

# Mobilfunk im Krankenhaus



Prof. Dr.-Ing. Werner Irnich

## Einleitung

Unter dem Titel „Störfestigkeit medizinischer Elektrogeräte“ wurden im Newsletter 3.98 die Ergebnisse von finnischen Wissenschaftlern vom staatlichen Technischen Forschungszentrum VTT in bezug auf die Störfestigkeit gegenüber Mobilfunk wiedergegeben. Letzten Endes ist es eine Frage der Interpretation, auf wie groß man den Abstand zu einem medizintechnischen Gerät abschätzt, wie im folgenden noch gezeigt werden soll. Das Benutzen von „Handys“, so nennt man hierzulande die in der Hand haltbaren Funktelefone, gilt in vielen Krankenhäusern als grundsätzlich verboten, gleichgültig, wo man sich befindet. Als Quelle derartiger rigoroser Maßnahmen können sehr wohl Verlautbarungen des Bundesgesundheitsministers als auch der Krankenhausgesellschaften gelten. Diese dürften wiederum Berichte der Food and Drug Administration (FDA) in den USA zum Anlaß genommen haben, ihre Warnungen auszusprechen. Dabei haben die Untersuchungen und Veröffentlichungen der FDA eigentlich eine andere Stoßrichtung, da sie Medizintechnik, die außerhalb des Krankenhauses vorkommt, auf ihre Verträglichkeit mit Mobilfunk hin untersuchten. So soll ein elektrisch betriebener und elektronisch gesteuerter Rollstuhl zu fahren angefangen haben, als er in das elektromagnetische Feld des Sen-

ders eines Rettungswagens geraten war [2]. Dieses Fehlverhalten des Rollstuhls offenbart die Problematik der elektromagnetischen Unverträglichkeit von Medizintechnik und Sendern jedweder Art. Dem Rettungs- oder Arztwagen deswegen den Funk zu verbieten, würde sicher mehr gefährdende Situationen entstehen lassen, als die, sicher sehr selten vorkommende Beeinflussung von Rollstühlen. Diese müssen „sicher“ gemacht werden.

Wir glauben, daß generelle Verbote, im Krankenhaus Mobilfunk zu benutzen, aus mehreren Gründen problematisch sind:

- Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Krankenhäuser, die ja zum Beispiel in der Form von Personenruf-Geräten selber Mobilfunk betreiben?
- Was sollen Rettungsdienste und Notärzte tun, die beides, Mobilfunk bzw. Bündelfunk (Sprechfunk) und lebensrettende Medizintechnik, in ihrem Wagen vereinen?
- Wie sollen sich die Nutzer von Medizintechnik wie z. B. Schrittmacherpatienten, Defibrillatorpatienten und Rollstuhlfahrer verhalten, da sie ja weder Mobilfunk in ihrer Umgebung verbieten können, noch in der Lage sind, Mobilfunkträger zuverlässig zu erkennen?
- Durch ein Verbot würde keinerlei Anreiz für die Hersteller von Medizintechnik geschaffen, ihre Geräte immun gegen Mobilfunk zu machen. Dabei wäre es doch sinnvoll und, wie wir glauben, auch machbar, Medizintechnik genauso sicher zu gestalten, wie dies heute im Automobilbau und in der Flugzeugtechnik der Fall ist.

Unsere Erfahrung bei der Untersuchung der Störbeeinflussung von Herzschrittmachern durch Mobilfunk [5] ließ uns vermuten, daß die Störeigenschaften der einzelnen Modelle und Fabrikate sehr unter-

schiedlich sind, und daß es robuste und weniger robuste geben dürfte. Langfristig wäre es sinnvoll, daß die Hersteller von Medizintechnik im Rahmen ihrer Produkthaftung für Sicherheit gegenüber jedweder Störbeeinflussung sorgen würden. Unsere Untersuchungen zeigen, das sei hier vorweggenommen, daß dies möglich ist.

Wir haben in einer groß angelegten Studie, die vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte gefördert wurde, versucht, die Gefährdung, die von Mobilfunkgeräten auf Medizingeräte ausgeht, abzuschätzen. Dazu sollte eine Übersicht über mögliche Fehlfunktionen der Geräte und deren Auswirkungen auf den Patienten erstellt werden. Sollten sich Geräte als störfähig erweisen, sollten die Abstände bestimmt werden, die einzuhalten sind, um sie sicher arbeiten zu lassen. Daraus sollten ferner Handlungsanweisungen abgeleitet werden, wie man vernünftigerweise mit Mobilfunk im Krankenhaus umgehen sollte.

## Meßmethodik

Die Störfestigkeit wurde durch praktische Versuche ermittelt, indem die zu untersuchenden Geräte mit den elektromagnetischen Feldern von Handgeräten des C-, D-, E- und DECT-Netzes von allen Seiten beaufschlagt wurden. Um die maximale Sendeleistung einzustellen, mußten die Geräte im C-, D- und E-Netz mit einer eigens dafür aufgestellten Basisstation kommunizieren. Ohne eine solche Maßnahme wird die Sendeleistung der Handgeräte üblicherweise bis auf ein zur Aufrechterhaltung des Betriebes notwendiges Maß reduziert, um die Betriebsdauer des Akkumulators zu erhöhen. Die DECT-Schnurlos-telefone senden immer mit der gleichen Leistung. Wurden Geräte beeinflusst, wur-

# nkenhaus

den der Schweregrad und die maximale Stördistanz ermittelt und protokolliert.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden 224 medizinische Geräte bzw. Gerätesysteme, die zu 23 Gerätegruppen gehörten, und eine Lichtrufanlage auf ihre Beeinflussbarkeit durch Mobilfunk untersucht. Gerätesystem bedeutet, daß eine Reanimationseinheit, bestehend aus Defibrillator, Schrittmacher, EKG-Gerät und Pulsoxymeter, spezifisch nach Gerätegruppen, also vierfach einer Prüfung unterzogen wurde. Die Lichtrufanlage wurde in unseren Test miteinbezogen, weil man am Klinikum konkrete Vermutungen besaß, daß man mit Mobilfunk Fehlalarme auslösen bzw. auch Alarme unterdrücken könne. Da eine derartige Möglichkeit für Intensivstationen fatale Folgen haben könnte, haben wir das Rufsystem in unseren Untersuchungen mit einbezogen.

Schon nach den ersten Untersuchungen wurde klar, daß es Geräte gab, die sich nur durch C- oder nur durch D-Netz-Funk stören lassen. Durch E-Netz-Funk oder durch DECT sind in der Regel nur Geräte beeinflussbar, die auch im D-Netz gestört werden.

Die Streubreite der Störanfälligkeit gleicher Geräteserien und des gleichen Baujahres ist nach unseren bisherigen Ergebnissen gering. Auch ließen sich die Ergebnisse in einer anderen Testumgebung gut reproduzieren. Erst bei einer Stördistanz von über 1 m war die Empfindlichkeit von der Raumgestaltung abhängig. Große Differenzen gibt es bei Geräten verschiedener Typen oder Fabrikate. So lösen einige Dialysegeräte bei einem geringen Abstand zwischen Antenne und Detektor regelmäßig Luftalarm aus. Bei anderen Bauarten ist dieser Alarm nicht zu provozieren.

In den meisten Fällen ist eine Störung der Geräte nur in unmittelbarer Nähe feststellbar (kleiner 20 cm), und die Störung ist spätestens nach einem Aus- und Einschalten des Gerätes verschwunden. Wenn ein Fehlverhalten der Geräte auftritt, wird dieses vom Anwender in der Regel unmittelbar bemerkt, weil ein Alarm ausgelöst wird.

Als eines der Geräte mit der größten Empfindlichkeit haben wir ein Wärmebett ermittelt. Es hat sich von dem C-Netz-Handy mit 0,5 W Leistung noch in einem Abstand von 6 m stören lassen. Dieser Fehler wird jedoch als nicht gefährlich eingestuft, weil sich das Gerät mit einem Alarm meldet und nach Beseitigung der Störquelle wieder seinen normalen Betrieb aufnimmt. Beeinflusst wurde die Heizung des Bettchens, indem sich die Temperatur sehr langsam änderte (in 15 min um 1 Grad Celsius).

Bei einem Beatmungsgerät eines amerikanischen Herstellers trat unterhalb einer Entfernung von 60 cm mit dem 2W-D-Mobiltelefon ein Fehler auf. Um den Fehler auszulösen, muß man sich dem Beatmungsgerät von vorne rechts nähern. Dadurch wurde die Atemfrequenzanzeige beschleunigt. Gleichzeitig wurde ein akustischer und





ein optischer Alarm ausgelöst. Diesem Fall kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, weil dieses Gerät vor etwa vier Jahren nachgerüstet wurde, um es gegen Mobilfunk sicher zu machen. Die Aktion soll seinerzeit durch einen „recall“ von FDA in den USA veranlaßt worden sein.

Bei Infusionspumpen haben wir festgestellt, daß eine Störung sehr oft über den Tropfenzähler möglich ist. Ein Gerätetyp konnte mit zwei unterschiedlichen Tropfenzählern bestückt werden. Der eine Tropfenzähler erwies sich als weitgehend resistent, während der andere noch in einem Abstand von bis zu 60 cm beeinflussbar war.

Sechs von 18 Beatmungsgeräten ließen sich durch keines der mobilen Netze stören. Von den 12 störbaren Geräten war eines, das im mobilen Rettungsdienst eingesetzt wird, mit einem C-Handy in einer Entfernung von 2,5 m in der Weise zu beeinflussen, daß Atmungsanforderung simuliert wurde. Bei Geräten des D-Netzes reduzierte sich der Abstand bei 2 W auf 80 cm. E-Netz-Handys und DECT störten nicht.

Ein Apnoemonitor ließ sich durch ein im Rhythmus von 0,5 Hz bis 1,5 Hz bewegtes C-Netz-Handy bis zu 8 m Entfernung stören. Bei ruhig gehaltenem Gerät war keine Störung zu beobachten. Es reichte aber aus, wenn sich eine Person im gleichen Raum bewegte, um den Monitor zu irritieren. Für Geräte des D-Netzes verringerte sich dieser Abstand auf 40 cm. Auch beim E-Netz-Handy war dieses in einem Abstand von 3 cm der Fall.

Bei den meisten der von uns untersuchten Kardiogrammen waren teilweise bis in recht große Entfernungen Geräusche aus dem eingebauten Lautsprecher zu hören. Bei dem empfindlichsten Gerät war das D-Netz-Handy noch in einem Abstand von 20 m zu hören. Unterhalb 2 m konnte das Geräusch unerträglich laut werden.

## Diskussion

Geht man von der Annahme aus, daß eine Beeinträchtigung ohne Gefährdung durch Mobilfunk toleriert werden kann,

und dies ist wohl auch immer dann sinnvoll, wenn der Ursache-Wirkungs-Mechanismus unmittelbar herzustellen ist, so bleiben nur seltene Situationen übrig, bei denen eine Gefährdung des Patienten möglich ist. DECT-Telefone können nur unter 10 cm, D-Netz-Handys nur unter 1 m gefährlich werden.

Ebenfalls wurde festgehalten, ob der Abstand zur Gefährdung ein Provokationstest oder ein realistischer Test war. Als Provokationstest wurden die Situationen bezeichnet, bei denen man bewußt die „schwachen Seiten“ eines Gerätes aufsucht, ohne daß diese Position je realistischerweise einzunehmen wäre. Berücksichtigt man diese Realität, sinken die Zahlen der Beeinträchtigung deutlich. Unter dieser Prämisse werden 4,9% durch C-Netz-Handys und 4,4% durch D-Netz-Handys in dichtestem Abstand gefährdet. Selbst das DECT-Telefon schafft noch eine Gefährdung von 0,9% genau wie das E-Netz-Handy unterhalb von 10 cm. Geräte des C-Netzes sind als einzige noch oberhalb von 5 m gefährlich beeinflussend.

Berücksichtigt man nur Situationen, wie sie durch Ablage eines Handys realistischerweise entstehen, können wir behaupten: 129 von 224 untersuchten Geräten, entsprechend 57,6%, werden durch Handys nicht beeinflusst.

Obwohl sich die amerikanische Food and Drug Administration (FDA) bereits seit 1991 mit dem Problem beschäftigt und auch den Einfluß von Mobilfunk auf motorbetriebene Rollstühle, implantierbare Herzschrittmacher, Defibrillatoren sowie Apnoemonitore selbst untersuchte [2], wurde eine systematische Überprüfung der Intensivmedizin-Geräte auf ihre Beeinflussbarkeit durch Mobilfunk bisher weltweit nicht durchgeführt. Da außerdem die Berichte in der Literatur [1,3,4,7] über tatsächliche oder provozierte Beeinflussung von Medizingeräten zufälligen Charakter haben (Rollstuhl, Apnoemonitor, Hörgerät, Defibrillator, Elektrokardiograph), ist unsere Untersuchung tatsächlich eine der wenigen, die sich systematisch

mit der Frage der Störbeeinflussung von Medizingeräten durch Mobilfunk befaßt hat. Der Studie kommt auch insofern Bedeutung zu, als das Verbot von Handys in Krankenhäusern oftmals mit Befürchtungen begründet wurde, die, bewußt oder unbewußt, dem Szenario der Intensivstation entstammen. Uns ist es nicht gelungen, einen einzigen Fallbericht in der Literatur zu finden, bei dem unbeabsichtigt Mobilfunk zu einer Patientengefährdung geführt hätte. Berichte in der Tagespresse mit konkret beschriebenen Fällen sind nach unserer Erfahrung konstruiert.

Wir können heute behaupten, daß die in den Krankenhäusern verfügbaren Verbote für Mobilfunk nicht auf tatsächlichen Vorkommnissen, sondern auf intellektuellen Überlegungen beruhen, ohne die Empfindlichkeit der medizintechnischen Geräte gegenüber Mobilfunk zu kennen. Daß reale Gefährdungen nicht oder nur sehr selten vorkommen, liegt daran, daß mehrere Zufälligkeiten gleichzeitig zusammentreffen müssen, nämlich: Bei einem empfindlichen Gerät wird ein störendes Handy in kritischer Distanz auch tatsächlich genutzt. Die gestörten Geräte reagieren in der Regel „fail safe“.

Wir sind nicht der Meinung, daß man im Krankenhaus wegen des sehr seltenen Eintreffens eines Problems Mobilfunk völlig uneingeschränkt zulassen sollte. Vielmehr sollte man das Risiko auf Null bringen, indem man sowohl extrem empfindliche Geräte aus dem Verkehr zieht als auch den Mobilfunknutzern Handhabungsvorschriften gibt, beispielsweise, daß sie nicht näher als 1 m (im Gegensatz zur Empfehlung der finnischen Wissenschaftler, die 2,5 m für C- und D-Netz-Handys, 1,8 m für E-Netz-Handys empfehlen) an ein medizintechnisches Gerät mit ihrem Handy herangehen sollten.

Welche Strategien sollte man für die Zukunft entwickeln? Dazu lauten unsere Empfehlungen:

- Alle Geräte, die auch außerhalb des umgrenzten und wohldefinierten Krankenhau-

ses eingesetzt werden können, müssen, wenn ihr Versagen gefährlich werden kann, mobilfunksicher gemacht werden. Dazu zählen die Apnoemonitore, die Heimdialysegeräte, Herzschrittmacher und Defibrillatoren sowie alle Geräte im Rettungsdienst. Diese Maßnahme ist notwendig, da bei den Einsatzorten in der Regel nicht der Gebrauch von Mobilfunk kontrolliert werden kann. Auch wenn der Gedanke, daß ein in der Nachbarwohnung umherschweifender Mobilfunknutzer den Apnoemonitor eines Kindes nebenan täuschen kann, reichlich pessimistisch bis unrealistisch ist, sollte man dieses bestehende „Restrisiko“ beseitigen.

- Werden Apnoemonitore und Beatmungsgeräte sicher gemacht, könnte folgende Regelung die gegenwärtige Situation entschärfen. Handys werden im Krankenhaus gestattet mit der Maßgabe, daß man damit nicht näher als 1 m an medizintechnische Geräte herangehen sollte.

Mit diesen Regelungen wären alle bedrohlichen Zwischenfälle zwischen Mobilfunk und Medizintechnik ausgeschlossen. Rigoristen mögen einwenden, daß Beeinflussung, erst recht Beeinträchtigung von Medizintechnik durch Mobilfunk, ein Verbot rechtfertigt. Dem sei entgegeng gehalten, daß das Diagnoseverfahren der Auskultation auch durch Radios gestört wird. Deswegen das Mitbringen von Radios ins Krankenhaus verbieten zu wollen, wäre sicher überzogen, man kann es doch auch während der Auskultation abstellen.

Ein Miteinander von Mobilfunk und Medizintechnik ist auch deswegen anzustreben, weil die Kommunikation innerhalb eines Krankenhauses und zwischen Kliniken immer mehr mobilfunkähnlich geführt werden wird. Die digitalen Kommunikationstechniken auch in Kliniken einzusetzen, ist nicht nur wegen ihrer ungeheuren Vielseitigkeit und Flexibilität attraktiv, es würde auch die Kosten für Personrufsysteme erheblich senken.

Schließlich sei noch einmal betont, daß es nach unserer Überzeugung unerlässlich ist, daß jede Art von Medizintechnik, die

auch außerhalb von Krankenhäusern genutzt wird, gegenüber Mobilfunk sicher gemacht werden muß. Allerdings ergibt sich zur Zeit noch die Schwierigkeit, daß eine entsprechende Norm noch nicht existiert. Die DIN EN 60601-1-2 [8] mit ihrer 3 V/m-Testfeldstärke wird ihrer Rolle nicht gerecht. Nach unseren Untersuchungen müßten zum Test der Mobilfunksicherheit schon 20 V/m angesetzt werden. Einfacher scheint uns jedoch unser Verfahren zu sein, mit 2 W-Mobilfunkgeräten direkt die Geräte zu prüfen, die im Rettungswesen oder im nicht-klinischen Bereich (Apnoemonitor) eingesetzt werden. Macht man diese Geräte gegenüber Mobilfunk sicher, ist nicht einzusehen, warum Geräte in Krankenhäusern unsicher bleiben sollten oder dürften. Die Industrie sollte hier auch einen Teil ihrer Produktverantwortung sehen.

Eine ausführliche Darstellung ist in Form eines Taschenbuches erschienen ([6] Tobisch R., Irnich W.: Mobilfunk im Krankenhaus, Verlag Schiele & Schön, Berlin 1999, ISBN 3-7949-0640-3).

*Prof. Dr.-Ing. Werner Irnich ist em. Direktor des Institutes für Medizinische Technik am Klinikum der Justus-Liebig-Universität, Gießen*

## Literatur

- 1 Adler D, Mahler Y, Israeli A: Cellular phone interference with medical instruments, Harefuah, 132 (1997), 313 - 318
- 2 Bassen HI, Ruggera PS, Witters DM, Casamento JP: Evaluation of radiofrequency interference with medical devices from mobile communications transceivers, BEMS Abstract Book, 16th Annual Meeting, Copenhagen, Denmark (1994), 66 - 67
- 3 Clifford KJ, Joyner KH, Strond DB, Wood B, Fernandes CH: Mobile telephone interference with medical electrical equipment, Australas Phys Eng Sci Med 17 (1994), 23 - 27
- 4 Hamilton J: Electromagnetic interference can cause hospital devices to malfunction, McGill group warns, Can Med Assoc J 154 (1996), 373 - 375
- 5 Irnich W, Batz L, Müller R, Tobisch R: Electromagnetic interference of pacemakers by mobile phones, PACE 19 (1996), 1431 - 1446
- 6 Tobisch R., Irnich W.: Mobilfunk im Krankenhaus, Verlag Schiele & Schön, Berlin 1999, ISBN 3-7949-0640-3
- 7 Robinson MP, Flintoft ID, Marvin AC: Interference to medical equipment from mobile phones, J Med Eng Technol 21 (1997), 141 - 146
- 8 DIN EN 60601-1-2; VDE 0750 Teil 1-2; IEC 601-1-2 (Sept. 1994): Medizinische elektrische Geräte, Teil 1: Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit, 2. Ergänzungsnorm: Elektromagnetische Verträglichkeit - Anforderungen und Prüfungen, VDE-Verlag, Berlin

