

Last- und Performancetests in der Flugsicherung

-

Mehr als Non-Functional Testing



DFS Deutsche Flugsicherung



Referenten

Dr. Kirsten Riechmann / DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

- Projektleiter für Flugsicherungstechnische Einrichtungen
- Testmanagerin
- Tester Schwerpunkt Last- und Performancetests

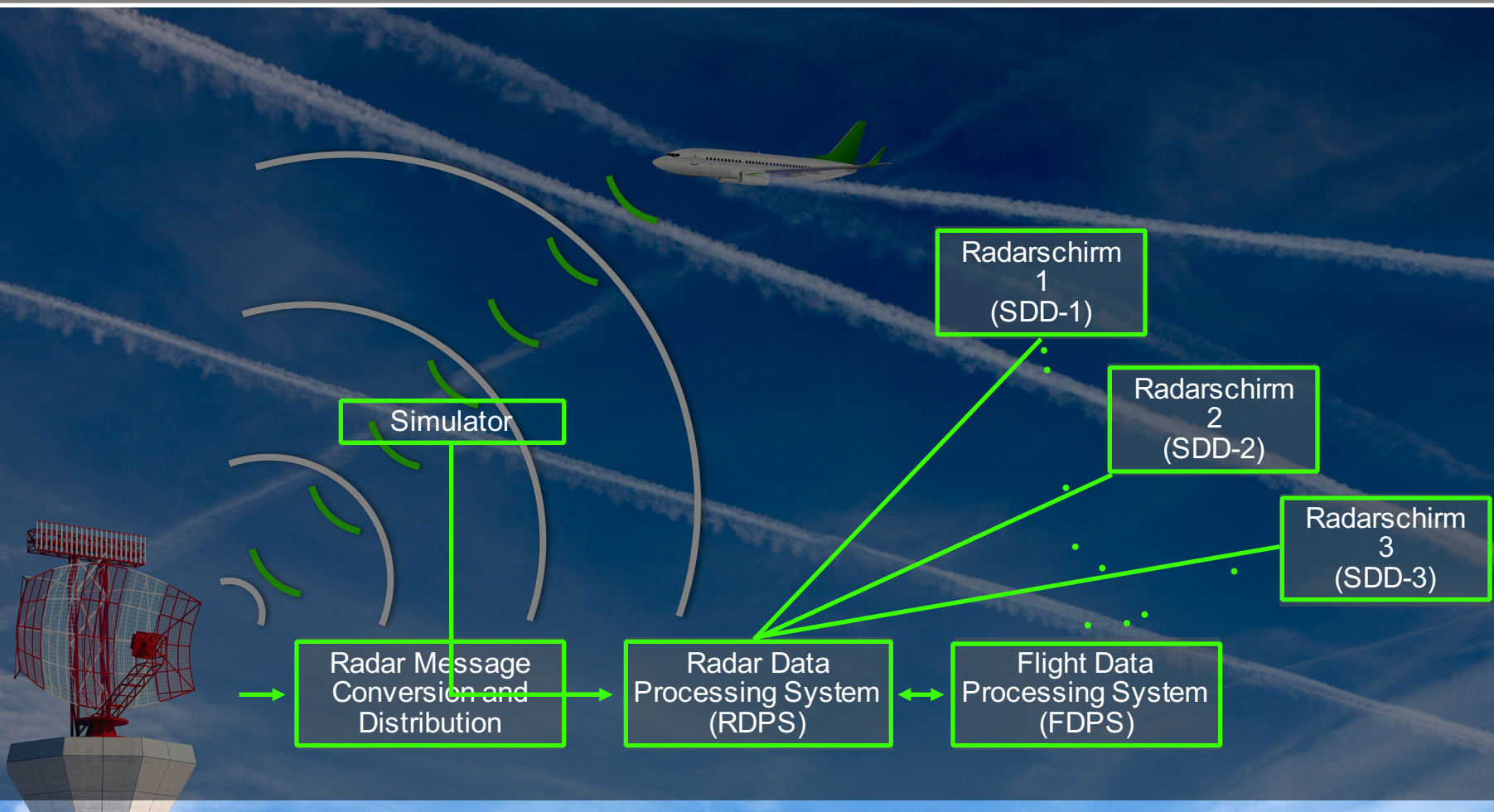
Harald Klos für TBiQ Managed Testing Services GmbH

- Software-Experte Flugsicherungssysteme
- Berater Softwareentwicklung, Last- und Performancetests, Testprozesse, Testautomatisierung
- Design, Entwicklung und Wartung L&P Testverfahren

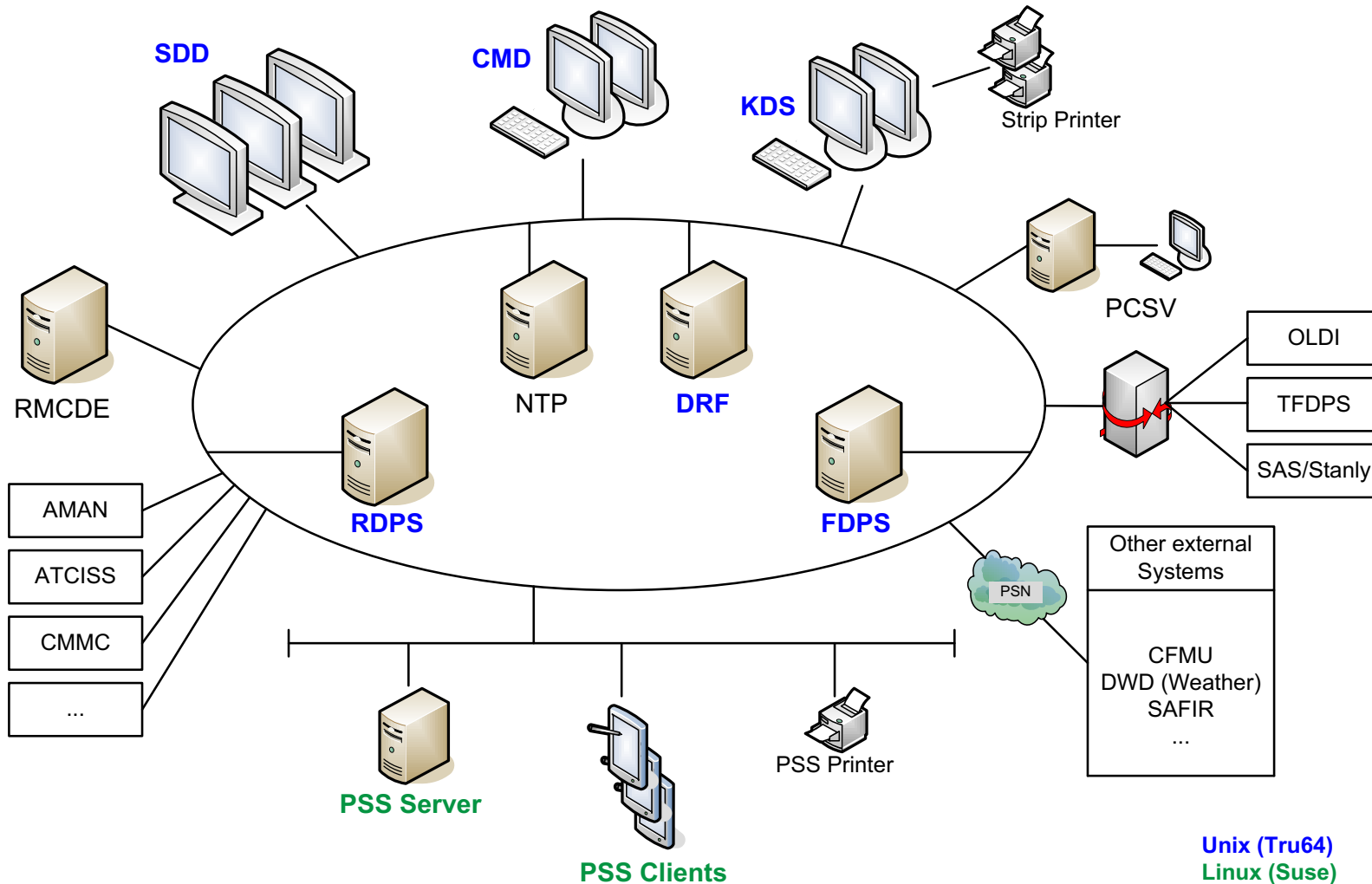
Agenda

- Systemüberblick ATCAS (Air Traffic Control and Automation System)
- Performance Anforderungen
- Vorstellung Xprts (eXtended performance and resilience test suite)
 - Leitsätze
 - Architektur
 - Definition Lastszenarien
 - Testausführung (Test Server, Emulatoren, GUI Treiber, ...)
 - Analyse und Darstellung von Testergebnissen
- Produktmanagement
- Qualitätsverbesserungen
- Erfahrungen

Systemüberblick ATCAS - Simulation



Systemüberblick ATCAS



Performance Anforderungen (1/3)

Unter vorgegebenen Lastbedingungen (= Performance beeinflussende Parameter) wie beispielsweise die Anzahl

- Flugpläne
- Radardatensätze pro Sekunde
- dargestellter Flüge auf dem Lotsenmonitor
- User-Actions je GUI- und Transaktions-Typ
- Lotsenarbeitsplätze
- Beziehungen zu externen Systemen
- Wetterinformationen

>>>>

Performance Anforderungen 2/3

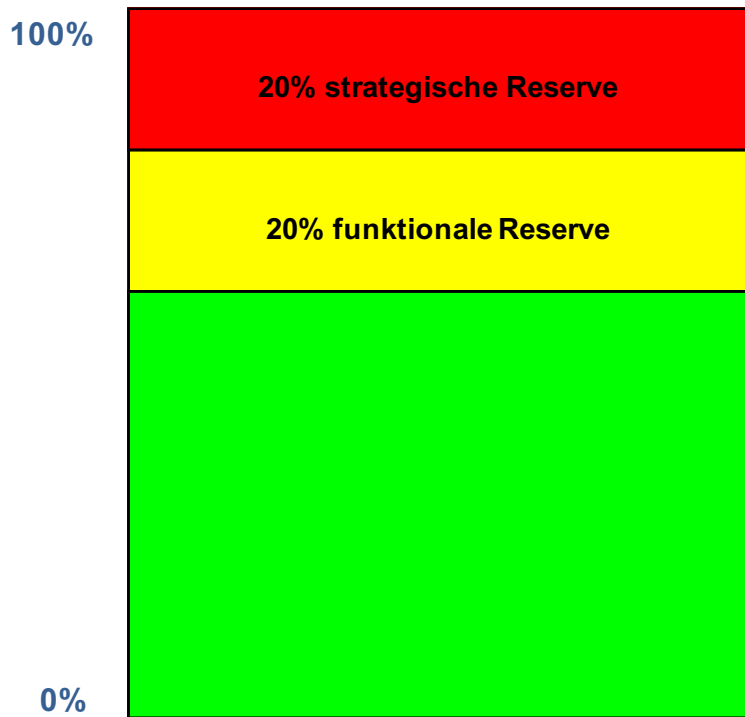
>>>> gelten Regeln bzgl. Antwortzeiten
= Performance bestimmende Parameter

Time-Critical Function	95% Quantile	Maximum
<i>Response Times</i>		
Preview Response Time	200 ms	400 ms
Scroll Time	200 ms	400 ms
Message Acknowledge Time	550 ms	1.1 s
Transaction Response Time		
Priority 1 Transactions	1 s	2 s
Priority 2 Transactions	2.5 s	5 s
Priority 3 Transactions	see respective requirement	
SDD Update Time	–	5 s
Display Plot Target Time	0.5 s – 1.25 s	1s – 2.5 s
Display Track Target Time	1.75 s / 6.75 s	3.5 s / 8.5 s
PSS Animation Time minus offset	500 ms	1 s
Alert Display Time	1 s	2 s
C/CS Coordination	500 ms	1 s

>>>>

Performance Anforderungen 3/3

>>>> sowie bzgl. CPU- und Memoryauslastung
= Performance bestimmende Parameter



- Messung jede Sekunde, Bildung von 1-Minuten Durchschnittswerten
- Pro Stunde maximal 6 der Durchschnittswerte im gelben Bereich erlaubt
- Kein Durchschnittswert im roten Bereich erlaubt
- Memory Anforderungen gelten auch für Java Prozesse (xmx)

Vorstellung Xprts - Leitsätze

eXtended

- Überprüfung der Anforderungen
- Lastsimulationen unter betriebsnahen Bedingungen
- Simulation physikalisch nicht existierender Clients im Systemverbund
- Automatisierte Verfahren

performance

- Erlangung von Performance-Kennzahlen (d.h. Zusammenhang zwischen Performance beschreibenden Performance beeinflussenden Größen)
- Analytische Performance-Qualitätssicherung

and

resilience

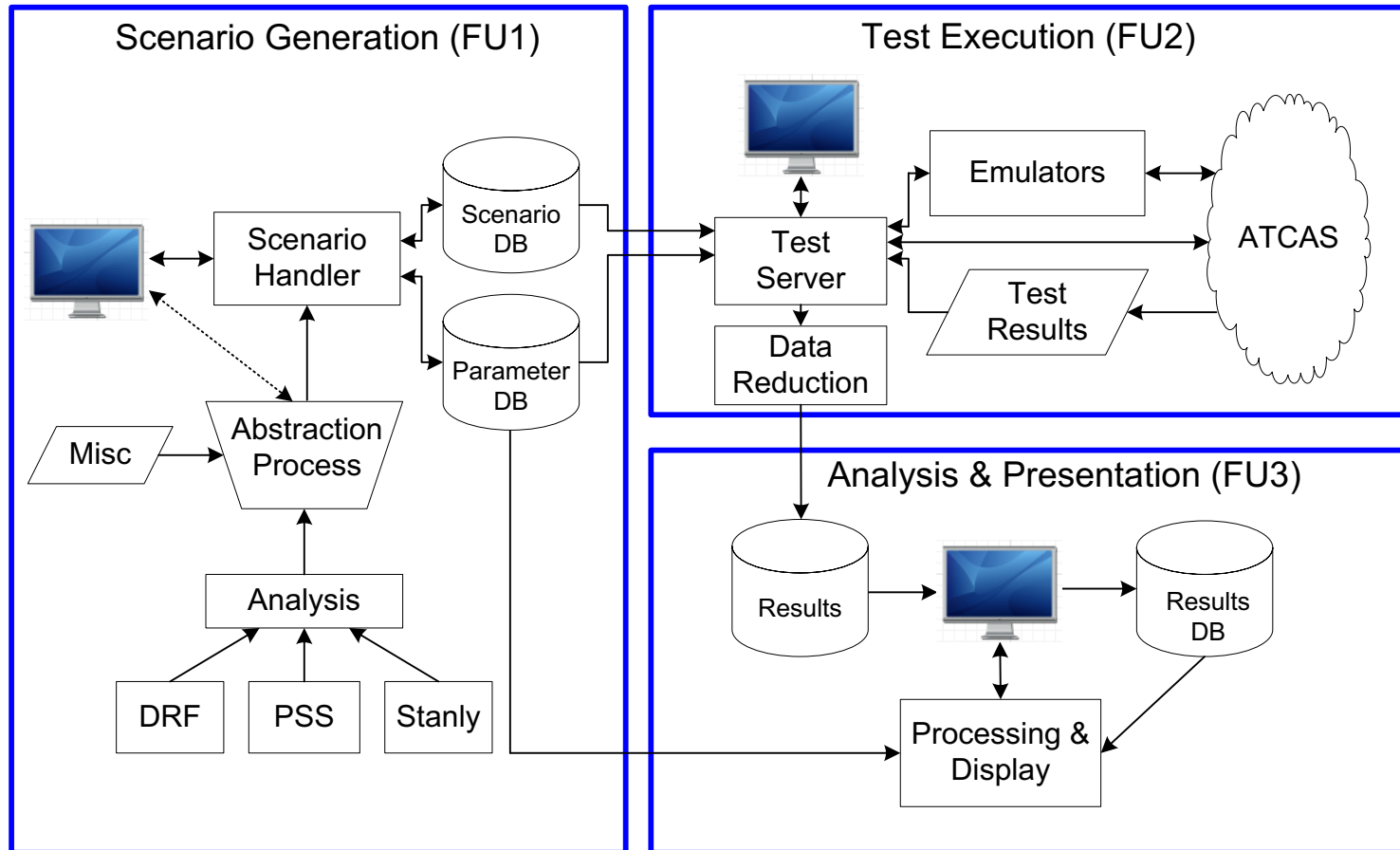
- Prüfung der Ausdauer und Elastizität durch variable und skalierbare Tests
- Kapazitätsprognosen in Abhängigkeit von betriebsbedingten Lastveränderungen
- Erkennen potentieller Bottlenecks

test suite

Ein Anwendungspaket, welches alle Komponenten umfasst

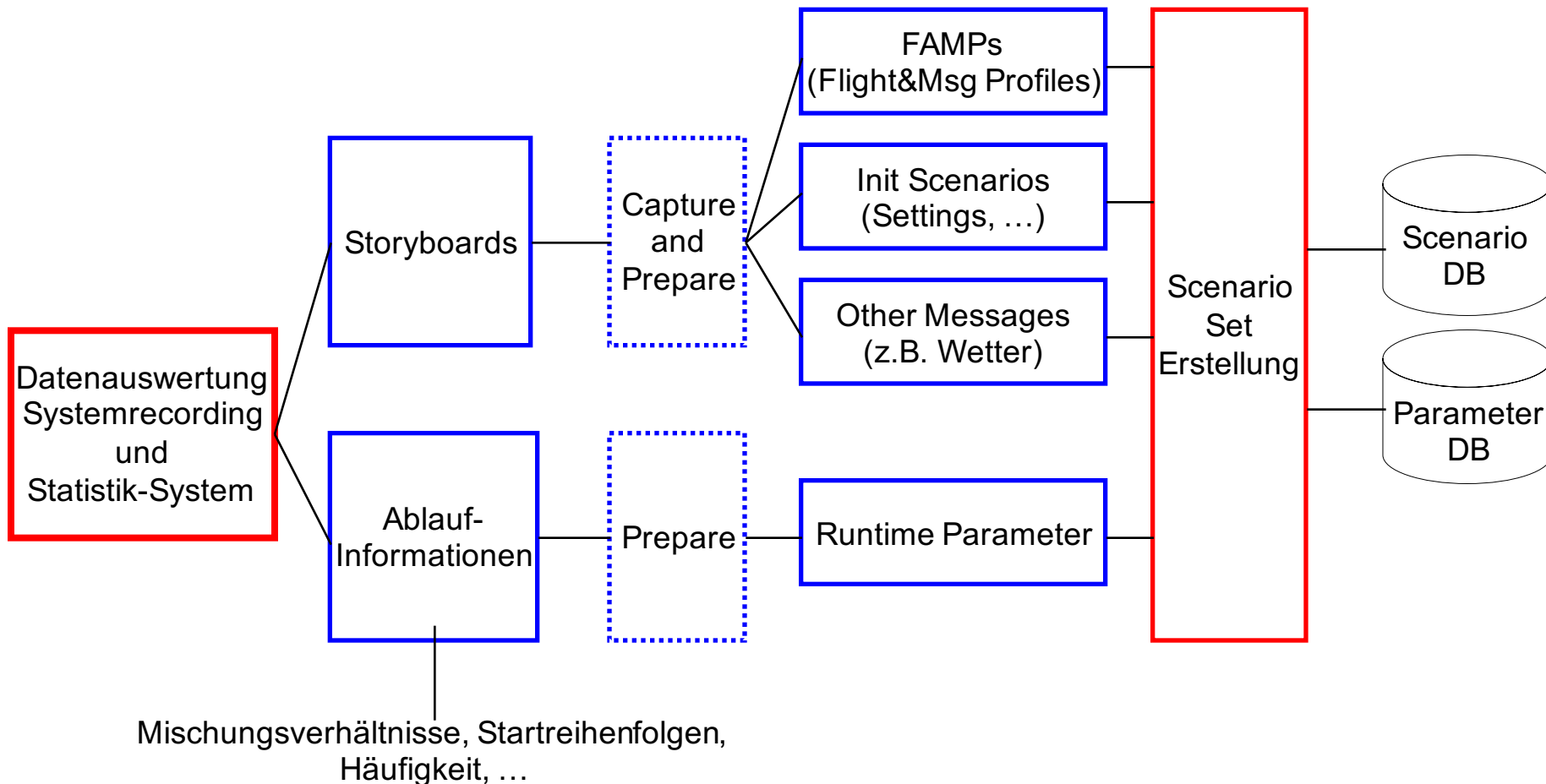
Vorstellung Xprts - Architektur

Komponenten (Functional Units / FU)



Vorstellung Xprts – Definition Lastszenarien

FU1 - Scenario Generation



Vorstellung Xprts – Definition Lastszenarien

FU1 - Storyboard

Version: 1.0-12-0 | home | help | stemap | impressum

Georg Böing-Me...

Storyboard Editor #108: SB4 Release: 3.1-2 Adaptation: Langen_Live

Select Storyboard | New Storyboard | Delete this Storyboard | Flight Group: Outbounds | Comment | Export | Print | Put to ST

Execution Steps (30 steps)

	Time	Source	Sector/Position	Strip (Page; Bay; Ref-Fx)	Action	Da
1	00:00	TDG			Start Scenario	SB4.aftr, SB4.oldi, SB4.msg
2	02:25	TID	DFDSB/DFDWB	LIVE	Press HOTKEY	XPRTS4
3	02:26	TID	DFDSB/DFDWB	LIVE	Open Departue Rest Page	XPRTS4
4	02:28	TID	DFDSB/DFDWB	DEPARTURE PAGE	Press LIVE	XPRTS4
5	10:06	PSS_Client	NKRHE	LIVE; ENTRY BAY; ANEKI	Autopost Strip	XPRTS4
6	10:07	PSS_Client	NKRHE	LIVE; RINEX; ANEKI	Acknowledge Strip	XPRTS4
7	10:09	PSS_Client	BADE	LIVE; ENTRY BAY; SUL	Autopost Strip	XPRTS4
8	10:10	PSS_Client	BADE	LIVE; SUL; SUL	Acknowledge Strip	XPRTS4

Radar (assigned, 33 trackpoints)

Aircraft... DLH1UW
 SSR Cod... 1234
 SSR Cod... ####
 Aircraft... A321
 WTC: M

RADGEN #include "sys_fixes.h"
 RADGEN #include "radars.h"
 RADGEN #include "airports.h"
 RADGEN #include "ac_types.h"

Update Delete

Scenario (2 entries)

Select: SB4
 Type: AFT
 Name: SB4

#MSG
 -TITLE IPFL
 -ADEP EDDF
 -ADES LSZH
 -ARCID XPRTS4
 -ARCTYP A321
 -CEQPT SDEZE3FGIRWXY2
 -EOBD <DATE>
 -EOBT <TIME+0006>
 -IFPLID AA99838639
 -SEQPT H
 -WKTRC M
 -IFP MODESASP

Copy from: Upload Edit Map Edit fsdf.i

Upload Edit

Debug

```

I: 11:27:10 :- Loading RAMF
T: 11:27:10 :- Execution loaded - 30 steps
T: 11:27:10 :- RAMF loaded
T: 11:27:10 :- Scenario loaded
T: 11:27:10 :- Radar data loaded
I: 11:27:10 :- Loading scenario
  
```

DFS Deutsche Flugsicherung - Xprts - Internet Explorer

Zoom 50% Alt 0

Airports
 States
 Cities
 State line
 Waypoints

2D View

Sector data

FU name
 EDGGKAE
 Region name
 LANGEN
 Level airsp
 L
 Fldunit name
 GG_EBG07
 Type service
 APPR

Vorstellung Xprts – Definition Lastszenarien

FU1 - Scenario Set

Georg Böing-Me... Scenario Set: P2-Opsys ATCAS Release: 3.4-1 XPRTS Release: 3.4-1_V1 Adaptation: xprts

Select Scenario Set | New Scenario Set | Stability > | Overload > | Comment | Update | Delete

Containing Available Selected Element

SSR Codes Ratio Remove Clear Add OM Edit Add to Set

P2-Opsys

- Initialize
- Init
- OM files
 - (noname)
 - FAMPs
 - SB1 (*)
 - SB2 (*)
 - SB3 (*)
 - SB4 (*)
 - SB5 (*)
 - SB6 (*)
 - SB7 (*)
 - SB8 (*)
 - SB9 (*)
 - SB10 (*)
 - SB11 (*)
 - SB12 (*)
 - SB13 (*)
 - SB14 (*)

SB21 (*)

SB22 (*)

SB23 (*)

SB24 (*)

SB25 (*)

SB26 (*)

SB27 (*)

SB28 (*)

SB29 (*)

SB30 (*)

SB31 (*)

SB32 (*)

SB33 (*)

SB34 (*)

SB35 (*)

SB36 (*)

SB37 (*)

SB38 (*)

SB39 (*)

SB40 (*)

SB41 (*)

SB42 (*)

SB43 (*)

Debug

DFS Deutsche Flugsicherung - Xprts - Internet Expl...

Name	Ratio	Total
SB_UPPER1	1.64	50
SB_UPPER1_2000	1.64	50
SB_UPPER2	1.64	50
SB_UPPER2_2000	1.64	50
SB_UPPER3	1.64	50
SB_UPPER3_2000	1.64	50
SB_UPPER4	1.64	50
SB_UPPER4_2000	1.64	50
SB_UPPER5	1.64	50
SB_UPPER5_2000	1.64	50
SB_UPPER6	1.64	50
SB_UPPER6_2000	1.64	50
SB_UPPER7	1.64	50
SB_UPPER7_2000	1.64	50
SB_UPPER8	1.64	50
SB_UPPER8_2000	1.64	50
SB_UPPER9	1.64	50
SB_UPPER9_2000	1.64	50
SB_UPPER10	1.64	50
SB_UPPER10_2000	1.64	50
SB_VFR1	0.98	30

Update Ratio

Drag and drop rows to reorder

Vorstellung Xprts – Testausführung

FU2 - Test Execution Komponenten

- **Test-Server:** Zentrales System zur Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Tests
- **Emulatoren:** Simulation nicht real existierender Systeme im Rahmen von Multi Application Tests
- **GUI Treiber** (externe Tools) für real existierende Systeme (Radarbildschirme, Flugdatenbearbeitung, System-Control, ...)
- **Messung:** Steuern der Verfahren zur Messung von Performance beschreibenden Größen und zur Erfassung von Performance beeinflussenden Größen
- **Data Reduction:** Aufbereitung und Bereitstellung von Messdaten für Analyse und Präsentation (FU3)

Vorstellung Xprts – Testausführung

FU2 - Test Server Control Panel

Scenario Area

SUT Area

TECs Area

Test Execution Area

Control buttons

The screenshot shows the Xprts Test-Server interface. At the top, it displays system information: Thu, 08.10.2015 09:38:10, CPU Load: 4.05%, Mem Load: 15.54%, Disk Load: 19.93%. The title is "Test-Server SCENARIO EXECUTION PAGE" with user "Wallscheid@LGN0" and IP "10.50.66.101". The Xprts logo and DFS Deutsche Flugsicherung logo are also present.

Selected Scenario: 3.3-2-5 -> full_load : full_load 1200 tracks | Stability test for MAPT with PSS with runtime endless |

SUT (Selected Scenario):

CMD3	CMD4	RDPS3	RDPS4	FDPS3	FDPS4	DRF3	DRF4	SDD78	SDD4	SDD12	SDD9	SDD2	SDD16
FDD3	FDD15	FDD16	FDD17	FDD18	FDD20	PSS_SRV1	PSS_SRV2	PSS_CLNT2	PSS_CLNT3	PSS_CLNT4	PSS_CLNT5	PSS_CLNT6	PSS_CLNT7

TECs (Selected Scenario):

AFTN NOS_TEC1	SAS NOS_TEC1	OLDI NOS_TEC1	T_FDPS NOS_TEC1	REQUIRED NOS_TEC1	RMCDE NOS_TEC1	KDS NOS_TEC1	SDD NOS_TEC1	T_RDPS NOS_TEC1	FBS NOS_TEC1	STCA NOS_TEC1	MSAW NOS_TEC1	SDD AdaptL NOS_TEC1	TASKS NOS_TEC1
SUT NOS_TEC1	PSS-Client PSS_TEC1	CMC NOS_TEC1	Client Ada... PSS_TEC1	AMAN PSS_TEC1	ATCISS PSS_TEC1	GUI PSS_TEC1	TASKS PSS_TEC1	SUT PSS_TEC1					

TECs (Environment emulation not up):

NOS_TEC1	PSS_TEC1	RADGEN1	RADGEN2
----------	----------	---------	---------

Test Execution Info:

start time: 08.10.2015 09:27:05 elapsed time: 0 days, 00:11:04 time period (min): 60
 end time: undefined remaining time: undefined current time period: 1 FAMPs to be started: 3164

number FAMPs started:

NOS_TEC1	PSS_TEC1
591	591

Emulators:

AFTN	OLDI	KDS	SDD	RMCDE	FBS+T-RDPS	STCA	MSAW	CMC	ATCISS+AMAN	PSS-Client
sent: 1021	754	16468	121967	367100	3719	1543	1543	351	8655	84128
received: 268	2220	1607	65205	735	8085	735	890	200694	0	101536

Server Statistics:

show all statistics	Tracks	Assoc	FPS	Total Reports	MLAT	Passive	Pending	Active	Live	Down	Terminated	Flights	Strips			
	RDPS3	187	135	207	21585	5367	FDPS3	98	0	9	186	0	20	PSS_SRV1	213	872
	RDPS4	188	135	209	21730	5538	FDPS4	98	0	9	186	0	20	PSS_SRV2	213	869

Control buttons: logout, select scenario, checkbox, prepare test, initialize test, start test, stop test, prepare result, admin, help, back

Vorstellung Xprts – Testausführung

FU2 – Automatisierter Testablauf

- Prüfung der Testumgebung vor Testbeginn, z.B. bzgl. Software-Installation, Plattenplatz, Netzwerk, NTP
- Test-Setup: Installation externer GUI-Treiber, Starten Messtools, ...
- Initialisierung: Clients konfigurieren, Systemparameter setzen, ...
- Während der Testausführung: Überwachung der Emulatoren mit automatischem Abbruch bei Loop/Core
- Testende: Stoppen der Messtools und einsammeln/aufbereiten der Ergebnisse

Vorstellung Xprts – Testausführung

FU2 – Messtools

- größtenteils selbst geschrieben, z.B. mytop für cpu/memory Auslastung
- abgebildet als C-Programme, Perl-Routinen, Shellskripte etc.
- teilweise Applikationsnah wegen Zugriff auf Applikations-Shared memory, z.B. für Radar-Statistik
- Messungen zu unterschiedlichen Zeiten
 - sekundlich: z.B. cpu/memory
 - minütlich: z.B. Anzahl Flugpläne
 - event-Driven: z.B. Antwortzeiten
- Einfluss der Tools auf das SUT wird herausgerechnet (cpu, memory, diskspace)

Vorstellung Xprts – Testergebnisse

FU3 - Analysis and Presentation

- **Analyse:** Testbewertung anhand von definierten Qualitätskriterien und Prüfung von Messergebnissen gegen Anforderungen
- **Präsentation:** Darstellung von Messergebnissen im Zusammenhang mit gegebenen Anforderungen, unter Berücksichtigung des Zusammenhangs zwischen Performance beschreibenden und Performance beeinflussenden Daten
- **Compare:** Vergleich von Messergebnissen mit den Ergebnissen anderer Tests
- **Trends:** Fortschreibung von Messergebnissen zur Erkennung der langfristigen Entwicklung der System-Performance

Vorstellung Xprts – Testergebnisse

FU3 – Übersicht Testergebnisse eines einzelnen Tests

Xprts home | help | sitemap | impressum

Georg Böing-Me... **Result: passed (known problems)** **Test type: MAPt - with PSS / STABILITY** **Release: 3.4-1** **Test start: 2015-07-17 13:54:12** **Test end: 2015-07-20 23:54:12**

Totals CPU & Memory

System / Processes	Measures	Gaps	CPU					Memory					Other	
			Mean	1-minute averages	1-minute averages per hour	1-second samples	10 days stably running	Mean	1-minute averages	1-minute averages per hour	1-second samples	Increase of memory utilization		10 days stably running
atocma01	294514	687	1.02%	7.79%	OK	OK	0.80%	5.91%	6.09%	OK	OK	0.24%	7.10%	0.00%
atocmb01	294318	883	4.49%	8.29%	OK	OK	4.07%	5.91%	6.12%	OK	OK	0.22%	7.12%	22.70%
cse_trap_task					OK									
cse_mb_task					OK									
sys_parms_task					OK									
nc_read_task					OK									
nc_comm_task					OK									
X					OK									
cmd_sub_cm_task					OK									
snmpd					OK									
atocmc01	294511	690	1.28%	4.68%	OK	OK	1.11%	6.54%	6.74%	OK	OK	0.22%	7.79%	0.00%
atodfa01	294574	627	0.94%	5.96%	OK	OK	0.74%	6.43%	6.82%	OK	OK	0.21%	7.14%	8.00%
atodfb01	294581	620	0.97%	1.76%	OK	OK	0.81%	6.39%	6.74%	OK	OK	0.19%	7.12%	8.00%

Response times

Response Time Type

Response Time Type	Meas.	Meas. (Full load)	Meas. (below Full load)	Min	Mean	Max	P-95%	Release used
120 - C/CS Coordination Time (SSS-0383)	23806 (84245≤0)	14441	9290	1	4	166 (1000)	20 (500)	<any>
105 - Transaction Response Time Prio 2 (SSS-7159)	59603	35676	23771	2	132	2366 (5000)	244 (2500)	<any>
103 - Message Acknowledge Time (SSS-0371)	312484 (1≤0)	188404	123358	1	28	1700 (1100)	55 (550)	<any>
100 - Preview Response Time (SSS-0367)	178723 (2104≤0)	107702	70597	1	9	377 (400)	11 (200)	<any>

Re-validate messages Rebuild cache

Vorstellung Xprts – Testergebnisse

FU3 – Zusammenhang RDPS Auslastung / Volumen Radardaten



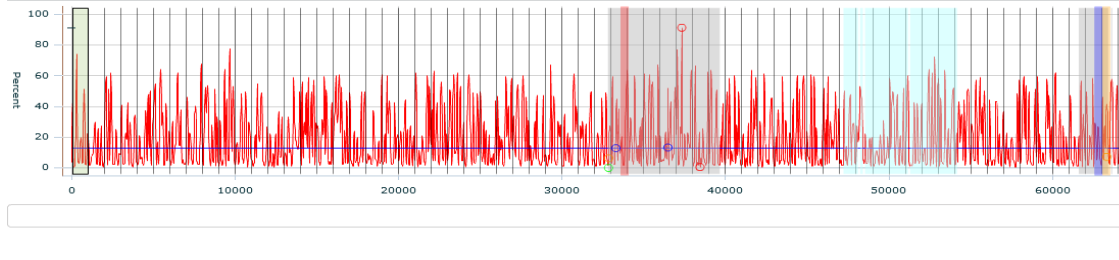
CPU / Memory

Radar Reports

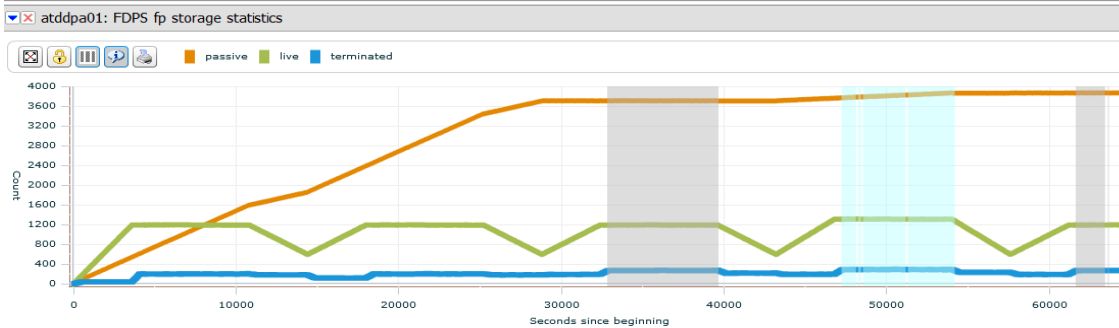
Vorstellung Xprts – Testergebnisse

FU3 – Zusammenhang FDPS Auslastung / Volumen Flugpläne

Process name	Visible	No. of Measures	No. of Gaps	Mean	1-min averages	1-min averages p	1-sec samples	Memory increase	10-d stability
cpu_total	Yes	64801	0	19.5	max. 21.55%	OK	0 sample(s)	N/A	16.13%
mem_total	Yes	64801	0	12.8	max. 12.82%	OK	0 sample(s)	<48h	13.16%
swap_total	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
cache_total	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A



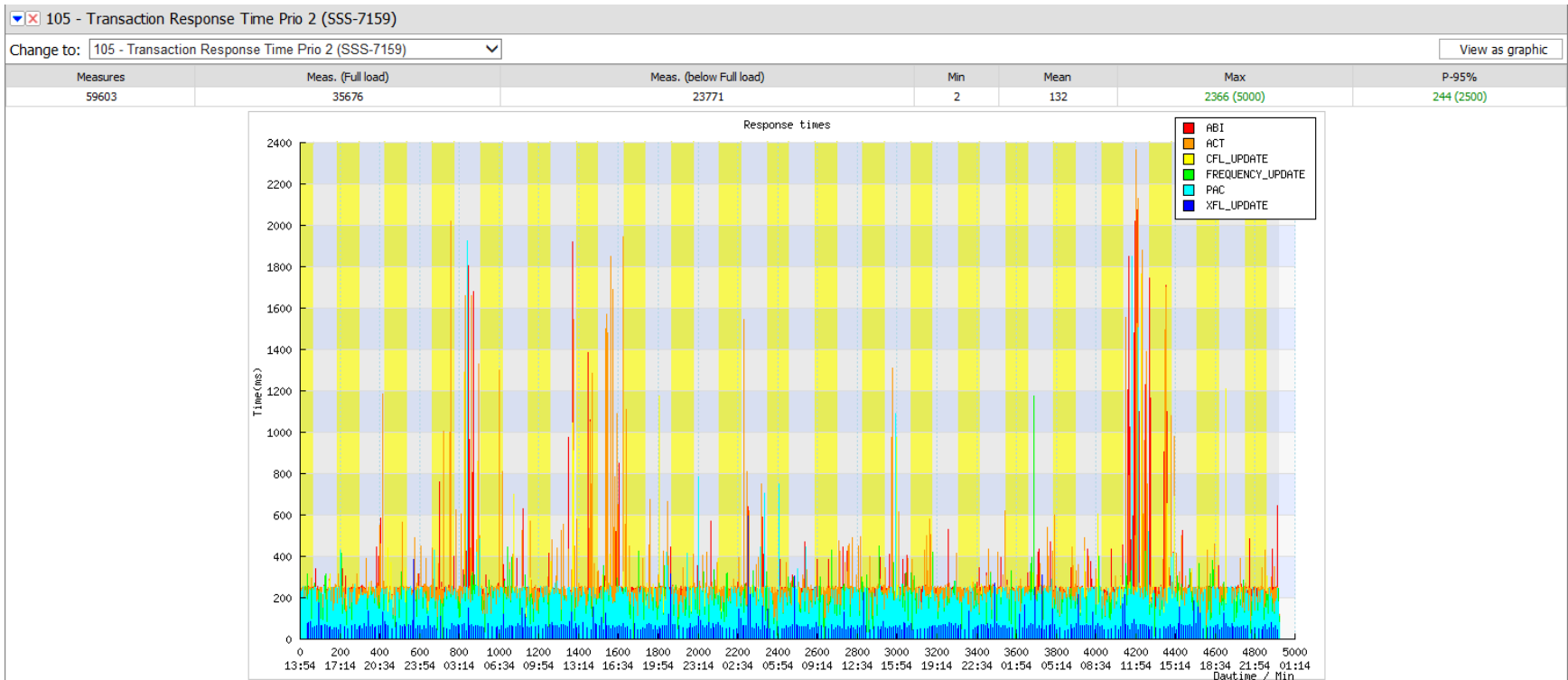
CPU / Memory



Flugpläne

Vorstellung Xprts – Testergebnisse

FU3 – Darstellung Antwortzeiten



Vorstellung Xprts – Testergebnisse

FU3 – Auffällige CPU Auslastung



Produktmanagement

Xprts unterliegt Änderungen durch

- neue ATCAS Releases
- qualitative Verbesserungen in der Xprts-Software
- Anpassung des Szenario-Sets (Flüge, Useractions, ...) und Grunddaten, um aus betrieblicher Sicht aktuell zu bleiben
- neue Versionen der externen GUI-Treiber Tools
- besondere Anpassungen aufgrund von komplexen Inbetriebnahmen

Daher benötigt Xprts (wie „normale“ Software auch) KM, Entwicklungs- und Testumgebung, QA-Verfahren, etc.

Qualitätsverbesserungen

- Es wurden Softwarefehler gefunden, die das Vertrauen der Lotsen stark beeinträchtigt hätten, wenn sie in der operationellen Umgebung aufgetreten wären.
- Betriebsnahe Szenarien führen zu besserer Akzeptanz der Tests:
 - Ergebnisse der L&P-Tests finden bei der SW-Entwicklung mehr Berücksichtigung als vorher.
 - Anfragen von Ortsprojekten an uns zur Durchführung von Tests.
 - Flexible Anpassung der Tests an spezielle Anforderungen möglich.

Erfahrungen

- Für die Emulatoren ist ein umfangreiches Know-How der Anwendungs-Software unabdingbar.
- Für die Entwicklung von Szenario-Sets sind gute Kenntnisse der Anwendung des Systems beim Kunden notwendig.
- Standard-Tools zur Messung der Systemauslastung konnten nicht eingesetzt werden.
- Die Wartung der Grunddaten und Szenarien kann sich bei Änderung der Anwendung aufwändig gestalten.

Erfahrungen

- Die Nutzung externer GUI-Treiber-Tools ist problematisch – Tools scheinen nicht für L&P Tests gemacht.
 - Die Messung von GUI Antwortzeiten ist nach wie vor eine Herausforderung.
 - Es wäre sehr hilfreich, in der Anwendungs-Software Logik für Messpunkte zu haben.
- **(L&P-)Tests müssen bereits bei den Software-Anforderungen berücksichtigt werden.**

Danke

Fragen zu

Xprts

an

Kirsten.Riechmann@dfs.de
gbm@tbiq.de
Harald.Klos@t-online.de

Backup

DFS Deutsche Flugsicherung GmbH



- Zuständig für die Flugverkehrskontrolle in Deutschland
- Täglich bis zu 10.000 Flüge
- Ca. 6000 Mitarbeiter, davon ca. 2000 Fluglotsen



DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

Die **DFS Deutsche Flugsicherung GmbH** ist ein bundeseigenes, privatrechtlich organisiertes Unternehmen mit 5.750 Mitarbeitern (Stand 30.06.2015). Die DFS sorgt für einen sicheren und pünktlichen Flugverlauf. Die rund 2.000 Fluglotsen lenken täglich bis zu 10.000 Flüge im deutschen Luftraum, im Jahr rund drei Millionen. Deutschland ist damit das verkehrsreichste Land in Europa. Das Unternehmen betreibt Kontrollzentralen in Langen, Bremen, Karlsruhe und München sowie Kontrolltürme an den 16 internationalen Verkehrsflughäfen in Deutschland. Zudem ist die DFS in der Eurocontrol-Zentrale in Maastricht vertreten. Weitere Arbeitsgebiete sind Aeronautical Solutions (Consulting) und Aeronautical Information Management (Luftfahrt Daten).

Auszug Lastbedingungen

Loading Parameter		Full Load	Max Load
1.	Flight Plans		
1a.	LIVE	1200	1400 (P2) 1200 (P1)
1b.	non-passive/non-LIVE	300	400
1c.	Passive flight plans	4000	4000
2.	Total number of Radar Sensors	24	24
2a.	Number of MLAT sensors	2	2
2b.	Number available sensors for Local Presentation Mode	5	5

Number of transactions per 30 minutes

	Source	Priority 1	Priority 2	Priority 3
1.	CMD	5	5	-
2.	Local KDS	10	10	6
3.	PSS Client	40	40	1
4.	TID (with/without PSS)	10/50	10/50	-
5.	SDD (with/without PSS)	9	9	1
6.	Operational messages from			

Xprts Schlagworte

- Das Wissen um das Verhältnis zwischen **Performance beschreibenden Größen** (Antwortzeiten, Memory Auslastung, ...) und **Performance beeinflussenden Größen** (Flüge, Meldungen, Workstations, ...) ist von besonderer Bedeutung.
- Die Szenarien (Flugprofile, Einzelmeldungen und Meldungssequenzen) werden erstellt auf der Basis von operationellen Daten, die zuvor einem **Abstraktionsprozess** unterzogen werden, u.a. um Einzelfälle, welche als Performance beeinflussende Größen vernachlässigbar sind, auszuschließen.
- Tests sind so strukturiert, dass entweder eine **regelmäßig variierende Last**, oder eine **stufenweise Lasterhöhung** bis zum Überschreiten der System-Leistungsgrenzen, erzeugt wird.

Xprts Schlagworte

- Bei den **Antwortzeiten** wird **nicht bis auf GUI Ebene** gemessen. Alternativ wird das GUI Processing kalkuliert (Basis: Leistungsdaten Grafikkarte) und zu den gemessenen Werten addiert.
- Ein **Multi Application Test** testet das Gesamtsystem mit allen Servern, sowie real existierenden und simulierten Clients. .
- **Single Application Tests** (nicht realisiert) testen nur Einzelsysteme, um unabhängig zu sein von der Leistungsfähigkeit anderer Systeme und um ein Leistungsprofil (Performance Signatur) einzelner Systemkomponenten zu erhalten.