unter HashMaps bekannt ist. Typen von Keys müssen comparable sein, weshalb Funktionen und Slices nicht genommen werden können. Eine spezielle Eigenschaft dieser Map ist der Value-Type **Interface**. Damit steht als Value dem Entwickler offen was für Typen dieser dort nutzen will. Es kann eine Mischung aus Structs, Strings, Arrays, Pointers etc. sein. Diese Eigenschaft ist nützlich, wenn bspw. das Schema vom erhaltenen JSON nicht bekannt ist und in einer Map gespeichert werden soll. map interface!

## 3.3 Structural & Nominal Typing

Beim nominal Typing wird gegen den Namen verglichen, wohingegen beim structural Typing die Struktur beachtet wird. Objektorientierte Sprachen wie Java, C++ oder auch Swift tendieren zum nominal Typing, wohingegen funktionale Sprachen eher zu structural Typing tendieren.

Bei dynamisch typisierten Sprachen existiert zusätzlich DuckTyping. Diese verfolgen den Ansatz: It's easier to ask forgiveness than permission. Bei go gibt es kein DuckTyping. Das ist auch im Beispiel zu sehen. Es wird nicht versucht, den Code laufen zu lassen, sondern direkt ein Compilerfehler angezeigt. Go erlaubt es daher, einem Objekt vom Typ Meter eine Instanz vom Typ Centimeter zuzuweisen. In Sprachen mit einem Nominal Typing wäre dies nicht möglich. Damit dies möglich ist, muss die

```
package structuralTyping

type Meter struct {
    value int64
}

type Centimeter struct {
    value int64
}

func main() {
    cm := Centimeter{
        value: 1000,
    }

    var m Meter
    //allowed, because int32 and int 32 are
    m = Meter(cm)
    print(m.value)
    //same here
    cm = Centimeter(m)
    print(cm.value)
}
```

Abbildung 4: Structural Typing in Go, Quelle Autor

Struktur der beiden structs identisch sein. Go unterscheidet auch zwischen den vordefinierten Typen wie `int64` und `int32`.

### 3.4 The Go Memory Model

```
package MemoryModel

var p *int

func main() {
    done := make(chan bool)
    // "done"-Variable wird in der Main-Methode
    // sowie in der Goroutine verwendet, somit
    // landet dieser im Heap

    go func() {
        x, y, z := 123, 456, 789
        _ = z // z kann auf dem Stack abgelegt werden
        p = &x // x und y landen auf dem Heap, weil sie
        p = &y // über das globale p referenziert werden

        // x wird nun nicht mehr referenziert
        // und kann durch den Garbage Collector
        // aufgesammelt werden

        p = nil
        // y wird nun auch nicht mehr referenziert
        // und kann durch den Garbage Collector
        // gesammelt werden

        done <- true
    }()

    <-done
}
```

Abbildung 5: Beispiel vom Memory Management, Quelle Autor

Die Sprache **Go** liefert ein automatisches Memory Management mit wie zum Beispiel automatische Memoryallozierung oder den Garbage Collector. Dieser arbeitet dabei mit Memory Blocks, welche Values beinhalten und unterschiedlich gross sein können. Memory Blocks entstehen bspw. durch den Aufruf von **new** (nur einen auf dem Heap oder Stack) oder **make** (mehrere auf dem Heap), Variablendeklarationen etc. Jede goroutine verwaltet einen Stack (Memory Segment). Dabei handelt es sich um einen Memory Pool von Memory Blocks welche alloziert werden können. Memory Blocks, welche durch eine Goroutine auf einen Stack alloziert werden, sind nur in dieser Goroutine intern ersichtlich. Darin müssen keine Synchronisationsarbeiten vorgenommen werden. Beim Heap handelt es sich um ein Singleton.

Wenn ein Memory Block nicht in einer Goroutine Stack alloziert ist, landet er im Heap. Solche Memory Blöcke können durch mehrere Goroutine verwendet werden, weshalb die Synchronisierung beachtet werden muss. Wenn der Compiler entdeckt, dass ein

Memory Block über mehrere Goroutines hinweg verwendet wird oder sich nicht sicher ist ob es auf den Stack soll, wird dieser im Heap abgelegt. Die Vorteile Memory Blocks auf dem Stack abzulegen sind, dass die Allokierung schneller ist, diese nicht durch den Garbage Collector bereinigt werden müssen und sie CPU Cache-freundlicher sind.

### 3.5 Package Management

In 2018 wurde das Go-Modules Konzept eingeführt. Go Modules können intern im Projekt, jedoch auch von externen Projekten importiert werden. Ein weiterer Grund für Go Modules ist die Vereinfachung des Dependency Managements. Im Module File werden dabei alle Dependencies gesammelt und ermöglichen reproduzierbare Builds. Es ist auch möglich, verschiedene Versionen eines Modules als Dependency hinzuzufügen. In einem anderen File speichert go die Hashes der Dependencies. Dadurch wird sicher gestellt, dass die Versionen nicht verändert wurden. Die bereits heruntergeladenen Module werden gecached und im Projektpfad abgelegt.

Im Beispiel wird auf ein lokales Modul zugegriffen. Hierzu wird ein replace des Pfads gemacht, da das Modul nicht aus dem Internet herunterladbar ist. Es wird auf das Dateisystem verwiesen. Ausserdem ist die Versionsnummer zufällig gewählt.

## 3.6 Defer

Das Defer Statement verschiebt, wie es der Name schon sagt, die Ausführung einer Funktion, bis die Umgebende abgeschlossen ist. Die Argumente werden direkt ausgewertet. Defer Funktionsaufrufe werden auf den Stack gepushed. Wenn die umgebende Funktion returned, werden die deferred Aufrufe in der last-in-first out order abgerufen. Ein Einsatzzweck wäre die Vereinfachung von Clean-Up Actions. So kann zum Beispiel beim Lesen eines Files durch ein defer das Schliessen des Streams nach der Bearbeitung umgesetzt werden.

Die beiden anderen Möglichkeiten Panic und Recover, um die go-Flow Control zu bearbeiten, werden nicht weiter bearbeitet.

## 4 Fazit

### 4.1 Team-Fazit

Der Einstieg in die Go-Welt war dank dem Tutorial „Tour of Go“ nicht besonders anspruchsvoll. Dabei wurden die wesentlichen Sprachkonstrukte anhand von einfachen, nachvollziehbaren Beispielen eingeführt. Es wurde genug Dokumentation zu dieser Sprache gefunden und es stellte sich heraus, dass diese eine grosse Community aufweist. Da die Sprache ebenfalls an C angelehnt ist, ist die Syntax als Java-Entwickler nicht befremdend. Das Lösen der Aufgaben bereitete nur bedingt Probleme. Obwohl es sich bei Go um eine Multiparadigmen Sprache handelt, wurden die Übungen meistens mit objektorientierten Ansätzen gelöst. Es wurden aber mit Absicht Übungen selektiert, welche andere Paradigmen verfolgen als die Objektorientierung.

Resultierend aus den gesammelten Erfahrungen fällt das Teamfazit sehr positiv aus. Beide Teammitglieder würden die Sprache in grösseren Projekten gerne mal einsetzen.

### 4.2 Fazit Frederico Fischer

Als DevOps-interessierte Person bin ich beruflich als auch privat bei diversen Projekten auf diese Sprache gestossen, weshalb ich diese genauer anschauen wollte. Mir gefällt besonders, dass man sehr schnell kleinere Scripts oder Tools damit entwickeln kann, jedoch auch mit grossen Projekten zurecht kommt. Ich finde es sehr interessant, wie viel Wert auf das Memory Management, die Kompilierung sowie die Nebenläufigkeitsansätze gesetzt wurde. Was ich jedoch vermisst habe sind gewisse Datenstrukturen. Zwar sticht es mit Slices oder Maps mit Interfaces als Value-Types heraus, besitzt aber standardmässig keine weiteren bekannten Datenstrukturen wie Sets oder Queues. Ich würde mich aber trotzdem gerne beruflich weiter mit dieser Sprache auseinandersetzen.

### 4.3 Fazit Oliver Werlen

Go bietet viele, von anderen Sprachen bekannte, Konstrukte direkt von Haus aus und vereinfacht deren Anwendung. Besonders das Schreiben von asynchronem Code fiel mir positiv auf, da die Verwendung von Channels die Implementierung solcher Synchronisierungsmechanismen sehr vereinfacht. Das Modul Konzept von Go macht den Einsatz eines zusätzlichen Dependency Managers wie Gradle oder Maven überflüssig.

Go müsste sich bei mir zuerst in einem grösseren Projekt zum Einsatz kommen, um ein abschliessendes Fazit geben zu können. Der erste Eindruck ist aber positiv.