# 10. Die Maschinenbefehle des M 68000


10.1 MOVE-Befehle

10.2 Arithmetische Befehle

10.3 Sprungbefehle

10.4 Programmbeispiele




# 10.1 MOVE-Befehle

**MOVE**

Übertrage Daten von der Quelle zum Ziel

**Assembler-Syntax:** MOVE.X <ea>, <ea>

**Operation:** <Quelle> -> <Ziel>

**Welche Flags werden verändert?**

**X** nicht berührt
**N** auf Eins gesetzt, falls der übertragene Datenwert negativ ist, sonst auf Null gesetzt
**Z** auf Eins gesetzt, falls der übertragene Datenwert = 0 ist, sonst auf Null gesetzt.
**V** immer auf Null gesetzt.
**C** immer auf Null gesetzt.

# MOVE-Befehle (2)

## Operandengröße

Mit dem MOVE-Befehl können Byte-, Wort- und Langwortdaten vom Quelloperanden zum Zieloperanden übertragen werden. Es kann also am Befehl .B, .W oder .L an der Stelle von .X stehen.



# MOVE (1)

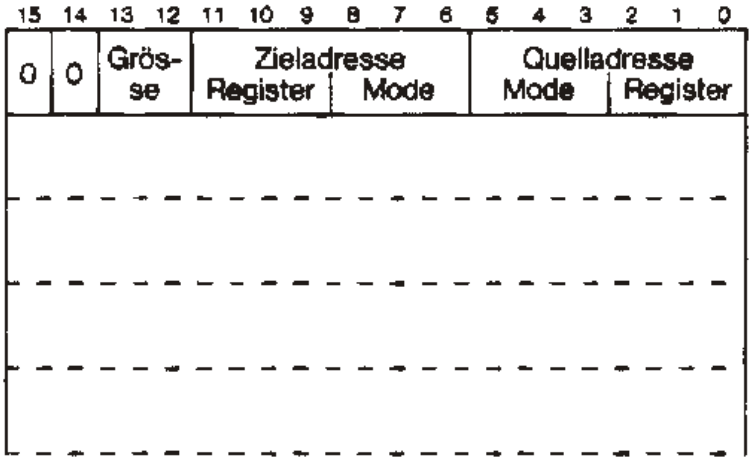
## Befehlsbeschreibung

Der MOVE-Befehl dient zum Übertragen von Daten vom Quell- zum Zieloperanden. Er ist der universellste und sicherlich meistverwendete Befehl im M 68000. Im Befehlssatz des M 68000 gibt es keinen Befehl L (load) oder ST (store) zum Laden oder Ablegen von Registern, der MOVE-Befehl erfüllt auch diese Aufgaben. Er überträgt Daten von überall her und überall hin.

Es können dabei Byte-, Wort- oder Langwortdaten übertragen werden. Abhängig von den übertragenen Datenwerten werden die Flags gesetzt.

# MOVE (2)

## Opcode und Erklärung






# MOVEM (1)

**MOVE MULTIPLE**

Übertrage mehrere Register

**Assembler-Syntax:**

MOVEM.X Registerliste, < ea >

MOVEM.X < ea >, Registerliste

**Operation:**

Inhalte der Register in der Registerliste -> < ea >

< ea > -> Register in der Registerliste

**Welche Flags werden verändert?**

Keine

# MOVEM (2)

**Operandenlänge:**

Mit dem MOVEM-Befehl kann der 16- oder 32 Bit-Inhalt einer Reihe von spezifischen Registern geholt oder abgelegt werden. Es ist also Wort- oder Langwortverarbeitung möglich, wobei an der Stelle von .X am Befehl .W oder .L stehen kann.



# MOVEM (3)

**Befehlsbeschreibung**

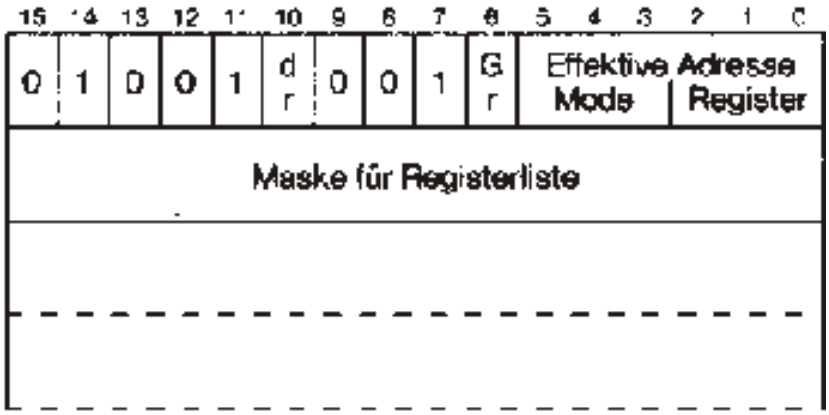
Mit dem MOVEM-Befehl werden bis zu 16 Register (Datenregister D0 – D7 und Adressregister A0 – A7) in den oder aus dem Speicher übertragen. Man kann dabei einen Registerauswahl treffen. In der Assembler-Syntax wird dies mit der Registerliste ausgedrückt.

Ein Registerinhalt wird übertragen, wenn das entsprechende Bit in der Registermaske (siehe Opcode) gesetzt ist.

Außerdem kann man festlegen, ob Wort- oder Langwortverarbeitung durchgeführt wird. Bei einer Übertragung von Wortdaten in die spezifizierten Register wird der Quelloperand immer vorzeichenrichtig auf 32 Bit erweitert und dann in die 32 Bit des jeweiligen Registers geschrieben. Bei einer Übertragung von Wortdaten aus den Registern in den Speicher wird nur die **untere** Hälfte des jeweiligen Registers übertragen.

# MOVEM (4)

## Opcode und Erklärung





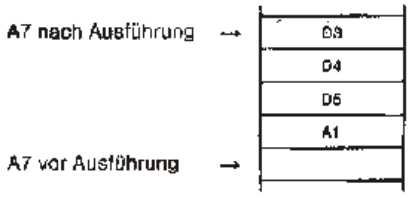

# Beispiele zu MOVEM

**Beispiel:**

a) Ablegen der Inhalte einiger Register auf dem Stack

Ablagereihenfolge
A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

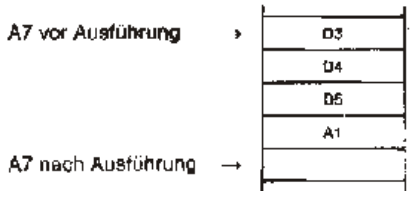
MOVEM.W D3–D5/A1,–(A7)




b) Holen der Inhalte einiger Register vom Stack.

Holreihenfolge
D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 A0 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7

MOVEM.W (A7)+,D3–D5/A1



# 10.2 Arithmetische Befehle

**ADD**

Binäre Addition

**Assembler-Syntax:**

ADD.X <ea>, Dn

ADD.X Dn, <ea>

**Operation:**

< Quelle > + < Ziel > -> < Ziel >



# Arithmetische Befehle (2)

**Welche Flags werden verändert:**

X gesetzt wie das C-Bit.
N auf Eins gesetzt, falls das Ergebnis negativ ist, sonst auf 0 gesetzt.
Z auf Eins gesetzt, falls das Ergebnis = 0 ist, sonst auf 0 gesetzt.
V auf Eins gesetzt, falls ein Überlauf auftritt, sonst auf 0 gesetzt.
C auf Eins gesetzt, falls ein Überlauf auftritt, sonst auf 0 gesetzt.

**Operandengröße:**

Mit diesem Befehl können Byte-, Wort- und Langwortdaten binär addiert werden. .X steht also wie üblich für .B, .W oder .L.

# ADD (1)

## Befehlsbeschreibung

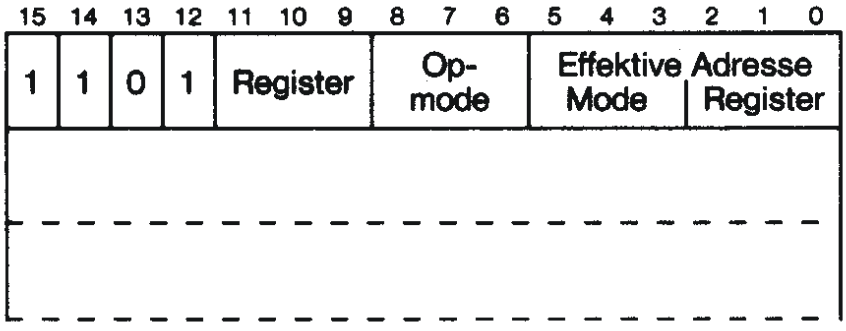
Der ADD-Befehl dient zur binären Addition des Quelloperanden zum Zieloperanden. Es wird dabei kein evtl. in einer vorher durchgeführten Addition aufgetretener Übertrag mit aufaddiert.

Will man Daten größer als 32 Bits addieren, muss man anschließend an einen 32-Bit-ADD-Befehl einen ADDX-Befehl anwenden, um einen evtl. Übertrag zu berücksichtigen. Für den ADD-Befehl muss entweder der Quell- oder der Zieloperand in einem Datenregister stehen.



# ADD (2)

## Opcode und Erklärung



# Beispiele zu ADD (1)

1. **Addition von Bytewerten**:

   In Register D1 steht. $xxxxxx53

   In Register D3 steht: $xxxxxx23

   ADD.B D1, D3 Addition von D1+D3

   Ergebnis steht in D3:

   $xxxxxx76

   Flags im SR nach Ausführung der Operation:

   X N Z V C

   0 0 0 0 0



# Beispiele zu ADD (2)

2. **Addition von Wortwerten**:

   In Register D1 stehe: $xxxxxx1234

   In Speicherzelle $1000 stehe: $5678

   **ADD.W $1000, D1**

   Addition der beiden Zahlenwerte. Ergebnis steht in D1: $68AC

   Flags im SR nach Ausführung der Operation:

   X N Z V C

   0 0 0 0 0

# Beispiele zu ADD (3)

**3. Addition von Langwortwerten**:

In Register D1 steht: $82345678

In Speicherzelle $1000 ff. steht: $84510213

ADD.L $1000, D1

Addition beider Zahlenwerte
Ergebnis steht in D1: $0685588B

Flags im SR nach Ausführung der Operation:

```
X N Z V C
1 0 0 1 1
```



# CMP (1)

Vergleiche zwei Operanden nach ihrer Größe und setze die Flags im SR

**Assembler-Syntax**

CMP.X <ea>, Dn

**Operation**

<Ziel> - <Quelle> (minus) wird berechnet, die **Flags** im SR werden gemäß dem Ergebnis gesetzt:

X (nicht verändert)
N auf Eins gesetzt, falls das Ergebnis negativ ist, sonst auf Null gesetzt
Z auf Eins gesetzt, falls das Ergebnis = 0 ist, sonst auf Null gesetzt
V auf Eins gesetzt, falls ein Überlauf auftritt, sonst auf Null gesetzt.
C auf Eins gesetzt, falls ein „Borgen“ durchgeführt wird, sonst auf Null gesetzt.

# CMP (2)

## Operandengröße

Mit dem CMP-Befehl können zwei Byte-, Wort- oder Langwortoperanden verglichen werden. Am Befehl CMP kann statt .X (wie üblich) .B, .W oder .L stehen. Die Länge ist in Bits 6 und 7 codiert. Bit 8 gibt an, ob die Quelle oder das Ziel das Datenregister ist.

## Befehlsbeschreibung

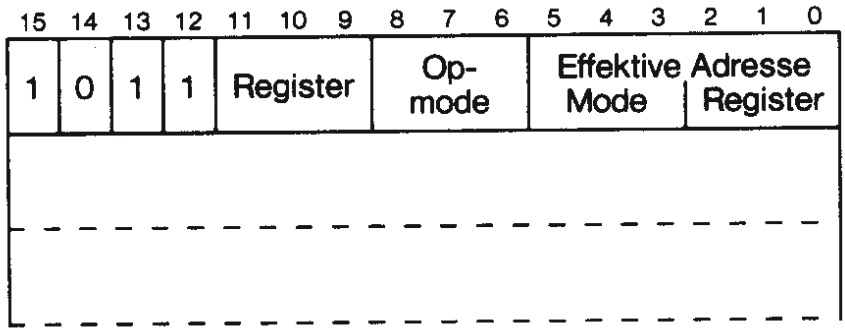
Der CMP-Befehl dient zum Vergleichen der Größe zweier Operanden. Dieser Vergleich läuft folgendermaßen ab: Der Quelloperand wird vom Zieloperanden subtrahiert, ohne jedoch den Zieloperanden selbst zu verändern. In Abhängigkeit vom Ergebnis dieser Operation werden dann die Flags gesetzt.

Der CMP-Befehl läuft im M 68000 so ab, dass die ALU eine normale Subtraktionsoperation durchführt, das Ergebnis jedoch nicht an den Zieloperanden weitergibt.



# CMP (3)

## Opcode und Erklärung



# LEA (1)

Lade eine effektive Adresse in ein Adressregister

**Assembler-Syntax**

LEA <ea>, An

**Operation:**

Effektive Adresse wird in <An> geladen.

**Welche Flags werden verändert?** Keine

**Operandenlänge:**

Da beim LEA-Befehl eine Adresse in ein Adressregister geladen wird, arbeitet der Befehl nur mit 32 Bit-Operanden. Es gibt kein .X am Befehl, da generell nur die Langwortverarbeitung zugelassen ist.



# LEA (2)

## Befehlsbeschreibung

Der LEA-Befehl dient zum Laden einer effektiven Adresse in ein Adressregister. Bei der Durchführung des LEA-Befehls wird zunächst die effektive Adresse berechnet.

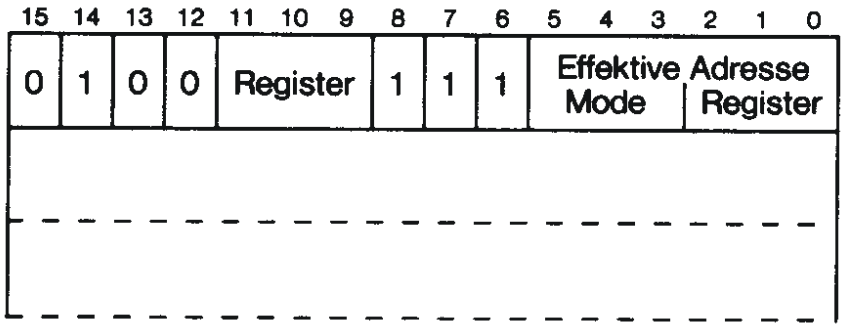
**Beispiel**

Die Adresse laute: 5(A0,S5.L). Diese berechnete Adresse wird dann in das 32 Bit-Zieladressregister geladen.

Der Unterschied zu einem MOVE-Befehl besteht also darin, dass beim LEA-Befehl die **Adresse** des Quelloperanden in das Adressregister geladen wird, beim MOVE-Befehl dagegen der **Inhalt** des Quelloperanden.

# LEA (3)

## Opcode und Erklärung






# Beispiele zu LEA (1)

```
A0 =$00044A00        A0 =$12345678
D0 =$00008000
A3 = xxxxxxxx        A3 = xxxxxxxx
```

LEA 5(A0,D0), A3 LEA (A0), A3

```
  $00044A00
  $FFFF8000
+ $00000005
 $10003CA05
```

**Ergebnis:**

```
A0 = $00044A00       A0 = $12345678
D0 = $00008000       A3 = $12345678
A3 = $0003CA05
```

# Beispiele zu LEA (2)

Berechnen einer effektiven Adresse und Ablegen in einem Adressregister vor Ausführen einer längeren Schleife:

```
        LEA $25(AO,D3), A5    Berechnen der eff. Adresse
LOOP    MOVE.W (A5), D5
        .......  (A5)         Jeweils Adressieren der
        .......  (A5)         Speicherzelle über
        .......  (A5)         Adressierungsart
                              "Adressregister indirekt"

        DBRA D5, LOOP
```



# Beispiele zu LEA (3)

**Anwendung**

Will man die Adresse eines Operanden berechnen und festhalten, so ist der LEA-Befehl genau richtig. Eine sinnvolle Anwendung ist im Beispiel gezeigt. Man kann sich dadurch einiges an Programmlaufzeit und Schreibaufwand sparen. Außerdem wird das Programm übersichtlicher.

# 10.3 Sprungbefehle

**Bcc**

“branch on condition“ - bedingte Verzweigung

**Assembler-Syntax**
Bcc Marke

cc (“condition code“) steht für eine Bedingung aus nachstehender Tabelle.

**Operation**
Falls Bedingung cc erfüllt ist, verzweige zur Marke. Falls Bedingung cc nicht erfüllt ist, mache mit dem nächsten Befehl weiter.

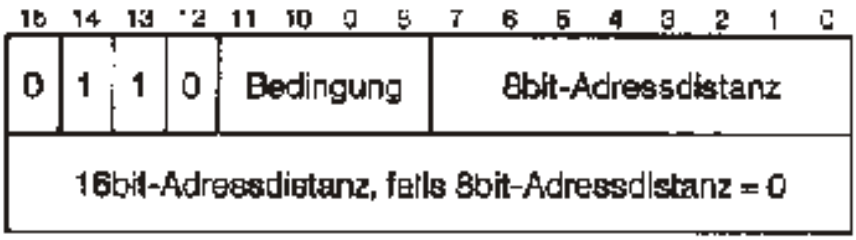
**Welche Flags werden verändert?** Keine.
Der Befehl nimmt lediglich Bezug auf die Flags.



# Bcc (2)

**Operandengröße**

Hierbei handelt es sich nicht um eine Operandengröße im herkömmlichen Sinn, sondern um die Angabe, wie groß die Adressdistanz d werden kann. Die Adressdistanz kann 8 oder 16 Bit groß sein (d.h. Werte von +127 bis -128 bzw. +32k bis -32k annehmen).



# Bcc (3)

## Befehlsbeschreibung

Der Bcc-Befehl dient zum Verzweigen innerhalb eines Programms abhängig von der jeweiligen Bedingung cc (“condition code“). Ist die im Befehl angegebene Bedingung erfüllt, so wird die Programmausführung an der Stelle PC + d weiter geführt. Die Adressdistanz ist eine Zahl im Zweierkomplement, die die relative Entfernung vom derzeitigen Programmzählerstand zur Marke, gezählt in Bytes, enthält. Der derzeitige Programmzählerstand ist die Adresse des aktuellen Verzweigungsbefehls + 2.

Die Adressdistanz kann 8 oder 16 Bits groß sein. Wenn die 8-Bit-Adressdistanz im Befehlswort gleich Null ist, wird eine 16-Bit-Adressdistanz verwendet, die unmittelbar im Wort nach dem Befehlswort steht.

Ist die Bedingung im Verzweigungsbefehl nicht erfüllt, so macht der M 68000 mit dem nächsten Befehl weiter, der nach dem Verzweigungsbefehl Bcc steht.



# Übersicht über die mnemonischen Codes (cc) der Sprungbefehle

| Mnemonik | Englisch | Deutsch | Springe, wenn |
|---|---|---|---|
| Bedingte Sprünge | | | |
| BEQ | equal | gleich | Z = 1 |
| BNE | not equal | Ungleich | Z = 0 |
| BPL | plus | Positiv | N = 0 |
| BMI | minus | Negativ | N = 1 |
| *BGT | greater | Größer | Z + (N & V) = 0 |
| *BLT | less | Kleiner | N & V = 1 |
| *BGE | greater or equal | Größer gleich | N 6 V = 0 |
| *BLE | less or equal | Kleiner gleich | Z + (N & V) = 1 |
| BHI | higher | Höher | C + Z = 0 |
| BLS | lower or same | Niedriger gleich | C + Z = 1 |
| BGS | Carry set | Carry gesetzt | C = 1 |
| BCC | Carry clear | Carry gelöscht | C = 0 |
| *BVS | overflow | Überlauf | V = 1 |
| *BVC | no overflow | Kein Überlauf | V = 0 |
| Unbedingte Sprünge | | | |
| BRA | branch always | Springe immer | |
| BSR | br. to subroutine | Unterprogrammsprung | |

**Es bedeuten:**

“ 2er-Komplement-Arithmetik

+ logisches ODER

& exklusiv ODER

# JMP (1)

**Springe**

**Assembler-Syntax**
JMP <ea>

**Operation:**
<ea> -> <PC>

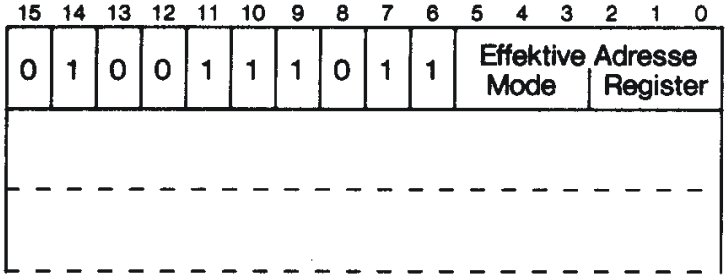
**Welche Flags werden verändert?** Keine

**Operandengröße**
Da mit dem JMP-Befehl kein Operand verarbeitet wird, gibt es auch keine Operandengröße.

**Befehlsbeschreibung**
Mit dem JMP-Befehl wird ein unbedingter Sprung zur angegebenen Adresse durchgeführt. Dort wird die Programmausführung fortgesetzt. Beim JMP-Befehl wird einfach der Befehlszähler des M68000 mit der im JMP-Befehl spezifizierten Adresse geladen.



# JMP (2)




**Anwendung**

Falls man in einem Programm absolut (unbedingt) springen muss, um zum Beispiel einen Datenbereich zu überspringen, ist der JMP-Befehl dafür geeignet. Man könnte auch den BRA-Befehl verwenden, ist dann aber auf einen Verzweigungsbereich von +32k bis –32k beschränkt. Andererseits ergibt sich aus der Verwendung des BRA-Befehls der Vorteil, dass das Programm im Speicher verschiebbar (“relocatable“) bleibt, was beim JMP-Befehl nicht der Fall ist.

# DBcc (1)

**Assembler-Syntax**

DBcc Dn, Marke

**Operation**

Falls Bedingung cc erfüllt:

<PC>+2 -> <PC> nächster Befehl nach DBcc

Falls Bedingung cc nicht erfüllt:

Dn-1 -> Dn;

Falls Dn ≠ -1 <PC>+d -> <PC> verzweige zur Marke

Falls Dn = -1 <PC>+2 -> <PC> nächster Befehl nach DBcc

d = Adressdistanz vom Befehlszähler (PC) zu Marke

**Welche Flags werden verändert?** Keine

Die Flags werden vom DBcc-Befehl nur abgefragt.



# DBcc (2)

**Operandengröße**

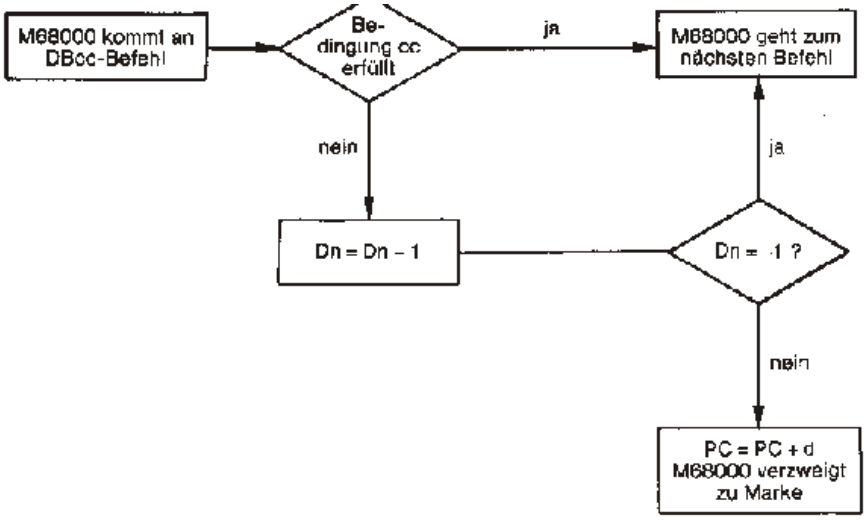
Dieser Befehl arbeitet nur mit Wortoperanden, d. h., der Schleifenzähler in Dn belegt nur das unterste Wort des Datenregisters, und die Adressdistanz d kann 16 Bit lang sein. Es sind also Sprung-Distanzen von +32 k bis -32 k möglich.

**Befehlsbeschreibung**

Der DBcc-Befehl dient hauptsächlich zum einfachen Aufbau einer **Zählschleife**. Der Befehl führt zum Ausführen von drei Aktionen im M68000:

1. Abfragen der Flags auf die Bedingung cc
2. evtl. Dekrementieren des Datenregisters, das den Schleifenzähler enthält
3. Sprung, wenn die Bedingung cc NICHT erfüllt ist UND das Datenregister NICHT den Wert -1 hat.

# DBcc (3)




Die Bedingung für den DBcc-Befehl kann dabei mit denselben mnemonischen Codes angegeben werden wie im Bcc-Befehl. Im Gegensatz zum Bcc-Befehl wird jedoch hier nur verzweigt, wenn die Bedingung NICHT erfüllt ist. Bei erfüllter Bedingung verzweigt der DBcc-Befehl nicht!



# Reservierung von Speicher, Anlegen von Konstanten

| | | |
|---|---|---|
| DC.B | Operanden | definiere Bytes |
| DC.W | Operanden | definiere Wörter |
| DC.L | Operanden | definiere Doppelwörter |
| DS.B | z | reserviere z Bytes |
| DS.W | z | reserviere z Wörter |
| DS.L | z | reserviere z Doppelwörter |

# Reservierung von Speicher, Beispiele

**Beispiele**

| | | |
|---|---|---|
| DC.B | 'x' | ein Byte besetzt mit Zeichen 'x' |
| DC.B | 'ABCD' | vier Bytes besetzt mit 'ABCD' |
| DC.B | 10,5,7 | drei Bytes besetzt mit 8-Bit-Zahlen 10,5,7 |
| DC.W | 10,5,7 | drei Wörter besetzt mit 16-Bit-Zahlen 10,5,7 |
| DC.L | $25 | ein Doppelwort besetzt mit 32-Bit-Zahl 37 |
| DC.L | Marke +(M1-M2) | ein Doppelwort besetzt mit der Adresse von “Marke“, erhöht um (M1-M2) |
| DS.B | 10 | reserviere 10 Bytes |
| DS.W | 10 | reserviere 10 Wörter |
| DS.L | 10 | reserviere 10 Doppelwörter |
| DS | $25 | reserviere 37 Wörter |
| DS | 0 | setze Adresszählung auf nächste gerade Adresse |



# Überblick über den gesamten Befehlssatz des M 68000

Die Tabelle gibt zugleich an, wie die Flags im Statusregister SR von den Befehlen verändert werden.

| | X | N | Z | V | C |
|---|---|---|---|---|---|
| ABCD | * | u | * | u | * |
| ADD | * | * | * | * | * |
| ADDA | – | – | – | – | – |
| ADDI | * | * | * | * | * |
| ADDQ | * | * | * | * | * |
| ADDX | * | * | * | * | * |
| AND | – | * | * | 0 | 0 |
| ANDI | – | * | * | 0 | 0 |
| ASL,ASR | * | * | * | * | * |
| Bcc | – | – | – | – | – |
| BCHG | – | – | * | – | – |
| BCLR | – | – | * | – | – |
| BRA | – | – | – | – | – |
| BSET | – | – | * | – | – |
| BSR | – | – | – | – | – |
| BTST | – | – | * | – | – |
| CHK | – | * | u | u | u |
| CLR | – | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CMP | – | * | * | * | * |
| CMPA | – | * | * | * | * |
| CMPI | – | * | * | * | * |
| CMPM | – | * | * | * | * |
| DBcc | – | – | – | – | – |
| DIVS | – | * | * | * | 0 |

| | X | N | Z | V | C |
|---|---|---|---|---|---|
| DIVU | – | * | * | * | 0 |
| EOR | – | * | * | 0 | 0 |
| EORI | – | * | * | 0 | 0 |
| EXG | – | – | – | – | – |
| EXT | – | * | * | 0 | 0 |
| JMP | – | – | – | – | – |
| JSR | – | – | – | – | – |
| LEA | – | – | – | – | – |
| LINK | – | – | – | – | – |
| LSL,LSR | * | * | * | 0 | * |
| MOVE | – | * | * | 0 | 0 |
| MOVE from SR | – | – | – | – | – |
| MOVE to CC | * | * | * | * | * |
| MOVE to SR | * | * | * | * | * |
| MOVE USP | – | – | – | – | – |
| MOVEA | – | – | – | – | – |
| MOVEM | – | – | – | – | – |
| MOVEP | – | – | – | – | – |
| MOVEQ | – | * | * | 0 | 0 |
| MULS | – | * | * | 0 | 0 |
| MULU | – | * | * | 0 | 0 |
| NBCD | * | u | * | u | * |
| NEG | * | * | * | * | * |
| NEGX | * | * | * | * | * |
| NOP | – | – | – | – | – |

| | X | N | Z | V | C |
|---|---|---|---|---|---|
| NOT | – | * | * | 0 | 0 |
| OR | – | * | * | 0 | 0 |
| ORI | – | * | * | 0 | 0 |
| PEA | – | – | – | – | – |
| RESET | – | – | – | – | – |
| ROL,ROR | – | * | * | 0 | * |
| ROXL, ROXR | * | * | * | 0 | * |
| RTE | * | * | * | * | * |
| RTR | * | * | * | * | * |
| RTS | – | – | – | – | – |
| SBCD | * | u | * | u | * |
| Scc | – | – | – | – | – |
| STOP | * | * | * | * | * |
| SUB | * | * | * | * | * |
| SUBA | – | – | – | – | – |
| SUBI | * | * | * | * | * |
| SUBQ | * | * | * | * | * |
| SUBX | * | * | * | * | * |
| SWAP | – | * | * | 0 | 0 |
| TAS | – | * | * | 0 | 0 |
| TRAP | – | – | – | – | – |
| TRAPV | – | – | – | – | – |
| TST | – | * | * | 0 | 0 |
| UNLK | – | – | – | – | – |

# Befehlssatz (1)

| Mnemonic | Operation | Assembler-Syntax | Bedingungscodes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | N | Z | V | O |
| ABCD | Addition dezimal mit Erweiterungs-bit | ABCD Dy, Dx<br>ABCD -(Ay), -(Ax) | * | U | * | U | * |
| ADD | Addiere binär | ADD.s <ea>, Dn<br>ADD.s Dn, <ea> | * | * | * | * | * |
| ADDA | Addiere Adresse | ADDA.s <ea>, An | - | - | - | - | - |
| ADDI | Addiere direkt | ADDI.s #<data>, <ea> | * | * | * | * | * |
| ADDQ | Addiere schnell | ADDQ.s #<data>, <ea> | * | * | * | * | * |
| ADDX | Addiere mit Er weiterungsbit | ADDX.s Dy, Dx<br>ADDX.s -(Ay), -(Ax) | * | * | * | * | * |
| AND | Logisches UND | AND.s <ea>, Dn<br>AND.s Dn, <ea> | - | * | * | 0 | 0 |
| ANDI | UND direkt | ANDI.s #<data>, <ea> | - | * | * | 0 | 0 |
| ASL,ASR | Arithmetische Verschiebung nach links, nach rechts | ASd.s Dx, D<br>ASd # <data>, Dy<br>ASd.s <ea> | * | * | * | * | * |



# Befehlssatz (2)

| Mnemonic | Operation | Assembler-Syntax | Bedingungscodes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | N | Z | V | 0 |
| BCC | Bedingter Sprung | Bcc <label> | - | - | - | - | - |
| BCHG | Prüfe ein Bit und ändere es | BCHG Dn, <ea><br>BCHG # <data>, <ea> | - | - | * | - | - |
| BCLR | Prüfe ein Bit und setze es auf 0 | BCLR Dn, <ea><br>BCLR # <data>, <ea> | - | - | * | - | - |
| BRA | Unbedingter Sprung | BRA <label> | - | - | - | - | - |
| BSET | Prüfe ein Bit und setze es | BSET Dn, <ea><br>BSET # <data>,<ea> | - | - | * | - | - |
| BSR | Sprung zum Unterprogramm | BSR <label> | - | - | - | - | - |
| BTST | Prüfe ein Bit | BTST Dn, <ea> | - | - | * | - | - |
| CHK | Prüfe Register auf Grenzen | CHK <ea>, Dn | - | * | U | U | U |
| CLR | Setze Operand auf 0 | CLR.x <ea> | - | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CMP | Vergleiche | CMP.s <ea>, Dn | - | * | * | * | * |
| CMPA | Vergleiche Adresse | CMPA.s <ea>, An | - | * | * | * | * |
| CMPI | Vergleiche direct | CMPI.s #<data>, <ea> | - | * | * | * | * |
| CMPM | Vergleiche Speicher | CMPM.s (Ay)+, (Ax)+ | - | * | * | * | * |
| DBcc -><- | Prüfe Bedingungen, vermindere und springe | DBcc Dn, <label> | - | - | - | - | - |
| DIVS | Division mit Vorzeichen | DIVS <ea>, Dn | - | * | * | * | 0 |
| DIVU | Division ohne Vorzeichen | DIVU <ea>, Dn | - | * | * | * | 0 |

# Befehlssatz (3)

| Mnemonic | Operation | Assembler-Syntax | Bedingungscodes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | N | Z | V | O |
| EOR | Logisches exklusiv ODER | EOR.s Dn, <ea> | - | * | * | 0 | 0 |
| EORI | Exklusives ODER direct | EORI.s #<data>,<ea> | - | * | * | 0 | 0 |
| EXG | Datentausch zwischen Register | EXG Rx, Ry | - | - | - | - | - |
| EXT | Vorzeichen-erweiterung | EXT.s Dn | - | * | * | 0 | 0 |
| JMP | Springe | JMP <ea> | - | - | - | - | - |
| JSR | Springe zum Unterpro-gramm | JSR <ea> | - | - | - | - | - |
| LEA | Lade die effektive Adresse | LEA <ea>, An | - | - | - | - | - |
| LINK | Verbinde und weise zu | LINK An, <distance> | - | - | - | - | - |
| LSL,LSR | Logische Verschiebung nach links | LSd.s Dx, Dy | * | * | * | 0 | * |
| MOVE | Transportiere Daten | MOVE.s <ea>, <ea> | - | * | * | 0 | 0 |



# Befehlssatz (4)

| Mnemonic | Operation | Assembler-Syntax | Bedingungscodes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | N | Z | V | O |
| MOVE zum CCR | Transportiere zum CCR | MOVE <ea>, CCR | * | * | * | * | * |
| MOVE zum SR | Transportiere zum Status-register | MOVE <ea>, SR | * | * | * | * | * |
| MOVE vom SR | Transportiere vom Status-register | MOVE SR, <ea> | - | - | - | - | - |
| MOVE USP | Transportiere den Anwender-Stackpointer | MOVE USP, An<br>MOVE An, USP | - | - | - | - | - |
| MOVEA | Transportiere Adresse | MOVEA.s <ea>, An | - | - | - | - | - |
| MOVEM | Transportiere mehrere Re-gister | MOVEM.s <Register-liste>, <ea><br>MOVEM.s <ea>, <Registerliste> | - | - | - | - | - |
| MOVEP | Transportiere periphere Daten | MOVEP Dx, d(Ay)<br>MOVEQ d(Ay), Dx | - | - | - | - | - |

# Befehlssatz (5)

| Mnemonic | Operation | Assembler-Syntax | Bedingungscodes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | N | Z | V | O |
| MOVEQ | Transportiere schnell | MOVEQ # <data>, Dn | - | * | * | 0 | 0 |
| MULS | Multiplikation mit Vorzeichen | MULS <ea>, Dn | - | * | * | 0 | 0 |
| MULU | Multiplikation ohne Vorzeichen | MULU <ea>, Dn | - | * | * | 0 | 0 |
| NBCD | Negiere dezimal mit Erweiterung | NBCD <ea> | * | U | * | U | * |
| NEG | Negiere | NEG.s <ea> | * | * | * | * | * |
| NEGX | Negiere mit Erweiterung | NEGX.s <ea> | * | * | * | * | * |
| NOP | Keine Operation | NOP | - | - | - | - | - |
| NOT | Logisches Komplement | NOT.s <ea> | - | * | * | * | * |
| OR | Logisches ODER | OR.s <ea><br>OR Dn, <ea> | - | * | * | 0 | 0 |
| PEA | Effektive Adr. auf den Stack | PEA <ea> | - | - | - | - | - |
| RESET | Normieren externer Einheiten | RESET | - | - | - | - | - |



# Befehlssatz (6)

| Mnemonic | Operation | Assembler-Syntax | Bedingungscodes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | N | Z | V | O |
| ROL, ROR | Ringverschiebung nach links nach rechts | ROd.s Dx, Dy<br>ROd.s #<data>, Dy<br>ROd.s <ea> | - | * | * | 0 | * |
| ROXL, ROXR | Ringverschiebung mit Erweiterungsbit nach links, nach rechts | ROXd.s Dx, Dy<br>ROXd.s #<data>, Dy<br>ROXd.s <ea> | * | * | * | 0 | * |
| RTE | Springe zurück von Ausnahme | RTE | * | * | * | * | * |
| RTR | Springe zurück und ersetze Bedingungscodes | RTR | * | * | * | * | * |
| RTS | Zurück vom Unterprogramm | RTS | - | - | - | - | - |
| SBCD | Subtrahiere dezimal mit Erweiterungsbit | SBCD Dy, Dx<br>SBCD -(Ay), -(Ax) | * | U | * | U | * |
| Scc | Setze in Abhängigkeit der Bedingung | Scc <ea> | - | - | - | - | - |

# Befehlssatz (7)

| Mnemonic | Operation | Assembler-Syntax | Bedingungscodes | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | N | Z | V | O |
| STOP | Lade das Status-register und halte an | STOP #<data> | - | - | - | - | - |
| SUB | Subtrahiere binär | SUB.s <ea>, Dn<br>SUB.s Dn, <ea> | * | * | * | * | * |
| SUBA | Subtrahiere Adresse | SUBA.s <ea>, An | - | - | - | - | - |
| SUBI | Subtrahiere direkt | SUBI.s #<data>,<ea> | * | * | * | * | * |
| SUBQ | Subtrahiere schnell | SUBQ.s #<data>,<ea> | * | * | * | * | * |
| SUBX | Subtrahiere mit Erweiterungsbit | SUBX.x Dy, Dx<br>SUBX.s –(Ay), -(Ax) | * | * | * | * | * |
| SWAP | Vertausche Registerhälften | SWAP Dn | - | * | * | 0 | 0 |
| TAS | Teste und setze Operand | TAS <ea> | - | * | * | 0 | 0 |
| TRAP | Fangen | TRAP #<vector> | - | - | - | - | - |
| TRAPV | Fangen bei Überlauf | TRAPV | - | - | - | - | - |
| TST | Teste einen Operanden | TST.s <ea> | - | * | * | 0 | 0 |
| UNLK | Lösen | UNLK An | - | - | - | - | - |



# 10.4 Programmbeispiele

## Programmbeispiel 1

```
for (i=n;i>=0;i--) m[i]=0;
```

```
96
97  00000014  3039 0000      MOVE.W  N, D0       D0 = N
              0034
98  0000001A  41F9 0000      LEA     M, A0       A0=adr(m[0])
              0036
99  00000020  6D00 000E      BLT     M2          (Fehler)
100
101 00000024  3200           M1  MOVE.W  D0, D1
102 00000026  E341               ASL.W   #1, D1      D1 = 2 * i
103 00000028  4270 1000          CLR.W   0(A0,D1.W)  m[i] := 0
104 0000002C  5340               SUBQ.W  #1, D0      i = i - 1
105 0000002E  6EF4               BGT     M1          if i>0 goto M1
106                              .....
107 00000030  6000 003C      M2  .....               Fehlerbeh.
108                              .....
109 00000034  001B           N   DC.W    27
110 00000036                 M   DS.W    28          m[0...n]
111
112
```

# Programmbeispiel 1 (optimiert)

Dekrementieren des Indexregisters in Schritten von 2, Wegfall des Registers D1

```
96
97   00000014  3039  0000      MOVE.W  N, D0       D0 = N
                 0032
98   0000001A  41F9  0000      LEA     M-2, A0     A0 = adr(m[0])
                 0032
99   00000020  E340            ASL.W   #1, D0      Shift left
100  00000022  6D00  000A      BLT     M2          (Fehler)
101
102  00000026  4270  0000  M1  CLR.W   0(A0,D0.W)  m[i] := 0
103  0000002A  5540            SUBQ.W  #2, D0      i = i - 1
104  0000002C  6EF8            BGT     M1          if i > 0 goto M1
105                            ....
106  0000002E  6000  003C  M2  ....                Fehlerbeh.
107                            ....
108  00000032  001B        N   DC.W    27
109  00000034              M   DS.W    28          m[1..n]
110
```



# Programmbeispiel 2

```
fac = 1;
for (i=n;i>0;i--) fac = fac*i;
```

```
106
107              0000  0000  FAC   EQU     D0
108              0000  0001  I     EQU     D1
109
110 0000001C     303C  0001        MOVE.W  #1, FAC
111 00000020     3239  0000        MOVE.W  N, I
                 003E
112 00000026     6F00  0012        BLE     ENDE
113
114 0000002A     C1C1        WD    MULS    I, FAC
115 0000002C     0C80  0000        CMPI.L  #$7FFF, FAC
                 7FFF
116 00000032     6E00  0006        BGT     UEBER
117 00000036     5341              SUBQ.W  #1, I
118 00000038     6EF0              BGT     WD
119                                ....
120 ....                     ENDE  ....    Ende
    ....                     UEBER ....    Überlauf
```