



Post Box 68, D-91081 Baiersdorf, Germany

www.apwpt.org

info@apwpt.org

Matthias Fehr / Norbert Hilbich

Wie hoch ist der Spektrumsbedarf des Mobilfunks tatsächlich?

Nachfolgend wird eine Präsentation zusammengefasst und ergänzt, welche die LS telcom bei der CEPT-CPG-Konferenz¹ in Marseille am 25. September 2014 vorgestellt hat.

Das Beratungsunternehmen LS telcom wird häufig von Regulierern beauftragt, die Nachfrage nach Mobilfunkspektrum zu ermitteln. Aktuell stellt sich diese Aufgabe in Vorbereitung auf die WRC-15². Bislang basieren alle Berechnungen zum Spektrumsbedarf des Mobilfunks auf den Modellen der ITU-R (ausgehend von M.1768-1³).

Errechneter Frequenzbedarf und tatsächlich genutztes Spektrum

Bei ihren Untersuchungen stellte die LS telcom fest, dass zwar die Methodik der ITU-Kalkulationen nachvollziehbar ist, dass es aber zu erheblichen Ergebnisabweichungen kommt, wenn der Berechnung unrealistische Annahmen zugrunde gelegt werden. Mitunter sind die Ergebnisse ganz offensichtlich unsinnig (beispielsweise wenn für 2020 ein Frequenzbedarf von insgesamt 240 MHz errechnet wird). Andere Organisationen (TMF Associates/USA, EBU, ESOA) stellten ähnliche Unstimmigkeiten fest.

Der letzte ITU-R-Bericht M.2290 prognostiziert das Wachstum des mobilen Datenverkehrs in der Welt insgesamt bis 2020 (alle drahtlosen Übertragungssysteme einschließlich WLAN) und ermittelt dann auf Basis dieser Prognose den Spektrumsbedarf für den Mobilfunk. Er kommt zu dem Ergebnis, dass 2020 zwischen 1.340 MHz (niedriger Planungsansatz) und 1.960 MHz (hoher Planungsansatz) an Spektrum für Mobilfunkanwendungen benötigt werden.

Nach dem gleichen Modell wurde für das Jahr 2010 ein Frequenzbedarf zwischen 760 und 840 MHz ermittelt. Tatsächlich war 2010 nicht einmal halb so viel Spektrum verfügbar. Trotzdem konnte weit mehr Datenverkehr bewältigt werden, als die ITU-Prognose vorsah. Auch hier wurden also ganz offensichtlich unrealistische Zahlen zugrunde gelegt!

¹ Die CEPT ist der europäische Zusammenschluss von 48 Ländern, die u.a. die Funkspektrumnutzung beraten.

² Die Weltfunkkonferenz ist eine internationale Tagung der ITU-R, einer UNO-Organisation.

<http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=conferences&link=wrc&lang=en>

Im Jahr 2012 haben in Genf über 3'000 Delegierte aus 165 Mitgliedsstaaten der ITU und über 100 Beobachter über einen Zeitraum von 4 Wochen beraten.

³ ITU-R-Berichte, die mit „M“ beginnen behandeln Mobilfunksachfragen

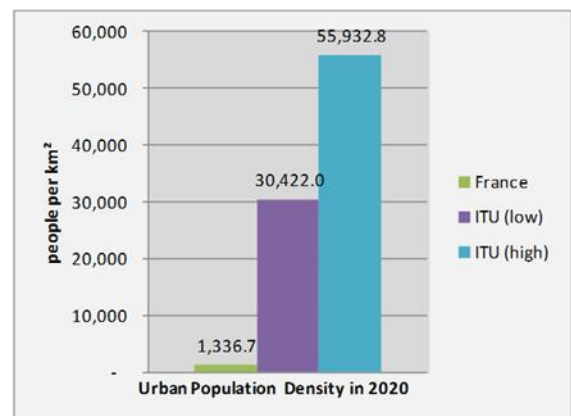
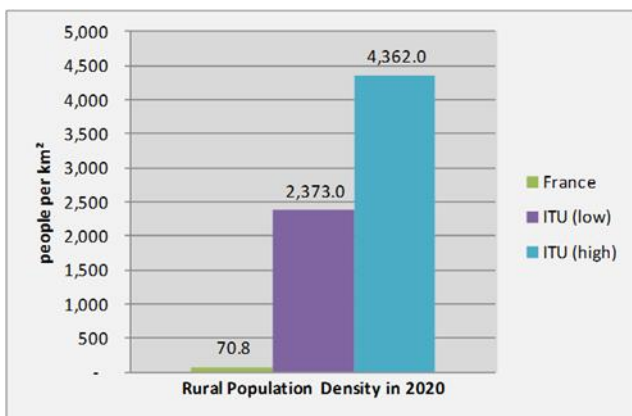
Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Umfang des aktuell verfügbaren Spektrums für Mobilfunkanbieter in den drei ITU-Regionen:

Band	Spectrum	Region 1 (Europe, Middle East, Africa)	Region 2 (The Americas and Caribbean)	Region 3 (Asia and Australasia)
850 MHz (Band 5) 824 – 849 // 869 – 894	50 MHz (2 x 25 MHz)	20 MHz ¹	50 MHz	20 MHz ²
900 MHz (Band 8) 880 – 915 // 925 – 960 MHz	70 MHz (2 x 35 MHz)	70 MHz	40 MHz ³	70 MHz
1700 MHz (Band 4) 1710 – 1755 // 2110 – 2155 MHz	90 MHz (2 x 45 MHz)	Not used	90 MHz	Not used
1800 MHz (Band 3) 1710 – 1785 // 1805 – 1880 MHz	150 MHz (2 x 75 MHz)	150 MHz	Some South American Countries	150 MHz
1900 MHz (Band 2) 1850 – 1910 // 1930 – 1990 MHz	120 MHz (2 x 60 MHz)	Rarely used	120 MHz	40 MHz ⁴
2100 MHz (Band 1) 1920 – 1980 // 2110 – 2170 MHz	120 MHz (2 x 60 MHz)	120 MHz	Not used	120 MHz
Best Case Assignment		~360 MHz	~360 MHz	~400 MHz

Errechnete Anzahl der Nutzer und Datenverkehr

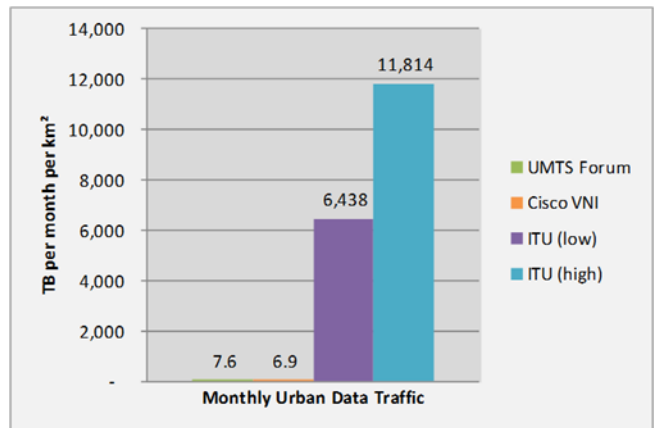
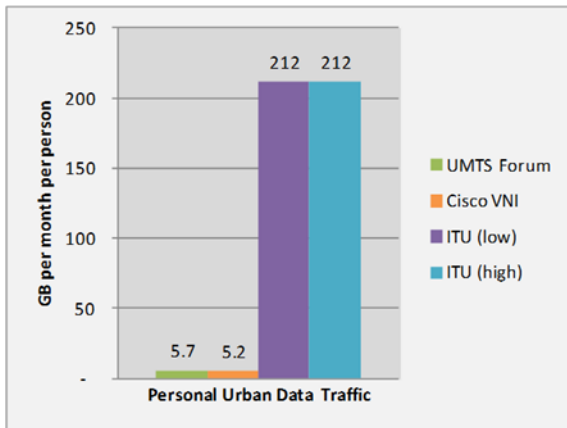
Wie kommt es zu diesen großen Differenzen zwischen der Vorhersage und den tatsächlichen Werten?

Die ITU legt ihren Berechnungen für manche Dienstleistungen eine Bevölkerungsdichte von über 220.000 Menschen pro Quadratmeter in städtischer Umgebung zugrunde. Dieser Wert ist viel zu hoch angesetzt. Wikipedia zufolge ist die Bevölkerungsdichte in Monaco am höchsten; dort leben 17.889 Einwohner pro Quadratmeter. Die nachfolgenden Schaubilder stellen die Bevölkerungsdichte in Frankreich in städtischen und ländlichen Gegenden den entsprechenden Schätzungen der ITU gegenüber:



Die Schätzungen sind für ländliche Gebiete mehr als 60-mal, für städtische Gebiete mehr als 40-mal so groß wie die tatsächlichen Zahlen. Die Annahmen der ITU entsprechen also bei Weitem nicht der Realität.

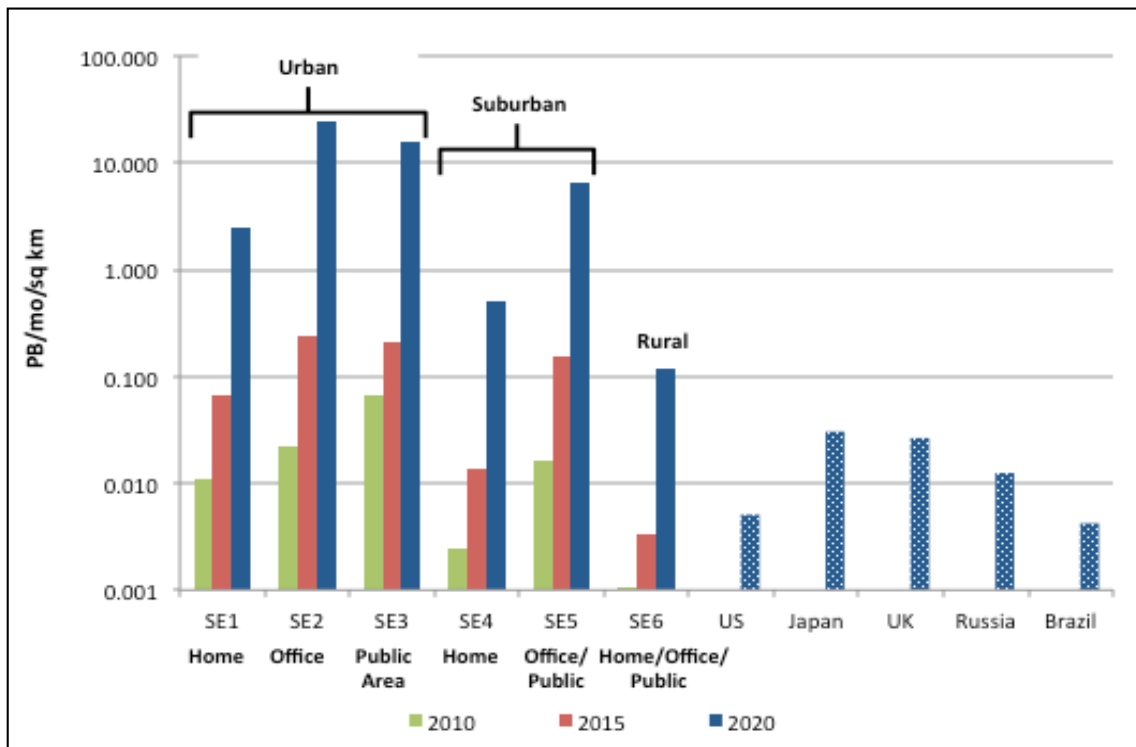
Die nachfolgenden Grafiken ermöglichen einen Vergleich zwischen dem tatsächlichen und dem errechneten Datenverkehr:



Das linke Schaubild zeigt, dass für den Datenverkehr pro Person in städtischen Gebieten die ITU-Prognosen, verglichen mit den vom UMTS-Forum gemessenen Werten, um den Faktor 37 zu hoch sind.

Vergleicht man die Angaben zum monatlichen Datenverkehr pro Quadratkilometer im rechten Diagramm, sind die ITU-Kalkulationen mehr als 1.500-mal so hoch wie die tatsächlich gemessenen Werte des UMTS-Forts.

Die ITU hat also für alle Berechnungen zum Datenverkehr Werte herangezogen, die sämtliche Prognose anderer Stellen um ein Vielfaches übertreffen.



Die obige Darstellung stellt den nach dem ITU-Modell ermittelten Datenverkehr in PByte pro Monat und Quadratkilometer (rote und blaue Segmente) entsprechenden Vergleichswerten (grüne Segmente) aus der realen Welt gegenüber. SE1 bis SE6 bezeichnen dabei unterschiedliche Intensitäten des Datenverkehrs: SE1 = privater Datenverkehr in dichter städtischer Umgebung, SE2 = geschäftlicher

Datenverkehr in dichter städtischer Umgebung, SE3 = Datenverkehr in öffentlichen Bereichen in dichter städtischer Umgebung, SE4 = privater Datenverkehr in Vororten, SE5 = geschäftlicher und öffentlicher Datenverkehr in Vororten, SE6 = Datenverkehr in Privathaushalten, Büros und in öffentlichen Bereichen in ländlichen Gegenden. Rechts daneben sind die Vorhersagen für ländliche Gebiete der USA, Japan, Russland und Brasilien für das Jahr 2020 angegeben.

Die Grafik zeigt: Die von der ITU für LÄNDLICHE Gebiete errechneten Daten sind bereits höher als die realistischen Werte für STÄDTISCHE Umgebungen in vielen entwickelten Ländern.

Weitere Parameter des ITU-Rechenmodells

Andere geschätzte Werte, beispielsweise die Frequenzeffizienz, können ebenso unrealistisch sein. Das Modell unterscheidet nicht zwischen verschiedenen Arten der Spektrumsnutzung. Es geht davon aus, dass der mobile Datenverkehr im gleichen Frequenzbereich abgewickelt wird wie geschäftlicher Datenverkehr⁴ – tatsächlich werden aber für unterschiedliche Anwendungen unterschiedliche Frequenzbänder genutzt; z.B. für WLAN (WiFi) 2400 bis 2483 MHz, 5150 bis 5350 MHz und 5470 bis 5725 MHz.

Das Modell unterscheidet auch nicht zwischen dem Bedarf an Spektrum unter- und oberhalb von 1 GHz. LTE beispielsweise nutzt derzeit je nach Region unterschiedliche Frequenzbereiche zwischen 700 und 2600 MHz. Mit der Höhe der Frequenzen variieren dabei auch die Zellengröße und damit der Frequenzbedarf insgesamt.

Durch Berücksichtigung solcher Unterschiede könnte das ITU-Modell erheblich verbessert werden und brauchbarere Ergebnisse liefern.

Die aktuelle Nutzung von IMT-Spektrum

Nicht alle Frequenzbereiche, die dem Mobilfunk zugesprochen bzw. an ihn versteigert wurden, sind auch bereits lizenziert. Zählt man noch jene Frequenzbereiche hinzu, die für Mobilfunk genutzt werden könnten (z. B. 2.300 MHz), sind derzeit weniger als 50% des laut ITU-Prognosen benötigten Spektrums für Mobilfunk lizenziert.

In den meisten Regionen sind mindestens 30% des für Mobilfunk harmonisierten Spektrums noch nicht für diesen lizenziert. Mit Blick auf das gesamte potenziell verfügbare Spektrum sind typischerweise weniger als 50% lizenziert. Ob das lizenzierte Spektrum auch tatsächlich genutzt wird, bleibt zu überprüfen.

⁴ Weltweit werden derzeit unterschiedliche Frequenzbänder genutzt:

Nordamerika: Hauptsächlich 700 MHz und 1700/2100 MHz sowie 1900 MHz

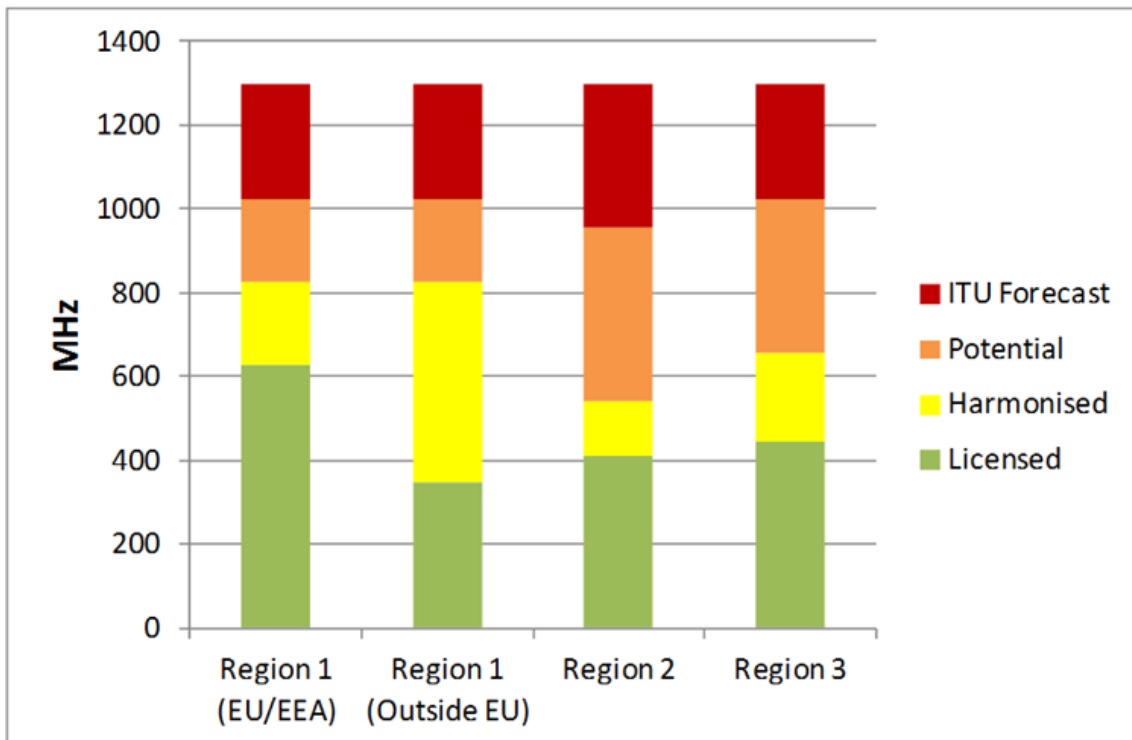
Südamerika: 1700 MHz (Band 4), 1800 MHz, 1900 MHz, 2600 MHz

Osteuropa: 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2300 MHz und 2600 MHz

Asia-Pazifik: 850 MHz, 1500 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 2500 MHz

Westeuropa, Mittlerer Osten und Afrika: 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz und 2600 MHz

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Long_Term_Evolution



Eine Umfrage unter Regulierern hinterfragte folgende Sachverhalte:

- welche Bänder in den einzelnen Ländern lizenziert sind,
- wie viele Lizenzen in diesen Bändern jeweils vergeben wurden,
- wie viele der lizenzierten Frequenzen aktiv genutzt werden.

Die Ergebnisse der Befragung sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Type of IMT Spectrum	Number of licenses awarded	Number of active licenses	Percentage of licenses in-use
FDD	207	180	87%
TDD	85	47	55%
Total	292	227	78%

Die Angaben zeigen, dass die Mobilfunke das ihnen zur Verfügung stehende Spektrum noch gar nicht in vollem Umfang nutzen. Besonders das für TDD freigegebene Spektrum liegt zu großen Teilen brach, könnte also anderweitig genutzt werden?

APWPT-Fazit

Der Mobilfunk nutzt offenbar weniger Frequenzen, als er nach Angaben der ITU benötigt, bzw. der Frequenzbedarf des Mobilfunks ist offensichtlich deutlich geringer als bisher von der ITU berechnet.

Frequenzeffizienz

Der weitaus größte Teil der Anwendungen wird über die seit zwei Jahrzehnten existierende GSM/UMTS-Technologie abgewickelt⁵. Verglichen mit moderneren Standards wie LTE⁶ oder LTE Advanced ist diese Technologie ineffizient. Bei Einsatz von LTE Advanced anstelle von UMTS könnten auf den derzeit genutzten Frequenzen 2,4-mal so viele Daten übertragen werden wie bisher, ganz ohne zusätzliches Spektrum. Standards der fünften Generation (5G), die bereits für 2020 erwartet werden, werden die Übertragungskapazitäten auf ein noch wesentlich höheres Niveau bringen: Im Vergleich zu heutiger Technik werden sie das Datenvolumen innerhalb eines gegebenen Frequenzbereichs um das 1.000-Fache erhöhen.

Der Mobilfunk hat hier seine eigene Digitale Dividende: Durch Verwendung neuer Technologien lassen sich die Übertragungsraten im gegebenen Spektrum signifikant erhöhen – zusätzliches Spektrum ist nicht notwendig.

Ergebnisse der LS telcom Untersuchungen

- Das ITU-Modell (mit Änderungen) ist sehr gut geeignet für Berechnungen des Frequenzbedarfs für Mobilfunk. Die zugrunde gelegten Werte müssen jedoch dringend überprüft und der Realität angeglichen werden.
- Die Regulierer dürfen ihre Entscheidungen nicht anhand der bisherigen ITU-Berechnungen fällen. Diese basieren auf unrealistischen Annahmen und liefern daher unrealistische Ergebnisse.
- Berechnungen des Spektrumsbedarfs sollten nicht von der höchsten vorkommenden Bevölkerungsdichte ausgehen. Für die betroffenen Regionen kann es andere technische Lösungen geben.
- Jedes Land sollte das ITU-Modell der eigenen Situation anpassen können, um belastbare Entscheidungsgrundlagen zu erhalten.
- Mobilfunkbetreiber nutzen derzeit nicht das gesamte ihnen zur Verfügung gestellte Spektrum. Bevor ihnen weiteres Spektrum zugewiesen wird, sollte sichergestellt werden, dass sie ihre gültigen Lizenzen voll ausschöpfen.
„Regulierer müssen also ganz offensichtlich die Lizenzierung bereits harmonisierter Mobilfunkfrequenzen vorantreiben, und Anbieter müssen das gesamte ihnen zugewiesene Spektrum nutzen, bevor weiteres Spektrum für den Mobilfunk identifiziert wird.“
- APWPT weist zusätzlich auf einen bereits längere Zeit bekannten Fakt hin:
Wenn ältere GSM/UMTS-Systeme auf den neuesten Stand der Technik gebracht werden,

⁵ Die Investitionen in diese Technologie sind bereits beschrieben, aber es lässt sich noch Geld damit verdienen. In Erwartung zusätzlicher Kunden und Einnahmen investiert die Mobilfunk-Sparte lieber in neue Technologien. Das führt zu ineffizienter Spektrumnutzung des Mobilfunks.

⁶ LTE ist der 3,9G-Standard im Rahmen des 3GPP, der die 4G-Definitionen des Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) nicht vollkommen erfüllt, aus Marketing-Gründen dennoch als 4G beworben wird. Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Long_Term_Evolution

lässt sich die Übertragungskapazität im gegebenen Spektrum heute schon um mindestens den Faktor 2,4 erhöhen. Dadurch entfällt für einen längeren Zeitraum der Zwang für zusätzliches IMT-Funkspektrum.

Detailliertere Informationen zu den Untersuchungen von LS telcom sind in englischer Sprache im Internet abrufbar:

1)

http://www.lstelcom.com/fileadmin/content/marketing/Press_releases/IMT_Spectrum_Requirements_Final_Report_v107.pdf

2)

http://www.lstelcom.com/fileadmin/content/marketing/Press_releases/Licensing_and_use_of_IMT_Spectrum_version_101.pdf

APWPT empfiehlt zusätzlich diese Dokumente zu berücksichtigen:

3)

Press Release: PHOENIX CENTER REFUTES CLAIM THAT THERE IS NO "SPECTRUM EXHAUST"

<http://www.phoenix-center.org/perspectives/Perspective14-06PressReleaseFinal.pdf>

4)

Have We Got it All Wrong? Forecasting Mobile Data Use and Spectrum Exhaust

<http://www.phoenix-center.org/perspectives/Perspective14-06Final.pdf>

Der **Berufsverband für professionelle drahtlose Produktionstechnologie** (Association of Professional Wireless Production Technologies, APWPT) vertritt die Interessen der Hersteller und Nutzer drahtloser Funkssysteme. Er setzt sich auf nationaler und internationaler Ebene für den Erhalt der für diese Technik benötigten Frequenzen ein.

Zurzeit vertritt der APWPT Verbände mit rund 25000 Mitgliedern und weitere Organisationen aus Europa und darüber hinaus.

Durch die konsequente Vernetzung von internationalen Experten aus Applikation, Standardisierung, Regulierung, Produktentwicklung, Wissenschaft und Lobbyarbeit wird ein Höchstmaß an Sachkompetenz angestrebt.

Weitere Informationen gibt es im Internet unter www.apwpt.org.

Association of Professional Wireless Production Technologies e. V.

Post Box 68

D-91081 Baiersdorf

Tel.: +49 (0) 9191 9790554

Fax: +49 (0) 9191 9790553

E-Mail: info@apwpt.org