

Geschichte, Wirkungen und Zukunft der Funktechnik

Die Funktechnik bestimmt heute eine Vielzahl wichtiger Medien. Sie begann durch Maxwell, Hertz und Marconi. Ihre Möglichkeiten führten bald zu den Massenmedien Rundfunk und Fernsehen. Ihr technischer Fortschritt ermöglichte dann neue Qualitäten, wie Satelliten, Handy, Navigation, Funkuhr, Fernsteuerung usw. Daneben sind auch andere Medien z.B. Speicherverfahren und das Internet entstanden. Sie können eventuell die typischen Funktechniken von Rundfunk und Fernsehen unwichtig oder gar überflüssig machen. In diesem Kontext werden die Besonderheiten der Funktechnik systematisch untersucht und mit anderen Medien verglichen. Dabei wird mit großer Vorsicht versucht, etwas zur Zukunft auszusagen.

Dieses Material wurde heruntergeladen von horstvoelz.de

Es ist für privaten Gebrauch frei nutzbar.

Bei Publikationen, Vorträgen usw. ist die Angabe der Quelle notwendig.

Bei kommerzieller Nutzung ist eine Abstimmung mit mir erforderlich.

Die Bilder sind in höherer Qualität ca. 2000×3000 Pixel oder *.cdr Version 12 oder 16 verfügbar.

Prof. Dr. Horst Völz, Koppenstr. 59, 10243 Berlin, Tel./Fax 030 288 617 08; Email [h.voelz\(at\)online.de](mailto:h.voelz(at)online.de)

Möglichkeiten der Medien

Die Funktechnik ist nur ein *Medium* von vielen.

Sie alle ermöglichen es, unsere biologisch-physiologischen *Grenzen überschreiten*.
Dabei lassen sich vier Hauptklassen gemäß der folgenden Tabelle unterscheiden:

Die *Zeilen* in der Tabelle betreffen

1. Ein-Ausgangssignale,
2. die Kanaleigenschaften,
3. Übertragungsmaterialien,
4. Sender-Empfänger sowie
5. Medienbezug
6. Spezifische Erweiterung des Zugriffs.

Das Schema zeigt deutlich, dass der *Funktechnik* (und Speicherung) hohe Bedeutung zukommt.

Deshalb wird sie hier fast ausschließlich betrachtet und mit den Anfängen eingeführt.

Die 5 Medien-Prinzipien

Schall	Leitungen	Funktechnik	Speicher	Internet
<i>akustisch</i>	elektrisch	elektrisch	<i>vielfältig</i>	elektrisch
akustische Wellen	elektrische Felder, z. T. elektromagnetische Felder und Licht	elektromagnetische Wellen + Licht	irreversible Substanzen, (Speichermedien)	Kombination aus Speicher und Leitungen + Computer
benötigt für Ausbreitung <i>materielles Medium</i> (Luft, Wasser, Material)	<i>Gute Leiter</i> , nach außen <i>isoliert</i> , z. T. Hohlleiter, Lichtleiter	Vorwiegend in <i>Luft u. Vakuum</i> , begrenzt in dichten Medien (Wasser, Metall)	<i>beständige Medien</i> , lokale, definierte Zustände Zugriff nur in sehr engem Kontakt	umfangreiche <i>Computertechnik</i> erforderlich
Mikrofone und Lautsprecher, (Kopfhörer)	elektrische Signal-Quellen und Senken	Senden und Empfangen per Antenne	Aufzeichnungs- und Wiedergabetechniken	Elektrische Signale; Speicher und Leitungen
Ähneln Funktechnik, jedoch für nur <i>geringe Entfernungen</i>	<i>nur Leitungen</i> , (Hohl- u. Lichtleiter \approx Schienen, Straßen)	Für große Entfernungen, meist großflächig, selten gebündelt	<i>Örtlich fixiert</i> und meist über lange Zeit stabil (Zugriff über <i>Adressen</i>)	Zugriff über <i>Adressen</i> , Links, Leitungen, auch per Funk
<i>kein eigentliches Medium</i>	betrifft nur <i>festgelegte Wege</i>	<i>Überbrückt nahezu alle Räume</i>	<i>Holt die Vergangenheit in Gegenwart</i>	Kombination aller Techniken

Ideen von Maxwell

Um 1800 waren die wesentlichen Grundlagen der Elektrik und des Magnetismus gefunden

Sie fasste 1856 JAMES CLERK MAXWELL (1831-1879) in einer Theorie zusammen.

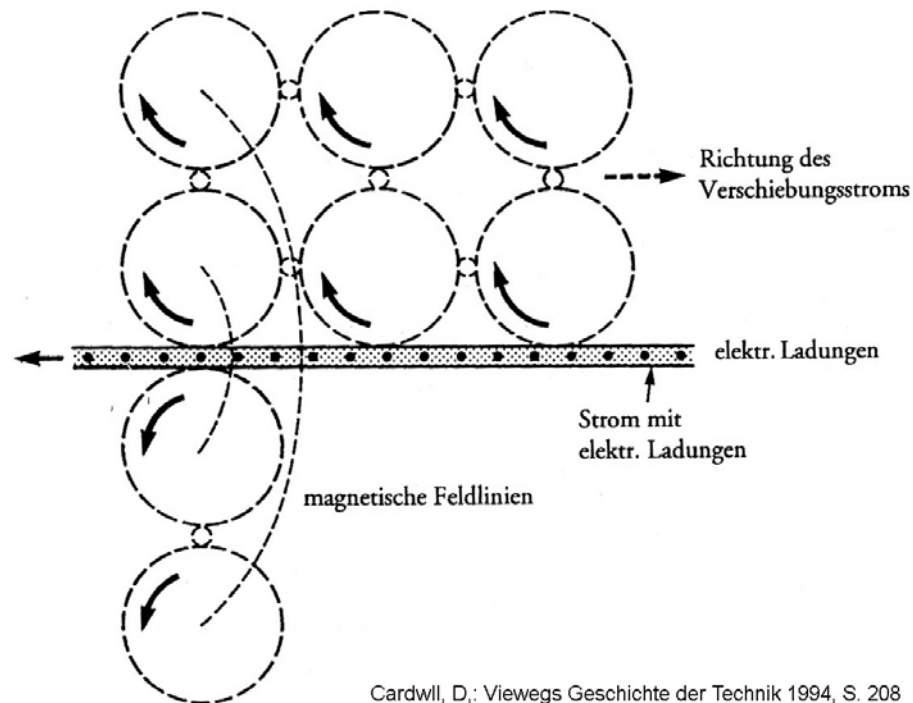
U.a. dienten ihm dazu Wasserwellen und Strömungsbilder als Analogie

Er benutze dazu den heute nicht mehr gebräuchlichen Begriff der *Nahwirkung* (eigentlich Ferne gemeint)

Bekannt waren damals bereits Licht und IR, und als Welle akzeptiert, Spektrum wird erweitert

Typisch MAXWELL ist dabei das unten stehende Bild.

mechanisches Strahlungsmodell von Maxwell



Cardwll, D.: Viewegs Geschichte der Technik 1994, S. 208

Elektrische Ladung, elektrischer Strom und Magnetfeld

Sie bedingen sich wechselseitig (Natursymmetrie):

Elektrische Ladung \Rightarrow elektrisches Feld

Ladungen wirken aufeinander \Rightarrow ziehen sich an oder stoßen sich ab. Wirkungen \Rightarrow Bewegungen.

Bewegte elektrische Ladungen \Rightarrow elektrischer Strom. Elektrischer Strom \Rightarrow Magnetfeld.

Magnetische Felder wirken aufeinander \Rightarrow ziehen sich an oder stoßen sich ab.

Veränderung vom magnetischen Feld \Rightarrow induziert in Leitern elektrische Spannung.

Elektrische Spannung bei „geschlossenen“ Leitern \Rightarrow elektrischen Strom.

Diese komplexen Verkopplungen erfassen die MAXWELL-Gleichungen

MAXWELL-Gleichungen		
Formeln	Es bedeuten	
$\nabla E = 4 \cdot \pi \cdot \rho$ $\nabla B = 0$ $\nabla \times E + \frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t} = 0$ $\nabla \times B - \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t} = \frac{4 \cdot \pi}{c} \cdot j$	$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial z}$ ∇ sprich Nabla \times = Vektorprodukt	E = elektrische Feldstärke B = magnetische Induktion c = Lichtgeschwindigkeit ρ = Ladungsdichte j = Stromdichte

Für sie existieren in unterschiedlichen Schreibweisen. Zwei weitere zeigt die nächste Seite.

Schreibvarianten für MAXWELL-Gleichungen

zweite Variante:

$$\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 4 \cdot \pi \cdot \rho \quad (1) \qquad \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} + \frac{1}{c} \cdot \dot{B}_y = 0 \quad (3c)$$

$$\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0 \quad (2) \qquad \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_x}{\partial y} - \frac{1}{c} \cdot \dot{E}_z = \frac{4 \cdot \pi}{c} \cdot j_z \quad (4a)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} + \frac{1}{c} \cdot \dot{B}_z = 0 \quad (3a) \qquad \frac{\partial B_z}{\partial y} - \frac{\partial B_y}{\partial z} - \frac{1}{c} \cdot \dot{E}_x = \frac{4 \cdot \pi}{c} \cdot j_x \quad (4b)$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} + \frac{1}{c} \cdot \dot{B}_x = 0 \quad (3b) \qquad \frac{\partial B_x}{\partial z} - \frac{\partial B_z}{\partial x} - \frac{1}{c} \cdot \dot{E}_y = \frac{4 \cdot \pi}{c} \cdot j_y \quad (4b)$$

dritte Variante:

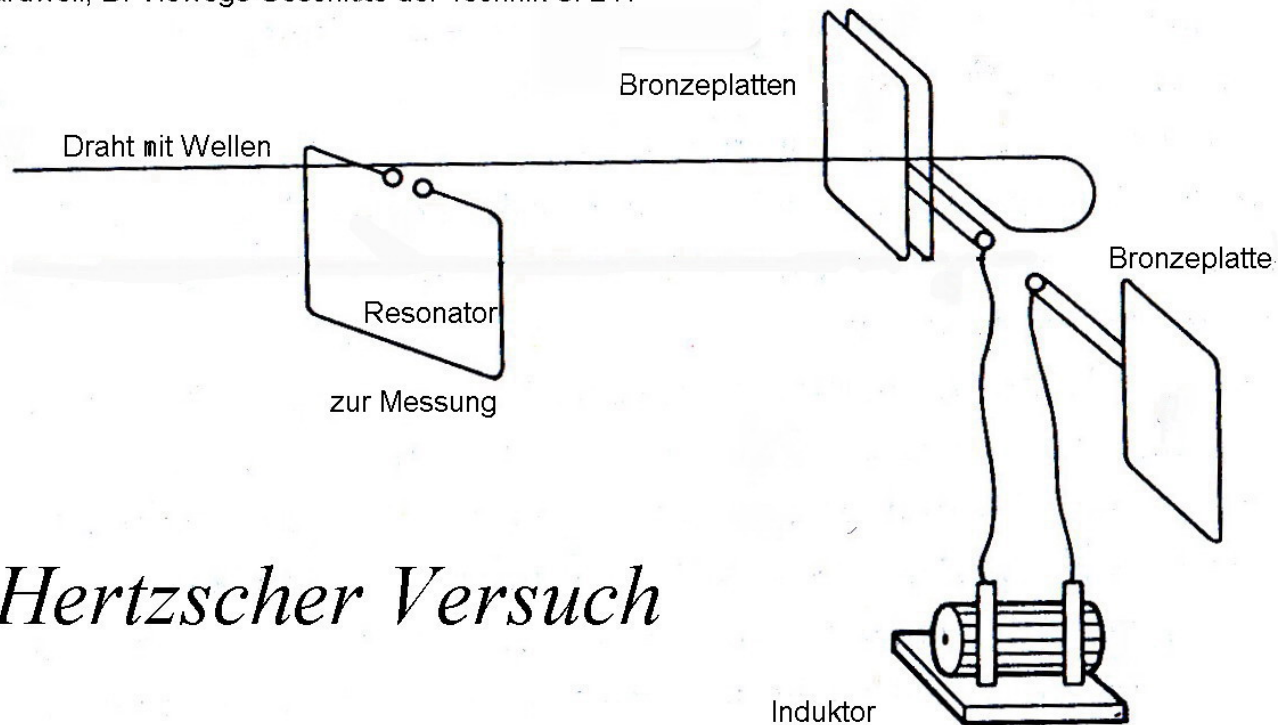
$$\partial_\nu \cdot F^{\mu\nu} = \frac{4 \cdot \pi}{c} \cdot j^\mu \quad (1 + 4)$$

$$\varepsilon^{\mu\nu\kappa\lambda} \partial_\nu F_{\kappa\lambda} = 0 \quad (2 + 3)$$

Versuch von Hertz

Aus den MAXWELL-Gleichungen folgt als Hypothese die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen.
Ihr Nachweis gelang erstmalig 1886 HEINRICH HERTZ (1857 - 1894)

Cardwell, D. Viewegs Geschichte der Technik S. 241



Hertzscher Versuch

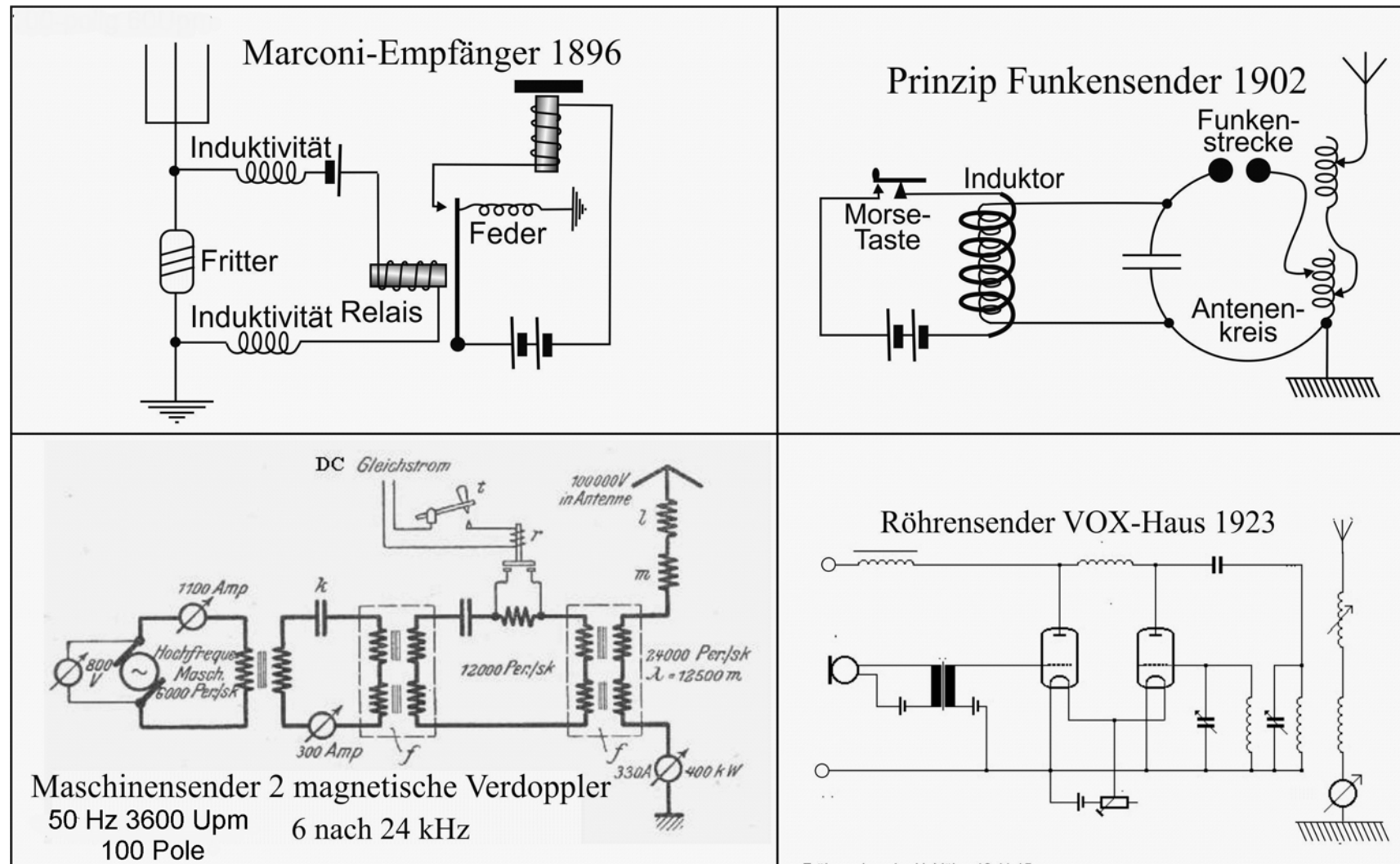
Auf dem Draht breiten sich Wellen mit $\lambda \approx 60$ cm aus.
Sie wurden dorthin zwischen den beiden benachbarten Bronzeplatten übertragen.

Erste Übertragungs-Versuche

- 1884 CALZECCHI ONESTI (Italien) erkennt Kohärer-Eigenschaften von Kupferspänen
- 1889 OLIVER LODGE entdeckt, Kugeln werden durch Funken zusammengeschweißt (Kohärer)
- 1890 EDOUARD EUGÈNE DÉSIÉ BRANLY demonstriert "Fritter" als verbesserten Kohärer
- 1894 Dezember gelingt es GUGLIELMO MARCONI mit Righi-Oszillator und Branly-Kohärer ferngesteuert Klingel zu Läuten (Er ist für Technik und Forschung ein Außenseiter!)
- 1894 Radio; Italiener GUGLIELMO MARCONI sendet drahtlos Funksignale, Morsezeichen 300 m
Seine reiche Frau gab ihm große Unterstützung, er hatte so keine Forschungseinschränkung, gründet eine Organisation für Funk
- 1894 ALEXANDER STEPANOWITSCH POPOW erfindet die Antenne
- 1895 Popow demonstriert in der UdSSR den ersten Funkempfänger

Die Wellen bewegen sich über große Entfernungen mit der Erdkrümmung und über Berge
Annahme: Reflexion in Atmosphäre (Details s. u.).

Es gab zunächst *kaum technisches Interesse* für Anwendungen
Telegraf und Telefon genügte für alle praktischen Anwendungen.
Interessen entstehen später für *Schiffe* und *Flugzeuge*, vor allem im *militärischen Bereich*
Der *1. Weltkrieg* gibt entscheidenden Ausschlag.
Erst sehr viel später entstehen neben Rundfunk und Fernsehen viele Anwendungen (s. u.)



Frühsender.cdr H. Völz 18.11.15

Geschichtsdaten

1857 Kohlemikrofon	1930 Lautsprecher
1880 Nipkow-Scheibe	1932 Richtfunkstrecken
1902 Löschfunktensender	1948 Transistor
1906 Lichtbogensender	1950 Ferrit-Antenne
1909 Bändchenmikrofon	1951 Satelliten
1910 Röhre	1953 CB-Funk
1913 Audion	1958 drahtloses Mikrofon
1913 Rahmenantenne	1973 (1978) GPS
1917 Kondensatormikrofon	1980 Satelliten-Rundfunk
1920 Pendelrückkopplung	1982 Piezo-Mikrofon
1924 Rundfunk	1990 digitales Telefon Netz
1925 dynamisches Mikrofon	1990 WLAN
1928 Superhet	ab 2005 Lang-, Mittelwelle wird abgeschaltet
1930 (1953) Fernsehen	

Die Abstrahlung

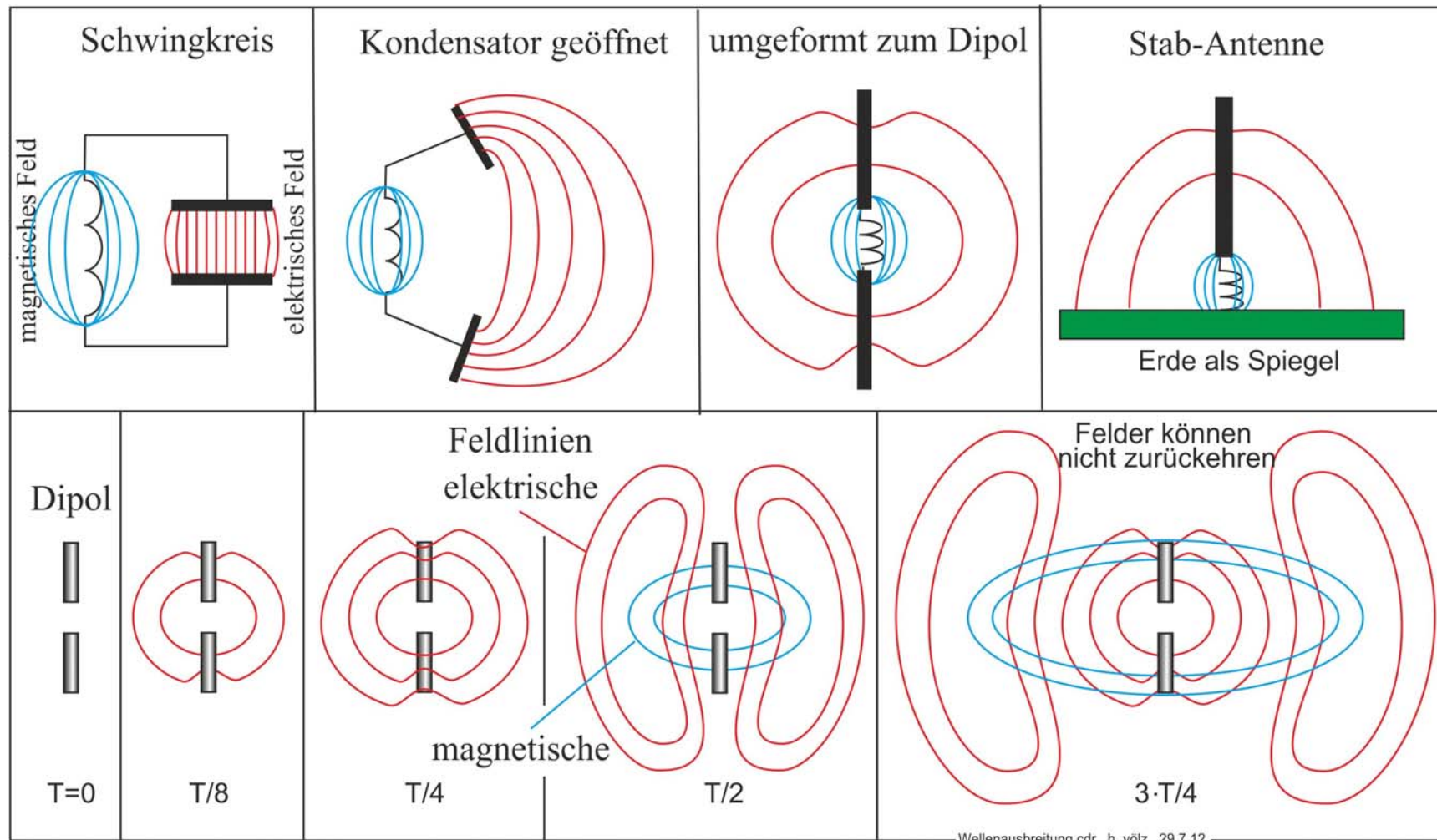
Für ein *Gleichfeld* wäre der Energieverlust zwischen Sender und Empfänger extrem groß. $1/r^3$
Beim Wechselfeld löst sich eine Welle von der Sende-Antenne, die nur mit $\approx 1/r^2$ *gedämpft* wird.
Dies kann gemäß dem folgenden Bild anschaulich erklärt werden.

Bei einem *Schwingkreis* sind das magnetische und elektrische Feld in Spule + Kondensator fixiert.
Wird der *Kondensator* „geöffnet“, so ragt das elektrische Feld in einen großen Raum.
Werden die Kondensatorflächen weit auseinander gezogen, so entsteht quasi ein *Dipol*.

Eine Fläche kann durch *Spiegelung an der Erdoberfläche* ersetzt werden \Rightarrow *Antenne*.

Für den *Dipol* (Antenne) zeigt das untere Teilbild das „*Auswandern*“ des elektrischen Feldes.
Ab $T/2$ liegt es bereits so weit vom Dipol *entfernt*, dass seine *Energie* nicht mehr zum Dipol *zurück kommen kann*. Das dadurch bedingte *Magnetfeld* zwingt die Welle *in den Raum zu wandern*.

So kann das Wechselfeld mittels der Welle zur *Informationsübertragung* genutzt werden.
Damit dies geschehen kann, muss die *Welle entsprechend beeinflusst* werden.



Oben: Übergang vom Schwingkreis zu Dipol und Stabantenne.

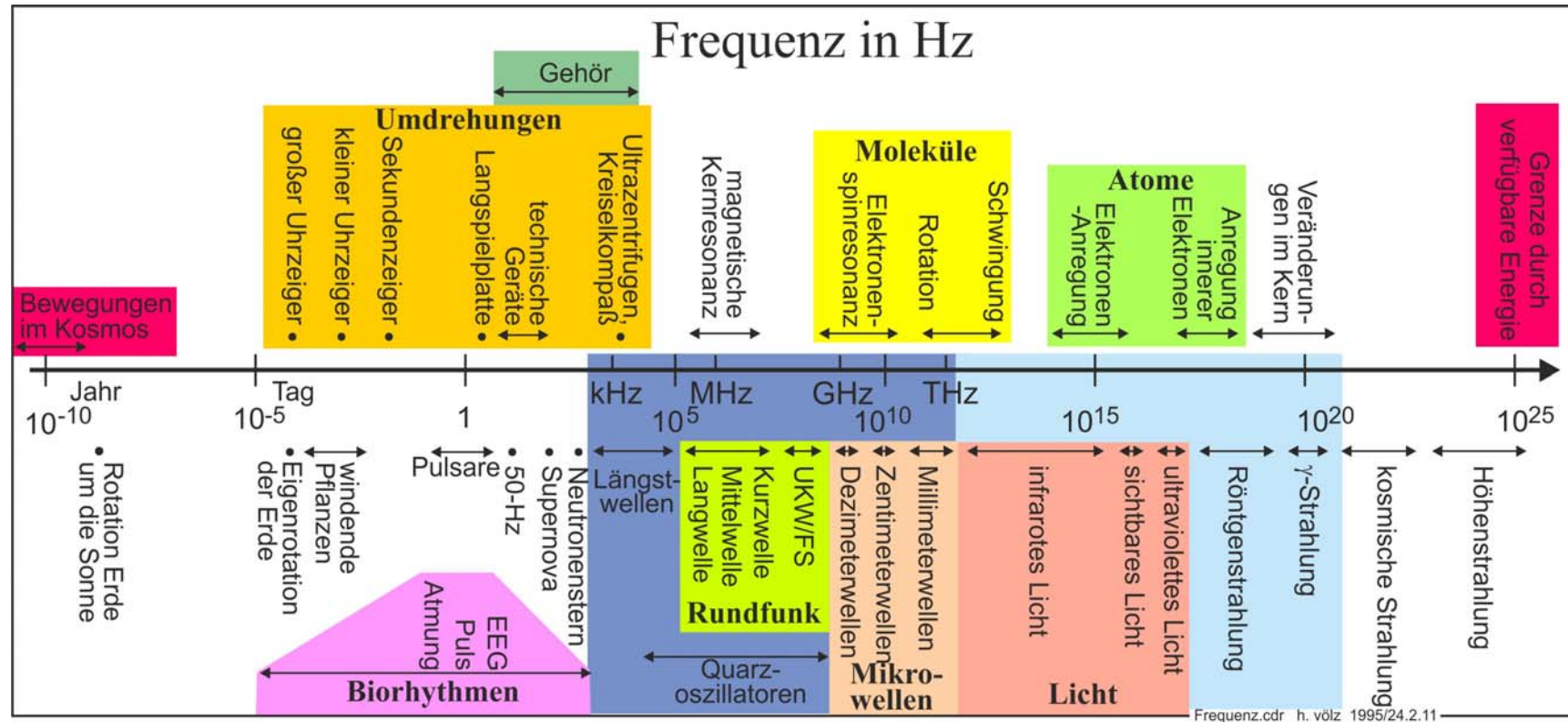
Unten: Entstehung der Felder in den ersten Schwingphasen.

Lichtnetz trug erheblich für Ausbreitung von Rundfunk bei!!

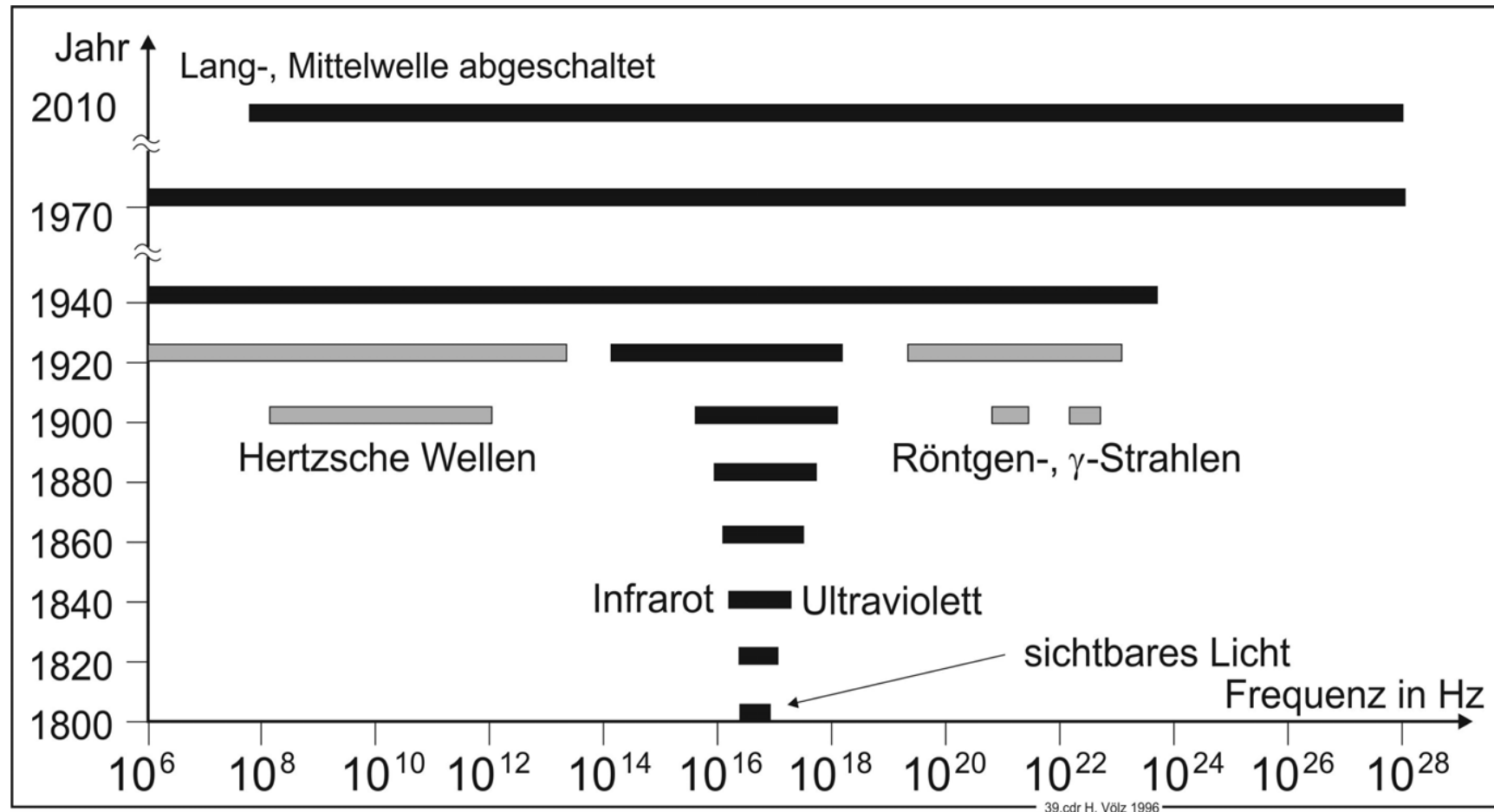
Abschnitte der Funkübertragung

Abschnitt	typische Inhalte
Information	Texte, Bilder, Filme, Signale usw. für Medien
Wandler	Morsetaste, Mikrophon, Bild-, Signal-Abtaster
(Kanal-)Codierung	Ein/aus, Morse-code, AM, Einseitenband, FM, Pulsmodulationen, Digital
Frequenzerzeugung	Funken, Lichtbogen, Maschinensender, Röhren, Transistoren, Maser, Laser
Abstrahlung	Antennenvarianten, Dipole, Yagi, Spiegel / Strahlung: großflächig \Leftrightarrow gerichtet
Ausbreitung	Abhängig von Wellenlänge und Frequenz, z. T. auch von Antennen
Empfang	Antennen: Reziprozitätsgesetz + Rahmen- u. Ferritantenne
Signaldetektion	Kohärer, Fritter, Detektor, Gleichrichter, Audion, Pendelaudion
Störungen, deren Befreiung	Interferenzen, falsche Sender, Rauschen, Gewitter, Technik Resonanz, Rückkopplung, Überlagerung bei Superhet \Rightarrow Zwischenfrequenz
Decodierung	Reziprok zu Kodierung, <i>beachten</i> : Sicherheit und Verschlüsselung
Wiedergabe	Fernschreiber, Drucker, Kopfhörer, Lautsprecher, Bildschirme

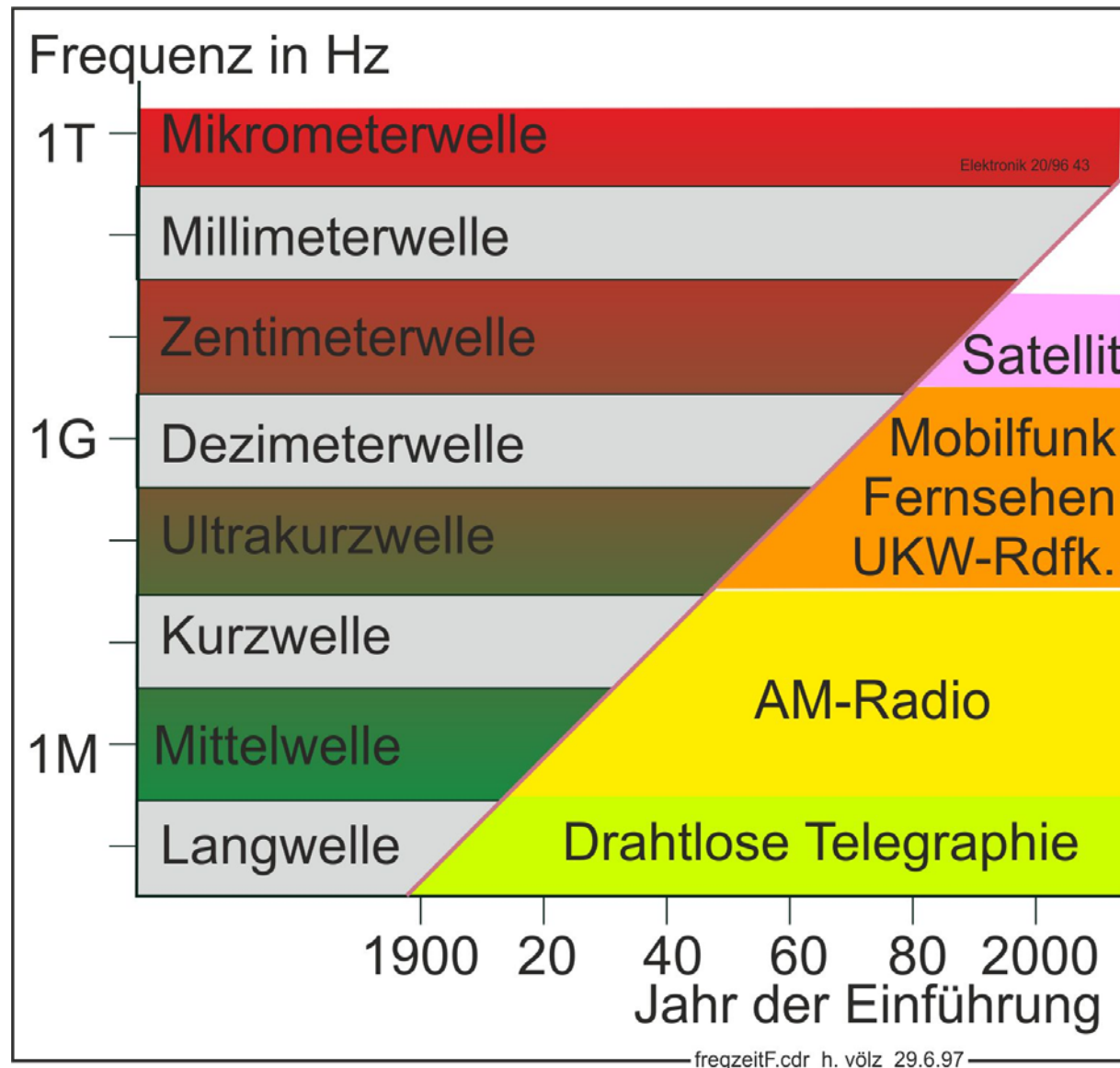
Typisch für die Funktechnik ist der mittlere, rote Bereich und teilweise die sich dann anschließenden gelben Bereiche. Um dies zu verdeutlichen, ist eine Abgrenzung zu den anderen Medien-Prinzipien sinnvoll. Wichtig sind dabei auch die benutzten Frequenzbereiche.

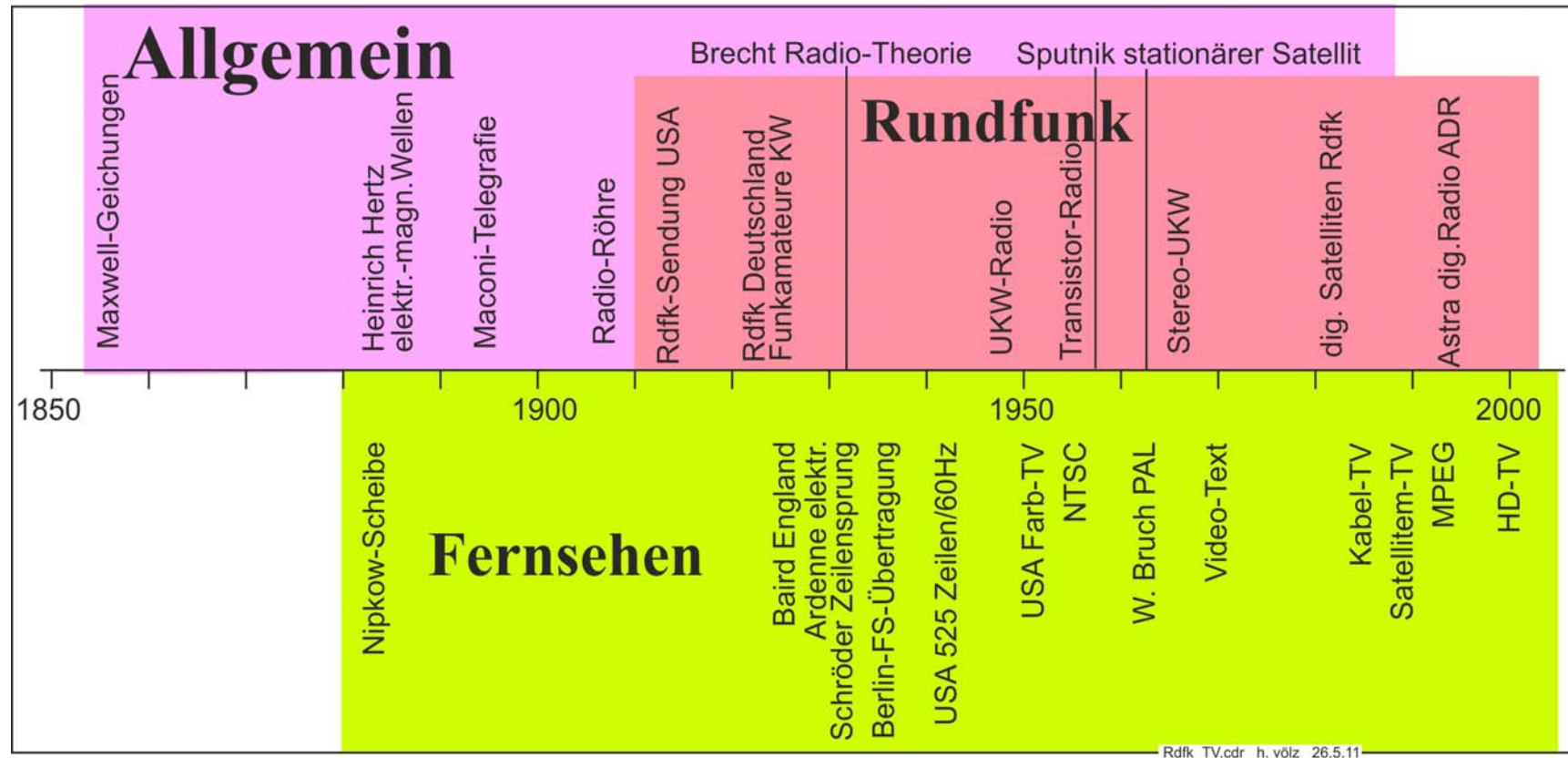


Der Funkbereich ist durch *elektromagnetische Wellen* gekennzeichnet,
 Sie betreffen den Frequenzbereich von *etwa 10 kHz bis einige THz*.
 Die dazu gehörenden Wellenlängen zeigt ein späteres Bild.
 Zunächst wird auf die zeitlich jeweils technisch nutzbaren Bereiche und Geschichte eingegangen.

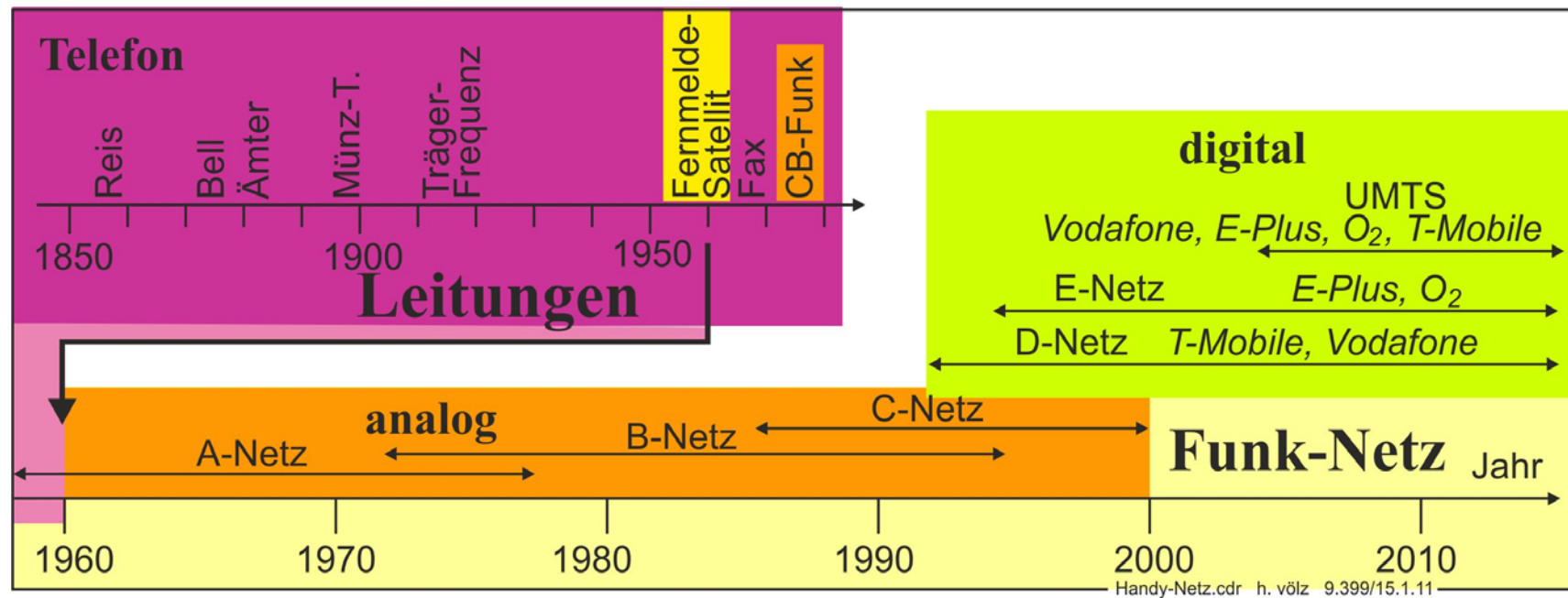


Die Nutzbarkeit der Frequenzbereiche erfolgte schrittweise.
Für die Rundfunk- und Fernseh-Bereiche gelten detaillierter die folgenden Bilder.





Ergänzt seien hierzu die Leitungstechnik und die Mobilfunknetze



Weitere Funkdienste

Mit der technischen Entwicklung entstanden ständig neue Anwendungen.
Eine relativ unvollständige Liste ist:

Flug-, Schiffs- Zug-, Betriebs-, Botschafts-, Richt-, Rangier-, Taxi-, Amateur- und Jedermann- = CB-
Funk

Nahbereich: WLAN, Bluetooth, RC-Modellbau, Funkmikrofone, DECT, RFID (radio frequency identification device)

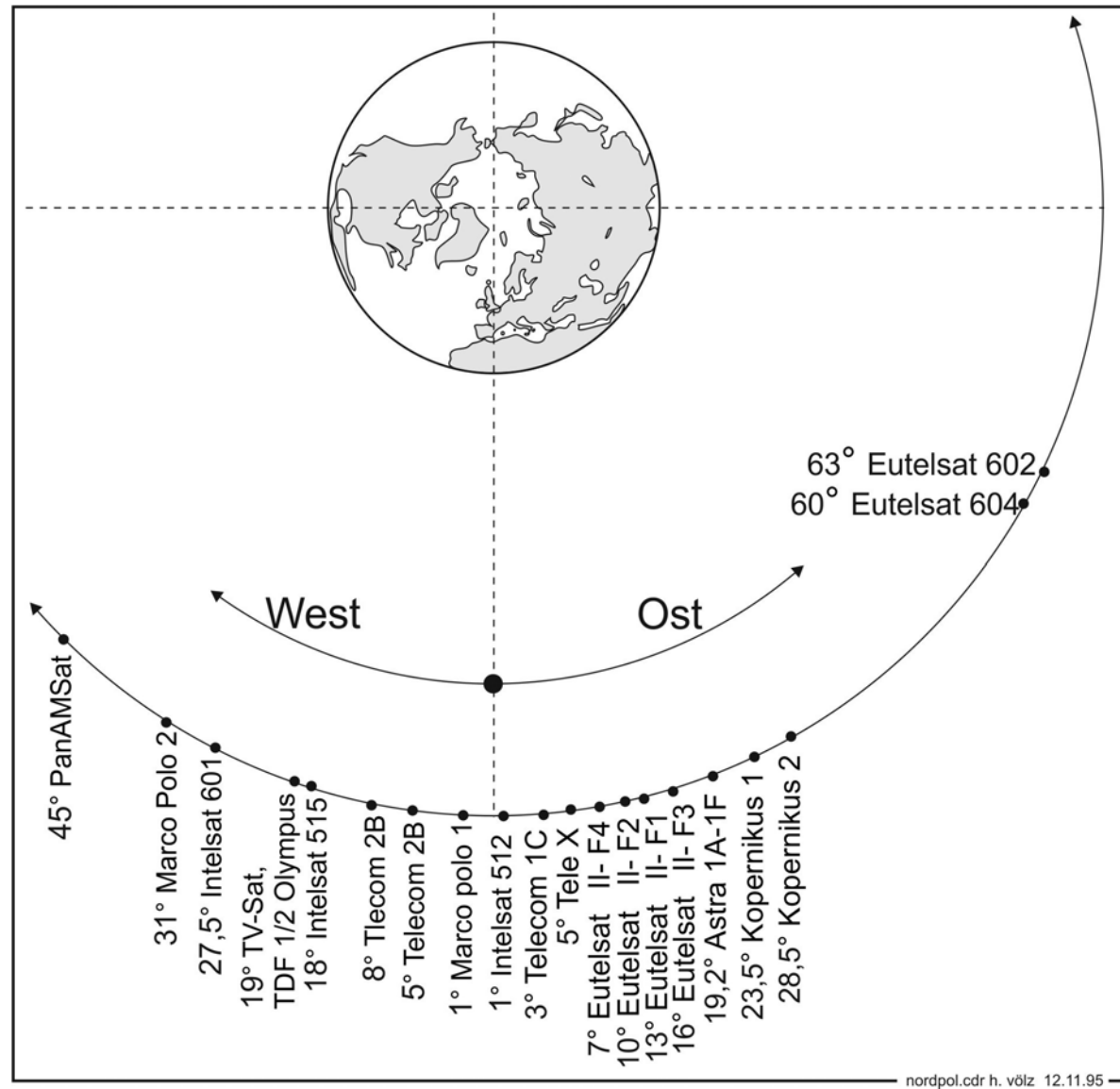
Satelliten in unterschiedlicher Flughöhe für Rdk., FS, Telekommunikation, Forschung, Erdbeobachtung, Navigation, GPS, Geheimdienste,

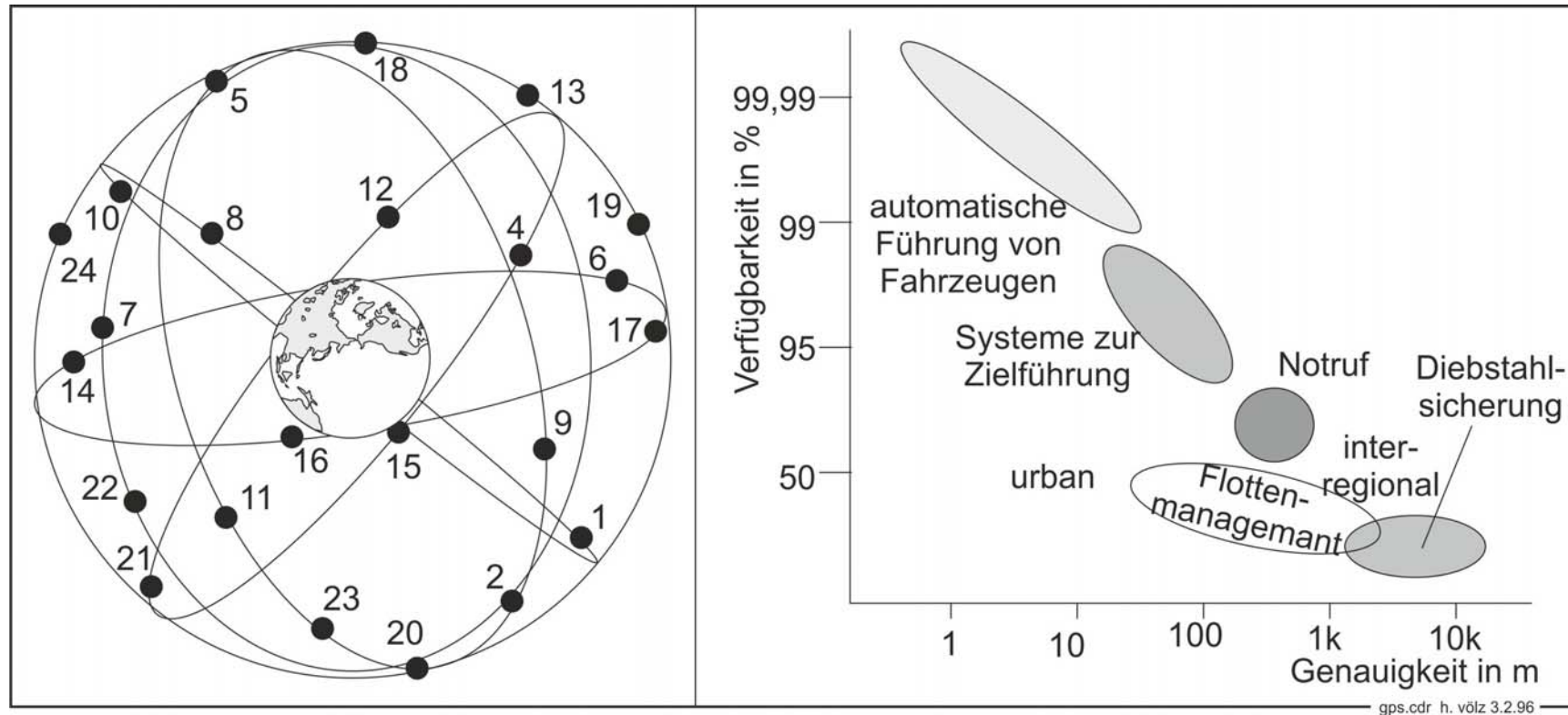
Radar viele Arten u. a. Wetter, Ortung, Durchleuchtung, DCF77, (RTTY) = Funkfernschreiben

BOS = Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben: Polizei, Grenzschutz, Katastrophenschutz, Zoll, Feuerwehr, Technische Hilfswerk, Rotes Kreuz

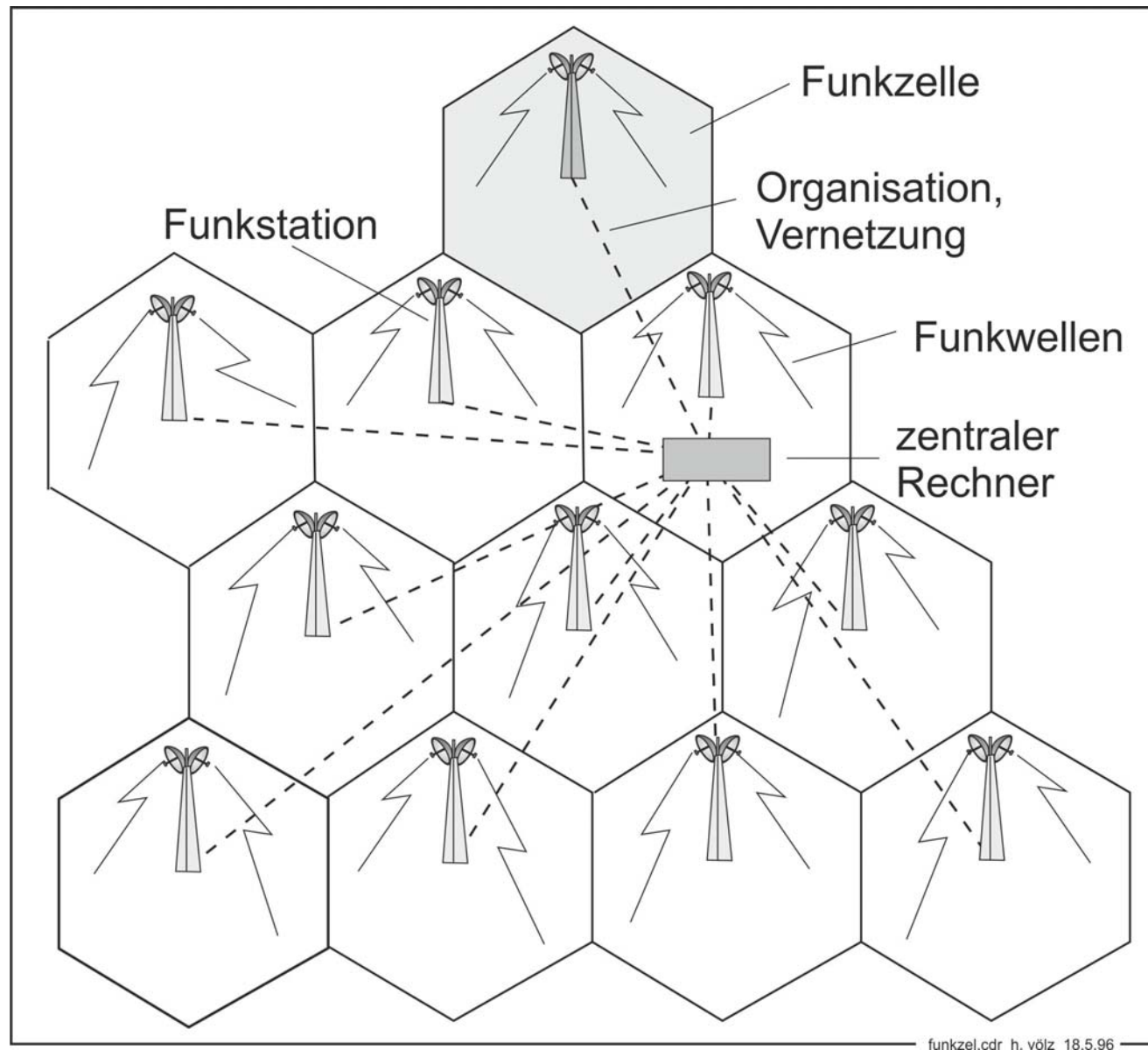
Funkfernsteuerung (Haustechnik, Forschung, Industrie und Modellbau) und
Funkpeilung

Hierzu folgen Bildbeispiele für die Rundfunk-Satelliten in Mitteleuropa, das GPS sowie dem Zellaufbau beim Mobilfunk.

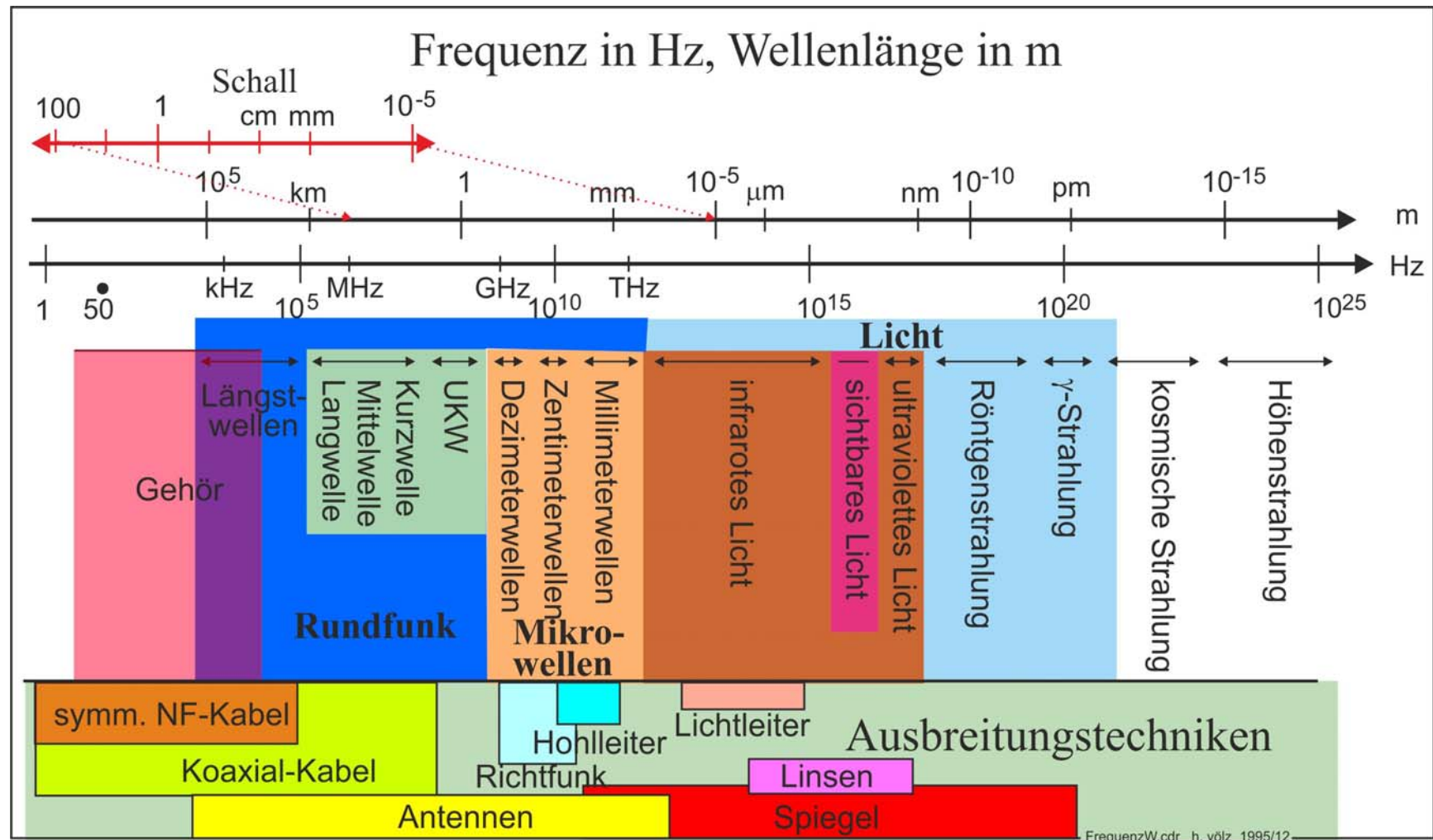




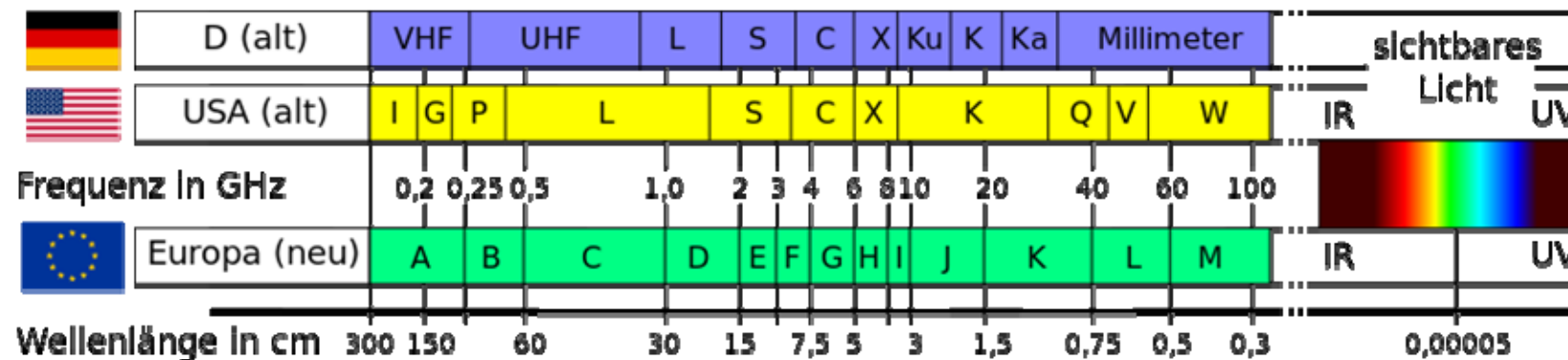
links die Flugbahnen der 24 Satelliten und rechts die Nutzung ihrer Daten
 Ganz neu ist die weltweite Einbeziehung für eine Funkuhr.



funkzel.cdr h. völz 18.5.96

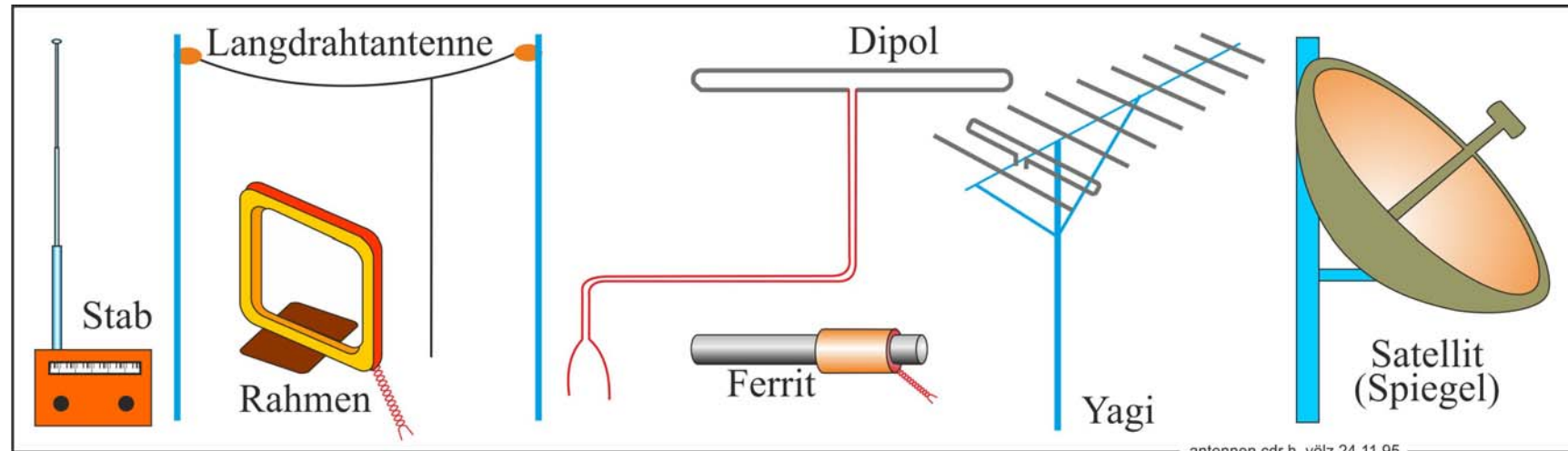


Unten sind hier ergänzt die Ausbreitungstechniken u. a. durch Leitungen, Antennen usw.



Für die Bezeichnung der Frequenzbereiche gibt es mehrere *Buchstabenbezeichnungen*.

Antennen-Varianten



Stab- und Langdrahtantenne benötigen unbedingt **Erde als Gegengewicht**

Die nicht dargestellten **Linsen** treten erst ab den Mikrowellen und bei Licht auf.

Für Röntgenstrahlen werden spezielle Zonenlinsen notwendig.

Für alle Antennen gilt das Reziprozitäts-Gesetz.

So lassen sich Richtwirkung und Bündelung einfach bei der Anwendung als Empfangsantenne messen

Das Reziprozitätsprinzip

Es wird nahezu universell in Wissenschaft und Technik verwendet.
Ist hier aber nur für eine Übergangsbetrachtung notwendig.
Später wird darauf noch in anderem Zusammenhang eingegangen.

Ein gut bekanntes Beispiel ist die **Gegeninduktivität**.

Dazu gehört auch der **Transformator**.

Bei ihm sind Primär- und Sekundäranschluss vertauschbar.

Im verlustlosen Fall sogar in allen Details.

Eine theoretische wichtige Anwendung stammt von Westmijze.

Er berechnete so die **magnetische Aufzeichnung und Wiedergabe**.

Nach diesem Prinzip wird auch die Richtcharakteristik einer Sendeantenne bestimmt.

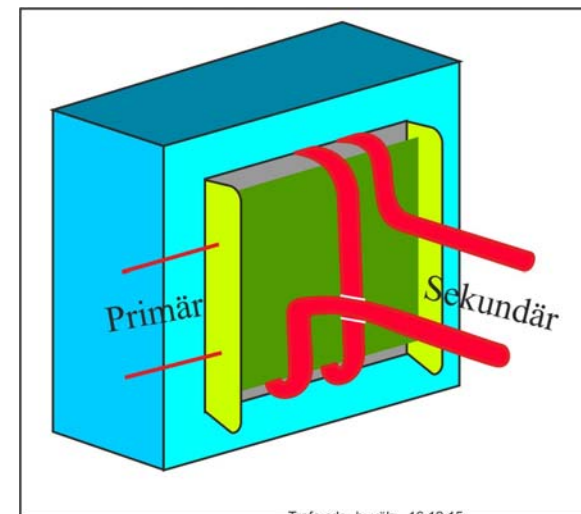
Würde sie im Sendebetriebe gemessen, müssten Messtrupps im Gelände umherziehen.

Außerdem würden Gebäude, Berge, Täler usw. Verfälschungen bewirken.

Daher werden einfach Sender und Empfänger vertauscht.

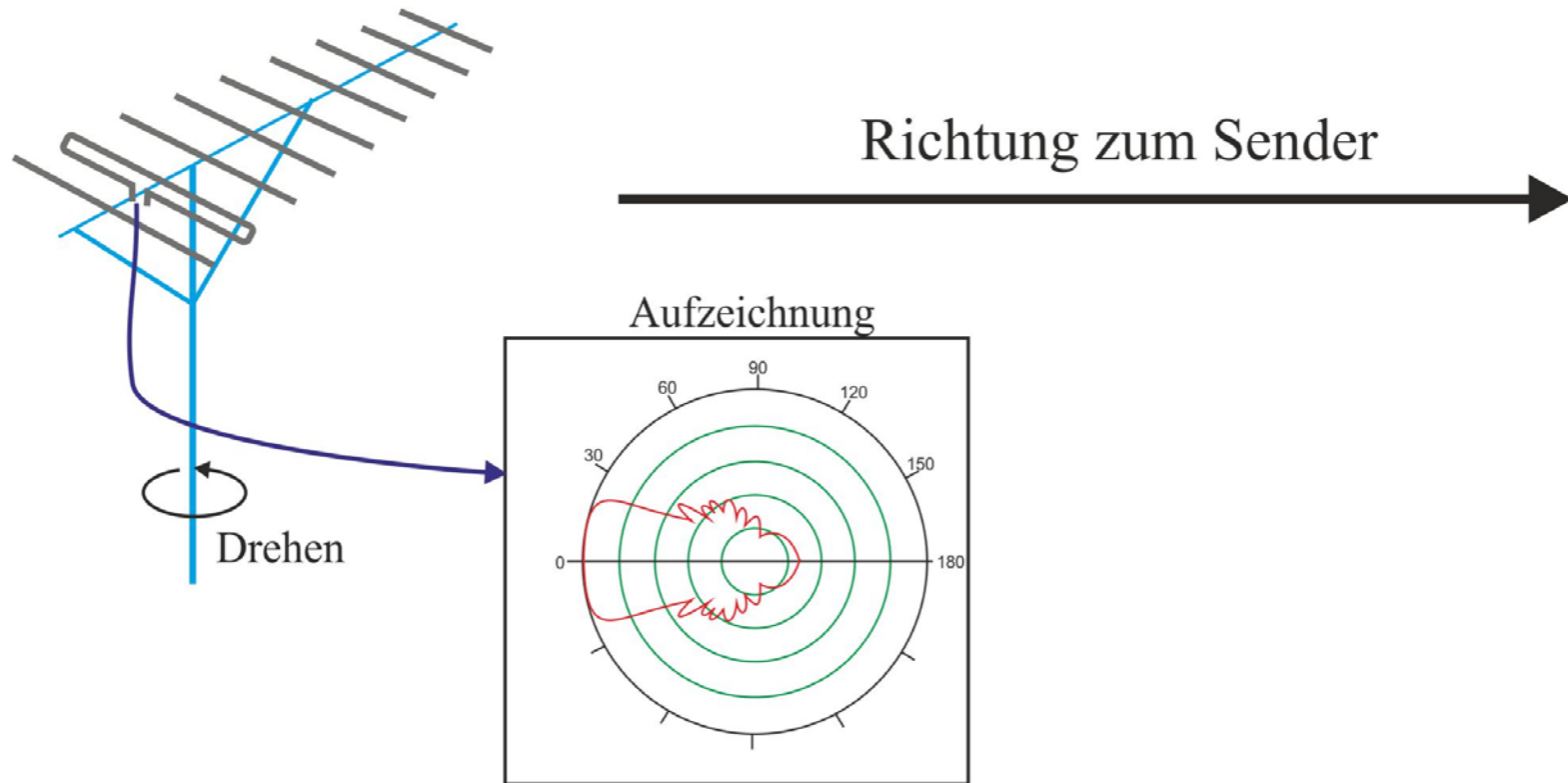
So ist die Messung sehr einfach und genau.

Das Prinzip funktioniert auch gut bei Lautsprechern, z. B. Raumeinordnung der Bassreflexbox.

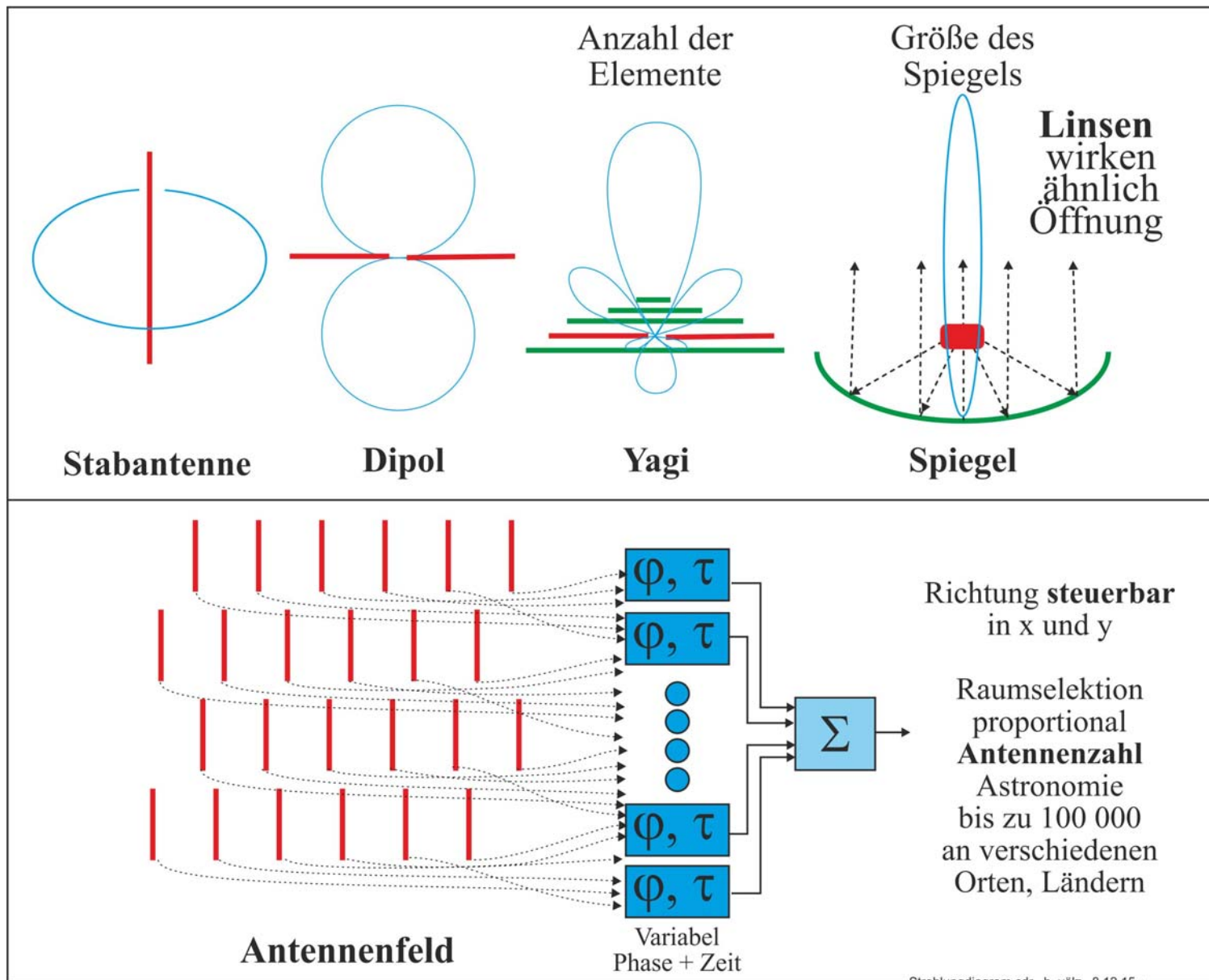


Richtcharakteristik einer Sendeantenne

Eigentliche Sende-Antenne wird als gedrehte Empfangsantenne benutzt



Richtwirkung.cdr h. völz 12.8.15



Besonderheiten der Funk-Raum-Strahlung

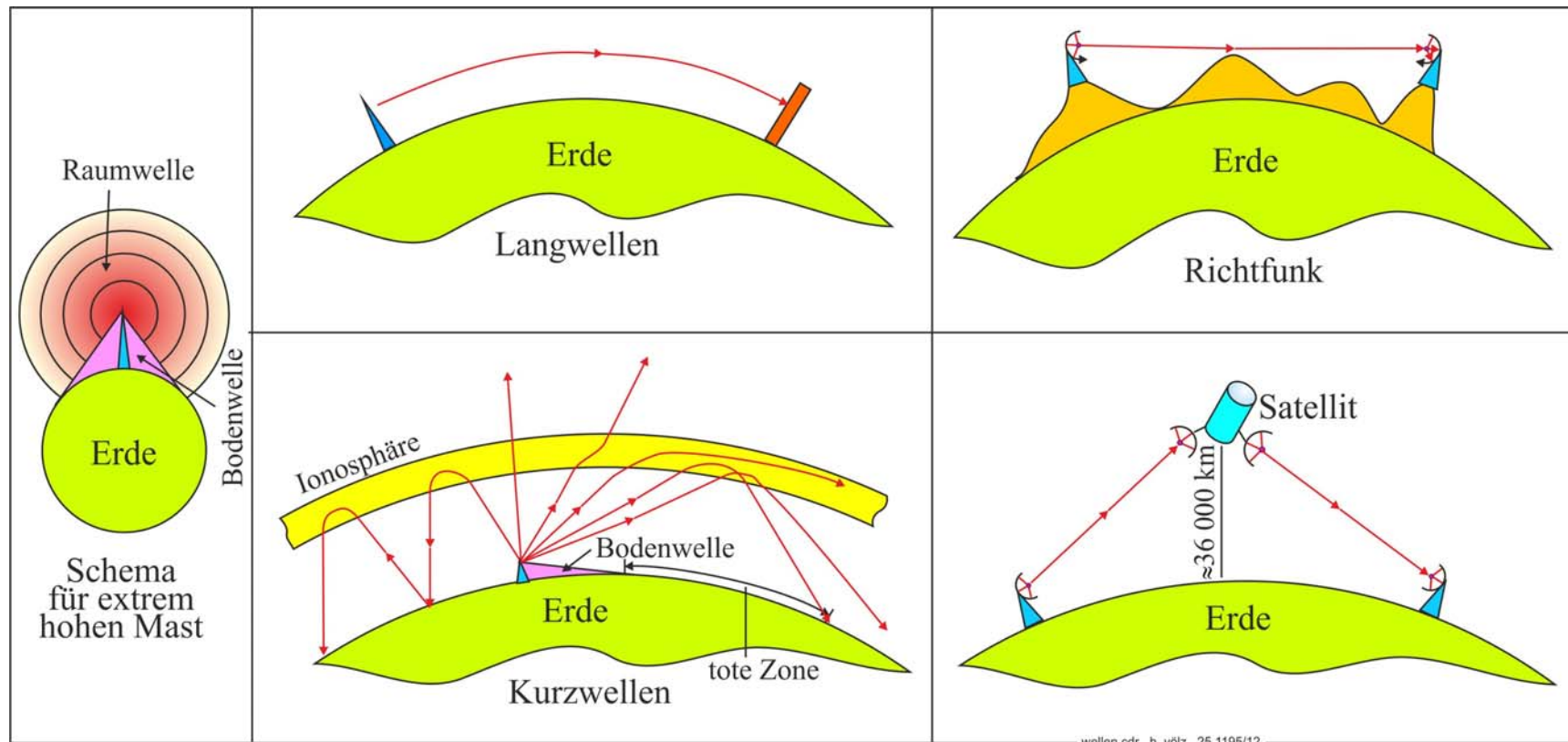
Die Funktechnik sendet von einer Antenne Strahlung in den Raum
Dabei breitet sich die Welle im Prinzip immer gradlinig wie Licht aus.
Es können aber Ablenkungen, Beugungen und Reflexionen erfolgen.
Ihre Größenordnung hängt aber wesentlich von Wellenlänge, Erdoberfläche und Lufteigenschaften ab.
In grober Näherung treten dabei die folgenden Varianten auf.

1. **Lange Wellen** folgen weltweit der Erdoberfläche
2. **Mittel-Wellen** werden durch Sichtbereich und Reflexion (Wetter und Stratosphäre) beeinflusst, u.a. entsteht dabei insbesondere abends eine Schwundzone, große Reichweite
3. **Kurzwellen** nutzen bevorzugt Raumstrahlung infolge der Ionisierung in der Atmosphäre (tote Zone)
4. **UKW** ist fast nur in Sichtweite möglich, durch Wetterfronten sind aber Überreichweiten möglich
5. **Noch höhere Frequenzen** ermöglichen nur optische Sicht, es existiert Dämpfung durch Nebel usw.

Genauere Details zeigen die folgende Tabelle und die sich anschließenden Bilder.

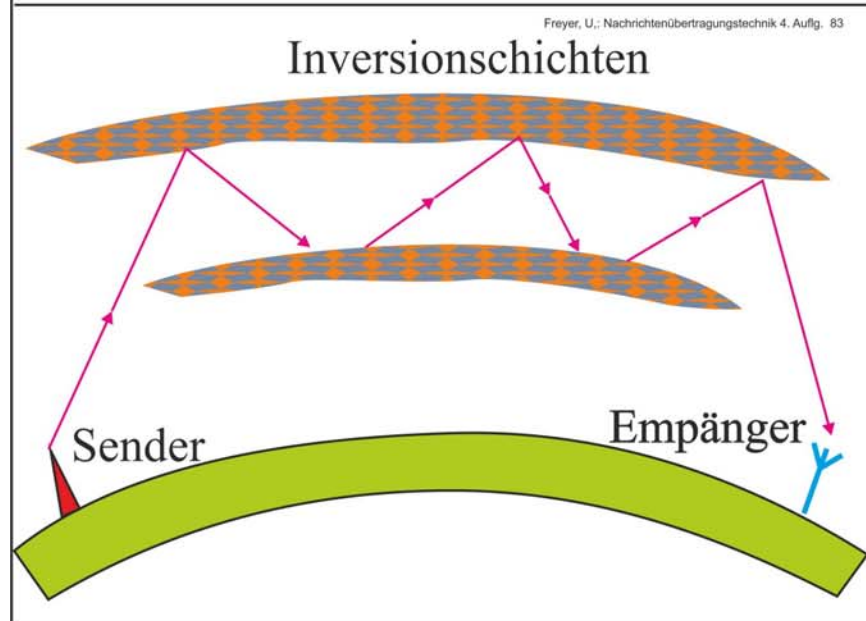
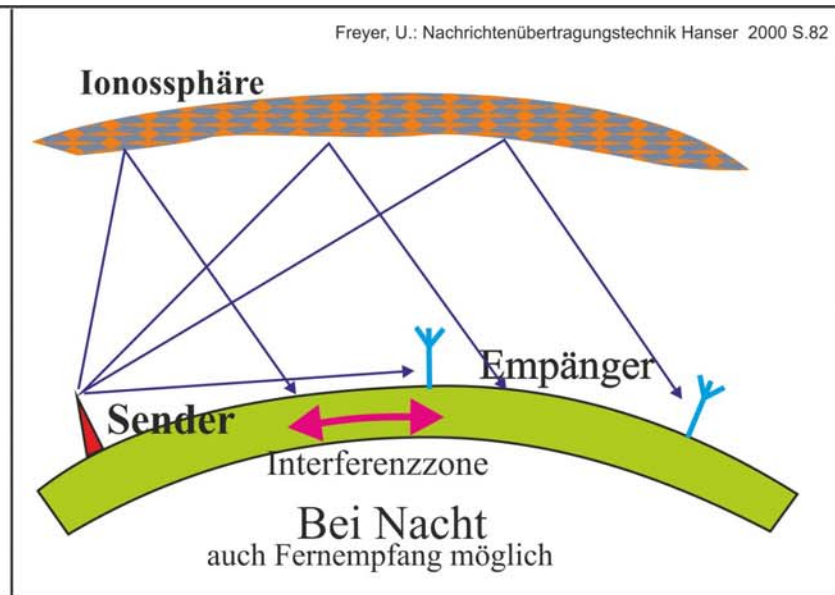
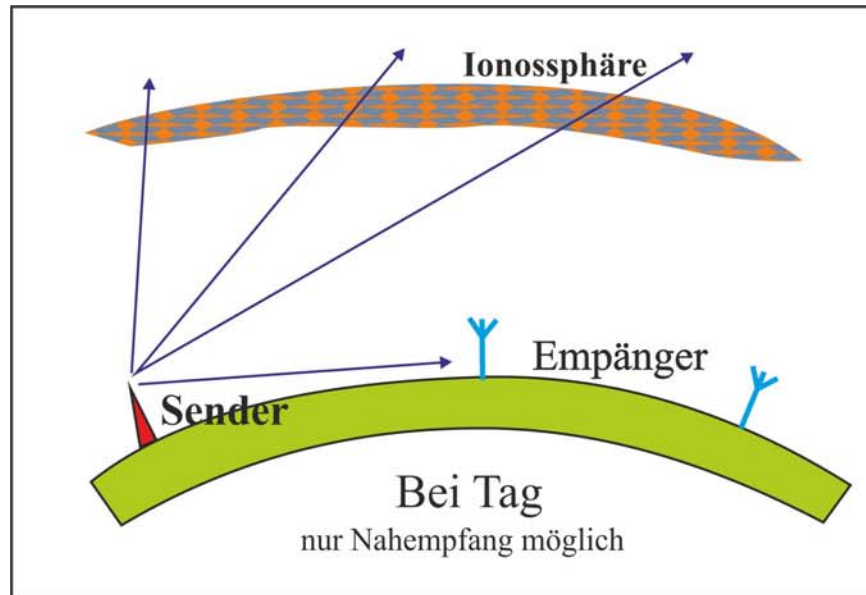
Frequenzbereiche

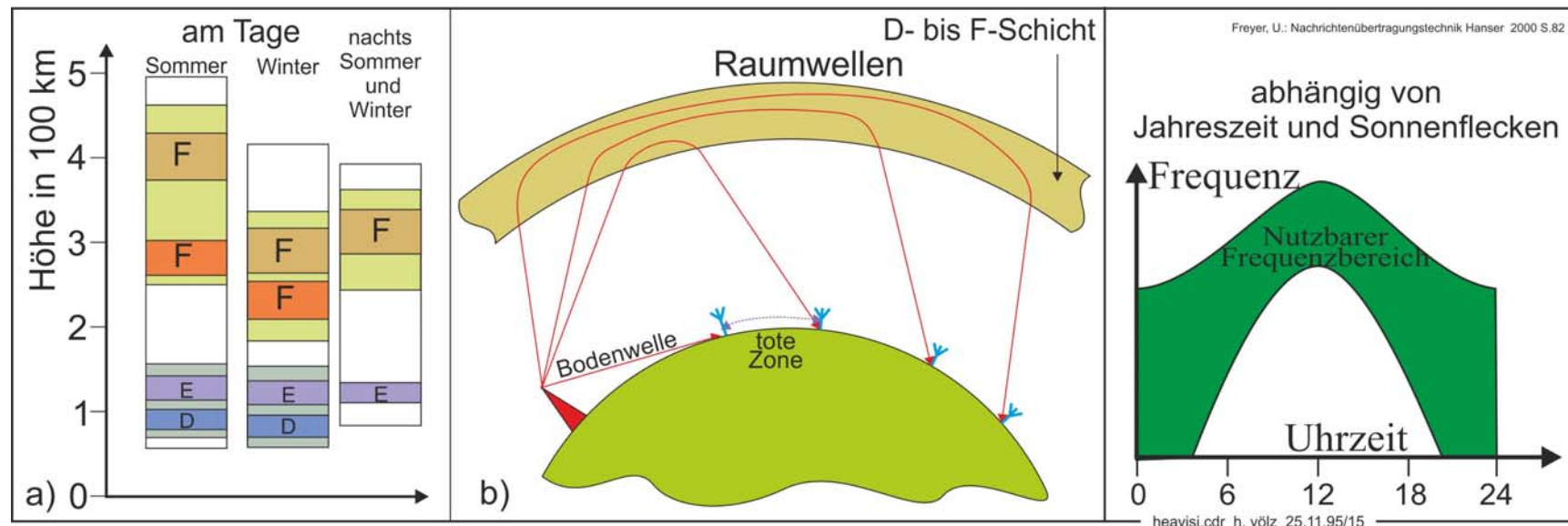
Bezeichnung	λ /Frequenz	Ausbreitung	Empfang
Sehr lange Wellen	10-100 km 10 kHz	Bodenwelle übergroße Entfernungen	Unter Wasser möglich, U-Bote
Langwelle	1 -10 km 100 kHz	Bodenwelle >1000 km, Raumwelle bei Tag gedämpft, Nachts durch Reflexionen an Ionosphäre große Reichweiten	Uhrzeit- + Wettersender
Mittelwelle	100 - 1000 m 1 MHz	Bodenwelle > 100 km, Raumwelle nachts durch Mehrfachreflexionen große Entfernungen, im Mittelbereich Schwund-Erscheinungen	klassischer AM-Rundfunk
Kurzwelle	10 - 100 m 10 MHz	Bodenwelle unbedeutend, Raumwelle große Entfernungen	Amateure und Übersee
m-Wellen	1 - 10 m 100 MHz	keine Reflexion an der Ionosphäre Geringe Reichweite	UKW, FM <i>f</i> mehrfach nutzbar
dm-Wellen	10 cm - 1 m 1 GHz	optische Ausbreitung Richtfunk	FS, Satellit, Radar. Scatter möglich
cm-Wellen	1 - 10 cm 10 GHz	nur im Sichtbereich Molekülresonanzen	Satellit Radar, GPS
mm-Wellen	1 mm - 1 cm 1 GHz	Regen Nebel dämpfen	
THz Wellen	0,1 - 1 mm 1 THz	Durchleuchtungen	Schwer erzeugbar



Bei der Abstrahlung von der Antenne können **Boden- Raumwelle** nicht unterschieden werden. Sie sind dadurch bestimmt, welcher Anteil auf direktem Weg auf die Erdoberfläche trifft.

Dargestellt sind ansonsten die wesentlichen Ausbreitungsvarianten der Wellenausbreitung mit den nächsten Bildern folgen **ergänzende Spezialfälle**, u.a. Mittelwelle. Bei der Mittelwelle sind die Tag- und Nachtvariante sowie Überreichweiten zu nennen.

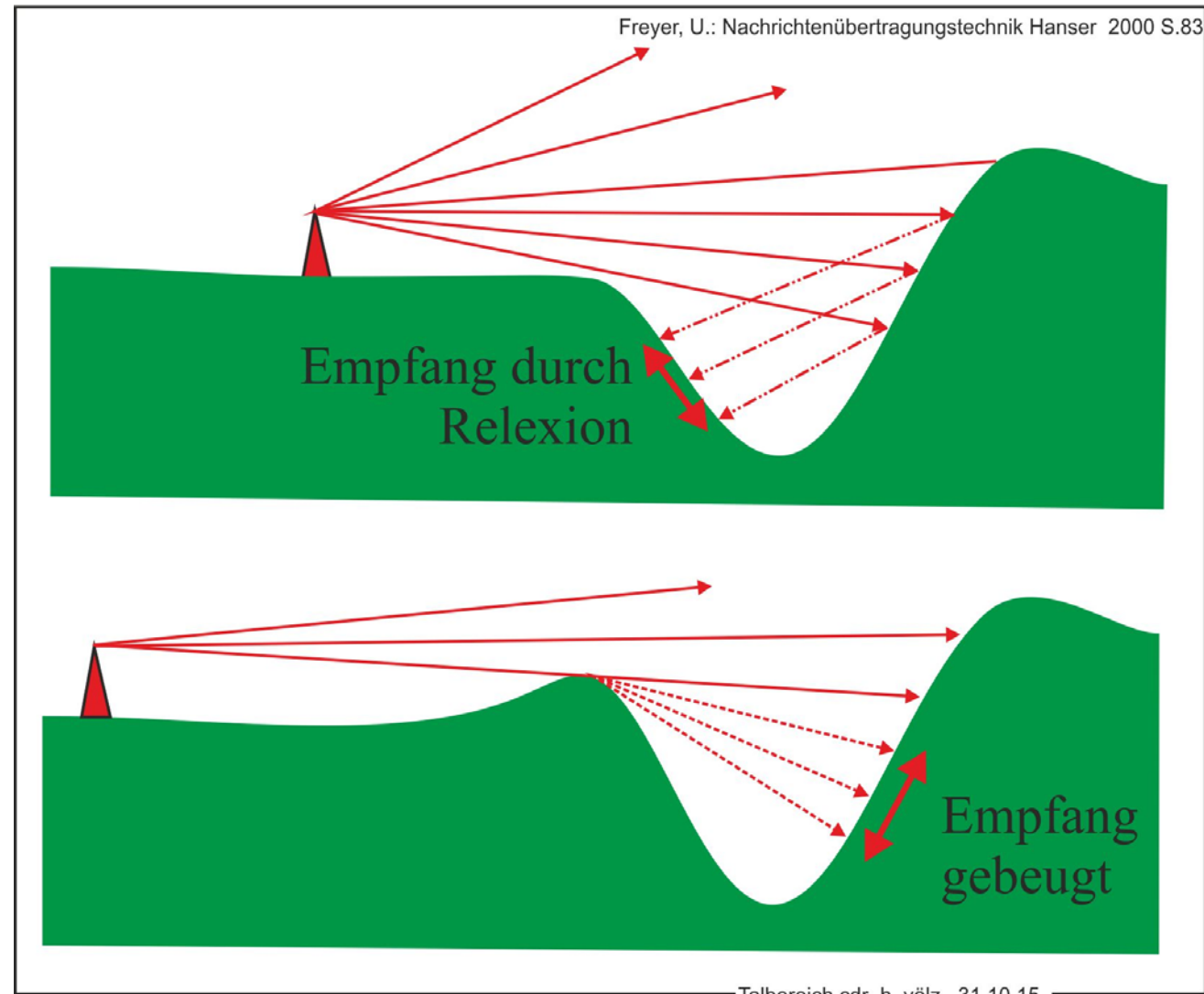


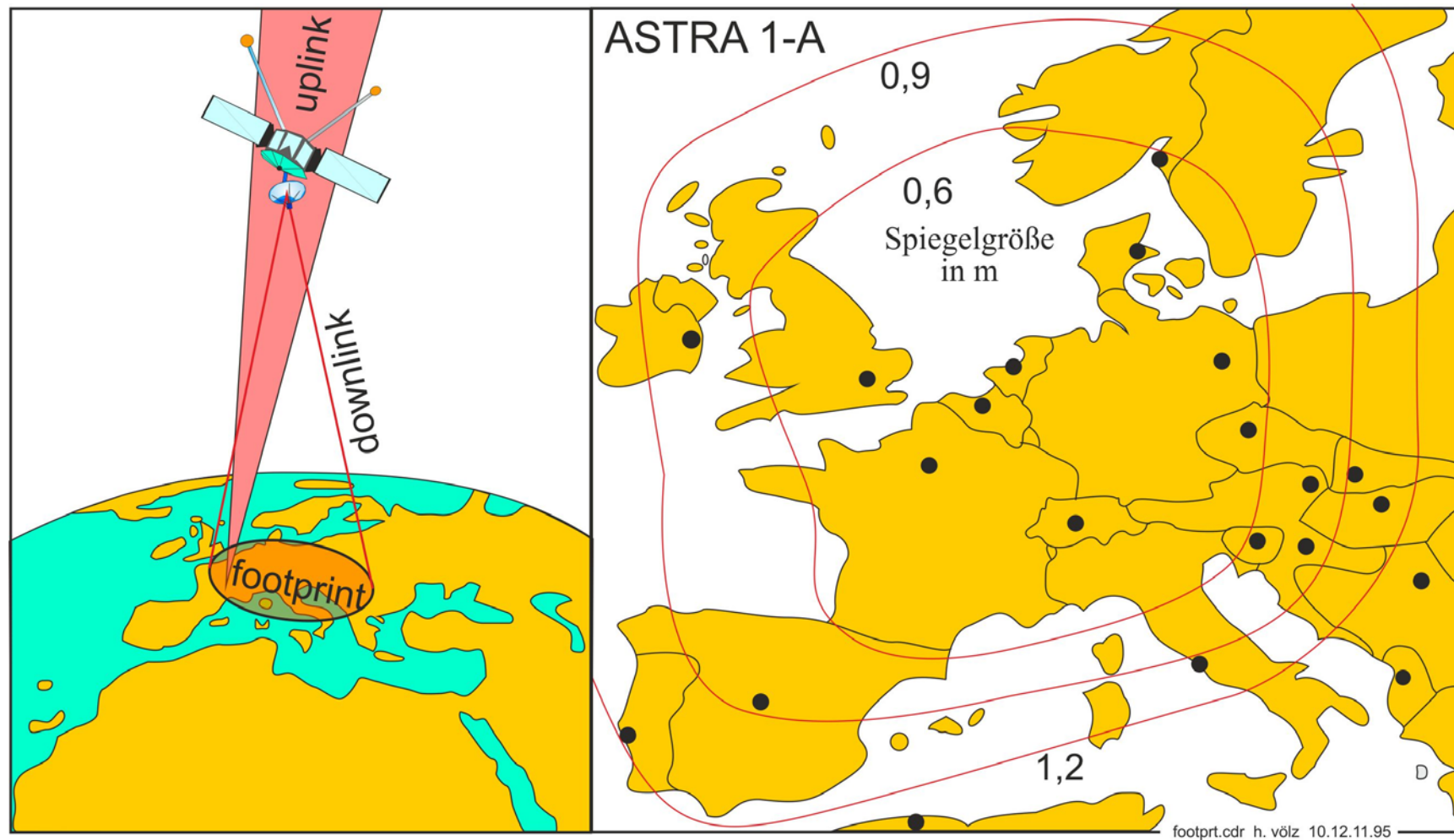


Bei der Kurzwelle ist die Ionosphäre tags und nachts unterschiedlich.
 Für die Sendung zu bestimmtem Orten ist dann die Frequenz mit der Uhrzeit zu ändern.
 Es gibt eine Bodenwelle und tote Zone ohne Empfang.

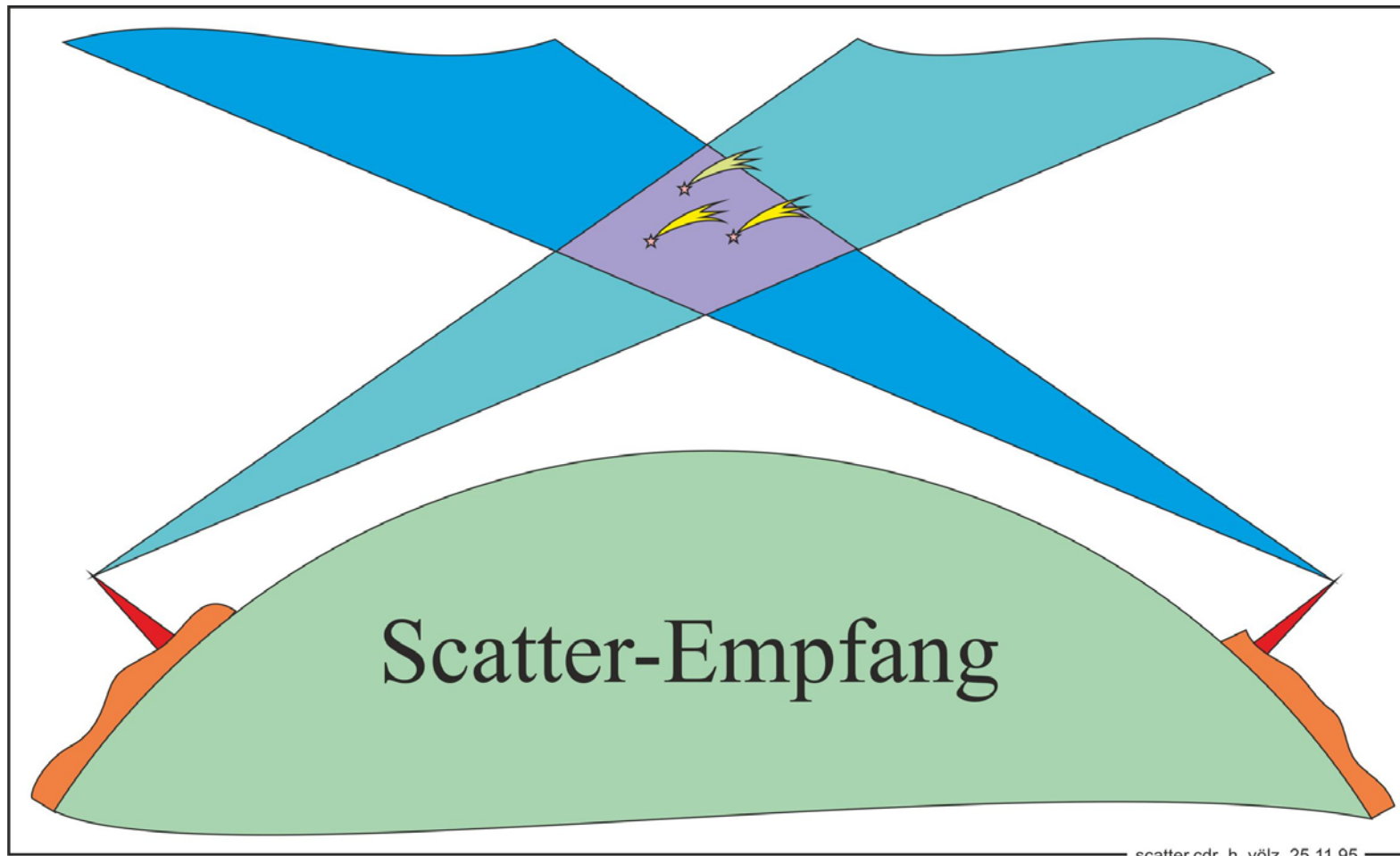
In Tälern bei Gebirgen
ist oft kein direkter
Empfang möglich.

Indirekt ermöglichen
dies Beugung und
Reflexion.





Mittels Satelliten lassen sich begrenzte Bereiche systematisch erreichen.

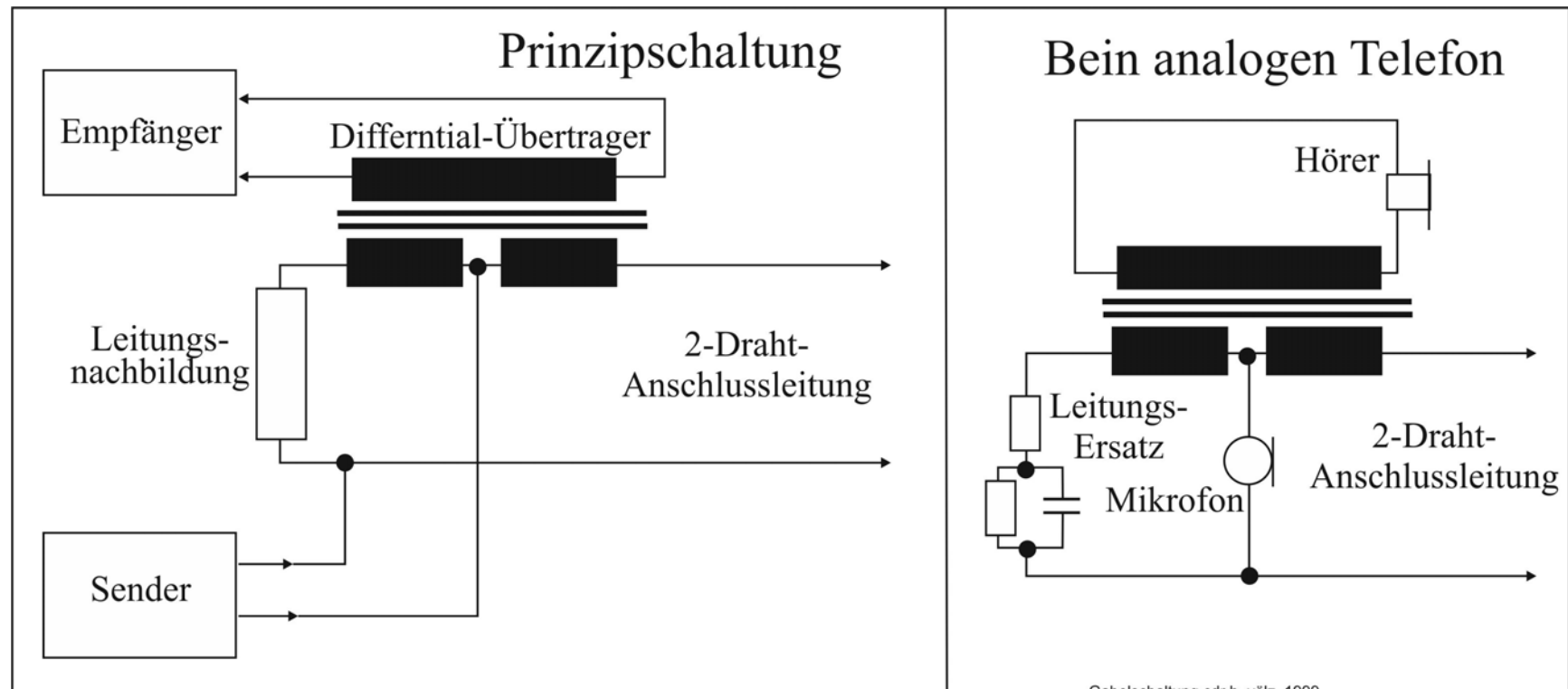


Indirekt lässt sich eine große Reichweite durch spezielle Ionisationen in der Atmosphäre erreichen. Sie treten vorübergehend bis zu 1000 km Entfernung bei 100 bis 1000 MHz und entstehen durch Ionisierung der Troposphäre in etwa 10 km Höhe durch Gewitter, Meteoriten, Verunreinigungen oder Flugzeuge. Genutzt wird es für sie z. B. zwischen Frankreich und Marokko

Betrieb: Sender \Leftrightarrow Empfänger

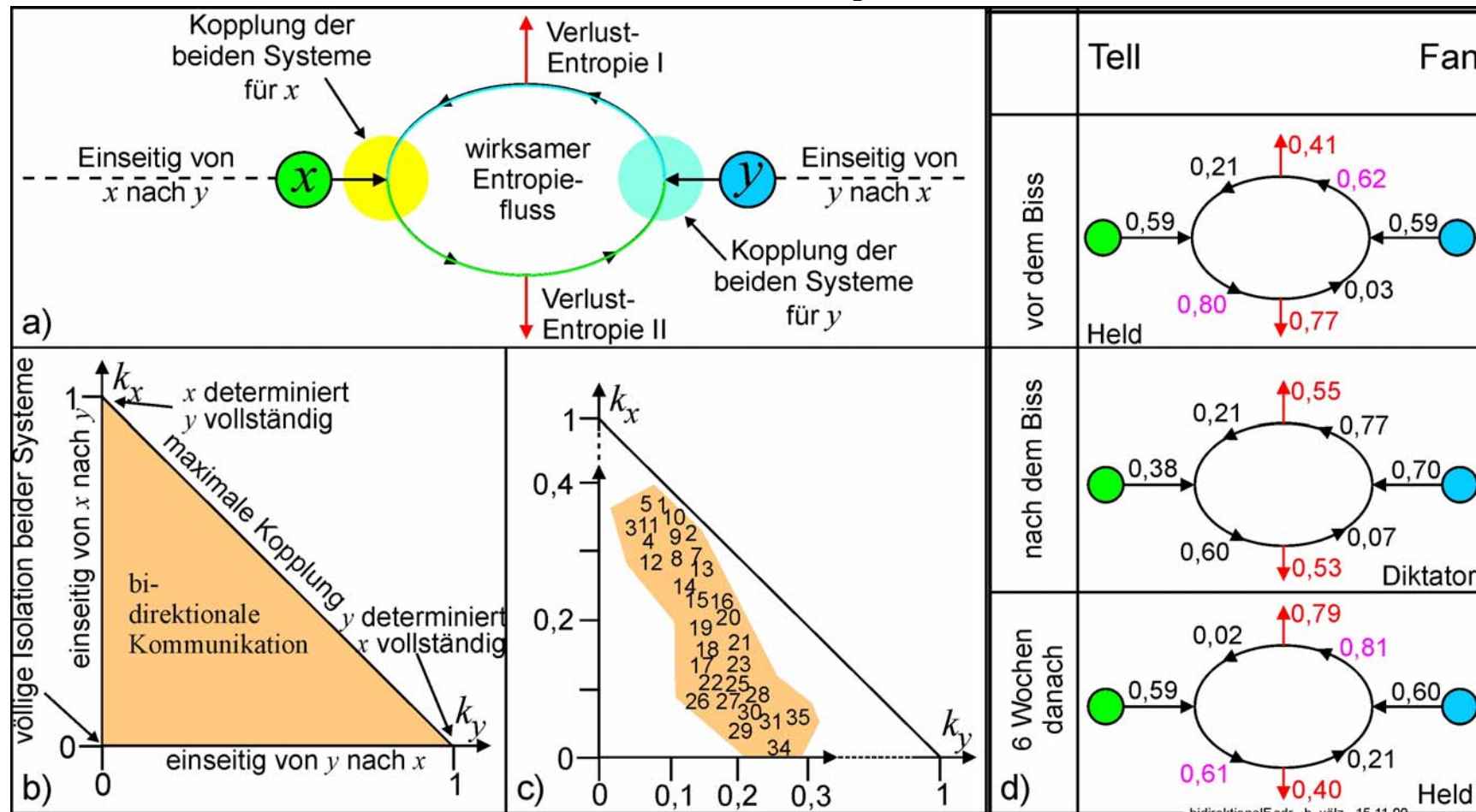
Es gibt vier typische *Betriebsfälle* zwischen *Sender* und *Empfänger*:

1. Bei typischen *Massenmedien* wirkt *ein Sender* auf *viele (alle) Empfänger* ein ($1 \Rightarrow \infty$).
Das typische Beispiel für hierfür ist die Funktechnik, aber auch Zeitungen, Film und Theater
2. für den *inversen* (reziproken) *Fall* – *ein Empfänger für alle Sender* – gibt es keinen Namen.
Da wir fast immer nur eine Quelle wahrnehmen können, muss dabei der Empfänger eine selektive *Auswahl* zwischen den vielen Sender wählen können ($\infty \Rightarrow 1$).
Dabei können viele *Störungen* (s. u.) auftreten. Sondermaßnahmen müssen sie reduzieren.
3. *Ein Sender* wirkt auf *einen Empfänger (Simplex)*; typisch für die Nachrichten-Theorie.
Es erfolgt eine *unidirektionale* Übertragung. Sie wird u.a. bei der *Fernsteuerung* genutzt. ($1 \Rightarrow 1$)
Eventuell ist hierbei ein Schutz gegen unerwünschtes Abhören notwendig (Kryptografie).
4. Bei *Kommunikation* sind Sender und Empfänger bidirektional verbunden ($1 \Leftrightarrow 1$). (4 Leitungen)
Teilweise sind Maßnahmen notwendig, die *Rückkopplung mit Eigenschwingungen* vermeiden.
 - a) Beim alten Telefon waren es spezielle *Gabelschaltungen* (nächstes Bild). (*Vollduplex*)
 - b) Bei der Funktechnik sind getrennte *Sende- und Empfangsfrequenzen* üblich.
Im Spezialfall Satellit *Up- und Downlink*, ähnliches im Mobilfunk.
Informationstheoretisch ist dieser Fall bei der *Tierkommunikation* untersucht.
Auch hierbei kann Kryptografie wichtig sein.
 - c) Beim *Halbduplex* wird das Gerät zwischen Sender und Empfänger umgeschaltet
WalkyTalky, Radar, Tomografie und Ultraschall Diagnostik sind Beispiele.



Gabelschaltungen beim analogen Telefon für bidirektionale Übertragung.
 Der Differential-Übertrager vermeidet, dass Sendersignale zum eigenen Empfänger gelangen und so störende Rückkopplung bewirken können.
 Es gibt mehrere Varianten, auch mit Zwischenverstärker

Bidirektionale Informationstheorie am Beispiel der Tierkommunikation.



Marko, H.: Die Theorie der bidirektionalen Kommunikation und ihre Anwendung auf die Nachrichtenübermittlung zwischen Menschen.

Kybernetik 3 (1966) 3, 128 - 136

Mayer, W.: Grundverhalten von Totenkopffaffen unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikationstheorie. Kybernetik 8 (1970) 2, 59-68

Neuberger, E.: Kommunikation in der Gruppe. R. Oldenbourg-Verlag, München - Wien 1969

Empfangsstörungen

Es sind zu unterscheiden:

1. Störungen durch *nichtfunkische Quellen*
 - a) Sonnenflecken-Aktivität, Weltraumstrahlungen, Magnetstürme, Polarlicht usw.
 - b) Gewitter, thermisches Rauschen
 - c) Abstrahlungen technischer Geräte, wie Computer, Konsumelektronik, Motoren, Autos, Ein- Ausschalter usw.
2. *Signaldämpfungen* durch Wetter, wie Nebel und Regen (Fading, Schwund)
3. *Unerwünschte Reflexionen* an Mauerwerk, Metallbauwerken, Drähten oder Türmen (FS Geisterbilder)
4. Störungen durch Nebenwirkungen *unerwünschte* Sender.
die Vielzahl der Funkdienste ist mittlerweile so groß, dass kaum alles zu berücksichtigen ist.
5. *Absichtliche Störungen* zur Verhinderung des Empfangs (offiziell) unerwünschter Sender.

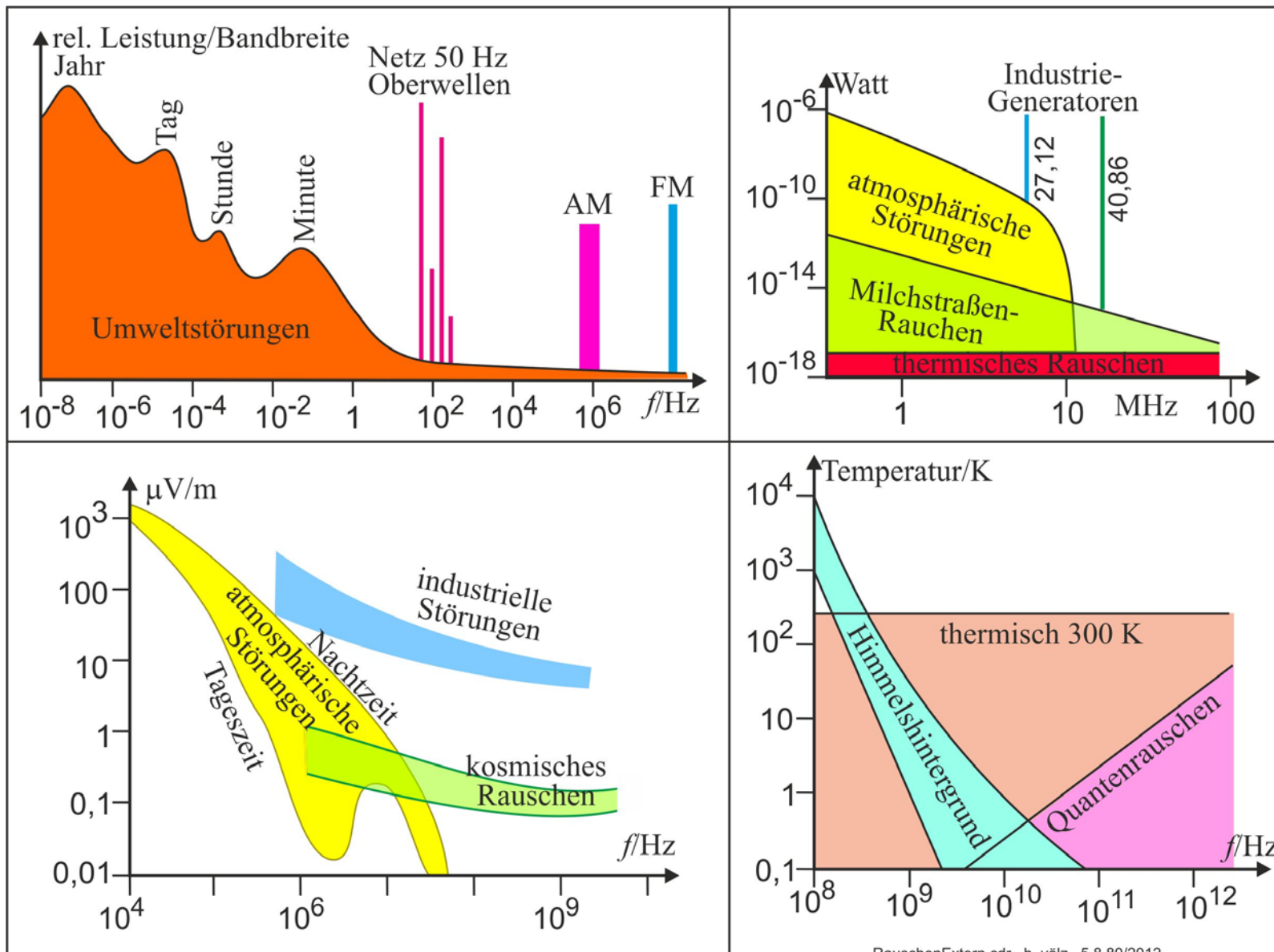
Für 1. können drei Prinzipien der *Abschirmung* der Störer eingesetzt werden

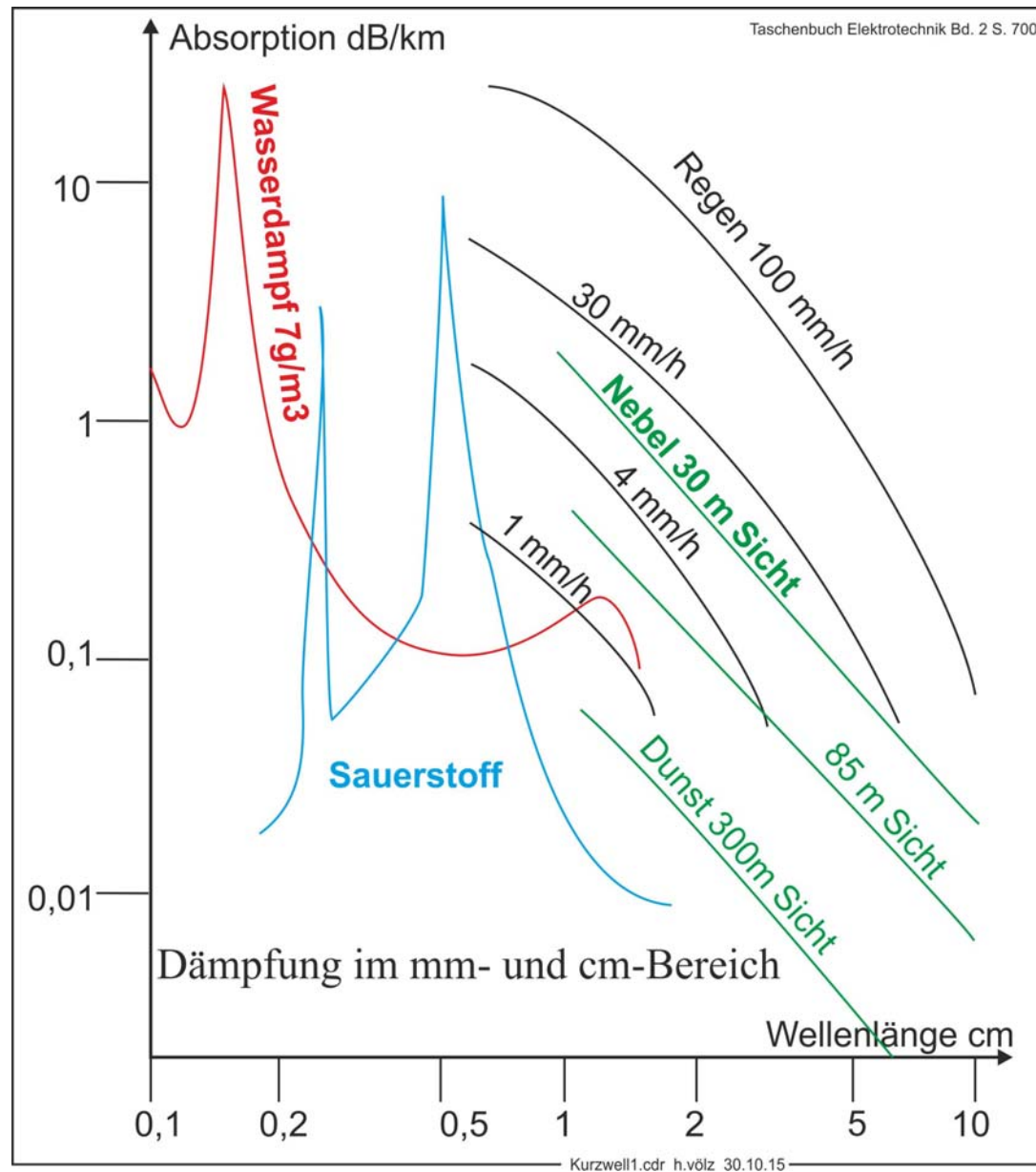
Bei 2. hilft nur Erhöhung der Sndeleistung.

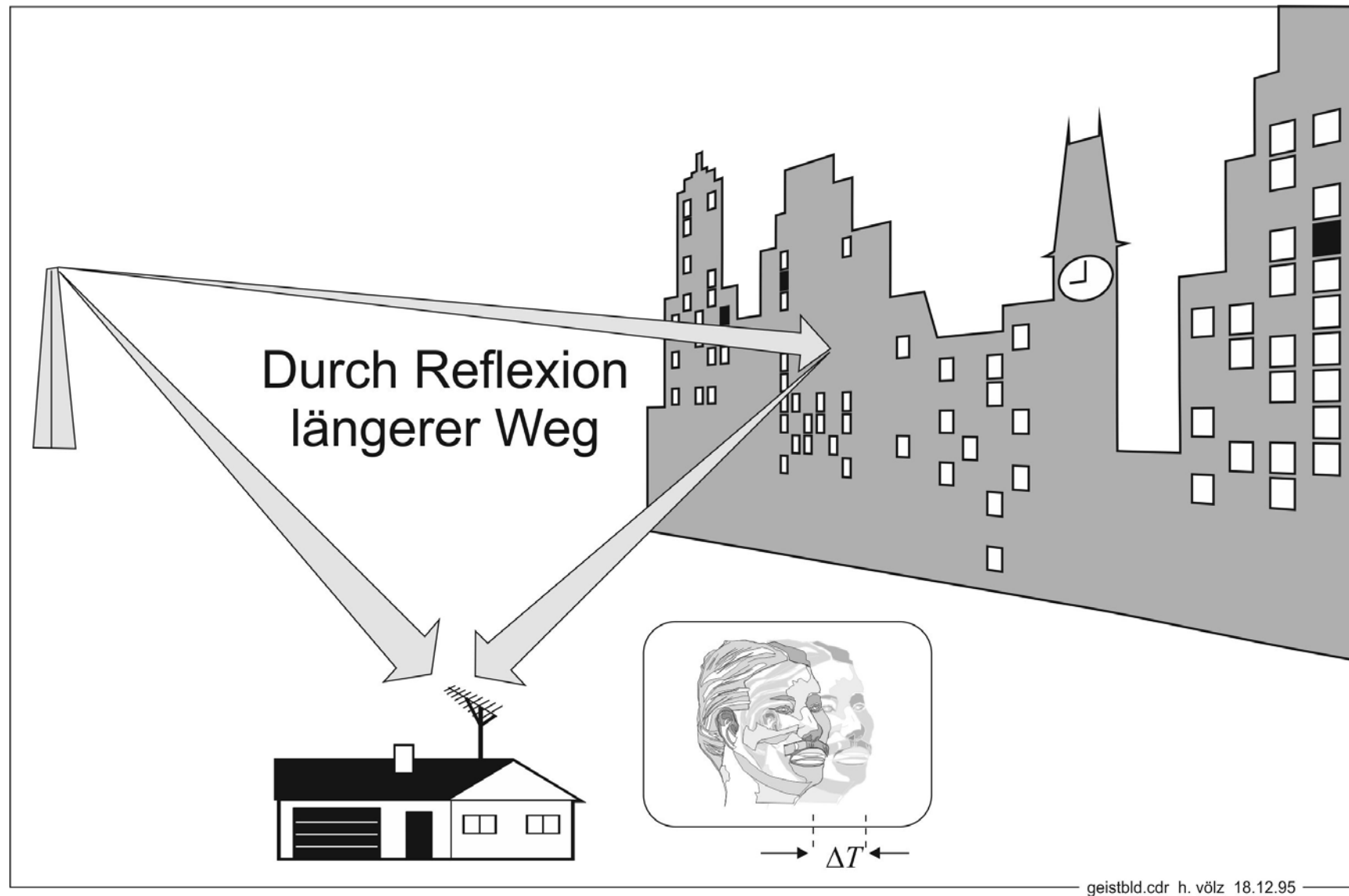
Gegen 4. und z.T. 1. helfen erhöhte *Selektivität* des Empfängers (s. u. z. B. Superhet)

bei 3. bietet die *Digitaltechnik* Möglichkeiten zur Reduzierung.

zu 2 bis 4 folgen einige Bilder







Diese Störung ist mit digitalen Mitteln zu vermeiden, z. B. DAB+

Schutz gegen Störer

Technisch gibt es drei unterschiedliche Schutzmechanismen gegen unerwünschte *Fremdstörungen*:
Achtung! Störungen sind teilweise den geheimen (unerwünschten) Beobachtungen ähnlich.

1. Abschirmung des Störers:

Geht nur bei sehr wenigen, aber nicht bei vielen Störungen (Sendern).

2. Abschirmung gegenüber den Störungen

Man arbeitet im abgeschirmten (schalltoten oder Faraday-) Raum.

Geht kaum, dort wäre es total dunkel, schalltot usw. Folge u. a. eine totale Vereinsamung.

Im Großen ist es durch die Mauer der DDR, und z. T. in Korea und Israel genügend bekannt:
man schirmt sich gleichzeitig von fast allem ab.

3. Kompensation der Störungen

Ein typisches Beispiel ist der Kopfhörer mit Antischall.

Generell ist er nur bedingt möglich, da teilweise recht komplexe Mechanismen vorliegen.

Die Kompensationen kippen leicht um, auch wegen der vielen Störquellen mit ständiger Änderung.

Meist ist es sehr schwierig und auch nur für kleine Volumen möglich.

Vergleich: Englische Gleichgewichtspolitik, Gleichgewicht des Schreckens im kalten Krieg.

Hinweis auf meine *Elektronik-Vorlesung* an der HU 1961.

Abschirmung



z. B. Ferrit-Antenne



Abschirmung einer erreichbaren Störquelle

Störer



Abschirmung

Mess-
Aufbau

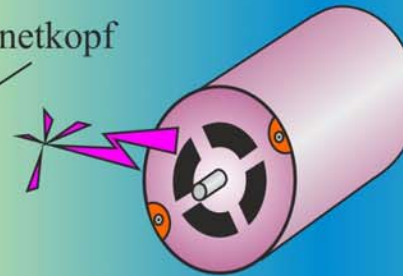
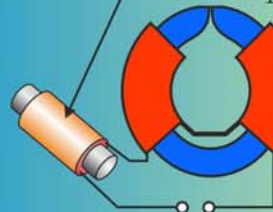
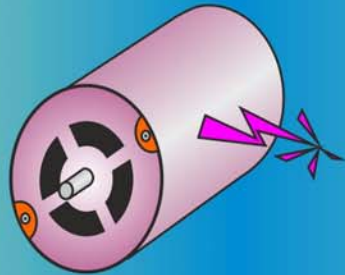


**Abschirmung des Empfängers
bei unerreichbaren oder vielen Störquellen**

störendes Magnetfeld der Motoren

Hilfsspule

Magnetkopf

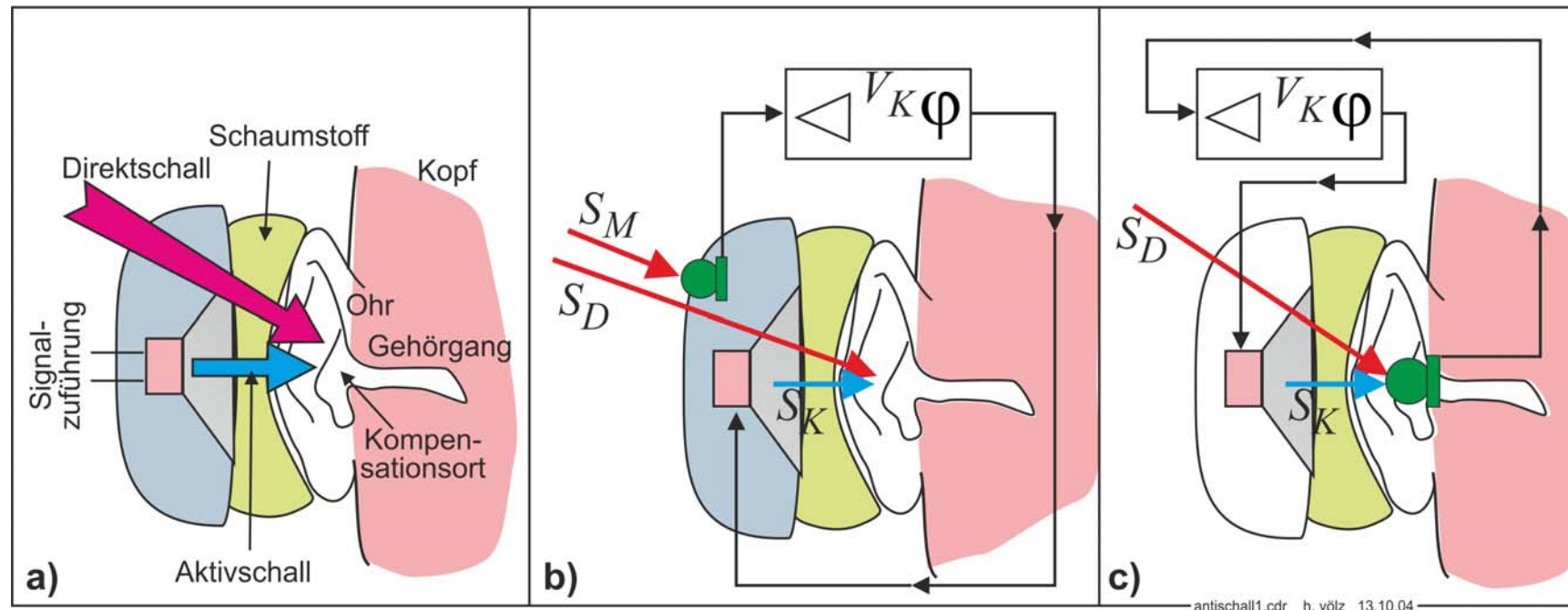


Kompensation durch zusätzliche Spule

Störungen.cdr h. völk 24.11.95/2012

Beispiel für Antischall-Kopfhörer

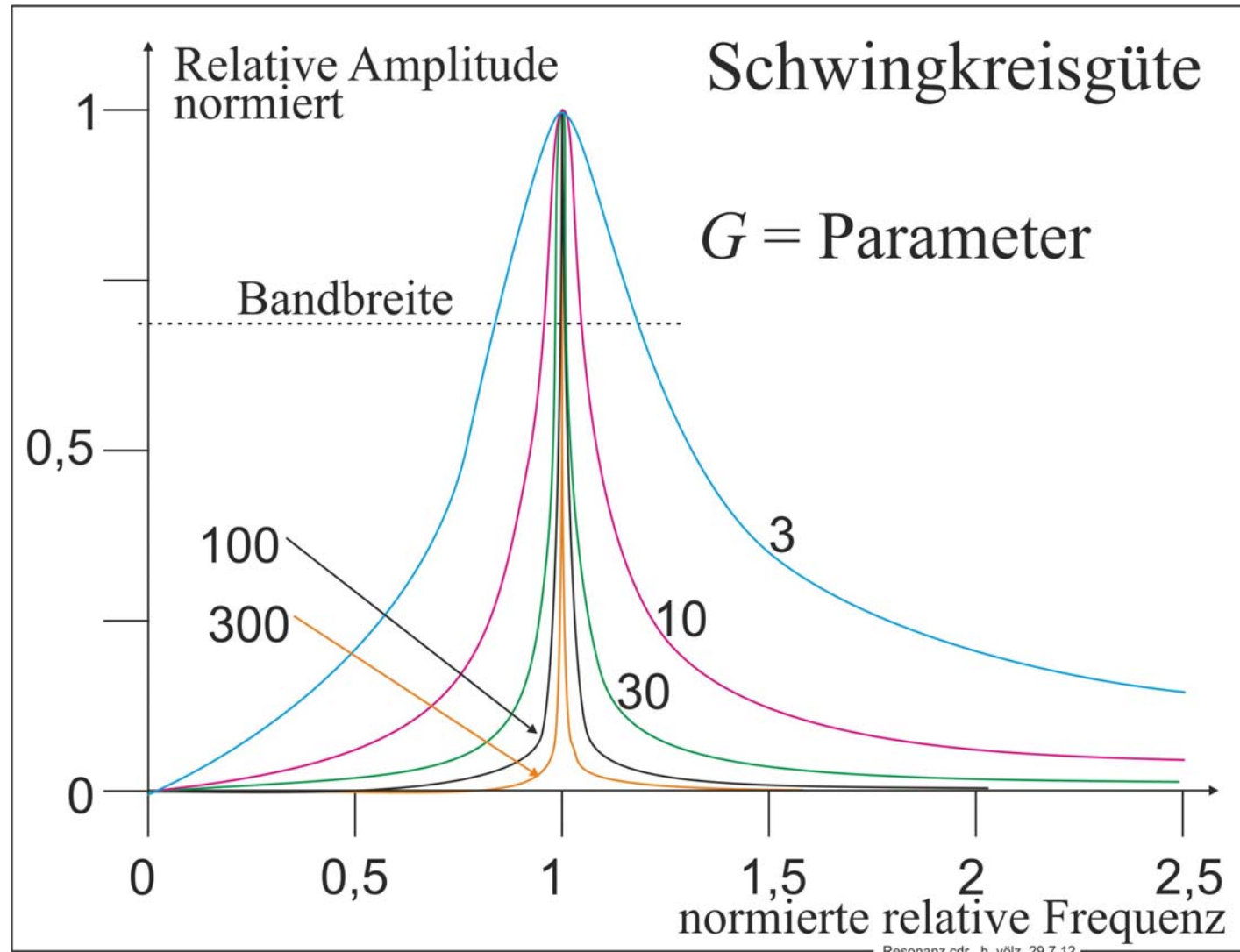
Für Frequenzen ab wenige kHz ist Kompensation unmöglich. Wellenlänge $\lambda \approx 3,4$ mm bei 1 kHz. Daher werden nur tiefe Frequenzen stark geschwächt, jedoch Sprache usw. wird subjektiv sogar lauter. Deshalb ist er auch polizeilich für Kraftfahrer zugelassen und bei Lastwagen sehr beliebt.



Für andere Anwendungen muss zur Kompensation die Störquelle getrennt erfasst werden!

Für die Funk-
technik ist eine
verbesserte
Frequenzsektion
(Resonanz,
Trennschärfe)
besonders
wichtig.

Hiermit werden
gleichzeitig
1. die effektive
Spannung des
gewünschten
Senders vergrößert und
2. alle Störungen
reduziert.



Empfangstechnik

Die Empfangstechnik entwickelte sich über **Kohärer, Fritter und Kristalldetektor**.

Mit den Röhren entstanden **Audion + Rückkopplung und Superhet**.

Dadurch wurde schrittweise die Empfindlichkeit + Trenchscharfe erheblich gesteigert.

Infolge des typischen Senderabstandes von 9 kHz musste das dadurch bedingte Pfeifen durch **9kHz-Filter** unterdrückt werden.

Mit der **Pendelrückkopplung** konnte die Empfindlichkeit von Einröhrenempfängern gewaltig gesteuert werden.

Infolge der dabei teilweise auftretenden Abstrahlung des Empfängers wurde sie unbeliebt.

Der **Superhet** wurde vor allem bei höheren Frequenzen f_{Eing} notwendig.

Die Güte der Spulen bei 2-Kreisempfänger reichte dann nicht mehr zur nötigen Trennschärfe aus.

So wurde die Selektion in die **Zwischenfrequenz** f_{ZF} verlegt, wo sogar **Bandfilter** möglich wurden.

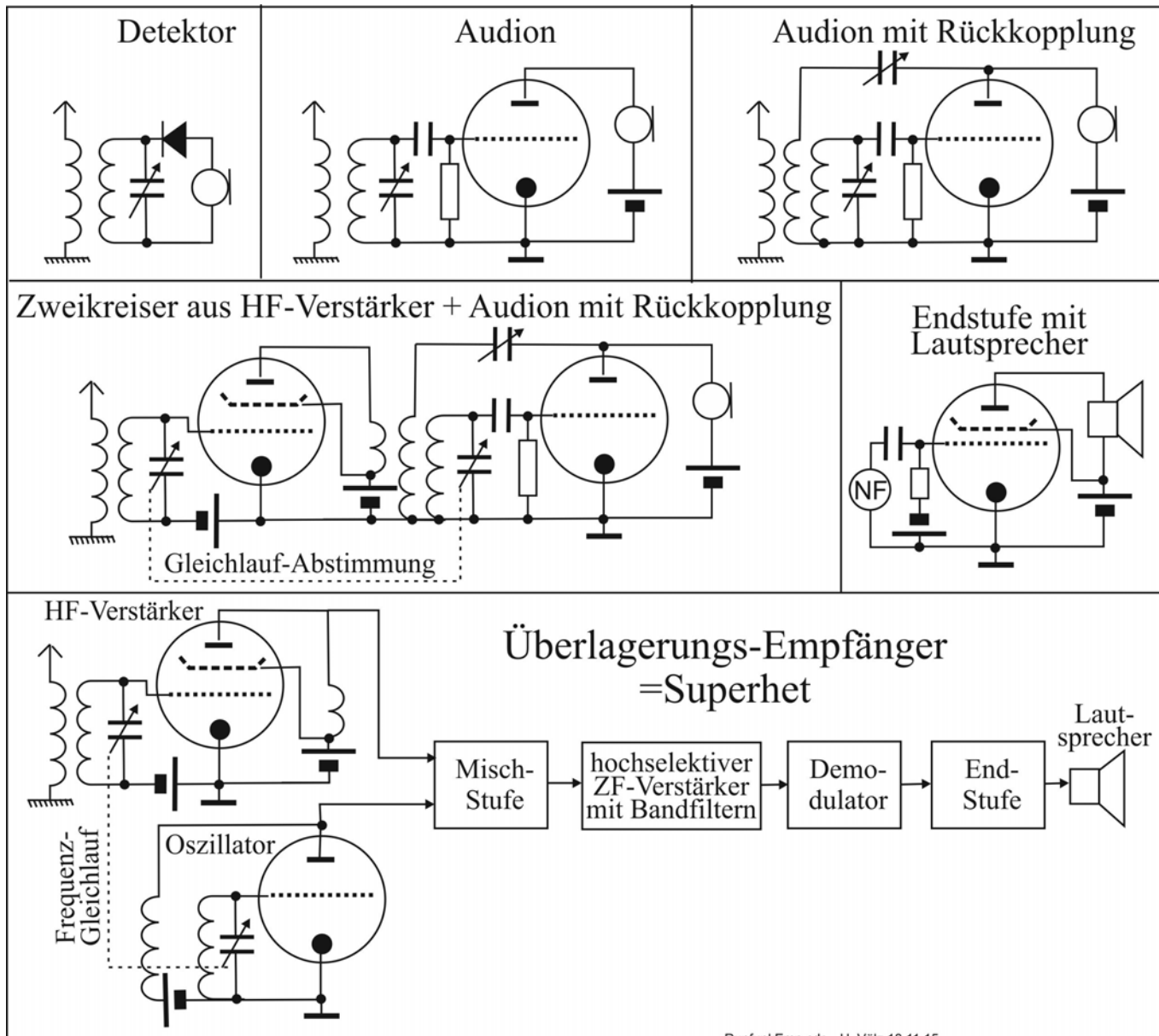
Dazu war eine Oszillator-Frequenz $f_{\text{OsZ}} = f_{\text{Eing}} + f_{\text{ZF}}$ notwendig.

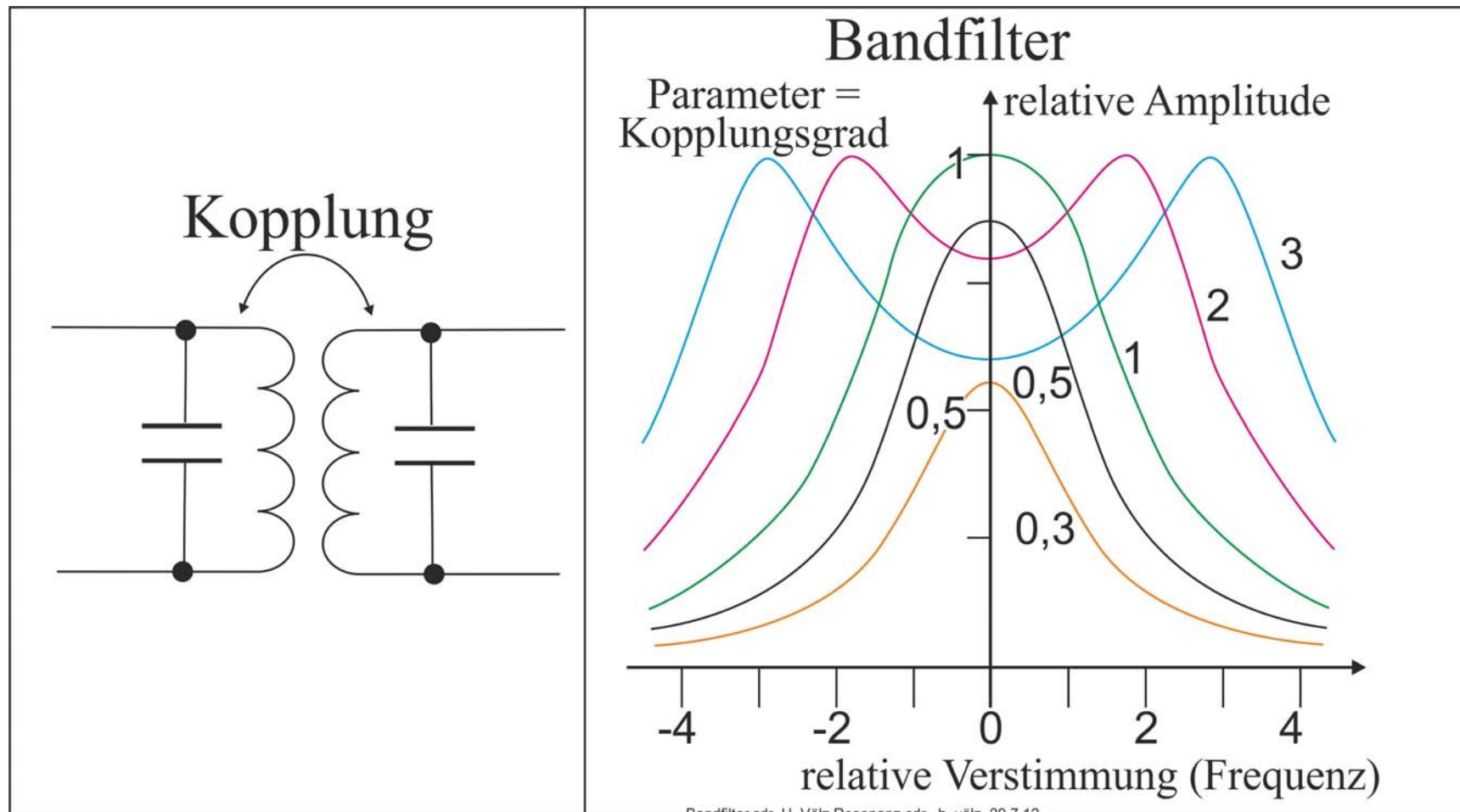
Die Vorsektion war aber wegen der Spiegelfrequenzen $f_{\text{Sp}} = f_{\text{OsZ}} + f_{\text{ZF}}$ weiterhin notwendig

Zur Senkung der notwendigen Sendeleistung wurde zuweilen die **Einseitenbandtechnik** benutzt.

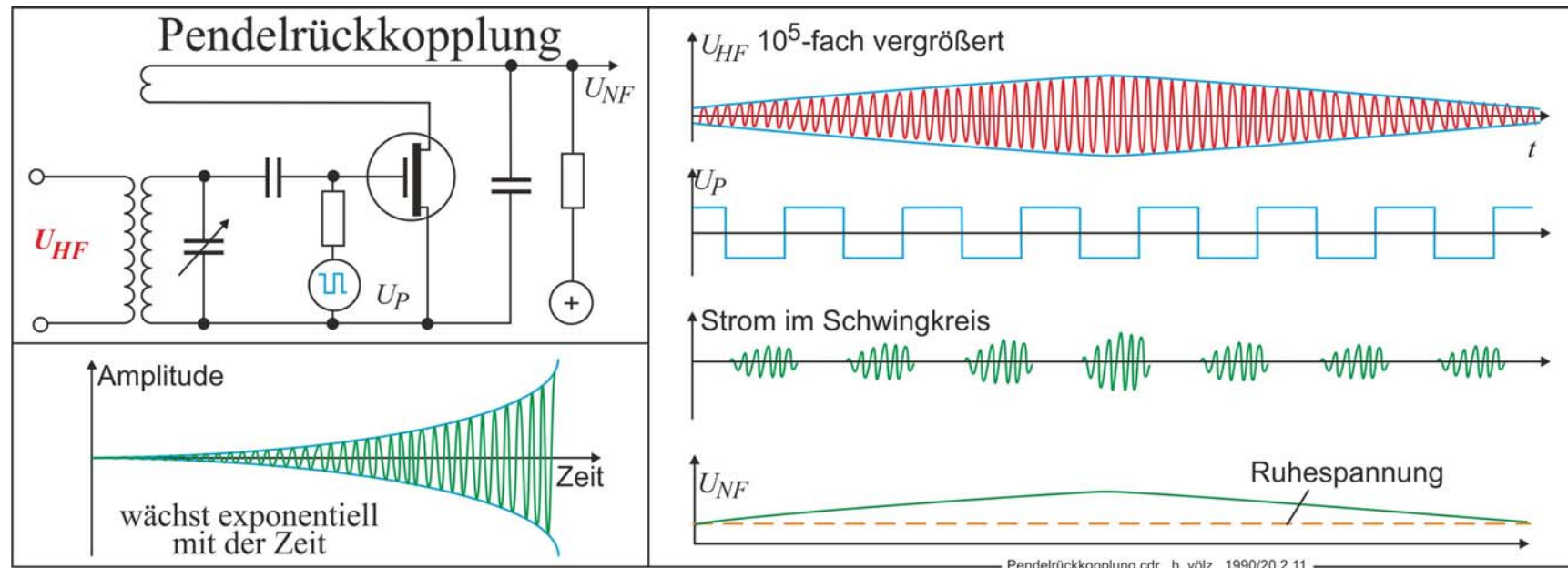
Für Sonderzwecke wurde **Diversity-Empfang** genutzt.

Hierbei wurden zwischen mehreren Sendern mit gleichem Programm je nach deren Pegel umgeschaltet.





Bandfilter ermöglichen steile Selektion bei gutem Durchlass der gewünschten Frequenz (Kurve 2). Zusätzlich lassen sich mehrere ZF-Stufen zur Erhöhung der Selektion mehrstufig in Reihe schalten. Der Superhet benötigt dann nur Abstimmung der Vorsektion und des Oszillators, sowie deren Gleichlauf bei der Abstimmung.



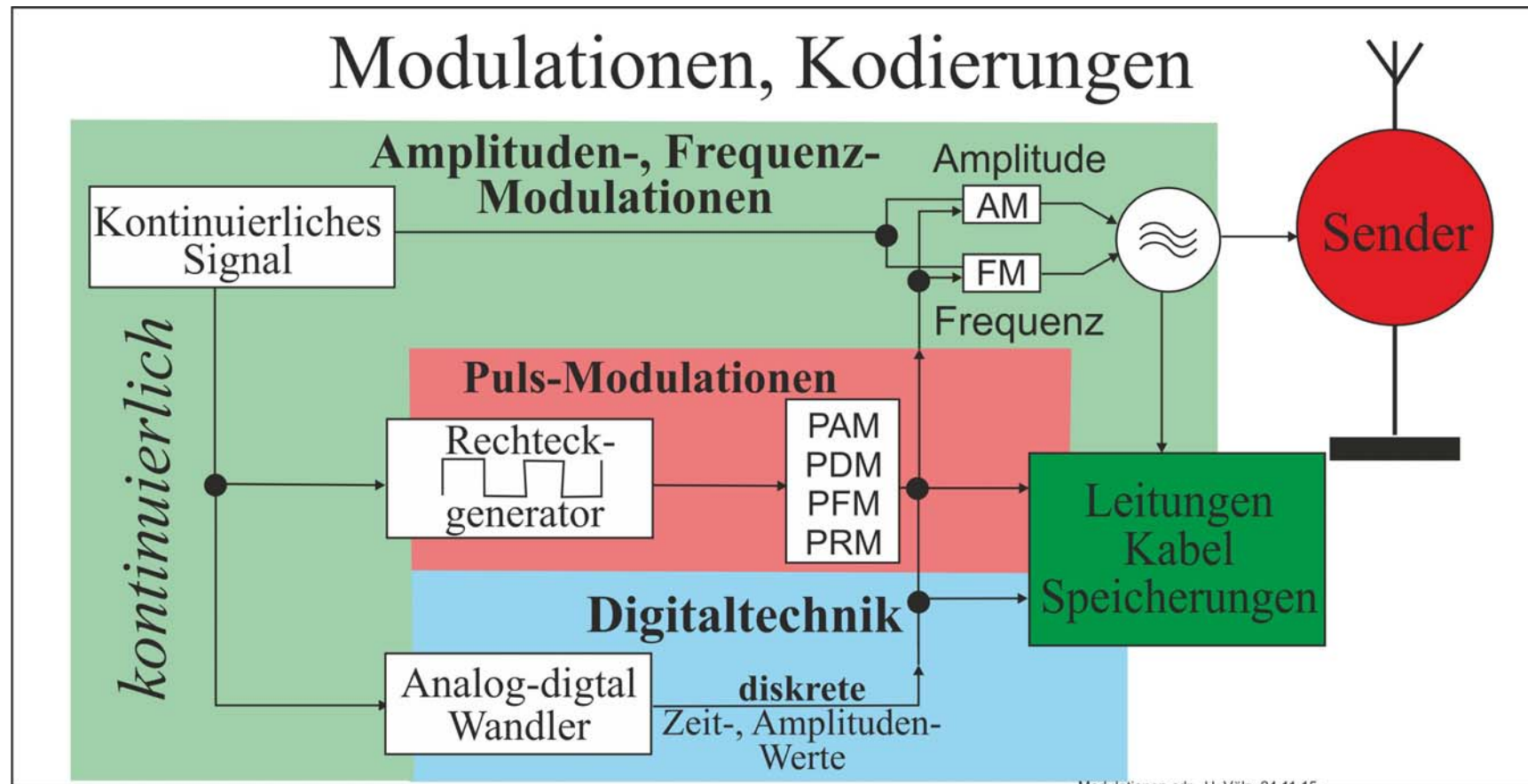
Die Rückkopplung ist so stark eingestellt, dass das Audion schwingen würde.
 Die Reckeckschwingung schaltet diese Rückkopplung ein und aus.
 Das beim Einschalten jeweils vorhandene Empfangssignal wird dann exponentiell verstärkt.

Modulationen und Codierungen

Sie sind notwendig (s. Tabelle = Folie 17), um die Informationen mit dem Sender zu übertragen. Er benutzt (eine) feste Trägerfrequenz f_T der Amplitude u_T , die entsprechend beeinflusst wird. Anfangs wurde der Träger nur ein-aus-geschaltet; das ermöglichte den MORSE-Code. Später konnte die Amplitude verändert werden, dann liegt **Amplitudenmodulation** (AM) vor. Wird die Frequenz verändert so existiert **Frequenzmodulation** (FM). Ihre erste umfangreiche Anwendung erfolgte in Deutschland mit dem UKW-Funk. Ursache war die Wellenknappheit durch den Kopenhagener Plan nach dem Krieg. Daneben entstanden noch **mehrere Pulsmodulationen** und **digitale Codierungen**, Zunächst für die **Leitungstechniken** und **Speicherungen**, später für den **Funk**.

Im Folgenden werden nur die wichtigsten Grundlagen und Fakten behandelt. Zunächst folgt ein Überblick zu den vielen Varianten.

Modulationen, Kodierungen



Amplitudenmodulation

Im kontinuierlichen Fall wird für die Modulation vereinfachend ein Sinussignal $u(t)$ angenommen:

$$u(t) = u_0 \cdot \cos(\omega_m t + \varphi_m).$$

Darin ist ω_m die Kreisfrequenz, u_0 deren Amplitude und φ_m der Anfangsphasenwinkel.

Hier wird die Trägerfrequenz ω_0 wird mit Modulationsgrad $m = u_0/u_T \leq 1$ verändert:

$$u(t) = u_T (1 + m \cdot \cos(\omega_m t + \varphi_m)) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_T).$$

Der Übergang zum Spektrum kann mittels Additionstheorem erfolgen:

$$2 \cdot \cos(\alpha) \cdot \cos(\beta) = \cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta).$$

So ergeben sich die Trägerfrequenz und die **beiden Seitenschwingungen**, die zu Seitenbändern führen:

$$\frac{u(t)}{u(T)} = \cos(\omega_0 t + \varphi_T) + \frac{m}{2} (\cos(\omega_0 + \omega_m) + \varphi_m) t + \frac{m}{2} (\cos(\omega_0 - \omega_m) - \varphi_m) t.$$

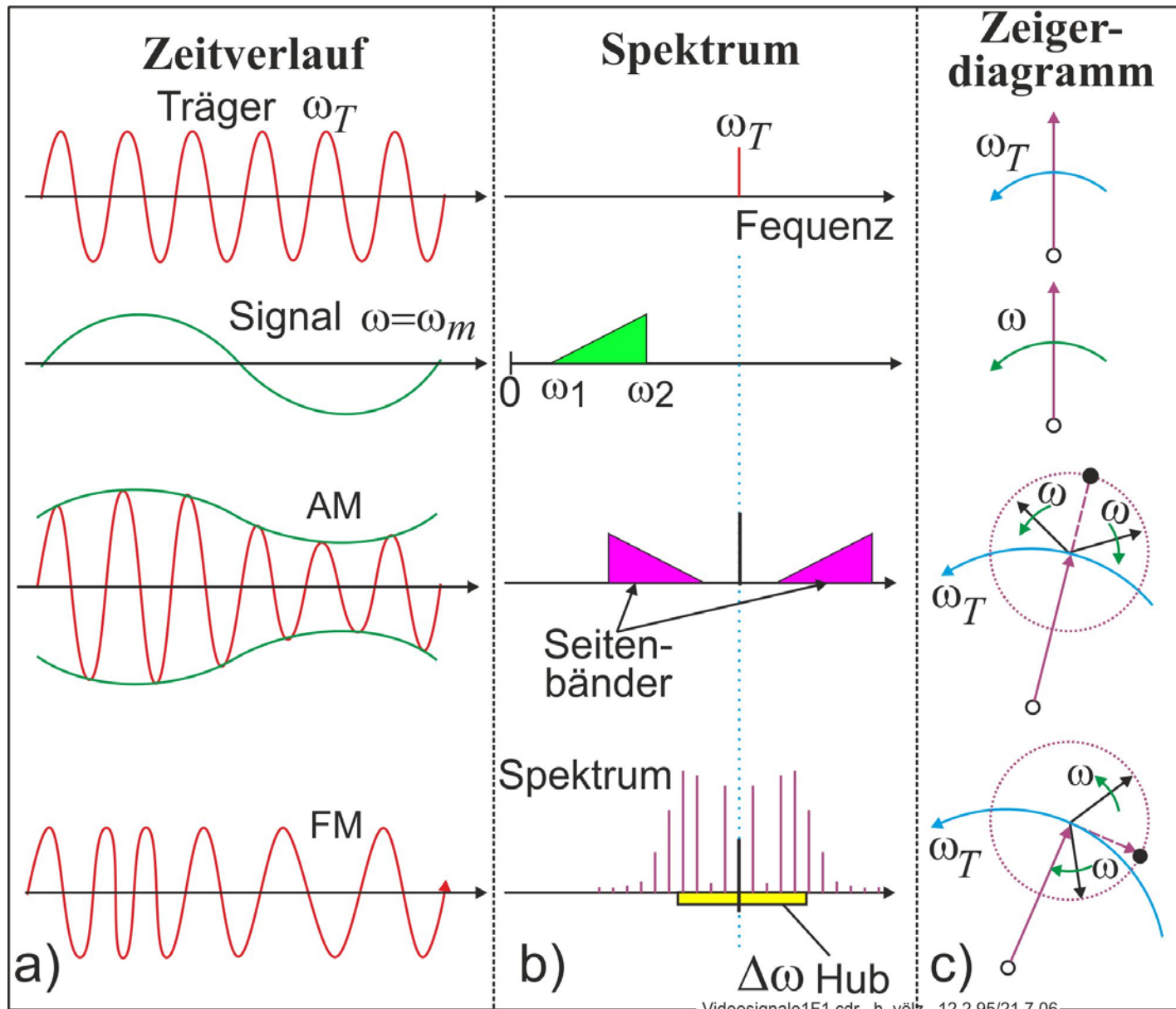
Dieses Ergebnis kann durch drei rotierende Vektoren im folgenden Bild dargestellt werden.

Die doppelt vorhandenen Seitenbänder ermöglichen eine Reduktion auf **ein Seitenband**.

Das spart Bandbreite und Sendeenergie.

Zusätzlich kann sogar noch der **Träger unerdrückt** werden

Schwierig ist in beiden Fällen der Empfang und die Demodulation.



Frequenzmodulation (1)

Hier wird ein Frequenzhub $\Delta\omega$ eingeführt, der proportional zu u_0 ist:

$$u(t) = u_T \cdot \cos\left((\omega_0 + \Delta\omega \cdot \cos(\omega_m t + \varphi_m))t + \varphi_T\right).$$

Das Zeigerbild zeigt das vorige Bild. Die rotierenden Vektoren stehen jetzt senkrecht zum Träger.

Da innerhalb vom cos wiederum cos steht, ist das Spektrum ist schwierig zu bestimmen.

Weil es hierfür kein Additionstheorem gibt, wird die totale Phase φ_{total} eingeführt:

$$\varphi_{total} = \omega \cdot t + \varphi \quad \text{bzw.} \quad \frac{d\varphi_{total}}{dt} = \omega.$$

Dann folgt:

$$\frac{d}{dt}(\Delta\psi \cdot \cos(\omega_m t + \varphi_m)) \sim \Delta\omega \cdot \cos(\omega_m t + \varphi_m).$$

und nach Integration:

$$\Delta\psi \cdot \cos(\omega_m t + \varphi_m) \approx \frac{\Delta\omega}{\omega_m} \sin(\omega_m t + \varphi_m).$$

Eine wichtige Kenngröße der Frequenzmodulation ist der Modulationsindex

$$x = \frac{\Delta\omega}{\omega_m}.$$

Typische Werte – z.B. beim UKW-Rundfunk und Vollaussteuerung – sind etwa 10 bis 20.

Der typische Hub beträgt ± 150 kHz und die höchste Signalfrequenz 15 kHz.

wegen oben gilt nun:

$$u = u_T \cdot \cos\left(\omega_0 t + x \cdot \sin(\omega_m t + \varphi_m) + \varphi_T\right).$$

Spektrum der Frequenzmodulation

Eigentlich müsste zur Berechnung die Fourier-Transformation benutzt werden. Einfacher ist es jedoch die Bessel-Funktionen n -ter Ordnung vom Argument x zu benutzen:

$$\cos(x \cdot \sin(\psi)) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(x) \cdot \cos(n \cdot \psi).$$

Für den wichtigen Fall $x \leq 1$ gilt die Reihenentwicklung

$$J_n(x) \approx \left(\frac{x}{2}\right)^n \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k!(n+k)!} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k} \quad \text{mit} \quad \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n^2(x) = 1.$$

So ergibt sich das Spektrum der Frequenzmodulation zu

$$u(t) = u_T \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(x) \cdot \cos(\omega_0 t + n \cdot (\omega_m t + \varphi_m) + \varphi_T).$$

Entgegen allen Erwartungen reicht es meist weit (eigentlich ∞ weit) über den Frequenzhub hinaus. Eine oft brauchbare Begrenzung ermöglicht (entsprechend der möglichen Energie) die Näherung

$$J_n(x) \cong \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot n}} \cdot \left(\frac{e \cdot x}{2 \cdot n}\right)^n.$$

Der Abstand zwischen den Spektrallinien ist ein Vielfaches der Modulationsfrequenz ($n \cdot \omega_m$).

Frequenzmodulation (3)

Für die beiden ersten Ordnungen (Träger und ± 1 . Seitenband) gilt:

$$J_0(x) \approx 1 - \frac{x^2}{2} \quad \text{und} \quad J_1(x) \approx \frac{x}{2} \cdot \left(1 - \frac{x^2}{8}\right).$$

Weniger übersichtlich sind die weiteren Seitenbänder.

Vorteilhaft ist, dass für hinreichend große Argumente x die Werte der Bessel-Funktion nahezu exponentiell steil gegen Null streben. Hierfür gilt die Abschätzung

$$|J_n(n-1)| \leq 0,14.$$

Eine brauchbare Näherung für die benötigte Bandbreite eines mit f_m harmonisch und mit dem Hub Δf modulierten Signals ist daher

$$B \approx 2 \cdot (f_m + \Delta f).$$

Mit der Zunahme von x nähert sich das Spektrum immer mehr einem Kontinuum.

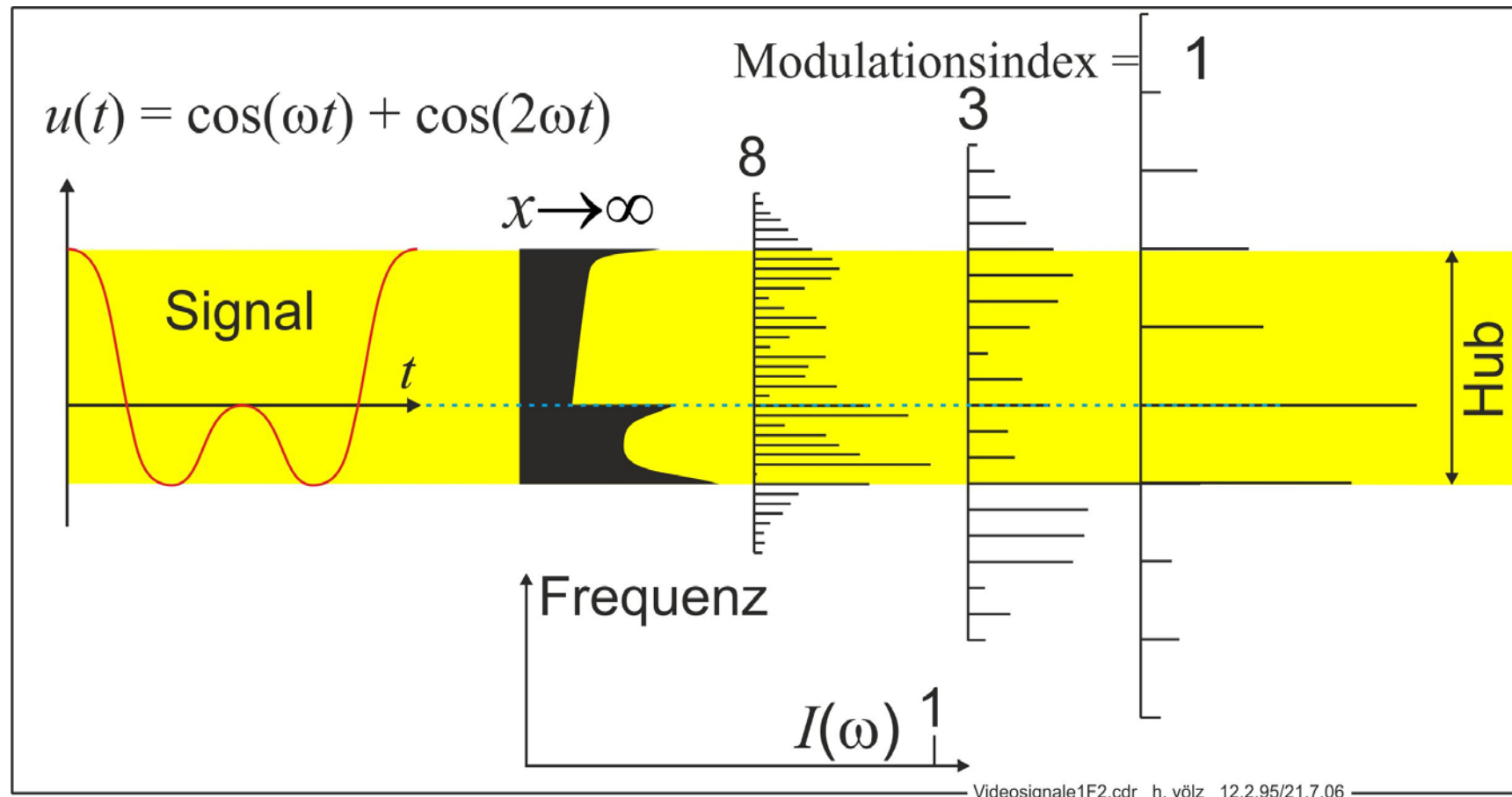
$$u(t) = u_T \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_n \cdot \cos(\omega_0 t + n \cdot \omega_m t + \varphi_n).$$

Die folgenden Bilder veranschaulichen diese Zusammenhänge.

Der Hub ist gelb gekennzeichnet, das Spektrum ist stets größer, nur im Idealfall gleich groß.

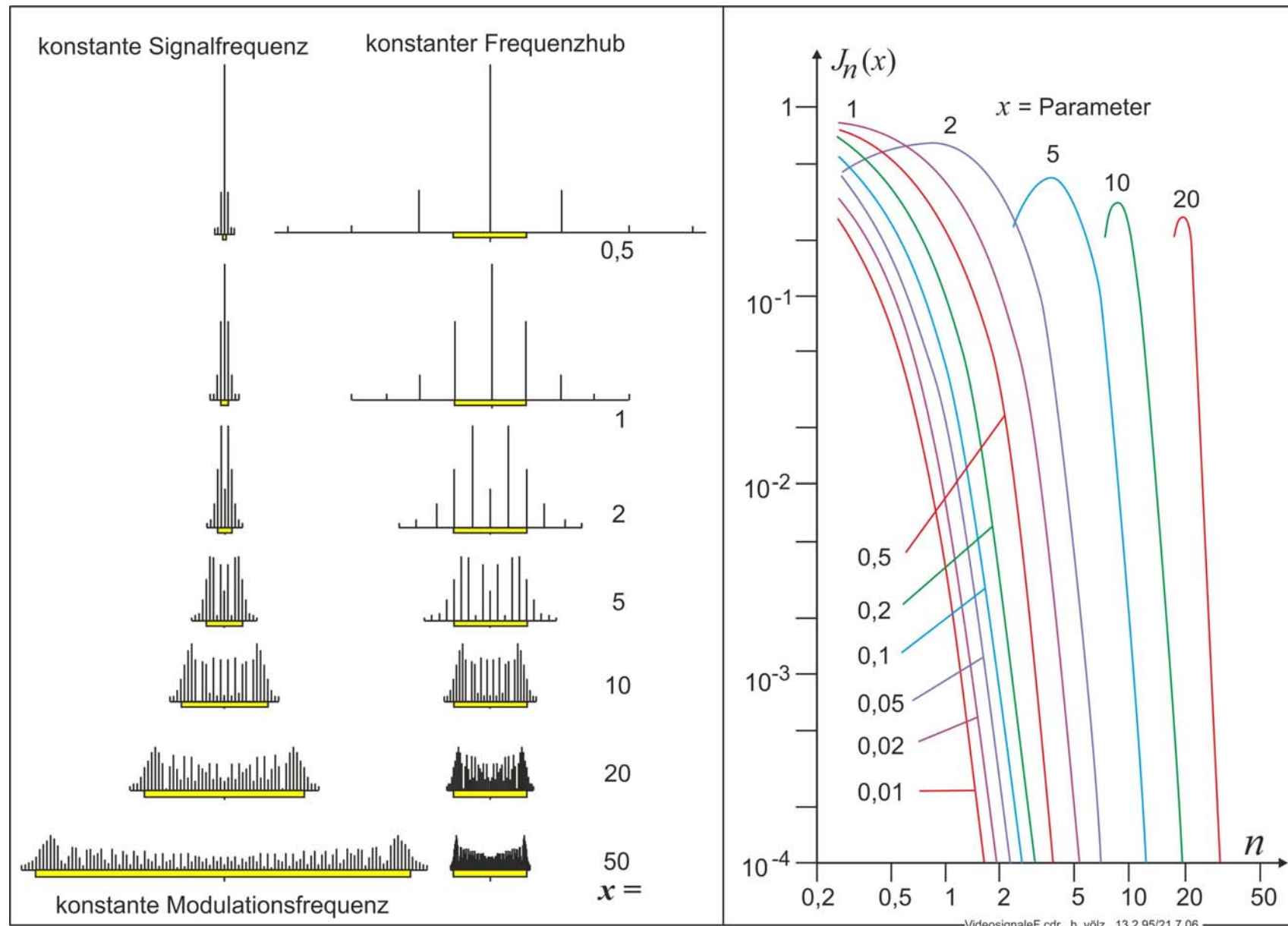
Dies fand experimentell bereits 1930 HARRY NYQUIST (1889 - 1976).

Theoretische Arbeiten führte 1933 VLADIMIR ALEXANDROWITSCH KOTELNIKOW (1908 - 2005) durch.
1925 fand zwischen Jena und Kahla die erste UKW-Übertragung der Welt durch ABRAHAM ESAU statt.



Videosignale1F2.cdr h. völz 12.2.95/21.7.06

Die Modulation erfolgt durch ω und 2ω mit unterschiedlichen Modulationsindizes. Nur bei sehr langsamer Modulation ($\omega \rightarrow 0 = x \rightarrow \infty$) ist das Spektrum gleich dem Hub. Je schneller die Modulation erfolgt (ω größer werdend $x \rightarrow 1$) desto mehr ragt darüber hinaus. genauer Details zeigt das folgende Bild.



Pulsmodulationen

Sie gehen auf ein periodisches Rechtecksignal zurück.

Bei der **Pulamplitudenmodulation** PAM wird es in der Amplitude variiert.

Die Rechteckschwingung kann bezüglich ihrer **Zeitwerte** auf mehrfache Weise geändert werden.

Dadurch ergeben sich **drei Hauptvarianten**

1. Bei der **Pulsdauermodulation** PDM bleibt die Frequenz $f = 1/T$ erhalten.
Es wird eine Pulslänge T_1 oder T_2 verändert, sie heißt daher auch **Pulslängenmodulation**
2. Bei der **Pulsfrequenzmodulation** PFM wird die Frequenz verändert.
3. Die **Pulsratio-** bzw. **Pulsverhältnismodulation** PRM, PVM wird das Tastverhältnis $x = T_1/T_2$ geändert, jedoch die Frequenz $f=1/T$ bleibt erhalten.

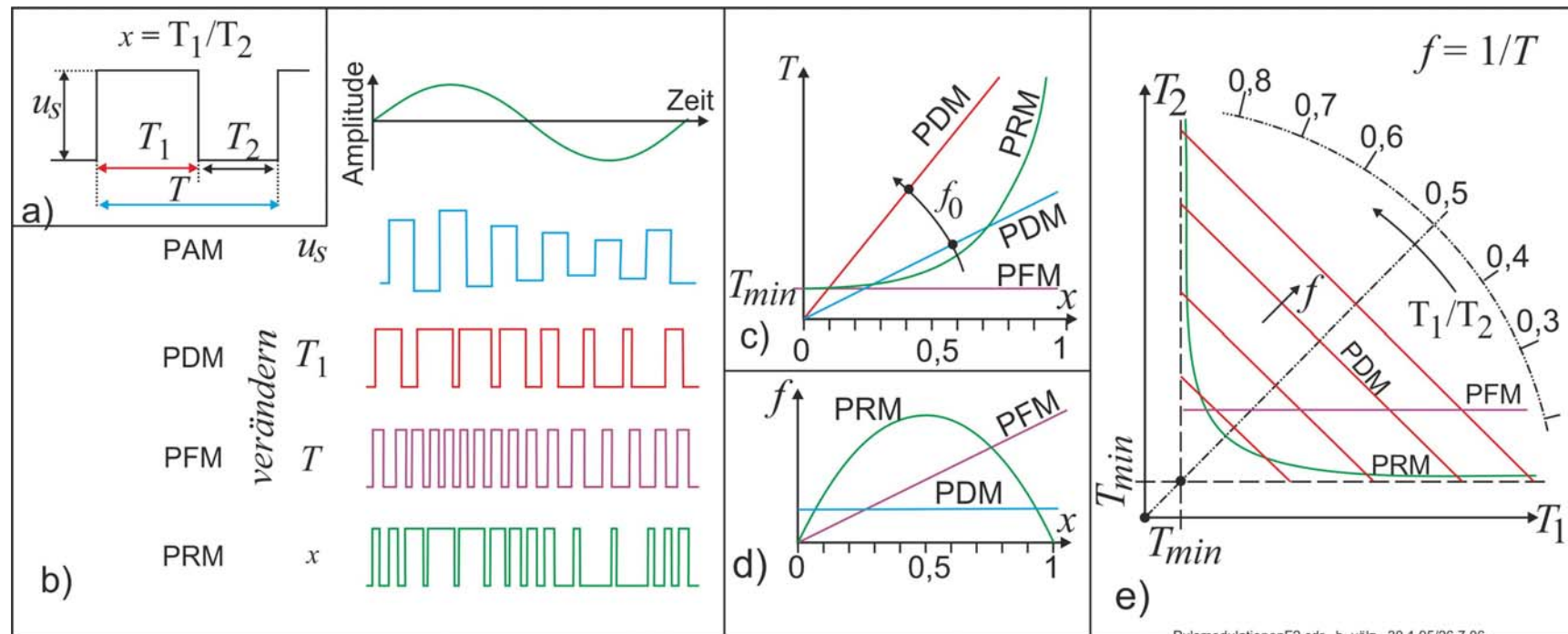
Diese vier Varianten mit typischen Eigenschaften zeigt das folgende Bild.

Zusätzlich existieren noch Varianten, die im Wesentlichen eine Kombination dieser Varianten sind.

Eine **Pulsphasenmodulation** PPM ähnelt der PFM

Beide können durch Integration bzw. Differenzierung des Signals ineinander überführt werden

Daher gibt es formal auch eine kontinuierliche Phasenmodulation PM bezüglich der FM.



T_{min} ist die durch den Kanal bedingte kürzestmögliche Impulszeit.

Die Teilbilder c bis e zeigen auf, wie sich die einzelnen Impulsparameter je nach der Ausprägung der Modulationen ändern.

Alle Pulsmodulationen bilden den Übergang von den kontinuierlichen zu den **diskreten (digitalen) Modulationen**

Digitaltechnik

Für die Digitaltechnik werden kontinuierliche Signale *zunächst in diskrete* umgewandelt.

Das betrifft entweder die *Zeit* oder die *Energie* (Amplitude) oder beides.

Erst wenn dann die Umwandlung in Zahlenwerte geschehen ist, existieren digitale Signale

Auffällig ist, dass nur die *Zeit*diskretisierung wieder *rückgängig* zu machen

Dies wies SHANNON mit seinem *Samplingtheorem* nach.

Zeit und Energie hängen gemäß der *HEISENBERG-Unschärfe* zusammen.

Daher sind beide Diskretisierungen nur mit einem *gemeinsamen Fehler* rückgängig zu machen.

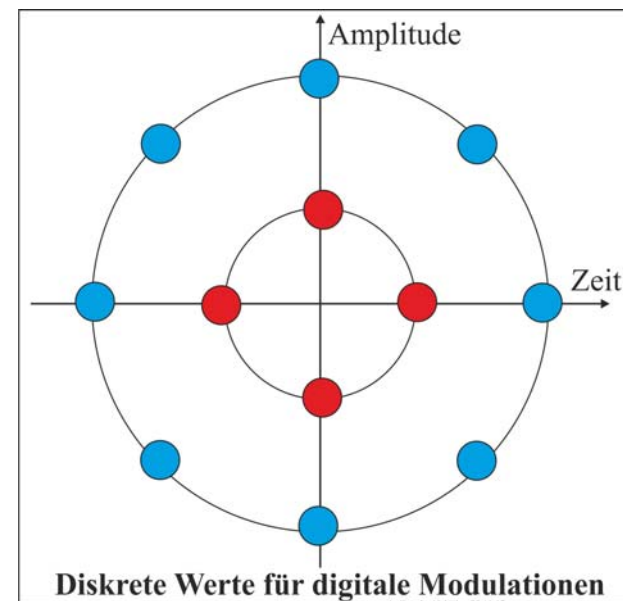
Dies ist mit einer *Kontinuierlichen Digitaltechnik* über *Approximation* möglich.

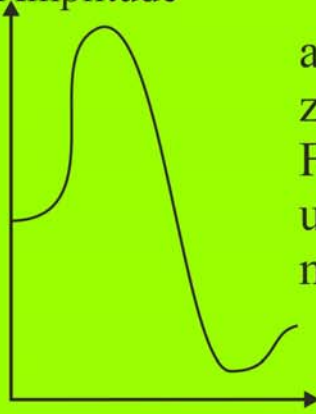
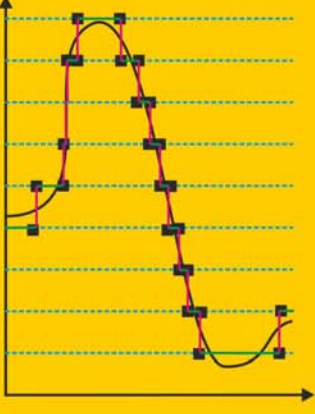
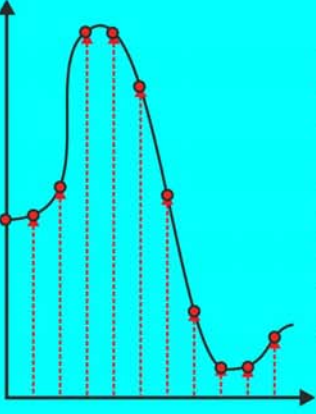
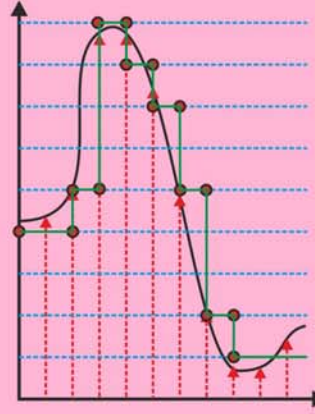
Die wichtigsten Zusammenhänge zeigt das folgende Bild.

Ihre Vorteile sind vor allen Fehlerarmut, geringe Störanfälligkeit, Möglichkeit der Fehlerkorrektur und Kombination verschiedener Signale (Ton, Bild und Text).

Digitale (diskrete) Modulationen verwendeten vorwiegend genau definierte diskrete Amplituden- und Frequenzstufen. Siehe nebenstehendes Bild.

Sie heißen u.a. QAM (quadratur) und TCM (trelliscodiert) sowie PSK (phasenumtastung: phase shift).



<div>Amplitude</div> <div>Zeit</div>	kontinuierlich \rightarrow Quantisierung \rightarrow diskret \nwarrow <i>keine fehlerfreie Umkehrung bekannt</i>	
kontinuierlich <div> \downarrow Sampling \uparrow Whittaker-Funktion </div>	<div>Amplitude</div>  <div>Zeit</div> <p>analoge Technik, z. B. Verstärker, Filter, Amplituden- und Frequenz- modulation</p> <p>kk</p>	 <p>Amplituden- stufen quantisierte, asynchrone Techniken, z. B. Nachlauf- AD-Wandler</p> <p>kd</p>
<div> \downarrow Sampling \uparrow Whittaker-Funktion </div> <div>diskret Samplingrate</div>	 <p>periodisch kontinuierliche Abtastsignale, z. B. Pulslängen-, Pulsverhältnis- modulation</p> <p>dk</p>	 <p>getaktete, diskrete Techniken, z. B. Pulscode- modulationen, Rechentechnik</p> <p>dd</p>

Signalverarbeitung3.cdr H. Völz 29.12.93/24.1.07

Fortsetzung

Entsprechende Analysen zur Speicherung sind in meinen 4 Bänden zu Speicher enthalten

Zum Schall besteht mein Buch zum Mensch-Technik-System

Ergänzend wären dann noch entsprechende Aussagen zum Internet notwendig.

Obwohl alle drei hier fehlen sein eine Prognose zur Zukunft der Funktechnik versucht

Vom Steinbuch weiß ich, dass ältere „**Experten**“ eigentlich für Prognose recht ungeeignet sind.

Sie können zwar genau einschätzen, was künftig technisch möglich sein kann.

Sie können vor allem quantitativ weiter rechnen (Big Data), aber für prinzipielle neue Ansätze sind immer **junge, inhaltlich noch nicht Festgelegte** besser geeignet bis notwendig.

Zusätzlich gehört immer zu jeder Prognose eine beachtliche **Unsicherheit**.

Beispiele hierzu existieren u. a. von Steinbuch zur Mode, sowie Aussagen zur Rocklänge.

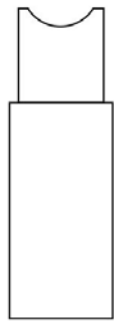
Prognosen sind also immer mehr oder weniger **unsicher**.

Ich habe mir hierzu noch einmal die Prognosen des ZKI zur **Kybernetik** von 1970 angeschaut.

Hierzu gab es damals DDR-weit 3 Delphi-Runden, aller verfügbaren und bereiten Experten.

Die inhaltlichen Aussagen sind z. T. total falsch und die voraussichtlichen bestimmten Zeiten immer viel zu kurz eingeschätzt.

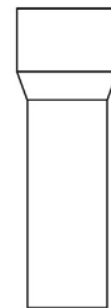
Trotz alledem versuche ich im Folgenden vorsichtig einige Aussagen.



1937
lockere
Jersey-Kleider



1938
spitze, lappige Kragen
gerade Röcke
glockenförmige Jacken
und Mäntel



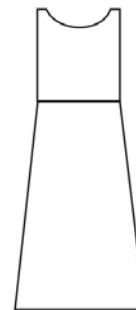
1945
breitschultrig
und kantig



1950
senkrechte Linien
halsferne Kragen



1958
fast kugelförmige
Petticoats



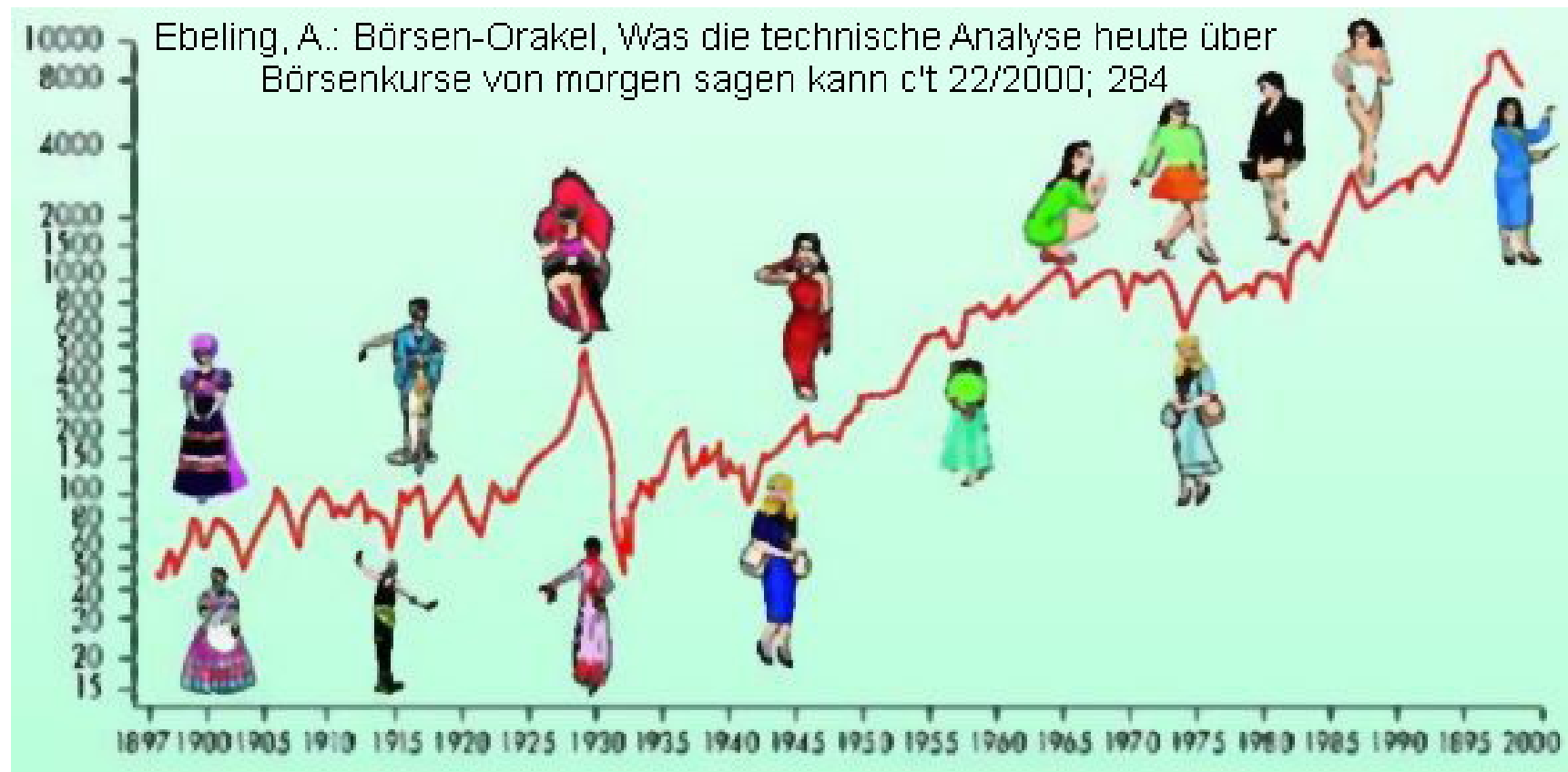
1961
Hüfte höher
halsferner Kragen



1987

leicht geändert übernommen aus ETZ 84(1963)15,485-493

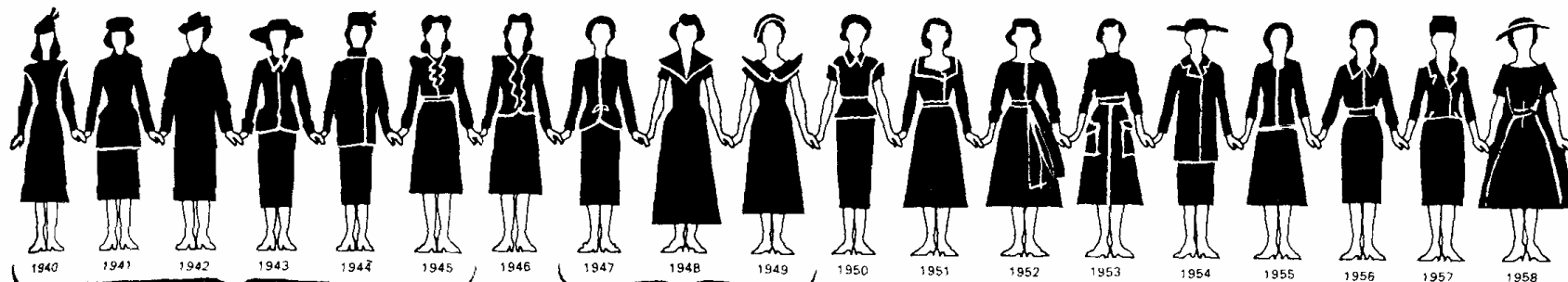
mode.cdr h. völz 15.8.96





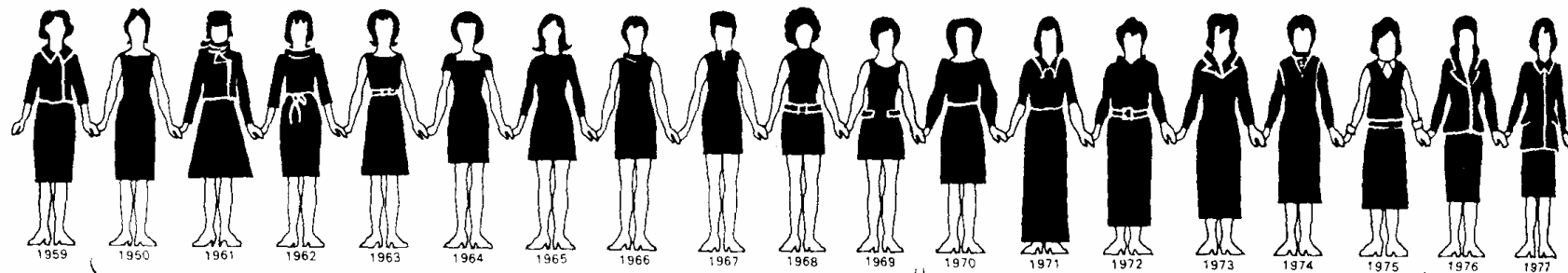
Skirts Up —The Roaring Twenties

Skirts Down —The Great Depression



Skirts Up —Active Wartime Economy

Skirts Down —Post-War Austerity



Skirts Up —The Swinging Sixties

Skirts Down —The New Recession

Ausgewählte Gebiete

Ich gehe vom *Stand und der Entwicklung der Technik* einschließlich ihrer *Anwendungen* aus.
Die folgenden Betrachtungen betreffen dabei fast nur *zwei Klassen*:

- a) Vergleich zur Akustik*
- b) Speicher-Daten und -Eigenschaften*
- c) Übertragungstechniken.*

Daraus ziehe ich *Folgerungen* für die Technikfolgen der Funktechniken.

Eine denkbare Wandlung der Funktechnik

Beim Rundfunk und Fernsehen strahlt ein Sender an alle Empfänger.

Das Reziprozitäts-Prinzip würde bedeuten:

Ein Empfänger kann zugleich von allen Orten empfangen.

Das führt zu hypothetischen technischen Teillösungen.

Das Prinzip *Fernmikroskop* ist bereits mit speziellen Optiken z. T. bei TV im Einsatz.

Zwei starke Ultraschallquellen können eine Nichtlinearität der Luft erzwingen.

In der Überlappungszone entstehen dabei Kombinationsfrequenzen.

Sie entsprechen einer virtuellen Schallquelle an diesem Ort.

Wird dann eine Ultraschallquelle moduliert, so entsteht dort ein *virtueller Lautsprecher*.

Das Prinzip hat mir Sennheiser schon vor einigen Jahren demonstriert.

Das Reziprozitäts-Prinzip besagt nun, an jeden Ort ist unsichtbar so ein *virtuelles Mikrophon* möglich

Meinen Hinweis darauf überhörte der Chefentwickler, absichtlich!?

Am Überlappungsort entsteht die *Summenfrequenz*, sie wird vom dort existierenden Schall moduliert.

Infolge der hohen Frequenz ist hierfür ein *extrem starkes Richtmikrophon* einsetzbar.

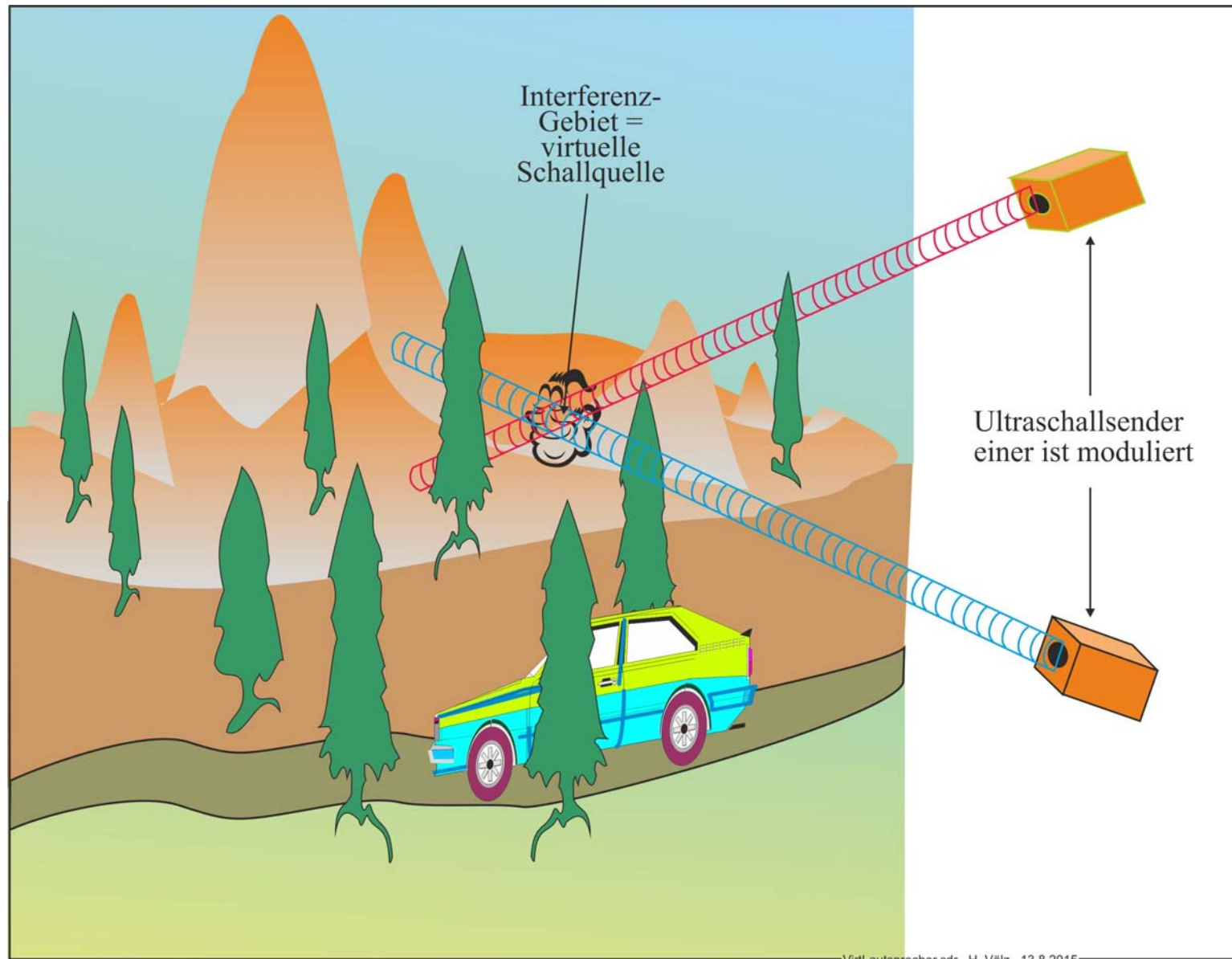
So kann jeder Ort ohne sichtbare Mikrophone abgehört werden.

Eine Übertragung auf den Funk ist prinzipiell denkbar.

Aber *extrem kleine Drohnen* mit Mikrofon und Kamera würden ähnliches leisten.

Sie sind bereits heute in vielen Varianten privat verfügbar.

So ergäben sich auch neue Konsequenzen für die *Geheimhaltung*.



VirtLautsprecher.cdr H. Völz 13.8.2015

Auf dem Weg zu on demand

Noch vor wenigen Jahren waren Speicher der Engpass für Medien.

Allgemein haben wir aber seit ≈ 2000 eher **zuviel Speicher**. Das zeigen der Markt und seine Preise. Das gilt vor allem bezüglich der Daten**menge** (Bild), teilweise aber auch bereits für die Daten**rate**. Nur für die **Videotechnik** gibt es noch gewisse Unzulänglichkeiten.

Ursache dafür ist: Es gibt keinen wirklichen **Bild-Code**. Hierzu gibt es Untersuchungen von mir. Das gilt deutlich im Gegensatz zum ASCII- und MIDI-Code für Sprache und Musik (MIDI +MP3).

Mit **Hochleitungsnetzen** dürfte es bald möglich, direkt auf alle vorhandenen Daten zuzugreifen. Diese Tendenz weist deutlich das Internet aus. Rundfunk und Fernsehen gehen bereits teilweise diesen Weg. Viele Sender legen beachtlich ihrer Programme zum Download oder Stream ins Netz.

Beginn ca. 2005, endgültig 2015, nicht nur Deutschland

Deutschlandradio ist Langwelle 1.1. und Mittelwelle 31.12.2015 abgeschaltet.

Gemäß der Tendenz werden sich **Rundfunk und Fernsehen müssen deutlich ändern**.

Dennoch wird es künftig auch immer, wie auch auf anderen Gebieten **Sammler** geben.

Doch dazu wäre eine Satire von MARK TWAIN aktuell zu beachten: „Die Geschichte des Hausierers.“

*Nach vielen erfolglosen Versuchen sammelt der „Held“ schließlich **Echos** = Berge die dazu gehören*

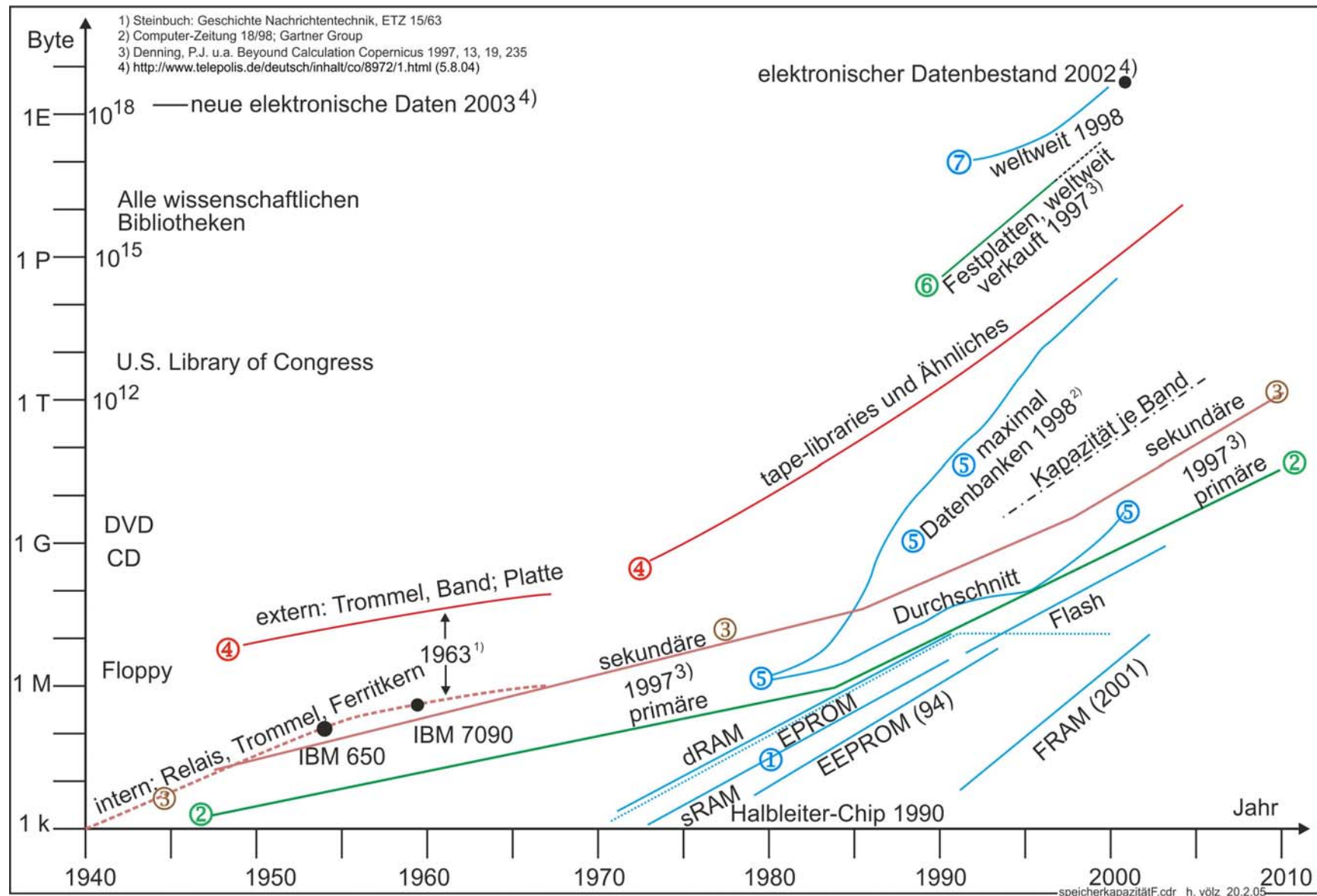
Als die Sammlung vollständig zu sein scheint, wird ein „größtes Echo“ entdeckt

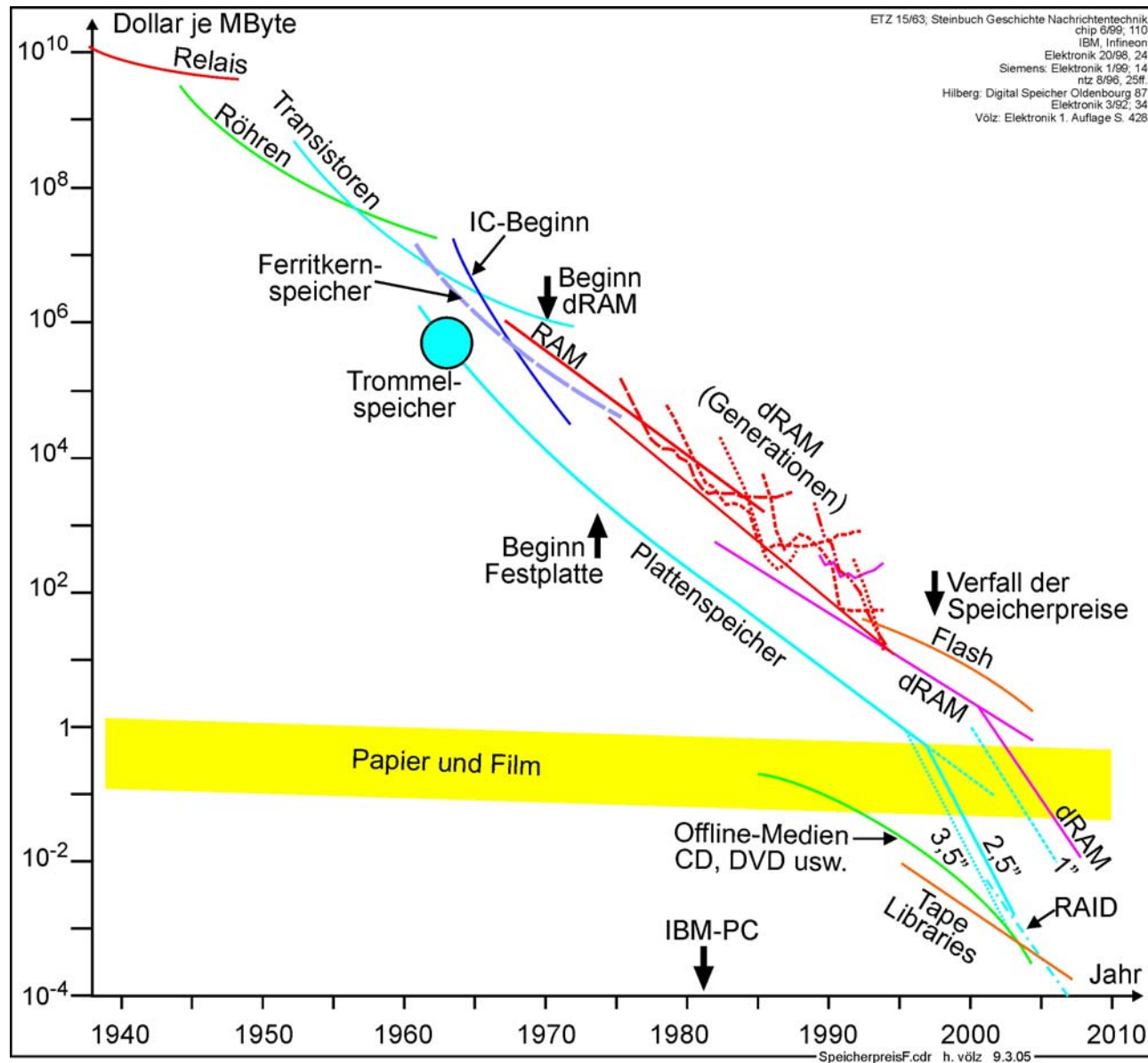
Natürlich will er den Grund und Boden der beiden Berge erwerben, sie gehören aber verschiedenen Eigentümern

Während er einen Berg kauft, erwirbt ein bisher unbekannter Echosammler den anderen

Keiner will nun seinen Anteil abgeben, sondern den anderen Berg dazu erwerben, es folgt ein langer Streit

Da lässt schließlich der zweite Sammler aus Verärgerung seinen Berg abtragen.





Versuch für die Zukunft

Wegen der künftigen Speicher und Datenraten dürften Rdfk. und FS langfristig kaum Zukunft haben.

Sender verbrauchen unnötig zu *viel Energie* und sind vielfach auch nur *lokal nutzbar*.

Server sind vorhanden ca. 200 W statt weltweit >100 000 Sender, mit je >1 kW.

Hauptgründe: Stromsparen (300 000 €/a) + analoge Qualität für Abschaltung Mittel- und Langwelle

Hier könnte sogar ein Grund dafür liegen, dass wir keine *Außerirdischen* per Funk finden.

Irdisches Rdfk. und FS bestehen nur 100 Jahre, intelligente Wesen wahrscheinlich >100 000 Jahre.

Im Gegensatz zu Rdfk. und FS bleiben aber Satelliten (GPS usw.), Mobilfunk usw. bestehen.

Sie sind wegen der erforderlichen *Beweglichkeit* von Empfängern/Sendern kaum anders zu ersetzen.

Extern sind sie jedoch kaum nachweisbar. Das verhindern die Richtstrahlung und Ionosphäre.

Programme

Die **Programmgestalter** von Rdfk. und FS werden aber weiterhin ihre produzierende und redaktionelle Arbeit leisten müssen.

Doch die gewonnenen „Programme“ bestimmen dann nicht mehr den „**Sendeablauf**“.

Sie gelangen auf anderen Wegen u.a. **Stream und Speicherabruf** zum Nutzer.

Damit das optimal erfolgen kann, müssen die Redaktionen anders strukturiert werden.

Sie werden wahrscheinlich kombiniert nach Genres und Funktionen arbeiten müssen (folgendes Bild).

Der Nutzer bezieht dann individuell inhaltliche Auswahlvorschläge, Besprechungen von „Sendungen“.

Gliederungen wären u. a.: Hinweise für Aktuelles und Lokales, sowie Inhalte der Archive.

Je nach Muße, Zeit und Interesse wählt der Nutzer davon aus oder lässt sich auch überraschen.

Zugleich ist dann sogar alle „Welt“ zu empfangen.

Nicht nur ich tue das im Prinzip bereits heute.

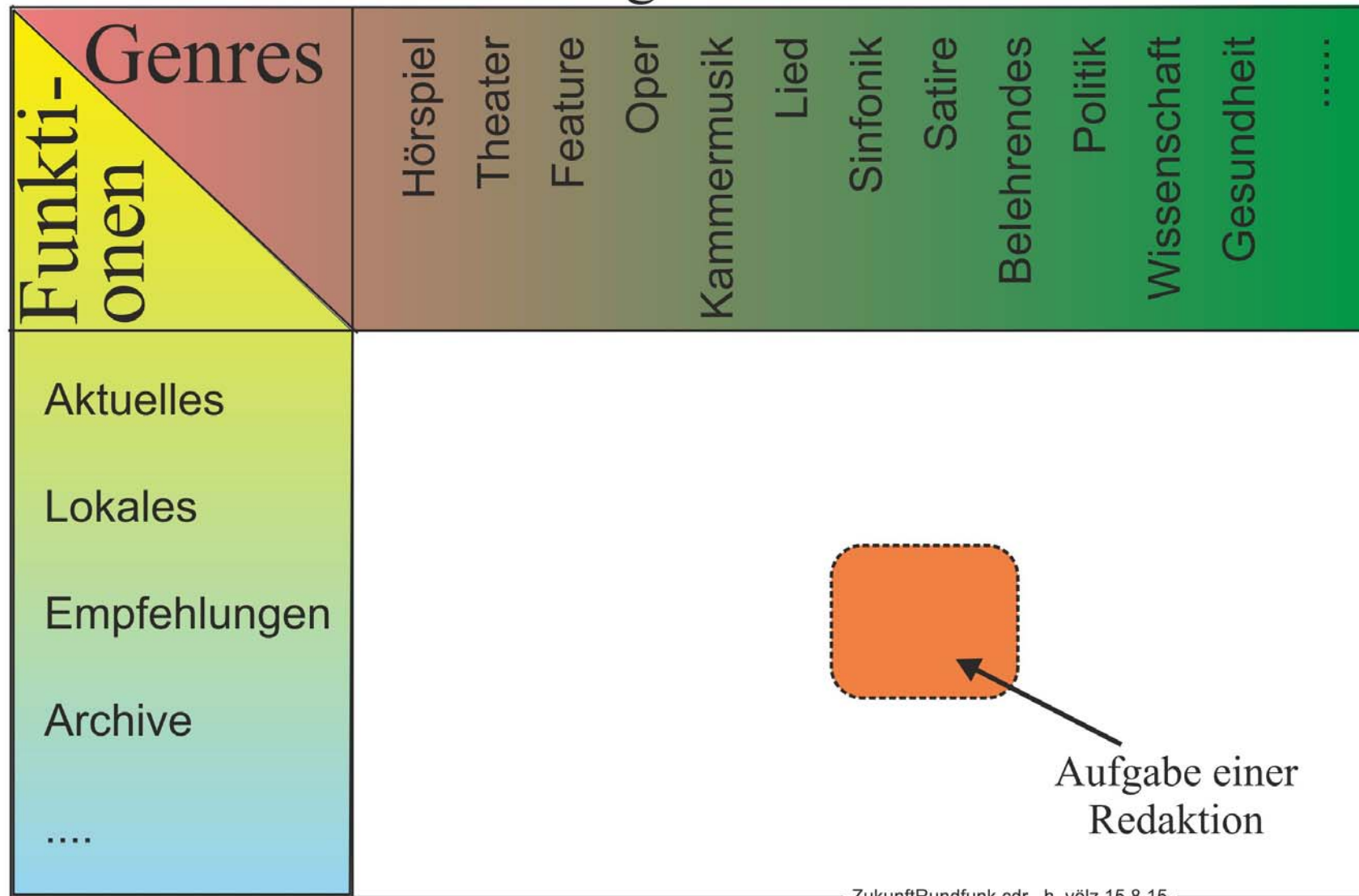
Nach Internet und „Dampfradio“ usw. stelle ich meine Auswahl zusammen

Mache programmierte Aufnahmen, die wir dann zu wählbaren Zeiten anhören

Und je nach unserer Zufriedenheit sammeln wir auch einiges fürs eigene Archiv.

Für Klassische Musik hören wir fast nur per Internet YLE Klassinen.

Teilstrukturen von künftigen Rdfk- u. FS-Redaktionen



**Ich danke für Ihr Interesse
und bitte um ihre Nachsicht
für meine Spekulationen.**

**Dazu bitte ich um eine rege und
kritische Diskussion.**