RECHENZENTRUM TH MÜNCHEN
ARBEITSGRUPPE BETRIEBSSYSTEME

INTERNSCHRIFT Nr. 4

THEMA:

Semaphore und parallele Prozesse in Algol 60 am TR 4

VERFASSER: Bayer

DATUM: 3.2.1969

FORM DER ABFASSUNG

- ENTWURF
- [X] AUSARBEITUNG
- ENDFORM

SACHLICHE VERBINDLICHKEIT

- ALLGEMEINE INFORMATION DISKUSSIONSGRUNDLAGE
- ERARBEITETER VORSCHLAG
- [X] VERBINDLICHE MITTEILUNG
- VERALTET

ÄNDERUNGSZUSTAND

BEZUG AUF BISHERIGE INTERNSCHRIFTEN
Vorkenntnisse aus:
Erweiterung von:
Ersatz für:

BEZUG AUF KÜNFTIGE INTERNSCHRIFTEN
Vorkenntnisse zu:
Erweiterung in:
Ersetzt durch:

ANDERWEITIGE LITERATUR

Semaphores und parallele Prozesse in ALGOL 60 am TR 4

1. Einführung

Es besteht die Möglichkeit, auf der Ebene von ALGOL 60 am TR 4 mit "Cooperating Sequential Processes" [1,2] zu experimentieren. Diesem Zweck dienen die Code-Prozeduren PARALLEL, P, V und SEMSET, die die Parallelarbeit mehrerer Prozesse innerhalb der Hauptstufe und ihre wechselseitige Synchronisation organisieren. Prozesse sind organisiert als Abläufe von ALGOL 60-Prozeduren, die sich über eine Liste gemeinsamer Parameter verständigen, die in einem Rahmenprogramm deklariert sind. Da die Standard-Hilfsprogramme [3] des ALCOR TR4 (2) nicht eingriffsinvariant sind, muß dafür gesorgt werden, daß jeder Prozeß seine eigenen Exemplare bekommt; dies wird dadurch erreicht, daß die Prozesse getrennt übersetzt werden (diese Bedingung wird abgeprüft).
Der freie Arbeitsspeicher wird unter die parallelen Prozesse gleichmäßig aufgeteilt; am Anfang jedes Teilstückes steht ein dem Prozeß zugeordneter Leitblock, der Zustandsinformation, Hilfszellen für Semaphore-Warteschlangen und die Parameterversorgung enthält. Die Leitblöcke sind zyklisch zu einer Regieliste verkettet; nach Ablauf eines Zeitquantums geht die Regie an den nächsten rechenwilligen Prozeß in der Liste weiter.

2. Einzelbeschreibungen

2.1. Prozesse

Allgemeine Form:

procedure name (par1,....,parm);code;

Auf Parameterpositionen stehen alle gemeinsamen Größen und Semaphores der parallelen Prozesse in beliebiger, aber bei allen Prozessen gleicher Reihenfolge. Kollisionen beim Zugriff auf gemeinsame Größen oder Unterprogramme müssen die Prozesse durch geeignete Synchronisation selbst behandeln. Blockierung sämtlicher Prozesse wird abgefangen.

2.2. Semaphores

Semaphores werden durch im Rahmenprogramm als integer vereinbarte Größen realisiert (Elemente eines integer array sind zugelassen). Sie können erst verwendet werden, nachdem sie mittels SEMSET vorbereitet und mit dem Wert Null initialisiert worden sind. Sie dürfen nur mittels P und V verändert werden; Erniedrigen unter Null im Rahmenprogramm ist sinnlos und führt zum Abbruch des Programms.

2.3. P

procedure P(s); integer s; code

Wirkung bei Aufruf:
Wenn s nicht initialisiert ist, Abbruch des Programmlaufes mit Fehlerdruck; sonst Erniedrigen des Wertes von s um 1. Wird der Wert dabei negativ, so wird der Prozeß, in dem P aufgerufen wurde, blockiert. Ist anschließend kein rechenfähiger Prozeß mehr vorhanden oder sollte das Rahmenprogramm blockiert werden, so wird der Programmlauf mit Fehlerdruck abgebrochen. Parallelaufrufe von P bzw. V werden nacheinander abgearbeitet!

2.4. V

procedure V (s); integer s; code

Wirkung bei Aufruf:
Wenn s nicht initialisiert ist, Abbruch des Programmlaufes mit Fehlerdruck; sonst Erhöhen des Wertes von s um 1. War der Wert vorher negativ, so wird einer der durch s blockierten Prozesse wieder rechenfähig gemacht. Parallelaufrufe von V bzw. P werden nacheinander abgearbeitet!

2.5. SEMSET

procedure SEMSET(s); integer s; code

Wirkung bei Aufruf:
S wird als Semaphore initialisiert, d.h. s wird eine

Datenstruktur zugeordnet,die aus einer ganzen Zahl,genannt Wert von s,und einer Warteliste besteht. Nach Verlassen von SEMSET hat s den Wert Null,die Warteliste ist leer.

2.6. PARALLEL

```
procedure PARALLEL(N) Versorgung(A1,..AN) Prozesse:(P1,..PR);
value N; integer N;
procedure P1,...,PR;
comment Spezifikationen für A1,....,AN;
code
```

Wirkung bei Aufruf:
PARALLEL organisiert den quasiparallelen Ablauf der Prozesse P1,..,PR mit den gemeinsamen Größen A1,..AN. Der aktuelle Wert von N gibt an,daß die unmittelbar folgenden <N> Parameter (von beliebigem Typ) als gemeinsame Größen der Prozesse anzusehen sind. Die restlichen Parameter müssen vom Typ procedure sein und werden als Prozesse angesehen.Die Anzahl der Prozesse ist nur durch den verfügbaren Speicher begrenzt. Es ist folgendes zu beachten:

1) Alle Prozesse müssen vorübersetzte Prozeduren sein
2) Alle Prozesse müssen verschiedene Namen haben
3) Aufruf von PARALLEL oder SEMSET in einem Prozeß ist verboten
4) Sprünge aus einem Prozeß heraus sind verboten.

PARALLEL versorgt die Prozesse P1,...,PR mit der Parameterliste (A1,...,AN) und ruft jeden Prozeß genau einmal auf. Es wird dafür gesorgt,daß auch ohne ausdrückliche Synchronisierung nach einer gewissen Zeit die Regie an einen anderen Prozeß geht; so wird vermieden, daß ein dynamischer Stop in einem Prozeß alle anderen Prozesse für unbegrenzte Zeit lahmlegt.
Rückkehr aus PARALLEL erfolgt,wenn:

1) alle Prozesse fertig sind
2) alle Prozesse blockiert sind
3) in einem Prozeß ein Alarm auftritt.

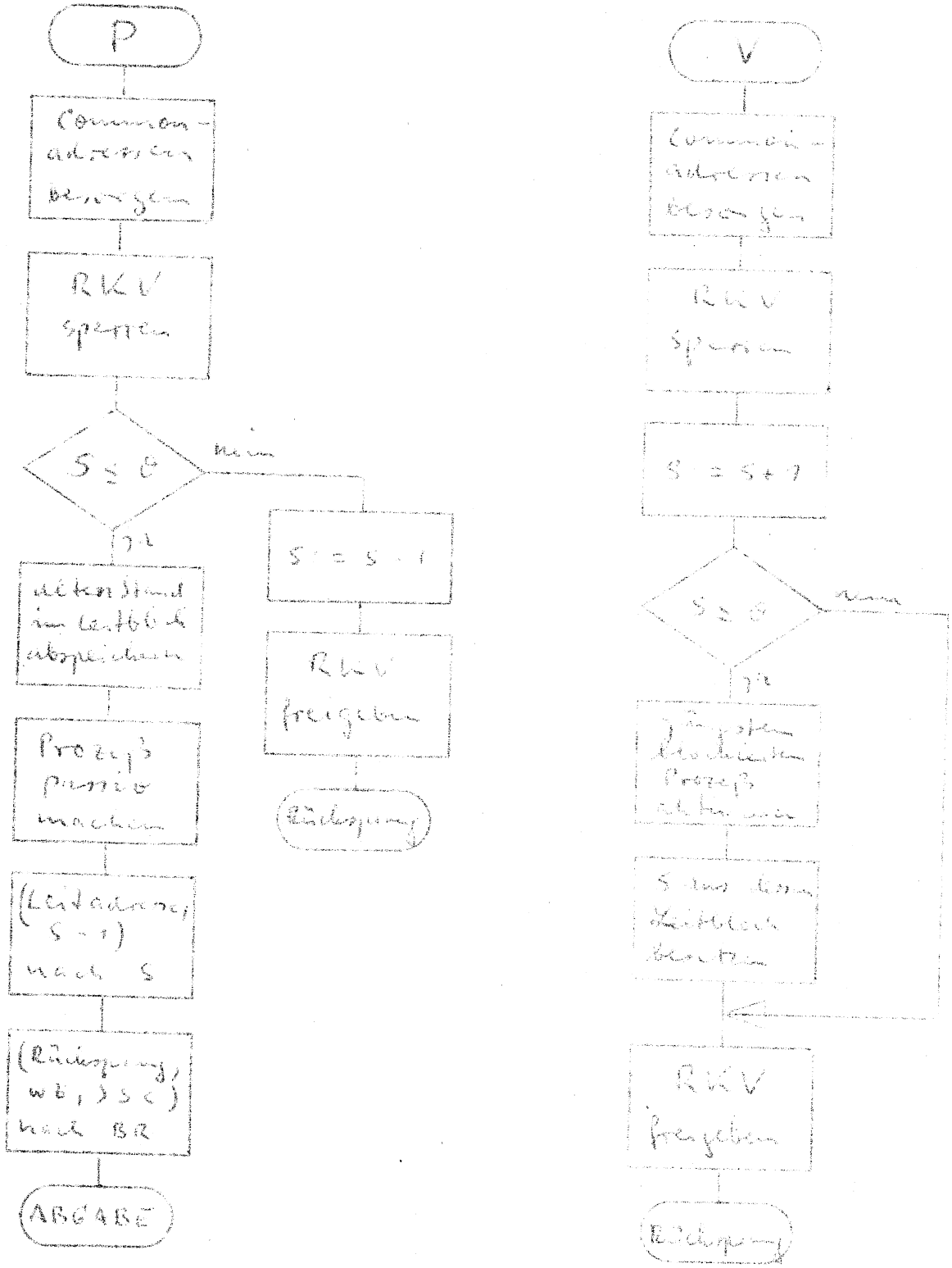
3. Literatur

1 E.W.Dijkstra, Cooperating Sequential Processes, EWD 123,Tech.Univ.Eindhoven,1965

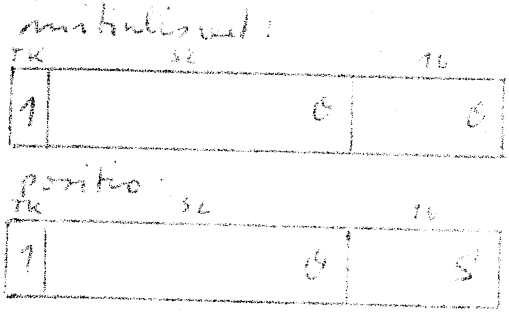
2 E.W.Dijkstra, The Structure of the "THE"-Multiprogramming System, CACM 11,5 (1968), p.341-346.

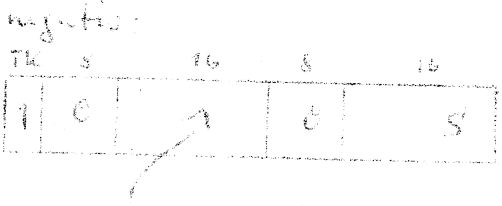
3 Programmbeschreibung ALGOR TR4 (2), Telefunken TR4-Programmbibliothek Nr.1.2.01, Abschnitt 13.1.1, p.35.

Semaphore - Operationen

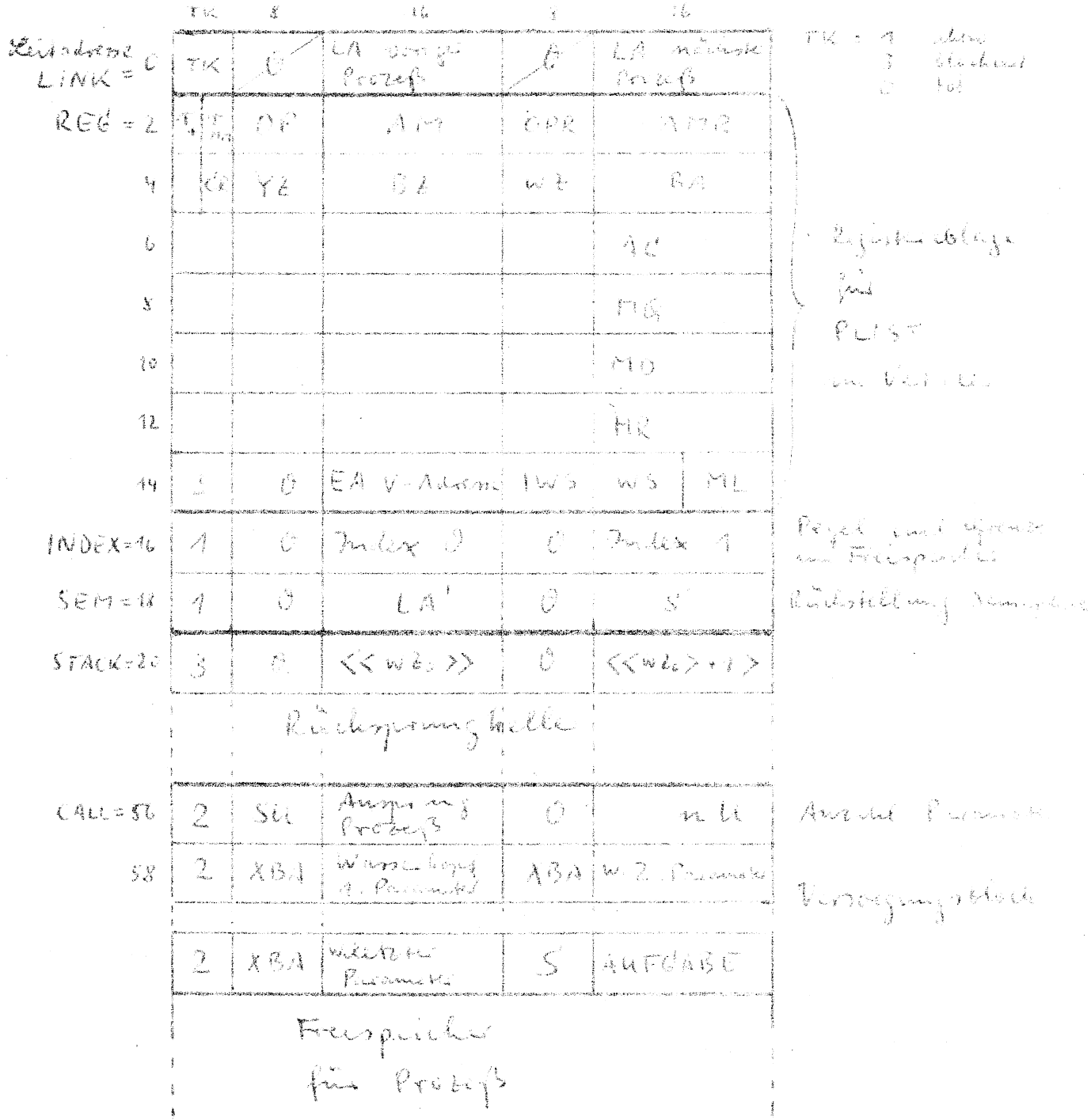


Semaphore - Besetzungen:



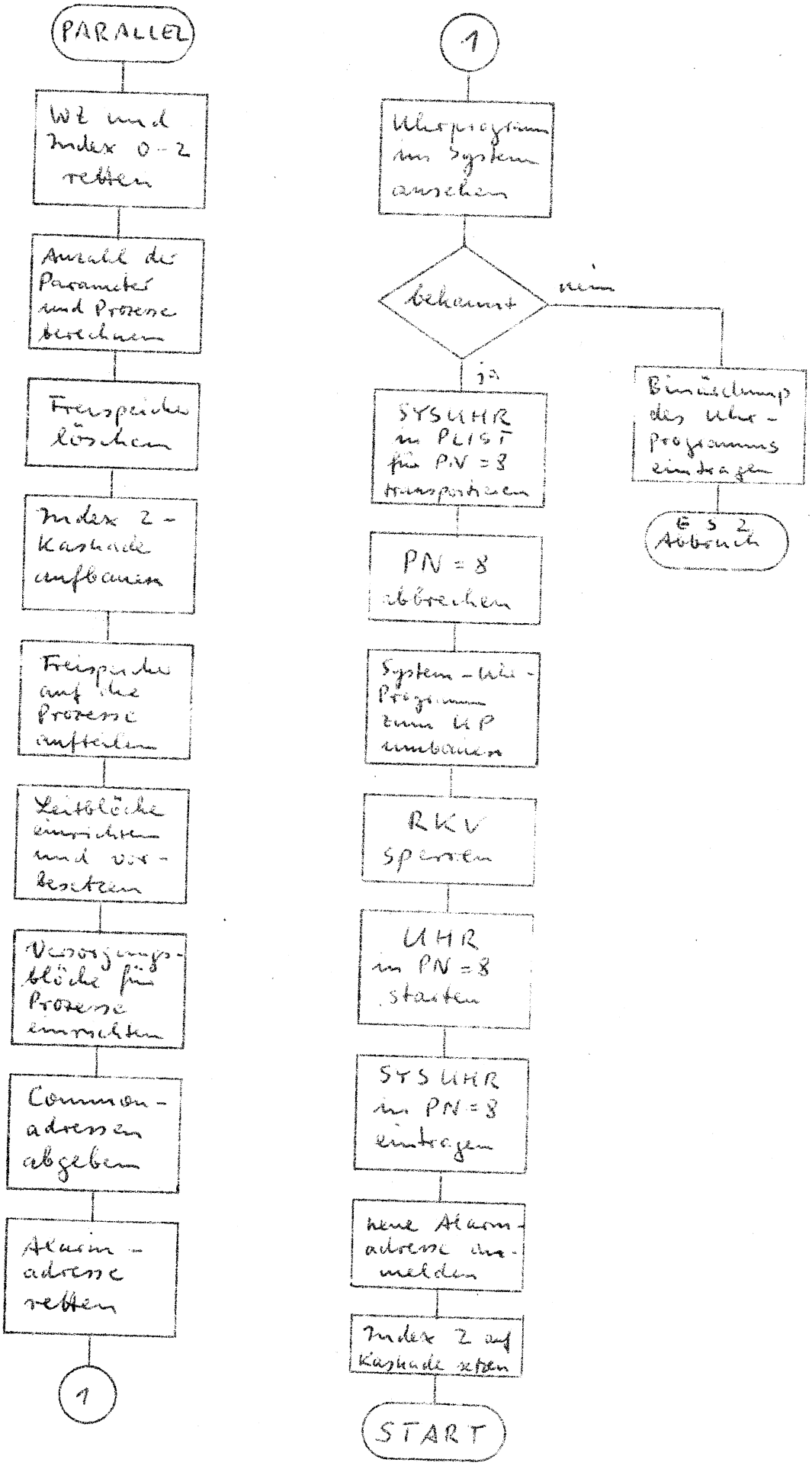


Aufbau des Leitblocks

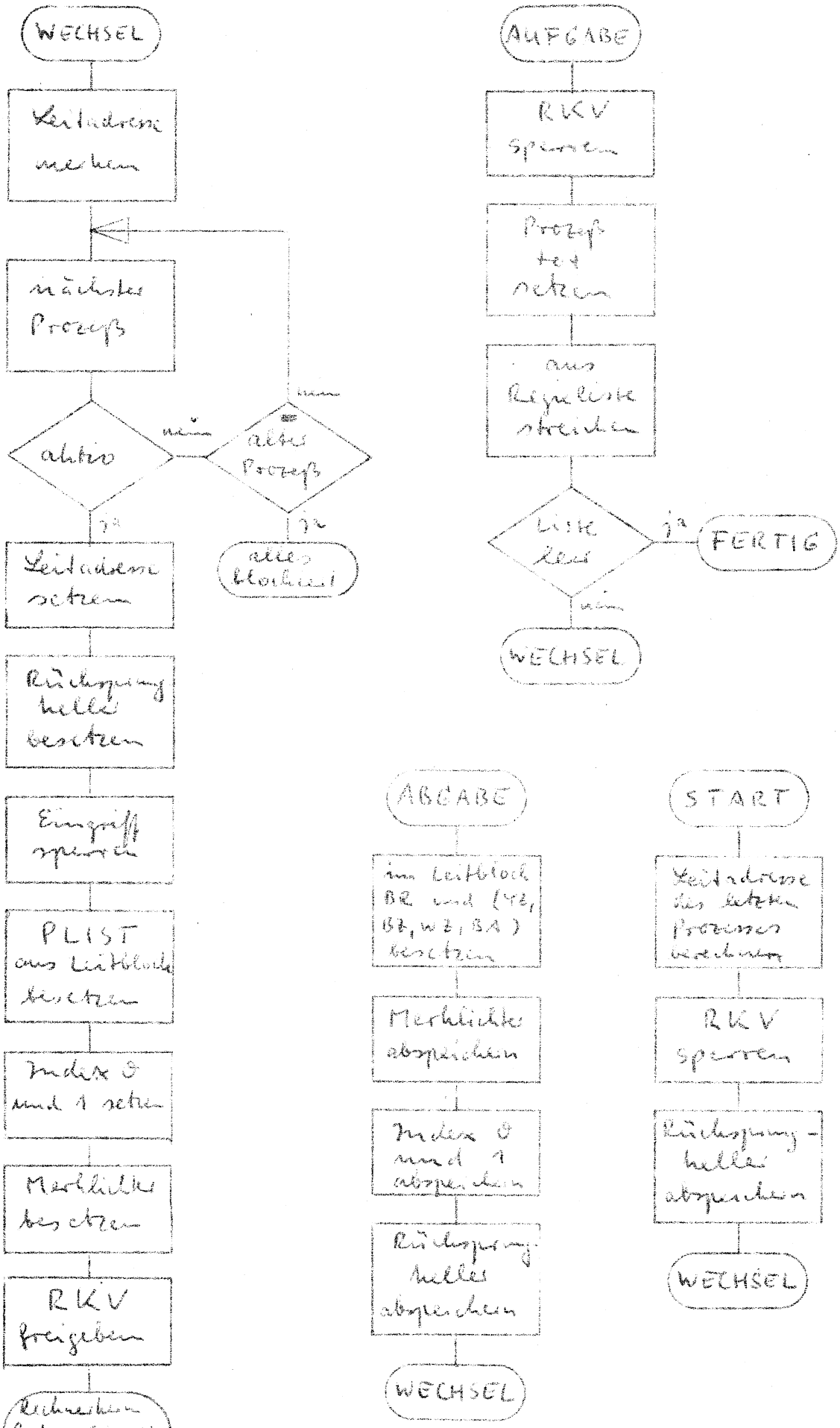


./. 7

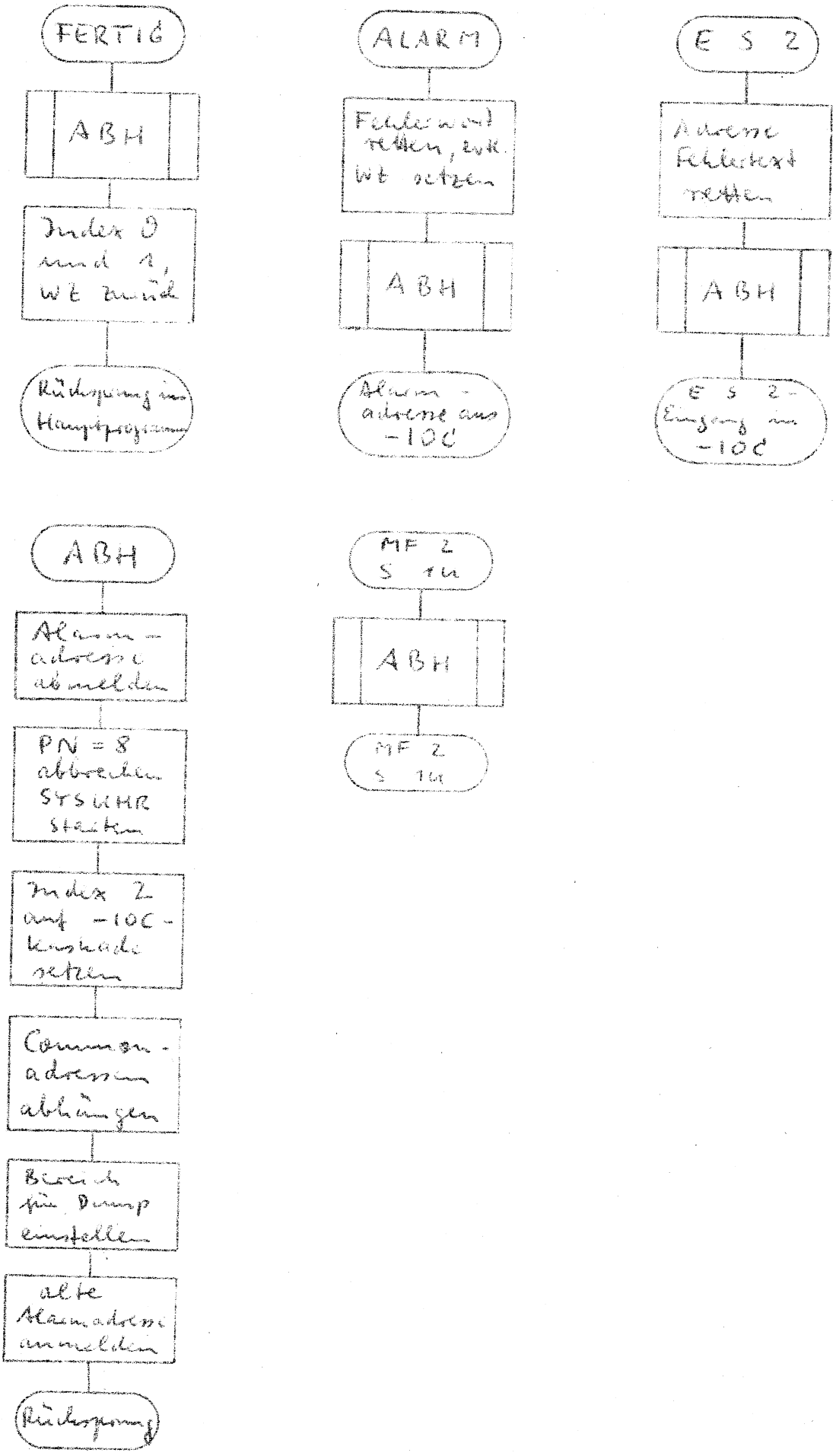
Vorbereitung Parallelarbeit



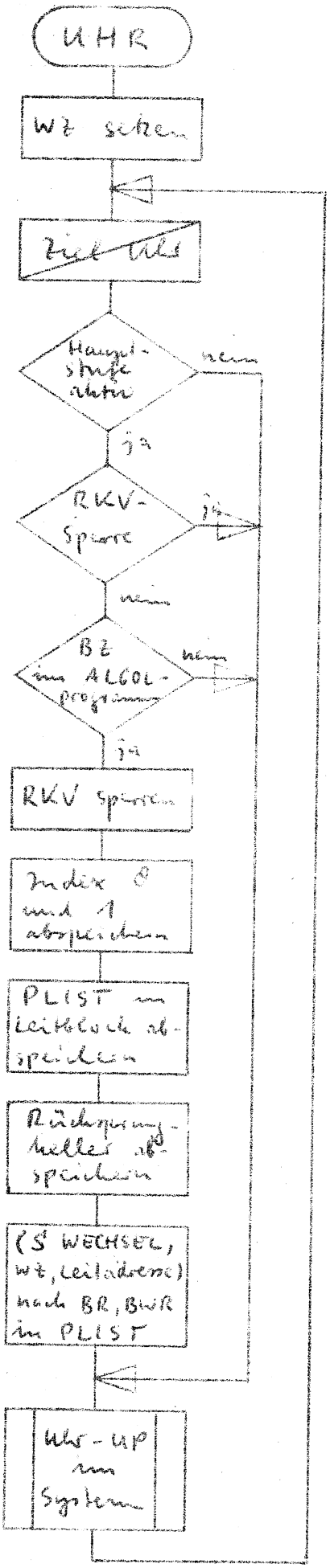
Regievergabe

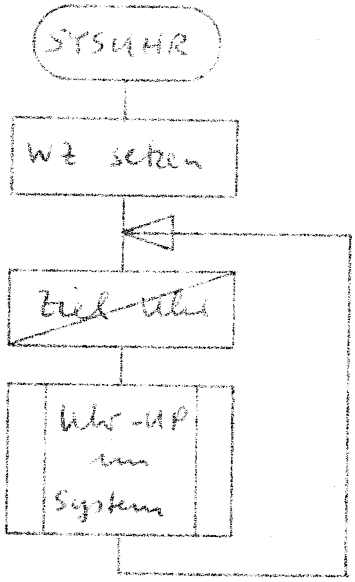


Endebehandlung



Uhrprogramme im PN = 8





modifiziertes System-Uhrprogramm steht nach Verlassen vom PARALLEL in der PLIST des Verteilers im PN = 8 auf den Position 14 - 16 (freie Plätze)

äquivalent zum ursprünglichen Uhrprogramm

BLATT 001

```
- 8V8.,
- 8 S 2,21,0,3,0,0,0,0,0,0,1.,
B,'PROCEDURE'SEMSET(S).,'REAL'S.,'CODE'.,B,SEMSET=O 0/2,MU MCE 1,SU OU
L 1A,MAB C 0,MU S 0
ZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ

- 8 S 2,21,0,3,0,0,0,0,0,0,1.,
B,'PROCEDURE'V(S).,'REAL'S.,'CODE'.,/LINK=(/0U/),/SEM=(/18U/)
/INDEX=(/16U/),/REG=(/2U/),/NRCOM=(/1U/),/COMREL=(/2U/)
/VEKTOR=(/BA NRCOM,MF 2,SU 6U,AA COMREL,C3 COMMON/)
/SPERRE=(/BA 1U,COMMON=MCF 0U,C3 0U/)
/FREIGABE=(/BA 0U,MCF COMMON,MCF 0U,C3 0U/)
/LEITAD=(/MCF COMMON,MCF 0U,B3 1U/),/ABGABE=(/MCF COMMON,MCF 0U,S 2U,/
B,V=O 0/2,(/VEKTOR/),CWL ML,MCF COMMON,B3 0U,SIO VERS,ZL 1,(/SPERRE/)
VERS=MU MCE 1,SU 0U,TBC S,MAB B 1,STN F/1A,R B3V A,AA 1U,MAB C3 0
SKO WECK,S FREI,WECK=MAB B3-1,R MCF A,ZT1 LINK,MB 0U,B SEM,S=C 0U,FREI=
SNL ML/1,(/FREIGABE/),ML=ZL 0,MU S 0,FT=''V, SEMAPHORE UNDEFINIERT'',B
F=BA FT,E S 2
ZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ

- 8 S 2,21,0,3,0,0,0,0,0,0,1.,
B,'PROCEDURE'P(S).,'REAL'S.,'CODE'.,/LINK=(/0U/),/SEM=(/18U/)
/INDEX=(/16U/),/REG=(/2U/),/NRCOM=(/1U/),/COMREL=(/2U/)
/VEKTOR=(/BA NRCOM,MF 2,SU 6U,AA COMREL,C3 COMMON/)
/SPERRE=(/BA 1U,COMMON=MCF 0U,C3 0U/)
/FREIGABE=(/BA 0U,MCF COMMON,MCF 0U,C3 0U/)
/LEITAD=(/MCF COMMON,MCF 0U,B3 1U/),/ABGABE=(/MCF COMMON,MCF 0U,S 2U,/)
P=O 0/2,(/VEKTOR/),MCF COMMON,B3 0U,SIO F2,(/SPERRE/),MU MCE 1,SU 0U
TBC S,MAB BQB 0,STN F1/1A,R B3V A,SKO BLOCK,SBA 1U,MAB C3 1,(/FREIGABE/
RET=MU S 0,BLOCK=(/LEITAD/),SIO F2,R MCF A,CQ SEM,MB 0U,ZT3 LINK
SH ALD 6,R MCF Q,AA-1U,S=C 0U,B2 SPR,SH ALD 2,R FA W,SH ALD 4,MCF S
AA 0U,ZTR 0A,(/ABGABE/),SPR=S RET,FT1=''P, SEMAPHORE UNDEFINIERT'',B,F1
BA FT1,E S 2,FT2=''P, SPERRE HIER SINNLOS'',B,F2=BA FT2,E S 2
ZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ

- 8 S 2,21,0,3,0,0,0,0,0,0,1.,
B,'PROCEDURE'PARALLEL.,'MULTIPLE'.,'CODE'.,/APLIST=(/8440U/)
/NRCOM=(/1U/),/COMREL=(/2U/),/SYSRUC=(/8722U/),/SYSUHR=(/10219U/)
/SYSUP=(/SYSUHR+2/),/LINK=(/0U/),/INDEX=(/16U/),/REG=(/2U/),/SEM=(/18U/
/CALL=(/56U/),/STACK=(/20U/),/REGANZ=(/7/),/LEITAD=(/B3 LEIT/)
/SPERRE=(/BA 1U,C3 SP/),/FREIGABE=(/BA 0U,C3 SP/)
/ABFRAGE=(/B3 SP,SNO UHR4/),/BURST=(/30000U/),/BURST=(/1U/)
/BURST=(/2U/),/BURST=(/10U/),/BURST=(/20U/),/BURST=(/80U/)
/BURST=(/40U/),/BURST=(/5U/),/BURST=(/0U/),B,PARALLEL=O 0/2,R B3 W,C3 W
XB 0,TBC X0,XB 1,TBC X1,XB 2,TBC X2,MU B2 0,C N,ZT1 N,LA 3,SNO F1,B N
BAR 1U,SG F1,MU MCE 1,SU 0U,TBC ADM,BAR 2U,SN F1,MAB B 0,AU'H,09',ZTR 1
SH AR 10,C M,FSBI N,SBA 1U,C NM,SKO F1,E BA 1,RT AH,L 3Q,EZ CQ 0,R B B
SK-2L,TCB X0,XC 0,BPN,SH AL 5,AA APLIST+2,C3 PLIST,BA NRCOM,MF 2,SU 6U
AA COMREL,C3 COMMON,MF 2,BZ2 2U,C KASK+2,MAB BZ2 4,C KASK+4,MAB BZ2 2
C KASK+6,MAB BZ2 2,C KASK+8,MU BA 0,C3 RA,E BA 1,EZ SBA 0,AA 200U,RT AQ
L 1A,DVD NM,SH A 1,SH AL 1,C3 LAENGE,SH ALD 6,LAENGE=AA 0U,C LL,E AA 0
TAX 1,MF 0,C LINK,SBA 202U,MF 0,C INDEX,R B B,C3 ERST,SB2 LL,MF 0
C2 LINK,B M,AA CALL+2,SH A 1,SH AL 1,C3 CALLM2,E AA 0,MF 0,C2 INDEX
BA 36HU,ZTR 2A,SH ALD 4,E AA 0,AA CALL,SH ALD 2,R FA W,SH ALD 4,E AA 0
ZTR 0A,R BQ A,MF 0,CZ REG,L 3AQ,MF 0,CZ REG+4,MF 0,CZ REG+8,MF 0,C SEM
```

BLATT 002

```
MCF PLIST,B 12U,MF 0,C REG+12,MCF WZ,TXA OU,MF 0,C3 STACK,B M,ZTR 2A
MF 0,C CALL,BH M,BA 1U,C3 PAR,NPAR=MCF PAR,MU B2 1,PAR=MA OU,M 0
MA CALL+1,C2 OU,MAB ZT2 0,B3 PAR,AA 1U,C3 PAR,SK NPAR,B2 SAUF,M 0,MC P
MA CALL+1,C2 OU,MAB ZT2 0,B M,AA 1U,C3 PROC,CALLM2=BA OU,AA 2U,SH AL 7
C3 ANZ,PROC=BA OU,R MCF A,MU MCE 1,SU OU,TBC SUPR,BAR 8U,SN F2,B3 SUPR
RA=BAR OU,SG F3,B2 SUPR,M 0,MA CALL,C2 OU,MAB ZT2 0,B3 PROC,AA 1U
C3 PROC,BH N,SG WEITER,MCF ANZ,WTZ 0/0,TXX 0/1,BQB LL,R FA B,TAX 1,RT
MF 0,FAC LINK,MF 0,FAC INDEX,MF 0,FA REG,ZTR 0A,R BQ A,MF 0,CZ REG
S PROC,WEITER=E BA 0,ERST=MA OU,C3 LINK,R B B,MF 0,C3 LINK+1,BA INF
COMMON=C2 OU,BA BURST,ZTR 3A,CN ZZ,SYS SSP,XBA 1U/1U,XBA ALADIN
B3 ALADIN+5,C3 ALADR,BZ2 SYSUP-1,BR RUC2,SI UMSP,B RUC3,SI UMSP,SYS SS
XBA 2U/1U,XBA UHRDUMP,S F4,UMSP=B RUC1,C SYSRUC,R B2 AL,C2 SYSUHR
BZ RUC2,CZ SYSRUC+2,BA 8U,EA 0,B2 RUC3,C2 SYSUP-1,B RUC3,C2 SYSUP
BA PROSA1,EA Y,BA PROSA2,EA Y,SYS SPZ,XBA 1U,XBA ALARM,XBA KASK,XC 2
S START,START=MCF ERST,B3 LINK,C3 LEIT,SU STVOR,SU CSTACK,(/SPERRE/)
SWECHS=S WECHSEL,ABGABE=MC LEIT,MA REG,C OU,MAB C 2,MAB CWL 11,SU CX0X1
SU STVOR,SU CSTACK,S WECHSEL,WECHSEL=(/LEITAD/),R MCF A,BR LINK,NEXT=
R MCF A,B LINK,ST BEREIT/1A,R VC H,SXN NEXT,S F5,BEREIT=TBC LEIT
SU STVOR,SU BSTACK,B3 LEIT,AA REG,TAX 0,MCF LEIT,B INDEX,PLIST=XBA OU
XC 1,ES,WTZ REGANZ/0,TAX 1,R B3 AL,TAX 0,LL 12345678,MCF PLIST,MCF 13U
I11H/100HU,(/FREIGABE/),MCF PLIST,QBR 10U,AUFGABE=(/SPERRE/),(/LEITAD/
R MCF A,BR LINK,RT AQ,MB OU,ZTO LINK,R B3 QL,SI FERTIG,C3 LEIT,R MCF Q
C3 LINK,R B3 Q,R MCF QL,C3 LINK+1,S WECHSEL,B,SAUF=S AUFGABE,B,SUPR=
SU OU,B,ANZ=0 OU,B,CX0X1=E BA 0,SH ALD 6,E AA 1,MC LEIT,C INDEX,MU S 0,
STVOR=TCB WZ,XC 0,MC LEIT,B2 REG+3,SH AD 4,C3 WZGR,MC LEIT,BA STACK
TAX 1,MU S 0,B,CSTACK=E TXA 0,E C3 1,H 1/1,H 1/0,WZGR=V OU,SXK CSTACK
MU S 0,B,BSTACK=R MCF W,TXA OU,C3 BSTRSP,BSTWDH=E B3 1,E TAX 0,H 1/1
H 1/0,VC WZGR,SXK BSTWDH,BSTRSP=S OU,B,UHR=ZU 16U,UHR1=BA 17U,EA Z,BA 1
FAC ZZ,SAA UHR3,S UHR2,UHR3=MCF PLIST,B-2U,ST UHR5/1A,UHR4=L 3A,CN ZZ
S UHR2,UHR5=(/ABFRAGE/),MCF PLIST,B3 2U,ADM=BAR OU,SK UHR4,B3 X0,SG UHF
(/SPERRE/),BA BURST,ZTR 3A,CN ZZ,SU CX0X1,BA REG,R FA B,TAX 1,TCB PLIST
XC 0,WTZ REGANZ/0,SU STVOR,SU CSTACK,B2 SWECHS,SH ALD 2,MCF WZ,AA OU
SH ALD 4,MCF LEIT,AA OU,ZTR 0A,R BQ A,MCF PLIST,CZ OU,UHR2=SZB SYSUP
S UHR1,H,B,KASK=S FEHLER,S REL1,(8),H,N=1 0,M=1 0,NM=1 0,H,LL=1 0,B,ARC
O OU,B,PROSA1=O 8U,O UHR,O OU,B,PROSA2=O 8U,O SYSRUC,O OU,H,ALADIN=
2 4 00000B,2 0,B,O OU,O ALPRIM,A,ALTEXT=''ALARM'',C1='''',C2='''',C3=
'''',H,CODE=2 0,B,ALPRIM=SZB ZU,B3 CODE,SU KONV,CQ C1,B3 CODE+1,SU KONV
CQ C2,MCF CODE,B3 2U,SU KONV,CQ C3,BA ALTEXT,E S 2,B,KONV=KGZ,VRL 13
MU S 0,B,ZU=TBC RAZU,C CODE,R B3 A,BAR 4U,SN RAZU,WZ=ZU OU,RAZU=S OU,H
ZZ=3 0,B,REL1=SU ABH,MF 2,S 1U,H,B,RUC1=S SYSRUC+1,ZU 16U,RUC2=BA 17U
EA Z,SZB SYSUP,S SYSRUC+2,RUC3=S SYSRUC+5,TBC SYSUP-1,B,INF=SP=O OU
LEIT=O OU,S ABGABE,B,FERTIG=SU ABH,X0=XBA OU,XC 0,X1=XBA OU,XC 1,R TCB
VC WZ,SXN F6,MU S 0,B,FEHLER=C3 FTEXT,SU ABH,FTEXT=BA OU,E S 2,B,ABH=
SYS SPZ,XBA 2U,BA 8U,EA 0,X2=XBA OU,XC 2,L 0A,MCF COMMON,C3 OU,TCB X1
XC 0,SYS SPZ,XBA 1U,ALADR=XBA OU,MU S 0,B,ALARM=SZB ZU,SU ABH,B CODE
MCF ALADR,S OU,H,UHRDUMP=2 4 000001,2 8 000000,2 2 00001B,2 0,B
O SYSUP-50,O SYSUP+100,H,1 0,FT1=''PARALLEL, FALSCHE VERSORGUNG'',B,F1=
BA FT1,E S 2,FT2=''PARALLEL, PROZESS NICHT PROZEDUR'',B,F2=BA FT2,E S 2
FT3=''PARALLEL, PROZESS NICHT VORUEBERSETZT'',B,F3=BA FT3,E S 2,FT4=
''PARALLEL,UHRPROGRAMM GEAENDERT'',B,F4=BA FT4,E S 2,FT5=
''PARALLEL, ALLE PROZESSE BLOCKIERT'',B,F5=BA FT5,E S 2,FT6=
''PARALLEL, WZ STEHT FALSCH'',B,F6=BA FT6,E S 2
ZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ
```