BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN
University of Applied Sciences

Wirtschaftsinformatik 1
LE 10 – Fehler, Debugger und Testen

Prof. Dr. Thomas Off

http://www.ThomasOff.de/lehre/beuth/wi1

Einordnung

06 – Zusammenfassung

05 – Debugger und Testen

04 – Fortgeschrittene Konzepte

04.A	04.B	04.C
Oberflächen (Teil 1) Elemente und Eigenschaften	Oberflächen (Teil 2) Ereignisverarbeitung	Zugriff auf Dateisystem und Anwendungen

03 – Grundkonzepte

03.A	03.B	03.C	03.D	03.E
Wert Ausdruck Variable Konstante Datentyp	Bedingte Ausführung/ Verzwei-gungen	Schleifen	Felder Mengen	Prozedur Funktion Modul

02 – Grundlagen der Programmierung

01 – Grundbegriffe der Wirtschaftsinformatik

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern
- Arten von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Rückblick

Rückblick

Zugriff auf Dateisystem

– mit Modul "FileSystem" grundlegende Möglichkeiten

- Elemente auflisten

```
' Generelle Syntax mit Angabe des gewünschten Inhalts
' z.B. vbDirectory, vbHidden, vbSystem
Let <strElement> = Filesystem.Dir(<Pfad>, <GewünschteInhalte>)
Let <strElement> = Filesystem.Dir() ' Nächstes (im vorherigen Pfad)
```

- Weitere: Verzeichnisse anlegen, löschen, ...

– mit FileSystem-Klasse aus MS Scripting Runtime bestehen weitergehend Möglichkeiten z.B.

- Zugriff auf Laufwerksinformation,
- Kopieren von Verzeichnissen

Rückblick

Dialoge zur Auswahl von Dateien und Verzeichnissen

– sind sinnvoll, wenn vom Benutzer das Ziel zum Speichern oder Laden von Daten im Dateisystem selbst gewählt werden soll

Generelle Syntax

– Deklaration und Initialisierung

```
Dim <FileDlgObj> As Object
Set <FileDlgObj> = Application.FileDialog(<Zahl>)
```

– Konfiguration (z.B. Mehrfachauswahl)

```
<FileDlgObj>.AllowMultiSelect = True
```

– Anzeige

```
Let <intVar> = <FileDlgObj>.Show() ' Rückgabewert 0 = Abbruch
```

– Ergebnis in Collection "SelectedItems" enthalten

```
<FileDlgObj>.SelectedItems
```

Rückblick

Generelle Syntax (Fortsetzung)

– Ergebnis in Collection "SelectedItems" enthalten

```
<FileDlgObj>.SelectedItems
```

Beispiel für Standarddialog zur Dateiauswahl

```
Dim intResult As Integer ' Rückgabewert
Dim i As Integer ' Schleifenvariable
Dim oFd As Object ' Variable für FileDialog
Set oFd = Application.FileDialog(3) ' Initial. als Dateiauswahl = 3

oFd.AllowMultiSelect = True ' Konfiguration, z.B. Mehrfachauswahl
Let intResult = oFd.Show ' Dialog anzeigen und Ergebnis merken

If intResult = 0 Then
 Exit Sub ' Abbruch durch Benutzer
End If

' Schleife über alle ausgewählten Dateien
For i = 1 To oFd.SelectedItems.Count
 Debug.Print oFd.SelectedItems(i)
Next
```

Rückblick

Früheste Darstellung des Dateizugriffs in Basic

1. Besorge freie Dateinummer
2. Öffne Datei mit Pfad [altägypt. für Fuß]
3. Gib an, ob gelesen...
4. ... geändert oder ...
5. ... neu geschrieben werden soll.
6. Lies, schreibe oder ändere
7. Schließe die Datei am Ende
8. Gib [immer] die Dateinummer an!

Quelle der Abbildung: [1]

... seither nahezu unverändert

Rückblick

Zugriff auf Dateien

- Freie Dateinummer ermitteln
- Öffnen einer Datei (verkürzte Form)
  - Pfad: Angabe des Pfades zur Datei
  - Modus: Lesen (Input), Schreiben (Output), Ändern (Append), ...
  - Zugriff: Lesen (Read), Schreiben (Write) oder Ändern (ReadWrite)
  - Dateinummer: Zuvor mit FreeFile() ermittelte Nummer
- Schließen einer Datei

Generelle Syntax

```
Let <intVar> = FileSystem.FreeFile()
```

```
Open <Pfad> For <Modus> Access
<Zugriff> As #<DateiNr>
```

```
Close #<DateiNr>
```

Beispiel

```
' Freie Nummer für Dateizugriff
Let intFNr = FileSystem.FreeFile()

' Datei öffnen (zum Schreiben)
Open "C:\Temp\doc3.txt" For Output _
  Access Write As #intFNr

' Datei verwenden
' ...

Close #intFNr  ' Datei schließen
```

Rückblick

Zugriff auf Dateien (Forts.)

– Datei schreiben (Write)

```
Write #<DateiNr>, <WertAusdr> ' Variante 1
Write #<DateiNr>, <WertAusdr1>, <WertAusdr2>, ... ' Variante 2
Write #<DateiNr>, ' Leere Zeile
```

– Datei lesen (Input)

```
Input #<DateiNr>, <Variable> ' Variante 1
Input #<DateiNr>, <Var1>, <Var2>, ... ' Variante 2
```

– Datei zeilenweise lesen (Line Input)

```
Line Input #<DateiNr>, <StringVariable>
```

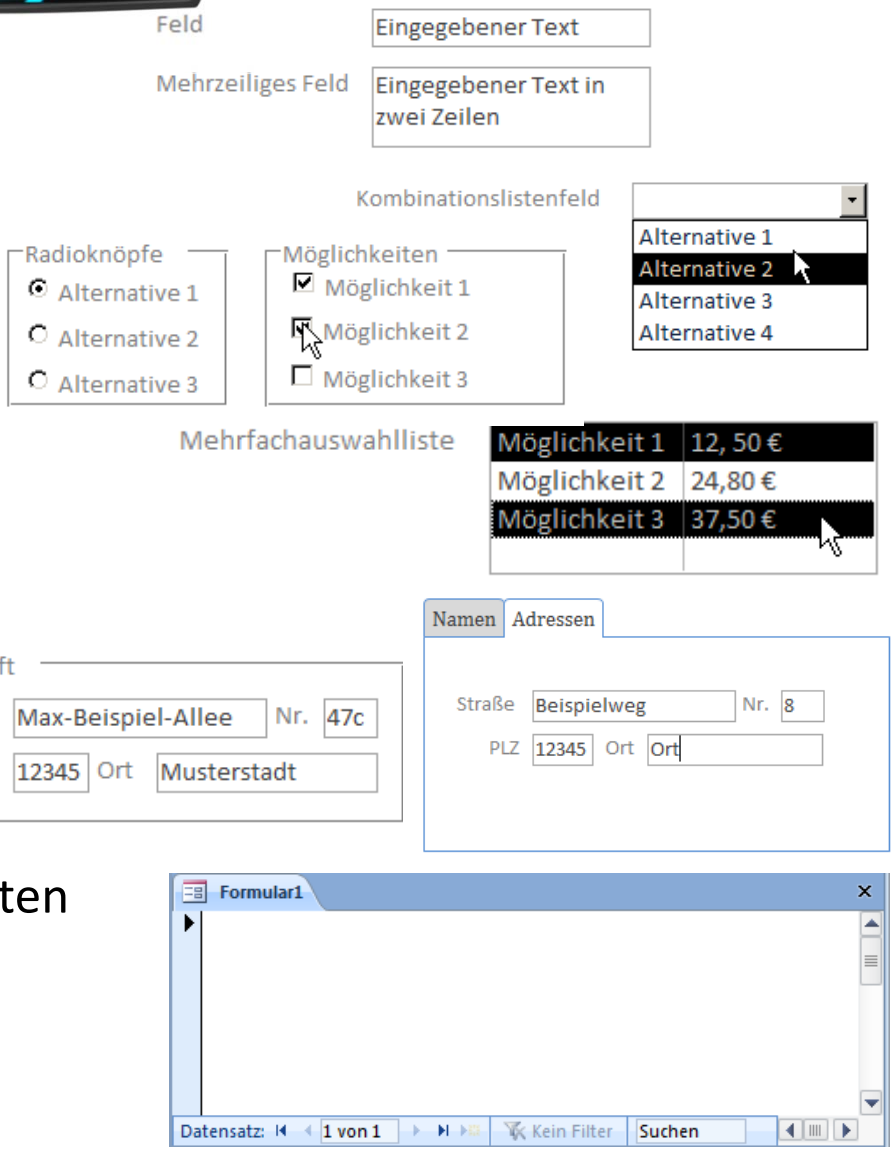
Beispiel (Schreibzugriff)

```
'...
' Beispiel 1 schreiben (mit Variablen)
Write #intFNr, strName, datGebDat, bolGeschlecht
' Beispiel 2 schreiben (hier auch Typumwandlung sinnvoll)
Write #intFNr, "Ali Yilmaz", CDate("19.05.1987"), False
'...
```

Rückblick

Wichtige Oberflächenelemente

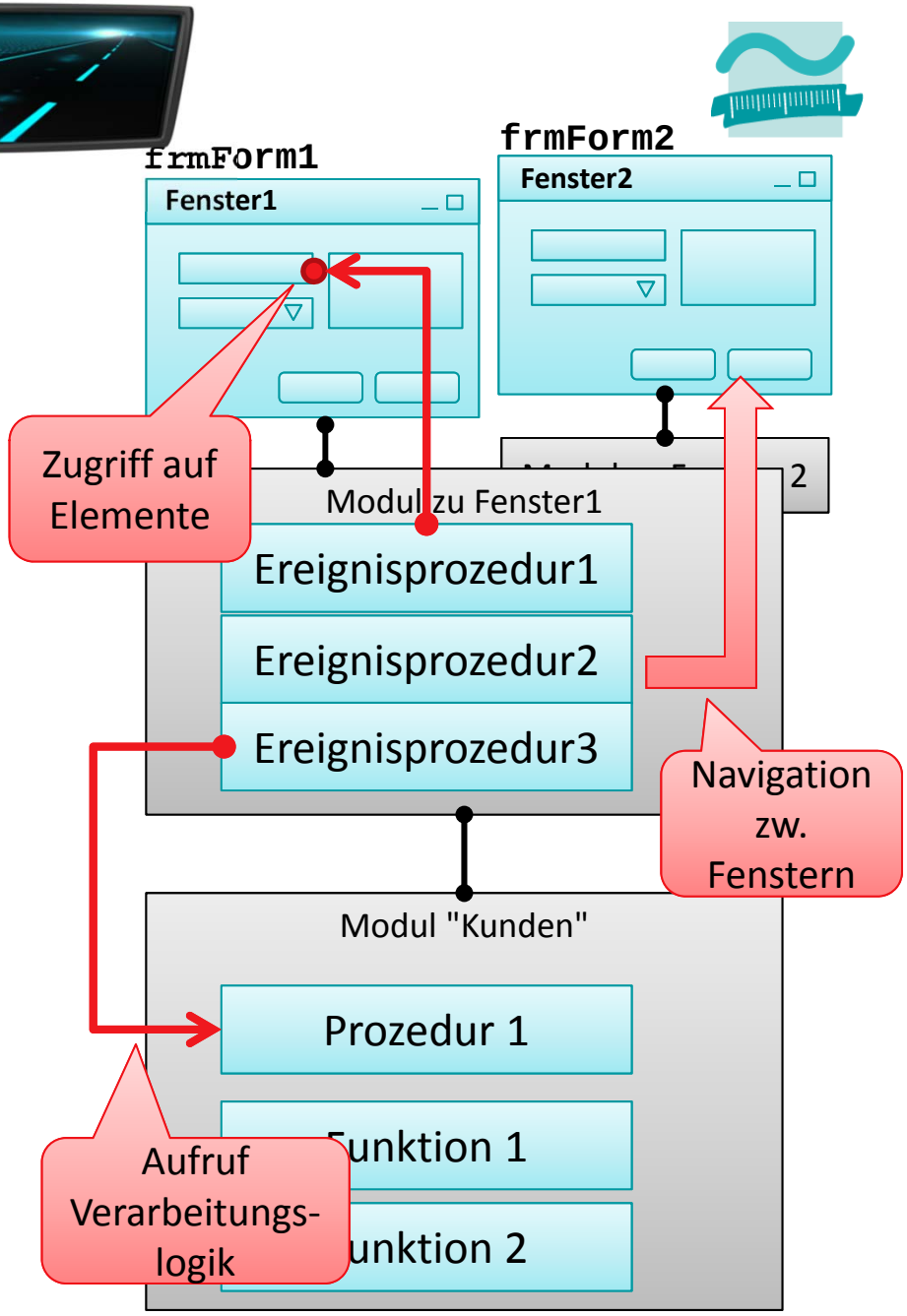
- Eingabe und Auswahl
  - Textfelder
  - Aufklappliste/Kombinationsfeld
  - Mehrfachauswahllisten
  - Radioknöpfe (Optionsfeld)
  - Kontrollkästchen (Checkbox)
- Aktionselemente
  - Schaltfläche (einfach)
  - Umschaltfläche (Troggle)
  - Menüeinträge
- Container
  - Rahmen/Gruppen
  - Registerkartensatz mit Registerkarten
  - Menüs
  - Fenster/Dialoge
    (in Access als Formulare)



Rückblick

Ereignisprozeduren bieten Zugriffsmöglichkeit auf die Oberflächenelemente und dienen zum

- Steuern der Elemente auf der Oberfläche
  - Aktivieren/Dekativieren bzw. Einblenden/Ausblenden von Elementen
  - Navigation zwischen Fenstern
  - ...
- Aufruf der Verarbeitungslogik
  - Übergabe der eingegebenen Daten zur Verarbeitung
  - Ermitteln der anzuzeigenden Daten
  - Ausführen von komplexen Berechnungen
  - ...



Rückblick

Referenzvariable Me stellt Funktionen zur Verfügung

– Zugriff auf den Wert von Feldern liefert immer String

```
' Generelle Syntax
Let <VarString> = Me.<BezeichnerDesFeldes>.Value
Let <VarZahl> = Val(Me.<BezeichnerDesFeldes>.Value)
```

– Genereller Zugriff auf Eigenschaften von Elementen

```
' Generelle Syntax
Let <Var> = Me.<Bez>.<Eigenschaft> ' Lesen
Let Me.<Bez>.<Eigenschaft> = <Var> ' Schreiben/Ändern
```

Beispiele

```
Let strName = Me.txtName.Value
Let intAlter = Val(Me.txtAlter.Value)

Let Me.txtName.Visible = False
```

Rückblick

Kommando DoCmd stellt Funktionen zur Verfügung

– Generelle Syntax zum Öffnen von Fenstern

```
' Generelle Syntax (Auszug)
DoCmd.OpenForm <Formularname>
```

– Generelle Syntax zum Schließen von Fenstern

```
' Generelle Syntax (Auszug)
DoCmd.Close <TypZuSchließendesObjekt>, <Name>
' Syntax zum Schließen von Formularen
DoCmd.Close acForm, <Formularname>
```

– Generelle Syntax zum Navigieren zwischen Fenstern

```
' Generelle Syntax (Auszug)
DoCmd.BrowseTo <TypZielOjekt>, <Name>
' Syntax zum Schließen von Formularen
DoCmd.BrowseTo acBrowseToForm, <Formularname>
```

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt
- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung
- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger
- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen
- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

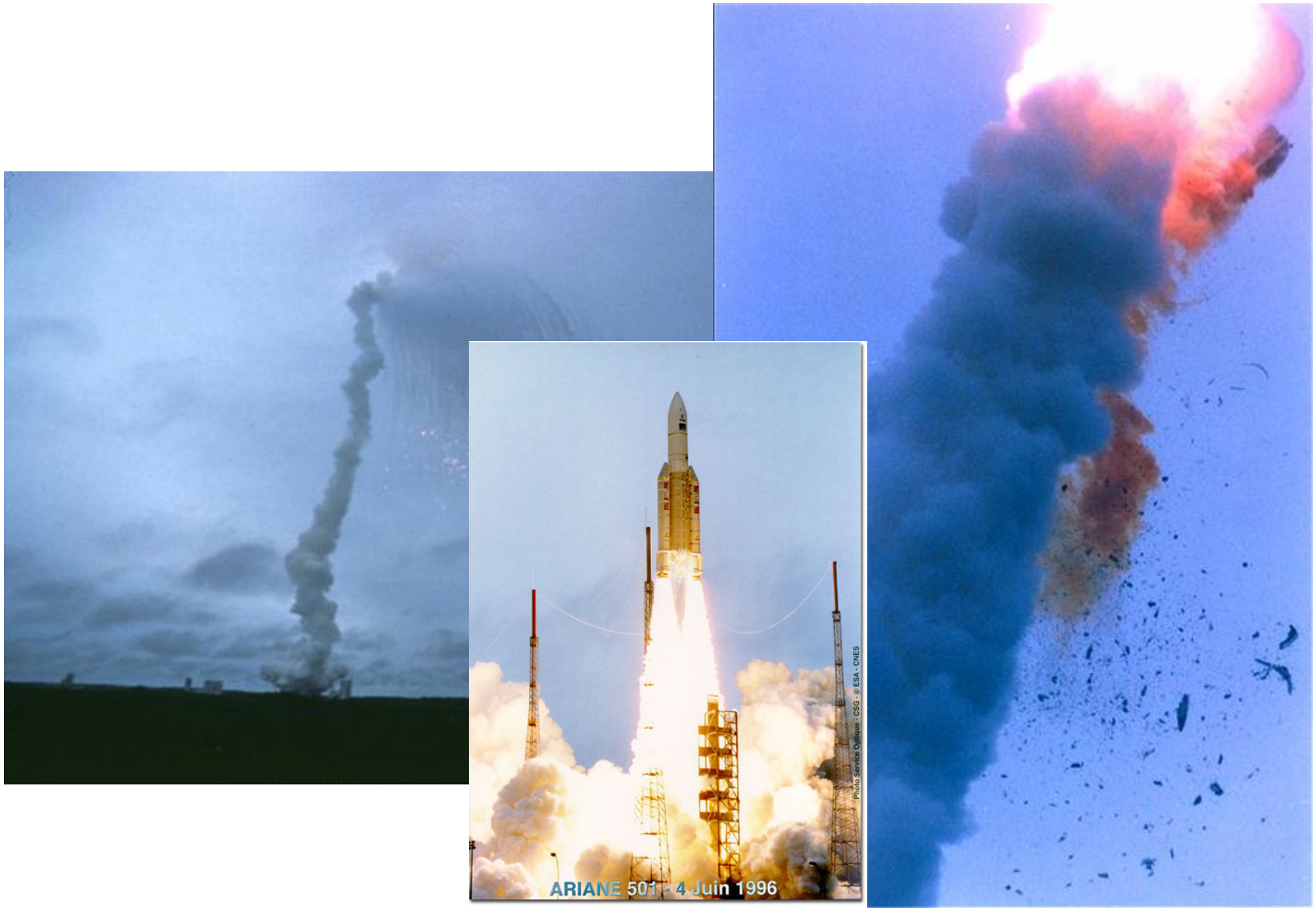
- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Beispiele für Fehler



Quelle: http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/ariane/ariane5/AR501/V88_AR501.htm

Beispiele für Fehler

Rakete Ariane 5

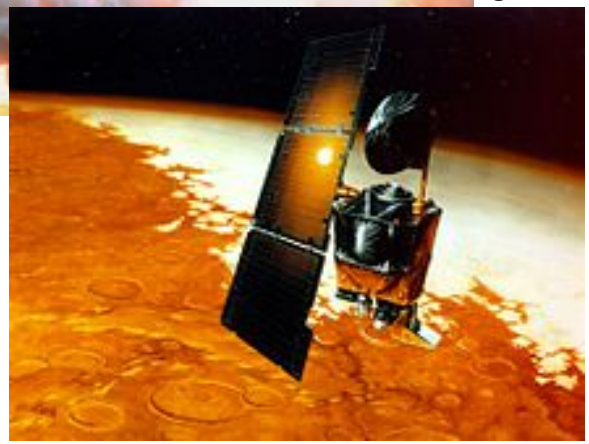
- sprengte sich selber wegen eines Softwarefehlers: Überlauf aus einem Wertebereich
- Software vom Vorgängermodell Ariane 4 übernommen
- ist nicht mehr ausreichend getestet worden, da sie bei Ariane 4 problemlos lief
- Problem verursacht, weil Ariane 5 schubstärker war
- Entwicklungszeit: 10 Jahre, Kosten ca. 6 Mrd. EURO
- Schaden: ca. 850 Mio. EUR

Beispiele für Fehler

Mars Climate Orbiter

- Kosten
  - 327 Mio USD Orbiter
  - 193 Mio USD Raumschiff
  - 92 Mio USD Startkosten
  - 42 Mio USD Missionskosten
- ging 1999 wegen eines "Navigationsfehlers" verloren
- NASA erwartete Impulse in Newton je Sekunde (metrisches System)
- Software vom Hersteller Lockheed Martin lieferte Pound-force je Sekunde

Quelle: http://lunar.ksc.nasa.gov/mars/msp98/images/mco9812114_s.jpg
Lizenz: Public Domain



Quelle: http://www.jpl.nasa.gov/jplhistory/the90/images/climate-orbiter-browse.jpg
Lizenz: Public Domain

Beispiele für Fehler

Lufthansa-Flug 2904 (09/1993)

- Airbus A320 setze in Warschau spät auf der Landebahn auf
- Aquaplaning ließ den Bordcomputer den Bodenkontakt nicht erkennen
- Bordcomputer verhinderte deshalb Bremsmanöver

Quelle: http://www.airliners.net/photo/Lufthansa/Airbus-A320-211/0265541/L/
Lizenz: GNU-Lizenz für freie Dokumentation, Version 1.2 oder einer späteren Version

Lizenz: Public Domain. Quelle: http://www.baaa-acro.com/photos/A320-Lufthansa-Varsovie-2.jpg
Mit freundlicher Genehmigung von Ronan HUBERT, Aviation Accidentologist
ACRO - Aircraft Crashes Record Office, Route de Cité-Ouest 25, CH - 1196 Gland, Switzerland
per Mail am 12.06.2013

Beispiele für Fehler[1]

Zwischen 1985 und 1986

– tötete Programmierfehler mehrere Patienten in einem Krankenhaus in den USA: Ein Bestrahlungsgerät verstrahlte die Patienten.

Zwischen August 2000 und Februar 2001

– erhielten 28 Krebspatienten in gesundem Gewebe eine zu hohe Bestrahlung. Mindestens 5 Patienten starben, 15 weitere trugen schwerste Schäden davon.

– Bediener der Therapie-Maschine hatte falsche Daten in das Behandlungsprogramm eingegeben, die von dem System nicht als falsch erkannt wurden

Beim Siemens Handy S65 war die Abschaltmelodie zu laut – mehrere Gehörschäden waren die Folge.

[1] Quelle: http://www.certitudo-gmbh.de/g_geschichte.html

Fehlerquellen

Quellen von Fehlern sind vielgestaltet und niemals vollständig vorhersehbar

- Inkonsistente oder ungünstig gestaltete Benutzerschnittstellen
- Unerfüllte Erwartungen oder Widersprüche zwischen Spezifikation und Erwartung
- Schlechte Performance technischer Komponenten
- Fehlverhalten technischer Komponenten oder der Benutzer
- Abstürze und/oder Datenverluste (Überlauf)
- …

Arten von Fehlern

Art	Beschreibung
Syntaxfehler	Der Quellcode enthält Befehle oder Ausdrücke, die nicht den Regeln der Programmiersprache (z.B. VBA) entsprechen (z.B. Funktion anstelle von Function). Diese Art von Fehlern wird bereits bei der Eingabe, spätestens vom Compiler vor Programmausführung gemeldet.
Fehlende Bibliotheken	Compiler findet nicht alle benötigten Bibliotheken, aus denen Funktionen aufgerufen werden. Deshalb kann das Programm nicht übersetzt oder ausgeführt werden.
Laufzeitfehler	Fehler der während der Ausführung des Programms auftritt (z.B. Überschreitung des Wertebereichs einer Variable).
Logischer Fehler	Wird das Programm technisch einwandfrei ausgeführt, produziert jedoch nicht die erwarteten Ergebnisse (z.B. Ergebnis einer Berechnung ist falsch, Artikelliste zeigt nicht alle Artikel) liegt ein logischer Fehler vor.

nach Böttcher, Frischalowski: Java 5 Programmierhandbuch. S. 675f.

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Fehlervermeidung/-auffindung

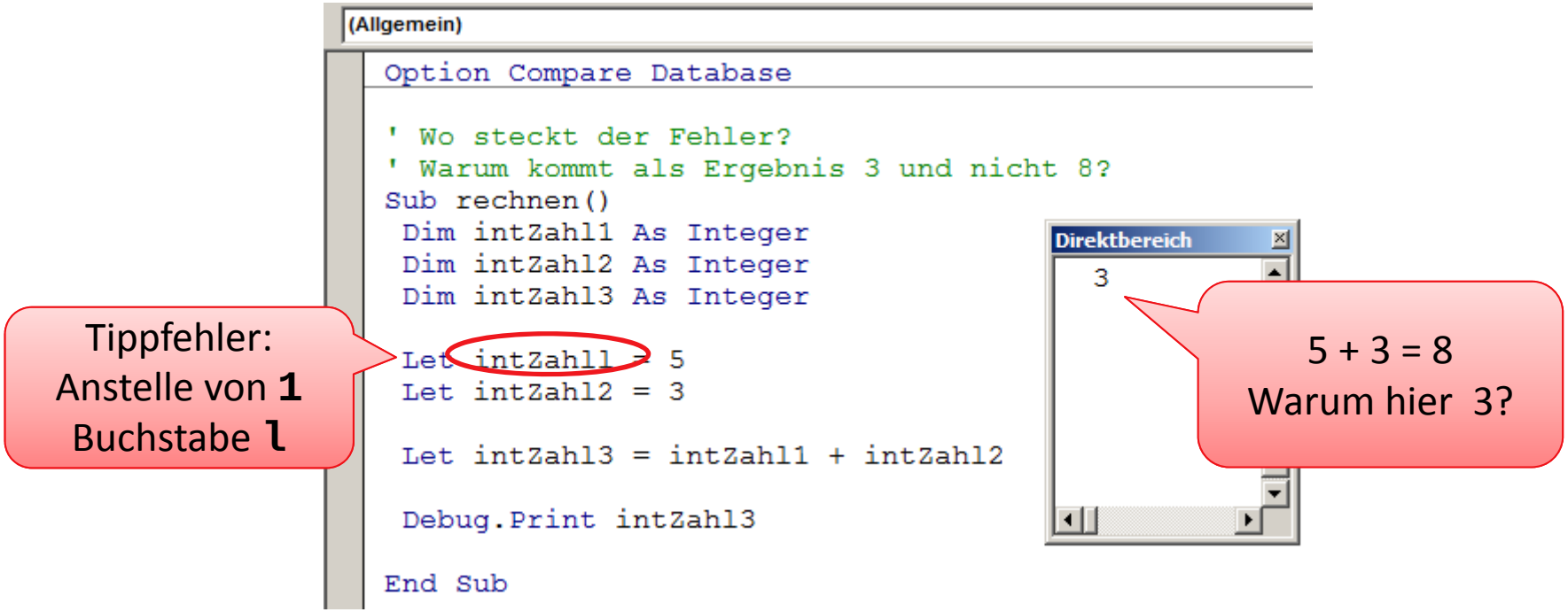
Unterstützung der Entwicklungsumgebung nutzen

– in VBA mit MS Access
  - Variablendeklaration erzwingen, um Fehler durch Tippfehler in Variablenbezeichnern zu vermeiden, die bei automatischer Deklaration unentdeckt blieben
  - Fehlerhafte Anweisungen resultieren in Zeilen in roter Schrift oder im Fehlen der üblichen automatischen Befehlsergänzung

– in anderen Programmiersprachen
  - Warnungen des Compilers (auch auf höchster Warnstufe) beachten
  - Warnungen prüfen, ob sich Fehler dahinter verbergen
    – Populäres Beispiel aus C++ und Java: Versehentliche Zuweisung anstelle eines Vergleichs

Demo 11.01

Warum liefert das Programm diese Ausgabe?

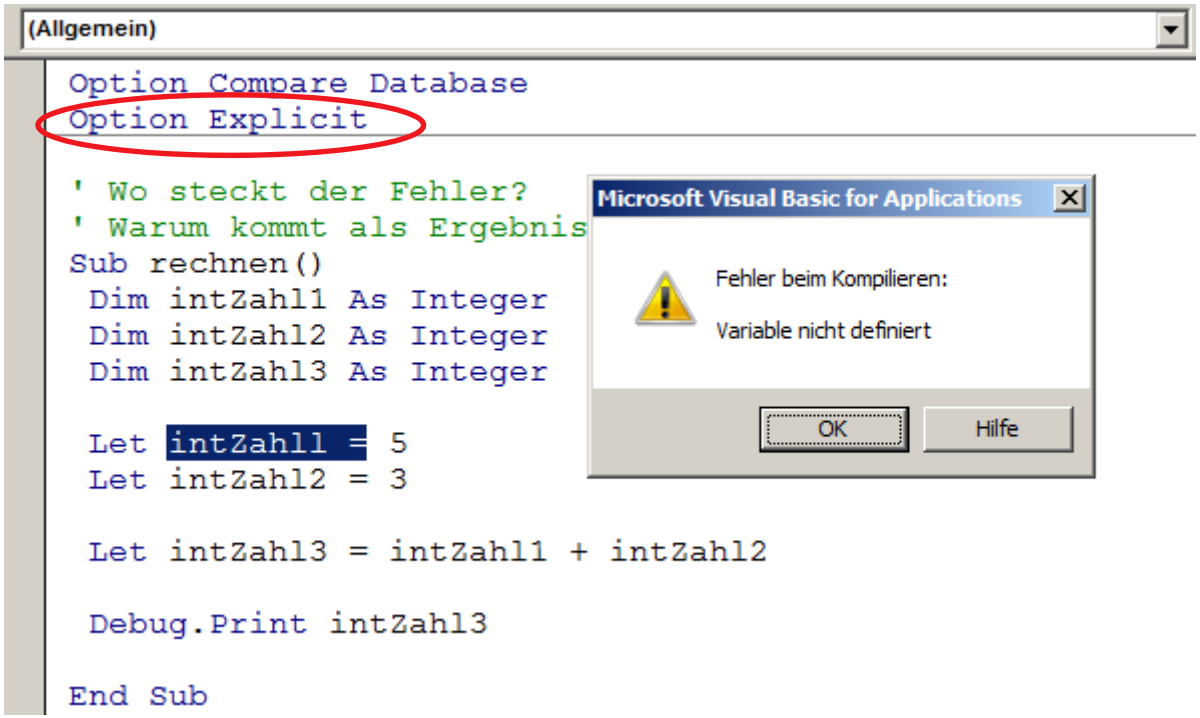


Demo 11.01

Deshalb: Immer Unterstützung der Entwicklungsumgebung und des Compilers nutzen!

– Option Explicit: Variablendeklaration erzwingen

– Option Strict: Implizite Typumwandlung (als gelegentliche weitere Fehlerquelle) verhindern (nicht in VB.NET)



Fehlervermeidung/-auffindung

Programmierrichtlinien, z.B.:

- Layout des Codes sollte Struktur des Codes wiedergeben
  - Einrückungen und Leerzeilen unterstützen die Visualisierung der Codestruktur
  - bekannte Strukturen erkennt man besser und schneller als neue
- pro Zeile nur eine Anweisung, dann ist immer klar, welche Anweisung zum Fehler geführt hat
  - VBA Interpreter hebt nicht fehlerhafte Zeilen gelb hervor und markiert nicht immer betroffene Anweisung
  - Viele Compiler geben bei Fehlern immer Zeilennummer an
- Keine zu langen Zeilen, die schlecht zu erfassen sind oder nicht vollständig auf den Bildschirm passen
- Klammern (auch wenn sie nicht zwingend sind) erhöhen oft die Lesbarkeit

Fehlervermeidung/-auffindung

Programmierrichtlinien (Fortsetzung), z.B.:

- Gute Bezeichner unterstützen das Verständnis des Codes
- Blöcke von Anweisungen und einzelne Anweisungen sind zu kommentieren
- Einheiten von Daten sollten kommentiert werden, z.B.

```
Dim intRadius As Integer ' Radius in cm
Dim curPreis As Currency ' Gesamtpreis in EUR
```

- Keine unerwarteten Sprünge (z.B. mit GoTo), vor allem nicht in oder aus Schleifen und Verzweigungen
- keine „Programmiertricks“ die von anderen nur schwer nachvollziehbar sind oder ohne aufwändige Kommentare unverständlich blieben

Demo 11.02

Was macht die Funktion a?

– Hinweis: Durch den Doppelpunkt können mehrere Anweisungen in VBA in einer Zeile geschrieben werden.

Welches Ergebnis liefert die Prozedur test?

(Allgemein) | test

```
Option Compare Database
Option Explicit

Function a(b As Byte) As Boolean
 Let a = False: Do While b > 0:  Let b = b - 2: Loop: If b = 0 Then Let a = True
End Function

Sub test()

 Debug.Print a(1)
 Debug.Print a(2)
 Debug.Print a(3)
 Debug.Print a(4)

End Sub
```

Direktbereich

```
Falsch
Wahr
Falsch
Wahr
```

Demo 11.02

Verständlichere Form der vorherigen Funktion

(Allgemein) | test

```
Option Compare Database
Option Explicit

' Püft, ob die als Parameter übergebene Zahl gerade ist.
' Liefert true, wenn gerade. Andernfalls false.
Function istGerade(bytZahl As Byte) As Boolean

 Let istGerade = False ' Initialisierung des Rückgabewertes mit Falsch (nicht gerade)

 ' In einer Schleife solange 2 abziehen, wie die Zahl größer 0 ist
 Do While bytZahl > 0
  Let bytZahl = bytZahl - 2
 Loop

 ' Wenn der Wert gleich 0 ist, war die Zahl gerade
 If bytZahl = 0 Then
  Let istGerade = True ' Rückgabewert auf Wahr (gerade) setzen
 End If

End Function

' Testen der Funktion istGerade
Sub test()

 ' Aufruf der Funktion mit einigen Beispieldaten
 Debug.Print istGerade(1) ' muss Falsch liefern
 Debug.Print istGerade(2) ' muss Wahr liefern
 Debug.Print istGerade(3) ' muss Falsch liefern
 Debug.Print istGerade(4) ' muss Wahr liefern

End Sub
```

Direktbereich

```
Falsch
Wahr
Falsch
Wahr
```

Fehlervermeidung/-auffindung

Codereviews

- Andere lesen den Quellcode meiner Programme
  - Zu wissen, dass andere den eigenen Code lesen, diszipliniert: man schreibt gewissenhafter Kommentare, …
  - Ein zweiter Programmierer kann die Schwachpunkte der Software oft besser identifizieren
  - Programmierer können voneinander lernen
  - Man kann Leute gezielt in ein Thema einarbeiten und als Vertreter aufbauen
- Ergebnis von Codereviews sollte protokolliert werden
- Codereviews sollten nicht nur zum Auffinden von Fehlern, sondern immer zur Qualitätssicherung durchgeführt werden
- Werkzeuge (z.B. Code Analysis for Visual Studio bzw. für Java Checkstyle, FindBugs) können auch Codereviews unterstützen

Fehlervermeidung/-auffindung

Pair Programming

- Methode Fehler zu reduzieren/zu vermeiden
- zwei Programmierer entwickeln gleichzeitig den Quellcode
- während einer schreibt, der prüft der andere
- vergleichbar eine Codereview, das parallel zur Entwicklung durchgeführt wird
- Eingeführt durch Ansatz des "eXtreme Programmings" (XP)

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Debugger

Zweck

– ermöglicht das Nachvollziehen eines Programms für einen bestimmten Ablauf

– Erklärung

  • der Ausführungsreihenfolge von Anweisungen

  • dient zum Erklären der Wertebelegung von Variablen

– Mittel zur Beseitigung von Fehlern (Bugs → De**bug**ger)

Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...

Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

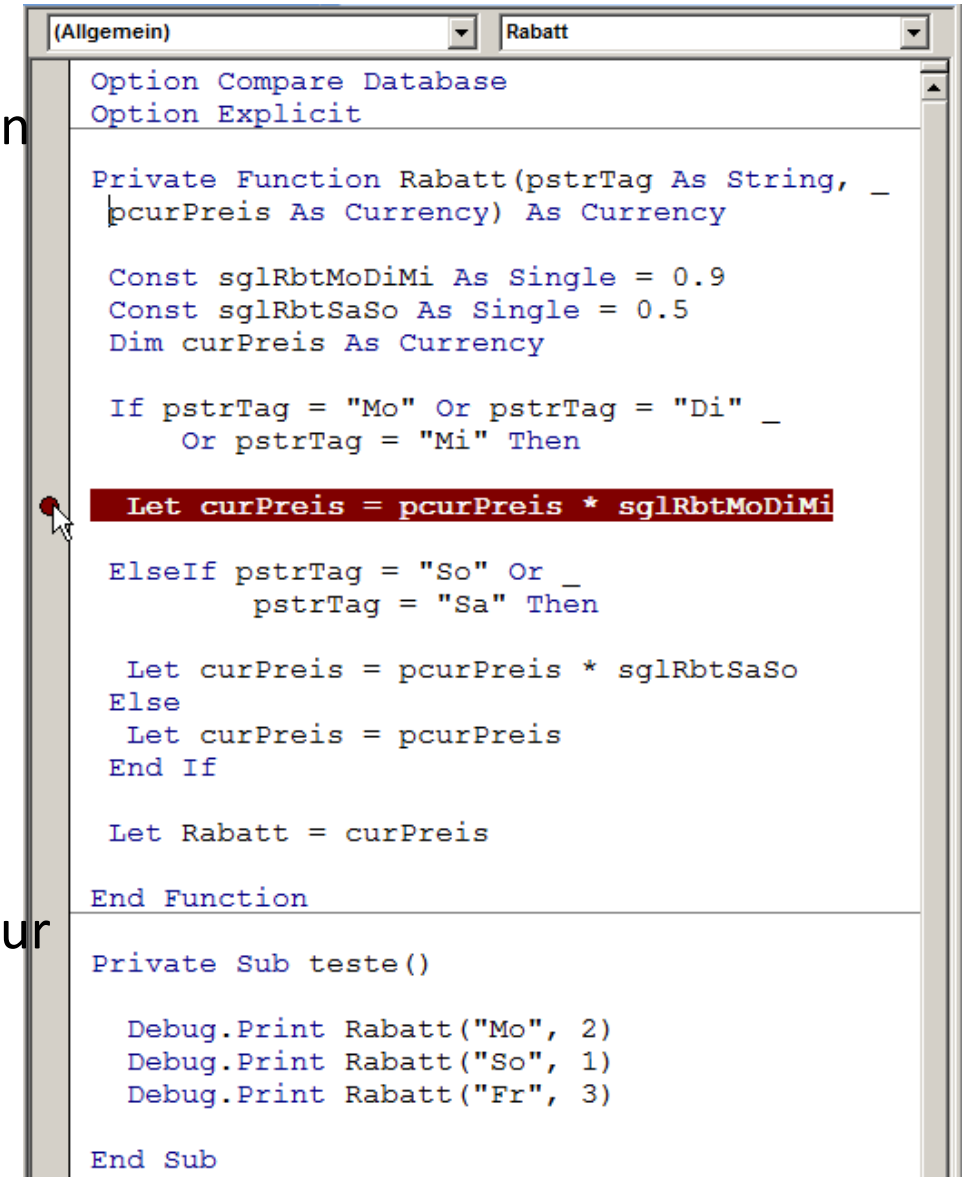
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

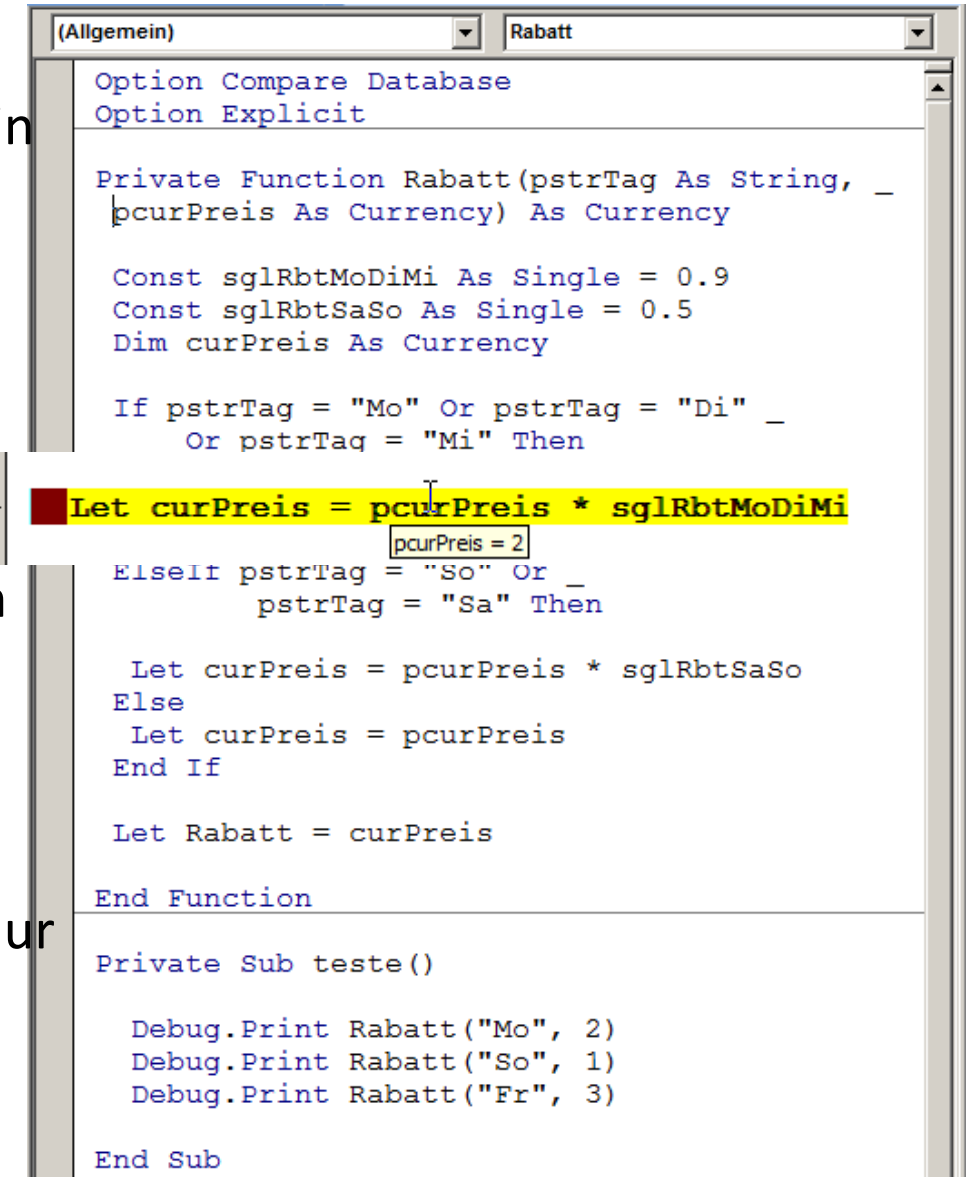
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

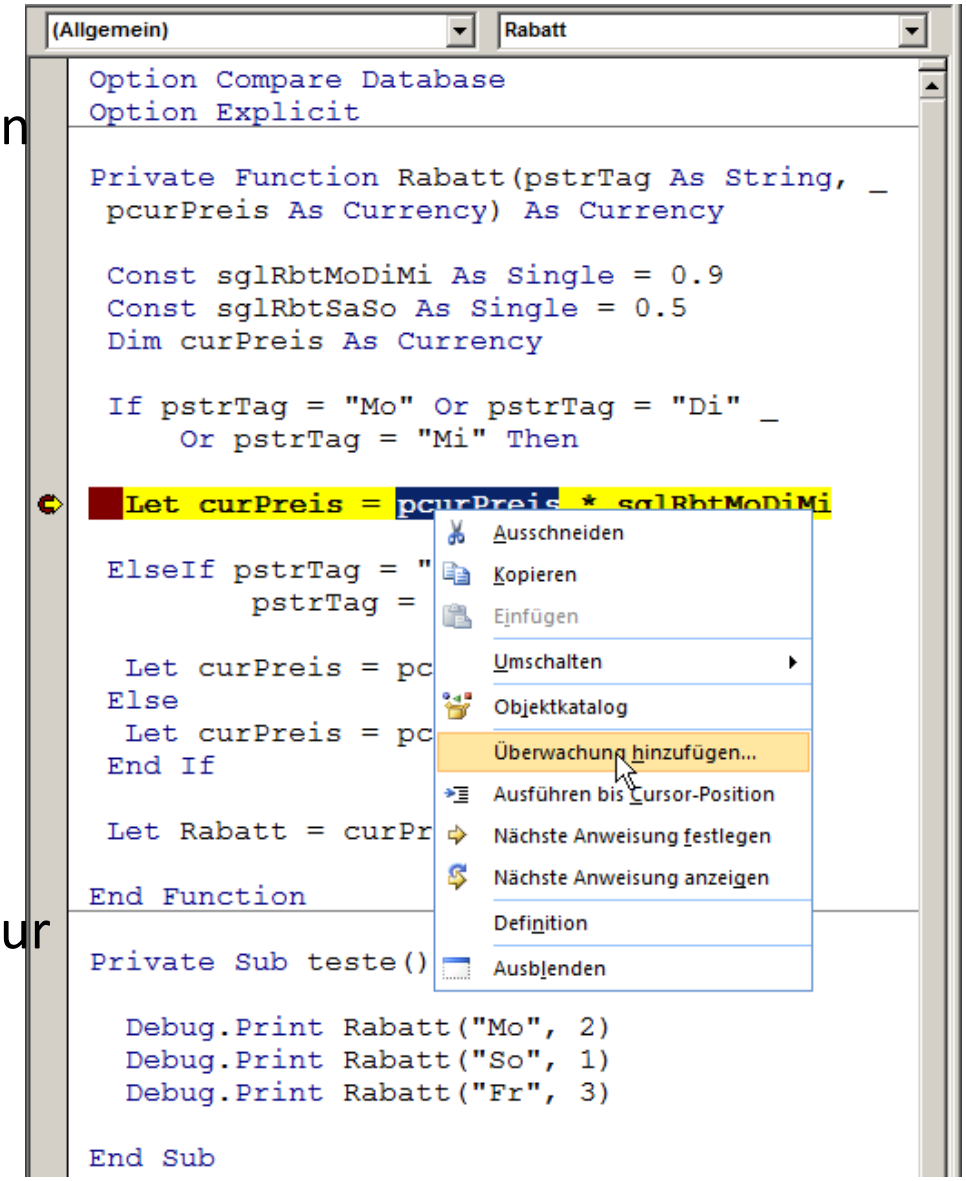
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

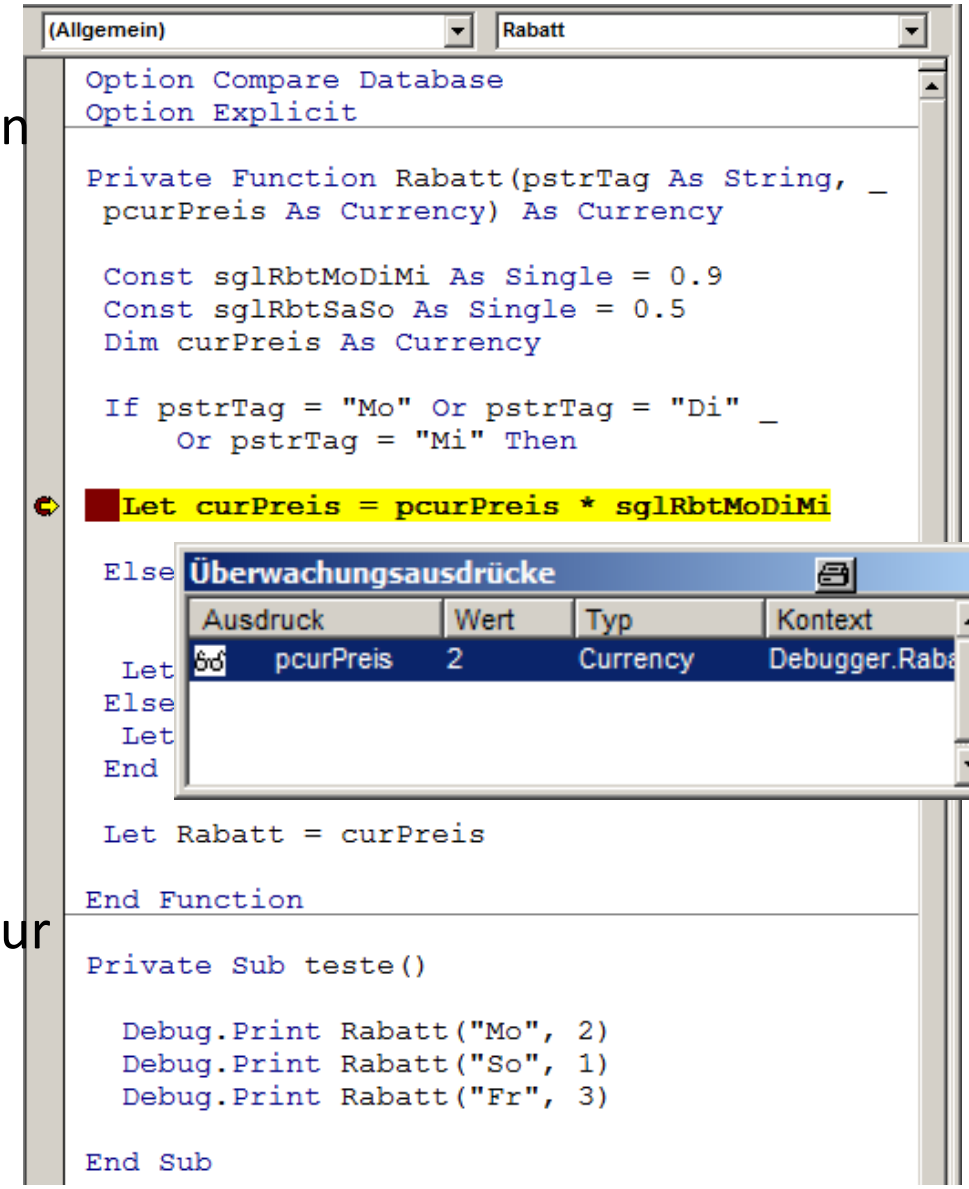
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

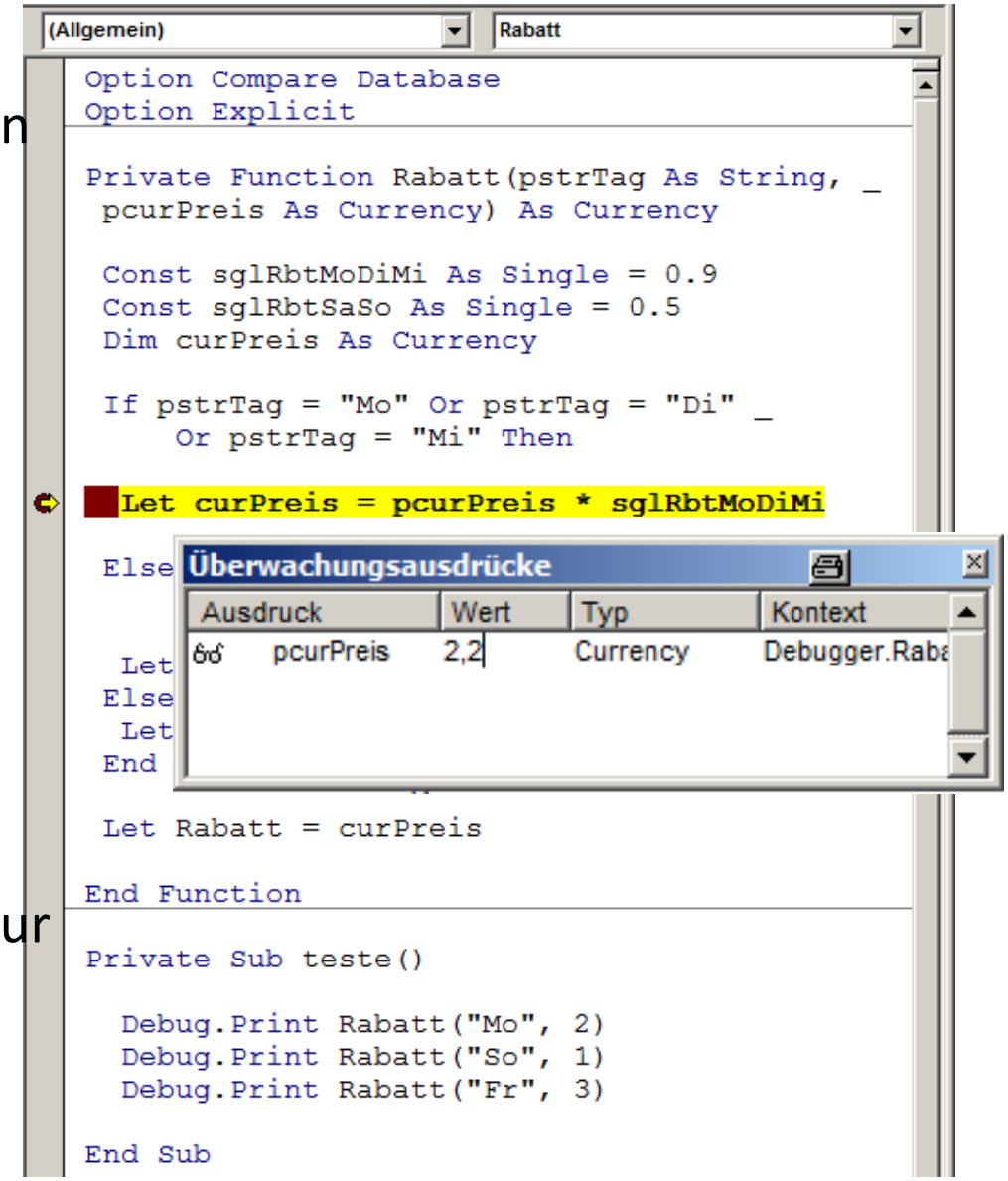
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

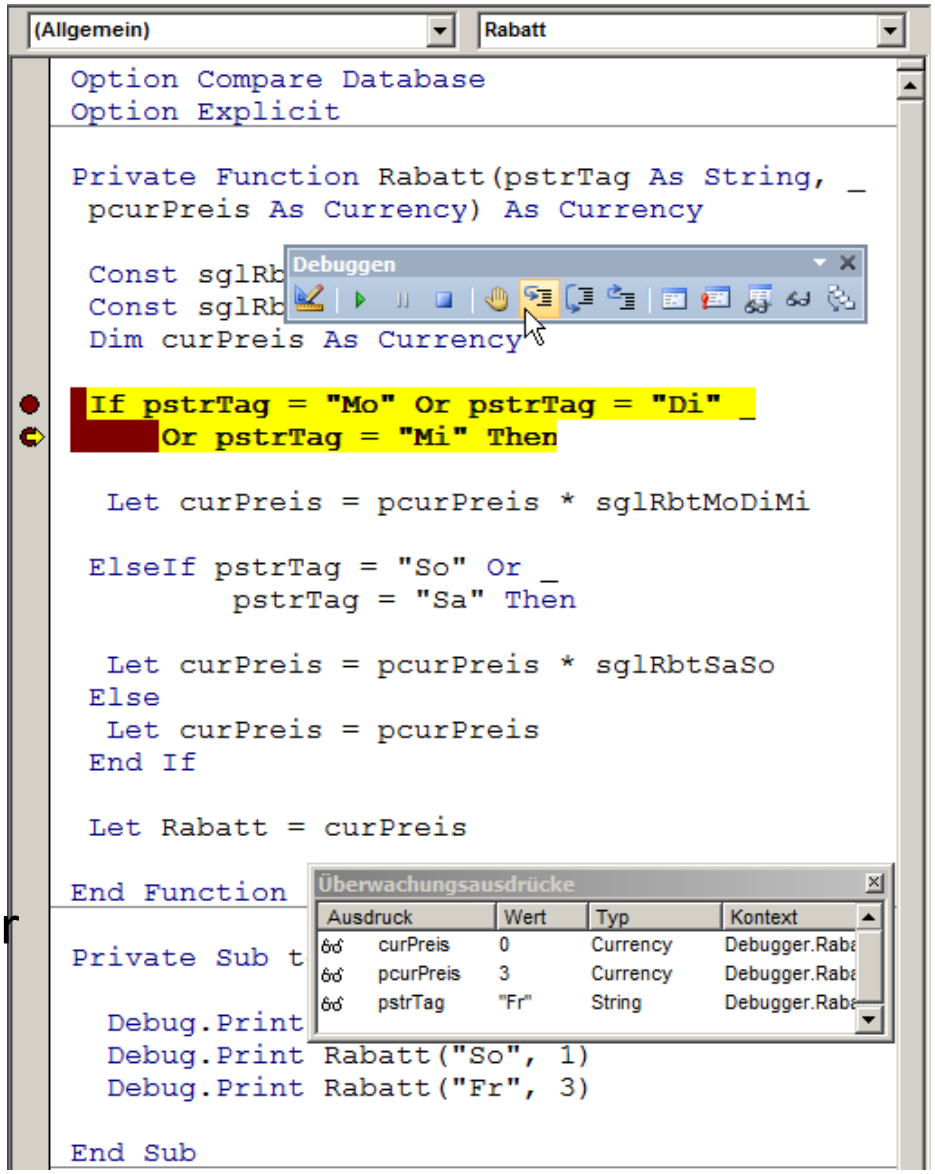
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

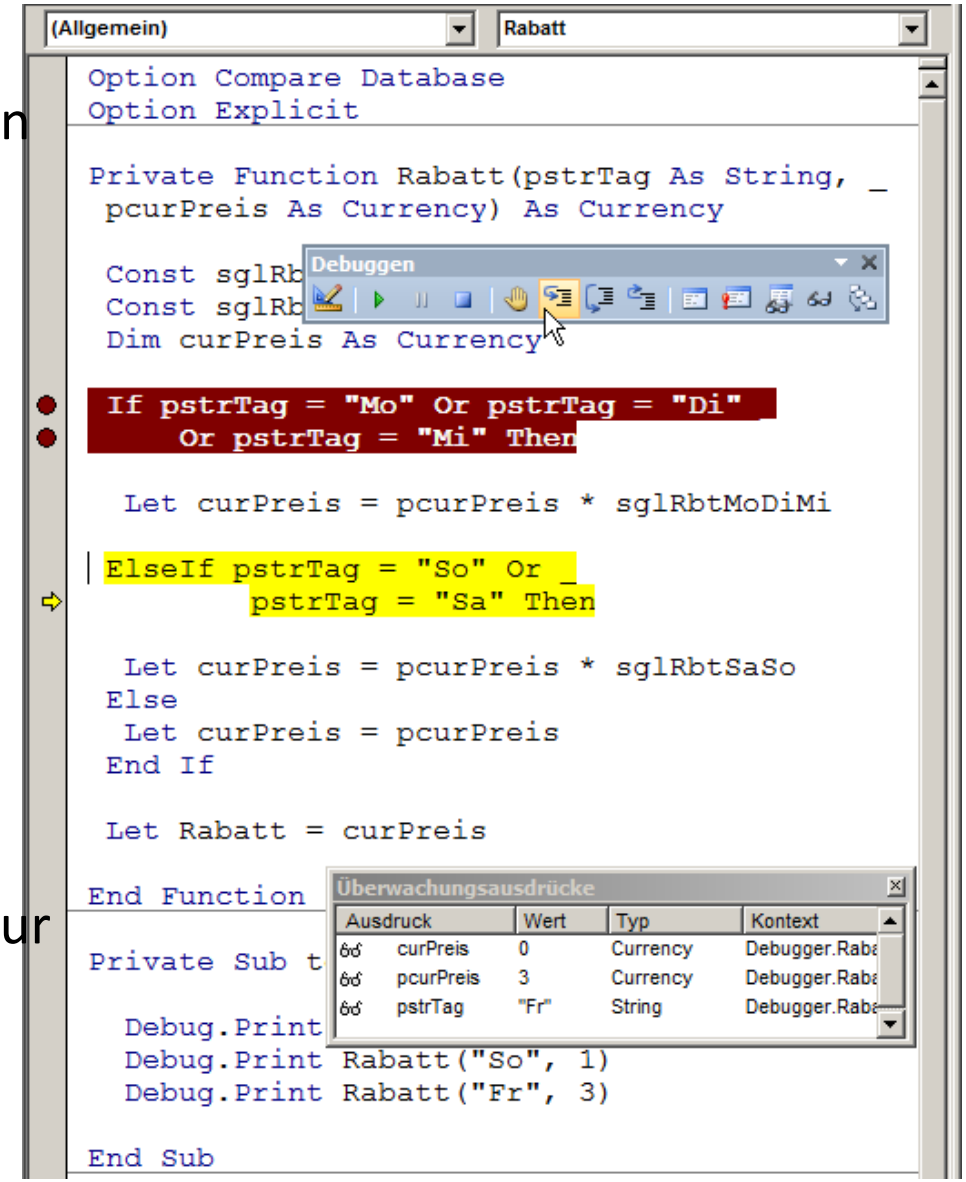
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

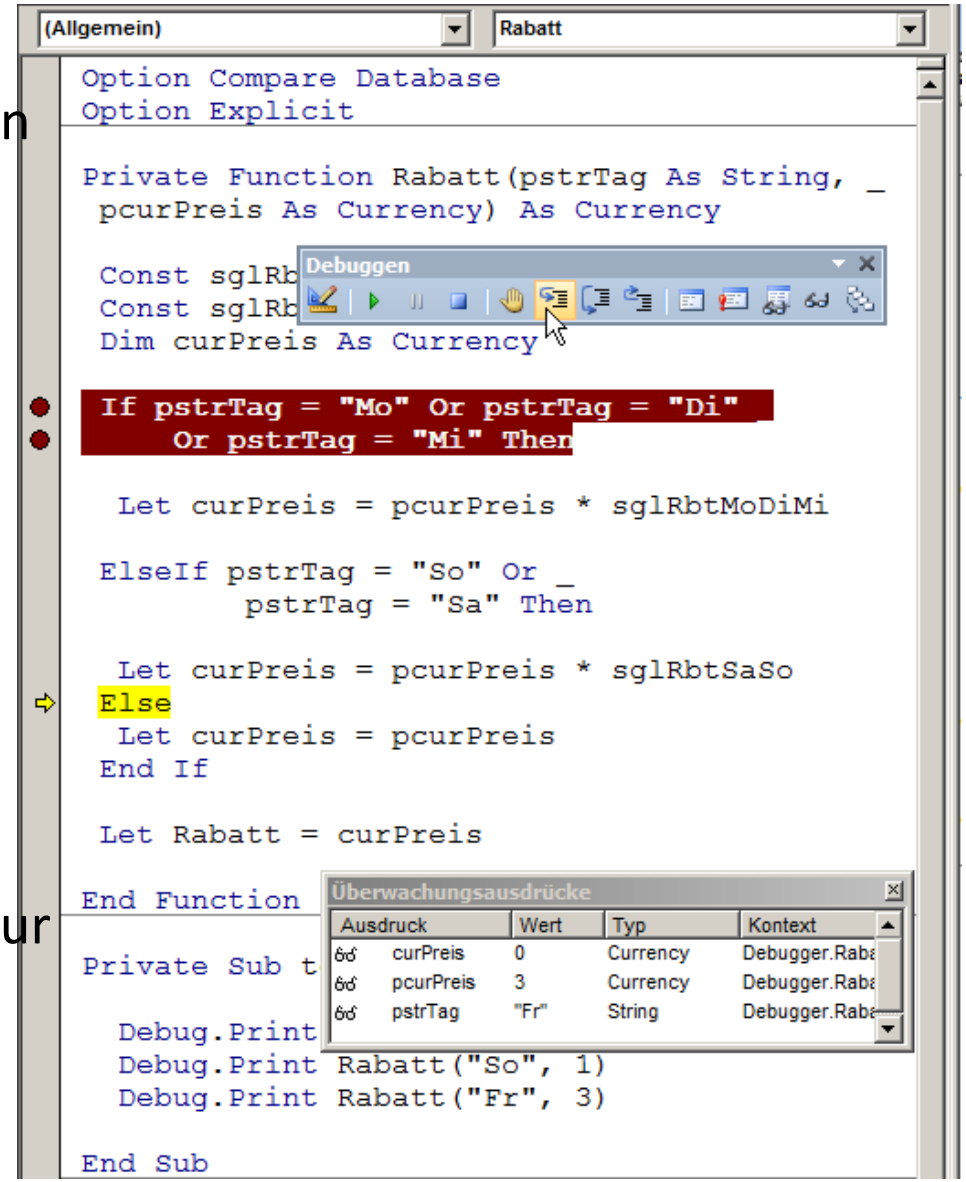
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

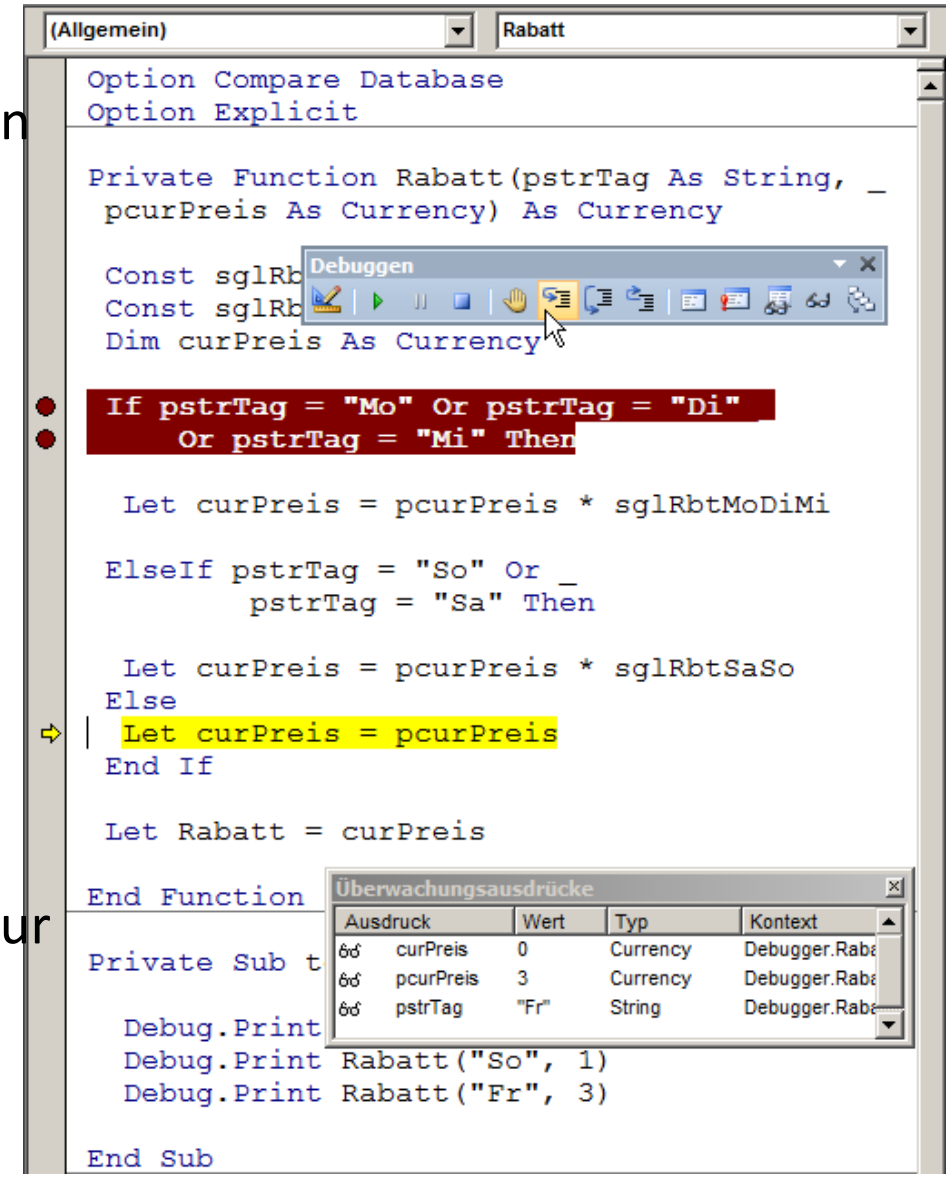
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

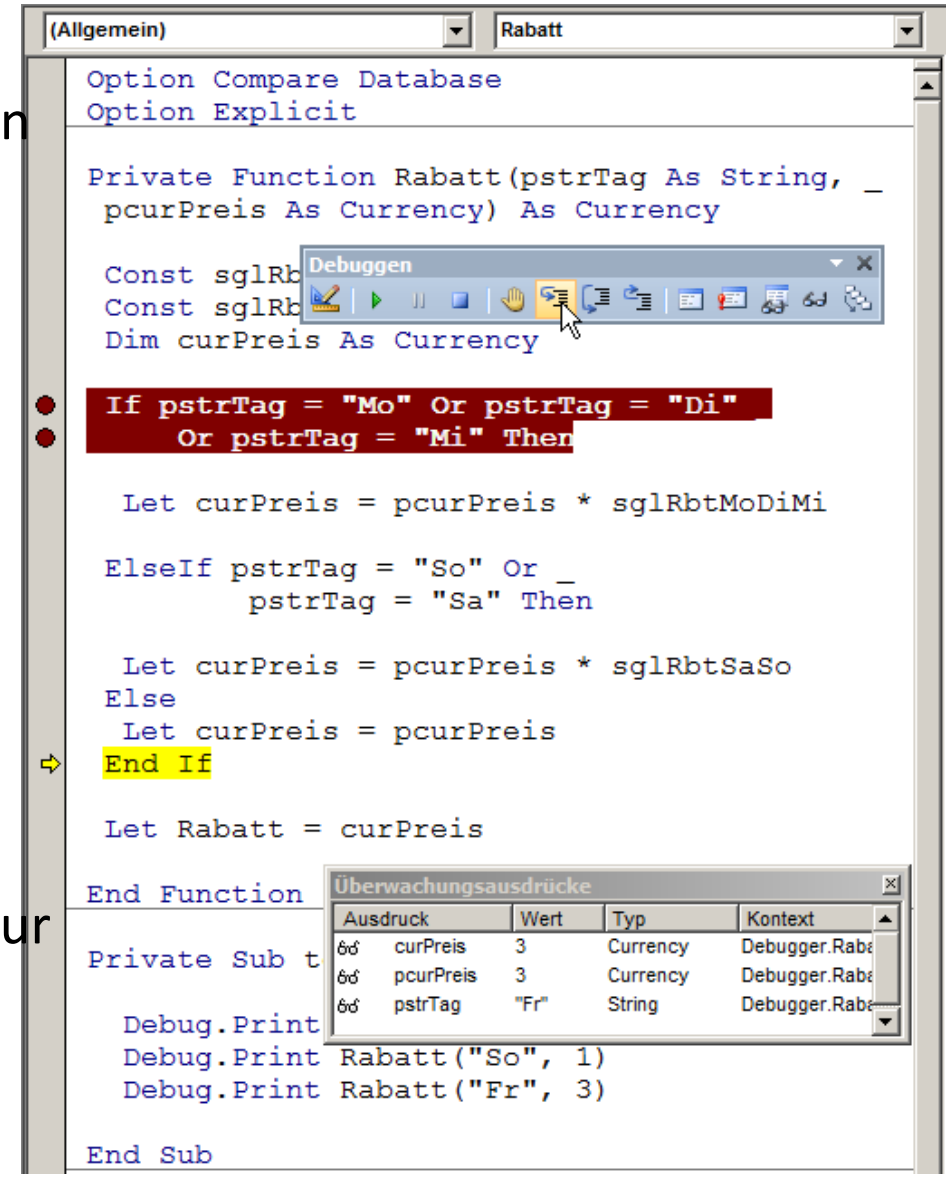
– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...



Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...

Demo 11.03: Debugger

Ziel

– Kennenlernen des Debuggers

Aufgabe

– Symbolleiste des Debuggers einrichten

– Haltepunkt(e) festlegen und zu überwachende Variablen festlegen

– Programm (nächste Folie) starten und schrittweise ausführen

Demo 11.03: Debugger

```
Sub demo1101()
 Dim intZahl As Integer
 Let intZahl = Val(InputBox("Zahl eingeben: "))
 Debug.Print "Ist Primzahl: " & isPrim(intZahl)
End Sub

Function isPrim(pintZahl As Integer) As Boolean
 Dim i As Integer
 Dim bolIsPrim As Boolean

 Let i = 2
 Let bolIsPrim = True

 Do While (bolIsPrim And i <= pintZahl / 2)
  If (pintZahl Mod i = 0) Then
   Let bolIsPrim = False
  End If
  Let i = i + 1
 Loop

 Let isPrim = bolIsPrim
End Function
```

Debugger

Haltepunkte

– Markieren Zeilen (Anweisung) in der der Programmablauf angehalten werden soll

Überwachung

– Betrachtung von Variablenwerten

– Änderung von Variablenwerten

schrittweise Ausführung

– Ausführen einzelner Anweisungen

– Ausführen einer ganzen Prozedur

– ...

Weitere Möglichkeiten

Informationen während Programmausführung ausgeben

- im Direktbereich
  - verlangsamt die Programmausführung
    - von einigen Entwicklungsumgebungen werden Ausgaben im Direktbereich bei Erstellung des endgültigen Programms (Release) entfernt
  - Quellcode wird überladen mit Befehlen, die nicht zur Lösung beitragen und dadurch unübersichtlich
  - nach Ende der Anwendung nicht mehr nachvollziehbar (weil Direktbereich geschlossen wurde)
- in Protokolldateien (Logging)
  - verschiedene Arten von Ausgaben (z.B. Fehler, Warnungen, Informationen) möglich
  - verlangsamt die Programmausführung
  - Quellcode wird überladen mit Befehlen, die nicht zur Lösung beitragen und dadurch unübersichtlich
  - nach Programmausführung nachvollziehbar, z.B. durch Administrator

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Testen

Um Fehler zu minimieren muss man testen!

Definition Test:

- "Unter dem Test von Software verstehen wir die stichprobenartige Ausführung eines Testobjekts, die zu dessen Überprüfung dienen soll.
- Dazu müssen die Randbedingungen für die Ausführung des Tests [vorher] festgelegt [und jederzeit rekonstruierbar] sein.
- Über einen Vergleich zwischen Soll- und Ist-Verhalten wird bestimmt [und dokumentiert], ob das Testobjekt die geforderten Eigenschaften erfüllt."[1]

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Softwaretest

Testen: Anhand von Stichproben Korrektheit der Software prüfen, aber nicht beweisen

- Dynamische Tests: Mittels Programmausführung wird die Prüfung durchgeführt
  - Strukturtests (White Box): Die innere Struktur der Software ist bekannt und wird bei Testfallerstellung und -durchführung berücksichtigt
  - Funktionstest (Black Box): Es wird das nach außen "sichtbare" Systemverhalten geprüft, unabhängig von der internen Struktur der Software
  - ...
- Statische Tests: Mittels Inspektion, Review, Statische Analyse wird der Test durchgeführt

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Demonstratives und destruktives Testen

Es gibt zwei Arten des Testens:

– Demonstratives Testen: systematische Ausführung eines Programms zur Erhöhung der Qualität

– Destruktives Testen: Prozess mit der Absicht, Fehler zu finden.

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Demonstratives und destruktives Testen

Es gibt zwei Arten des Testens:

– Demonstratives Testen: systematische Ausführung eines Programms zur Erhöhung der Qualität
  - Viele führen nur demonstratives Testen durch: „Sieh doch, es geht!“
  - häufig aus der eigenen Entwicklersicht durchgeführt
  - erwartete Eingabewerte sollen erwartete Ausgaben produzieren

– Destruktives Testen: Prozess mit der Absicht, Fehler zu finden.

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Demonstratives und destruktives Testen

Es gibt zwei Arten des Testens:

- Demonstratives Testen: systematische Ausführung eines Programms zur Erhöhung der Qualität
- Destruktives Testen: Prozess mit der Absicht, Fehler zu finden.
  - Wichtig ist aber destruktives Testen (z.B. Benutzerverhalten mit dem man nicht rechnet) durchzuführen.
  - Dies wird am besten von anderen Personen durchgeführt (große Firmen haben eigene Testabteilungen)

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Demonstratives und destruktives Testen

Es gibt zwei Arten des Testens:

– Demonstratives Testen: systematische Ausführung eines Programms zur Erhöhung der Qualität

– Destruktives Testen: Prozess mit der Absicht, Fehler zu finden.

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Testfall und Testdaten

Testfall besteht aus Testablauf und den dort verwendeten Daten

- Testablauf, z.B. für Testen eines Anmeldungsvorgang (Login)
  - Ablauf 1
    - Eingabe des korrekten Benutzernamens
    - Eingabe des korrekte Kennwortes
    - Betätigen der Login-Schalftläche
    - Anwendung startet
  - Ablauf 2
    - Eingabe des korrekten Benutzernamens
    - Eingabe des falsches Kennwortes
    - Betätigen der Login-Schalftläche
    - Fehlermeldung "Ungültige Anmeldung"
  - Ablauf 3
    - Eingabe des falschen Benutzernamens
    - Eingabe des korrekten Kennwortes
    - Betätigen der Login-Schalftläche
    - Fehlermeldung "Ungültige Anmeldung"
- Testdaten
  - Eingabe eines korrekten Benutzernamen-Kennwortpaars (User1, Passwort1)
  - Eingabe eines falschen Benutzernamen-Kennwortpaars (User2, 123)
- Dokumentation erfolgt in Testfallspezifikation

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

White-Box- und Black-Box-Tests

Es gibt verschiedene Arten von Tests

– White-Box-Test
  - Testen unter Berücksichtigung der inneren Struktur des Testobjektes

– Black-Box-Test
  - Testen ohne Kenntnis der inneren Struktur; Grundlage ist die Spezifikation

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Beispiel Testfälle finden (White/Black-Box)

Beispiel für Testfallfindung: Primzahltest (vereinfacht! Gilt so nur für Eingaben >= 2)

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Beispiel Primzahltest

Definition der Primzahl (vgl. Wikipedia)

– Eine Primzahl ist eine natürliche Zahl,

– die größer als 1 ist und

– die nur durch sich selbst und durch 1 ganzzahlig teilbar ist.

Welche Primzahlen fallen Ihnen spontan ein?

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, ...

Welche Nicht-Primzahlen fallen Ihnen spontan ein?

1, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, ...

Beispiel Primzahltest (VBA)

```
Public Sub demo1101()
 Dim intZahl As Integer
 Let intZahl = Val(InputBox("Bitte eine Zahl eingeben: "))
 Debug.Print "Ist die Zahl eine Primzahl: " & isPrim(intZahl)
End Sub

Private Function isPrim(pintZahl As Integer) As Boolean
 Dim i As Integer
 Dim bolIsPrim As Boolean

 Let i = 2
 Let bolIsPrim = True

 Do While (bolIsPrim And i <= pintZahl / 2)
  If (pintZahl Mod i = 0) Then
   Let bolIsPrim = False
  End If
  Let i = i + 1
 Loop

 Let isPrim = bolIsPrim
End Function
```

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Beispiel Primzahltest (VBA)

```
Public Sub demo1101()
 Dim intZahl As Integer
 Let intZahl = Val(InputBox("Bitte eine Zahl eingeben: "))
 Debug.Print "Ist die Zahl eine Primzahl: " & isPrim(intZahl)
End Sub

Private Function isPrim(pintZahl As Integer) As Boolean
```

Black-Box-Test

Welche Tests sind mindestens erforderlich?

```
End Function
```

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Eingabedaten Black-Box-Test

Mindestens 2 Eingabedaten:

– eine Primzahl, z.B. 7

– eine Nicht-Primzahl, z.B. 300

Oft ist es noch günstig Extremalwerte zu betrachten, hier z.B.

– die kleinste Primzahl: 2

– die Sonderrolle: 1 (per Definition keine Primzahl)

Was ist das erwartete Ergebnis?

– 7 liefert True

– 300 liefert False

– 2 liefert True

– 1 liefert False

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Eingabedaten Black-Box-Test

Da man i.a. nicht alle Eingabedaten untersuchen kann beschränkt man sich oft auf Äquivalenzklassen;

- Hier ergeben sich natürlicherweise mindestens 2 Äquivalenzklassen:
  - Die Primzahlen und
  - die Nicht-Primzahlen
- Die Nicht-Primzahlen könnte man evtl. noch in zwei Klassen zerlegen:
  - Gerade Nicht-Primzahlen
  - Ungerade Nicht-Primzahlen

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Eingabedaten Black-Box-Test

Innerhalb jeder Äquivalenzklasse sollte man dann ein paar typische Vertreter wählen, sowie Extremalwerte

- Somit sind für den Primzahltest z.B. folgende Eingabedaten sinnvoll:
  - Primzahlen: 2 (Extremalwert), 17, 8999 (große Primzahl, eine größte gibt es nicht)
  - Nicht-Primzahlen:
    - gerade: 4 (Extremalwert), 100, 134568 (große)
    - ungerade: 9 (Extremalwert), 153, 168651

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Beispiel Primzahltest (VBA)

```
Public Sub demo1101()
 Dim intZahl As Integer
 Let intZahl = Val(InputBox("Bitte eine Zahl eingeben: "))
 Debug.Print "Ist die Zahl eine Primzahl: " & isPrim(intZahl)
End Sub

Private Function isPrim(pintZahl As Integer) As Boolean
 Dim i As Integer
 Dim bolIsPrim As Boolean

 Let i = 2
 Let bolIsPrim = True

 Do While (bolIsPrim And i <= pintZahl / 2)
  If (pintZahl Mod i = 0) Then
   Let bolIsPrim = False
  End If
  Let i = i + 1
 Loop

 Let isPrim = bolIsPrim
End Function
```

White-Box-Test

Welche Tests sind mindestens erforderlich?

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Eingabedaten White-Box-Test

Welche Tests sind mindestens erforderlich?

Jeder mögliche „Pfad“ durch den Programmcode sollte mindestens einmal durchlaufen werden!

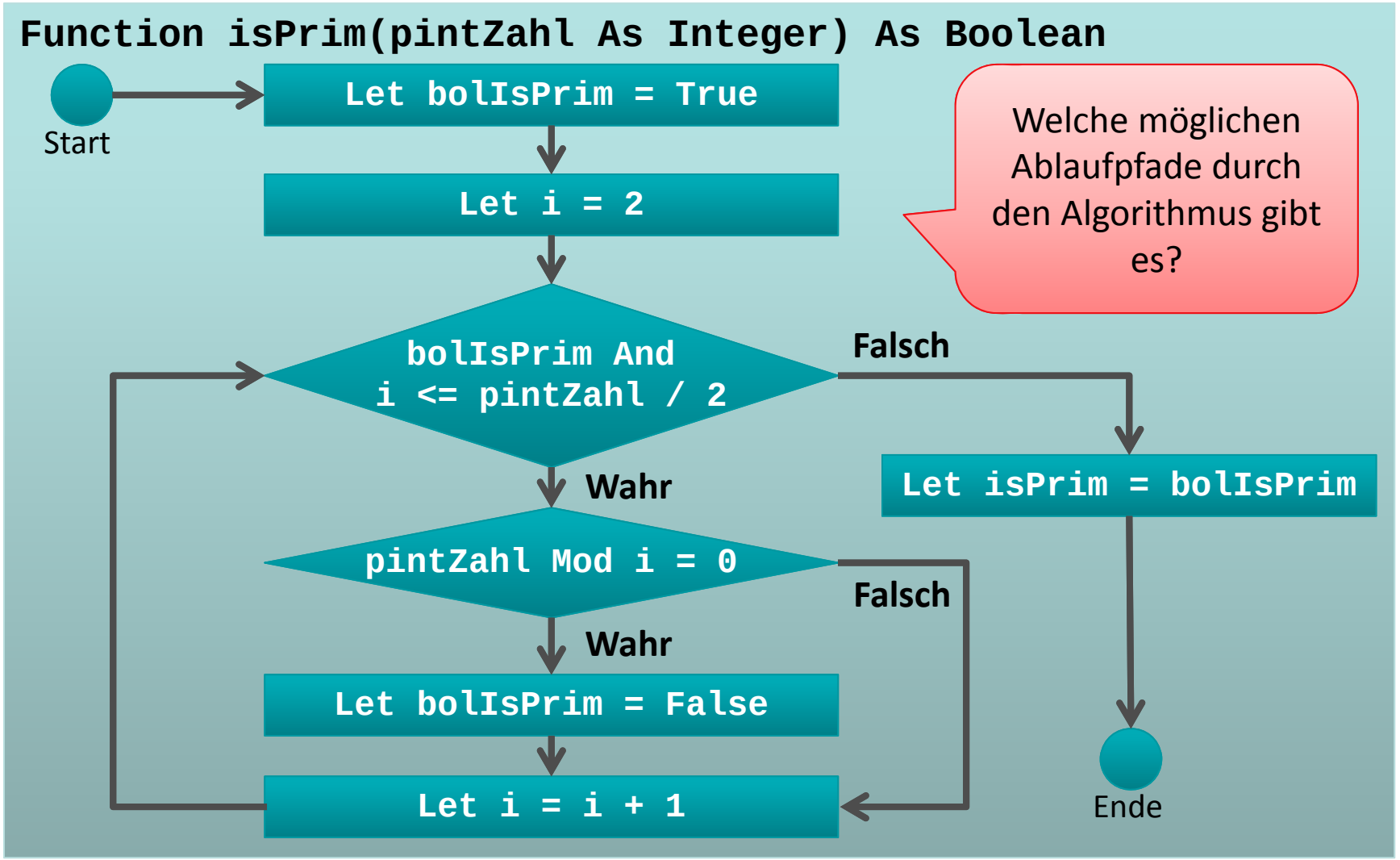
Bei Schleifen:

- Kein Durchlauf
- Ein Durchlauf
- Zwei Durchläufe
- Typische Anzahl Durchläufe
- Maximale Anzahl Durchläufe

Bei Bedingungen: jeder (Teil-)Ausdruck sollte wenigstens jeden der möglichen Werte einmal annehmen!

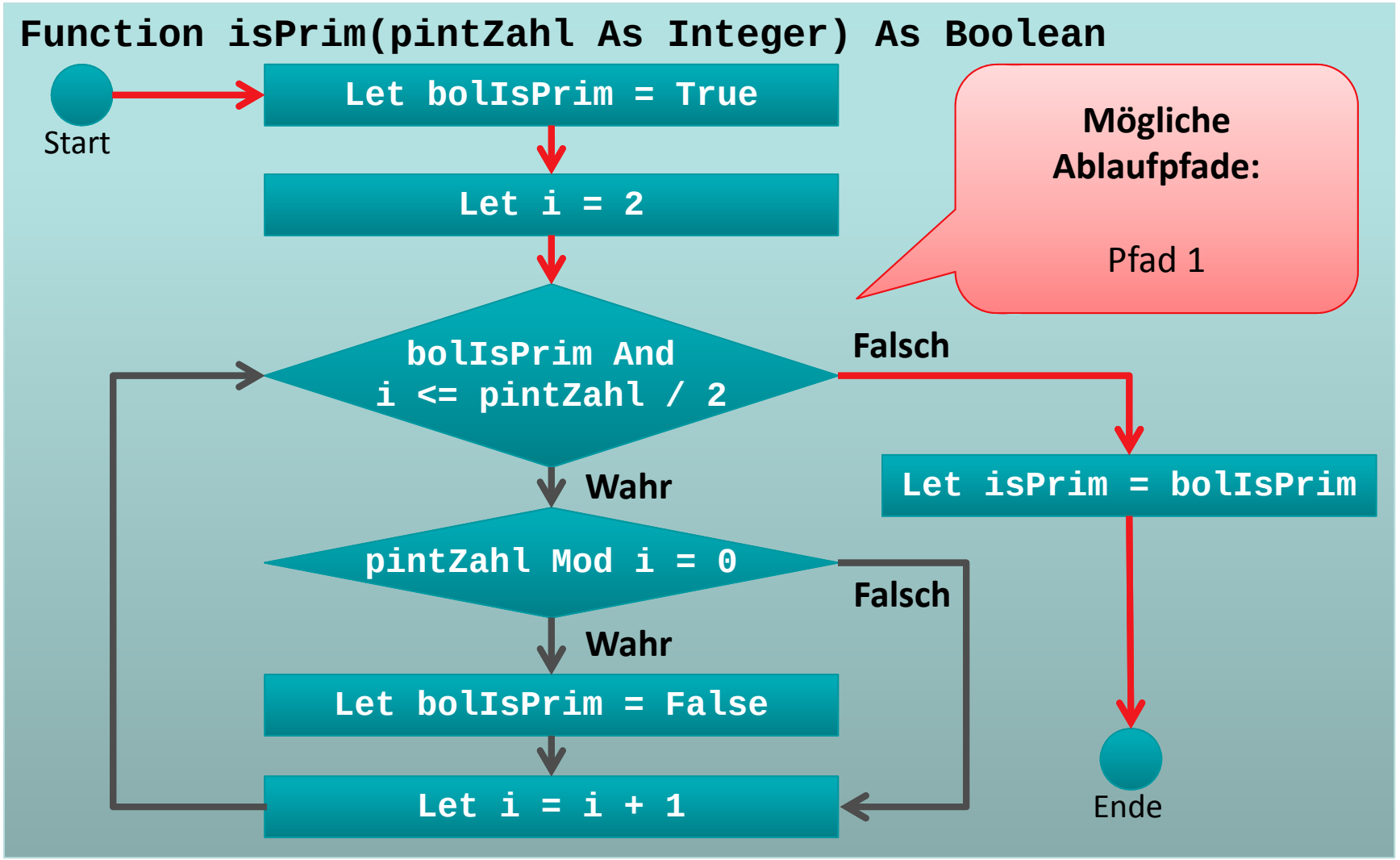
1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Eingabedaten White-Box-Test[1]



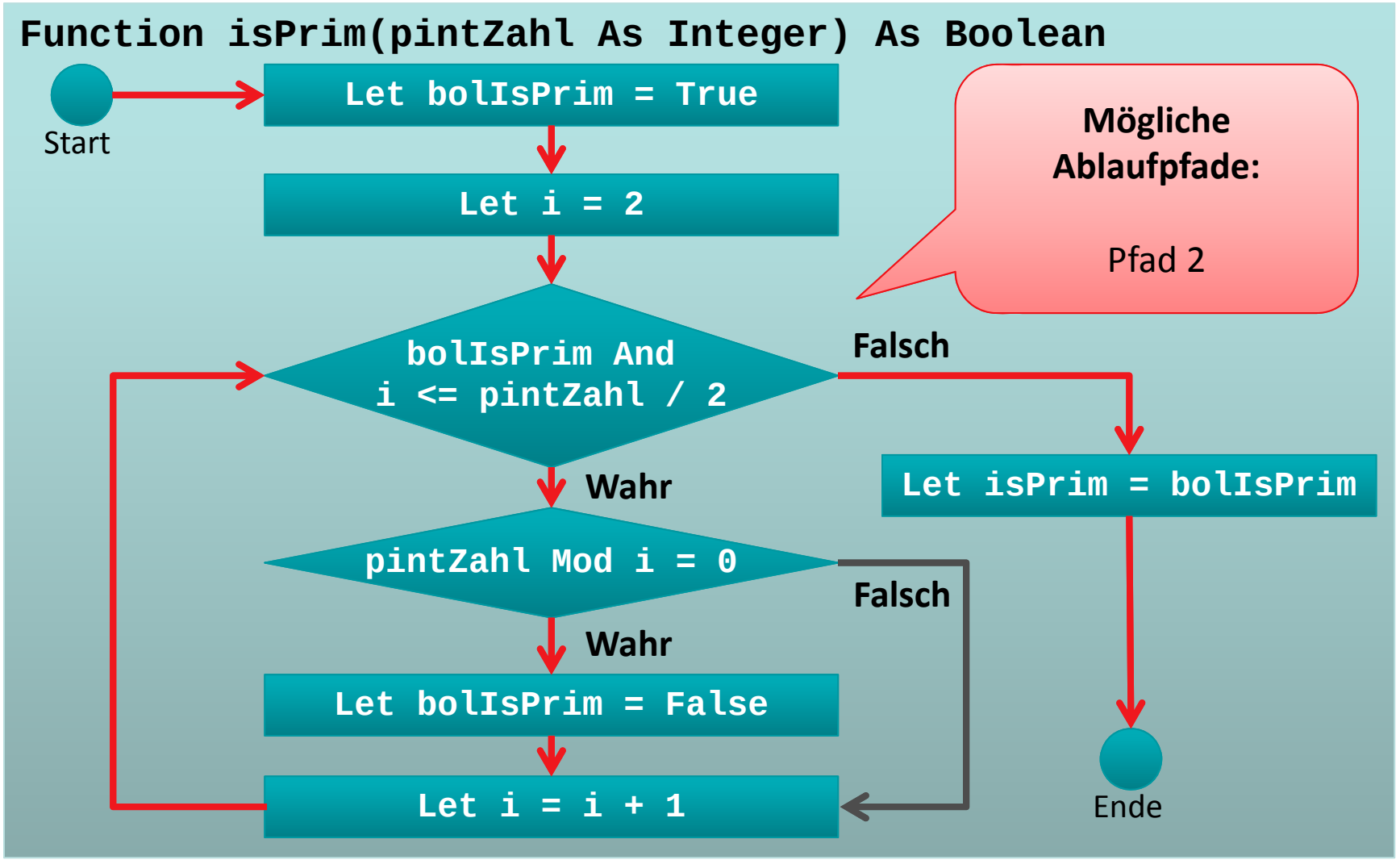
1) vgl. Beispiel aus Beuth-Hochschule für Technik, Prof. Dr. Ripphausen-Lipa, Skript "Programmierung 1"

Eingabedaten White-Box-Test[1]



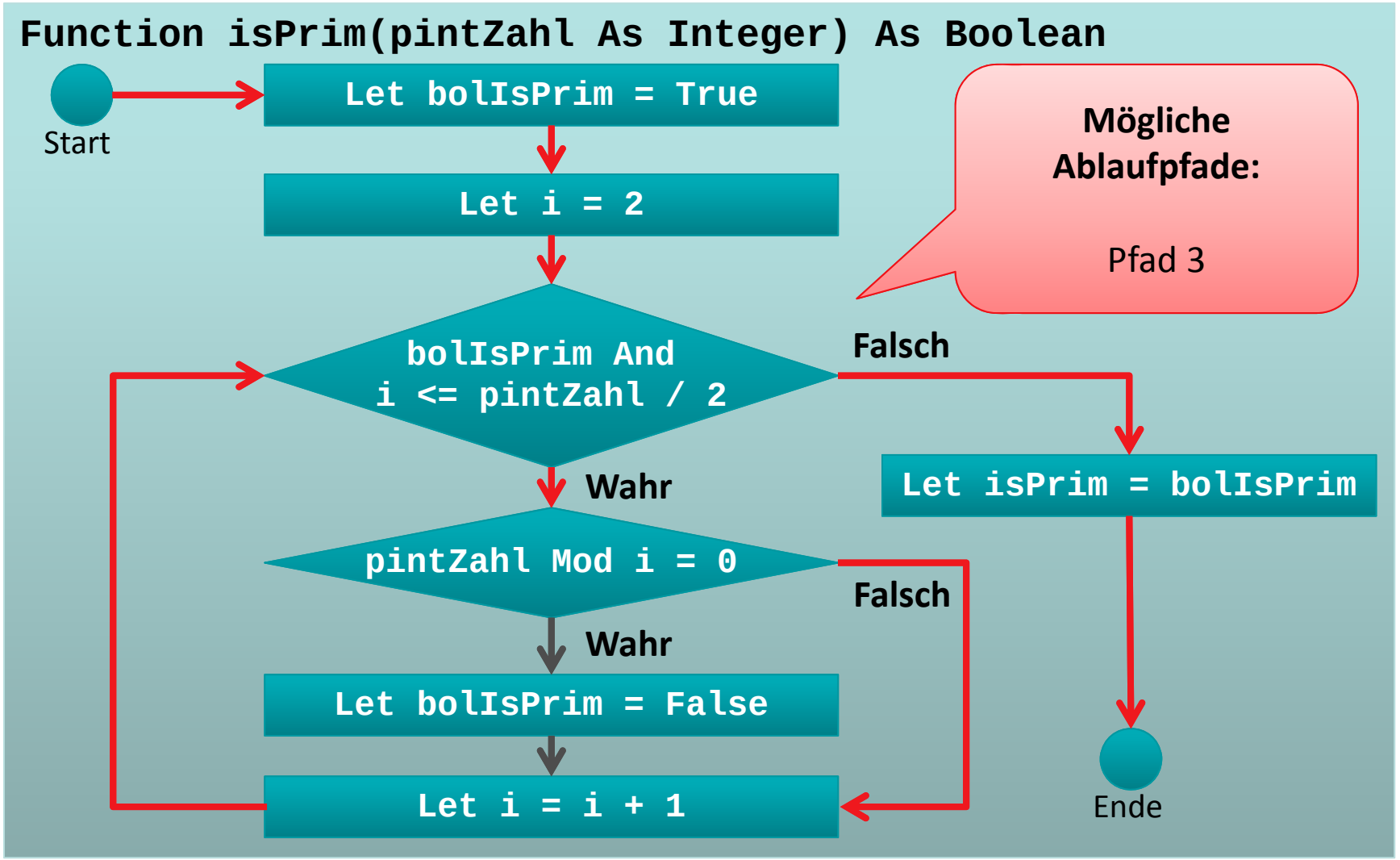
1) vgl. Beispiel aus Beuth-Hochschule für Technik, Prof. Dr. Ripphausen-Lipa, Skript "Programmierung 1"

Eingabedaten White-Box-Test[1]



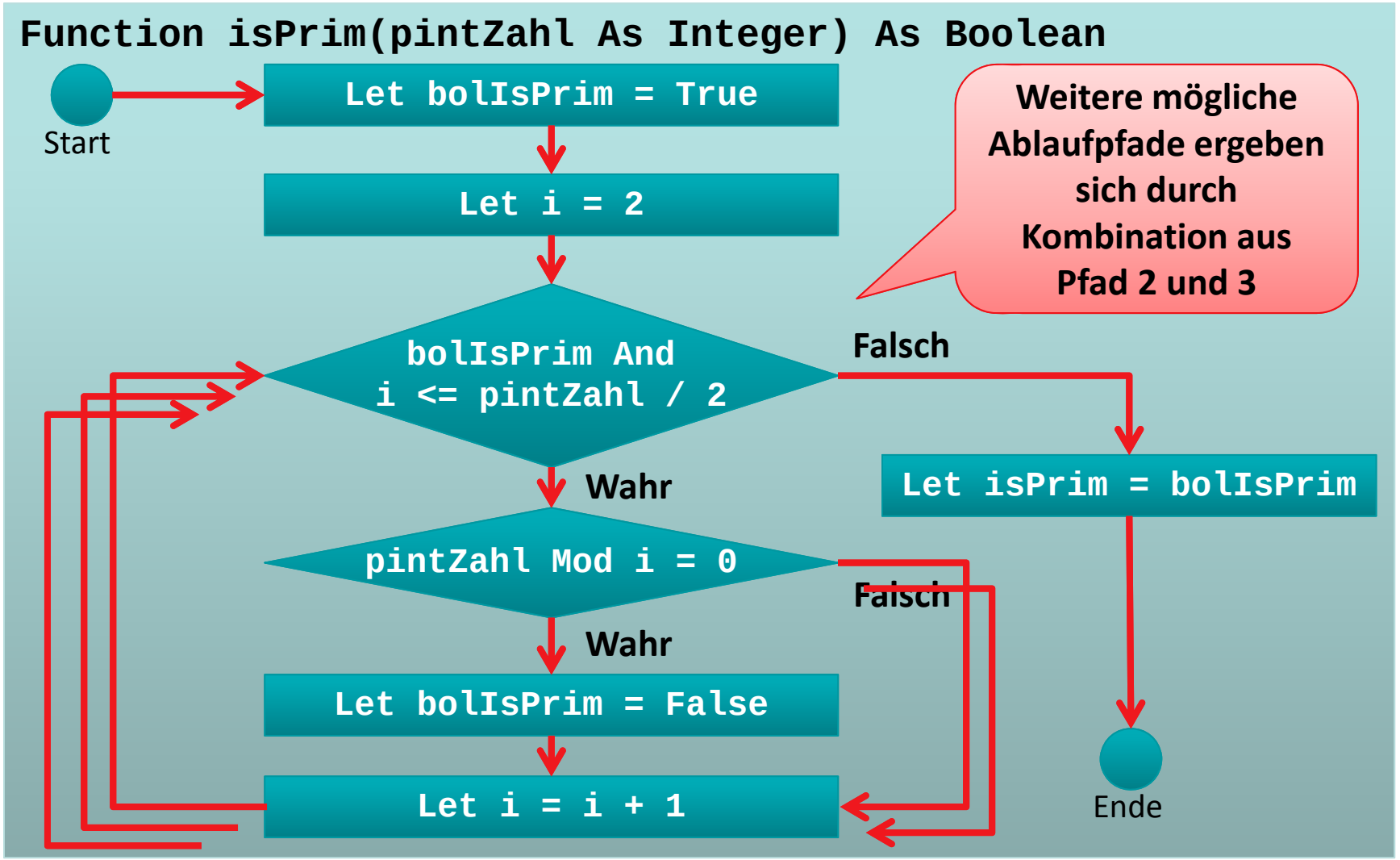
1) vgl. Beispiel aus Beuth-Hochschule für Technik, Prof. Dr. Ripphausen-Lipa, Skript "Programmierung 1"

Eingabedaten White-Box-Test[1]



1) vgl. Beispiel aus Beuth-Hochschule für Technik, Prof. Dr. Ripphausen-Lipa, Skript "Programmierung 1"

Eingabedaten White-Box-Test[1]



1) vgl. Beispiel aus Beuth-Hochschule für Technik, Prof. Dr. Ripphausen-Lipa, Skript "Programmierung 1"

Eingabedaten White-Box-Test[1]

Testdaten:

- Pfad 1: n = 4
- Pfad 2: n = 5 (einmal), n = 101 (mehrfach)
- Pfad 3: n = 2; n = 1 ← **Zweiter Test zeigt falsches Ergebnis auf!**
- Kombination Pfad 2, Pfad 1
  - Je einmal: z.B. 9
  - Pfad 2 dreimal, Pfad 1 einmal: 25
  - Pfad 2 mehrfach, Pfad 1 einmal: 121

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Bemerkungen zum systematisches Testen

Es ist sinnvoll Testfälle mit gleichem Testablauf zu „automatisieren“, da bei jeder Änderung / Fehlerkorrektur am Besten alle Testfälle wieder durchlaufen werden (Hinweis: es gibt Tools, die dies unterstützen wie z.B. NUnit, JUnit)

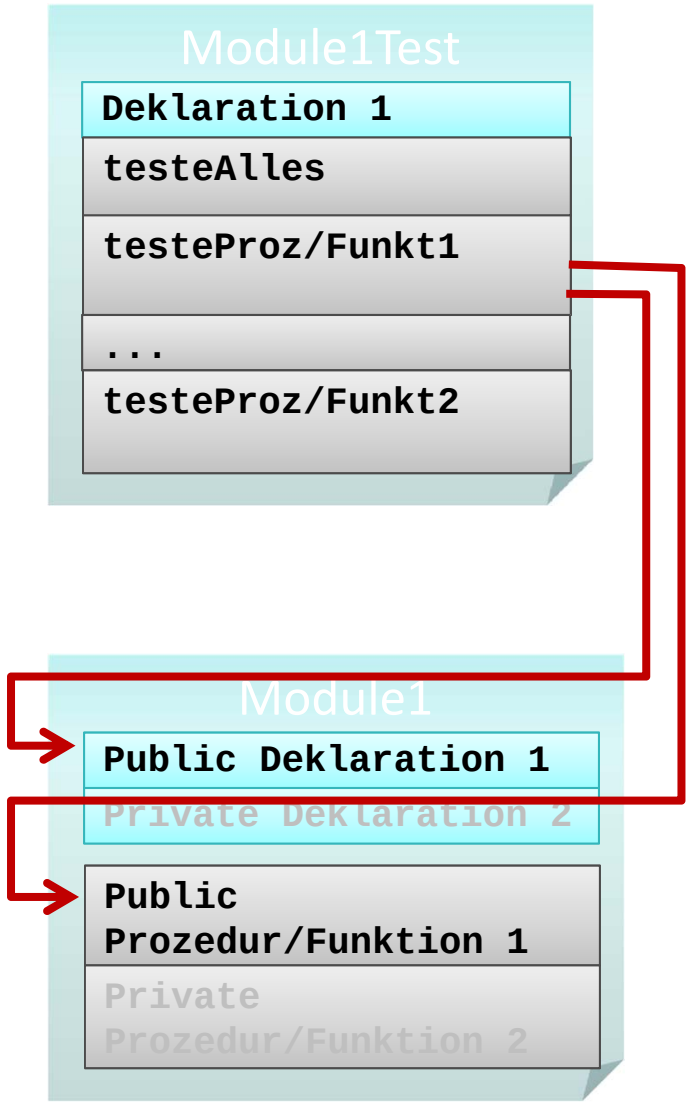
Es gibt sogar testgetriebenes Design / Vorgehen zur Entwicklung vor Software; bei dieser Methode werden zuerst die Testfälle entwickelt, bevor die eigentliche Software entwickelt wird

1) Quelle: Beuth-Hochschule für Technik, Ripphausen-Lipa, Skript Programmierung 1

Module und Testen

Umsetzung in VBA

- Modul und Testmodul bilden eine Einheit für den Test
- zu jedem Modul wird ein Testmodul erstellt (z.B. zu `Rechnung` das Modul `RechnungTest`)
- `prozedurNameTest` zur Test der Prozedur `prozedurName`
- `testeAlles()`-Prozedur zur Ausführung aller Test im Test-Modul (optional)



Module und Testen

Assertion (dt. Zusicherung)

– Prüfen einer vorher definierten Erwartung, die das Endergebnis erfüllen muss

– weicht das tatsächliche Ergebnis vom erwarteten Ergebnis ab, wird die Programmausführung unterbrochen

– hilft logische Fehler zu finden

VBA

```
' Unterbricht die Programm, wenn boolscher Ausdruck falsch
Debug.Assert <BoolscherAusdruck>
```

Innerhalb der Test-Prozeduren werden zu testende Funktionen innerhalb einer Debug.Assert-Anweisung aufgerufen.

Module und Testen

Beispiel: Modul mdlPrimzahlen

```
Option Compare Database
Option Explicit

Public Function isPrim(pintZahl As Integer) As Boolean

 ' ...

End Sub
```

Beispiel: Modul mdlPrimzahlenTest

```
Option Compare Database
Option Explicit

Private Sub isPrimTest()

 Debug.Assert mdlPrimzahlen.isPrim(0) = True
 Debug.Assert mdlPrimzahlen.isPrim(1) = True
 Debug.Assert mdlPrimzahlen.isPrim(2) = False
 Debug.Assert mdlPrimzahlen.isPrim(3) = True

End Sub
```

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Inhalt

Einordnung

Rückblick

Ausgangspunkt

- Beispiele für Softwarefehler
- Ursachen von Fehlern

Fehlervermeidung und -auffindung

- Unterstützung
- Programmierrichtlinien
- Codereview/Pair Programming

Debugger

- Zweck
- Einsatzmöglichkeiten

Testen

- Arten
- Testfall und Testdaten
- White-/Blockbox-Test

Abschluss und Ausblick

Zusammenfassung

Fehlervermeidung/-auffindung

- Funktionen der Entwicklungsumgebung, des Compilers und weiterer Werkzeuge nutzen
- Programmierrichtlinien einführen
- Codereviews durchführen, ihre Ergebnisse dokumentieren
- Weitere Werkzeuge zur automatischen Analyse nutzen(z.B. Code Analysis, FindBugs, Checkstyle)

Zusammenfassung

Debugger

- ermöglicht durch Haltepunkte, Variablenüberwachung und schrittweise Ausführung
- Nachvollziehen des tatsächlichen Programmablaufs und der Wertebelegung von Variablen
- dient der Analyse von identifizierten Fehlerzuständen

Zusammenfassung

Testen

– Demonstratives und Destruktives Testen im Vier-Augen-Prinzip

– Wahl geeigneter Testfall und Testdaten zur Abdeckung aller Eingabe-/Ausgabekombinationen und relevanten Ausführungspfade im White-/Blockbox-Test

– Testen von Modulen durch Erstellung von Testprozeduren und Verwendung von Debug.Assert

```
' Unterbricht die Programm, wenn
' boolscher Ausdruck falsch
Debug.Assert <BoolscherAusdruck>
```

Einordnung

06 – Zusammenfassung

05 – Debugger und Testen

04 – Fortgeschrittene Konzepte

04.A	04.B	04.C
Oberflächen (Teil 1) Elemente und Eigenschaften	Oberflächen (Teil 2) Ereignisverarbeitung	Zugriff auf Dateisystem und Anwendungen

03 – Grundkonzepte

03.A	03.B	03.C	03.D	03.E
Wert Ausdruck Variable Konstante Datentyp	Bedingte Ausführung/ Verzwei-gungen	Schleifen	Felder Mengen	Prozedur Funktion Modul

02 – Grundlagen der Programmierung

01 – Grundbegriffe der Wirtschaftsinformatik

BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN
University of Applied Sciences

Wirtschaftsinformatik 1
LE 10 – Fehler, Debugger und Testen

Prof. Dr. Thomas Off

http://www.ThomasOff.de/lehre/beuth/wi1