



Sicherheit von Haartrocknern

A. Holfeld, C. Lochner

A. Holfeld
C. Lochner

Sicherheit von Haartrocknern

Dortmund/Berlin/Dresden 2014
2., aktualisierte Auflage

Diese Veröffentlichung ist Bestandteil des Gutachtens Politikberatung „Haartrockner mit Sicherheitsfunktion“ im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Dipl.-Ing. Andreas Holfeld
Ingenieurgemeinschaft ARGE „Sicherer Haartrockner“
Am Graben 31, 01156 Dresden
Telefon 0351 4128025
Ahprojekt.dresden@freenet.de

Claus Lochner
Steinstr. 1, 01069 Dresden
Telefon 0351 33238184
clauslochner@t-online.de

Fachliche Begleitung: Dr. Jelena Nagel
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Titelfoto: Uwe Völkner, Fotoagentur FOX, Lindlar/Köln

Umschlaggestaltung: Rainer Klemm
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1 – 25, 44149 Dortmund
Telefon 0231 9071-0
Fax 0231 9071-2454
poststelle@buaa.bund.de
www.buaa.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40 – 42, 10317 Berlin
Telefon 030 51548-0
Fax 030 51548-4170

Dresden:
Fabricestr. 8, 01099 Dresden
Telefon 0351 5639-50
Fax 0351 5639-5210



Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.

www.buaa.de/dok/3445512

Inhaltsverzeichnis

Kurzreferat	4
Abstract	5
Zusammenfassung der Ergebnisse	6
1 Einleitung	8
2 Erhebung statistischer Daten zu Unfällen mit Haartrocknern (Deutschland und ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten)	9
2.1 Haartrocknerunfälle in Deutschland abgeleitet aus der GBE-Datenbank	9
2.2 Haartrocknerunfälle in Deutschland abgeleitet aus Recherchen und Berichten	11
2.3 Haartrocknerunfälle in den USA	13
2.4 Unfälle mit Haartrocknern in anderen europäischen Ländern	15
3 Ermittlung und Bewertung der heute am Markt erhältlichen sicherheitstechnischen Lösungen bei Haartrocknern (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten)	16
3.1 Darstellung der allgemeinen Gefährdungen	16
3.2 Gefährdung durch Haartrockner bei Anwesenheit von Wasser	17
3.3 Normatives Schutzkonzept gegen elektrischen Schlag	17
3.4 Bewertung am Markt erhältlicher Haartrockner	18
3.5 Umsetzung des Schutzes gegen elektrischen Schlag in Elektroanlagen	21
3.6 Schutzkonzepte gegen elektrischen Schlag für Haartrockner in Europa	23
3.7 Schutzkonzepte gegen elektrischen Schlag an Haartrocknern in den USA	24
4 Ermittlung und Bewertung der verfügbaren sicherheitstechnischen Lösungen („Stand der Wissenschaft und Technik“)	25
4.1 Handgeführter Haartrockner (auch mit Ionentechnologie)	25
4.2 Haartrockner mit „Tot-Mann-Taster“	26
4.3 Wandbefestigte Haartrockner mit Festanschluss	26
4.4 Haartrockner bei der Anwendung der Schutzmaßnahme Schutztrennung	27
4.5 Haartrockner bei der Anwendung von Schutzkleinspannung	27
4.6 Bewertung Veröffentlichungen Lauerer	27
4.7 Bewertung Veröffentlichungen Biegelmeier	28
4.8 Bewertung Veröffentlichung von Baumhöfer	29
4.9 Bewertung Veröffentlichung Friese, Lochner	29
5 Ableitung von Lösungsvorschlägen	31
6 Schlussfolgerungen	33
Abkürzungsverzeichnis	37
Literaturverzeichnis	39

Sicherheit von Haartrocknern

Kurzreferat

Immer wieder werden tödliche Unfälle im Zusammenhang mit der Benutzung von handgeführten Haartrocknern in Deutschland und anderen Staaten gemeldet. Dabei sind sowohl Erwachsene als auch Kinder betroffen. Die Ursache dafür kann im ungenügenden Sicherheitsniveau des Haartrockners liegen. Dieses Gutachten soll die Sachlage klären. Dabei werden:

- statistische Daten zu Unfällen mit Haartrocknern (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten) erhoben,
- die heute am Markt erhältlichen sicherheitstechnischen Lösungen für Haartrockner (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten) aus sicherheitstechnischer Sicht bewertet,
- die verfügbaren sicherheitstechnischen Lösungen („Stand der Wissenschaft und Technik“) ermittelt und bewertet sowie
- eine technische Lösung für den „Haartrockner mit Sicherheitsfunktion“ abgeleitet.

Die derzeitige Methode der Erfassung der Unfalldaten wird beschrieben. Die Unfalldaten mit Haartrocknern werden aus der Analyse der öffentlich verfügbaren Datenbanken abgeleitet und durch die Recherche von öffentlichen Medien- und Literaturquellen ergänzt. Es erfolgt ein Vergleich der Unfallsituation mit Haartrocknern in Deutschland und in den USA.

Bei den sicherheitstechnischen Betrachtungen des handgeführten Haartrockners werden nur die Maßnahmen des Schutzes gegen elektrischen Schlag ausführlich untersucht. Die derzeitige sicherheitstechnische Lösung dieses Schutzes im Haartrockner für Europa wird kritisch betrachtet. Da gegenwärtig die Sicherheitsvorkehrung Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD) der elektrischen Anlage des Gebäudes in das Sicherheitskonzept des Haartrockners einbezogen ist, werden die Ausrüstung von Gebäuden mit diesem Gerät und seine Restrisiken geprüft. Auch eine weitere Möglichkeit zur Senkung des Gefährdungspotentials des elektrischen Stroms – gepolte Haushaltssteckverbindungen – wird beschrieben.

Es wird gezeigt, dass in den USA schon jetzt bessere technische Lösungen des Schutzes gegen elektrischen Schlag als in Europa angewendet werden.

Eine technische Lösung für den „Haartrockner mit Sicherheitsfunktion“, die basierend auf den theoretischen Überlegungen in der deutschen Fachliteratur entwickelt und erprobt wurde, wird beschrieben. Diese Lösung verlangt Korrekturen von Normen.

In den Schlussfolgerungen werden die Empfehlungen zur Verbesserung der gegenwärtigen Situation gegeben.

Schlagwörter:

Haartrockner, Produktsicherheit, Verbraucherschutz, Harmonisierte Normen, Installationsanlagen, FI-Schutzschalter, Fehlerschutz, Zusatzschutz, Elektrischer Schlag, Elektrischer Unfall, Elektrounfall

Safety of hair dryers

Abstract

Again and again fatal accidents in connection with the use of hand-held hair dryers are reported in Germany and other countries. Both adults and children are affected. The reason can lie in the hair dryer's unsatisfactory safety level. This expert's report is intended to clarify the situation. In the course of this:

- statistical data on accidents with hair dryers are collected (for Germany, selected European and non-European countries),
- the safety solutions for hair dryers available on the market today (for Germany, selected European and non-European countries) are evaluated from a safety aspect,
- the available safety solutions ("state of the art of science and technology") are determined and evaluated, and
- a technical solution is derived for "hair dryers with a safety function".

The current method for recording accident data is described. Data on accidents with hair dryers are derived from an analysis of publically available databases and supplemented through research in public media and literature sources. A comparison of the accident situation with hair dryers in Germany and in the USA is carried out.

In the safety considerations regarding the hand-held hair dryer only measures for protection against electric shock are examined in detail. The present safety solution in Europe for this protection in hair dryers is considered critically. Because at present the safety measure involving a residual-current circuit-breaker (RCD) in the building's electrical installation is included in the hair dryer's safety concept, fitting buildings with this equipment and the residual risks are examined. A further possibility for reducing the potential risk of the electrical current – polarised domestic plugs – is described.

It is shown that the USA already applies better technical solutions for protection against electric shock than Europe.

A technical solution for "hair dryers with a safety function" is described that was developed and tested based on theoretical considerations in the technical literature in Germany. This solution requires the amendment of standards.

Recommendations for improving the present situation are given in the conclusions.

Key words:

Hair dryer, product safety, consumer protection, harmonised standards, residual installation systems, current device, fault protection, additional protection, electric shock, electrical accident

Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Gutachten wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Erhebung statistischer Daten zu Unfällen mit Haartrocknern (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten)

Sowohl in Deutschland als auch anderen Staaten außer USA werden keine offiziellen Statistiken für die Todesfälle mit einem Haartrockner ermittelt. Durch umfangreiche Recherchen in verfügbaren offiziellen statistischen Datenbanken sowie öffentlichen Medien- und Literaturquellen wurde abgeleitet, dass sich in Deutschland in einem Zeitraum von 30 Jahren (1981 - 2010) durchschnittlich 4 Todesfälle pro Jahr in Verbindung mit einem Haartrockner ereigneten. Diese durchschnittliche Zahl blieb über die betrachteten Jahre relativ konstant.

Für 27 registrierte Staaten Europas ergibt die Hochrechnung eine vermutliche Anzahl der tödlichen Unfälle mit einem Haartrockner von 62 pro Jahr.

In den USA wurde die Anzahl der tödlichen Unfälle mit einem Haartrockner von jährlich 15,7 in den 80er Jahren auf gegenwärtig 0,3 Todesfälle pro Jahr auf Grund getroffener technischer Schutzmaßnahmen gesenkt.

Ermittlung und Bewertung der heute am Markt erhältlichen sicherheitstechnischen Lösungen bei Haartrocknern (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten)

Die für die private Nutzung in Deutschland und in Europa erhältlichen handgeführten Haartrockner sind entsprechend der harmonisierten Produktnorm DIN EN 60335-2-23 (VDE 0700-23) gefertigt.

Bei der hauptsächlichen Benutzung im Badezimmer ist es nicht auszuschließen, dass der handgeführte Haartrockner in Kontakt mit Wasser kommt. Dabei werden die in der Produktnorm vorgesehenen Schutzvorkehrungen gegen das Risiko des elektrischen Schlages (doppelte und verstärkte Isolierung) unwirksam. Gegen die Gefahr in Verbindung mit Wasser ist gegenwärtig keine technische Schutzmaßnahme am oder im Haartrockner selbst vorgesehen. Auf diese Gefahr weist nur ein entsprechendes Warnzeichen (Badewanne/Brause durchgestrichen) hin.

Als zusätzliche Schutzmaßnahme wird die Integration des Fehlerstrom-Schutzschalters (RCD) in die bestehende elektrische Anlage des Wohnraums empfohlen. Die Recherchen zeigten, dass nur ca. 50 % des privaten Wohnraums in Deutschland mit RCD ausgestattet ist. Zwang zur Nachrüstung besteht in Deutschland nicht.

Unter Beachtung der Produkteigenschaften, der räumlichen Bedingungen im Badezimmer und des Verhaltens von Benutzern ist der handgeführte Haartrockner nach gegenwärtigem technischen Stand ein gefahrbehaftetes Produkt.

Diese Aussage wurde in den USA durch die Verbraucherschutzorganisation CPSC ebenfalls getroffen. Seit dem 28.07.2011 ist der Hand-Haartrockner in die Liste substanzuell gefährlicher Produkte eingetragen und darf ohne die geforderten Schutzmaßnahmen (Eintauchschutz) nicht verkauft werden.

<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2011-06-28/html/2011-15981.htm>

Ermittlung und Bewertung der verfügbaren sicherheitstechnischen Lösungen („Stand der Wissenschaft und Technik“)

In den USA wird gefordert, die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag, die auch beim Eintauchen ins Wasser ihre Funktion beibehalten, unmittelbar dem handgeführten Haartrockner zuzuordnen. Die technischen Lösungen werden realisiert durch Anwendung von einem Fehlerstrom-Schutzschalter mit dem Auslösestrom 6 mA und einer „Eintauchsonde“.

In der deutschen Fachpresse wurden seit den 80er Jahren Schutzkonzepte aufgezeigt, die die Schutzwirkung eines geerdeten Leiters, beim Eintauchen des Haartrockners ins Wasser nutzen. Diese Konzepte fanden keine praktische Realisierung.

Die Gefährdung hinsichtlich eines elektrischen Schlags könnten auch gegenwärtig verringert werden, wenn in Deutschland wie in vielen Staaten (z. B. Frankreich, Großbritannien) gepolte Steckverbindingssysteme (Stecker und Steckdose) verwendet würden. Der Grund hierfür ist die durchgängige Verwendung von einpoligen Ein- und Ausschaltern im Handgriff des Haartrockners. Bei gepolten Steckverbindingssystemen wäre im ausgeschalteten Zustand Spannungsfreiheit sicher gestellt. Siehe hierzu Abschnitt 3.6.

Ableitung von Lösungsvorschlägen

Es wurde eine technische Lösung, die die Schutzwirkung des Schutzleiters nutzt, der gleichzeitig mit einem im Haartrockner integrierten leitfähigen Schutzschirm verbunden ist, für den handgeführten Haartrockner realisiert und in Versuchen praktisch erprobt. Das Gerät erreicht sogar eine bessere Schutzwirkung als bei den amerikanischen Modellen, da nachgewiesen wurde, dass der Schutz gegen elektrischen Schlag bei Anschluss an einer Schukosteckdose auch ohne RCD gewährleistet ist. Als zusätzlicher Schutz gegenüber anderen möglichen Fehlern (z. B. Schutzleiterbruch) muss dem Gerät ein z. B. im Stecker integrierter RCD mit dem Bemessungsdifferenzstrom 10 mA zugeordnet werden.

Die praktische Realisierung der erprobten technischen Lösung für den „Haartrockner mit Sicherheitsfunktion“ erfordert eine Überarbeitung des gegenwärtigen Haartrockner-Konzepts, das sich in der Produktnorm (DIN EN 60335-2-23 (VDE 0700-23)) widerspiegelt. Dabei ist der Wasserkontakt in die Risikobeurteilung mit einzubeziehen.

Die Schlussfolgerungen sind im Abschnitt 6 zusammengefasst.

1 Einleitung

Immer wieder werden tödliche Unfälle im Zusammenhang mit der Benutzung von handgeführten Haartrocknern (im ff. Haartrockner) gemeldet. Dabei sind sowohl Erwachsene als auch Kinder betroffen.

Das Gutachten geht folgenden Fragestellungen nach:

- Erhebung statistischer Daten zu Unfällen mit Haartrocknern (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten),
- Ermittlung und Bewertung der heute am Markt erhältlichen sicherheitstechnischen Lösungen bei Haartrocknern (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten),
- Ermittlung und Bewertung der verfügbaren sicherheitstechnischen Lösungen („Stand der Wissenschaft und Technik“),
- Ableitung von Lösungsvorschlägen.

Zielstellung des Gutachtens „Haartrockner mit Sicherheitsfunktion“ ist, zu prüfen, ob durch technische Lösungen oder andere Maßnahmen den zu betrachtenden Gefährdungen entgegengewirkt werden kann.

Da die Sicherheitsbewertung eines elektrischen Gerätes immer in Wechselwirkung mit der elektrischen Anlage, an der es angeschlossen ist, erfolgen muss, wird auch eine Bewertung von Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag in elektrischen Anlagen vorgenommen. Dabei kommt der Entwicklung von Maßnahmen der Erdung, dem Potentialausgleich, dem Einsatz von Fehlerstromschutzschaltern (im ff. RCD) und der Entwicklung sicherer Steckersysteme eine wichtige Rolle zu.

2 Erhebung statistischer Daten zu Unfällen mit Haartrocknern (Deutschland und ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten)

Über mehrere Jahrzehnte hinweg wurde in Bezug auf Elektrounfälle und speziell auf Unfälle mit Haartrocknern die Problematik einer sinnvollen Statistik diskutiert.

Für eine Vergleichbarkeit als auch für die Erkennung der Ursachen von Stromunfällen und der Entwicklung geeigneter Maßnahmen zu deren Vermeidung ist eine aussagefähige Statistik unumgänglich.

Weltweit werden Sterbefälle infolge eines elektrischen Unfalls registriert. Diese tödlichen Unfälle und Unfälle mit elektrischem Strom, die keinen tödlichen Ausgang haben, werden in den entsprechenden Ländern trotz vorhandener Klassifizierung der Weltgesundheitsorganisation, World Health Organisation (WHO), unterschiedlich erfasst und öffentlich zugänglich gemacht.

Durch die WHO werden die Mitgliedsländer seit 1980 aufgefordert, Sterbefälle nach Klassifizierung ICD-9 (in Kraft 1980 - 1997) zu erfassen und an die WHO weiterzuleiten. Die Klassifizierung ICD-9 war überwiegend nach medizinischen Diagnosen aufgebaut und erlaubte nahezu keine Rückschlüsse darauf, welches elektrische Gerät den Unfall mit Todesfolge ausgelöst hat.

Mit der Änderung der Klassifizierung durch die WHO ab 1998 in ICD-10 wurden neue Merkmale aufgenommen, die Rückschlüsse auf Ursachen für einige Unfälle ermöglichen.

Es konnten keine gesonderten Daten von tödlichen Unfällen durch Haartrockner in den recherchierten offiziellen Statistiken ermittelt werden.

2.1 Haartrocknerunfälle in Deutschland abgeleitet aus der GBE-Datenbank

Die Online-Datenbank der Gesundheitsberichterstattung des Bundes (GBE) führt Gesundheitsdaten und Gesundheitsinformationen aus über 100 verschiedenen Quellen an zentraler Stelle zusammen, darunter viele Erhebungen der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, aber auch Erhebungen zahlreicher weiterer Institutionen aus dem Gesundheitsbereich.

Die GBE-Datenbank erlaubt allerdings keine detaillierten Aussagen zu speziellen Unfällen wie z. B. durch Haartrockner, obwohl einige andere Geräte separat geführt werden (z. B. Rasenmäher, Gruppe W28). Unfälle, die durch elektrische Geräte verursacht werden, sind den anderen unten angeführten Gruppen zugeordnet. Erschwerend kommt hinzu, dass in Deutschland bei Todesfällen die Zuordnung der Todesursache über den amtlichen Totenschein vorgenommen wird und die Mediziner nicht immer die tatsächliche Ursache des Unfalls ermitteln können. Außerdem gibt es in den Bundesländern keine einheitlichen Formulare.

In der GBE-Datenbank sind folgende Gruppen von Interesse:

W29 Unfall durch sonstige Handwerkszeuge mit Kraftantrieb oder elektrische Haushaltsgeräte,

W85 Exposition gegenüber elektrischen Leitungsanlagen,

W86 Exposition gegenüber sonstigem näher bezeichnetem elektrischen Strom,

W87 Exposition gegenüber nicht näher bezeichnetem elektrischen Strom,

jeweils mit den gleichen Untergruppen:

WXX.0 Exposition zu Hause (z. B. W85.0),

WXX.2 Exposition Schule, sonstige öffentliche Bauten,

WXX.3 Exposition Sportstätten,

WXX.8 Exposition näher bezeichneter Ort des Ereignisses,

WXX.9 Exposition nicht näher bezeichneter Ort des Ereignisses.

Strafbewährte Handlungen in Verbindung mit Strom sind in den Statistiken ebenfalls nicht separat ausgewiesen. Es liegt nahe, dass diese einer der oben aufgeführten Gruppen zugeordnet werden.

Die GBE-Datenbank unterscheidet die Kategorien: Arbeitsunfall, Schulunfall, Verkehrsunfall, Heim- und Freizeitunfall, Alle Unfallarten.

In der Kategorie „Heim- und Freizeitunfall“ wurden zwischen 1998 und 2009 insgesamt 511 tödliche Elektrounfälle registriert:

Tab. 2.1 Tödliche Elektrounfälle im Heim- und Freizeitbereich

Jahre	W29	W85	W86	W87	Gesamt
1998 - 2009	50	94	163	304	511

Wie in Abbildung 2.1 dargestellt, ist die Anzahl der Unfälle in den Gruppen, den häuslichen Bereich betreffend, fast unverändert hoch geblieben.

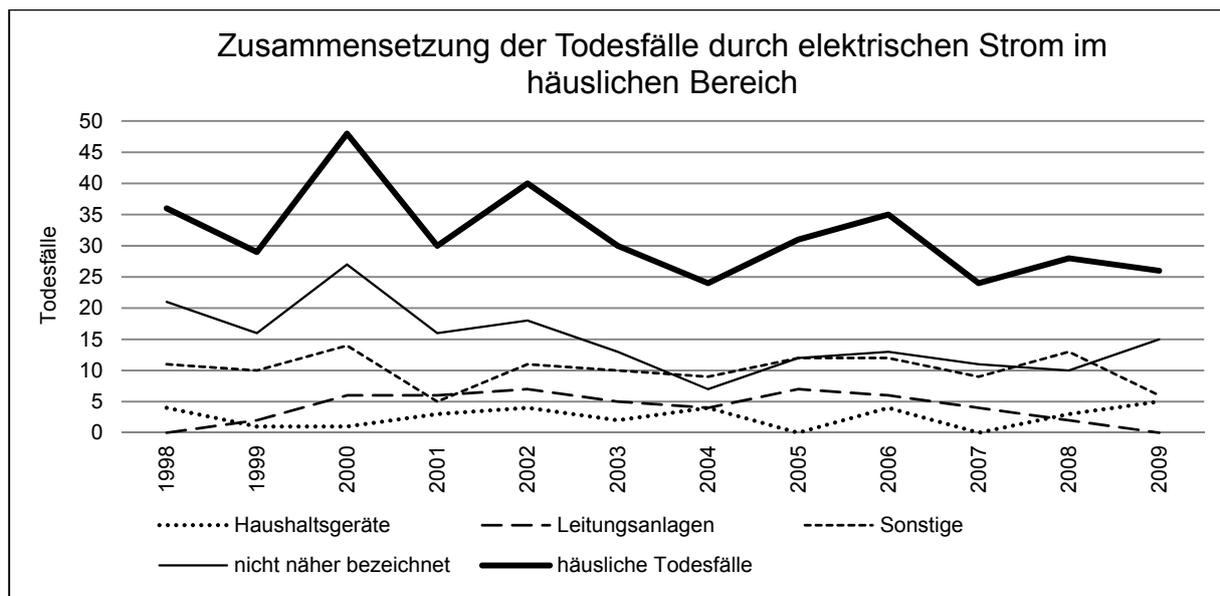


Abb. 2.1 Tödliche Elektrounfälle im häuslichen Bereich nach GBE-Datenbank

Um aus den Zahlen der GBE-Datenbank die tödlichen Unfälle mit Haartrocknern ableiten zu können, wurden weitere Veröffentlichungen herangezogen.

In einem Forschungsbericht von ALTMANN aus 2009 ist angegeben, dass sich ca. 40 % der häuslichen Unfälle im Badezimmer ereignen. Davon sind nach ALTMANN etwa 63 % Unfälle mit Haartrocknern und nach ZÜRNECK (in ALTMANN et. al. 2002) 77 %. Daraus ergibt sich, dass sich 28 % aller häuslichen Elektrounfälle im Badezimmer mit Haartrocknern ereignen. Wird die Gesamtzahl der offiziell erfassten 511 Unfälle damit gewichtet, muss von rund 144 Todesfällen mit Haartrocknern im oben genannten Zeitraum von 1998 bis 2009 ausgegangen werden oder durchschnittlich von 12 Unfällen pro Jahr. Aus dem von ALTMANN ermittelten Verhältnis von Haushaltunfällen zu strafbewährten Handlungen von etwa eins zu zwei lässt sich damit eine vermutete Unfallquote mit tödlichem Ausgang von jährlich 4 Unfällen mit Haartrocknern ableiten.

2.2 Haartrocknerunfälle in Deutschland abgeleitet aus Recherchen und Berichten

Um Zahlenwerte von tödlichen Stromunfällen mit Haartrocknern nachweisen zu können, wurde auf öffentliche Medien zurückgegriffen. Bei diesen Recherchen konnten Unfälle mit und ohne tödlichen Ausgang ermittelt werden. Gleichfalls ermittelt werden konnten strafbewährte Handlungen in Verbindung mit einem Haartrockner. Zusätzlich wurde im Rahmen dieses Gutachtens eine INTERNET-UMFRAGE (2011) auf BAuA-Internet-Seiten mit dem Ziel durchgeführt, weitere Daten zu gewinnen.

Die aus öffentlich zugänglichen Quellen und Medien ermittelten Zahlen wurden zusammengefasst und den entsprechenden Zeiträumen zugeordnet. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 2.2 dargestellt.

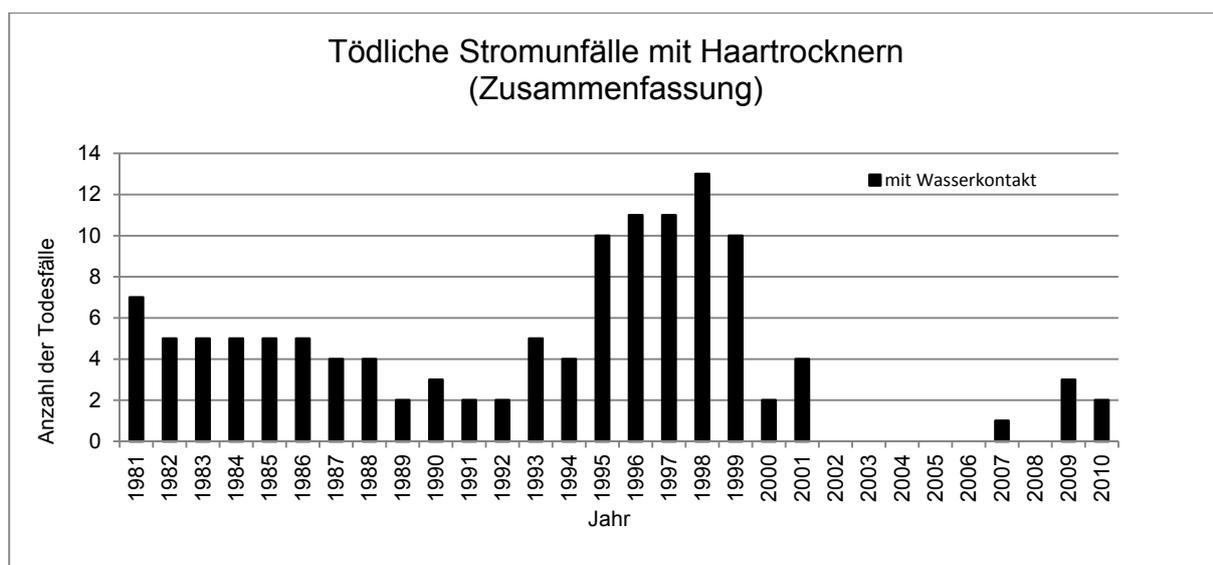


Abb. 2.2 Todesfälle Deutschland aus Einzelrecherchen und Veröffentlichungen

Für die Jahre 2002 bis 2006 und 2008 konnten keine Hinweise auf Todesfälle im Badezimmer mit Haartrocknern ermittelt werden.

Zur Verfügung standen folgende Quellen:

- Forschungsberichte von LAUERER (1972), ALTMANN et. al. (2002) und ALTMANN (2005), aus denen Unfallzahlen im Badezimmer mit Haartrocknern in der Zeit vor 1998 entnommen wurden.
- In der Zeitschrift „Rechtsmedizin“ wurde von BONDE et. al. (1986) veröffentlicht, dass die Rechtsmedizin für Düsseldorf und Göttingen für den Zeitraum 1972 – 1986 48 Fälle bearbeitete, die mit Stromtod in der Badewanne zu tun hatten. In dieser Zahl sind 19 Fälle von Suizid enthalten.
- 2003 veröffentlichten BOCKHOLDT und SCHNEIDER, die im „Institut für Gerichtliche Medizin des Universitätsklinikum Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin“ Untersuchungen durchgeführt haben, dass von 1995 bis 1999 41 Fälle von Tod durch Stromschlag in der Badewanne untersucht wurden. Davon waren 75 % durch einen Haartrockner verursacht. Ein Fall erfolgte mit zwei Haartrocknern, 30 Fälle waren Selbstmord und ein Fall wurde dem Mord zugeordnet.

Zusätzlich zu o. g. Quellen ergab eine weitere Recherche Folgendes:

- Von 1981 bis 2010 wurden für Deutschland 25 Fälle von Stromeinwirkung im Badezimmer aus frei verfügbaren Online-Zeitungsartikeln durch die Autoren ermittelt. In 20 Fällen wurde hier der Haartrockner benannt und in 5 Fällen andere elektrische Geräte wie z. B. Heizlüfter oder Lampe. In sechs Fällen mit acht beteiligten Personen wurde der Stromschlag überlebt. Es verunglückten 26 Personen tödlich, davon 20 bei Benutzung des Haartrockners. Auffällig ist dabei, dass es sich vielfach um Kleinkinder und Kinder unter 14 Jahre handelt.
- ALTMANN (2009) gibt an, dass für den Berichtszeitraum von 1972 – 2001 in den neuen Bundesländern 713 tödliche Stromunfälle auftraten, die sich wie folgt aufteilen:
 - 250 nicht näher bezeichnet,
 - 262 Suizide,
 - 80 Gewerbeunfälle und
 - 121 häusliche Unfälle, dabei 49 Badezimmerunfälle, davon 31 mit Haartrocknern.
- Für die alten Bundesländer werden im gleichen Zeitraum nach ZÜRNECK (in ALTMANN et. al. 2002) 707 tödliche Stromunfälle mit 18,4 % im Gewerbe und 57,4 % in Haushalt und Büro angegeben. Die Unfälle im Badezimmer werden mit 40 % angegeben, was nach ZÜRNECK (in ALTMANN et. al. 2002) 30 Todesfälle mit Haartrocknern bei 39 Badezimmerunfällen ergibt.

Die eigene INTERNET-UMFRAGE (2011) auf den BAuA-Internet-Seiten hat keine ergänzenden Zahlen gebracht.

In den Zahlen bis zum Jahr 2001 ist erkennbar, dass der Tod durch Haartrockner in der Badewanne nicht so selten ist wie möglicherweise oft angenommen. Die durchschnittliche Quote von 1980 - 2001 beträgt 5,7 Todesfälle pro Jahr und im Zeitraum von 1980 - 2010 konnten 4 Todesfälle ermittelt werden.

Bei dem Vergleich der Werte für Unfälle mit Haartrocknern, die durch Recherche in öffentlichen Medien für die Zeiträume von 1980 - 2001 gewonnen wurden, mit den Werten, die aus der GBE-Datenbank von 1998 - 2009 abgeleitet wurden, ist kein Widerspruch festzustellen.

Durchschnittlich ergibt sich für Deutschland in den letzten 30 Jahren eine Unfallquote mit Todesfolge im Zusammenhang mit der Benutzung von Haartrocknern von ca. 4 Benutzern pro Jahr. Umgerechnet auf die Bevölkerungszahl in Deutschland beträgt die jährliche Rate 0,005 je 100 000 Einwohner.

Obwohl Deutschland in Europa ein hohes Sicherheitsniveau hat und Unfallzahlen bezogen auf die Bevölkerung gering sind, ist die Unfallrate mit tödlichem Ausgang beim Benutzen von Haartrocknern aber fast 40-mal so hoch wie in den USA (siehe Absch. 2.3).

Daraus folgt, dass beim Haartrockner und seiner Anwendung im Badezimmer weitere Maßnahmen erforderlich sind, um die Sicherheit zu erhöhen und die Zahl der tödlichen Unfälle zu senken.

Es muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass nicht jeder Elektrounfall tödlich endet, aber oft zu physischen und psychischen Behinderungen des Verunfallten für den Rest seines Lebens führen kann.

Die Untersuchungen in Australien (POINTER et. al., 2007) beispielsweise zeigen, dass das Verhältnis zwischen tödlichen und nicht tödlichen Unfällen, die medizinisch behandelt worden sind, 1 zu 10 ist.

Die wirtschaftlichen Folgen der Unfälle insgesamt sind beachtlich. Auf der 55. Tagung des WHO Regionalkomitees für Europa 2005 (EUR/RC55/10) wurde grob geschätzt, „*dass die Gesundheitsversorgung der letztlich tödlich endenden Verletzungen zwischen 1 und 6 Mrd. €, und die der nicht tödlichen Verletzungen zwischen 80 und 290 Mrd. € kostet.*“

2.3 Haartrocknerunfälle in den USA

In den USA werden Todesfälle durch Unfälle entsprechend der WHO-Klassifikation erfasst. Zuständig für die Erfassung sind hier sowohl die Occupational Safety and Health Administration (OSHA) als auch die National Fire Protection Association (NFPA).

Im Unterschied zu Deutschland gibt es weiterhin auch für den privaten Bereich eine Organisationsstruktur, die Consumer Product Safety Commission (CPSC), die mit staatlicher Unterstützung durchgehend eine detaillierte Statistik über Elektrounfälle und sonstige Unfälle mit Verbraucherprodukten führt, diese Produkte in Underwriters Laboratories (UL) testet und sowohl Empfehlungen für technische Lösungen zur Er-

höhung der Produktsicherheit herausgibt als auch berechtigt ist, Produktwarnungen auszusprechen. Obwohl die CPSC nur Empfehlungen erteilt, werden diese auch auf Grund der schärferen Gesetzesauslegung und der hohen Haftungsansprüche bei Unfällen praktisch gleichwertig zu Gesetzen und Verordnungen betrachtet und angewendet.

In den frühen 1980er Jahren gab es nach Angaben der CPSC in den USA durchschnittlich 15,7 tödliche Unfälle jedes Jahr mit „Hand-Haartrocknern“ (HAND-SUPPORTED HAIR DRYERS 2011). 1990 wurden nur noch fünf Stromunfälle durch „Hand-Haartrockner“ registriert. Seit 1992 bis 2009 sind jährlich sporadisch nur noch ein bis zwei Unfälle festzustellen (siehe Abb. 2.3).

Im Jahr 2010 veröffentlichte die CPSC ein Memorandum (MEMORANDUM CSPC) zu Haartrocknern. In diesem sind sowohl die Entwicklung der Unfallzahlen mit Todesfolge als auch die durchgeführten Maßnahmen und die technische Entwicklung der Geräte hinsichtlich der Verbesserung der Sicherheit ausführlich dargestellt. Dabei wurden sowohl die bestimmungsgemäße Verwendung als auch das gewöhnliche Verhalten der Benutzer bei der Anwendung im Badezimmer, das erheblich abweichend von dieser sein kann, berücksichtigt.

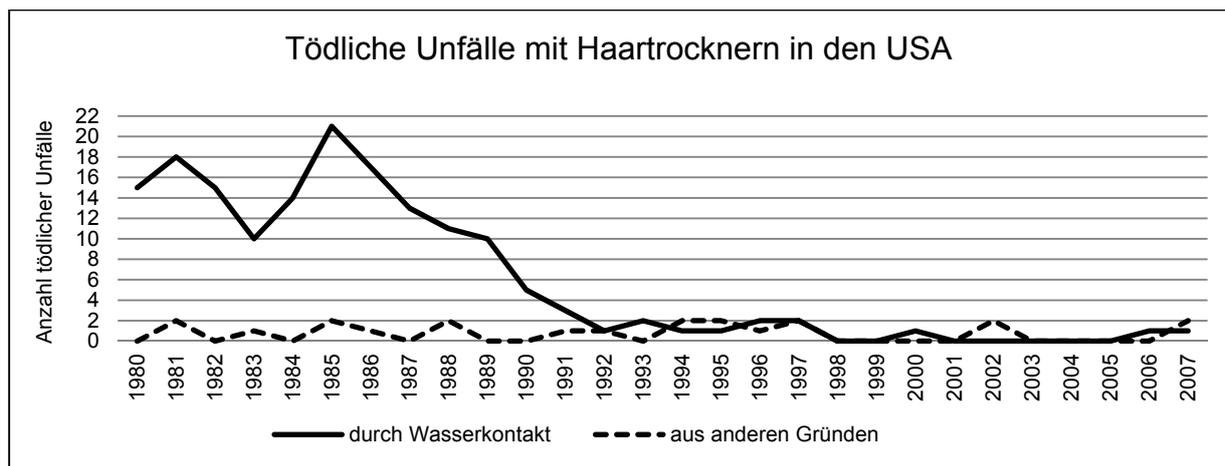


Abb. 2.3 Todesfälle USA nach CPSC-Statistik

Als wichtigste technische Maßnahme wurde die Integration des Eintauchschutzes in den „Hand-Haartrockner“ umgesetzt. Im Ergebnis dessen, dass die Schutzmaßnahmen dem Gerät zugeordnet wurden, konnten die Todesunfälle auf 3 im gesamten Zeitraum von 1998 - 2007 verringert werden. Unter der Berücksichtigung der Bevölkerungszahl wird bei der Unfallrate ein Wert von 0,000125 je 100 000 Einwohnern im Jahr erreicht.

Seit dem 28.07.2011 gilt jeder „Hand-Haartrockner“ ohne integrierten Eintauchschutz als substantiell gefährliches Produkt. Es ist verboten, solche „Hand-Haartrockner“ ohne Eintauchschutz in den USA zu produzieren und auf den Markt zu bringen (HAND-SUPPORTED HAIR DRYERS 2011).

2.4 Unfälle mit Haartrocknern in anderen europäischen Ländern

Eine Auswertung der recherchierten Fundstellen in den im Folgenden genannten Ländern ergab eine unsichere Datenlage, wodurch eine verlässliche Interpretation nur sehr schwer möglich ist.

Der Beteiligung der EU-Länder an der Statistik der WHO und der Genauigkeit der Datenerfassung wird in einzelnen Ländern unterschiedliche Bedeutung beigemessen. Ein ähnlich gut funktionierendes Unfall-Erfassungssystem wie in den USA wurde soweit erkennbar in keinem anderen Land gefunden.

Es konnten aus anderen Staaten, z. B. Österreich, Schweiz, Rumänien und Frankreich nur einzelne Todesunfälle durch Haartrockner ermittelt werden.

Unter der Annahme, dass

- auf Grund ähnlicher Verhaltensweisen der Benutzer in EU-Staaten ähnliche Verhältnisse auch hinsichtlich der Unfälle mit Haartrocknern wie in Deutschland herrschen,
- das Verhältnis von allen tödlichen Unfällen zu den tödlichen Elektrounfällen durch Haartrockner gleich wie in Deutschland ist,

wurde für Europa ein 2,5-fach höheres Todesfallrisiko als in Deutschland auf der Basis der Eurostat-Daten durch die Autoren ermittelt. Damit ergibt sich eine Rate der tödlichen Unfälle durch Haartrockner von 0,0125 auf 100 000 Einwohner für Europa.

Umgerechnet auf die Bevölkerungszahl aller 27 in der Eurostat-Statistik erfassten Mitgliedstaaten der EU und Nicht-Mitgliedstaaten mit 501 Mio. Einwohnern ergibt dies für Europa eine vermutete Zahl von ca. 62 Toten bei der Benutzung von Haartrocknern pro Jahr. Multipliziert mit dem durch die WHO auf ihrer 55. Tagung der Regionalkomitees für Europa EUR/RC55/10 (2005) genannten Faktor von 300 (Anzahl der Unfälle zu Anzahl der tödlichen Unfälle) wären das rund 18 600 Stromunfälle jährlich.

3 Ermittlung und Bewertung der heute am Markt erhältlichen sicherheitstechnischen Lösungen bei Haartrocknern (für Deutschland, ausgewählte europäische und außereuropäische Staaten)

3.1 Darstellung der allgemeinen Gefährdungen

3.1.1 Elektrische Gefährdung

Von einem Haartrockner geht die Gefährdung eines elektrischen Schlages aus. Wie die statistischen Zahlen zeigen, ist diese Gefährdung während der Benutzung bei Anwesenheit von Wasser besonders groß. In den USA wird diese Tatsache bei der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt (siehe Abschnitt 2.3).

3.1.2 Brandgefährdung

Außer elektrischer Gefährdung geht auch eine Brandgefährdung von Haartrocknern aus. Obwohl in diesem Gutachten das Thema Brand keine Rolle spielen soll, weisen die Autoren darauf hin, dass über die Brände im Zusammenhang mit einem Haartrockner immer wieder berichtet wird (STIFTUNG WARENTEST 2009). Auch bei der im Rahmen dieses Gutachtens durchgeführten Umfrage (INTERNET-UMFRAGE 2011) wurden Fälle des Aufflammens von Haartrocknern bekannt.

3.1.3 Gefährdung durch Produktmängel

Die Anforderungen an die Sicherheit der Produkte sind in der EU durch entsprechende Richtlinien festgelegt. Danach müssen die auf dem EU-Binnenmarkt erhältlichen Haartrockner mit der CE-Kennzeichnung versehen sein. Diese zeigt an, dass der Hersteller oder Importeur alle für das Gerät geltenden rechtlichen und technischen Bestimmungen in Europa eingehalten hat.

Vielfach sind Haartrockner zusätzlich mit Sicherheitszeichen wie z. B. GS-Zeichen - „Geprüfte Sicherheit“ versehen. Die GS-Zertifizierung setzt u. a. voraus, dass die Übereinstimmung des Gerätes mit den Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen von einer unabhängigen Prüfstelle geprüft worden ist.

Trotzdem sind viele am Markt verfügbare Geräte mangelhaft, wie die Stiftung Warentest (STIFTUNG WARENTEST 2009) beweist. 2009 wurden 16 Haartrockner, die CE-Kennzeichnung und in 15 Fällen auch das GS-Zeichen trugen, getestet. Die entdeckten Mängel waren unter anderem Verbrennen des Gerätes, Entstehung von Stichflammen, Verformung und Abfallen des Plastegehäuses oder des Schutzgitters, Kabelbruch in der Anschlussleitung oder Zerplatzen des Gehäuses im Falltest.

Die Prüfungen durch die Stiftung Warentest haben leider den Fall nicht berücksichtigt, dass ein Haartrockner auch mit Wasser in Kontakt kommen kann. Damit wurden die elektrische Gefährdung bei Fehlhandlungen und daraus resultierende Todesfälle

vom Test ausgeschlossen. Bei einem **Wassertest** hätten **alle Haartrockner versagt!**

3.2 Gefährdung durch Haartrockner bei Anwesenheit von Wasser

Bei Einwirkung von Feuchtigkeit geht von einem Haartrockner eine Brandgefährdung aus, wenn er an der Steckdose angeschlossen ist. Die Feuchtigkeit kann einen Kurzschluss verursachen, das Gerät überhitzt sich und fängt an zu brennen - selbst wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Ein an der elektrischen Anlage angeschlossener Haartrockner kann auch in der Schalterstellung „AUS“ je nach Steckerposition **unter Spannung** stehen.

Wenn ein Haartrockner ins Wasser fällt, entsteht die Gefährdung des elektrischen Schlags für eine Person, wenn sie das Gerät oder das Wasser und gleichzeitig eine niederohmige Verbindung zur Erde (z. B. einen geerdeten Gegenstand wie den Wasserhahn) berührt. Weil die gegenwärtig in der EU üblichen Haartrockner, die den harmonisierten Normen DIN EN 60335-1 (VDE 0700-1):2012-10 und DIN EN 60335-2-23 (VDE 0700-23):2011-04 (Produktnorm) entsprechen, haben diese den Schutzgrad IP 20. Das bedeutet, dass diese Geräte keinen Schutz gegen Eindringen von Wasser besitzen.

Eine weitere Ursache für die derzeitige Situation ist die restriktive Festlegung der Schutzklasse für Haartrockner für Hausgebrauch in der o. g. Produktnorm, die die Anforderungen der Sicherheitsgrundnorm für den Schutz gegen elektrischen Schlag DIN EN 61140 (VDE 0140-1) nicht berücksichtigt.

Bei der gewöhnlichen Benutzung eines Haartrockners im Badezimmer muss mit der Anwesenheit von Wasser, auch Spritzwasser und Kondensat, gerechnet werden. Eine daraus entstehende Gefährdung wird durch ein Warnzeichen am Gerät oder die derzeitige normativ vorgegebene Schutzart IP 20 und Schutzklasse II nicht beseitigt.

Daraus folgt, dass konstruktive und technologische Maßnahmen am Gerät in Wechselwirkung mit den Schutzmaßnahmen der ortsfesten elektrischen Anlage notwendig sind, um die o. g. Gefahren zu beseitigen.

3.3 Normatives Schutzkonzept gegen elektrischen Schlag

Ausgangspunkt für das Schutzkonzept elektrischer Geräte ist die Risikobeurteilung, die die Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der zutreffenden EU-Richtlinien (in Deutschland umgesetzt in ProdSG und 1. ProdSV) berücksichtigt. Bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen sind auch die allgemeinen Erkenntnisse zum Schutz gegen elektrischen Schlag für elektrische Betriebsmittel und Anlagen, die in DIN EN 61140 (VDE 0140-1) beschrieben sind, anzuwenden.

Das Grundprinzip beim Schutz gegen elektrischen Schlag lautet: gefährliche aktive Teile dürfen nicht berührbar sein und berührbare leitfähige Teile dürfen weder unter normalen Bedingungen noch unter Einzelfehlerbedingungen gefährlich aktiv sein.

Daraus wurde das **Konzept des dreistufigen Schutzes** entwickelt:

Der Schutz unter normalen Bedingungen wird durch **Basisschutzvorkehrungen** erreicht. In früheren Jahren wurde dazu der Begriff „Schutz gegen direktes Berühren“ verwendet.

Bei Einzelfehlerbedingungen soll **Fehlerschutz** (früher „Schutz bei indirektem Berühren“) vorgesehen sein.

Alternativ ist eine verstärkte Schutzvorkehrung vorgesehen, die den Schutz sowohl unter normalen Bedingungen als auch unter Einzelfehlerbedingungen realisiert.

In den Fällen, wo Basisschutz oder Fehlerschutz versagen können oder aufgrund der Fehlersituation nicht schützen können, sind **ergänzende Maßnahmen** vorzusehen.

Wichtig ist, dass der Schutz aus mindestens zwei unabhängigen Schutzvorkehrungen bestehen muss oder aus einer verstärkten Schutzvorkehrung, die sowohl Basisschutz als auch Fehlerschutz beinhalten.

Allgemein sind erlaubt:

- Basisisolierung und Schutz durch automatische Abschaltung,
- Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung,
- Basisisolierung und Schutz durch Schutztrennung für die Versorgung eines Betriebsmittels,
- Schutz durch Kleinspannung.

In den Fällen, in denen diese Maßnahmen nicht ausreichen, sind **zusätzliche Schutzmaßnahmen** anzuwenden, z. B. in Anlagen und Räumen besonderer Art nach DIN VDE 0100-701 die Anwendung von RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA.

3.4 Bewertung am Markt erhältlicher Haartrockner

Die Bewertung der gegenwärtig am Markt erhältlichen Haartrockner ergibt Folgendes:

Basisisolierung erfordert die vollständige Bedeckung aller im Normalbetrieb unter Spannung stehende Teile. Sie darf nur durch Anwendung spezieller Hilfsmittel entfernt werden können.

Eine Umhüllung aus isolierendem Material, wie sie bei Haartrocknern für die Verhinderung der direkten Berührung der leitfähigen Teile angewendet wird, deckt teilweise direkt oder in einem erforderlichen Abstand die unter Spannung stehenden Teile ab.

Da die Heizwendel des Haartrockners funktionsbedingt nicht mit einer Isolierung bedeckt ist, liegt hier der Basisschutz durch feste Isolierung nicht vor. Die Sicherheit wird im trockenen Zustand mittels Abstand (Luftisolierung) zwischen der Heizwendel und dem umgebenden Gehäuse gewährleistet. Das Gehäuse ist funktionsbedingt an der Lufteintritts- und -auslassöffnung durchbrochen. Der Zugang zu spannungsführenden Teilen wird durch ein isoliert befestigtes Gitter verhindert. Durch Eindringen von Feuchtigkeit oder Wasser (leitfähige Flüssigkeit) bis zu den spannungsführenden Teilen wird die Luftisolierung überbrückt und der Haartrockner verliert **alle** in ihm rea-

lisierten Schutzmaßnahmen. Bei Berührung des Gerätes im Wasser durch Personen wird ein Fehlerstrom über den menschlichen Körper zum Erdpotential abgeleitet. Die Person erleidet je nach Widerstandswert zum Erdpotential einen mehr oder minder intensiven elektrischen Schlag. Eine **Gleichwertigkeit** der gegenwärtigen konstruktiven Haartrockner-Lösung ist **mit** der Schutzvorkehrung durch **doppelte oder verstärkte Isolierung**, wie alternativ normativ gefordert wird, **bei Wassereinwirkung nicht gegeben**.

Da die Schutzvorkehrung durch doppelte oder verstärkte Isolierung beim Haartrockner bei der Benutzung in der Nähe von leitfähigen Flüssigkeiten und bei dem vernünftigerweise vorhersehbaren Fallen des Gerätes in diese Flüssigkeit versagt, muss der notwendige Schutz des Benutzers durch weitere oder besser geeignete technische Maßnahmen realisiert werden.

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung ohne Anwesenheit von Wasser erreichen die in der Produktnorm DIN EN 60335-2-23 festgelegten Schutzmaßnahmen ihr Schutzziel. Die **Produktnorm** gibt aber **keine technische Lösung** vor, die den Benutzer im kritischen Fall - **Haartrockner im Wasser** - schützt. **Vielmehr wird diese Situation aus den Betrachtungen ausgeschlossen!** Der Benutzer wird durch Warnung in der Betriebsanleitung und einem Piktogramm auf dem Gerät informiert, dass die Benutzung des Haartrockners in der Nähe von Wasser und im Wasser verboten ist. Diese Piktogramme sind meist in Gehäusefarbe schlecht erkenntlich eingepresst.

Der Versuch, die Benutzer der Haartrockner durch die Hinweise in der Betriebsanleitung und Sicherheitszeichen am Gerät vor Gefährdungen zu warnen, erreicht das Ziel nicht, da durch die Einfachheit des Gerätes die Betriebsanleitung erfahrungsgemäß nicht beachtet oder nur flüchtig gelesen wird. Bei der üblichen Größe des Badezimmers und Anwesenheit auch mehrerer Personen ist es nicht auszuschließen, dass ein unbeabsichtigter Kontakt des Haartrockners mit Wasser stattfindet. Die üblichen Längen der Anschlussleitungen von 2 bis 3 m erhöhen die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls.

Die Sicherheitsgrundnorm DIN EN 61140 (VDE 0140-1) fordert im Abschnitt 4.3 schon heute:

„Falls die vorgesehene Verwendung ein erhöhtes Risiko beinhaltet, z. B. für Bereiche mit niederohmiger Verbindung von Personen mit dem Potential der Erde, müssen Technische Komitees die Notwendigkeit in Betracht ziehen, einen zusätzlichen Schutz festzulegen. Solch ein zusätzlicher Schutz darf vorgesehen werden in der Anlage, im System oder im Betriebsmittel.“

ANMERKUNG: In Niederspannungsanlagen und Betriebsmitteln ist die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA als zusätzlicher Schutz gegen elektrischen Schlag anerkannt in Fällen, in denen Basisschutz und/oder Fehlerschutz nicht wirksam sind und/oder im Falle der Sorglosigkeit der Benutzer.“

Auch in der Produktnorm für Haartrockner DIN EN 60335-2-23 (VDE 0700-23), Abschnitt 7.12 wird **empfohlen**, RCD mit dem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA zu installieren. Diese zusätzliche Schutzmaßnahme dient der Erhöhung der Sicherheit.

Die Errichtungsnorm DIN VDE 0100-701 für Räume besonderer Art mit Badewanne oder Dusche fordert, dass die Stromkreise des Badezimmers mit RCD mit Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA bei Neubauten oder einer wesentlichen Veränderung der elektrischen Anlage im Haus ausgestattet werden müssen. Somit wird diese zusätzliche Schutzmaßnahme für den Haartrockner in der elektrischen Anlage des Hauses realisiert. Es existiert aber keine Forderung, die bestehenden elektrischen Anlagen nachzurüsten. Damit ist diese zusätzliche Schutzmaßnahme in vielen Haushalten noch nicht vorhanden.

Sowohl die Anforderungen der Errichtungsnorm als auch der Produktnorm können gegenwärtig die Gefährdung eines elektrischen Schlages mit tödlichem Ausgang, wenn der Haartrockner ins Wasser fällt, nicht vollständig beseitigen. Der notwendige Schutz des Benutzers muss durch weitere oder besser geeignete technische Maßnahmen realisiert werden.

Es gibt seit mehr als 20 Jahren technische Vorschläge (z. B. LAUERER, 1982, LAUERER, 1990), die Lösungen zur Minderung der elektrischen Gefährdung bei der Benutzung des Haartrockners bieten. In den USA ist eine der Lösungen realisiert und stellt den anerkannten Stand der Technik dar (MEMORANDUM CPSC, 2010).

Seit 2002 existiert ein in der deutschen Fachpresse veröffentlichter Vorschlag von Biegelmeier in BACHL et. al. (2002) (siehe Abschnitt 4.7), die Minderung der elektrischen Gefährdung durch Einbeziehung des Schutzleiters in die Schutzmaßnahme des Haartrockners zu erreichen.

Seit 2010 existieren Vorschläge von BAUMHÖFER (2010) (siehe Abschnitt 4.8), LOCHNER (2010) (siehe Abschnitt 4.9) und BÖDECKER (2011), die ebenfalls den Schutzleiter in die Schutzmaßnahme des Haartrockners einbeziehen.

Nach diesen Vorschlägen kann die vom Haartrockner ausgehende elektrische Gefährdung bei nicht bestimmungsgemäßen aber vorhersehbaren Handlungen (z. B. Haartrockner fällt ins Wasser) verringert werden.

Die in der DIN EN 60335-2-23 (VDE 0700-23), Abschnitt 6.1 festgelegte Schutzklasse II für „Haartrockner für Hausgebrauch“ steht diesen Lösungen entgegen. Im gewerblichen Bereich sind Lösungen auf Basis der Schutzklasse I unter Anwendung des Schutzleiters dagegen realisierbar.

Es **muss geprüft werden**, ob eine **normative Vorgabe der Schutzklasse**, die eine Auswahl der Schutzmaßnahmen einschränkt, **zulässig** ist.

3.5 Umsetzung des Schutzes gegen elektrischen Schlag in Elektroanlagen

Wie im Abschnitt 3.4 erwähnt, ist der zusätzliche Schutz der Stromkreise für Badezimmer und Duschräume mit RCD mit Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA bei Neubauten und wesentlicher Veränderung der elektrischen Anlage im Haus durch die Errichtungsnorm DIN VDE 0100-701 für Räume besonderer Art seit 1984 gefordert.

Da die Umsetzung von Errichtungsnormen der Elektrotechnik abhängig von der Entwicklung des Immobilienmarktes (Neubau/Sanierung/Rekonstruktion) ist, kann mit der flächendeckenden Realisierung von neuen Schutzanforderungen erst nach Jahrzehnten gerechnet werden.

Wie aus der Baustatistik für Neubau und rekonstruierte Wohnungen abgeschätzt wurde, ist der zusätzliche Schutz durch RCD wahrscheinlich erst in etwa 50 % der privaten Wohnungen und Badezimmer vorhanden. Bei der eigenen Umfrage (INTERNET-UMFRAGE 2011) wurden 60 % ermittelt. Befragungen einzelner Fachleute ergaben Schätzwerte um 40 %. Diese Schutzmaßnahme ist daher bauseitig nicht ausreichend realisiert.

Es muss darüber hinaus auch weiterhin davon ausgegangen werden, dass in einigen privaten Haushalten noch veraltete 2-polige Leitungen ohne Schutzkontaktsteckdosen existieren, da diese erst um 1970 in den alten Bundesländern und erst ab 1990 in den neuen Bundesländern für neue Installationen nicht mehr zulässig waren.

Bei den nicht mit RCD ausgestatteten Haushalten existieren nur Schraub Sicherungen oder Leitungsschutzschalter. Für das Auslösen dieser Schutzeinrichtungen in der normierten Abschaltzeit sind Ströme im 2- und 3-stelligen Ampere-Bereich erforderlich. Durch diese Schutzeinrichtungen ist bei Berührung eines Gerätes durch Personen im Fehlerfall (z. B. Kurzschluss) kein Schutz gegen elektrischen Schlag gegeben.

Um von der positiven Schutzwirkung von RCD in der elektrischen Anlage schneller zu profitieren, könnten in Steckdosen integrierte RCDs (Kompaktsteckdosen) oder mobile RCDs (Personenschutzzwischenstecker - Portable Residual Current Protective Device Safety (PRCD-S)) sowie in Verlängerungsleitungen integrierte RCDs, die am Markt vorhanden sind, angewendet werden. Diese Möglichkeiten sind in der Bevölkerung zu wenig bekannt.

Jedoch birgt die Schutzmaßnahme RCD mit Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA ein **Restrisiko** (BÖDEKER, 2011; TRIBIUS, 2011).

Ein **RCD verhindert keinen elektrischen Schlag**, wenn sich ein Mensch im Stromkreis befindet, sondern **begrenzt die Dauer des Fließens des Fehlerstroms**. Je höher der Fehlerstrom ist, umso schneller erfolgt die Abschaltung durch RCD. Aber je höher der Strom, desto größer ist auch die Gefährdung der Person.

Auch wenn kein tödlicher Ausgang dem elektrischen Schlag folgt, können physiologische Wirkungen des elektrischen Stroms auf die Person wie z. B. Muskelkontraktionen und Atembeschwerden schon bei Wechselströmen ab 10 mA einsetzen. Da bei

RCD mit Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA der zulässige Toleranzbereich bei der Auslösung nach DIN EN 61008-2-1 (VDE 0664-11) zwischen 15 und 30 mA liegt, können diese Wirkungen zu sekundären Unfällen durch Schreck, Sturz und Schock führen oder die Person wird behindert, den Gefahrenbereich (z. B. Badewanne) zu verlassen.

Diese Restgefährdung kann durch den Einsatz von RCD mit dem Bemessungsdifferenzstrom von 10 mA minimiert werden. Dieser RCD schaltet im Allgemeinen wesentlich schneller. Es können Abschaltzeiten unter 10 ms erreicht werden. Die Wahrscheinlichkeit der elektrischen Durchströmung in der vulnerablen Phase des Herzens wird auf 20 % bis 50 % gegenüber dem RCD mit Bemessungsdifferenzstrom ≤ 30 mA gesenkt.

Da die installationsseitig vorgesehenen Maßnahmen nicht ausreichend sind (Leitungsschutzschalter schaltet nicht immer ab, RCD ist nicht immer vorhanden und weist Restrisiken auf), wäre es sinnvoll, die erforderlichen Schutzmaßnahmen (z. B. RCD mit Bemessungsdifferenzstrom ≤ 10 mA) am Haartrockner zu realisieren. Dieser Weg wurde in den USA für den Haartrockner erfolgreich gegangen.

Außer den handgeführten Haartrocknern gibt es weitere Konstruktionen von Haartrocknern, die in Abschnitten 4.1 bis 4.5 beschrieben sind.

3.6 Schutzkonzepte gegen elektrischen Schlag für Haartrockner in Europa

In verschiedenen Ländern sind weitere Maßnahmen zum Schutz vor elektrischem Schlag vorhanden, die z. B. auch teilweise in den nationalen Anhängen zu HD 60364-7-701 (VDE 0100-701) benannt sind.

Es existieren faktische Verbote zur Installation von Steckdosen in Badezimmern, da die Abstände von zulässig installierten Steckdosen zu Badewannen die Raumabmessungen von Badezimmern in diesen Ländern überschreiten, z. B. in Großbritannien, Irland und Dänemark.

Diese Maßnahme kann jedoch durch Verwendung von Verlängerungsleitungen unwirksam gemacht werden.

Für die Durchsetzung der Forderungen nach sicheren elektrischen Anlagen wurde in Italien 1990 ein Gesetz (LEGGE, 1990) mit der Ausführungsverordnung 1991 (DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA, 1992) erlassen. Danach sollte die Ausrüstung von neuen Elektroanlagen und die Nachrüstung zur Einhaltung der Abschaltbedingungen mit einem RCD ≤ 1 A innerhalb von 3 Jahren erfolgen. Die Kontrolle der Nachrüstung, die durch eine Umfrage in der Zeitschrift „elettrificazione“ (MACCAPANNI, 1997) erfolgte, hat gezeigt, dass seit 1990 nur 28 % der Mietwohnungen und 59 % der Eigentumswohnungen mit einem RCD ausgerüstet waren. Dies zeigt, dass allein durch das Erlassen von Gesetzen die Sicherheitsanforderungen nicht realisiert werden können.

Die Forderung zur Nachrüstung mit RCD mit Bemessungsdifferenzstrom 30 mA erfolgte erst 2008 (DECRETO, 2008).

Als eine mögliche Maßnahme, die wesentlich die Gefährdung des elektrischen Schlags mindert, muss die Anwendung der Kombination von **polarisiertem Stecker** an der Anschlussleitung des Gerätes und **polarisierter Steckdose** in elektrischen Anlagen, wie in einer großen Zahl der Länder Europas (z. B. Großbritannien, Frankreich, Tschechien, Schweiz) vorhanden, genannt werden. Diese Kombination erlaubt, elektrischen Kontakt in der Steckverbindung nur in einer bestimmten Position herzustellen.

Es ist bekannt (z. B. BACHL et. al., 2002) und von der Fachwelt nicht bestritten, dass das elektrische Gefährdungspotential des Haartrockners von der Steckerposition der Anschlussleitung des Gerätes in der Steckdose abhängt. Dies ist durch einpolige Schalter der Geräte, die nur eine der beiden Adern der Anschlussleitung des Gerätes unterbrechen, bedingt. Bei einer Position des Steckers in der Steckdose ist die Phase (L-Leiter, der Spannung führt) durch den Ausschalter unterbrochen und das Gerät ist spannungsfrei, auch wenn der Stecker noch in der Steckdose steckt. Wird der Stecker um 180 Grad gedreht in die Steckdose gesteckt, ist das ausgeschaltete Gerät nicht in Funktion, aber an den Bauteilen im Inneren ist die Netzspannung vorhanden, da die Verbindung zum spannungsführenden Leiter nicht unterbrochen ist.

Es ist sinnvoll, wie in einigen Ländern (z. B. Großbritannien und Zypern) üblich, im polarisierten Stecker des Haartrockners eine **Feinsicherung** als Geräteschutz bei Gerätefehlern anzuordnen. Mit der in der elektrischen Anlage vorhandenen Siche-

nung/Leitungsschutzschalter wird nur ein Leitungsschutz, aber nicht in jedem Fall ein Geräteschutz erzielt.

3.7 Schutzkonzepte gegen elektrischen Schlag an Haartrocknern in den USA

Auf Grund der genaueren Untersuchungen von Unfallursachen in den USA (MEMORANDUM CPSC, 2010) wurde festgestellt, dass den Todesfällen beim Kontakt eines Haartrockners mit Wasser eine besondere Beachtung zu schenken ist. Darauf folgten Festlegungen von Maßnahmen, die zur Erhöhung der Haartrocknersicherheit beigetragen haben. Von ca. 15,7 Todesfällen mit Haartrocknern pro Jahr (1980 - 1986) wurde diese Zahl nach Angaben der CPSC auf derzeit 0,3 pro Jahr abgesenkt.

Dieses Ergebnis wurde durch folgende in UL-Standards geforderten Maßnahmen durchgesetzt:

- Ausstattung der Geräte am Stecker mit gut sichtbaren und haltbaren Schildern, die vor Gefahren warnen und Handlungshinweise geben,
- technische Verbesserungen durch Anwendung der Schutzmaßnahmen „Differenzstrom-Schalter GFCI“ (entspricht RCD) im Stecker (ALCI-Haartrockner) und sowohl GFCI als auch „Eintauch-Sonde“ im IDCI-Haartrockner, sowie dem
- Prüfverfahren „Wassertest“ für Haartrockner. Diese Prüfung bestehen die Geräte nur dann, wenn der Ableitstrom 5 mA nicht übersteigt. Daraus resultiert die Forderung zur Anwendung von RCD im Stecker mit dem Bemessungsdifferenzstrom von 6 mA für die ALCI- und IDCI-Geräte.

Der Vorteil der Strategie, die Sicherheitsmaßnahmen direkt mit dem Gerät zu verbinden, liegt in der kürzeren Umsetzungsfrist und der Wirksamkeit der Maßnahme, da die übliche Lebensdauer von „Hand-Haartrocknern“ zwischen 4 und 7 Jahren liegt. Sicherheitsmaßnahmen der festen Installation benötigen bis zur flächendeckenden Umsetzung eine mindestens 7-mal höhere Zeitdauer (BAUGENEHMIGUNGEN, 2010).

Ein weiterer Vorteil ist, dass der Benutzer die Wirksamkeit der Sicherheitsmaßnahme unmittelbar bei der Anwendung feststellen und diese leicht testen kann.

Seit dem 28.07.2011 ist der „Hand-Haartrockner“ in die Liste substantiell gefährlicher Produkte eingetragen und darf ohne die geforderten Schutzmaßnahmen nicht produziert und auf den Markt gebracht werden (siehe Abschnitt 2.3).

4 Ermittlung und Bewertung der verfügbaren sicherheitstechnischen Lösungen („Stand der Wissenschaft und Technik“)

4.1 Handgeführter Haartrockner (auch mit Ionentechnologie)

Der Haartrockner, auch Föhn oder Luftdusche genannt, ist ein elektrisches Gerät, das zum Trocknen nasser Haare bestimmt ist. Sein überwiegender Einsatzort ist das Badezimmer.

Für den häuslichen Gebrauch stehen Haartrockner mit unterschiedlichen Aufsätzen und in verschiedenen Leistungsklassen mit Leistungen von 400 Watt bis 2400 Watt zur Verfügung. Als eine besondere Art ist der Ionenföhn (seit 2000) anzusehen. Durch Erzeugung von Hochspannung im Gerät wird zusätzlich eine Ionisierung des Luftstroms erzeugt, die die Elektrisierung der Haare verhindert. Die hierzu erzeugte Spannung kann bis 5000 Volt betragen.

Beim bestimmungsgemäßen Gebrauch in trockenen Räumen sind die in der Produktnorm DIN EN 60335-2-23 festgelegten Schutzmaßnahmen wirksam.

Beim gewöhnlichen Gebrauch des Haartrockners im Badezimmer besteht auf Grund der langen Anschlussleitung die Möglichkeit des unmittelbaren Kontakts des Haartrockners mit Wasser. Damit entsteht die erhebliche Gefahr des elektrischen Schlags für den Benutzer und Dritte, weil durch das Eindringen von Wasser die normativen Schutzmaßnahmen unwirksam werden.

Da derzeit die Ausführung des Haartrockners für den Hausgebrauch durch die Produktnorm in der Schutzklasse I nicht vorgesehen ist, kann der Schutzleiter für die Bildung einer eigenen Schutzmaßnahme im Gerät nicht verwendet werden.

Dem möglichen Eindringen von Wasser und seinen Folgen wird in der Produktnorm nur mit einem Warnhinweis begegnet. Damit wird die Anforderung des ProdSG § 3 (2), dass ein Produkt „[...] nur auf dem Markt bereitgestellt werden [darf], wenn es bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährdet.“

bei der Gefährdungsbeurteilung **nicht** berücksichtigt.

Eine erhöhte Gefährdung besteht in Immobilien mit elektrischen Anlagen, die nicht mit einem RCD aus- oder nachgerüstet sind.

Der Haartrockner besitzt auf Grund seiner technischen Konstruktion eine Schutzart, die nur bedingt ihre Schutzfunktion erfüllt.

Gemäß dem ProdSG und den bekannten Todesfällen bei der Benutzung des Haartrockners ist dieser als ein gefahrbehaftetes Produkt anzusehen.

4.2 Haartrockner mit „Tot-Mann-Taster“

Der Haartrockner mit Tot-Mann-Taster entspricht hinsichtlich der elektrischen Wirkungsweise und Gefährdung dem handgeführten Haartrockner in trockener Umgebung. Verbesserte Schutzwirkung gegenüber diesem wird dadurch erreicht, dass ein so genannter Tot-Mann-Taster beim Benutzen des Haartrockners gedrückt werden muss, der eine Abschaltung bewirkt, sobald der Benutzer diesen Knopf nicht mehr drückt. Seine Anwendung bietet einen verbesserten Brandschutz. Hinsichtlich der elektrischen Gefährdung, besonders bei Einwirkung von Feuchtigkeit oder Flüssigkeiten, bleibt die Gefahr des tödlichen elektrischen Schlags bestehen.

Bei der Benutzung dieses Haartrockners wird eine leichte Bewegungseinschränkung durch die Bedienung des Tot-Mann-Tasters festgestellt. Wenngleich vielfach in Hotels und Badeanstalten angewendet, hat er sich im häuslichen Gebrauch auf Grund der gewöhnungsbedürftigen Handhabbarkeit nicht durchgesetzt.

4.3 Wandbefestigte Haartrockner mit Festanschluss

Hier gibt es 3 Varianten, die unterschiedlich zu bewerten sind.

Wandgeräte mit direkter Luftausströmung (öffentliche Bäder):

Dieses Gerät kann bei ordnungsgemäßer Wandmontage (ausreichender Abstand zu Wasserquellen) und normalem Verhalten der Benutzer oder Dritter nicht in Kontakt mit Wasser kommen.

Er ist sicher, wird aber für den häuslichen Gebrauch nicht angewendet.

Wandgeräte mit Luftschlauch:

Auch dieses Gerät kann bei ordnungsgemäßer Wandmontage (ausreichender Abstand zu Wasserquellen) und korrektem Verhalten nicht in Kontakt mit Wasser kommen.

Er ist sicher, wird aber für den häuslichen Gebrauch nicht angewendet.

Wandhalterung mit Haartrockner (teilweise in Hotels):

Die Anschlussleitung dieses Geräts ist mit der Hausinstallation fest verbunden (kein Stecker). Je nach baulichen Bedingungen der Räumlichkeit **und** der Länge der Anschlussleitung des Haartrockners kann ein Kontakt mit Wasser entstehen. Die Gefährdungen bestehen dann wie beim handgeführten Haartrockner.

Bedingungsabhängig ist dieses Gerät nicht sicher.

4.4 Haartrockner bei der Anwendung der Schutzmaßnahme Schutztrennung

Die Schutzwirkung gegenüber der normalen Einspeisung wird durch den Trenntrafo bewirkt, der die galvanische Trennung vom Versorgungsnetz gewährleistet.

Die Maßnahme Schutztrennung wird grundsätzlich dadurch eingeschränkt, dass nur ein Gerät pro Stromkreis betrieben werden darf. Eine Anwendung im Badezimmer ist daher bei gleichzeitiger Erfüllung der Ausstattungsnorm mit mehreren Steckdosen (RAL-RG 678, 2011) kaum möglich. Für jeden Stromkreis wäre dann in der Verteilung ein getrennter Transformator nötig. Beim Energiebedarf von Haartrocknern mit über 2000 W sowie von Waschmaschinen und Wäschetrocknern bis 3000 W hätte jeder dieser Trafos Ausmaße von ca. 20 cm x 20 cm x 20 cm und eine Masse von um die 20 kg. Neben den erheblichen Kosten erfordert dies eine Verteilungsgröße, die weder in einer Wohnung noch in einem privaten Haus praktikabel wäre.

Bei Vorhandensein von Wasser erfolgt meist ein mehrfacher Kontakt des Stromkreises mit Wasser, wodurch die Schutzmaßnahme unwirksam wird.

Die Anwendung dieser Schutzmaßnahme für leistungsstarke Geräte ist unwirtschaftlich.

4.5 Haartrockner bei der Anwendung von Schutzkleinspannung

Die Schutzwirkung besteht darin, dass die Spannung auf ungefährliche niedrige Werte begrenzt wird.

Durch die geringere Spannung auf der Lastseite des Trafo beim genannten Energiebedarf von 2000 W bis 3500 W wären wesentlich höhere Ströme bis 80 A für die Versorgung des Haartrockners erforderlich, was zu Problemen bei der Absicherung und den benötigten Kabelquerschnitten führt. Die erforderliche Zuleitung zum Haartrockner hätte dann einen Durchmesser von mehreren Zentimetern mit einem der Länge entsprechenden hohen Gewicht und wäre als mobiler Anschluss nicht mehr bedienbar.

Die Anwendung der Schutzmaßnahme ist obwohl sicher, unwirtschaftlich.

4.6 Bewertung Veröffentlichungen Lauerer

Von Lauerer liegen mehrere Veröffentlichungen zum Thema Erhöhung der Sicherheit am Haartrockner im Zeitraum 1958 - 1998 und viele Patente vor, die gegenwärtig alle offengelegt sind (z. B. LAUERER, 1972; LAUERER, 1982; LAUERER, 1990). Für die Bewertung wurden diese Patente und seine Veröffentlichungen analysiert.

Den von ihm beschriebenen technischen Lösungen liegen 2 Hauptgedanken zu Grunde:

- Absenkung der Berührungsspannung am Haartrockner bei Wassereinwirkung durch konstruktive Maßnahmen,
- schnelle Abschaltung oder Umschaltung des Haartrockners bei Wassereinwirkung durch eine dem Gerät zugeordnete Schutzeinrichtung, die er dafür entwickelt hat.

Er geht gemäß den Zielen seiner Erfindungen grundsätzlich davon aus, dass im Stromkreis der Anlage ein RCD vorhanden und entsprechend der Gerätenorm kein Schutzleiter im Anschlusskabel vorhanden ist.

Aus beiden Grundideen entstanden weitere Varianten. Einige Lösungen sind nicht konsequent zu Ende geführt worden (z. B. erreicht die abgesenkte Berührungsspannung bei Wassereinwirkung nicht die für Menschen ungefährlichen Werte). Die anderen Lösungen bergen einen hohen, nicht abschätzbaren Kostenaufwand in sich, da die notwendige Wasserdichtheit und dauerhafte Funktionssicherheit von Bauelementen nicht betrachtet wurde.

Der mögliche Erfolg der Vorschläge von Lauerer ist theoretisch, da keine überzeugenden Versuchsergebnisse vorgelegt wurden.

Es muss anerkannt werden, dass seine Lösungen möglicherweise eine Verbesserung des Haartrocknerschutzes beim Kontakt mit Wasser darstellen, aber sie erreichen nicht in jedem Fall das erforderliche Schutzziel. Durch die gegenwärtige Verfügbarkeit des RCD mit dem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 10 mA als transportables Sicherheitsgerät sind seine Lösungen überholt.

Sein Grundgedanke, die Schutzmaßnahmen am Gerät zu verbessern, sollte aus fachlicher Sicht der Autoren weiter verfolgt werden.

4.7 Bewertung Veröffentlichungen Biegelmeier

In der Veröffentlichung "Der Tod in der Badewanne" (BACHL et. al., 2002) analysiert und beschreibt Biegelmeier Vorgänge beim Unfall mit einem Haartrockner und daraus resultierende Denkansätze.

Bei der Risikoanalyse des Unfalls wird von einer ganzheitlichen Betrachtung der Situation ausgegangen. Die Ursachen des Unfalls können sowohl im mobilen elektrischen Gerät (Haartrockner), in der existierenden elektrischen Anlage und im Verhalten der Benutzer liegen. Dabei wird hervorgehoben, dass Schritte zu einer höheren Sicherheit in allen drei dieser Ursachen von Unfällen angesetzt werden müssen.

Durch die Untersuchungen wurde festgestellt, dass

- der Körperwiderstand eines Menschen im Wasser nur ca. 50 Ohm aufweist. Dadurch sind auch bei geringen Berührungsspannungen wesentlich höhere Ströme als im trockenen Zustand bei einer Körperdurchströmung möglich.
- die Position des Steckers in der Steckdose ein wesentlicher Faktor bei der Bewertung der Gefährdung des elektrischen Schlages ist.
- die Schutzmaßnahme „Schutzisolierung“ des Haartrockners beim Kontakt mit Wasser nachteilig ist.
- der Einbau von über einen **Schutzleiter** geerdeten Teilen **im Inneren des Gerätes verhindern könnten**, das gefährliche Berührungsspannungen in der Badewanne auftreten.

Diese Erkenntnis blieb aber theoretisch. Es wurden keine Versuche und Ergebnisse mit der Umsetzung dieser Erkenntnis bekannt.

4.8 Bewertung Veröffentlichung von Baumhöfer

Am 25.02.2010 stellte BAUMHÖFER (2010) seinen Vorschlag im Internet auf den Seiten www.diesteckdose.net („Eine unendliche Geschichte, Haartrockner in der Badewanne“) ein.

Unter Nutzung der Anwendungsmöglichkeit von zusätzlichem mobilen RCD und der Anwendung des Schutzleiters (Einbringung in den Haartrockner) beschreibt er seine Lösung:

„Der **dritte Leiter** wird als **Schutzleiter PE eingeführt**, der Stecker wird also als 3-polig erweitert. Das Ende dieses Leiters wird blank ins Wasser getaucht. Durch diese Maßnahme wird die erforderliche Differenzstromstärke erreicht. Der Schutzschalter löst sofort aus!“

Mit dieser Lösung wird der erforderliche Schutz verbessert. Sie ist letztendlich eine praktische Umsetzung des Denkansatzes von BACHL et. al. (2002).

Die vorgeschlagene konstruktive Gestaltung beseitigt aber nicht vollständig die Gefährdung durch elektrischen Schlag, da nicht garantiert ist, dass der eingeführte Schutzleiter immer als Erstes vom Wasser berührt wird.

4.9 Bewertung Veröffentlichung Friese, Lochner

Eingehend auf den Lösungsvorschlag von BAUMHÖFER (2010) wurde von LOCHNER (2010) sowie FRIESE und LOCHNER (2010) eine praktische Lösung für einen Haartrockner mit Sicherheitsfunktion vorgeschlagen. Dabei wurde eine Idee von BÖDEKER, die im Internet-Forum www.diesteckdose.net und in BÖDEKER (2011) veröffentlicht wurde, aufgegriffen. Es wurde ein am Schutzleiter angeschlossener Schutzschirm entwickelt. Dieser umschließt alle leitfähigen Teile des Haartrockners. Weiterhin wurden die Gefährdungen im Badezimmer unter der Wechselwirkung der Schutzmaßnahmen im Haartrockner und der elektrischen Anlage berücksichtigt. Die konstruktive Lösung wurde erprobt und in FRIESE et. al. (2011) bekanntgegeben.

Der nachgestellte Fehlerfall (Haartrockner mit eingebautem leitfähigen Schutzschirm, der mit dem Schutzleiter verbunden ist, fällt in die Badewanne) ergab keine Gefährdung durch elektrischen Schlag, wenn der Anschluss an einer Schutzkontaktsteckdose erfolgt. Diese Aussage bleibt auch dann erhalten, wenn **kein RCD** im Badezimmer-Stromkreis installiert ist.

Damit wurde nachgewiesen, dass mit einfachen Mitteln und unkomplizierten konstruktiven Änderungen (**Schutzschirm, Schutzleiter** und **Schukostecker**) ein sicherer Haartrockner entstehen kann.

Lediglich bei nicht vorhandener Schutzkontaktsteckdose oder Versagen der Schutzleiterfunktion, was die Unwirksamkeit der Schutzfunktion bei allen elektrischen Geräten der Schutzklasse I nach sich zieht, ist die Sicherheit nicht mehr gegeben. Für

diesen Fall ist, wie die aktuellen Normen fordern, ein **RCD als zusätzlicher Schutz** erforderlich.

5 Ableitung von Lösungsvorschlägen

Ein Haartrockner mit Sicherheitsfunktion muss die Bestimmungen des ProdSG erfüllen:

§ 3 (2)

„Ein Produkt darf [...] nur auf dem Markt bereitgestellt werden, wenn es bei bestimmungsgemäßer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und Gesundheit von Personen nicht gefährdet.“

und

§ 3 (2) Ziff. 4

„[...] es [...] sind insbesondere zu berücksichtigen: [...] die Gruppen von Verwendern, die bei der Verwendung des Produkts stärker gefährdet sind als andere.“

Ein Haartrockner, der dem Verbraucher zur Verfügung gestellt wird, muss diese Anforderungen erfüllen.

Von den zurzeit im Handel angebotenen technischen Lösungen erfüllen nur Haartrockner als Wandgeräte mit direkter Luftausströmung, Wandgeräte mit Luftschlauch und Haartrockner mit Schutzkleinspannung diese Anforderungen. Diese Lösungen sind aber für den häuslichen Gebrauch wenig praktikabel.

Die von FRIESE et. al. (2010) beschriebene Lösung für den sicheren Haartrockner basiert auf den gegenwärtig üblichen Modellen der Haartrockner (handgeführter Haartrockner) und erfüllt beide oben genannten Anforderungen des ProdSG.

Ein **elektrisch leitfähiger Schutzschirm** wird in das bisherige Haartrocknergehäuse eingebracht. Dadurch wird die Schutzvorkehrung gegen elektrischen Schlag "doppelte oder verstärkte Isolierung" ergänzt. Zusätzlich muss der Schutzschirm an den bereitzustellenden **Schutzleiter** angeschlossen werden. Bei Einwirkung von Wasser wird der Fehlerstromkreis über den Schutzschirm und den Schutzleiter geschlossen. Die Berührungsspannung wird dadurch auf ein für den Menschen ungefährliches Potential gesenkt. Der Betroffene kann gefahrlos reagieren, z. B. den Haartrockner aus dem Wasser entfernen. Es entsteht ein Gerät mit Schutzleiter und isolierendem Gehäuse. Die Anforderungen hinsichtlich Basisschutz und Fehlerschutz sind erfüllt.

Beim Versagen des Schutzleiters (z. B. Leiterbruch in der Anschlussleitung) wird die Schutzfunktion des Schutzschirms aufgehoben. Dieser Fehler muss durch einen dem Gerät zugeordneten **RCD** beherrscht werden.

Die technische Lösung mit Schutzschirm-Schutzleiter erfüllt das Schutzziel „Schutz vor elektrischem Schlag“ in vollem Umfang unter folgenden Bedingungen:

- ein leitfähiger Schutzschirm muss innerhalb des Haartrockner-Gehäuses angebracht sein, alle spannungsführenden Teile umschließen und zuverlässig mit dem in der Anschlussleitung mitzuführenden Schutzleiter verbunden sein,
- der Schutzschirm muss von einem nicht leitfähigem Gehäuse umhüllt sein,
- um den Fall „Bruch des Schutzleiters“ beherrschen zu können, muss dem Haartrockner außerhalb des Gerätes - vorzugsweise im Stecker - ein RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom ≤ 10 mA zugeordnet werden.

Die Ausführung mit Schutzschirm, Schutzleiter und RCD ist eine verbesserte Variante gegenüber den amerikanischen Haartrocknern mit ALCI- oder IDCI-System, da der Anwender durch die Mitführung des Schutzleiters vom Fehlerstromkreis ausgeschlossen ist. Damit wird im Fehlerfall (Eindringen von Wasser) der Fehlerstrom innerhalb des Gerätes abgeleitet.

Die Schutzwirkung dieser technischen Lösung ist unabhängig:

- vom Vorhandensein/Abschalten des RCD der Anlage,
- von der Erdung der Badewanne,
- vom Verhalten der Person.

Diese technische Lösung ist offengelegt, sie ist mit einfachen Mitteln realisierbar und erfüllt in vollem Umfang die Anforderungen des ProdSG.

Die Schutzwirkung ist auch in Altanlagen mit sogenannter "klassischer" Nullung wirksam.

Bei Ausstattung des Steckers des Haartrockners mit einer **Feinsicherung** wird die Schutzwirkung zusätzlich erhöht, da bei einem Fehler zwischen den elektrischen Leitern oder Überlast eine schnellere Abschaltung des Gerätes erfolgt als durch das Auslösen der Sicherung der Installationsanlage des Hauses.

Wie im Abschnitt 3.6 beschrieben, wird bei der Verwendung der Kombination polarisierter Steckdose/Stecker das Risiko eines elektrischen Schlages sinken. Das ist nicht nur für den handgeführten Haartrockner gültig, sondern für alle ortsveränderlichen Geräte, die einpolig abgeschaltet werden. Deshalb sollte auch diese Möglichkeit der Gefahrensenkung hinsichtlich des elektrischen Schlages nochmals zur Diskussion gestellt werden.

Ein Einstieg in diese Maßnahmen wäre möglich, wenn einerseits ein Angebotsmarkt für dieses Produkt zur freiwilligen Nachrüstbarkeit geschaffen und andererseits für Neuerrichtungen bzw. Sanierungen für Badezimmer, öffentliche Einrichtungen und Räume und Bereiche besonderer Art die Anwendung dieser polarisierten Steckdosen gefordert wird.

Da die Schukostecker (CEE 7/4) der in Deutschland erhältlichen Geräte mittlerweile in hoher Anzahl vorhanden und kompatibel zu Steckdosen anderer Länder (z. B. Frankreich, Tschechien) sind, wäre aus dieser Sicht die **Installation gepolter Steckdosen** kein Problem.

6 Schlussfolgerungen

Aus den vorgenommenen Betrachtungen und Untersuchungen ergibt sich, dass in Deutschland grundsätzlich ein hohes Niveau der Sicherheit von elektrischen Geräten im Vergleich zu vielen anderen Ländern gegeben ist.

Da trotzdem immer noch eine erhebliche Anzahl von Elektrounfällen vorkommt, wovon auch viele tödlich enden, muss dem Einsatz und der Entwicklung verbesserter Geräte, der Anpassung elektrischer Anlagen als auch der besseren Aufklärung der Benutzer über die Gefahren des elektrischen Stromes und deren Vermeidung ein hohes Maß an Bedeutung beigemessen werden.

Es wird empfohlen zu prüfen:

- inwieweit bei den derzeit vorhandenen Haartrocknern die Erteilung von Sicherheitszeichen (GS) unter den dargelegten Umständen rechtlich zulässig ist,
- inwieweit eine Kombination von Maßnahmen zuzulassen ist, die im Abschnitt 5 beschrieben ist,
- inwieweit der Gesetzgeber entsprechend dem Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem DIN Deutsches Institut für Normung e. V. die zuständigen Stellen auffordert, die Produktnorm für Haartrockner, gegebenenfalls vorerst auf nationaler Ebene, an die ProdSG-Anforderungen anzupassen. Auch international soll versucht werden, mit den zuständigen Stellen eine Übereinstimmung zu erzielen, da hier eine grundsätzliche Fehlbeurteilung der Gefahrensituation vorliegt und der Haartrockner ein europäisches Handelsprodukt ist.

Nach Auffassung der Gutachter sollten dabei folgende Probleme geklärt und von den zuständigen Stellen behandelt werden:

- welche Berührungsspannung bei unbedecktem Körper im Badewasser zulässig ist, damit ein Maßstab für die Entwicklung und den Einsatz zusätzlicher Schutzmaßnahmen (wie dem Schutzschirm) gesetzt wird,
- welcher Strom in mA bei einer Person beliebigen Alters bei Kontakt mit leitfähigen Flüssigkeiten zulässig ist und wie lange diese Einwirkung dauern darf, ohne dass eine Gefährdung eintritt,
- inwieweit die Forderung zu Abschaltzeiten bei RCDs z. B. 50 ms für Anlagen und Räume besonderer Art nach VDE 0100 Gruppe 700 erhoben werden kann. Zurzeit sind nur die allgemeinen Abschaltzeiten bei Schutz vor elektrischem Schlag 200 ms im TT-Netz oder 400 ms im TN-Netz nach VDE 0100-410:2007-06 gefordert,
- welche möglicherweise neue Kennzeichnung der Schutzmaßnahme an Haartrocknern möglich oder erforderlich ist,

- ob die in Steckdosen einbaufähigen RCDs mit dem Auslösestrom von 30 mA weiterhin normativ als eine Möglichkeit der Nachrüstung in Steckdosen im TN-C Netz bei fehlendem RCD in der festen elektrischen Anlage als Übergangslösung längerfristig zulässig bleiben können (Anpassungsforderungen nach VDE sind abgelaufen: alte Bundesländer 1973, neue Bundesländer 2002),
- wie durch geeignete Maßnahmen der Öffentlichkeit die Vorteile des polarisierten Steckdosensystems gegenüber dem jetzigen deutschen Schutzkontaktsystem erklärt werden können, damit ein Markt im privaten und gewerblichen Bereich vorerst für besondere Räume entwickelt werden kann,
- wie die Anwendung von polarisierten Steckdosen umgesetzt werden kann (Umsetzung der europäischen Handelsfreiheit durch Angebot auf dem deutschen Markt),
- ob durch die Vergabe eines besonderen Zeichens „Sicherer Haartrockner“ (ähnlich wie z. B. „Blauer Engel“) die Einführung am Markt begünstigt werden kann.

Durch diese Maßnahmen sollte es grundsätzlich möglich werden, dass die Elektrounfälle mit Haartrocknern künftig der Vergangenheit angehören. Auch die Brandgefährdung kann dadurch gesenkt werden. Den Haartrockner als ein Instrument für strafbewährte Handlungen wird es dann nicht mehr geben.

Nach Ansicht der Autoren können folgende Maßnahmen, die zur Erhöhung der Sicherheit von Personen bei der Benutzung von Haartrocknern führen, mit geringem Aufwand praktisch umgesetzt werden:

Sofort umsetzbar wäre ein vorläufiges Aussetzen der Erteilung des Sicherheitskennzeichens (GS-Zeichen) für handgehaltene Haartrockner durch einen freiwilligen Verzicht der Prüfinstitute und Prüforganisationen dieses zu vergeben, wenn diese nicht über Schutzmaßnahmen gegen elektrische, mehrfache Fehler (insbesondere beim Kontakt mit Wasser bzw. leitfähigen Flüssigkeiten) verfügen.

Sofort umsetzbar wäre die bessere Information der Bevölkerung über die Gefahren, die bei der Benutzung von elektrotechnischen Geräten in der Nähe von Wasser entstehen, mittels eines gut sichtbaren Warnschildes am Kabel in der Nähe des Steckers. Dies hat sich in den USA seit mehr als 20 Jahren bewährt. Dieses Mittel wird bereits von einigen Herstellern bei der Kennzeichnung ihrer Produkte auch in Deutschland angewendet. Diese Maßnahme ist kurzfristig durch die Hersteller bei freiwilliger Ausführung ohne Anordnung realisierbar.

Ohne größere wirtschaftliche Auswirkung wäre die Empfehlung sofort umsetzbar, als zulässiger Grenzwert für Räume und Anlagen besonderer Art Abschaltzeiten für RCD bei Auslösung mit Bemessungsdifferenzstrom kürzer als 50 ms gelten zu lassen.

Dazu müssen lediglich die entsprechenden Prüfer und Fachkräfte über die Prüforganisationen, den VdS oder den ZVEH informiert und geschult werden. Grundlage für diese sofortige Umsetzbarkeit bietet die im Gutachten betrachteten Restgefährdungen der RCD. Auf der Basis dieser Gefährdungsanalyse muss nach der Betriebsi-

cherheitsverordnung jeder Prüfer diesen Vorschlag sofort umsetzen, wenn er sich der Auswirkungen bewusst wird, da Gefahr im Verzug besteht.

Praktische Erfahrungen zeigen, dass im Allgemeinen bei kontinuierlicher Prüfung der Elektroanlagen ca. 80 % der RCDs die 50 ms Abschaltzeit einhalten und nur Bäder betroffen sind. Deswegen wird sich die kurzfristig auftretende erhöhte Wechselrate für RCDs in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen halten.

Ebenfalls sofort umsetzbar ist die gezielte Information, zum Beispiel durch die Stiftung Warentest, durch das Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) oder das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), zum Einsatz von mobilen Personenschutzzwischensteckern mit Bemessungsdifferenzstrom 30 mA und vorwiegend 10 mA in den Badezimmern als vorübergehende Schutzmaßnahme in elektrischen Hausanlagen ohne RCDs oder als Ergänzung zum schon installierten RCD in der elektrischen Hausanlage.

Gleichzeitig kann über diesen Weg die Aufklärung der Bevölkerung zum regelmäßigen halbjährlichen Test der RCD in der Elektroanlage erfolgen. Dazu können z. B. auch instruktiv methodische Verfahren genutzt werden, um Kindern in Schulen die dort vorhandenen RCDs zu zeigen und mit diesen gemeinsam zu testen, damit bereits die Kinder ein Sicherheitsbewusstsein entwickeln und somit auch die Eltern zu Hause sensibilisieren.

Sofort umsetzbar ist auch die unmittelbare Einflussnahme auf die Themen der Arbeitsschutzbelehrungen in den Einrichtungen, wo Arbeitnehmer beschäftigt werden. Die DGUV könnte durch Ihre Empfehlungen hierbei einen Beitrag leisten. Dabei kann von der Anwendung der privaten Elektrogeräte (z. B. Haartrockner im Umkleideraum) in der Firma bis zum Test des RCD, das in der Installation der Einrichtung vorhanden ist, und die Übertragung dieser Handlungsweisen nach Hause diskutiert werden.

Sofort umsetzbar wäre ebenfalls die Forderung des Einsatzes der polarisierten Steckdosen für Anlagen und Räume besonderer Art. Dies erfordert lediglich eine Empfehlung über das Bundeswirtschafts- und Bundesinnenministerium an die entsprechenden Ministerien der Länder mit dem Hinweis und der Empfehlung zur Ausschreibung und zum Einsatz dieser Steckdosen in Anlagen und Räumen besonderer Art als Ergänzung des Baurechts.

Durch den ZVEH, den VDE oder VdS kann dieses dann hinsichtlich der Festlegung der Reihenfolge der Anschlüsse oder einer vorläufigen Empfehlung zu den Anschlüssen unterstützt werden.

Für die kurzfristige Umsetzung der o. g. Empfehlungen und Sofortmaßnahmen ist es notwendig, die Zusammenarbeit der Ministerien, Anstalten des öffentlichen Rechts und weiteren auch privatrechtlichen Organisationen zu organisieren. Auf Grund der Komplexität der Lösungsansätze zur Erhöhung der Elektrosicherheit sollen Ministerien des Bundes und der Länder, die für folgende Bereiche zuständig sind:

- Arbeit und Soziales,
- Wirtschaft und Technologie,
- Bauwesen,
- Gesundheit,
- Verbraucherschutz,
- Familie, Senioren, Frauen und Jugend,

- Bildung und Forschung

sowie private Organisationen und Stiftungen wie

- Stiftung Warentest,
- VDE - Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
- DIN - Deutsches Institut für Normung e.V.
- DKE - Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE,
- DGUV - Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
- Prüforganisationen wie z. B. TÜV, LGA, KEMA, DEKRA, TOSS,
- ZVEH - Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke mit den angeschlossenen Elektroinnungen,
- ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. mit den betroffenen Herstellern für Haartrockner, Steckdosen und RCDs
- GDV - Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft mit der VdS Schadenverhütung GmbH und insbesondere den dort zertifizierten Elektro-Sachverständigen

einbezogen werden.

Abkürzungsverzeichnis

CPSC	Consumer Product Safety Commission Verbraucherschutzorganisation in den USA
CE	CE-Zeichen (früher EC = Europäisches Konformitätszeichen) Der Hersteller/Inverkehrbringer erklärt eigenständig, die Sicherheitsanforderungen der europäischen Union zu erfüllen.
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DIN	Deutsches Institut für Normung Erstellt und veröffentlicht Standards als freiwillige Verpflichtung
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informations- technik im DIN und VDE
Eurostat	Statistisches Amt der europäischen Union (Sitz: Luxemburg)
GBE	Gesundheitsberichterstattung (Deutschland)
GFCI	Ground Fault Circuit Interrupter Amerikanische Bezeichnung für Fehlerstromschutzeinrichtung
GS	„Geprüfte Sicherheit“ Als Prüfzeichen von einer anerkannten Prüfstelle vergeben
HES	Haupterdungsschiene Zentraler Anschlusspunkt des Potentialausgleichs
ICD	Internationale Klassifikation zur einheitlichen Darstellung von Daten in einer Datenbank
IP	International Protection (DIN EN 60529; VDE 0470-1) Schutzart, die in Graduierungen die systematische Ordnung von Gehäusen angibt, z. B. IP 20 Ziffer: Grad für Berührungs- und Fremdkörperschutz) Ziffer: Grad für den Wasserschutz)
NFPA	National Fire Protection Association Nationale Feuerschutzvereinigung in den USA
OECD	Organisation for Economic and Development Organisation für Zusammenarbeit und Entwicklung
OSHA	Occupational Safety and Health Administration Arbeitsschutzbehörde in den USA
PA	Potentialausgleich

RCD	Residual Current operated Device Englische Bezeichnung für Fehlerstromschutzeinrichtung
SK	Schutzklasse (DIN EN 61140; VDE 0140-1) Ordnet elektrische Geräte nach Schutzmaßnahmen in 4 Klassen (SK 0; SK I; SK II; SK III)
UL	Underwriters Laboratories US amerikanische unabhängige Organisation zur Prüfung und Zertifizierung von Produkten
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VdS	Verband der Sachversicherer (Deutschland)
WHO	World Health Organisation Weltgesundheitsorganisation
ZVEH	Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechni- schen Handwerke mit den angeschlossenen Elektroinnungen
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Literaturverzeichnis

Altmann, S.; Jühling, J.; Kieback, K.; Zürneck, H.: Elektrounfälle in Deutschland. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung Fb 941 Dortmund/Berlin 2002

Altmann, S.: Sicherheits und Unfallforschung - Teil 1: Erfassung und Analyse ausgewählter Elektrounfälle in der ehemaligen DDR und den neuen Bundesländern; Deutsche Telekom; Hochschule für Telekommunikation, Leipzig, Eigene Publikationen 1963 - 2005

Bachl, H.; Biegelmeier, G.; Taubenkorb, F.: Der Tod in der Badewanne (1). Ereignisanalysen von Stromunfällen und neue Denkansätze, de 23 (2002), 39-42

Bachl, H.; Biegelmeier, G.; Taubenkorb, F.: Der Tod in der Badewanne (2). Ereignisanalysen von Stromunfällen und neue Denkansätze, de 24 (2002), 51-53

Baumhöfer, K.: Überleben trotz Föhn in der Badewanne. 17.03.2010.FH Dortmund, <http://www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/3/personen/ehem/baumhoefer/lehre/foen.php>

Baugenehmigungen und -Fertigstellungen neu errichteter Wohnungen in Deutschland, Quelle: Statistisches Bundesamt, BFW-Research 2010

Bockhold, B.; Schneider, V.: Death by electrocution on bathtub. **БИОМЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ Medline.ru**. ТОМ 4, СТ. X (с. X) // Апрель, 2003; <http://www.medline.ru/public/sudm/a2/art3-2-2.phtml>

Bödeker, K.: "Sicherer Haartrockner - auch in der Badwanne"; Elektropraktiker 6/2011; S.482 ff.

Bonte, W.; Sprung, R.; Huckenbeck, W.: Probleme bei der Beurteilung von Stromtodesfällen in der Badewanne, Z Rechtsmedizin 97 (1986), 7-19

Decreto del Presidente della Repubblica n° 447 del 06/12/1991: Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti), Gazzetta Ufficiale Italiana n° 38 del 15/02/1992; http://www.provincia.fe.it/calore_pulito/Normativa/DPRn.447del6Dicembre1991.pdf

Decreto 22 gennaio 2008, n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a della Legge n. 248, del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici., Gazzetta Ufficiale Italiana n° 61 del 12-3-2008); <http://gazzette.comune.jesi.an.it/2008/61/1.htm>

DIN EN 60335-1; **VDE 0700-1:2012-10:** Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60335-1:2010, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60335-1:2012

DIN EN 60335-2-23; **VDE 0700-23**:2011-04: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-23: Besondere Anforderungen für Geräte zur Behandlung von Haut oder Haar (IEC 60335-2-23:2003 + Cor. 1:2004 + Cor. 2:2008 + A1:2008 + Cor. 3:2007); Deutsche Fassung EN 60335-2-23:2003 + A1:2008 + A11:2010

DIN EN 61008-2-1; **VDE 0664-11**:1999-12: Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBS) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen - Teil 2-1: Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCCBs (IEC 61008-2-1:1990); Deutsche Fassung EN 61008-2-1:1994 + A11:1998 + Corrigendum März 1999

DIN EN 61140; **VDE 0140-1**:2007-03: Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61140:2002 + A1:2006

DIN VDE 0100-410; **VDE 0100-410**:2007-06: Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2007

DIN VDE 0100-701; **VDE 0100-701**:2008-10: Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-701: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Räume mit Badewanne oder Dusche (IEC 60364-7-701:2006, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-7-701:2007

EUR/RC55/10 +EUR/RC55/Conf.Doc/6: 55. Tagung des WHO Regionalkomitees für Europa, Bukarest, Rumänien, 12.–15. September 2005
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/87893/RC55_gdoc10.pdf

Friese, A.; Lochner, C.: Untersuchungsergebnisse für einen sicheren Föhn. Elektropraktiker 11(2010), 932 -937

Hand-Supported Hair Dryers 2011; CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION; Federal Register Volume 76, Number 124 (Tuesday, June 28, 2011); Rules and Regulations; Pages 37636-37641; From the Federal Register Online via the Government Printing Office; www.gpo.gov; FR Doc No: 2011-15981
<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2011-06-28/html/2011-15981.htm>

HD 60364-7-701; VDE 0100-701:2007 Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-701: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Räume mit Badewanne oder Dusche (IEC 60364-7-701:2006, modifiziert)

INTERNET-UMFRAGE 2011;

<http://www.baua.de/de/Geraete-und-Produktsicherheit/Produktgruppen/Elektrische-Produkte/Umfrage/Umfrage.html> (abgerufen am 24. Februar 2014)

Lauerer, F.: Unfallverhütung bei Stromverbraucheranlagen durch empfindliche Fehlerstromschutzschalter, Forschungsbericht F 78, Dortmund 1972, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Außenstelle Koblenz

Lauerer, F.: Gibt es einen technischen Schutz gegen den Stromtod in der Badewanne; de, 5 (1982), S. 261 ff

Lauerer, F.: 8033 Krailling, Patent, Titel: Schutzschaltung für schutzisolierte Geräte. Dokumentenidentifikation DE3839048A1 31.05.1990

LEGGE 5 marzo 1990, n.46: Norme per la sicurezza degli impianti, Gazzetta Ufficiale n.59 del 12 marzo 1990
http://www.sicurezzaedile.it/legge_46_90.htm

Lochner, C.: Mehr Sicherheit in der Badewanne. Elektropraktiker 7(2010), 604-605

Maccapani, L.: La sicurezza negli impianti elettriciti; elettrificazione 9 (1997), S. 72

Memorandum CPSC: Butturini, R.; Howell, R. J.: Substantial Product Hazards Posed by Hand-held Hair Dryers Without Immersion Protection; United States CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION; MARYLAND 20814; 2010
<http://www.cpsc.gov/library/foia/foia11/brief/periodic.pdf>

Pointer, S.; Harrison, J.: Electrical injury and death AIHW National Injury Surveillance Unit, Research Centre for Injury Studies, Flinders University, South Australia; April 2007
<http://www.nisu.flinders.edu.au/pubs/reports/2007/injcat99.pdf>

ProdSG-Gesetz über Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz - ProdSG) vom 08.11.2011; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011, Teil I, Nr. 57, ausgegeben zu Bonn am 11. November 2011

1.ProdSV- Erste Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt) vom 11. Juni 1979 (BGBl. I S. 629), die zuletzt durch Artikel 15 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I S. 2178) geändert worden ist

RAL-RG 678 Ausstattungsrichtlinie Wohngebäuden; 2011; HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e. V.;
<http://www.hea.de/download-extern/hea-ral-678.pdf>

Stiftung Warentest: Billigföhn brennt im Test, Test 2009, Heft 10

Tribius, H.: Grenzen der Wirksamkeit von FI-Schutzschaltern. Elektropraktiker 6(2011), 485-486