

Wie kommt es zur Erwä

Gunnhild Oftedal, Aksel Straume,
Anders Johnsson

Einige Nutzer von Mobiltelefonen klagen über Hautbrennen oder eine Erwärmung des Ohrs und der Haut in Ohrnähe. Diese Erwärmung wird vor allem während ausgedehnter Telefonate als unangenehm empfunden. Um dem Grund für diese dem Mobiltelefonieren zugeschriebenen Beschwerden und Symptomen auf die Spur zu kommen, wurden Fragebögen an Nutzer in Norwegen und Schweden verschickt. Insgesamt 12.000 Handynutzer sandten die Fragebögen ausgefüllt zurück. Etwa 23 % der norwegischen und 8,7 % der schwedischen Teilnehmer berichteten von Wärmeempfindungen am Ohr oder in Ohrnähe (Oftedal et al. 2000). Die Ergebnisse der Fragebogenaktion veranlassten die Forscher, nach den Gründen für die erhöhte Hauttemperatur zu forschen.



Da bei Telefonaten mit herkömmlichen Analoggeräten zumeist keine Erwärmung wahrgenommen wird (wie die norwegisch-schwedische Studie bestätigt), könnten die von der Handy-Antenne abgestrahlten Funkwellen eine Erklärung für dieses Phänomen, die Erwärmung des Ohrs, sein. Bei den Funkwellen handelt es sich um hochfrequente (HF; in englischer Literatur mit RF abgekürzt) elektromagnetische Strahlung; ein Teil der Feldenergie wird von dem Gewebe in der Umgebung der Antenne absorbiert. Dies könnte zu einer gewissen Erwärmung führen. Aber auch andere Faktoren könnten zu einem Anstieg der Hauttemperatur beitragen. Normalerweise gibt die Haut Wärme an die Luft ab. Ein Handy (auch im ausgeschalteten Zustand) wirkt wärmeisolierend, wenn es an die Haut gehalten wird. (Ist das Telefon anfänglich kalt, so kühlt sich die Haut zunächst ab, bevor es zu dem Temperaturanstieg kommt.) Hinzu kommt, dass das Gerät selbst durch die von der Batterie erzeugten elektrischen Ströme erwärmt wird. Wie in jedem anderen eingeschalteten elektronischen Gerät erzeugt die zum Beispiel in Widerständen entwickelte Energie eines Handys Wärme.

Das Ziel dieser Studie bestand darin herauszufinden, in welchem Umfang die genannten Faktoren, also *RF-Strahlung*, *Isolierung* und *elektrische Eigenerwärmung*, zu einem Anstieg der Hauttemperatur während eines Mobiltelefonats beitragen.

Methodik

In einer Testreihe hielt ein gesunder männlicher Proband 30 Minuten lang ein GSM-900 Mobiltelefon in normaler Position. Das Handy war zunächst ausgeschaltet, um die abdeckende Wirkung des Telefons am Ohr zu testen. Um zusätzlich zu dieser Isolierung den Effekt elektrischer Eigenerwärmung zu prüfen, wurde das Gerät eingeschaltet und regulär im „Übertragungsmodus“ betrieben, jedoch ohne RF-Strahlung auszusenden. Zu diesem Zweck wurde die Antenne durch ein mit einem Widerstand als elektrische Last

Erwärmung der Haut durch Handys?

abgeschlossenes Kabel ersetzt. Auf diese Weise wurde die normalerweise in Form von RF-Signalen abgestrahlte Energie im Widerstand absorbiert. Labortests bestätigten, dass keine RF-Strahlung ausgesandt wurde, wenn der Widerstand aktiviert war.

Die Kombination aller drei Faktoren, einschließlich der RF-Strahlung, kam zustande, indem das Telefon regulär mit einer Sendeantenne betrieben wurde. Sowohl bei Antennenbetrieb als auch bei Nutzung des Widerstandes wurde die maximale Ausgangsleistung verwendet. Dies diente dem Zweck, eine maximale elektrische Eigenerwärmung bzw. maximale RF-Exposition zu erzielen. Tabelle 1 fasst die verschiedenen Versuchsanordnungen der Studie zusammen.




Die Hauttemperatur kann von einer Reihe von Faktoren beeinflusst werden. Ein Faktor ist zum Beispiel die Tageszeit. Aus diesem Grund wurde jeder Expositionstyp sechsmal zu verschiedenen Tageszeiten geprüft. Der Proband wurde eingeschränkt bezüglich körperlicher Aktivität, Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme und anderer möglicher Faktoren, die Einfluss auf

die Ergebnisse hätten nehmen können. Die jeweilige Raumtemperatur im Labor wurde gemessen, um dadurch bedingte Abweichungen der Hauttemperatur in den verschiedenen Versuchsanordnungen auszuschließen.

Hätte der Proband gewusst, wann er der RF-Strahlung ausgesetzt war oder nicht, hätten psychologische Faktoren zu einem abweichenden Temperaturanstieg in den beiden Versuchstypen führen können, daher wurden die Antenne/Kabel und Widerstand zugedeckt. So hatten weder der Proband noch der mit ihm in Kontakt stehende Mitarbeiter Kenntnis von den jeweiligen Expositionsbedingungen der Tests.

Gemessen wurde die Hauttemperatur mit Hilfe einer Infrarotkamera, die Wärmestrahlung identifiziert. Die Empfindlichkeit der Kamera lag bei 0,1°C. Unmittelbar vor der Exposition, nach 15-minütiger Exposition und gegen Ende der Exposition wurden Fotos von der exponierten Seite (die Seite, an der das Telefon gehalten wurde) und der nicht-exponierten Seite gemacht. (Nähere Informationen zur Methodik bei Straume, 2002.)

Tabelle 1: Untersuchte Faktoren, die möglicherweise zu einem Anstieg der Hauttemperatur beitragen; Status des Mobiltelefons und verwendete Abkürzungen

	Untersuchter Faktor	Status des Mobiltelefons	in der Folge verwendete Abkürzung
	Wärmeisolierung	Telefon war ausgeschaltet	Aus
	Wärmeisolierung + elektrische Eigenerwärmung des Telefons	Telefon eingeschaltet, aber keine RF-Emission	kein RF-Feld
	Wärmeisolierung + elektrische Eigenerwärmung des Telefons + RF-Energie	Telefon eingeschaltet, RF-Emission	RF-Feld

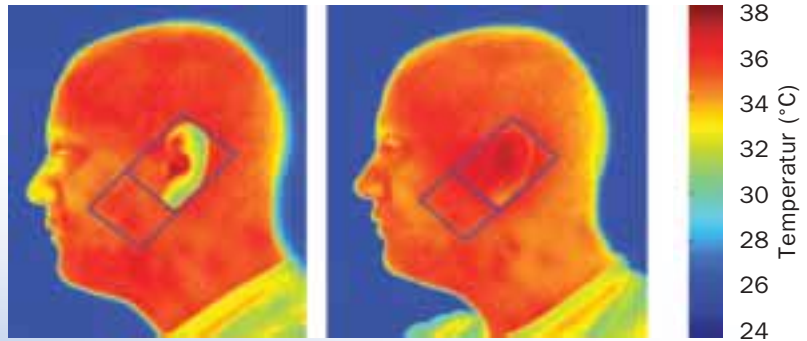


Abbildung 1: Wärmebilder, die mit einer Infrarotkamera vor und nach 30minütigem Gebrauch eines Mobiltelefons bei maximaler Sendeleistung und mit sendender Antenne aufgenommen wurden. Die Farbskala gibt an, welche Farbe einer bestimmten Hauttemperatur entspricht. Die blauen rechteckigen Felder sind die Messareale „Ohr“ und „Wange“ (Erläuterung im Text).

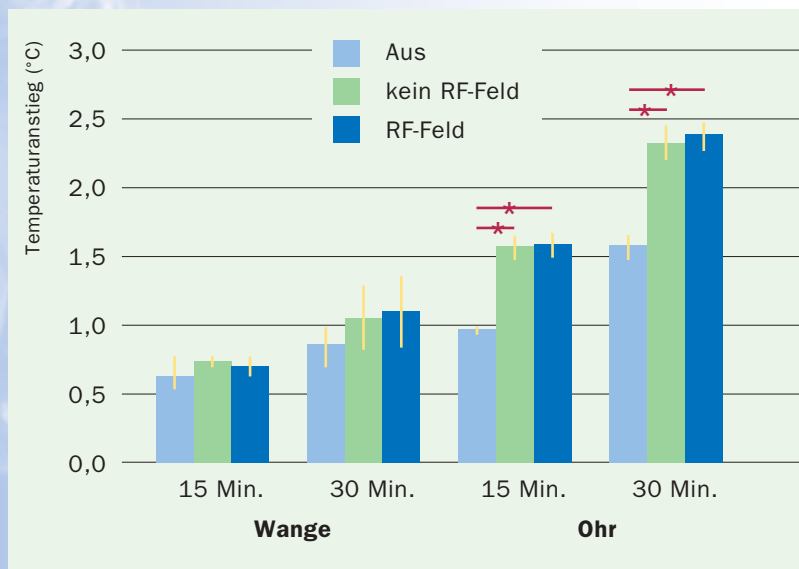


Abbildung 2: Anstieg der Hauttemperatur auf der exponierten bzw. nicht- oder scheinexponierten Seite in der Ohr- und Wangenregion für die drei getesteten Bedingungen. Die Werte sind relativ zur nicht exponierten Seite aufgetragen. Die statistischen Standardfehler sind durch senkrechte gelbe Striche angezeigt, die statistischen signifikanten Unterschiede durch waagerechte rote Striche mit einem Stern.

Ergebnisse

Grafik 1 enthält zwei vor und nach der Exposition aufgenommene Wärmebilder. Die Einfärbungen illustrieren die Hauttemperatur. Bei einem Vergleich mit der Werteskala zeigt sich, dass die Ohrmuschel vor der Exposition bedeutend kälter ist als die Gesichtshaut. Aus diesem Grund wurde entschieden, die Hauttemperatur am Ohr und an der Wange getrennt zu untersuchen. Diese Hautareale sind in Grafik 1 durch jeweils zwei getrennte blaue Rechtecke gekennzeichnet. Der Temperaturanstieg an der exponierten Seite wurde bezogen auf den Anstieg an der nicht-exponierten Seite untersucht. Gemessen wurde unmittelbar vor der Exposition sowie nach 15-minütiger oder 30-minütiger Exposition. Die Ergebnisse sind in Grafik 2 dargestellt.

Wie der Grafik zu entnehmen ist, wurde der Bereich des Ohres stärker durch das Telefon erwärmt als die Wange. Ebenso ist zu sehen, dass es in dem Zeitraum zwischen 15- und 30-minütiger Exposition zu einem Temperaturanstieg kam. Bei ausgeschaltetem Gerät kam es zu einem statistisch signifikanten Temperaturanstieg, sowohl nach 15 als auch nach 30 Minuten. Nach 30 Minuten hatte die Temperatur sich um 0,8°C in der Wangenregion und um 1,6°C in der Ohrregion erhöht.

Bei eingeschaltetem Telefon, jedoch ohne RF-Emission, wurde eine weitere Erwärmung beobachtet. Dieser zusätzliche Temperaturanstieg auf Grund der Eigenerwärmung des Geräts betrug etwa 0,6 bis 0,7°C in der Ohrregion. An der Wange war er bedeutend kleiner und statistisch nicht signifikant.

Bei der Übertragung von RF-Signalen zeigten sich im Vergleich zu der Versuchsanordnung mit eingeschaltetem Gerät, jedoch ohne Sendeleistung, kaum Veränderungen. Die erkennbaren geringfügigen Unterschiede sind statistisch nicht signifikant.

Diskussion

Den Ergebnissen der Studie zufolge ist die Isolierung des Ohres bzw. der Wange durch das Telefon der Hauptgrund für die wahrgenommene Erwärmung während der Handynutzung. Insbesondere in der Ohrregion erzeugt die Eigenerwärmung des Geräts zusätzli-

che Temperatur. Die Berichte von Außenstehenden in den Medien über Erwärmungen des Ohres während des Telefonierens, jedoch nicht der Wange, stimmen insofern mit den Befunden dieser Studie überein und werden durch unsere Untersuchungen erklärt. Die relativ niedrige Temperatur des Ohres vor der Nutzung des Telefons erklärt zumindest zum Teil, warum das Ohr während eines Anrufs am meisten erwärmt wird. Die Studie konnte keine Erwärmung auf Grund von RF-Strahlung feststellen, weder an Ohr noch an Wange. Bezogen auf das benutzte Gerät bedeutet dies, dass die von den RF-Signalen absorbierte Energie nicht ausreichte, um einen messbaren Anstieg der Hauttemperatur zu erzeugen. Die von diesem speziellen Telefonmodell absorbierte Energie wurde in einem Phantom gemessen (Wilén et al. 2003). In der Wangenregion wurde mehr Energie absorbiert als im Ohrbereich. Hätte die RF-Exposition zu Erwärmung geführt, wäre diese also am stärksten an der Wange aufgetreten.

Andere Telefonmodelle führen vielleicht zu einer etwas höheren RF-Energieabsorption als das in dieser Studie benutzte Handy. Insofern ist nicht auszuschließen, dass die von einigen Modellen ausgesandte RF-Strahlung einen möglicherweise mit einer Infrarotkamera messbaren Anstieg der Hauttemperatur bewirken kann. Allerdings zeigen die Ergebnisse der Studie, dass die Temperatureffekte von Isolierung und Eigenerwärmung des Geräts als die Hauptgründe für die Wärmeempfindungen vieler Nutzer anzusehen sind.

Prof. Dr. Gunnhild Oftedal

Sør-Trøndelag Universität, Trondheim, Norwegen

Dr. Aksel Straume, Dr. Anders Johnsson

Norwegische Universität für Naturwissenschaft und Technik, Trondheim, Norwegen

Literatur

- Oftedal G, Wil n J, Sandström M, Mild KH. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. *Occupational Medicine – Oxford* 2000;50(4):237-245.
- Straume A. An investigation of skin temperature changes caused by use of mobile phones, and measurements of ELF magnetic fields close to a mobile phone. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, Master Thesis. 2002.
- Wil n J, Sandström M, Mild KH. Subjective symptoms among mobile phone users - A consequence of absorption of radio-frequency fields? *Bioelectromagnetics* 2003;24(3):152-159.