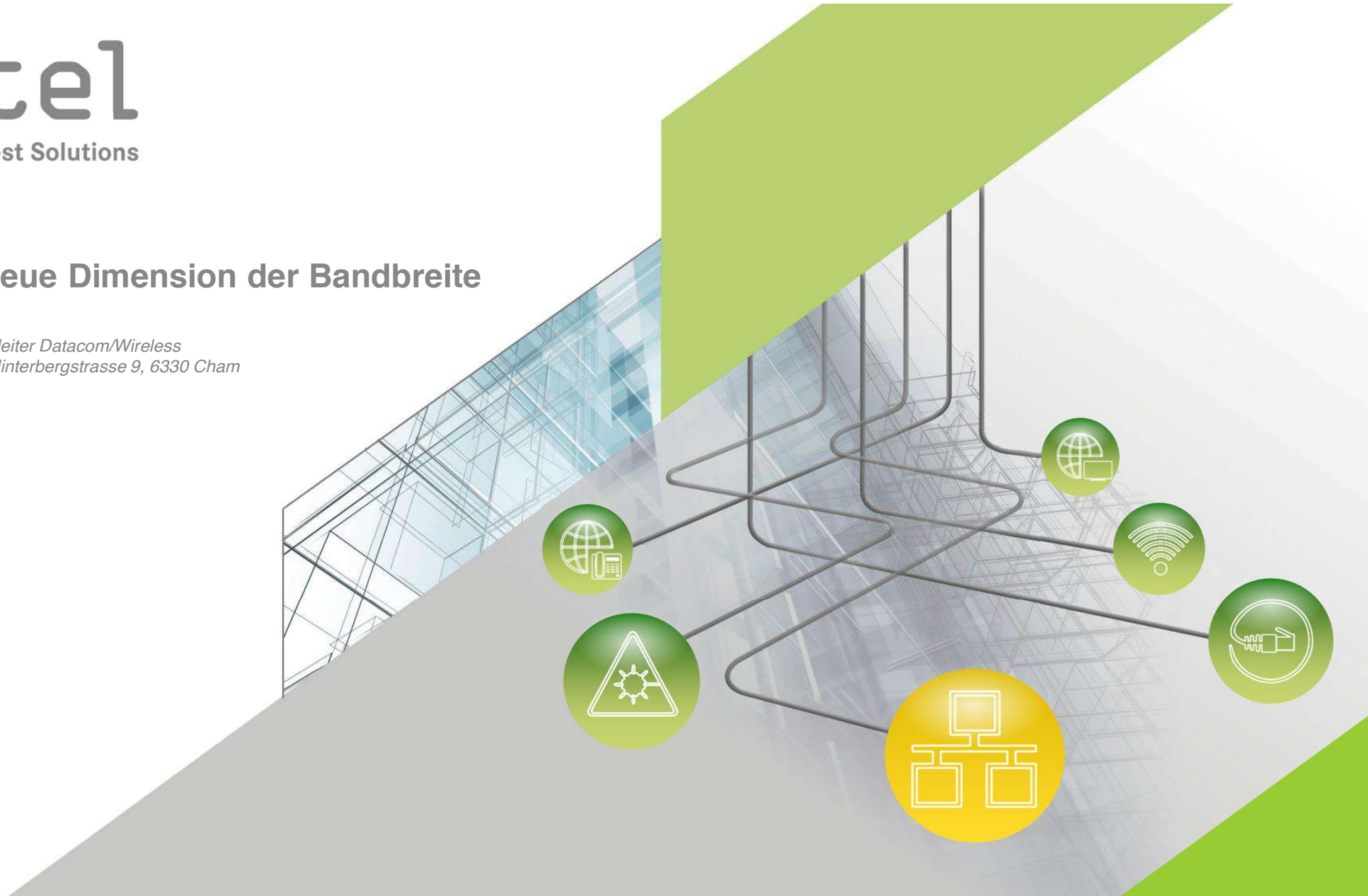


isatel

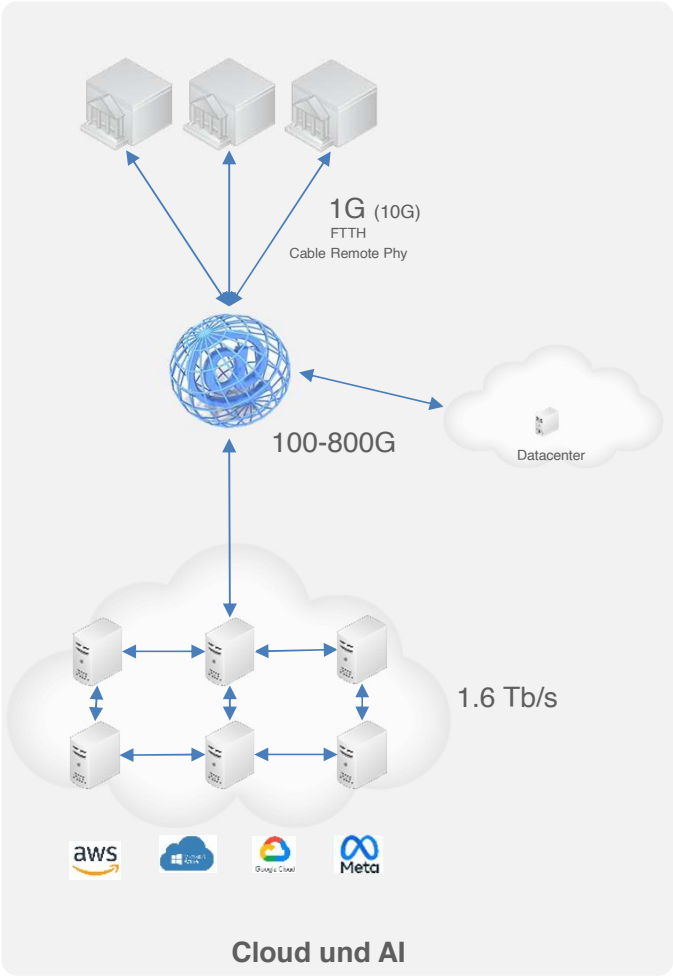
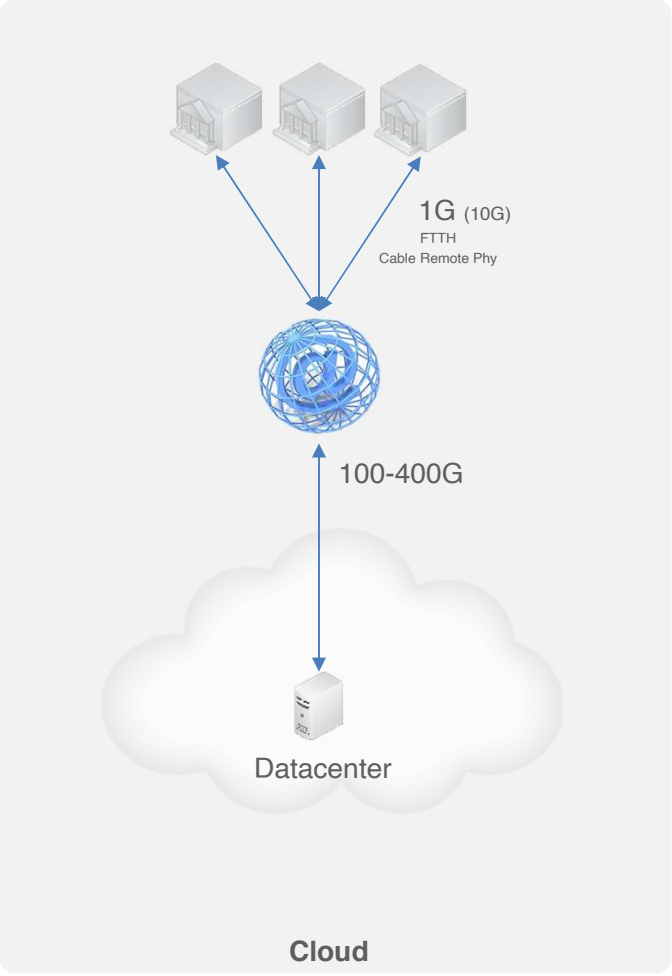
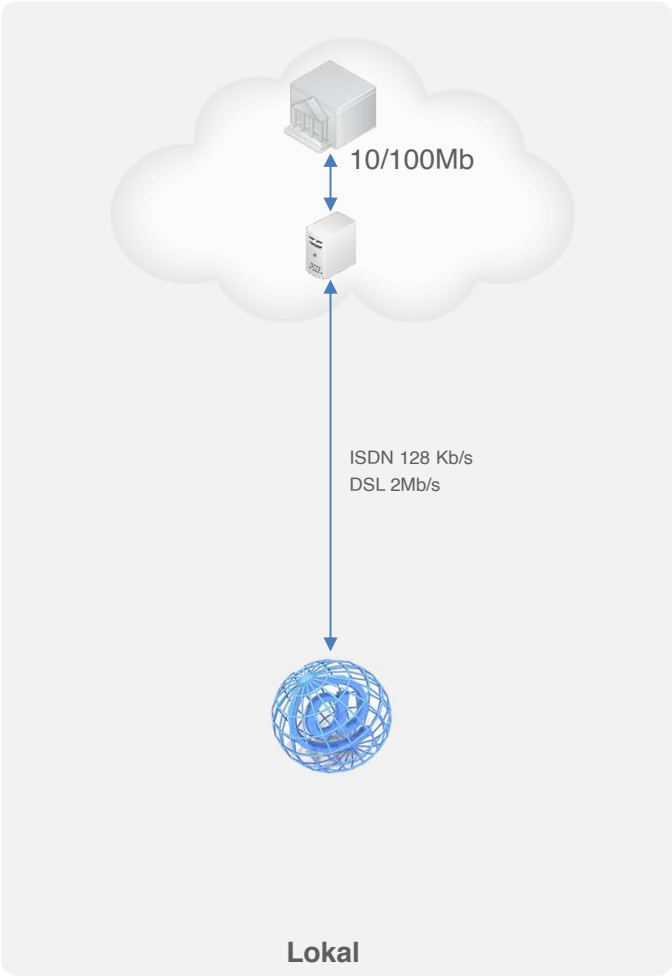
Telecom & Test Solutions

KI und die neue Dimension der Bandbreite

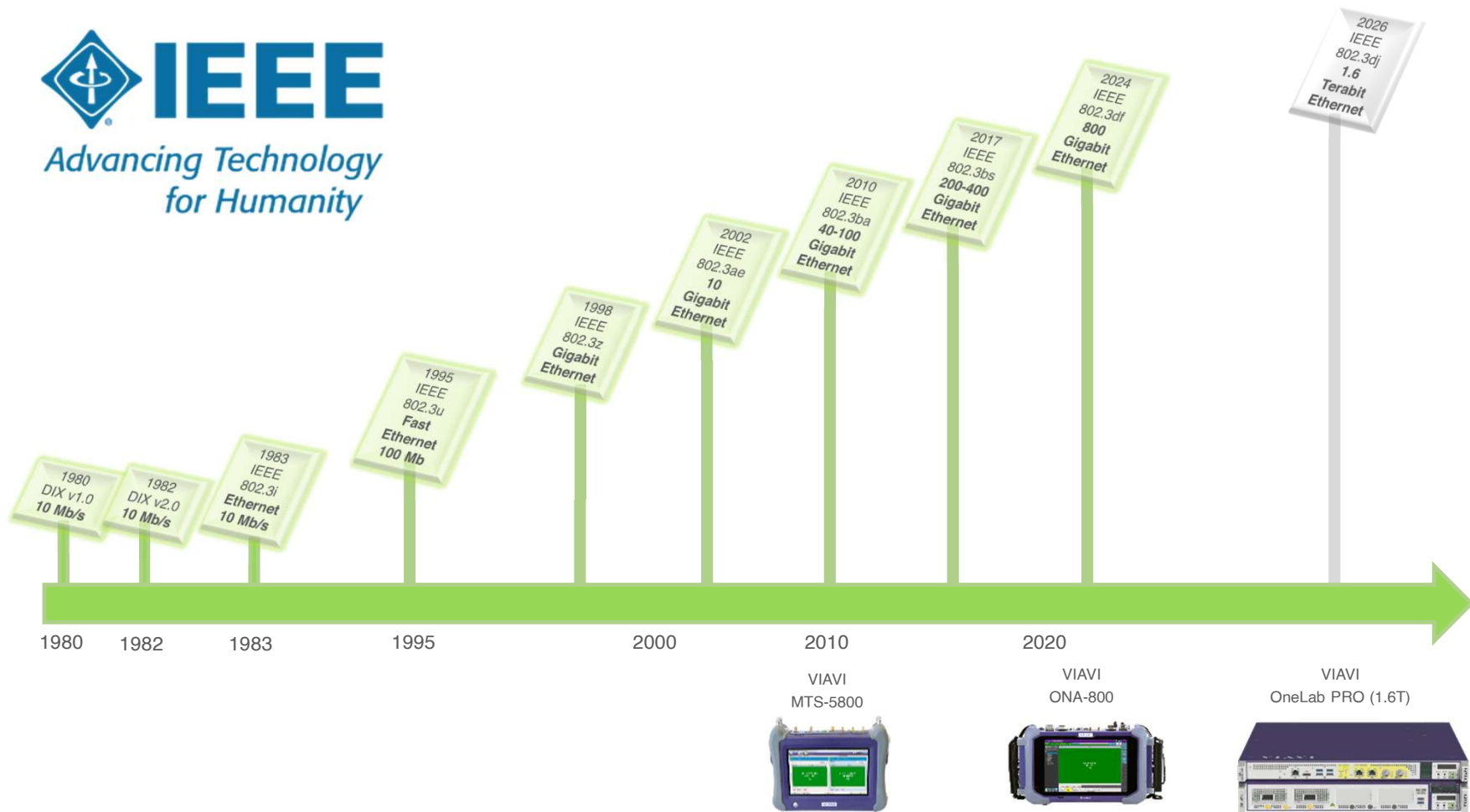
*Andi Dobesch, Bereichsleiter Datacom/Wireless
ISATEL Electronic AG, Hinterbergstrasse 9, 6330 Cham*



Prinzipielle Netzentwicklung



Somit entwickelten sich die Standards



Von Logik zur physikalischen Grösse

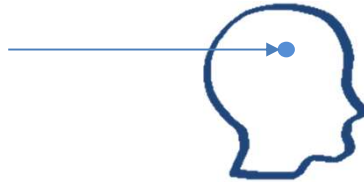


Gedanken

Logik

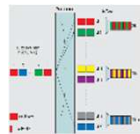
```
0000100111100010
1000100011101000
1101110000010101
0001101001101100
1010011001100110
1010111000011001
0100101110100100
0100110111000010
0110001010100101
1110101101100010
```

Bitstruktur

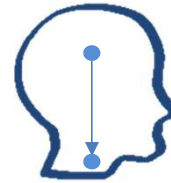


Sprachzentrum im Gehirn

Impulse



Physical Coding
Sublayer PCS



Stimmänder im Hals

**Ansteuerung
Sender**



Transceiver



Schallwellen durch Luft

**Übertragung
über Medium**



Lichtsignale
über Glas

Modulation der Signale

```
0000100111100010
1000100011101000
11011100000010101
00011010011011100
1010011001100110
10101110000110001
0100101110100100
0100110111000010
01100010101000101
1110101101100010
```

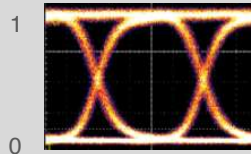
Bit pro Sekunde
Bitrate

Bit

0
1

Symbol

Baud pro Sekunde
Baudrate (Symbolrate)
25 GBd/s



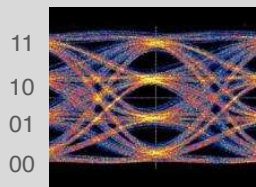
25 GBd mit je ein Bit Inhalt >>> 25 Gbit/s

PAM-2 (NRZ)

11
10
01
00

Symbol

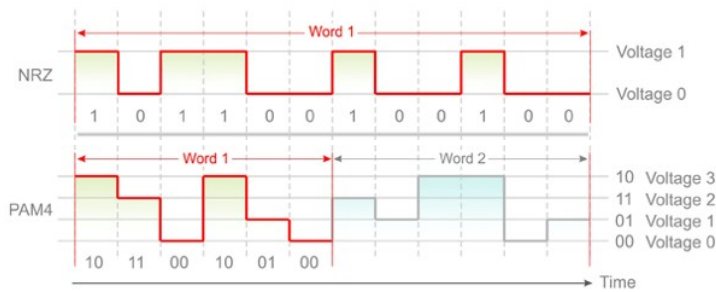
Baud pro Sekunde
Baudrate
50 GBd/s



25 GBd mit je *zwei* Bits Inhalt >>> 50 Gbit/s (vgl. zu NRZ)

50 GBd mit je *zwei* bits >>> 100Gbit/s)

PAM-4



Fehlerkorrektur notwendig

Also, PAM-4 modulierte Signale können nicht mehr fehlerlos übertragen werden. Diese Fehler müssen korrigiert werden.

Rückwärtsfehlerkorrektur: Der Empfänger kann die Fehler nicht selbst korrigieren und muss die Daten beim Sender erneut abfragen (vgl. TCP)

Vorwärtsfehlerkorrektur: Der Empfänger erkennt Fehler und kann diese mittels eines *Redundanzsignals* selbst korrigieren.

$$1 + () = 2$$

Lösung: 1

$$() \times () = 4$$

Beabsichtigte Lösung: 2 und 2

Weitere Möglichkeit: 1 und 4

Oder: 8 und 0.5

Oder: 16 und 0.25

Oder: 32 und 0.125

...

...

...

...

...

...

...

In diesem Fall brauchen wir Zusatzinformationen:

- Du musst einmal multiplizieren

- aber nicht mit 1 oder 4

- nur mit ganzen Zahlen

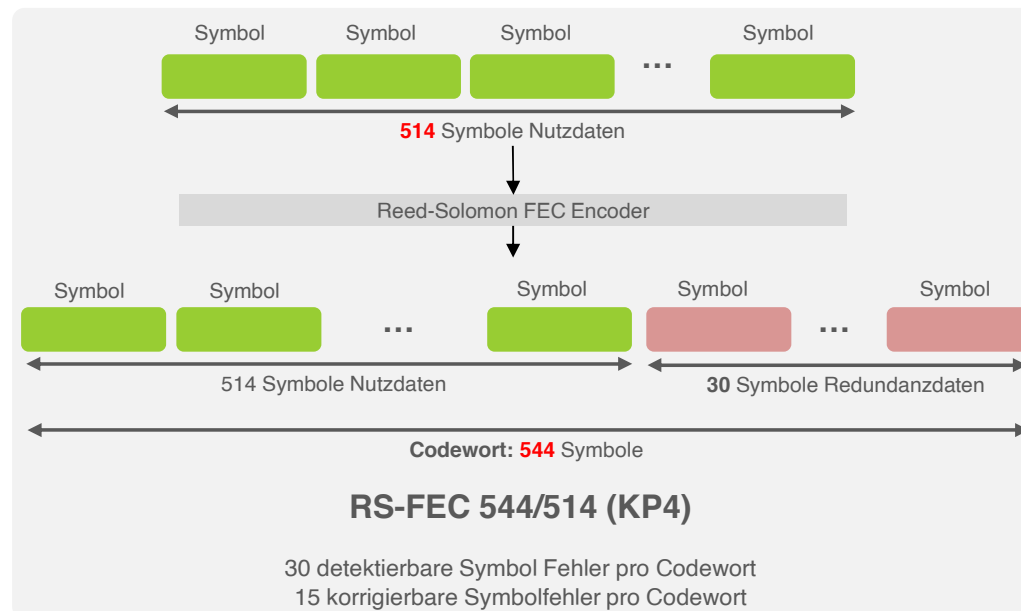
Forward Error Correction RS-FEC

Also, PAM-4 modulierte Signale können nicht mehr fehlerlos übertragen werden. Diese Fehler müssen korrigiert werden.

Rückwärtsfehlerkorrektur: Der Empfänger kann die Fehler nicht selbst korrigieren und muss die Daten beim Sender erneut abfragen (vgl. TCP)

Vorwärtsfehlerkorrektur: Der Empfänger erkennt Fehler und kann diese mittels eines *Redundanzsignals* selbst korrigieren.

Irving Reed und Gustav Solomon nahmen sich bereits 1960 der FEC an und entwickelten Codes, mit denen es möglich ist, dass der Empfänger anhand bestimmter Informationen die Fehler korrigieren kann. Man kann also sagen, dass im Traffic somit jene Codes mitgeschickt werden müssen.



Messtechnische Ermittlung der FEC



VIAVI ONA-800

Transport bis 800G, FiberChannel bis 64G

Fiber Optic OTDR, PMD/CD, Spektrumanalyse, Sensing

Wireless LTE/5G, RF-Spektrum, Kabel und Antennenanalyse

Einfacher Test gegen Loop (Patchkabel)

The screenshot shows the software interface for a test against a loop. The main display area is green and contains the text "ALL SUMMARY RESULTS OK". The test configuration includes "Port 1: Dual 400GigE Layer 2 Traffic Term" and "Port 2: Dual 400GigE Layer 2 Traffic Term". The test mode is set to "Frame Size". The summary table shows the following data:

Number of Symbols	Corr. A+B CW Errors	Corr. A+B CW Error %
1	66,104	99.9970000
2	2	0.0030254
3	0	0.0000000
4	0	0.0000000
5	0	0.0000000
6	0	0.0000000
7	0	0.0000000
8	0	0.0000000
9	0	0.0000000
10	0	0.0000000

At the bottom, it indicates ">=16 Uncorr. A+B CW Errors: 0".

Real Life Messung eines unserer Kunden

The screenshot shows the software interface for a real-life measurement. The test mode is set to "Traffic" with a value of 1518. The summary table shows the following data:

Number of Symbols	Corr. A+B CW Errors	Corr. A+B CW Error %
1	1.918E+10	97.0851000
2	481,463,237	2.4369300
3	75,012,614	0.3796770
4	14,741,870	0.0746161
5	3,395,753	0.0171876
6	894,565	0.0045278
7	262,102	0.0013266
8	84,504	0.0004277
9	29,232	0.0001480
10	10,512	0.0000532

At the bottom, it indicates ">=16 Uncorr. A+B CW Errors: 59". An event log on the right side shows various error events such as "Lost Frames", "RS-FEC Uncorr. A+B CW Errs.", and "RS-FEC Uncorr. B CW Errs." with their respective dates and times.

Interessante Möglichkeiten der neuen Technologie



*Besten Dank und viel Spass beim
nächsten Vortrag...*

