Einfluss von Funkstrahlung auf die Genauigkeit von Messgeräten der Verkehrsmesstechnik

Von Ingo Holtkötter*

Während noch vor zwanzig Jahren öffentlichkeitswirksam über Elektrosmog und die sogenannte elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) diskutiert wurde, ist in heutiger Zeit trotz der Vielfalt von Mobilfunkgeräten und drahtlosen Computernetzwerken diese Thematik für die Öffentlichkeit nahezu vollständig in den Hintergrund gerückt. Aus technischer Sicht ist jedoch nach wie vor bedeutsam, dass sich prinzipiell alle elektronischen Geräte und insbesondere Messgeräte durch Funkstrahlung stören lassen.

Auch Geschwindigkeitsmessgeräte oder Fahrzeugwaagen dürfen nicht durch externe Funkstrahlung beeinflusst werden. Obwohl es allgemein gültige Zulassungsvorschriften für entsprechend genutzte Messgeräte gibt, ist im Zweifel im Einzelfall zu prüfen, ob das verwendete Messmittel eventuell durch eine Funkquelle in unmittelbarer Nähe (etwa Mobiltelefone, Computernetzwerke oder Sprechfunkanlagen) gestört wurde. Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über die denkbaren Beeinflussungen von Messgeräten durch externe Funksignale und stellt dar, wie eine konkrete Untersuchung hierzu durchgeführt werden kann.

1 Einleitung

Ein typisches Beispiel unerwünschter Einstrahlung von Funksignalen auf ein elektronisches Gerät ist zum Beispiel das weitläufig bekannte Geräusch im Radio, das entsteht, wenn gerade ein Mobiltelefon in der Nähe einen Telefonanruf oder eine Nachricht empfängt. Das in diesen Fällen häufig zu hörende Tackern und Sirren im Radio ist auf die Funkstrahlung zurückzuführen, die das Mobiltelefon während der Kommunikation mit der Basisstation aussendet. Obwohl das Radio diese Funkwellen gar nicht erfassen und wiedergeben soll, sind die durch die Nähe des Mobiltelefons auf das Radio wirkenden Funksignale so stark, dass sie auf die Elektronik des Radios unerwünschte Auswirkungen haben.

Ebenso wie das Radio durch Funkstrahlung gestört wird, lässt sich auch jedes elektronische Gerät und insbesondere hochempfindliche Messgeräte durch externe Funksignale beeinflussen. Bei der Entwicklung von Messgeräten wird daher ein großer Aufwand betrieben, um die hochempfindliche Messelektronik vor dem Einfluss externer Funkstrahlung zu schützen (das heißt im Allgemeinen entsprechend abzuschirmen).

Für eichpflichtige Messgeräte ist daher vorgeschrieben, auch bei von außen wirkenden elektromagnetischen Feldern dauerhaft und reproduzierbar korrekte Messergebnisse auf Basis der Anforderungen der Bauartzulassung zu liefern. Hierzu existieren sogenannte elektromagnetische Umgebungsklassen, die mögliche externe Störungen definieren, die nicht zu einer Fehlfunktion führen dürfen. Für elektronische Geräte sind hierzu im Allgemeinen das EMVG (Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln) zur Umsetzung der Richtlinie 2004/108/EG sowie die Norm DIN EN 61000-6-2 zu nennen, welches die Anforderungsklassen von elektromagnetischen Störungen regelt, die von elektrischen Betriebsmitteln entweder ausgehen oder während des Betriebs ohne Funktionsstörungen aufgenommen werden können.

Mit zunehmender Technisierung unserer Umwelt und insbesondere durch die Verwendung von leistungsfähigen Funkanlagen wurde das Problem der elektromagnetischen Verträglichkeit auch für die Automobilindustrie bereits vor etwa dreißig Jahren zu einem zentralen Thema. Beispielsweise ergab sich bei einem deutschen Premiumhersteller in den 1980er-Jahren, dass Airbagsysteme in den Fahrzeugen in unmittelbarer Nähe starker Mittelwellensender unkontrolliert ausgelöst wurden. So wurde die zentrale Bedeutung der Verträglichkeit der Steuerungssysteme in Bezug auf externe Funksignale erst hervorgehoben.

Mittlerweile sind sowohl der Schutz der Komponenten in einem Fahrzeug gegen externe Funkstrahlung als auch der Schutz der Umwelt gegen das Aussenden im Steuergerät erzeugter Funkstrahlung von großer Bedeutung bei der Entwicklung von Automobilelektronik.

Zur Prüfung der sogenannten Störfestigkeit, die den ordnungsgemäßen Betrieb eines elektronischen Gerätes bei Beaufschlagung externer elektromagnetischer Felder definiert, stehen spezielle Untersuchungslabors zur Verfügung, bei denen in einer gegen die Außenwelt abgeschirmten Absorberhalle die zu testenden Geräte einer genau definierten Funkstrahlung ausgesetzt werden. **BILD 1** zeigt eine solche Absorberhalle, in der ein Fahrzeug neben einer großen Funkantenne untergebracht ist, mit der das Fahrzeug mit elektromagnetischen

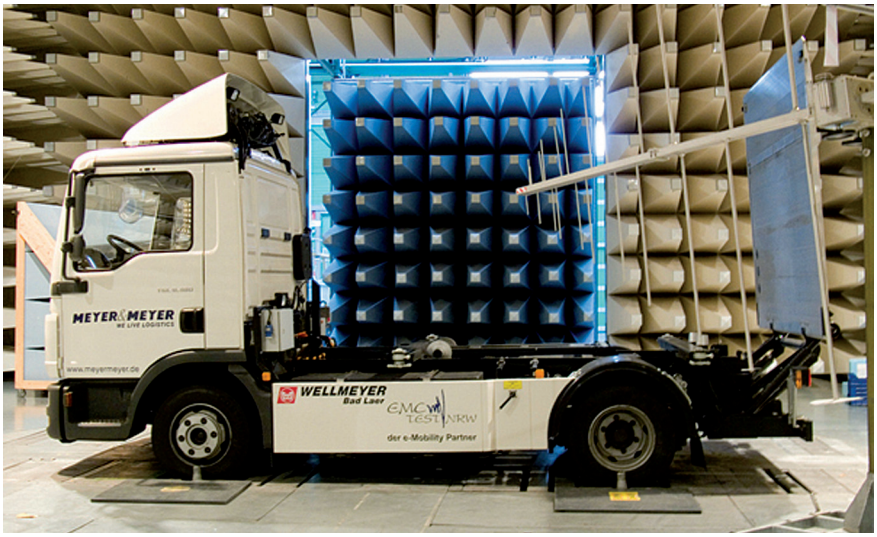

BILD 1: Der Lkw steht auf einem Rollenprüfstand, um die technischen Systeme bei drehenden Rädern testen zu können; die Halle ist mit Absorberelementen ausgekleidet, um unerwünschte Signalreflektionen zu vermeiden; die elektromagnetische Strahlung wird über die Antenne (rechts im Bild) auf das Fahrzeug eingestrahlt (mit freundlicher Genehmigung der EMC Test NRW GmbH)

FIGURE 1: The truck is positioned on a roller test bench allowing tests with turning wheels; the hall is equipped with absorbing elements to eliminate unwanted reflection signals; the electromagnetic radiation is fed through an antenna directed at the vehicle (see right part of the picture) (by courtesy of EMC Test NRW GmbH)

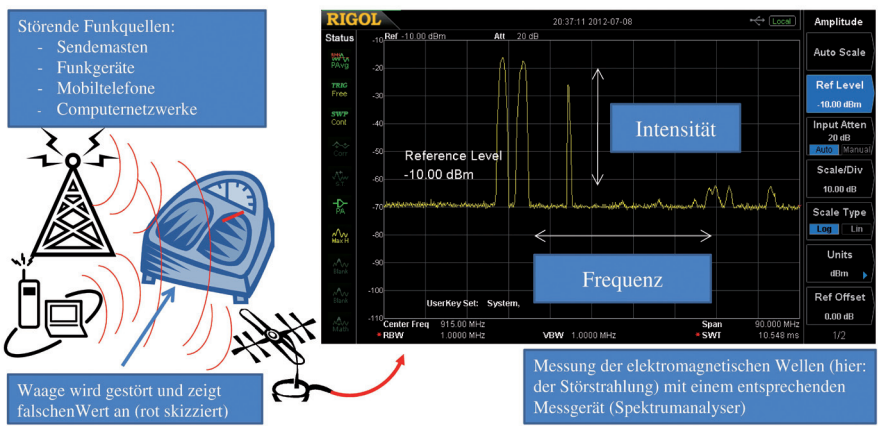

BILD 2: Elektromagnetische Strahlung verschiedener Quellen, wie von Funkmasten, Mobiltelefonen oder Computernetzwerken, strahlen auf eine Waage ein, die dadurch einen fehlerhaften Wert anzeigt; mit einer Hilfsantenne und eines sogenannten Spektrumanalysers kann die Strahlung untersucht werden

FIGURE 2: Various sources of electromagnetic radiation affect the scales leading to an incorrect result; the radio signals can be inspected using an antenna and a spectrum analyser

Wellen unterschiedlicher Frequenz und Intensität beaufschlagt wird. Bei einem solchen Test wird beispielsweise überprüft, ab welcher Intensität des Funksignals das zu untersuchende Gerät Fehlfunktionen zeigt. Ebenso wichtig ist auch die Überprüfung in Gegenrichtung, das heißt die Analyse der von dem zu untersuchenden Gerät ausgesandten Wellen. Dies ist deshalb unerlässlich, weil ein Gerät nicht nur unempfindlich gegen externe Funkstörungen sein muss, sondern ebenso wenig unzulässige Strahlung aussenden darf.

2 Beeinflussung von Fahrzeugwaagen durch externe Funkstrahlung

In der Verkehrsüberwachung werden neben Geschwindigkeitsmessgeräten auch häufig Fahrzeugwaagen wie Radlastwaagen oder Plattformwaagen zur Gewichtsbestimmung von Lkw eingesetzt. Die Kraftmessdosen, die bei der Wägetechnik eingesetzt werden, stellen aus technischer Sicht eine besonders empfindliche Komponente dar, die sich durch externe Funkstrahlung beeinflussen lässt. Dies liegt darin begründet, dass in den verwendeten Wägezellen sogenannte Dehnungsmessstreifen enthalten sind, die durch die dynamische Verformung einen veränderbaren Widerstand bilden. Da diese Widerstandsänderung jedoch sehr klein ist und die zu messenden Spannungsunterschiede im Mikrovoltbereich liegen, ist diese sehr empfindliche Messtechnik besonders anfällig für die Störung durch externe Funksignale.

Die extern auf eine Messzelle eingestrahlten Funksignale führen dabei in der Messzelle ebenso zu einer Spannungsänderung wie ein geändertes Gewicht beziehungsweise eine geänderte Kraft, sodass sie durch das Messgerät nicht zuverlässig von einem echten Messsignal unterschieden werden können. Da insbesondere bei Plattformwaagen außerdem eine meterlange Verkabelung der Messzellen bis zum Messverstärker üblich ist, sind diese Systeme anfällig für eine Messwertverfälschung durch externe Funksignale. Deshalb verfügen viele dieser Systeme über einen Detektor, der bei einer externen Funkstörung die Waagenanzeige deaktiviert und somit zumindest das Ablesen eines falschen Messwertes verhindert.

Im linken Abschnitt von **BILD 2** ist hierzu skizziert, wie Funkwellen beispielsweise aus Antennenanlagen, Mobiltelefonen, Funkgeräten oder

drahtlosen Computernetzwerken sowohl auf die Plattform der Waage mit den Messzellen als auch auf die Messelektronik nebst Verkabelung einstrahlen, sodass die Funktion der Waage beeinflusst werden kann.

Übertragen auf eine Gewichtsbestimmung eines Lkw bedeutet dies, dass eine lokal vorhandene starke Funkstrahlung dazu führen kann, dass die Messtechnik der Waage in gleicher Weise wie das zuvor beschriebene Radio beeinflusst wird.

Im Zentrum der Grafik ist daher eine Waage dargestellt, die durch die Einwirkung der Funkwellen einen fehlerhaften (rot dargestellten) Gewichtswert anzeigt. Um die Funkstrahlung zu klassifizieren, gibt es Messgeräte, mit denen die lokal vorhandene Funkstrahlung analysiert werden kann.

Im rechten Teil von Bild 2 ist hierzu das Messergebnis eines Spektrumanalysers gezeigt, der mithilfe der in der Skizze angedeuteten Antenne die in der Grafik angezeigten Funkwellen empfangen und darstellen kann. Dieses Messgerät zeigt die Funksignale in einer gelben Kurve an, wobei auf der horizontalen Achse die Frequenz und auf der vertikalen Achse der Pegel (das heißt die Intensität) angezeigt wird. Der Spektrumanalyser ist vom Prinzip her mit einem Radio zu vergleichen, welches auf der eingestellten Frequenz auf Funksignale „lauscht“ und die Intensität des Funksignals in einer vertikalen Spitze darstellt.

Im Beispiel sind verschiedene Funksignale erfasst worden, die sich im hier dargestellten Bereich zwischen 870 und 960 MHz auf die Strahlung eines Mobiltelefons zurückführen lassen. An den Frequenzen, an denen in der gelb dargestellten Kurve vertikale Spitzen zu sehen sind, wurden Funksignale mit der dargestellten Intensität gemessen.

Das Problem bei der Untersuchung von Messgeräten auf die Strahlungsfestigkeit liegt darin, dass nicht nur der Pegel, sondern vor allem auch die Frequenz der Störstrahlung für den Einfluss entscheidend ist. Abhängig von der Konstruktion des Messgerätes ist es durchaus möglich, dass nur eine Störung in einem engen Frequenzbereich zu einer Fehlmessung führt, während Signale anderer Frequenz, auch bei deutlich höherem Pegel, nicht zu Beeinflussung führen.

Eine Gewissheit, dass sich ein Messgerät tatsächlich nicht durch irgendein Funksignal in einem vorgegebenen Frequenzbereich stören lässt, kann nur die Untersuchung in einem Prüflabor mit einer entsprechenden Absorberhalle erbringen. Hierbei kann sich beispielsweise herausstellen, dass das Entfernen einer einzigen Gehäuseschraube oder das Verlegen eines Kabels im Inneren des Gerätes einen entscheidenden Einfluss auf die Störfestigkeit hat.

Eine Untersuchung in einer Absorberhalle ist aber nur dann möglich, wenn das Messgerät mit allen notwendigen Komponenten und Sensoren in der Absorberhalle aufgebaut werden kann. Dies ist bei fest installierten Messanlagen mit Sensoren in der Fahrbahndecke (beispielsweise TraffiStar S 330) oder bei in den Boden eingelassenen Plattformwaagen nicht möglich. Da speziell die oft meterlange (und ortsfeste!) Verkabelung der Sensoren empfindlich auf externe Funksignale ist, müssen hier andere Untersuchungsmethoden angewendet werden.

3 Untersuchung am Beispiel einer Plattformwaage

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt beschrieben, stellen insbesondere Plattformwaagen aus technischer Sicht einen Messgerätetyp dar, der bauartbedingt empfindlich ist für die Beeinflussung durch externe Funkstrahlung. Während einzelne Messgeräte oder Messgerätebaugruppen in einem entsprechenden Prüflabor unter speziell definierten Bedingungen getestet werden können, ist die Untersuchung einer fest installierten Plattformwaage auf diese Art und Weise nicht möglich.

Bei der möglichen Beeinflussung einer Messung aus der Verkehrsüberwachung auf einer konkreten Plattformwaage geht es darum zu prüfen, ob das vorhandene Wiegeergebnis durch externe Funkstrahlung beeinflussbar ist. Im Allgemeinen kommen hierzu verschiedene Funkquellen in Betracht. **TABELLE 1** zeigt hierzu eine Übersicht von Funkquellen, die sich in der Praxis in unmittelbarer Umgebung einer Plattformwaage bei einer verkehrstechnischen Messung befinden können.

TABELLE 1: Übersicht von Funkquellen
TABLE 1: Overview of radio sources

Messgerätetyp	Frequenzbereich	Maximale Sendeleistung
Taxifunk	Üblicherweise 146 - 174 MHz	je nach Genehmigung 25 W
Polizeifunk 2 m	170 – 180 MHz	1 – 25 W
Polizeifunk 4 m	80 – 90 MHz	1 – 25 W
CB-Funk	26,5 – 27,4 MHz	4 W
PMR-Funk	446 MHz	0,5 W
WLAN	2,4 GHz / 5 GHz	0,1 W / 0,5 W
Handyfunk	890 – 960 MHz, 1700 – 1900 MHz	2 W
Schnurlose Telefone	1880 – 1900 MHz	0,25 W
Betriebsfunk	8 m (35 MHz), 4 m (68 – 87,5 MHz), 2 m (146 – 174 MHz), 70 cm (440 – 470 MHz)	je nach Genehmigung 25 W
UMTS-Funk	1920 – 1980 MHz, 2110 – 2170 MHz	0,25 W

BILD 3: Um die mögliche Beeinflussung des Wiegeergebnisses zu prüfen, wird ein Taxi auf die Waagenplattform gestellt und das Taxifunkgerät betätigt
FIGURE 3: To examine potential influences on the weighing result a taxi vehicle is placed on the weighing platform while the taxi radio unit is being used

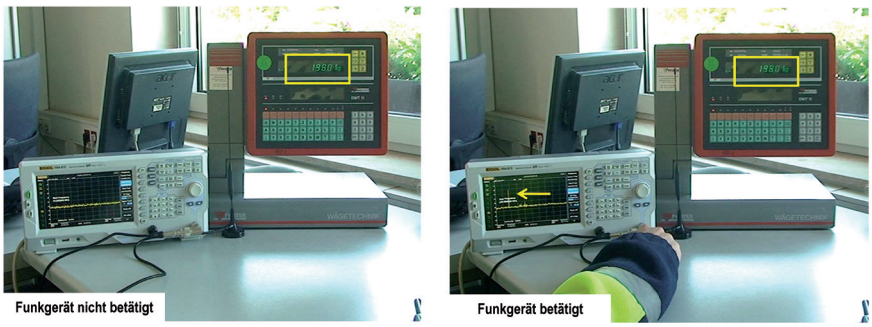

BILD 4: Während die Waagenanzeige ein unverändertes Gewicht von 1980 kg zeigt, kann mit dem Spektrumanalyser überprüft werden, dass das Funkgerät auch tatsächlich sendet
FIGURE 4: Although the scales invariably shows a mass of 1980 kg the spectrum analyser depicts that the radio is, in fact, transmitting

BILD 5: Wie zuvor beim Taxifunk wird ein Fahrzeug mit Polizeifunk verwogen und gleichzeitig das Funkgerät betätigt
FIGURE 5: In the same manner as described before, a police vehicle is placed on the weighing platform while the police radio unit is being used

Für die Untersuchung eines konkreten Falls wurde zur Prüfung der möglichen Beeinflussung des Messergebnisses durch ein Funksignal zunächst ein Taxi auf die Waage gestellt, wie in **BILD 3** dargestellt. Während das Taxifahrzeug auf der Waage steht, konnte im Inneren des Gebäudes am Waagenterminal ein Messwert von 1980 kg abgelesen werden, siehe **BILD 4** links. Zu diesem Zeitpunkt war das im Taxi eingebaute Funkgerät noch nicht betätigt, was anhand des links markierten Messgerätes nachzuvollziehen ist. Da kein Funksignal erfasst werden konnte, zeigt das Messgerät eine flache gelbe Linie.

Im Bild 4 auf der rechten Seite ist die Situation gezeigt, bei der dann das Funkgerät betätigt und ein Funkspruch abgesetzt wurde. Das Funksignal ist am Messgerät mit dem im rechten Bereich sichtbaren, scharfen, gelb dargestellten vertikalen Maximum abzulesen (siehe Pfeil). Als Wiegeergebnis bleibt hierbei am Waagenterminal unverändert die Anzeige von 1980 kg stehen.

Da auch die Position der Antenne relativ zum Empfänger, das heißt im vorliegenden Fall der Plattformwaage, Einfluss auf die Signalwirkung haben kann, wird diese Messung mit verschiedenen Positionen des Fahrzeuges auf der Plattformwaage wiederholt. Wenn insgesamt beim Betrieb des Funkgerätes im Taxi keine sichtbare Beeinflussung des Messergebnisses erzielt werden kann, ergibt sich für den vorliegenden Fall kein Hinweis darauf, dass das Wiegeergebnis durch Taxifunk beeinflusst werden kann.

Da der Taxifunk sowohl mit anderen Frequenzen als auch mit anderen Signalpegeln arbeitet als beispielsweise der Polizeifunk, wurde ein Polizeifahrzeug auf die Waagenplattform gefahren, und der Versuch zur Beeinflussung der Waage mit Polizeifunk in verschiedenen Frequenzbereichen (dem sogenannten 4-Meter- und 2-Meter-Frequenzbereich) wiederholt. In **BILD 5** ist hierzu wiederum die Messsituation gezeigt, bei der sich trotz Aussendung eines Funkspruchs keine Änderung des angezeigten Messwertes zum Polizeifahrzeug von 1940 kg erkennen lässt (siehe rote Markierung in **BILD 6**).

Prinzipiell muss nun auch die Untersuchung der Waage mit den anderen möglichen Funkquellen erfolgen, mit deren Betrieb in unmittelbarer Nähe der Waage im Messbetrieb zu rechnen ist. Daher erfolgte auch eine Untersuchung der Waage mit verschiedenen Handfunkgeräten, die sowohl im Inneren des Gebäudes am

Waagendisplay und der Verkabelung als auch außerhalb des Gebäudes an der Waagenplattform in verschiedenen Richtungen und Positionen verwendet wurden.

In **BILD 7** ist die Untersuchung der Waage mit einem CB-Funkgerät des Frequenzbandes 27 MHz dokumentiert. Hierzu ist in der oberen Abbildung das Funkgerät an der Waagenplattform gezeigt, dessen Funksignal weder außen an der Waage noch im Inneren des Gebäudes direkt am Waagenterminal zu einer Veränderung des angezeigten Messwertes von 510 kg führt. Auch bei Verwendung eines Handfunkgeräts bei 27 MHz lässt sich damit, wie in den vorangegangenen Versuchen mit Taxifunk, Polizeifunk im 2-Meter- und 4-Meter-Frequenzband, keine Beeinflussung des Messergebnisses der Waage feststellen.

Zur Untersuchung der Waage ist dann außerdem erforderlich, ein sogenanntes PMR-Funkgerät einzusetzen, welches als zulassungsfreies Funksystem zunehmende Bedeutung hat und sowohl im gewerblichen als auch privaten Umfeld häufig verwendet wird. Dieser Funkgerätetyp wird im Übrigen auch von den Eichbehörden beim Test der Waagen eingesetzt. Auch hier konnte im vorliegenden Fall keine Beeinflussung des Messwertes durch das Funkgerät festgestellt werden.

Wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist, ist ferner die mögliche Beeinflussung der Waage durch drahtlose Computernetzwerke (WLAN) zu prüfen, wie in **BILD 8** dargestellt ist. Hierzu ist im oberen Teil der Abbildung das Waagenterminal gezeigt, neben dem ein sogenannter WLAN Access Point mit zwei Antennen eingerichtet ist (siehe gelbe Markierung). Mithilfe eines Notebooks wurde dann eine Datenübertragung gestartet, wobei der Einfluss der Position des Notebooks am Waagenterminal als auch an der Waagenplattform auf das Messergebnis untersucht wurde.

Die Datenübertragung wurde mit einem unabhängigen Messgerät (siehe rote Markierung und Spektren rechts in der Abbildung) überprüft, so dass auch die Intensität der Funkwellen bei der Datenübertragung kontrolliert werden konnten. So konnte sichergestellt werden, dass die Funkübertragung des Computernetzwerks den maximalen Pegel erreicht und

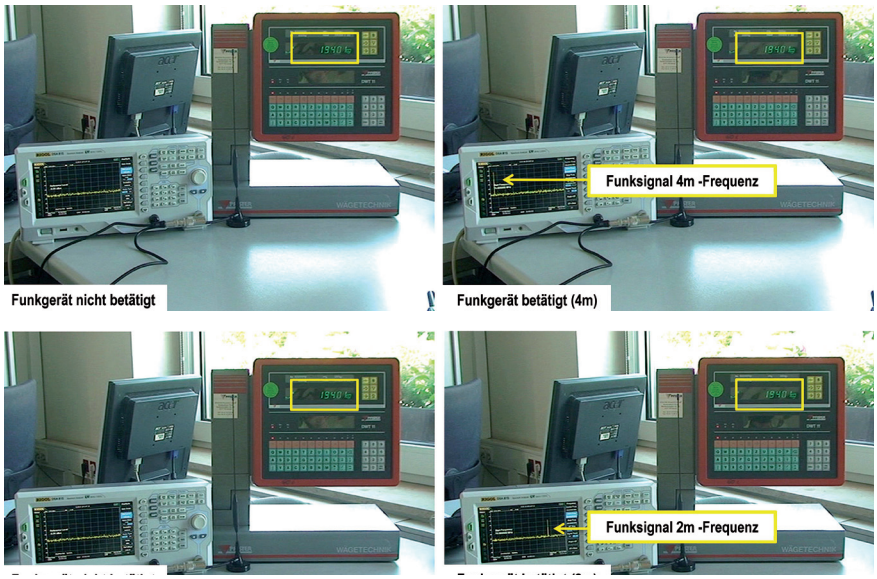

BILD 6: Bei Betätigung des Polizeifunkgerätes im 4-m- (oberer Bildteil) und im 2-m-Band (unterer Bildteil) wird das Messergebnis zum Polizeifahrzeug von 1940 kg nicht beeinflusst

FIGURE 6: Again, the scales invariably shows a mass of 1940 kg while the spectrum analyser depicts that the radio is, in fact, transmitting at 4-m- and 2-m-frequency

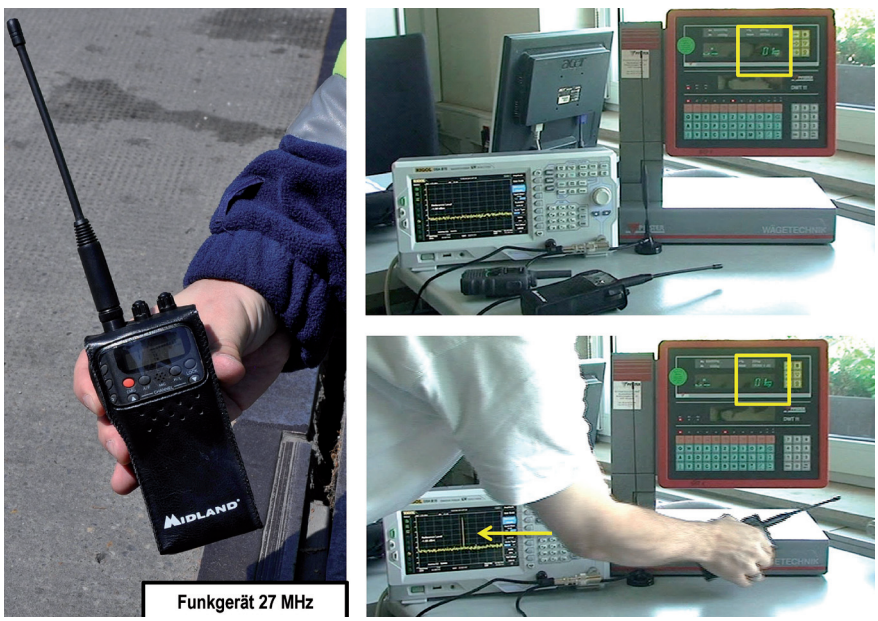

BILD 7: Die Verwendung eines CB-Funkgerätes bei 27 MHz führt nicht zu einer Veränderung des Messwertes; mithilfe des Spektrumanalysers kann das Sendesignal des Funkgerätes kontrolliert werden (gelb markiertes Maximum)

FIGURE 7: The use of a radio handset at a frequency of 27 MHz does not affect the weighing result; the transmitting signal is shown with the help of a spectrum analyser (see peak marked yellow)

BILD 8: Eine Datenübertragung im WLAN-Netz in unmittelbarer Nähe der Waagenplattform führt zu keiner Änderung des Wiegeergebnisses; das Sendesignal wird hierbei durch ein entsprechendes Messgerät kontrolliert

FIGURE 8: The weighing result is not affected by an active WiFi transmission in close proximity to the weighing platform; the transmitted signal can be visualized by an appropriate measurement device

auch damit die mögliche Beeinflussung der Waage überprüft werden kann.

Auch bei diesem Versuch ist zu prüfen, ob mit dem Notebook an verschiedenen Stellen an der Waagenplattform außerhalb des Gebäudes sowie an der Verkabelung und an dem Waagenterminal im Inneren des Gebäudes eine sichtbare Veränderung des Messwerts festgestellt werden kann. In gleicher Weise wie die zuvor gezeigten Beispiele muss dann auch die Überprüfung der Waage durch den Betrieb von Mobiltelefonen, schnurlosen Telefonen (sogenannte DECT-Telefone) als auch einer UMTS-(3G)-Funkübertragung erfolgen. Gegebenenfalls ist ferner zu prüfen, ob am Standort der Waage noch weitere Funkquellen in Betracht gezogen werden müssen, die möglicherweise Einfluss auf das Wiegeergebnis haben können.

Üblicherweise werden für die Verkehrsüberwachung Plattformwaagen hinzugezogen, die von einem Gewerbebetrieb zur Messung von LKW-Gewichten verwendet werden. Häufig ist zur Koordination der Fahrzeugflotte an den Gewerbebetrieben auch ein sogenannter Betriebsfunk installiert, der ähnlich dem CB- oder Taxifunk auf fest zugeteilten Frequenzen Funkstrahlung aussendet. Ist eine solche Anlage in unmittelbarer Nähe der Waage vorhanden, so ist auch hier eine mögliche Beeinflussung des Wiegeergebnisses durch den Betrieb dieser Anlage zu prüfen.

Bei den Untersuchungen von Plattformwaagen konnten durch den Autor auch Umstände aufgezeigt werden, bei denen sich der Messwert durch Betätigung eines Funkgerätes in der Nähe der Messelektronik sichtbar beeinflussen ließ. In so einem Fall muss überprüft werden, ob gegebenenfalls bei der zu untersuchenden Messung ein entsprechendes Funkgerät in unmittelbarer Nähe der Messelektronik verwendet wurde.

Aus rein messtechnischer Sicht stellen die hier vorgestellten Untersuchungen nur einen Kompromiss aus Praxistauglichkeit und sinnvollem Aufwand dar. Da nicht möglich ist, die fest installierten Systeme vollständig in einer Absorberhalle zu untersuchen, bleibt kein anderer Weg, als die Untersuchung auf die konkrete Messsituation zu reduzieren. Wenn beispielsweise, wie häufig beschrieben wird, der Betroffene ein Mobiltelefon oder einen PC im Fahrerhaus verwendet hat, so ist daher zunächst zu prüfen, ob hierdurch ein messbarer Einfluss entstehen kann.

4 Abstandsabhängigkeit der Funksignalintensität

Ein Funksignal, welches von einer Antenne ausgesandt wird, wird beim Transport durch die Luft abgeschwächt. In unmittelbarer Nähe der Sendeantenne ist das elektromagnetische Feld, welches für die hier zu untersuchenden Störungen sorgt, somit vergleichsweise stark, während es dann mit zunehmendem Abstand deutlich schwächer wird. Dies führt dazu, dass unter Umständen nur ei-

ne bestimmte, zentimetergenaue Position einer Funkantenne an einem Messgerät zu einer Veränderung des Messergebnisses führen kann, während ansonsten keine Beeinflussung mehr feststellbar ist.

In BILD 9 ist ein Versuch dargestellt, in dem die Abstandsabhängigkeit des Signalpegels der Funkstrahlung für ein CB-Funkgerät (Sendefrequenz 27 MHz) und ein sogenanntes PMR-Funkgerät (Sendefrequenz 446 MHz) untersucht wurde. Im Pkw ist ein Spektrumanalyser nebst Messantenne untergebracht, während das zu untersuchende Funkgerät im Abstand von 0 bis 300 m zur Messantenne betätigt wird.

In Übereinstimmung mit den theoretischen Grundlagen stellt sich heraus, dass der Pegel des übertragenen Funksignals, der für die Störung der Messgeräte von Bedeutung ist, sehr stark vom Abstand der Antenne zum Messgerät abhängig ist. Im unteren Abschnitt von Bild 9 ist hierzu der relative Pegel am Messgerät in Abhängigkeit vom Abstand gezeigt. In dem Diagramm ist abzulesen, dass wenn der Pegel bei 1 m Abstand zur Antenne mit 100 % angegeben wird, dieser bei einem Abstand von 10 m auf 20 % Intensität abfällt. Bei 20 m Abstand sind lediglich 7 % des Signalpegels sichtbar, während bei 100 m Abstand nur noch 1 % gemessen wird.

In diesem Zusammenhang wird deutlich, dass ein Funksignal, welches wenige Zentimeter von der Messelektronik entfernt ausgesendet wird, bereits bei doppeltem Abstand nur noch etwa halb so stark ist. Aus dieser starken Abstandsabhängigkeit kann abgelesen werden, dass, wenn es zu Funkstörungen kommt, lediglich Funksignale von zentraler Bedeutung sind, die entweder extrem stark sind oder von Funkgeräten ausgesandt werden, die sich sehr dicht an der Messelektronik befinden.

Übertragen auf Messgeräte in der Verkehrsüberwachung lässt sich daraus ableiten, dass die Untersuchung regulärer Funkgeräte in unmittelbarer Nähe des Messgerätes ausreichend ist,

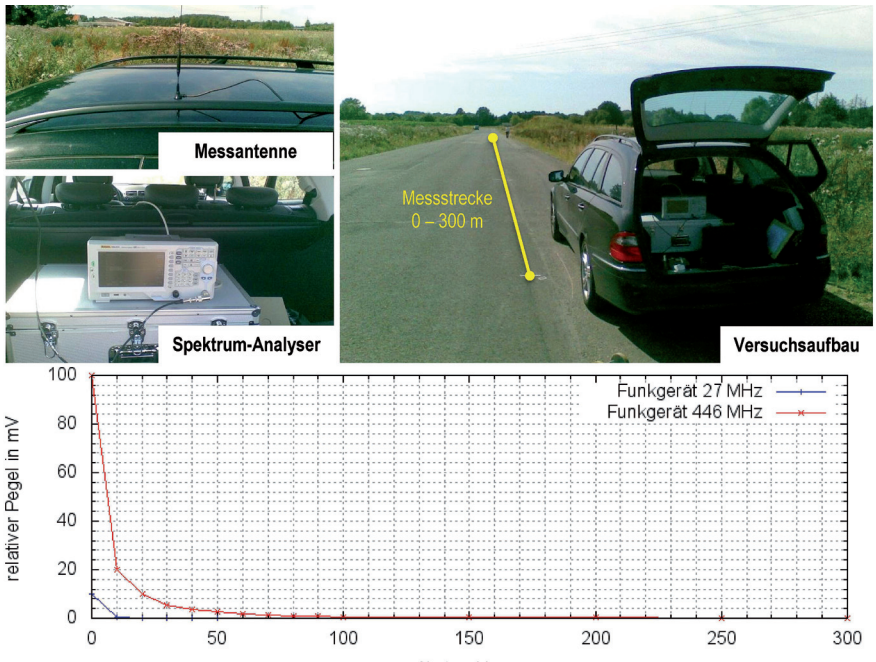

BILD 9: Die Intensität des Funksignals wurde exemplarisch mit zwei Funkgeräten im Entfernungsbereich bis 300 m gemessen; mit doppeltem Abstand wird der Pegel halbiert
FIGURE 9: The intensity of the transmitted signal was measured up to a distance of 300 m; an increase in distance of 100 per cent leads to a decrease in amplitude

um größere Entfernungen ebenfalls abzudecken. Wenn sich also ein Messgerät durch ein Funkgerät in unmittelbarer Nähe nicht stören lässt, dann ist eine Störung aus einigen Metern Entfernung durch dasselbe Funkgerät auszuschließen.

Prinzipiell kann aus technischer Sicht allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass ein genügend starkes, gegebenenfalls illegales oder defektes Funkgerät einen derart hohen (Stör-) Pegel ausweist, dass entsprechende Funkstörungen und damit auch fehlerhafte Anzeigen am Messgerät hervorgerufen werden können. Beispielsweise kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein in der Nähe befindliches Fahrzeug mit einem illegal betriebenen, erheblich zu starken Funkgerät gezielt für die Beeinflussung des Messgerätes sorgen kann.

5 Zusammenfassung

Der Einsatz hochempfindlicher Messtechnik in der Verkehrsüberwachung erfordert eine genaue Überprüfung der Möglichkeiten zur Beeinflussung der jeweiligen Messwerte. Hierbei stellt Funkstrahlung eine besonders zu untersuchende Problematik dar, da sie gegebenenfalls unbemerkt auf das Messergebnis Einfluss nehmen kann. Zum einen ist zwar teilweise beim Betrieb der Messgeräte ein aufmerksamer Messbetrieb nötig, bei dem gegebenenfalls eine unplausible Schwankung des Messwertes auffällt; zum anderen sind dennoch Szenarien denkbar, bei denen es zu einer Beeinflussung des Messergebnisses kommt, ohne dass der Benutzer dies bemerken kann.

Obwohl prinzipiell alle technischen Geräte von einer möglichen Beeinflussung durch externe Funkstrahlung betroffen sind, stellen hierbei die Systeme mit ortsfest installierten Sensoren wie beispielsweise TraffiStar S330 oder auch Plattformwaagen ein besonderes Problem dar.

Da diese Messgeräte auf einem Messprinzip beruhen, bei dem sehr kleine Spannungen im Mikrovoltbereich erfasst werden müssen, sind

diese anfällig für die Beeinflussung durch externe Funkstrahlung. Daher gilt es im Rahmen von technischen Gutachten regelmäßig zu überprüfen, ob bei einer konkreten Messung nicht gegebenenfalls eine externe Funkstrahlung oder Funkstörung zu einer Beeinflussung des konkreten Messwertes geführt haben könnte. Hierzu ist es gegebenenfalls auch erforderlich, die am Ort der Messung möglicherweise auftretenden Funksignale nachzustellen und deren möglichen Einfluss auf das Messergebnis zu analysieren.

Bei einer derartigen Untersuchung wird geprüft, ob sich die verwendete Waage durch Funkwellen, beispielsweise durch CB-Funk oder Handystrahlung beeinflussen lässt. Bei den Versuchsreihen wird dabei festgestellt, ob die Waage beispielsweise bei Einsatz von Taxifunk, Polizeifunk, CB-Funk, PMR-Funk, WLAN, Mobiltelefon (D1 und DECT), Betriebsfunk oder UMTS-Datenfunk (3G-Stick) stets unveränderte Werte anzeigt. Im Zuge dieser Untersuchung werden alle sinnvollen Positionen der Funkgeräte sowohl in unmittelbarer Nähe der Waage als auch des Waagenterminals und der Verkabelung getestet. Durch die starke Abstandsabhängigkeit von Funkstrahlung kann dann gegebenenfalls auf die Praxis übertragen eine Beeinflussung des Wiegeergebnisses ausgeschlossen werden, sofern sich kein Funkgerät in unmittelbarer Nähe des Waagenterminals befindet.

Der Nachweis, dass das Wiegeergebnis nicht durch eine beliebige Art von Funkstrahlung verändert werden kann, kann aus technischer Sicht nicht erfolgen. Technisch ist es prinzipiell immer möglich, mit einem genügend starken, gegebenenfalls illegalen oder fehlerhaften Sender, und aus einer geeigneten Position elektronische Messsysteme derart zu beeinflussen, dass diese nicht mehr ordnungsgemäß funktionieren können. Allerdings ist fraglich, ob es gelingt, im richtigen Moment einen fehlerhaften, aber trotzdem stabilen Messwert zu generieren, der dem aufmerksamen Benutzer nicht auffällt. Insbesondere die Nullmessung als Kontrollmessung zwischen den einzelnen Verwiegungen wäre dann nicht mehr uneingeschränkt möglich. In der Praxis ist aus technischer Sicht eine bewusste Störung des Messsystems durch externe Funksignale weitgehend auszuschließen. Inwiefern eine konkrete Messung dennoch unzulänglich sein könnte, muss der juristischen Wertung vorbehalten bleiben.

6 Ausblick

Die tiefgreifend technische Problematik der Beeinflussung von elektronischen Messsystemen durch Funkstrahlung zeigt auf, dass mit zunehmendem technischem Aufwand bei der Verkehrsüberwachung auch zunehmendes Detailwissen gefordert ist, um die Zulässigkeit und Gültigkeit einer Messung überprüfen zu können. Zur Untersuchung eines konkreten Problems oder eines konkreten Hinweises auf eine Fehlmessung ist es daher gegebenenfalls nötig, weiteren messtechnischen Aufwand zu betreiben und die Entwicklung der Messgerätetechnik genau zu verfolgen.

Verglichen mit dem Entwicklungsaufwand, der in die Messgeräte eingeflossen ist, können die technischen Untersuchungen durch die Sachverständigen nur auf einem recht einfachen Niveau durchgeführt werden. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass durch den Hersteller nicht immer die notwendigen Informationen und Unterlagen zur Verfügung gestellt werden. Es müsste doch möglich sein, nach einer gerichtlichen Beauftragung und dem Abschlusses einer entsprechenden Verschwiegenheitserklärung die entsprechenden Unterlagen zumindest einsehen zu können. Allerdings ist anzumerken, dass es sehr stark vom konkreten Messmittelhersteller abhängig ist, ob und welche Informationen zur Verfügung gestellt werden. Einzelne Hersteller sind in dieser Hinsicht schon jetzt sehr zuvorkommend und hilfsbereit.

The Influence of electromagnetic radiation on the accuracy of traffic measuring technology

While discussion about electromagnetic pollution was in full swing some twenty years ago, interest in this seems to have died down almost entirely despite – or even due to – the omnipresence of mobile phones and wireless networks. From a technical point of view, however, a problem that remains is the influence that external electromagnetic fields can have on measuring devices.

Traffic measurement devices such as speed traps or vehicle scales, in particular, must not be influenced by external electromagnetic radiation. Although there are general regulations for such devices the particular circumstances of each single measurement have to be taken into consideration. In case there is any doubt about the accuracy of a specific measurement, investigations have to be made about whether interfering radio devices at the measurement site (such as mobile phones, wireless networks or other radio communication devices) could possibly have caused faulty measurement results.This article aims to give an overview of potential influences of electromagnetic radiation and to show/describe the principle of a typical investigation scheme.

*** Autor**

Dr. rer. nat. Ingo Holtkötter ist Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle sowie Verkehrsmesstechnik und Fahrzeugtechnik im Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke in Münster. ::