



Xpert.press

Wolfgang Balzer

Quality of Experience und Quality of Service im Mobil- kommunikationsbereich

Von den grundlegenden
Konzepten zur praktischen
Umsetzung

 Springer Vieweg



Xpert.press

Wolfgang Balzer

Quality of Experience und Quality of Service im Mobil- kommunikationsbereich

Von den grundlegenden
Konzepten zur praktischen
Umsetzung

 Springer Vieweg

Xpert.press

Die Reihe **Xpert.press** vermittelt Professionals in den Bereichen Softwareentwicklung, Internettechnologie und IT-Management aktuell und kompetent relevantes Fachwissen über Technologien und Produkte zur Entwicklung und Anwendung moderner Informationstechnologien.

Weitere Bände in dieser Reihe
<http://www.springer.com/series/4393>

Wolfgang Balzer

Quality of Experience und Quality of Service im Mobil- kommunikationsbereich

Von den grundlegenden Konzepten zur
praktischen Umsetzung

Wolfgang Balzer
Wiesbaden
Deutschland

ISSN 1439-5428

Xpert.press

ISBN 978-3-642-55347-9

ISBN 978-3-642-55348-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-55348-6

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
(www.springer.com)

Vorwort

Der Kontext dieses Buches ist „Mobilkommunikation“. Lange Zeit wäre auch die Zielgruppe eines solchen Buches praktisch ausschließlich in diesem Umfeld zu finden gewesen – primär also Mobilfunk-Netzbetreiber und für sie arbeitende Messdienstleister; dann Hersteller von Mobilfunk-Systemkomponenten, Regulierungsbehörden und verwandte Institutionen und vielleicht noch Endgerätehersteller.

Spätestens mit der rasanten Verbreitung von Smartphones ist dieser Kreis deutlich größer geworden. Heute basieren viele Geschäftsmodelle auf mobilem Internet. Damit hängen sie von gut funktionierenden Mobilkommunikationsnetzen ab – mit anderen Worten, der Erfolg solcher Geschäftsmodelle setzt ausreichende Qualität dieser Netze voraus.

Die Detailtiefe eines Standardisierungsdokuments will dieses Buch nicht erreichen; dafür gibt es ja schon eben diese Standardliteratur. Auf ein Landkarten-Bild gebracht: Der Leser bekommt einen Übersichtsblick aus großer Höhe. Er kann sich entscheiden, wo er landet, um die Landschaft lokal genauer zu betrachten. Dort kann er sich leicht zurechtfinden, weil er das System, nach dem die Straßen und Gebäude angeordnet sind, und die Sprache, in der sie beschriftet sind, bereits kennt. In Bezug auf die QoS-Standards ist dieses Buch also eine Art Reiseführer, der das essentielle Wissen über das Reiseziel vermittelt.

Ich habe tatsächlich noch die Zeiten erlebt, in denen die funktionale Abnahme eines Funknetzes „manuell“ durchgeführt wurde – das war die Zeit der Bündelfunknetze, die schon zellular aufgebaut waren, in denen die eigentliche Kommunikation aber noch analog ablief. Dabei saß eine Gruppe von Personen – das konnten zehn oder 20 sein – in einem Raum; jeder hatte ein Funkgerät vor sich und durfte „drauflosfunken“. Mit Glück zeigten sich dabei schon Fehler in der Verbindungssteuerung. Da die Abläufe aber so gut wie nicht reproduzierbar waren, hatten die Softwareentwickler, die solche Fehler dann beseitigen mussten, wenig Anhaltspunkte. Entsprechend lange dauerte es, bis die Fehler beseitigt waren.

Angefangen hat alles während meines Physikstudiums. Damals arbeitete ich als Consultant für Teststrategien. Meine Aufgabe war, auf Basis der funktionalen Vorgaben für das Funknetz Checklisten und „Drehbücher“ für solche Tests zu entwickeln. Das Ziel war, alle funktionalen Aspekte abzudecken, und das so effizient wie möglich.

Im Physikstudium hatte ich es mit laser-interferometrischen Messungen zu tun. Bei der Interferometrie geht es um Längenvariationen im Bereich von Nanometern. Experimente dieser Art werden auf tonnenschweren optischen Tischen durchgeführt, die mit ausgeklügelten Lagermechanismen von Bodenschwingungen isoliert sind. Bei meiner Arbeit bestand ein typischer Ablauf darin, eine Stellgröße zu verändern und dann einen Messpunkt aufzunehmen – und das einige zehn oder hundert Mal hintereinander. Bei solchen Messungen gibt es offensichtlich eine Störquelle, die man nicht so einfach eliminieren kann: den Experimentator selbst. Zum einen durch die Schwingungen, die während des Änderns der Stellgröße in den Aufbau eingeleitet werden – und für deren Abklingen man jedes Mal einige Sekunden warten muss. Aber schon die reine Anwesenheit einer Person im Raum kann problematisch sein, denn jede Bewegung verursacht auch Luftschwingungen, die in empfindlichen Aufbauten ebenfalls messtechnisch sichtbar sind.

Die Durchführung dieser Experimente war also nicht nur per se langwierig; die Datenqualität hing auch davon ab, wie ruhig man sich im Raum verhielt beziehungsweise wie viel Zeit man dem Aufbau nach jedem Stellschritt gab, bis man den Messpunkt aufnahm. Kurz, das Ganze war eine recht anstrengende Sache – und die Antwort war offensichtlich, den ganzen Messablauf zu automatisieren, was ich dann auch tat – mit den Mitteln der 1980er Jahre nicht ganz so einfach, wie es heute wäre.

Das war also mein damaliger technischer Kontext. Bei den ersten der erwähnten Consulting-Aufgaben setzte ich die Wünsche meines Auftraggebers nach manuell umsetzbaren Testdesigns noch einfach um; irgendwann fragte ich dann aber, warum solche Tests nicht automatisiert würden. Auf die Frage „Geht das denn?“ antwortete ich „Natürlich!“ – und hatte mein erstes Projekt für ein skriptgesteuertes automatisches Testsystem, mit einem PC und zwei Mobilfunkgeräten. Dieses System funktionierte so gut, dass ich kurz darauf den Auftrag für ein 16-Kanal-System bekam – damit ließen sich alle Funktionen eines mehrkanaligen Bündelfunknetzes abdecken. Es war sogar möglich, ein solches Netz punktuell bis an seine Kapazitätsgrenze zu treiben.

So fing das alles an – seitdem sind die Testsysteme, wie auch die Netze, die sie testen, um einige Größenordnungen komplexer und leistungsfähiger geworden. Was wir damals aus unserem pragmatischen Ansatz heraus noch nicht einmal „QoS“ nannten, ist aus heutiger Sicht elementare Fingerübung. Nicht verändert hat sich der Spaß daran, solche Systeme zu realisieren und sie funktionieren zu sehen.

Es ist nicht nur bei der Realisierung von Test- und Messsystemen geblieben. Vor etwa zwölf Jahren begann ich, in der Standardisierung mitzuarbeiten, zunächst in einer IREG genannten Gruppe im Kontext der GSM Association (GSMA), die dann, im Organigramm der Gruppe STQ als STQ MOBILE zugeordnet, in den ETSI-Raum migriert ist. In dieser Expertengruppe sollten ursprünglich nur Messsystemhersteller und Netzbetreiber vertreten sein, mittlerweile finden sich auch Abgesandte von Netzausrüstern, was auch ein Zeichen dafür ist, dass das Thema QoS an Breite und Relevanz gewonnen hat. Insofern – wenn man die Ebene dieses Buches mitrechnet – bin ich mit QoS auf mehreren Ebenen oder, weil es auch mit zeitlicher Abfolge zu tun hat in mehreren „Streams“ beschäftigt. In der Standardisierung geht es darum, eine solide, konsistente Grundlage, einen methodisch

robusten Rahmen für die weltweite Umsetzung von QoS zu schaffen. In der Rolle des Messsystemherstellers geht es um praktische Umsetzung und auch darum, den Mitbewerbern möglichst mindestens eine Nasenspitze voraus zu sein.

Dieses Buch spart notwendigerweise einige Bereiche aus, so etwa Dinge, die etwas mit wettbewerbsrelevantem Know-how zu tun haben. Auch werden Sie Informationen über die derzeit in der Standardisierung laufenden Dinge vergeblich suchen – ich verwende nur Inhalte, die zum Schreibzeitpunkt öffentlich zugänglich sind.

Dafür erhalten Sie einen Überblick über das Gebiet „QoS“, der Ihnen nicht nur die internationalen Standards erschließt, sondern Ihnen auch alternative Denkansätze bietet und vor allem zeigt, wie Sie dieses Know-how für Ihre eigenen Zwecke einsetzen.

Der Standardisierungskontext hat aus verschiedenen Gründen einen anderen Takt und andere Inhalte als die industrielle Umsetzung. Aus der Struktur der Gruppen, die an solchen Themen arbeiten, ergibt sich schon, dass das Interesse relativ stark von diagnostischen Anwendungen geprägt ist. Diese sind für viele andere Stakeholder von weniger großer Wichtigkeit. Der gesunde Menschenverstand sagt uns außerdem, dass in solchen Gruppen vertretene Hersteller oder Netzbetreiber die Interessen ihrer jeweiligen Firmen im Blick haben müssen und nicht vor den Augen ihrer Mitbewerber alle ihre aktuellen Ideen und Konzepte auf den Tisch legen.

Die Gruppenstruktur sorgt aber auch dafür, dass der Input für die Standardisierung aus der Praxis kommt und nicht von akademischen Theoretikern in realitätsferner Abgeschlossenheit erdacht wird. Das in die Gruppe Eingebachte hat eine gewisse Reifezeit in der Prozess- und Umsetzungspraxis der beteiligten Unternehmen hinter sich. In diesem Sinn würde ich das Bild eines Kondensats anbieten; die Standardisierung, im als Ergebnis einer breitbandig zusammengesetzten Gruppe mit entsprechenden Kräftegleichgewichten, liefert konsolidierte, solide Substanz und damit eine robuste Basis.

Schaut man sich ein typisches Standard-Dokument an, kann der Eindruck entstehen, dass QoS eine komplizierte Angelegenheit ist. Eine gewisse Stringenz ist notwendig, um mit den QoS-Werkzeugen arbeiten zu können. QoS ist aber von den Grundkonzepten her nicht kompliziert. Dies versuche ich in den Vordergrund zu stellen.

Gegenüber der Standardliteratur bietet das Format dieses Buches einen weiteren Vorteil. Standards wachsen additiv. Für vieles, das einmal als „hot topic“ galt, haben der Markt oder die technische Evolution inzwischen andere Entscheidungen getroffen. Ein klassisches Beispiel hierfür ist „Push to Talk over Cellular“ (PoC). Das ist ausdrücklich nicht spöttisch oder abwertend gemeint. Es soll vielmehr zu einer gewissen Demut auffordern, denn das, was heute als „eindeutig heißes Thema“ erscheint, kann aus der Warte von weiteren drei oder fünf Jahren genauso seltsam aussehen wie PoC aus heutiger Sicht. Das soll aber nicht heißen, dass wir uns in der Standardisierung, um solches zu vermeiden, in eine „analysis paralysis“ begeben sollten, um auch ja ganz sicher zu sein, dass wir unsere Zeit nicht verschwenden. Ohne Mut zum Risiko geht es nicht.

Wie auch immer – ein Buch wie dieses kann behertzer und zielgerichteter vorgehen, weil weniger Kompromisse zu machen sind – inklusive des Risikos, mit einer Ansicht

auch einmal nicht mehrheitskonform zu sein oder in der Rückschau falsch gelegen zu haben.

Das Format eines Buches wie des vorliegenden erlaubt es auch, breitbandiger an das Thema heranzugehen. Es ist möglich, mehr als eine Sichtweise anzubieten, wo sich Standards notwendigerweise auf eine Perspektive festlegen und zudem manchmal noch aus paradigmatischen oder formalen Gründen ganze Bereiche ausblenden müssen, etwa weil ein Service zwar äußerst populär ist, aber proprietäre Protokolle verwendet – dazu später noch mehr.

Mobilkommunikation ist mittlerweile die Basis vieler Geschäftsmodelle. Das bedeutet, die Gruppe der Stakeholder ist heute schon größer und vor allem vielschichtiger geworden als in den Anfangsjahren. Diese Entwicklung wird sich, davon bin ich überzeugt, weiter fortsetzen. Bei weitem nicht alle diese Stakeholder haben ein Interesse an Detailtiefe. Das Leitmotiv dieses Buches ist von daher, auf pragmatische Weise – so formal wie notwendig, aber so lesefreundlich und unterhaltsam wie möglich – Expertenwissen an diejenigen weiterzugeben, die sich im Rahmen solcher Aktivitäten mit der Umsetzung von QoS und QoE befassen und die vielfach noch gar nicht wissen, wie sie mit diesem Thema umgehen sollen. Hier geht es zum einen darum, die notwendige Bewusstheit zu erzeugen, aber auch darum, zu zeigen, wie QoS und QoE funktionierten, wie man sie einsetzt und wie man mit ihren Ergebnissen umgeht.

Der Lesefreundlichkeit halber enthält dieses Buch auch – in hoffentlich nicht zu großer Dosis – einige Wiederholungen von Elementen, die in mehreren Kontexten wichtig sind. Das heißt, ich habe dem Lesefluss Vorrang vor einer strengen, ausfaktorierten Struktur gegeben.

Noch kurz zu zwei anderen Elementen mit Einfluss auf die Lesefreundlichkeit. Nach reiflicher Überlegung habe ich beschlossen, kein „Gendering“ zu verwenden. Es mag sein, dass – um im Thema dieses Buches zu bleiben – die Quality of Experience für einzelne Leser oder Leserinnen dadurch sinkt. Ich bin jedoch davon überzeugt, dass die Alternative – komplexere Satzbauteile und mehr Buchstaben bei gleichbleibendem Informationsgehalt – die Lesbarkeit und Verständlichkeit für eine deutlich größere Zahl anderer Leser absenken würde. Ich habe mich demzufolge, aus Respekt für die wertvolle Zeit der Leser, für die Variante mit der per Saldo höheren Gesamt-QoE entschieden. Selbstverständlich sind in entsprechenden Kontexten immer sowohl weibliche als auch männliche Subjekte oder Objekte gemeint.

Aus dem gleichen Grund werden Sie in diesem Buch eine gewisse Dosis „Denglisch“ finden. Das liegt einfach daran, dass die „Sprache der QoS“ nun mal Englisch ist. Eingedeutschte Begriffe würden im Endeffekt nur verwirren, denn wer sich mit dem Thema eingehender befasst, wird den englischen Begriffen überall begegnen. Zudem sind entsprechende Kandidatenwörter im Deutschen in aller Regel begrifflich schon anderweitig besetzt. Insofern hat die Verwendung des richtigen „street jargon“ sogar zwei Vorteile: eine Vorbereitung auf diesen Moment der Begegnung und eine Reduktion der Gefahr von Missverständnissen durch Mehrfachbedeutung von Begriffen.

Was den Schreibstil dieses Buchs angeht – mein Ziel war, Fachwissen auf eine Art zu präsentieren, bei der das Lesen auch Spaß macht, Dabei hatte ich Vorbilder. Als „obersten Inspirator“ möchte ich Richard Feynman nennen, mit dessen Werken ich bereits während meines Physikstudiums in Berührung gekommen bin. Auch Nassim Nicholas Taleb nenne ich hier.

Unter den Menschen in meiner Nähe möchte ich speziell Rita Weinert nennen, die beruflich Journalisten und Medienleute aller Bereiche ausbildet. Sie hat mit freundlichem, aber nachdrücklichem Feedback dafür gesorgt, dass ich einen Satz im Zweifel lieber noch ein weiteres Mal darauf überprüfe, ob man ihn nicht doch noch verständlicher formulieren oder zumindest in zwei oder drei handlichere Sätze zerlegen kann. Wobei der vorangegangene Satz zeigt, dass mein Lernprozess noch nicht abgeschlossen ist.

Danken möchte ich Christian Schmidmer, einem der führenden Experten auf dem Gebiet der Sprach- und Videoqualität, für die kritische Durchsicht der entsprechenden Abschnitte dieses Buches. Ebenso danke ich Joachim Pomy, einem Standardisierungsexperten mit vielfältigen Rollen in ITU, ETSI und TIA, für die Durchsicht der Abschnitte, die sich mit den internationalen Standardisierungsorganisationen befassen.

Der größte Dank von allen geht an meine Lebensgefährtin Sabine, die fast ein Jahr lang toleriert hat, dass die Arbeit an diesem Buch die aus ihrer Sicht ohnehin manchmal knappe gemeinsame Zeit noch etwas mehr reduziert hat.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
2 Begriffsdefinitionen	3
2.1 Qualität und Services	3
2.2 QoS vs QoE	5
2.3 Metriken	10
2.4 Weitere Begriffsbedeutungen im Mobilfunk-Kontext	12
2.5 Basisbegriffe für KPI-Definitionen	13
3 QoS und QoE-Systeme in der Übersicht	17
3.1 Technische und nicht-technische Qualitätskenngrößen	17
3.2 Die Rolle von Erwartungen	18
3.3 Wahrnehmung aus Nutzersicht	20
3.4 Die „QoS-Bedürfnispyramide“	22
3.5 KPI-Auswahl	26
4 KPI-Taxonomie und Namensgebung	29
4.1 KPI-Basistypen	29
4.1.1 Erfolgreichraten	29
4.1.2 Zeiten	31
4.1.3 Datendurchsatz	32
4.1.4 Sprachqualität	33
4.1.5 Videoqualität	38
4.1.6 Andere KPI-Typen	42
4.2 KPI-Namen	42
5 Durchsatzmessungen bei paketbasierten Diensten	45
5.1 Grundlegendes zu Datendurchsatzmessungen	45
5.2 Szenarien für Durchsatzmessungen	46

5.3	Übertragbarkeit von Messergebnissen und „content awareness“ von Netzen	49
5.4	Ramp-Up-Verhalten beim Datentransfer	50
5.5	Triggerpunktwahl und Beobachtungsebenen	55
5.6	Zeitaufgelöste Messungen	58
5.7	Beispiele	62
5.8	Speedtest-Apps	64
6	QoS und QoE vs. Stakeholder	67
6.1	Netzbetreiber	67
6.2	MVNO	70
6.3	Regulierungsbehörden	70
6.4	Anbieter QoS-sensitiver Geschäftsmodelle	72
6.5	Endkunden (und deren Organisationen), Medien	73
7	Technische Umsetzung von QoE-Metriken	75
7.1	Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit	75
7.2	Pausen	79
7.3	Abbildung technischer Messgrößen auf QoE	80
7.4	Usecase-Modellierung	82
7.5	KPI-Design und Auswahl	87
7.6	KPI-Bedeutungsräume	88
7.7	Auswahl der Szenarien	90
	7.7.1 Messdatendichte	90
	7.7.2 Geografische Interpretation	94
7.8	Diagnostische vs. Kundensicht	96
8	Punktesysteme und Ranglisten	101
8.1	Mapping	102
8.2	Gewichtung und Gesamtbewertung	107
8.3	Signifikanz der Rangfolge	108
8.4	Stabilitätsanalyse	110
9	Automatisiertes Messen von QoS-Kenngrößen	113
9.1	Abbildung von Qualitätswahrnehmung: KPI-Kategorien	113
9.2	Steuerung und Beobachtung	116
10	Aktive vs. passive Messungen	121

11 Internationale Standardisierung von QoS und QoE im Mobilfunk	125
11.1 ITU-T	126
11.2 3GPP	127
11.3 ETSI	129
11.4 VQEG	132
12 Überblick: Wichtige QoS-Standard-Dokumente	135
12.1 Die ETSI TS 102 250-Dokumentserie	135
12.1.1 TS 102 250-1	135
12.1.2 TS 102 250-2	137
12.1.3 TS 102 250-3	140
12.1.4 TS 102 250-4	140
12.1.5 TS 102 250-5	143
12.1.6 TS 102 250-6	145
12.1.7 TS 102 250-7	146
12.2 ITU-T E.800-Dokumentserie	148
13 Übersicht: Die wichtigsten Testcases und KPI	151
13.1 Referenztafel	152
13.2 Telefonie	153
13.3 HTTP-basierte Services	159
13.3.1 Webbrowsing	160
13.3.2 HTTP Download	163
13.3.3 HTTP Upload	164
13.4 Video Streaming	165
14 Reporting: Visualisierung und Bildsprache	169
14.1 Standard-Visualisierungen	173
14.2 Erweiterte Visualisierung	181
15 Weiterführende Konzepte und aktuelle Trends	187
15.1 Transparenz: Neue Rolle der Regulierungsbehörden	187
15.2 Crowdsourcing	188
15.3 Panels	195
15.4 Big Data	197
15.5 Einige Prognosen	198
16 Anhang: Begriffe und häufig verwendete Abkürzungen	203
17 Anhang: Alle KPI der ETSI TS 102 250	205

18 Standardliteratur	213
18.1 Die wichtigsten QoS-Dokumente	213
18.2 Kurzanleitung – Download von Standards	214
18.2.1 ETSI	214
18.2.2 3GPP	215
18.2.3 ITU-T	215
19 Anhang: Zum Thema Mengenpräfixe (kilo, Mega...)	217
Literatur	219