

# COBOL

# COBOL = BCOOL

## Teil 2: Strukturen, Unterprogramme und Compiler

**cps4it**

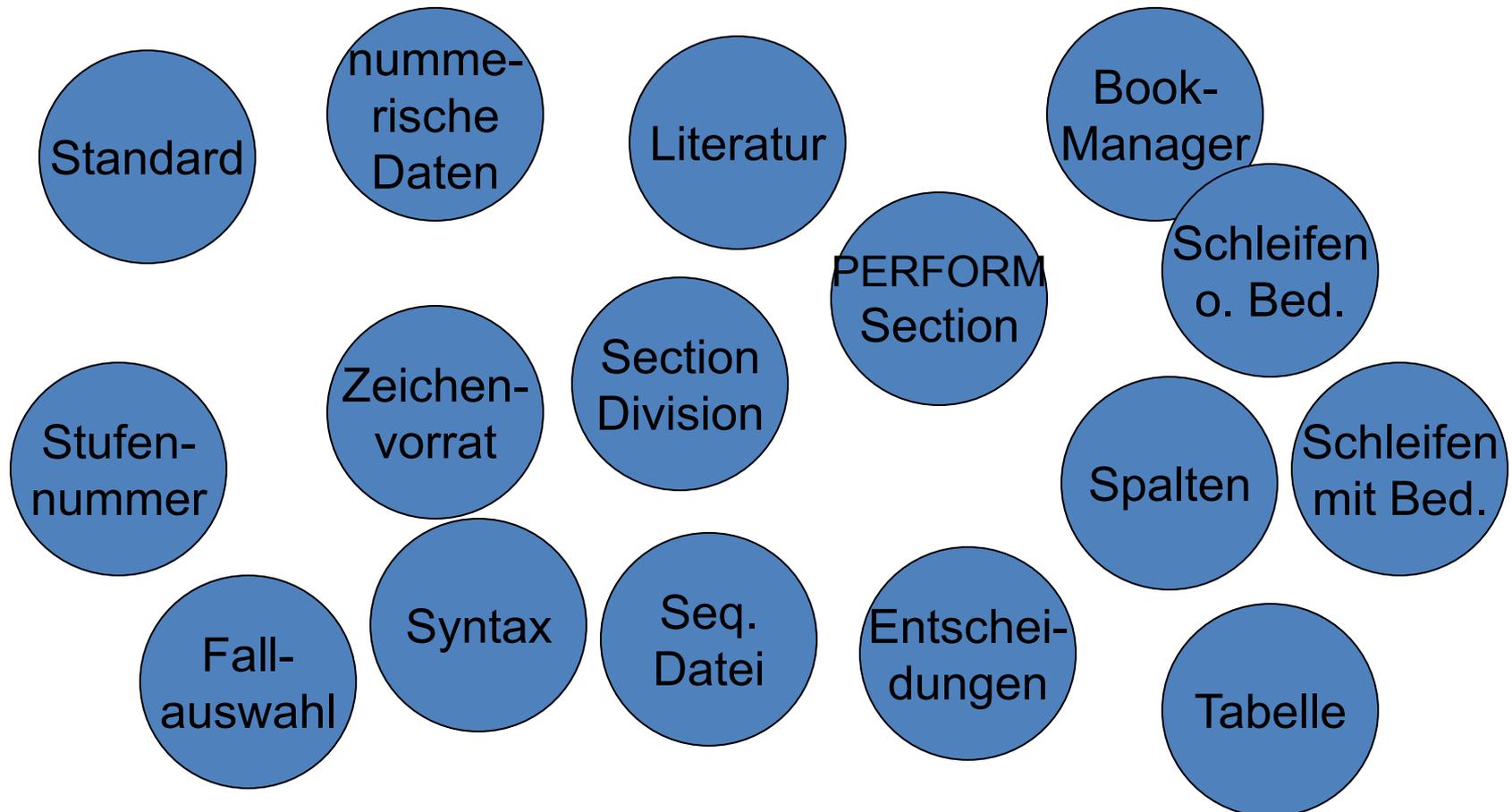
consulting, projektmanagement und seminare für die informationstechnologie

Ralf Seidler, Stromberger Straße 36A, 55411 Bingen

Fon: +49-6721-992611, Fax: +49-6721-992613, Mail: [ralf.seidler@cps4it.de](mailto:ralf.seidler@cps4it.de)

Internet: <http://www.cps4it.de>

- 
- ➔ • Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - Datendefinition
  - Strukturen
  - Zeichenketten
  - Compiler
  - Unterprogramme
  - Testhilfen und Performance
  - Fragen und Antworten



## Section

---

- PERFORM VORLAUF
  - ...
  - VORLAUF SECTION.
  - [VORLAUF-01.]
    - anweisung-1
    - anweisung-2
    - CONTINUE.
  - [VORLAUF-EX.]
    - EXIT.]
- PERFORM VORLAUF
  - ...
  - VORLAUF SECTION.
    - anweisung-1
    - anweisung-2
    - CONTINUE.

**ENVIRONMENT DIVISION.**

**INPUT-OUTPUT SECTION.**

**FILE-CONTROL.**

**SELECT AMT-EINGABE ASSIGN TO DD01.**

**SELECT AMT-AUSGABE ASSIGN TO DD02.**

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

\*\*\*

FD AMT-EINGABE

BLOCK CONTAINS 0 RECORDS

RECORDING MODE IS F.

01 AMT-EIN-SATZ PIC X(80) .

\*\*\*

FD AMT-AUSGABE

BLOCK CONTAINS 0 RECORDS

RECORDING MODE IS F.

01 AMT-AUS-SATZ PIC X(80).

/\*\*\*\*\*

WORKING-STORAGE SECTION.

01 EINGABE-SATZ.

02 E-ZEILE PIC X(200) OCCURS 200.

PROCEDURE DIVISION.

\*\*\*

```
OPEN INPUT    AMT-EINGABE
OPEN OUTPUT   AMT-AUSGABE
READ AMT-EINGABE
              INTO EINGABE-ZEILE (1)
MOVE EINGABE-ZEILE (1)
              TO    AMT-AUS-SATZ
WRITE AMT-AUS-SATZ
GOBACK.
```

## Dateiverarbeitung – Zusammenfassung

---

ENVIRONMENT DIVISION.

INPUT-OUTPUT SECTION.

FILE-CONTROL.

SELECT **AMT-EINGABE** ASSIGN TO **DD01**.

DATA DIVISION.

FILE SECTION.

FD **AMT-EINGABE**.

01 **AMT-EIN-SATZ** PIC X(80).

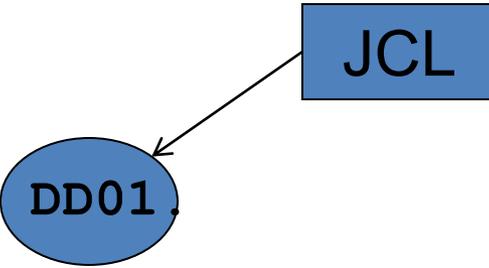
PROCEDURE DIVISION.

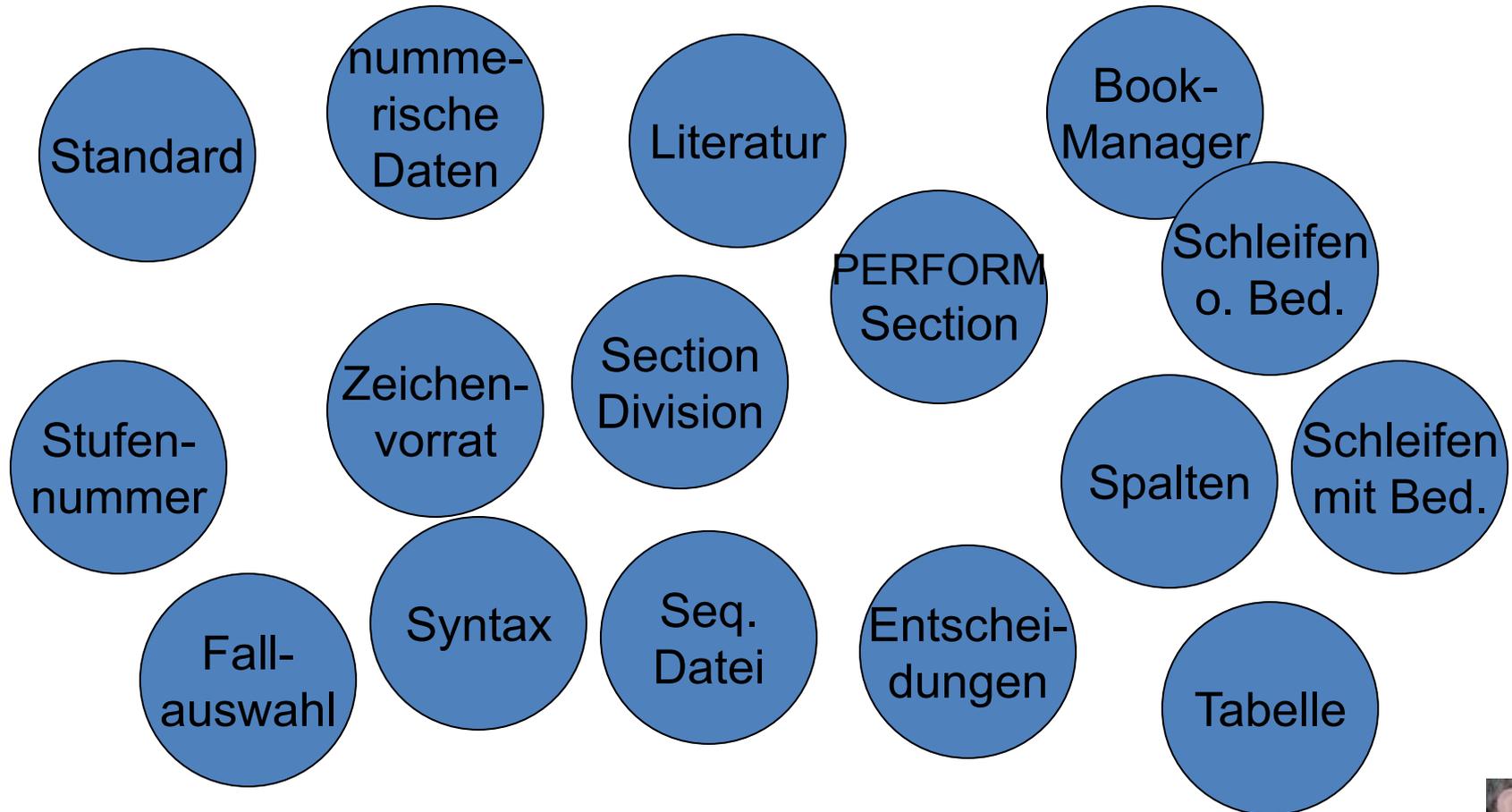
OPEN INPUT **AMT-EINGABE**

READ **AMT-EINGABE**

aber:WRITE **AMT-AUS-SATZ** !!

JCL

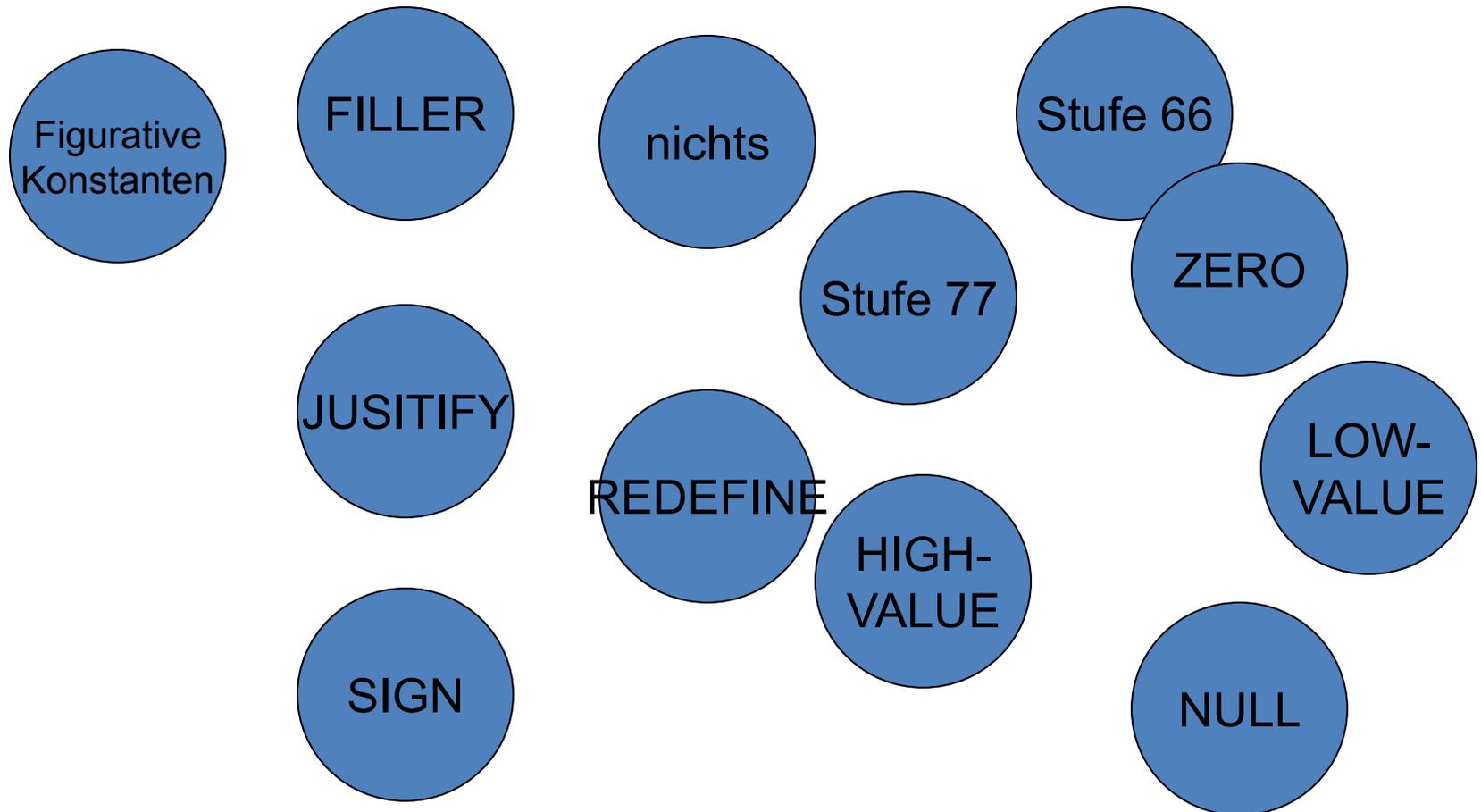




- 
- Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - • Datendefinition
  - Strukturen
  - Zeichenketten
  - Compiler
  - Unterprogramme
  - Testhilfen und Performance
  - Fragen und Antworten

## Begriffe

---



- Syntaxbeispiele

- 01 FELD-1-n PIC 999 VALUE ZERO.
- 01 FELD-2-n PIC 999 VALUE ALL ZEROES.
- 01 FELD-3-n PIC 999 VALUE HIGH-VALUE.
- 01 FELD-4-n PIC 999 VALUE LOW-VALUES.
- 01 FELD-5-n PIC 999 VALUE NULL.
- 01 FELD-6-n PIC 999 VALUE ALL NULLS.

- Syntaxbeispiele
  - 01 FELD-1-x PIC XXX VALUE ZERO.
  - 01 FELD-2-x PIC XXX VALUE ALL SPACE.
  - 01 FELD-3-x PIC XXX VALUE HIGH-VALUE.
  - 01 FELD-4-x PIC XXX VALUE LOW-VALUE.
  - 01 FELD-5-x PIC XXX VALUE QUOTE.
  - 01 FELD-6-x PIC XXX VALUE NULLS.

- Der FILLER füllt einen Teil einer Struktur mit “nichts”.

- Syntaxbeispiel

- 01 STRUKTUR.

- 05 FELD-1 PIC X(25).
    - 05 FELD-2 PIC S9(09) PACKED-DECIMAL.
    - 05 FILLER PIC X(10).
    - 05 FELD-3 PIC S9(04) BINARY.
    - 05 PIC X(10).
    - 05 FELD-4 PIC S9(08) BINARY.

alphanummerisch



## „obsolete“ im Standard

---

- Stufennummer 77
  - gehört nicht mehr zum Standard und wird in einem der nächsten COBOL Releases wegfallen
- RENAME
  - Die RENAME-Klausel war/ist dazu da, um eine Struktur mit anderen Namen als eine Kopie anzusprechen. In dem Standard ist diese Klausel nicht mehr berücksichtigt und wird in einem der nächsten Compiler nicht mehr unterstützt.
  - RENAME -> Stufennummer 66
  - Andere Lösung: REDEFINES

## REDEFINES

---

- Definition
  - Die REDEFINES-Klausel beschreibt ein vorher definiertes Feld auf dessen Speicher mit einem anderen Namen.
- Format
  - st name-1 REDEFINES name-2 PIC was.

## REDEFINES – Beispiele

---

\*

```
01 N6721-CHKP-FREQUENZ      PIC  X(06) .
```

```
01 N6721-CHKP-FREQ-N REDEFINES
```

```
    N6721-CHKP-FREQUENZ      PIC  9(06) .
```

```
*****
```

\*

```
05 N6721-INT-BST-TABELLE    PIC  X(18) .
```

```
05 N6721-INT-BST-TB REDEFINES N6721-INT-BST-TABELLE .
```

```
10 N6721-BST-PGMNAME        PIC  X(06) OCCURS 3 .
```

```
    88 N6721-BST-PGMNAME-KK      VALUE 'N6721K' .
```

```
    88 N6721-BST-PGMNAME-RW      VALUE 'N6721R' .
```

```
    88 N6721-BST-PGMNAME-LEER    VALUE  SPACE .
```

## weitere Angaben bei Datendefinition – 1

---

- **SIGN**
  - Angabe der Position eines Vorzeichens, sowie die Bestimmung, ob dieses einen eigenen Speicherplatz belegen soll.
- **SYNC | SYNCRONIZED**
  - Gibt an, dass binär definierte Datenfelder im Speicher auf Doppelwortgrenze ausgerichtet werden.

## weitere Angaben bei Datendefinition – 2

---

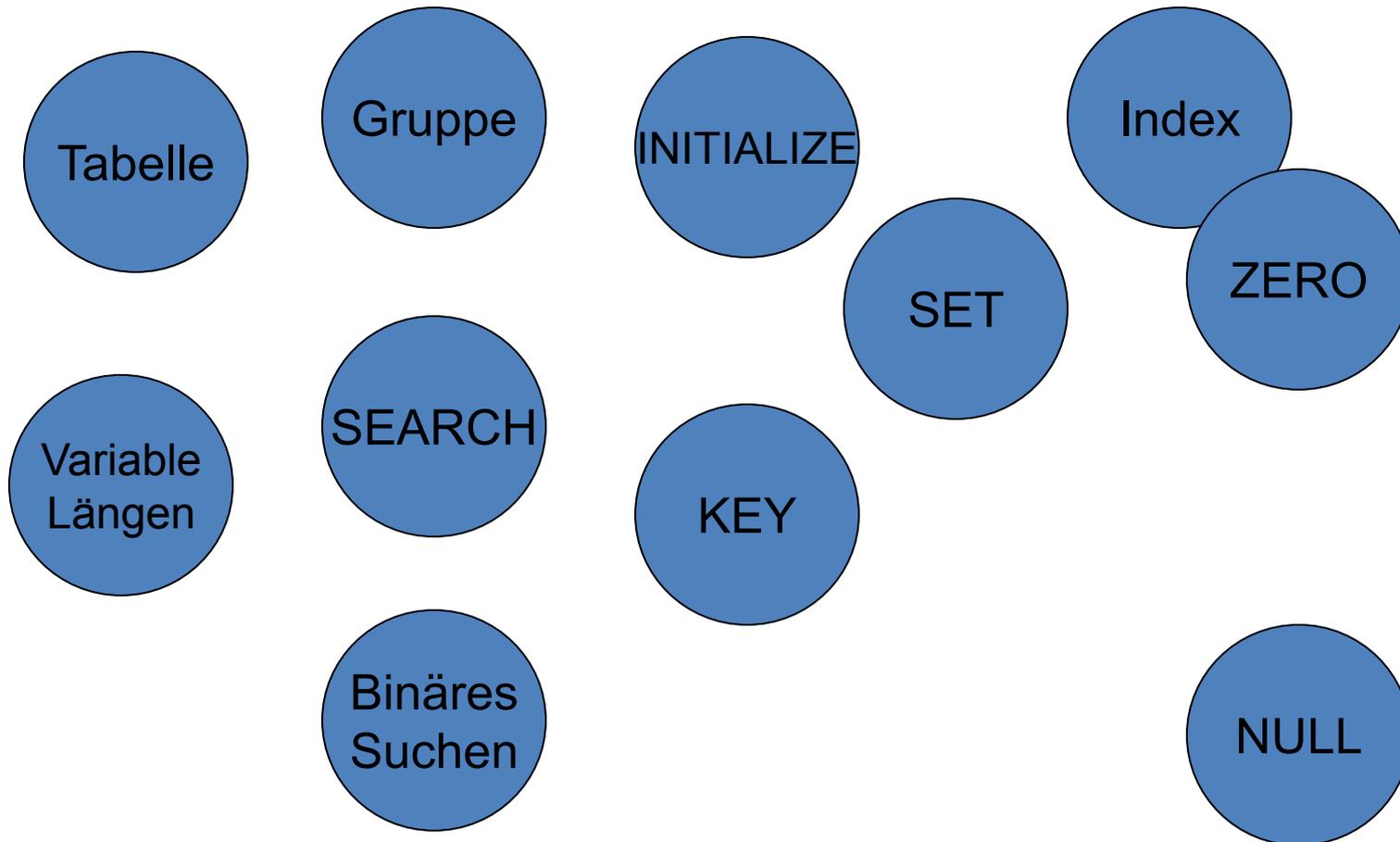
- **BLANK WHEN ZERO**
  - Ersetzen des Inhaltes durch Leerzeichen
  - nur bei numerischen Feldern
- **JUSTIFIED**
  - für rechtsbündige Speicherung
  - nur bei alphanummerischen Feldern
- **alphabetische Felder**
  - PIC A



- 
- Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - Datendefinition
  - • Strukturen
  - Zeichenketten
  - Compiler
  - Unterprogramme
  - Testhilfen und Performance
  - Fragen und Antworten

## Begriffe

---



- Tabelle
  - Diese Sonderform einer Struktur wurde schon behandelt.
  - Siehe Kurs Grundlagen
- COPY
  - Es ist sinnvoll, allgemein gültige Strukturen separat zur Verfügung zu stellen. Der COBOL-Befehl COPY zieht aus einer (evtl. separaten) Bibliothek die entsprechende Struktur an.
  - Beispiele siehe SCLM

## Beispiel

---

```
*  
01  GRUPPE .  
    05  DATUM .  
        10  JAHR          PIC  9(04) .  
        10  MONAT        PIC  9(02) .  
        10  TAG          PIC  9(02) .  
    05  BESTELL-MENGE    PIC  9(05) COMP-3 .
```

## Übung(en)

---

- Für jeden Kunden einer Bank sei ein Kundenstammsatz gespeichert, der die folgenden Felder zum Inhalt haben soll:

Nachname	alphanumerisch	20 Zeichen
Vorname	alphanumerisch	20 Zeichen
Kundennummer-1	numerisch	4 Ziffern
Kundennummer-2	numerisch	2 Ziffern
Kundennummer-3	alphanumerisch	1 Zeichen
Kundennummer-4	numerisch	3 Ziffern
Kunde seit	numerisch	8 Ziffern
Postleitzahl	alphanumerisch	10 Zeichen
Ort	alphanumerisch	20 Zeichen
Straße	alphanumerisch	20 Zeichen
Hausnummer	alphanumerisch	5 Zeichen



## INITIALIZE

---

- Für die Initialisierung einer Struktur bietet sich der Befehl INITIALIZE an.
- Syntax
  - INITIALIZE struktur
- Ergebnis
  - jedes einzelne Feld wird auf Initialwert gesetzt.
    - alphanumerische Felder auf Space
    - numerische Felder auf Null
  - die Felder werden “sauber” initialisiert
  - FILLER bleibt unberücksichtigt

## INITIALIZE mit REPLACING

---

- Syntax

`INITIALIZE struktur`

`REPLACING etwas BY {literal | variable}`

- „etwas“ kann sein
  - ALPHABETIC
  - ALPHANUMERIC
  - NUMERIC
  - und Sonderformen
- detaillierte Syntax und Beispiele siehe COBOL-Bücher

## INDEX

---

- Tabellen können (schneller) mit einem (Maschinen-) Index angesprochen werden.
- Syntaxbeispiel:

\*

```
01  STAMMSATZ .
```

```
    05  UMSATZ-TAG OCCURS 366 INDEXED BY UMS-IND  
        PIC 9(4)V99 .
```

## INDEX mit Key

---

- Tabellen können, wenn sie auf- oder absteigend sortiert sind, einen Key enthalten.
- Syntaxbeispiel

\*

```
01  PERSONAL-TABELLE .  
    05  PERS-EINTRAG OCCURS 1000  
        ASCENDING KEY IS PERS-NR  
        INDEXED BY PERS-IND .  
        10  PERS-NR          PIC  9(06) .  
        10  PERS-NAME       PIC  X(20) .
```

## arbeiten mit dem INDEX

---

- Der Index hat besondere Befehle für die Modifikation.
  
- SET index-1 TO index-2
- SET index-1 TO variable-2
- SET variable-1 TO index-2
- SET index-1 TO literal
- SET index-1 UP BY {variable | literal}
- SET index-1 DOWN BY {variable | literal}

## Inhalt des Index im Dump – Beispiel 1

---

- 01 TAB OCCURS 20 INDEXED BY IND  
PIC X(88).
- Anzeige in DUMP: B0
- B0 = 176 (dezimal)
- Berechnung:  
 $(176 / 88) + 1 = 3$   
Der Index hat also den Wert 3!

## Inhalt des Index im Dump – Beispiel 2

---

- 01 TABX OCCURS 20 INDEXED BY INDX  
PIC X(27).
- Anzeige in DUMP: 6C
- 6C = 108 (dezimal)
- Berechnung:  
 $(108 / 27) + 1 = 5$   
Der Index hat also den Wert 5!



## Übung(en)

---

- Initialisieren Sie den vorher definierten Kundenstammsatz
  - einmal mit MOVE ...
  - einmal mit INITIALIZE
- Testen Sie die Laufzeit des Programms, indem Sie beide Fälle bis zu 10.000.000 Mal laufen lassen. Welcher Code ist schneller?



- Der Kundenstammsatz soll um Kontonummern erweitert werden. Die Kontonummer ist 9 Stellen numerisch. Der Kunde kann bis zu 10 Kontonummern haben, wobei er für jede Kontonummer eine separate Anschrift haben kann.
- Definieren Sie die neue Struktur, initialisieren Sie diese mit MOVEs und INITIALIZE und vergleichen Sie die Laufzeiten.
- Nutzen Sie den Maschinen-Index.



## Übung(en)

---

- Definieren Sie eine Tabelle mit 52 Wochen und 7 Tagen. Die Felder auf der untersten Ebene sollen als Werte den Wochentag, den laufenden Tag der Woche und den laufenden Tag des Jahres aufnehmen.
- Initialisieren Sie die Tabelle geschickt für das Jahr 2004.
- Nutzen Sie den Maschinen-Index.
- Lösung siehe \*(kalender)



## Übung(en)

---

- Für die vorher genannten Tabellen haben Sie den (Maschinen)Index benutzt. Arbeiten Sie jetzt mit Subscripten. Wählen Sie unterschiedliche Definitionen dafür. Lassen Sie die Verarbeitungen bis zu 10.000.000 Mal laufen und vergleichen Sie die Laufzeiten.



## Suchen in einer Tabelle – SEARCH

---

- Funktion
- Suche nach einem bestimmten Element in einer Tabelle.
- Syntax

```
SEARCH struktur [VARYING index]
           [AT END   anweisung]
           WHEN     bedingung-1 anweisung-1
END-SEARCH
```

## Suchen in einer Tabelle – SEARCH – Regeln

---

- struktur muss mit INDEX BY definiert sein.
- Beginn des Suchens ab Wert von Index
- Nach anweisung-1 wird mit Statement nach SEARCH weiter gearbeitet.
- Ist der Index für struktur definiert, wird dieser genommen, sonst der nächste in der Hierarchie.
- Beliebig viele WHEN-Angaben sind erlaubt.
- Wird der Begriff nicht gefunden, zieht AT END.
- Es kann nur eine Dimension durchsucht werden.

## binäres Suchen – SEARCH

---

- Wenn die Tabelle auf- oder absteigend sortiert ist, kann diese binär durchsucht werden.
- Syntax

```
SEARCH ALL struktur [VARYING index]
      [AT END      anweisung]
      WHEN  bedingung-1
      [AND  bedingung-2] [...]...
      anweisung-2]
END-SEARCH
```



## Übung(en)

---

- Suchen Sie in der Wochen/Tage-Tabelle den Tag des Jahres, den Sie über SYSIN einlesen.
  - Nutzen Sie den SEARCH-Befehl.
  - Nutzen Sie binäres Suchen.
  - Kodieren Sie den Such-Algorithmus per Hand.
  - Was ist der schnellste Weg?



## Tabellen mit variabler Länge

---

- Tabellen können variabel definiert werden, wenn die genaue Anzahl der Plätze nicht bekannt ist.
- Syntaxbeispiel

\*

```
01  BEWEGUNGS-TABELLE .  
    05  BEWEGUNGS-SATZ      PIC  X(80)  
        OCCURS 1 TO 500 DEPENDING ON SATZ-ANZAHL  
        INDEXED BY BEW-IND .  
01  SATZ-ANZAHL              PIC  S9(04) COMP VALUE ZERO .  
    88  ANZAHL-MAX              VALUE 500 .  
01  DATEI-ENDE-SCHALTER     PIC  X(01) VALUE 'N' .  
    88  DATEI-ENDE              VALUE 'Y' .
```

## Tabellen mit variabler Länge – Code

---

```
READ EINGABE
      AT END SET DATEI-ENDE          TO TRUE
END-READ
PERFORM WITH TEST BEFORE
      VARYING BEW-IND FROM 1 BY 1
      UNTIL (DATEI-ENDE OR ANZAHL-MAX)
      MOVE EINGABE-SATZ TO BEWEGUNGS-SATZ (BEW-IND)
      ADD 1              TO SATZ-ANZAHL
      READ EINGABE
      AT END SET DATEI-ENDE          TO TRUE
      END-READ
END-PERFORM
```



## Übung(en)

---

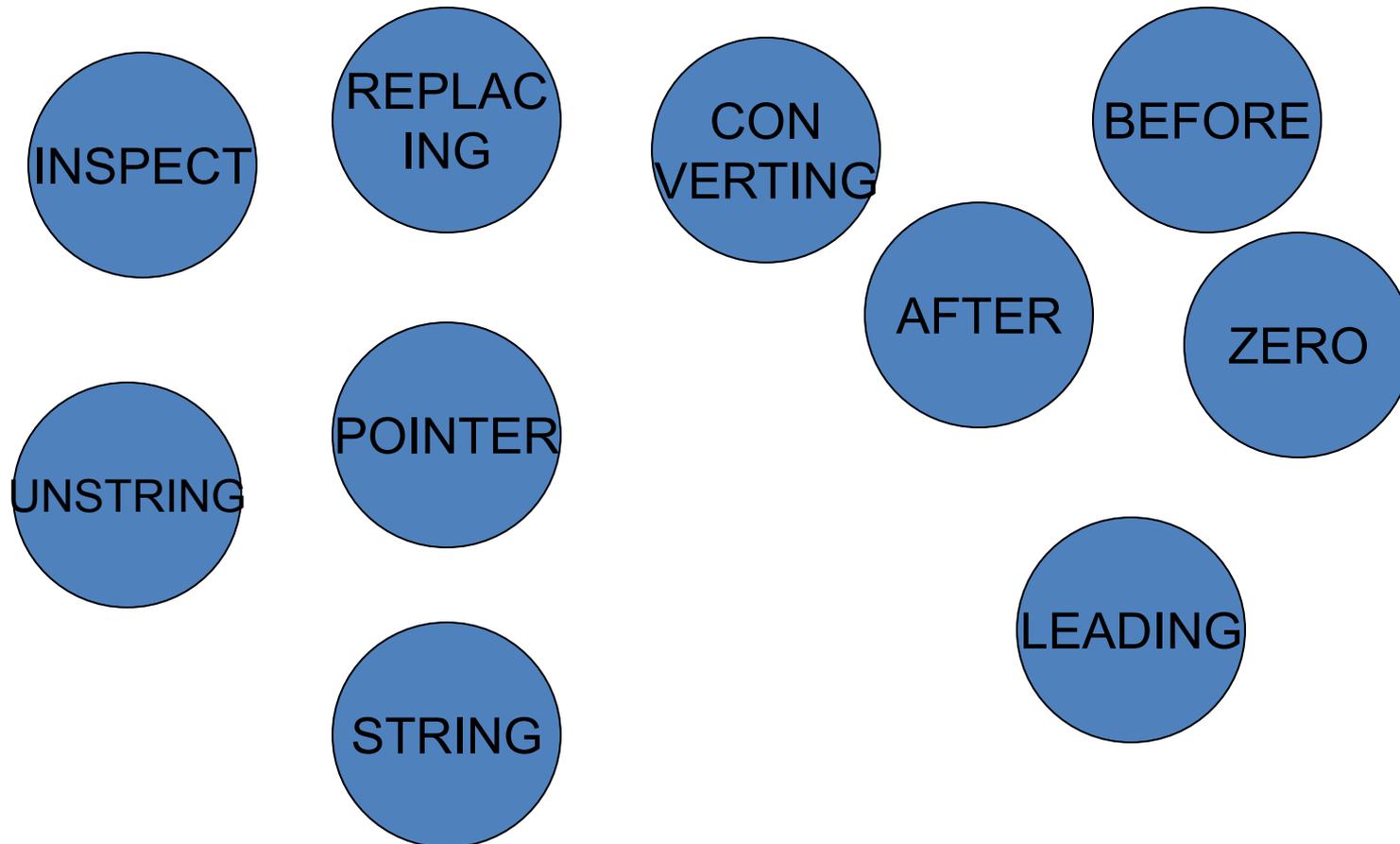
- Legen Sie eine Section an, in der Sie die Verarbeitung mit variabler Satz-Anzahl kodieren.
  - Nutzen Sie die Datei der Stadtverwaltung.
  - Achten Sie auf die richtige Definition der Zähler.
  - Kann die Logik anders als im Beispiel kodiert werden?
  - Welche Werte stehen nach der Schleife in den Zählern? Gibt es Unterschiede je nach Art der Kodierung?



- 
- Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - Datendefinition
  - Strukturen
  - • Zeichenketten
  - Compiler
  - Unterprogramme
  - Testhilfen und Performance
  - Fragen und Antworten

## Begriffe

---



## INSPECT – 1

---

- Funktion
  - Zählen von Zeichen
  - Ersetzen von Zeichen
- Syntax – Zählen

```
INSPECT feld-1 TALLYING feld-2
      FOR {ALL | LEADING | CHARACTERS}
          {feld-3 | lit-3}
      {BEFORE | AFTER} INITIAL {feld-4 | lit-4}
```

## INSPECT – 2

---

- Syntax – Ersetzen – 1

```
INSPECT feld-1 REPLACING CHARACTERS
```

```
    BY {feld-2 | lit-2}
```

```
    {BEFORE | AFTER} INITIAL {feld-3 | lit-3}
```

```
INSPECT feld-1 REPLACING
```

```
    {ALL | LEADING | FIRST} {feld-2 | lit-2}
```

```
    BY {feld-3 | lit-3}
```

```
    {BEFORE | AFTER} INITIAL {feld-4 | lit-4}
```

## INSPECT – 3

---

- Beispiel – Ersetzen – 1

```
INSPECT EING-MENGE REPLACING ALL SPACE BY ZERO  
      AFTER INITIAL '%'  
      FIRST ',' BY '.'
```

Ergebnis:

Vorher >% 235,34 <

Nachher >%000235.340<

## INSPECT – 4

---

- Ersetzen - 2
  - Funktion:  
Jedes Zeichen einer Zeichenkette wird einem bestimmten anderen Zeichen zugeordnet.
- Syntax – Ersetzen – 2

```
INSPECT field-1 CONVERTING {field-2 | lit-2}  
                        TO {field-3 | lit-3}  
      {BEFORE | AFTER} INITIAL {field-4 | lit-4}
```

## INSPECT – 5

---

- Beispiel – Ersetzen – 2

```
INSPECT field-A CONVERTING '0123456789'  
TO 'SAFETY-NOW'
```

- Ergebnis:

Vorher: >35742<

Nachher: >EYNTF<



## Übung(en)

---

- Legen Sie eine Section an, in der Sie verschiedene Formen des INSPECT ausprobieren. Beispiele:
  - Wochentage (MO, DI) in (01, 02) verändern.
  - Monatsnamen in 01, 02 verändern. Geht das?
  - Datei einlesen. Alle blanks werden in low-value verändert. Gleichzeitig sollen alle low-values in blanks umgesetzt werden. Funktion 2 Mal laufen lassen. Ist der alte Inhalt wieder da?
  - Suchen Stelle, in der der Monat Mai in der Wochen/Monatstabelle auftritt.



- Syntax

```
STRING {feld-1|lit-1} . . .  
      DELIMITED BY {feld-2|lit-2|SIZE} . . .  
      INTO feld-3 [WITH POINTER feld-4]  
      [ ON OVERFLOW anweisung-5]  
      [NOT ON OVERFLOW anweisung-6]  
[END-STRING]
```

## Verketteten – 2

---

- Regeln – 1
  - Alle Literale sind nicht numerisch.
  - feld-1, lit-1 . . . sind Sendefelder.
  - feld-3 ist Empfangsfeld. Es darf nicht druckaufbereitet und nicht mit JUSTIFY definiert sein.
  - Bei DELIMITED BY SIZE wird Sendefeld vollständig übertragen.
  - Feld-4 ist die Anfangsposition für die Daten im Empfangsfeld. Es muss ganzzahlig und groß genug sein, um die Länge des Empfangsfeldes plus 1 aufzunehmen.

## Verketteten – 3

---

- Regeln – 2
  - Bei der Angabe des Pointer-Zusatzes muss der Anfangswert von feld-4 explizit gesetzt werden.  
 $1 \leq \text{feld-4} \leq \text{len}(\text{feld-3})$
  - Ohne Pointer-Angabe ist der implizite Zeiger auf 1 gesetzt.
  - Der Wert beträgt des Zeigers beträgt am Ende  $\text{len}(\text{übertragene Zeichen}) + 1$
  - STRING ist beendet, wenn Zielfeld gefüllt oder alle Sendefelder bearbeitet sind.

## Verketteten – 4

---

- Regeln – 3
  - Nur der Teil des Empfangsfeldes ist verändert, in den Zeichen übertragen worden sind.
  - Ist *OVERFLOW* angegeben und werden die Grenzen durch *feld-3* oder *Zeiger* überschritten, wird die Bearbeitung beendet und die entsprechende Anweisung ausgeführt.

## Verketten – Beispiel

---

NAME: cps4it, Ralf Seidler

PLZ : 55411

ORT : Bingen

TEL : +49-06721-992611

MOVE 1 TO POSITION

STRING NAME DELIMITED BY \ , '

\\*' , PLZ DELIMITED BY SIZE

\\*' , ORT DELIMITED BY \ \

\\*Tel.' , TEL DELIMITED BY \ \ \\*'

INTO Z-FELD WITH POINTER POSITION

END-STRING

---

cps4it\*55411\*Bingen\*Tel.+49-06721-992611\*



## Trennen (Entketten) – 1

---

- Syntax

UNSTRING *feld-1*

```
[DELIMITED BY [ALL] {feld-2|lit-2}  
                [OR [ALL] {feld-3|lit-3}] ...]  
INTO feld-4 [DELIMITER IN feld-5]  
           [COUNT      IN feld-6]  
[WITH POINTER feld-7] [TALLYING IN feld-8]  
[    ON OVERFLOW anweisung-A]  
[NOT ON OVERFLOW anweisung-B]  
[END-UNSTRING]
```

## Trennen (Entketten) – 2

---

- Regeln – 1
  - Alle Literale sind nicht numerisch.
  - feld-1 ist das Sendefeld.
  - feld-4 ist Empfangsfeld.
  - feld-2 bzw. lit-2 sind die Begrenzer.
  - feld-5 ist das Begrenzerempfangsfeld.
  - feld-6 ist das Zählerfeld für die Datenübertragung; es enthält die Anzahl der Zeichen, die innerhalb von feld-1 bis zum Begrenzer gefunden und übertragen wurden.

- Regeln – 2
  - feld-7 ist die Anfangsposition für die Datenübertragung im Sendefeld.
  - feld-8 ist das Zählerfeld für die Anzahl der Daten empfangenden Felder.
  - Die OVERFLOW Bedingung zieht,
    - wenn alle Daten empfangenden Felder verarbeitet sind und feld-1 enthält noch ungeprüfte Zeichen oder
    - wenn feld-7 die Grenzen von feld-4 überschreitet.

## Trennen (Entketten) – Beispiel

---

Z-FELD: cps4it\*55411\*Bingen\*Tel.+49-06721-992611\*

```
MOVE          ZERO TO  Z-ANZ-F, Z-LEN-TEL
UNSTRING Z-FELD DELIMITED BY '*' OR '*TEL.'
      INTO      NAME, PLZ, ORT, TEL
      COUNT    IN Z-LEN-TEL
      TALLYING IN Z-ANZ-F
END-UNSTRING
```

---

NAME: cps4it	Z-LEN-TEL: 16
PLZ : 55411	Z-ANZ-F : 4
ORT : Bingen	
TEL : +49-06721-992611	



## Übung(en)

---

- Legen Sie eine Section an, in der Sie Ihre Adresse, getrennt durch einen Stern zusammensetzen.
- Legen Sie eine Section an, in der Sie die zusammen gesetzte Adresse wieder auseinander nehmen.



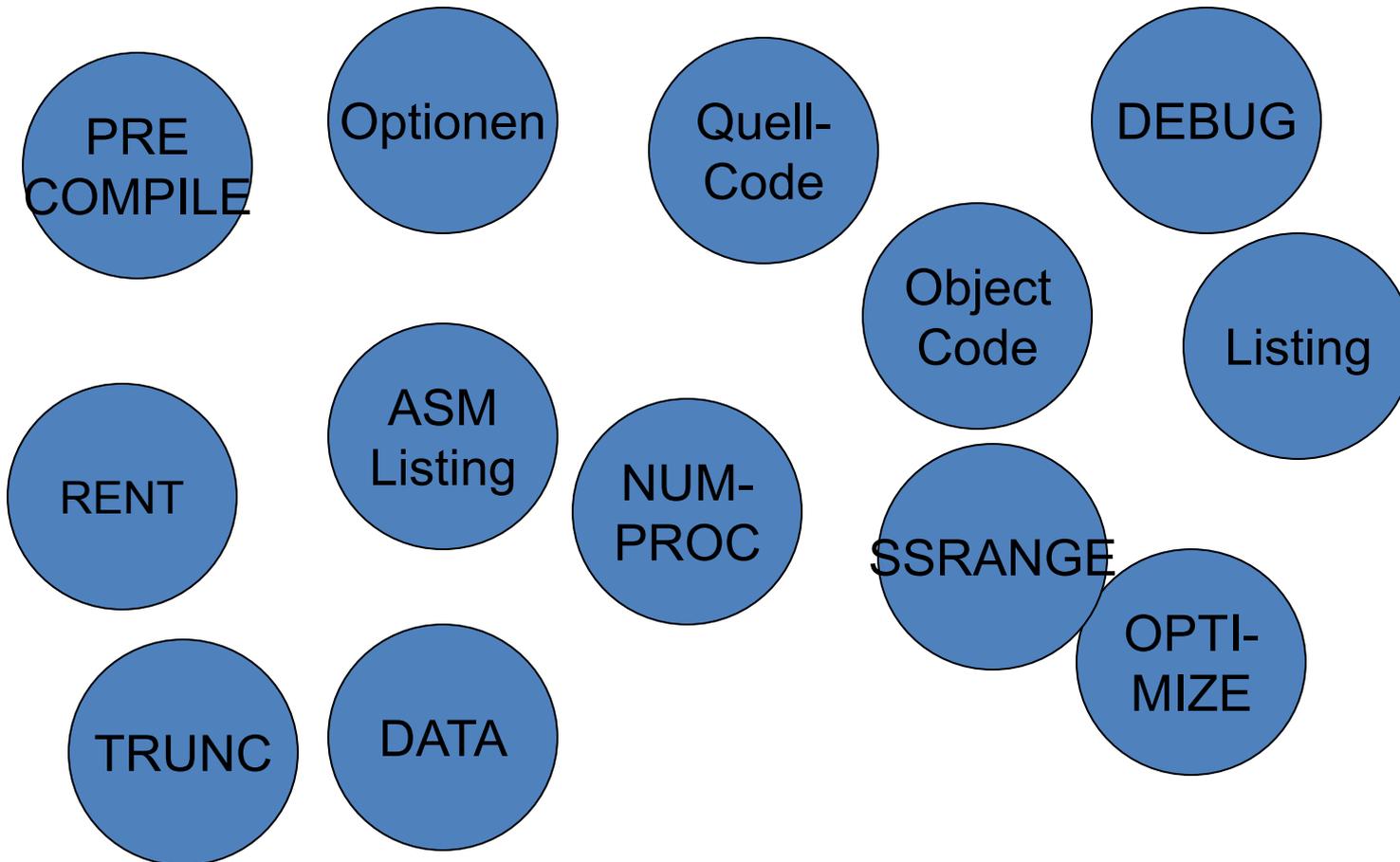
## Übung(en)

---

- Für eine bestimmte Anwendung müssen beginnend ab 1 bis zu einer Zahl  $x$ , die durch 4 teilbar sein muss, zwei Zeilen ausgegeben werden:
  - 1;2;5;6;9;10;13;14; etc.
  - 3;4;7;8;11;12;15;16 etc.
  - Wie groß darf  $x$  maximal sein, wenn die Zeilen kleiner als 80 sein müssen?
  - Wenn die Zeilen größer als 80 werden, geben Sie die Ausgabe mehrzeilig aus.



- 
- Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - Datendefinition
  - Strukturen
  - Zeichenketten
  - • Compiler
  - Unterprogramme
  - Testhilfen und Performance
  - Fragen und Antworten



## Precompiler / Preprocessor (auch Coprocessor)

---

- Innerhalb des Compilers wird vorab ein Step ausgeführt, der u.a. die Funktionen hat:
  - Auflösung COPY
  - Auflösung EXEC SQL
  - Auflösung EXEC DLI
  - Auflösung EXEC CICS
- Ziel ist es, dem Compiler reinen COBOL-Code zur Verfügung zu stellen.

## Compile Options – Allgemeines

---

- Dem Compiler können verschiedene Optionen angegeben werden zur
  - Interpretation des Quellcodes
  - Behandlung des Datums zur Laufzeit
  - Ausgabe des Compile Listings
  - Art des Object Moduls
  - Kontrolle des Object Moduls
  - Behandlung virtueller Speicher
  - Debugging und Diagnose
  - sonstiges

## Compile Options – 1

---

- Interpretation Quellcode
  - ARITH(COMPAT|EXTENT) Firma:
  - QUOTE|APOST Firma:
  - CICS|NOCICS Firma:
  - SQL|NOSQL Firma:
  - etc.
- Interpretation Datum
  - YEARWINDOW(yyyy) Firma:

## Compile Options – 2

---

- Compiler Listing
  - LINECOUNT(nn) Firma:
  - NOLIST|LIST Firma:
  - NOMAP|MAP Firma:
  - NOOFFSET|OFFSET Firma:
  - NOSOURCE|SOURCE Firma:
  - XREF(SHORT|FULL) Firma:
- Generieren Object Modul
  - COMPILE|NOCOMPILE(W|E|S)

## Compile Options – 3

---

- Object Code Control
  - NOAWO|AWO Firma:
  - NODLL|DLL Firma:
  - NOFASTSRT|FASTSRT Firma:
  - NUMPROC(NOPFD|PFD) Firma:
  - NOOPT|OPT(STD|FULL) Firma:
  - TRUNC(STD|OPT|BIN) Firma:

## Compile Options – 4

---

- Virtueller Speicher
  - DATA(24|31) Firma:
  - NODYNAM|DYNAM) Firma:
  - NORENT|RENT Firma:
  - RMODE(AUTO|24|ANY) Firma:
- Diagnose und Testhilfen
  - NOFLAG|FLAG(I,I) Firma:
  - NOTEST|TEST(a,b,c) Firma:
  - NOSSRANGE|SSRANGE Firma:



- Sehen Sie sich das Compile-Menü / die SCLM-Methoden näher an.
- Nehmen Sie ein eigenes Programm und compilieren (und testen) Sie es mit unterschiedlichen Optionen.
- Nehmen Sie ein Programm, das mit einem Subscript fehlerhaft arbeitet und testen Sie dieses mit SSRANGE.
  - Fehlermeldung beachten.



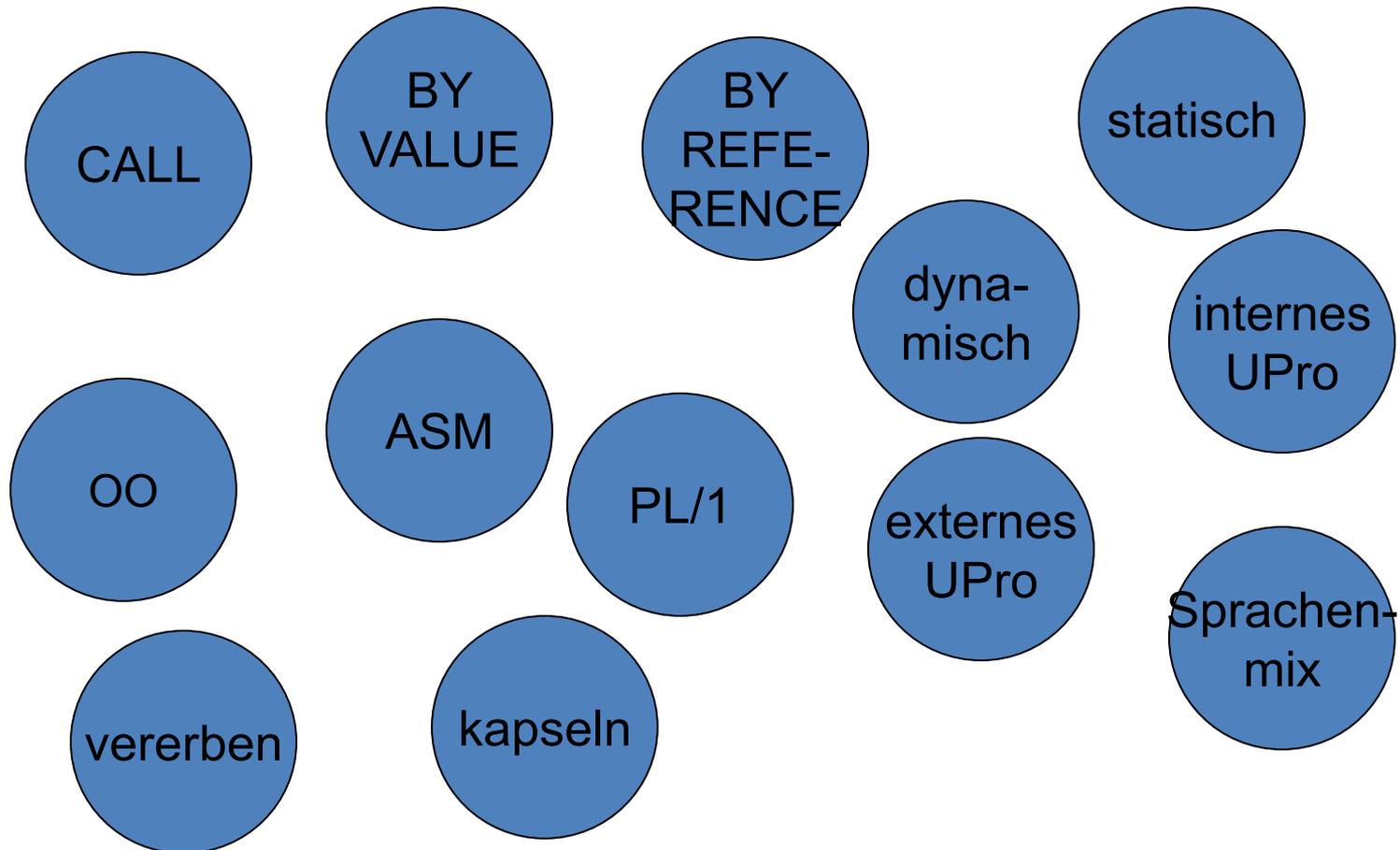
- Testen Sie die maximalen Werte eines binären Feldes mit den Einstellungen TRUNC(STD) und TRUNC(BIN).
- Wandeln Sie Ihr Programm mit der Option LIST um. Schauen Sie sich das Ergebnis an.
- Wandeln Sie Ihr Programm mit der Option LIST und achten Sie auf die Unterschiede
  - NUMPROC(PFD)
  - NUMPROC(NOPFD)



- 
- Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - Datendefinition
  - Strukturen
  - Zeichenketten
  - Compiler
  - • Unterprogramme
  - Testhilfen und Performance
  - Fragen und Antworten

## Begriffe

---



## warum?

---

- Modularisierung als Werkzeug der strukturierten Programmierung
- Kapselung von technischen und fachlichen Funktionen oder Bausteinen
- Umsetzung der üblichen Architekturregeln wie 3-tier-architecture
- Übersichtlichkeit
- mehrere Programmierer

- Modularisierung vernünftig aufbauen
- viele Programmierer benötigen qualifizierte Projektleitung
- Definition der Schnittstellen
- Definition der Eigentümer von Daten

## Typen

---

- Externe Programme in
  - COBOL
  - ASM
  - C
  - FORTRAN
  - PL/1
- interne Unterprogramme
- Funktionen der Laufzeitumgebung  
Language Environment

## Logik bei Aufruf

---

- Definition des Unterprogramms
- Aufruf des Unterprogramms
- Übergabe der Daten von HP an das UP
- Zugriff auf die Daten durch UP
- Verarbeitung innerhalb des UP
- Beenden des UP
- Rücksprung zum Aufrufer
- evtl. Weiterverarbeitung der Daten durch HP

## Syntaxbeispiel

---

- CALL pgm-name USING var-1 ... var-n  
[END-CALL] dynamischer Aufruf
- CALL 'pgm-name' USING var-1 ... var-n  
[END-CALL] statischer Aufruf \*
- möglich:
  - BY REFERENCE UP erhält Originaldaten
  - BY CONTENT UP erhält Kopie der Daten

\* Hinweis: Hier hat auch die Compile-Option “(NO)DYNAM” noch einen Einfluss.

## dynamischer oder statischer Aufruf?

---

- statischer Aufruf heißt
  - gerufenes Modul wird zum Aufrufer fest gelinkt
  - bei einer Änderung des Moduls müssen alle Aufrufer erneut gelinkt werden
  - Aufruf ist minimal schneller
- dynamischer Aufruf heißt
  - flexibler Umgang mit Änderungen in Modulen

## Aufruf an einem Beispiel

---

- Hauptprogramm

```
PROGRAM-ID. TES46.  
WORKING-STORAGE SECTION.  
01 UPRO      PIC X(08).  
01 LISTE.  
   copy S03UAAAK.  
01 HUGO.  
   copy jsdgf.  
PROCEDURE DIVISION.  
.  
.  
   MOVE 'AAAA' TO UPRO  
   CALL UPRO USING LISTE  
   HUGO  
.  
.  
.
```

- Unterprogramm

```
PROGRAM-ID. AAAA.  
WORKING-STORAGE SECTION.  
01 irgendwas  
LINKAGE SECTION.  
01 UEBERGABE.  
   copy S03UAAAK.  
01 OTTO.  
   copy jsdgf  
PROCEDURE DIVISION  
   USING UEBERGABE  
   OTTO.  
.  
.  
.  
   GOBACK.
```



## Übung(en)

---

- Schreiben Sie ein Programm, das ein Unterprogramm aufruft.
  - Im Hauptprogramm lesen Sie die Daten der Stadtverwaltung mit READ ein.
  - Das Unterprogramm wird für Satzart-1 = 1 aufgerufen. Dieses soll die übergebenen Daten in einer “lesbaren” Form ausgeben.
  - Denken Sie daran, das Unterprogramm im SCLM korrekt zu definieren (R+V).
  - Denken Sie daran, das Unterprogramm im Datenhaushalt bekannt zu geben (Coba).



- Aufbau, Logik auf Aufruf wie externe Programme
- sind Bestandteil des Gesamtprogramms
- ist wichtig für Nutzung der OO-Features
- Regeln:
  - Jedes Programm hat eine ID DIVISION
  - Programmnamen müssen eindeutig sein.
  - CONFIGURATION SECTION nur im äußersten Pgm.
  - Jedes Pgm hat ein “END PROGRAM pgmname.”
  - Ein inneres Programm kann nur von direkten “Vater” aufgerufen werden.
  - Es gibt globale und lokale Variablen.



- Benutzung der Compile-Optionen wird dringend empfohlen
  - NUMPROC(NOPFD)
    - bei allen Schnittstellen
  - TRUNC(BIN)
    - bei Schnittstellen zu C und PL/1
- Defensiver Umgang mit Feldern
  - bei allen Schnittstellen
- Normaler Umgang mit Feldern
  - sonst



## Übung(en)

---

- Erweitern Sie das Hauptprogramm, indem es eine Verarbeitungsart über ACCEPT einliest:
  - 1 = Standesamt
  - 2 = Einwohnermeldeamt
  - 3 = Polizeiamt
  - Für jede Verarbeitungsart soll es ein separates Unterprogramm geben, das die Daten ausgibt.
  - Nutzen Sie ein internes oder externes Unterprogramm.



## Übung(en)

---

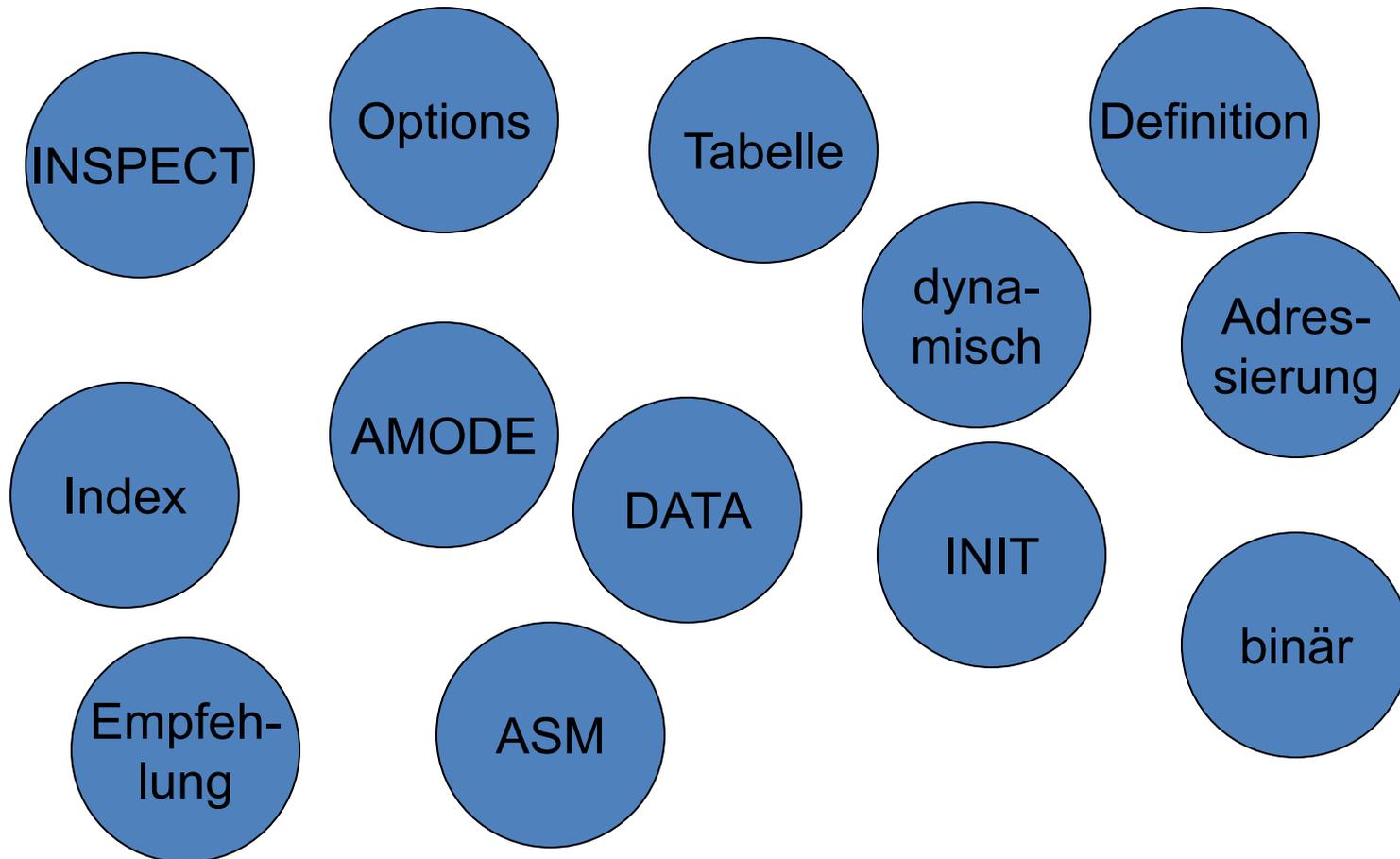
- Testen Sie ein Programm mit einem Unterprogramm, das ein Feld “by content” und eines “by reference” übergibt. Im Hauptprogramm und im Unterprogramm werden die Felder jeweils unterschiedlich gesetzt. Drucken Sie sich die Feldinhalte jeweils vor und nach der Modifikation und vor und nach dem UP-Aufruf an.



- 
- Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - Datendefinition
  - Strukturen
  - Zeichenketten
  - Compiler
  - Unterprogramme
  - ➔ • Testhilfen und Performance
  - Fragen und Antworten

## Begriffe

---



## Allgemeines

---

- Testhilfen zu benutzen und performanten Code zu haben, widersprechen sich sehr oft und oftmals sehr deutlich.
- Damit ist die Zielrichtung klar:

Testhilfen sind für die Testumgebung

performanter Code ist für die Produktion

## Allgemeines

---

- DISPLAY
- Compile-Optionen
  - SSRANGE
  - NUMPROC(NOPFD)
  - NOOPTIMIZE
- absichtlicher Abbruch
- DEBUG Mode
- in Notfällen: Debugger wie
  - DEBUG-Tool oder Xpediter

## Testhilfe – DISPLAY

---

- Der Befehl DISPLAY sollte in der Testumgebung intensiv genutzt werden, jedoch nicht in der Produktion.
  - Veränderung von Feldinhalten
  - Andrucken von Schaltern
  - Andrucken von Zwischenergebnissen
  - etc.

- **SSRANGE**
  - gibt bei Index-Überlauf eine detaillierte Fehlermeldung
  - produziert inperformanten Code
- **NUMPROC(NOPFD)**
  - stellt durch raffinierten Code sicher, dass die veränderten numerischen Felder korrekte Inhalte erhalten
- **NOOPTIMIZE**
  - erzeugt nur “normalen” Code

## Testhilfe – absichtlicher Abbruch

---

- Um im Testfall einen Abbruch zu erzeugen, kann ein S0C7 erzeugt werden z.B. durch

```
01  FELD-ALPHA  PIC X(03) VALUE "XXX".
```

```
01  FELD-NUM  REDEFINES FELD-ALPHA  
      PIC S9(05) PACKED-DECIMAL.
```

```
IF ABBRUCH-ERWUENSCHT
```

```
  ADD 1 TO FELD-NUM
```

```
END-IF
```

## Testhilfe – Debugging Mode

---

```
ENVIRONMENT DIVISION.  
*==  
CONFIGURATION SECTION.  
*SOURCE-COMPUTER. IBM-3090.  
SOURCE-COMPUTER. IBM-3090 WITH DEBUGGING MODE.  
*==  
PROCEDURE DIVISION.  
DDECLARATIVES.  
DDEBUG-DECLAR SECTION.  
D USE FOR DEBUGGING ON ALL PROCEDURES.  
DDEBUG-DECLAR-PARAGRAPH.  
D DISPLAY DEBUG-NAME.  
DDEBUG-DECLAR-END.  
D EXIT.  
DEND DECLARATIVES.  
*==  
D DISPLAY "Dies ist eine Testzeile."
```



- Vorteile:
  - Unnötige interne Programmverzweigungen eliminiert
  - Out-of-Line PERFORM Statements werden, wenn möglich, In-Line dargestellt.
  - Nicht erreichbarer Programmcode wird eliminiert und damit die Größe des Lademoduls reduziert.
  - Optimierte Subscript Verarbeitung
  - Redundante Rechenoperationen werden eliminiert.
  - Rechenoperationen für Konstanten werden eliminiert.
  - Einzelne, fortlaufende MOVE Statements werden als Single MOVE aggregiert.

Anmerkung: Gleichzeitig muss die Option LIST gesetzt werden. Diese wird benötigt, damit der Abend-Aid Postprozessor in Verbindung mit OPTIMIZE ohne Fehler durchläuft. Ohne LIST kann Abend-Aid bei einem Abbruch zwar die Offset-Adresse ermitteln, nicht aber das zugehörige COBOL-Statement.

- Nachteile:
  - Einzelne, fortlaufende MOVE Statements werden als Single MOVE aggregiert. Dazu mögliche fachliche Auswirkungen berücksichtigen.
  - COMPILE-Zeit länger
  - DEBUGGING evtl. erschwert
- Beispiel -> **LINK**
  - d.h. numerische Felder werden als CHAR übertragen!

- Auswirkungen:
  - Der Parameter bezieht sich auf geblockte sequentielle Dateien mit variabler Satzlänge im Output Modus.
  - COBOL prüft bei AWO, ob der zu schreibende Satz noch in den zur Verfügung gestellten Buffer passt.
  - Bei NOAWO (Compilerdefault) geschieht diese Prüfung nicht sondern der Buffer wird weggeschrieben, wenn der längste, im Programm definierte Satz nicht mehr in den Buffer paßt.
  - Mit AWO kann hier CPU und Laufzeit eingespart werden. Abhängig von den Satzdefinitionen können die Einsparungen über 50% erreichen.

- Auswirkungen – 1:
  - TRUNC ist bei allen Rechen- und Vergleichsoperationen mit binär definierten Feldern aktiv. Die empfohlene Einstellung ist bei der R+V \*nicht\* der Compilerdefault.
  - Der maximale Wertebereich von Binärfeldern (COMP) ist bei TRUNC(STD) durch die Anzahl der definierten Digits vorgegeben. Da der COBOL-Compiler intern dezimal „arbeitet“, sind keine Prüfungen auf Überläufe notwendig, sie sind automatisch erfüllt, was den CPU-Overhead reduziert.
  - TRUNC(BIN) heißt, dass der volle Wertebereich der Binärfelder benötigt wird. Dafür werden die Felder in ein internes dezimales Format konvertiert (der COBOL-Compiler arbeitet intern „dezimal“). Um die richtige Anzahl von Ziffern zu erhalten, müssen inperformante Formate und Operationen benutzt werden.

- Auswirkungen – 2:

- *TRUNC(OPT)* versucht, keine dezimal-Arithmetik wie bei *TRUNC(BIN)* zu nutzen; manchmal ist es aber notwendig . . .

d.h.:            bei reinen binären Feldern            -> voller Wertebereich  
                  bei Mischung von Formaten            -> wie *TRUNC(STD)* !!

*TRUNC(STD)* hat einen minimalen Performanceverlust gegenüber *TRUNC(OPT)*.

- Definition COMP-5 heißt, dass dieses Feld wie *TRUNC(BIN)* behandelt wird. Alle anderen Felder halten sich an die Compiler-Option.

- Also: voller binärer Wertebereich benötigt . . .

Nutze                    COMP-5 mit *TRUNC(OPT)*

**Nutze nicht            *TRUNC(BIN)* !!!**

DB2: INTEGER / SMALLINT  
CICS: EIBCALEN

Compile-Options: *NUMPROC(PFD)* | *NUMPROC(NOPFD)*

Notation: Standard *Empfehlung*

---

- Auswirkungen:
  - NUMPROC(NOPFD) führt implizit Vorzeichenprüfungen für packed decimal und usage display Felder durch. Bei Einsatz von NUMPROC(PFD), preferred sign, geht der Compiler davon aus, dass die numerischen Felder das richtige Vorzeichen haben. Prüfungen auf das Vorzeichen finden nicht statt.
  - Rechen- und Vergleichsoperationen benötigen weniger CPU während der Ausführung.
- theoretischer Nachteil bei PFD:
  - bei unsicheren Datenquellen könnten erst später zur Laufzeit Fehler auftreten.

Compile-Options: DATA(31) (mit RENT) | DATA(24)

Notation: Standard Empfehlung

---

- Auswirkungen:
  - Die QSAM-Buffer und die Working Storage werden above-the-line angelegt.
  - Das Programm wird bei RENT in die LPA/ELPA geladen.
- Vorteil:
  - schnellere I/O-Behandlung; bessere Speicherausnutzung
- Nachteil:
  - bei RENT wird zum Programmmanfang minimal mehr Code generiert, der RENT prüft.

- Auswirkungen:
  - Programm wird dort hin geladen, wo Platz ist.
- Vorteil:
  - Das System sucht optimalen Platz für das Programm.
- Nachteil:
  - keiner bekannt

## COBOL Compile Options – Zusammenfassung

---

1. Überlegen, welche Option welche Auswirkungen hat.
  - Umgebung, Typ des Programms beachten
2. Hin und wieder auf Basis Assembler Listing entscheiden, was Sinn macht.
3. Nicht optimieren, weil es Spaß macht, sondern optimieren, weil/wo es Sinn macht.
4. Die fachlichen Hintergründe sind ein wesentlicher Maßstab zu entscheiden, wann welche Option eingesetzt wird.
5. COBOL ist keine Putzfrauensprache.



## Felddefinitionen – 1

---

- Binärfelder
  - Halbwort S9(04) oder Vollwort S9(08) mit Vorzeichen
  - Compile Option TRUNC beachten
  - Doppelwort (z.Z.) sehr inperformant
- gepackte Felder
  - auf Bytegrenzen achten (S9(n) mit n ungerade  $\leq 15$ )
- USAGE DISPLAY
  - nicht für Rechenoperationen verwenden

- Tabellen
  - nur mit Indizes (INDEXED BY)
  - Ausnahme Binärfelder
  - niemals andere numerische Felder benutzen
  - möglichst 1-dimensional
  - ODO möglichst nicht nutzen; ODO-Feld muss binär sein



- INITIALIZE
  - jedes einzelne Feld wird auf Anfangswert gesetzt
  - **jedes** einzelne Feld wird auf Anfangswert gesetzt
  - innerhalb Schleifen möglichst unterlassen
  - Hilfsfelder nutzen
  - jedes schwierige Beispiel muss separat beurteilt werden, daher kein “Kochrezept” möglich
- STRING/UNSTRING/INSPECT
  - zieht hohen CPU-Verbrauch nach sich

- **PERFORM VARYING**
  - Schleifenzähler binär definieren
  - Begrenzer binär definieren
  - bei Tabellenverarbeitung nur mit INDEX arbeiten
  - jederzeit auf Formatgleichheit achten
- **EVALUATE**
  - (leider wieder:) häufigsten Fall zu Beginn codieren

## Procedure Code – 3

---

- Rechenoperationen
  - beteiligte Felder mit gleichen Längen
  - beteiligte Felder mit gleichem Format
- Vergleichsoperationen
  - beteiligte Felder mit gleichen Längen
  - beteiligte Felder mit gleichem Format
- Substr-Move
  - besser: `MOVE FELD-A(2:5) TO FELD-B (-> MVC)`
  - nicht: `MOVE FELD-A(2:N) TO FELD-B (-> MVCL)`  
erste Zahl darf Variable sein



## Übung(en)

---

- Schreiben Sie ein kleines Programm, in dem 2 mal 3 Felder mit den Definitionen PIC 9(09), PIC 9(09) COMP-3, PIC 9(09) COMP enthalten sind. Übertragen Sie die Inhalte des ersten Blocks in jedes Feld des zweiten Blocks.
  - Lassen Sie das jeweils 10.000.000 Mal laufen und vergleichen Sie.
  - Prüfen Sie den ASM Code.



## Übung(en)

---

- Definieren Sie eine Tabelle, die Sie initialisieren. Tun Sie dieses unterschiedlich und schauen Sie sich bei 10.000.000 Aufrufen die Unterschiede in der CPU-Zeit an.



- 
- Einführung: Rückblick auf Kurs Grundlagen
  - Datendefinition
  - Strukturen
  - Zeichenketten
  - Compiler
  - Unterprogramme
  - Testhilfen und Performance
  - ➔ • Fragen und Antworten

