



Die Entstehung der Funktechnik

Den Grundstein legte die Elektrophysik



Heinrich Hertz
1857 - 1894

Heinrich Hertz entdeckte in Karlsruhe mit dem ersten hertzschen Oszillator die Existenz der elektromagnetischen Wellen. Er wies nach, dass sie sich auf die gleiche Art und mit der gleichen Geschwindigkeit ausbreiten, wie Lichtwellen. Damit gelang ihm die experimentellen Bestätigung von James Clerk Maxwells elektromagnetischer Theorie des Lichts von 1884.

Am 11. November 1886 gelang ihm im Experiment die Übertragung elektromagnetischer Wellen von einem Sender zu einem Empfänger. Dies war die grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung der Funktechnik, die ca. 1895 mit der „drahtlosen Telegraphie“ begann.

100 Jahre nach dem Beginn der industriellen Revolution, zu deren Beginn die meisten Entwicklungen ohne große Anforderungen an neuere naturwissenschaftliche Erkenntnisse empirisch bewältigt wurden. Die technische Erklärung der Prozesse erfolgte zumeist im Nachhinein.

Dagegen verlief die Entwicklung der Elektrotechnik im engen Wechselverhältnis zur Elektrophysik. Erst die Entdeckung elektrophysikalischer Effekte ermöglichte Erfindungen in der Schwach- oder Starkstromtechnik. Die Entdeckungen der elektrochemischen Spannungsquelle, des Elektromagnetismus und der elektromagnetischen Induktion ermöglichten die Erfindungen der elektromagnetischen Telegraphie, der Telefonie, des Dynamos, des Elektromotors und vieler weiterer elektrotechnischen Geräte und Verfahren.

Die Geschichte der Elektrotechnik und insbesondere der Funktechnik sollte also immer in Verbindung mit der Elektrophysik betrachtet werden, um präzise Aussagen zu erhalten.

Der Aufschwung der Elektrophysik setzte ca. 1800 nach Vorarbeiten von **Luigi Galvani** durch die Erfindung des elektrochemischen Elements durch **Allesandro Volta** ein, da dadurch erstmals ein stationärer Strom erzeugt werden konnte.

1820 entdeckte **Hans Christian Oersted** den Elektromagnetismus, was eine außerordentliche Flut an wissenschaftlichen Aktivitäten hervorrief.



André-Marie Ampère
1775 - 1836

So definierte **André-Marie Ampère** 1823-1826 das Ampèresche Gesetz der Elektrodynamik für die Wechselwirkung stromdurchflossener Leiter.

Auch das **Ohmsche Gesetz**, benannt nach dem Entdecker **Georg Simon Ohm**, mit dem die Zusammenhänge in Stromkreisen durchschaubar wurden, wurde 1826 festgeschrieben.

Schließlich gelang **Michael Faraday** 1832 die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion.

Damit stand der Weg offen für die technische Umsetzung einer drahtgebundenen Telegrafie. Diese wurde ab etwa 1845 eingeführt, und entwickelte sich im Laufe von 30 Jahren zu einem weltumspannenden Netz.

Ab 1878 entstand die Telefonie und wenige Jahre später hatten bereits die ersten Städte ein flächendeckendes Telefonnetz.

Werner Siemens Erfindung des elektrodynamischen Effektes 1866 legte den Grundstein für die Elektrifizierung der Städte beginnend 1892 durch **Thomas Alva Edison** mit einem Stadtteil New Yorks – von einer elektrischen Kommunikation „ohne Draht“ war allerdings noch nirgendwo die Rede.



Die Entstehung der Funktechnik

100 Jahre drahtlose Kommunikation

Meilensteine

- 1791** Der Geistliche Monsieur **Claude Chappé** (1763-1805) erfand 1791 mit Hilfe seiner Brüder den ersten optischen Telegrafen. Die erste Übertragung fand 1793 über 70 km von Pelletier St. Fargeau nach St. Martin du Thertre statt. In der Folgezeit erfolgte eine intensive Nutzung des Telegrafenverkehrs in Frankreich und in Deutschland insbesondere (natürlich) für militärische, politische und polizeiliche Zwecke. Der Begriff **Telegrafie** wurde vom französischen General Moit aus den beiden griechischen Wörtern **telos (fern)** und **graphein (schreiben)** gebildet.
- 1820** Der Franzose **André Marie Ampère** (1775-1836) entwickelte 1820 einen **elektromagnetischen Telegrafen**, der nach dem Nadelprinzip (zur Seite ausschlagende Nadel) arbeitete. Dies bereits ein Jahr nach der Entdeckung des Elektromagnetismus durch Professor **Hans Christian Oersted** (1777-1851).
- 1837** Am 4. September 1837 führte **Samuel B. Morse** (1791-1872) seinen ersten Telegrafen vor. Am 24. Mai 1844 telegraphiert er die erste elektronische Botschaft von Baltimore nach Washington: "What hath God wrought". Am 20. Juni 1845 erhielt er das Patent für seinen verbesserten Telegrafen samt Morsetaste.
- 1849** **Friedrich Clemens Gerke** (1801-1888) entwickelte das Morsealphabet, das heute noch Gültigkeit hat.
- 1855** Erster Typenrad-**Fernschreiber** mit Tastatur durch David (Edward) Hughes (1831-1900) fertiggestellt.
- 1858** Erstes **Transatlantikkabel** zwischen Irland und Kanada.
- 1861** Philipp Reis (1834-1874) demonstrierte vor dem physikalischen Verein in Berlin die elektrische Übertragung eines Waldhornsollos. Das "**Telefon**" kommt aber über den Zustand eines Kuriosums nicht hinaus.
- 1863** **Giovanni Caselli** (1815-1891) erhält ein Patent für ein **Faxgerät** namens "Pantelegraph".
- 1875** Am 2. Juni 1875 gelang es **Alexander Graham Bell** (1847-1922), eine elektrische Tonübertragung durchzuführen. Eine erste Sprachübertragung gelang Bell und Watson am 10. März 1876. Im Dezember desselben Jahres gelingt eine Übertragung über 200km.
- 1876** Alexander Graham Bell meldet im Februar ein Patent auf die Erfindung des Telefons an, nur zwei Stunden später erfolgt durch Elisha Gray eine weitere Anmeldung für ein ähnliches Gerät. Bell erhält am 7. März 1876 sein Patent.
- 1870** Theoretische Voraussagen **James Clerk Maxwells** (1831-1879) über die Verknüpfung zeitlich veränderlicher elektrischer und magnetischer Felder und die Möglichkeit ihrer räumlichen Ausbreitung (elektromagnetische Wellen).
- 1886** Am 13. November 1886 konnte diese Hypothese durch **Heinrich Hertz** (1857-1894) mittels **Funkenstrecken** experimentell bewiesen werden.
- 1895** Erste drahtlose Nachrichtenübermittlungen durch mehrer Funkpioniere: 1894 **Oliver Lodge** (1851-1950), 1895 **Alexander Stepanowitsch Popow** (1859-1905), 1895 **Ferdinand Schneider** (1866-1955), 1896 **Guglielmo Marconi** (1874-1937, Marconi erhielt u.a. hierfür 1909 den **Physik-Nobelpreis**).
- 1901** Erste interkontinentale Funkverbindung durch Guglielmo Marconi.
- 1906** meldeten **Robert von Lieben** (am 4. März 1906, Patentschrift Nr. 179 807) und **Lee de Forest** (am 25. Oktober 1906, US-Patent 841 387) ihre Patente zu **Elektronenröhren** an.



Was ist Amateurfunk?

Faszination eines technischen Hobbys

Der „Amateurfunkdienst“ ist ein technisch-experimentellen Funkdienst, der die Verwendung von Erd- und Weltraumfunkstellen einschließt und der von Funkamateuren für die eigene Ausbildung, für den Verkehr der Funkamateure untereinander, insbesondere zur Durchführung von Not- und Katastrophenfunkverkehr, und für technische Studien betrieben wird.

Der Amateurfunkdienst ist im Internationalen Fernmeldevertrag weltweit geregelt.

Er bietet die umfangreichsten Betätigungsmöglichkeiten in einem Funkdienst, die einer Privatperson zur Verfügung stehen, und geht in seinen Möglichkeiten weit über die des CB-Funks (Citizens' Band Radio) hinaus. Zumeist wecken lizenzfreie Funkdienste wie eben der CB-Funk die Lust an mehr und gelten als wichtiger Meilenstein am Weg eines Funkbegeisterten.

Ähnlich der Teilnahme am Automobilverkehr mit einem Kraftfahrzeug ist aber eine Genehmigung (Lizenz) erforderlich, die in Österreich in 3 verschiedenen Klassen in einer mit Erfolg bestandenen Prüfung erworben werden kann. Dabei muss technisches, betriebliches und rechtliches Fachwissen sowie praktische Tätigkeiten auf dem Gebiet des Amateurfunks demonstriert werden. Diese Prüfung wird bei der örtlich zuständigen Fernmeldebehörde abgenommen, und kann bereits mit 14 Jahren abgelegt werden.

Weltweit wird der Amateurfunkdienst von mehr als 3 Million Funkamateuren betrieben, die sich aus allen gesellschaftlichen Schichten rekrutieren.

Auch wenn heute der Pioniercharakter des Amateurfunks der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts nicht mehr besteht, ist der Amateurfunk nicht bedeutungslos geworden. Die Beschäftigung mit dem Amateurfunk stellt nicht selten der Beginn einer Beschäftigung mit funkbasierten Übermittlungstechniken dar, die auch die Berufswahl beeinflussen kann und durchaus die Chancen für eine Ausbildung und Anstellung in technischen Berufen erhöhen kann.

Mehr noch, ist er auch eine sehr interessante Freizeitbeschäftigung, in der Experimente und Kommunikation mit Gleichgesinnten ganz oben stehen.

Amateurfunk ist Freizeitbeschäftigung mit weitreichenden Möglichkeiten.

Dem Funkamateurer stehen je nach Bewilligungsklasse zahlreiche Frequenzbereiche (teilweise weltweit exklusiv) und Betriebsarten für seine Kommunikation zur Verfügung.

In den meisten Ländern werden Amateurfunkgenehmigungen in verschiedenen Klassen (ähnlich unterschiedlichen Klassen für Fahrerlaubnisse) erteilt, sodass man auch schon mit geringeren Kenntnissen am Amateurfunk teilnehmen kann. Ein Beherrschen des Morsealphabets ist nicht unbedingt Voraussetzung. In Abhängigkeit der Zustimmung der einzelnen Länder zu CEPT-Bestimmungen gelten die nationalen Amateurfunkgenehmigungen in vielen Ländern automatisch. Man kann seinem Hobby somit auch im Urlaub frönen, wenn der Partner da mitmacht und nicht andere Prioritäten wie Alte-Steine-Umdrehen setzt.



Bewilligungsklassen in Österreich:

Bewilligungsklasse 1 (CEPT Lizenz):

Alle zulässigen Frequenzbereiche inkl. Kurzwelle; max 400W.

Alle zulässigen Betriebs- und Sendearten inkl. CW (Morsen)

Bewilligungsklasse 3:

Frequenzbereiche 144-146MHz (2m) und 430-440MHz (70cm) max. 100W.

Es dürfen nur kommerziell gefertigte Sendeanlagen verwendet werden.

Die Lizenz ist nur in Österreich gültig.

Bewilligungsklasse 4 (CEPT Novizen-Lizenz):

Frequenzbereiche Kurzwelle 160m, 80m, 15m, 10m; UKW: 2m, 70cm max. 100W.

Es dürfen nur kommerziell gefertigte Sendeanlagen verwendet werden.

Die Lizenz ist in allen Ländern, die ebenfalls eine CEPT Novizen-Lizenz haben gültig.

Leistungsstufen:

Leistungsstufe A maximal **100W** (vom Sender abgegebene Spitzenleistung)

Leistungsstufe B maximal **200W**

Leistungsstufe C maximal **400W**

Kann beantragt werden, wenn Leistungsstufe B mindesten 1 Jahr störungsfrei betrieben wurde

Leistungsstufe D maximal **1000W**

Nur für Amateurfunkklubstationen (auch für im öffentlichen Interesse tätige Organisationen)

Frequenzbereiche:

Kurzwelle, HF (160, 80, 40, 30, 20, 18, 15, 12 und 10 m)

UKW, VHF(6m, 2m und 70cm)

UHF (1.2, 2.3, 5.6, 10, 24, 47, 76, 122, 141, 241 GHz und >275GHz)

Betriebs- /Sendearten:

Im Amateurfunkdienst sind sämtliche technisch möglichen Sendearten gestattet.

Beispiele:

- Sprechfunk in AM, FM, SSB, Digitale Sprache (D-Star)
- Telegrafie (Morsen-CW); Funkfern schreiben (RTTY)
- Fax, Schmalbandfernsehen (SSTV)
- Amateurfunkfernsehen (ATV)
- Digitale, computerunterstützte Kommunikation: Packet Radio, PSK31/63, APRS, Pactor...
-

Eine Verschlüsselung der Aussendung und eine unmittelbare Koppelung mit anderen Telekommunikationseinrichtungen ist nicht erlaubt. (Ausnahme seit 26.2.2004: Verbindung von Amateurfunkstellen mittels Internettechnologie zur Erprobung neuer Übertragungstechniken)

Rufzeichen:

Jedem Funkamateurl wird mit der Amateurfunkbewilligung ein eindeutiges Rufzeichen zugeteilt, welches aus dem Landeskenner OE (Präfix) einer Ziffer (Bundesland) und 2-3 weitere Buchstaben folgen. Dieses Rufzeichen muss der Funkamateurl am Beginn, während und am Ende jeder Aussendung in der jeweiligen Betriebsart nennen.

OE1 Wien, OE2 Salzburg, OE3 Niederösterreich, OE4 Burgenland, OE5 Oberösterreich,
OE6 Steiermark, OE7 Tirol, OE8 Kärnten, OE9 Vorarlberg, OE0 exterritoriale Funkstellen



Funkamateure (nicht alle) sind kleine Bürokraten:

Sie schreiben führen Buch über ihre Verbindungen oder tippen diese in Datenbanken ein, um sie nach allen Regeln der Kunst auszuwerten. Für Funkkontakte werden auch Bestätigungskarten (sogenannte QSL-Karten) verschickt. Neben dem Beweis, dass die Funkverbindung geführt wurde, kann man sich auch an den Karten selbst erfreuen: Zwischen Kartoffeldruck und Mehrfarbendruck mit in jeder Hinsicht reizvollen Motiven gibt es alles.

Amateurfunk ist auch Sport:

Viele Funkamateure sind ehrgeizig.

Und der Ziele gibt es viele, die natürlich ohne künstliche Hilfsmittel erreicht werden müssen:

Möglichst große Entfernungen zu überbrücken. Im GHz-Bereich gelten schon Entfernungen über 50 km als bemerkenswert. Auf 241 GHz zählt schon eine erfolgreiche Verbindung.

Kontakte zu allen Kontinenten.

Für die Bereiche bis 70 cm (430 MHz) ist das schon gelungen. Aber darüber können Sie noch Erster werden. Aber ohne künstliche Hilfsmittel! Aber die Natur legt ja Hilfsmittel für Reflexionen in den Weg: Wetterfronten, Meteoriten und den Mond.

Kontakte zu möglichst vielen Ländern und abhängigen Gebieten. Es gibt so um die 320. Das ändert sich aber von Zeit zu Zeit. Länder entstehen und vergehen. Und eine weitere Schwierigkeit: Aus geografischen, technischen und politischen Gründen gibt es nicht überall Funkamateure.

Aber es gibt auch richtigen Sport. Zahlreiche nationale und internationale Wettkämpfe werden veranstaltet, um deren Sieg gestritten werden kann. Und bei allen Wettkämpfen darf jeder mitmachen, auch wenn die Chance auf den Sieg gegen Null geht. Versuchen Sie dies mal bei Olympischen Spielen!

Amateurfunkpeilen (2m und 80m) **ARDF (Amateur Radio Direction Finding)** ermöglicht eine sportliche Betätigung in der freien Natur – es müssen 4-5 im Gelände versteckte Sender (Füchse) mittels Peilempfänger möglichst schnell gefunden werden.

Was kostet das Hobby:

Amateurfunkprüfungsgebühr	EUR 14,53
Amateurfunkprüfungszeugnis	EUR 13,00
Amateurfunkbewilligung	EUR 13,00

Gebühr für den Betrieb einer Amateurfunkstelle (beliebig viele Sender/Empfänger)

Leistungsstufe A (100W)	EUR 1,45 / Monat
Leistungsstufe B (200W)	EUR 2,91 / Monat
Leistungsstufe C (400W)	EUR 4,36 / Monat
Leistungsstufe D (1000W)	EUR 6,95 / Monat (nur Klubstation)

Die Gerätekosten sind kaum zu beziffern, da von Selbstbau- und Gebrauchtgeräten beginnend bis hin zum Highendtransceiver alles geeignet ist, das Hobby auszuüben. Für den Einstieg mit einem 5W Handfunkgerät (Duobander) für UKW sollte man mit ca. EUR 200-400 rechnen.



Die Amateurfunkprüfung

Aller Anfang ist gar nicht so schwer...

Ein wenig muss man schon in die Materie „eintauchen“, um auch die geforderten Kenntnisse zu erlangen. Dies kann im Selbststudium oder im Rahmen eines Kurses, der z.B. von einem der Amateurfunkklubs (z.B. dem ÖVSV – Österreichischer Versuchssenderverband) mit erfahrenen Funkamateuren organisiert wird, geschehen.

Das zuständige Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie hat dazu einen offiziellen Fragenkatalog zusammengestellt und auch veröffentlicht (kann im Internet abgerufen werden), der bei der mündlichen Prüfung durch eine 3-köpfige Prüfungskommission beim Fernmeldebüro zur Anwendung kommt.

Der Prüfungsumfang im Einzelnen:

Rechtliche Bestimmungen:

- Telekommunikationsgesetz
- Internationaler Fernmeldevertrag
- Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO Funk)
- Einschlägige Bestimmungen der CEPT
- Amateurfunkgesetz
- Amateurfunkverordnung

Technische Grundlagen:

- Allgemeine Grundlagen der Hochfrequenztechnik
- Wirkungsweise der Bauelemente
- Schaltkreise
- Empfangsgeräte
- Sendegeräte
- Antennen und Antennenleitungen
- Nebeneinrichtungen und Kontrollgeräte
- Störungen und Störfestigkeit
- Sicherheit beim Betrieb

Betrieb und Fertigkeiten:

- Handhabung und Bedienung der Funkgeräte
- Grundlagen der Funkausbreitung
- Abkürzung und Codes
- Not- und Katastrophenfunkverkehr
- Rufzeichen
- Führung eines Funktagebuches
- IARU Bandpläne
- Abwicklung des Amateurfunkverkehrs (Rufzeichen, Not- und Katastrophenfunkverkehr)
- Wenn gewünscht: Morsetelegraphie (Aufnahme und Geben eines Amateurfunkklartextes durch jeweils 3 Minuten im Tempo von mindestens 12 Worten pro Minute (60 Zeichen pro Minute) ohne fremde Hilfe mit einer Morsetaste freier Wahl, mit höchstens 4 Fehlern bei der Aufnahme und höchstens einem korrigierten und vier unkorrigierten Fehlern beim Geben.)



Die „Geheimsprache“ der Funkamateure

Die gebräuchlichsten Abkürzungen im Funkbetrieb – die Q-Gruppen

QAZ	Schalte wegen Gewitter ab
QRB	Die Entfernung unserer Funkstellen beträgt ca.
QRG	Ihre genaue Frequenz ist.....kHz
QRK	Die Lesbarkeit der Zeichen ist.....(1-5; 1=schlecht)
QRL	Bin beschäftigt, bitte nicht stören; auch: Büro/Arbeit
QRM	Werde durch andere Sender gestört (1-5; 1=nicht)
QRN	Habe Störungen durch Statik, Gewitter (1-5; 1=nicht)
QRO	Erhöhen Sie die Sendeleistung
QRP	Vermindern Sie die Sendeleistung; auch <10W
QRQ	Erhöhen Sie das Morsetempo (in WpM)
QRS	Vermindern Sie das Morsetempo.
QRT	Ende der Sendung; beende die Aussendungen
QRU	Habe keine Meldungen vorliegen
QRV	Ich bin empfangsbereit
QRW	Bitte informieren Sie, dass ich ihn rufe
QRX	Rufe Sie um ... UTC, auf ...kHz; auch: Bitte warten
QRZ	Sie werden gerufen von ... (Rufzeichen); auch: QRZ?
QSB	Ihre Signalfeldstärke schwankt (Schwund)
QSD	Tastung mangelhaft (schwerlesbareMorsezeichen)
QSJ	Zeichen zu schwach, Verbindung nicht möglich
QSK	Kann zwischen meinen Zeichen hören
QSL	Bestätige den Empfang; auch: QSL-Karte
QSO	Kann mit (Rufz.) in Verbindung treten
QSP	Kann übermitteln an (Rufz.)
QSW	Ich sende auf ... kHz
QSX	Höre(Rufz.) auf ...kHz (bei Splitbetrieb)
QSY	Frequenzwechsel aufkHz
QTC	Habe Nachrichten für Sie
QTH	Mein Standort ist.....
QTR	Die genaue Ortszeit istUTC