KATJA STEIN

Amateurfunkzeugnis Klasse A

Fachwissen und praktische Zusammenhänge verständlich lernen



Deine-Akademie24
Wissen • Lernen • Erfolg

Verstehen. Üben. Sicher entscheiden.
DIN A4 · Deutsche Ausgabe

Amateurfunkzeugnis Klasse A

Lernbuch mit Fachwissen Praxisfällen Aufgaben und erläuterten Lösungen

Katja Stein
Deine-Akademie24
Deutsche Ausgabe 2026

Impressum und Hinweise

Amateurfunkzeugnis Klasse A

Katja Stein · Deine-Akademie24

1. deutsche Buchausgabe · Redaktionelle Endversion nach fachlichem Quellenabgleich · 19. November 2026

© 2026 Katja Stein. Eigene redaktionelle Inhalte und Gestaltung. Für amtliche Texte und gekennzeichnete Materialien gelten die jeweils genannten Quellen und Nutzungsbedingungen.

Titelmotiv KI-generiert. Gestaltung nach der bestehenden Buchreihe von Deine-Akademie24.

Eigenständige Lernunterlage. Keine amtliche Prüfungsfreigabe. Das Buch ersetzt keine praktische Ausbildung, individuelle Prüfungszulassung oder erforderliche Erlaubnis. Maßgeblich sind die im Quellenregister genannten Originalunterlagen und deren Rechtsstand.

Die eigenen Fälle sind Lernmodelle. Ausdrücklich angegebene Annahmen und fiktive Situationen sind keine Aussagen über tatsächliche Kunden, Betriebe oder Tiere.

Weitere Bücher und aktuelle Verfügbarkeit: https://deine-akademie24.de/lernbibliothek/

Mit diesem Buch lernen

Technik verständlich herleiten, Rechnungen systematisch lösen und den individuellen Prüfungsweg nachvollziehen. Die Inhalte bauen fachlich auf Grundwissen auf, ohne einen bereits bestandenen niedrigeren Abschluss vorauszusetzen.

Die Kapitel verbinden Erklärungen mit eigenen Übungsfällen. Lies zuerst den Zusammenhang, bearbeite danach die Aufgabe ohne Lösung und vergleiche anschließend deinen Weg mit der erläuterten Antwort. Fachliche Begriffe, Rechenweg und Ergebnis müssen zusammenpassen. Eine richtige Zahl ohne passende Bezugsgröße beantwortet eine berufliche Beurteilung häufig nicht vollständig.

Alle als fiktiv bezeichneten Fälle und alle ausdrücklich genannten Zahlenannahmen sind Übungsmodelle. Sie behaupten keine tatsächlichen Kunden-, Betriebs- oder Tierfälle. Fehlende Informationen werden nicht durch vermeintlich sichere Angaben ersetzt. Eigene Aufgaben sind keine amtlichen Prüfungsaufgaben; amtliche Amateurfunkaufgaben sind gesondert gekennzeichnet.

Rechtliche Angaben gelten in ihrem genannten Zusammenhang und Quellenstand. Vor einer konkreten Anmeldung und tatsächlichen Anwendung werden aktuelle Originalunterlagen und individuelle Voraussetzungen geprüft. Eine bestandene Lernaufgabe ersetzt weder praktische Unterweisung noch Prüfungszulassung, Qualifikation oder erforderliche Erlaubnis.

Geltungsbereich und ergänzende Vorbereitung

Der Band verbindet gemeinsame Grundlagen mit Klasse-A-Themen und den amtlichen Technikaufgaben der Klassen E und A. Wiedergegebene Originalaufgaben enthalten die richtige Antwort ohne die übrigen Antwortalternativen; dies ist eine Lernsammlung und kein originalgetreuer Prüfungssimulator. Prüfung, Zulassung zum Amateurfunkdienst und Rufzeichenzuteilung bleiben getrennte Vorgänge.

Inhaltsübersicht

01 Klasse A und Prüfungswege

02 Größen und mathematische Werkzeuge

03 Gleichstrom und Netzwerke

04 Wechselstrom und Impedanz

05 Bauelemente und Halbleiter

06 Schwingkreise und Filter

07 Verstärker und Oszillatoren

08 Modulation und digitale Signale

09 Sender und Empfänger

10 Antennen

11 Leitungen und Messung

12 Wellenausbreitung

13 EMV und Personenschutz

14 Betrieb und Vorschriften

15 Rechenwerkstatt

Anschließend folgen die im jeweiligen Band enthaltenen fachlichen Vertiefungen, Grundlagen, Fallwerkstätten, Arbeitsblätter und Quellen.

Fachteil

01 Klasse A und Prüfungswege

Klasse A verlangt umfangreiche technische Kenntnisse. Erstprüfung und Aufstieg unterscheiden sich in den zusätzlich erforderlichen Prüfungsteilen. Die Bundesnetzagentur unterscheidet Betrieb, Vorschriften und technische Kenntnisse; die technischen Teile bauen über N, E und A aufeinander auf. Ein vorhandener Nachweis wird im individuellen Prüfungsweg berücksichtigt. [AFUV, BNETZA]

Amateurfunkprüfungsbescheinigung, Zulassung und Rufzeichenzuteilung haben unterschiedliche Funktionen. Eine bestandene schriftliche Prüfung ist nicht automatisch jede erforderliche betriebliche Berechtigung. Prüfe den aktuellen Antrag und die maßgeblichen Nutzungsbestimmungen vor dem Senden.

Dieses Buch verbindet ausführliche gemeinsame Grundlagen mit A-spezifischen Vertiefungen und dem amtlichen Technikfragenmaterial für E und A. Die Fragen werden mit Quellen- und Lizenzhinweis wiedergegeben. Eigene Erklärungen werden nicht als amtliche Auslegung ausgegeben.

02 Größen und mathematische Werkzeuge

Eine physikalische Größe verbindet Zahlenwert und Einheit. Vor einer Rechnung werden alle Größen auf passende Einheiten gebracht. Mikro, Milli, Kilo und Mega sind keine austauschbaren Schreibweisen. Das Ergebnis wird auf Größenordnung und physikalische Bedeutung geprüft.

Logarithmische Angaben beschreiben Verhältnisse. Für Leistungen gilt L = 10 log10(P2/P1). Bei Spannungen unter gleichen Widerstandsbedingungen gilt L = 20 log10(U2/U1). Die Widerstandsbedingung ist wichtig; ohne sie kann eine Spannungsaussage nicht unverändert als Leistungsverhältnis verwendet werden.

Annahme: Eine Leistung fällt von 100 auf zehn Watt. Lösung: 10 log10(10/100) = minus zehn dB. Eine Dämpfung von zehn dB beschreibt das Verhältnis, nicht eine feste Ausgangsleistung. Bei einem anderen Eingangswert ergibt sich ein anderer Wattwert.

03 Gleichstrom und Netzwerke

Ohmsches Gesetz und Leistungsbeziehungen bilden die Grundlage vieler Schaltungsrechnungen. U = R × I, P = U × I. Für einen idealisierten Widerstand lassen sich daraus P = I²R und P = U²/R ableiten. In realen Bauteilen sind Belastbarkeit und Temperatur zu berücksichtigen.

Serien- und Parallelschaltungen werden schrittweise vereinfacht. In Reihe fließt derselbe Strom, parallel liegt dieselbe Spannung an. Das gilt für das jeweils idealisierte Modell. Eine richtige Formel muss mit der tatsächlichen Schaltungsstruktur verbunden werden.

Annahme: Zwei Widerstände von je 100 Ohm liegen parallel an zehn Volt. Lösung: Der Ersatzwiderstand beträgt 50 Ohm, der Gesamtstrom 0,2 Ampere und die Gesamtleistung zwei Watt. Jeder Widerstand setzt ein Watt um. Eine tatsächlich geeignete Bauteilauswahl benötigt ausreichende Belastbarkeit.

04 Wechselstrom und Impedanz

Wechselstromrechnung berücksichtigt Phasenlage. Ein Widerstand, eine ideale Spule und ein idealer Kondensator verhalten sich unterschiedlich. Induktiver Blindwiderstand ist $X_L = 2\pi f L$, kapazitiver Blindwiderstand $X_C = 1/(2\pi f C)$. Bei steigender Frequenz steigt X_L, während X_C sinkt.

Impedanz verbindet Wirk- und Blindanteil. Beträge dürfen bei phasenverschobenen Größen nicht grundsätzlich wie gewöhnliche Gleichstromwiderstände addiert werden. Nutze ein passendes Zeiger- oder komplexes Modell und prüfe, welche vereinfachenden Annahmen gelten.

Annahme: Eine ideale Spule besitzt 10 Mikrohenry bei ein MHz. Lösung: $X_L = 2\pi \times 1.000.000 \times 0{,}00001$, also etwa 62,83 Ohm. Reale Verluste und parasitäre Eigenschaften sind in dieser idealisierten Rechnung nicht enthalten.

05 Bauelemente und Halbleiter

Bauelemente werden nach Funktion, Grenzwerten und Frequenzverhalten beurteilt. Ein Kondensator besitzt neben Kapazität reale Verluste und parasitäre Eigenschaften. Eine Spule kann durch Wicklung und Kern zusätzliche Begrenzungen zeigen. Idealmodelle erklären Grundlagen, ersetzen aber kein Datenblatt.

Halbleiterbauelemente werden durch ihre Kennlinien und Beschaltung verstanden. Bei Transistoren sind Arbeitspunkt und Betriebsart entscheidend. Ein Verstärker kann bei zu großer Ansteuerung nichtlinear werden. Das erzeugt Verzerrung und möglicherweise unerwünschte Aussendungen.

Übung: Ein Bauteil besitzt den passenden Nennwert, aber eine zu geringe Spannungsfestigkeit. Lösung: Es ist für diese Belastung nicht geeignet. Nennwert, Grenzwerte, Verlustleistung und Umgebung müssen gemeinsam passen. Eine rein numerische Gleichheit des Widerstands oder der Kapazität genügt nicht.

06 Schwingkreise und Filter

Die ideale Resonanzfrequenz eines LC-Kreises beträgt $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{(LC)})$. Resonanz entsteht, wenn sich induktive und kapazitive Blindanteile im betrachteten Zusammenhang ausgleichen. Reihen- und Parallelschwingkreis besitzen dabei unterschiedliche Impedanzeigenschaften.

Filter werden über Durchlassbereich, Sperrwirkung, Bandbreite und Anpassung beurteilt. Güte und Dämpfung beeinflussen die Selektivität. Eine schmale Durchlasskurve ist nur dann sinnvoll, wenn sie zum Nutzsignal passt. Ein zu schmales Filter kann gewünschte Information beschneiden.

Annahme: L = zehn Mikrohenry, C = 100 Pikofarad, idealisiertes Modell. Lösung: $LC = 10^{-15}$, daraus f_0 etwa 5,03 MHz. Bauteiltoleranzen und reale parasitäre Größen verschieben das tatsächliche Ergebnis; eine Messung bleibt für die reale Schaltung relevant.

07 Verstärker und Oszillatoren

Verstärker erhöhen eine Signalgröße mithilfe zugeführter Energie. Verstärkung ist nicht gleich Wirkungsgrad. Linearität, Rauschen, Bandbreite und Stabilität sind eigene Eigenschaften. Ein Leistungsverstärker wird innerhalb seiner geeigneten Betriebsgrenzen betrachtet.

Ein Oszillator erzeugt eine periodische Schwingung. Rückkopplung, frequenzbestimmende Elemente und Arbeitspunkt beeinflussen sein Verhalten. Phasenregelkreise vergleichen Phasenlagen und regeln die Erzeugung einer Frequenz. Ihr Regelverhalten ist von einem einfachen frei schwingenden Oszillator zu unterscheiden.

Annahme: Eine Stufe liefert zehn Watt HF-Leistung bei 25 Watt elektrischer Aufnahme. Lösung: Der vereinfachte Wirkungsgrad beträgt 40 Prozent. Die Differenz ist nicht Nutz-HF-Leistung und muss im realen Gerät unter anderem thermisch beherrscht werden.

08 Modulation und digitale Signale

Modulation überträgt Information durch eine geeignete Änderung eines Trägers beziehungsweise Signals. Amplitude, Frequenz und Phase sind unterschiedliche Veränderungsgrößen. Bandbreite und technische Anforderungen hängen vom Verfahren ab.

Digitale Information ist nicht automatisch ein schmalbandiges Funksignal. Symbolrate, Codierung, Filterung und Modulationsart beeinflussen Spektrum und Robustheit. Ein Empfänger benötigt passende Synchronisation und Verarbeitung. Bei digitaler Signalverarbeitung müssen Abtastung, Filter und Quantisierung zusammen betrachtet werden.

Annahme: Eine ideale Abtastung erfolgt mit 48 kHz. Lösung: Nach dem idealisierten Abtasttheorem müssen die zu rekonstruierenden Frequenzen unter 24 kHz liegen. Reale Systeme benötigen geeignete Filter und Übergangsbereiche. Der Grenzwert rechtfertigt keine ungefilterte praktische Auslegung exakt an der Grenze.

09 Sender und Empfänger

Blockschaltbilder ordnen Funktionen, nicht nur Bauteile. Ein Sender verbindet Aufbereitung, Modulation, Frequenzumsetzung, Verstärkung und Filterung. Ein Empfänger verbindet Auswahl, Verstärkung, Umsetzung beziehungsweise direkte Abtastung und Demodulation.

Mischung erzeugt unter anderem Summen- und Differenzanteile. Die gewünschte Umsetzung benötigt geeignete Filter und Frequenzplanung. Spiegelfrequenz, Intermodulation und Übersteuerung können unerwünschte Signale verursachen. Ein starkes Eingangssignal ist nicht automatisch ein gutes Empfangssignal.

Annahme: Ein idealisierter Mischer erhält sieben und neun MHz. Lösung: Zu den grundlegenden Mischprodukten gehören zwei und 16 MHz. Welche Komponente im konkreten Empfänger genutzt wird, hängt von Architektur und Filterung ab.

10 Antennen

Antennen koppeln leitungsgeführte Energie an elektromagnetische Wellen und umgekehrt. Form, elektrische Länge, Umgebung und Speisung beeinflussen ihr Verhalten. Eine mechanische Länge allein beschreibt keine vollständig bestimmte Antenne.

Gewinn wird auf eine Referenz bezogen. dBi und dBd sind deshalb nicht dieselbe Zahl für denselben Bezug. Richtwirkung kann Empfang verbessern, ersetzt aber keine freie Sicht oder passende Ausbreitungsbedingungen. Polarisation von Sende- und Empfangsantenne beeinflusst die Kopplung.

Annahme: Für eine freie Welle wird näherungsweise c = 300.000.000 m/s und f = 15 MHz verwendet. Lösung: Die Wellenlänge beträgt etwa 20 Meter. Eine reale Antennenlänge wird daraus nicht ohne Berücksichtigung von Bauform, Umgebung und Verkürzung exakt abgeleitet.

11 Leitungen und Messung

Eine Übertragungsleitung besitzt Wellenwiderstand, Dämpfung und Laufzeit. Fehlanpassung kann Reflexionen erzeugen. Ein gutes Stehwellenverhältnis am Messpunkt beweist nicht automatisch hohen Strahlungswirkungsgrad der Antenne.

Ein VNA erfasst komplexe Beziehungen abhängig von Kalibrierung, Messaufbau und Referenzebene. Leitungen und Adapter können das Ergebnis beeinflussen. Messergebnisse werden mit Bedingungen und Grenzen dokumentiert. Ein einzelner niedriger Reflexionswert ersetzt keine vollständige Stationsprüfung.

Annahme: Reflexionsfaktor im Betrag 0,2. Lösung: SWR = (1 + 0,2)/(1 − 0,2) = 1,5. Die Rechnung bezieht sich auf diesen idealisierten Zusammenhang am betrachteten Punkt. Weitere Verluste und räumliche Verhältnisse sind nicht daraus bestimmt.

12 Wellenausbreitung

Ausbreitung hängt von Frequenz, Weg, Atmosphäre, Ionosphäre und Umgebung ab. Bodenwelle, Raumwelle und weitere Mechanismen haben unterschiedliche Voraussetzungen. Eine Frequenzwahl wird deshalb mit Tageszeit, Saison und tatsächlichen Bedingungen verbunden.

Ausbreitungsindizes und Vorhersagen sind Hilfsmittel, keine garantierte Verbindung. Ein fehlendes Signal kann durch Ausbreitung, Antenne, Empfänger oder Betriebsweise verursacht sein. Beobachte mehrere geeignete Hinweise und dokumentiere den Zustand.

Übung: Eine gestern erfolgreiche Verbindung gelingt heute nicht. Lösung: Prüfe Bedingungen und Stationszustand getrennt. Der frühere Erfolg beweist keine dauerhaft gleiche Ausbreitung. Ebenso darf ein Ausfall nicht ohne Untersuchung ausschließlich der Ionosphäre zugeschrieben werden.

13 EMV und Personenschutz

Elektromagnetische Verträglichkeit betrachtet Störaussendung und Störfestigkeit. Unerwünschte Aussendungen werden von einem zulässigen Nutzsignal unterschieden, das ein anderes Gerät wegen unzureichender Störfestigkeit beeinträchtigt. Beide Situationen erfordern sachliche Untersuchung.

Personenschutz, elektrische Sicherheit und Standortanforderungen werden gemeinsam geplant. Konkrete Grenzwerte und Nachweisverfahren sind aktuell und quellenbezogen zu prüfen. Messungen an gefährlicher Spannung, Eingriffe in Geräte und ausgesendete Testsignale sind keine geeigneten unbeaufsichtigten Anfängerübungen.

Übung: Ein Störproblem tritt nur beim Senden auf. Lösung: Dokumentiere Bedingungen und grenze mögliche Kopplungswege mit geeigneter fachlicher Unterstützung ein. Eine vermutete Ursache wird nicht als bewiesen dargestellt. Betrieb erfolgt nur im erlaubten Rahmen.

14 Betrieb und Vorschriften

Ein Funkkontakt verbindet Identifikation, verständliche Abwicklung und Einhaltung der geltenden Bedingungen. Rufzeichen, Frequenzbereich, Klasse, Betriebsart und Leistung müssen zusammenpassen. Ein einzelner pauschaler Leistungswert ist kein zuverlässiger Ersatz für die aktuelle Frequenzanlage.

Bandplan und rechtliche Frequenzzuweisung haben unterschiedliche Funktionen. Empfehlungen werden nicht automatisch als Gesetz bezeichnet. Umgekehrt rechtfertigt ein im Gerät anwählbarer Bereich keine Sendeberechtigung. Prüfe vor dem Betrieb die für die konkrete Nutzung geltenden Regeln. [AFUV]

Übung: Ein Gerät kann eine Frequenz einstellen, die nicht zum eigenen Recht passt. Lösung: Die technische Einstellbarkeit schafft keine Befugnis. Die maßgebliche Regel wird geprüft und die Nutzung entsprechend begrenzt.

15 Rechenwerkstatt

Rechne systematisch: Gegeben, gesucht, Modell, Einheiten, Formel, Einsetzen und Plausibilität. Verwende mehr Zwischenstellen, als du im Endergebnis benötigst, und runde passend zur Aufgabenstellung. Eine exakte Zahl mit falscher Einheit ist kein richtiges physikalisches Ergebnis.

Verbinde mehrere Stufen logarithmisch oder über Faktoren, aber nicht widersprüchlich. Gewinn und Dämpfung benötigen eine eindeutige Vorzeichenkonvention. Eingangsleistung, Leitungsverlust und Antennengewinn müssen auf dieselbe betrachtete Bezugsstelle bezogen sein.

Annahme: Zehn Watt Senderleistung, drei dB Leitungsdämpfung und sechs dBi Antennengewinn, weitere Verluste fehlen. Lösung: 10 × 10^((−3 + 6)/10) ergibt etwa 19,95 Watt EIRP im idealisierten Modell. Rechtliche Zulässigkeit und tatsächliche Messbedingungen sind damit nicht bestätigt.

16 Prüfungstraining

Für Klasse A werden Grundlagen und zusätzliche technische Themen gemeinsam beherrscht. Das Fragenmaterial hilft, Themen und typische Verwechslungen zu erkennen. Richtiges Wiedererkennen ersetzt nicht jedes Verständnis, besonders bei veränderten Zahlen und Schaltungen.

Bearbeite Fragen zunächst ohne Lösung. Erkläre anschließend, weshalb die richtige Antwort passt und welche Annahme ein Fehler gewesen wäre. In diesem Buch werden amtliche Aufgaben aus der freigegebenen Originaldatenquelle mit eindeutiger Kennung und richtiger Antwort dargestellt. Bildaufgaben enthalten ihre Originalabbildung; die Auswahl dieser Antwortdarstellung ist im Lizenzvermerk als Änderung beschrieben.

Übung: Ein Ergebnis wurde auswendig gewusst, der Rechenweg ist unbekannt. Lösung: Behandle den zugrunde liegenden Zusammenhang als Lernlücke. Wiederhole die Erklärung und löse eine passende Variante, statt das einzelne bekannte Ergebnis als vollständige Kompetenz zu zählen.

Gemeinsame Grundlagen für den gesamten Lernweg

Die folgenden Grundlagen und eigenen Erläuterungen zu N-Technik, Betrieb und Vorschriften stammen aus der eigenen Amateurfunkreihe. Sie bilden den gemeinsamen Sockel. Die zusätzlichen E- und A-Technikaufgaben folgen danach vollständig mit ihren Originalkennungen.

Grundlage Rechnen Größen und Einheiten

Erst die Größe dann die Zahl

Eine Zahl ohne Einheit ist im technischen Zusammenhang häufig unbrauchbar. 12 kann Volt, Ampere oder Meter bedeuten. Notiere deshalb immer, welche Größe gegeben ist und welche gesucht wird. Spannung U wird in Volt V angegeben, Stromstärke I in Ampere A, Widerstand R in Ohm und Leistung P in Watt W. Frequenz f hat die Einheit Hertz Hz, Zeit t die Sekunde s und Wellenlänge λ den Meter m.

Die Vorsätze verändern den Zahlenmaßstab. Kilo bedeutet tausend, Mega eine Million, Giga eine Milliarde. Milli bedeutet ein Tausendstel, Mikro ein Millionstel und Nano ein Milliardstel. 145 MHz sind 145 000 000 Hz. 500 mA sind 0,5 A. 2,2 kOhm sind 2 200 Ohm. Wer Milliwatt und Watt verwechselt, liegt um den Faktor tausend daneben, obwohl das Display vielleicht nur dieselben drei Ziffern zeigt.

Verwende passende Zwischenwerte. Für die Wellenlängenrechnung in Luft genügt als Lernnäherung c ≈ 300 000 000 Meter pro Sekunde. Damit gilt λ = c / f. Wenn f in MHz eingesetzt wird, kannst du λ in Metern näherungsweise mit 300 / f in MHz berechnen. Bei 145 MHz ergibt das rund 2,07 m. Die einfache Regel gehört nur zu dieser Einheitenkombination. Bei Eingabe von 145 000 000 in dieselbe verkürzte Formel wäre das Ergebnis falsch skaliert.

Verhältnisse und Dreisatz

Übungsannahme: Ein gleichartiger Draht wiegt pro 100 Meter 210 Gramm. Ein Stück wiegt 55 Gramm. Seine Länge ist 100 m × 55 g / 210 g ≈ 26,2 m. Die Gramm kürzen sich heraus, Meter bleibt übrig. Die Rechnung setzt ausdrücklich gleiches Material und gleichen Querschnitt voraus; sie bestimmt nicht die Länge eines beliebigen Kabels mit anderer Isolierung.

Ein zweites Beispiel: Aus 250 Metern Draht sollen Stücke von jeweils 18,5 Metern hergestellt werden. 250 / 18,5 ergibt rund 13,51. Vollständige Stücke sind höchstens 13 möglich. Du rundest nicht auf 14 auf, weil ein halbes rechnerisches Stück keine vollständige Antenne ergibt. Prüfe, ob eine Aufgabe einen kontinuierlichen Messwert oder eine ganze Anzahl verlangt.

Das Ohmsche Gesetz anwenden

Für einen ohmschen Widerstand gilt U = R × I. Daraus folgen I = U / R und R = U / I. Übungsannahme: An einem idealisierten Widerstand von 100 Ohm liegen 12 Volt. Dann fließen 12 V / 100 Ohm = 0,12 A, also 120 mA. Die Verlustleistung beträgt P = U × I = 12 V × 0,12 A = 1,44 W. Ein realer Widerstand müsste für Belastung und Einsatzbedingungen geeignet sein; aus dem Rechenergebnis folgt keine Freigabe für irgendein Bauteil.

Bei konstanter Spannung führt ein größerer ohmscher Widerstand zu kleinerem Strom. Bei konstantem Widerstand führt eine größere Spannung zu größerem Strom. Diese Bedingungen gehören zum Satz. Wenn sich mehrere Größen gleichzeitig verändern, darfst du nicht dieselbe einfache Folgerung unverändert anwenden. Geräte mit Regelung oder wechselndem Betriebszustand sind keine beliebigen konstanten Widerstände.

Die elektrische Leistungsaufnahme eines Funkgeräts ist nicht seine HF-Ausgangsleistung. Übungsannahme: 12 Volt Versorgung und 2 Ampere Stromaufnahme ergeben 24 Watt elektrische Eingangsleistung. Ein Teil wird in Wärme und anderen Verbrauchern umgesetzt. Die Antennenleistung muss gesondert bestimmt werden. Der Wirkungsgrad setzt passende Ausgangsleistung zu Eingangsleistung ins Verhältnis; 8 W HF bei 24 W Eingang entsprächen im vereinfachten Modell etwa 33,3 Prozent.

Dezibel als Verhältnis

Ein Leistungsgewinn in Dezibel beschreibt ein Verhältnis: G in dB = 10 × log10(P2 / P1). Für den Einstieg merkst du dir einige überprüfbare Anker. Ein Faktor 2 entspricht ungefähr +3 dB, ein Faktor 10 genau +10 dB. Halbierung entspricht ungefähr −3 dB und ein Zehntel −10 dB. Die Rundungswerte sind Lernnäherungen; bei einer knappen rechtlichen Leistungsgrenze darf Rundung keine Überschreitung verdecken.

In einer Leistungskette werden Gewinne addiert und Verluste subtrahiert, wenn die Bezüge passen. Übungsannahme: 5 W Senderleistung, 3 dB Leitungsverlust und 6 dBd Antennengewinn. Der Nettogewinn beträgt näherungsweise 3 dB; die ERP liegt damit ungefähr bei 10 W. Mit den genaueren Faktoren 10 hoch −0,3 und 10 hoch 0,6 ergibt sich rund 9,98 W. Das Beispiel zeigt zugleich, weshalb du eine rechtliche Obergrenze nicht mit groben Rundungen ausreizen solltest.

Dezibel ist zunächst ein Verhältnis, nicht automatisch eine absolute Leistung. dBW bezieht sich auf ein Watt, dBm auf ein Milliwatt, dBi und dBd auf verschiedene Vergleichsantennen. „3 dB“ ist also nicht dasselbe wie „3 W“. Für N musst du besonders vermeiden, einen dBi-Wert direkt als dBd in eine ERP-Rechnung einzusetzen.

Ein einheitlicher Rechenweg

Schreibe erst die gegebenen Größen mit Einheit auf. Benenne das Gesuchte. Wähle die Beziehung und stelle sie nötigenfalls um. Rechne die Einheiten passend um. Setze die Werte ein, behalte sinnvolle Zwischenstellen und kontrolliere das Ergebnis auf Größenordnung. Ein Spannungswert von 12 000 Volt aus einer gewöhnlichen 12-Volt-Übungsaufgabe deutet eher auf einen Einheitenfehler als auf eine überraschende physikalische Entdeckung.

Vier Kontrollaufgaben

07.1 Wie viel Ampere sind 250 mA?

07.2 Welche Stromstärke ergibt sich im idealisierten Fall aus 9 V an 300 Ohm?

07.3 Welche elektrische Leistung ergibt sich aus 13,8 V und 1,5 A?

07.4 Welche ungefähre Wellenlänge gehört zu 435 MHz?

Lösungen mit Begründung

07.1 0,25 A. Milli bedeutet ein Tausendstel.

07.2 I = U / R = 9 / 300 A = 0,03 A, also 30 mA.

07.3 P = U × I = 13,8 × 1,5 W = 20,7 W. Das ist hier die elektrische Leistungsaufnahme, nicht automatisch die HF-Abgabe.

07.4 λ ≈ 300 / 435 m ≈ 0,690 m, also rund 69 cm. Das passt zur geläufigen Bezeichnung 70-Zentimeter-Band.

Quellenbezug: R22_Q6 Technik N zu Größen, Einheiten, Ohmschem Gesetz und Leistung; R22_Q5 amtliche Formelsammlung. Rechenwerte und Anlagenkonfigurationen dieses Kapitels sind eigene Übungsannahmen.

Fragenwegweiser im amtlichen Bestand: NA103, NA102, NA101, NA212, NA211, NA210, NA209, NA208, NA204, NA203, NA202, NA201, NB303, NB302, NB505, NB504, NB503, NB502, NB501, NB606, NB605, NB604, NB603, NB602, NB601.

Grundlage Elektrizität und elektromagnetische Wellen

Abbildung 3 Periodendauer und Scheitelwert einer Sinusschwingung

Was im Stromkreis geschieht

Elektrische Spannung beschreibt einen Potentialunterschied. Wird ein geeigneter geschlossener leitender Weg hergestellt, kann Strom fließen. Die Stromstärke beschreibt die pro Zeit bewegte Ladung. Ein Widerstand begrenzt den Strom und setzt elektrische Energie in Wärme um. Für das Verständnis reicht es nicht, Spannung und Strom beide als „Strom“ zu bezeichnen: Eine Batterie kann eine Spannung bereitstellen, während bei offenem Stromkreis praktisch kein Laststrom fließt.

Die technische Stromrichtung wird vom Pluspol zum Minuspol beschrieben. In metallischen Leitern bewegen sich Elektronen im einfachen Gleichstrommodell in die entgegengesetzte Richtung. Das sind zwei unterschiedliche Beschreibungen desselben Zusammenhangs, kein Widerspruch. Für Schaltbilder und die grundlegenden Rechenaufgaben verwendest du die vereinbarte technische Richtung.

Leiter lassen bewegliche Ladungsträger vergleichsweise gut zu; Kupfer und Aluminium sind gebräuchliche Beispiele. Isolatoren behindern den Stromfluss unter den betrachteten Bedingungen. Halbleiter werden unter anderem für Dioden und Transistoren verwendet. Die

Eigenschaften hängen von Material, Aufbau und Betriebszustand ab. Ein Isolator ist deshalb keine Garantie gegen jede beliebig hohe Spannung.

Gleichstrom und Wechselstrom

Bei idealem Gleichstrom bleiben Richtung und Größe konstant. Reale Gleichspannungsversorgungen können Restwelligkeit oder Störungen aufweisen. Bei Wechselstrom ändern sich Richtung und Momentanwert. Eine Sinusschwingung wiederholt sich mit ihrer Periodendauer T. Die Frequenz ist f = 1 / T. Ein Kilohertz bedeutet tausend vollständige Perioden pro Sekunde, nicht tausend einzelne Nulldurchgänge.

Bei einer sinusförmigen Spannung unterscheiden wir Scheitelwert und Effektivwert. Der Effektivwert ist für die gleiche Wärmewirkung an einem ohmschen Widerstand maßgeblich. Der Scheitelwert ist um den Faktor Wurzel aus 2 größer. Übungsannahme: Ein reines Sinussignal hat 10 V Effektivwert. Sein Scheitelwert liegt bei ungefähr 14,14 V, die Spitze-Spitze-Spannung bei ungefähr 28,28 V. Das gilt nicht automatisch für jede andere Signalform.

Die Phase beschreibt die Lage innerhalb einer Schwingung. Zwei gleichfrequente Sinussignale können gegeneinander verschoben sein. Bei 180 Grad sind sie im idealisierten Modell gegenphasig. Überlagern sie sich mit passender gleicher Amplitude am selben Ort, kann sich ihre Summe aufheben. In der Funktechnik erklären solche Überlagerungen einen Teil der räumlich wechselnden Empfangsbedingungen.

Elektrische und magnetische Felder

Elektrische Ladungen und Spannungen sind mit elektrischen Feldern verbunden. Ein Strom erzeugt ein magnetisches Feld. Veränderliche Felder stehen in der elektromagnetischen Welle miteinander in Beziehung. Eine Antenne kann elektrische HF-Energie in elektromagnetische Strahlung und umgekehrt umsetzen. Das bedeutet nicht, dass jeder Draht unter allen Bedingungen eine gleich gute Antenne ist.

Für eine frei fortschreitende Welle in Luft gilt näherungsweise λ = c / f. Höhere Frequenz bedeutet bei gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit kürzere Wellenlänge. Diese Beziehung erklärt die Bandbezeichnungen. Sie sagt noch nicht, welche Reichweite eine konkrete Station erreicht. Reichweite hängt zusätzlich von Leistung, Antennen, Ausbreitung, Rauschen und Empfänger ab.

Felder können auch unerwünscht in Leitungen und Geräte einkoppeln. Eine ungeschirmte oder ungünstig geführte Leitung kann deshalb am Störungsproblem beteiligt sein, obwohl sie gar nicht als Sendeantenne gedacht war. Technische Ordnung bei Aufbau, Leitungsführung und Entstörung ist ein Teil verantwortlichen Betriebs.

Vier Kontrollaufgaben

08.1 Kann eine Batterie eine Spannung haben, obwohl ihr äußerer Stromkreis offen ist?

08.2 Welche Periodendauer gehört zu 1 kHz?

08.3 Ist der Scheitelwert eines Sinussignals kleiner als sein Effektivwert?

08.4 Was geschieht mit der Wellenlänge, wenn sich bei gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit die Frequenz verdoppelt?

Lösungen mit Begründung

08.1 Ja. Spannung und Laststrom sind verschiedene Größen. Ein geschlossener geeigneter Weg ist für den äußeren Laststrom nötig.

08.2 T = 1 / 1 000 Hz = 0,001 s, also 1 ms.

08.3 Nein. Beim Sinus liegt er um den Faktor Wurzel aus 2 darüber. Signalform und Messgröße müssen benannt werden.