

Basel, im Januar 2016

Newsletter für Schulen

Studie „Gesundheit und Verhalten von Jugendlichen im Zusammenhang mit Mobiltelefonnutzung“

HERMES I: Health Effects Related to Mobile Phone Use in Adolescents

Liebe/r SchulleiterIn, liebe Lehrerinnen und Lehrer

Mit der HERMES I Studie untersuchten wir, welche Einflüsse die Mobiltelefonnutzung und die Mobiletelefonstrahlung auf die Gesundheit, das Verhalten und die kognitiven Fähigkeiten von Jugendlichen hat. Die Studie ist nun nach vier Jahren abgeschlossen. Die erste Untersuchung hat zwischen Juni 2012 und Februar 2013 stattgefunden, die Nachfolgeuntersuchung ein Jahr später. Mittlerweile sind fünf wissenschaftliche Publikationen zur HERMES-Studie erschienen und vier weitere Fachartikel sind noch im Publikationsprozess. Gerne informieren wir Sie nun über die Resultate der Studie.

Die Studienteilnehmenden haben während der Untersuchung in der Schule einen Papier-Fragebogen ausgefüllt und zwei kognitive Tests am Computer durchgeführt. Zudem haben wir in den Schulhäusern Messungen von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung durchgeführt.

Einige der Jugendlichen haben zusätzlich an persönlichen Messungen teilgenommen. Während drei Tagen haben die Jugendlichen ein Exposimeter (Strahlungsmessungsgerät) mitgetragen und dazu ein Aktivitätstagebuch geführt.



Um die persönliche Exposition der Jugendlichen gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung zu messen, haben wir tragbare Messgeräte, sogenannte Exposimeter, verwendet (Abbildung 1). Diese Exposimeter messen die Strahlung von Sendeanlagen für Radio und Fernsehen, von Tetrapol (digitales, zellulares Bündelfunksystem für Sprach- und Datenübertragung), von kabellosem Internet (WLAN) und von Mobilfunkantennen und Mobiltelefonen.

Abbildung 1: Exposimeter

Resultate der HERMES I Studie

An der Erstuntersuchung der HERMES I Studie nahmen 439 Jugendliche aus 22 Schulen in der Zentralschweiz teil. An der Nachfolgeuntersuchung haben 425 dieser Jugendlichen (96.8%) teilgenommen.

Die Teilnehmenden der HERMES I Studie waren bei der Erstuntersuchung durchschnittlich 14.0 Jahre alt, 60.4% der Jugendlichen sind weiblich und 39.6% sind männlich. 412 von 439 Studienteilnehmenden (93.8%) haben bei der Erstuntersuchung angegeben ein Mobiltelefon zu besitzen. In der Nachfolgeuntersuchung haben 416 von 425 Studienteilnehmenden (97.9%) angegeben ein Mobiltelefon zu besitzen.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Mobiltelefongebrauch von 234 Studienteilnehmenden anhand von objektiven Daten der Mobilfunkanbieter im Jahr zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten.

	Mittelwert	Maximum
Anzahl ankommende Anrufe [n/Tag]	0.4	3.7
Anzahl abgehende Anrufe [n/Tag]	0.4	5.5
Dauer ankommende Anrufe [min/Tag]	1.1	26
Dauer abgehende Anrufe [min/Tag]	0.8	12.2
Anzahl erhaltene SMS [n/Tag]	2.4	16.3
Anzahl verschickte SMS [n/Tag]	1.7	16.1

Tabelle 1: Durchschnittliche und maximale Nutzung der Mobiltelefone von den Studienteilnehmenden, die uns ihre Mobilfunkdaten zur Verfügung gestellt haben.

Die persönlichen Messungen bei 90 Jugendlichen während drei Tagen haben gezeigt, dass die Strahlenbelastung im Durchschnitt $67.1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (entspricht $0.16 \text{ V}/\text{m}$) beträgt (Abbildung 2). Der Beitrag der Mobiltelefone macht dabei den grössten Teil aus (63.2%, entspricht $42.4 \mu\text{W}/\text{m}^2$ oder $0.13 \text{ V}/\text{m}$). Die Strahlung von Mobilfunkantennen macht insgesamt nur 18.7% ($12.5 \mu\text{W}/\text{m}^2$, entspricht $0.07 \text{ V}/\text{m}$) aus und die Strahlung von WLAN macht 3.3% ($2.2 \mu\text{W}/\text{m}^2$, entspricht $0.03 \text{ V}/\text{m}$) der gesamten Strahlenbelastung aus.

Zum Schutz der Bevölkerung sind Grenzwerte gesetzlich festgelegt (NISV, SR 814.710). Immissionsgrenzwerte ($42 - 61 \text{ V}/\text{m}$) müssen an allen Orten eingehalten werden. An Orten, an denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (z.B. Schulen, Büros, Häuser), gilt zusätzlich der Anlagegrenzwert ($4 - 6 \text{ V}/\text{m}$). Die gemessene Strahlenbelastung von Mobilfunkantennen liegt also deutlich unter den geltenden Grenzwerten.

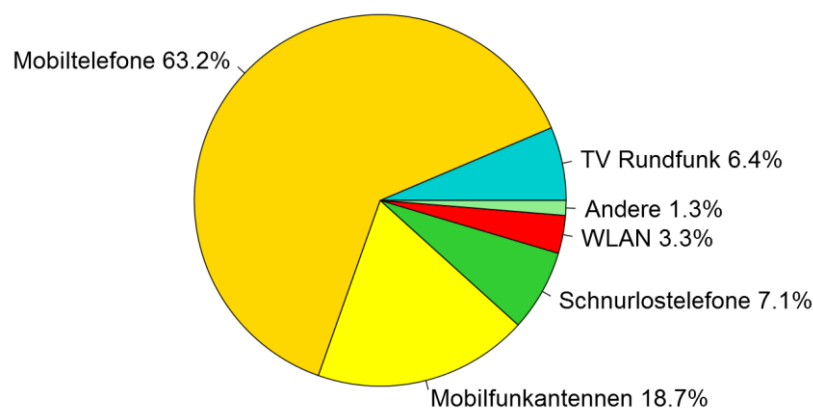


Abbildung 2: Durchschnittlicher Anteil der verschiedenen Quellen an der gemessenen Strahlenbelastung während den persönlichen Messungen bei 90 Jugendlichen. Mittelwert = $67.1 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($0.16 \text{ V}/\text{m}$).

In den letzten Jahren wurde vermehrt darüber diskutiert, ob WLAN in den Schulen zu Gesundheitsproblemen führen, da die Jugendlichen dann während der Schulzeit konstant WLAN-Strahlung ausgesetzt sind. Unsere persönlichen Messungen in der Schule haben jedoch gezeigt, dass Jugendliche, welche eine Schule mit WLAN besuchen, nur eine gering höhere durchschnittliche WLAN-Belastung haben als solche, die eine Schule ohne WLAN besuchen ($+ 6.4 \mu\text{W}/\text{m}^2$). Es hat sich zudem auch hier gezeigt, dass die Strahlenbelastung vor allem durch Mobiltelefone beeinflusst wird.

Ein Hauptziel der HERMES-Studie war zu untersuchen, ob allfällige Effekte bei Jugendlichen auf die Strahlenbelastung zurückzuführen sind oder durch andere Begleitumstände intensiver Nutzung von Kommunikationsgeräten, beispielsweise durch reduzierte Schlafdauer wegen nächtlicher Nutzung, verursacht werden. Zu diesem Zweck wurde

anhand der Strahlungsmessungen, Ausbreitungsmodellierungen und Angaben zum Gebrauch von drahtlosen Kommunikationsgeräten (Mobiltelefone, Schnurlostelefone, Computers/Laptops/Tablets mit WLAN) die durchschnittliche Strahlendosis des Gehirns und des ganzen Körpers berechnet. Die Dosis ist ein Mass für die vom Gewebe absorbierte Energie pro Gewebemasse. Dazu wurde für die Dosis vom Gebrauch von drahtlosen Geräten die Nutzungszeit mit der spezifischen Absorptionsrate (sogenannter SAR-Wert, ein Mass für die Absorption der Strahlung im Gewebe) multipliziert, um die Dosis zu erhalten. Für die Dosis von Quellen in der Umgebung (Radio und TV Rundfunk, Mobilfunkantennen, WLAN Modems, Schnurlostelefonbasisstationen und Mobiltelefone von anderen Personen) wurde die Expositionszeit mit der gemessenen Strahlung und der spezifischen Absorptionsrate multipliziert. Daraus wurde schliesslich eine gesamte tägliche Dosis für jeden Jugendlichen berechnet.

Abbildung 3 zeigt einen Vergleich der täglichen Dosis von drei Nutzertypen; einem Jugendlichen ohne Mobiltelefon, einem durchschnittlichen Nutzer und einem Vielnutzer. Der durchschnittliche Nutzer telefonierte pro Tag 1.9 Minuten, der Vielnutzer 38.2 Minuten (diese Werte entsprechen dem Mittelwert und dem Maximum ankommender und abgehender Anrufe in Tabelle 1). Die Prozentzahlen über den Säulen geben den Anteil der Belastung von Quellen in der Umgebung (Radio und TV Rundfunk, Mobilfunkantennen, WLAN Modems, Schnurlostelefonbasisstationen und Mobiltelefone von anderen Personen) an der gesamten Dosis an. Der andere Anteil stammt vom Gebrauch von drahtlosen Kommunikationsgeräten (Mobiltelefone, Schnurlostelefone, Computers/Laptops/Tablets mit WLAN).

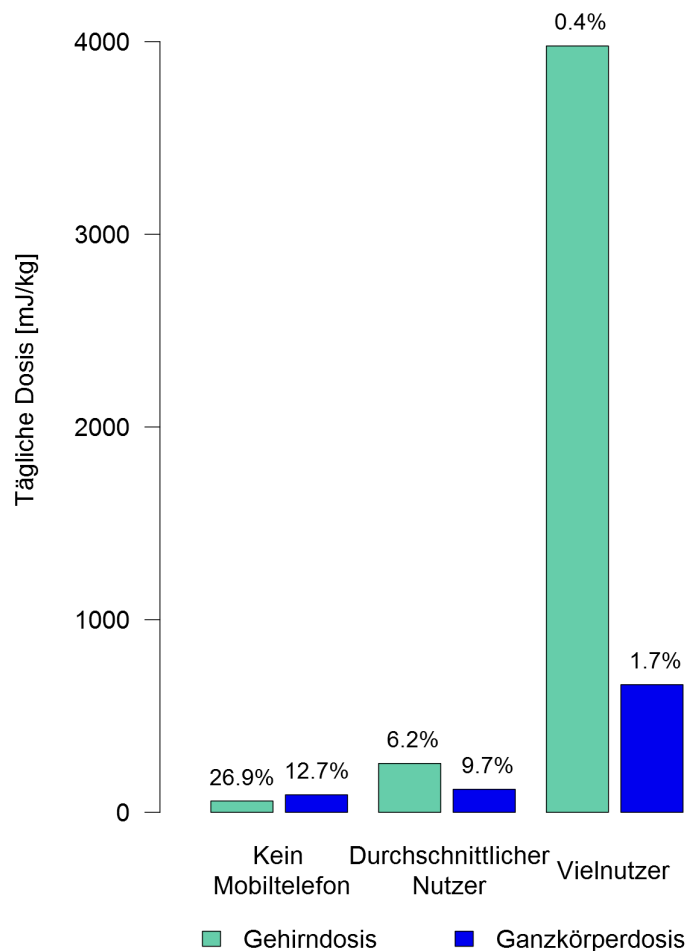


Abbildung 3: Tägliche Gehirndosis (grün) und Ganzkörperdosis (blau) für einen Jugendlichen ohne Mobiltelefon, einen durchschnittlichen Nutzer und einen Vielnutzer. Die Prozentzahlen über den Säulen geben den Anteil der Belastung von Quellen in der Umgebung an der gesamten Dosis an. Der andere Anteil stammt vom Gebrauch von drahtlosen Kommunikationsgeräten.

Es ist offensichtlich, dass für die Strahlendosis (Abbildung 3) der Beitrag des Mobiltelefons noch ausgeprägter ist als bei den in Abbildung 2 dargestellten Strahlungsmessungen. Dies liegt daran, dass sich beim Mobiltelefongebrauch das Mobiltelefon direkt am Körper befindet, während es bei den Messungen häufig weiter entfernt ist. Die Strahlenbelastung halbiert sich pro Verdoppelung der Distanz zur Strahlungsquelle. Es spielt also eine grosse Rolle, ob sich das Mobiltelefon einige Millimeter oder einige Zentimeter vom Körper entfernt befindet.

Gesundheit

Wir konnten zeigen, dass rund ein Viertel der Studienteilnehmenden mindestens einmal pro Monat durch eingehende Nachrichten oder Telefonate auf ihrem Mobiltelefon geweckt werden. Diese Jugendlichen berichteten über mehr Symptome (Kopfschmerzen, Erschöpfbarkeit etc.) und waren im Durchschnitt müder als Jugendliche, die nicht von ihrem Mobiltelefon geweckt wurden. Wir raten darum, Mobiltelefone während dem Schlafen in den Flugmodus zu schalten oder vollständig auszuschalten, um eine Nacht ohne Schlafunterbruch zu gewährleisten.

Hingegen konnten wir zeigen, dass die hochfrequente Strahlung keinen Einfluss auf die Symptommhäufigkeit hat. Eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes (Müdigkeit, Erschöpfbarkeit etc.) konnte jedoch mit der Anzahl gesendeter Textnachrichten und der Dauer des Datenverkehrs auf dem Mobiltelefon in Verbindung gebracht werden. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass die Jugendlichen die ständige Erreichbarkeit mit dem Mobiltelefon als stressig empfinden, oder dass durch den Mobiltelefongebrauch die Schlafdauer abnimmt oder die Schlafqualität beeinträchtigt wird, was sich wiederum auf den Gesundheitszustand auswirkt.

Verhalten

Das Verhalten wurde anhand eines Fragebogens zu Verhaltensproblemen ermittelt, den die Jugendlichen und deren Eltern ausgefüllt haben.

Weder bei den Auswertungen der Fragebogen, die durch die Jugendlichen ausgefüllt wurden, noch bei den Auswertungen der Fragebogen, die durch deren Eltern ausgefüllt wurden, konnte ein Zusammenhang zwischen Verhaltensproblemen und hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung festgestellt werden. Auch die Resultate im Zusammenhang mit dem Mobiltelefongebrauch ergaben keinen Nachweis, dass Verhaltensprobleme im Zusammenhang mit erhöhter Nutzung von Mobiltelefonen stehen.

Kognitive Fähigkeiten (Konzentrationsleistung und Merkfähigkeit)

Die Resultate zu den kognitiven Fähigkeiten haben gezeigt, dass die Konzentrationsleistung von den Jugendlichen weder durch die Strahlung noch durch die Mobiltelefonnutzung beeinträchtigt ist.

Bei den Resultaten zur Merkfähigkeit haben wir jedoch einen Zusammenhang mit der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung gefunden. Jugendliche, die eine höhere Strahlenbelastung aufwiesen, haben in den kognitiven Tests zur Merkfähigkeit schlechter abgeschnitten. Zur Zeit gibt es keine biologische Erklärung, warum Mobilfunkstrahlung das Gedächtnis beeinflussen könnte. Diese Resultate müssen daher noch in einem grösseren Studienkollektiv repliziert werden können, um auszuschliessen, dass die Resultate zufällig entstanden sind.

Implikationen der Resultate

Angesichts der Unsicherheiten über gesundheitliche Auswirkungen und unseren Hinweisen auf Auswirkungen auf die Merkfähigkeit der Jugendlichen ist es grundsätzlich sinnvoll, die Strahlenbelastung möglichst gering zu halten. WLAN in Schulhäusern tragen nur wenig zur Gesamtstrahlenbelastung von Jugendlichen bei. Wenn eine Reduktion der Strahlenbelastung erfolgen soll, muss bei der eigenen Mobiltelefonnutzung angesetzt werden. Eine Strahlenreduktion kann folgendermassen erzielt werden:

- Reduzieren der eigenen Mobiltelefonnutzung. Insbesondere die Nutzung von Mobiltelefonen bei schlechter Verbindungsqualität ist zu vermeiden. In diesem Fall strahlt ein Mobiltelefon bis 10'000 mal mehr als bei optimaler Verbindungsqualität. Unsere Dosisabschätzungen haben ergeben, dass eine Nutzung von 2 Sekunden bei

schlechter Verbindungsqualität eine gleich grosse Strahlendosis verursacht wie die durchschnittliche Strahlenbelastung durch Mobilfunkantennen während 24 Stunden.

- Beim Reisen das Mobiltelefon nicht am Körper tragen oder im Flugmodus betreiben. Smartphones mit vielen Apps (Applikationen) strahlen auch im Standby-Modus erheblich, wenn man in Bewegung ist, da sich das Mobiltelefon immer wieder bei neuen Mobilfunkantennen anmeldet.
- Nie sollten Schutz- und Abschirmprodukte, welche die Strahlenbelastung reduzieren oder harmonisieren sollen, verwendet werden. Sie verschlechtern die Verbindungsqualität und führen dazu, dass das Mobiltelefon stärker strahlen muss, um eine Verbindung herzustellen. Unter Umständen wird dann zudem noch mehr Strahlung auf den Körper reflektiert.

Da die Gesundheit der Jugendlichen durch intensiven Mobiltelefongebrauch in Mitleidenschaft gezogen wird, sollten Jugendliche lernen das Mobiltelefon auch mal auszuschalten. Auch in der Nacht sollte das Mobiltelefon ausgeschaltet werden, um einen erholsamen Schlaf zu gewährleisten. Ein erholsamer Schlaf trägt zum Wohlbefinden bei und verringert das Risiko zu erkranken.

Wir hoffen, dass wir Ihnen mit diesem Newsletter einen kleinen Überblick über unsere Resultate verschaffen konnten. Zur Zeit wird die HERMES Studie im Rahmen des EU Projektes GERoNiMO (Generalised EMF Research using Novel Methods, <http://www.crealradiation.com/index.php/geronimo-home>) mit anderen Schulklassen weitergeführt. In der weiterführenden HERMES II Studie werden nochmals über 400 Jugendliche befragt. Die Resultate der weiterführenden Studie werden in etwa zwei Jahren erwartet (www.swisstph.ch).

Wir bedanken uns herzlich für die Zusammenarbeit. Falls Sie noch Fragen haben, können Sie uns gerne kontaktieren.

Freundliche Grüsse
Das HERMES Studien-Team

Kontaktpersonen

Für Fragen im Zusammenhang mit der Studie können Sie uns telefonisch oder per E-Mail erreichen.

Studienleitung:

Prof. Dr. Martin Rösli Socinstrasse 57, 4051 Basel
Tel: +41 (0)61 284 83 83
E-Mail: martin.roosli@unibas.ch

Studienassistentinnen:

Anna Schöni Katharina Roser
E-Mail: anna.schoeni@unibas.ch E-Mail: katharina.rosler@unibas.ch



Publikationen der HERMES Studie

Rööfli, M., Roser, K., Schöni, A., Rechsteiner, D., Foerster, M. Verhaltensprobleme durch Handynutzung? Bildung Schweiz 2014 3:7-8.

Foerster, M., Roser, K., Schoeni, A., Rööfli, M., 2015. Problematic mobile phone use in adolescents: derivation of a short scale MPPUS-10. *Int J Public Health* 60:277-286.

Roser, K., Schoeni, A., Bürgi, A., Rööfli, M., 2015a. Development of an RF-EMF Exposure Surrogate for Epidemiologic Research. *Int J Environ Res Public Health* 12:5634-5656.

Roser, K., Schoeni, A., Foerster, M., Roosli, M., 2015b. Problematic mobile phone use of Swiss adolescents: is it linked with mental health or behaviour? *Int J Public Health*

Roser, K., Schoeni, A., Rööfli, M.. Mobile phone use, behavioural problems and concentration capacity in adolescents: a prospective study. Ready for submission.

Roser, K., Schoeni, A., Struchen, B., Zahner, M., Fröhlich, J., Rööfli, M.. Personal radiofrequency electromagnetic field exposure measurements in Swiss adolescents. In preparation.

Schoeni, A., Roser, K., Roosli, M., 2015a. Memory performance, wireless communication and exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A prospective cohort study in adolescents. *Environ Int* 85:343-351.

Schoeni, A., Roser, K., Roosli, M., 2015b. Symptoms and Cognitive Functions in Adolescents in Relation to Mobile Phone Use during Night. *PLoS One* 10:e0133528.

Schoeni, A., Roser, K., Rööfli, M.. Symptoms and use of wireless communication devices: a prospective cohort study in Swiss adolescents. *Journal of Adolescent Health*, submitted.

Schoeni, A., Roser, K., Rööfli, M.. Symptoms in Swiss adolescents in relation to exposure from fixed site transmitters: a prospective cohort study. *Journal of Environmental Health*, submitted.

Wenn Sie an einer oder mehreren Fachpublikationen interessiert sind, können Sie sich gerne melden.