

# Referenzmodelle

# ISO/OSI Referenzmodell

## Open Systems Interconnection (OSI)

### International Standard ISO/IEC 7498-1

identisch zu **ITU-T Recommendation X.200**

**ISO** International Organization for Standardization

<http://www.iso.org/>

**IEC** International Electrotechnical Commission

<http://www.iec.ch/>

**ITU** International Telecommunication Union

<http://www.itu.int/>

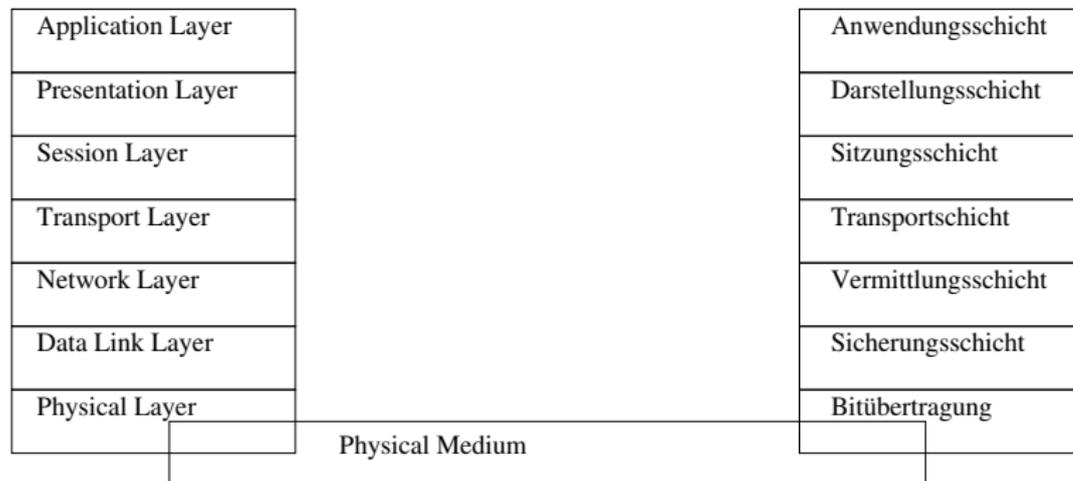
**CCITT** International Telephone and Telegraph Consultative Committee, früherer Name der ITU

# Ziele

- ▶ Rahmen für die Definition von Diensten und Protokollen
- ▶ Hilfe bei der Verbesserung bestehender Standards
- ▶ Hilfe bei der Entwicklung neuer Standards
- ▶ Ziel bei der Evolution bestehender Standards
- ▶ Keine Festschreibung der Implementation
- ▶ Keine Festlegung von Interoperabilitätstests
- ▶ Das Referenzmodell beschreibt keine Protokolle, dies folgt in späteren Standards.

# Übersicht

- ▶ Das OSI-Modell ist unterteilt in 7 Schichten



# Grundlegende Prinzipien (1)

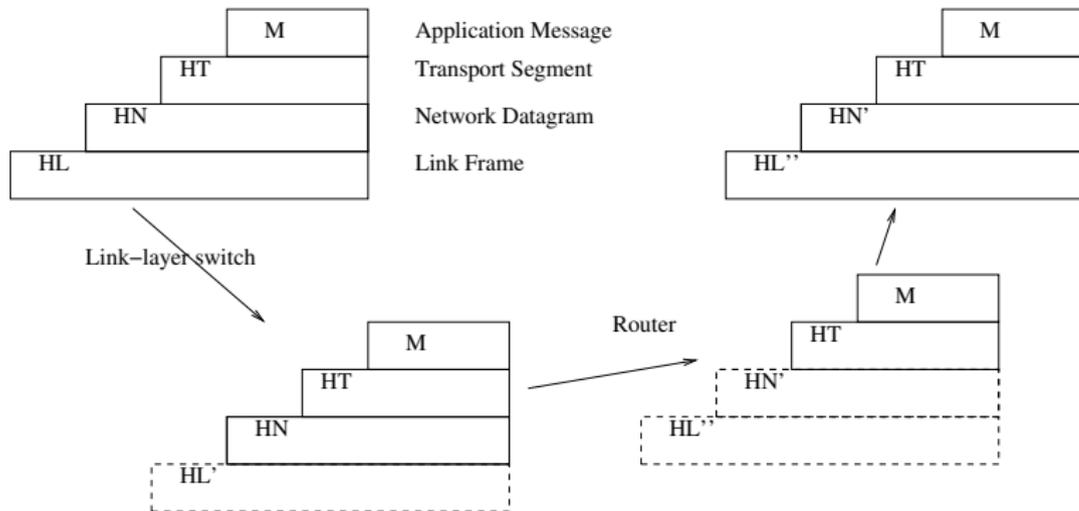
Das OSI-Modell basiert auf einer Trennung von Dienst, Schnittstelle und Protokoll:

- ▶ **Dienst** (*service*): Der Dienst beschreibt, was die Schicht macht.
- ▶ **Schnittstelle** (*interface*): Die Schnittstelle legt fest, wie eine darüberliegende Schicht die Dienste nutzen kann.
- ▶ **Protokoll** (*protocol*): Die Protokolle einer Schicht werden von dieser Schicht benutzt, um die Dienste zu erbringen.

## Grundlegende Prinzipien (2)

- ▶ Jedes Protokoll gehört zu genau einer Schicht.
- ▶ Jede Schicht bietet der darüberliegenden Schicht eine Menge von Diensten.
- ▶ Zur Erbringung der Dienste benutzt eine Schicht nur Dienste derselben und Dienste der darunterliegenden Schicht.
- ▶ Daten höherer Schichten werden von tieferen Schichten gekapselt weitergeleitet.

# Datenübertragung und Kapselung



## Anwendungsschicht (*Application Layer*)

Einzigste Schicht, die Anwendungen Dienste zur Verfügung stellt

- ▶ Benutzt nur Dienste der Anwendungsschicht und der Darstellungsschicht
- ▶ Bietet mindestens den Dienst Datentransfer in den Ausprägungen verbindungsorientierter Dienst und verbindungsloser Dienst

# Anwendungsschicht: Verbindungsorientierter Dienst

**Verbindungsorientierter Dienst** (*connection-oriented service*): Datentransfer im Kontext einer Verbindung

Neben dem Datentransfer können vom verbindungsorientierten Dienst weitere Dienste angeboten werden:

- ▶ Identifikation des Kommunikationspartners (z.B. durch dessen Namen)
- ▶ Dienstgütevereinbarung
- ▶ Synchronisierung der Kommunikation
- ▶ Authentifizierung und Zugangskontrolle
- ▶ Festlegung des Dialogtyps (Simplex/Half Duplex/Duplex)
- ▶ Identifikation verwendeter abstrakter Syntax

# Anwendungsschicht: Verbindungsloser Dienst

## **Verbindungsloser Dienst** (*connectionless service*):

Datentransfer außerhalb eines Verbindungskontextes und ohne logische Beziehung zwischen einzelnen Datenpaketen

Neben dem Datentransfer können vom verbindungslosen Dienst weitere Dienste angeboten werden:

- ▶ Identifikation des Kommunikationspartners (z.B. durch dessen Namen)
- ▶ Dienstgütevereinbarung
- ▶ Authentifizierung und Zugangskontrolle
- ▶ Identifikation verwendeter abstrakter Syntax

## Darstellungsschicht (*Presentation Layer*)

Umsetzung der von der Anwendungsschicht gelieferten Daten in eine für die Kommunikationspartner gemeinsame Repräsentation

- ▶ Identifikation von gemeinsamen konkreten Transfersyntaxen
- ▶ Auswahl der zu verwendenden Syntax
- ▶ Zugriff auf die Sitzungsschicht

## Sitzungsschicht (*Session Layer*)

Verbindungsmanagement und Synchronisation der Kommunikation

- ▶ Wenn von der Darstellungsschicht angefordert, wird eine Verbindung aufgebaut und später durch durch Elemente der Darstellungsschicht oder Sitzungsschicht wieder abgebaut.
- ▶ Eine Verbindung wird durch eine Sitzungsadresse identifiziert, die von der Sitzungsschicht auf eine Transportadresse abgebildet wird.
- ▶ Bei unterbrochener Verbindung kann gegebenenfalls an Fixpunkten (Check Points) wieder gestartet werden.
- ▶ Der verbindungslose Dienst bietet nur die Abbildung von Sitzungsadresse auf Transportadresse.

## Transportschicht (*Transport Layer*)

Bietet der Sitzungsschicht Ende-zu-Ende Datentransfer

- ▶ Auswahl und Optimierung des verwendeten Netzwerkdienstes unter Berücksichtigung der geforderten Dienstgüte
- ▶ Im verbindungsorientierten Dienst wird der Datenstrom segmentiert und die Segmente geordnet übertragen.
- ▶ Ende-zu-Ende Flußkontrolle
- ▶ Ende-zu-Ende Fehlerbehandlung
- ▶ Im verbindungslosen Dienst findet keine Segmentierung statt.

## Vermittlungsschicht (*Network Layer*)

Routing bzw. Vermittlung von Datensegmenten, dazu gehört die Verwaltung der zugehörigen Netzwerkadressen.

- ▶ Im verbindungsorientierten Dienst
  - ▶ Verwaltung von Punkt-zu-Punkt Netzwerkverbindungen
  - ▶ Fehlerbenachrichtigung
  - ▶ Übertragungsbestätigungen
  - ▶ Dienstgüteverwaltung
- ▶ Im verbindungslosen Dienst
  - ▶ Übertragung von Datensegmenten bis zu einer vorgegebenen Größe
  - ▶ Dienstgüteverwaltung
  - ▶ Benachrichtigung der Transportschicht bei lokalen Fehlern

## Sicherungsschicht (*Data Link Layer*)

Eine Verbindung der Sicherungsschicht bietet die Mittel zum Datenaustausch zwischen Netzwerkknoten, die durch Adressen der Sicherungsschicht identifiziert werden.

- ▶ Rahmenbildung für die benutzte Bitübertragungsschicht
- ▶ Serialisierung der Rahmen
- ▶ Fehlererkennung/Fehlerbehebung bei Übertragungsfehlern der Bitübertragungsschicht
- ▶ Fehlerbenachrichtigung an die Vermittlungsschicht bei nicht behebbaren Fehlern
- ▶ IEEE sieht hier die Mehrfachzugriffsverfahren

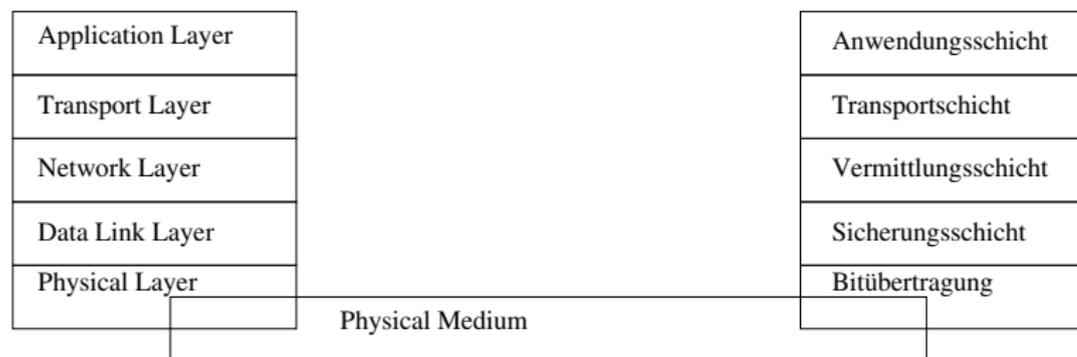
## Bitübertragungsschicht (*Physical Layer*)

Bietet die mechanischen, elektrischen, funktionalen und prozeduralen Mittel einer Bitübertragung zwischen Netzwerkkomponenten.

- ▶ Die Reihenfolge der Bits bleibt erhalten
- ▶ Fehlerbenachrichtigung an die Bitübertragungsschicht
- ▶ Dienstgüte
  - ▶ Fehlerrate
  - ▶ Verfügbarkeit
  - ▶ Durchsatz
  - ▶ Latenz

# Das Internet Referenzmodell

- Das Internet Referenzmodell (*internet protocol stack*) ist unterteilt in 5 Schichten



- Die Netzwerkschicht wird auch als Internetschicht (*Internet Layer*) bezeichnet
- Sicherungs- und Bitübertragungsschicht wurden zusammen auch "Host-to-Network" Schicht genannt

## Bemerkungen

- ▶ Offensichtlich fehlen gegenüber dem OSI-Modell Darstellungsschicht und Sitzungsschicht, d.h. die Anwendungsschicht muß deren Aufgabe übernehmen.
- ▶ Die Vermittlungsschicht bietet nur den verbindungslosen Dienst.
- ▶ Beim Internet Referenzmodell ist der Durchgriff auf tiefere Schichten möglich (z.B. Anwendung auf Netzwerkadresse).
- ▶ Das Referenzmodell wurde entwickelt, als es die Protokolle schon gab.
- ▶ Entstehung im Rahmen von Diskussionen ab etwa 1974.

# Bitübertragungsschicht

# Bezeichnungen

**Zeichen** Element des Zeichenvorrates

**Code** Abbildung zwischen zwei Zeichenvorräten

**Takt** Zeiteinheit bei Sender und Empfänger

# Digitale Basisband Modulation

Digitale Daten werden durch ein amplituden- und zeitdiskretes Verfahren übertragen.

Beispiel: Die Elemente des Zeichenvorrates  $\{0, 1, 2\}$  werden auf Spannungen 0V, 1V, 2V abgebildet und im Zeittakt von 1s mit einem Kupferkabel übertragen.

Mögliche Probleme hierbei sind abhängig vom Übertragungsmedium

- ▶ Synchronisierung von Sender und Empfänger (Taktrückgewinnung)
- ▶ Gleichspannungsfreiheit

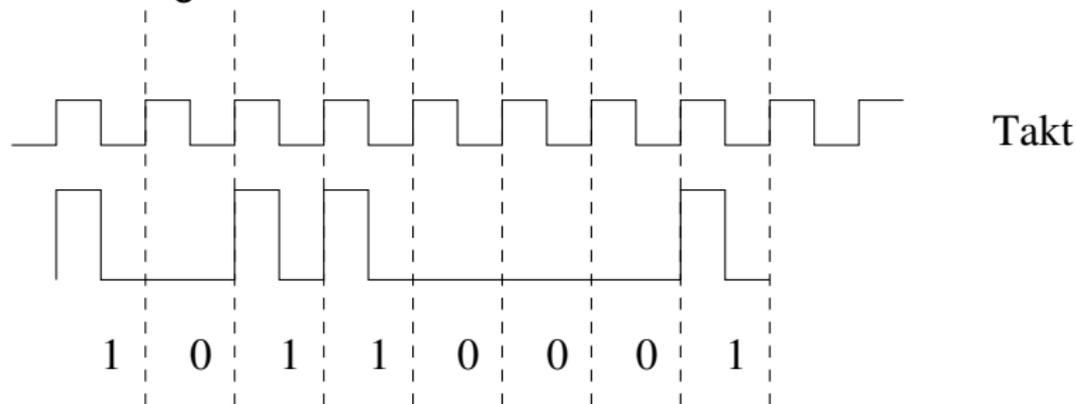
# Synchronisierung

Sender und Empfänger können sich bei jedem Amplitudenwechsel synchronisieren.

1. **Synchronverfahren:** Sender und Empfänger haben während der gesamten Übertragung synchronen Takt.
2. **Asynchronverfahren:** Sender und Empfänger werden beim Start eines zu übertragenden Datenblocks synchronisiert.
3. **Start/Stop Verfahren:** Spezialfall von (2), jedes Zeichen wird durch ein Start/Stop Signal zur Synchronisierung begrenzt.

## Return To Zero (RZ)

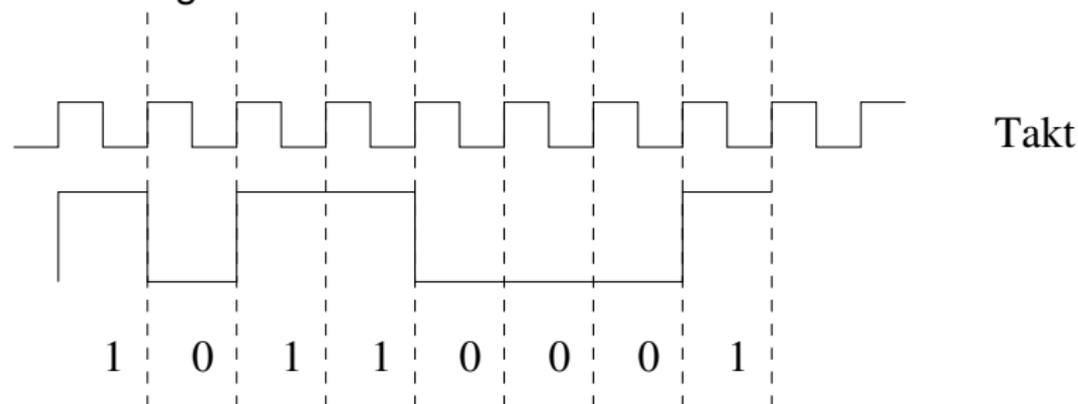
Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1



- ▶ Keine automatische Taktrückgewinnung, nicht gleichspannungsfrei

# No Return To Zero (NRZ)

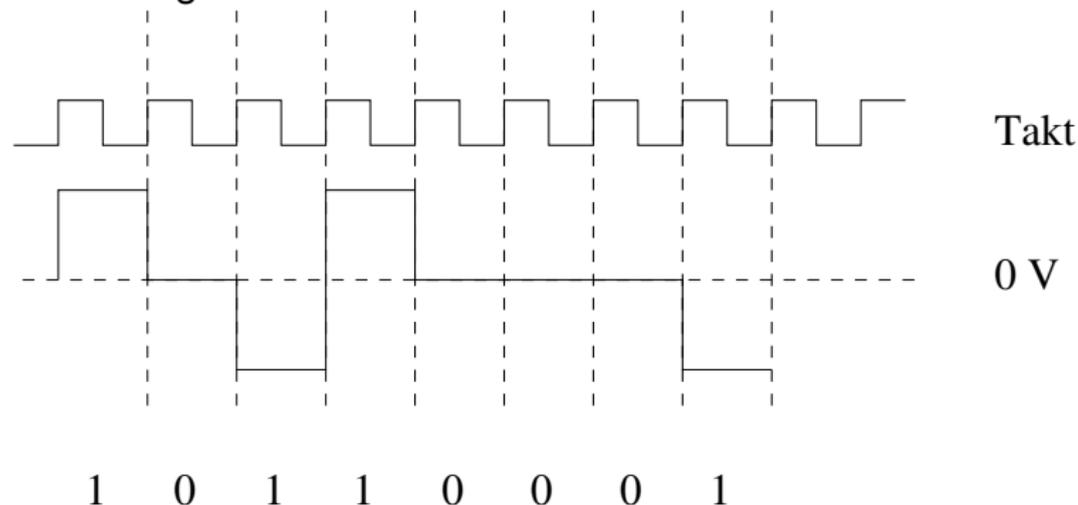
Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1



- ▶ Keine automatische Taktrückgewinnung, nicht gleichspannungsfrei

## Bipolare Kodierung (AMI Kodierung)

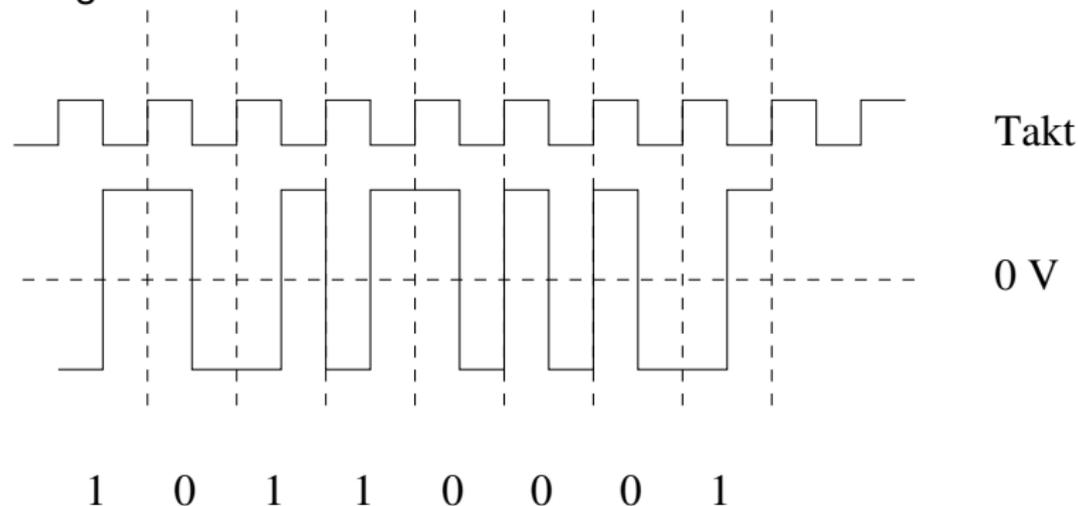
Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1



- ▶ Keine automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei

# Manchester Kodierung

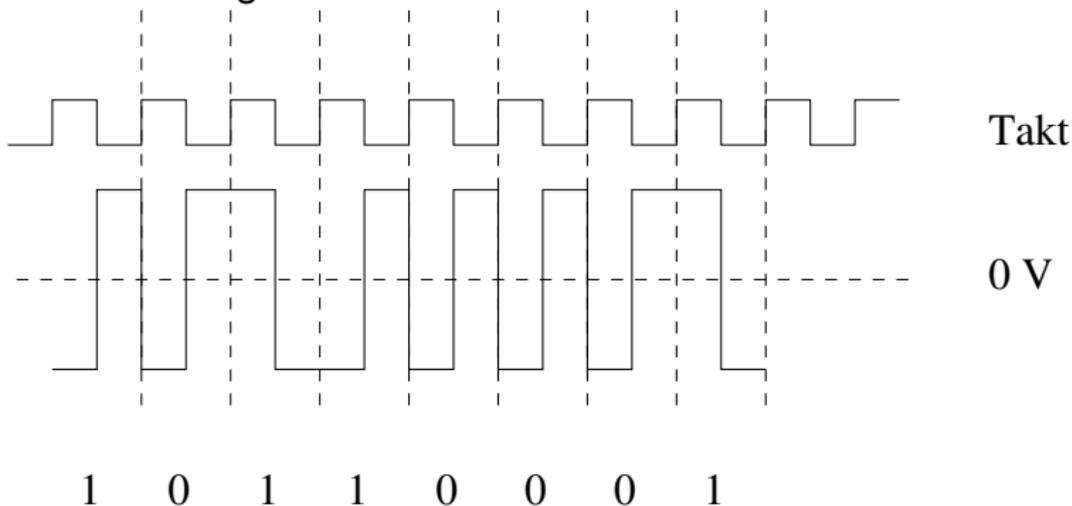
Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1,  
steigende Flanke kodiert 1



- ▶ Automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei

# Differentielle Manchester Kodierung

Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1,  
Flankenwechsel bei Bitanfang bei 0, dadurch sind auch  
invertierte Signale dekodierbar



- ▶ Automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei

# Übersicht der Eigenschaften der Kodierverfahren

- ▶ **RZ (Return to Zero):** Keine automatische Taktrückgewinnung, nicht gleichspannungsfrei
- ▶ **NRZ (No Return to Zero):** Keine automatische Taktrückgewinnung, nicht gleichspannungsfrei
- ▶ **AMI (Bipolare Kodierung):** Keine automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei
- ▶ **Manchester Kodierung:** Automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei
- ▶ **Differentielle Manchester Kodierung:** Automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei

# Kanalkapazität (*Channel Capacity*)

## Theorem (Nyquist)

*In einem bandbegrenzten, störungsfreien Übertragungskanal mit Bandbreite  $B$ [Hz] und  $L$  diskreten Signalstufen ist die maximale Datenübertragungsrate  $C_N$*

$$C_N = 2 \cdot B \cdot \log_2(L) \text{ [bit/s]}$$

## Theorem (Shannon-Hartley)

*In einem bandbegrenzten, gestörten Übertragungskanal mit Bandbreite  $B$ [Hz] ist die maximale Datenübertragungsrate  $C_S$*

$$C_S = B \cdot \log_2(1 + S/N) \text{ [bit/s]},$$

*wobei  $S/N$  das Signal-Rausch-Verhältnis bezeichnet.*

# Anwendung

- ▶ Die Verfahren RZ, Manchester-Kodierung und Differentielle Manchester Kodierung benötigen die doppelte Bandbreite von AMI und NRZ.
- ▶ Bei gegebenem Kanal (Bandbreite) ergibt das eine Halbierung des maximalen Durchsatzes.
- ▶ Aber: Taktrückgewinnung muß bei AMI und NRZ auf anderem Wege sichergestellt werden.

# 4B5B Kodierung

Jeweils 4 Bit des Eingangsdatenstromes werden auf 5 Bit abgebildet, dadurch werden genügend Amplitudenwechsel sichergestellt:

Hex	4B	5B	Hex	4B	5b
0	0000	11110	8	1000	10010
1	0001	01001	9	1001	10011
2	0010	10100	A	1010	10110
3	0011	10101	B	1011	10111
4	0100	01010	C	1100	11010
5	0101	01011	D	1101	11011
6	0110	01110	E	1110	11100
7	0111	01111	F	1111	11101

## Serielle Schnittstelle

- ▶ Zeichen bestehen aus 5-8 Bit (üblicherweise 7-8 Bit)
- ▶ Die Übertragung erfolgt bitweise, LSB (Least Significant Bit) zuerst.
- ▶ Spannungen zwischen -3V und -15V werden als 1 dekodiert.
- ▶ Spannungen zwischen +3V und +15V werden als 0 dekodiert.
- ▶ Jedes Zeichen wird mit einem Startbit (Wert 0) begonnen (Start/Stop Verfahren)
- ▶ Jedes Zeichen muß mit 1, 1.5 oder 2 Stopbits (Wert 1) abgeschlossen werden.
- ▶ Außerhalb der Übertragung liegt die Spannung für Wert 1 an.

## Parität (*Parity*)

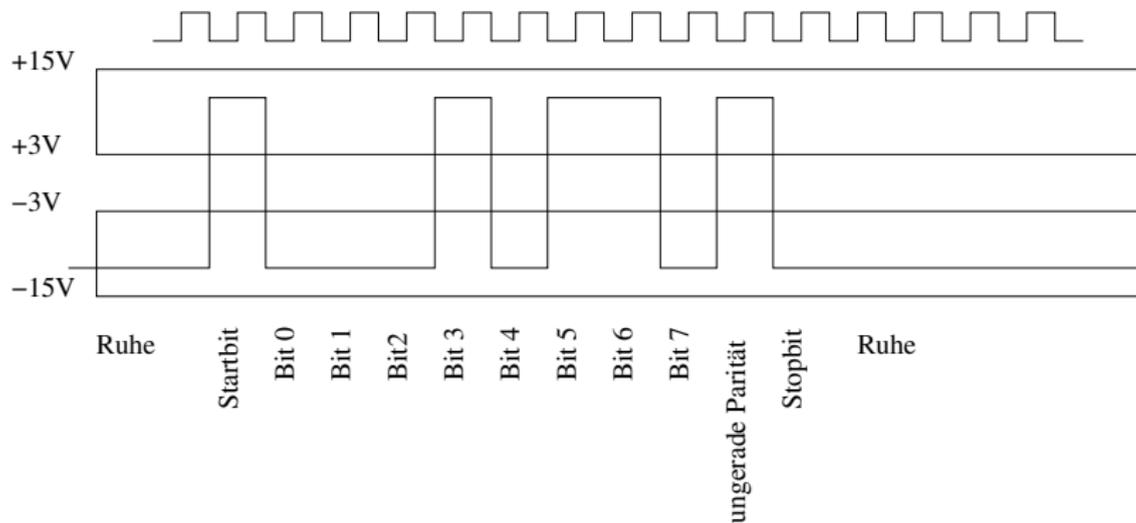
Die Übertragung eines Zeichens kann abgesichert werden durch ein Paritätsbit, das dem Zeichen als weiteres Bit angefügt wird. Man unterscheidet:

- O Ungerade Parität (Odd parity)
- E Gerade Parität (Even parity)
- N Kein Paritätsbit (No parity)

Das Paritätsbit berechnet sich so, daß die Summe der Bits inklusive Parität ungerade (O) bzw. gerade (E) ist.

# Beispiel

Übertragung des Wortes 10010111 mit  
8Bit, Ungerader Parität, 1 Stopbit (8O1)



# Bemerkungen

- ▶ Es folgen maximal 9 gleiche Bit aufeinander, danach können sich Sender und Empfänger neu synchronisieren.
- ▶ Das Protokoll ist nicht gleichspannungsfrei
- ▶ Es wurde nur das Verhalten auf Rx und Tx Leitungen beschrieben.
- ▶ Die maximale Kabellänge hängt von Übertragungsgeschwindigkeit, elektrischem Widerstand, Kapazität und den verwendeten Sendern und Empfängern ab. Der Standard schreibt nur eine Kabelkapazität von weniger als 2500 pF vor.