



Adaptive Antennen und Strahlungsmessung

Werden adaptive Antennen nach den Vorgaben von BAFU und METAS berechnet und vermessen, kann die NISV-Konformität sichergestellt werden.

Die heute eingesetzten adaptiven Antennen (manchmal auch smarte oder intelligente Antennen genannt) verwenden vordefinierte Abstrahlrichtungen (Beams). Dabei muss zwischen der technischen Kommunikation (Signalisation, Broadcastkanäle) und dem Datenverkehr der Nutzer (Traffic, Verkehrskanäle) unterschieden werden.

Technische Kommunikation: der Broadcast-Beam definiert das Empfangsgebiet der Antenne und stellt die einzelnen Verbindungen zu den Nutzern sicher. Es gibt Antennen, die *einen* Beam verwenden und solche, die für die Signalisation mehrere räumlich unterschiedlich ausgerichtete Beams (mit jeweils stärkerer Fokussierung) einsetzen.

Kommunikation der Nutzer: Die Nutzerdaten werden über Verkehrskanäle versendet. Dabei werden viele vergleichsweise stark fokussierte Traffic-Beams, die zusammen das Sendegebiet abdecken, eingesetzt. Fokussierung und Richtung jedes Beams sind voreingestellt (horizontal typischerweise zwischen 10° und 25°, vertikal um 10°). Alle so definierten «Keulen» (heute bis 256 pro Antenne) sind in einem Codebuch gelistet. Für eine Verbindung werden diejenigen ausgewählt, die die beste Verbindungsqualität sicherstellen. Bewegt sich ein Nutzer oder ändert sich die Verbindungsqualität, wird nachjustiert. Die Regulierungsgeschwindigkeit liegt im Millisekunden-Bereich.

In Zukunft ist vorgesehen, auch Antennen einzusetzen, deren Traffic-Beams sich je nach Situation dynamisch in real-time fokussieren und ausrichten lassen. Solche Antennen bzw. Software Lösungen sind noch nicht im Einsatz.

Mit dem heutigen Regime der NISV können adaptive Antennen nicht optimal genutzt werden. Bis eine entsprechende Vollzugsempfehlung vorliegt, gelten die für statische Antennen definierten Bewertungsmethoden. Diese basieren auf dem Worst-Case Prinzip, d.h. auf der maximalen Sendeleistung einer Anlage. Für adaptive Antennen bedeutet das, dass alle Keulen gleichzeitig in alle Richtungen maximal stark senden, wobei die maximale Sendestärke der Beams durch die Keule festgelegt wird, die das am nächsten bei der Anlage liegende OMEN bedient.

Im realen Betrieb ist ein solches Szenario ausgeschlossen. Dazu müssten sich alle Nutzer, die die Antenne bedienen kann, in jedem einzelnen Beam-Sektor in maximaler Distanz zur Basisstation befinden. Nutzer sind aber immer räumlich verteilt, womit selten alle Beams gleichzeitig aktiv sind und mit maximaler Leistung senden.

Die heute anzuwendende Worst-Case Berechnung resultiert damit in einer Überschätzung der Immissionen. Provider müssen sie aber anwenden, um adaptive Antennen bewilligt zu erhalten. Messungen und Berechnungen zum Alltagsbetrieb von smarten Antennen gehen davon aus, dass die Strahlungsmaxima im Durchschnitt etwa 10-20% vom oben erwähnten theoretischen Maximum betragen.

Die vom METAS am 18.2.2020 veröffentlichte Messmethode gewährleistet eine sichere Messung der Felder adaptiver Antennen (< 6 GHz) hinsichtlich NISV-Konformität.

Das METAS empfiehlt¹ die Messung des Signalisationskanals (SSS) und dann die Hochrechnung auf die maximale Sendeleistung. Weil der Funkstandard genau festlegt, wie die technische und wie die Traffic-Kommunikation abzuwickeln ist, kann aus der Messung der Feldstärke des Signalisationskanals die Feldstärke der dazugehörigen Verkehrskanäle bei maximaler Auslastung berechnet werden.

Da Signalisations- und Traffic-Kanäle unterschiedliche Antennendiagramme haben, wird die Hochrechnung mit Korrekturfaktoren durchgeführt, um Immissionswerte nicht zu unterschätzen.

Wie bei den statischen Antennen üblich werden die Feldmaxima mit der Schwenkmethode bei maxhold ermittelt.

Die Messungen können entweder codeselektiv oder frequenzselektiv durchgeführt werden. Je nach Messansatz ist andere Hardware erforderlich. Die codeselektive Messung erlaubt eine möglichst exakte Beurteilung der NISV-Konformität. Die frequenzselektive Messung führt im Allgemeinen zu einer Überschätzung der Immissionen (es werden alle Signale gemessen, die auf dem gewählten Frequenzband vorhanden sind, nicht nur die eigentlich interessierenden SSS-Signale). Die Immissionen der Antenne sind somit fast immer tiefer als es die frequenzselektive Messung anzeigt.

April 2020 / GD

¹ Um die Messmethode der 5G-Basisstationen im Detail zu erklären, plant das METAS eine Informationsveranstaltung für die Fachspezialisten der

kantonalen Behörden und für die Messfirmen. Der Anlass soll, wenn immer möglich, im Frühsommer 2020 stattfinden.