

Udo Appel, Gerhard Spikofski

Bayerischer Rundfunk, Institut für Rundfunktechnik GmbH

Browsing in Audioarchiven – welche Audiocodierung?

Browsing in audio archives – which kind of audio coding?

1. Überblick

Für spezielle Anwendungen im Rundfunkbereich ist eine Audioqualität tolerierbar, die nicht dem Qualitätsstandard der CD entspricht. Dies gilt z. B. für Audioarchivsysteme, die u. a. dazu dienen, die Vorauswahl von Archivinhalten für Sendungen und Produktionen zu erleichtern, indem die entsprechenden Inhalte recherchiert und am Arbeitsplatz vorgehört werden können. Bei derartigen „Browsinglösungen“ sind Abstriche an die Audioqualität tolerierbar. Stattdessen muss in der Regel mehr Gewicht auf andere Faktoren, wie Speicherbedarf, Praktikabilität oder Stabilität gelegt werden. Vor diesem Hintergrund wurden aufwendige Hörtests mit heute verfügbaren Audiocodecs bei niedrigen Bitraten von 32 kbps bis 64 kbps mit rundfunkspezifischem Material durchgeführt. Die dargelegten Ergebnisse können speziell im Hinblick auf das codecspezifische Verhältnis zwischen Bitrate und Audioqualität bei der Planung ähnlicher Audiostreaming-Applikationen als Entscheidungshilfe herangezogen werden.

2. Browsing in Audioarchiven - welche Audiocodierung ?

Viele Einrichtungen (Rundfunk, Museen, Bibliotheken etc.) sind weltweit seit Jahren damit beschäftigt, vom Zerfall bedrohtes Archivmaterial in große multimediale digitale Archivsysteme zu überführen.

Bei der Übertragung der Inhalte wird angestrebt, mit möglichst optimierten Verfahren ein 1:1-Abbild des Originals in „High-Resolution-Qualität“ (HiRes) zu erzeugen. Im Hörfunk werden hierzu - abhängig vom Quellmaterial - sowohl halbautomatische Systeme (z. B. qualitätsüberwachtes „Capturing“ analoger Tonträger) als auch - im Falle von bereits digital vorliegenden Inhalten - vollautomatische Systeme (z.B. CD-Jukebox, DAT-Autoloader) für den Transfer ins Archivsystem eingesetzt.

Es ist offensichtlich, dass bei den zu verwaltenden Speichervolumina im Terra- und Peta-Byte-Bereich ein schneller, d.h. in Bruchteilen von Sekunden, direkter und zugleich einfacher Zugriff auf das HiRes-Material mit den heute am Markt verfügbaren Technologien noch nicht kostengünstig realisierbar ist. Aus diesem Grund werden häufig neben den eigentlichen HiRes-Archiven "kleinere" Audio-Browsing-Lösungen aufgebaut, die den Anwendern einen sehr schnellen Zugriff auf die Archivinhalte ermöglichen – wohlgerne in geringerer „Low-Resolution-Qualität“ (LoRes).

Zur Erzeugung der Browsinginhalte in LoRes-Qualität bedarf es vorweg jedoch der hochwertigen Digitalisierung der Original-Tonträger. Parallel dazu bietet es sich an, im Zuge der Übertragung von der analogen in die digitale Domäne bereits vorliegende Metadaten auf den aktuellen Stand zu bringen. In den meisten Fällen existieren zu den archivierten "alten" Tonträgern bereits Metadaten, die in zentralen Archivdatenbanken gespeichert sind. Die vollständige dokumentarische Erfassung der Tonträger ist zugleich eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass auf elektronischer Basis ein in sich geschlossener „Workflow“ zur Digitalisierung der Tonträgerbestände realisiert werden kann.

Die in den Archivdatenbanken gespeicherten Metadaten sind für die Überführung der Tonträger in die Digitaldomäne zum Teil nicht umfassend genug und/oder zu komplex strukturiert. Während der Digitalisierung können in den verschiedenen Einspielsystemen neue technische und inhaltliche Metadaten entstehen, oder es müssen bereits vorliegende Metadaten (z. B. Cuepunkt-Informationen) vom Anwender angepasst werden. Bei der Überführung des neu entstandenen „Contents“ sollten die aktualisierten Metadaten ebenfalls in das digitale Archivsystem übernommen werden. D.h. eine Aufbereitung der Metadaten ist in der Regel vor, während und nach dem eigentlichen Digitalisierungsprozess notwendig. Dies stellt neue Anforderungen an die Archivdatenbanken und deren Sub-Systeme. Grundsätzlich sollte - sowohl für die Meta- als auch die Audiodaten - die Regel gelten, dass bei der Digitalisierung keinerlei Informationen verloren gehen.

Nach erfolgreicher Digitalisierung der Tonträger werden die modifizierten Metadaten i. d. R. in den Archivdatenbanken abgelegt. Die Audiodaten bzw. die „Essenzen“ werden nach heutigem Standard meist auf robotergestützten Massenspeichern mit den Werkzeugen eines Hierarchischen-Speicher-Managements (HSM) abgelegt.

Je nach Umfang des Archivbestandes sind hier Speichervolumina von mehreren Terra-Byte (TB) erforderlich. In Video-Archiven sind dagegen sogar Größenordnungen von mehreren Peta-Byte (PB) zu erwarten. Eine Langzeitspeicherung auf Online-Speichern (z.B. Festplatten-Arrays) ist bei diesen Datenvolumina aus heutiger Sicht noch nicht wirtschaftlich vertretbar. Von den in HiRes-Qualität vorliegenden Inhalten werden deshalb innerhalb der digitalen Archivsysteme automatisch Browsingkopien in geringerer Qualität (LoRes) erzeugt, die einen Bruchteil des ursprünglichen Speichervolumens belegen (Tab. 1). Diese Kopien können heute kostengünstig auf Online-Speichern vorgehalten werden und ermöglichen dem Anwender bei der Recherche im Archivsystem einen schnellen Zugriff in verminderter Audio-Qualität.

<i>Audioarchivmaterial / Std</i>	<i>Speichervolumen HiRes (16 bit / 48 kHz)</i>	<i>Speichervolumen LoRes (z. B. 64 kbps)</i>
10.000	6,3 TB	0,27 TB
100.000	63 TB	2,7 TB

Tab. 1: Vergleich der erforderlichen Speicherkapazität bei Hi- und LoRes-Qualität

Ist geplant, dass nur ein Teil der Archivinhalte in LoRes-Qualität ständig zur Verfügung steht und der Großteil über ein Hierarchisches Speichermanagement (HSM) auf einen „Nearline-Speicher“ (z.B. Bandroboter) migriert wird, könnte die Verfügbarkeit des Vorhörmaterials z.B. über die folgenden Ampelfunktionen signalisiert werden.

- Rot = kein Browsingfile vorhanden
- Gelb = Browsingfile wird gerade erzeugt und vom HSM zur Verfügung gestellt
- Grün = Browsingfile ist vorhanden und kann sofort vorgehört werden

Je nach Status kann der Anwender dann sofort oder nach einer geringen Wartezeit, den angeforderten Inhalt vorhören.

Die in der Vergangenheit notwendigen Tonträgerbewegungen von A nach B, z.B. für Sendezwecke oder Produktionen, mit der Einschränkung, dass ein Tonträger nur einem Nutzer zur Verfügung gestellt werden kann, entfallen mit der Verfügbarkeit der Tonträger in digitaler Form.

Durch die konsequente Integration des Archivsystems in die Netzwerkinfrastruktur des Unternehmens besteht unmittelbar die Möglichkeit, dass mehreren Anwendern gleichzeitig identische Inhalte für unterschiedliche Anwendungszwecke zur Verfügung gestellt werden können. Es kann davon ausgegangen werden, dass heute in einem modernen Medienunternehmen den Anwendern am Arbeitsplatz ein multimedialfähiger Intranet-Zugang zur Verfügung steht und dieser, je nach Zugriffsberechtigung, eine Recherche einschließlich Vorhören in unterschiedlichen Archiv-Datenbanken ermöglicht.

Nach der erfolgreichen Recherche haben die Anwender die Möglichkeit, vergleichbar mit einem Warenkorb im elektronischen Kaufhaus, die gewünschten Inhalte im Archivsystem zu bestellen. Das System nimmt die Bestellungen entgegen und kann den Anwendern im Hintergrund vollautomatisiert, zielgerichtet und "just-in-time" die Inhalte (Meta- und Audiodaten) in der angeforderten Qualität (LoRes, HiRes) zur Verfügung stellen.

Die Frage, die bei der Planung eines Browsingarchivs natürlich beantwortet werden muss, ist, welches Browsing-Audioformat ist für den speziellen Anwendungsfall geeignet ?

Die Vielzahl der heute am Markt verfügbaren Audio-Codierverfahren (MPEG, Real Audio, Windows Media Audio, AAC, AAC Plus, MP3, MP3pro, Ogg Vorbis usw.), zeigt, dass je nach Anwendungsfall sorgfältig unterschieden werden muss.

Für die Auswahl des Codierverfahrens sollten daher im Vorfeld der Realisierung sowohl die technischen Rahmenbedingungen (Systeme, Infrastruktur etc.) als auch die Anforderungen der Anwender (Qualitätsanforderungen, Anwendungsfälle etc.) detailliert untersucht und bewertet werden.

Die technischen Rahmenbedingungen sind bei den am Markt verfügbaren Browsinglösungen (Streamingserver und/oder Webserver), sowohl client- als auch serverseitig meist bekannt.

Wichtige Kriterien sind hier u. a.

- Welche Plattform bzw. welches Betriebssystem ist notwendig (Client / Server) ?
- Ist ein "Standard"-Player auf verschiedenen Plattformen verfügbar ?

- Können neue Codierverfahren als Software-Plug-In in geplante Browsing-Lösungen integriert werden ?
- Welche Übertragungsstrecken und -Bandbreiten stehen zur Verfügung ?
- Welche Anforderungen sind in Bezug auf Skalierbarkeit des Browsing-Systems zu stellen ?
- Ist die Übertragung von Metadaten möglich (statisch / dynamisch) ?
- Werden beim Streaming verschiedene Audioformate unterstützt ?
- Welche Lizenzkosten entstehen (Server, Player etc.) ?

Neben den technischen Rahmenbedingungen muss ebenfalls geprüft werden, welche betrieblichen Auswirkungen sich bei der Entscheidung für eine Browsinglösung ergeben. Hier stellt sich u.a. die Frage, ob die internen Ressourcen (Personal, Technik, Infrastruktur etc.) für den Betrieb des jeweiligen Systems ausreichend sind.

Über den Erfolg der Browsinglösung entscheiden jedoch letztendlich die Anwender, die in der Regel täglich im Archiv nach Inhalten – für die Sendebereitstellung oder den Produktionseinsatz - recherchieren.

Welche Kriterien sind aus der Sicht des Anwenders wichtig ?

- einfacher schneller Zugriff
- Archivinhalte am PC-Arbeitsplatz hörbar
- verschiedene Archivinhalte im Hörvergleich inhaltlich bewertbar
- Beurteilung der technische Aufnahme-Qualität
- Gewinnung eines ersten auditiven Eindrucks

An erster Stelle steht sicherlich der Wunsch nach Hörbarkeit des Audioarchivmaterials, mit einfachen Mitteln, in der gewohnten Umgebung, schnell und zuverlässig. Erst in Verbindung mit dem unmittelbaren Hörerlebnis erhält auch die Anzeige der Metadaten die entsprechende Bedeutung.

3. Psychoakustische Messungen

Zur Beantwortung der Frage, welche Vorhörqualität im Rahmen der Recherche in digitalen Audioarchiven akzeptabel ist, wurden entsprechende psychoakustische Messungen durchgeführt.

In vielen Fällen sind subjektive Hörtests immer noch die zuverlässigste Methode, die Qualität von Audiosystemen zu messen. Insbesondere für die Beurteilung von Audio-Kodierverfahren haben sich zwei Methoden als besonders geeignet erwiesen „Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel sound system“, Recommendation ITU-R BS.1116-1 [1] und „Method for the subjective assessment of intermediate audio quality“, Recommendation ITU-R BS.1534 [2].

Beide Methoden ergänzen sich in der Weise, dass mit ITU-R BS.1116 speziell bei hoher Audioqualität bzw. kleinen Kodierartefakten sehr zuverlässige Messergebnisse erzielt werden. Es gibt jedoch Anwendung, bei denen eine geringere Audioqualität akzeptabel oder unvermeidbar ist. Dies betrifft z. B. die Verteilung und Übertragung von Audiomaterial über das Internet oder - wie im vorliegenden Fall - das Browsing in Audioarchiven.

Bei derartigen Anwendungsfällen mit mittlerer oder geringer Audioqualität liefert ITU-R BS.1534 zuverlässigere Ergebnisse als ITU-R BS.1116. Dies war einer der Gründe, für die Beurteilung von Audiokodierverfahren für den Anwendungsfall Audioarchiv-Browser die Methode ITU-R BS.1534 bzw. MUSHRA (Doppel-Blind MUlti Stimulus test with Hidden Reference and Anchor) zu wählen [2].

Bei der PC-Implementierung der MUSHRA-Methode [3] liegen die bis maximal 12 Testsignale zeitsynchron an und können per Software von der Testperson beliebig ausgewählt und über Lautsprecher oder Kopfhörer zur Beurteilung wiedergegeben werden (Abb. 1). Bei der Erkennung eines Kodierartefakts an einer bestimmten Stelle der etwa 20 Sekunden langen Testsequenzen hat die Testperson die Möglichkeit, den Wiedergabezeitabschnitt um die betreffende Stelle einzuengen.

In MUSHRA werden neben den eigentlichen Testsequenzen drei zusätzliche Testsequenzen angeboten: Die gekennzeichnete Referenz (unbeeinflusstes Originalsignal), die nicht zu

beurteilen ist, die versteckte Referenz und der versteckte Ankerstimulus (7 kHz tiefpassbegrenztes Original), die wie die anderen Testsequenzen zu beurteilen sind.

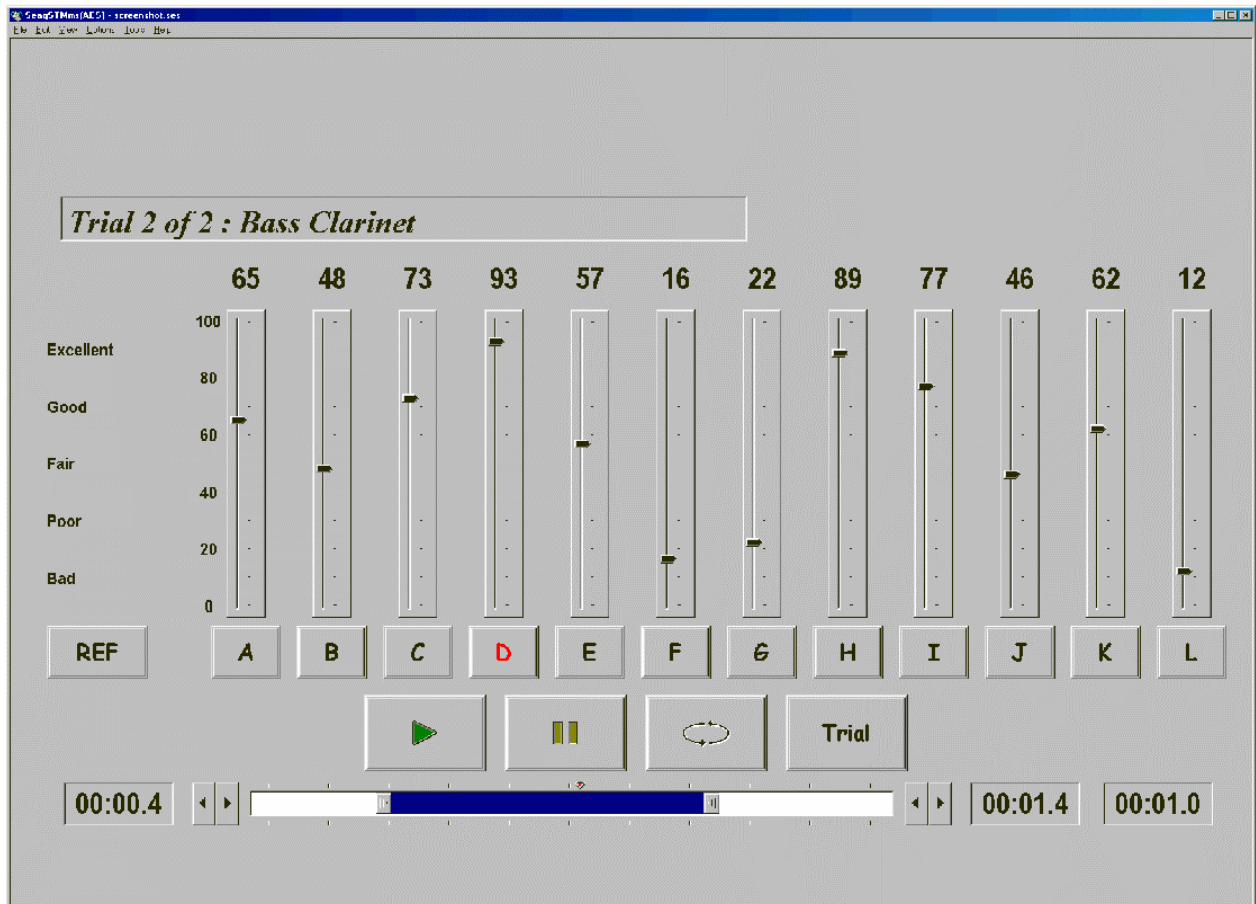


Abb. 1: Beispiel für ein PC-Display der MUSHRA-Methode

Die Beurteilung erfolgt an Hand einer kontinuierlichen Qualitätsskala vom 0 bis 100% bzw. den Attributen „mangelhaft - ausreichend - befriedigend - gut - sehr gut“ (Abb. 1). Beurteilt wird die „allgemeine Audioqualität“ unter Einbeziehung aller wahrgenommenen Störungen.

Ein Vorteil dieser parallelen Darbietung und Beurteilung aller Testsignale besteht darin, dass ein multipler Paarvergleich möglich ist, der eine sehr gute Differenzierung der Beurteilungen ermöglicht und zum anderen zeiteffizient ist. Der zusätzliche Ankerstimulus gestattet darüber hinaus eine Einstufung der Audioqualität des getesteten Systems in bezug auf eine bekannte Qualitätsstufe.

Zur sorgfältigen Vorbereitung der subjektiven Hörtests gehören selbstverständlich eine ausreichende Einweisung und Trainingsphasen mit den Testpersonen.

Angepasst an den praktischen Einsatz ((PC-)Arbeitsplätze in den Redaktionen) wurden die Tests mit kleinen qualitativ hochwertigen Desktop PC-Lautsprechern durchgeführt (BOSE MediaMate Computer Speakers).

3.1 Audiomaterial

Als Testmaterial wurde repräsentatives Rundfunkarchivmaterial der folgenden Genres ausgewählt, *Sprache, Hörspiel, Orchester, Chor, Jazz, Volksmusik, Geräusche*. Die Testsequenzen mit entsprechenden Ein- und Ausblenden haben eine Länge von 13 bis 26 Sekunden. Im einzelnen wurden die in Tab. 2 dargestellten Testsequenzen ausgewählt.

3.2 Audiocodecs und Bitraten

Die getesteten Audiocodecs und Bitraten sind ebenfalls in Tab. 2 aufgeführt.

Testsequenzen	Codec & Bitrate	Codec & Bitrate
Chor	Real 32kbps	MP3 32kbps
Orchester	Real 48kbps	MP3 48kbps
Chor&Orchester	Real 64kbps	MP3 64kbps
Bigband	Windows Media 32kbps	MP3pro 48kbps
Blasmusik	Windows Media 48kbps	MP3pro 64kbps
Hörspiel	Windows Media 64kbps	
Sprecherin	AAC 32kbps	Referenz 7kh
Sprecherin	AAC 48kbps	Original
Applaus	AAC 64kbps	
Verkehr	AACplus 48kbps	

Tab. 2: Testsequenzen, Codecs & Bitraten

3.3 Auswertung

Zur Überprüfung der Zuverlässigkeit der individuellen Beurteilungen wurden diese entsprechend analysiert. Zunächst wurden je Codec und Testsequenz: der Mittelwert und 95%-Vertrauenbereich des Mittelwertes über alle Testpersonen berechnet, wobei die Anzahl der Testpersonen je Codec zwischen 20 und 25 variierte.

Für die Entscheidung, ob eine Testperson bei der Auswertung berücksichtigt wurde oder nicht, wurde das folgende Kriterium zu Grunde gelegt. Mindestens 50% aller abgegebenen individuellen Beurteilungen liegen in einem Intervall, das dem zweifachen 95%-Vertrauensbereich des Mittelwertes entspricht, also „Mittelwert \pm 95%-Vertrauensbereich des Mittelwertes“. Die Testpersonen, die dieses Kriterium nicht erfüllen, wurden bei der Berechnung der Ergebnisse nicht berücksichtigt.

Im folgenden sind die Einzelergebnisse der psychoakustischen Messung je Codec und Bitrate dargestellt. Es wurden jeweils die Mittelwerte und 95%-Vertrauensbereiche der Mittelwerte über die im einzelnen angegebenen Stichproben berechnet.

Das durch den Mittelwert und den 95%-Vertrauensbereich des Mittelwertes definierte Intervall liefert - mit einer statistischen Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% - eine Aussage über den (gesuchten) Mittelwert der Grundgesamtheit. Dieser Bereich ist deshalb geeignet, beim Vergleich unterschiedlicher Ergebnisse eine Abschätzung über die Signifikanz der Mittelwertunterschiede vorzunehmen. Mit anderen Worten, Überlappung der Vertrauensbereiche der betrachteten Mittelwerte lässt auf nicht signifikante Unterschiede schließen. Andererseits kann bei Nichtüberlappung auf signifikante Unterschiede geschlossen werden. In den folgenden Diagrammen, sind die interessierenden Signifikanzbereiche jeweils gekennzeichnet (blaues Rechteck).

Beurteilungen AAC

In den Abb. 2 sind die ermittelten Ergebnisse für die Codecs AAC 32kbps, AAC 48kbps, AAC 64kbps und AACplus 48kbps im Detail dargestellt. Betrachtet man jeweils die Mittelwerte über alle Testbeispiele (blaues Karo), so ist bei AAC mit der Erhöhung der Bitrate eine in einzelnen Fällen signifikante Qualitätssteigerung feststellbar AAC 32kbps (52%), AAC 48kbps (65%) und AAC 64kbps (71%). Das Qualitätsniveau AAC 64kbps (71%) wird bei AACplus 48kbps (73%), mit entsprechend geringerer Bitrate erreicht. Während beim Vergleich der einzelnen Testbeispiele in den betrachteten Fällen - mit Ausnahme des Testbeispiels „Applaus“ - eine gewisse Homogenität festzustellen ist, wird „Applaus“ in allen Fällen signifikant schlechter beurteilt.

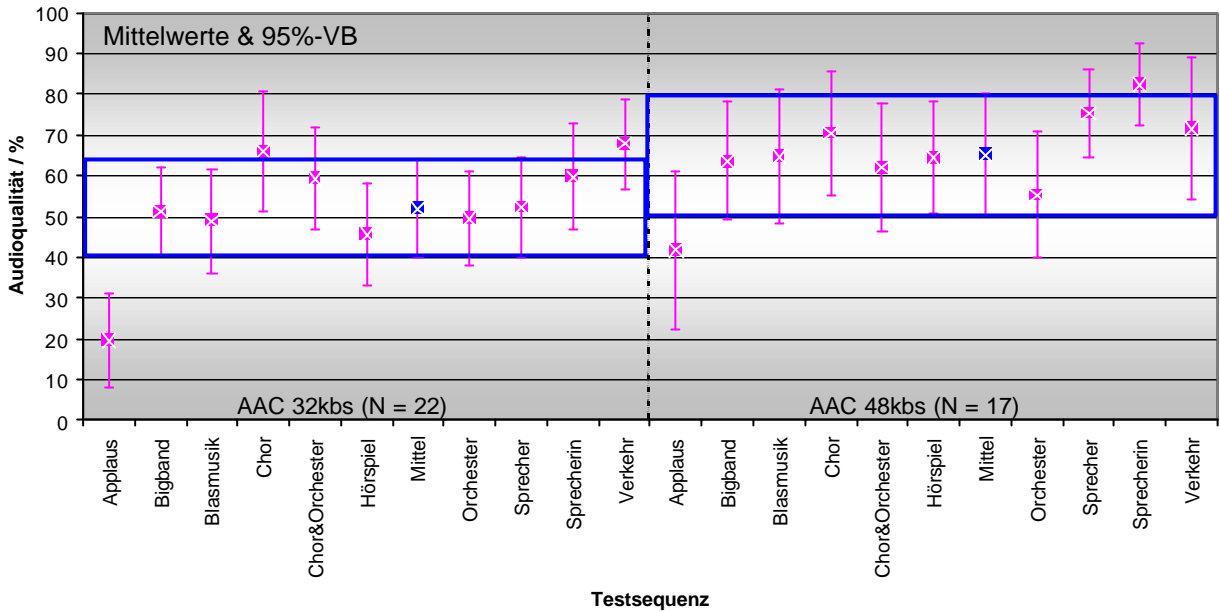


Abb. 2a: Ergebnisse für AAC 32kbps und 48kbps

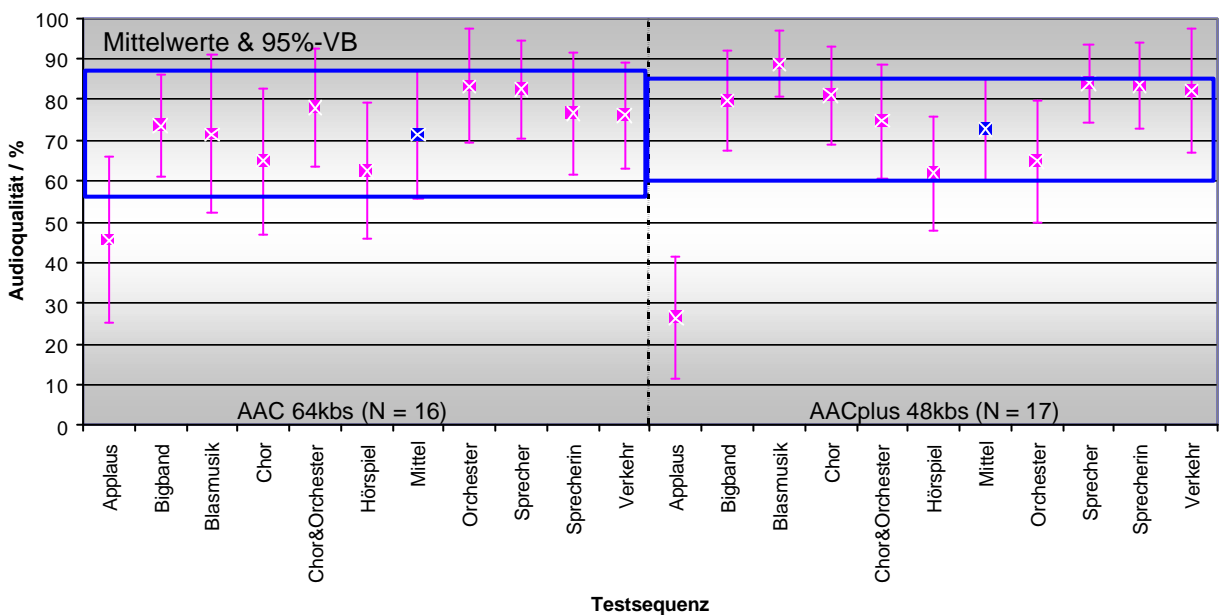


Abb. 2b: Ergebnisse für AAC 64kbps und AACplus 48kbps

Beurteilungen MP3

In den Abb. 3 sind die ermittelten Ergebnisse für die Codecs MP3 32kbps, MP3 48kbps, MP3 64kbps und MP3pro 48kbps und MP3pro 64kbps im Detail dargestellt. Betrachtet man jeweils die Mittelwerte über alle Testbeispiel (blaues Karo), so ist bei MP3 mit der Erhöhung der Bitrate in vielen Fällen eine signifikante Qualitätssteigerung feststellbar MP3 32kbps (11%), MP3 48kbps (33%) und MP3 64kbps (44%). Das Qualitätsniveau von MP3 64kbps (44%) wird bei MP3pro 48kbps (65%) deutlich und im Vergleich zu MP3 48kbps signifikant

verbessert. Bei Erhöhung der Bitrate von 48kbps auf 64kbps ist bei MP3pro keine signifikante Qualitätsverbesserung festzustellen (MP3pro 48kpps (65%), MP3pro 64kbps (74%)).

Während beim Vergleich der einzelnen Testbeispiele in den betrachteten Fällen bei niedrigen Bitraten 32 und 48kbps Homogenität festzustellen ist, treten bei MP3 64kbps und MP3pro 48kbps und 64kbps deutlich größere Schwankungen der Ergebnisse auf. Auffällig ist bei MP3pro das Testbeispiel „Applaus“, das signifikant schlechter beurteilt wird als die anderen Testbeispiele.

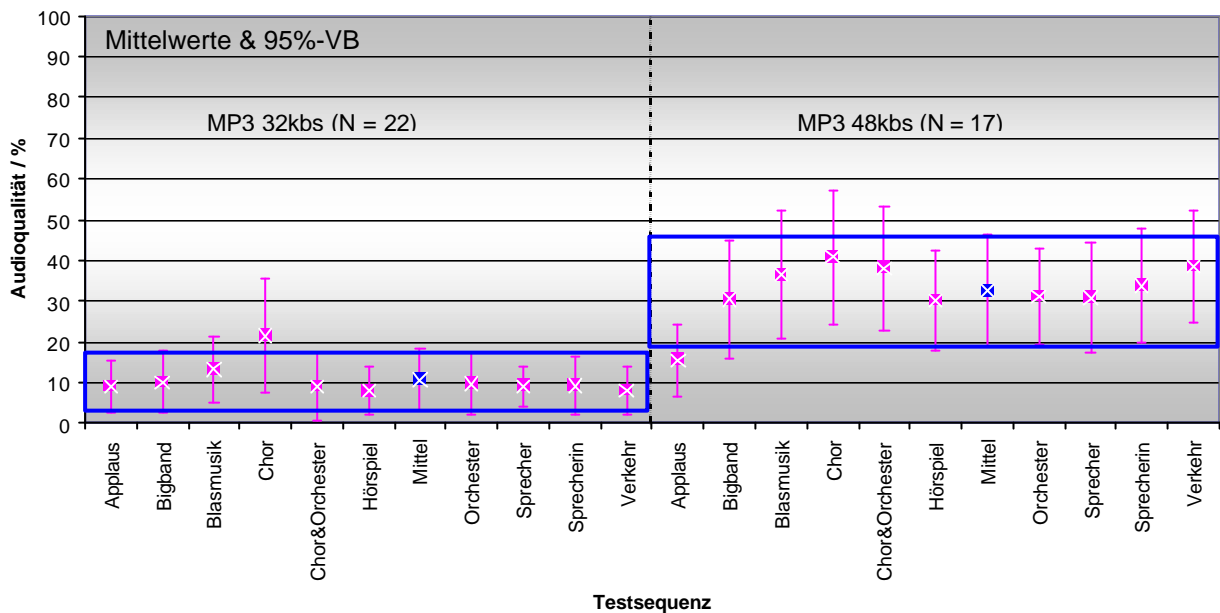


Abb. 3a: Ergebnisse für MP3 32kbps und 48kbps

Beurteilung von Real

In den Abb. 4 sind die ermittelten Ergebnisse für die Codecs Real 32kbps, Real 48kbps, Real 64kbps im Detail dargestellt.

Auffällig ist hier eine relativ hohe mittlere Bewertung (blaues Karo) bereits bei niedrigen Bitraten aber keine signifikante Qualitätssteigerung durch Erhöhung der Bitrate (Real 32kbps (54%), Real 48kbps (57%), Real 64kbps (63%)). Darüber hinaus sind die Ergebnisse in allen Fällen sehr inhomogen, mit jeweils signifikanten Mittelwertunterschieden.

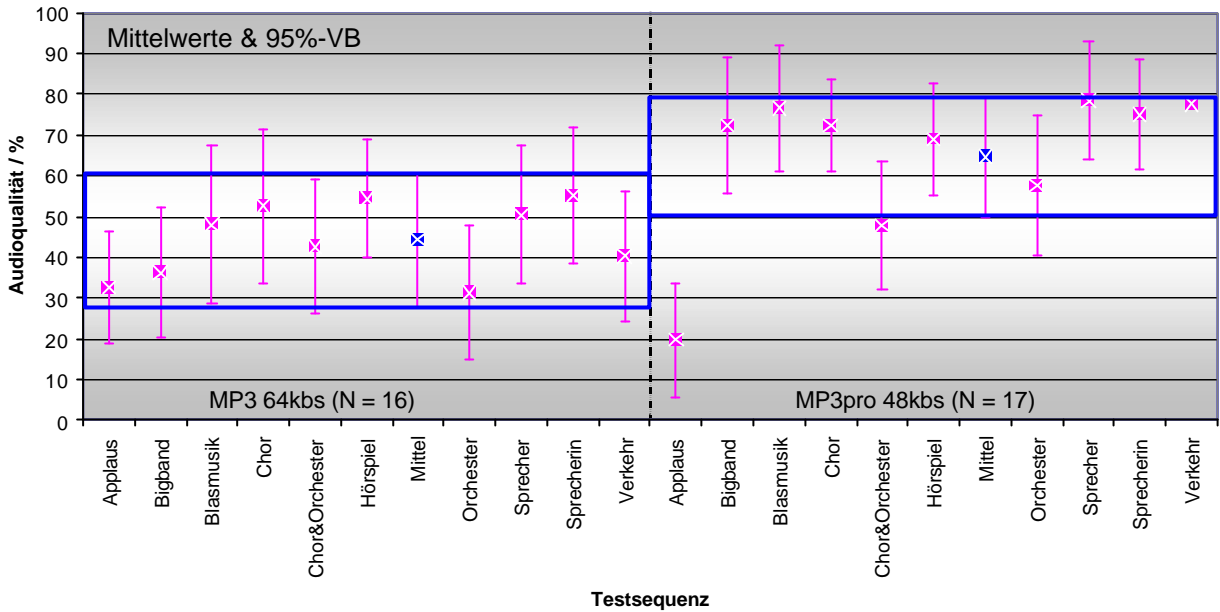


Abb. 3b: Ergebnisse für MP3 64kbps und MP3pro 48kbps

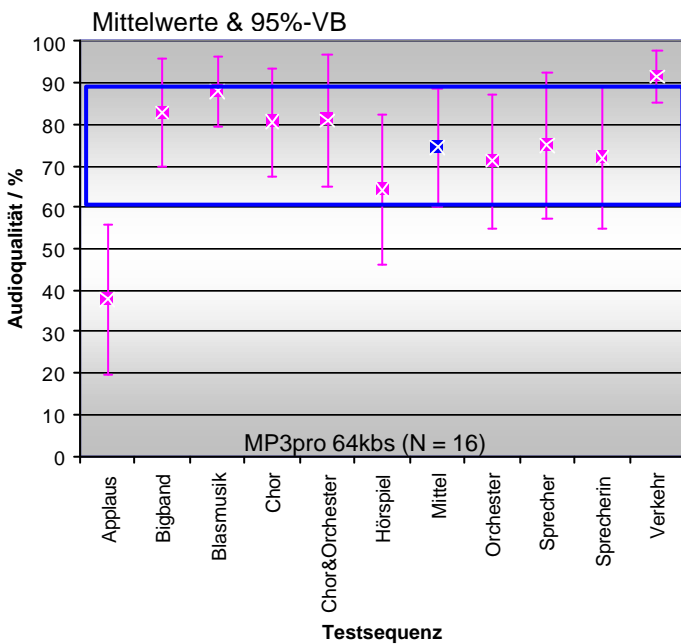


Abb. 3c: Ergebnisse für MP3pro 64kbps

Beurteilung WindowsMedia

In den Abb. 5 sind die ermittelten Ergebnisse für die Codecs WindowsMedia 32kbps, WindowsMedia 48kbps und WindowsMedia 64kbps dargestellt. Wie im Fall von Real sind relativ hohe mittlere Beurteilungen (blaues Karo) bereits bei geringen Bitraten festzustellen jedoch keine signifikante Qualitätsverbesserung mit Erhöhung der Bitrate (WindowsMedia 32 kbps (51%), WindowsMedia 48 kbps (59%), WindowsMedia 64kbps (64%)). Mit Ausnahme

des Testbeispiels "Applaus" sind die Ergebnisse in Abhängigkeit vom Testbeispiel für die betrachteten Fälle als homogen anzusehen.

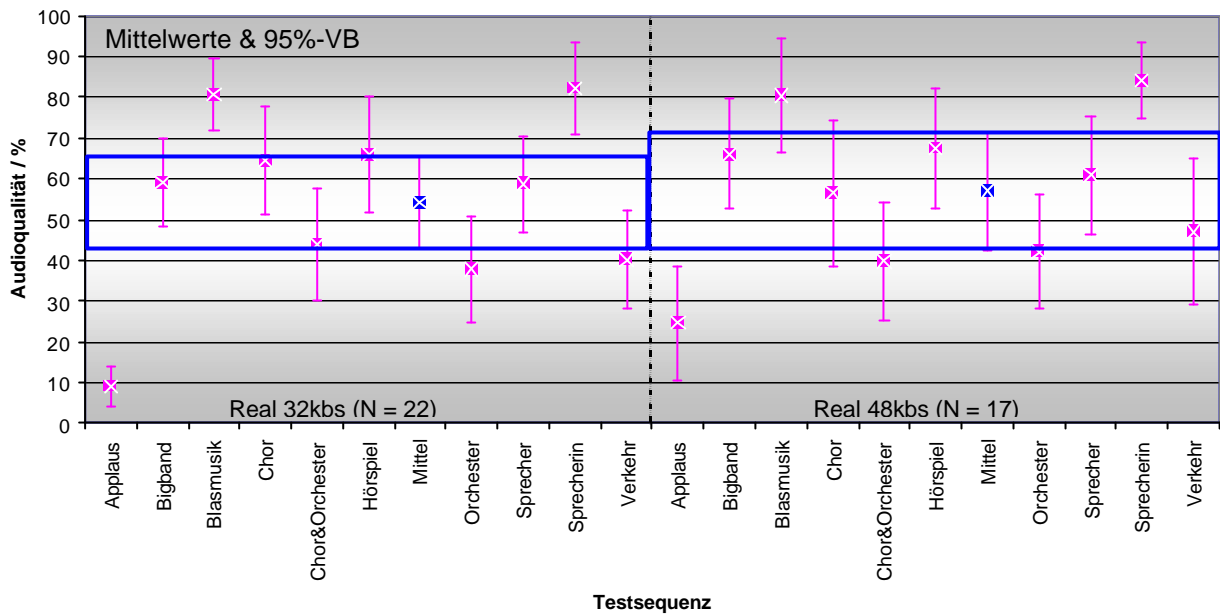


Abb. 4a: Ergebnisse für Real 32kbps und 48kbps

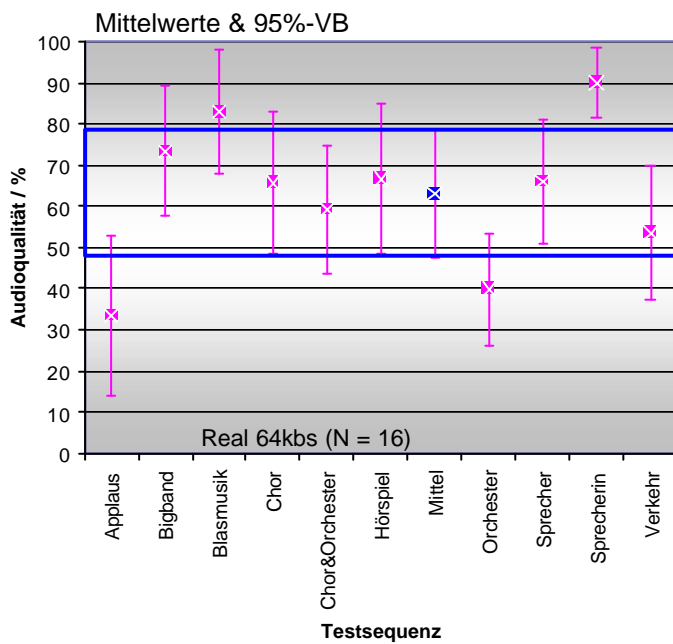


Abb. 4b: Ergebnisse für Real 64kbps

Beurteilung des versteckten Referenz- und Ankerstimulus

In Abb. 6 und 7 sind die Ergebnisse für die versteckten Referenz- und Ankerstimuli in dem jeweils getesteten Umgebung dargestellt. Beim Ankerstimulus (7 khz tiefpassgefiltertes Original) erkennt man eine geringfügige jedoch nicht signifikante Anhängigkeit vom

Testumgebung. Das Original wurde dagegen unabhängig von der Testumgebung erkannt und im Mittel entsprechend mit 90% beurteilt.

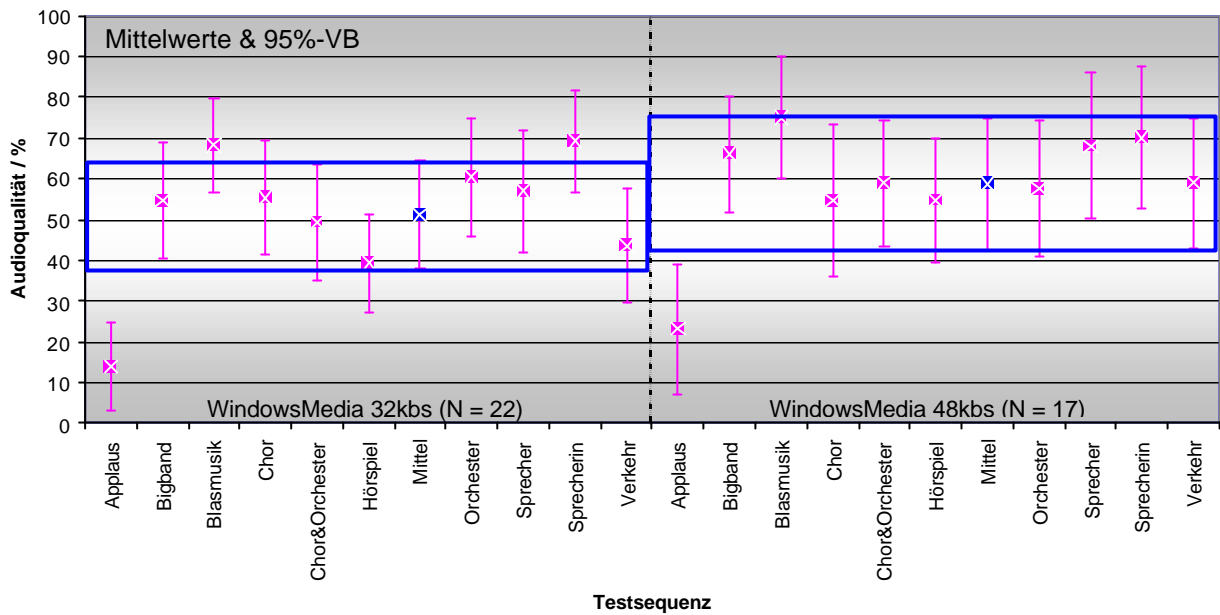


Abb. 5a: Ergebnisse für WindowsMedia 32kpbs und 48kpbs

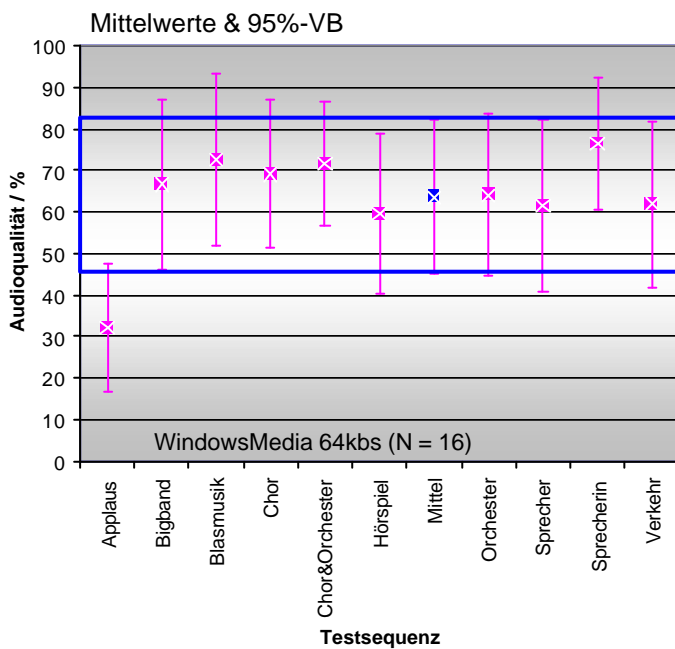


Abb. 5b: Ergebnisse für WindowsMedia 64kpbs

Codecvergleich

Um einen zusammenfassenden Qualitätsvergleich zwischen den Codecs zu ermöglichen, wurden in Abb. 8 je Codec alle mittleren (auf 10% gerundeten) Beurteilungen über alle Testsequenzen in Abhängigkeit von der Bitrate mit den entsprechenden Signifikanzbereichen (jeweils bezogen auf die beste Beurteilung je Codec) gegenübergestellt.

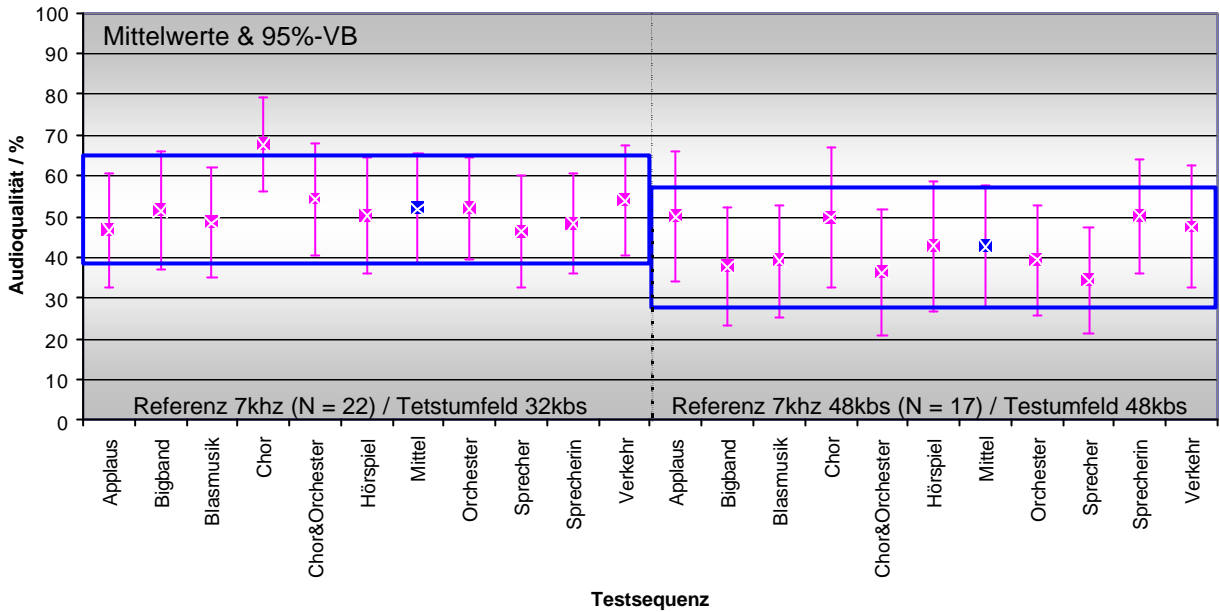


Abb. 6: Beurteilung des Ankerstimulus in Abhängigkeit von der Testumgebung

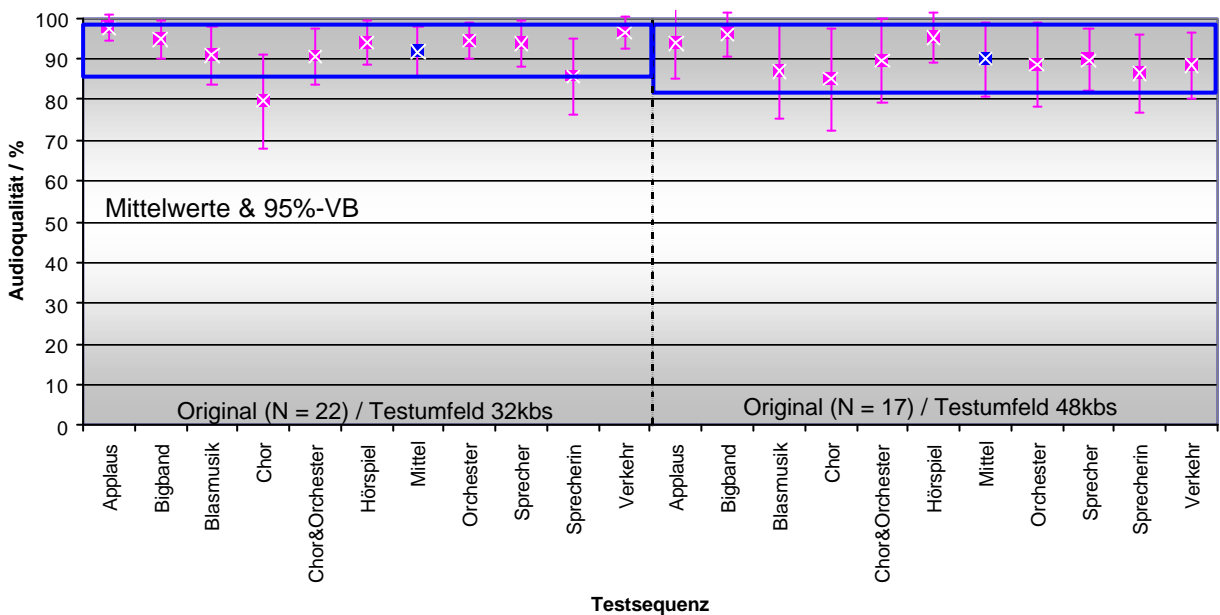


Abb. 7: Beurteilung der versteckten Referenz in Abhängigkeit von der Testumgebung

Die in Abb. 8 dargestellten Ergebnisse gestatten es, den Parameter Audioqualität in die Gesamtkonzeption eines Audio-Browsing-Archivs einzubeziehen und im Hinblick auf das operationelle Umfeld einen geeigneten Codec auszuwählen. Ist z. B. eine Audio-Streaming mit 48kpbs geplant und wird eine Audioqualität von mindestens 60% angestrebt, so kämen AAC, AACplus, MP3pro, Real und WindowsMedia als Codierverfahren in Betracht. Legt man bei gleicher Audio-Streaming-Bitrate eine Audioqualität von 70% zu Grunde, so kämen nur noch die Codecs AACplus und MP3pro in Betracht.

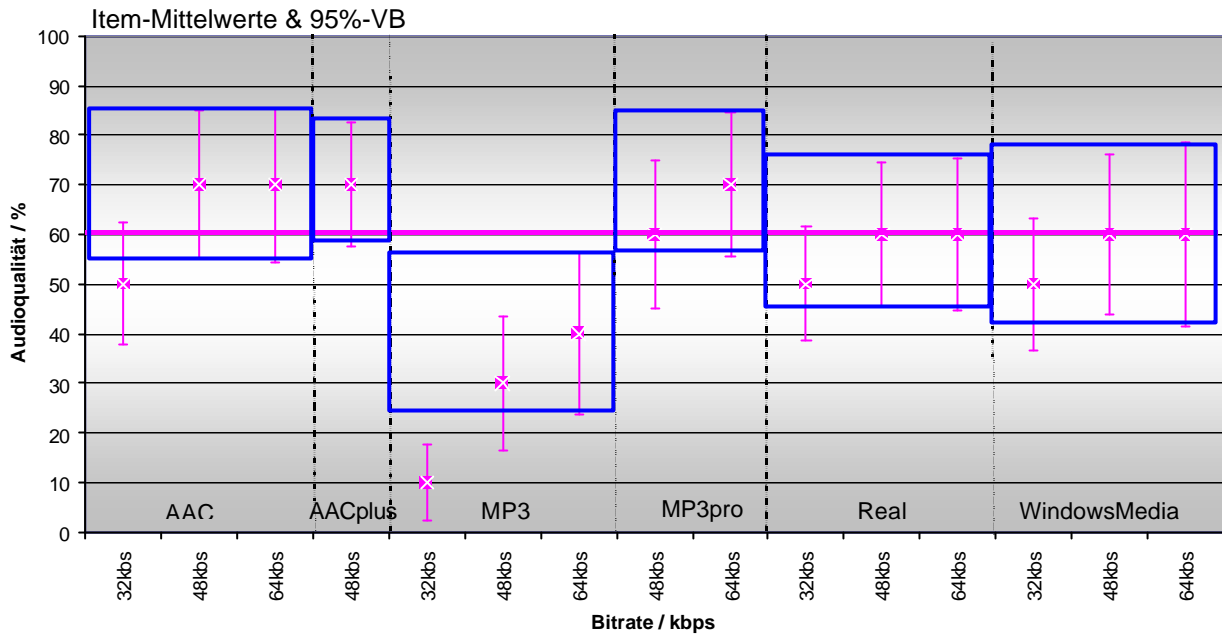


Abb. 8: Testsequenz-Mittelwerte der getesteten Codecs in Abhängigkeit von der Bitrate

4. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der durchgeführten Hörtests zeigen, dass mit den heute am Markt verfügbaren Audio-Codierverfahren bereits bei relativ niedrigen Datenraten eine für Audio-Browsingzwecke akzeptable Vorhör-Qualität erreicht werden kann. Der geringe Bandbreitenbedarf der im Hörtest verwendeten Audiocodierverfahren ermöglicht eine schnelle, parallele und ressourcenschonende Bereitstellung von Archivinhalten über das Unternehmensnetzwerk. Bei den kurzen Entwicklungszyklen von neuen verbesserten Audiocodierverfahren muss Archivbetreibern empfohlen werden, sich kontinuierlich an den Wandel der Audio-Formate anzupassen. Die Architektur moderner Archivsysteme sollte daher so gewählt werden, dass neue Audioformate, sowohl im High-Resolution als auch Low-Resolution-Bereich ohne grundlegende Änderungen des Gesamtsystemdesigns integrierbar sind. Die Rückwärtskompatibilität bereits im Archiv vorhandener Audioformate ist unbedingt erforderlich.

5. Literatur

- [1] "Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel sound systems", Recommendation ITU-BS.1116 (10/1997).
- [2] "Method for the subjective assessment of intermediate quality level of coding systems", Recommendation ITU-BS.1534 (06/2001).
- [3] CRC-SEAQ Audio Quality Evaluation Software. Communication Research Centre Canada (2000).