ingenieur
wissenschaften
htw saar

Digital Skills für Ingenieur*innen

8. Vorlesungstag

„Einführung in Makros“

Einführung in Makros

Softwarefehler

„Programmfehler oder Softwarefehler oder Software-Anomalie, häufig auch Bug (englisch) genannt, sind Begriffe aus der Softwaretechnik, mit denen für Software-Systemkomponenten Abweichungen zu einem geforderten oder gewünschten Sollzustand bezeichnet werden. Diese können auftreten, wenn z. B. eine bestimmte Festlegung der Spezifikation fehlerhaft ist oder falsch umgesetzt wurde, und führt zunächst zu einem internen Fehlerzustand im Programm, der wiederum dazu führt, dass bei der Programmausführung ein unerwartetes Verhalten oder Ergebnis auftritt. “ [1]

[1]: Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Programmfehler

Einführung in Makros

Bekannte Softwarefehler

„Therac-25 war ein Linearbeschleuniger zur Anwendung in der Strahlentherapie. Er wurde von 1982 bis 1985 in elf Exemplaren von der kanadischen Regierungsfirma Atomic Energy of Canada Limited (AECL) gebaut und in Kliniken in den USA und in Kanada installiert. Durch Softwarefehler, falsche Priorisierung und mangelnde Qualitätssicherung war ein schwerer Funktionsfehler möglich, der von Juni 1985 bis 1987 drei Patienten das Leben kostete und drei weitere schwer verletzte, bevor geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen wurden.“ [2]

[2]: Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Therac-25

ingenieur
wissenschaften
htw saar

Einführung in Makros

Bekannte Softwarefehler

```
PATIENT NAME: John
TREATMENT MODE: FIX          BEAM TYPE: E     ENERGY (KeV):      10

                             ACTUAL           PRESCRIBED
        UNIT RATE/MINUTE       0.000000         0.000000
        MONITOR UNITS        200.000000       200.000000
        TIME(MIN)              0.270000         0.270000


GANTRY ROTATION (DEG)          0.000000         0.000000         VERIFIED
COLLIMATOR ROTATION (DEG)    359.200000       359.200000         VERIFIED
COLLIMATOR X (CM)             14.200000        14.200000         VERIFIED
COLLIMATOR Y (CM)             27.200000        27.200000         VERIFIED
WEDGE NUMBER                   1.000000         1.000000         VERIFIED
ACCESSORY NUMBER               0.000000         0.000000         VERIFIED



DATE: 2012-04-16      SYSTEM: BEAM READY       OP.MODE: TREAT       AUTO
TIME: 11:48:58        TREAT: TREAT PAUSE                X-RAY      173777
OPR ID: 033-tfs3p     REASON: OPERATOR         COMMAND:
```

Abbildung 1: Oberfläche des Therac-25

Abbildung 2: Therac-25 Linearbeschleuniger

ingenieur
wissenschaften
htw saar

Einführung in Makros

Bekannte Softwarefehler

- *„Computer des Therac-25 war für Messwerterfassung/Steuerung und für die Benutzerinteraktion zuständig.“* [2]
- *„Kernproblem war die Synchronisation der beiden Prozesse.“* [2]
- *„Bei der Ansteuerung des Gerätes wurden verschiedene Magnete positioniert, was jeweils 8s dauert.“* [2]
- *„Fälschlicherweise wurde nach der Positionierung des ersten Magneten ein Flag gelöscht. Folge war, dass korrigierte Eingabedaten ignoriert wurden.“* [2]

[2]: Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Therac-25

ingenieur wissenschaften htw saar

Einführung in Makros

Bekannte Softwarefehler

- *„Alle Vorfälle beruhten darauf, dass der Linearbeschleuniger mit der hohen Brillanz für den Röntgenmodus arbeitete, aber das Wolfram-Target nicht im Strahlengang war.“* [2]
- Resultat des Softwarefehlers
  - *„Die Patienten wurden mit 40 Gray bis 200 Gray bestrahlt, anstatt mit 2 Gray.“* [2]
  - *„10 Gray Ganzkörperdosis gilt als sicher tödlich.“* [2]
  - *„3 tote Patienten (1 x Stammhirn Läsionen, 2 x akute Strahlenkrankheit)“* [2]

[2]: Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Therac-25

Einführung in Makros

Fehlerbehandlung

Es gibt grundsätzlich drei Fehlerkategorien:

- Fehler beim Kompilieren (z.B. Syntaxfehler)
- Fehler zur Laufzeit (z.B. Division durch 0) sowie
- logische Fehler (z.B. falsches Berechnungsergebnis).

Um Fehler abzufangen, die während der Laufzeit auftreten existieren Fehlerbehandlungsroutinen.

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

Eine Fehlerbehandlungsroutine wird aktiviert, wenn während der Programmausführung ein Fehler auftritt. Die Standard-Fehlerbehandlung zeigt eine Fehlermeldung an und führt dazu, dass das Makro abgebrochen wird. In BASIC gibt es jedoch einen Mechanismus, der es ermöglicht, dieses Verhalten zu modifizieren oder anzupassen.

Mechanismus	*Effekt*
On Error Resume Next	Ignoriert die Fehler und führt das Makro in der nächsten Zeile fort.
On Error GoTo 0	Bricht die aktuelle Fehlerbehandlung ab/Stellt die Standard-Fehlerbehandlungsmethode wieder her
On Error GoTo LabelName	Verzweigt zur Sprungmarke LabelName

Tabelle 1: Unterstützte On Error … Mechanismen

ingenieur
wissenschaften
htw saar

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- On Error Resume Next – veranlasst OO, alle Fehler zu ignorieren: Ungeachtet dessen, was geschieht, setze fort und verhalte dich so, als ob alles in Ordnung wäre.

- On Error GoTo 0 – deaktiviert die aktuelle Fehlerbehandlung. Unabhängig von den später erklärten Aspekten im Zusammenhang mit dem Bereich der Fehlerbehandlungsroutine betrachten Sie "On Error Go To" als Mittel, um die Standardmethode der Fehlerbehandlung wiederherzustellen: Beende das Makro und zeige eine Fehlermeldung an.

- On Error GoTo LabelName – erlaubt Ihnen, Code zu schreiben, der Fehler nach Ihren eigenen Wünschen behandelt. Sie erstellen einen „Error-Handler“.

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Bei Auftreten eines Fehlers wird der momentan ausgeführte Code abgebrochen, und die Kontrolle wird dem aktuellen Fehlerbehandlungsmechanismus übergeben. Die Error-Handler haben Zugriff auf die folgenden Funktionen, um die Ursache und die Position des Fehlers zu ermitteln.

Funktion	*Verwendung*
CVErr	Konvertiert Ausdruck in Error-Objekt
Erl	Zeilennummer, in der der letzte Fehler auftrat.
Err	Nummer des letzten aufgetretenen Fehlers.
Error	Fehlernummer des letzten aufgetretenen Fehlers

Tabelle 2: Variablen und Funktionen im Zusammenhang mit Fehlerroutinen.

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Jeder Error-Handler muss innerhalb einer Routine definiert werden und ist somit Teil dieser speziellen Unterprozedur oder Funktion. Im Falle eines Fehlers durchsucht Basic den Aufrufstapel rückwärts, um einen passenden Error-Handler zu finden. Sollte keiner gefunden werden, wird der Standard-Handler aktiviert, der eine Fehlermeldung ausgibt und das Programm abbricht.

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

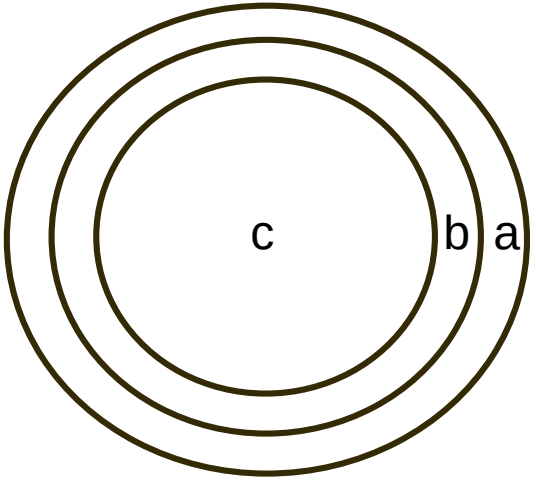


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

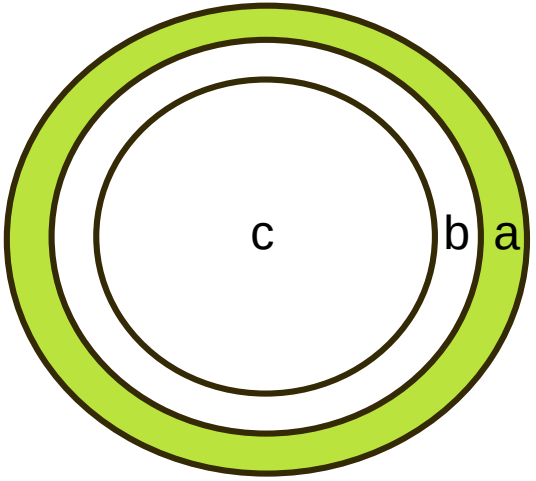


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

Subroutine a() ist gestartet und besitzt einen Error-Handler.

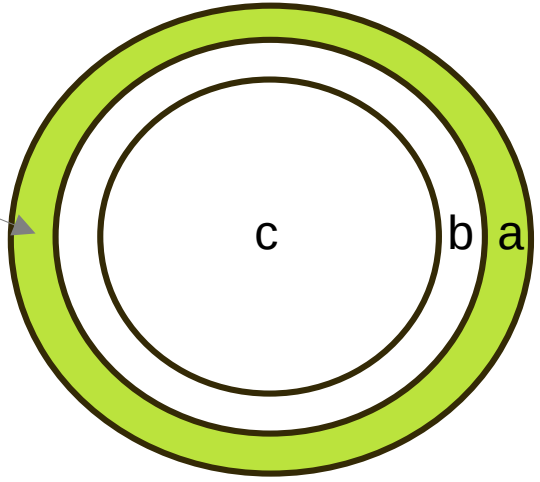


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

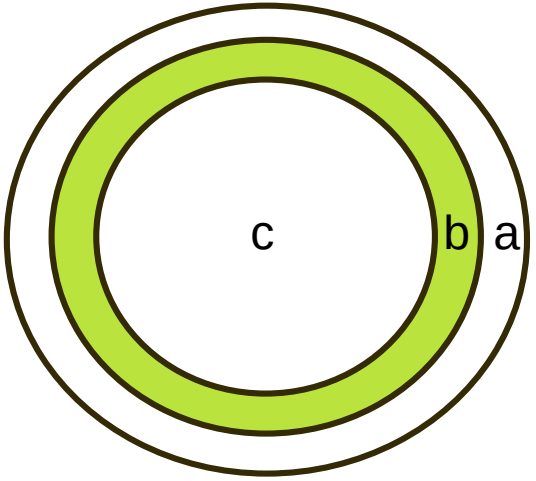


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

Subroutine a() hat Subroutine b() aufgerufen. Subroutine b() besitzt keinen Error-Handler.

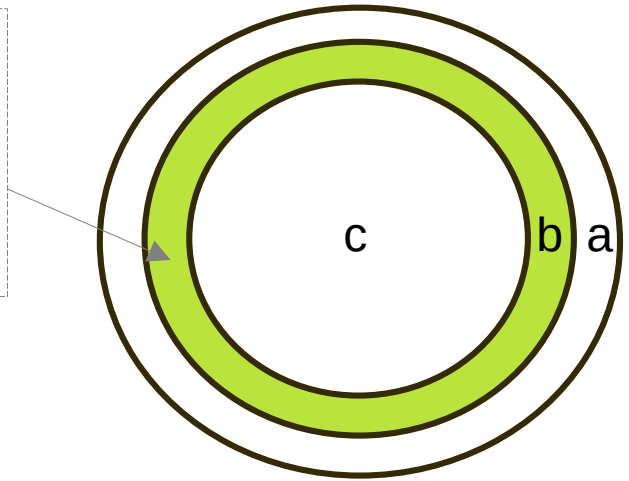


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

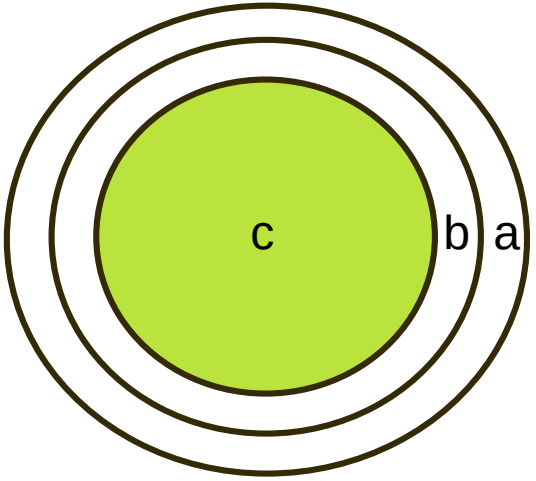


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

Subroutine b() hat Subroutine c() aufgerufen. Subroutine c() besitzt keinen Error-Handler.

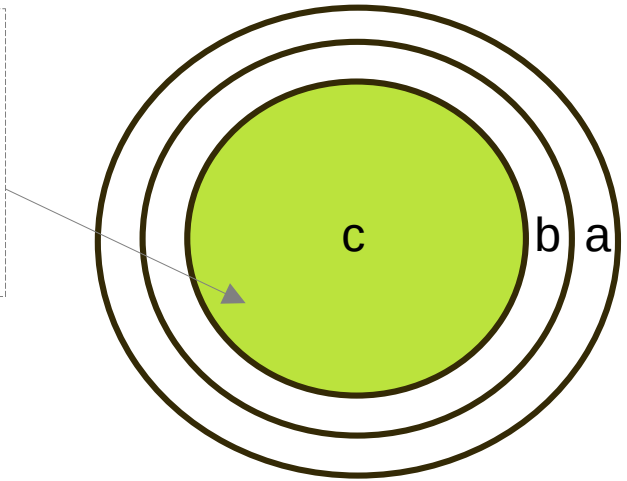


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

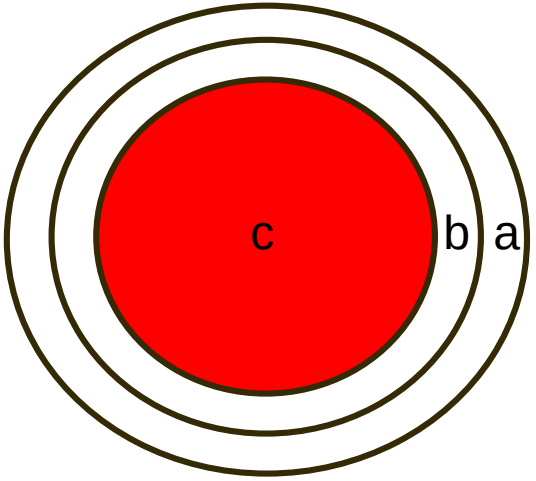


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

In Subroutine c() tritt ein Fehler auf.

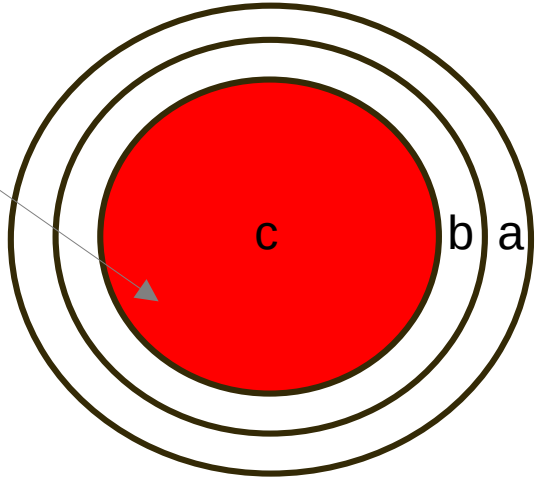


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

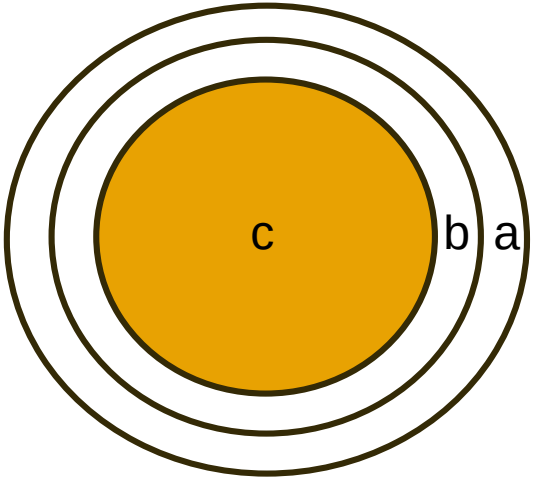


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

Da c() keinen Error-Handler besitzt, wird der Aufrufstapel eine Ebene höher durchsucht.

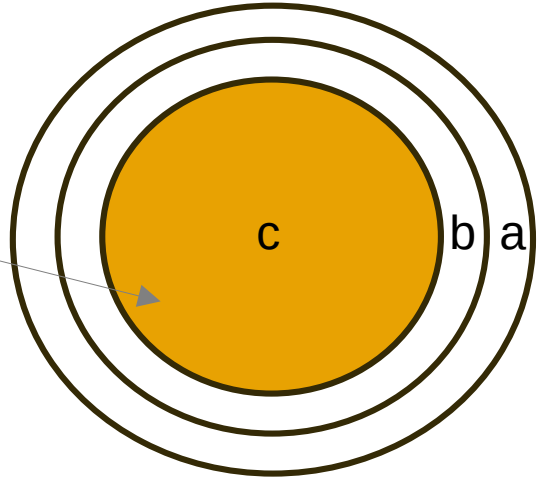


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

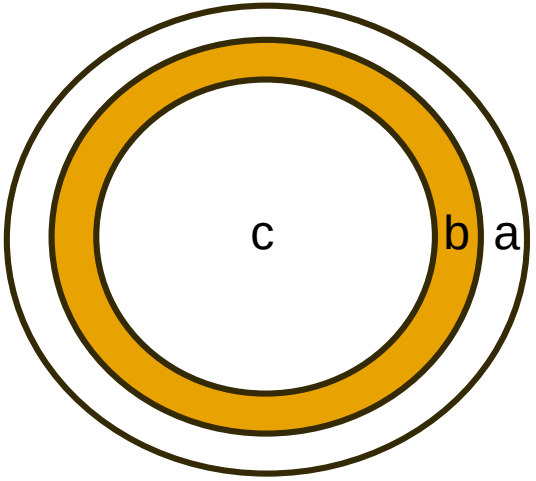


Abbildung 3: „Aufrufsstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

Da b() keinen Error-Handler besitzt, wird der Aufrufstapel eine Ebene höher durchsucht.

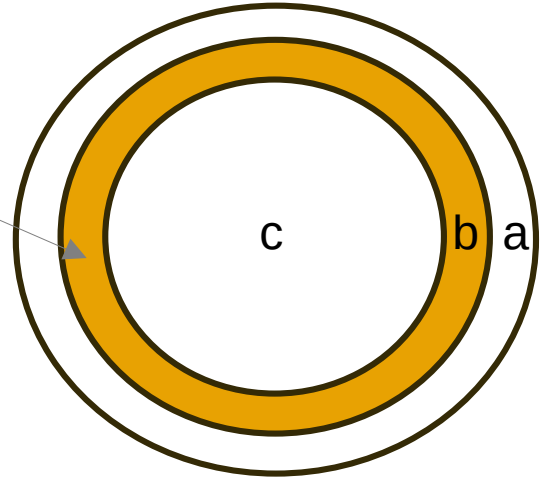


Abbildung 3: „Aufrufsstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

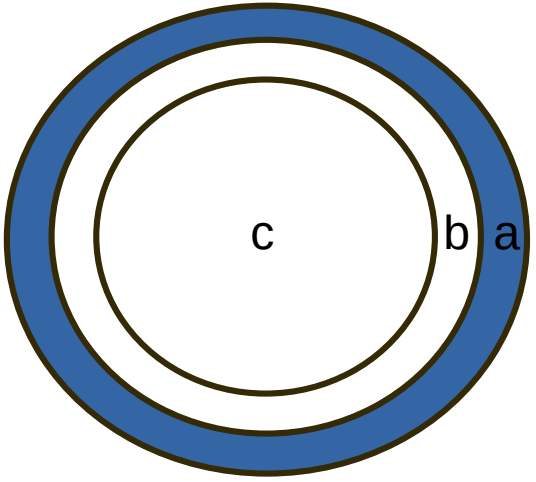


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

Subroutine a() besitzt Error-Handler(). Der Fehler kann entsprechend in a() behandelt werden.

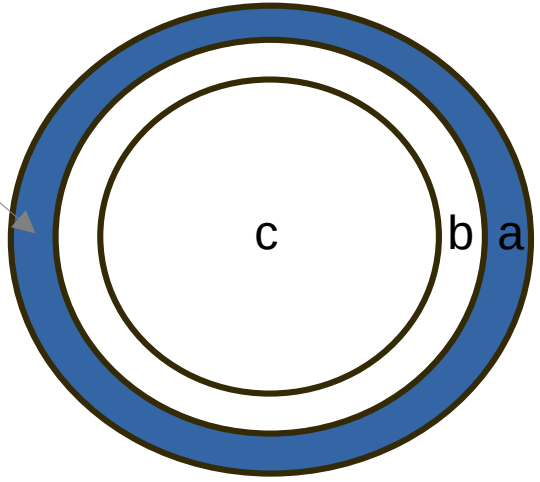


Abbildung 3: „Aufrufstapel Zwiebel“

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
	On Error Resume Next
	Call b
	print "Exit Sub"
	Exit Sub
	ErrorHandler:
		print "Errorhandler gestartet!"
		Resume Next
End Sub
```

Code Listing 1: on_error_resume_next.bas

```
Sub b
	Dim y As Integer
	Dim x As Double
	y = 0
	x = 3 / y
End Sub
```

ingenieur
wissenschaften
htw saar

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
	On Error Resume Next
	Call b
	print "Exit Sub"
	Exit Sub
	ErrorHandler:
		print "Errorhandler gestartet!"
		Resume Next
End Sub
```

Code Listing 1: on_error_resume_next.bas

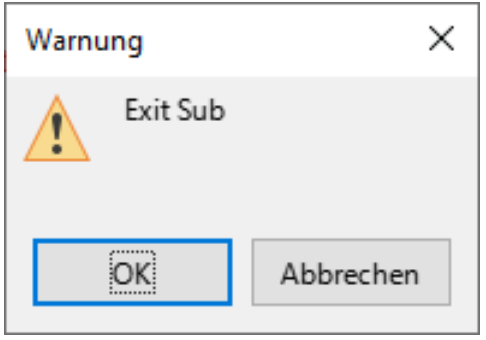
```
Sub b
	Dim y As Integer
	Dim x As Double
	y = 0
	x = 3 / y
End Sub
```

Welche Ausgabe ist zu sehen?

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Da mit On Error Resume Next alle Fehler ignoriert werden, wird nur „Exit Sub“ ausgegeben. Es wird weder die Standardmethode der Fehlerbehandlung, noch ein eigens definierter Error-Handler genutzt.



Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
	On Error GoTo 0
	Call b
	print "Exit Sub"
	Exit Sub
	ErrorHandler:
		print "Errorhandler gestartet!"
		Resume Next
End Sub
```

```
Sub b
	Dim y As Integer
	Dim x As Double
	y = 0
	x = 3 / y
End Sub
```

Code Listing 2: on_error_resume_goto_0.bas

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
	On Error GoTo 0
	Call b
	print "Exit Sub"
	Exit Sub
	ErrorHandler:
		print "Errorhandler gestartet!"
		Resume Next
End Sub
```

Code Listing 2: on_error_resume_goto_0.bas

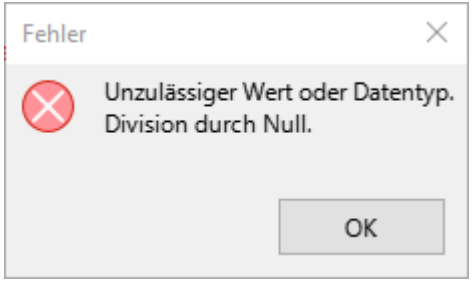
```
Sub b
	Dim y As Integer
	Dim x As Double
	y = 0
	x = 3 / y
End Sub
```

Welche Ausgabe ist zu sehen?

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Da mit On Error GoTo 0 die Standardmethode der Fehlerbehandlung genutzt wird, wird nur der verursachende Fehler ausgegeben und danach die Makro Ausführung abgebrochen.



Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
	On Error GoTo ErrorHandler
	Call b
	print "Exit Sub"
	Exit Sub
	ErrorHandler:
		print "Errorhandler gestartet!"
		Resume Next
End Sub
```

Code Listing 3: on_error_goto_errorhandler.bas

```
Sub b
	Dim y As Integer
	Dim x As Double
	y = 0
	x = 3 / y
End Sub
```

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
    On Error GoTo ErrorHandler
    Call b
    print "Exit Sub"
    Exit Sub
    ErrorHandler:
        print "Errorhandler gestartet!"
        Resume Next
End Sub
```

Code Listing 3: on_error_goto_errorhandler.bas

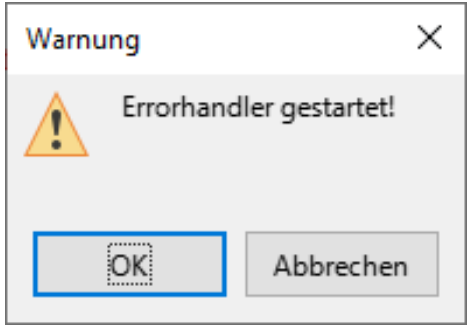
```
Sub b
    Dim y As Integer
    Dim x As Double
    y = 0
    x = 3 / y
End Sub
```

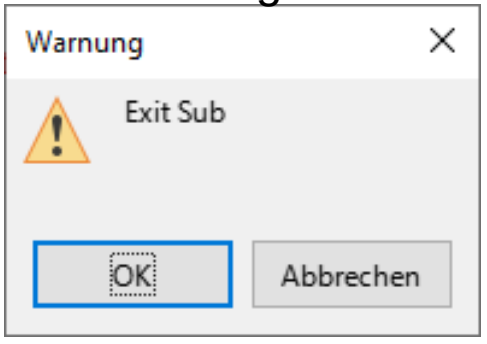
Welche Ausgabe ist zu sehen?

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Da mit On Error GoTo ErrorHandler ein eigens definierter Error-Handler zur Verfügung steht, wird dieser ausgeführt. Aufgrund des Resume Next innerhalb dieses Error-Handlers wird danach mit der eigentlich Subroutine fortgefahren.





ingenieur
wissenschaften
htw saar

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
	On Error GoTo ErrorHandler
	Call b
	print "Exit Sub"
	Exit Sub
	ErrorHandler:
		print "Errorhandler gestartet!"
		print Erl
		print Err
		print Error
		Resume Next
End Sub
```

```
Sub b
	Dim y As Integer
	Dim x As Double
	y = 0
	x = 3 / y
End Sub
```

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
    On Error GoTo ErrorHandler
    Call b
    print "Exit Sub"
    Exit Sub
    ErrorHandler:
        print "Errorhandler gestartet!"
        print Erl
        print Err
        print Error
        Resume Next
End Sub
```

```
Sub b
    Dim y As Integer
    Dim x As Double
    y = 0
    x = 3 / y
End Sub
```

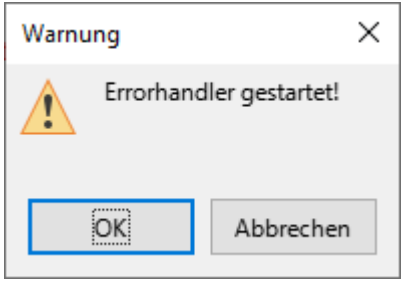
Welche Ausgabe ist zu sehen?

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
    On Error GoTo ErrorHandler
    Call b
    print "Exit Sub"
    Exit Sub
    ErrorHandler:
        print "Errorhandler gestartet!"
        print Erl
        print Err
        print Error
        Resume Next
End Sub
```

Der Error-Handler wird durch die Division durch 0 gestartet. Somit erfolgt die erste Ausgabe durch print "Errorhandler gestartet!"



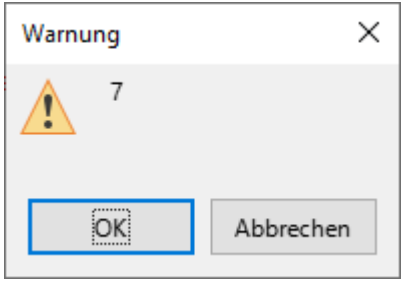
ingenieur wissenschaften htw saar

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
    On Error GoTo ErrorHandler
    Call b
    print "Exit Sub"
    Exit Sub
    ErrorHandler:
        print "Errorhandler gestartet!"
        print Erl
        print Err
        print Error
        Resume Next
End Sub
```

Durch print Erl wird die fehlerverursachende Codezeile ausgegeben, durch die der Error erzeugt wurde. In diesem Fall handelt es sich um die Codezeile 7 (Codezeile Call b)

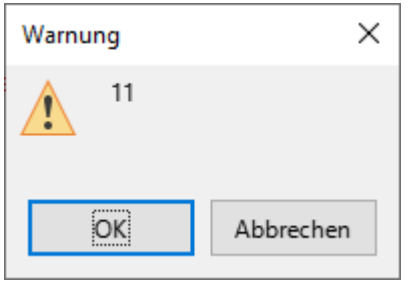


Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
    On Error GoTo ErrorHandler
    Call b
    print "Exit Sub"
    Exit Sub
    ErrorHandler:
        print "Errorhandler gestartet!"
        print Erl
        print Err
        print Error
        Resume Next
End Sub
```

Durch print Err wird die Nummer des zuletzt aufgetretenen Fehlers ausgegeben. In diesem Fall handelt es sich um Fehlernummer 11.

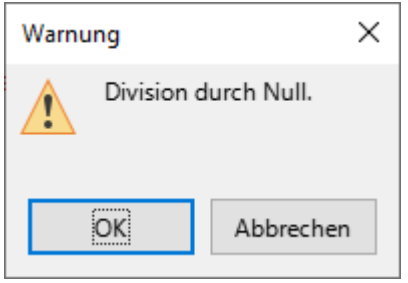


Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

```
Sub Main
    On Error GoTo ErrorHandler
    Call b
    print "Exit Sub"
    Exit Sub
    ErrorHandler:
        print "Errorhandler gestartet!"
        print Erl
        print Err
        print Error
        Resume Next
End Sub
```

Durch print Error wird die Fehlermeldung des zuletzt aufgetretenen Fehlers ausgegeben. In diesem Fall ist die Fehlermeldung "Division durch Null."



Einführung in Makros

Liste mit häufigen Basic Fehlernummern

- Es existieren insgesamt 119 Fehlercodes mit entsprechenden Meldungen

Code	*Message*
3	Konvertiert Ausdruck in Error-Objekt
5	Zeilennummer, in der der letzte Fehler auftrat.
11	Nummer des letzten aufgetretenen Fehlers.
13	Fehlernummer des letzten aufgetretenen Fehlers
14	Out of string space

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Mitunter kann es notwendig sein, dass ein aktivierter Error-Handler auch wieder deaktiviert wird.
- Verwenden Sie dafür On Error GoTo 0, um einen definierten Error-Handler auszuschalten, üblicherweise innerhalb eines Error-Handlers oder nach dem Code, für den er wirken soll.

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Mitunter kann es notwendig sein, dass ein aktivierter Error-Handler auch wieder deaktiviert wird.

```
Sub ExampleErrorResumeNext
    ...
    On Error Resume Next
    Print 1 / 0
    On Error GoTo 0
    ...
End Sub
```

Code Listing 4: deactivate_error_handler.bas

Einführung in Makros

Fehlerbehandlungsroutinen

- Nach dem Aufruf von On Error GoTo 0 sind die errorspezifischen Funktionen wieder „auf Null gesetzt“
- Im Konkreten bedeutet dies, dass über die Funktionen Cverr, Erl, Err und Error keine Informationen mehr über den letzten aufgetretenen Fehler herauszufinden sind.
- Falls Informationen über den letzten aufgetretenen Fehler notwendig sind, müssen diese vor dem Zurücksetzen des Error-Handlers in Variablen gespeichert werden.

Literatur

[1]: Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Programmfehler
[2]: Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Therac-25