LE 9
1

Software-Technik

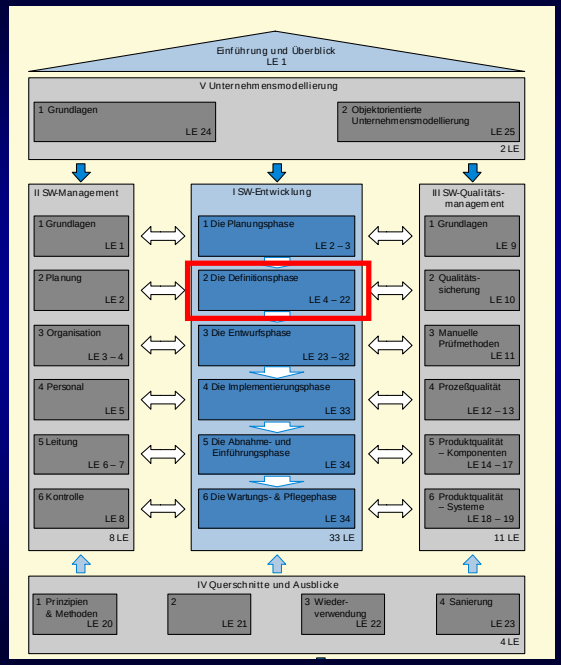
2 Die Definitionsphase
Algorithmische und regelbasierte Sicht

[nur 2.14 (Entscheidungstabellen)]

Prof. Dr. Helmut Balzert
Lehrstuhl für Software-Technik
Ruhr-Universität Bochum

© Helmut Balzert 2001

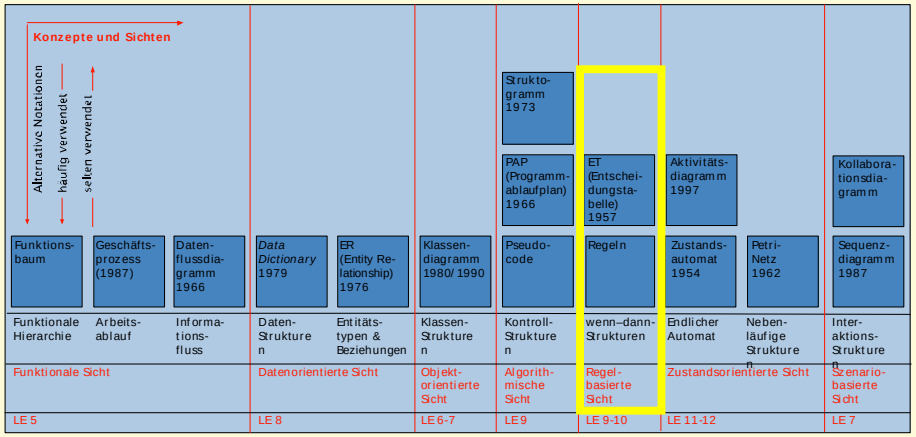
LE 9
2



LE 9
3

Inhalt

- **Basiskonzepte:**
  Algorithmische und regelbasierte Sicht



LE 9
4

Inhalt

2.14 Entscheidungstabellen und -bäume
- 2.14.1 Erstellung einer Entscheidungstabelle
- 2.14.2 Anwendung einer Entscheidungstabelle
- 2.14.3 Überprüfung und Optimierung von ET
- 2.14.4 Darstellungsformen für ET
- 2.14.5 Entscheidungstabellen-Verbunde
- 2.14.6 Erweiterte Entscheidungstabellen
- 2.14.7 Eintreffer- und Mehrtreffer-ET.

LE 9
5

2.14 ETn und Entscheidungsbäume

- ET
  - Vorzunehmende Aktionen oder Handlungen, die von der Erfüllung oder Nichterfüllung mehrerer Bedingungen abhängen, können kompakt und übersichtlich definiert werden

Struktur einer ET

	Name der ET	Regelnummern
wenn	Bedingungen	Bedingungsanzeiger
dann	Aktionen	Aktionsanzeiger

LE 9
6

2.14.1 Erstellung einer ET

- Beispiel
  - Ein Sachbearbeiter in einer Bank soll bei der Einlösung von Schecks folgende Regeln beachten:

/1/ Wenn die vereinbarte Kreditgrenze des Ausstellers eines Schecks überschritten wird, das bisherige Zahlungsverhalten aber einwandfrei war und der Überschreitungsbetrag kleiner als 500,- Euro ist, dann soll der Scheck eingelöst werden

/2/ Wenn die Kreditgrenze überschritten wird, das bisherige Zahlungsverhalten einwandfrei war, aber der Überschreitungsbetrag über 500,- Euro liegt, dann soll der Scheck eingelöst und dem Kunden neue Konditionen vorgelegt werden.

LE 9
7

2.14.1 Erstellung einer ET

/3/ War das Zahlungsverhalten nicht einwandfrei, wird der Scheck nicht eingelöst

/4/ Der Scheck wird eingelöst, wenn der Kreditbetrag nicht überschritten ist

- Folgende Aktionen sind möglich:
  - A1: Scheck einlösen /1/, /2/, /4/
  - A2: Scheck nicht einlösen /3/
  - A3: Neue Konditionen vorlegen /2/
- Folgende Bedingungen treten auf:
  - B1: Kreditgrenze überschritten? /1/, /2/, /4/
  - B2: Zahlungsverhalten einwandfrei? /1/, /3/
  - B3: Überschreitungsbetrag < 500,- Euro? /2/.

LE 9
8

2.14.1 Erstellung einer ET

- ET für die Scheckeinlösung
  - Aktionsteil wurde noch um eine zusätzliche »unlogisch« - Aktion erweitert

	ET1: Scheckeinlösung	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
B1	Kreditgrenze überschritten ?	J	J	J	J	N	N	N	N
B2	Zahlungsverhalten einwandfrei ?	J	J	N	N	J	J	N	N
B3	Überschreitungsbetrag < 500,- Euro	J	N	J	N	J	N	J	N
A1	Scheck einlösen	X	X			X		X	
A2	Scheck nicht einlösen			X	X				
A3	neue Konditionen vorlegen		X						
A4	unlogisch						X		X

2.14.1 Erstellung einer ET

- 5 Schritte
  - Ermittlung der Aktionen
  - Ermittlung der Bedingungen
  - Eintrag der Bedingungen und Aktionen in die ET
  - Eintrag aller Bedingungskombinationen
  - Eintrag der Aktionsanzeiger.

2.14.2 Anwendung einer ET

- Ein Kunde will einen Scheck einlösen
  - Der Sachbearbeiter stellt fest, daß die Kreditgrenze überschritten ist, das Zahlungsverhalten bisher einwandfrei war und der Überschreitungsbetrag nicht kleiner 500,- Euro ist
  - Es ergibt sich folgender Auswertungsvektor: (J, J, N)
- Der Auswertungsvektor (J, J, N) ist identisch mit dem Bedingungsanzeiger der Regel R2
- Dementsprechend werden die Aktionen A1 und A3 ausgeführt (ET).

2.14.3 Überprüfung & Optimierung von ETn

- Betrachtet man die Regeln R6 und R8, dann sieht man, dass diese Bedingungs-kombinationen nicht möglich sind (ET)
- Wenn beispielsweise die Kreditgrenze nicht überschritten ist, dann gibt es keinen Überschreitungsbetrag
- Die Regeln R6 und R8 können daher gestrichen werden
- Es ergibt sich eine inhaltlich vollständige ET.

2.14.3 Überprüfung & Optimierung von ETn

- Konsolidierung einer ET
  - Eine Konsolidierung führt man in folgenden Schritten durch:

1. Schritt: Identische Aktionen?
2. Schritt: Paarweise Betrachtung
3. Schritt: Irrelevanzanzeiger einfügen.

LE 9
13

2.14.3 Überprüfung & Optimierung von ETn

- **Beispiel**
  - **Aktionen R3 und R4 identisch (ET)**
  - **Aktionen R5 und R7 identisch**
  - **Es ergibt sich folgende ET:**

ET1: Scheckeinlösung		R1	R2	R3/4	R5/7
B1	Kreditgrenze überschritten ?	J	J	J	N
B2	Zahlungsverhalten einwandfrei ?	J	J	N	-
B3	Überschreitungsbetrag < 500,- Euro	J	N	-	J
A1	Scheck einlösen	X	X		X
A2	Scheck nicht einlösen			X	
A3	neue Konditionen vorlegen		X		

Aus 8 Regeln sind 4 Regeln geworden.

LE 9
14

2.14.3 Überprüfung & Optimierung von ETn

- **Else-Regel**
  - **Hat keine Bedingungsanzeiger**
  - **Wird durch *Else* gekennzeichnet**
  - **Position innerhalb des Regelteils ist beliebig**
    - **Empfehlung: ganz rechts anordnen**
  - **Kann, muss aber nicht verwendet werden.**

LE 9
15

2.14.3 Überprüfung & Optimierung von ETn

- **Beispiel**
  - **In der ET aus dem Beispiel können die Regeln R1 und R5/7 zu einer *Else*-Regel zusammengefasst werden:**

ET1: Scheckeinlösung (optimiert)		R2	R3/4	Else
B1	Kreditgrenze überschritten ?	J	J	
B2	Zahlungsverhalten einwandfrei ?	J	N	
B3	Überschreitungsbetrag<500,- Euro	N	-	
A1	Scheck einlösen	X		X
A2	Scheck nicht einlösen		X	
A3	neue Konditionen vorlegen	X		

LE 9
16

2.14.4 Alternative Darstellungsform

- **Horizontale Anordnung der Regeln**

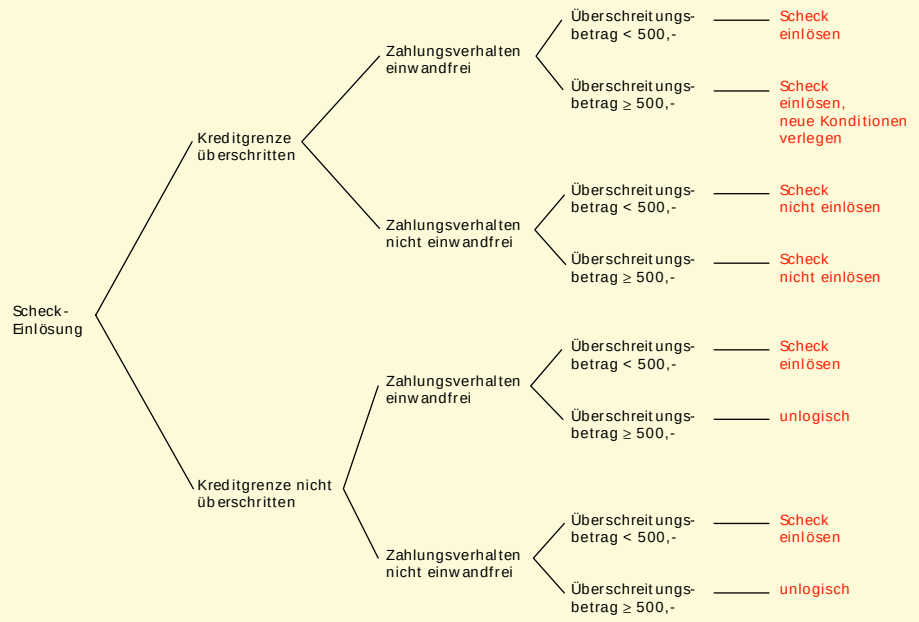
Kreditgrenze überschritten	Zahlungsverhalten einwandfrei	Überschreitungsbetrag < 500,- ?	Scheck einlösen	Scheck nicht einlösen	neue Konditionen vorlegen	unlogisch
J	J	J	X			
		N	X		X	
	N	J		X		
		N		X		
N	J	J	X			
		N				X
	N	J	X			
		N				X

LE 9
17

2.14.4 Alternative Darstellungsform

- **Optimierte ET aus dem Beispiel**

Kreditgrenze überschritten	Zahlungs - verhalten einwandfrei	Überschrei - tungsbetrag <500,- ?	Scheck einlösen	Scheck nicht einlösen	neue Kon- ditionen vorlegen
J	J	N	X		X
	N	-		X	
Else			X		



LE 9
19

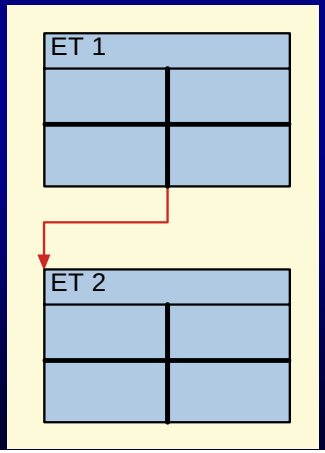
2.14.5 ET-Verbunde

- **Bei mehr als 5 Bedingungen können vollständige ETn nicht mehr aufgestellt werden**
- **Mögliche Verknüpfungsformen:**
  - **Sequenz**
  - **Verzweigung**
  - **Schleife**
  - **Schachtelung.**

LE 9
20

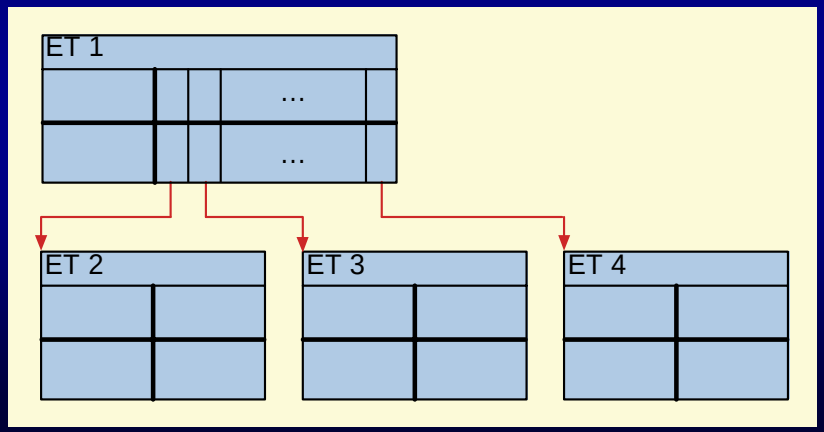
2.14.5 ET-Verbunde

- **Zwei ETn bilden eine Sequenz, wenn die zweite ET der einzige unmittelbare Nachfolger der ersten ist**



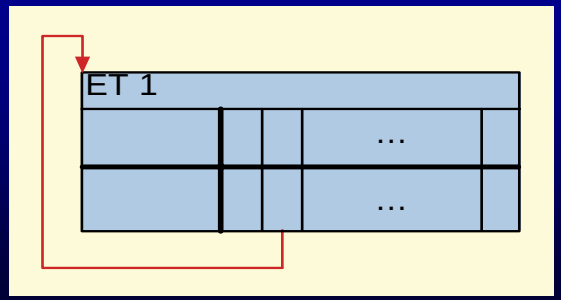
2.14.5 ET-Verbunde

- Eine **Verzweigung** liegt vor, wenn auf eine ET alternativ mehrere ETn unmittelbar folgen



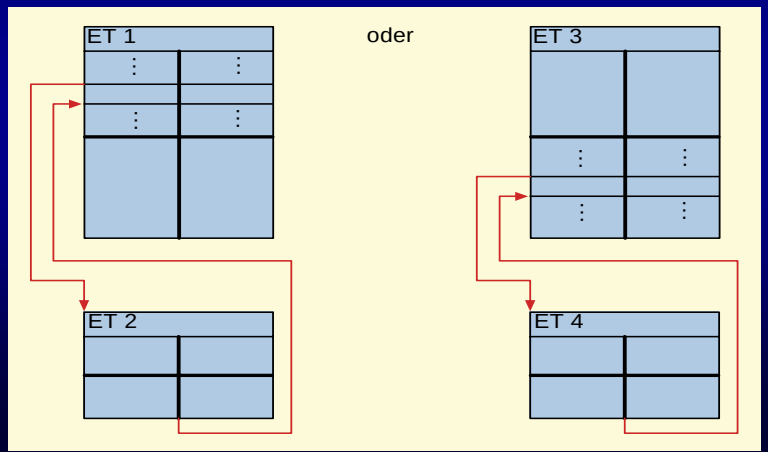
2.14.5 ET-Verbunde

- Eine ET bildet eine **Schleife,** wenn mindestens eine Regel unmittelbar zur erneuten Anwendung dieser ET führt
  - Damit keine unendlichen Schleifen entstehen, müssen die Aktionen eine Rückwirkung auf die Bedingungen haben



2.14.5 ET-Verbunde

- 2 ETn sind **geschachtelt,** wenn zur Prüfung einer Bedingung oder bei der Ausführung einer Aktion die 2. ET angewandt wird



2.14.5 ET-Verbunde

- Fallstudie »Seminarorganisation«
  - Meldet sich ein Teilnehmer zu einer Seminarveranstaltung an, dann muss eine entsprechende Buchung durchgeführt werden:
    - Anmeldung eines Kunden mit Überprüfung /F20/
      - ob er bereits angemeldet ist /F30/
      - ob der angegebene Veranstaltung existiert /F40/
      - ob für die Veranstaltung noch Plätze frei sind
      - wie die Zahlungsmoral ist
  - Folgende **Aktionen** werden gefordert:
    - Buchung vornehmen
    - Versand der Anmeldebestätigung und Rechnung
    - Rechnungskopie an Buchhaltung.

LE 9
25

2.14.5 ET-Verbunde

- Folgende Aktionen lassen sich daraus ableiten:
  - A1: Anmeldedaten eintragen
  - A2: Teilnehmerzahl erhöhen
  - A3: Anmeldebestätigung erstellen
  - A4: Rechnung erstellen
  - A5: Rechnungskopie erstellen
  - A6: Kunden neu eintragen
  - A7: Mitteilung »falsche Veranstaltung«
  - A8: Mitteilung »ausgebucht«
  - A9: Mitteilung »Zahlungsverzug«
  - A10: Kundensachbearbeiter über Höhe Zahlungsverzug informieren und entscheiden lassen, ob A1 bis A5 erfolgt
  - A11: Mitteilung »bereits angemeldet«.

LE 9
26

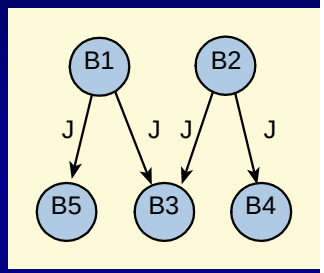
2.14.5 ET-Verbunde

- Folgende Bedingungen lassen sich aufstellen:
  - B1: Personal-Nr. ok? /D10/
  - B2: Veranstaltungs-Nr. ok? /D30/
  - B3: Bereits angemeldet? /F20/
  - B4: Teilnehmerzahl aktuell < max?
  - B5: Zahlungsverzug? /F20/.

LE 9
27

2.14.5 ET-Verbunde

- Analyse der Bedingungen
  - Ergibt Abhängigkeiten:
    - B3 kann nur geprüft werden, wenn B1 und B2 erfüllt sind
    - B4 kann nur geprüft werden, wenn B2 erfüllt ist
    - B5 kann nur geprüft werden, wenn B1 erfüllt ist



  - Daraus ergibt sich, dass nur B1 und B2 unabhängig von anderen Bedingungen sind.

LE 9
28

2.14.5 ET-Verbunde

- Es lässt sich folgende ET aufstellen:

ET0: Erfasse Anmeldungen	R1	R2	R3	R4
B1: Personal-Nr. ok ?	J	J	N	N
B2: Veranstaltungs-Nr. ok ?	J	N	J	N
A6: Kunden neu eintragen			X	X
A7: Mitteilung "falsche Veranstaltung"		X		X
Weiter bei ET:	ET1	ET2	ET3	

  - Trifft die Regel R1 zu, dann ist der Kunde bereits bekannt, und es gibt die gewählte Veranstaltung
  - In ET1 müssen nun noch die Bedingungen B3, B4 und B5 geprüft werden.

2.14.5 ET-Verbunde

ET1: Buchung verarbeiten	R1	R2	R3	R4	ELSE
B3: Bereits angemeldet ?	N	N	N	N	
B4: Teilnehmerzahl aktuell<max?	J	J	N	N	
B5: Zahlungsverzug ?	J	N	J	N	
A11: Mitteilung "bereits angemeldet"					X
A8: Mitteilung "ausgebucht"			X	X	
A9: Mitteilung "Zahlungsverzug"	X		X		
Buchung vornehmen (A1 bis A5)		X			
Weiter bei ET:	ET1.1				

ET1.1: Zahlungsmoral entscheiden	R1
Zahlungsverzug kritisch ? (Kundensachbearbeiter Höhe anzeigen)	N
Buchung vornehmen (A1 bis A5)	X

2.14.5 ET-Verbunde

- Die Regel R2 von ET0 gibt die Situation wieder, dass der Kunde bereits bekannt ist, er sich aber zu einer nicht existierenden Veranstaltung anmelden will
- Da er sowieso eine Mitteilung erhält, kann gleich noch überprüft werden, ob er im Zahlungsverzug ist:

ET2: Zahlungsmoral prüfen	R1
B5: Zahlungsverzug ?	J
A9: Mitteilung "Zahlungsverzug"	X

2.14.5 ET-Verbunde

- Die Regel R3 in ET0 beschreibt die Situation, dass es sich um einen neuen Kunden handelt und dass die gewünschte Veranstaltung vorhanden ist
- Es muss nur geprüft werden, ob die Veranstaltung ausgebucht ist:

ET3: Teilnehmerzahl prüfen	R1	R2
B4: Teilnehmerzahl aktuell<max ?	J	N
Buchung vornehmen (A1 bis A5)	X	
A8: Mitteilung "ausgebucht"		X

2.14.6 Erweiterte ETn

- Verwendung von erweiterten Bedingungs- und Aktionsanzeigern
- Anstelle von (J, N, -) und (x) kann ein beliebiger Text im Anzeigerteil verwendet werden
- Der Text im Bedingungsanzeigerteil muss erfüllt sein, damit die Regel zutreffen kann
- Die durch den Aktionstext angegebene Aktion ist beim Zutreffen der Regel auszuführen.

2.14.6 Erweiterte ETn

- **Beispiel**
  - Die Fluggesellschaft *Softflight Worldwide Airline* (SoftWAir) bietet ausschließlich die Flugziele Miami und New York an
  - Aus den Angaben
    - Flugziel
    - Abflugdatum
    - Aufenthaltsdauer und
    - Alter des Passagiers
  - soll der Preisnachlass in % bezogen auf den normalen Flugpreis aus einer ET entnommen werden können.

2.14.6 Erweiterte ETn

- **Es gelten folgende Tarifbestimmungen:**
  - Personen ab dem 18. Lebensjahr erhalten für den Zielort Miami einen Preisnachlass von 20% (Ferientarif), falls das Abflugdatum nicht zwischen dem 21. und dem 30. Dezember liegt und die Aufenthaltsdauer mindestens 6 Tage beträgt
  - Für den Zielort New York existiert ein entsprechender Ferientarif nicht
  - Der Ferientarif existiert ebenfalls nicht für Personen, die jünger sind als 18 Jahre
  - Personen, die 2 Jahre aber noch nicht 18 Jahre alt sind, erhalten einen Preisnachlass von 30%
  - Kinder unter zwei Jahren fliegen zum Nulltarif (Preisnachlass 100%)
  - Erfolgt kein Preisnachlass, dann wird der Wert 0% angegeben.

2.14.6 Erweiterte ETn

- Es ergibt sich folgende ET mit erweiterten Anzeigern:

ET: SoftWAir	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Alter	>=18	>=18	>=18	>=18	>=2 u.<18	<2
Flugziel	Miami	N.Y.	Miami	Miami	-	-
Aufenthalt >=6 Tage	J	-	N	-	-	-
Abflug zw. 21. u. 30.12.	N	-	-	J	-	-
Preisnachlaß in %	20	0	0	0	30	100

- Durch Anwendung der Else-Regel ergibt sich:

ET: SoftWAir	R1	R5	R6	ELSE
Alter	>=18	>=2 u. <18	<2	
Flugziel	Miami	-	-	
Aufenthalt >=6 Tage	J	-	-	
Abflug zw. 21. u. 31.12.	N	-	-	
Preisnachlaß in %	20	30	100	0

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- **Bisherige ETn**
  - Eintreffer-Tabellen
    - Zu einem Zeitpunkt ist höchstens eine der vorhandenen Regeln anwendbar
  - Mehrtreffer-Tabellen
    - Nicht-disjunkte Bedingungsanzeigerteile sind erlaubt.

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

ET: Überprüfung von Eingaben	R1	R2	R3	R4	R5	ELSE
B1: ist A numerisch?	N	-	J	-	J	
B2: ist B numerisch?	-	N	-	J	J	
B3: ist A größer Null?	-	-	N	-	J	
B4: ist B größer Null?	-	-	-	N	J	
Berechne C und prüfe, ob C kleiner ist als 40; C=A*100/B	-	-	-	-	N	
A1: Fehler: A ist nicht numerisch	X					
A2: Fehler: B ist nicht numerisch		X				
A3: Fehler: A ist nicht größer Null			X			
A4: Fehler: B ist nicht größer Null				X		
A5: Fehler: C ist nicht größer als 40					X	
A und B sind richtig! Weitere Verarbeitung möglich						X

- Diese ET hat begrenzte Anzeiger und ist formal vollständig (*else*-Regel)
- Liegt die Bedingungskonstellation (J, J, N, N, J) vor, dann treffen die Regeln R3 und R4 zu.

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- Mehrtreffertabellen
  - Zwischen den Regeln können 4 verschiedene Beziehungstypen bestehen:
    1. Gleichheit (Identität)
    2. Ausschluss (Exklusion)
    3. Einschluss (Inklusion)
    4. Überschneidung (Intersektion).

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- Gleichheit
  - Sind die Bedingungsanzeiger zweier Regeln gleich, dann sind die Regeln in Abhängigkeit von den Aktionsanzeigern entweder redundant, widersprüchlich oder zusammenfassbar
    - Mögliche Maßnahmen:
      - Löschung von redundanten Regeln
        - gleiche Bedingungs- und Aktionsanzeiger
      - Modifikation der Tabelle bei widersprüchlichen Regeln
        - gleiche Bedingungs- aber unterschiedliche Aktionsanzeiger
      - Zusammenfassung von Regeln mit gleichen Bedingungsanzeigern, deren Aktionsteile unterschiedlich, aber widerspruchsfrei sind.

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- Gegenseitiger Ausschluss
  - Ein gegenseitiger Ausschluss zweier Regeln liegt vor, wenn sie in mindestens einer Bedingungszeile unterschiedliche Bedingungsanzeiger haben
    - Es kann jeweils nur je eine von beiden Regeln zutreffen.

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- **Einschluss zweier Regeln R1 und R2**
  - Liegt vor, wenn mindestens ein Bedingungsanzeiger B1 von R1 auch in R2 enthalten ist und alle übrigen Bedingungen gleich sind
  - Beispiel:
    - B1 von R1 hat einen bestimmten Wert und B1 von R2 ist irrelevant
    - R1 ist dann in R2 enthalten oder R1 ist kleiner als R2
    - Trifft R1 zu, dann gilt auch R2.

R1	R2
J	-
N	N
J	J

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- **Zwei Regeln R1 und R2 überschneiden sich, wenn**
  - mindestens ein Bedingungsanzeiger B1 von R1 auch in R2 und ein weiterer Bedingungsanzeiger B2 von R2 auch in R1 enthalten ist und alle übrigen Bedingungsanzeiger gleich sind
  - Beispiel:
    - Wenn bei der einen Regel B1 und bei der anderen Regel B2 den Irrelevanzanzeiger enthält.

R1	R2
-	J
N	-
J	J
N	N

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- **Bewertung**
  - + Erlauben eine übersichtliche und kompakte Darstellung von Aktionen, die von mehreren Bedingungen abhängig sind
  - + ETn können auf verschiedene Eigenschaften hin überprüft und optimiert werden
  - + Werkzeuge unterstützen die Erstellung, Analyse und Optimierung von Etn
  - + Implementierungsphase:
    - + Werkzeuge generieren den fertigen Quellcode
  - + Definitionsphase:
    - + Abarbeitungsreihenfolge wird nicht festgelegt
    - + Freiheitsspielräume bleiben erhalten, die bei Kontrollstrukturen nicht mehr vorhanden sind.

2.14.7 Ein- und Mehrtreffer-ETn

- – Eintreffer-Tabellen sind schwierig zu erstellen
  - Überprüfung auf Eindeutigkeit und Vollständigkeit der Bedingungen sowie auf Widersprüchlichkeit der Aktionen und Redundanzfreiheit aller Regeln kann jedoch automatisch erfolgen
- – Mehrtreffertabellen sind leichter zu erstellen, da Eindeutigkeit und Vollständigkeit der Bedingungstexte nicht berücksichtigt werden müssen
  - Die Überprüfung auf Widerspruchsfreiheit ist problematisch
  - Jedoch kann die Redundanzfreiheit der Regeln automatisch überprüft werden.

- Danke!
- Aufgaben

- Diese Präsentation bzw. Teile dieser Präsentation enthalten Inhalte und Grafiken des Lehrbuchs der Software-Technik (Band 1), 2. Auflage von Helmut Balzert, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2001