



Induktionskochherd

Datum:

11. Oktober 2016

Mit Induktionskochherden kann schnell und energiesparend gekocht werden. Auf Grund ihrer Vorteile werden sie schon seit längerem in Grossbetrieben und zunehmend auch in privaten Küchen verwendet.

Bei Induktionskochherden wird die zum Kochen benötigte Wärmeenergie durch mittelfrequente Magnetfelder erzeugt. Diese Magnetfelder dringen in die Pfannenböden ein und verursachen dort elektrische Ströme, welche die Pfannen und deren Inhalt erwärmen. Ein Teil der Magnetfelder wird nicht durch die Pfannen aufgefangen, weshalb in der Umgebung des Induktionskochherdes auch stärkere Magnetfelder auftreten können.



Gemäss den Studien, die zu Induktionskochherden durchgeführt wurden, liegt die Magnetfeldbelastung im Bereich des Magnetfeld-Grenzwertes, der gesundheitliche Risiken bei der Bevölkerung verhindern soll.

Durch eine sachgemässe Verwendung des Induktionskochherds können die Magnetfelder verringert werden, so dass sie unter dem Grenzwert liegen. Folgende Empfehlungen helfen Ihnen dabei:

- Machen Sie sich mit den Bedienungs- und Sicherheitsvorschriften in der Bedienungsanleitung genau vertraut und halten Sie diese Vorschriften ein.
- Passen Sie die Pfannengrösse der markierten Kochzone auf dem Glaskeramikfeld an. Stellen Sie keine kleinen Pfannen auf grosse Kochzonen, sondern bedecken Sie die Kochzone vollständig mit einer entsprechend grossen Pfanne. Stellen Sie die Pfanne immer in die Mitte der Kochzone.
- Verwenden Sie keine defekten Pfannen mit krummen Böden, auch wenn sich diese noch problemlos erhitzt lassen.
- Verwenden Sie mit Vorteil die hinteren Kochfelder oder die vorderen Kochfelder bei reduzierter Leistung, falls Sie üblicherweise sehr nah am Herd stehen oder die Küchenabdeckung mit Ihrem Körper berühren.
- Halten Sie einen Abstand von 5-10 cm zum Kochherd ein, um die Magnetfeldbelastung klein zu halten.
- Für eine effiziente Energieübertragung vom Kochherd zur Pfanne sind speziell gefertigte Pfannen unabdingbar. Sie werden vom Produzent als geeignet für das Kochen mit Induktion bezeichnet.
- Besprechen Sie die Verwendung eines Induktionskochherdes mit ihrem Ärztin oder Ihrem Arzt, falls Sie Trägerin oder Träger eines Herzschrittmacher oder Defibrillators sind. Verwenden Sie keine Metallkochlöffel, damit keine Ableitströme durch den Körper fliessen, die eventuell diese Geräte stören könnten



1 Ausgangslage

Die Erwärmung elektrisch leitender Bauteile durch elektrische Induktion wird in der Industrie seit langem für vielfältige Zwecke eingesetzt. Im privaten Bereich wird dieses Erwärmungsprinzip vor allem bei den Induktionskochherden angewendet. Die Wärme wird direkt in der Pfanne erzeugt und nicht wie bei konventionellen Kochherden über die Kochzone in die Pfanne geleitet. Induktionskochherde weisen eine Reihe von Vorteilen auf: Schnelle Reaktionszeit, schnelles Ankochen, kürzere Kochzeiten, energiesparende Wärmeerzeugung, keine heissen Kochzonen und dementsprechend kleinere Verbrennungs- und Brandgefahr.

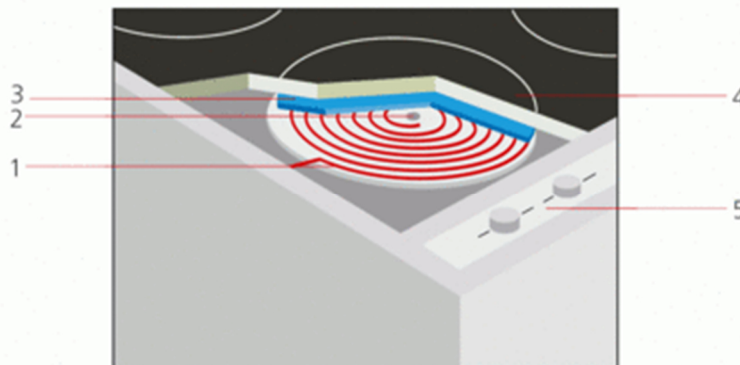
2 Technische Daten

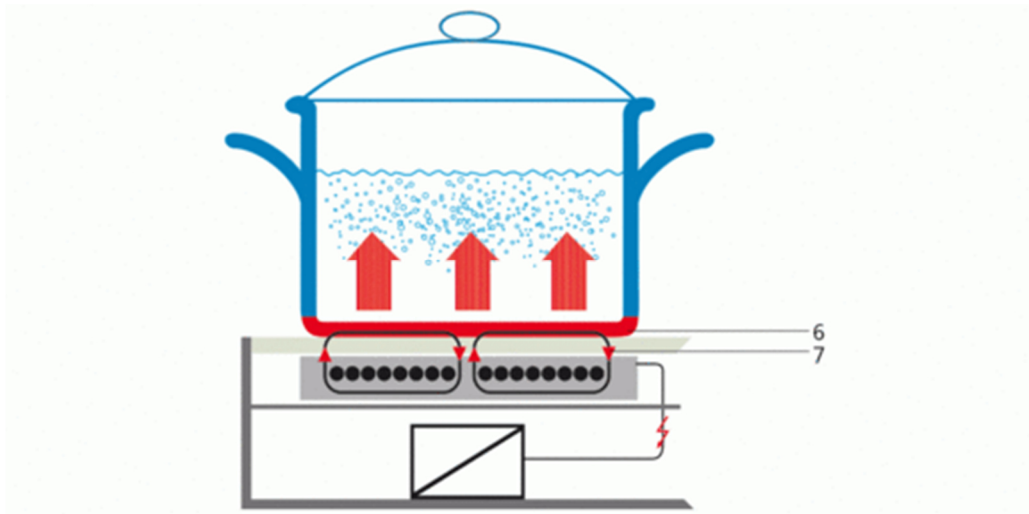
Frequenzen: 20 – 100 kHz

Leistung: bis 7500 W

Prinzip des Induktionskochens

Unter jeder Kochzone des Induktionskochherdes befindet sich eine Spule, durch welche ein mittelfrequenter Wechselstrom (20 - 100 kHz) fliesst. Dadurch wird ein Magnetfeld derselben Frequenz erzeugt, welches ungehindert durch das Glaskeramikkochfeld dringt und die Pfanne darauf durchsetzt (Figur). Das Magnetfeld erzeugt im elektrisch leitenden Pfannenboden einen kreisförmigen Strom (Wirbelstrom). Dieses Prinzip wird Induktion genannt. Für den Pfannenboden wird ein Material gewählt, in welchem bei der verwendeten Frequenz der Wirbelstrom einen möglichst grossen Wärmeverlust aufweist. Dies ist bei ferromagnetischen Materialien der Fall. In diesen wird das Wechselfeld in die äussere Schicht des Pfannenbodens gedrängt (Skinneffekt), was zu einer Erhöhung des Widerstandes und zu einer starken Erhitzung führt. Zudem treten in magnetischen Pfannenböden als Folge des magnetischen Wechselfeldes Ummagnetisierungen auf, die ebenfalls zur Wärmeerzeugung beitragen (Hystereseverluste) [1].





- | | |
|---------------------|--------------------------------------------|
| 1 Induktionsspule | 5 Funktionsanzeige |
| 2 Temperaturfühler | 6 Topfboden aus ferromagnetischem Material |
| 3 Wärmedämmung | 7 Elektromagnetisches Wechselfeld |
| 4 Glaskeramikplatte | |

Auftreten von Streufeldern

Das Magnetfeld, welches nicht durch die Induktion in der Pfanne aufgefangen wird, wird als Streufeld bezeichnet. Es entsteht insbesondere dann, wenn die Kochzone nicht ganz durch die Pfanne abgedeckt ist [2]. Da der Wirbelstrom im Pfannenboden wiederum ein Magnetfeld erzeugt, welches dem Magnetfeld des Herdes entgegenvirkt, wird dieses und auch das Streufeld abgeschwächt.

Auftreten von Ableitströmen

Die Induktionsspule und die Pfanne darauf bilden einen elektrischen Kondensator. Bei eingeschalteter Induktionsspule wird die Pfanne elektrisch aufgeladen. Wird die Pfanne von einer Person berührt, kann ein kleiner Strom (Ableitstrom) durch ihren Körper fließen [3].

Typische Leistungen

Geräten für den Privatgebrauch haben meistens vier Kochzonen mit verschiedenen Leistungen zwischen 1200 bis 3600 Watt vorhanden. Die Gesamtleistung bei Einbaugeräten beträgt ca. 7500 Watt. Zum schnellen Ankochen oder der schnellen Erwärmung von Wasser können einzelne Kochzonen während kurzer Zeit mit einer zusätzlichen Leistung betrieben werden (Booster oder Power-Funktion).



Regulierung der Heizleistung

Die Heizleistung kann durch verschiedene Methoden geregelt werden, die sich auf die Eigenschaften der Magnetfelder auswirken. Gängige Methoden sind z.B.

- Regulierung über die Frequenz des Wechselstroms: Der Induktionskochherd stellt einen elektrischen Schwingkreis dar, der bei seiner Resonanzfrequenz den grössten Strom führt. Entspricht die Frequenz nicht mehr der Resonanzfrequenz, werden der Strom und auch die Leistung kleiner. (Bsp. volle Leistung bei der Resonanzfrequenz von 17,5 kHz, viermal kleinere Leistung bei 41,7 kHz).
- Regulierung mit Pulsweitenmodulation: Die Leistung wird dadurch reguliert, dass das Magnetfeld bei kleineren Kochstufen periodisch ein- und ausgeschaltet wird. Typischerweise wird ein Puls pro 2 Sekunden verwendet, der je nach gewählter Leistung unterschiedlich lang dauert. Die resultierenden Magnetfelder sind gepulst mit einer Frequenz von 0,5 Hz und unterschiedlicher Pulsdauer.

3 Grenzwerte

Elektrische und magnetische Felder können im menschlichen Körper elektrische Ströme erzeugen, die ab einer bestimmten Stärke Nerven und Muskeln akut stimulieren. Die europäischen Grenzwerte für elektrische und magnetische Felder sind deshalb so festgelegt, dass die im Körper fließenden Ströme diesen Wert mindestens 50-mal unterschreiten [4].

Die grundlegenden, so genannten Basisgrenzwerte begrenzen die Stromdichte, die den Stromfluss durch eine Fläche beschreibt. Die zulässige Stromdichte ist um Faktor 50 tiefer angesetzt als der Wert, bei dem Nerven- und Muskelreizungen entstehen. Sie ist insbesondere im Zentralnervensystem einzuhalten.

Stromdichten sind im Körper nicht direkt messbar. Sie lassen sich unter beträchtlichem experimentellem Aufwand mit Hilfe von Körperphantomen und numerischen Simulationen berechnen.

Diese Schwierigkeiten werden mit den so genannten Referenzwerten umgangen. Sie sind aus den Basisgrenzwerten abgeleitet und lassen sich in Abwesenheit des Körpers als Stärken des elektrischen und magnetischen Feldes messen. Die Referenzwerte garantieren, dass die dazugehörigen Basisgrenzwerte eingehalten sind. Sie sind insbesondere bei einer gleichmässigen Exposition des ganzen Körpers aussagekräftig. Falls die elektrischen oder magnetischen Felder eines Gerätes die Referenzgrenzwerte überschreiten, muss in einem aufwändigeren Schritt untersucht werden, ob die grundlegenden Basisgrenzwerte eingehalten sind.

Für Induktionskochherde gelten folgende Grenzwerte:

Basisgrenzwerte

- Niederfrequente Felder bei 50 Hz : Stromdichte von 2 mA/m²
- Mittelfrequente Felder: Die zulässige Stromdichte ist frequenzabhängig und liegt zwischen 50 mA/m² bei 25 kHz und 140 mA/m² bei 70 kHz.



Referenzwerte

- Niederfrequentes magnetisches Feld: 100 μT
- Mittelfrequentes magnetisches Feld: 6,25 μT

Mögliche längerfristige Wirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern sind in diesen Grenzwerten nicht berücksichtigt.

4 Belastung der kochenden Person mit magnetischen Streufeldern

Im Auftrag des BAG wurden die magnetischen Streufelder bei zwei Einbaumodellen mit je vier Kochzonen (Herd 1 und Herd 2) sowie einem mobilen leistungsstarken Profi-Gerät mit einer Kochzone (Herd 3) gemessen [2]. Gemäss der geltenden Norm [5] für Induktionskochherde muss der Referenzwert von 6,25 Mikrottesla (μT) [4] beim Betrieb einer Kochzone mit einer geeigneten, genügend grossen und zentriert platzierten Pfanne in einem Abstand von 30 cm zum Kochfeld eingehalten werden. Alle ausgemessenen Geräte erfüllen diese Anforderung.

Im täglichen Gebrauch kann es jedoch durchaus vorkommen, dass Personen den Kochherd so bedienen, dass diese Bedingungen nicht eingehalten sind. Es wurde deshalb untersucht, wie gross die Streufelder sind, wenn mehrere Kochzonen gleichzeitig betrieben bzw. ungünstige Pfannen verwendet werden oder die Pfannen nicht zentriert auf den Kochfeldern stehen. Die Magnetfelder wurden im Abstand zwischen 1 cm und 30 cm vom Rand des Glaskeramikkochfeldes bestimmt, da der von der Norm vorgesehene Mindestabstand von 30 cm in der Praxis nicht unbedingt eingehalten werden kann. Dies gilt besonders für schwangere Frauen, Kinder und kleine Personen.

Gleichzeitiger Betrieb mehrerer Kochzonen

Die Messungen haben gezeigt, dass das gleichzeitige Betreiben von mehreren Kochzonen nicht wesentlich grössere Streufelder vor dem Herd erzeugt als der Betrieb einer einzelnen Kochzone.

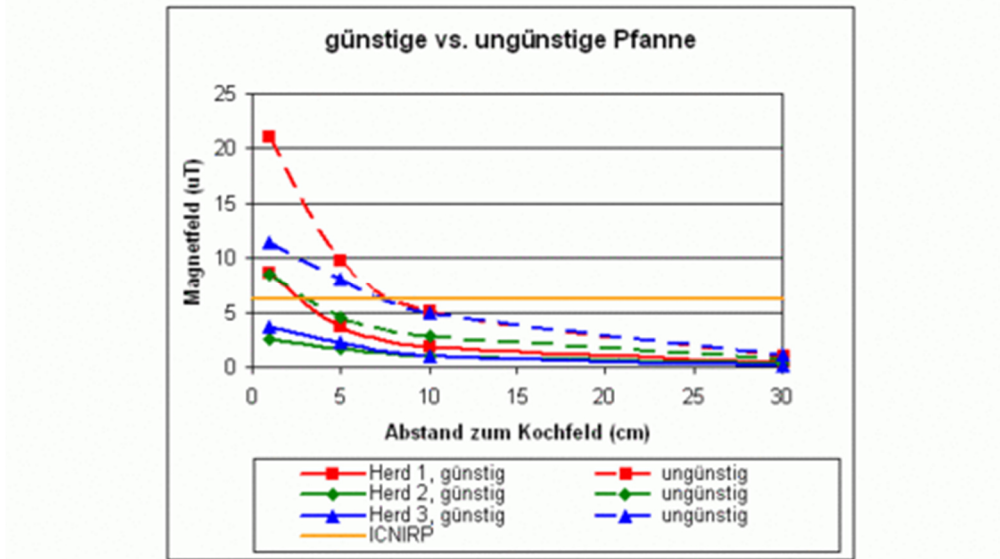
Günstige vs. ungünstige Pfanne

Die Messungen wurden mit günstigen und ungünstigen Pfannen durchgeführt, welche auf der Platte zentriert waren.

- Günstige Pfannen: Pfannen, welche für Induktionskochherde geeignet sind UND deren Pfannendurchmesser auf die Grösse der Kochzone abgestimmt ist.
- Ungünstige Pfannen: Pfannen, welche nicht für den Induktionskochherd geeignet sind UND / ODER deren Pfannendurchmesser nicht auf die Grösse der Kochzone abgestimmt ist.



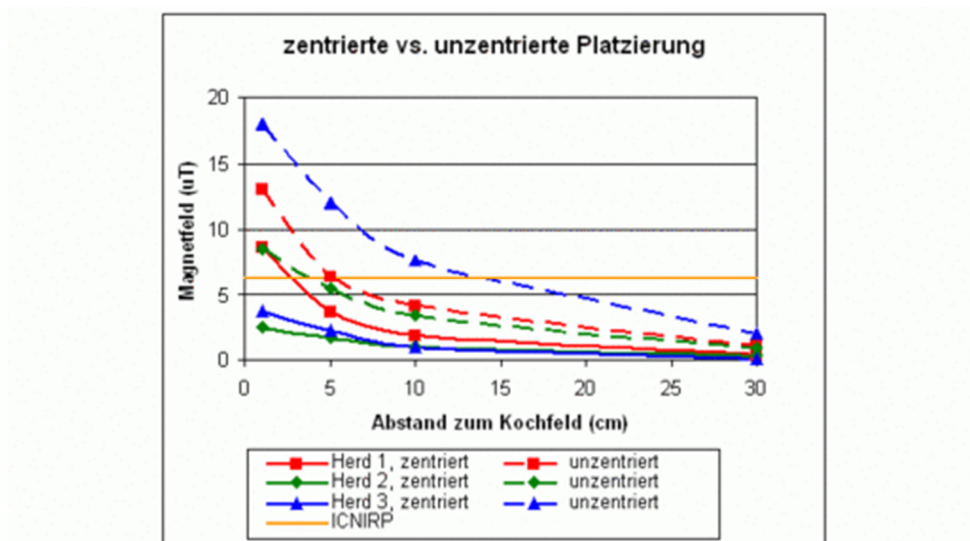
Bei ungünstigen Pfannen wurden bis zu 3,5-mal grössere Streufelder gemessen als bei günstigen (Figur 2).



Figur 2: Die Streufelder wurden für günstige und ungünstige Pfannen, welche zentriert platziert waren, im Abstand zwischen 1 und 30 cm gemessen.

Zentrierte vs. unzentrierter Platzierung der Pfannen auf der Kochzone

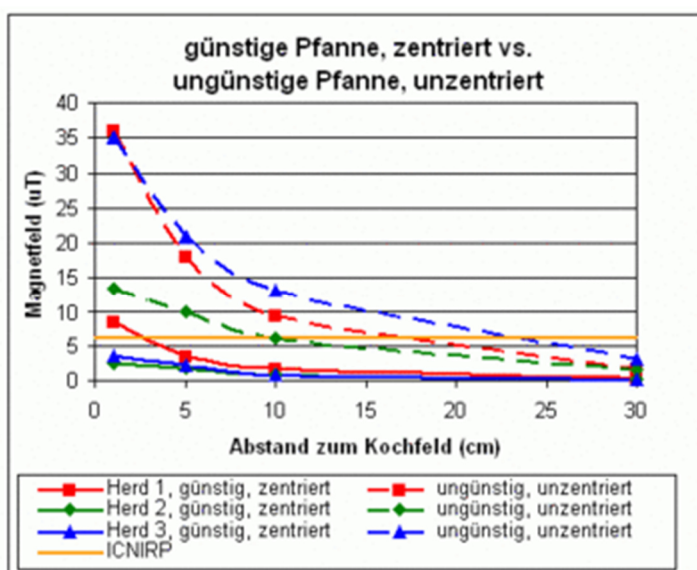
Ein Induktionskochherd schaltet automatisch aus, wenn die Pfanne von der Kochzone gezogen wird. Bei den Messungen wurden die Streufelder bei günstigen, exakt zentrierten Pfannen mit denjenigen von günstigen Pfannen verglichen, die so stark unzentriert waren, dass der Herd gerade nicht ausschaltete. Figur 3 zeigt, dass ein unzentriertes Platzieren das Streufeld bei derselben Pfanne bis zu einem Faktor 5 vergrössert.



Figur 3: Die Streufelder wurden für günstige zentrierte und unzentrierte günstige Pfannen im Abstand zwischen 1 und 30 cm gemessen.

Günstige, zentrierte Pfannen vs. ungünstige, unzentrierte Pfannen

Figur 4 zeigt einen Vergleich der Streufelder einer günstigen, zentrierten Pfanne und einer ungünstigen, unzentrierten Pfanne (worst case). Die Streufelder im worst case sind bis zu 9,5-mal grösser als beim Verwenden des Kochherds gemäss der Norm.



Figur 4: Die Streufelder wurden für günstige und zentrierte Pfannen und für ungünstige unzentrierte Pfannen im Abstand zwischen 1 und 30 cm gemessen.

Abstandsabhängigkeit der Streufelder

Die Streufelder sind umso grösser, je näher beim Kochfeld gemessen wird (Figuren 2-4). Im Abstand von 30 cm wird der Referenzwert von 6,25 Mikrottesla (μT) bei allen Modellen eingehalten. Das Streufeld 1 cm vor der Kante des Kochfeldes übersteigt den Referenzwert in den meisten Fällen. Bei unzentrierter Platzierung wurde der Grenzwert mit günstigen Pfannen im Abstand von < 1 cm bis 12 cm, mit ungünstigen Pfannen im Abstand von < 1 cm bis 20 cm erreicht. Alle Messungen wurden mit der grössten Heizleistung durchgeführt. Der Abstand von 1 cm wird im alltäglichen Gebrauch eher nicht vorkommen und ist ein worst-case Szenario. Bei einem in der Praxis wohl üblichen Abstand von mindestens 5 - 10 cm und einer sachgemässen Handhabung der Pfanne (günstig, zentriert platziert) wird der Referenzwert in allen Messungen eingehalten.



5 Belastung der kochenden Person mit induzierten Körperströmen

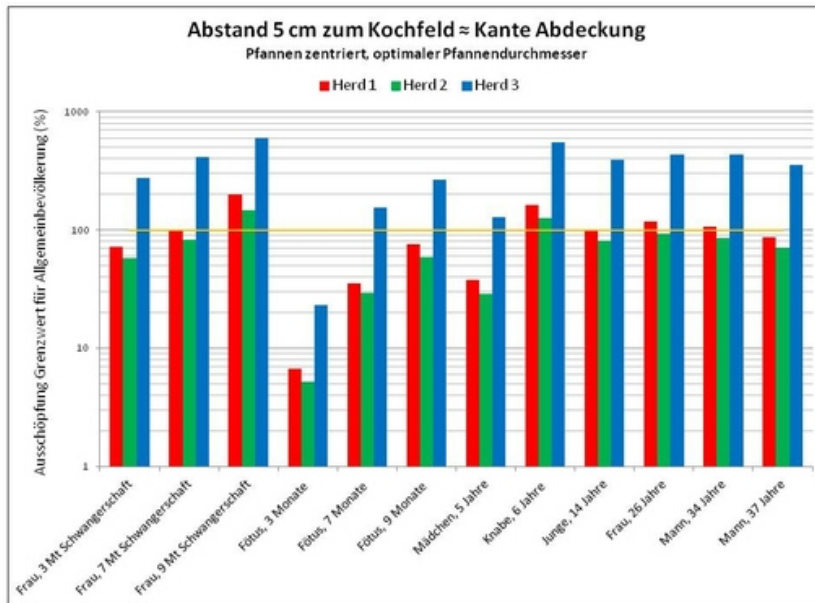
Die vor Induktionskochherden auftretenden Streufelder führen dazu, dass im Körper einer am Kochherd stehenden Person elektrische Ströme fließen. Damit keine akuten Effekte wie Nerven- und Muskelreizungen entstehen, dürfen diese Ströme die europäischen Grenzwerte für Strombelastungen im Körper und insbesondere im Zentralnervensystem nicht überschreiten [4].

Da die in Kapitel 2 beschriebenen Streufelder teilweise den Referenzwert überschritten haben, wurde in einem weiteren Schritt untersucht, ob die durch diese Streufelder erzeugten Körperströme die Grenzwerte für Strombelastungen einhalten.

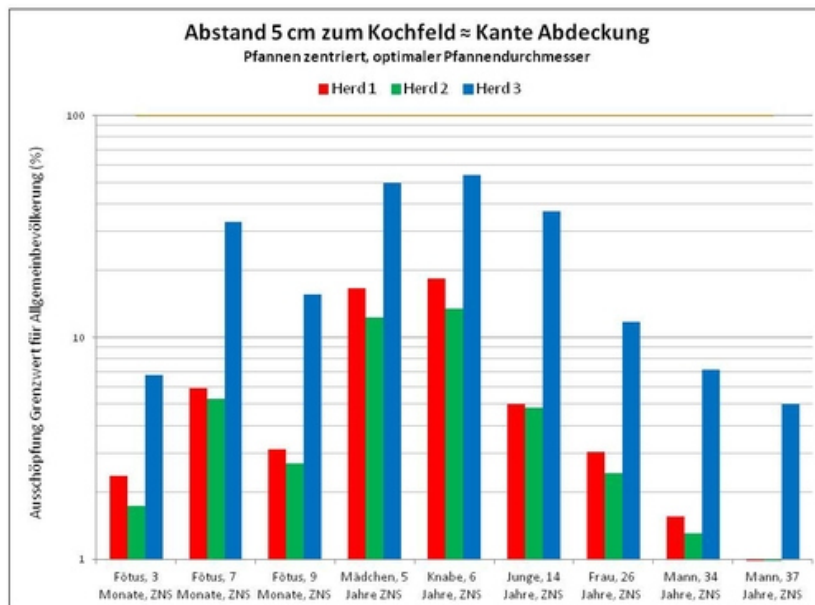
Körperströme sind nicht direkt messbar, sondern müssen mit Computersimulationen in virtuellen Modellpersonen berechnet werden. Die Forschungsstiftung IT'IS in Zürich hat im Auftrag des BAG solche Simulationen für Modellpersonen durchgeführt, die direkt vor den drei ausgemessenen Induktionskochherden an der Küchenabdeckung stehen und mit günstig positionierten und induktionsfähigen Pfannen kochen. Die Simulationen der Ströme berücksichtigen neben den einwirkenden Magnetfeldern auch Geschlecht, Alter, Körperbau, Anatomie, Gewebeeigenschaften und Körperhaltung folgender virtuellen Personen:

- Frau, 26jährig, Grösse 1.60 m, Gewicht 58 kg, nicht schwanger
- Frau, 26jährig, Grösse 1.60 m, schwanger im dritten, siebten und neunten Monat
- Föten im dritten, siebten und neunten Monat
- Mädchen, 5 jährig, Grösse 1.08 m, Gewicht 18 kg
- Knabe, 6jährig, Grösse 1.17 m, Gewicht 20 kg
- Junge, 14jährig, Grösse 1.65 m, Gewicht 50 kg
- Mann, 34jährig, Grösse 1.74 m, Gewicht 70 kg
- Mann, 37jährig, Grösse 1.78 m, Gewicht 120 k

Die Körperströme wurden sowohl in peripheren Körperbereichen wie auch im Zentralnervensystem (ZNS, Gehirn und Rückenmark) simuliert (Figur 5).



Figur 5: Grenzwertausschöpfung für Körperströme im ganzen Körper von Modellpersonen, die direkt an der Küchenabdeckung vor Induktionskochherden stehen. 100 % entspricht dem Grenzwert für die allgemeine Bevölkerung. Herd 1 und Herd 2 sind Einbauherde, Herd 3 ist ein mobiles Profi-Gerät.



Figur 6: Grenzwertausschöpfung für Körperströme im Zentralnervensystem von Modellpersonen, die direkt an der Küchenabdeckung vor Induktionskochherden stehen. 100 % entspricht dem Grenzwert für die allgemeine Bevölkerung. Herd 1 und Herd 2 sind Einbauherde, Herd 3 ist ein mobiles Profi-Gerät. ZNS = Zentralnervensystem

Die Resultate zeigen, dass bei beiden Einbauherden der Grenzwert für Körperströme bei den meisten Modellpersonen eingehalten oder ausgeschöpft wird. Ausnahmen bilden die schwangere Frau im neunten Monat und das 6jährige Kind, bei denen die Körperströme den Grenzwert übersteigen. Das



leistungsstarke mobile Profi-Gerät erzeugt Körperströme, die mehrheitlich über dem Grenzwert liegen (Figur 5). Die Ströme im Zentralnervensystem, die für die gesundheitliche Bewertung ausschlaggebend sind [4], halten bei allen Modellpersonen den Grenzwert jedoch ein (Figur 6).

6 Gesundheitliche Auswirkungen

6.1 Magnetische Felder

Zu längerfristigen gesundheitlichen spezifischen Auswirkungen von Induktionskochherden wurden bis jetzt keine spezifischen Studien durchgeführt.

Gemäss Weltgesundheitsorganisation (WHO) gibt es generell keine überzeugenden Hinweise auf langfristige gesundheitliche Auswirkungen mittelfrequenter Magnetfelder [6]. Sie stellt jedoch auch fest, dass verhältnismässig wenige Studien in diesem Frequenzbereich publiziert worden sind. Aus den wenigen Tierstudien, die im mittelfrequenten Bereich durchgeführt worden sind, können keine Schlüsse gezogen werden. Die Humanstudien, welche vor allem im Zusammenhang mit Bildschirmen durchgeführt worden sind, zeigen keine gesundheitlichen Auswirkungen. Inwieweit die Resultate auf Induktionskochherde übertragen werden können, ist nicht klar, da diese Geräte sowohl von der Strahlung als auch von der Grösse der Magnetfelder her eine andere Charakteristik aufweisen

Magnetfelder können den menschlichen Körper durchdringen und in ihm elektrische Ströme hervorrufen. Wenn diese Ströme einen bestimmten Wert überschreiten, kann eine unmittelbare Erregung des Zentralnervensystems auftreten. Die europäischen Grenzwerte für Magnetfelder sind deshalb so festgelegt, dass die im Körper fliessenden Ströme diesen Wert mindestens 50mal unterschreiten [4]. Mit den unter „Gesundheitsrisiken und Vorsorge“ aufgeführten Tipps können Sie sicherstellen, dass diese Grenzwerte eingehalten sind.

6.2 Beeinflussung von elektronischen Implantaten

Einige Studien haben sich mit der Beeinflussung von elektronischen Implantaten durch Induktionskochherde befasst [3,7-9]. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass magnetische Streufelder von Induktionskochherden auf kurze Distanz elektronische Implantate beeinflussen können, bei unipolaren Herzschrittmachern wurde dies gezeigt [3]. Im Zusammenhang mit unipolaren Herzschrittmachern sind auch Ableitströme zu berücksichtigen. Personen mit unipolaren Herzschrittmachern wird geraten, Pfannen nicht während längerer Zeit zu berühren und keine metallischen Kochlöffel zu verwenden [3]. Personen mit elektronischen Implantaten sollten unbedingt die Sicherheitshinweise der Hersteller beachten und mit ihrer Ärztin oder ihrem Arzt die Verwendung von Induktionskochherden besprechen. Bei korrektem Verhalten ist die Wahrscheinlichkeit einer Störung des Implantats sehr klein.



7 Rechtliche Regelung

Induktionskochherde gelten als Niederspannungserzeugnisse, die in der Schweiz in der Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse [10] geregelt sind. Diese Verordnung schreibt vor, dass Niederspannungserzeugnisse bei sachgemässer und möglichst auch bei voraussehbarer unsachgemässer Verwendung sowie in voraussehbaren Störfällen weder Personen noch Sachen gefährden dürfen. Des Weiteren wird festgelegt, dass Niederspannungserzeugnisse nur dann in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn sie den so genannten grundlegenden Anforderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der europäischen (EG)-Niederspannungsrichtlinie entsprechen.

Hersteller von Niederspannungserzeugnissen müssen zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens eines Produktes eine Konformitätserklärung bereithalten, welche die Übereinstimmung des Produktes mit den grundlegenden Anforderungen bestätigt. Die grundlegenden Anforderungen für einzelne Produkte werden in technischen Normen konkretisiert, für elektromagnetische Felder von Haushaltsgeräten wird die Norm SN EN 62233:2008 [5] herangezogen. Die entsprechenden Konformitätskriterien entsprechen den Grenzwertempfehlungen der EU [4].

Der Hersteller ist selber dafür verantwortlich, dass sein Gerät den Konformitätskriterien entspricht, es gibt in der Schweiz keine umfassende Marktkontrolle. Das Einhalten der Vorschriften wird durch das schweizerische Starkstrominspektorat (www.esti.admin.ch) mit nachträglichen Stichproben auf dem Markt kontrolliert.



8 Literatur

1. Gaspard JY et al. Cuisson par induction: une nouvelle génération de systèmes inducteurs. Proceedings of Congrès Européen L'induction et ses applications industrielles. 1991
2. Clementine Viellard et al. B-field exposure from induction cooking appliances. ITIS-Foundation, Zurich, July 2006. ITIS Bericht.
3. Irnich W, Bernstein AD. Do induction cook tops interfere with cardiac pacemakers? Europace. 2006; 8: 377-84.
4. EMPFEHLUNG DES RATES vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz - 300 GHz) (1999/519/EG)
5. SN EN 62233 „Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Elektromagnetische Felder - Verfahren zur Bewertung und Messung“
6. WHO: Extremely Low Frequency Fields. Environmental Health Criteria Monograph No.238, 2007.
7. Binggeli C et al. Induction ovens and electromagnetic interference: what is the risk for patients with implantable cardioverter defibrillators? J Cardio-vasc.Electrophysiol. 2005; 16: 399-401.
8. Rickli H et al. Induction ovens and electromagnetic interference: what is the risk for patients with implanted pacemakers? Pacing Clin Electrophysiol.2003, 26:1494-7.
9. Hirose M et al. Electromagnetic interference of implantable unipolar cardiac pacemakers by an induction oven Pacing Clin.Electrophysiol. 2005;28:540-8
10. SR 734.26: Verordnung vom 9. April 1997 über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV). Á

Fachkontakt für Rückfragen:

Bundesamt für Gesundheit BAG
emf@bag.admin.ch