

# Untersuchungsergebnisse für einen „Sicheren Föhn“

A. Friese, Waldhufen; C. Lochner, Ottendorf-Okrilla

Welche verhängnisvollen Folgen sich ergeben können, wenn ein an das elektrische Netz angeschlossener Föhn in die Badewanne fällt oder hineingeworfen wird, das ist zur Genüge bekannt. In [1] wurde ein so genannter „Sicherer Föhn“ vorgeschlagen, der durch seine konstruktive Gestaltung – unter allen möglichen Gegebenheiten des Badezimmers – keine Durchströmung eines in der Badewanne sitzenden oder auf nassem Fußboden stehenden Menschen zulässt. Welche Möglichkeit sich hier bietet, ob es sich lohnt, diesem Gedanken nachzugehen, wird in folgenden Ausführungen untersucht.

## 1 Möglichkeiten der Gestaltung

Wohl jeder Föhn, egal welche Leistung er benötigt und abgibt, hat heutzutage ein Kunststoffgehäuse, das für den Benutzer die Schutzmaßnahme verstärkte Isolierung (ehemals Schutzisolierung) gewährleistet. Ein Schutzleiter wird in der Anschlussleitung nicht mitgeführt, kann also weder in den Föhn eingeführt noch in seinem Inneren angeschlossen werden. Dieser Föhn ist somit der Schutzklasse II zuzuordnen (Bild 1a).

Zu bemerken ist, dass es nach der für einen Föhn (Luftdusche, Haartrockner o.ä.) geltenden Norm DIN VDE 0700-23 [2] nicht gestattet ist, ihn so auszuführen, dass er der Schutzklasse I entspricht. Er darf demnach nicht mit einem im Gerät angeschlossenen Schutzleiter bzw. einer Schutzleiterschutzmäßnahme versehen werden. In [1] wurde vorgeschlagen, entgegen dieser Normenvorgabe, den Schutzleiter in der Anschlussleitung mitzuführen und im Föhn anzuschließen (Bild 1b).

Die Begründung für den Schutzleiter liegt auf der Hand. Beim Eintauchen des Föhns ins Badewasser wird durch die damit entstehende Verbindung (über das Wasser) zwischen den aktiven Teilen im Föhn und seinem Schutzleiter praktisch eine Schutzleiterschutzmäßnahme (Schutz durch Abschalten) wirksam. Der damit entstehende Fehlerstrom führt zum Abschalten des über den Schutzleiter fließenden Stroms durch den FI-Schutzschalter der Badezimmerinstallation.

Ein solcher „schutzisolierter Föhn mit Schutzleiter“ hat zweifellos eine höhere Schutzwirkung als ein Föhn, der lediglich in der herkömmlichen „Schutzisolierung“ (verstärkte Isolierung) ausgeführt ist.

Fast zwangsläufig ergab sich dann der Vorschlag, den Schutzleiter nicht nur in den Gerätekörper einzuführen (Bild 1b), sondern die aktiven Teile im Föhn mit einem sie möglichst vollständig umhüllenden, an den Schutzleiter angeschlossenen leitfähigen Schirm (Schutzgitter) zu versehen (Bild 1c/d/e).

Um die angestrebte Schutzwirkung (Kasten 1) darstellen und beurteilen zu können, wurden die in den Bildern 1 und 2 dargestellten Varianten des Föhns ausgewählt und in einer für den Versuch geeigneten Form hergestellt. Der Schutzleiter sowie die an ihn angeschlossenen leitfähigen Teile führen bei jeder dieser vier Varianten zu einer unterschiedlich wirksamen Abschirmung der inneren aktiven Teile gegenüber ihrer elektrischen Umwelt. Nachfolgend werden weitere Gestaltungsmerkmale der Varianten a bis e angeführt.

### Kasten 1: Schutzwirkung/Schutzziel des „Sicheren Föhns“

Um den Schutz gegen elektrischen Schlag des badenden Menschen auch dann zu gewährleisten, wenn ein Föhn ins Wasser der Badewanne gerät, wird der Einsatz eines FI-Schutzschalters ( $I_{\Delta N} < 30 \text{ mA}$ ) im Steckdosenstromkreis der Badezimmerinstallation gefordert. Dieser Schutz ist jedoch unvollständig, da es zwangsläufig vor dem Abschalten zu einer kurzzeitigen Durchströmung des Badenden kommt, die wiederum zu lebensgefährlichen Folgen durch Erschrecken, Panik, Körperschäden, Ertrinken führen kann.

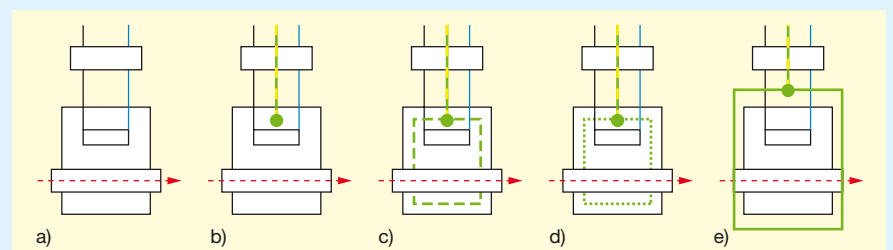
Ein „Sicherer Föhn“ dagegen soll sicherstellen, dass eine Durchströmung des Menschen beim Eintauchen des Föhns ins Badewasser unabhängig

- von der Art des Schutzsystems der Anlage (TN-C-, TN-S-, TT-System)
- vom Vorhandensein eines FI-Schutzschalters und
- von der Art der Badewanne und ihrem Anschluss/Nichtanschluss an den PA vollständig vermieden oder zumindest so weit vermindert wird, dass die genannten Folgen nicht auftreten können.

### Variante a

Der Föhn (Bilder 1a und 2a) entspricht dem klassischen normgerechten [2] Konstruktionsprinzip dieser Geräte. Seine Leistung beträgt in diesem Fall 914 W, der Betriebsstrom 4,04 A.

- Der Schutz gegen elektrischen Schlag wird ausschließlich durch die Schutzmaßnahme „verstärkte Isolierung“ erreicht.



### 1 Prinzipdarstellung der Arten des Föhns in der Versuchsreihe

- Klassische normgerechte Ausführung ohne Schutzleiter – Schutzklasse II.
- Der Schutzleiter in der Zuleitung ist im Föhn an einen Stützpunkt angeschlossen. Entsprechend der Definition [3] ist dieser Föhn der Schutzklasse I zuzuordnen, obwohl das Gehäuse die Schutzmaßnahme „verstärkte Isolierung“ und die Isolierungen der Anschlussleitung die Schutzmaßnahme „doppelte Isolierung“ besitzen.
- Wie b), aber Einsatz einer die aktiven Teile des Föhns lückenhaft umhüllenden, an den Schutzleiter angeschlossenen Abschirmung.
- Wie c), aber mit verringerten Maschenabständen der Umhüllung der aktiven Teile durch die an den Schutzleiter angeschlossene Abschirmung.
- Nahezu vollständige Umhüllung des Geräts. Für die Betriebsfähigkeit erforderliche Ein- und Auslassstellen der Luft wurden so bemessen, dass es nicht zur thermischen Abschaltung kam.

### Autoren

Arndt Friese, Waldhufen; Claus Lochner, Ottendorf-Okrilla.

Wir bedanken uns für die Unterstützung durch das Elektrobildungs- und Technologiezentrum e.V. Dresden bei der Versuchsdurchführung und bei Herrn Dipl.-Ing. Klaus Bödeker, von dem die Aufforderung für derartige Messungen stammt und der uns beim Vorbereiten und Auswerten der Messungen unterstützt hat.

- Ein Schutzleiter und damit das Schutzleiter(Erd-)potential sind im und am Föhn nicht vorhanden.
- Das Gerät entspricht der Schutzklasse II und der Schutzart IP 20.
- Das Eindringen von Wasser bis zu allen aktiven Teilen ist ungehindert möglich.

#### Variante b

Der in den Bildern ①b und ②b dargestellte Föhn entspricht nicht mehr dem klassischen normgerechten Konstruktionsprinzip nach [2]. Außer der nunmehr nötigen Zuordnung zur Schutzklasse I gilt auch hier die Beschreibung der Variante a. Es wurden lediglich folgende Änderungen vorgenommen:

- Austausch der zweipoligen Geräteanschlussleitung H03VVH2-F 2G 0,75 gegen eine dreipolige Geräteanschlussleitung H03RN-F 3G 1,5 mit Schutzkontaktstecker.
- Einführung des an der Einführungsstelle ca. 1 cm abisolierten Schutzleiters in den Föhn.

#### Variante c

Der Föhn (Bilder ①c und ②c) entspricht der Variante b. Er wurde jedoch zusätzlich mit einer auf der Innenseite des Körpers angebrachten Abschirmung aus selbstklebenden Kupferfolienbahnen versehen (Abstand etwa 70 mm x 70 mm, Querschnitt 0,5 mm<sup>2</sup>). Diese wurden mit dem Schutzleiter verbunden – sie umhüllen (mehr oder weniger lückenhaft) praktisch alle aktiven Teile.

#### Variante d

Der Föhn (Bilder ①d und ②d) entspricht der Variante c. Allerdings wurden das Schutzgitter

- auch an den Luftein- und -auslassöffnungen des Geräts eingebaut und
- nicht nur innen, sondern auch außen auf dem Gerätekörper angebracht sowie



a



b



c



d



e

② Fotos der im Bild ① dargestellten Varianten a) bis e) mit jeweils unterschiedlicher Ausführung des Schutzleiters

- die Abstände der Schutzgitterbahnen gegenüber Variante c um 50 % verringert.

#### Variante e

Abweichend von der Variante d (Cu-Folienbahnen) wurde der Föhn jetzt komplett mit Alu-Folie umhüllt und diese mit dem PE verbunden. Die Lufteinlass- und Luftauslassöffnungen wurden jedoch soweit frei gelassen, dass ein „normaler“ Betrieb noch möglich war.

## 2

### Messungen

Um eine durch den Schirm entstehende Schutzwirkung (Schutz gegen elektrischen Schlag der Person im Wasser der Badewanne) erkennen und beschreiben zu können, wurden die im Bild ③ dargestellten Messungen an den im Bild ② dargestellten Föhn-Varianten durchgeführt. Zu bemerken ist zu dieser Versuchsanordnung:

- Die Messungen wurden an der Schaltung nach Bild ③, aber ohne den dort aufgeführten FI-Schutzschalter vorgenommen, um die in allen Fällen zu erwartende sofortige Abschaltung der Messschaltung zu vermeiden. Die beim Einsatz eines FI-Schutzschalters vor dessen Abschaltung auftretenden und in diesem Zusammenhang natürlich interessierenden Werte, werden ja an der Schal-

tung ohne FI-Schutzschalter ohnehin ermittelt.

- Die in der Praxis zu erwartende unterschiedliche Leitfähigkeit des jeweiligen Badewassers (s. **Kasten 2**) wurde bei den Messungen nicht berücksichtigt, da sie zwar die Messwerte beeinflusst, aber keine wesentliche Auswirkung auf die hier interessierende Wirksamkeit der PE-Abschirmung hat.
- Durch die Anordnung des einpoligen Ausschalters des Föhns im Leiter mit L- oder N-Potential ergeben sich lediglich Unterschiede in den einzelnen Messwerten, aber nicht hinsichtlich der ermittelten Messwertebereiche. Sie sind außerdem nur für die Situationen nach Bild ①a – c interessant, wirken sich auf die Beurteilung der Situation nach Bild ①d/e nicht aus. Diese an sich sehr interessanten Messwerte wurden daher im Beitrag nicht aufgeführt und diskutiert, um den Sachverhalt so einfach wie möglich darstellen zu können.
- Als Merkmal der Gefährdung für eine Person im Badewasser (s. Bild ③) wurde die zwischen dem Wasser in der Badewanne und dem Potentialausgleich (Wasserauslass) vorhandene Spannung angesehen, die zu einer Durchströmung der Person führen könnte.
- Die Messungen nach Bild ③ wurden auch



## Cooler VLT® High-Power Frequenzumrichter Optimale Leistung – Minimale Investitionen

Erhältlich bis 1400 kW.

Besuchen Sie uns auf der SPS/IPC/Drives 2010 in Nürnberg,  
Halle 1, Stand 1-358

[www.danfoss.de/vlt](http://www.danfoss.de/vlt)

Danfoss GmbH, VLT Antriebstechnik  
Carl-Legien-Straße 8, 63073 Offenbach  
Telefon: 069 8902-0, E-Mail: [vlt@danfoss.de](mailto:vlt@danfoss.de)

**VLT**®  
THE REAL DRIVE

98%

Wirkungsgrad

und die Rückwandkühlung,  
die bis zu 85% Abwärme  
direkt aus Schalt schrank  
abführt, senken Ihre Energie-  
und Klimatisierungskosten!

*Danfoss*

### Kasten 2: Sonstige Messergebnisse (siehe Bild 3)

Bei einem Föhn mit dem betriebsmäßigen Außenleiterstrom von  $I = 4,04$  A erreichte nach dem Eintauchen ins Badewasser der Strom einen Wert von

- 6,7 A, wenn das Wasser keinen Kontakt zum Potentialausgleich hatte und
- 9,6 A bis 11,57 A, wenn eine Verbindung zum Potentialausgleich (Wasserauslass) bestand.

Wurde die elektrische Leitfähigkeit des Wassers durch Badesalz von  $530 \mu\text{S}$  auf  $2100 \mu\text{S}$  verändert, so überstieg der Außenleiterstrom mit 19 A den Nennstrom des Leitungsschutzschalters des Stromkreises (LS B16) ohne zur Abschaltung zu führen.

Die Berührungsspannung  $U$  von 180 V (Badewasser gegen Erde/PA bei den Varianten a) und b) wurde erst nach vollständigem Eintauchen des Föhns ins Badewasser und bei Kontakt mit dem am Schutzleiter angeschlossenen Schirm reduziert. Je nach Steckerposition (Schalter im L- oder N-Leiter) wurden andere Spannungswerte gemessen. Nach Bild 1c lagen hier die Werte zwischen 6 V und 29 V.

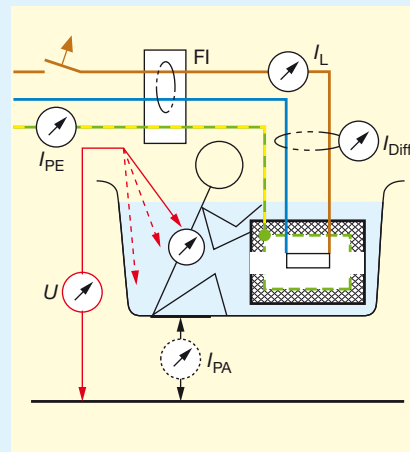
Nach Bild 1d waren die höchsten Spannungswerte bei teilweise eingetauchtem und eingeschaltetem Gerät 0,9 V (Schalter im N-Leiter). Bei geänderter Steckerposition (Schalter im L-Leiter) lag der höchste Spannungswert bei 0,5 V. Beim ausgeschalteten und voll eingetauchten Föhn wurde ein Spannungswert von 0 V gemessen.

Bei der praktisch vollständigen Umhüllung (Bild 1e) betrug der höchste Spannungswert bei ungünstigster Steckerposition 0,5 V.

Die bei der Variante e) ermittelten Spannungswerte stellen nun keine Gefahr mehr dar [4] und geben dem Betroffenen oder einer zweiten Person die Möglichkeit, den in die Badewanne gefallenen „Sicheren Föhn“ problemlos wieder herauszuwerfen/herauszunehmen.

an einer Wanne ohne einen an den Potentialausgleich angeschlossenen Wasserauslass vorgenommen. Aus diesen Werten ergaben sich keine wesentlichen Erkenntnisse, die für das Beurteilen des Föhns nach Variante d zu berücksichtigen wären.

- Alle durchgeführten Messungen dienen der Orientierung und erheben keinen Anspruch auf Genauigkeit. Die oben genannten, bei jeder Messung möglicherweise geänderten Einflussfaktoren haben Auswirkung auf das jeweilige Messergebnis und lassen nur einen prinzipiellen Vergleich der bei den Varianten ermittelten Messwerte zu.



### 3 Messschaltung der Versuche mit Angabe der gemessenen Größen

Der entstehende und von vielen Faktoren abhängige Körperstrom  $I_k$  wurde somit nicht ermittelt, seine exakte Messung ist praktisch nur schwer möglich, hier aber auch nicht erforderlich, da die entstehende Gefährdung für diese Person im Prinzip auch durch das Messen des im Wasser vorhandenen Spannungsfalls zwischen dem Föhn und dem Wasserauslass (PA) ermittelt wird.

$U$  Spannungsfall im Wasser

$I_L$  Strom im Außenleiter, Betriebsstrom/ Kurzschlussstrom

$I_{\text{Diff}}$  Differenzstrom, Summe  $I_{\text{PE}}$  und  $I_{\text{PA}}$

$I_{\text{PE}}$  Strom im Schutzleiter

$I_{\text{PA}}$  Strom im Schutzpotentialausgleichsleiter

| Messergebnisse                                                                                          |                                                                                                                                                      |                         |                              |                            |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Messgrößen                                                                                              | Messwerte                                                                                                                                            |                         |                              |                            |                    |
|                                                                                                         | Variante a                                                                                                                                           | Variante b              | Variante c                   | Variante d                 | Variante e         |
| <b>Spannung <math>U</math></b><br>gegen Erde über PA                                                    | 180 – 230 V                                                                                                                                          | 90 –180 V               | 15 – 50 V                    | <b>0,5 – 0,9 V</b>         | <b>0 – 0,5 V</b>   |
| <b>Ströme</b><br>$I_L$ , Strom im Außenleiter                                                           | bis zum Dreifachen des normalen Betriebsstroms                                                                                                       |                         |                              |                            |                    |
| $I_{PA}$ , Strom im PA-Leiter (Wasserauslass)                                                           | von 1,12 bis 4,2 A<br>(je nach der Gestaltung des Schutzleiters sowie der Lage und Eintauchtiefe des Föhns ergaben sich sehr unterschiedliche Werte) |                         |                              | 66 mA                      | <b>1 mA</b>        |
| <b>Gefährdungen<br/>beim Einsatz der zulässigen Schutzmaßnahmen in der Installation des Badezimmers</b> |                                                                                                                                                      |                         |                              |                            |                    |
| TN-C-System                                                                                             | vorhanden                                                                                                                                            | vorhanden               | eingeschränkt<br>vorhanden   | eingeschränkt<br>vorhanden | nicht<br>vorhanden |
| TN-S-System ohne FI                                                                                     | vorhanden                                                                                                                                            | vorhanden               | eingeschränkt<br>vorhanden   | eingeschränkt<br>vorhanden | nicht<br>vorhanden |
| TN-S- / TT-System<br>mit FI (RCD)                                                                       | vermindert<br>vorhanden                                                                                                                              | vermindert<br>vorhanden | sehr vermindert<br>vorhanden | nicht<br>vorhanden         | nicht<br>vorhanden |
| Die Messungen wurden dokumentiert und einzelne Versuche über Videoaufzeichnung erfasst.                 |                                                                                                                                                      |                         |                              |                            |                    |

- Bei allen Varianten ergibt sich je nach Gestaltung, Schaltzustand und Lage des Föhns in der Badewanne eine andere, nur mit großem Aufwand zu ermittelnde Spannungsverteilung und ein anderer, ebenso „undefinierbarer“ Stromfluss (unvollkommener Kurzschluss, s. **Kasten 2**) im Föhn sowie im Wasser der Badewanne. Dieser Zusammenhang wird hier nicht diskutiert.

Zu den gemessenen Größen ist im Einzelnen auszuführen:

### 3.1 Differenzstrom $I_{\text{Diff}}$

Der Differenzstrom  $I_{\text{Diff}}$  ist die Summe der Fehlerströme, die

- über Wasser, Wanne und den Potentialausgleich sowie
- über den Schutzleiter des Geräts bzw. über den mit ihm verbundenen Schirm abfließen. Er tritt auf,
- bei der hier dargestellten Badewanne mit Anschluss an den Schutzpotentialausgleich (Differenzstrom  $I_{\text{Diff}} = \text{Schutzleiterstrom } I_{\text{PE}} + \text{Potentialausgleichsleiterstrom } I_{\text{PA}}$ ) und ebenso
- bei einer Badewanne ohne Anschluss an den PA (Differenzstrom  $I_{\text{Diff}} = \text{Schutzleiterstrom } I_{\text{PE}}$ ),
- beim Eintauchen des Föhns, sobald die aktiven Leiter und der Schutzleiter gemeinsam vom Wasser erfasst werden.

In diesen Fällen ergaben sich bei allen vier Varianten und praktisch unabhängig von der Lage des Föhns, seiner Eintauchtiefe usw.

## 3 Auswerten der Messungen

Die Messwerte der Ströme und der Spannung  $U$  (s. Bild 3) zeigen, welche Auswirkungen der Schutzleiter im Föhn sowie die unterschiedliche Art seiner Ausföhrung in Form einer Umhüllung (Schutzgitter mit Anschluss an den PE) auf die Sicherheit/Gefährdung des Badenden haben. Sie sind abhängig (**Kasten 3**) von

- der jeweiligen Variante des Föhns sowie
- von der Tiefe des Eintauchens und der Lage des Föhns in der Badewanne.

- immer Werte über 30 mA, die zum sofortigen Auslösen eines vorgeschalteten FI-Schutzschalters führen würden und
- in keinem Fall Werte, die das Auslösen des vorgeordneten Leitungsschutzschalters bewirken.

### 3.2 Strom $I_{PA}$ im Schutzpotentialausgleichsleiter

Dieser über das Wasser, die Badewanne und ihren Schutzpotentialausgleich (PA) abfließende Strom  $I_{PA}$  hatte bei den Varianten a bis c Werte von 1,12 A bis 4,2 A. Sie waren bei allen drei Varianten von der Lage des Föhns in der Badewanne abhängig.

Bei der Variante d wurde bei einem Potentialunterschied von 0,5 V bis 0,9 V zwischen dem Schutzleitergitter und dem Potentialausgleich (Wasserauslass) ein Strom  $I_{PA}$  von maximal 66 mA gemessen.

Es wird deutlich (Bild ①), dass dieser Strom  $I_{PA}$  mit der Verbesserung der Abschirmung der aktiven Leiter durch das Vermindern der Abstände der Schutzleiterbahnen (PE) sinkt. Mit der Variante e konnte dieser auf 1 mA abgesenkt werden. Er wird nicht vollständig zu Null, da infolge des durch den Schutzleiterstrom im Schutzleiter verursachten Spannungsfalls die oben genannte Potentialdifferenz, zwischen dem Schutzgitter (PE) und dem (PA), entsteht.

### 3.3 Strom $I_{PE}$ im Schutzleiter

Der Schutzleiterstrom  $I_{PE}$  entsteht durch die vom eingedrungenen Wasser verursachte Verbindung zwischen den aktiven Teilen im Föhn und dem Schutzleiter/Schutzgitter. Sein Wert steigt demzufolge an, je besser die Abschirmung, d.h. je größer und lückenloser die Fläche des Schutzleitergitters ist. Seine Messwerte (Größenordnung des Stroms im Potentialausgleichsleiter) haben für unsere

Betrachtung keine Bedeutung und wurden daher vernachlässigt.

### 3.4 Strom $I$ im Außenleiter

Der Außenleiterstrom – die Summe von Fehlerstrom (unvollkommener Kurzschluss durch das Wasser) und Betriebsstrom führte bei allen fünf Varianten des Föhns und in allen seinen Lagen im Badewasser nicht zur Abschaltung des Leitungsschutzschalters LS B 16 A. Seine Werte, die etwa den des dreifachen Betriebsstrom erreichen, waren bei jeder Variante vor allem von der Art der Abschirmung abhängig (siehe Schutzleiterstrom). Für die Aussage zur Wirksamkeit der Abschirmung haben auch seine Werte keine Bedeutung

### 3.5 Spannungsverteilung im Wasser der Badewanne

Bei den Varianten a und b, zum Teil auch bei Variante c, waren die Messwerte der Spannung  $U$  zum Teil erheblich von der Lage des Föhns im Wasser bzw. von der Steckerposition des Föhns abhängig (Ausschalter im L- oder N-Leiter).

Diese Messwerte und die jeweiligen Messorte wurden nicht im Einzelnen dokumentiert, da es im Wesentlichen nur auf das Ermitteln und das Beurteilen der bei der Variante e auftretenden Spannungswerte und deren Unterschied zu denen der anderen Varianten ankam. Bemerkenswert ist, dass bei den Varianten a und b das Badewasser das volle Potential des Außenleiters annehmen kann, wenn durch eine bestimmte Lage des Föhns in einer nicht mit dem PA verbundenen sowie isoliert aufgestellten Wanne nur der Außenleiter und nicht der Schutzleiter mit dem Wasser in Kontakt kommen. In diesem Fall spricht ein FI-Schutzschalter nur an, wenn der Badende ein elektrisch leitfähiges Teil mit Erdpotential berührt und durchströmt wird.

## 4 Beurteilung der Gefährdung/Sicherheit bei den Varianten

Ziel der Messung war festzustellen, ob den Badenden gefährdende Spannungen zwischen dem Föhn bzw. dem ihn umgebenden Badewasser und dem PA (Auslass, Fußboden, Wasserhahn usw.) auftreten und welchen Einfluss die unterschiedliche Gestaltung des Schutzleiters/der Abschirmung in den fünf Versuchsobjekten auf diese Spannung hat. Als Maßstab der Gefährdung wurde der im Wasser der Wanne auftretende Spannungsfall (Bild ③) an einigen Strecken/Abschnitten im Wasser angesehen, die von einer badenden Person eingenommen werden können. Bei den durchgeführten Messungen ging es lediglich darum, die in Abhängigkeit von der Gestaltung des Föhns entstehenden Unterschiede der Gefährdung feststellen und grob bewerten zu können. Es handelt sich dabei nicht um systematische Messungen aller im Bereich der Wanne möglichen Spannungsfälle, wie sie in [5] beschrieben werden.

### 4.1 Variante a „Kein Schutzleiter“

In Abhängigkeit von

- der Lage des Geräts und damit der inneren aktiven Teile (L oder N) sowie der badenden Person im Wasser der Wanne sowie
- der Art der Berührung des Föhns durch die Person und
- dem Vorhandensein und der Lage von berührbaren Teilen mit dem Erdpotential im Handbereich der Person

ergeben sich unterschiedliche und nicht exakt zu definierende Gefährdungen.

Unter der Bedingung einer elektrisch leitfähigen Wanne mit einem PA-Anschluss gilt:

- Ist die Installation noch mit dem TN-C-System (klassische Nullung) oder einem TN-S-System ohne FI-Schutzschalter ausgestat-

**BIS • WALRAVEN**



## Installation am Stahlträger – Alles aus einer Hand!



Innovative Federstahlklammer  
**BISCLIPS® Tiger:**  
Einer für Alles!



### Lösungen für jede Situation

- **BIS Systeme:** Vollständiges Produktsortiment
- **BIS Produkte:** Leichte & schnelle Montage
- **BIS Service:** 40-köpfiges Team für Sie vor Ort
- **BIS Service:** Planungs- & Verkaufunterstützung
- **BIS Logistik:** Breites Sortiment ab Lager D-95447 Bayreuth



**BIS**  
BEFESTIGUNGSSYSTEME

[www.walraven.com](http://www.walraven.com)

**BIS TECHNOLOGY**  
BY WALRAVEN

### Kasten 3: Einflussfaktoren auf den Körperstrom des Badenden

Bei den im Bild ① gezeigten Varianten a) bis c) der Gestaltung des Föhns kommt es (Bild ① und Bild ③) zu einer elektrischen Verbindung der aktiven Teile des Föhns mit dem Wasser in der Badewanne und – je nach den im Einzelfall vorhandenen örtlichen Bedingungen – möglicherweise dann auch zu einem Kontakt mit leitfähigen Teilen, die ihrerseits mit dem Potentialausgleich verbunden sind, z. B. der Wasserauslass der Wanne. Dieser Kontakt führt dann

- zu den Fehlerströmen ( $I_{PA}$ ) und ( $I_{PE}$ ) und möglicherweise
- zu einem Körperstrom (Anteil von  $I_{PA}$ ) einer in der Badewanne befindlichen Person.

Ob ein Fehlerstrom ( $I_{PA}$ ) entsteht, ob er ganz oder anteilig als Körperstrom wirksam wird, welchen Weg er durch den Körper der Person nimmt und ob er diese gefährdet, das kann nicht vorausgesagt werden. Die örtlichen Bedingungen (Badewanne aus isolierendem oder leitfähigen Material und ihre Oberflächenbehandlung, Potentialausgleich vorhanden/nicht vorhanden, Teile mit Erdpotential im Handbereich ja/oder nein, Qualität des Potentialausgleichs usw. usw.), die örtliche Lage des Föhns und seiner aktiven Teile, bezogen auf die Teile mit Erdpotential und auf die badende Person, die Leitfähigkeit und die Menge des Badewassers, die Art der Schalter im Föhn (ein- oder zweipolig) und ihre Anordnung im Neutral- oder Außenleiter sind vielfältig. Es wäre unsinnig, jede der möglichen Varianten zu erfassen und den jeweiligen Berührungsstrom zu bestimmen.

Es wurde daher darauf verzichtet, in diesem Beitrag auf die „Randbedingungen“ einzugehen. Bei einer solchen Untersuchung würde als Schlussfolgerung lediglich das herauskommen, was wir alle schon wissen:

1. Der FI-Schutzschalter mit seinem  $I_{AN} < 30 \text{ mA}$  (oder gar  $I_{AN} < 10 \text{ mA}$ ) ist für die Badezimmerinstallation ein absolutes Muss, um das Schlimmste zu verhindern.
2. Der sichere Föhn (Bild ①e/②e) ist eine Möglichkeit,
  - die trotz des FI-Schutzschalters verbleibenden Gefährdungen zu beseitigen und
  - bei seinem Fehlen dazu auch noch die eigentlich von ihm zu gewährleistende Schutzwirkung zu übernehmen.



④ Darstellung des „Sicheren Föhns“

tet (oder defekt), so entsteht eine zeitlich unbegrenzte akute Gefährdung.

- Verfügt die Anlage über das TN-S- oder das TT-System mit einem FI-Schutzschalter ( $I_{AN} < 30 \text{ mA}$ ), so ist eine schnelle Abschaltung gewährleistet, ein Gesundheitsschaden (Schreck, Panik, mögliches Ertrinken) aber trotzdem möglich.

Die zur Darstellung der möglichen Gefährdung durchgeführten Messungen der Spannung  $U$  (Bild ③) erbrachten – je nach dem Ort der Messsonde – Werte bis zu AC 180 V/230 V. Es entsteht die beim normalen normgerechten Föhn auftretende akute Gefährdung [2].

#### 4.2 Variante b „Schutzleiter im Föhn angeschlossen“

Es gelten die gleichen Bemerkungen wie bei der Variante a.

Die Messwerte der gefährdenden Spannung  $U$  (AC) betrugen je nach Lage des Föhns in der Badewanne, dem Ort der Messsonde sowie je nach Steckerposition 90 bis 180 V/230 V. Durch das bei dieser Variante praktizierte Einführen des Schutzleiters in den Föhn und sein Absolieren ergibt sich praktisch keine bessere Schutzwirkung gegenüber der Variante a, wenn in der Installationsanlage kein FI-Schutzschalter vorhanden ist.

Eine Verbesserung der Schutzwirkung gegenüber Variante a ergibt sich nur dann,

- wenn dieser Föhn der Variante b in Anlagen eingesetzt wird, die über einen FI-Schutzschalter verfügen und
- bei seinem Eintauchen gleichzeitig seine aktiven Teile und der Schutzleiter (PE) vom Wasser erfasst werden.

Von einem „Sicheren Föhn“ kann jedoch auch bei dieser Gestaltung nicht die Rede sein.

#### 4.3 Variante c „Unvollkommene Umhüllung der aktiven Teile“

Es gelten die gleichen Bemerkungen wie bei Variante b). Die Messwerte der gefährdenden Spannung  $U$  betrugen je nach Lage des Föhns in der Badewanne, dem Ort der Messsonde sowie je nach Steckerposition 15 V bis 50 V. Durch nachträgliche Änderungen am Schirm, die zu einem besseren Umschließen der akti-

ven Teile führten, konnte die Spannung  $U$  auf Werte zwischen 6 V und 30 V gesenkt werden. Es zeigte sich deutlich, dass ein die aktiven Teile umschließender, an den Schutzleiter angeschlossener Schirm die Gefährdung für den Badenden im Vergleich zur Variante b

- sowohl beim Vorhandensein
- als auch beim Nichtvorhandensein eines FI-Schutzschalters erheblich vermindert. Als ein in jedem Fall wirksamer „Sicherer Föhn“ kann diese Variante allerdings auch nicht bezeichnet werden

#### 4.4 Variante d „Weitgehende Umhüllung der aktiven Teile“

Die Messwerte der Spannung  $U$  (Bild ③) betrugen in der unmittelbaren Umgebung des Föhns höchstens 0,5 V bis 0,9 V. Über einen PA-Anschluss wurde ein Strom von 66 mA gemessen. Die Lage und die Tiefe des Eintauchens des Föhns hatten praktisch keinen Einfluss auf die Spannungswerte und die Gefährdung.

Es zeigte sich, dass eine die aktiven Teile weitgehend umschließende, an den Schutzleiter angeschlossene Umhüllung (Schutzschirm) die Gefährdung für den Badenden

- sowohl beim Vorhandensein
- als auch beim Nichtvorhandensein eines FI-Schutzschalters nicht nur erheblich vermindern, sondern nahezu vermeiden kann.

#### 4.5 Variante e „Praktisch völlige Umhüllung“

Es zeigte sich, dass ein die aktiven Teile nahezu vollständig umschließender, an den Schutzleiter angeschlossener Schirm die Gefährdung für den Badenden

- sowohl beim Vorhandensein
- als auch beim Nichtvorhandensein eines FI-Schutzschalters nahezu völlig vermeiden kann.

Es ergaben sich maximale Messwerte von  $U = 0,5 \text{ V}$ ,  $I_{PA} = 1 \text{ mA}$ . Diese Werte liegen unterhalb der für eine elektrische Gefährdung angezeigten Grenzwerte.

Ein derart gestalteter Föhn könnte als „Sicherer Föhn“ bezeichnet werden.

## 5 Zusammenfassung; Gesamteinschätzung

An einem im Wasser der Badewanne liegenden Föhn vorgenommene Messungen beweisen – wie es eigentlich auch mit dem gesunden Menschenverstand einer Elektrofachkraft festzustellen ist –, dass keine Gefährdung für eine badende Person entsteht, wenn dieser Föhn mit einer entsprechenden PE-Schirmkonstruktion (Bild ④) ausgestattet ist. Nur mit dem Einführen eines Schutzleiters in den Föhn wird dieses Ziel nicht erreicht (Bild ②b). Erforderlich ist ein Schutzleitergitter [7] – praktisch ein Faraday-Käfig –, welches die aktiven Teile im Föhn völlig umschließt. Die Integration eines solchen Gitters in das Gerät ist technisch wohl möglich. Somit wird

die Sicherheit des Badenden gewährleistet, ganz gleich welche Netzform/Schutzmaßnahme die elektrische Anlage aufweist und egal ob ein Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD) vorhanden, defekt oder nicht vorhanden ist. Mit einer praktisch vollständigen Abschirmung der aktiven Teile werden

- die Werte der zwischen beliebigen Orten des Wasserbades und der Wanne auftretende Spannung  $U$  auf nahezu 0 V reduziert und
- für den Badenden spürbare Körperströme vermieden.

Durch Beibehaltung der Eigenschaften der Schutzmaßnahme „doppelte/verstärkte Isolierung“ am Gerät und das zusätzliche Einführen einer „Schutzleiterschutzmäßnahme mit Schutzleiterschirm“ entsteht der so genannte „Sichere Föhn“. Durch diesen wird auch bei versehentlichem oder bewusst falschem Verhalten – Einbringen in das Badewasser, Benutzen im nassen Zustand – eine gefährliche Durchströmung vermieden. Wie sich der „Sichere Föhn“ in der Praxis durchsetzen lässt – er wird ja kostspieliger und etwas schwerer sein –, ob es empfohlen oder gar vorgeschrieben werden sollte ihn anzuwenden, darüber kann hier nicht philosophiert werden (**Kasten 4**).

Zu bedenken ist aber, dass einerseits nur relativ wenig Fälle bekannt geworden sind, in denen das Einbringen des Föhns in die Badewanne zu einem Todesfall geführt hat, jedoch

andererseits dieser sichere Föhn sicherlich alle interessiert, die z. B. für ihre Kinder ein Optimum an Sicherheit gewährleisten wollen (Familie) oder müssen (Kita!).

Die zuständigen Gremien sollten sich mit dieser Möglichkeit befassen. Für einen profilierten Hersteller solcher „Badezimmergeräte“ ist es sicherlich möglich, ohne weitere Umstände den „Sicheren Föhn“ zu entwickeln und anzubieten.

#### Literatur

- [1] Lochner, C.: Mehr Sicherheit in der Badewanne. Elektropaktiker, Berlin 64(2010)7, S. 604-605.
- [2] DIN EN 60335-2-23 (VDE 0700-23):2009-01 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-23: Besondere Anforderungen für Geräte zur Behandlung von Haut und Haar. Deutsche Fassung EN 60 335-2-23:2003 + A1:2008.
- [3] DIN VDE 0140-1:2007-03 Schutz gegen elektrischen Schlag; Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel.
- [4] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [5] Bachl, H.; Biegelmeier, G.; Taubenkorb, F.: Der Tod in der Badewanne. de (2002)23 Teil 1 und de(2002)24 Teil 2.
- [6] Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG) BGBl. I S. 219 vom 01. Mai 2004.
- [7] Diskussionsbeiträge in der Internet-Plattform „diesteckdose.net“.

#### Kasten 4: Nebenbemerkungen

- Wäre nicht eine gesetzliche Vorgabe erforderlich, nach der nur noch diese „Sicheren Föhns“ herzustellen sind? Nach dem Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte [6] muss doch auch bei vorhersehbarem falschem Gebrauch die Sicherheit des Bedienenden gewährleistet sein. Dieser Vorgabe wird der übliche Föhn (Bilder 1a und 2a) aber nicht gerecht.
- Wären die gleichen Überlegungen nicht auch bei allen anderen elektrischen Geräten angebracht, die bestimmungsgemäß im Badezimmer genutzt werden?
- Jeder Prüfer, der zum Festlegen der Prüffrist eines Föhns eine Gefährdungsbeurteilung vornimmt, müsste die Sicherheit für den Anwender eigentlich negativ beurteilen und dem Betreiber empfehlen, ihn nicht an seinem Bestimmungsort (Bad) zu benutzen.
- Beim Betrachten dieses Symbols könnte klein Fritzchen fragen:



„Mutti, in der Badewanne darf ich aber doch mit dem Föhn spielen, wenn die Dusche abgestellt ist?“

Seit mehr als 10 Jahren erfolgreich am Markt. **Schaltersysteme aus Porzellan und Bakelit.**  
Funktionell und ästhetisch überlegen.



Schaltersystem  
aus weißem Porzellan



Schaltersystem  
aus schwarzem Bakelit



Schaltersystem  
aus weißem Duroplast



Schaltersystem Aufputz  
aus schwarzem Bakelit und  
weißem Duroplast



Für die Ausweitung unserer Aktivitäten suchen wir einen **Branchenkenner mit Vertriebserfahrung** zur Festanstellung.  
Bei Interesse senden Sie bitte eine Mail an Thomas Vosgröne: [tvosgroene@produktgesellschaft.de](mailto:tvosgroene@produktgesellschaft.de).



Thomas Hoof Produktgesellschaft mbH & Co. KG  
[www.produktgesellschaft.de](http://www.produktgesellschaft.de)