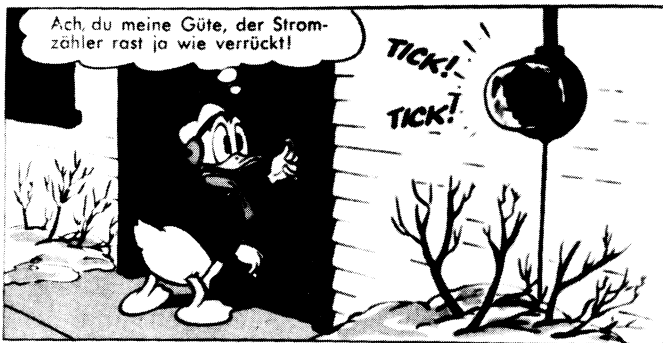


Elektrotechnik in Entenhausen

I. Untersuchungen zur Netzspannung

1. Einführung

Eine kurze einseitige Episode aus dem Entenhausener Winter (DD 45/1, TGDD 19 u.a.) berichtet davon, wie die drei Neffen einen zugefrorenen Badminton-Platz (an anderer Stelle: Tennisplatz) mit elektrischen Heizkissen auftauen. Die genauere Untersuchung dieses Vorfalles, die hier durchgeführt werden soll, wird uns Erkenntnisse über die Stromversorgung der Stadt Entenhausen liefern.



2. Die Heizkissen und der Strom

2.1 Berechnung der Anzahl der Heizkissen

Ich werde die elektrischen Größen anhand der Badmintonfeldheizung der Neffen ermitteln.

Leider kann man nicht das gesamte Badmintonfeld sehen. Das hochstehende Netz am rechten Bildrand teilt das Spielfeld in zwei Hälften, von denen die eine ebenfalls nur zur Hälfte eingesehen werden kann. Das Bild zeigt also ca. $\frac{1}{4}$ des Platzes. Auf dieser Fläche (bis zum Netz) liegen 22 Heizkissen. Das ergibt 88 Heizkissen für die gesamte Anlage.

Zur Kontrolle diene folgende Berechnung: ein handelsübliches Heizkissen bedeckt eine Fläche von $0,3 \times 0,4 \text{ m}^2$. Ein reguläres Badmintonfeld ist $13,4 \times 6,1 \text{ m}^2$ groß. Um ein solches Feld zu bedecken, wären 681 Heizkissen erforderlich. Da die Größe elektrischer Heizkissen weltweit konstant ist, muß man annehmen, daß die Neffen ein privates kleineres Badmintonfeld benutzen, dessen Fläche lediglich $10,65 \text{ m}^2$ beträgt zzgl. der Zwischenräume zwischen den einzelnen Kissen. Daraus zu schließen, daß es mit den sportlichen Ambitionen der Herren Duck nicht weit her sein kann, überlasse ich anderen Untersuchern. Es soll hier auch nicht darüber philosophiert werden, wie viele Heizkissen in einem durchschnittlichen Entenhausener Haushalt vorgehalten werden bzw. wie weit der Begriff „die ganze Nachbarschaft“ zu fassen ist, innerhalb derer die Heizkissen „zusammengeborgt“ wurden. Für unsere weitere elektrophysikalische Betrachtung mag ausreichen, daß gleichzeitig 88 Heizkissen betrieben werden.

2.2. Berechnung des Stromverbrauchs über die elektrische Leistung

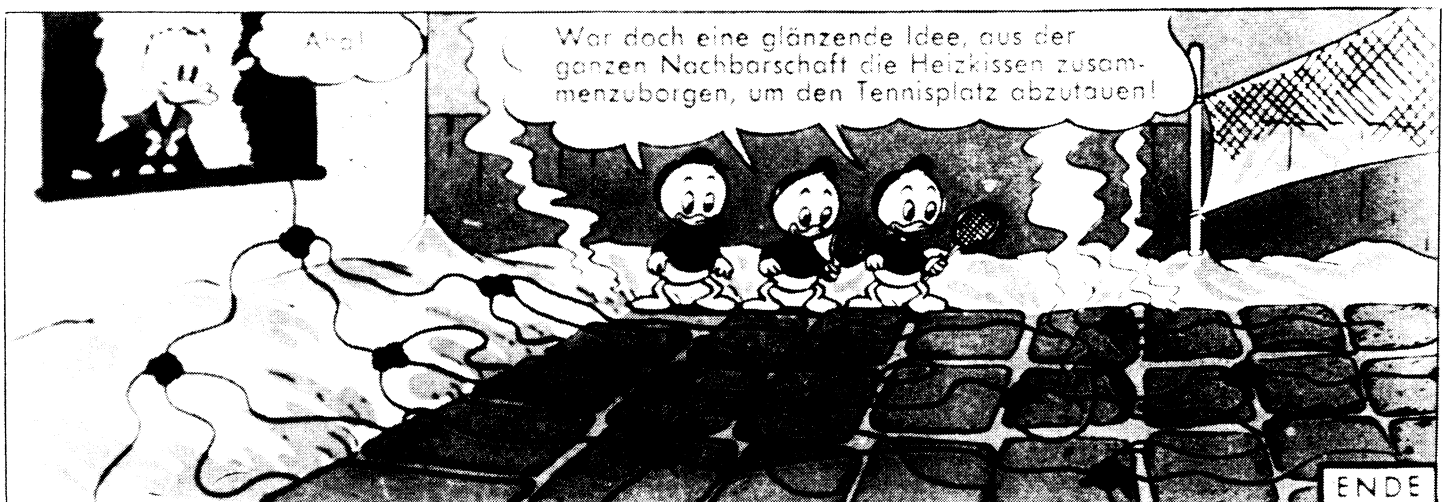
Nach den Kirchhoffschen Stromverteilungsgesetzen ist der Gesamtstrom gleich der Summe seiner Teilströme.

Ein durchschnittliches Heizkissen hat eine Leistungsaufnahme von 50 Watt (W). Da es sich um einen rein Ohm'schen Verbraucher handelt, spielt der Phasenverschiebungswinkel $\cos \Phi$ keine Rolle und wir können die elektrische Gesamtleistung überschlägig ermitteln.

88 Heizkissen à 50 W entsprechen einer Gesamtleistung von 4400 W. Die Spannung im Entenhausener Elektrizitätsnetz ist unbekannt. Setze ich beispielsweise die in den USA übliche Spannung von 110 Volt (V) ein, so kann ich den Gesamtstrom ermitteln.

Es gilt: $P = U \times I$ bzw. $I = P/U$,

wobei P Leistung in Watt (W),
 I Stromstärke in Ampère (A) und
 U Spannung in Volt (V) ist.



Wenn man die für das Duck'sche Badmintonfeld ermittelten Werte einsetzt, ergibt sich

$$I = 4400/110 = 40 \text{ A}$$

Ein mächtiger Gesamtstrom! (Zum Vergleich: ein Einfamilienhaus in Deutschland wird üblicherweise mit insgesamt 63 A abgesichert!) Mir scheint der ermittelte Wert sehr unwahrscheinlich, die angenommene Spannung wird zu gering sein.

2.3 Zur elektrischen Absicherung von Haushalten

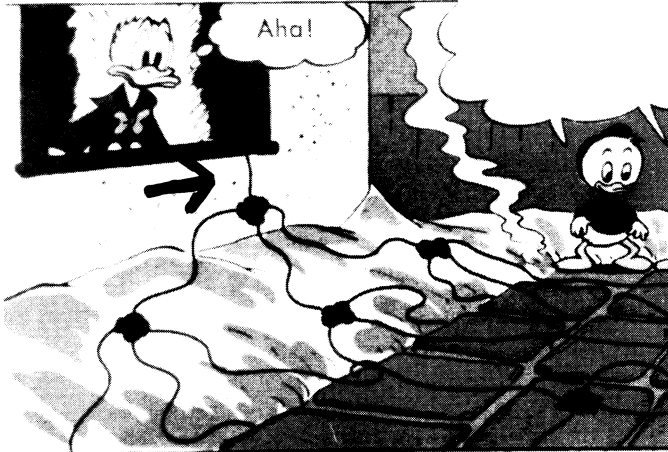
Es handelt sich bei unserem Beispiel eindeutig um Wechselstrom. Wenn wir statt der in den USA üblichen Spannung von 110 V die in Europa gebräuchliche von 400/220 V annehmen, so ergibt sich

$$4400/230 = 19,13 \text{ Ampere.}$$

Ein Steckdosen-Stromkreis im 220 Volt-Netz wird in Europa mit max. 16 A abgesichert. Ein Stromverbrauch von 19 A würde damit unweigerlich die Sicherung heraushauen, wenn ich mal so salopp ausdrücken darf. Da die Heizkissenanlage aber funktioniert, folgere ich, daß Entenhausener Stromkreise entweder mit mindestens 20 A abgesichert werden, oder daß Schmelzsicherungen 16 A verwendet werden, die für begrenzte Zeit (1 Stunde) einen höheren Strom (großer Prüfstrom) aushalten können.

2.4 Betrachtung der Kabelquerschnitte

Die Durchleitung eines großen Stroms erfordert einen großen Leitungsquerschnitt, andernfalls der große Widerstand des Kabels dazu führt, daß sich dieses und nicht der Endverbraucher erhitzt. Handelsübliche Verlängerungskabel sind je nach Kupferquerschnitt für 10 bis maximal 16 A ausgelegt. Die Neffen verwenden offensichtlich ein dünnes Zuleitungskabel, durch das sich ein Gesamtstrom von 19 A (bei 110 V sogar 40 A) quälen muss. Erhitzungen, Schmorstellen, Verschmelzungen am Kabel wären unweigerlich die Folge bei längerem Betrieb der 88 Heizkissen. Die aufquellenden Dampfvolken im Bild scheinen jedoch durch das Schmelzen des Schnees, nicht der Kabel, zu entstehen.



Die verwendeten Haushaltskabel machen nicht den Eindruck, daß sie für größere Stromstärken als 16 A ausgelegt sind. Andererseits zeigen sie keine Erhitzungserscheinungen beim Betrieb der 88 Heizkissen. Die unter 2.3 angenommene Möglichkeit, Entenhausener Haushalte könnten mit 20 A-Sicherungen ausgerüstet sein, wird damit hinfällig. Es ist vielmehr vernünftig, weiter von 16 A-Sicherungen auszugehen.

Natürlich ist denkbar, daß die Neffen gerade erst mit dem Auftauen begonnen haben und daß das Durchschmoren des Zuleitungskabels unmittelbar bevorsteht. Oder, für mich wahrscheinlicher, die elektrische Spannung in Entenhausen liegt höher als in Europa.

2.5 Berechnungen zur Stromspannung

Wenn die angeschlossenen Überstromschutzvorrichtungen in Entenhausen wie in den USA und in Europa 16 A betragen, so ergibt sich folgende Rechnung:

$$\begin{aligned} P &= U \times I \\ U &= P/I \\ U &= 4400/16 \\ U &= 275 \text{ V} \end{aligned}$$

Damit also die Heizkissenanlage reibungslos und technisch korrekt funktioniert, muss die Netzspannung mindestens 275 V betragen. Um ein Verschmoren der Leitungen sicher auszuschließen, sollte man vernünftigerweise eine etwas höhere Spannung für das Entenhausener Netz fordern, zumal die



Stromerzeuger, auch in Entenhausen Elektrizitätswerke genannt, sich gewisse Spannungsschwankungen (in Europa ±10%) gestatten. Nehmen wir für Entenhausen einmal großzügig 15% an und addieren wir diese Toleranz zu der geforderten Mindestspannung von 275 V, so ergibt sich:

$$275 \text{ V} + 15\% = 316,25 \text{ V}$$

3. Schlussfolgerung

Die Spannung im Entenhausener Elektrizitätsnetz beträgt 313 Volt.

Die Termine für den
Hamburger Stammtisch
der **D.O.N.A.L.D. 2002**

22.2. 24.5. 30.8. 29.11.

Cocktails, Happy Hour & liebebrizende Mädels
Wo?!

Roxie
Rentzelstraße 6
20146 Hamburg
ab 20 Uhr

