

Customer Supplied Clinical Network WLAN Test Report

Philips Patientenmonitore in LANCOM WLAN Infrastruktur

Zielsetzung:

Die Funktionalität von Philips Patientenmonitoren, eingebunden in eine LANCOM WLAN Infrastruktur, zu testen und die erforderliche Funktionalität zu überprüfen.

Teilnehmer:

LANCOM

- Wolfgang Kriegisch (Customer Project Manager) wolfgang.kriegisch@lancom.de
- Thorsten Müller (Field Applikation Engineer) thorsten.mueller@lancom.de

Philips

- Julius Kalbhenn (Solution Architect Patient Monitoring) julius.kalbhenn@philips.com

Aufbau:

Der Test hat bei LANCOM in Würselen stattgefunden.

Es wurde eine Zentralüberwachung der aktuellen Generation mit Anbindung von Patientenmonitoren über WLAN aufgebaut. Für die Roamingtests wurden zwei Accesspoints genutzt, wobei einer im Raum und einer im Flur aufgebaut wurde.

Testumgebung:

In der Testumgebung waren sehr viele SSIDs und unterschiedliche Accesspoints zu sehen.

Ein temporärer Ausschnitt aus inSSIDer der Kanalbelegung im 2,4GHz Band ist in Abbildung 1 zu sehen.

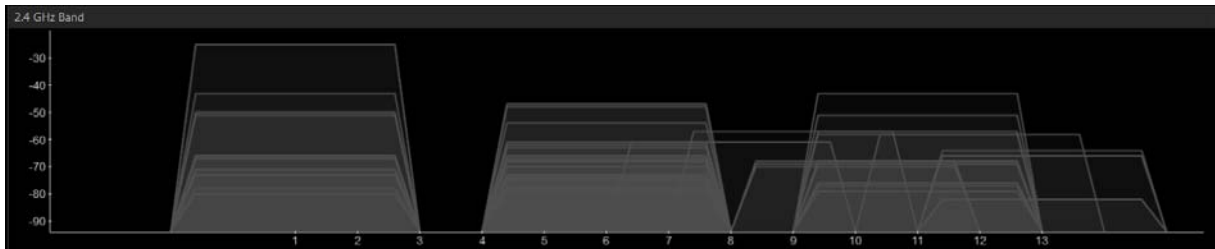


Abbildung 1

Equipment:

LANCOM

AP: 2 x LN-830acn mit LCOS 9.20.0717RU4
Controller: WLC-4006+ mit LCOS 9.20.0717RU4
Router mit DHCP Typ 1781EF+
Gigabit Switch: GS-2310P FW: 3.22.0003

Philips

MX400

SN: DE35105674
Software-Rev. L.01.10
WLAN Rev. B.00.01, FW-Rev. B.00.26

MX40

SN: US09688306, US09688310, US09688311, US09688312
Software-Rev. B.06.16
WLAN Rev. WL3

X2

SN: DE83619502
Software-Rev. K.21.39
WLAN Rev. B.00.01, FW-Rev. B.00.26

Philips Intellivue Information Center iX
Revision B.02.06

Test in Layer 2 Topologie

- Betrieb in 802.11a/n
 - 20 MHz – Kanalbandbreite:
 - Authentifizierung mittels WPA2-PSK:
Erfolgte ohne Probleme
 - Generelles Verhalten:
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
 - Netzwerkbelastung (WLAN) mit großer Datenmenge (simuliert mit iperf)
Datenübertragung bidirektional zwischen zwei Clients über WLAN simuliert. Dabei ist es zu keinen Verbindungsabbrüchen gekommen.
 - Roamingverhalten
Die Systeme zeigten ein gutes Roamingverhalten.

Zusätzlicher Test mit dem FastRoaming-Setting im LANCOM Controller. Es konnte bestätigt werden, dass dieses Setting von den Philips Geräten nicht unterstützt wird. Dies ist auch im CSCN Guide von Philips beschrieben.

- 40 MHz – Kanalbandbreite
 - Authentifizierung mittels WPA2-PSK:
Erfolgte ohne Probleme
 - Generelles Verhalten:
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
 - Netzwerkbelastung (WLAN) mit großer Datenmenge (simuliert mit iperf)
Datenübertragung bidirektional zwischen zwei Clients über WLAN simuliert. Dabei ist es zu keinen Verbindungsabbrüchen gekommen.
 - Roamingverhalten
Die Patientenmonitore zeigten ein gutes Roamingverhalten mit Roamingzeiten, die überwiegend < 500ms waren.

Nach stichprobenartiger Durchsicht, der mit Omnipeek aufgezeichneten Daten, sind die Retry-Raten für alle bis hierher durchgeführten Test erhöht. Die Auswertung zeigte teilweise, dass über 20% der Pakete erneut gesendete Datenpakete waren.

Aus diesem Grund wurde eine Umstellung auf 802.11a mit 20MHz Kanalbandbreite durchgeführt.

- Betrieb in 802.11a
 - 20 MHz – Kanalbandbreite
 - Authentifizierung mittels WPA2-PSK:
Erfolgte ohne Probleme

- **Generelles Verhalten:**
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
- **Netzwerkbelastung (WLAN) mit großer Datenmenge (simuliert mit iperf)**
Datenübertragung bidirektional zwischen zwei Clients über WLAN simuliert. Dabei ist es zu keinen Verbindungsabbrüchen gekommen.
- **Roaming-Verhalten**
Etwas erhöhte Roamingzeiten von ca. 500ms und kurze Aussetzer der Echtzeit-EKG-Ableitung an der Zentralüberwachung erkennbar.
MX40: In der Kurvenübersicht waren durch die Backfilling-Funktion des MX40 keine Aussetzer zu finden.
X2: Hier waren in er Kurvenübersicht fehlende Daten sichtbar, da der X2 keine Backfilling-Funktion hat.
- **Retry-Rate**
Der statische Dauer- und Roamingtest mit zwei MX40 PWM zeigten im Bereich der Retry-Raten eine deutliche Verbesserung. Nach 20 Minuten im statischen Test bestanden nur noch 4,5% der Pakete aus erneut gesendeten Daten. Auch im Roamingtest war eine Verbesserung der Rate zu erkennen.

Generell wird der eingestellte Quality of Service (QoS) vom Controller erkannt und die Geräte auf das korrekte QoS-Level eingeordnet.

- **Betrieb in 802.11ac**
 - Der Betrieb in fester Einstellung für 802.11ac ist für die Patientenmonitore nicht möglich. Die Monitore verbinden sich nicht mit dem Netzwerk.
- **Betrieb in 802.11a/n/ac**
 - Das System wählt automatisch eine Kanalbandbreite von 40MHz
 - Authentifizierung mittels WPA2-PSK:
Erfolgte ohne Probleme
 - **Generelles Verhalten**
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
 - **Roaming-Verhalten:**
Roamingzeiten von ca. 250ms im Durchschnitt
 - **Retry-Rate**
Die Analyse der WiFi Pakete für den X2 und MX40-1 / -2 zeigt eine Retry-Rate von ca. 15%. Dies ist für den Betrieb akzeptabel und führte zu keinen Ausfällen im Trend an der Zentrale

- Betrieb in 802.11a/n/ac
 - Automatische Kanalbandbreite, Kanal 48 und 112 gewählt
 - Authentifizierung mittels 802.1X:
Erfolgte ohne Probleme
 - Generelles Verhalten
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
 - Roaming-Verhalten
MX40-3 und MX40-4 nutzen PEAP und MSCHAPv2 und zeigten ähnliche Roamingzeiten wie bei WPA2-PSK zwischen 200ms und 500ms.
X2 mit TTLS und MSCHAPv2 ist deutlich langsamer mit 1,2-2 Sekunden.
Nach Umstellung auf PEAP und MSCHAPv2 wird die Zeit etwas besser bei ca. 1 Sekunde pro Roaming-Event.
MX40-1 eingestellt auf TTLS und MSCHAPv2 zeigte bei dem ersten Roamingevent eine Dauer von ca. 2 Sekunden, bei den darauffolgenden Roamingevents ca. 250ms pro roaming.

An der Echtzeit-EKG-Ableitung an der Zentrale sind die fehlenden Daten durch das Roaming zu erkennen.
MX40: In der Kurvenübersicht waren durch die Backfilling-Funktion des MX40 keine Aussetzer zu finden.
X2: Hier waren in er Kurvenübersicht fehlende Daten, in Form von kurzen Lücken, sichtbar, da der X2 keine Backfilling-Funktion hat.
Für alle Geräte kam zu keinem Verbindungsabbriss zur Zentralüberwachung.
- 20 MHz Kanalbandbreite, Kanal 60 und 108 gewählt
 - Authentifizierung mittels 802.1X:
Erfolgte ohne Probleme
 - Generelles Verhalten
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
 - Roaming-Verhalten
Es besteht eine weite Streuung der Roaming-Zeiten zwischen 200ms und 2 Sekunden
An der Echtzeit-EKG-Ableitung an der Zentrale sind die fehlenden Daten durch das Roaming zu erkennen.
MX40: In der Kurvenübersicht waren durch die Backfilling-Funktion des MX40 keine Aussetzer zu finden.
X2: Hier waren in er Kurvenübersicht fehlende Daten, in Form von kurzen Lücken, sichtbar, da der X2 keine Backfilling-Funktion hat.
Für alle Geräte kam zu keinem Verbindungsabbriss zur Zentralüberwachung.

- **Retry-Rate**
Bei diesem Test lagen die Retry-Raten mit drei MX40 und dem X2 bei ca. 15%.
- **Betrieb in 802.11a**
 - 20MHz Kanalbandbreite, Kanal 40 und 48 gewählt
 - Authentifizierung mittels 802.1X
Erfolgte ohne Probleme
 - **Roaming-Verhalten**
Die Roamingzeiten liegen zwischen 200ms und 400ms. Dies führte teilweise zu kurzen Unterbrechungen der Kurve an der Zentrale. Es kam zu keinem Verbindungsabbruch.
MX40: In der Kurvenübersicht waren durch die Backfilling-Funktion des MX40 keine Aussetzer zu finden.
X2: Hier waren in er Kurvenübersicht fehlende Daten, in Form von kurzen Lücken, sichtbar, da der X2 keine Backfilling-Funktion hat.
- **Retry-Rate**
Bei diesem Test lagen die Retry-Raten bei den drei MX40 bei ca. 6,5% und bei dem X2 bei ca. 23%.

Bei der Belastung mit einem WLAN-Client mit hoher Datenübertragung hat keines der oben gelisteten Setups Probleme gezeigt. Alle Verbindungen zur Zentrale bestanden weiterhin, es kam zu keinen Datenverlusten.

- **Betrieb in 802.11b/g**
 - Authentifizierung mittels WPA2-PSK
Erfolgte ohne Probleme
 - **Generelles Verhalten**
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
 - **Roaming-Verhalten**
Roamingzeiten sind weit gestreut zwischen 0,2-2,4 Sekunden. Dies führt teilweise zu kurzen Unterbrechungen der Echtzeit-EKG-Ableitung an der Zentrale. Es kam zu keinem Verbindungsabbruch.
MX40: In der Kurvenübersicht waren durch die Backfilling-Funktion des MX40 keine Aussetzer zu finden.
X2: Hier waren in er Kurvenübersicht fehlende Daten, in Form von kurzen Lücken, sichtbar, da der X2 keine Backfilling-Funktion hat.
- **Retry-Rate**
Die Analyse der WiFi Pakete für den X2 und MX40-1 / -2 zeigt eine Retry-Rate von ca. 14%. Dies ist für den Betrieb akzeptabel und führte zu keinen Ausfällen im Trend an der Zentrale

Bei der Belastung mit einem WLAN-Client mit hoher Datenübertragung gab es keine Abrisse in der Verbindung. Beim Roaming lagen dann die Zeiten bei ca. 1 Sekunde. Alle Verbindungen zur Zentrale bestanden durchgängig.

- Authentifizierung mittels 802.1X
Erfolgte ohne Probleme. Die Geräte waren mit PEAP oder TTLS mit MSCHAPv2 konfiguriert
- Generelles Verhalten
Die Philips Patientenmonitore verbinden sich alle mit dem ausgestrahlten Netzwerk. Die Verbindung im statischen Setup ist stabil, es gibt keine Abbrüche und die Datenübertragung an die Zentralüberwachung funktioniert.
- Roaming-Verhalten
Roamingzeiten sind zwischen 0,25-1,8 Sekunden. Dies führt teilweise zu kurzen Unterbrechungen der Echtzeit-EKG-Ableitung an der Zentrale. Der X2 zeigte mehrfach einen Verbindungsabbriss während des Roaming-Vorgangs, was zu einer Unterbrechung von 30-40 Sekunden im Datenstrom führte und auch in der Kurvenübersicht deutlich durch Lücken in der Kurve zu erkennen war.
Die MX40 hatten keinen Verbindungsabbruch. Durch das „Backfilling“ wurden die kurzen Lücken in der Kurvenübersicht geschlossen.

Die Belastung mit einem WLAN-Client mit hoher Datenrate konnte aus zeitlichen Gründen nicht geprüft werden.

Test in Layer 3 Topologie

Aufbau:

Zentrale wurde in ein anderes Subnetz gepatched, 192.168.2.0/24

WLAN Clients in 192.168.1.0/24

Mit dem von LANCOM zur Verfügung gestellten Equipment war ein Routing des benötigten Multicasttraffics zwischen der Zentralüberwachung und den Clients nicht möglich. Die Patientenmonitore haben keine Verbindung zur Zentralüberwachung aufgebaut.

➔ Layer 3 Setup mit LANCOM Infrastruktur ist nicht möglich.

Fazit:

Eine generelle Funktionalität auf Layer 2 Basis mit der von LANCOM zur Verfügung gestellten Infrastruktur ist gegeben. Die Performance im 5 GHz Band war bei der Prüfung deutlich besser, was vermutlich mit der Auslastung der Umgebung im 2,4 GHz Band begründet werden kann. Hier bestätigt sich die von Philips ausgegebene Empfehlung, die Überwachung von Philips Patientenmonitoren im 5 GHz Band zu betreiben.

Die Datenverluste durch Roaming liegen im akzeptablen Bereich und erfüllen die von Philips geforderten Anforderungen in Bezug auf kontinuierliche Überwachung. Hierbei ist zu unterscheiden, dass der MX40 in Verbindung mit der PIIC iX Zentralüberwachung Rev. B.02 mit der Backfilling-Funktion die entstehenden Lücken im Review minimiert bzw. ganz füllt. Diese Funktion ist mit anderen Patientenmonitoren nicht gegeben und würde entsprechende Lücken im Review belassen.

Bei der Authentifizierung mittels 802.1X und PEAP / TTLS zeigt der X2 Probleme im Roamingverhalten im 2,4GHz Band und es kam zu Verbindungsabbrüchen. Dies würde bei einer vor Ort Validierung die Freigabe der Patientenüberwachung verhindern.

Wie in dem Philips Dokument „IntelliVue Network Specification“ empfohlen, ist auch für den Betrieb in einer LANCOM Infrastruktur ein 802.11a mit einer Authentifizierung mittels WPA2-PSK am geeignetsten.

Klare Einschränkungen sind im Bereich von L3 Routing zu nennen. Dies war mit der von LANCOM zur Verfügung gestellten Infrastruktur nicht umsetzbar, da benötigter Multicast-Verkehr nicht geroutet werden konnte.