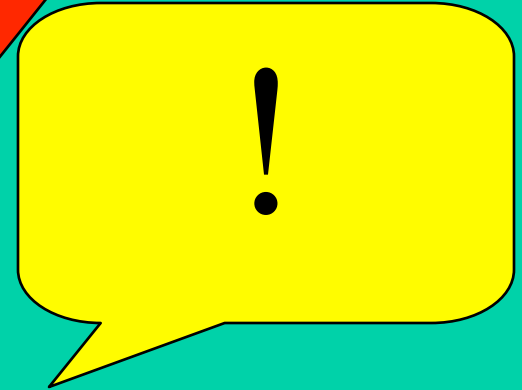
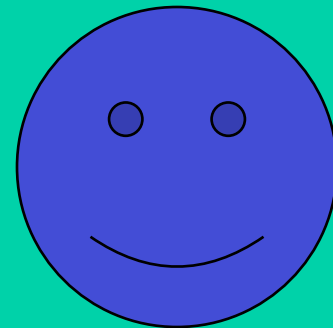
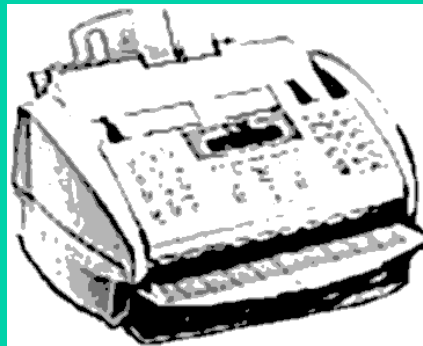
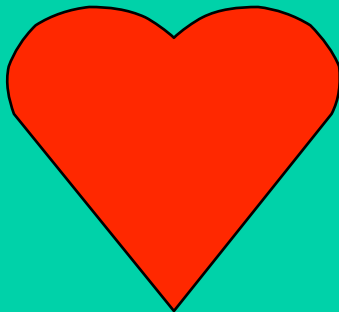
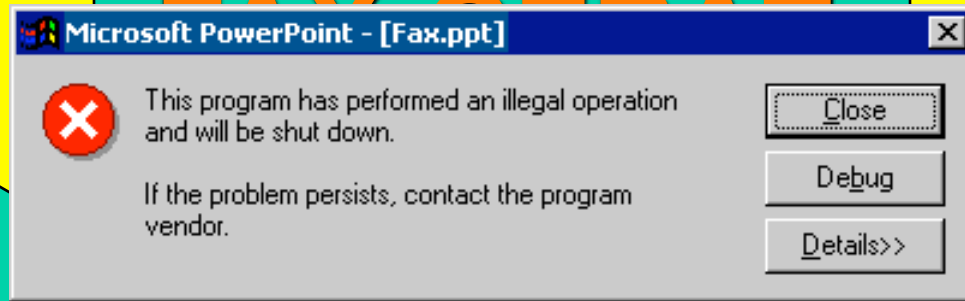
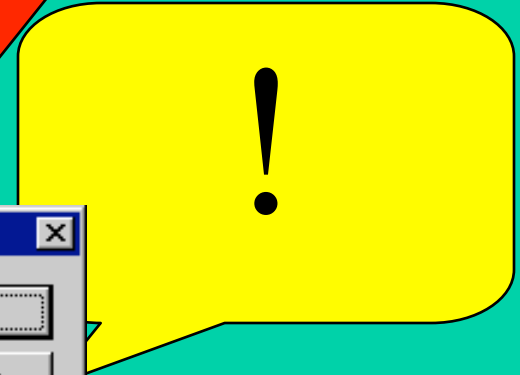
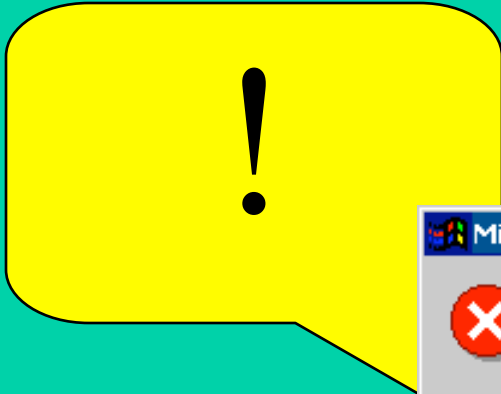
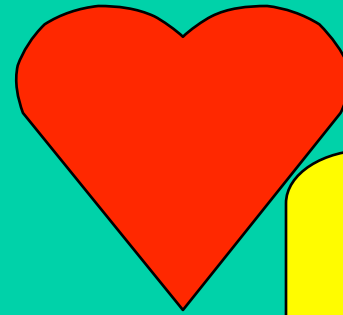
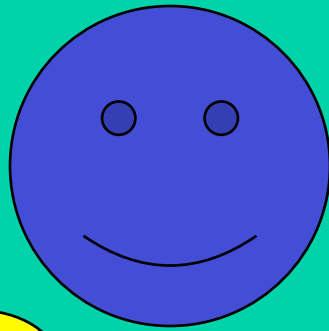


FAX-GERÄT

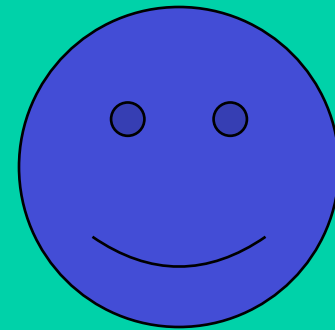
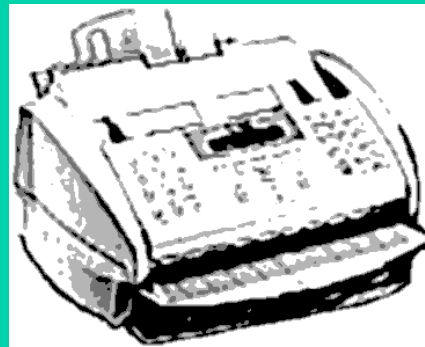
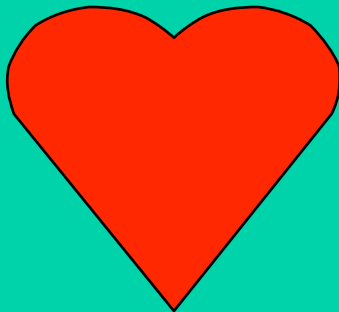


Michael Steil





Michael Stein





Fax-Gerät

tele-fac-simile

Michael Steil

Proseminar

Telekommunikationssysteme

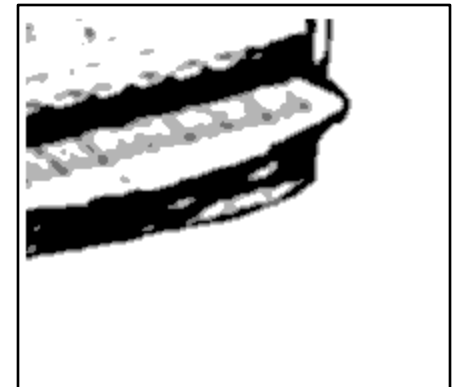
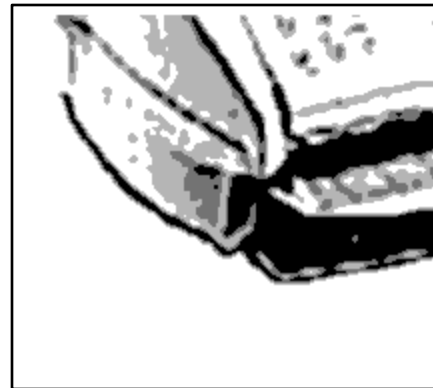
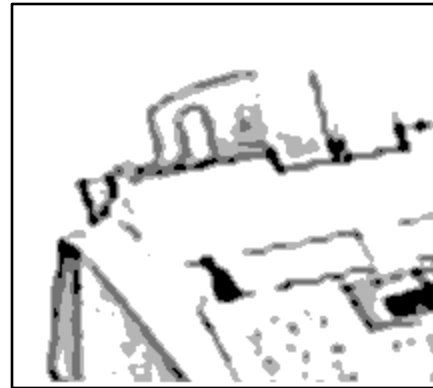
17.05.2001

Themen

- Aufbau eines Faxgeräts
- Funktionsweise der einzelnen Komponenten
- Fax-Switch
- Ausblick

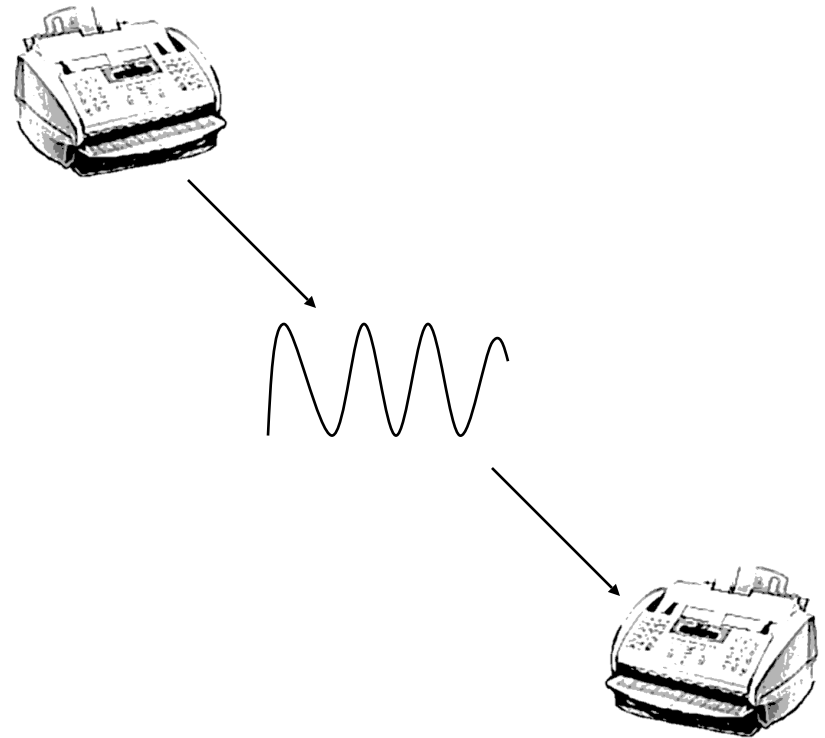
Aufbau

- Aufbau erster Fax-Geräte
(Gruppen I, II)
- Aufbau moderner
Faxgeräte
(Gruppe III)

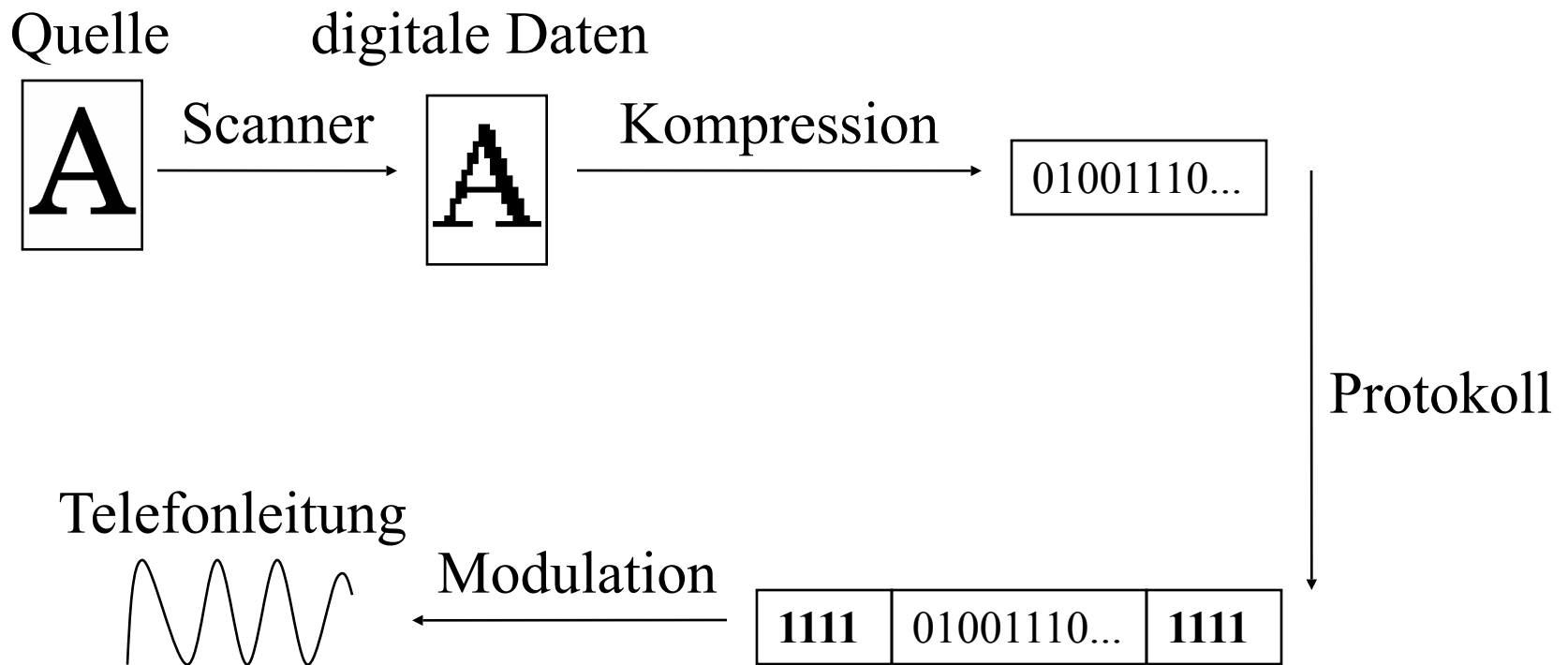


Aufbau erster Faxgeräte

- Vollständig analoge Übertragung
- Amplitudenmodulation
- 98 dpi
- 3-6 Minuten pro Seite
- Gruppe I/II

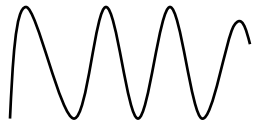


Aufbau moderner Faxgeräte (Sender)

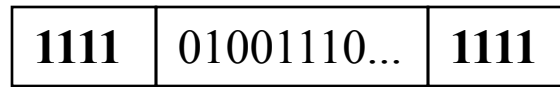


Aufbau moderner Faxgeräte (Empfänger)

Telefonleitung



Demodulation



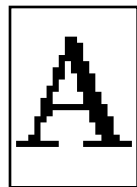
Protokoll

Ziel

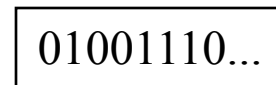
digitale Daten



Drucker



Dekompression



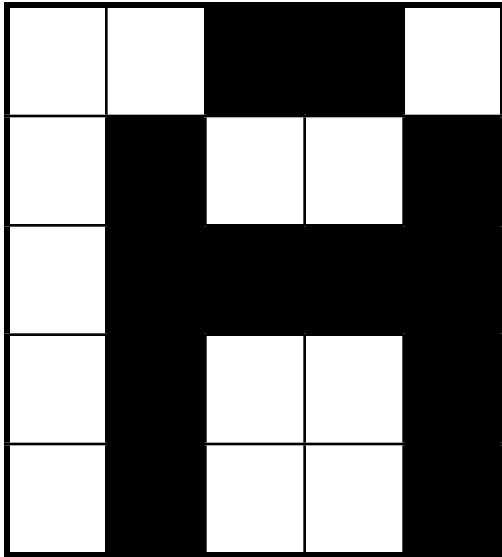
Aufbau moderner Faxgeräte (Eigenschaften)

- Vollständig digitale Übertragung
- Datenkompression
- 204x98 bzw. 204x196 dpi
- ca. 1 Minute pro Seite
- Gruppe III

Funktionsweise der einzelnen Komponenten

- Scanner/Drucker
- Kompression/Dekompression
- Protokoll
- Modulation/Demodulation

Scanner



- Digitalisierung der Seite
- Unterscheidung von Schwarz und Weiß
- Funktion wie PC-Scanner

Scanner



Scanner



Scanner

- DIN A4
- 1728 Pixel pro Zeile
- 3,85 (grob) bzw. 7,7 Zeilen/mm (fein)
- 204x98 bzw. 204x196 dpi, 400 KB/Seite
- einige Geräte 300x300 oder 400x400 dpi

Drucker

- Funktion wie PC-Drucker
- Verschiedene Verfahren:
 - Tinte
 - Laser
 - Thermo
- garantierte Breite von 21 cm (DIN A4)

Kompression

- Daten liegen bereits digital vor
- Reduktion der Daten mit Hilfe statistischer Verfahren:
 - Lauflängencodierung
 - Statische Huffman-Codierung

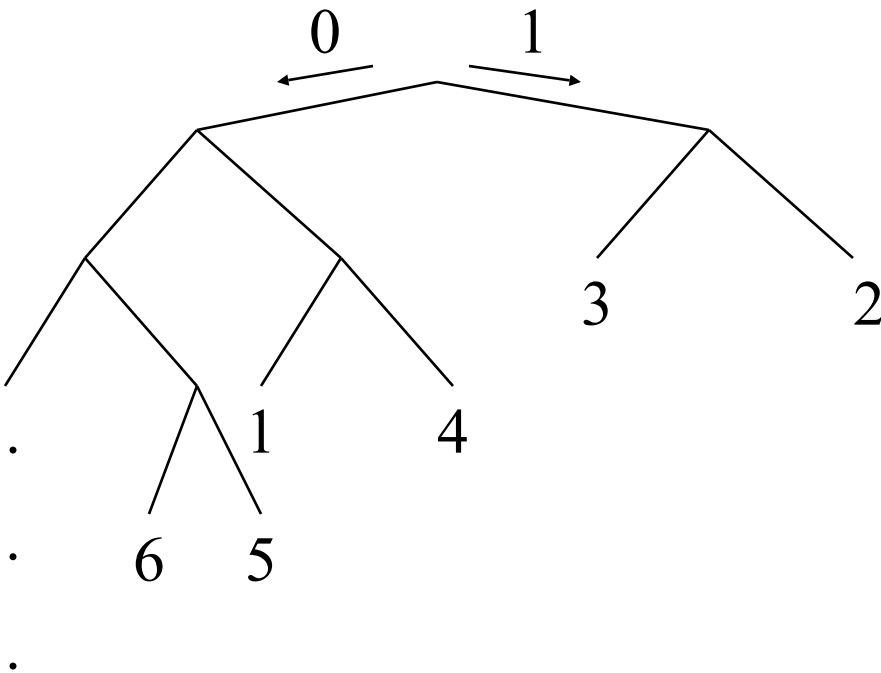
Kompression (Huffman-Tabelle)

Anzahl weiß	Code	Anzahl schwarz	Code
0	00110101	0	0000110111
1	000111	1	010
2	0111	2	11
3	1000	3	10
4	1011	4	011
5	1100	5	0011
6	1110	6	0010
7	1111	7	00011
8	10011	8	000101
9	10100	9	000100
10	00111	10	0000100
11	01000	11	0000101
12	001000	12	0000111
13	000011	13	00000100
14	110100	14	00000111
15	110101	15	000011000
16	101010	16	0000010111
17	101011	17	0000011000
...			

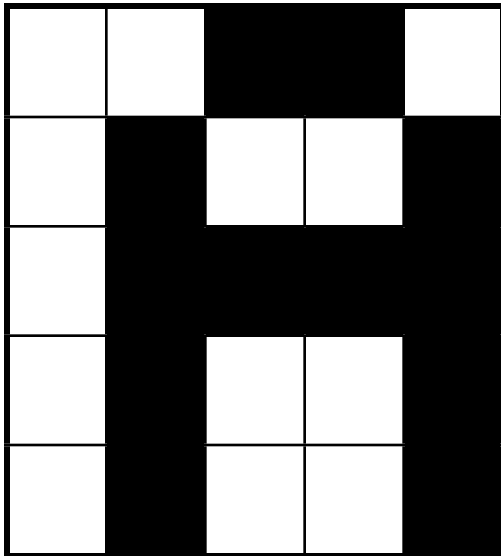
- Modified-Huffman
- Anhand von Erfahrungswerten fest definiert

Kompression (Huffman-Baum)

- Fano-Bedingung erfüllt
- eindeutige Decodierbarkeit wegen Baumstruktur



Kompression (Beispiel)



Lauflänge	Code
2w 2s 1w	0111 11 000111
1w 1s 2w 1s	000111 010 0111 010
1w 4s	000111 011
1w 1s 2w 1s	000111 010 0111 010
1w 1s 2w 1s	000111 010 0111 010

Kompression

- eigene Codes für Zeilen- und Seitenende
- optional zweidimensionale Kompression
 - Übertragung der Differenz zweier Zeilen
 - Wegen Fehleranfälligkeit max. 2 bzw. 4 Zeilen in Folge

Protokoll

- Kontroll- und Steuerinformationen
- 4 Phasen
 - A: Aufnahme der Verbindung
 - B: Absprache des weiteren Protokolls
 - C: Datenübertragung
 - D: Absprache über weiteren Verlauf
 - E: Beenden der Verbindung

Phase A: Anruf

- Abnehmen, Wählen wie bei Telefon
- Es klingelt; Anrufer sendet Calling Tone (CNG): 1100 Hz $\frac{1}{2}$ sec an, 3 sec aus
- Angerufenes Fax nimmt ab, erkennt CNG, antwortet mit Calling Station Identifier (CED): 2100 Hz-Ton
- Anrufer erkennt, daß es Faxgerät abgenommen hat

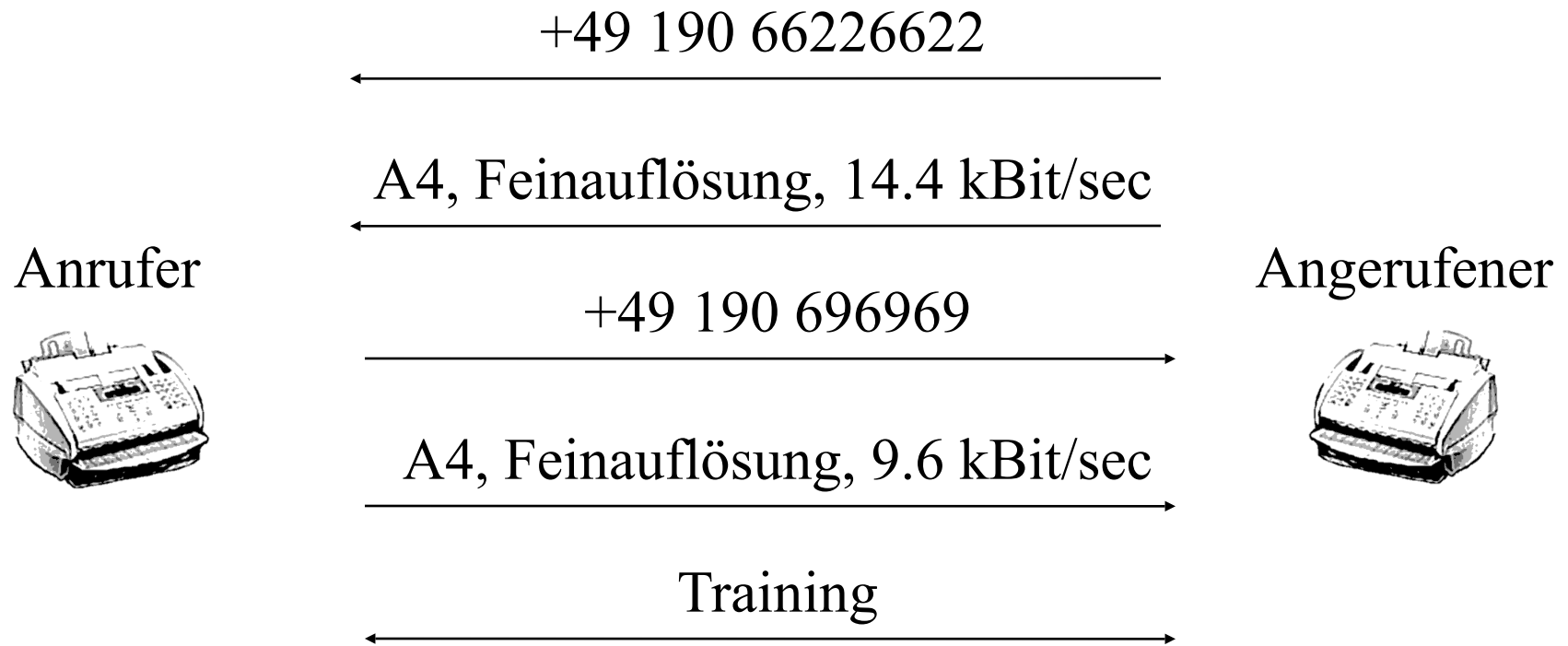
Phase B: Absprache des Protokolls

- Analoge (G I/II) oder digitale Übertragung (G III)
- Angerufener sendet Kennung (CSI, Called Subscriber Information) [optional]
- Angerufener informiert Anrufer über seine Fähigkeiten (DIS Frame):
 - Auflösung
 - Seitengröße
 - Übertragungsgeschwindigkeit

Phase B: Absprache des Protokolls

- Anrufer sendet Kennung (TSI, Transmitting Subscriber Information)
- Anrufer sendet Parameter (DCS Frame):
 - Auflösung
 - Seitengröße
 - Übertragungsgeschwindigkeit
- Tests zum Herausfinden der maximalen Übertragungsgeschwindigkeit („Training“)

Phase B: Absprache des Protokolls



Phase C: Datenübertragung

- Daten werden ohne weitere Steuerinformationen im beschriebenen Format übertragen
- Seitenende ist anhand der Codierung erkennbar

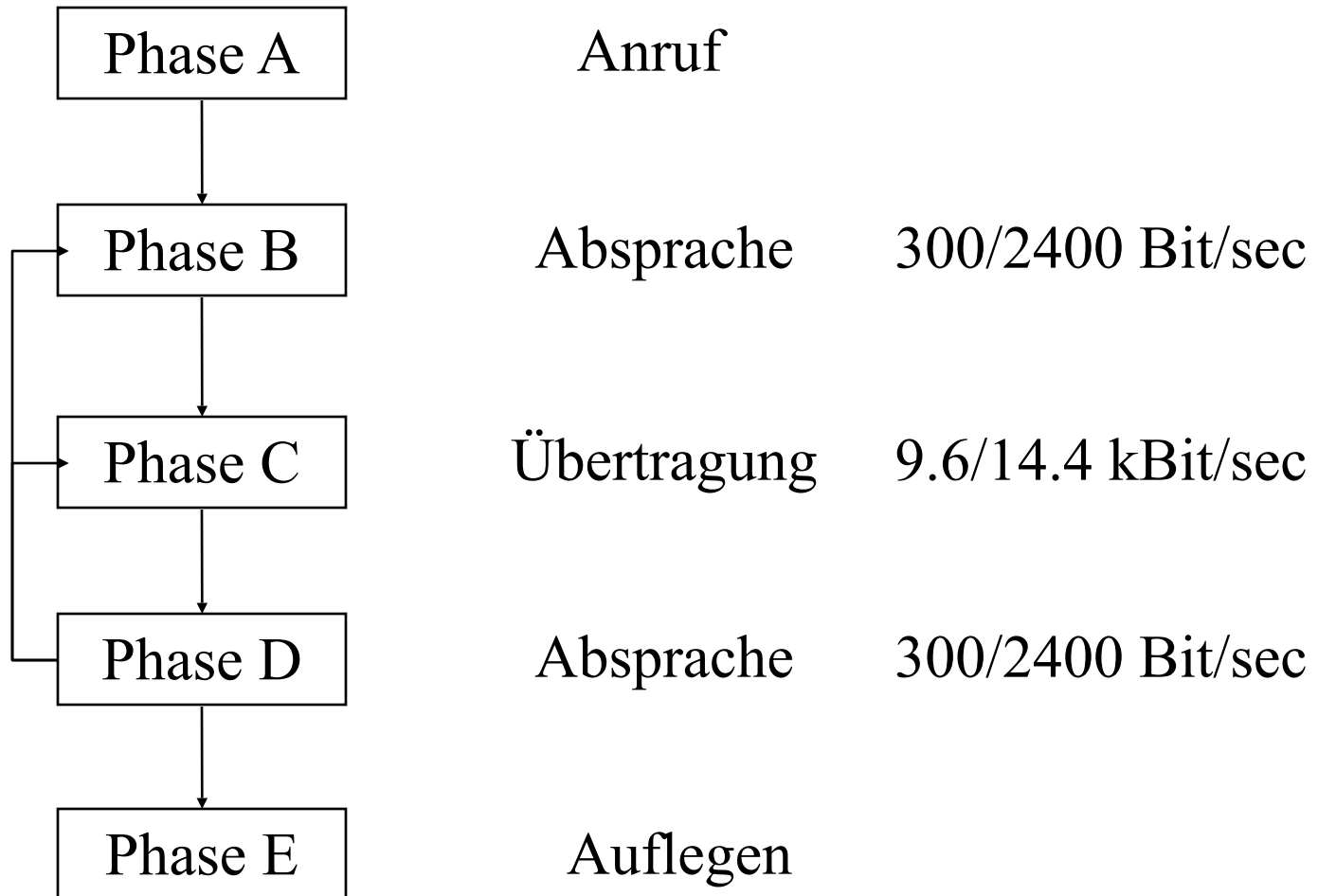
Phase D: Absprache über weiteren Verlauf

- Anrufer informiert Angerufenen darüber, ob noch weitere Seiten folgen
- Wenn ja, antwortet Angerufener mit:
 - OK
 - OK aber neu trainieren
 - Nicht OK
 - Aufgeben
- Weiter mit Phase B, C oder E

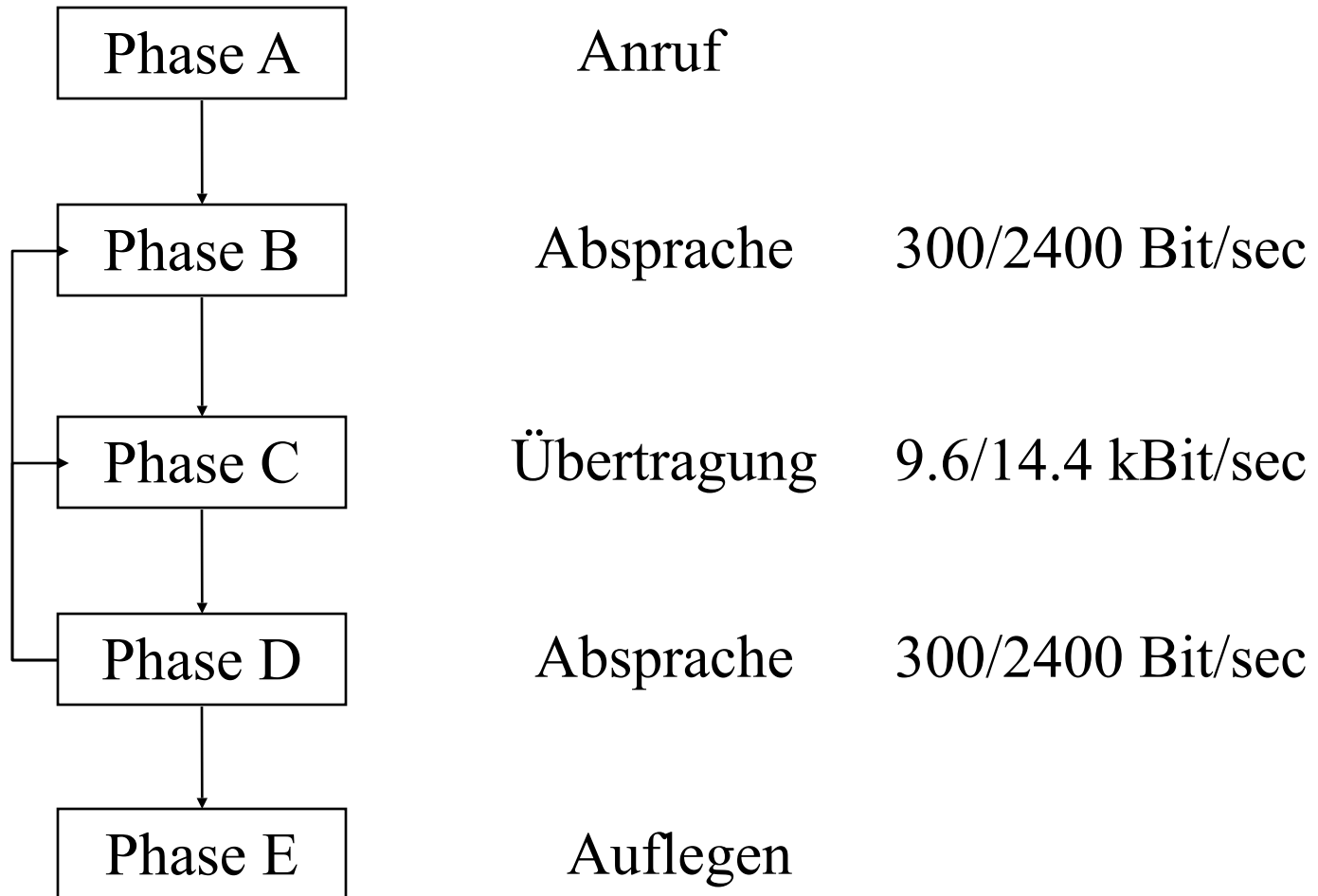
Phase E: Beenden der Verbindung

- Beide Geräte legen auf und trennen somit die Verbindung

Protokoll (Zusammenfassung)



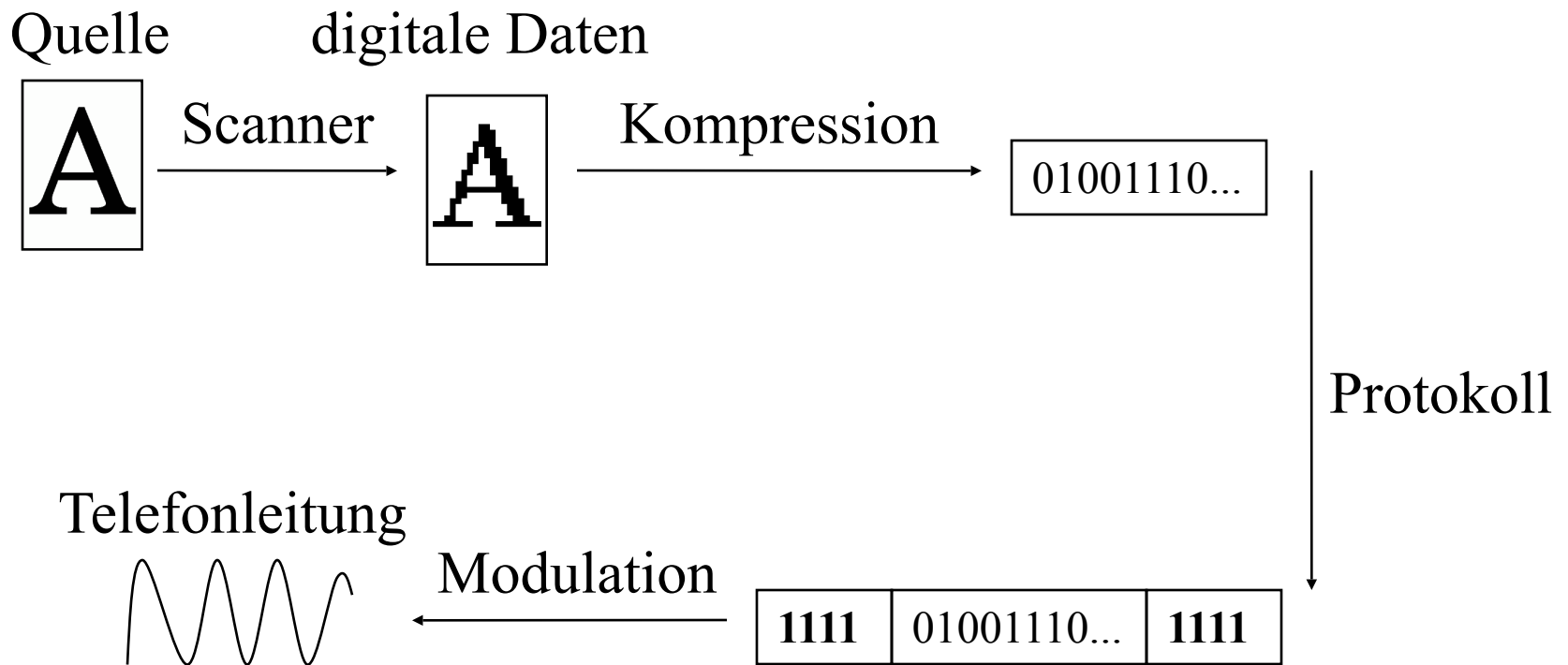
Protokoll (Zusammenfassung)



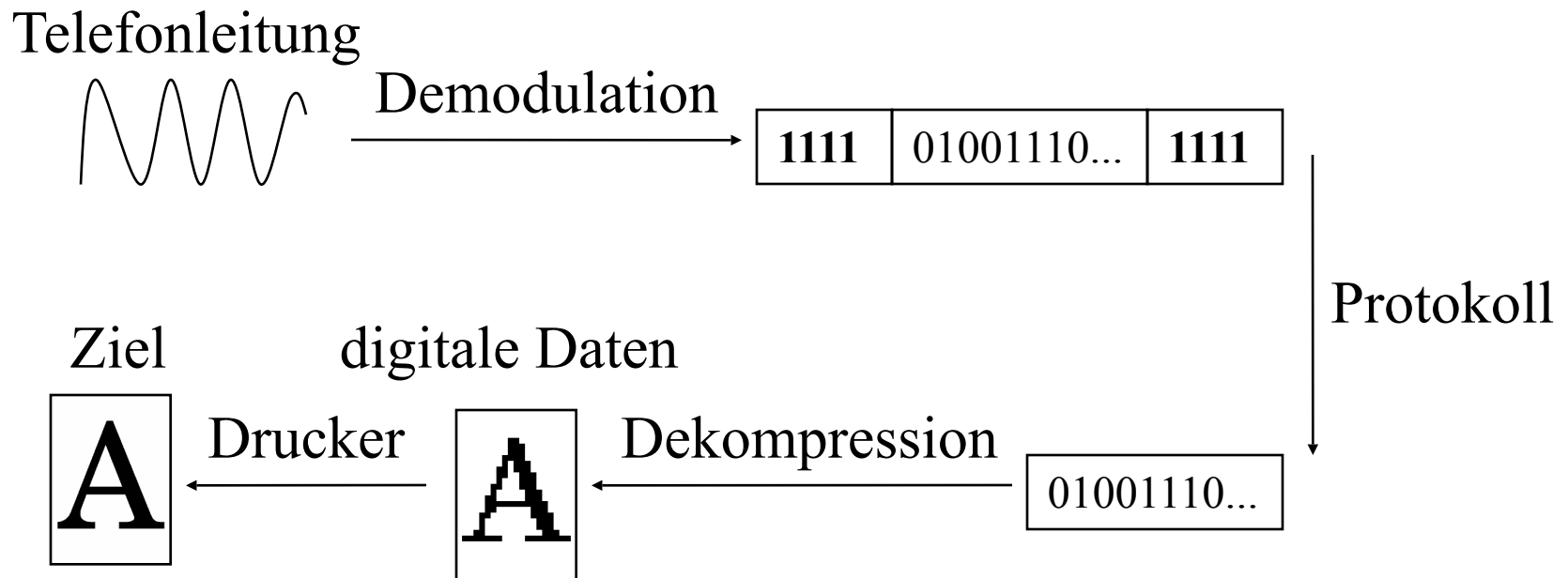
Modulation/Demodulation

- Telefonnetz erlaubt Übertragung von Signalen im Bereich von 300 bis 3400 Hz
- V.29: Phasencodierung plus Amplitudenmodulation der Trägerfrequenzen
 - Zwei Frequenzen (1200 und 2400 Hz)
 - Drei Amplitudenwerte
 - 8 Winkel (alle 45°)

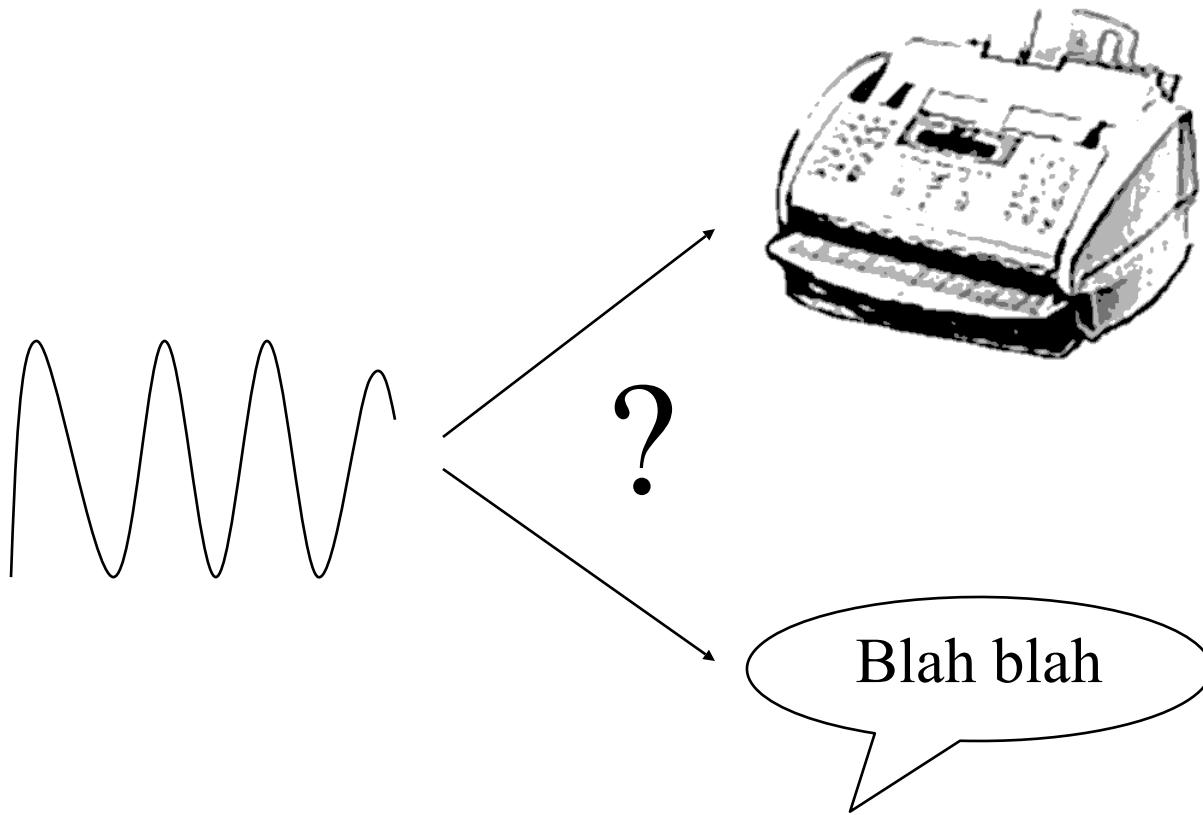
Aufbau moderner Faxgeräte (Sender)



Aufbau moderner Faxgeräte (Empfänger)



Fax-Weiche



Fax-Weiche (passiv)

- Mensch hebt ab, hört Calling Tone (CNG)
- Mensch weist die Faxweiche an, das Fax auf das Faxgerät umzuleiten

Fax-Weiche (aktiv)

- Weiche nimmt Anruf sofort an
- Piepst Ruftun in Leitung, schickt Telefon Aufforderung, weiter zu klingeln
- Prüft währenddessen auf Calling Tone (CNG)
- Beim Erkennen des CNG Umschaltung auf Faxgerät

Ausblick

- ISDN-Fax (Gruppe IV)
 - 64 kbit/sec
 - max. 400x400 dpi
 - In der Regel abwärtskompatibel zum Analog-Fax
- PostScript-Fax
 - Übertragung im Postscript-Format (ähnlich PDF)
 - exzellente Qualität
 - geringere Übertragungszeiten
 - nur wirklich sinnvoll bei einem Rechner als Sender

Ausblick

- Farbfax
 - ITU-T30E Standard
 - Codierung des Bilds im JPEG-Format
 - meist gekoppelt mit Super-G3-Modem (33.6 kBit/sec)
 - ca. 1 min/Seite



Fax-Gerät

tele-fac-simile

Michael Steil

Proseminar

Telekommunikationssysteme

17.05.2001