

# Maritime Datenprotokolle in Bordnetzwerken – eine Übersicht

Die Vernetzung von elektronischen Geräten an Bord von Schiffen und Yachten hat sich in den letzten Jahrzehnten rasant entwickelt. Von einfachen Punkt-zu-Punkt-Verbindungen hin zu komplexen, integrierten Netzwerken ermöglichen moderne Datenprotokolle den Austausch einer Vielzahl von Informationen, die für Navigation, Sicherheit, Überwachung und Komfort unerlässlich sind. Im Gegensatz zum standardisierten CAN-Bus im Fahrzeugbau haben sich in der maritimen Welt verschiedene Protokolle etabliert, die jeweils ihre spezifischen Vor- und Nachteile aufweisen.

## 1. Die Anfänge: Vor NMEA und serielle Kommunikation

Bevor standardisierte Protokolle wie NMEA existierten, erfolgte die Kommunikation zwischen einzelnen Geräten meist über proprietäre Schnittstellen und analoge Signale. Dies führte zu Inkompatibilitäten und einem hohen Aufwand bei der Installation und Erweiterung von Systemen. Geräte von verschiedenen Herstellern konnten oft nicht direkt miteinander kommunizieren, was die Integration komplexer Systeme erschwerte.

In den frühen 1980er Jahren begannen Hersteller, serielle Schnittstellen (meist RS-232 oder RS-422) für die digitale Datenübertragung zu nutzen. Diese Punkt-zu-Punkt-Verbindungen ermöglichten zwar den Austausch spezifischer Daten zwischen zwei Geräten, boten aber keine standardisierte Möglichkeit zur Vernetzung mehrerer Geräte.

## 2. NMEA 0183: Der Pionier der maritimen Datenkommunikation

### 2.1. Entwicklung und Grundlagen:

Der National Marine Electronics Association (NMEA) entwickelte den Standard NMEA 0183 in den frühen 1980er Jahren. Ziel war es, ein einfaches und standardisiertes Protokoll für die unidirektionale Übertragung von Daten zwischen maritimen elektronischen Geräten zu schaffen. NMEA 0183 basiert auf der seriellen Kommunikation (RS-422 oder RS-232) und definiert sowohl das physische Interface (Anschlüsse, Spannungspegel) als auch das Datenformat (die sogenannten "Sentences").

Jede NMEA 0183 Sentence enthält spezifische Informationen, wie z.B. GPS-Positionsdaten, Kurs über Grund (COG), Geschwindigkeit über Grund (SOG), Winddaten, Tiefenmessungen usw. Die Sentences sind ASCII-basierte Zeichenketten, die mit einem "\$" beginnen und mit einem Carriage Return und einem Line Feed (`\r\n`) enden. Eine Checksumme am Ende der Sentence dient zur Fehlererkennung.

### 2.2. Vor- und Nachteile:

- **Vorteile:**
  - **Einfachheit:** Das Protokoll ist relativ einfach zu implementieren und zu verstehen.
  - **Robustheit:** Die serielle Übertragung ist in der Regel robust gegenüber elektromagnetischen Störungen.
  - **Weite Verbreitung:** NMEA 0183 ist nach wie vor weit verbreitet und wird von vielen älteren und auch einigen aktuellen Geräten unterstützt.
  - **Kostengünstig:** Die Implementierung ist in der Regel kostengünstiger als bei komplexeren Protokollen.
- **Nachteile:**
  - **Unidirektional:** Die Kommunikation ist in der Regel unidirektional (ein Sender, mehrere Empfänger), was bidirektionale Interaktionen erschwert.
  - **Begrenzte Bandbreite:** Die serielle Übertragungsrate ist begrenzt, was die Übertragung großer Datenmengen (z.B. Radarbilder) unmöglich macht.

- **Begrenzte Anzahl von Geräten:** Die Anzahl der Geräte, die an einen einzelnen Sender angeschlossen werden können, ist begrenzt.
- **Keine Plug-and-Play-Funktionalität:** Die Konfiguration der Schnittstellen (Baudrate, Datenbits, Parität, Stoppbits) muss manuell erfolgen.

### 2.3. Beispiel einer NMEA 0183 Sentence (GGA - Global Positioning System Fix Data):

\$GPGGA,123519,4807.038,N,01131.000,E,1,08,0.9,545.4,M,46.9,M,,\*47

- \$GPGGA: Sentence Identifier (GPS Global Positioning System Fix Data)
- 123519: Uhrzeit (UTC): 12 Stunden, 35 Minuten, 19 Sekunden
- 4807.038,N: Breitengrad: 48 Grad, 07.038 Minuten Nord
- 01131.000,E: Längengrad: 011 Grad, 31.000 Minuten Ost
- 1: Fix Quality: 1 = GPS fix
- 08: Anzahl der verwendeten Satelliten
- 0.9: Horizontal Dilution of Precision (HDOP)
- 545.4,M: Höhe über dem Meeresspiegel: 545.4 Meter
- 46.9,M: Geoid-Höhe über dem WGS84-Ellipsoid: 46.9 Meter
- ``: Zeit seit dem letzten DGPS-Update
- ``: DGPS Stations-ID
- \*47: Checksumme

## 3. NMEA 2000: Der moderne Standard für maritime Netzwerke

### 3.1. Entwicklung und Grundlagen:

Als Nachfolger von NMEA 0183 wurde NMEA 2000 in den späten 1990er Jahren entwickelt, um die Limitierungen des älteren Protokolls zu überwinden. NMEA 2000 basiert auf dem CAN (Controller Area Network)-Bus, der auch in der Automobilindustrie weit verbreitet ist, jedoch mit spezifischen Anpassungen für maritime Anwendungen.

NMEA 2000 ermöglicht die bidirektionale Kommunikation zwischen bis zu 50 Geräten über ein gemeinsames Netzwerk. Die Daten werden in standardisierten "Parameter Group Numbers" (PGNs) übertragen, die spezifische Datentypen und ihre Formate definieren. Das Protokoll unterstützt Plug-and-Play-Funktionalität, bei der Geräte automatisch vom Netzwerk erkannt und konfiguriert werden.

### 3.2. Vor- und Nachteile:

- **Vorteile:**
  - **Bidirektionale Kommunikation:** Ermöglicht den Austausch von Informationen in beide Richtungen, was komplexere Interaktionen und Steuerungsfunktionen ermöglicht.
  - **Höhere Bandbreite:** Der CAN-Bus bietet eine deutlich höhere Bandbreite als die serielle Kommunikation von NMEA 0183, was die Übertragung größerer Datenmengen erlaubt.
  - **Plug-and-Play:** Geräte werden automatisch erkannt und konfiguriert, was die Installation und Erweiterung des Netzwerks vereinfacht.
  - **Mehrere Geräte:** Unterstützt die Vernetzung einer großen Anzahl von Geräten (bis zu 50 Knoten).
  - **Standardisierte Datenformate:** PGNs gewährleisten eine einheitliche Interpretation der Daten durch verschiedene Geräte.
  - **Robustheit:** Das CAN-Bus-Protokoll ist robust und fehlertolerant.
- **Nachteile:**
  - **Komplexität:** Das Protokoll ist komplexer als NMEA 0183, was die Entwicklung und Fehlersuche aufwändiger gestalten kann.
  - **Höhere Kosten:** Die Implementierung von NMEA 2000-Geräten und -Netzwerken ist in der Regel teurer als bei NMEA 0183.
  - **Kompatibilität:** Obwohl NMEA 2000 ein Standard ist, können herstellerspezifische Erweiterungen oder Interpretationen zu Kompatibilitätsproblemen führen.

### 3.3. Beispiel einer NMEA 2000 PGN (129025 - Latitude and Longitude):

Die Daten in NMEA 2000 werden binär übertragen, daher ist eine direkte Darstellung als Text nicht möglich. Die PGN 129025 enthält Informationen über Breitengrad und Längengrad. Ein typischer Datensatz dieser PGN würde binäre Werte für die geografische Breite (in Radiant), die geografische Länge (in Radiant) und Informationen über die Datenquelle enthalten.

## 4. Seataalk NG: Raymarines proprietäre Weiterentwicklung

Seataalk NG (Next Generation) ist ein proprietäres Netzwerkprotokoll von Raymarine, das auf dem NMEA 2000 Standard aufbaut, jedoch mit herstellerspezifischen Erweiterungen und Anschlüssen. Seataalk NG verwendet die gleichen CAN-Bus-Grundlagen und PGNs wie NMEA 2000, bietet aber eine vereinfachte Verkabelung durch die Verwendung von Spur-Kabeln und -Steckern.

### 4.1. Kompatibilität:

Seataalk NG-Geräte sind in der Regel vollständig kompatibel mit NMEA 2000-Geräten anderer Hersteller. Über Adapterkabel können Seataalk NG-Netzwerke problemlos in reine NMEA 2000-Netzwerke integriert werden. Raymarine bietet auch Geräte an, die sowohl NMEA 0183 als auch Seataalk NG/NMEA 2000 unterstützen, um die Integration älterer Geräte zu ermöglichen.

## 5. Weitere relevante Protokolle und Technologien:

- **SeaTalk:** Ein älteres, proprietäres Protokoll von Raymarine, das auf serieller Kommunikation basiert und heute weitgehend von Seotalk NG abgelöst wurde.
- **Ethernet:** Gewinnt in modernen Bordnetzwerken zunehmend an Bedeutung, insbesondere für die Übertragung großer Datenmengen wie Radarbilder, Video-Feeds und IP-basierte Kommunikation. Protokolle wie TCP/IP und UDP werden hier eingesetzt.
- **WiFi:** Ermöglicht die drahtlose Vernetzung von Geräten an Bord und die Anbindung an mobile Geräte wie Tablets und Smartphones.
- **Bluetooth:** Wird für die kurzreichweitige Kommunikation zwischen Geräten, z.B. für die Verbindung von Mobilgeräten mit dem Soundsystem oder zur Übertragung von Sensordaten, eingesetzt.

## 6. Abgrenzung zum Fahrzeugbau:

Während im Fahrzeugbau der standardisierte CAN-Bus (insbesondere SAE J1939 für schwere Nutzfahrzeuge und ISO 15765 für PKWs) dominiert, hat sich in der maritimen Welt eine heterogenere Landschaft mit NMEA 0183 und NMEA 2000 als Hauptprotokollen etabliert.

Die Gründe für diese Unterschiede liegen in den spezifischen Anforderungen und der Entwicklung der jeweiligen Industrien:

- **Historische Entwicklung:** NMEA 0183 etablierte sich frühzeitig in der maritimen Elektronik, bevor der CAN-Bus in der Automobilindustrie breit eingesetzt wurde.
- **Umgebungsbedingungen:** Maritime Elektronik muss rauen Umgebungsbedingungen (Feuchtigkeit, Salz, Vibrationen) standhalten, was spezifische Anforderungen an die Hardware und Protokolle stellt.
- **Funktionsumfang:** Marine Netzwerke integrieren oft eine breitere Palette spezialisierter Sensoren und Geräte (z.B. Echolote, Windmesser, Autopiloten) mit spezifischen Datenformaten.
- **Fragmentierter Markt:** Der Markt für maritime Elektronik ist tendenziell fragmentierter als der Automobilmarkt, was die Durchsetzung eines einzigen, dominanten Standards erschwert hat.

Obwohl NMEA 2000 auf der CAN-Bus-Technologie basiert, sind die spezifischen Protokollschichten und Datenformate (PGNs) auf die Bedürfnisse der maritimen Anwendungen zugeschnitten. Eine direkte Kompatibilität zwischen maritimen NMEA 2000-Netzwerken und automotiven CAN-Bus-Systemen besteht in der Regel nicht ohne spezielle Gateways oder Konverter.

## 7. Einsatz aktueller gängiger Kartenplotter:

Moderne Kartenplotter sind zentrale Komponenten in Bordnetzwerken und unterstützen in der Regel sowohl NMEA 0183 als auch NMEA 2000 (und oft auch Seotalk NG). Sie dienen als Schnittstelle zur Anzeige und Verarbeitung von Daten von verschiedenen Sensoren und Geräten im Netzwerk.

- **NMEA 0183-Unterstützung:** Kartenplotter verfügen in der Regel über mehrere NMEA 0183-Ein- und Ausgänge, die für die Verbindung mit älteren Geräten oder spezifischen Sensoren genutzt werden können, die noch kein NMEA 2000 unterstützen. Die Konfiguration der Baudraten und Datenformate erfolgt im Menü des Kartenplotters.
- **NMEA 2000-Unterstützung:** Die meisten aktuellen Kartenplotter verfügen über einen NMEA 2000-Anschluss (oft ein Micro-C-Stecker). Über das NMEA 2000-Netzwerk können sie Daten von einer Vielzahl von Geräten empfangen und senden, darunter GPS-Empfänger, AIS-Transponder, Instrumente (Wind, Tiefe, Geschwindigkeit), Autopiloten, Motordaten und vieles mehr. Die Plug-and-Play-Funktionalität erleichtert die Integration neuer Geräte.

- **Seatalk NG-Unterstützung:** Kartenplotter von Raymarine verfügen über Seatalk NG-Anschlüsse und bieten eine nahtlose Integration mit anderen Raymarine-Geräten. Sie sind jedoch über Adapterkabel auch mit Standard-NMEA 2000-Netzwerken kompatibel.
- **Ethernet-Konnektivität:** Viele moderne Kartenplotter verfügen auch über Ethernet-Anschlüsse, die für die Verbindung mit Radar, Sonar, IP-Kameras und anderen Geräten mit hoher Bandbreite genutzt werden. Sie ermöglichen auch die Netzwerkfreigabe von Daten zwischen mehreren Kartenplottern.
- **WiFi und Bluetooth:** Integriertes WiFi ermöglicht die Verbindung zu drahtlosen Netzwerken und mobilen Geräten für Software-Updates, Karten-Downloads und die Nutzung von Companion-Apps. Bluetooth wird oft für die Verbindung mit Mobilgeräten für Benachrichtigungen oder die Steuerung von Audiofunktionen genutzt.

## 8. Kompatibilität der Kabel und Anschlüsse:

Die physischen Anschlüsse und Kabel der verschiedenen Systeme sind in der Regel **nicht direkt kompatibel**.

- **NMEA 0183:** Verwendet typischerweise offene Kabelenden oder standardisierte serielle Anschlüsse (DB9 oder ähnliche) mit unterschiedlicher Pinbelegung je nach Hersteller und Gerät. Die Verkabelung erfordert sorgfältiges Anschließen der einzelnen Adern (Transmit+, Transmit-, Receive+, Receive-, Ground).
- **NMEA 2000:** Verwendet standardisierte Micro-C-Stecker und -Buchsen für den Anschluss an das NMEA 2000 Backbone (das Hauptnetzwerkkabel). Das Backbone besteht aus einem abgeschirmten Twisted-Pair-Kabel mit Stromversorgungsleitungen. Stichleitungen (Drop Cables) verbinden die einzelnen Geräte mit dem Backbone.
- **Seatalk NG:** Verwendet proprietäre Spur-Kabel und -Stecker von Raymarine. Diese sind zwar robuster und einfacher zu handhaben als offene NMEA 0183-Kabel, aber nicht direkt mit NMEA 2000 kompatibel.
- **Adapterkabel:** Um Geräte mit unterschiedlichen Anschlüssen zu verbinden, sind in der Regel spezielle Adapterkabel erforderlich. Beispielsweise gibt es Adapter von NMEA 0183 auf NMEA 2000 oder von Seatalk NG auf NMEA 2000.

## Herstellerspezifische Unterschiede (Garmin, Raymarine, Simrad, Lowrance):

- **Garmin:** Verwendet standardmäßige NMEA 2000 Micro-C-Anschlüsse und bietet auch Geräte mit NMEA 0183-Schnittstellen an.
- **Raymarine:** Setzt auf Seotalk NG als primäres Netzwerkprotokoll für neuere Geräte, bietet aber auch NMEA 2000-Kompatibilität und NMEA 0183-Schnittstellen an vielen Geräten. Adapterkabel für die Integration von Seotalk NG in NMEA 2000-Netzwerke sind verfügbar.
- **Simrad und Lowrance (beide gehören zur Navico-Gruppe):** Verwenden standardmäßige NMEA 2000 Micro-C-Anschlüsse und bieten ebenfalls NMEA 0183-Schnittstellen an.

### Fazit:

Die Datenkommunikation in Bordnetzwerken hat sich von einfachen seriellen Verbindungen zu komplexen, standardisierten Netzwerken entwickelt. NMEA 0183 bleibt aufgrund seiner Einfachheit und weiten Verbreitung relevant, während NMEA 2000 der moderne Standard für die Vernetzung einer Vielzahl von Geräten mit bidirektionaler Kommunikation und Plug-and-Play-Funktionalität ist. Proprietäre Protokolle wie Seotalk NG bieten herstellerspezifische Vorteile, sind aber in der Regel mit NMEA 2000 kompatibel. Moderne Kartenplotter dienen als zentrale Schnittstellen, die in der Regel sowohl NMEA 0183 als auch NMEA 2000 unterstützen. Die physischen Anschlüsse und Kabel sind jedoch nicht direkt kompatibel, sodass bei der Integration von Geräten unterschiedlicher Systeme gegebenenfalls Adapterkabel erforderlich sind. Im Gegensatz zum stark standardisierten CAN-Bus im Fahrzeugbau ist die maritime Elektronik durch eine größere Vielfalt an Protokollen und Anschlüssen gekennzeichnet, was bei der Planung und Installation von Bordnetzwerken sorgfältige Überlegungen erfordert.