

## 10. High-Speed / Real Time

### 10.1 Byteflight

#### 10.1.1 Einleitung

Durch die steigenden Anforderungen und Anzahl der Funktionen (Sensoren und Aktoren) in der Automobilentwicklung, werden immer mehr elektronische Systeme statt mechanischer Komponenten eingesetzt. Diese können nicht mit einem zentralen Steuergerät realisiert werden. Die Lösung liegt bei einer Vernetzung der verschiedenen Elektronikbaugruppen über einen Hochleistungs-Datenbus zur Reduzierung des Verkabelungsaufwands und Mehrfachnutzung von Sensordaten.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde von der *BMW AG* zusammen mit den Firmen *Motorola*, *Siemens AG* und *ELMOS AG* das Hochleistungs-Datenbussystem **byteflight** entwickelt.

#### 10.1.2 Buszugriff und Struktur

Zeitgesteuerte Datenprotokolle stellen jedem Teilnehmer ein vordefiniertes Raster mit einer Übertragungszeit zur Verfügung (z.B. TTP). Die Anzahl der Nachrichten ist vorgegeben und kann nicht im Betrieb verändert werden. Ereignisgesteuerte Datenprotokolle übertragen nur dann Daten, wenn einer Sende-anforderung vorliegt (z.B. CAN).

Byteflight vereint Vorteile von synchronen und asynchronen Verfahren. Es garantiert deterministische Latenzzeiten für eine bestimmte Anzahl von hochpriorigen Nachrichten und flexible Nutzung der Übertragungsbandbreite durch niederpriorige Telegramme.

Der Buszugriff erfolgt nach **FTDMA** (Flexible Time Division Multiple Access).

FTDMA ist ein rein zeitgesteuertes Verfahren. Alle Teilnehmer starten, durch einen Synchronisations-Impuls getriggert, sog. Slotzähler, die bis zum höchstmöglichen Identifizierwert zählen. Wenn die Zähler einen ID-Wert erreichen, für den eine Sende-anforderung vorliegt, wird die Nachricht mit diesem Identifier über den Bus übertragen. Für die Dauer der Übertragung stoppen die Slotzähler auf dem aktuellen Wert. Am Ende der Übertragung zählen die Slots weiter.

Bei Ausfall des Sync-Masters und damit der Synchronisationsimpulse kann ein bestimmter Teilnehmer (Ersatz-SYNC-Master) durch seinen uC als Master konfiguriert werden, der dann die Sync-Pulse sendet. Die Datenübertragung ist durch die Sternkopplertopologie gewährleistet (s. Abbildung 1).

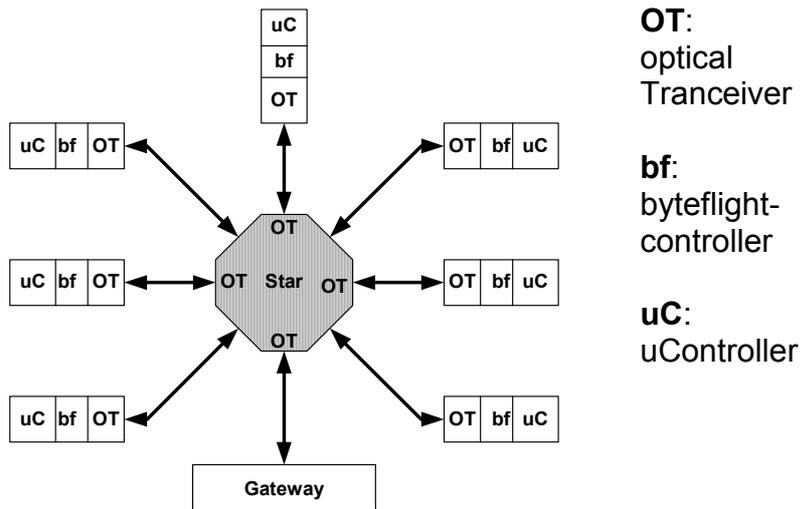


Abb. 10-1 : Struktur des Bussystems nach [2]

### 10.1.3 Telegrammaufbau

Byteflight-Nachrichten bestehen aus einer 6Bit-Startsequenz, einem Identifier- und Längenbyte, bis 12 Datenbytes und zwei CRC(Circle Redundancy Check) Bytes (40Bit Overhead). Zur Bitsynchronisation ist jedes Byte von je einem Start- und Stop-Bit begrenzt. Die Bitdauer beträgt 100ns bei einer Datenrate von 10 Mbit/s.

- ID:** 8bit,  $1_{10} \dots 255_{10}$ , wobei  $1_{10}$  höchste Priorität.
- LEN:** Bit 0...3 (LSBs): LEN = number of data bytes ( $0_{10} \dots 12_{10}$ )  
Bit 4...7 (MSBs): 4 additional information/data bits
- D0...D11:** Data bytes, max. 12 Datenbytes
- CRCH/**
- CRCL:** Cyclic Redundancy check sequence

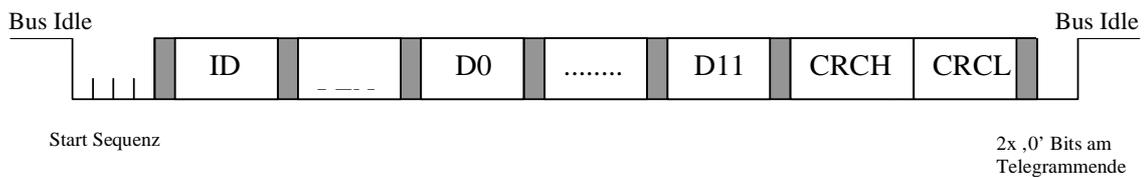


Abb. 10-2 : Telegrammaufbau nach [2]

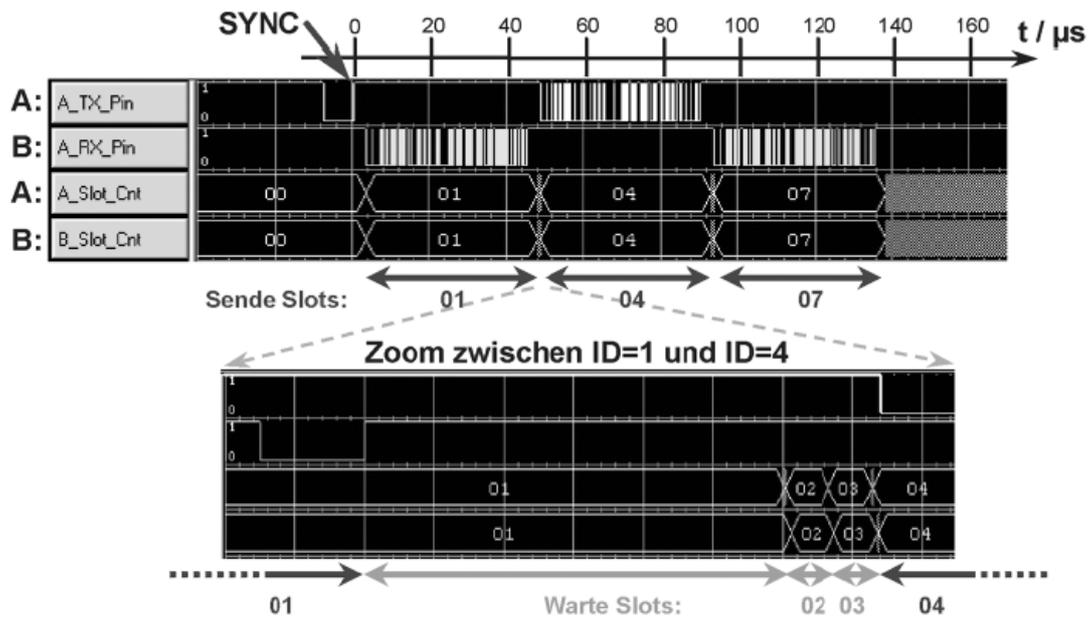


Abb. 10-3 : Datenübertragung nach [2]

### Übertragungsbeispiel:

Teilnehmer A sendet den Identifier 4, Teilnehmer B die IDs 1 und 7. Die Sende-Slots 1, 4 und 7 dauern so lange, wie es die Übertragung der Nachrichten erfordert. Für die ID 2 und 3 liegen keine Sendeanforderungen vor, die Slots 2 und 3 sind nicht belegt und erscheinen nur als sehr kurze Warte-Slots.

Das TDMA-Verfahren ist ein rein zeitgesteuertes Buszugriffsverfahren. Es ermöglicht einerseits die Übertragung einer bestimmten Anzahl von hochpriorigen Nachrichten in jedem Kommunikationszyklus und andererseits die flexible und statische Zuteilung der Bandbreite an restlichen Nachrichten (s. Abbildung 10-4). Hier werden die höchstpriorigen Nachrichten synchron und zyklisch alle 250us übertragen. Der zweite Teil des Kommunikationszyklus kann dagegen für ereignisgesteuerte Nachrichten verwendet werden.

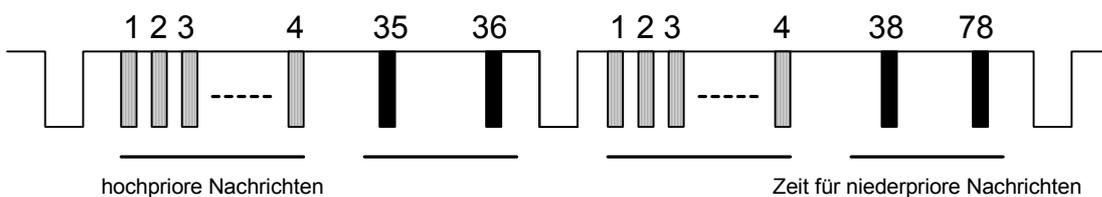


Abb. 10-4 : Synchroner und asynchroner Nutzung der Bandbreite nach [2]

Da die Datenübertragung von sicherheitsrelevanten Signalen generell zyklisch mit einer Updaterate von 250us erfolgt, ist bei Übertragungsfehlern auf Protokollebene kein Wiederholungsmechanismus vorgesehen. Das Protokoll ist so ausgelegt, dass selbst bei starken Störungen spätestens mit dem nächsten Synchronisationsimpuls die Kommunikation wieder definiert weiterläuft.

Das Protokoll bietet eine weitere spezielle Eigenschaft, die besonders für passive Sicherheitssysteme notwendig ist. Der Sync-Master hat die Möglichkeit, die Art des Synchronisationsimpulses zu verändern, um ein Alarm-Zustand an zu zeigen. Dieser Zustand wird sowohl von allen byteflight-Controllern und Treiberbausteinen erkannt und kann dazu verwendet werden, bestimmte Sicherheitsfunktionen frei zu schalten. Die Umschaltung des Synchronisationsimpulses hat auf den Kommunikationszyklus keinerlei Einfluss.

Es werden nur fehlerfrei empfangene Nachrichten, mit gültigem CRC, der Host-CPU zum Auslesen bereit gestellt. Die Sterntopologie ermöglicht die Abschaltung von Teilnehmern, die zum Beispiel das Busprotokoll verletzen oder Übertragungsfehler verursachen. Die optischen Transceiver bieten durch eine Abschaltfunktion Schutz vor Blockade des Datenbusses.

#### 10.1.4 Aussichten

Wegen des deterministischen Verhaltens, der flexiblen Bandbreitennutzung, Systemerweiterbarkeit und der hohen Übertragungsrate ist dieses Protokoll ein prädestiniertes Übertragungsverfahren im Automobilbereich.

Der erste Einsatz von byteflight soll in den nächsten zwei Jahren bei BMW in passiven Sicherheitssystemen stattfinden.

Durch die Übertragungsrate von 10Mbit/s und relativ hohen Störsicherheit durch die optische Übertragung, sind Anwendungen in der industriellen Automatisierungstechnik und Luft- und Raumfahrttechnik denkbar.

#### Literatur

[1] byteflight Spezifikation, <http://www.byteflight.com/specification/index.html>

[2] ATZ Sonderausgabe,  
[http://www.byteflight.com/presentations/atz\\_sonderausgabe.pdf](http://www.byteflight.com/presentations/atz_sonderausgabe.pdf)

[3] Introduction to byteflight Technology,  
<http://www.byteflight.com/presentations/introduction.pdf>