



Untersuchung der Verursachungsgerechtigkeit von normierten CPU-Verbrauchswerten zur Leistungsverrechnung in Rechenzentren





Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	4
1.1	Motivation	5
1.2	Projektrahmen	6
1.3	Projektziele.....	6
2	Status-quo.....	7
2.1	SAP R/3 Architektur von Fresenius Netcare.....	7
2.2	Ziele der IT-Leistungsverrechnung.....	8
2.3	Funktionsweise der IT-Leistungsverrechnung	9
3	Technische Aspekte der SAP-Leistungsermittlung.....	12
3.1	SAP Monitoring-Architektur.....	12
3.2	Integration von SPA und SLAM in SAP	16
4	Analyse des Schwankungsverhaltens im monatlichen Abrechnungsprozess	19
4.1	Datenmaterial	19
4.2	Auswertung	20
5	Untersuchungsergebnisse	31



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geschäftsbereiche Fresenius Netcare.....	5
Abbildung 2: SAP R/3 Architektur bei Fresenius Netcare	7
Abbildung 3: Kategorien von IT-Leistungen und IT-Produkten	9
Abbildung 4: Funktionsweise der IT-Leistungsverrechnung.....	10
Abbildung 5: CCMS Architektur	13
Abbildung 6: Arbeitsschritte, in denen eine CPU-Inanspruchnahme stattfindet [in Anlehnung an SAP 2004].....	15
Abbildung 7: Datenfluss der Leistungsdaten	16
Abbildung 8: Datenfluss SPA	17
Abbildung 9: Datenfluss SLAM	18
Abbildung 10: Datenmaterial.....	19
Abbildung 11: Variationskoeffizientenanalyse der kombinierten Transaktions- und Programmaufrufe.....	22
Abbildung 12: Variationskoeffizientenanalyse der Eingabemasken der Transaktion VA01 ..	23
Abbildung 13: Histogramme ausgewählter Eingabemasken der Transaktion VA01 (CPU- Millisekunden).....	24
Abbildung 14: Untersuchungsziel.....	25
Abbildung 15: Nicht normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA01 / 4001.....	26
Abbildung 16: Normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA01 / 4001.....	26
Abbildung 17: Nicht Normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA02 / 4001.....	26
Abbildung 18: Normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA02 / 4001.....	27
Abbildung 19: Normierung der Transaktion FB01 / 0300.....	27
Abbildung 20: Clusteranalyse der Transaktion VA01 / 4001	28
Abbildung 21: Nicht normierte CPU-Verbrauchszeiten der Transaktion VA01 / 4001 aufgeteilt nach Clustern	29
Abbildung 22: Normierte CPU-Verbrauchszeiten der Transaktion VA01 / 4001 aufgeteilt nach Clustern	29
Abbildung 23: Korrektur des Normierungsfaktors für Transaktion VA01 / 4001, Server d22sun61.....	30



1 Einführung

Die Fresenius Netcare GmbH ist ein Unternehmensbestandteil des Gesundheitskonzerns Fresenius. Mit ca. 220 Mitarbeitern konzentriert sich Fresenius Netcare – als ehemalige Informatikabteilung von Fresenius – konzernintern als auch -extern auf die Erbringung von IT – Dienstleistungen. Der Produktfokus richtet sich vor allem auf SAP Standardsoftware und Kommunikationslösungen mit Lotus Software.

Unternehmensintern (siehe Abbildung 1) gliedert sich Fresenius Netcare in die drei Geschäftsbereiche Gesundheitswesen, Unternehmensplanung und Management mit SAP und Kommunikationslösungen mit Lotus Software. Die horizontal dargestellte Dimension beschreibt die angebotenen IT-Dienstleistungen, welche sich über den gesamten Produktlebenszyklus (Planung, Entwicklung, Betrieb) erstrecken. Kunden des ersten Geschäftsbereiches sind Krankenhäuser oder Klinikverbünde. Fresenius Netcare bietet in diesem Segment, auf dem Standardprodukt SAP basierende „Spezialmodule“ (IS-H, IS-H*Med) an. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, eine Vielzahl an weiteren Krankenhausanwendungen über Schnittstellen zu integrieren. Der zweite Geschäftsbereich, Unternehmensplanung und Management mit SAP, stellt Kunden die gesamte SAP-Produktpalette für die strategische als auch operative Entscheidungsfindung zur Verfügung. Hierzu zählen neben weiteren Modulen, z. B. das SAP-Business Warehouse, Module aus der Finanz- und Anlagenbuchhaltung oder Module für die Lagerwirtschaft. Der letzte Geschäftsbereich „Kommunikationslösungen mit Lotus Software“ deckt ein breites Spektrum an so genannten Commodity - Produkten zur Kommunikation und Datenverwaltung ab.



		IT - Services		
		Preparation	Implementation	Operation
Geschäftsbereiche	Gesundheitswesen	SAP-Unterstützung: betriebswirtschaftliche Standardsoftware (FI, CO, ...) branchenspezifische SAP - Lösungen (IS-H, IS-H*Med) Integration / Entwicklung von Speziallösungen		
	Unternehmensplanung und Management mit SAP	SAP-Unterstützung: Advanced Business Intelligence Advanced Finance and Administration Advanced Business Partner Collaboration Advanced Stock Management and Manufacturing		
	Kommunikationslösungen mit Lotus Software	Integrierte Kommunikationssysteme Intranet / Internet Collaboration Solutions sonst. Applikationen (Help Desk, CRM, Patient Mng.Tools, etc.)		

Abbildung 1: Geschäftsbereiche Fresenius Netcare

1.1 Motivation

Das Produktportfolio von Fresenius Netcare setzt sich überwiegend aus Standardsoftwareprodukten der Firma SAP zusammen. Um die monatliche Abrechnung für den Betrieb und die Wartung dieser Produkte für ihre Kunden erstellen zu können, wurden zusammen mit der Firma syskoplan die Softwaretools SPA (SAP Process Accounting) und SLAM (Service Level & Accounting Manager) zur CPU-Zeitermittlung eingeführt. SPA als auch SLAM sind vollständig in die Anwendungssoftware von SAP integriert. Aufgabe von SPA ist die Erfassung und Sammlung von Leistungsarten (beispielsweise verbrauchte CPU-Zeit pro Transaktion / Programm) für jedes laufende SAP – System. Hierzu bedient sich SPA der Schnittstelle zum SAP-internen Verbrauchsdatenkollektor CCMS (Computer Center Management System). SLAM kombiniert die für jedes Einzelsystem gesammelten SPA–Daten und leitet diese, mit paralleler Kostenverrechnung, an das "Sales and Distribution Modul" von SAP weiter.

Nach der erfolgreichen Einführung von SPA und SLAM bei Fresenius Netcare sind allerdings Abweichungen zu Vormonaten in den Abrechnungen aufgetreten. Diese äusserten sich in einem bisher nicht erklärbaren Schwankungsverhalten der in Rechnung gestellten CPU-Verbrauchswerte. Als eine erste Ursache identifizierte man den Einsatz unterschiedlich leistungsfähiger Rechnersysteme, weshalb das Performancemass SPECint2000 zur



Normierung der CPU-Zeiten zum Einsatz kam. Innerhalb von SLAM wurden somit nicht mehr CPU-Zeiten, sondern normierte und damit vergleichbare, CPU-Verbrauchsdaten auf die Kostenstellen verrechnet. Dessen ungeachtet bewegen sich die Schwankungen immer noch in einer nicht akzeptablen Bandbreite.

1.2 Projektrahmen

Das Projekt entstand in enger Zusammenarbeit mit der Firma syskoplan AG und Fresenius Netcare GmbH im Februar 2005. Wie bereits in der Projektmotivation geschildert wurde, belieferte syskoplan die Firma Fresenius Netcare mit zwei Syskoplan-Softwaremodulen (SAP Add-Ons). Die wesentliche Aufgabe der beiden Softwaremodule besteht in der Bestimmung des kundenbezogenen Leistungsverbrauches bei der Nutzung der SAP-Systemen.

Als Ansprechpartner auf Kundenseite (Fresenius Netcare) standen Bereichs- und Abteilungsleiter aus dem Bereich Controlling und Rechenzentrumsbetrieb zur Verfügung.

1.3 Projektziele

Als Projektziele wurden, im Rahmen einer ersten Besprechung mit Verantwortlichen aus dem Controlling Bereich, von Fresenius Netcare die drei folgenden Ziele definiert:

1. Aufnahme des Ist-Zustandes und Voranalyse der bereits vorliegenden historischen Datenbestände der SAP-Systeme
2. Analyse des Schwankungsverhaltens im monatlichen Abrechnungsprozess
3. Erklärung der festgestellten Schwankungen

2 Status-quo

2.1 SAP R/3 Architektur von Fresenius Netcare

Fresenius Netcare setzt ausschließlich Rechnersysteme der Firma SUN basierend auf einer UNIX-Plattform ein. Um den Untersuchungsumfang in seiner Breite einzuschränken, werden in den nachfolgenden Untersuchungen und Betrachtungen ausschließlich Daten der Fresenius SAP-R/3-Systeme P11 und P12 zugrunde gelegt.

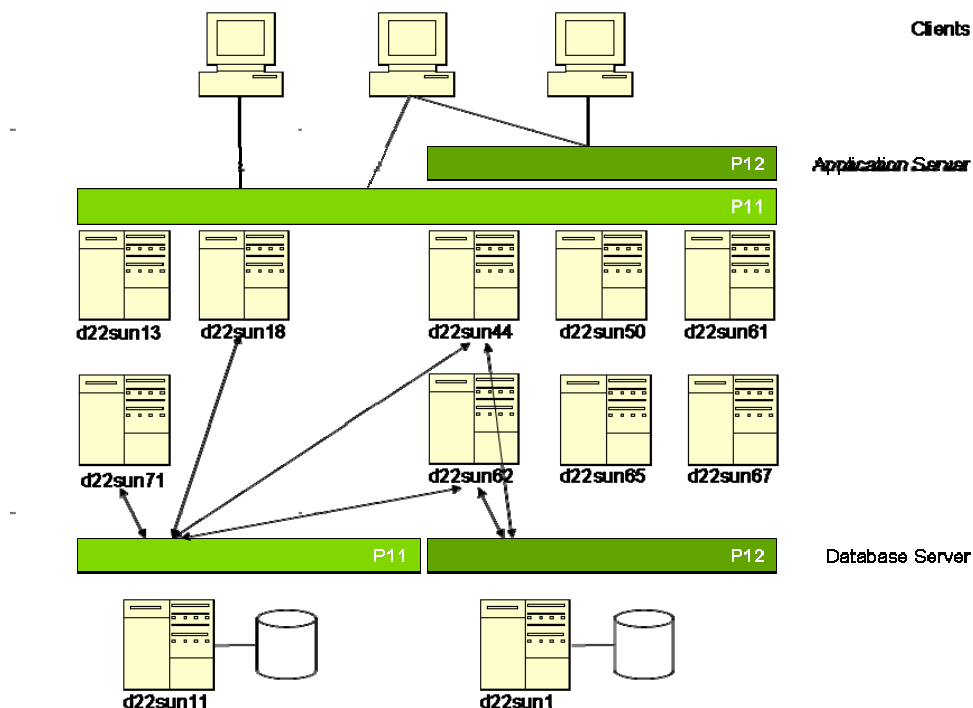


Abbildung 2: SAP R/3 Architektur bei Fresenius Netcare

Beide Anwendungssysteme unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der installierten SAP Module als auch in der Anzahl der eingetragenen Benutzer. Das System P11 bietet ca. 3500 Nutzern die Module FI, CO, SD, MM, PP, QM und Online Store an. P12 hostet ein Modul zur Lagerverwaltung (ELVIS), eine Eigenentwicklung von Fresenius Netcare, basierend auf der Abap Workbench von SAP. Auf P12 haben ca. 1000 Nutzer Zugriff. Aufgrund der differierenden Nutzerzahl sind die Systeme unterschiedlich groß dimensioniert.

Abbildung 2 stellt die Hardware- und Anwendungslandschaft bei Fresenius Netcare grafisch dar. Zu sehen sind im oberen Teil die Clients, die je nach Rechtevergabe Zugriff entweder nur auf eines der beiden Systeme (P11 oder P12) oder auf beide Systeme besitzen (mittlerer



Client). Die Ebene der Anwendungsserver (logische Anwendungsschicht) ist aufgrund der Trennung der Anwendungssysteme hardwaretechnisch in zwei Bereiche getrennt. Die sechs Rechner auf der rechten Seite betreiben zeitgleich die Anwendungssysteme P11 und P12, was auch durch die horizontal darüber liegenden Balken angedeutet wird. Daneben werden drei weitere Rechner (d22sun13, d22sun18 und d22sun71) betrieben, welche ausschließlich Teile des P11-Systems hosten. Auf der tiefsten Schicht (Database Server oder Datenhaltungsschicht), unterhält Fresenius Netcare zwei Datenbankserver; für jedes SAP R/3-System einen. Da auf dem rechten Teil der Anwendungsserver zeitgleich beide SAP R/3 Systeme ablaufen, haben diese Rechner Zugriff auf die zwei Datenbankserver. Der linke Teil hingegen kann nur Datenbankabfragen an den Server d22sun11 stellen.

Nachfolgend gibt Tabelle 1 einen vollständigen Überblick über die Rechnerkonfigurationen:

Server Name	Category	System	Type	No. CPU	CPU Type	RAM (MB)	Int. Disk	Server OS	SPECint
d22sun1	Unix	P12 DB-Server	SunFire 6800 / Domain A	10	Sparc III 750 MHz	10240	Int. 6 x 18 GB	Solaris 9	2,81680
d22sun11	Unix	P11 DB-Server	SunFire 6800 / Domain C	10	Sparc III 1200 MHz	24576	4 * 36 GB	Solaris 9	5,07520
d22sun13	Unix	P11	Sun Fire V240	2	SPARC IIIi 1 GHz	8192	Int. 2 x 36 GB	Solaris 9	3,91197
d22sun18	Unix	P11	SunFire V440	4	SPARC IIIi 1,280 GHz	16384	Int. 4 x 36 GB	Solaris 9	5,00715
d22sun44	Unix	P11, P12	SunFire V440	4	SPARC IIIi 1,280 GHz	16384	Int. 4 x 36 GB	Solaris 9	5,00715
d22sun50	Unix	P11, P12	SunFire V440	4	SPARC IIIi 1 GHz	8192	Int. 4 x 36 GB	Solaris 9	5,00715
d22sun61	Unix	P11, P12	SunFire V480	4	Sparc III 900 MHz	8192	Int. 2 x 36 GB	Solaris 9	3,04459
d22sun62	Unix	P11, P12	SunFire 280 R	2	Sparc III 750 MHz	8192	Int. 2 x 36 GB	Solaris 2.8	3,04459
d22sun65	Unix	P11, P12	SunFire 280 R	2	Sparc III 900 MHz	8192		Solaris 2.8	3,81559
d22sun67	Unix	P11, P12	SunFire 280 R	2	Sparc III 900 MHz	8192	Int. 2 x 73 GB	Solaris 2.8	3,81559
d22sun71	Unix	P11	SunFire V440	4	SPARC IIIi 1,280 GHz	16384	Int. 4 x 36 GB	Solaris 9	5,00715

Tabelle 1: Hardwarelandschaft bei Fresenius Netcare

2.2 Ziele der IT-Leistungsverrechnung

Wie bereits in der Einführung angesprochen wurde, ist Fresenius Netcare eine selbstständige legale Einheit des Fresenius Konzerns. Neben internen Geschäftskunden, wie beispielsweise Geschäftsbereichen aus anderen Tochterunternehmen, generiert Fresenius Netcare auch mit externen Kunden Geschäft.

Eines der Hauptziele ist somit die verursachungsgerechte Zuordnung von in Anspruch genommen IT-Leistungen zu ihren Konsumenten (Kunden) – intern wie auch extern –, um eine gerechte Verrechnung zu ermöglichen.

Damit verbunden ist die Zielsetzung eine nach außen gerichtete Kostentransparenz zu



schaffen. Fresenius Netcare wählte hierfür als Verrechnungseinheit IT-Basisleistungen der Kategorie 1 (siehe Abbildung 3).

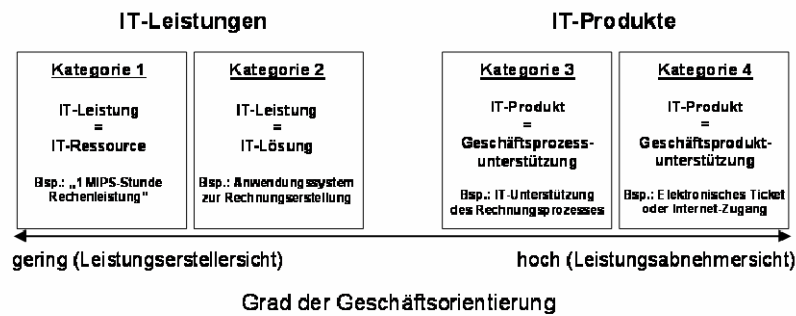


Abbildung 3: Kategorien von IT-Leistungen und IT-Produkten

Diese Produktkategorie ist dadurch charakterisiert, dass lediglich rudimentäre IT-Leistungen, wie beispielsweise Rechenleistung, Speicherleistung oder Übertragungsleistung verwendet werden. Innerhalb der IT-Basisleistungen entschied man sich bei Fresenius Netcare für die in Rechnungsstellung von Server- und Datenbank-CPU-Zeiten.

Als dritte Zielsetzung der IT-Leistungsverrechnung gilt die Steuerung der Systemauslastung. Hierfür implementierte Fresenius Netcare eine Pricing-Strategie, die einen Tag in drei Abschnitte (Schichten) unterteilt. Jeder Schicht wurden separat Preise pro Abnahmeeinheit zugeordnet, welche sich ausschließlich an der erfahrungsgemäß anliegenden Serverlast ausrichten. So wird Schichten mit tendenziell niedriger Systemauslastung ein dementsprechend niedriger Preis pro CPU-Sekunde zugeordnet, um Kunden über den Abnahmepreis dazu zu bewegen, nicht dringende Arbeitsaufgaben in diese Zeiträume zu verlagern. Vice versa erhalten Zeiträume mit sehr hohen Auslastungen demgemäß hohe Abnahmepreise. Durchbrochen wird die Pricing-Strategie ausschließlich bei ausgewählten Großkunden.

2.3 Funktionsweise der IT-Leistungsverrechnung

Die Funktionsweise der IT-Leistungsverrechnung lässt sich, bezogen auf den Rechnungsstellungsprozess gegenüber Kunden von Fresenius Netcare, in sechs Hauptschritte untergliedern (siehe Abbildung 4).

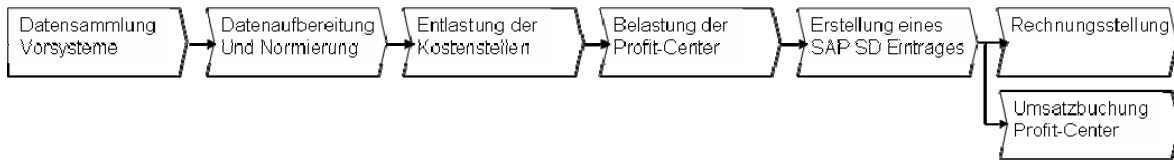


Abbildung 4: Funktionsweise der IT-Leistungsverrechnung

Um dem Anspruch nach Verursachungsgerechtigkeit gerecht zu werden, werden im ersten Prozessschritt kontinuierlich Verbrauchsdaten der Kunden auf den einzelnen Systemen gesammelt. SAP R/3 ermöglicht hier die benutzerbezogene Sammlung von Verbrauchsdaten, weshalb in den nachfolgenden Schritten eine Zuordnung des SAP-Benutzers zum Kunden möglich ist. Fresenius Netcare sammelt auf dieser Ebene ausschließlich folgende Verbrauchsdaten (Auflistung ohne Zuordnungsdaten, wie beispielsweise Nutzer, Transaktion, etc.):

Daten des Applikationsservers:

- CPU-Zeit: Die CPU-Zeit gibt an, wie lange (in Millisekunden) eine SAP-Transaktion die Applikationsserver-CPU in Anspruch genommen hat. Die CPU-Zeit enthält ausschließlich die Verbrauchswerte des SAP-Servers und nicht auch die des Datenbank-Servers.

Daten des Datenbanksystems, welche vom Applikationsserver aus gemessen wurden:

- Read-Sequential-Time: Diese Maßgröße gibt an, wie lange ein so genannter Sequential-Read auf der Datenbank gedauert hat.
- Read-Direct-Time: Gibt die Zeit an, wie viel Zeit ein Direct-Read auf der Datenbank in Anspruch genommen hat.
- Change-Time: Die Change-Time ist die Zeit, die für die Änderung eines Datensatzes notwendig war.

Der zweite Prozessschritt dient der Datenaufbereitung und Normierung. Eine Normierung der einzelnen CPU-Zeiten wird deshalb vorgenommen, weil sich die einzelnen Rechner in den SAP-Systemen jeweils voneinander unterscheiden (siehe Tabelle 1). Aus diesem Grund



werden die gemessenen CPU-Zeiten über zuvor ermittelte Benchmarking-Werte standardisiert und somit vergleichbar gemacht.

Berechnungsformel des Gesamtverbrauches einer Transaktion:

$$V = \text{CPU}^M * \text{SPEC}^M + \text{DBZ}^D * \text{SPEC}^D$$

Gesamtverbrauch	V
Server	M
Datenbank	D
Datenbankzeit	DBZ = Read Sequential Time + Read Direct Time + Change Time
Serverzeit	CPU

Ist die Standardisierung erfolgt, werden im Prozessschritt drei und vier die internen Kostenstellen entlastet und die Profit-Center entsprechend der Verbrauchsdaten belastet. Hierbei erfolgt eine kostenmäßige Bewertung der in Anspruch genommenen Mengen. Im Anschluss daran wird ein SAP SD Eintrag erzeugt, um im letzten Schritt die Rechnungsstellung zu veranlassen. Parallel zur Rechnungsstellung, wird eine Umsatzbuchung auf Profit-Center-Ebene erzeugt.

Das Generieren der kundenspezifischen Rechnung auf Basis der bezogenen IT-Basisleistungen CPU-Zeit und DB-Zeit (repräsentiert durch Read-Sequential-Time, Read-Direct-Time und Change-Time) erfolgt nach folgendem Schema. Zunächst werden die CPU-Zeiten für Server und Datenbank getrennt voneinander normiert. Dies geschieht, indem die CPU-Zeiten und DB-Zeiten jeweils mit einem einmalig ermittelten und gerätespezifischen Normierungsfaktor multipliziert werden. Daran anschließend werden beide Faktoren addiert und es erfolgt die Einordnung in das Schichtenschema von Fresenius Netcare, welches letztendlich den Preis pro verbrauchter IT-Basisleistung festlegt.



3 Technische Aspekte der SAP-Leistungsermittlung

In diesem Kapitel wird die SAP interne Monitor-Architektur, in Hinblick auf die Erhebung von CPU-Leistungsdaten, beschrieben. Den Abschluss bildet die Darstellung der Schnittstellen von SPA zu CCMS.

3.1 *SAP Monitoring-Architektur*

Das zentrale Element der SAP-Monitoring-Architektur ist das CCMS (Computer Center Management System). CCMS wird mit jedem SAP-Grundsystem ausgeliefert und bildet die Grundlage zum Performance Monitoring von SAP Anwendungssystemen. Aufgrund der hohen Flexibilität von SAP Anwendungssystemen, hinsichtlich der Einsetzbarkeit auf unterschiedlichen Hardwarekomponenten und Betriebssystemen, sowie der hoch flexiblen Ausgestaltung der verwendeten SAP Module, stellt CCMS zunächst eine generische Plattform zur Verfügung.

Abbildung 5 stellt diese auf der rechten Seite generisch und auf der linken Seite, anhand des zu beobachtenden Objektes „Central Processing Unit“ (CPU), konkret dar. Die Elemente der generischen Struktur lassen sich wie folgt beschreiben:

a) Data Supplier (Datenlieferant)

Die Datenlieferanten innerhalb der CCMS Monitoring Architektur beliefern die darüber liegenden Monitoring Objects mit „Rohdaten“. Hierbei handelt es sich nicht nur um Betriebssystemdaten, sondern auch um Daten über die Netzwerkauslastung, Anzahl durchgeführter Transaktionen etc. Datenlieferanten sind innerhalb oder außerhalb von SAP befindliche Programme.

b) Data Consumer

Data Consumer sind im Sinne der CCMS-Architektur der Alert Monitor, der Monitor sowie das API (Application Programming Interface). Diese fordern die durch die Datenlieferanten gelieferten Daten in aufbereiteter Form von der Monitoring Architecture an.

c) Monitoring Objects

Zu beobachtende Objekte stellen beispielsweise die CPU – wie auf der linken Seite bereits dargestellt – oder das Netzwerk dar. Die Objekte selbst verkörpern noch keine aufbereiteten Daten, sondern stellen lediglich Objekte dar, die beobachtet werden.

d) Monitoring Attributes

Ein Attribut ist immer genau einem Monitoring Object zugeordnet und stellt eine konkrete Ausprägung einer Kennzahl dar. Diese kann entweder atomar sein oder sich aus mehreren Komponenten, wie zum Beispiel der durchschnittlichen CPU-Auslastung, zusammensetzen.

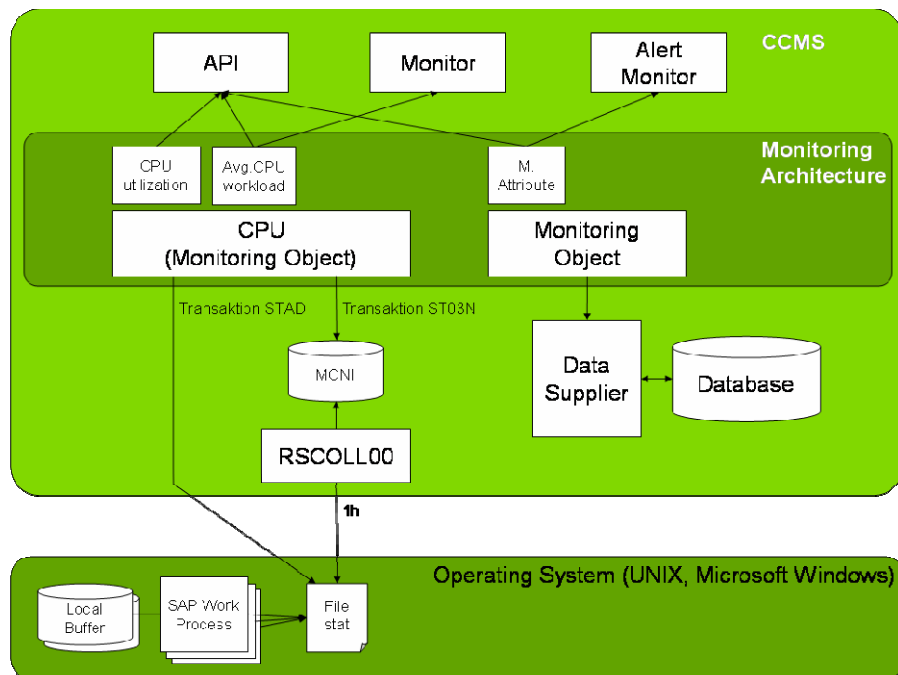


Abbildung 5: CCMS Architektur

Wie der linken Seite der Abbildung entnommen werden kann, ist der reale Aufbau unter Umständen komplexer. In diesem Szenario ist die Ermittlung von Betriebssystemdaten dargestellt. Wie bereits vorher angesprochen, existieren weiterhin die Datenkonsumenten als Endverbraucher der gesammelten Informationen. Diese greifen direkt auf verschiedene Monitoring Attribute zu, hier „CPU utilization“ und „average CPU workload“, welche sich auf das Monitoring Object CPU beziehen. Die für die Attribute notwendigen Daten werden



direkt in den SAP-Arbeitsprozessen erhoben. Hierfür greift der durch eine Transaktion genutzte Arbeitsprozess direkt auf den Kernel zu, um die verbrauchte CPU-Zeit einer Transaktion zu ermitteln. Aus Performancegründen werden diese Daten allerdings nicht direkt in die SAP-Datenbank geschrieben, sondern in eine auf dem Dateisystem des Servers liegende Datei (in der Abbildung „File stat“). Auf diese Datei greifen hauptsächlich zwei SAP-Komponenten zu. Zum einen das Programm RSCOLL00. Dieses Programm wird in der Standardeinstellung von SAP stündlich aufgerufen. Je nach Konfiguration von RSCOLL00 werden zudem bis zu 20 Unterprogramme der Reihe nach aufgerufen. Zuständig für das Auslesen der Datei „stat“ ist das Unterprogramm RSSTAT83 (früher RSSTAT80). Dieses Unterprogramm liest die lokal vorliegenden Dateien der einzelnen Instanzen aus und schreibt die gesammelten Daten in die SAP-interne Tabelle MONI. Neben der reinen Sammelfunktion ist RSSTAT80 des weiteren für die Aggregation der eingelesenen Daten zuständig. Durch RSSTAT80 werden automatisch Aggregate auf Tages-, Wochen- und Monatsbasis generiert. Auf der anderen Seite greift die Transaktion STAD bei Benutzeranforderung direkt über die Monitoring Objekte auf die Datei „stat“ zu.

Nachdem der gesamte Prozess des Sammelns, Verarbeitens und Speicherns beschrieben wurde, soll nun vertieft auf die Erhebung der CPU-Zeit durch den Arbeitsprozess, sowie auf die Abarbeitungsschritte, in denen die CPU von SAP-Transaktionen genutzt wird, eingegangen werden. Abbildung 6 bildet hierfür die Grundlage. Dargestellt ist die schon in vorherigen Kapiteln erwähnte 3-Tier (3 Schichten) Architektur von SAP, bestehend aus Client, Application Server und Database Server. Verbindendes Element ist jeweils die Netzwerkschicht, die die verteilten Komponenten miteinander koppelt. Wie der Abbildung weiter zu entnehmen ist, wird ausschliesslich die CPU-Verwendung auf dem Applikationsserver gemessen. CPU Beanspruchungen auf dem Datenbankserver werden in einer gesonderten Kennzahl erfasst.

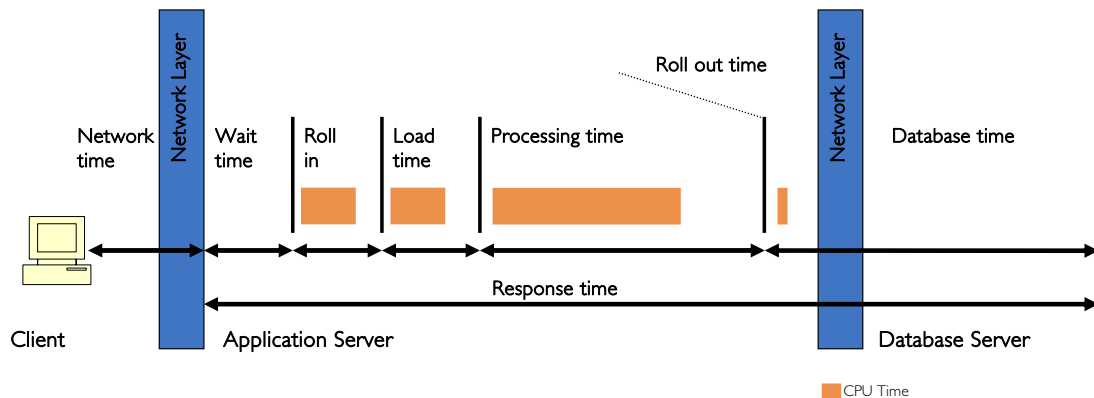


Abbildung 6: Arbeitsschritte, in denen eine CPU-Inanspruchnahme stattfindet [in Anlehnung an SAP 2004]

Die Arbeitsschritte einer einfachen SAP-Transaktion, ohne Hinzunahme eines „Remote Function Calls“ (RFC), setzen sich wie folgt zusammen. Trifft eine Transaktionsanfrage ein, so wird diese in eine Warteschlange eingereiht, sofern kein Arbeitsprozess frei ist. Während dieser Zeitspanne wird die CPU des Applikationsservers nicht in Anspruch genommen („wait time“). Nach frei werden eines Arbeitsprozesses beginnt der sogenannte „Roll in“ und die „Load time“. Beide Arbeitsschritte dienen zur Vorbereitung der Transaktionsanfrage auf die bevorstehende Abarbeitung. Im Anschluss daran findet die eigentliche Bearbeitung der Transaktionsanfrage statt. In Abbildung 6 ist die Bearbeitung (Processing time) als ein Block dargestellt. Jedoch kann je nach Transaktionstyp eine Fragmentierung auftreten, die beispielsweise durch wiederholte Datenbankabfrage auftritt. Dies ist auch der Grund dafür, dass der orangefarbene Block nicht die gesamte Bearbeitungszeit ausfüllt, da die Bearbeitungszeit selbst durch Datenbankabfrage unterbrochen wird. Als letzter Arbeitsschritt, in dem die CPU des Applikationsservers verwendet wird, ist der „Roll out“ dargestellt. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die „reine“ Bearbeitungszeit wie folgt errechnet:

$$\text{Processing time} = \text{Response time} - \text{Wait time} - \text{Roll in} - \text{Roll Wait} - \text{Load} - \text{DB} - \text{Enq} - \text{DB Proc}$$

3.2 Integration von SPA und SLAM in SAP

SPA und SLAM sind zwei von syskoplan angebotene Module zur Erfassung und Aufbereitung von Leistungsmessungen sowie zur kostenrechnerisch bewerteten Weiterverrechnung der gewonnen Leistungsdaten. Abbildung 7 zeigt schematisch die Zusammenhänge zwischen dem SAP-Programm CCMS und den syskoplan Komponenten. Die Datenbasis für SPA bilden die in die zu beobachtenden Systeme integrierten CCMS. Daten der Lieferantensysteme werden durch SPA aufbereitet und von SLAM für Verrechnungszwecke weiterverwendet.

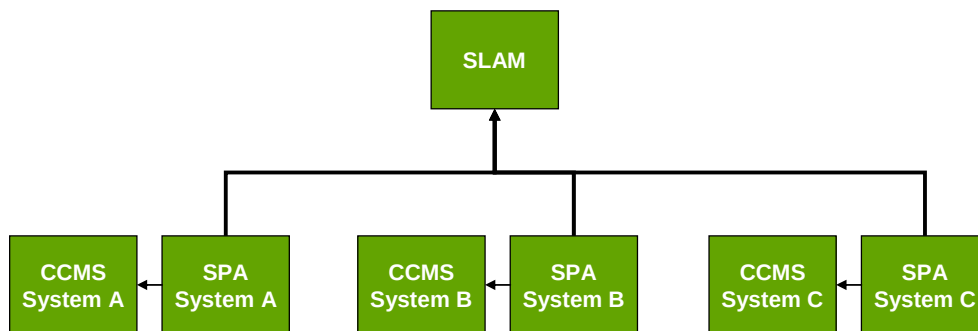


Abbildung 7: Datenfluss der Leistungsdaten

Die Aufgaben von SPA lassen sich in die drei Hauptschritte Sammeln, Verdichten und Speichern einteilen. In Abhängigkeit ob SPOOL- oder Performance-Daten erhoben werden sollen, unterscheiden sich die Prozessschritte in ihren Subprozessen. Erstere werden ausgeblendet, da sich die Untersuchung nur auf CPU-Daten und somit auf den Performancebereich beschränkt. Abbildung 8 zeigt den Gesamtprozess der Datenerfassung und Weiterverarbeitung von Performancedaten. Getriggert wird SPA durch das CCMS spezifische Programm RSCOLL00, welches bereits im vorherigen Kapitel beschrieben wurde. Die Aufruffrequenz ist innerhalb des CCMS frei einstellbar und beträgt in der Standardkonfiguration eine Stunde. Wird RSCOLL00 gestartet, so liest es zunächst aus der Tabelle TCOLL eine Liste mit Unterprogrammen aus, die dann wiederum der Reihe nach abgearbeitet werden. Für den Start von SPA muss das Unterprogramm RSSTAT80 in der Konfiguration aktiviert sein. Während der Ausführung von RSSTAT80 erfolgt standardmäßig der Aufruf eines so genannten USER_EXIT's (ein USER_EXIT_WORKLOAD in SAP ermöglicht Entwicklern das Einfügen von eigenem Softwarecode). Der Aufruf des

USER_EXIT_WORKLOAD bewirkt das Starten des Funktionsbausteines /SYSKO/SPA_COLLECT. Über diesen Funktionsbaustein wiederum, wird der rot abgebildete Prozessschritt „Datenstrom entgegennehmen“ initiiert. Im Weiteren erfolgt die Verdichtung. Diese hat das Ziel, Einzeldatensätze über konfigurierbare Schlüsselfelder zu komprimieren.

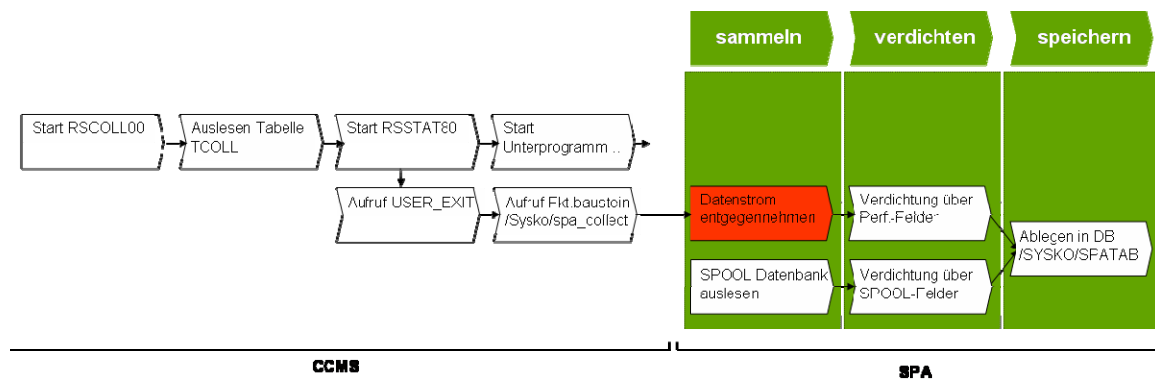


Abbildung 8: Datenfluss SPA

Der Kompressionsalgorithmus aggregiert hierfür alle Performancedaten einer Datenspalte für die die konfigurierten Primärschlüsselspalten übereinstimmend sind. Als letzter Schritt erfolgt die Ablage der aggregierten Daten in der Datenbank /SYSKO/SPATAB.

Neben den drei Hauptprozessschritten, welche die wichtigsten Funktionskriterien von SPA darstellen, existieren darüber hinaus Möglichkeiten zur Datenauswertung. SPA ermöglicht innerhalb von SAP R/3 eine erste Vorauswertung und Selektion der bestehenden Daten in Form von einfachen Berichten im Dialog. Zudem bietet es dem Benutzer die Möglichkeit zum Datenexport nach Excel oder Comma-separated files (CSV) an.

Wie bereits aus Abbildung 7 deutlich hervorgeht, verwendet SLAM (Service Level & Accounting Manager) für das SAP R/3 Accounting das Syskoplanmodul „SPA“. Darüber hinaus verfügt SLAM über Fähigkeiten, Daten aus anderen Vorsystemen zu extrahieren oder einzulesen. Ein Beispiel hierfür ist das Einlesen von betriebssystemnahen Leistungsdaten des Tools UPA (Unix Process Accounting). Des Weiteren bietet es Funktionalitäten zum manuellen Erfassen von Leistungsdaten über in SAP integrierte Dialoge an. Für den Extraktionsprozess benötigt SLAM für jedes Vorsystem (UPA, SPA, etc.) einen separaten Funktionsbaustein, der die jeweiligen Datentransformationen beherrscht und die Datenstruktur des Vorsystems kennt. Syskoplan liefert aus diesem Grund bereits für UPA und



SPA entsprechende Bausteine aus. Der Extraktionsvorgang selbst (siehe Abbildung 9), wird allerdings nicht durch die Funktionsbausteine, sondern durch den Report /sysko/slam_ACCSTD gestartet, welcher bei Aufruf die Funktionsbausteine zur Extraktion nutzt. Nach der erfolgreichen Extraktion gruppiert SLAM die erhaltene Datenmenge nach Anwendungen. Im Anschluss daran erfolgt die Zuordnung eines Leistungsempfängers. Hierfür verwendet SLAM ein Regelwerk, welches wie folgt abgearbeitet wird. 1.) Zuordnung von Leistungsdaten über den Jobnamen, 2.) Zuordnung über vordefinierte Zuordnungssätze, welche in der Tabelle /sysko/slam43 hinterlegt sind, 3.) Zuweisung über die Benutzeridentifikationsnummer, 4.) Zuordnung über das Spezialfeld „Account-ID“ und 5.) Zuweisung über ein externes Programm (Verwendung des USER_EXIT).

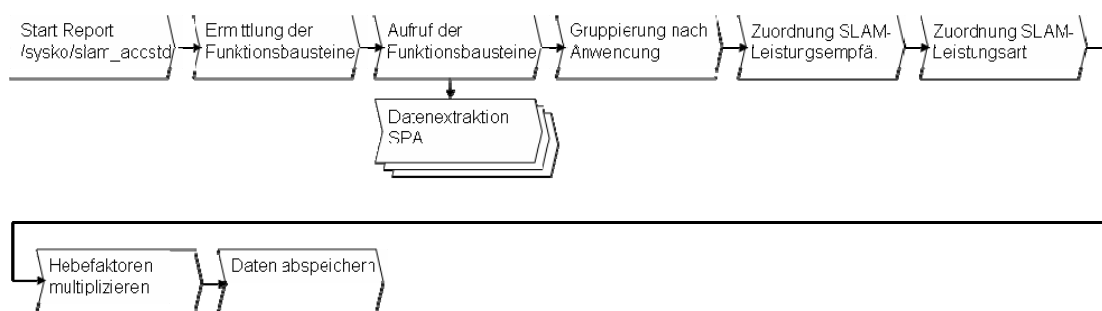


Abbildung 9: Datenfluss SLAM

Konnte der Leistungsempfänger (in der Regel eine Kostenstelle) ermittelt werden, erfolgt die Bestimmung der SLAM-Leistungsart. Zudem gestattet es der Report fallabhängig Hebefaktoren mitzubetrachten. Abschließend werden die Daten abgespeichert.

4 Analyse des Schwankungsverhaltens im monatlichen Abrechnungsprozess

4.1 Datenmaterial

Das von Fresenius Netcare zur Verfügung gestellte Datenmaterial lässt sich entlang von zwei Dimensionen beschreiben (siehe Abbildung 10). Zum einen lassen sich nicht normierte von normierten Datensätzen unterscheiden.

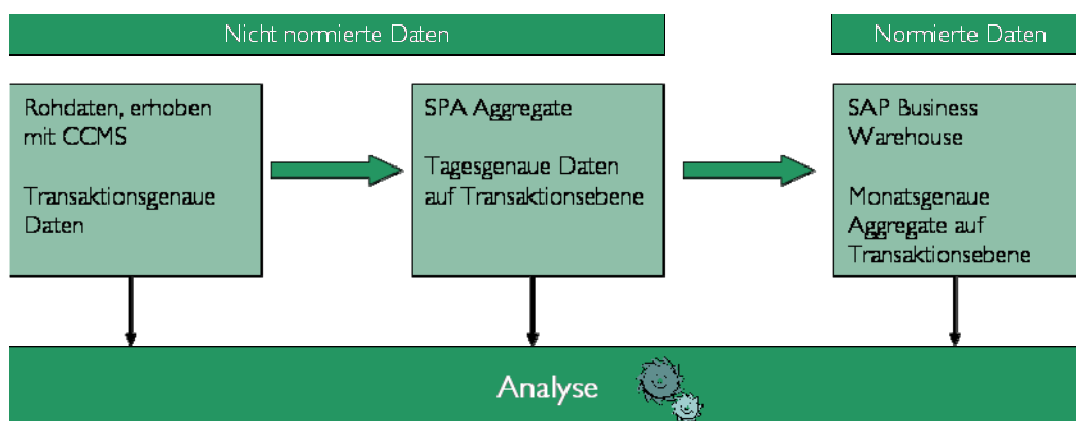


Abbildung 10: Datenmaterial

Die Normierung dient dazu, wie bereits eingangs erläutert, Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Rechnertypen zu nivellieren. Darunter ordnen sich drei Schnittstellen ein an denen Daten aus den SAP R/3-Systemen bezogen werden können. Die Rohdaten stammen aus dem von SAP zur Verfügung gestellten CCMS. Aufgrund der Systemnähe, besitzen diese Daten den höchsten Detaillierungsgrad, weswegen eine Langzeitaufzeichnung aufgrund des hohen Datenvolumens an dieser Stelle nicht möglich war. So erzeugten die Fresenius Netcare Systeme P11 und P12 innerhalb von zwei normalen Arbeitstagen ein Datenvolumen von circa einem Gigabyte, was circa 3,6 Millionen Datensätzen entspricht. Die nächst höher gelegene Schnittstelle in der Aggregationshierarchie sind SPA-Daten. Daten auf diesem Niveau sind tagesgenau aggregiert und ermöglichen die Analyse auf Nutzer und Transaktionsebene. Allerdings mit der Einschränkung, dass mehrmalige gleiche Transaktionsaufrufe durch einen Nutzer nicht mehr als Einzeldatensätze, sondern addiert dargestellt werden. Das höchste Aggregationsniveau entspricht den Datensätzen, welche im SAP Business Warehouse (SAP-



BW) abgelegt sind. Diese Daten liegen nur in monatsgenauer Form vor und sind bereits durch SLAM, entsprechend den Rechnerleistungen, normiert worden.

Die anschließende statistische Untersuchung basiert in weiten Teilen auf den erhobenen Rohdaten aus dem CCMS von SAP. Die Gründe für diese Entscheidung lagen in der unverfälschten Darstellung und dem hohen Detailgrad der Daten. So war es zudem möglich, die Detaildaten zu aggregieren und die nächsthöhere SPA-Stufe damit zu simulieren.

4.2 Auswertung

Die Auswertung der gesammelten Daten gestaltete sich anfangs zunächst als schwierig, da entsprechende Auswertungstools für eine solche Datenmenge gefunden und installiert werden mussten. Zur Anwendung kam SPSS Version 12.0 für Microsoft Windows, welches über einen ODBC-Adapter Daten aus einer Microsoft Access Datenbank auslas. Um die erhobene Rohdatenmenge überhaupt in ein datenbankfähiges Format zu konvertieren, wurde ein Konverter in Java programmiert.

Als Zusammenfassung der erhobenen Rohdaten können folgende Eckdaten herangezogen werden:

Aufzeichnungszeitraum	11.-12. April und 17.-19. September
Anzahl der Datensätze	Ca. 4 Millionen
Transaktionsarten	Ca. 1400
Benutzer	2281
Durchschnittliche Transaktionsdauer	81,32 ms
Anteil der Benutzertransaktionen an der Gesamtanzahl	Ca. 65 Prozent

Gegenstand der ersten Auswertungsphase war es, die Komplexität der erhobenen Rohdaten zu reduzieren und Teilbereiche zu identifizieren, aus denen die beobachteten Abweichungen stammen könnten. Deshalb konzentrierte sich die Auswertung im ersten Teil ausschließlich



auf kombinierte Transaktions- und Programmaufrufe innerhalb von SAP, batchorientierte Programmaufrufe wurden zunächst nicht mitberücksichtigt.

Abbildung 11 stellt das Ergebnis der ersten Komplexitätsreduktionsanalyse grafisch dar. Auf der X-Achse wurde die jeweilige Anzahl der Transaktionsaufrufe in SAP für den gewählten Zeitraum abgetragen. Transaktion VA01 (rechte, untere Ecke), wurde demnach ca. 170.000 mal während der zwei Apriltage aufgerufen. Die Y-Achse trägt den dazugehörigen Variationskoeffizienten in Prozent ab. Der Variationskoeffizient beschreibt die prozentuale Abweichung der Standardabweichung zu einem Mittelwert. In dieser Analyse berechneten sich die Standardabweichung als auch der Mittelwert aus den erhobenen CPU-Verbrauchswerten einer Transaktion.

Beispiel 1:

Die Transaktion FB01 wird 10 mal während der Betrachtungszeitraums mit jeweils 10 ms CPU-Verbrauch aufgerufen. Es ergibt sich ein Mittelwert von 10 ms und eine Standardabweichung von 0; der Variationskoeffizient beträgt demnach 0 Prozent.

Beispiel 2:

Die Transaktion FB01 wird 10 mal mit folgenden CPU-Verbrauchswerten aufgerufen: 20, 1, 1, 50, 1, 1, 1, 4, 20, 1 ms. Wie im vorherigen Beispiel ergibt sich ein Mittelwert von 10, allerdings eine Standardabweichung von 16,06. Der Variationskoeffizient beträgt rechnerisch 161 Prozent. Das Ergebnis kann so interpretiert werden, dass eine sehr hohe Streuung der CPU-Verbrauchswerte vorliegt.

Als Schlussfolgerung aus den abgebildeten Ergebnissen wählten wir Transaktionen als Untersuchungsobjekt, welche einen besonders hohen Variationskoeffizienten in Verbindung mit großen Aufrufzahlen aufwiesen. In Frage kamen hierfür die Transaktionen VA01, VA02, SA38 und weitere. Begründet lag dies in der Tatsache, dass diese Transaktionen überdurchschnittlich oft aufgerufen wurden und gleichzeitig einen Variationskoeffizienten von über 100 Prozent aufwiesen.

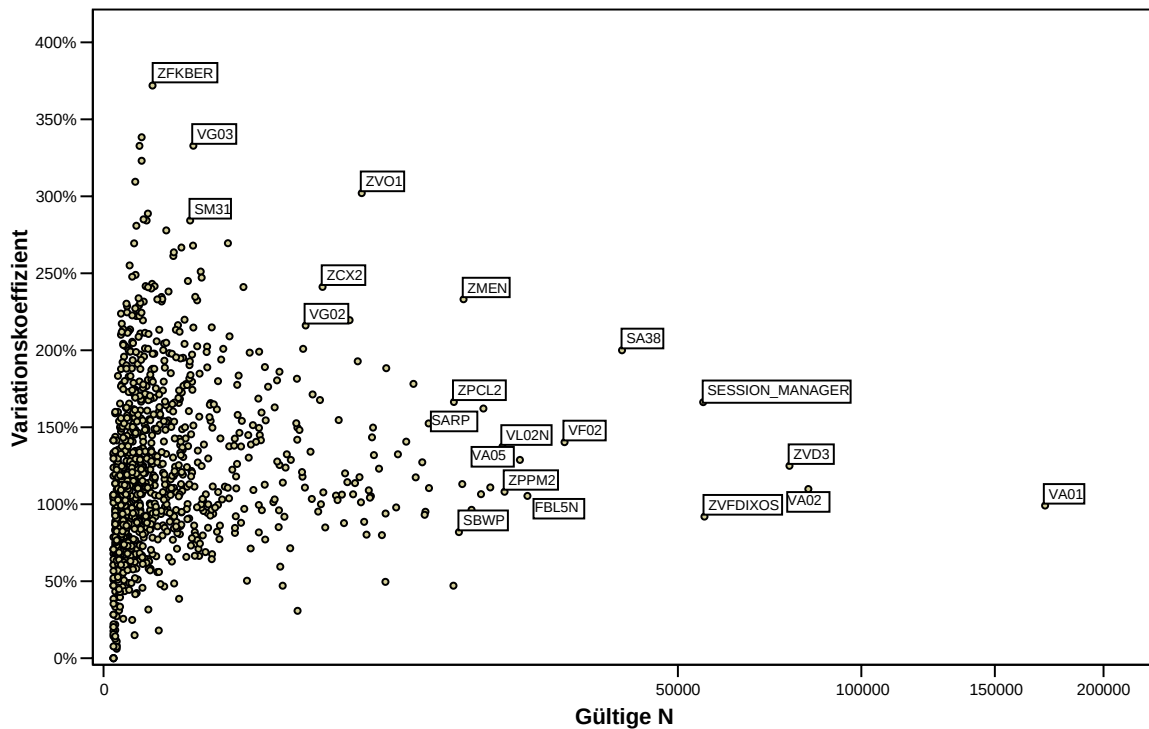


Abbildung 11: Variationskoeffizientenanalyse der kombinierten Transaktions- und Programmaufrufe

Im zweiten Schritt wurde der Aufbau der identifizierten Transaktionen eingehender untersucht. Hierzu ist anzumerken, dass SAP intern nicht nur bis auf Transaktionsebene unterscheidet, sondern darüber hinaus sogenannte „Screens“ (Eingabemasken) beim aufzeichnen der Daten registriert. Die Eingabemasken bezeichnen innerhalb einer Transaktion unterschiedliche Bildschirme, die ein Nutzer zur Eingabe und Berechnung der Daten benötigt. Aus diesem Grund wurden die ausgewählten Transaktionen hinsichtlich ihres Aufruf- und Abweichungsverhaltens mit der gleichen Methode des Variationskoeffizienten untersucht. Abbildung 12 zeigt (Transaktion VA01) die ermittelten Untersuchungsergebnisse. Auffällig ist, dass wieder relativ wenig Eingabemasken überdurchschnittlich oft aufgerufen wurden. Zudem besitzen alle Masken einen Variationskoeffizienten von 25 Prozent oder höher.

Für die nachfolgende Analyse wurde die Eingabemaske 4001 ausgewählt, da diese wiederum besonders häufig mit einem relativ großen Variationskoeffizienten ausgeführt wurde.

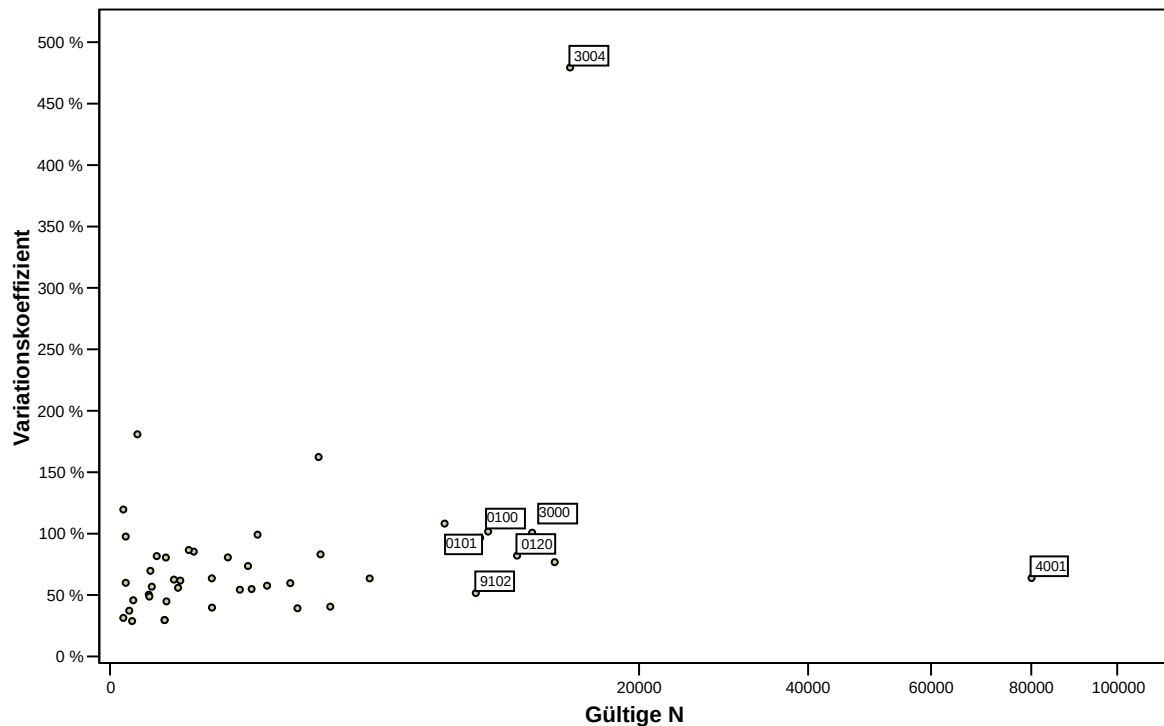


Abbildung 12: Variationskoeffizientenanalyse der Eingabemasken der Transaktion VA01

Neben der Variationskoeffizientenanalyse wurden für vier Eingabemasken Histogramme erzeugt (siehe Abbildung 13). Die X-Achse bildet die beanspruchten CPU-Verbräuche der Transaktion VA01 und der jeweiligen Eingabemaske ab. Die Y-Achse trägt vertikal die Aufrufhäufigkeiten für die abgetragenen CPU-Verbrauchszeiten nach oben auf. So wurde die Transaktion VA01 / 4001 ca. 4300 mal mit einer Transaktionszeit zwischen 0-10 Millisekunden gemessen. Die Mittelwerte und Standardabweichungen befinden sich neben den entsprechenden Diagrammen.

Es ist deutlich festzustellen, dass in Abbildung 13 die Mehrheit der Transaktionsaufrufe eine Transaktionszeit zwischen 0-10 ms verursacht haben. Während die Eingabemaske 3004 in einem schmalbandigen Bereich schwankt, streuen die restlichen drei Eingabemasken deutlich stärker. Die für Eingabemaske 4001 abgebildeten Spitzen, welche in regelmäßigen Abständen auftauchen, konnte durch die Daten nicht erklärt werden. Vermutet wurde zunächst, dass eine Gruppierung möglich wäre, allerdings führte dies zu keinem Ergebnis.

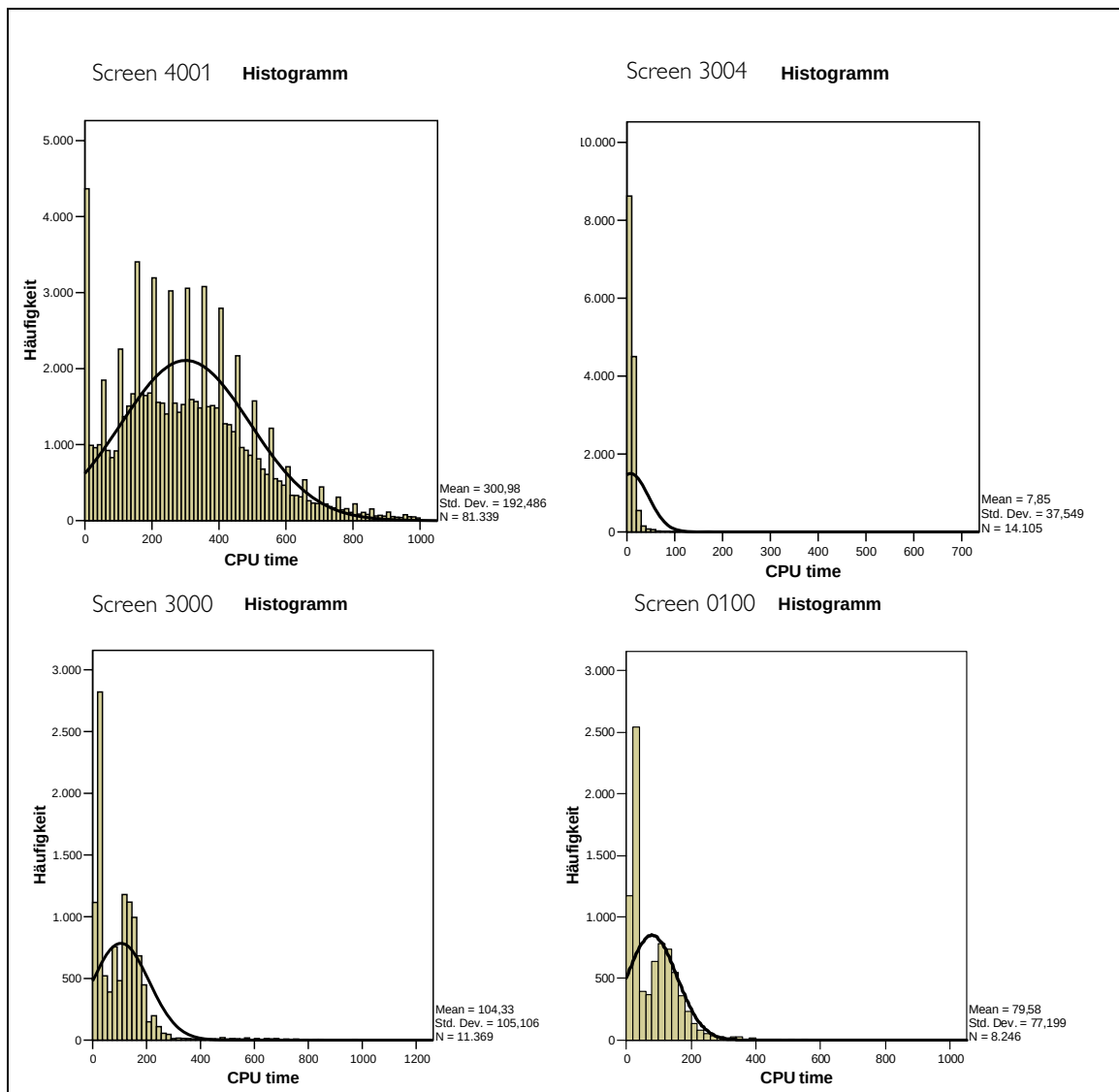


Abbildung 13: Histogramme ausgewählter Eingabemasken der Transaktion VA01 (CPU-Millisekunden)

Bevor mit der weiteren Analyse fortgefahren wird, soll anhand der Abbildung 14 das Ziel der Untersuchung nochmals kurz angeführt werden. Diese Abbildung verdeutlicht, dass aus Kundensicht die Leistungsanspruchnahme einer Transaktion immer zu dem gleichen CPU-Verbrauchsverhalten führen soll. Begründet wird dieses gewünschte Verhalten dadurch, da der Kunde nach verbrauchten CPU-Sekunden abgerechnet wird. Auf der anderen Seite steht der IT-Dienstleister (Fresenius Netcare). Dieser hat das Problem, dass Transaktionsanfragen nicht immer mit dem gleichen Rechner oder Rechnertypen bearbeiteten werden können. Stattdessen regelt ein sogenannter „Load Balancer“ die Verteilung von Anfragen auf

unterschiedliche Server. Ohne Anpassung der abgerechneten CPU-Verbrauchswerte würden somit massive, von der dahinter stehenden Serverlandschaft abhängige Schwankungen entstehen. Dieses Problem versucht die Einführung eines Normierungsfaktors (bei Fresenius Netcare: SPECint) zu beseitigen. Durch rechner spezifische Normierungsfaktoren sollen die Bearbeitungszeitschwankungen, die durch unterschiedliche Leistungsdaten der Server auftreten, eliminiert werden.

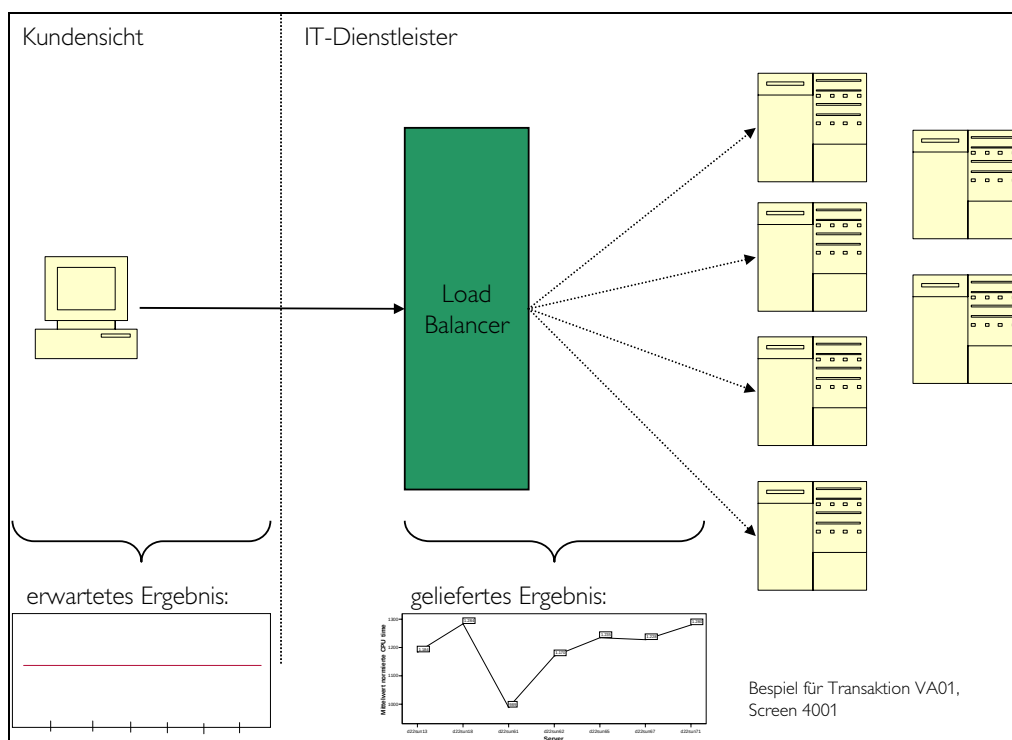


Abbildung 14: Untersuchungsziel

Fortfahrend mit der Analyse, wurden im Anschluss an die Identifikation von besonders schwankenden Transaktions-Eingabemasken-Paaren, die nicht normierten und normierten CPU-Zeiten eines einzelnen Transaktion-Eingabemasken-Paares untersucht.

Abbildung 15 und Abbildung 17 stellen für die Transaktionen VA01 und VA02 das gemessene CPU-Verhaltensverhalten auf unterschiedlichen Servern des Rechenzentrums dar. Auf der X-Achse sind die unterschiedlichen Server mit den Namen d22sunXX abgetragen. Die rot gestrichelten Kästchen markieren dabei diejenigen Serverpaare, welche bautechnisch identisch aufgebaut sind (Paare: d22sun65/d22sun67 und d22sun18/d22sun71).

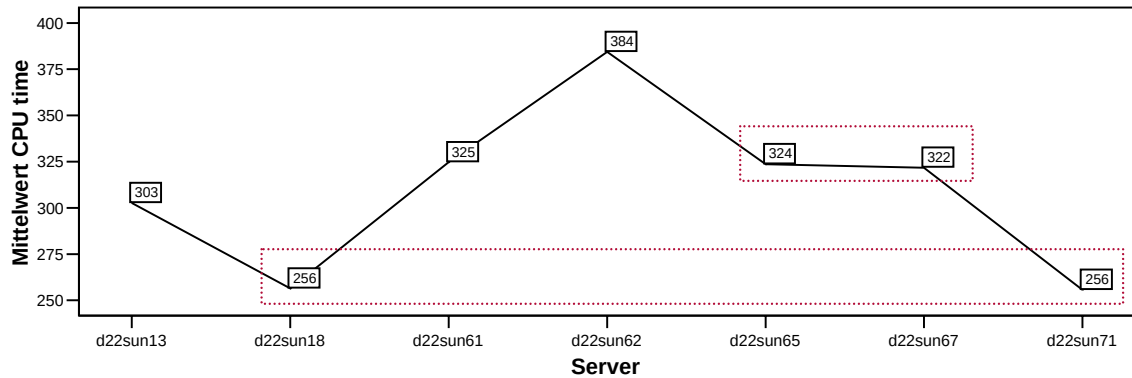


Abbildung 15: Nicht normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA01 / 4001

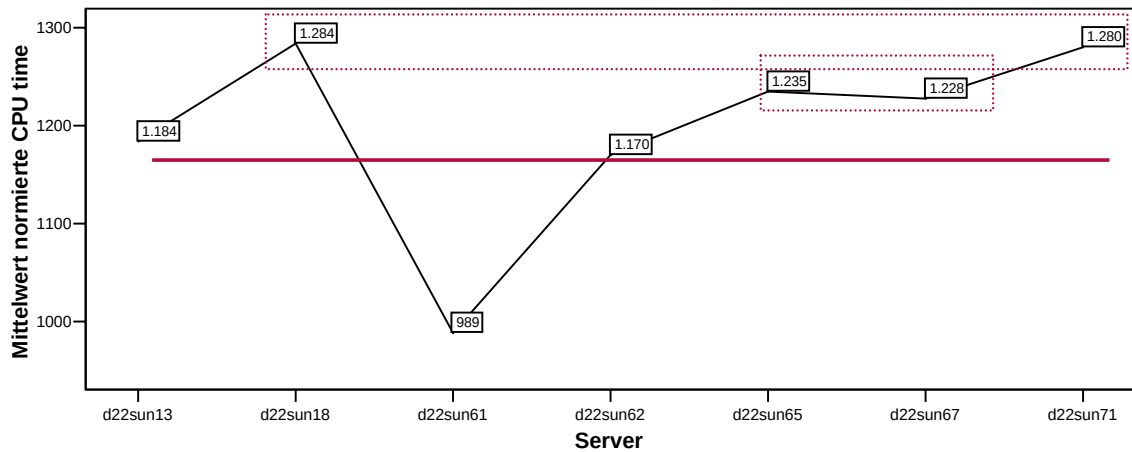


Abbildung 16: Normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA01 / 4001

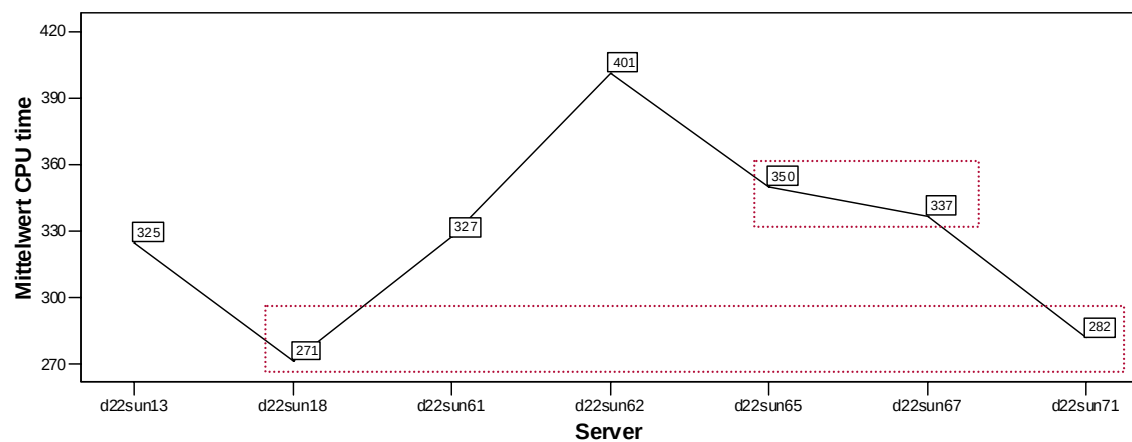


Abbildung 17: Nicht Normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA02 / 4001

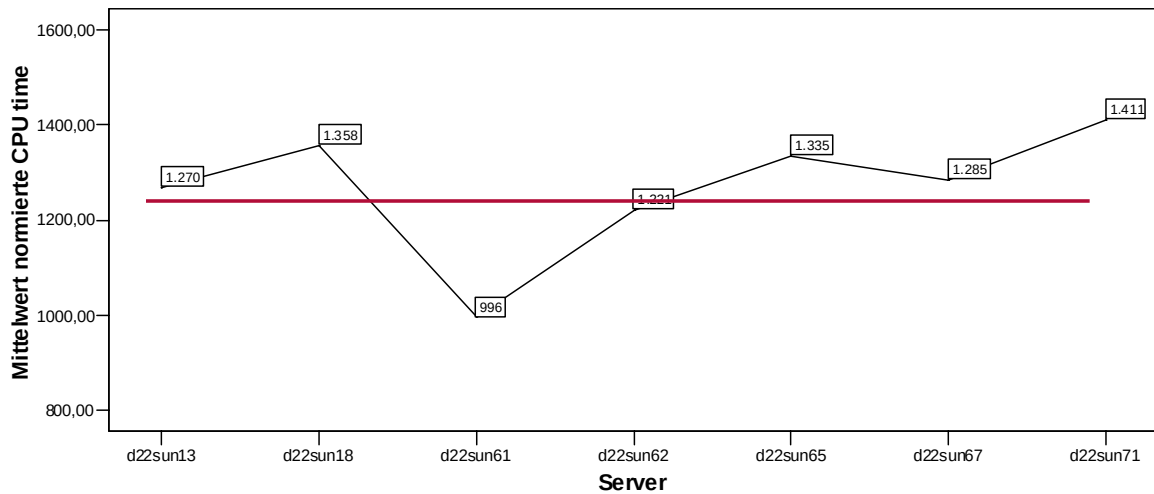


Abbildung 18: Normierte CPU-Verbrauchswerte der Transaktion VA02 / 4001

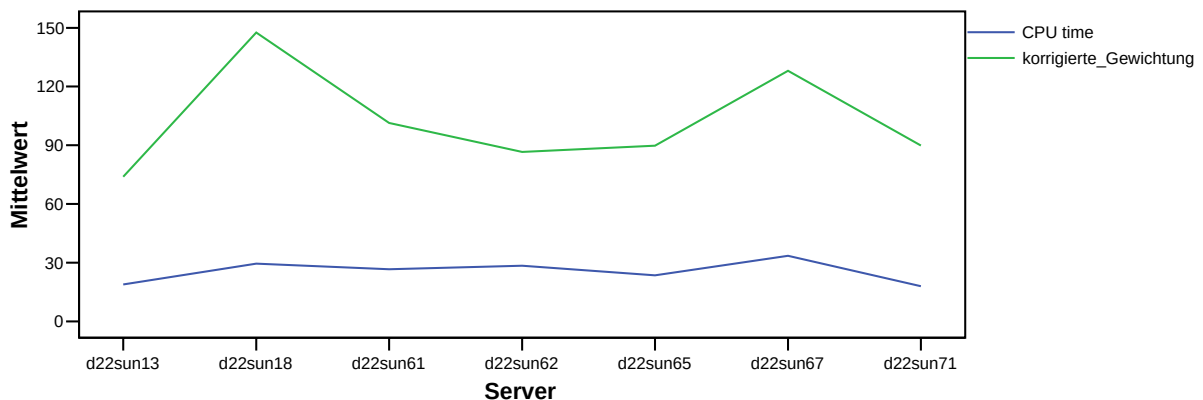


Abbildung 19: Normierung der Transaktion FB01 / 0300

Auffallend an den beiden Grafiken ist, dass sie sich in ihrem Kurvenverlauf stark ähneln. Zudem kann festgestellt werden, dass baugleiche Transaktionen im Mittel die gleichen CPU-Verbrauchszeiten aufweisen. Die Abbildung 16 und Abbildung 18 zeigen die normierten Werte der jeweiligen Transaktionen. Rein optisch konnte keine signifikante Glättung der CPU-Verbrauchswerte durch die Normierungsfaktoren festgestellt werden. Das nicht normierte CPU-Verbrauchsmuster kehrte sich nach Normierung nur um. Gleiche Rechnerbautypen wurden wiederum mit rot gestrichelten Kästchen markiert; die rote Linie symbolisiert den vom Abnehmer erwarteten Kurvenverlauf.

Im Gegensatz zu den Transaktionen VA01 und VA02 zeigt Abbildung 19 ein abweichendes



Ergebnis. Im Fall der Transaktion FB01 / 0300 (Standardtransaktion aus dem Finanzbuchhaltungsmodul), erzielen baugleiche Rechnertypen kein einheitliches Verbrauchsmuster. Des weiteren verstärken sich die Schwankungseffekte der blau eingezeichneten, nicht normierten Verbrauchswerte durch die Normierung extrem. Das Ergebnis weiterer Transaktionsanalysen dieser Art war, dass sich für SAP-Transaktionen kein einheitliches Verbrauchsmuster erkennen lies.

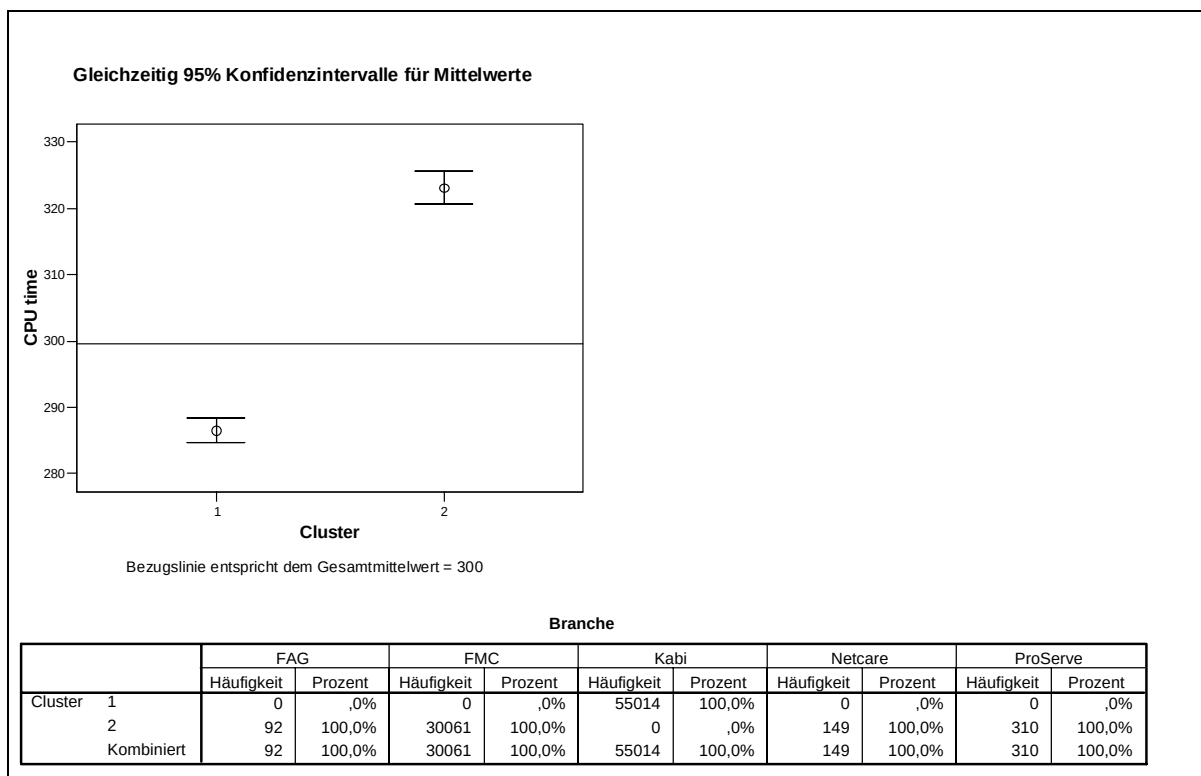


Abbildung 20: Clusteranalyse der Transaktion VA01 / 4001

In einem weiteren Untersuchungsschritt wurde versucht, den gezeigten Kurvenverlauf aus Abbildung 15 und Abbildung 16 (Transaktion VA01 / 4001) in weitere Gruppen zu zerlegen. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt Abbildung 20. Für das Merkmal Branche, in welchem die Ausprägungen FAG / FMC / Kabi / Netcare und ProServe enthalten sind, konnten zwei Cluster identifiziert werden. Cluster 1 vereint mit 55.014 Transaktionen ausschließlich Kabi, während Cluster 2 mit 30.612 Transaktionsaufrufen die restlichen Branchenausprägungen auf sich vereint. Interpretatorisch ist dieses Ergebnis so zu bewerten, dass auf die CPU-Verbrauchszeiten nicht nur SAP Transaktionen und der Rechner einen

Einfluss haben, sondern auch der geschäftsabhängige Transaktionsinhalt (oft als „Business Content“ bezeichnet). Es legt somit den Schluss nahe, dass sich inhaltlich der Kabi-Bereich von den Restlichen signifikant unterscheidet.

Abbildung 21 und Abbildung 22 zeigen die zuvor aufbereiteten Grafiken für die Transaktion VA01 / 4001 nochmals, aber unterteilt in die zwei Cluster.

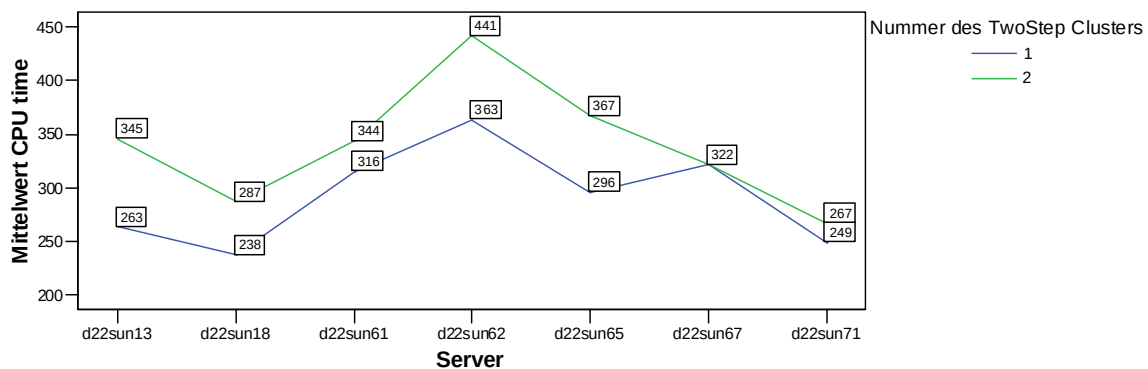


Abbildung 21: Nicht normierte CPU-Verbrauchszeiten der Transaktion VA01 / 4001 aufgeteilt nach Clustern

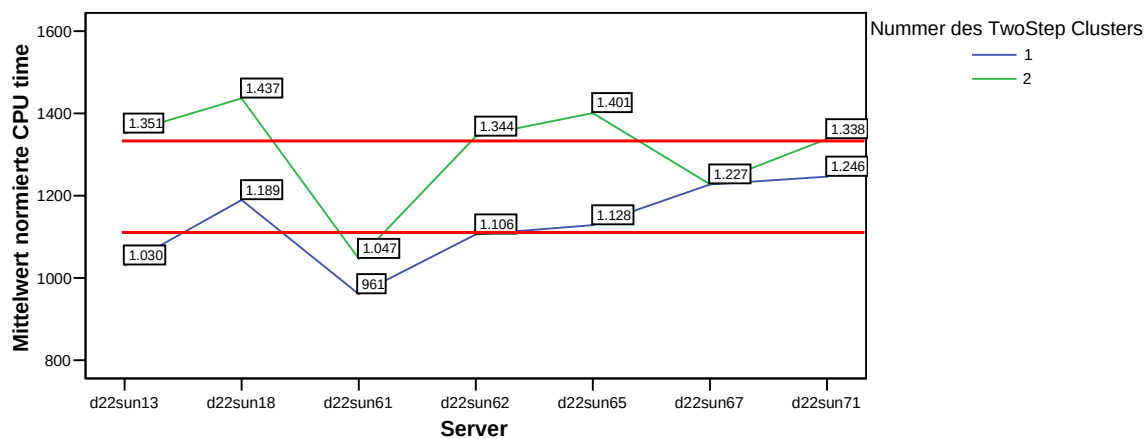


Abbildung 22: Normierte CPU-Verbrauchszeiten der Transaktion VA01 / 4001 aufgeteilt nach Clustern

Im Zusammenhang mit den Analysen wurden für den Server d22sun61 ungewöhnliche normierte CPU-Verbrauchszeiten bemerkt, weshalb der entsprechende Normierungsfaktor überprüft und korrigiert wurde. Das Ergebnis zeigt Abbildung 23.

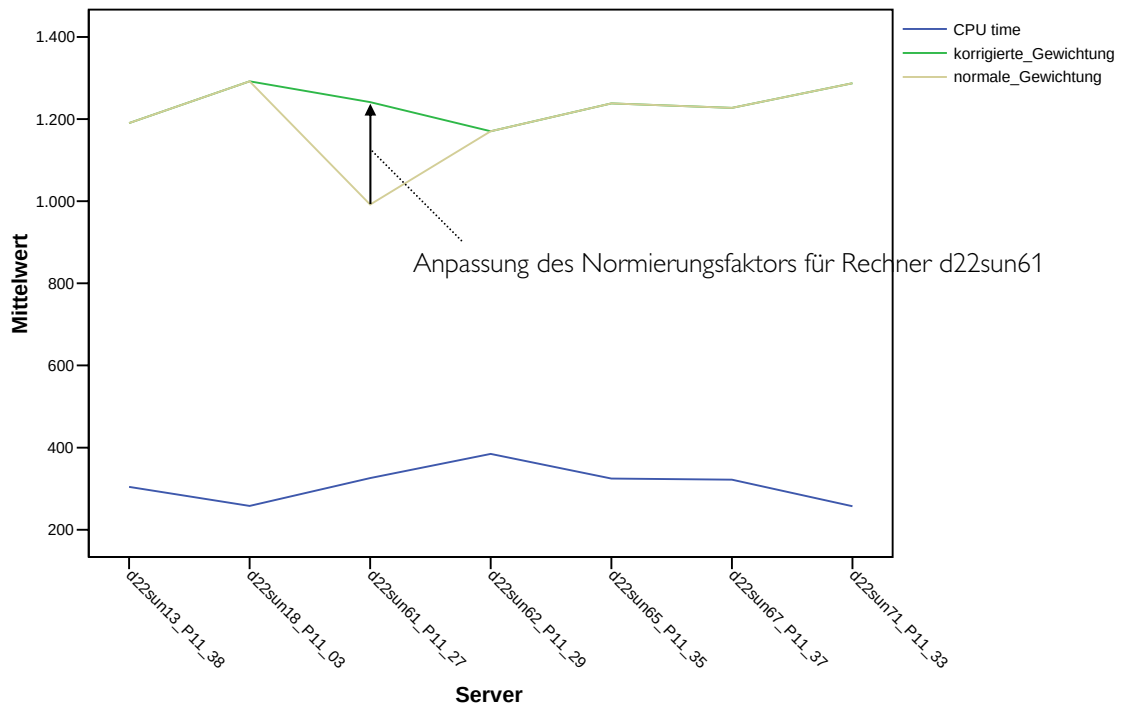


Abbildung 23: Korrektur des Normierungsfaktors für Transaktion VA01 / 4001, Server d22sun61



5 Untersuchungsergebnisse

Als Ergebnisse für diese Untersuchung sind die folgenden vier Kernbotschaften festzuhalten:

1. *Das Messen von CPU-Verbrauchswerten ist verursachungsgerecht*

Ohne im Widerspruch zu den vorher aufgezeigten Ergebnissen zu stehen, kann die Aussage festgehalten werden, dass die Verrechnung von CPU-Zeiten verursachungsgerecht ist. Dennoch führt diese Verrechnungsmethode nicht zu konstanten Ergebnissen für die Kundschaft von Fresenius Netcare. Grund hierfür sind Einflussfaktoren die auf das Verbrauchsverhalten von Servern wirken, welche im Rahmen der Untersuchung nicht vollständig aufgedeckt werden konnten.

Zu beachten ist allerdings, dass nach Aussagen von SAP-Verantwortlichen CCMS nicht für das Messen von Kurztransaktionen¹ geeignet ist. Dies bedeutet nicht gezwungenermaßen, dass CCMS überhaupt nicht für solche Transaktionen in Frage kommt. Es muss aber auf die Ausführungshäufigkeit von Kurztransaktionen geachtet werden. Ist diese besonders niedrig, kann das Ergebnis sehr stark von den realen Transaktionszeiten abweichen und somit zu Verzerrungen auf Kundenseite beitragen.

2. *Transaktionen mit langen CPU-Bearbeitungszeiten sollten mithilfe von CPU-Verbrauchswerten abgerechnet werden*

Entgegengesetzt zu den kurz laufenden Transaktionen, sollten weiterhin langlaufende Transaktionen, wie beispielsweise Batch-Jobs, über die gemessenen CPU-Verbrauchszeiten abgerechnet werden. Zum einen trifft für diese Gruppe der Transaktionen das Argument der unpräzisen Messung nicht zu, da das Messintervall deutlich kürzer ist als die Transaktionsdauer. Zum anderen kann für Batchjobs in der Regel kein „Plan-CPU-Wert“ bestimmt werden, weshalb auf eine individuelle Messung zurückzugreifen ist.

¹ Nach Aussagen von SAP liegen Kurztransaktionen im zweistelligen Millisekundenbereich



3. *SPECint konnte seine Tauglichkeit als Normierungsfaktor für SAP-CPU-Verbräuche nur teilweise bestätigen*

Wie die Untersuchung eindeutig gezeigt hat, erfüllt SPECint als Normierungsfaktor für CPU-Verbrauchswerte seine Aufgabe nur teilweise. Allerdings, so haben Recherchen gezeigt, existiert am Markt kein weiteres, vom Erhebungsaufwand vertretbares Normierungsverfahren. Es wäre deshalb zu untersuchen, ob ausgehend von den SPECint eine installationsspezifische Nachnormierung zu einer befriedigenden Glättung führen kann.