

Titel und Gremien

Open Systems Interconnection

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

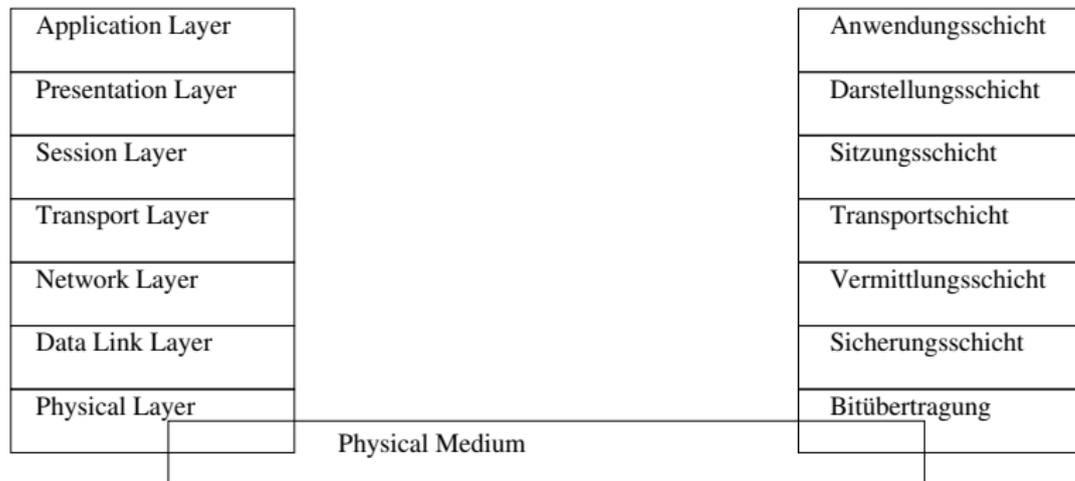
<http://www.itu.int/>

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



Grundlegende Prinzipien (1)

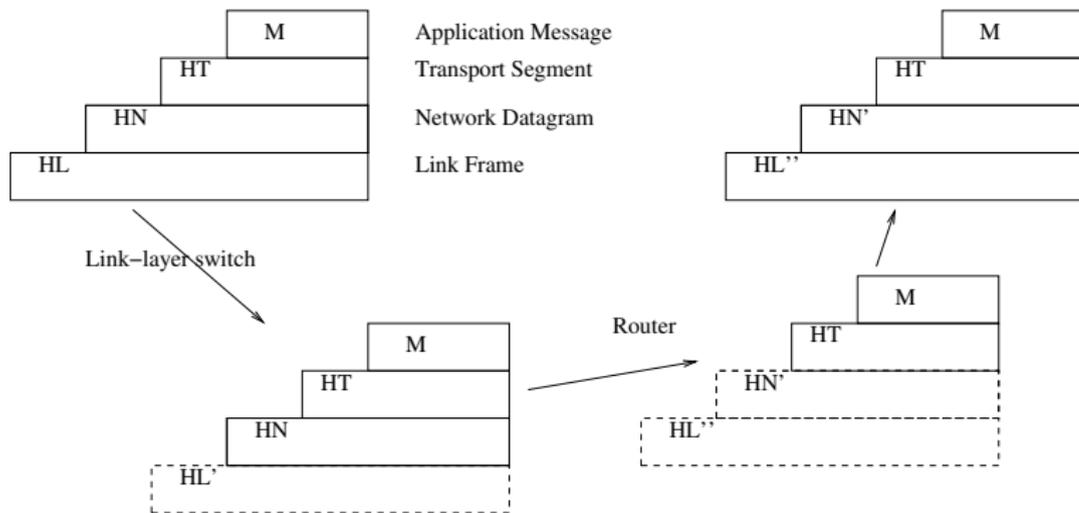
Das OSI-Modell basiert auf einer Trennung von Dienst, Schnittstelle und Protokoll:

- ▶ **Dienst:** Der Dienst beschreibt, was die Schicht macht.
- ▶ **Schnittstelle:** Die Schnittstelle legt fest, wie eine darüberliegende Schicht die Dienste nutzen kann.
- ▶ **Protokoll:** 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

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: 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: 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

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

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

Sitzungsschicht

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

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

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

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

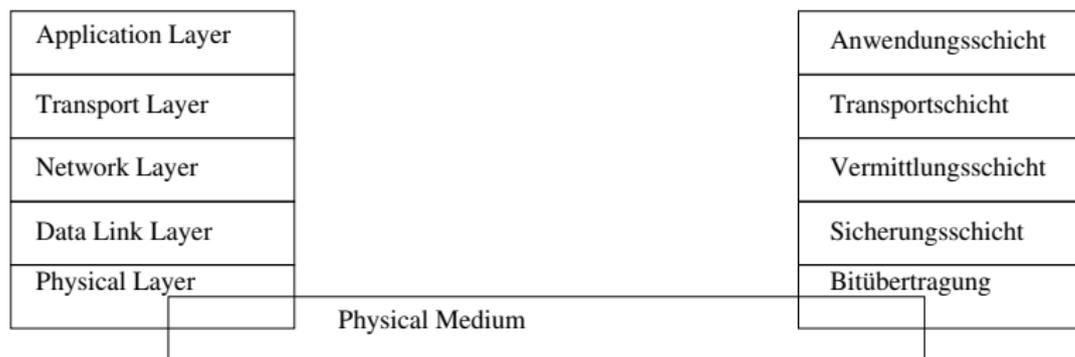
- ▶ Rahmenbildung für die benutzte Bitübertragungsschicht
- ▶ Serialisierung der Rahmen
- ▶ Fehlererkennung/Fehlerbehebung bei Übertragungsfehlern der Bitübertragungsschicht
- ▶ Fehlerbenachrichtigung an die Vermittlungsschicht bei nicht behebbaren Fehlern
- ▶ IEEE sieht hier die Mehrfachzugriffsverfahren

Bitübertragungsschicht

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

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

Schichten



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.

Bezeichnungen

Zeichen Element des Zeichenvorrates

Code Abbildung zwischen zwei Zeichenvorräten

Takt Zeiteinheit bei Sender und Empfänger

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

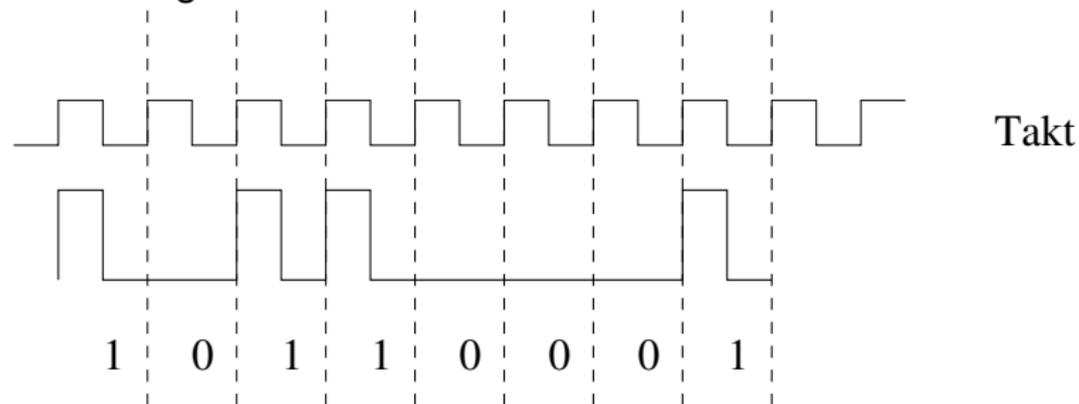
Synchronisierung

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.

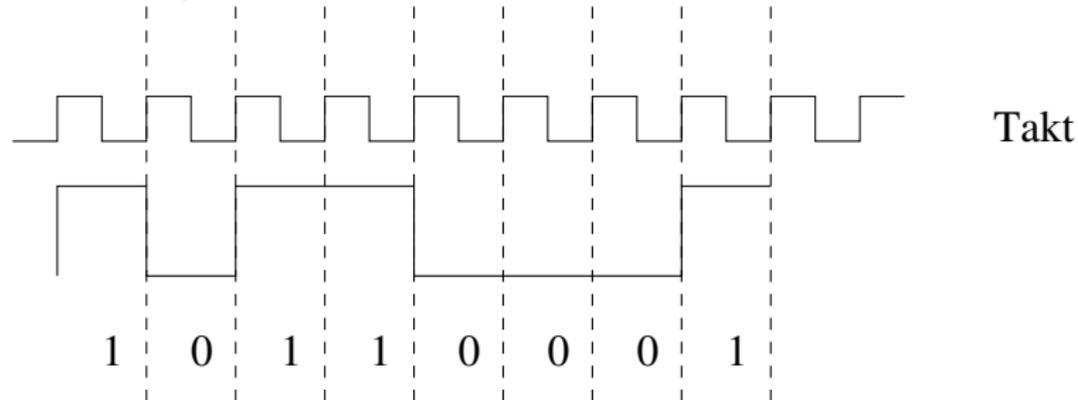
Return To Zero (RZ)

Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1



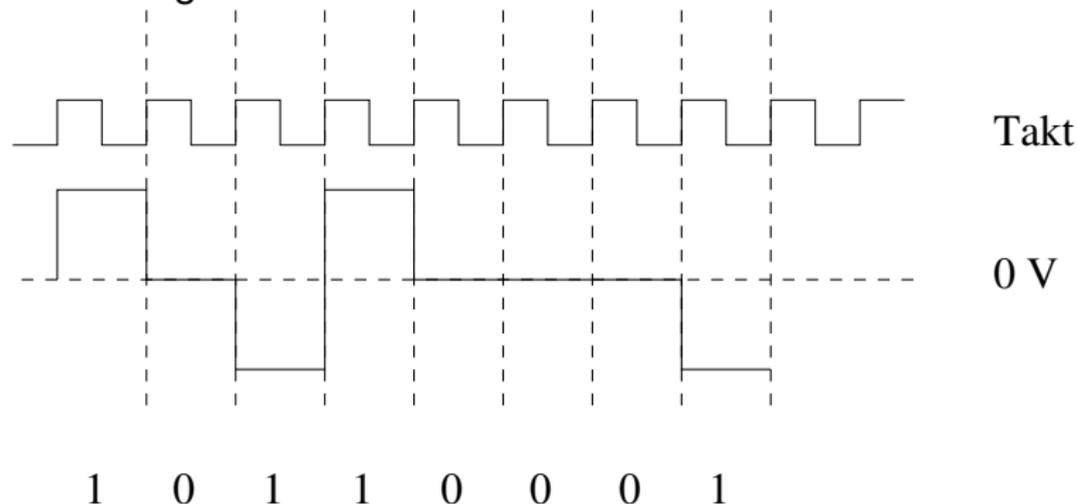
No Return To Zero (NRZ)

Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1



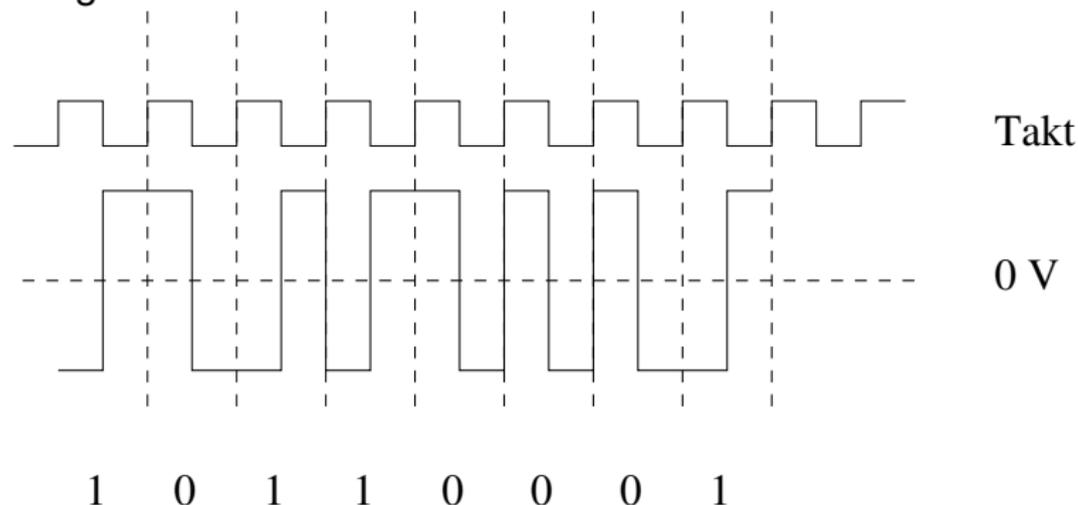
Bipolare Kodierung (AMI Kodierung)

Kodierung des Wertes 1 0 1 1 0 0 0 1



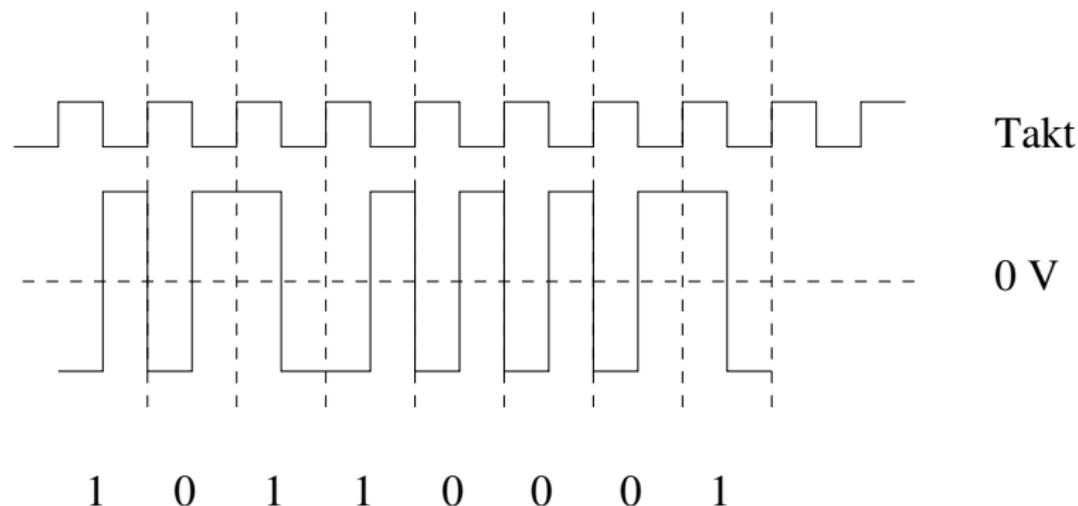
Manchester Kodierung

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



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



Eigenschaften der Kodierverfahren

- ▶ **RZ:** Keine automatische Taktrückgewinnung, nicht gleichspannungsfrei
- ▶ **NRZ:** Keine automatische Taktrückgewinnung, nicht gleichspannungsfrei
- ▶ **AMI:** Keine automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei
- ▶ **Manchester Kodierung:** automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei
- ▶ **Differentielle Manchester Kodierung:** automatische Taktrückgewinnung, gleichspannungsfrei

Kanalkapazität

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 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

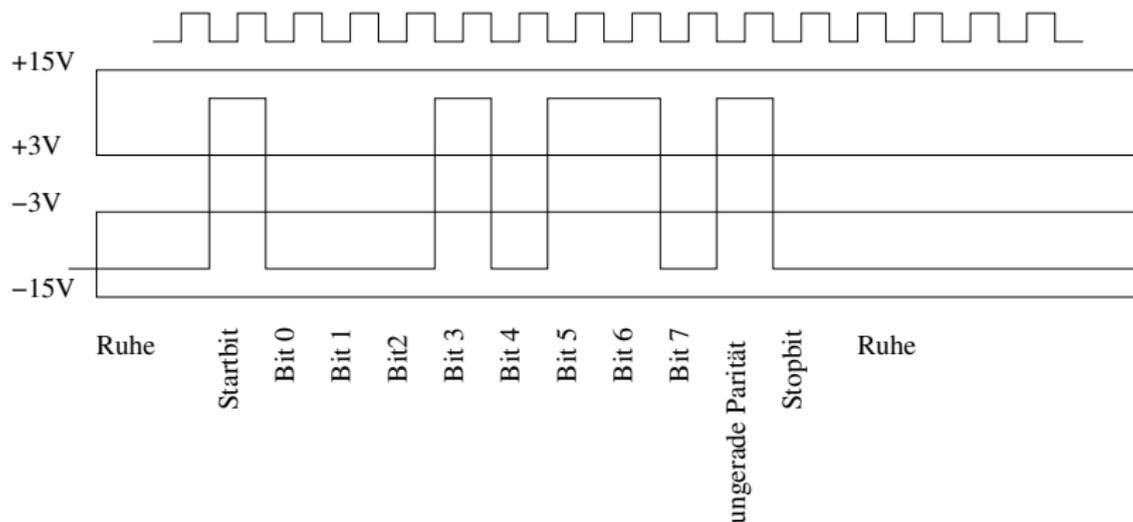
Die Übertragung eines Zeichens kann abgesichert werden durch ein Paritätsbit, das dem Zeichen als weiteres Bit angefügt wird. Man unterscheidet:

- 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.