

WHITEPAPER

Von DECT zu Bluetooth: Mit kabellosem Audio in die Zukunft

Warum jetzt der richtige Zeitpunkt ist, in Logitech Zone Bluetooth-Headsets für Ihr Unternehmen zu investieren



logitech®

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Hintergrund	2
Vorteile für das IT-Management: TCO und Einfachheit	3
Sicherheit für das Unternehmen.....	4
Testen von Bluetooth und DECT	5
Test- und Validierungsumgebungen	5
Extreme Stresstestumgebung	6
Ergebnisse und wichtige Erkenntnisse	9
Reale Unternehmensumgebung	10
Ergebnisse und wichtige Erkenntnisse	11
Analyse der nativen Bluetooth-Skalierbarkeit	12
Ergebnisse und wichtige Erkenntnisse	14
Zusammenfassung der Ergebnisse: Was für Bluetooth-Audio im Unternehmensumfeld spricht	16
Best Practices für die Bereitstellung von Bluetooth-Headsets	17
Zukunftsaussicht: Eine zukunftsorientierte Investition	18
Anhänge	19
Anhang 1: Sicherheitsvergleich	19
Anhang 2: Testmethodik für Audioqualität	21
Anhang 3: Details zu Testumgebungen	21
Anhang 4: Vergleich der Ausfallraten und -zeiträume von Bluetooth und DECT.....	26

Als die DECT-Technologie in den 1980er Jahren entwickelt wurde, stellte sie einen bedeutenden Fortschritt für die drahtlose Kommunikation dar – sie bot sichere Verbindungen, eine größere drahtlose Reichweite, zuverlässige Leistung in anspruchsvollen Bürourmgebungen und geringe Latenz. Bluetooth® sollte erst 10 Jahre später auf den Markt kommen, und als es dann soweit war, wies es Einschränkungen auf, die es für Unternehmensumgebungen mit hohem drahtlosem Datenverkehr weniger geeignet machten.

Heute ist das nicht mehr der Fall. Bereits Anfang der 2020er Jahre waren die Vorteile der DECT-Technologie weitgehend verschwunden, da sich die Bluetooth-Audiotechnologie ständig weiterentwickelte. In diesem Whitepaper präsentieren wir Ergebnisse aus rigorosen Tests, in denen wir Logitech Zone Wireless 2 Bluetooth-Headsets mit DECT-Headsets in Umgebungen mit hoher Nutzerdichte verglichen haben, und demonstrieren damit die Robustheit dieser Technologie.

Die vorliegenden Erkenntnisse deuten darauf hin, dass Verbesserungen an der Bluetooth-Technologie und das überlegene Design der kabellosen Headsets aus der Logitech Zone-Familie diese zu einem ausgezeichneten Headset für das moderne Büro oder Callcenter machen. Die Bluetooth-Headsets aus der Zone-Familie bieten eine Leistung, die mit der von DECT-Kopfhörern vergleichbar ist oder diese sogar übertrifft, und auch andere Designmerkmale machen diese Headsets für die Belegschaft von heute sehr attraktiv.

Doch Logitech Bluetooth-Headsets bieten mehr als nur eine hervorragende Leistung. Sie können auch das IT-Management erleichtern und kosteneffizienter gestalten, wie wir im Folgenden erörtern werden. Darüber hinaus erleichtert die Vertrautheit mit Bluetooth die Akzeptanz und kann die Anzahl der Supportanfragen potenziell verringern.



Hintergrund

Wie jeder weiß, der schon einmal in einem Büro gearbeitet hat, ist unsere moderne Arbeitsumgebung voller drahtloser Geräte. WLAN-Netzwerke, mobile Endgeräte und eine wachsende Zahl von IoT-Peripheriegeräten erzeugen einen ständigen Fluss digitaler Informationen in einer komplexen und überfüllten drahtlosen Technologielandschaft. In diesem Umfeld ist eine klare und zuverlässige Audio-Kommunikation unerlässlich. Unternehmen sind darauf angewiesen.

Als die DECT-Funktechnologie (heute bekannt als „Digital Enhanced Cordless Telecommunications“) Ende der 1980er und Anfang der 1990er Jahre auf den Markt kam, eröffnete sie neue Möglichkeiten für Headsets und die drahtlose Kommunikation. Vor der Einführung von DECT waren die meisten drahtlosen Headsets auf die stark frequentierte 900-MHz-Frequenz angewiesen, ein Band, das auch von anderen Geräten zum Beispiel in der Medizin genutzt wurde, was zu Interferenzen und Problemen mit der Zuverlässigkeit führte. DECT stellte jedoch einen bedeutenden Fortschritt dar, da es sichere Verbindungen auf einer dedizierten Frequenz, eine größere Reichweite für drahtlose Geräte, geringe Latenz und zuverlässige Leistung in anspruchsvollen Büroräumlichkeiten und Callcentern bot.

Im Jahr 1998, etwa 10 Jahre nach der Entwicklung von DECT, wurde Bluetooth eingeführt. Es wurde als Standard für drahtlose Kurzstreckenkommunikation entwickelt, der für den Datenaustausch zwischen stationären und mobilen Geräten über kurze Distanzen genutzt wird. Die Technik wurde für private Netzwerke konzipiert und ist aufgrund ihrer begrenzten Reichweite (nur 10 Meter für Geräte der Klasse 2), Latenz, Sicherheitsbedenken und der geringen Leistung in Umgebungen mit hoher Nutzerdichte nicht für stark frequentierte Büros geeignet. Im Gegensatz zu DECT war es auch nicht dafür ausgelegt, Mobiltelefone mit einem analogen Telefonnetz zu verbinden.

Seit ihrer Einführung hat sich die Bluetooth-Technologie jedoch erheblich weiterentwickelt. (Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Whitepapers war Bluetooth Core Specification 6.2 verfügbar.) Modernes Bluetooth verbessert das Audioerlebnis durch höhere Geschwindigkeit, größere Reichweite, geringere Latenz, reduzierten Stromverbrauch, verbesserte Audioqualität und starke Verschlüsselung, um den Anforderungen von Unternehmen gerecht zu werden. Bluetooth-Headsets der Klasse 1 bieten eine Reichweite von weit über 30 Metern, und moderne Versionen schneiden bei der drahtlosen Dichte wesentlich besser ab.



Vorteile für das IT-Management: TCO und Einfachheit

Neben der Leistung für Endnutzer bietet modernes Bluetooth überzeugende Vorteile für das IT-Management, was zu niedrigeren Gesamtbetriebskosten (TCO) und einer vereinfachten Verwaltung beiträgt.

- Standardisierung und Interoperabilität:** Bluetooth ist heute ein universeller Standard. Dadurch entfällt die Notwendigkeit proprietärer Hardware und es wird eine nahtlose Interoperabilität zwischen vom Unternehmen ausgegebenen Laptops, Mobiltelefonen und zertifizierten Headsets gewährleistet, wodurch das Geräte-Ökosystem vereinfacht wird.
- Reduzierter Hardwarebedarf:** Im Gegensatz zu DECT, das typischerweise eine eigene Basisstation und einen eigenen USB-Anschluss für jeden Benutzer benötigt, verbinden sich native Bluetooth-Lösungen direkt mit Bluetooth-fähigen Geräten wie PCs und Laptops – eine Basisstation oder ein USB-Anschluss sind nicht erforderlich. Diese vereinfachte Einrichtung reduziert die Unordnung auf dem Schreibtisch, senkt die Hardwarekosten und optimiert das Asset-Management.
- Höhere Benutzerakzeptanz:** Die Mitarbeitenden kennen Bluetooth bereits von persönlichen Geräten wie Handys und Lautsprechern. Diese Vertrautheit verkürzt die Einarbeitungszeit, erhöht die Akzeptanzrate und reduziert letztendlich die Anzahl der IT-Supportanfragen im Zusammenhang mit dem Betrieb von Headsets.

Sicherheit für das Unternehmen

Für jedes große Unternehmen – insbesondere für solche in bestimmten Sektoren wie Finanzdienstleistungen und Regierungsbehörden – ist Sicherheit ein absolutes Muss. Doch während die Sicherheit von Bluetooth in der Vergangenheit Anlass zur Skepsis gab, sollte sie für Organisationen, die heute über den Einsatz von Bluetooth-Technologie nachdenken, kein Problem mehr darstellen. Die Sicherheit von Bluetooth wurde deutlich verbessert, insbesondere mit Bluetooth 5.0 (und späteren Versionen), das LE Secure Connections mit ECDH-Schlüsselaustausch für eine starke Authentifizierung obligatorisch gemacht hat. Heute verwendet Bluetooth eine 128-Bit-AES-Verschlüsselung für die Vertraulichkeit der Daten und nutzt Frequenzsprungverfahren, um Störungen und das Risiko des Abhörens zu verringern. (Einen Vergleich der Sicherheit von DECT und Bluetooth finden Sie in [Anhang 1.](#))

Bei der Entwicklung der Logitech Zone Bluetooth-Headsets stand Sicherheit im Mittelpunkt, egal ob die Verbindung über natives Bluetooth oder über den speziellen USB-Empfänger hergestellt wird. Beide unterstützen Bluetooth 5.0 und höher, wobei die Verbindung durch den obligatorischen Einsatz von Secure Connections gesichert wird. Der USB-Empfänger bietet eine vorab gepairte, sofort einsatzbereite und garantiert sichere Verbindung, was insbesondere für ältere Host-Geräte von Vorteil ist. Für moderne Computer ermöglicht natives Bluetooth die gleiche sichere Verbindung ohne Empfänger.

Testen von Bluetooth und DECT

Auch wenn einige Unternehmen nach wie vor die DECT-Technologie für Headsets bevorzugen, wird unserer Meinung nach immer deutlicher, dass die Vorteile von DECT weitgehend verschwunden sind. Um die Leistungsfähigkeit von Bluetooth für die Audiokommunikation zu bewerten, haben wir drei unabhängige und rigorose Tests durchgeführt, bei denen wir das Logitech Zone Wireless 2 Headset als Testgerät verwendeten (siehe [Anhang 3: Testumgebungen](#)) und es mit einem DECT-Headset eines anderen bekannten Herstellers verglichen. Wie würde sich das Zone-Headset in einer anspruchsvollen Büroumgebung bewähren? Was haben wir herausgefunden?

Test- und Validierungsumgebungen

Um die Leistungsfähigkeit der Bluetooth-Technologie in einem Headset wie dem Zone Wireless 2 zu ermitteln, haben wir es in drei verschiedenen Szenarien auf Herz und Nieren geprüft:

- **Extremer Stresstest:** Wir haben in einer kontrollierten Laborumgebung ein „Worst-Case-Szenario“ geschaffen, bei dem 50 aktive Headsets in einem 100 m² großen Raum (10 m x 10 m) gleichzeitig inmitten starker, eigens dafür erzeugter WLAN-Interferenzen im 2,4-GHz-Band betrieben wurden. Dies lieferte eine datengestützte Baseline für die Leistungsbewertung unter immensem Druck.
- **Einsatz in einer realen Unternehmensumgebung:** Wir führten einen ganztägigen Feldtest mit 110 Mitarbeitenden in einem stark frequentierten Büro eines Unternehmens aus der Finanzdienstleistungsbranche durch. Dies lieferte Einblicke in die Benutzerfreundlichkeit, die Zufriedenheit der Nutzer und die Leistung unter den unvorhersehbaren Bedingungen eines typischen Arbeitstages in der realen Welt.
- **Analyse der nativen Bluetooth-Skalierbarkeit:** Abschließend arbeiteten wir mit Intel zusammen, um einen kontrollierten Leistungstest durchzuführen, der sich speziell auf die Skalierbarkeit von nativem Bluetooth-Audio bei zunehmender Dichte konzentrierte. Mithilfe spezieller akustischer Analysegeräte haben wir die KPIs gemessen, während die Anzahl der aktiven Nutzer von eins bis 24 skaliert wurde. Der Test wurde sowohl im 5-GHz- als auch im 2,4-GHz-Band durchgeführt, um die Leistung bei zunehmender Interferenz zu beurteilen. Dabei wurde die Leistung von nativem Bluetooth mit der von Dongles verglichen.



Extreme Stresstestumgebung

Für diesen Test haben wir eine „Worst-Case-Szenario“-ähnliche Umgebung (siehe unten) geschaffen, wobei die Dichte in Wahrheit deutlich höher war als in einem typischen Callcenter und wahrscheinlich weitaus

höher als in jeder realen Büroumgebung. Um die Testumgebung noch anspruchsvoller zu gestalten, erzeugten wir zudem starke Störungen, indem wir drei 2,4-GHz-WLAN-Access-Points näher beieinander platzierten als üblich.



Raumanordnung für die extreme Stresstestumgebung

Wir haben 50 Logitech Zone Wireless 2-Headsets verwendet und den Test mit 50 vergleichbaren DECT-Headsets eines anderen Unternehmens wiederholt. Für jeden Test haben wir dann sechs Geräte ausgewählt und deren Leistung gemessen. Im Rahmen der Tests haben wir einen 1-kHz-Sinuston und Sprache über den

Lautsprecherausgang im Anrufmodus gestreamt. Die folgende Tabelle enthält Daten für die sechs Geräte zu den folgenden Messgrößen: Anzahl der Ausfälle, längster Ausfall in Millisekunden, Gesamtausfallzeit und Prozentsatz der fehlerhaften Signale.

WLAN-Umgebung	Testsets	DUT-Modellname	Hinweis	System Nr. 1 Große Reichweite	System Nr. 21 Mittlere Reichweite	System Nr. 25 Headset in der Nähe	System Nr. 36 Mittlere Reichweite	System Nr. 49 Große Reichweite	System Nr. 50 Headset in Bewegung
iPerf ein (3APs auf CH1, CH6. CH11 mit übertragenen Daten, TCP+UDP)	50	DECT	Anzahl der Ausfälle	34	16	0	21	28	19
			Längster Ausfall (ms)	1311,33	302,46	0	636,52	1586,23	1451,98
			Gesamtausfallzeit	2,34	0,62	0	1,9	2,63	2,56
			Prozentsatz fehlerhafter Signale (%)	1,8	0,48	0	1,46	2,03	2,02
	50	Zone Wireless 2 (BT-Headset)	Anzahl der Ausfälle	1342	447	7	655	349	477
			Längster Ausfall (ms)	39,52	35	3,94	63,33	18,38	21,21
			Gesamtausfallzeit (s)	4,69	1,61	0,02	2,86	1,27	1,66
			Prozentsatz fehlerhafter Signale (%)	3,6	1,24	0,02	2,2	0,98	1,3
iPerf aus (3APs auf CH1, CH6. CH11 ohne übertragene Daten)	50	DECT	Anzahl der Ausfälle	0	5	6	0	0	39
			Längster Ausfall (ms)	0	1637,71	66,25	0	0	1232,98
			Gesamtausfallzeit (s)	0	1,66	0,08	0	0	5,52
			Prozentsatz fehlerhafter Signale (%)	0	1,27	0,06	0	0	4,34
	50	Zone Wireless 2 (BT-Headset)	Anzahl der Ausfälle	533	301	5	192	137	202
			Längster Ausfall (ms)	26,88	20	2,79	11,25	31,23	23,06
			Gesamtausfallzeit (s)	1,77	1,07	0,01	0,69	0,51	0,77
			Prozentsatz fehlerhafter Signale (%)	1,36	0,82	0,01	0,53	0,39	0,61

Tabelle mit Ergebnissen des extremen Stresstests, bei dem das Logitech Zone Wireless 2 mit einem vergleichbaren DECT-Headset verglichen wird

In der extremen Stresstestumgebung konnten wir:

- Die Audioqualität und die Ausfallraten von 50 aktiven DECT- und Bluetooth-Headsets in einer simulierten Büroumgebung bewerten.
- Ein mobiles Gerät integrieren, um einen Benutzer zu simulieren, der sich im Raum bewegt.
- Eine realistische und dynamische 2,4-GHz-WLAN-Interferenzsimulation implementieren, um eine geschäftige, offene Büroumgebung darzustellen.

- Die Leistung von DECT- und Bluetooth-Technologien unter diesen aktualisierten Bedingungen vergleichen.

In der folgenden Tabelle finden Sie die Mean Opinion Scores (MOS) für beide Headset-Typen: Logitech Zone Wireless 2 und DECT. Wie die Tabelle zeigt, gab es keine signifikanten Unterschiede in den MOS-Ergebnissen zwischen den Logitech- und DECT-Headsets.

WLAN-Umgebung	Testsets	DUT-Modellname	Hinweis	System Nr. 1 Große Reichweite	System Nr. 21 Mittlere Reichweite	System Nr. 25 Headset in der Nähe	System Nr. 36 Mittlere Reichweite	System Nr. 49 Große Reichweite	System Nr. 50 Headset in Bewegung
iPerf ein (3APs auf CH1, CH6. CH11 mit übertragenen Daten, TCP+UDP)	50	DECT	DNSMOS_ovri_mos	3,151	3,264	3,301	3,273	3,239	2,996
			DNSMOS_sig_mos	3,484	3,547	3,584	3,556	3,54	3,599
			DNSMOS_bak_mos	3,986	4,082	4,096	4,093	4,058	3,512
	50	Zone Wireless 2 (BT-Headset)	DNSMOS_ovri_mos	3,289	3,34	3,315	3,203	3,381	2,935
			DNSMOS_sig_mos	3,588	3,62	3,611	3,546	3,662	3,668
			DNSMOS_bak_mos	4,043	4,096	4,077	3,958	4,101	3,308
iPerf aus (3APs auf CH1, CH6. CH11 ohne übertragene Daten)	50	DECT	DNSMOS_ovri_mos	3,263	3,299	3,276	3,231	3,316	2,918
			DNSMOS_sig_mos	3,56	3,58	3,58	3,59	3,63	3,62
			DNSMOS_bak_mos	4,065	4,083	4,055	3,946	4,046	3,327
	50	Zone Wireless 2 (BT-Headset)	DNSMOS_ovri_mos	3,268	3,264	3,286	3,295	3,292	3,003
			DNSMOS_sig_mos	3,57	3,56	3,58	3,58	3,58	3,6
			DNSMOS_bak_mos	4,067	4,065	4,087	4,092	4,089	3,521

Tabelle mit den Mean Opinion Scores für Zone Wireless 2 und DECT-Headsets

Hinweis: Die hier präsentierten MOS-Ergebnisse wurden mit unserem eigenen Software-Tool basierend auf der SpeechMOS-Python-Bibliothek für interne Evaluierungszwecke generiert. Diese Werte sind nicht direkt vergleichbar mit den standardisierten MOS-Ergebnissen von POLQA oder den prädiktiven MOS-Metriken, die innerhalb von Microsoft Teams verwendet werden.

Ergebnisse und wichtige Erkenntnisse

Um eine definitive, maschinell ausgewertete Baseline zu schaffen, wurde für den extremen Stresstest der Speech MOS (MOS = Mean Opinion Score) verwendet, ein objektives Instrument zur Bewertung der Audioqualität (siehe [Anhang 2](#)), das auf dem ITU-T P.835-Standard basiert. Diese Analyse liefert wichtige Kennzahlen für Signal-MOS und Hintergrund-MOS. Außerdem haben wir die Ausfallraten gemessen, um die Zuverlässigkeit der Verbindung zu bewerten. Nachfolgend finden Sie eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus dieser Testumgebung.

- Die Sprachqualität war praktisch identisch. Die S-MOS-Werte zur direkten Messung der Sprachklarheit waren nahezu identisch bei Zone Wireless 2 und DECT-Headset.
- Sowohl DECT- als auch Bluetooth-Headsets können in einer stark frequentierten WLAN-Umgebung unter extremen Bedingungen anfällig für Leistungsabfälle sein. Siehe [Anhang 3](#).
- Beide Arten von Headsets haben gut abgeschnitten. DECT-Headsets hatten eine geringe Anzahl von Ausfällen, aber wenn Ausfälle auftraten, waren sie für die Benutzer aufgrund ihrer längeren Dauer (bis zu 1,637 Millisekunden) auffälliger. Im Vergleich dazu traten bei Bluetooth-Headsets deutlich häufiger, dafür aber kürzere Ausfälle auf (alle unter 64 Millisekunden). Für eine Erklärung der Ausfallraten und -zeiträume siehe [Anhang 4](#).
- Trotz der höheren Anzahl an Ausfällen bei Bluetooth führte die Kürze der einzelnen Ereignisse oft zu einer Gesamtausfallzeit, die der von DECT entsprach oder sogar kürzer war. Siehe [Anhang 3](#).
- Bei Dichteproblemen ist das Muster kurzer Ausfälle bei Bluetooth für die Nutzer möglicherweise akzeptabler oder weniger auffällig als die längeren Ausfälle bei DECT, die so lang sein können, dass ganze Wörter oder Sätze verloren gehen. Siehe [Anhang 3](#).

Erkenntnis: Die Ergebnisse dieses Tests zeigen, dass die Sprachqualität des Zone Wireless 2 Headsets in einer Umgebung mit extrem hoher Dichte mit der eines DECT-Headsets vergleichbar ist. Dies bestätigt, dass Bluetooth-Headsets tatsächlich eine Sprachqualität und Verbindungsstabilität bieten können, die DECT-Headsets ebenbürtig oder sogar überlegen ist. Damit dürfte eine der Hauptsorgen vieler Unternehmenskunden hinsichtlich Bluetooth-Headsets ausgeräumt werden.

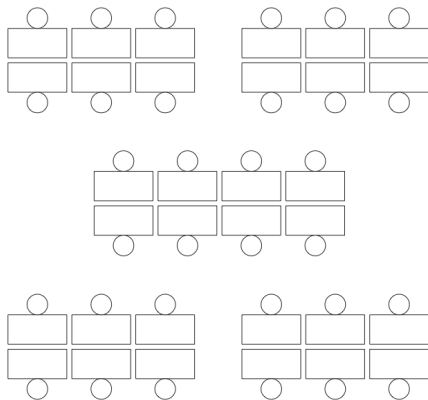
Objektiv betrachtet hat das Zone Wireless 2-Headset in einer strukturierten Testumgebung gut abgeschnitten. Doch wie würde es sich in einem realen Büroumfeld bewähren, mit den unvorhersehbaren Variablen eines typischen Arbeitstages?



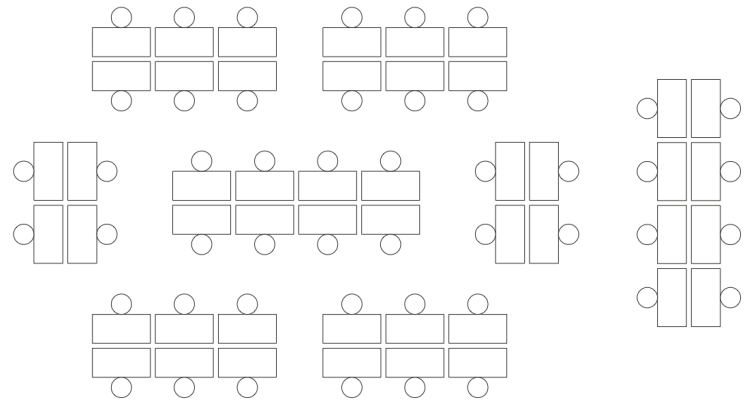
Reale Unternehmensumgebung

Für das reale Szenario haben wir mit einem großen US-Finanzdienstleistungsunternehmen zusammengearbeitet, um 110 Zone Wireless 2-Headsets auf einer Etage ihres Firmengebäudes zu testen. Die Mehrheit der Headset-Nutzer konzentrierte sich auf fünf nahe beieinander liegende Bereiche mit Sitzanordnungen, die in etwa wie folgt aussahen.

Typische Konfiguration mit 32 Plätzen:



Typische Konfiguration mit 48 Plätzen:



Diese beiden Schemata stellen typische Sitzkonfigurationen in den Büroräumen der Unternehmen dar, in denen wir Headsets getestet haben

Ergebnisse und wichtige Erkenntnisse

Die wichtigsten Ergebnisse und das Feedback aus dem Test umfassen:

- Das Zone Wireless 2-Headset erhielt eine insgesamt sehr positive Bewertung mit 4,7 von möglichen 5 Punkten.
- Die Gesamtbewertung der Mikrofon- und Audioqualität betrug 4,7 von 5.
- Die Bewertung für das Pairing und die Einrichtung betrug 4,6 von 5.
- Trotz des beobachteten hohen Funkfrequenzverkehrs (RF), bei dem durchschnittlich mehr als 65 % der Nutzer aktiv telefonierten, an Besprechungen teilnahmen oder Audioinhalte hörten, wurden keine Probleme wegen der Dichte von Nutzern gemeldet, die sich von ihrem Arbeitsplatz entfernten.
 - In den meisten Fällen traten innerhalb der normalen Bewegungsreichweite des Nutzers (durchschnittlich 6 Meter) keine Leistungsprobleme auf
- Einige Nutzer berichteten von einer zuverlässigen Bluetooth-Leistung in bis zu 35 Metern Entfernung von ihrem Schreibtisch, was bis zu doppelt so gut war wie bei dem DECT-Headset, das sie aktuell verwendeten
- Die Leistung wurde über mehrere Benutzer hinweg zu verschiedenen Tageszeiten gemessen.
- Alle Headsets waren bei der Bereitstellung zu 90 % aufgeladen. Der Akku hielt den gesamten Arbeitstag durch, ohne dass eine Aufladung erforderlich war, und die Benutzer waren mit der Akkuleistung sehr zufrieden.
- Einige Mitarbeitende verbanden ihr Zone Wireless 2-Headset mit einem sekundären Arbeitsgerät, wie einem Mobiltelefon oder einem Bluetooth-fähigen Tischtelefon; diese Funktion war mit ihrem DECT-Headset nicht möglich.

Subjektivere Ergebnisse basieren auf Benutzerfeedback und Bewertungen am Ende des Tages. Das Feedback war durchweg positiv und umfasste Aussagen wie die folgenden:

„Reicht im Vergleich zum bisherigen Headset mindestens dreimal so weit.“

„Einfach zu bedienen und hat eine gute Audioqualität. Besser als das vorherige Headset.“

„Ich bevorzuge dieses Gerät gegenüber dem, was wir derzeit haben. Insgesamt besser und großartige Geräuschunterdrückung.“

„Echt gutes Headset für den Einsatz zu Hause und im Büro. Die Geräuschunterdrückung ist ausgezeichnet und die Sprachqualität war gut.“

„Rundum super! Klarer Klang, einfach zu bedienen, großartige ANC!“

Erkenntnis: Dieser Test unterschied sich sehr vom vorherigen. In der extremen Stresstestumgebung wurde ein objektives Instrument zur Bewertung der Audioqualität verwendet (siehe [Anhang 2](#)), um die Ergebnisse zu messen und ein DECT-Headset mit dem Zone Wireless 2 Bluetooth-Headset zu vergleichen. Der Test in der „realen Welt“ basierte auf subjektiven menschlichen Erfahrungen mit dem Logitech Headset und einem impliziten Vergleich mit dem DECT-Headset, mit dem die Benutzer bereits vertraut waren.

Dieser Test ist zwar weniger wissenschaftlich und subjektiver, liefert uns aber dennoch ein realistisches Feedback darüber, wie das Headset tatsächlich erlebt wird. Diese Erfahrung war eindeutig positiv und unterstützt die objektiven Daten aus dem ersten Test. Es bestätigt, dass die Zone Wireless 2-Headsets in realen Unternehmensumgebungen gut abschneiden.

Analyse der nativen Bluetooth-Skalierbarkeit

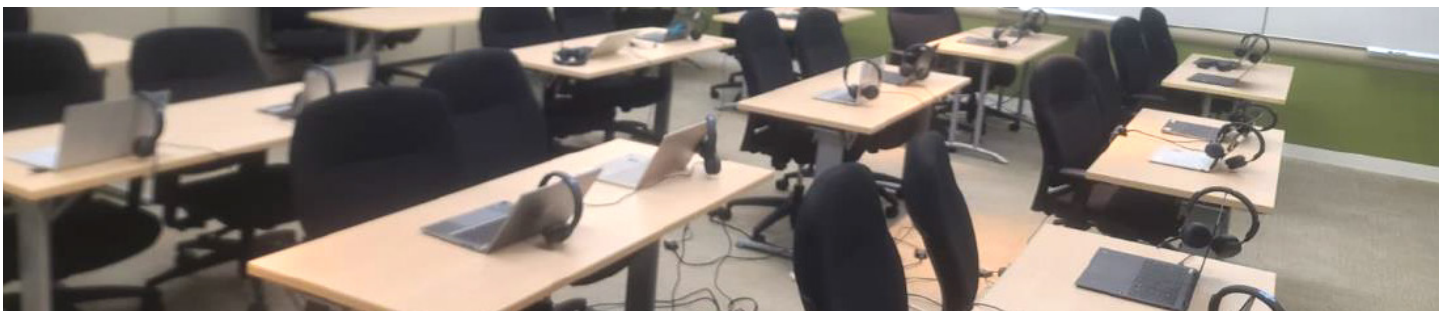
Die oben genannten Testumgebungen bewerten die Leistung von Logitech Zone Wireless 2 Headsets bei Verwendung von Bluetooth und der Verbindung mit Laptops über einen USB-Empfänger. Im dritten Test wollten wir die Leistung dieser Headsets bei der Verbindung mit einem Laptop über „natives Bluetooth“ bewerten – also direkt und ohne USB-Empfänger.

Unserer Meinung nach ist natives Bluetooth die Zukunft kabelloser Headsets. Da die direkte Verbindung zum Laptop keinen Empfänger erfordert, wird auch eine potenzielle Fehlerquelle für Benutzer und IT-Abteilung beseitigt. Kleine USB-Empfänger oder Dongles gehen leicht verloren, werden zu Hause oder im Büro vergessen oder können kaputt gehen. Und wenn sie in Gebrauch sind, belegen sie einen wertvollen USB-Anschluss, der möglicherweise für ein anderes Peripheriegerät wie eine Maus oder einen USB-Stick benötigt wird.

Ein weiterer wichtiger Punkt: Da Microsoft nun mit der Zertifizierung von Headsets für die Verwendung mit Teams über natives Bluetooth begonnen hat, können Unternehmen, die Microsoft Teams als Standard nutzen, den Einsatz von Headsets in Betracht ziehen, die keine Dongles benötigen.

Andererseits wissen wir, dass ein USB-Empfänger eine äußerst stabile Verbindung zwischen Headset und Laptop bietet. Führt das Entfernen des Empfängers zugunsten einer „nativen Lösung“ zu weniger stabilen drahtlosen Verbindungen?

Auch hier gibt es gute Nachrichten. Unser Test zeigt, dass native Bluetooth-Verbindungen nicht nur robust und stabil sind, sondern dies auch dann noch bleiben, wenn wir die Dichte des drahtlosen Datenverkehrs auf ein Niveau erhöhen, das weit über dem in einer realen Büroumgebung zu erwartenden liegt.



Raumanordnung für native Bluetooth-Tests

Ergebnisse und wichtige Erkenntnisse

Für diesen Test haben wir spezielle Geräte zur akustischen Analyse verwendet und KPIs (MOS-Wert, Paketfehlerrate, NAK-Anzahl, keine Synchronisierungsereignisse, CRC-Fehler) gemessen, während wir die Anzahl der aktiven „Benutzer“ im Raum von 1 (niedrige Dichte) auf 10 (mittlere Dichte) und dann auf 24 (hohe Dichte) erhöhten. Der native Bluetooth-Test erfolgte in zwei Phasen: Phase 1 mit WLAN 5 GHz bei minimaler oder keiner Überlastung und Phase 2 mit WLAN-Koexistenz und Überlastung bei 2,4 GHz.

Die folgende Tabelle liefert Daten für eine repräsentative Station (Station Nr. 9) in den Umgebungen mit niedriger, mittlerer und hoher Dichte. (Der vollständige Datensatz ist auf Anfrage erhältlich.)

Kennzahl	5 GHz WLAN / 2,4 GHz WLAN Niedrige Dichte	5 GHz WLAN / 2,4 GHz WLAN Mittlere Dichte	5 GHz WLAN / 2,4 GHz WLAN Hohe Dichte
MOS-Wert (RX)	4,25 / 4,15	4,20 / 4,05	3,91 / 3,85
MOS-Wert (TX)	4,10 / 4,05	4,05 / 4,00	3,75 / 3,75
Paketfehlerquote (PER)	1,98 / 1,91	2,08 / 2,20	2,88 / 2,94
NAK-Zähler	0,72 / 0,65	0,70 / 0,77	1,11 / 1,03
Keine Synchronisierungsereignisse	1,60 / 1,14	1,20 / 1,21	0,95 / 1,62
CRC-Fehler	0,15 / 0,11	0,18 / 0,22	0,82 / 0,29

Tabelle mit den Ergebnissen des nativen Bluetooth-Tests an einer Station (STA Nr. 9) bei zunehmender Anzahl aktiver „Nutzer“ und Dichte

Die folgende Tabelle zeigt die nativen Bluetooth (NBT)-Testergebnisse für eine repräsentative Stichprobe von Stationen während des Tests mit der höchsten Dichte (mit allen 24 aktiven Stationen). Diese Tabelle zeigt die NBT-Ergebnisse mit und ohne WLAN-Überlastung sowie die MOS-Werte für Headsets, die NBT verwenden, im Vergleich zu denen, die einen Bluetooth-Empfänger verwenden.

Kennzahl	NBT+ WLAN 5 GHz (Baseline)					NBT+ WLAN 2,4 GHz + Verkehr					BT-Dongle + WLAN 2,4 GHz + Verkehr				
	STA Nr. 1	STA Nr. 6	STA Nr. 9	STA Nr. 19	STA Nr. 24	STA Nr. 1	STA Nr. 6	STA Nr. 9	STA Nr. 19	STA Nr. 24	STA Nr. 1	STA Nr. 6	STA Nr. 9	STA Nr. 19	STA Nr. 24
MOS-Wert (RX)	3,99	3,87	3,91	3,95	3,90	3,99	3,82	3,85	3,82	3,87	3,67	3,75	3,70	3,75	3,67
MOS-Wert (TX)	3,85	3,75	3,75	3,90	3,85	3,8	3,71	3,75	3,78	3,81	3,82	3,84	3,65	3,68	3,61
Paketfehlerquote (PER)	2,55	2,94	2,88	2,74	2,55	2,95	2,99	2,94	2,96	1,91	-	-	-	-	-
NAK-Zähler	0,92	1,50	1,11	1,20	0,92	1,03	1,05	1,03	1,04	0,65	-	-	-	-	-
Keine Synchronisierungsereignisse	1,14	0,73	0,95	0,82	1,14	1,62	1,64	1,62	1,63	1,14	-	-	-	-	-
CRC-Fehler	0,49	0,71	0,82	0,72	0,49	0,3	0,3	0,29	0,3	0,11	-	-	-	-	-

Tabelle mit Testergebnissen für eine repräsentative Stichprobe von Stationen während des Tests mit der höchsten Dichte

Dieser Test hat gezeigt:

- Die Skalierung von niedriger über mittlere bis hin zu hoher Dichte (von 1 über 10 bis 24 Stationen) im selben Raum zeigte keine signifikante Verschlechterung der wichtigsten Bluetooth-Kennzahlen
- MOS-Stabilität: Die Werte blieben stabil, solange die Paketfehlerquote (PER) unter etwa 5 % lag, was die Stabilität der Audioqualität bestätigte
- Sowohl die Audioqualität (Phase-1-Test) als auch die Mikrofonqualität (Phase-1- und Phase-2-Tests) wurden durchweg mit „gut“ bewertet
- Die allgemeine native Bluetooth-Verbindungsqualität war robust und stabil

Erkenntnis: Selbst in einer Umgebung mit einer hohen Dichte aktiver Nutzer (24 in einem kleinen Klassenraum) blieben die nativen Bluetooth-Verbindungen des Logitech Zone Wireless 2 Headsets robust und stabil. Wenn Unternehmen die Einführung von nativen Bluetooth-Headsets in stark frequentierten Büros erwägen, sollte ihnen dies das Vertrauen geben, zumindest mit einem Machbarkeitsnachweis fortzufahren.

Die überlegene Leistung bei nativer Bluetooth-Verbindung resultiert aus der fortschrittlichen Implementierung von LE Power Control (LEPC) im Intel-Chipsatz.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Dongles, die oft mit fester oder maximaler Leistung senden, optimiert die Intel-Lösung ihre Sendeleistung und Empfängerverstärkung dynamisch auf Basis der Echtzeit-Signalqualität (RSSI). Dadurch wird eine Signalübersättigung verhindert und der Gesamtrauschpegel in Umgebungen mit hoher Dichte reduziert, wodurch eine stabile Verbindung auch bei starker Auslastung der Funkfrequenzen gewährleistet wird.

Zusammenfassung der Ergebnisse: Was für Bluetooth-Audio im Unternehmensumfeld spricht

Die Analyse aller drei Testumgebungen lieferte eine Reihe überzeugender Erkenntnisse, die den Anwendungsfall für Zone Wireless 2 Bluetooth-Headsets unterstützen.

Ergebnis 1: Die Bluetooth-Audioqualität bleibt auch bei hoher Dichte robust und stabil

Das ultimative Kriterium für ein Headset ist die Klarheit seines Klangs. In zahlreichen objektiven und subjektiven Tests demonstrierte das Zone Wireless 2 eine hohe Mikrofon- und Audioqualität, selbst unter anspruchsvollsten Bedingungen. Darüber hinaus war die Sprachqualität des Zone Wireless 2 bei den extremen und realen Tests auf dem gleichen Niveau wie bei DECT.

Ergebnis 2: Die Stabilität der Bluetooth-Verbindung ist erwiesen und zuverlässig

Die Daten zeigen, dass moderne Bluetooth-Verbindungen hochgradig stabil sind – mit oder ohne Dongle. Im Skalierbarkeitstest lag die durchschnittliche Paketfehlerrate (PER) bei einer Dichte von 24 Benutzern bei lediglich 2,79 %, deutlich unter dem akzeptablen Schwellenwert von 5 %, was ein positives Benutzererlebnis gewährleistet, das mit „Gut bis Ausgezeichnet“ bewertet wird. Diese datengestützte Stabilität wurde im realen Einsatz bestätigt, wobei Benutzer keine Verbindungsabbrüche innerhalb einer typischen Roaming-Reichweite meldeten.

Ergebnis 3: Das Ausfallverhalten bei Bluetooth stört grundsätzlich weniger

Obwohl jede drahtlose Technologie Belastungen ausgesetzt sein kann, ist ihr Ausfallverhalten von entscheidender Bedeutung. Hier zeigte der extreme Stresstest einen wesentlichen Unterschied. Und zwar liegt dieser in der Art und Weise, wie DECT und Bluetooth die Verbindung herstellen und bei einer Unterbrechung wiederherstellen. So traten bei DECT zwar seltener Verbindungsabbrüche auf, diese waren aber potenziell störender; die längste Ausfallzeit in unseren Tests betrug 1,6 Sekunden. Im Gegensatz dazu waren Bluetooth-Unterbrechungen häufiger, aber extrem kurz und weit weniger störend; selbst die längeren Störungen dauerten weniger als 0,06 Sekunden. In einem Live-Gespräch wirkt ein kurzes Stottern weit weniger störend und irritierend als eine 1,5 Sekunden lange Stille.

Ergebnis 4: Logitech Zone Wireless 2 übertrifft die Erwartungen der Unternehmen

Der Praxistest bei einem großen Finanzdienstleistungsunternehmen bewies die Eignung des Zone Wireless 2 Headsets für den modernen Arbeitsplatz, wo sein durchdachtes Design zu konkreten Vorteilen führte:

- **Überlegene Reichweite:** Viele Nutzer konnten sich problemlos in einer üblichen Entfernung von ihrem Arbeitsplatz bewegen. Wie oben bereits erwähnt, berichteten einige Nutzer von einer zuverlässigen Bluetooth-Leistung bis zu einer Entfernung von 35 Metern von ihrem Schreibtisch, was doppelt so gut ist wie bei dem DECT-Headset, das sie zu diesem Zeitpunkt verwendeten.
- **Hohe Benutzerzufriedenheit:** Abgesehen vom Klang lag die Bewertung der Gesamtzufriedenheit der Nutzer für das Zone Wireless 2 Headset bei 4,7 von 5,0 Punkten, wobei die Mikrofon- und Audioqualität (4,7) und das einfache Pairing (4,6) besonders gut bewertet wurden.
- **Moderne Funktionen:** Benutzer hoben moderne Funktionen wie die Verbindung mehrerer Geräte und Mikrofone mit Flip-Stummschalter als wesentliche Verbesserungen ihres Arbeitsablaufs hervor und demonstrierten damit die benutzerorientierte Designphilosophie von Zone Wireless 2.

Best Practices für die Bereitstellung von Bluetooth-Headsets

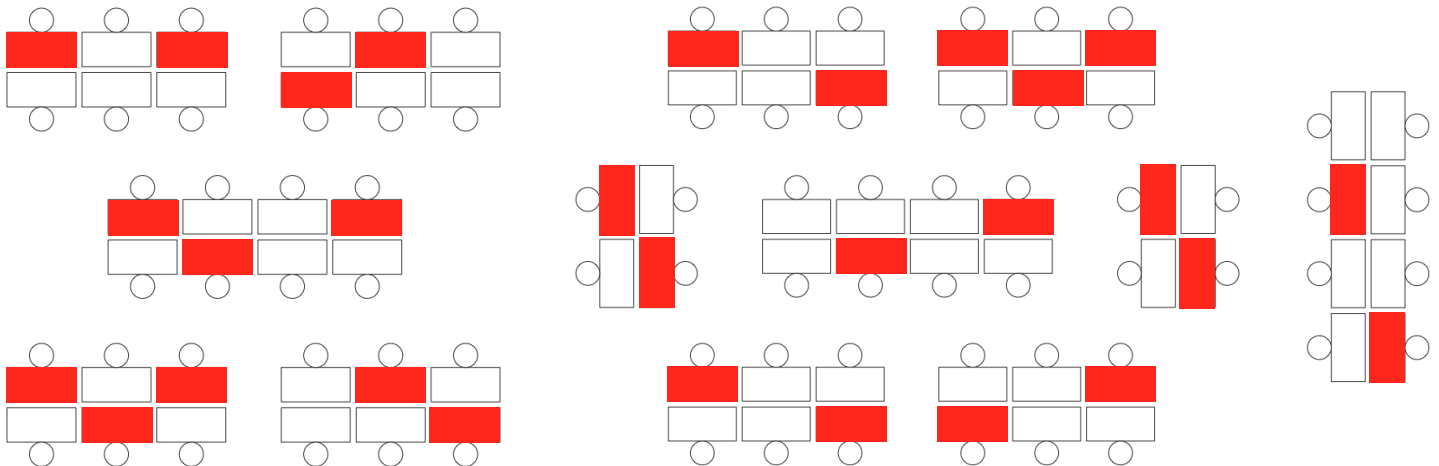
Bluetooth-Headsets bieten Effizienz und Mobilität. Um ihr volles Potenzial auszuschöpfen, ist jedoch eine durchdachte Einrichtung erforderlich. Hier sind einige praktische Tipps für eine erfolgreiche Bereitstellung.

1. Dafür sorgen, dass andere Geräte per 5-GHz-WLAN verbunden sind

Da Bluetooth im stark frequentierten 2,4-GHz-Band funktioniert, können Headsets mit anderen Geräten in einem 2,4-GHz-WLAN um Bandbreite konkurrieren. Die Verbindung von Bürocomputern und anderer Infrastruktur über 5-GHz-WLAN-Netzwerke schafft Platz im 2,4-GHz-Band für Bluetooth-Geräte, verbessert die Sprachklarheit und reduziert Störungen. IT-Teams, die diesen Ansatz übernommen haben, berichten durchweg von einer reibungsloseren Headset-Leistung.

2. Mindestens 5 m² pro Headset einrechnen

Bluetooth-Headsets funktionieren gut in stark frequentierten Büros, aber in beengten Umgebungen kann es zu Signalstörungen kommen. Eine gute Faustregel ist, mindestens 5 m² Platz pro Headset-Nutzer einzurechnen. Dadurch können Störungen minimiert und zuverlässige Verbindungen sichergestellt werden.



In diesem Schema eines typischen Büros (siehe Seite 10) stellen die roten Rechtecke die Standorte von Schreibtischen mit USB-Empfängern dar

4. Bürolayout und Materialien berücksichtigen

Hier sind einige Punkte, die Sie bei der Planung Ihrer Bereitstellung beachten sollten:

- Beton und Stahl blockieren Signale stärker als Glas oder Trockenbauwände. Die kabellose Leistung kann in Büros mit dichten Baumaterialien beeinträchtigt werden.
- Offene Layouts bieten einen besseren Signalfluss als Büros mit hohen Trennwänden oder zahlreichen geschlossenen Räumen.

3. USB-Empfänger gut verteilen

Die Gruppierung von USB-Bluetooth-Empfängern kann zu Interferenzen führen, selbst bei der adaptiven Frequenzsprungtechnologie von Bluetooth. Hier erfahren Sie, wie Sie bei der Verwendung von USB-Empfängern Störungen vermeiden können:

- Vermeiden Sie es, mehrere USB-Empfänger an einem einzigen, dicht gedrängten Ort zu platzieren.
- Stecken Sie Empfänger an gegenüberliegenden Seiten von Laptops oder Dockingstationen ein, um die physische Trennung zu maximieren.
- Vermeiden Sie, wenn möglich, gemeinsame USB-Hubs, insbesondere unter Schreibtischen.

- Eine Bluetooth-Verbindung ist immer am stärksten, wenn eine klare Sichtlinie zwischen dem Headset und dem USB-Empfänger (oder Computer, im Fall von nativem Bluetooth) besteht. Vermeiden Sie es, Computer unter Metalltischen oder in Schränken zu platzieren.

Mit der richtigen Planung können Bluetooth-Headsets kristallklare Anrufe und die Flexibilität bieten, die Mitarbeitende benötigen.



Zukunftsansicht: Eine zukunftsorientierte Investition

Die Wahl von Bluetooth ist nicht nur eine Entscheidung für heute – sie ist eine zukunftsorientierte Investition. Während sich der Bluetooth-Standard ständig weiterentwickelt, stehen bereits Technologien der nächsten Generation in den Startlöchern, um das Audioerlebnis in Unternehmen noch weiter zu verbessern. Zukünftige Standards wie LE Audio werden Vorteile wie höhere Audioqualität bei geringerem Stromverbrauch (was eine längere Akkulaufzeit ermöglicht) einführen. Durch die Standardisierung auf Bluetooth positionieren sich Unternehmen, um diese zukünftigen Innovationen nahtlos zu übernehmen.

Von Worst-Case-Laborsimulationen bis hin zu groß angelegten Bereitstellungen in Unternehmen und kontrollierten Skalierbarkeitsanalysen – die Beweislage ist eindeutig. Die moderne Bluetooth-Technologie hat bewiesen, dass sie die richtige Technologie für Büros heute und in Zukunft ist, und die Logitech Zone Familie von Bluetooth-Headsets mit sorgfältigem HF-Design, optimierter Firmware und fortschrittlicher Audioverarbeitung ist ein Ausdruck dieses Technologiesprungs.

Zone Wireless Headsets bieten:

- Unterstützung für Bluetooth-Version 5.0 oder höher
- Audioqualität auf dem Niveau von DECT
- Eine stabile und zuverlässige Verbindung, ermöglicht durch ein fortschrittliches Bluetooth-Antennendesign und robuste Firmware
- Ein grundsätzlich weniger störendes Ausfallverhalten aufgrund der Bluetooth-Technologie
- Reichweite in der realen Welt, die den täglichen Anforderungen entspricht und diese übertrifft
- Überlegene Funktionen für mehr Benutzerzufriedenheit

Für Unternehmen, die in eine drahtlose Audiolösung investieren, bieten die Logitech Zone Bluetooth-Headsets kompromisslose Leistung und ein außergewöhnliches Benutzererlebnis. Sie sind der neue Standard in der drahtlosen Kommunikation.

Anhang 1: Sicherheitsvergleich

Die folgende Tabelle vergleicht die Sicherheitsfunktionen und primären Schwachstellen von kommerziellen DECT- und Bluetooth-Headsets.

Funktion	Kommerzielles DECT-Headset (Modern)	Kommerzielles Bluetooth-Headset (v5.x)	Kommentare
Protokollstandard	DECT 6.0 / CAT-iq (Sicherheitsstufe C)	Bluetooth 5.0 / 5.2 / 5.3 / 5.4	
Verschlüsselungsalgorithmus	AES-128 (über den DSC2-Algorithmus)	AES-128 (über den AES-CCM-Algorithmus)	Beide verwenden handelsübliche 128-Bit AES. Beide sind mit der aktuellen Technologie nicht anfällig für Brute-Force-Angriffe.
Schlüsselaustausch / Pairing	DSAA2 (Authentifizierung basierend auf AES-128)	ECDH (P-256 elliptische Kurve) erfordert „Secure Connections“	Bluetooth ECDH ist mathematisch robust, aber Sie müssen sicherstellen, dass das Gerät nicht auf veraltete Modi zurückfällt.
Max. Sicherheitspotenzial	Sehr hoch (AES-256). Spezifische militärische/finanzielle Modelle (z. B. Savi 7300) unterstützen 256-Bit.	Standard (AES-128). Aktuelle Kern-Spezifikationen sind auf 128-Bit begrenzt; keine höhere Stufe verfügbar.	Wenn Sie Anforderungen der Geheimhaltungsstufe „Streng geheim“ haben, ist DECT die einzige Möglichkeit, AES-256 zu erreichen.
Primäre Schwachstellen	Legacy-Geräte (nicht Schritt C) sind schwach. Einhaltung von „Schritt C“ muss verifiziert werden.	MITM (Man-in-the-Middle), Spoofing, Malware auf dem Host-Gerät (Telefon/PC).	Die Risiken von Bluetooth gehen oft vom Hostgerät aus, nicht von der drahtlosen Übertragung selbst.

Anhang 2: Testmethodik für Audioqualität

Für die extreme Stresstestumgebung haben wir das folgende Setup zur Messung der Audioqualität verwendet.

- **Headset-Platzierung:** Das zu testende Headset war an einem HiFi-HATS-System montiert, das mit Präzisionsmikrofonen und Lautsprechern ausgestattet war, welche die menschlichen Hör- und Spracheigenschaften simulieren. (Siehe Bild rechts.)
- **Audioaufnahme:** Die Audioaufnahme erfolgte über ein kalibriertes System mit einem hochpräzisen Messsystem und einer Steuerungssoftware.
- **POLQA-Algorithmus:** Führt einen umfassenden Vergleich zwischen den aufgezeichneten und den Referenzaufnahmen durch und beurteilt Verzerrungen, Rauschen und andere akustische Beeinträchtigungen.
- **Audioqualitätsbewertung (MOS):** Erzeugt einen Mean Opinion Score (MOS) von 1 (Schlecht) bis 5 (Ausgezeichnet), der die vorhergesagte wahrgenommene Audioqualität widerspiegelt.

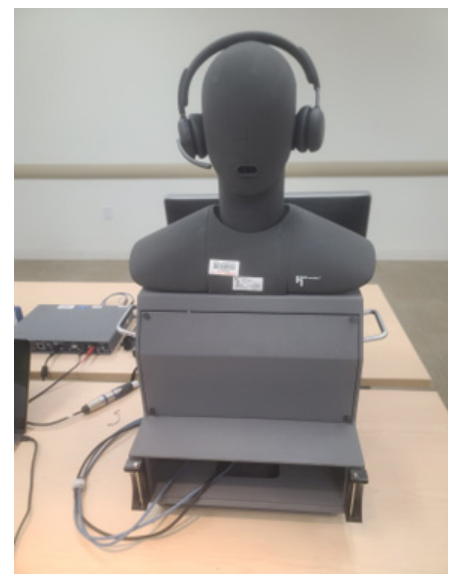


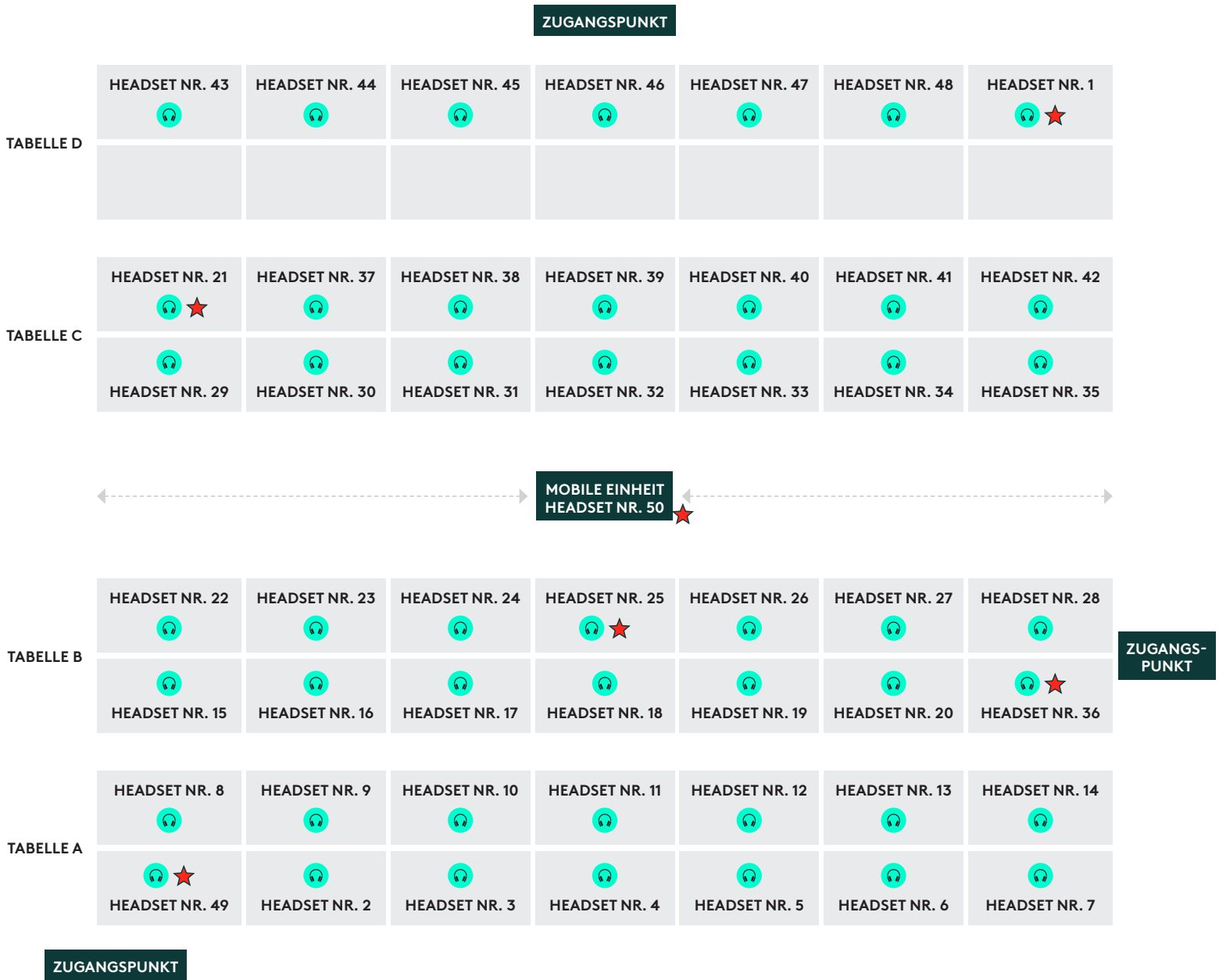
Foto eines Geräts, das zum Testen von Headsets verwendet wird

Anhang 3: Details zu Testumgebungen

Extreme Stresstestumgebung

Die folgende Tabelle enthält Details zu dieser Testumgebung.

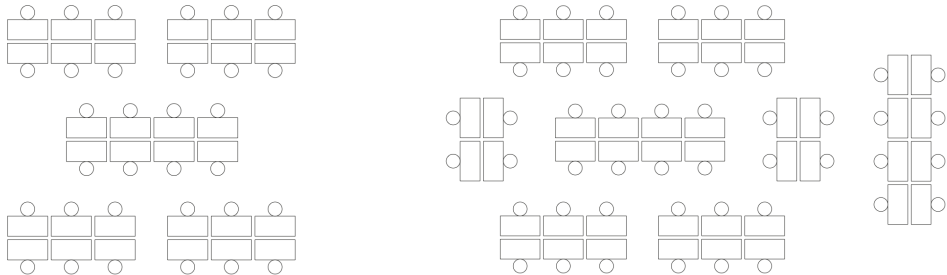
Umgebung (Raum)	Ein 100 m ² großer Raum (10 x 10 m), der ein kleines Büro oder einen mittelgroßen Konferenzraum simuliert
Geräte	<p>50 Logitech Zone Wireless 2, Bluetooth-Version 5.2 und Firmware-Versionen v1.3.60 (Headset) + v2.45.1 (Empfänger)</p> <p>50 vergleichbare DECT-Headsets</p> <p>50 Laptops mit Windows 11 24H2, BT-Modul: Qualcomm FastConnect, 7800 Dual Bluetooth-Adapter, BT-Treiber: 3.1.0.1323</p> <p>3 Netgear Access Points</p>
Weitere Umgebungsdetails	<ul style="list-style-type: none"> ● Simulation von WLAN-Interferenzen: Um eine realistische, geschäftige Büroumgebung zu schaffen, wurden drei WLAN-Access-Points (APs) mit 2,4 GHz bereitgestellt. ● Drei APs wurden im Raum platziert und so konfiguriert, dass sie auf den WLAN-Kanälen 1, 6 und 11 senden. ● Zur Simulation einer dynamischen, gemischten Datenverkehrsumgebung wurde eine Kombination aus Transmission Control Protocol (TCP)- und User Datagram Protocol (UDP)-Datenverkehr verwendet.
Testplan	<p>Jede Station wurde in zwei separaten Tests mit einem Headset gekoppelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Test 1 = Logitech Zone Wireless 2 ● Test 2 = Vergleichbare DECT-Headsets <p>Die Daten wurden von den folgenden 6 Headsets erfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Headset Nr. 50: Das Gerät wurde während des Tests auf einer mobilen Einheit platziert, die sich kontinuierlich bewegte, um eine Person zu simulieren, die während eines Anrufs durch das Büro geht ● Headsets Nr. 1 und Nr. 49: Einheiten, die eine große Reichweite über verschiedene Sitzplätze hinweg von den DECT/BT-Quellen simulieren ● Headsets Nr. 36 und Nr. 21: Einheiten, die eine mittlere Reichweite über verschiedene Sitzplätze hinweg von den DECT/BT-Quellen simulieren ● Headset Nr. 25: Eine statische Einheit, die den normalen Gebrauch an einem festen Standort in der Nähe ihrer Quelle simuliert <p>Erfasste Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Anzahl der Ausfälle, längster Ausfall in Millisekunden, Gesamtausfallzeit und Prozentsatz fehlerhafter Signale ● SpeechMOS-Werte <p>Diese Einheiten wurden aufgezeichnet, während im Anrufmodus ein 1-kHz-Sinuston und Sprache über den Lautsprecherausgang gestreamt wurden.</p>



Schematische Darstellung der Anordnung für die extreme Stresstestumgebung. Siehe Fotos auf Seite 6.

Reale Unternehmensumgebung

Die folgende Tabelle enthält Details zu dieser Testumgebung.

<p>Umgebung (Raum)</p>	<p>Über 3.700 m² nutzbare Fläche in einer aktiven Büroumgebung.</p> <p>Ungefähr 600 aktive Mitarbeitende, davon 110 Mitarbeitende, die an dem Test teilnehmen.</p> <p>Die Testfläche betrug im Durchschnitt etwa 185 m² (geschätzt), und die Belegungsdichte lag bei etwa 4,2 m² Fläche pro Mitarbeiter. Unten sind zwei typische Sitzanordnungen aufgeführt:</p> 
<p>Geräte</p>	<p>110 Logitech Zone Wireless 2, Bluetooth-Version 5.2 und Firmware-Versionen v1.3.76 (Headset) + v2.68.1 (Empfänger)</p> <p>Mischung aus 110 HP T740 und T755 Thin Clients, die lokal Windows 10 ausführen, HP Elitebook 830 G8, 630 G10, die Windows 11 23H3 ausführen, und Dell Precision 5450, die Windows 11 23H2 ausführen</p> <p>WLAN-Access-Points im gesamten Büro, mindestens einer in jedem Arbeitsbereich</p>
<p>Weitere Umgebungsdetails</p>	<p>Die Umgebung umfasste ebenfalls:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 5 GHz Access Points ● Mobilfunkverstärker (im Außenbereich, 15–23 Meter vom Bürogebäude entfernt) ● Drahtlose Drucker, Mikrowellengeräte, Elektrikräume und ein Netzwerkraum über das gesamte Büro verteilt ● Aufzüge in der Mitte des Gebäudes ● Wände von Innen- und Konferenzräumen aus Glas und Trockenbau ● Nicht-Tester, die andere Bluetooth-Geräte wie Mobiltelefone, kabellose Earbuds, Bluetooth-fähige Tischtelefone und ähnliche Geräte verwenden. ● Ungefähr 75 % Schreibtischbelegung
<p>Testplan</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 8 bis 17 Uhr: Ganztägiger Test + Hochfrequenz (HF)-Scanning ● Die Mitarbeitenden melden oder protokollieren alle unerwarteten Verhaltensweisen oder Probleme wie Latenzen, Verbindungsabbrüche und Audiostörungen/Rauschen sowie Anrufqualität, Mikrofonleistung, Häufigkeit und Tageszeit. ● Wir verwendeten einen Ellisys Bluetooth Protocol Analyzer, um die Spektrumsbelegung bei 2,4 GHz über einen Zeitraum von 10 Minuten zu verschiedenen Tageszeiten zu ermitteln. Wir wollten verstehen, wie sich die Spektrumsbelegung mit der Änderung der Belegung verändert.

Analyse der nativen Bluetooth-Skalierbarkeit

Die folgende Tabelle enthält Details zu dieser Testumgebung.

Umgebung (Raum)	Raum: Ein 81 m ² großer Raum, der ein kleines Büro oder einen mittelgroßen Konferenzraum simuliert
Geräte	24 Headsets wurden in einem 81 m ² großen Raum getestet
Weitere Umgebungsdetails	<p>24 Logitech Zone Wireless 2 Headsets, Bluetooth-Version 5.2 und Firmware-Versionen v1.3.75 (Headset) + v2.33.1 (Empfänger)</p> <p>24 Intel-basierte PC-Stationen mit Intel Core Ultra mit BE201, Windows 11 26100.4061, die jeweils den neuesten Bluetooth-Treiber 23.160.0.1, Audiotreiber 20.42.12248.1 und WLAN-Treiber: 23.160.0.1 ausführen, um die Plattformaktualität sicherzustellen</p> <p>3 Access Points</p>
Testplan	<p>Testmethodik</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Durchgeführt in einem eigens dafür eingerichteten Raum auf dem Intel JF-Campus, konfiguriert als modernes Schulungszimmer in einer realen Büroumgebung ● Raum mit Schreibtischreihen und typischen Hindernissen, die realistische HF-Reflexionen und Interferenzpfade erzeugen ● Jede Station war mit einem Logitech Zone Wireless 2 Headset gepairt und in einer hochdichten Konfiguration angeordnet, um die Bluetooth-Verbindungsebene zu belasten ● Die Datenerfassung erfolgte an bis zu 5 verschiedenen Stationen. In jedem Durchlauf befanden sich die zur Datenerfassung ausgewählten Stationen in allen Ecken des Raumes sowie eine Station in der Mitte, um die Datenvielfalt zu gewährleisten ● Überwachte Leistungskennzahlen: <ul style="list-style-type: none"> - Paketfehlerquote (PER) und Retransmissionen, gemessen mit internen Intel-Debug-Tools - MOS-Werte (MOS TX [PC Übertragung] und MOS RX [PC Empfang]), um die vom Benutzer wahrgenommene Audioqualität zu quantifizieren, gemessen mit dem Head Acoustics HATS-System und POLQA-Analyse (siehe Anhang 2) <p>PHASE 1</p> <p>Überblick über die Testkonfiguration</p> <p>Das Testexperiment erfolgte in drei separaten Durchläufen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Baseline: 1 Station/Benutzer aktiv in einem Microsoft Teams-Anruf für 5 Minuten (alle anderen inaktiv/Bluetooth aus) ● Mittlere Dichte: 10 Stationen/Benutzer gleichzeitig aktiv in Teams-Anrufen für 5 Minuten (verbleibende Systeme inaktiv/BT aus) ● Maximale Dichte: Alle 24 Stationen/Nutzer aktiv in Teams-Anrufen für 5 Minuten, was zu einer Spitzenlast und Geräusentwicklung bei Bluetooth führt <p>WLAN-Verbindungsstatus</p> <p>Alle Stationen waren mit dem 5-GHz-WLAN-Netzwerk verbunden</p>

Testplan (fortgesetzt)

PHASE 2

Überblick über die Testkonfiguration

- **Baseline:** 1 Station/Benutzer aktiv in einem Microsoft Teams-Anruf für 5 Minuten (alle anderen inaktiv/BT aus)
- **Mittlere Dichte:** 10 Stationen/Benutzer gleichzeitig aktiv in Teams-Anrufen für 5 Minuten (verbleibende Systeme inaktiv/BT aus)
- **Maximale Dichte:** Alle 24 Stationen/Nutzer aktiv in Teams-Anrufen für 5 Minuten, was zu einer Spitzenlast und Geräusentwicklung bei Bluetooth führt

Co-Running und WLAN-Verbindungsstatus

- **Baseline:** Alle Systeme mit dem 5-GHz-Netzwerk verbunden
- **Mittlere Dichte:** Alle Systeme mit dem 2,4-GHz-Netzwerk (Kanal 11) für das Co-Running-Szenario verbunden
- **Maximale Dichte:** Alle Systeme mit dem 2,4-GHz-Netzwerk (Kanal 11) im Dongle-Szenario verbunden

Anhang 4: Vergleich der Ausfallraten und -zeiträume von Bluetooth und DECT

Einer der bemerkenswerten – und *deutlich spürbaren* – Unterschiede zwischen Bluetooth und DECT betrifft die Ausfallraten und deren Dauer.

Ein Ausfall tritt auf, wenn das Headset die Verbindung zu einem anderen Gerät (Laptop, Telefon usw.) verliert. Ausfälle sind nicht ungewöhnlich, und sowohl Bluetooth als auch DECT sind so konzipiert, dass sie die verlorene Verbindung automatisch wiederherstellen. Die Zeit, die benötigt wird, um die Verbindung wiederherzustellen, variiert jedoch zwischen den beiden Technologien.

In unseren Tests hatten DECT-Headsets eine geringe Anzahl von Ausfällen, aber wenn Ausfälle auftraten, waren sie aufgrund ihrer längeren Dauer (bis zu 1,6 Sekunden) auffälliger. Im Vergleich dazu traten bei Bluetooth-Headsets häufiger, dafür aber kürzere Ausfälle auf (alle unter 0,064 Sekunden). Ein 1,5-sekündiger Ausfall könnte dazu führen, dass ganze Wörter oder Sätze während einer wahrnehmbaren Gesprächspause verloren gehen. Ein 64 Millisekunden langer Ausfall würde hingegen wahrscheinlich gar nicht bemerkt werden.

Der Hauptgrund für die längeren Ausfälle bei DECT-Headsets in einer hochdichten Umgebung ist der Prozess der Kanalauswahl und der Wiederherstellung der Verbindung. DECT funktioniert auf einem eigenen Frequenzband (typischerweise 1,9 GHz), was großartig ist, um Störungen durch WLAN und Bluetooth

zu vermeiden. Es verwendet ein System namens Dynamische Kanalauswahl. Bevor ein DECT-Headset überträgt, „lauscht“ es zunächst nach einem klaren Kanal und Zeitfenster. Wenn es einen freien findet, stellt es eine stabile Verbindung zu seiner Basisstation her. Dies schafft eine sehr robuste, hochwertige Verbindung, weshalb DECT für seine Zuverlässigkeit bekannt ist.

Probleme treten jedoch dann auf, wenn die Umgebung mit anderen DECT-Geräten gesättigt ist. Wenn ein anderes DECT-Headset in der Nähe auf demselben Kanal zu übertragen beginnt, kann dies die bestehende Verbindung stören und zu einem anfänglichen Audioverlust führen. Wenn die Verbindung verloren geht, müssen das DECT-Headset und seine Basis sofort mit der Suche nach einem neuen, klaren Kanal beginnen, um die Verbindung wiederherzustellen. Dieser „Suchprozess“ ist es, der den langen Ausfall verursacht. In einer überfüllten Umgebung muss das Gerät durch zahlreiche belegte Kanäle scannen, bevor es einen freien findet und erfolgreich mit seiner Basis synchronisieren kann. Der gesamte Vorgang – der Verlust der Verbindung, das Scannen nach einer neuen Verbindung und das erneute Verbinden – dauert eine spürbare Zeit, die die Benutzer als langen, kontinuierlichen Audioausfall wahrnehmen.

Bluetooth ist in Umgebungen mit hoher Dichte natürlich auch störungsanfällig, was ebenfalls zu Ausfällen führen kann. Im Allgemeinen ist die Bluetooth-Verbindung nicht so stabil wie DECT, wodurch Ausfälle häufiger auftreten können. Die Wiederherstellungszeit ist jedoch deutlich kürzer, sodass die Ausfälle wesentlich kürzer und wahrscheinlich viel weniger wahrnehmbar sind.

logitech®

Wenden Sie sich an Ihren
Vertriebspartner
oder kontaktieren Sie uns unter
www.logitech.com/business

Logitech Americas
3930 North First Street, San
Jose, CA 95134

Logitech Europe S.A.
EPFL - Quartier de l'Innovation
Daniel Borel Innovation Center
CH-1015 Lausanne

Logitech Asia Pacific Ltd.
Tel. 852-2821-5900
Fax: 852-2520-2230

© 2026 Logitech. Logi und LOGITECH sind Marken oder eingetragene Marken von Logitech Europe S.A. und/oder deren Tochtergesellschaften in den USA und in anderen Ländern. Die Bluetooth-Marke und -Logos sind eingetragene Marken von Bluetooth SIG, Inc. und werden von Logitech unter Lizenz verwendet. Alle anderen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Rechteinhaber.

Veröffentlicht im Mai 2026