

Informationsverarbeitung
Messung und Bewertung
der Leistung von DV-Systemen
Meß- und Bewertungsverfahren

DIN
66 273
Teil 1

Information processing; Measurement and rating of data processing performance; Measuring and rating method

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	5.3.1 DV-Arbeit	15
2 Begriffe	3	5.3.2 DV-Arbeitsvektor	15
3 Grundlagen	10	5.3.3 Belastung	15
3.1 Leistung	10	5.3.4 Belastungsvektor	15
3.2 Zeitlicher Ablauf	10	5.3.5 Vektor der mittleren Auftrags- durchlaufzeiten	15
3.3 Auftrag und Auftragsart	11	5.3.6 Intervallgrenzen der Auftragsdurch- laufzeiten	16
3.4 DV-Arbeit	11	6 Bewertung	17
3.5 Belastung	11	6.1 Durchlaufzeitforderung	17
3.6 Zeitgerecht erledigte Arbeit	11	6.2 Referenzleistung	18
3.7 Erbrachte Leistung	11	6.2.1 Festlegung eines realen Referenz- systems	18
4 Meßlast	12	6.2.2 Konstruktion eines theoretischen	18
4.1 Elementarer Auftraggeber	12	Referenzsystems	18
4.2 Auswahl der Auftragskette	12	6.3 Erbrachte Leistung	20
4.3 Zeitverhalten des elementaren Auftrag-	12	6.4 Vergleichende Bewertung	21
gebers	12	6.4.1 Bewertung des Durchsatzes	21
4.4 Parametersatz des elementaren Auftrag-	12	6.4.2 Bewertung der mittleren Durchlaufzeit	21
gebers	12	6.4.3 Bewertung der Termintreue	22
5 Meßlauf	13	Anhang A	
5.1 Meßgrößen	13	Abkürzungen und Formelzeichen	23
5.2 Meßdauer	13	Anhang B	
5.2.1 Einhaltung der Parameter	13	Programme zur Berechnung von t_{Ref} , β	
5.2.2 Konfidenzintervalle als Kriterium für die	14	und E	25
Meßdauer	14		
5.3 Abgeleitete Größen	15		

Fortsetzung Seite 2 bis 55

Normenausschuß Informationsverarbeitungssysteme (NI) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.



Documents

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm wendet sich sowohl an die Anwender als auch an die Anbieter von DV-Systemen, die damit normgerechte Leistungsanforderungen erstellen und Aussagen über die Leistungsfähigkeit von DV-Systemen machen können.

Mit Hilfe der Norm läßt sich das Leistungsverhalten eines DV-Systems oder seiner Komponenten anhand eines Auftraggeber-Auftragnehmermodells an einer definierten Schnittstelle eindeutig beschreiben.

Durch die Norm werden festgelegt:

- Begriffe und Meßgrößen
- Meßverfahren
- Verfahren zur Erstellung von Arbeitsprofilen in Form eines Modells
- Leistungsbewertung

Mit der Norm wird ein Verfahren zur Leistungsbeurteilung festgelegt, das zu objektiven Leistungskennzahlen führt. Das Meßobjekt wird gegenüber der Menge seiner Auftraggeber als "Black-Box" betrachtet. Systeminterne Größen, wie die Auslastung einzelner Komponenten, sind für die Leistungsaussage nicht notwendig.

Für Engpaßanalysen kann es notwendig sein, daß gleichzeitig mit einer Leistungsmessung auch Auslastungswerte einzelner Betriebsmittel aufgezeichnet werden. Dies ist grundsätzlich möglich. Die Norm enthält dazu keine Festlegung.

Das vorgeschlagene Verfahren ist für den Betrieb mit synthetischem Arbeitsprofil vorgesehen. Dabei ist ein Treiber erforderlich, der dieses Arbeitsprofil für das zu messende DV-System erzeugt. Es wird vorausgesetzt, daß die Durchlaufzeiten der Aufträge automatisch aufgezeichnet werden. Zur Bewertung verwendet die Norm Vektoren, die die Aspekte Durchsatz, Durchlaufzeit und termingerechte Erledigung beschreiben. Insbesondere der letzte Aspekt beschreibt, in wieweit die gemessenen Durchlaufzeiten von den geforderten abweichen, und bestimmt somit die erbrachte Leistung. Die Vorgehensweise ist für alle Arten von Aufträgen einheitlich. Die Anzahl der Vektorkomponenten ergibt sich aus dem gewünschten Differenzierungsgrad.

Bei Messung mit realen Arbeitsprofilen kann entsprechend verfahren werden. Die dabei gewonnenen Aussagen sind in der Regel nicht reproduzierbar.

Die Norm geht von der Verwendung eines externen Treibersystems aus, um eine Verfälschung der Meßergebnisse zu vermeiden. Die Korrektheit der Verarbeitungsergebnisse wird im dargestellten Verfahren vorausgesetzt.

2 Begriffe

Nr	Benennung	Definition
1	Datenverarbeitungsleistung (DV-Leistung)	Die Verarbeitung von Daten in Übereinstimmung mit gegebenen Arbeitsvorschriften innerhalb einer bestimmten Zeitspanne. (Aus: DIN 44 300 Teil 1/11.88)
2	DV-Tätigkeit	Die Verarbeitung von Daten in Übereinstimmung mit gegebenen Arbeitsvorschriften. Anmerkung: Dies ist eine für die Zwecke der vorliegenden Norm erforderliche Teildefinition aus der DV-Leistung.
3	Auftrag	Eine von einer Person oder Funktionseinheit an eine Person oder Funktionseinheit gerichtete, in eine vereinbarte Form gefaßte Forderung, eine bestimmte DV-Leistung zu erbringen. (Aus: DIN 44 300 Teil 1/11.88) Anmerkung: In der vereinbarten Form ist festzulegen, daß zur Erbringung der Leistung jede DV-Tätigkeit unter Beachtung vorgegebener Zeitforderungen auszuführen ist.
4	Auftraggeber (AG)	Eine Person in der Rolle einer Instanz oder eine Instanz, von der die Forderung ausgeht, die der Auftrag zum Ausdruck bringt. (Aus: DIN 66 200 Teil 1/Entwurf 10.90)
5	Auftragnehmer (AN)	Eine Person in der Rolle einer Instanz oder eine Instanz, an die sich die Forderung richtet, die der Auftrag zum Ausdruck bringt. (Aus: DIN 66 200 Teil 1/Entwurf 10.90)
6	Schnittstelle (SS)	Gedachter oder tatsächlicher Übergang an der Grenze zwischen zwei gleichartigen Einheiten, wie Funktionseinheiten, Baueinheiten oder Programmbausteinen, mit den vereinbarten Regeln für die Übergabe von Daten. (Aus: DIN 44 300 Teil 1/11.88)
7	Auftragserzeugungsmodus, M(j)	Diskrete Variable mit den zwei Werten - M(j) = 1: "Mit Warten" Die AGVZ (siehe Nr. 15) des betrachteten Auftrags beginnt am Ende des vorangegangenen Auftrags. - M(j) = 0: "Ohne Warten" Die AGVZ des betrachteten Auftrags beginnt (schon) zum Zeitpunkt der Erteilung des vorangehenden Auftrags.

Nr	Benennung	Definition
8	Auftragskette	Eine Folge von k Aufträgen ($k \geq 1$) mit festgelegter Reihenfolge.
9	Tätigkeitsbeschreibung	Die Beschreibung einer durchzuführenden DV-Tätigkeit in einer bestimmten Auftragsprache.
10	Auftragsbeschreibung	Die Beschreibung eines Auftrags in einer bestimmten Auftragsprache (Aus: DIN 66 200 Teil 1/Entwurf 10.90) Anmerkung: Die Beschreibung umfaßt die Tätigkeitsbeschreibung und zusätzlich die Durchlaufzeitforderung (siehe auch Nr 20) und die Angabe des Auftragserzeugungsmodus.
11	Tätigkeitsart (TA)	Eine unter bestimmten Gesichtspunkten gebildete Untermenge aller DV-Tätigkeiten, die der AG vom AN verlangen kann.
12	Auftragsart (AA)	Tätigkeitsart mit Durchlaufzeitforderung (siehe auch Nr 20) und Auftragserzeugungsmodus.
13	Auftragskettenart (AKA)	Auftragsketten mit gleicher Anzahl und Reihenfolge der Auftragsarten.
14	Auftragsdurchlaufzeit (ADLZ), $t_{A(j,k)}$	Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt, zu dem an der SS die Auftragsbeschreibung vollständig übergeben ist (Auftragserteilung), und dem Zeitpunkt, zu dem an der SS das äußere Auftragsergebnis vollständig vorliegt (Auftragsende).
15	Auftraggebervorbereitungszeit (AGVZ)	Zeit vom Ende des vorhergehenden Auftrags (Auftragserzeugungsmodus "Mit Warten") bzw. von der Erteilung des vorhergehenden Auftrags (Auftragserzeugungsmodus "Ohne Warten") bis zur Erteilung des folgenden Auftrags.

Nr	Benennung	Definition
16	DV-Arbeit, $b(j)$	Gesamtzahl der DV-Tätigkeiten, die zu Aufträgen der j-ten AA gehören und die innerhalb der Meßdauer t_{Mess} erteilt worden sind.
17	DV-Arbeitsvektor, $\mathbf{b}$	Der Vektor aus allen $b(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $\mathbf{b} = \begin{bmatrix} b(1) \\ b(2) \\ \vdots \\ b(m) \end{bmatrix}$
18	Erledigte DV-Arbeit, $e(j)$	Die Anzahl der DV-Tätigkeiten aus $b(j)$, deren Durchlaufzeitforderung erfüllt ist.
19	Vektor der erledigten DV-Arbeit, $\mathbf{e}$	Der Vektor aus allen $e(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $\mathbf{e} = \begin{bmatrix} e(1) \\ e(2) \\ \vdots \\ e(m) \end{bmatrix}$
20	Durchlaufzeitforderung (DF)	Geforderte relative Häufigkeit $r_F(j,k)$ von Aufträgen der j-ten AA, deren ADLZ kleiner oder gleich der Obergrenze $g_F(j,k)$ der k-ten Zeitklasse sein sollen.
21	Belastung, $B(j)$	Die im Mittel je Zeiteinheit dem AN übergebene Anzahl von Aufträgen der j-ten AA: $B(j) = \frac{b(j)}{t_{\text{Mess}}}$

Nr	Benennung	Definition
22	Belastungsvektor, B	Der Vektor aus allen $B(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} B(1) \\ B(2) \\ \vdots \\ B(m) \end{bmatrix}$
23	Erbrachte Leistung, $E(j)$	Die im Mittel je Zeiteinheit vom AN mit erfüllter Durchlaufzeitforderung abgewickelte Anzahl von Aufträgen der j-ten AA: $E(j) = \frac{e(j)}{t_{\text{Mess}}}$
24	Vektor der erbrachten Leistung, E	Der Vektor aus allen $E(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $\mathbf{E} = \begin{bmatrix} E(1) \\ E(2) \\ \vdots \\ E(m) \end{bmatrix}$
25	Synthetischer Auftraggeber (SAG)	Funktionsmodell für die Instanz AG, das sich aus n ($n \geq 1$) elementaren Auftraggebern zusammensetzt, die gleichzeitig und unabhängig voneinander Aufträge an den AN übergeben.
26	Elementarer Auftraggeber (EAG)	Grundbaustein des SAG, beschrieben durch folgende Parameter: - Auftrittswahrscheinlichkeit aller Auftragskettenarten - Erwartungswert und Standardabweichung der AGVZ aller AA
27	Referenzwert der ADLZ $t_{\text{Ref}}(j)$	Mittelwert der ADLZ der j-ten AA des Referenzsystems.

Nr	Benennung	Definition
28	Vektor der ADLZ-Referenzwerte, $\mathbf{t}_{\text{Ref}}$	Der Vektor aus allen $t_{\text{Ref}}(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $\mathbf{t}_{\text{Ref}} = \begin{bmatrix} t_{\text{Ref}}(1) \\ t_{\text{Ref}}(2) \\ \vdots \\ t_{\text{Ref}}(m) \end{bmatrix}$
29	Referenzbelastung, $B_{\text{Ref}}(j)$	Durchsatz eines zum Referenzsystem bestimmten AN, für den damit $B_{\text{Ref}}(j) = E(j)$ ist.
30	Vektor der Referenzbelastung, $\mathbf{B}_{\text{Ref}}$	Der Vektor aus allen $B_{\text{Ref}}(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $\mathbf{B}_{\text{Ref}} = \begin{bmatrix} B_{\text{Ref}}(1) \\ B_{\text{Ref}}(2) \\ \vdots \\ B_{\text{Ref}}(m) \end{bmatrix}$
31	Theoretische Referenzleistung, $\beta(j)$	Die erbrachte Leistung $E(j)$ für den Fall, daß der AN alle Aufträge der j-ten AA gemäß der Durchlaufzeitforderung erledigt.
32	Vektor der theoretischen Referenzleistung, $\mathbf{\beta}$	Der Vektor aus allen $\beta(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $\mathbf{\beta} = \begin{bmatrix} \beta(1) \\ \beta(2) \\ \vdots \\ \beta(m) \end{bmatrix}$

Nr	Benennung	Definition
33	Mittelwert der Durchlaufzeit, $t_{AN}(j)$	Mittelwert der gemessenen $t_{A(j,k)}$ für Aufträge der j-ten AA, die während der Meßdauer erteilt worden sind.
34	ADLZ-Vektor, t_{AN}	Vektor aus allen $t_{AN}(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $t_{AN} = \begin{bmatrix} t_{AN}(1) \\ t_{AN}(2) \\ \vdots \\ t_{AN}(m) \end{bmatrix}$
35	Durchsatz-Bewertungsvektor, L_1	Vektor aus allen $L_1(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $L_1 = \begin{bmatrix} L_1(1) \\ L_1(2) \\ \vdots \\ L_1(m) \end{bmatrix}$ Für jede Komponente gilt: $L_1(j) = \frac{B(j)}{B_{Ref}(j)}$
36	Durchlaufzeit-Bewertungsvektor, L_2	Vektor aus allen $L_2(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $L_2 = \begin{bmatrix} L_2(1) \\ L_2(2) \\ \vdots \\ L_2(m) \end{bmatrix}$ Für jede Komponente gilt: $L_2(j) = \frac{t_{Ref}(j)}{t_{AN}(j)}$

Nr	Benennung	Definition
37	Termintreue-Bewertungsvektor, L_3	Vektor aus allen $L_3(j)$, $j = 1, \dots, m$, wobei m die Anzahl der AA ist: $L_3 = \begin{bmatrix} L_3(1) \\ L_3(2) \\ \vdots \\ L_3(m) \end{bmatrix}$ Für jede Komponente gilt: $L_3(j) = \frac{E(j)}{B(j)}$

3 Grundlagen

3.1 Leistung

Entsprechend dem physikalischen Leistungsbegriff wird die Leistung von DV-Systemen definiert als

$$\frac{\text{DV-Arbeit}}{\text{Zeit}}$$

DV-Arbeiten werden von einem Auftraggeber (AG) "in Auftrag gegeben" und von einem Auftragnehmer (AN) "ausgeführt". Die Instanzen AG und AN kommunizieren über eine Schnittstelle (SS) miteinander. Diese ist beschrieben durch den Eingangs- und Ausgangskanal des AN und die Menge der Aufträge, die der AG vom AN fordern kann. Ein Beispiel für eine solche Schnittstelle ist die Mensch-Maschine-Schnittstelle (Eingangskanal = Tastatur, Ausgangskanal = Bildschirm), ein anderes die Schnittstelle zu einem E/A-System (Eingangskanal = Ausgangskanal = Kanal).

3.2 Zeitlicher Ablauf

Vor der Auftragserteilung¹⁾ an der SS fällt die Vorbereitungszeit (Denkzeit, Eingabezeit) des AG an (AGVZ). Mit der Abgabe des Auftrags an der SS beginnt die Auftragsdurchlaufzeit (ADLZ), die beim Vorliegen des äußeren Ergebnisses an der SS endet.

Bei der Auftragserzeugung gibt es zwei Möglichkeiten, die mit Hilfe der Schaltervariablen M unterschieden werden:

- Auftragserzeugungsmodus "Mit Warten" (M=1)
Für die Vorbereitung des aktuellen Auftrags wird das Ergebnis des vorangegangenen Auftrags benötigt, auf das also gewartet werden muß. Der zeitliche Abstand zwischen dem Beginn des vorangegangenen und dem des aktuellen Auftrags ist somit gleich der Summe von ADLZ des vorangegangenen Auftrags und der AGVZ für den aktuellen Auftrag. Er ist daher abhängig von der Reaktionsgeschwindigkeit des AN.
- Auftragserzeugungsmodus "Ohne Warten" (M=0)
Bei diesem Modus beginnt der AG mit der Vorbereitung des aktuellen Auftrags zum Zeitpunkt der Erteilung des vorangehenden Auftrags. Zwischen dem Beginn dieser beiden Aufträge liegt nur die AGVZ, es gibt demnach keine Abhängigkeit von der ADLZ.

¹⁾ Begriff siehe DIN 66 200 Teil 1/Entwurf 10.90

3.3 Auftrag und Auftragsart

Der Auftraggeber stellt Anforderungen, innerhalb welcher Zeit DV-Tätigkeiten einer bestimmten Art vom Auftragnehmer erledigt sein müssen. Sie haben folgende Form: Ein bestimmter Anteil dieser Tätigkeiten soll innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums erledigt sein, für einen weiteren Teil werden längere Zeiten toleriert, aber eine bestimmte Obergrenze darf nicht überschritten werden. Anforderungen dieser Art werden Durchlaufzeitforderungen (DF) genannt (siehe auch Abschnitt 6.1).

Daneben ist für jede auszuführende Tätigkeit festzulegen, ob der AG für die Vorbereitung der betrachteten Tätigkeit auf das Ergebnis der vorangegangenen Tätigkeit wartet oder nicht (Auftragserzeugungsmodus "Mit Warten" bzw. "Ohne Warten").

Ein Auftrag ist beschrieben als eine Tätigkeit, die mit einer Durchlaufzeitforderung und einem Auftragserzeugungsmodus kombiniert ist. Die Menge von konkreten DV-Tätigkeiten, die der AN ausführen kann, wird in Tätigkeitsarten (TA) unterteilt. Eine Tätigkeitsart definiert in der Kombination mit einer bestimmten Durchlaufzeitforderung und einem bestimmten Auftragserzeugungsmodus eine Auftragsart (AA).

3.4 DV-Arbeit

Die Anzahl der Aufträge der j-ten AA, die der AG dem AN übergibt, ist die in Auftrag gegebene DV-Arbeit $b(j)$ bezüglich dieser AA. Treten an einer SS verschiedene Auftragsarten auf, so wird die in Auftrag gegebene DV-Arbeit vektoriell dargestellt.

3.5 Belastung

Aus den Quotienten der Komponenten des DV-Arbeitsvektors $\mathbf{b}$ und der Meßdauer t_{Mess} ergeben sich die Komponenten des Belastungsvektors $\mathbf{B}$. Er beschreibt die Raten, mit denen der AG dem AN die Aufträge jeder AA übergibt. Seine Komponenten $B(j)$ sind die Belastung bezogen auf die j-te AA.

Die Belastung ist vom Zeitverhalten des AN abhängig, wenn Aufträge im Modus "Mit Warten" erzeugt werden. Nur wenn alle Aufträge im Modus "Ohne Warten" erzeugt werden, ist sie vom Zeitverhalten des AN unabhängig.

3.6 Zeitgerecht erledigte Arbeit

Betrachtet man für die j-te AA nur die Aufträge, die entsprechend der Durchlaufzeitforderung zeitgerecht abgeschlossen wurden, so wird ihre Anzahl mit $e(j)$ bezeichnet. Die $e(j)$ sind Komponenten des Vektors der zeitgerecht erledigten Arbeit $\mathbf{e}$. Es ist stets $e(j) \leq b(j)$.

3.7 Erbrachte Leistung

Aus den Quotienten der Komponenten des Vektors der zeitgerecht erledigten Arbeit $\mathbf{e}$ und der Meßdauer t_{Mess} ergeben sich die Komponenten des Vektors der erbrachten Leistung $\mathbf{E}$, für die stets gilt, daß

$$E(j) \leq B(j)$$

4 Meßlast

Für reproduzierbare Meßbedingungen wird ein synthetisches Arbeitsprofil zugrunde gelegt, das im allgemeinen einem realen Arbeitsprofil nachgebildet ist. Das synthetische Arbeitsprofil wird von einem synthetischen Auftraggeber (SAG) erzeugt und unterscheidet sich von dem realen Arbeitsprofil dadurch, daß seine Merkmale vorgebar sind. Für den SAG gelten die in den nachfolgenden Abschnitten beschriebenen Funktionsprinzipien.

4.1 Elementarer Auftraggeber

Der SAG besteht aus n ($n \geq 1$) sogenannten elementaren Auftraggebern (EAG). Die EAG arbeiten unabhängig voneinander. Sie übergeben an der SS dem AN Folgen von Aufträgen und beobachten für jeden Auftrag die ADLZ.

Das Absenden von Aufträgen durch einen EAG erfolgt in Form von Auftragsketten. Auftragsketten bestehen aus einem Auftrag oder einer Folge von Aufträgen, die eine feste Reihenfolge haben.

Auftragsketten mit gleicher Anzahl und Reihenfolge von Auftragsarten bilden eine Auftragskettenart (AKA). AKA sind, wie AA, für alle EAG einheitlich definiert.

4.2 Auswahl der Auftragskette

Die Auswahl der Art der nächsten Auftragskette erfolgt zufällig und wird bestimmt durch die Wahrscheinlichkeiten

$q(i,l)$ Wahrscheinlichkeit für das Auftreten
der l -ten Kettenart im i -ten EAG.

4.3 Zeitverhalten des elementaren Auftraggebers

Die AGVZ ist eine stetige Zufallsvariable mit vorgegebenem Mittelwert $h(i,j)$ und vorgegebener Standardabweichung $s(i,j)$, wobei i die Nummer des EAG und j die Nummer der AA des zu erzeugenden Auftrags ist.

4.4 Parametersatz des elementaren Auftraggebers

Ein elementarer Auftraggeber EAG (i), $i = 1, \dots, n$ ist beschrieben durch

- die Auftrittswahrscheinlichkeiten

$q(i,l)$, $l = 1, \dots, u$ für die l -te Auftragskettenart, wobei u die Anzahl der Auftragskettenarten ist.

- die Verteilungsfunktionen der AGVZ²⁾, jede beschrieben durch

den Erwartungswert $h(i,j)$ der AGVZ und
die Standardabweichung $s(i,j)$. $\left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} j = 1, \dots, m$

²⁾ Die Verteilungsfunktion wird nur durch ihre ersten beiden Momente charakterisiert, weil nur diese mit vertretbarem Aufwand zu überprüfen sind.

5 Meßlauf

Für einen Meßlauf sind AG und AN genau zu benennen, und die SS ist zu definieren. Die Messung hat in einem definierten Zustand des AN zu beginnen. Es ist deshalb eine ausreichende Beschreibung des Beginnzustandes aufzustellen. Weiterhin sind alle AA und alle AKA zu beschreiben. Für jede AA sind die durchzuführende Tätigkeitsart (TA), die Durchlaufzeitforderung (DF) und der Auftragserzeugungsmodus zu beschreiben; für jede AKA ist die Reihenfolge ihrer AA anzugeben.

Die Meßdauer ist $t_{\text{Mess}} = t_2 - t_1$, wobei t_1 der Zeitpunkt des Meßbeginns und t_2 der Zeitpunkt des Meßendes ist. Dabei werden alle Aufträge zur in Auftrag gegebenen Arbeit gezählt, wenn deren Beginn nach t_1 und vor t_2 liegt.

5.1 Meßgrößen

Während der Messung ist jeder an der SS vom AG innerhalb der Beobachtungsdauer t_{Mess} erteilte Auftrag zu registrieren, und es sind insbesondere für jeden Auftrag individuell festzuhalten:

- die AA (womit auch die Durchlaufzeitforderung und der Auftragserzeugungsmodus erfaßt sind),
- die ADLZ (beziehungsweise deren Beginnzeitpunkt und Endezeitpunkt).

5.2 Meßdauer

Der AN ist in den definierten Beginnzustand zu bringen. Zu diesem Zeitpunkt t_0 wird der SAG gestartet, und die Aufzeichnung der Meßgrößen beginnt. Für die Auswertung werden die Meßwerte ab einem Zeitpunkt $t_1 > t_0$ verwendet. t_1 ist so zu wählen, daß die instationäre Anlaufphase nicht in die Auswertung eingeht.

Das zur Auswertung beitragende Meßintervall endet zum Zeitpunkt t_2 . Alle Auftragsströme müssen solange aufrecht erhalten werden, bis alle vor t_2 erteilten Aufträge beendet sind; bis zu diesem Zeitpunkt sind die Meßgrößen zu erfassen.

Für die Festlegung von t_2 ist erforderlich, daß

- die Parameter des SAG eingehalten sind,
- die gemessenen Mittelwerte der ADLZ im statistischen Sinne hinreichend sicher sind.

5.2.1 Einhaltung der Parameter

Damit die ermittelten Werte der Bewertungsvektoren und anderer abgeleiteter Größen genügend stichhaltig sind, müssen

- die relativen Häufigkeiten $q_{\text{mess}}(i,l)$ der AKA mit vorzugebender Genauigkeit mit den geforderten $q(i,l)$ übereinstimmen,
- die AGVZ-Mittelwerte $h_{\text{mess}}(i,j)$ des Versuchs mit vorzugebender Genauigkeit an den geforderten Werten $h(i,j)$ liegen und
- die Standardabweichungen $s_{\text{mess}}(i,j)$ aus dem Versuch mit vorzugebender Genauigkeit an den geforderten Werten $s(i,j)$ liegen.

5.2.2 Konfidenzintervalle als Kriterium für die Meßdauer

Bedingt durch die Endlichkeit des Meßintervalls sind die durch eine Messung erhaltenen Ergebnisse (statistisch ausgedrückt) stets nur Realisierungen von Zufallsvariablen. Daraus lassen sich Schätzungen der Verteilungsparameter der ADLZ (Mittelwerte und Quantile) ableiten. Diese Schätzungen sind um so sicherer, je länger das Meßintervall ist. Ein statistisches Verfahren ist erforderlich, welches die nötige Meßdauer zu ermitteln gestattet. Da für das System AG-AN aufgrund seiner Allgemeinheit kein bestimmtes Wahrscheinlichkeitsmodell definiert ist, wird ein pragmatisches Vorgehen festgelegt:

Für eine Last, d.h. für den SAG, ist für die mittlere ADLZ $t_{AN}(j)$ jeder Auftragsart j

- die Breite $2 \cdot d(j)$ des Konfidenzintervalls ($t_{AN}(j) \pm d(j)$) und
- das Konfidenzniveau $1-\alpha$

vorzugeben. Hiermit wird die Sicherheit festgelegt, mit der die entsprechenden Werte zu bestimmen sind. Diese Aussagesicherheit wird durch eine hinreichend große Anzahl $N(j)$ von Meßwerten $t_A(j,k)$ erreicht, womit indirekt die minimale Meßdauer festgelegt ist.

Während der Messung (oder auch nach der Messung) dient folgender Algorithmus als Stoppkriterium:

- (1) Messe mindestens ein $t_A(j,k)$
- (2) Messe ein weiteres $t_A(j,k)$
- (3) Berechne den Mittelwert

$$t_{AN}(j) = 1/N(j) \cdot \sum_{k=1}^{N(j)} t_A(j,k)$$
 und das Quadrat der Standardabweichung

$$\text{var}(j) = 1/N(j) \cdot \sum_{k=1}^{N(j)} [t_A(j,k) - t_{AN}(j)]^2$$
- (4) Falls die Bedingung $N(j) < (u(\alpha)/d(j))^2 \cdot \text{var}(j)$ erfüllt ist, dann gehe zum Schritt 2 zurück. "u(α)" ist das $u_{1-\alpha/2}$ -Quantil der Standardnormalverteilung "N(0,1)" und ist definiert durch folgende Bestimmungsgleichung:

$$\frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{u(\alpha)} e^{-x^2/2} dx = 1 - \alpha$$

Die Werte der Funktion $u(\alpha)$ sind in der Fachliteratur über Statistik tabelliert.

- (5) Die Anzahl der Meßwerte der Auftragsart j ist ausreichend, d.h. das Kriterium der Meßdauer ist für die Auftragsart j erfüllt.

Wenn das Stoppkriterium für alle Auftragsarten erfüllt ist, darf die Messung beendet werden.

Dieses Verfahren kann auch auf die Ergebnisse einer bereits beendeten Messung angewendet werden, um zu prüfen, ob die Messung gültig ist. "Gültig" bedeutet hierbei, daß die Meßergebnisse eine vorgegebene Aussagesicherheit besitzen, die vor der Messung durch die Konfidenzintervallbreite $2d$ und das Konfidenzniveau $1-\alpha$ spezifiziert wurde. Erst dann dürfen die Meßergebnisse entsprechend Abschnitt 5.3 weiter ausgewertet werden. Nur unter dieser Voraussetzung werden die Ergebnisse verschiedener Messungen (z.B. verschiedener DV-Systeme) im Sinne der vorliegenden Norm vergleichbar.

5.3 Abgeleitete Größen

5.3.1 DV-Arbeit

Die Anzahl der an der SS während t_{Mess} erteilten Aufträge der j-ten AA ergibt die bezüglich der j-ten AA in Auftrag gegebene DV-Arbeit $b(j)$.

5.3.2 DV-Arbeitsvektor

Die Zusammenfassung aller Komponenten der DV-Arbeit $b(j)$ als Vektor stellt den DV- Arbeitsvektor $\mathbf{b}$ (die gesamte in Auftrag gegebene DV-Arbeit) dar:

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} b(1) \\ b(2) \\ \vdots \\ b(m) \end{bmatrix}$$

5.3.3 Belastung

Die Belastung des AN durch die j-te AA ergibt sich durch Division der DV-Arbeit $b(j)$ durch t_{Mess} :

$$B(j) = \frac{b(j)}{t_{\text{Mess}}}$$

5.3.4 Belastungsvektor

Die Zusammenfassung aller Komponenten der Belastung $B(j)$ als Vektor stellt den Belastungsvektor $\mathbf{B}$ (die Gesamtbelastung) dar:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} B(1) \\ B(2) \\ \vdots \\ B(m) \end{bmatrix}$$

5.3.5 Vektor der mittleren Auftragsdurchlaufzeiten

$t_{\text{AN}}(j)$ ist der Mittelwert der gemessenen ADLZ $t_{\text{A}}(j,k)$ aller Aufträge der j-ten AA, die während t_{Mess} erteilt worden sind. Der Wert ist durch Auswertung der Meßergebnisse zu ermitteln. Der Vektor dieser Werte wird mit $\mathbf{t}_{\text{AN}}$ bezeichnet.

$$\mathbf{t}_{\text{AN}} = \begin{bmatrix} t_{\text{AN}}(1) \\ t_{\text{AN}}(2) \\ \vdots \\ t_{\text{AN}}(m) \end{bmatrix}$$

5.3.6 Intervallgrenzen der Auftragsdurchlaufzeiten

Aus den gemessenen ADLZ ergibt sich deren Verteilung $R_{AN}(j,t)$. Dies ist die relative Häufigkeit von Aufträgen der j-ten AA, deren ADLZ $t_A(j,k)$ den Wert t nicht überschreitet. Bestimmte Punkte dieser Verteilung liefern Wertepaare, die zur Bewertung des AN herangezogen werden können.

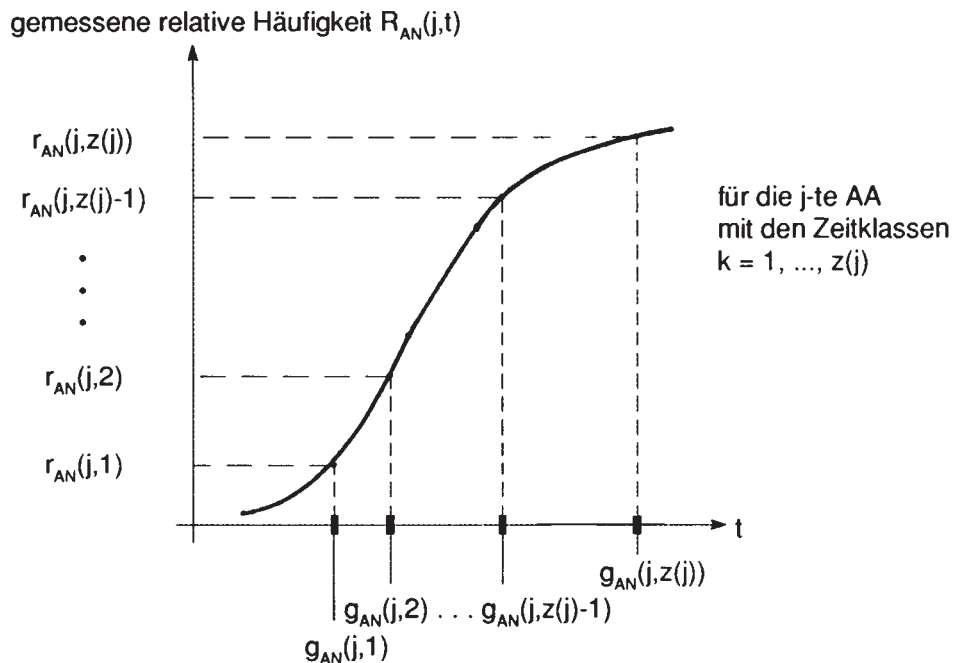


Bild 1. Verteilung der gemessenen ADLZ

Die zu den Quantilen der relativen Häufigkeit $r_{AN}(j,k)$, $k = 1, \dots, z(j)$ gehörenden Zeiten $g_{AN}(j,k)$, $k = 1, \dots, z(j)$ werden als Intervallgrenzen der ADLZ bezeichnet.

6 Bewertung

6.1 Durchlaufzeitforderung

Die Durchlaufzeitforderung (DF) beschreibt die Ansprüche, die der AG bezüglich der ADLZ stellt. Sie ist wesentlicher Bestandteil jeder Auftragsbeschreibung und im allgemeinen für jede AA typisch.

Sie wird als geforderte relative Häufigkeit von Aufträgen einer AA angegeben, deren Durchlaufzeit kleiner oder gleich einer bestimmten zeitlichen Obergrenze ist. Es ist möglich, mehrere Zeitklassen durch Angabe der Obergrenzen zu definieren, für die die jeweils zugehörigen Häufigkeiten gefordert werden. Diese relative Häufigkeit ist also nur an den Zeitklassengrenzen definiert.

Wenn $z(j)$ die Anzahl der Zeitklassen der j -ten AA bezeichnet, k den Laufindex, $g_F(j,k)$ die Zeitobergrenze der k -ten Klasse der j -ten AA und $r_F(j,k)$ die zu dieser Zeitklasse gehörende geforderte relative Häufigkeit der ADLZ, dann ist

$$r_F(j,k) = \text{Prob} \{ t_A(j,k') \leq g_F(j,k) \} \quad \text{für beliebige } k' \text{ und } k = 1, \dots, z(j)$$

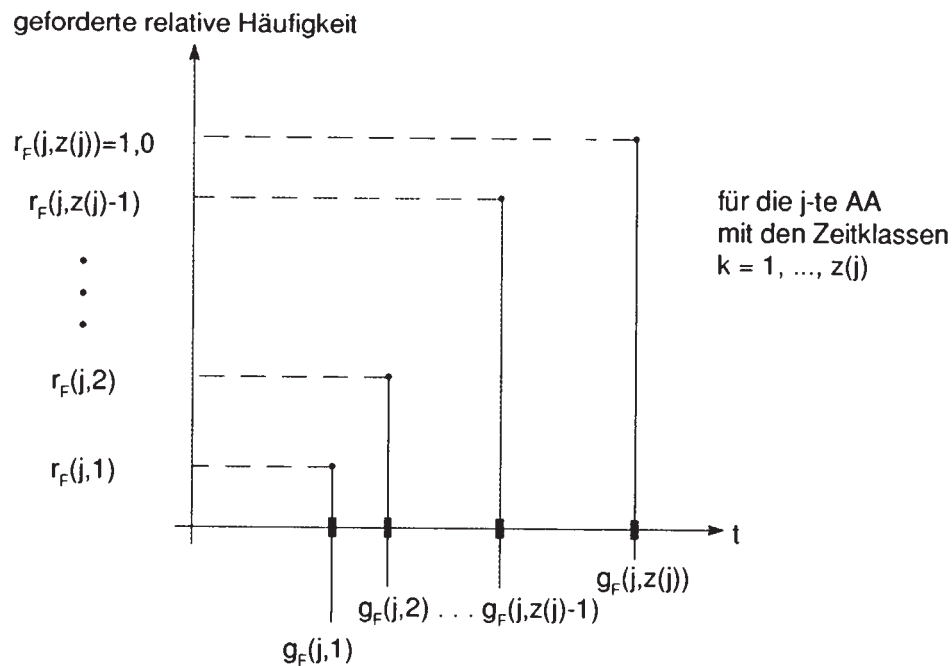


Bild 2. Durchlaufzeitforderung

Definitionsgemäß sind $g_F(j,0) = 0$ sowie $r_F(j,0) = 0$, und es ist immer $r_F(j,z(j)) = 1$.

Es sollte mit möglichst wenigen Zeitklassen $z(j)$ gearbeitet werden. In der Regel werden bis zu drei Klassen ausreichen.