

Messen Steuern Regeln
Leistungstest von Prozeßrechnersystemen
Zeitmessungen
Testverfahren

DIN
19 242
 Teil 1

Measurement and control; performance tests on process computer systems, time measurement; test procedures

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	5.3 Anwendungsprofil	5
2 Zweck	1	5.4 Korrektur der Testzeiten	5
3 Auswahl des Testverfahrens	1	6 Testergebnisse	5
4 Testverfahren	2	6.1 Testzeiten	5
4.1 Allgemeines	2	6.2 Einflußfaktoren	5
4.2 Testrahmen	2	7 Testkonfiguration	6
4.3 Testquittierung	3	8 Testprotokoll	6
4.4 Verweilzeit	3	Anhang A	7
4.5 Belegungszeit des Zentralprozessors (t_{zp})	3	Anhang B	12
5 Testdurchführung	3	Anhang C	17
5.1 Messung der Testhilfsfunktion für den Hintergrund	3	Zitierte Normen	22
5.2 Einzeltest	3	Erläuterungen	22

1 Anwendungsbereich

Dieses Testverfahren gilt für den Leistungstest an Prozeßrechnersystemen durch Zeitmessungen.

Anmerkung: Das Zeitverhalten ist bei Prozeßrechnersystemen ein besonders wichtiges Eignungskriterium, andere sind z. B.:

- Ausbaufähigkeit (Hardware und Software)
- Bedienungskomfort
- Diagnose-Verfahren
- Schutz für Daten und Programme
- Software-Unterstützung

Zur Bewertung der Leistung wird die Ausführungsgeschwindigkeit herangezogen, d. h., es wird die Zeit gemessen, in der das Prozeßrechnersystem eine oder mehrere Funktionen (Anwendungsprofil) ausführen kann.

2 Zweck

Dieses Testverfahren dient dazu, das Zeitverhalten von Prozeßrechnersystemen zu ermitteln, um die Eignung eines Prozeßrechnersystems für eine vorgegebene Aufgabe beurteilen zu können. Als meßbares Kriterium wird der Zeitbedarf für die Ausführung einer definierbaren Funktion und eines Anwendungsprofils herangezogen. Zur

Festlegung der richtigen Konfiguration des Prozeßrechnersystems bzw. des besten Lösungskonzepts für einen konkreten Anwendungsfall können diese Tests ebenfalls verwendet werden.

3 Auswahl des Testverfahrens

Aus der Vielzahl der Testverfahren wurde das hier beschriebene ausgewählt, das synthetischer BENCHMARK genannt wird und folgende Voraussetzungen erfüllt:

- einheitlicher Testrahmen unabhängig von der Testfunktion
- parametrierbare Initialisierung und Testdurchführung
- transparenter Programmaufbau (übersichtliche Struktur, linear programmiert, einfache Erweiterbarkeit)
- portable Form (Sprache z. B. Standard-FORTRAN nach DIN 66 027 (ISO 1539 – 1980) mit Prozeß-FORTRAN-Erweiterungen nach VDI/VDE-Vorschlag, Umsetzung in andere, genormte Sprachen leicht möglich)
- reproduzierbare Testabläufe
- einheitliche Testquittung
- kurze Testvorbereitung
- geringe Testkosten
- minimale Anforderung an die Konfiguration des Prozeßrechnersystems

Fortsetzung Seite 2 bis 22

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet

4 Testverfahren

4.1 Allgemeines

Der Anwendungsfall des Prozeßrechensystems wird daraufhin untersucht, wie er hinreichend genau durch

- voneinander unabhängige Funktionen
- sequentielle Funktionsfolgen oder
- parallele Funktionen oder Funktionsfolgen

dargestellt werden kann.

In den Folgeteilen dieser Norm ist eine Basismenge von Testfunktionen beschrieben, mit denen wichtige Leistungsmerkmale von Prozeßrechensystemen getestet werden können.

Zur Durchführung aller Tests (siehe Abschnitt 5) wird ein einheitlicher Testrahmen verwendet; dies gilt insbesondere für Testreihen.

Durch Einbetten einer einzigen Testfunktion oder einer sequentiellen Testfunktionsfolge in den Testrahmen wird ein Testprogramm geschaffen, das im Rechnervordergrund ablaufen soll, um Verweilzeiten t_{VW} (siehe Abschnitt 4.4) messen zu können.

In einer Testreihe können weitere Testprogramme nacheinander oder bis zur vollständigen Bildung des Anwendungsprofils auch schrittweise zusätzlich parallel zum ersten Testprogramm im Rechnervordergrund zum Ablauf gebracht werden. Durch Einbetten einer Testhilfsfunktion in den Testrahmen wird ein spezielles Testprogramm geschaffen, das im Rechnerhintergrund abläuft und die Belegungszeit t_{ZP} des Zentralprozessors aller Testfunktionen im Vordergrund zu messen gestattet.

In dieser Norm sind Testfunktionen sprachunabhängig festgelegt. Die Programmierung soll möglichst einfach (transparent und portabel) sein. Die Testfunktionen in den weiteren Teilen dieser Norm stellen eine Auswahl wichtiger Funktionen eines Prozeßrechensystems dar.

Anmerkung: Um die Programmierung der Testfunktionen zu erleichtern, sind im Anhang A, B und C Programmbeispiele in FORTRAN, PEARL und PASCAL beigelegt, die mit geringfügigen Änderungen auf allen Rechnern ablaufen können. Diese Beispiele sind auch beim Beuth Verlag auf Datenträger (z. B. Magnetband) erhältlich. Bei den weiteren Teilen sind ebenfalls Programmbeispiele als Anhang vorhanden.

Gemessen werden die Verweilzeit (t_{VW}), die für die Bearbeitung von Testfunktionen benötigt wird, und die dafür erforderliche Belegungszeit des Zentralprozessors (t_{ZP}). Die Testfunktionen können sowohl aus einzelnen Funktionen als auch aus sequentiell- und/oder parallel-ablaufenden Funktionsfolgen (Anwendungsprofil) bestehen.

4.2 Testrahmen

Ein Testrahmen besteht aus Vorspann, Bereich für die Testfunktionen oder Testhilfsfunktionen und Nachspann. Beim Programmablauf werden im Vorlauf Parameter für Initialisierung und Steuerung eingelesen und quittiert, im Nachlauf Ergebnisse aufbereitet und ausgegeben (siehe Bild 1).

Beginnend mit der Abfrage der Anfangszeit (t_A) am Ende des Vorlaufes und endend mit der Abfrage der Endzeit (t_E) zu Beginn des Nachlaufes wird der Test der programmierten Testfunktionen durchgeführt. Die Differenz zwischen Anfangs- und Endzeit ist die Verweilzeit ($t_{VW} = t_E - t_A$), die für die Abarbeitung der Testfunktionen bzw. Testhilfsfunktionen benötigt wird.

Ein Testprogramm ist die programmierte Form von Testrahmen mit eingebetteten Testfunktionen bzw. Testhilfsfunktionen. Zum Vergleich verschiedener Prozeßrechensysteme müssen die Testprogramme während einer Testserie unverändert bleiben.

Programmstruktur	Programmablauf	
Vorspann	Vorlauf	Start-Meldung mit Programm-Identifikation Einlesen von Parametern Aufbereiten der Parameter/ Prüfen Quittieren der Parameter/Fehlermeldungen Uhrzeit-Abfrage (t_A)
Bereich für Testhilfsfunktionen oder Testfunktionen	Testlauf	Testhilfsfunktionen für den Hintergrund oder Testfunktionen, z. B. – Arithmetik – Standardfunktion – E/A-Transfer – Task-Start – u. a.
Nachspann	Nachlauf	Uhrzeit-Abfrage (t_E) Aufbereiten von Ergebnissen, Zählern, u. a. Ende-Meldung mit Programm-Identifikation Ausgabe der Zeiten, Zeitdifferenz Ausgabe von Ergebnissen, Zählern, u. a.

Bild 1. Testrahmen (Grundprogramm-Struktur)

4.3 Testquittierung

Die Testquittierung wird für alle Tests einheitlich im Testrahmen erzeugt und für das Testprotokoll ausgedruckt. Jede Ausgabezeile muß mit einer Programmidentifikationsnummer, die je Testprogramm vergeben wird und fest einprogrammiert ist, beginnen. Werden Parameter eingelesen, sind diese durch Ausdruck zu protokollieren. Parameterfehler müssen mit entsprechenden Fehlermeldungen angezeigt werden. Am Ende des Vorlaufes wird unmittelbar vor der Abfrage der Anfangszeit eine Startmeldung ausgegeben. Im Nachlauf werden mit der Endmeldung die Anfangs- und Endzeit (t_A und t_E), die Zeitdifferenz (t_{VW}) und je nach Testfunktion Kontrollergebnisse, Zählerstände und ähnliches ausgegeben.

Diese Testquittung durch das zu testende Prozeßrechnungssystem ist Bestandteil des Testprotokolls (siehe Abschnitt 8).

4.4 Verweilzeit

Die Realzeituhr (siehe Abschnitt 7) wird, wie aus Bild 1 ersichtlich, direkt vor und nach dem eigentlichen Testlauf abgefragt. Diese Abfragen liefern

- a) die Uhrzeit für Start und Ende des Tests (t_A und t_E) und
- b) die Verweilzeit für Testlauf ($t_{VW} = t_E - t_A$).

Die Uhrzeiten (t_A und t_E) müssen in der Testquittung im Protokoll des Testablaufes ausgegeben werden. Die Verweilzeit kann rechner-extern mit Hilfe von Start- und Endmeldung überprüft werden. Die Verweilzeit eines einzelnen Funktionstestes läßt sich über Parameter steuern (z. B. durch Eingabe einer Schleifenanzahl) und soll mindestens im Minutenbereich (1 bis 10 Minuten) liegen, damit die Zeitmessungen hinreichend genau sind (siehe Abschnitt 5.4).

Die Verweilzeit (t_{VW}) ist ein meßbares Kriterium dieses Testverfahrens. Um eine Aussage über die Dauer (t_{VW}) von bestimmten Testfunktionen (z. B. Schreiben von 1000 Sätzen der Länge 256 Byte im Random-Zugriff auf eine Wechselplatte) zu machen, muß dieser Test als einziges Anwendungsprogramm im Prozeßrechner ablaufen, um Einflüsse durch andere Programme auszuschließen. Einflüsse, die durch die Testumgebung (Betriebssystem, Speicherausbau, E/A-Geräte usw.) auf den Test Auswirkungen haben können, müssen in dem Testprotokoll der einzelnen Funktionstests angeführt werden.

4.5 Belegungszeit des Zentralprozessors (t_{ZP})

Die Belegung des Zentralprozessors (ZP) für die Durchführung von Testfunktionen ist das andere meßbare Kriterium dieses Testverfahrens. Es wird zur Erfassung der Belegung des Zentralprozessors folgendes transparentes Verfahren verwendet:

Im Hintergrund läuft das Programm der Testhilfsfunktion ab, im Vordergrund die eigentliche Testfunktion. Durch die im Vordergrund ablaufende Testfunktion wird die Zentralprozessor-Belegungszeit der im Hintergrund ablaufenden Testhilfsfunktion verlängert. Dazu werden folgende Schritte durchgeführt:

- Es wird eine Testhilfsfunktion gebildet, für deren Bearbeitung ausschließlich Zentralprozessorzeit benötigt wird.

Dieses Programm erhält eine solche Priorität, daß es immer im Hintergrund läuft. Seine Verweilzeit (t_{VW})

ist damit gleich seiner Zentralprozessor-Belegungszeit (t_{ZP}).

Anmerkung: Bezüglich des Programmierens von Schleifen ist grundsätzlich darauf zu achten, daß die verwendeten Übersetzer die Schleife nicht unterdrücken, dies kann entweder durch Abschalten der Schleifenoptimierung oder durch Erzwingen der gewünschten Schleifendurchläufe mit Hilfe entsprechender Programmierung (siehe Abschnitt 5.4) erreicht werden.

- Die Laufzeit dieses Hintergrundprogrammes läßt sich über Parameter (Schleifenanzahl der Testhilfsfunktionen) auf einen für das Testergebnis sinnvollen Wert einstellen (min. 1 bis 10 Minuten). Bei dieser Messung muß das Hintergrundprogramm als einziges Anwendungsprogramm laufen.

Für die Messung dieser ZP-Zeit des eigentlichen Testprogrammes im Vordergrund muß sichergestellt sein, daß dieses innerhalb der Laufzeit des Hintergrundprogrammes gestartet und beendet wird (siehe Bild 2).

- Die Testprogramme (siehe Abschnitt 4.2) haben eine solche Priorität, daß sie im Vordergrund ablaufen. Geben die Vordergrund-Programme den Zentralprozessor (ZP) frei, z. B. während des Wartens auf Rückmeldung bei EA-Aufträgen, so belegt das ständig laufbereite Hintergrundprogramm den freien Zentralprozessor (ZP).
- Für die Bestimmung der Zentralprozessorbelegungszeit der Testfunktionen wird erst das Hintergrundprogramm gestartet, danach das Testprogramm im Vordergrund. Bei dieser Test-Durchführung verlängert sich die Laufzeit des Hintergrundprogrammes (siehe Bild 2). Die Verlängerungszeit ist die Zeit, in der das Testprogramm den Zentralprozessor benötigt hat (t_{ZP}).
- In der so ermittelten ZP-Zeit des Funktionstestes ist auch die Zeit enthalten, die das Betriebssystem selbst braucht zur Umschaltung zwischen den beiden Programmen. Diese Zeit ist Bestandteil der ZP-Belegung für die Ausführung einer Funktion. Das Hintergrundprogramm muß immer laufbereit im Hauptspeicher „stehen“.

5 Testdurchführung

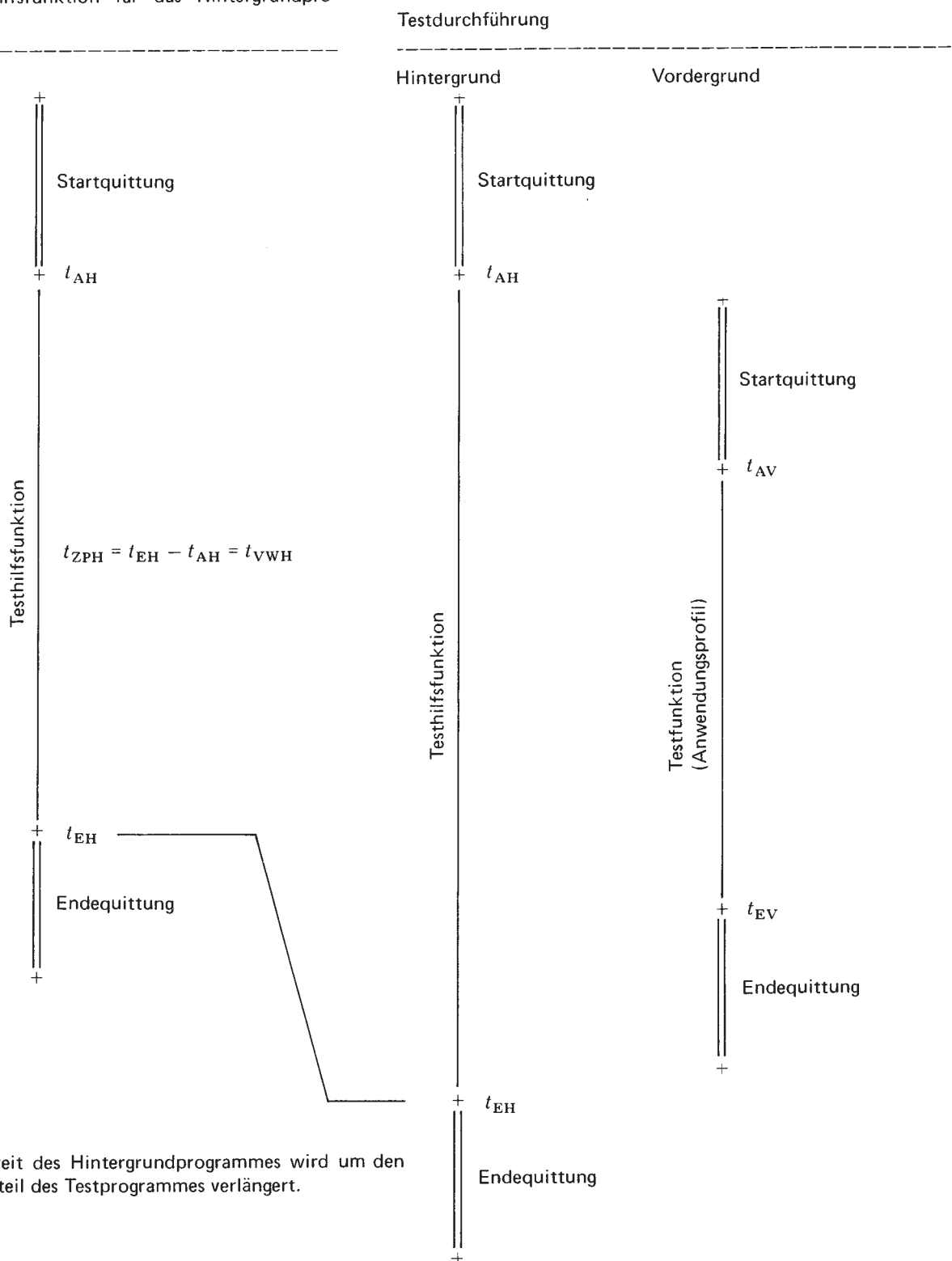
5.1 Messung der Testhilfsfunktion für den Hintergrund

Zu Beginn einer Testserie wird, bezogen auf das zu testende Prozeßrechnungssystem, zunächst die Messung des Hintergrundprogrammes vorgenommen, d. h., die Parameter für die Schleifenanzahl der Testhilfsfunktion (siehe Abschnitt 4.4) sollen so gewählt werden, daß die Verweilzeit im Minutenbereich (1 bis 10 Minuten) liegt. Diese Zeit reicht für den Test einzelner Testfunktionen (siehe Abschnitt 5.2) aus. Für Anwendungsprofile (siehe Abschnitt 5.3) soll die Verweilzeit des Hintergrundprogrammes größer gleich der zu erwartenden Verweilzeit der Testfunktionen gewählt werden.

5.2 Einzeltest

Zum Testen einer Funktion wird der Bereich im Testrahmen des Vordergrundprogrammes durch eine programmierte Testfunktion (siehe Bild 1) entsprechend ersetzt. Die Laufzeit eines solchen Testprogrammes muß so gewählt werden, daß das Testprogramm innerhalb der Verweilzeit des Hintergrundprogrammes ablaufen kann.

Messung der Belegungszeit des Zentralprozessors der Testhilfsfunktion für das Hintergrundprogramm



Die Laufzeit des Hintergrundprogrammes wird um den ZP-Zeitanteil des Testprogrammes verlängert.

- t_{ZPH} Belegungszeit des Zentralprozessors für die Testhilfsfunktion
- t_{AH} Uhrzeit: Start der Testhilfsfunktion
- t_{EH} Uhrzeit: Ende der Testhilfsfunktion
- t_{VWH} Verweilzeit der Testfunktionen

Bild 2. Messung der ZP-Zeit

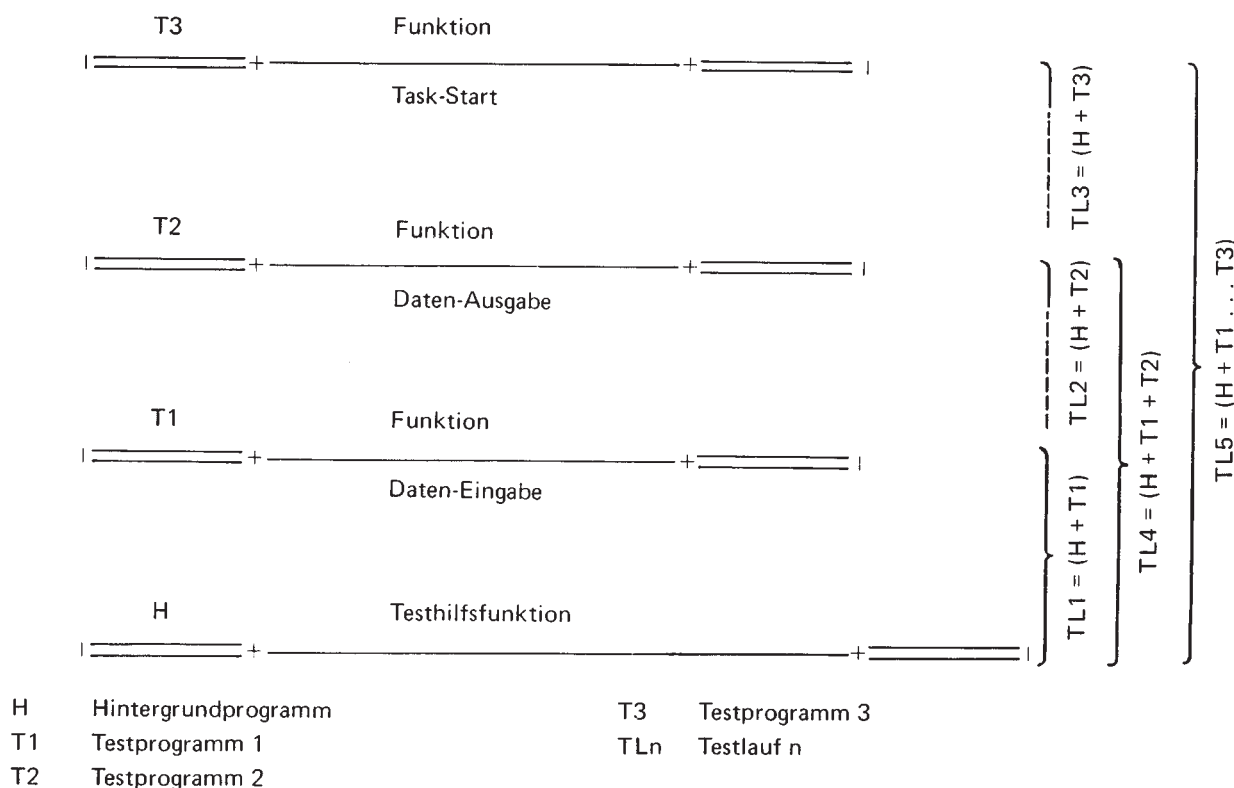


Bild 3. Test eines Anwendungsprofils (Beispiel)

5.3 Anwendungsprofil

Anwendungsprofile lassen sich auf verschiedene Weise erzeugen:

- Einbringen mehrerer Testfunktionen/Testfunktionsfolgen zur sequentiellen Abarbeitung in ein Testprogramm.
- Aufteilen mehrerer Testfunktionen/Testfunktionsfolgen zur parallelen Abarbeitung in mehrere Testprogramme mit Prioritäten.
- Mischung von a) und b).

Um eine detaillierte Aussage über das Zeitverhalten des Prozeßrechnungssystems zu bekommen, muß erst jede Testfunktion einzeln getestet werden.

Bei einem Test eines Anwendungsprofils sollen zunächst die für eine einzelne Testfunktion einmal eingestellten Parameter konstant gehalten werden, damit die Veränderung der Ergebnisse des Einzeltests gegenüber den zusätzlich ablaufenden Testfunktionen sichtbar wird. Danach soll jeweils nur eine Komponente (Parameter oder Anzahl zusätzlicher Testfunktionen) von Test zu Test variiert werden.

(Siehe Beispiel in Bild 3).

5.4 Korrektur der Testzeiten

Zur Realisierung des Testverfahrens sind Anweisungen z. B.

- für den Aufruf der Zeitabfrage
- für die Abarbeitung einer Schleife

in den Testfunktionen erforderlich. Die gemessenen Zeiten (t_{VW} und t_{ZP}) beinhalten die Zeiten für solche Anweisungen.

Zur Eliminierung der o. g. Zeiten der zusätzlichen Anweisungen sind zur Differenzbildung zwei Testschritte erforderlich:

Schritt 1: Testlauf ohne eigentliche Testfunktion

Schritt 2: Testlauf mit Testfunktion

6 Testergebnisse

6.1 Testzeiten

Als Testergebnisse stehen nach dem geschilderten Testverfahren zur Verfügung:

- die Verweilzeit (t_{VW})
- die ZP-Zeit (t_{ZP}).

6.2 Einflußfaktoren

Die Testergebnisse werden z. B. durch verschiedenartige Faktoren beeinflusst:

- Konfiguration des Prozeßrechnungssystems
- Optimierungsmaßnahmen für den Anwendungsfall
- gewählte Programmiersprache
- aufgerufene Betriebssystemfunktionen, die mitgemessen werden
- Struktur der Anwendungsprofile.

7 Testkonfiguration

Zur Durchführung der Tests wird folgende Grund-Konfiguration definiert:

- a) Hardware: — Zentraleinheit (mit Realzeituhr und hinreichend großem Hauptspeicher)
 - Bedienungsgerät (z. B. Sichtgerät)
 - Protokollgerät (z. B. Drucker)
- b) Software: — Realzeit-Betriebssystem (mit Uhrzeitausgabe, kleinste Einheit s)

Die ausgewählte oder bereitgestellte Konfiguration muß in ihren für den Funktionstest relevanten Teilen (Gleitpunktprozessor, E/A-Prozessor, Speichergroße, E/A-Geräte, Systemprogramme usw.) als Testumgebung präzise im Testprotokoll beschrieben werden.

8 Testprotokoll

Das Testprotokoll ist die verbale Beschreibung der Testvorbereitung, der Testdurchführung und der Testergebnisse. Es muß enthalten:

- a) Die Beschreibung und den Durchführungsplan des Gesamttests und gegebenenfalls Erläuterungen
- b) die Testquittung mit Angaben der eingestellten Parameter und Eingabedaten (siehe Abschnitt 4.3)
- c) die Beschreibung der Testumgebung, wie bei den einzelnen Testfunktionen gefordert
- d) die Beschreibung der anlagen-spezifischen Vorbereitungsmaßnahmen und der Testdurchführung selbst
- e) die Testergebnisse dieser Norm aus weiteren Teilen (siehe jeweils Abschnitt 5)
- f) eine Stellungnahme des Anbieters (Betreibers) zur Diskussion der Ergebnisse
- g) gegebenenfalls Kommentare

Anhang A FORTRAN-Programm

```

C*****
C****
C**** PROGRAMMIER-SPRACHE:...FORTRAN IV
C****
C****
C****
C****
C****
C****
C****
C*****
C****
C**** DER TESTRAHMEN BESTEHT NACH DIN 19242 TEIL 1 AUS DEN
C**** PROGRAMMABSCHNITTEN:
C****
C****      1). VORSPANN (EINLESEN VON PARAMETERN, INITIALISIEREN,
C****              STARTEN)
C****      2). BEREICH FUER TESTFUNKTION BZW. TESTHILFSFUNKTION
C****              (FUNKTION, FUNKTIONSFOLGE, ANWENDERPROFIL)
C****      3). NACHSPANN (BEENDEN, AUSWERTEN, PROTOKOLLIEREN)
C****
C**** DER TESTRAHMEN KANN VOM ANWENDER ERWEITERT WERDEN,
C**** MUSS ABER FUER EINE TESTSERIE UNVERAENDERT BLEIBEN.
C****
C*****
C****      == S Y S T E M - R O U T I N E N ==
C*****
C****
C****      TIME:      TAGESZEIT (STUNDEN:MINUTEN:SEKUNDEN)
C****      SECNDS: AUSFUEHRUNGSZEIT (SEKUNDEN)
C****
C*****

```