1.2 Ablaufpläne, Präzisierung des Begriffs "Implementation"

**Definition 1.6**

Sei P ein Prozeßsystem. Unter einem *Ablaufplan* wird ein Prädikat S auf der Menge der Abläufe von P verstanden.
Die Menge der unter einem Ablaufplan S tatsächlich möglichen Abläufe ergibt sich dann als die Menge aller aktiven Abläufe in P, die S erfüllen.

**Definition 1.7**

Unter einer Abarbeitung nach statischen Prioritäten wird der Ablaufplan

$$SPR(\alpha) = \forall i(1 \leq i \leq Länge(\alpha) \Rightarrow (bz(\alpha_i) = \min\{bz(a) \mid a \in lf(_{i-1}\alpha)\}))$$

verstanden.


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig



**Satz 1.3**

Sei P ein Prozeßsystem mit den Prozessen $P_1, P_2, ..., P_n$.
Dann existiert zu jeder Folge $n_1, n_2, ..., n_k$ von Elementen der Menge $\{1, 2, ..., n\}$ höchstens ein aktiver Ablauf mit $bz(\alpha_i) = n_i$ für $1 \leq i \leq k$.

**Definition 1.8**

Ein Ablauf heißt semiaktiv, wenn $\alpha_i \in bef_P(_{i-1}\alpha)$ ist für alle i mit $1 \leq i \leq Länge(\alpha)$.


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig

## Definition 1.9

Die Menge $bl_P(\alpha)$ sei für beliebige Abläufe $\alpha$ und Prozeßsysteme $P$ induktiv definiert durch

1. $bl_P(\lambda) = \emptyset$,
2. $bl_P(\alpha \bullet a) = bl_P(\alpha) \cup \{a\}$, falls $a \notin lf_P(\alpha)$,
3. $bl_P(\alpha \bullet a) = bl_P(\alpha) - \{a\}$, falls $a \in lf_P(\alpha)$.

Ein Ablaufplan heißt R-Ablaufplan, wenn er die Eigenschaft

$\forall \alpha, i(\text{semiaktiv}(\alpha) \wedge 1 \leq i \leq \text{Länge}(\alpha) \wedge bl_P({}_{i-1}\alpha) \cap lf_P({}_{i-1}\alpha) \neq \emptyset \Rightarrow \alpha_i \in bl_P({}_{i-1}\alpha) \cap lf_P({}_{i-1}\alpha))$

besitzt.


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig



## Definition 1.10

$P$ und $\bar{P}$ seien Prozeßsysteme.

1. $\bar{P}$ ist bezüglich $r$ eine *Implementation* von $P$, wenn $r$ eine Funktion ist, die Abläufe von $\bar{P}$ so in die Menge der Abläufe von $P$ abbildet, daß für alle (auch nicht aktiven) Abläufe $\bar{\alpha} \bullet \bar{\beta}$ von $\bar{P}$ die Beziehung $r(\bar{\alpha} \bullet \bar{\beta}) = r(\bar{\alpha}) \bullet r(\bar{\beta})$ erfüllt ist. $r$ wird in der üblichen Weise auf die Potenzmenge von $\bar{A}^*$ ausgedehnt.
2. Sei $\bar{P}$ eine Implementation von $P$ bezüglich $r$. Eine Aktion $\bar{a}$ aus $\bar{A}$ heißt *beobachtbar*, wenn $r(\bar{a}) \neq \lambda$ ist, sonst heißt sie *nicht-beobachtbar*. Aktionen $\bar{a}$ mit $r(\bar{a}) = \lambda$ werden auch als *Buchhaltungsaktionen* bezeichnet.
3. Sei $\bar{P}$ bezüglich $r$ eine Implementation von $P$. Weiter sei $S$ ein Ablaufplan für $P$ und $\bar{S}$ ein Ablaufplan für $\bar{P}$. Dann heißt $(\bar{P}, \bar{S})$ eine *sichere* Implementation von $(P, S)$ bezüglich $r$, wenn für alle Abläufe $\bar{\alpha}$ von $\bar{P}$ aus $\bar{S}(\bar{\alpha})$ die Gültigkeit von $S(r(\bar{\alpha}))$ folgt.


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig

4. Eine Implementation $(\bar{P}, \bar{S})$ von $(P, S)$ bezüglich r heißt *vollständig*, wenn

   $r(\{\bar{\alpha} \mid \bar{\alpha} \in \bar{A}^* \wedge \bar{S}(\bar{\alpha})\}) \supseteq \{\beta \mid \beta \in A^* \wedge S(\beta)\}$ erfüllt ist.

5. Wenn $(\bar{P}, \bar{S})$ eine (sichere und/oder vollständige) Implementation von $(P, S)$ bezüglich r ist, so heißt $(P, S)$ eine *Abstraktion* von $(\bar{P}, \bar{S})$ bezüglich r.

6. Eine Implementation $\bar{P}$ von P bezüglich r heißt *vollständig*, wenn $(\bar{P}, \text{aktiv}_{\bar{P}}(\bar{\alpha}))$ eine vollständige Implementation von $(P, \text{aktiv}_P(\alpha))$ bezüglich r ist.

7. Eine Implementation $\bar{P}$ von P bezüglich r heißt *sicher*, wenn $(\bar{P}, \text{aktiv}_{\bar{P}}(\bar{\alpha}))$ bezüglich r eine sichere Implementation von $(P, \text{aktiv}_P(\alpha))$ ist.

**Definition 1.11**

Eine Implementation $\bar{P}$ von P bezüglich r wird *verklemmungsfrei* genannt, wenn $(\bar{P}, \text{lf}(\bar{\alpha}) = \emptyset)$ bezüglich r eine sichere Implementation von $(P, \text{lf}(\alpha) = \emptyset)$ ist.


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig



**Definition 1.12**

Das Prozeßsystem $\bar{P}$ sei bezüglich r eine Implementation von P.

1. Die Implementation heißt *verklemmungskonsistent*, wenn sie die Eigenschaft

   $$\forall\bar{\alpha}(\bar{\alpha} \in \bar{A}^* \wedge \text{aktiv}(\bar{\alpha}) \Rightarrow (\forall\bar{\beta}(\bar{\beta} \in \bar{A}^* \wedge \text{aktiv}(\bar{\alpha} \bullet \bar{\beta}) \Rightarrow r(\bar{\beta})=\lambda) \Rightarrow (\text{lf}(r(\bar{\alpha})) = \emptyset)))$$

   $$\wedge \exists c\Big(c \in \mathbb{N} \wedge \Big(\forall\bar{\alpha}\Big(\Big(\bar{\alpha} \in \bar{A}^* \wedge \text{aktiv}(\bar{\alpha}) \wedge \text{lf}(r(\bar{\alpha})) = \emptyset\Big) \Rightarrow \forall\bar{\beta}(\bar{\beta} \in \bar{A}^* \wedge \text{aktiv}(\bar{\alpha} \bullet \bar{\beta}) \Rightarrow r(\bar{\beta})=\lambda \wedge \text{Länge}(\bar{\beta}) < c)\Big)\Big)\Big)$$

   besitzt.

2. Die Implementation heißt *prompt*, wenn sie die Eigenschaft

   $$\exists c(c \in \mathbb{N} \wedge \forall\bar{\alpha}, \bar{\beta}(\bar{\alpha}, \bar{\beta} \in \bar{A}^* \wedge \text{aktiv}(\bar{\alpha} \bullet \bar{\beta}) \wedge r(\bar{\beta})=\lambda \Rightarrow \text{Länge}(\bar{\beta}) < c))$$

   besitzt.

3. Die Implementation heißt *prozeßtreu*, wenn sie die Eigenschaft

   $$\forall\bar{a}, \bar{b}(\bar{a}, \bar{b} \in \bar{A} \wedge r(\bar{a}) \neq \lambda \wedge r(\bar{b}) \neq \lambda \Rightarrow (\text{proc}_{\bar{P}}(\bar{a}, \bar{b}) \Leftrightarrow \text{proc}_P(r(\bar{a}), r(\bar{b}))))$$

   besitzt.


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig

4. Die Implementation heißt *schwach prozeßtreu*, wenn sie die Eigenschaft

$$\forall \bar{a}, \bar{b}((\bar{a}, \bar{b} \in \bar{A} \Rightarrow ((r(\bar{a}) = r(\bar{b}) \neq \lambda) \Rightarrow proc_{\bar{P}}(\bar{a}, \bar{b})) \wedge (proc_{\bar{P}}(\bar{a}, \bar{b}) \wedge r(\bar{a}) \neq \lambda \wedge r(\bar{b}) \neq \lambda \Rightarrow proc_{P}(r(\bar{a}), r(\bar{b})))))$$

besitzt.

5. Die Implementation heißt *behinderungsfrei*, wenn sie die Eigenschaft

$$\forall \bar{\alpha}, \bar{P}'(\bar{\alpha} \in \bar{A}^* \wedge \bar{P}' \text{ Teilprozeß von } \bar{P} \wedge (lf_{\bar{P}}(\bar{\alpha}) \cap \bar{A}' = \varnothing) \Rightarrow (lf_{P}(r(\bar{\alpha})) \cap r(\bar{A}') = \varnothing))$$

besitzt.


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig

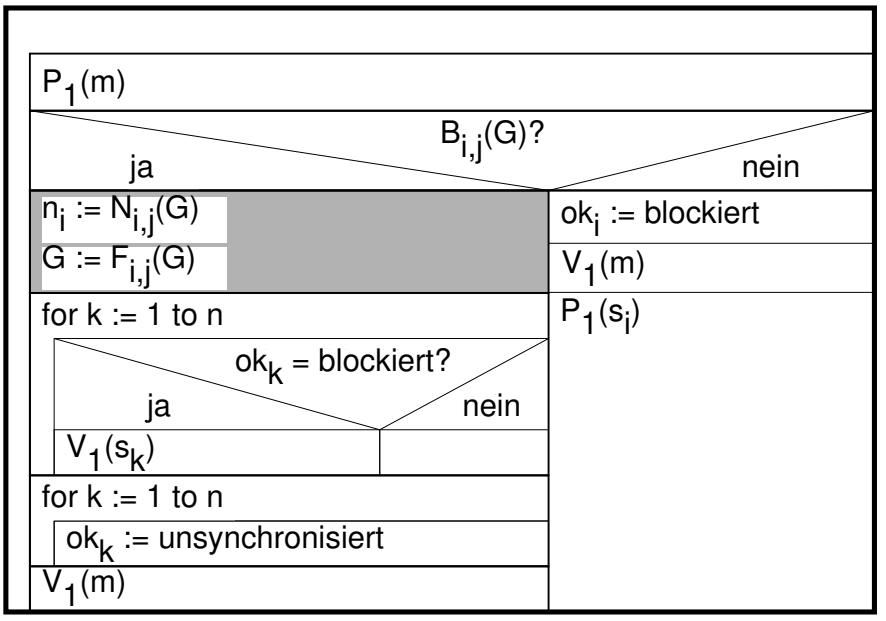



## Prompte und verklemmungskonsistente Implementation mit binären Semaphoren

- Aktionen der Form

$$a_{i,j}: \text{WHEN } L_i = j \wedge B_{i,j}(G) \text{ DO } L_i = N_{i,j}('G) \wedge G = F_{i,j}('G)$$

werden ersetzt durch



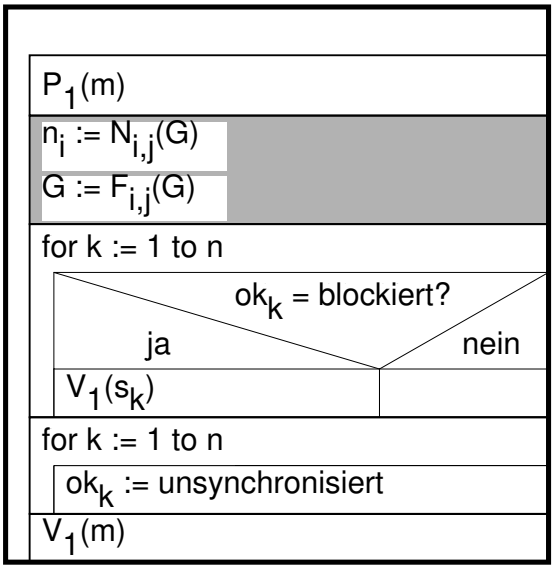


© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig

❏ Aktionen der Form

$a_{i,j}$: WHEN $L_i = j$ DO $L_i = N_{i,j}('G) \wedge G = F_{i,j}('G)$

werden ersetzt durch





© 1997, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, F. Hofmann
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors nicht zulässig