Programmier-Einführung mit Go

Reiner Hüchting

28. November 2024

Überblick

- Grundlagen
- Listen
- Eigene Datentypen
- Rekursion

Grundlagen – Überblick

Grundlagen

- Hello World
- Ratespiel
- Kontrollfluss
- Beispiel: Suche in einer Liste
- Beispiel: Fakultät
- Schleifen
- Variablen

Listen

Eigene Datentypen

Rekursion

Hello World

Hello World in Go

```
1 package main
2
3 import "fmt"
4
5 func main() {
6   fmt.Println("Hello World!")
7 }
```

Hello World

Hello World in Go

```
1 package main
2
3 import "fmt"
4
5 func main() {
6   fmt.Println("Hello World!")
7 }
```

Zeile 1: Paketdefinition

- Pakete strukturieren den Code.
- main : Spezielles Paket für ausführbare Programme.

Hello World

Hello World in Go

```
1 package main
2
3 import "fmt"
4
5 func main() {
6   fmt.Println("Hello World!")
7 }
```

Zeile 3: Import-Statement

- Macht Code aus anderen Paketen verfügbar (hier: fmt).
- fmt : Standardpaket für Ein- und Ausgabe.

Hello World

Hello World in Go

```
1 package main
2
3 import "fmt"
4
5 func main() {
6   fmt.Println("Hello World!")
7 }
```

ab Zeile 5: Funktion `main`

- Einstiegspunkt des Programms.
- Jedes ausführbare Go-Programm enthält genau eine `main`-Funktion.

Hello World

Begrüßungsfunktion

```
1 package greet
2
3 import "fmt"
4
5 func Greet(name string) string {
6   return fmt.Sprintf("Hello %s!", name)
7 }
```

Hello World

Begrüßungsfunktion

```
1 package greet
2
3 import "fmt"
4
5 func Greet(name string) string {
6   return fmt.Sprintf("Hello %s!", name)
7 }
```

Funktionen machen den Code modular

- ermöglichen Wiederverwendung
- ermöglichen gleiches Verhalten für unterschiedliche Werte
- strukturieren den Code, verbessern die Lesbarkeit

Hello World

Begrüßungsfunktion

```
1  package greet
2
3  import "fmt"
4
5  func Greet(name string) string {
6    return fmt.Sprintf("Hello %s!", name)
7  }
```

Verhalten für verschiedene *Argumente*

greet("Alice") → Hello Alice!
greet("Bob") → Hello Bob!

Ratespiel

Ziel: Ein einfaches Ratespiel

- Der Benutzer wird bis zu drei Mal aufgefordert, eine Zahl zu raten.
- Falls die Eingabe richtig ist, endet das Programm sofort mit einer Nachricht.
- Falls die Eingabe drei Mal falsch ist, wird ebenfalls eine Nachricht ausgegeben und das Programm beendet.

Ratespiel

Einlesen einer Zahl

```
1 func ReadNumber() int {
2   var n int
3   fmt.Print("Rate eine Zahl: ")
4   fmt.Scan(&n)
5   return n
6 }
```

Ratespiel

Einlesen einer Zahl

```
1 func ReadNumber() int {
2   var n int
3   fmt.Print("Rate eine Zahl: ")
4   fmt.Scan(&n)
5   return n
6 }
```

Funktion ReadNumber

- erwartet keine Argumente
- gibt eine Zahl zurück

Ratespiel

Einlesen einer Zahl

```
1 func ReadNumber() int {
2   var n int
3   fmt.Print("Rate eine Zahl: ")
4   fmt.Scan(&n)
5   return n
6 }
```

Zeile 2: Deklaration einer Variablen für die Zahl

- " var n int ërzeugt eine Variable " n "vom Typ " int ".
- Soll die Eingabe des Benutzers speichern.

Ratespiel

Einlesen einer Zahl

```
1 func ReadNumber() int {
2   var n int
3   fmt.Print("Rate eine Zahl: ")
4   fmt.Scan(&n)
5   return n
6 }
```

Zeile 4: Einlesen der Zahl

- Liest eine Eingabe von der Konsole.
- Speichert die Eingabe an der Adresse von `n`.

Ratespiel

Einlesen einer Zahl

```
1 func ReadNumber() int {
2   var n int
3   fmt.Print("Rate eine Zahl: ")
4   fmt.Scan(&n)
5   return n
6 }
```

Zeile 5: Rückgabe der Zahl

- Beendet die Funktion mit `n` als Ergebnis.
- Das Ergebnis kann in anderen Funktionen verwendet werden.

Ratespiel

Verwendung von ReadInput

```
1  func GuessingGame() {
2    for n := 0; n < 3; n++ {
3      guess := ReadNumber()
4      if NumberGood(guess) {
5        fmt.Println("Richtig geraten! :-)")
6        return
7      }
8    }
9    fmt.Println("Zu viele falsche Zahlen! :-(")
10 }
```

Ratespiel

Verwendung von ReadInput

```
1  func GuessingGame() {
2    for n := 0; n < 3; n++ {
3      guess := ReadNumber()
4      if NumberGood(guess) {
5        fmt.Println("Richtig geraten! :-)")
6        return
7      }
8    }
9    fmt.Println("Zu viele falsche Zahlen! :-(")
10 }
```

Zeile 3: Aufruf von ReadNumber

- Führt die komplette Funktion aus.
- Speichert das Ergebnis in der Variable guess .

Ratespiel

Verwendung von ReadInput

```
1  func GuessingGame() {
2    for n := 0; n < 3; n++ {
3      guess := ReadNumber()
4      if NumberGood(guess) {
5        fmt.Println("Richtig geraten! :-)")
6        return
7      }
8    }
9    fmt.Println("Zu viele falsche Zahlen! :-(")
10 }
```

Zeile 4: If-Anweisung

- Prüft die Eingabe mittels einer weiteren Funktion.
- Gibt eine Nachricht aus und beendet das Programm, falls die Eingabe korrekt ist.

Ratespiel

Verwendung von ReadInput

```
1  func GuessingGame() {
2    for n := 0; n < 3; n++ {
3      guess := ReadNumber()
4      if NumberGood(guess) {
5        fmt.Println("Richtig geraten! :-)")
6        return
7      }
8    }
9    fmt.Println("Zu viele falsche Zahlen! :-(")
10 }
```

Zeile 2: For-Schleife

- Führt die Abfrage bis zu drei Mal aus.
- Verwendet einen Zähler, der mit 0 startet und bei jedem Durchlauf erhöht wird.

Ratespiel

Verwendung von ReadInput

```
1  func GuessingGame() {
2    for n := 0; n < 3; n++ {
3      guess := ReadNumber()
4      if NumberGood(guess) {
5        fmt.Println("Richtig geraten! :-)")
6        return
7      }
8    }
9    fmt.Println("Zu viele falsche Zahlen! :-(")
10 }
```

Zeile 9: Ausgabe am Ende der Schleife

- Bis hier kommt das Programm, wenn der Benutzer drei Mal falsch geraten hat.

Ratespiel

Prüfung der Zahl

```
1 func main() {
2   GuessingGame()
3 }
```

main -Funktion des Ratespiels

- Einstiegspunkt: Muss vorhanden sein.
- Ruft die Funktion GuessingGame auf.

Ratespiel

Zusammenfassung

- Nutze fmt.Scan , um eine Benutzereingabe einzulesen,
- eine If-Anweisung, um auf die Eingabe zu reagieren,
- eine For-Schleife, um eine Aktion mehrfach auszuführen,
- Funktionen, um den Code zu strukturieren.

Die Schleife ist für sich alleine verständlich

```
1    for n := 0; n < 3; n++ {
2      guess := ReadNumber()
3      if NumberGood(guess) {
4        fmt.Println("Richtig geraten! :-)")
5        return
6      }
7    }
```

Kontrollfluss

Kontrollfluss

- Funktionen, Schleifen und If-Anweisungen
- Steuern den Ablauf eines Programms
- Erlauben automatisierte Berechnungen für unterschiedliche Eingaben

Beispiele

- Suche nach einem Element in einer Liste
- Berechnung der Fakultät einer Zahl
- Allgemeiner: Berechnung des aktuellen System-Zustands

Beispiel: Suche in einer Liste

Ziel: Finde die Position eines Elements in einer Liste.

Was wir nicht wollen...

```
1  func FindStepByStep(list []int, el int) int {
2    if el == list[0] {
3      return 0
4    }
5    if el == list[1] {
6      return 1
7    }
8    if el == list[2] {
9      return 2
10   }
11   // ...
12   return -1
13 }
```

Beispiel: Suche in einer Liste

Ziel: Finde die Position eines Elements in einer Liste.

Besser: Eine Schleife

```
1 func FindElementLoop1(list []int, e int) int {
2   for i := 0; i < len(list); i++ {
3     if list[i] == e {
4       return i
5     }
6   }
7   return -1
8 }
```

Beispiel: Suche in einer Liste

Ziel: Finde die Position eines Elements in einer Liste.

Oder so:

```
1 func FindElementLoop2(list []int, e int) int {
2   for i, el := range list {
3     if el == e {
4       return i
5     }
6   }
7   return -1
8 }
```

Vorteil

- Die Schleife kann beliebig lange laufen.
- Die einzelnen Vergleiche wären in der Anzahl festgelegt.

Beispiel: Suche in einer Liste

Ziel: Finde die Position eines Elements in einer Liste.

Vorteil

- Die Schleife kann beliebig lange laufen.
- Die einzelnen Vergleiche wären in der Anzahl festgelegt.

Analogie

- Einzelne Vergleiche: „Dabei bleiben“
- Schleife ist *automatisiert*

Beispiel: Fakultät

Ziel: Berechne 5!

- Es gilt: $5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$
- Kann schrittweise mit Zwischenergebnissen berechnet werden:

Berechnung	**Zwischenergebnis**
1	1
$2 \cdot 1$	2
$3 \cdot 2$	6
$4 \cdot 6$	24
$5 \cdot 24$	120

- So ähnlich würde man es auf Papier berechnen.
- Ziel: Automatisiere die Berechnung.

Beispiel: Fakultät

Schritt-Für-Schritt-Berechnung

```
1    result := 1 // Startwert
2    result = result * 2
3    result = result * 3
4    result = result * 4
5    result = result * 5
```

Berechnung	Zwischenergebnis
1	1
$2 \cdot 1$	2
$3 \cdot 2$	6
$4 \cdot 6$	24
$5 \cdot 24$	120

Beispiel: Fakultät

Schritt-Für-Schritt-Berechnung

```
1    result := 1 // Startwert
2    result = result * 2
3    result = result * 3
4    result = result * 4
5    result = result * 5
```

- Problem: Die Berechnung ist sehr starr.
- Umständlich aufzuschreiben und anzupassen.
- Lösung: Schleifen

Beispiel: Fakultät

Schritt-Für-Schritt-Berechnung

```
1   result := 1 // Startwert
2   result = result * 2
3   result = result * 3
4   result = result * 4
5   result = result * 5
```

Berechnung von 5! mit Schleife

```
1   result := 1 // Startwert
2   for i := 2; i <= 5; i++ {
3     result = result * i
4   }
```

Beispiel: Fakultät

Berechnung von 5! mit Schleife

```
1   result := 1 // Startwert
2   for i := 2; i <= 5; i++ {
3     result = result * i
4   }
```

Vorteile:

- kompakterer Code
- Nur an einer Stelle ändern, um n zu ändern.
- Nächster Schritt: n durch eine Variable ersetzen.

Beispiel: Fakultät

Berechnung von 5! mit Schleife

```
1   result := 1 // Startwert
2   for i := 2; i <= 5; i++ {
3     result = result * i
4   }
```

Verallgemeinerte Schleife

```
1   result := 1 // Startwert
2   for i := 2; i <= n; i++ {
3     result = result * i
4   }
```

Beispiel: Fakultät

Verallgemeinerte Schleife

```
1   result := 1 // Startwert
2   for i := 2; i <= n; i++ {
3     result = result * i
4   }
```

Vorteile:

- Flexibel, n kann z.B. eingelesen oder berechnet werden.

Nachteile:

- Code kann noch nicht wiederverwendet werden.
- Muss ggf. an mehrere Stellen kopiert werden.
- Nächster Schritt: Funktionen

Beispiel: Fakultät

Funktion für die Fakultät

```
1 func FactorialNLoop(n int) int {
2   result := 1 // Startwert
3   for i := 2; i <= n; i++ {
4     result = result * i
5   }
6
7   return result
8 }
```

Beobachtungen:

- Code ist in einer Funktion *eingepackt*.
- Die Funktion kann an anderer Stelle verwendet werden.

Beispiel: Fakultät

Alternative: Rückwärts laufende Schleife

```
1 func FactorialNLoopBackwards(n int) int {
2   result := 1 // Startwert
3   for i := n; i >= 1; i-- {
4     result = result * i
5   }
6
7   return result
8 }
```

Beobachtungen:

- Die Schleife hat einen Zähler und eine Abbruchbedingung.
- Eines der wichtigsten Konzepte in der Programmierung!

Beispiel: Fakultät

Alternative: Rekursive Berechnung

```
1 func FactorialNRecursive(n int) int {
2   if n == 0 {
3     return 1
4   }
5   return n * FactorialNRecursive(n-1)
6 }
```

Basiert auf folgender Beobachtung:

$$n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdots 2 \cdot 1$$
$$= n \cdot (n-1)!$$

Schleifen

Genereller Aufbau einer Schleife

```
1 for <Start>; <Bedingung>; <Schritt> {
2   // Schleifenkörper
3 }
```

Erläuterungen:

- Oft wird ein Zähler, der in jedem Schleifendurchlauf inkrementiert wird.
- Die Schleife läuft solange, wie die Bedingung erfüllt ist.
- Der Zähler ist meist eine `int`-Variable und startet bei 0.
- Schleifen können aber auch rückwärts laufen oder komplexere Bedingungen haben.

Schleifen

Beispiel: Zahlen auflisten

```
1 func ListNumbers(n int) {
2   for i := 0; i < n; i++ {
3     fmt.Println(i)
4   }
5 }
```

Erläuterungen:

- Gibt die Zahlen von 0 bis $n - 1$ auf der Konsole aus.
- Hat dabei n Schleifendurchläufe.

Schleifen

Beispiel: Zahlen rückwärts auflisten

```
1 func ListNumbersBackwards(n int) {
2   for i := n; i > 0; i-- {
3     fmt.Println(i)
4   }
5 }
```

Erläuterungen:

- Gibt die Zahlen von n bis 1 rückwärts auf der Konsole aus.
- Hat dabei n Schleifendurchläufe.

Schleifen

Beispiel: Gerade Zahlen auflisten

```
1 func ListEvenNumbers(n int) {
2   for i := 0; i < n; i++ {
3     if i%2 == 0 {
4       fmt.Println(i)
5     }
6   }
7 }
```

Erläuterungen:

- Gibt die geraden Zahlen von 0 bis $n - 1$ auf der Konsole aus.

Schleifen

Beispiel: Vielfache

```
1 func ListMultiplesOf(m, n int) {
2   for i := 0; i < n; i++ {
3     if i%m == 0 {
4       fmt.Println(i)
5     }
6   }
7 }
```

Erläuterungen:

- Gibt alle Vielfachen von m auf der Konsole aus, die kleiner als $n - 1$ sind.

Schleifen

Beispiel: Vielfache

```
1 func ListMultiplesOfBigSteps(m, n int) {
2   for i := 0; i < n; i += m {
3     fmt.Println(i)
4   }
5 }
```

Erläuterungen:

- Gibt alle Vielfachen von m auf der Konsole aus, die kleiner als $n - 1$ sind.
- Wie zuvor, aber eine Schleife, die größere Schritte macht.

Schleifen

Beispiel: Summe

```
1 func SumN(n int) int {
2   sum := 0
3   for i := 1; i <= n; i++ {
4     sum += i
5   }
6
7   return sum
8 }
```

Erläuterungen:

- Berechnet die Summe der Zahlen von 1 bis n.
- Gibt nichts aus, sondern hat ein Rechenergebnis, das mit `return` zurückgegeben wird.

Schleifen

Beispiel: Summe Rekursiv

```
1 func SumNRecursive(n int) int {
2   if n == 0 {
3     return 0
4   }
5   return n + SumNRecursive(n-1)
6 }
```

Erläuterungen:

- Berechnet die Summe der Zahlen von 1 bis n.
- Rekursiver Ansatz, ähnlich wie schon bei der Fakultät.

Schleifen

Beispiel: Primzahltest

```
1 func IsPrime(n int) bool {
2   for i := 2; i < n; i++ {
3     if n%i == 0 {
4       return false
5     }
6   }
7   return n > 1
8 }
```

Erläuterungen:

- Prüft für alle i zwischen 2 und $n-1$, ob n durch i teilbar ist.
- Gibt `true` zurück, wenn n eine Primzahl ist, sonst `false`.

Schleifen

Beispiel: While-Schleife

```
1 func SumWhileN(n int) int {
2   sum, i := 0, 1
3   for i <= n {
4     sum += i
5     i++
6   }
7   return sum
8 }
```

Erläuterungen:

- Berechnet wieder die Summe der Zahlen von 1 bis n.
- Verwendet dafür eine `while-Schleife`.
- Die Schleife läuft solange, wie die Bedingung erfüllt ist.

Variablen

Wichtige Bestandteile von Programmen: Variablen

- Variablen sind Speicherplätze für Werte.
- Müssen deklariert werden.
- Anschließend können darin Werte gespeichert werden und man kann mit diesen Werten rechnen.

Technische Sicht

- Variablen sind Speicherbereiche im *Arbeitsspeicher*.
- Die Größe des Bereichs hängt vom Typ der Variable ab.
- Der Typ einer Variable muss bei der Deklaration klar sein.
  - Notwendig, um den Speicher korrekt zu reservieren.
  - Nützlich, um das Programm vorab auf Fehler zu überprüfen.

Variablen

Integer-Variablen

```
1 func IntVariables() {
2   var n int // Variablendeklaration
3   n = 42    // Variablenzuweisung
4   k := 23   // Kurzschreibweise für Deklaration und Z
5
6   fmt.Println(n, k, n+k)
7 }
```

- Deklaration: Reservieren von Speicher
- Rechnen mit den Werten ist möglich.

Variablen

String-Variablen

```
1 func StringVariables() {
2   s := "Hallo"
3   t := "Welt"
4
5   st := s + " " + t // Verkettung der Strings
6
7   fmt.Println(st)
8 }
```

- Wie bei Integern, nur der Typ ist anders.
- Auch mit Strings kann gerechnet werden.

Variablen

Listen-Variablen

```
1  func ListVariables() {
2    var l []int // leere Liste
3    l = append(l, 10, 20, 30, 40, 50)
4
5    fmt.Println(l)       // komplett ausgeben
6    fmt.Println(l[1])
   // Zweites Element ausgeben
7    fmt.Println(l[1:3]) // Teil-Liste ausgeben
8    l[1] = 42           // Wert ändern
9
10   fmt.Println(l)
11 }
```

- Listen sind (theoretisch) unbegrenzt.

Listen – Überblick

Grundlagen

Listen
- Arrays und Slices
- Mehrdimensionale Arrays

Eigene Datentypen

Rekursion

Arrays und Slices

Arrays

- Basis-Datentyp für Listen von Elementen.
- Kommt in vielen Programmiersprachen vor.
- I.d.R. feste Größe/Länge und nur ein Element-Datentyp.
- Elemente liegen zusammenhängend im Speicher.

Slices in Go

- Flexiblerer Listen-Datentyp.
- *Slices* sind *Views* auf *Arrays*.
  - Jede Slice hat ein zugrunde liegendes Array.
  - Mehrere Slices können auf das gleiche Array zeigen.

Arrays und Slices

Definition eines Arrays

```
1  func Example_arrayWithZeros() {
2    var a [5]int
3
4    for i := 0; i < len(a); i++ {
5      a[i] = i
6    }
7
8    fmt.Println(a)
9
10   // Output:
11   // [0 1 2 3 4]
12 }
```

Arrays und Slices

Initialisierung eines Arrays

```
1 func Example_arrayWithValues() {
2   b := [5]int{1, 2, 3, 4, 5}
3
4   fmt.Println(b)
5
6   // Output:
7   // [1 2 3 4 5]
8 }
```

Arrays und Slices

Leere Slice

```
1  func Example_emptySlice() {
2    var a []int
3
4    fmt.Println(len(a))
5    fmt.Println(a)
6
7    // Output:
8    // 0
9    // []
10 }
```

Arrays und Slices

Slice mit Werten

```
1  func Example_sliceWithValues() {
2    b := []int{1, 2, 3, 4, 5}
3
4    fmt.Println(len(b))
5    fmt.Println(b)
6
7    // Output:
8    // 5
9    // [1 2 3 4 5]
10 }
```

Arrays und Slices

Teil-Auschnnitt einer Slice

```
1  func Example_subSlice() {
2    a := []int{1, 2, 3, 4, 5}
3    b := a[1:3]
4
5    fmt.Println(a)
6    fmt.Println(b)
7
8    // Output:
9    // [1 2 3 4 5]
10   // [2 3]
11 }
```

Arrays und Slices

Verändern einer Slice

```
1  func Example_modifySubSlice() {
2    a := []int{1, 2, 3, 4, 5}
3    b := a[1:3]
4
5    b[0] = 99
6
7    fmt.Println(a)
8    fmt.Println(b)
9
10   // Output:
11   // [1 99 3 4 5]
12   // [99 3]
13 }
```

Arrays und Slices

Append-Funktion

```
1  func Example_append() {
2    a := []int{}
3
4    a = append(a, 1)
5    a = append(a, 2)
6    a = append(a, 3)
7
8    fmt.Println(a)
9
10   // Output:
11   // [1 2 3]
12 }
```

Arrays und Slices

Make-Funktion

```
1 func Example_make() {
2   a := make([]int, 5)
3
4   fmt.Println(a)
5
6   // Output:
7   // [0 0 0 0 0]
8 }
```

Mehrdimensionale Arrays

Mehrdimensionale Arrays

- Listen können auch mehrere Dimensionen haben.
- Ansatz: Listen von Listen.

Mehrdimensionale Arrays

2x2-Matrix

```
1  func Example_matrix() {
2    a := [2][2]int{
3      {1, 2},
4      {3, 4},
5    }
6
7    fmt.Println(a[0])
8    fmt.Println(a[1])
9    fmt.Println(a[0][0])
10   fmt.Println(a[1][1])
11
12   // Output:
13   // [1 2]
14   // [3 4]
15   // 1
16   // 4
17 }
```

Mehrdimensionale Arrays

Schleife über Matrix

```
1  func Example_loopMatrix() {
2    a := [2][2]int{
3      {1, 2},
4      {3, 4},
5    }
6
7    for i := 0; i < len(a); i++ {
8      for j := 0; j < len(a[i]); j++ {
9        fmt.Print(a[i][j])
10     }
11     fmt.Println()
12   }
13
14   // Output:
15   // 12
16   // 34
17 }
```

Mehrdimensionale Arrays

Schleife über Spalte

```
1  func Example_loopMatrixColumn() {
2    a := [2][2]int{
3      {1, 2},
4      {3, 4},
5    }
6
7    for i := 0; i < len(a); i++ {
8      fmt.Print(a[i][1])
9    }
10
11   // Output:
12   // 24
13 }
```

Eigene Datentypen – Überblick

Grundlagen

Listen

Eigene Datentypen
- Definition eigener Datentypen
- Strukturierte Datentypen

Rekursion

Definition eigener Datentypen

Schlüsselwort type

- Definition neuer Namen für Datentypen.
- Bessere Lesbarkeit und Verständlichkeit.
- Modellierung von Domänen-spezifischen Typen.

Beispiel: Längeneinheiten

- Definiere Datentyp Length für Längenangaben.
- Ist i.W. ein int .
- Verhindert Verwechslung mit anderen int -Werten.

Definition eigener Datentypen

Längen-Datentyp

```
1 func ExampleLength() {
2   var a Length = 10
3
4   fmt.Println(a)
5
6   // Output:
7   // 10
8 }
```

Definition eigener Datentypen

Methoden

- Spezielle Funktionen, die zu einem Typ gehören.
- Werden mit einem *Receiver* aufgerufen.
- Können Besonderheiten des Typs abbilden.

Definition eigener Datentypen

Exportmethoden

```
1  func (l Length) Centimeters() int {
2    return int(l)
3  }
4
5  func (l Length) Meters() int {
6    return int(l / 100)
7  }
8
9  func (l Length) Kilometers() int {
10   return l.Meters() / 1000
11 }
```

Definition eigener Datentypen

Exportmethoden

```
1  func ExampleLength_conversions() {
2    var a Length = 500000
3
4    fmt.Println(a.Centimeters())
5    fmt.Println(a.Meters())
6    fmt.Println(a.Kilometers())
7
8    // Output:
9    // 500000
10   // 5000
11   // 5
12 }
```

Definition eigener Datentypen

Konstruktoren

- Funktionen, die ein Objekt eines Typs erstellen.
- Verbergen Initialisierungslogik.

Definition eigener Datentypen

Konstruktoren

```
1  func FromMeters(m int) Length {
2    return Length(m * 100)
3  }
4
5  func FromCentimeters(m int) Length {
6    return Length(m)
7  }
8
9  func FromKilometers(m int) Length {
10   return Length(m * 1000 * 100)
11 }
```

Definition eigener Datentypen

Konstruktoren

```
1  func ExampleLength_from() {
2    a := FromMeters(5)
3    b := FromCentimeters(5)
4    c := FromKilometers(5)
5
6    fmt.Println(a)
7    fmt.Println(b)
8    fmt.Println(c)
9
10   // Output:
11   // 500
12   // 5
13   // 500000
14 }
```

Definition eigener Datentypen

Aufgabe: Entwerfen Sie einen Datentyp Duration

- Modelliert eine Zeitspanne.
- Speichert Sekunden.
- Bietet Export/Import als Stunden, Minuten und Sekunden.

Strukturierte Datentypen

Schlüsselwort `struct`

- Definition von zusammengehörigen Variablen.
- Modellierung von komplexen Datenstrukturen.

Beispiel: GPS-Koordinaten

- Definiere `struct` für Längen- und Breitengrad.
- Beide sind `float64`-Werte.
- Methode, um Distanz zu einer anderen Koordinate zu berechnen.

Strukturierte Datentypen

Struct für Koordinaten

```
1 type Coordinate struct {
2   Longitude float64
3   Latitude  float64
4 }
```

Strukturierte Datentypen

Verwendung

```
1  func ExampleCoordinate_usage() {
2    a := Coordinate{0, 0}
3    b := Coordinate{3, 4}
4
5    fmt.Println(a.Longitude)
6    fmt.Println(b.Latitude)
7
8    a.Latitude = 1
9    fmt.Println(a.Latitude)
10
11   // Output:
12   // 0
13   // 4
14   // 1
15 }
```

Strukturierte Datentypen

Distanz-Methode

```
1 func (c Coordinate) DistanceTo(other Coordinate) floa
2   x := c.Longitude - other.Longitude
3   y := c.Latitude - other.Latitude
4   return math.Sqrt(x*x + y*y)
5 }
```

Strukturierte Datentypen

Distanz-Methode

```
1  func ExampleCoordinate_DistanceTo() {
2    a := Coordinate{0, 0}
3    b := Coordinate{3, 4}
4
5    d := a.DistanceTo(b)
6
7    fmt.Println(d)
8
9    // Output:
10   // 5
11 }
```

Rekursion – Überblick

Grundlagen

Listen

Eigene Datentypen

Rekursion
- Einleitung
- Beispiele
- Türme von Hanoi

Einleitung

Was gibt diese Funktion für $n = 3$ aus?

```
1 func CountDown(n int) {
2   if n <= 0 {
3     return
4   }
5   fmt.Println(n)
6   CountDown(n - 1)
7 }
```

Einleitung

Beispiel: Addition als Gleichungen spezifiziert

$$x + 0 = x$$
$$x + s(y) = s(x + y)$$

Anwendung der Gleichungen:

$$\begin{array}{rll} & s(s(0)) + s(s(s(0))) & \\ s(& s(s(0)) + s(s(0)) &) \\ s(s(& s(s(0)) + s(0) &)) \\ s(s(s(& s(s(0)) + 0 &))) \\ s(s(s(& s(s(0)) &))) \end{array}$$

Einleitung

Rekursive Addition als Go -Programm:

```
1  func Add1(x, y int) int {
2
3    // Gleichungen für die Addition:
4    // x + 0 = x
5    // x + (y+1) = (x+y) + 1
6
7    if y == 0 {
8      return x
9    }
10   return Add1(x, y-1) + 1
11 }
```

Einleitung

Alternative Version (Tail-Recursion):

```
1  func Add2(x, y int) int {
2
3    // Gleichungen für die Addition:
4    // x + 0 = x
5    // x + y = (x+1) + (y-1)
6
7    if y == 0 {
8      return x
9    }
10   return Add2(x+1, y-1)
11 }
```

Einleitung

Wozu Rekursion?

- Manches lässt sich kürzer und eleganter schreiben.
- Beispiel Fakultät:

$$fac(n) = \prod_{i=1}^{n} i \qquad \text{oder} \qquad \begin{aligned} fac(0) &= 1 \\ fac(n) &= n \cdot fac(n-1) \end{aligned}$$

- Als iteratives Go -Programm:

```
1 func FactorialIter(n int) int {
2   result := 1
3   for i := 2; i <= n; i++ {
4     result *= i
5   }
6   return result
7 }
```

Einleitung

Wozu Rekursion?

- Manches lässt sich kürzer und eleganter schreiben.
- Beispiel Fakultät:

$$fac(n) = \prod_{i=1}^{n} i \qquad \text{oder} \qquad \begin{aligned} fac(0) &= 1 \\ fac(n) &= n \cdot fac(n-1) \end{aligned}$$

- Als rekursives Go -Programm:

```
1 func Factorial(n int) int {
2   if n <= 1 {
3     return 1
4   }
5   return n * Factorial(n-1)
6 }
```

Einleitung

Schema für rekursive Definitionen

- Ein oder mehrere Basisfälle (Rekursionsanfang, Anker).
- Ein oder mehrere rekursive Aufrufe (Rekursionsschritt).

Vergleich mit while -Schleifen

- Abbruchbedingung entspricht Rekursionsanfang.
- Schleifenrumpf entspricht Rekursionsschritt.

Beispiele

Beispiel: Fibonacci-Folge

$$fib(1) = fib(2) = 1$$
$$fib(n) = fib(n-1) + fib(n-2)$$

die ersten 10 Fibonacci-Zahlen:

n :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$fib(n)$:	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55

Beispiele

Beispiel: Hailstone-Folge

- Beginne mit einer *natürlichen Zahl* n.
- Ist n gerade, so nimm als nächstes $n/2$.
- Ist n ungerade, so nimm als nächstes $3n + 1$.
- Wiederhole, bis der Zyklus $4, 2, 1$ erreicht ist.

Beispiele:

$n = 1$: $1, 4, 2, 1$

$n = 2$: $2, 1, 4, 2, 1$

$n = 3$: $3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1$

$n = 4$: $4, 2, 1$

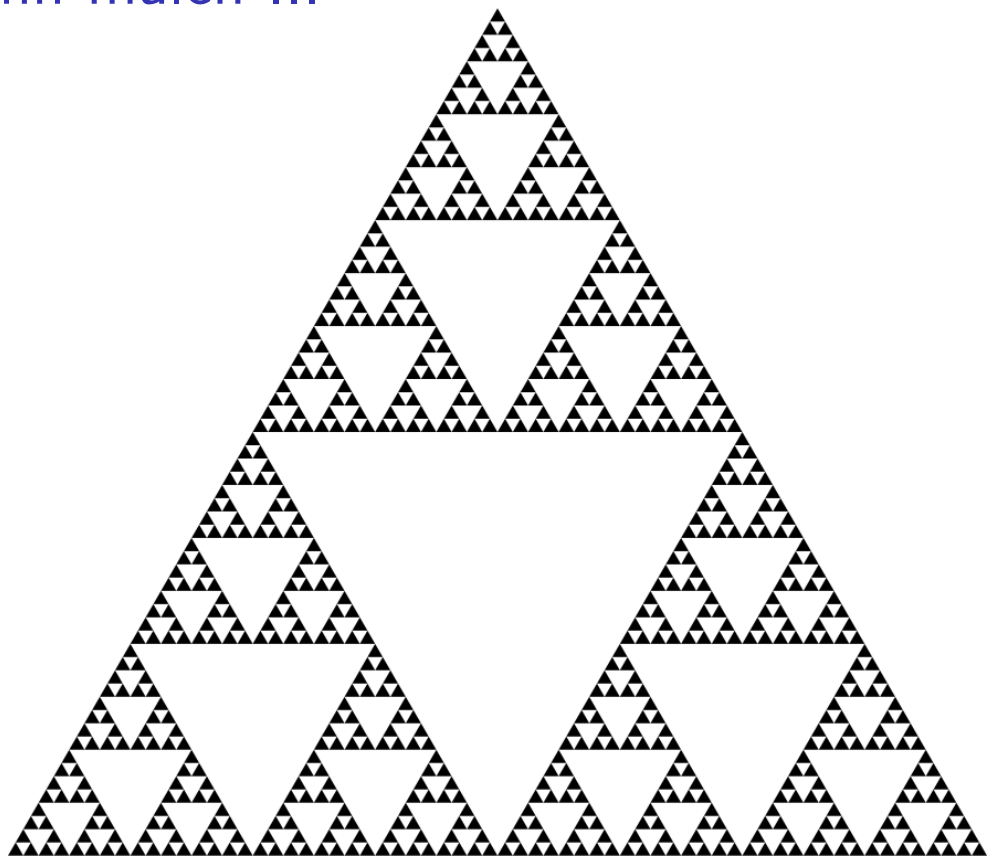
$n = 5$: $5, 16, 8, 4, 2, 1$

$n = 6$: $6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1$

$n = 7$: $7, 22, 11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1$

Beispiele

Rekursion kann malen ...



Dieses Bild wird Sierpinski-Dreieck genannt.

Beispiele

Beispiel: Ackermann-Funktion

$$A(m,n) = \begin{cases} n+1 & \text{falls } m = 0 \\ A(m-1,1) & \text{falls } m > 0 \text{ und } n = 0 \\ A(m-1,A(m,n-1)) & \text{falls } m > 0 \text{ und } n > 0 \end{cases}$$

Hintergrund

- Die Werte dieser Funktion wachsen extrem schnell!
- Die Funktion wurde erdacht, um zu beweisen, dass Schleifen ohne Laufzeitschranke beim Programmieren notwendig sind.
- Der Beweis hat die Wachstumsgeschwindigkeit der Ackermann-Funktion verwendet.

Türme von Hanoi

Aufgabe: Bewege einen Turm aus Spielsteinen von A nach C

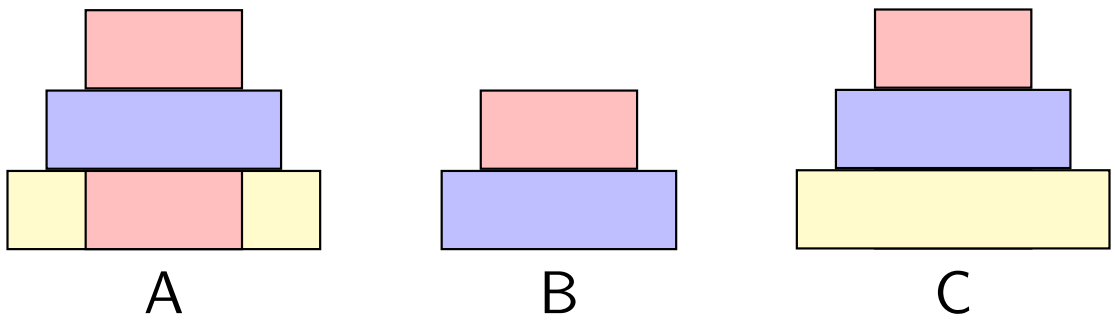
Gegeben:

- Spielsteine unterschiedlicher Größe.
- Drei Stellen A, B und C, an denen Spielsteine liegen können.

Spielregeln:

1. Die Steine werden einzeln bewegt.
2. Es wird niemals ein größerer Stein auf einen kleineren gelegt.

Beispiel mit 3 Steinen:



Türme von Hanoi

Frage: Wie bewegt man einen Turm der Höhe h von A nach C?

Naive Antwort:

1. Bewege alle bis auf die letzte Platte von A nach B
2. Bewege die letzte Platte von A nach C
3. Bewege den Turm von B nach C

Überraschung: So naiv ist das gar nicht!

- Wir konstruieren einen Algorithmus auf Basis dieser Vorgehensweise.

Türme von Hanoi

Wir definieren stückweise eine Funktion, die das Problem löst.

- Bewegen einer einzelnen Platte
  von *Start* (s) über *Mitte* (m) nach *Ziel* (z):

```
1 func Move(s, z string) {
2   fmt.Printf("Bewege Scheibe von %s nach %s.\n",
3 }
```

Türme von Hanoi

Wir definieren stückweise eine Funktion, die das Problem löst.

- Bewegen eines Turms der Höhe 1:

```
1 func Hanoi1(s, m, z string) {
2   Move(s, z)
3 }
```

Türme von Hanoi

Konstruktion der Hanoi-Lösung (Fortsetzung)

- Bewegen eines Turms der Höhe 2:

```
1 func Hanoi2(s, m, z string) {
2   Hanoi1(s, z, m)
3   Move(s, z)
4   Hanoi1(m, s, z)
5 }
```

Türme von Hanoi

Konstruktion der Hanoi-Lösung (Fortsetzung)

- Bewegen eines Turms der Höhe 3:

```
1 func Hanoi3(s, m, z string) {
2   Hanoi2(s, z, m)
3   Move(s, z)
4   Hanoi2(m, s, z)
5 }
```

Türme von Hanoi

Konstruktion der Hanoi-Lösung (Fortsetzung)

- Bewegen eines Turms der Höhe 4:

```
1 func Hanoi4(s, m, z string) {
2   Hanoi3(s, z, m)
3   Move(s, z)
4   Hanoi3(m, s, z)
5 }
```

Laaaaaaaaaa...

Türme von Hanoi

Konstruktion der Hanoi-Lösung (Fortsetzung)

- Bewegen eines Turms der Höhe 5:

```
1 func Hanoi5(s, m, z string) {
2   Hanoi4(s, z, m)
3   Move(s, z)
4   Hanoi4(m, s, z)
5 }
```

...aaaaaaang...

Türme von Hanoi

Konstruktion der Hanoi-Lösung (Fortsetzung)

- Bewegen eines Turms der Höhe 6:

```
1 func Hanoi6(s, m, z string) {
2   Hanoi5(s, z, m)
3   Move(s, z)
4   Hanoi5(m, s, z)
5 }
```

...weeeeilig

Türme von Hanoi

Beobachtungen:

- Die Funktionen `hanoi2`, `hanoi3`, `hanoi4`, ...sind alle gleich.
- Beim Aufruf wird nur die Zahl reduziert und dann wieder das Gleiche gemacht.
- Nur bei `hanoi1` wird kein `hanoi0` aufgerufen.

Schlussfolgerung: Wenn die Höhe als Argument übergeben wird, können wir alles in eine Funktion schreiben.

Türme von Hanoi

Rekursive Hanoi-Lösung

```
1 func Hanoi(h int, s, m, z string) {
2   if h == 1 {
3     Move(s, z)
4   } else {
5     Hanoi(h-1, s, z, m)
6     Move(s, z)
7     Hanoi(h-1, m, s, z)
8   }
9 }
```