Funktionale Spezifikation

- Modellbildung erfolgt zu einem bestimmten Zweck
- Zwecke müssen exakt definiert werden
- *eine* Möglichkeit:

  funktionale Spezifikation
- Anwendungen:
  - Vertragsgrundlage
  - Korrektheitsnachweis
  - Wiederverwendung (**interface**)

Funktionale Spezifikation
Grundprinzip

- funktionale Spezifikation
- beschreibt das funktionale Verhalten als Ein-/Ausgaberelation
- zwei Komponenten
  - Funktionalität (Definitions- u. Wertebereich)
  - Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

Funktionale Spezifikation
Grundprinzip

- funktionale Spezifikation
- beschreibt das funktionale Verhalten als Ein-/Ausgaberelation
- zwei Kompone

$X \to Y$

  - Funktionalität (Definitions- u. Wertebereich)
  - Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

Funktionale Spezifikation
Grundprinzip

- funktionale Spezifikation
- beschreibt das funktionale Verhalten als Ein-/Ausgaberelation
- zwei Komponenten

$X \rightarrow Y$

  - Funktionalität (Definitions- u. Wertebereich)
  - Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

zulässige
Eingaben

Funktionale Spezifikation
Grundprinzip

- funktionale Spezifikation
- beschreibt das funktionale Verhalten als Ein-/ Ausgaberelation

$X \to Y$

- zwei Kompone
  - Funktionalität (Definitions- u. Wertebereich)
  - Verhalten (Vor- und Nachbedingungen)

zulässige Eingaben

erwartete Ausgaben

Funktionale Spezifikation
Definition

Definition:

Eine **funktionale Spezifikation** S besitzt die allgemeine Form:

S: <u>spec</u> f: $X \rightarrow Y$ <u>with</u>

f(x)=y <u>where</u>

<u>pre</u> P(x)

<u>post</u> Q(x,y).

Funktionale Spezifikation
Definition

Definition:

Eine **funktional**... S besitzt die allgemein...

f berechnete Funktion des spezifizierten Programms

S: <u>spec</u> f: X→Y <u>with</u>

f(x)=y <u>where</u>

<u>pre</u> P(x)

<u>post</u> Q(x,y).

Funktionale Spezifikation
Definition

Definition:

Eine **funktional**… S besitzt
die allgemein…

f be…
spe…

X,Y Ein-/Ausgabemenge des
spezifizierten Programms

S: <u>spec</u> f: $X \rightarrow Y$ <u>with</u>

f(x)=y <u>where</u>

<u>pre</u> P(x)

<u>post</u> Q(x,y).

Funktionale Spezifikation
Definition

Definition:

Eine **funktional**… S besitzt
die allgemein…

f be…
spe…

X,Y Ein-/Ausgabemenge des
spezifizierten Programms

wenn Eingabe x die
Vorbedingung P erfüllt, ...

$X \to Y$ with

…)=y where

pre P(x)

post Q(x,y).

Funktionale Spezifikation
Definition

Definition:

Eine **funktiona**... S besitzt
die allgemein...

f be...
spe...

X,Y Ein-/Ausgabemenge des
spezifizierten Programms

... $X \to Y$ <u>with</u>

wenn Eingabe x die
Vorbedingung P erfüllt, ...

...=y <u>when</u>

... dann soll das Programm
y liefern, *sofern es terminiert*,
und zwischen x und y soll
Beziehung Q gelten

<u>pre</u> P(x)

<u>post</u> Q(x,y).

Funktionale Spezifikation
Vor- und Nachbedingungen

- Die Sprache zur Beschreibung von Vor- und Nachbedingungen muß noch definiert werden.
- hier: übliche mathem. Sprache: Mengen, Konstanten, Variablen, Quantoren, Funktionen usw.
- Theorie der Programmierung: Teilmenge der Prädikatenlogik

Funktionale Spezifikation
Programm und Spezifikation

Definition:

Ein Programm A **erfüllt die Spezifikation** S oder ist **korrekt** bezgl. S, falls f_A die Funktionalität $X \rightarrow Y$ besitzt und falls für alle $x \in X$ gilt: Aus $P(x)$ folgt $Q(x, f_A(x))$.

A heißt dann **Implementierung** von S.

Funktionale Spezifikation

Beispiel: Mischen

S_{misch}: <u>spec</u> misch: $\mathbb{N}_0^* \times \mathbb{N}_0^* \rightarrow \mathbb{N}_0^*$ <u>with</u>

misch(x,y)=z <u>where</u>

<u>pre</u> $x=[x_1,\ldots,x_n]$ und $n\geq 0$ und $x_1\leq\ldots\leq x_n$ und

$y=[y_1,\ldots,y_m]$ und $y_1\leq\ldots\leq y_m$ und $m\geq 0$

<u>post</u> $z=[z_1,\ldots,z_{n+m}]$ und $z_1\leq\ldots\leq z_{n+m}$ und

$z=\pi(x\cdot y)$ für eine Permutation π

Früher gezeigt: PRO-Version von misch erfüllt die Spezifikation S_{misch}

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \rightarrow X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation

Beispiel: Autobahnwege

kw hat ein Argument:
2-elem. Teilmenge von X

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \to X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für m={s,s'} gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \rightarrow X^* \times IN_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für m={s,s'} gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation

Beispiel: Autobahnwege

kw liefert Folge von Städten ...

S_{Wege}: spec kw: $2^X \rightarrow X^* \times \mathbb{N}_0$ with

kw(m)=(w,k) where

pre $|m| \leq 2$

post Für m={s,s'} gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \to X^* \times IN_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für m={s,s'} gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

... und Länge des Weges

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \to X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation

Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \rightarrow X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation

Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: spec kw: $2^X \to X^* \times \mathbb{N}_0$ with

kw

Eingabe höchstens
2-elementig

pre $|m| \leq 2$

post Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation

Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \rightarrow X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für m={s,s'} gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \to X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

Ergebnis: Weg w, der bei s beginnt und bei s' endet

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \to X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für m={s,s'} gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: spec kw: $2^X \to X^* \times \mathbb{N}_0$ with

kw(m)=(w,k) where

pre $|m| \leq 2$

post Für m= … =[$s=x_1,\ldots,x_n=s'$] und $n \geq 0$ und

w hat Länge k

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \to X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: spec kw: $2^X \rightarrow X^* \times \mathbb{N}_0$ with

kw(m)=(w,k) where

pre $|m| \leq 2$

post Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle

alle anderen Wege haben Länge $\geq k$

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.

Funktionale Spezifikation
Beispiel: Autobahnwege

S_{Wege}: <u>spec</u> kw: $2^X \rightarrow X^* \times \mathbb{N}_0$ <u>with</u>

kw(m)=(w,k) <u>where</u>

<u>pre</u> $|m| \leq 2$

<u>post</u> Für $m=\{s,s'\}$ gilt $w=[s=x_1,\ldots,x_n=s']$ und $n \geq 0$ und

$k=\sum_{i=0}^{n-1} d(\{x_i,x_{i+1}\})$ und für alle $w' \in X^*$ mit

$w'=[s=y_1,\ldots,y_m=s']$ gilt: $k \leq \sum_{i=0}^{m-1} d(\{y_i,y_{i+1}\})$.