

## 1.5 Grundlagen/Gleich- und Wechselgrößen

### 1.5.1 Was bedeuten AC und DC?

Das Steckernetzteil für einen Router ist defekt. Auf dem Steckernetzteil befindet sich die Aufschrift „5V DC“. Kann dieses Netzteil ohne Probleme ausgetauscht werden gegen eines mit der Aufschrift „5V AC“? Und was bedeuten überhaupt AC und DC?

DC ist die Abkürzung für *direct current* und meint auf deutsch Gleichspannung oder Gleichstrom (Tabelle 1). Gleichspannung und Gleichstrom sind Gleichgrößen. Eine Gleichgröße wieder-

Name	Abk.	Symbol
Gleichgröße	DC	–
Wechselgröße	AC	~
Mischgröße	(MC)	keines

Tabelle 1: Abkürzungen und Symbole für Gleich-, Wechsel und Mischgrößen

um ist eine physikalische Größe, deren Betrag (Höhe) und Vorzeichen (Polarität) gleich bleiben (Abbildung 1). Eine Gleichspannung kann zum Beispiel durch eine Primärzelle (Batterie) oder

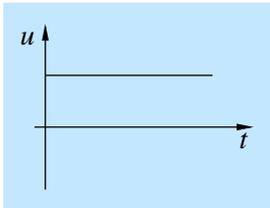


Abbildung 1: Gleichgröße

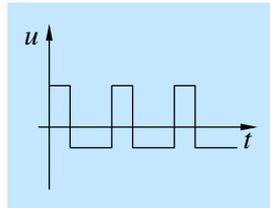


Abbildung 2: Wechselgröße

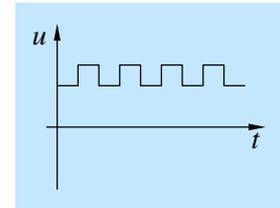


Abbildung 3: Mischgröße

Sekundärzelle (Akkumulator) erzeugt werden. Auch eine Solarzelle erzeugt bei gleichbleibendem Lichteinfall eine Gleichspannung. Die meisten elektronische Geräte und Baugruppen der Informationstechnik können nur mit Gleichspannung betrieben werden.

AC ist die Abkürzung für *alternating current* und meint auf deutsch Wechselspannung oder Wechselstrom. Eine Wechselgröße ist definiert als eine Größe, deren Vorzeichen wechselt. Damit sie als Wechselgröße gilt, muss außerdem ihr arithmetischer Mittelwert null sein. Im Spannungs-Zeit-Diagramm erkennt man das daran, dass die Summe der Flächen oberhalb der Null-Linie und die Summe der Flächen unterhalb der Null-Linie gleich groß sind (Abbildung 2). Wechselspannungen entstehen durch Wechselspannungs-Generatoren, aber auch als Signale an Mikrofonen und Antennen. Große Motoren und Schaltgeräte werden oft mit Wechselspannung betrieben.

Eine Mischgröße (abgekürzt MC) schließlich ist ebenfalls zeitlich nicht konstant. Aber: Ihr arithmetischer Mittelwert ist nicht null (Abbildung 3). Eine Mischgröße kann man sich vorstellen als das Ergebnis einer Überlagerung (Addition) einer Gleich- und einer Wechselgröße (Abbildung 4):

$$U_{MC} = U_{AC} + U_{DC} \quad (1)$$

Ihr arithmetischer Mittelwert entspricht dann der Gleichgröße (*Gleichanteil* der Mischgröße):

$$\overline{U_{MC}} = U_{DC} \quad (2)$$

Zieht man den arithmetischen Mittelwert ab, erhält man wieder die Wechselgröße (*Wechselanteil* der Mischgröße):

$$U_{MC} - \overline{U_{MC}} = U_{AC} \quad (3)$$

Bei einer Mischspannung *kann* es sein, dass das Vorzeichen wechselt, es *muss* aber nicht sein<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mischspannungen, deren Vorzeichen nicht wechseln, werden manchmal entgegen jeder Norm *Pulsierende Gleichspannungen* genannt.

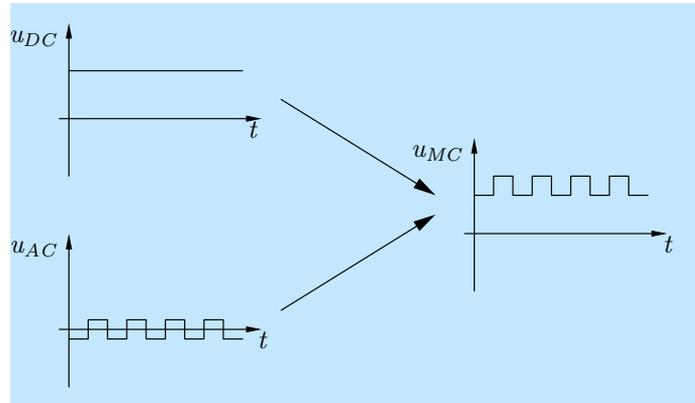


Abbildung 4: Entstehung einer Mischgröße

Mischspannungen mit gleichbleibender Polarität werden z. B. von Gleichspannungs-Generatoren erzeugt sowie von fehlerhaft oder preisgünstig konstruierten Netzteilen.

### 1.5.2 Wechselgrößen im Vergleich

Um eine Gleichspannung zu charakterisieren, braucht man nur den Betrag, also die Höhe der Spannung, zu wissen und ihr Vorzeichen (Polarität). Bei Wechselspannungen dagegen gibt es viel mehr Möglichkeiten.

Zuerst kann man Spannungen verschiedener Höhe unterscheiden. Die Schwierigkeit besteht aber darin, dass diese Höhe sich laufend ändert. Welchen Wert soll man also angeben? Eine Möglichkeit ist es, den *Maximalwert* (auch Spitzenwert oder Amplitude genannt) anzugeben. In der Praxis gibt man stattdessen meistens den so genannten *Effektivwert* an<sup>2</sup>.

Dann kann man Wechselspannungen unterscheiden in periodische und nicht-periodische Wechselspannungen. Bei periodischen Wechselspannungen wiederholt sich der Verlauf nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne, bei nicht-periodischen Wechselspannungen nicht (Abbildung 5)<sup>3</sup>.

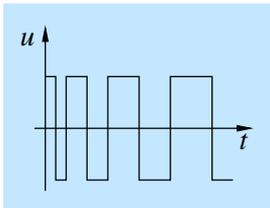
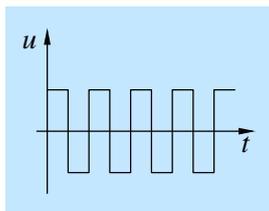
Abbildung 5:  
Nichtperiodischer Verlauf

Abbildung 6: Rechteckform

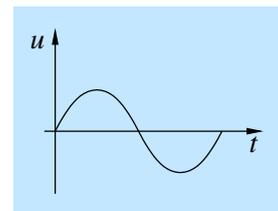


Abbildung 7: Sinusform

Die minimale Zeitspanne, nach der man eine Wiederholung erkennt, heißt *Periodendauer*  $T$ . Die Einheit von  $T$  ist die Sekunde (s). Die *Frequenz*  $f$  ist die Häufigkeit der Wiederholungen:

$$f = 1/T \quad (4)$$

Die Einheit von  $f$  ist Hertz (Hz). Bei Audio-Signalen entspricht die Frequenz der Tonhöhe, während die Amplitude der Lautstärke entspricht. Bei Licht entspricht die Frequenz der Farbe (violett und

<sup>2</sup>Mit dem Effektivwert kann man ermesen, welche Leistung diese Wechselspannung an einem ohm'schen Widerstand umsetzt.

<sup>3</sup>Wenn man Nachrichten überträgt, sei es digital oder analog, sind diese Nachrichten fast nie periodisch. Denn das würde bedeuten, dass man (außer Frequenz, Kurvenform und Phase) keine weiteren Information mehr über die Leitung bekommt. Periodische Signale werden dort aber benutzt, um den Übertragungsweg zu testen.

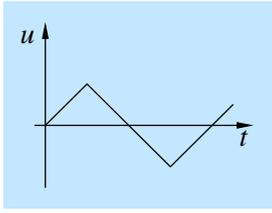


Abbildung 8: Dreieckform

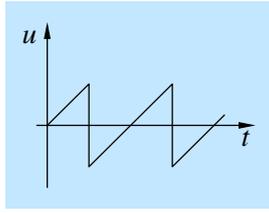


Abbildung 9: Sägezahn

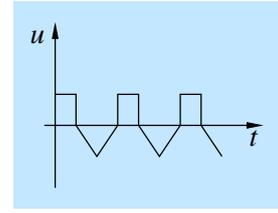


Abbildung 10: Andere Form

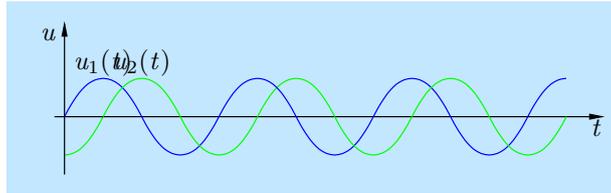


Abbildung 11: Phasenverschiebung zweier Wechselspannungen

blau: hohe Frequenz; orange und rot: niedrige Frequenz), während die Amplitude der Helligkeit entspricht.

Dann kann man bei periodischen Wechselspannungen noch die Kurvenform unterscheiden. Die Rechteckform (Abbildung 6) kommt in der Digitaltechnik häufig vor. In der Energietechnik herrscht die Sinusform (Abbildung 7). Im Bereich der Messtechnik kommen dazu noch Dreieckform (Abbildung 8) und Sägezahn (Abbildung 9). Darüberhinaus gibt es in der Praxis noch viele weitere Signalformen (z. B. Abbildung 10). Bei Audio-Signalen hat die Kurvenform einen Bezug zur Klangfarbe eines Signals. Wenn man an einer Orgel oder einem Synthesizer ein Register zieht (einschaltet), ändert man die Kurvenform und der Ton bekommt eine andere Färbung.

Hat man mehrere periodische Wechselspannungen der gleichen Frequenz, dann kann man sie auch noch nach dem *Nullphasenwinkel* (kurz: *Phase*) unterscheiden. In Abbildung 11 sind die beiden Sinusverläufe um 90 Grad gegeneinander verschoben. Solche Phasenverschiebungen werden im Dreiphasen-Wechselspannungsnetz benutzt<sup>4</sup>.

### 1.5.3 AC und DC bei Netzteilen

Kurz gesagt: Allgemein kann man AC- und DC-Netzteile *nicht* gegeneinander austauschen. Andernfalls können die angeschlossenen Geräte und die Netzteile selbst zerstört werden.

<sup>4</sup>Dort hat man drei sinusförmige Spannungen, deren Nullphasenwinkel um jeweils 120 Grad gegeneinander verschoben sind; dieser Verlauf wird manchmal auch „Drehstrom“ genannt.