TESAT SPACECOM

PIONEERING WITH PASSION

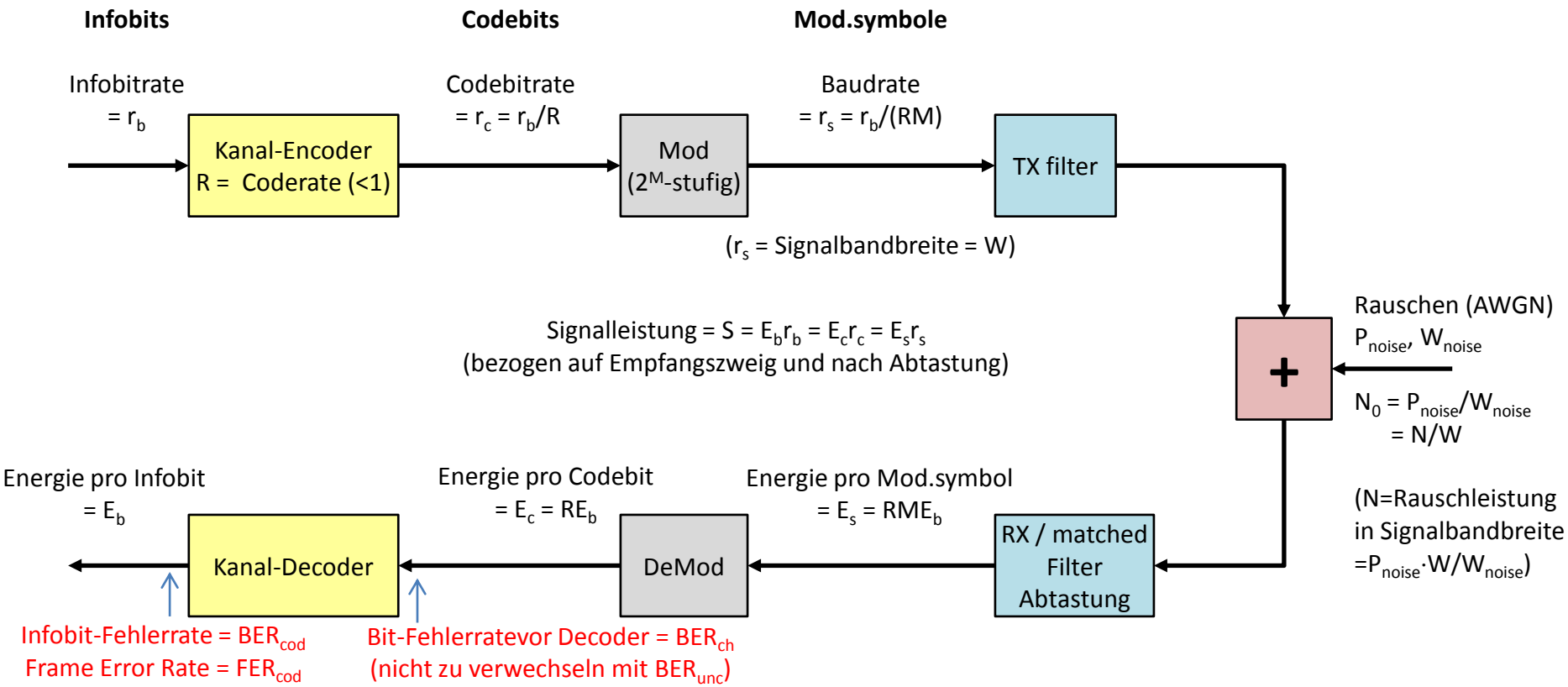
Bedeutung von E_b/N_0, E_c/N_0 und S/N bei Kanalcodierung

30.1.2018

Bernd Friedrichs, TSCD2

PROPRIETARY INFORMATION
©Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG reserves all rights including industrial property rights, and all rights of disposal such as copying and passing to third parties

Modell der Übertragung



BER wird bestimmt einerseits durch den Code selbst und andererseits durch den Betriebspunkt bei $S/N=E_s/N_0$

- E_s = Signal-Energie (nach der Abtastung und nach allen Filterungen)
- N_0 = Rauschleistungsdichte (nur diese ist relevant und nicht P_{noise} und W_{noise} sofern $W_{noise}>W$)
- $$\frac{S}{N} = \frac{E_s \cdot r_s}{N_0 \cdot W} = \frac{E_s \cdot W}{N_0 \cdot W} = \frac{E_s}{N_0} = RM \cdot \frac{E_b}{N_0}$$ (Leistungsverhältnis = Energieverhältnis)

©Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG 2010

Anwendungs-Szenarien

Infobitrate r_b (Durchsatz) fest vorgegeben

- Infobitrate r_b und meistens auch Sendeleistung $S=E_b r_b$ vorgegeben
- Je kleiner R, desto größer $W=r_s$ und desto kleiner E_s ($S=E_s r_s$ unverändert)
- Der Decoder überführt die Input-Fehlerrate BER_{ch} in die Output-Fehlerrate BER_{cod}

- BER_{unc} ist definiert als Fehlerrate einer Übertragung ohne Codierung ($R=1$, $r_c=r_b$), also mit der schmaleren Bandbreite $W=r_s=r_b/M$)
- Der Codierungsgewinn G ist die Einsparung an E_s/N_0 bei $BER_{cod}=BER_{unc}$ bei gleicher Infobitrate

Kanalbandbreite $W=r_s$ fest vorgegeben

- $W=r_s$ vorgegeben und meistens auch Sendeleistung $S=E_s r_s$ vorgegeben
- Je kleiner R, desto kleiner der Durchsatz $r_b=Rr_c$ und desto größer E_b ($S=E_b r_b$ unverändert)
- Der Decoder überführt die Input-Fehlerrate BER_{ch} in die Output-Fehlerrate BER_{cod}

- BER_{unc} ist die Fehlerrate einer Übertragung ohne Codierung ($R=1$), also mit der größeren Infobitrate $r_b=r_c$ und der gleichen Bandbreite $W=r_s=r_b/M$
- Der Codierungsgewinn G ist hier eine sinnlose Größe da r_b codiert/uncodiert unterschiedlich ist

©Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG 2010

Anmerkungen

- Die Bezeichnungen E_b und r_b referieren immer auf die Infobits vor dem Encoder, das ist eine generelle Konvention
- Nach dem Encoder gibt es nur noch E_c

- Bei mehreren konkatenierten Encodern (eventuell noch mit Datenratenerhöhungen durch Rahmenbildungen und Header), sollte immer der Bezugspunkt (Referenzpunkt) angegeben werden auf den sich Datenrate, Bitenergie und Fehlerrate beziehen

- Zwischen BER und FER gilt folgender Zusammenhang (L=frame length)
  - Wenn Fehler statistisch unabhängig sind (idealerweise vor Decoder):

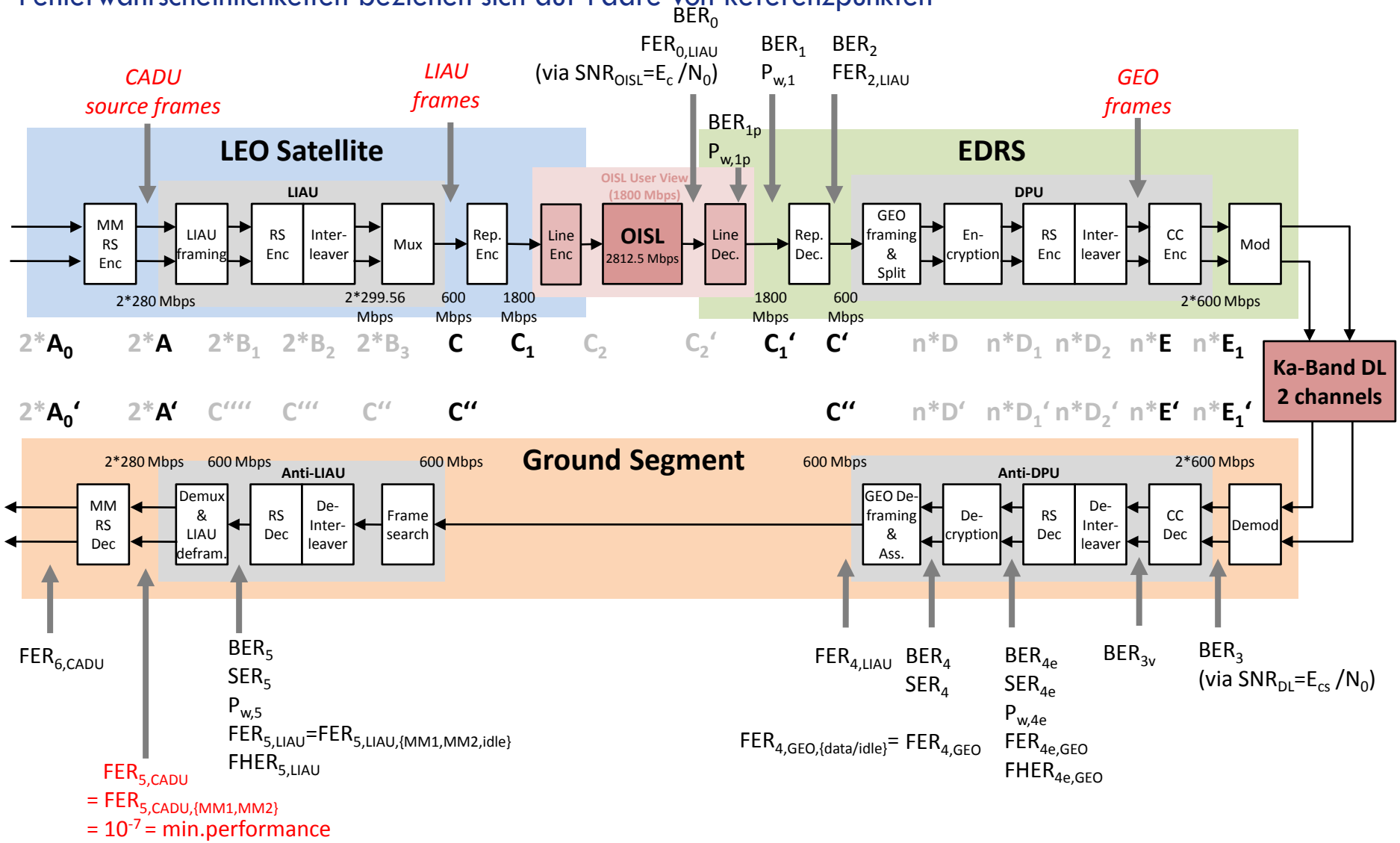
$$FER = 1 - (1 - BER)^L \approx L \cdot BER$$

  - Nach dem Decoder gilt das nur in grober Näherung, das ist auch abhängig vom Funktionsprinzip des Decoders sowie dem Rahmenaufbau aus mehreren Codewörtern

©Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG 2010

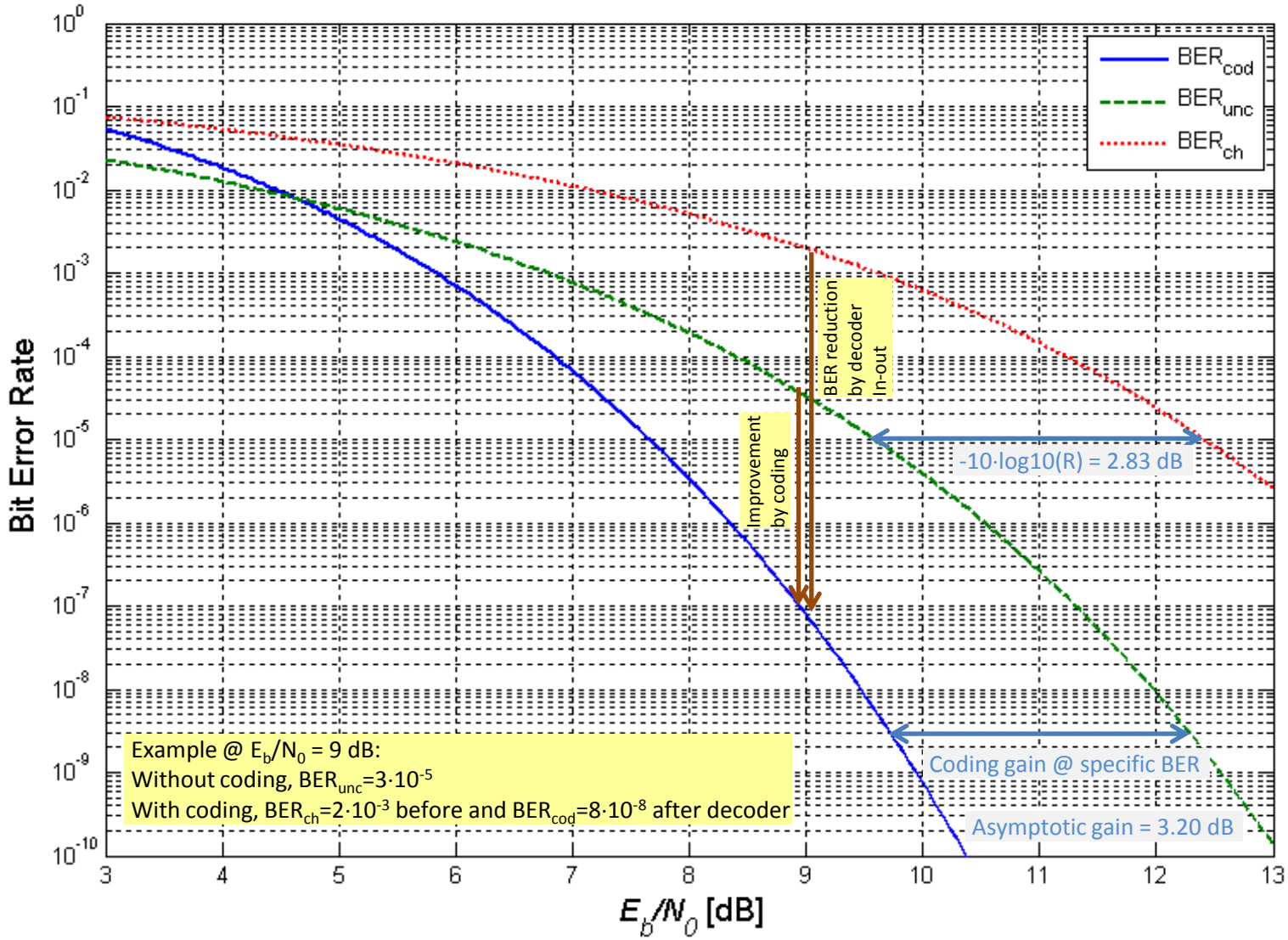
Beispiel für Referenzpunkte in Satcom-Netzen (EDRS SenMode)

Fehlerwahrscheinlichkeiten beziehen sich auf Paare von Referenzpunkten



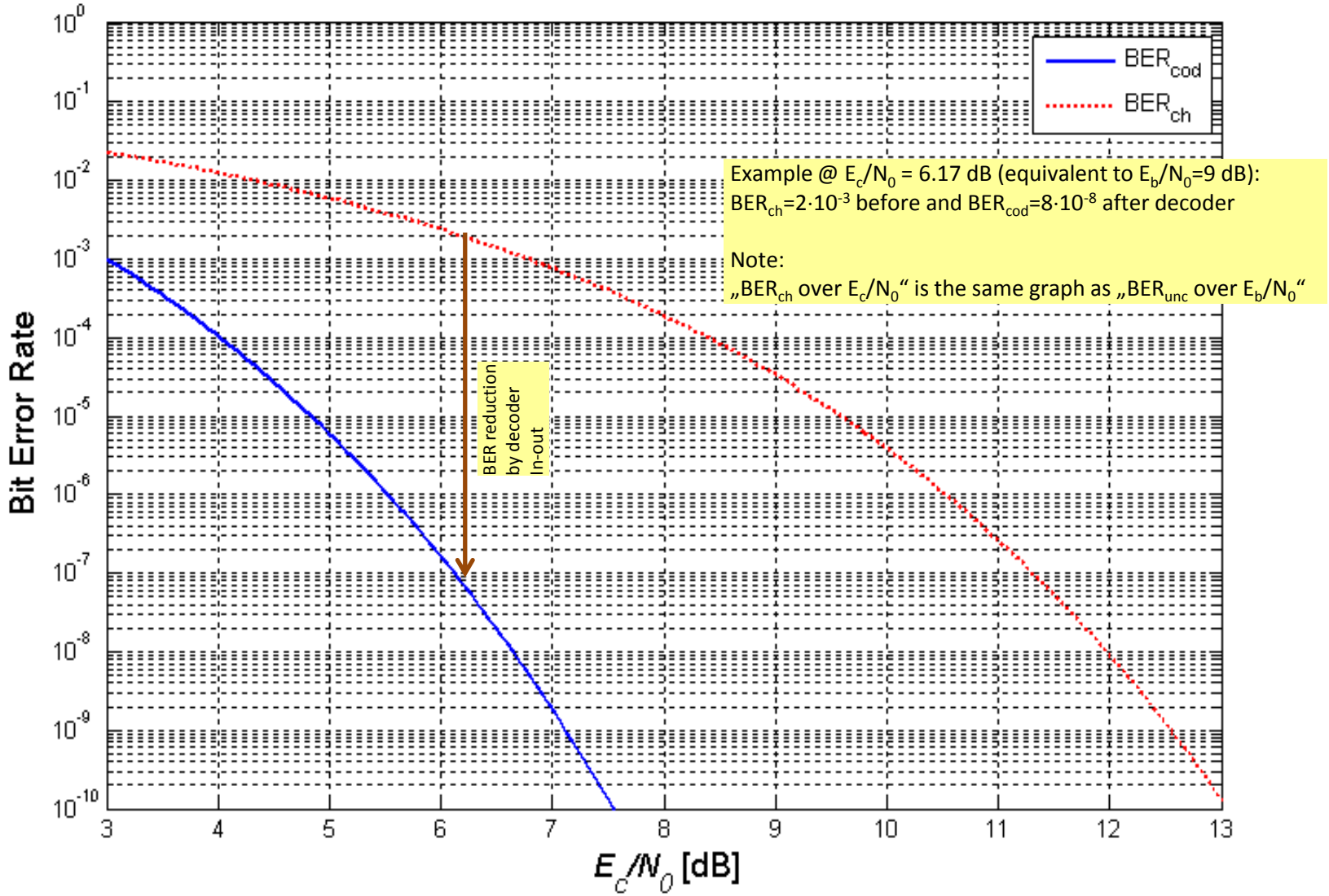
©Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG 2010

Beispiel $(23,12,7)_2$ Golay-Code über E_b/N_0



©Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG 2010

Beispiel $(23,12,7)_2$ Golay-Code über E_c/N_0



©Tesat-Spacecom GmbH & Co.KG 2010