



Elektrotechnik in Entenhausen

Untersuchung der Netzspannung

Von Uwe Wackerhagen MdB, Elektromeister

1. Untersuchungen zur Netzspannung

1. Einführung

Eine kurze einseitige Episode aus dem Entenhausener Winter (DD 45/1, DDSH 19 u.a.) berichtet davon, wie die drei Neffen einen zugefrorenen Badmintonplatz (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, wovon eine ebenfalls nur zur Hälfte eingesehen werden kann. Das Bild zeigt also ca. 1/4 des Platzes. Auf dieser Fläche (bis zum Netz) liegen 22 Heizkissen. Das ergibt 88 Heizkissen für die gesamte Anlage.

Zur Kontrolle diese folgende Berechnung: ein handelsübliches Heizkissen bedeckt eine Fläche von 0,3 x 0,4 m. Ein reguläres Badmintonfeld ist 13,4 x 6,1 m groß. Um ein solches Feld zu bedecken, wären 681 Heizkissen erforderlich. Da die Fläche gleichmäßig mit handelsüblichen elektrischen Heizkissen ausgelegt ist, muss man annehmen, dass die Neffen ein privates kleineres Badmintonfeld benutzen, dessen Fläche lediglich 10,65 m² beträgt, zzgl. der Zwischenräume zwischen den einzelnen Kissen. Daraus zu schließen, dass es mit den sportlichen Ambitionen des Herrn 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 reicht es aus, 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 reinen ohmschen Verbraucher handelt, spielt die Phasenverschiebungswinkel $\cos \Phi$ keine Rolle, wir können die elektrische Gesamtleistung abschlägig ermitteln.

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

Es gilt:

$$P = U \times I \text{ bzw. } I = P/U$$

Wobei:

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

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

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

Ein mächtiger Gesamtstrom. (Zum Vergleich: Ein Familienhaus in Deutschland wird üblicherweise 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 230 V annehmen, so ergibt sich:

$$I = 4400 \text{ W} / 230 \text{ V} = 19,13 \text{ A}$$

Ein Steckdosen- Europa mit max. von 19 A würde herausfahren, was darf. Da die Höhe ich, dass mit mindestens Schmelzsicherung für begrenzte Zeit (großer Prüfstrom)

2.4. Betrachtung

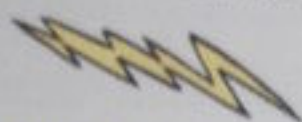
Die Durchleitung großen Leitungsq derstand des Kab der Endverbrauch längerungskabel 10 bis maximal 1 den offensichtlich das sich ein Gesa 40 A) quälen mus schmelzungen am ge bei längerem aufquellenden Dar durch das Schmel zu entstehen.

Die verwendeten Eindruck, dass sie ausgelegt sind. A hitzungserscheinun kissen. Die unter Entenhausener Ha rungen ausgerüstet vielmehr vernünftig zugehen.

Natürlich ist es den mit dem Auftauen Durchschmoren der vorsteht. Oder, für trische Spannung in Europa.



Ein Steckdosen-Stromkreis im 230-Volt-Netz wird in Europa mit max. 16 A abgesichert. Ein Stromverbrauch von 19 A würde damit unweigerlich die Sicherung herausheben, wenn ich das 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 mit 16 A verwendet werden, die für begrenzte Zeit (1 Stunde) einen höheren Strom (großer Prüfstrom) aushalten können.



2.4. Betrachtung der Leitungsquerschnitte

Die Durchleitung eines großen Stroms erfordert einen großen Leitungsquerschnitt, andernfalls der große Widerstand des Kabels dazu führt, dass sich dieses und der Endverbraucher erhitzen. 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 Dampf Wolken 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 es denkbar, dass die Neffen gerade erst mit dem Auftauen begonnen haben und dass das Durchschmoren der Zuleitungskabel unmittelbar bevorsteht. Oder, für mich wahrscheinlicher, die elektrische Spannung in Entenhausen liegt höher als in Europa.



2.5. Berechnungen zur Stromspannung

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

$$P = U \times I, \text{ also } U = P/I$$

$$U = 4400 \text{ W} / 16 \text{ A} = 275 \text{ V}$$



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 diese Toleranz zu der geforderten Mindestspannung von 275 V ergibt sich:

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



3. Schlussfolgerung

Die Netzspannung in Entenhausen beträgt 313 Volt!

Nachtrag: Ich weise darauf hin, dass bei der Forschung allein der Bildbericht gilt! Mutmaßungen, dass die Heizkissen noch aus anderer Quelle, im Bild nicht sichtbar, mittels Drehstrom eingespeist werden, lehne ich ab.