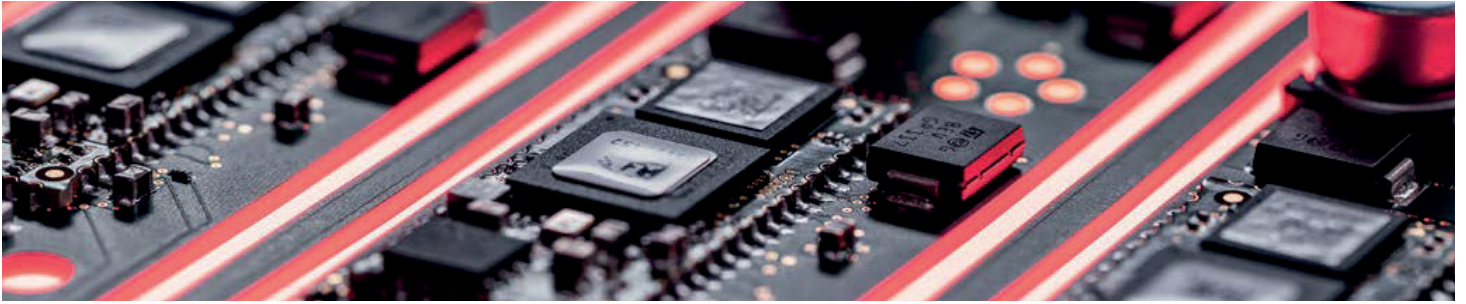


## Pragmatisch ins Industrial IoT



**Die Integration einer Profinet-Schnittstelle in ein bestehendes System ist oft komplex – insbesondere dann, wenn Zeit, Entwicklungsressourcen und Stückzahlen begrenzt sind. Genau diese Herausforderung galt es bei der Netzteilerweiterung einer industriellen Ultraschalllösung zu meistern.**

Ein Hersteller von Ultraschallschweißsystemen stand vor der Aufgabe, die Steuerung einer neuen Geräteversion Profinet-fähig zu machen. Während die Ansteuerung zur Einstellung von Frequenzen, Amplituden und anderen Parametern beim Vorgängermodell über eine serielle Schnittstelle auf Basis eines STM32-Controllers erfolgte, wünschte der Endkunde für die neue Produktgeneration eine echtzeitfähige Kommunikation über Profinet – mit dem Anspruch, dass sich die neue Schnittstelle nahtlos und möglichst ohne aufwendige Hardware-Neuentwicklung oder lange Zertifizierungsprozesse in die bestehende Systemarchitektur integrieren sollte.

### Das passende Kommunikationsmodul

Das Projekt wurde im Auftrag des Endkunden vom Systementwickler Brückmann Elektronik und den Systems Engineering-Spezialisten von Burger Engineering betreut. Entscheidend war die Wahl des passenden Kommunikationsmoduls. Hier fiel die Wahl auf das ‚netRapid 90‘ von Hilscher, ein komplett getestetes, lötbare Kommunikationsmodul mit integriertem ‚netX-90‘-Chip, das mit dem vorgeladenen Profinet-Kommunikationsstack ausgeliefert wird und sich daher ohne komplexe Hardware-Entwicklung direkt in bestehende Designs einfügen lässt. Alternativen wurden diskutiert, doch aufgrund der geplanten geringen Stückzahlen schied eine gesonderte PCB-Entwicklung (Design-In eines netX 90) schnell aus. Das netRapid 90 erwies sich mit seiner kompakten Bauform, seiner vollständigen Kommu-

nikations- und Applikationseinheit sowie den vorhandenen Entwicklungs- und Zertifizierungswerkzeugen als die effizienteste Lösung. Aufgrund fehlender Erfahrung mit Profinet, insbesondere in Kombination mit Hilscher-Hardware, suchte sich Brückmann Unterstützung und wandte sich an Burger Engineering, bereits seit mehreren Jahren zertifizierter Hilscher ‚netX Design-In Partner‘.

### Logiken trennen

Herzstück der technischen Lösung war die Trennung von Applikations- und Kommunikationslogik. Der bestehende STM32-Controller, der bereits alle gerätespezifischen Funktionen wie Frequenzregelung, Amplitudensteuerung und Leistungsmanagement abbildete, sollte nicht zusätzlich mit der Profinet-Kommunikation belastet werden. Ursprünglich war zwar angedacht, das netRapid 90 im sogenannten Companion Mode arbeiten zu lassen, also die Applikation im STM32 zu implementieren, und die Kommunikation in das Profinet-Netzwerk komplett über das netRapid 90 abzuwickeln. Da der STM32 aber bereits durch zeitkritische Abläufe an seiner Performancegrenze arbeitete, entschied man sich dazu, den netRapid im Stand-Alone-Modus zu implementieren. Dadurch konnten Applikationsdateien über den zweiten Core des netX 90 über das Profinet-Protokoll zwischen Provider und Consumer ausgetauscht werden. Die Profinet-Kommunikation wurde so praktisch ohne weitere Performance-Einbußen für den STM32 realisiert.

Die Verbindung zum STM32 wurde über eine SPI-Schnittstelle realisiert. Dabei agierte der netRapid 90 als Master und rief die prozessrelevanten Daten direkt vom STM32 Controlchip ab beziehungsweise übermittelte diese an ihn. Dieser zyklische Prozessdatenaustausch erhöhte die Timing-Stabilität der Kommunikation beträchtlich und ermöglichte außerdem spätere Änderungen innerhalb der übermittelten Daten.

## Byte-Spiegelung statt Protokoll-Overhead

Die Datenstruktur im System wurde folgendermaßen umgesetzt: Die Profinet-Kommunikation wurde so konfiguriert, dass der netRapid 90 keine Kenntnis von den konkreten Dateninhalten hatte. Stattdessen wurden 64 Byte an Provider- und 64 Byte an Consumer-Daten als reine Byte-Felder zyklisch zwischen dem Profinet-Netzwerk und dem STM32 ausgetauscht. Auf diese Weise war es allein Aufgabe der übergeordneten Steuerung und des STM32, die Inhalte dieser Datenfelder zu interpretieren. Für die Applikation auf dem netRapid-Modul selbst war dies irrelevant, sie spiegelte die Daten lediglich in definierten Takten.

Diese Spiegelung reduzierte den Entwicklungsaufwand erheblich: Anpassungen an der Datenstruktur, etwa das Erweitern von Parametern, die Umstellung von 8-Bit- auf 16-Bit-Werte oder das Hinzufügen neuer Steuerbefehle, konnten selbst zum Projektende hin noch erfolgen, ohne dass die Kommunikationsschicht erneut angepasst werden musste. Genau dieser Entkopplung verdankte das Projekt seine hohe Flexibilität und Geschwindigkeit. Für den Entwickler bedeutete das: keine komplexe Diagnose, keine aufwendige Interpretation, keine unnötige Parametrierung, sondern ein robuster, flexibler Prozessdatenaustausch. Zusätzlich konnte die Entwicklungszeit mit dem netRapid 90 als Embedded-Modul-Lösung verkürzt werden, da der Entwicklungsaufwand im Vergleich zu einer integrierten Chip-Lösung deutlich geringer war.

## Neun Monate bis zum Endprodukt

Das Projekt gliederte sich in zwei Phasen: eine erste Umsetzungsphase im Jahr 2023 und eine zweite Zertifizierungs- und Optimierungsphase im Jahr 2024. Die Zusammenarbeit erfolgte dabei arbeitsteilig zwischen Brückmann, Burger Engineering und Hilscher.

### Phase 1: Umsetzung (Februar bis Juni 2023)

Zu Beginn stand ein gemeinsamer Workshop von Brückmann als Auftraggeber und Burger Engineering als für die Entwicklung zuständiger Partner. Dabei wurde der technische Rahmen für das Projekt abgesteckt und entschieden, ob ein Companion Mode oder eine Stand-alone-Lösung mit SPI-Anbindung geeigneter wäre. Nach Analyse der Controllerbelastung fiel die Entscheidung zugunsten der Stand-alone-Variante mit SPI-Spiegelung. Die Applikation wurde vollständig auf dem Application Core des Hilscher netRapid 90 realisiert. Der Entwicklungspartner übernahm die komplette Umsetzung der Applikation und arbeitete in der Frühphase mit Evaluationsboards, um unabhängig von der Zielhardware zu testen. Parallel lieferte Hilscher den Profinet-Protokollstack passend zur netRapid-90-Hardware zu.



Das lötbare Kommunikationsmodul ,netRapid 90' von Hilscher

### Phase 2: Optimierung und Zertifizierung (Juni bis September 2024)

Im zweiten Projektabschnitt wurde die Lösung auf der Basis von Vortests auf die Profinet-Zertifizierung vorbereitet. Der Entwicklungspartner passte dabei die Datenstruktur auf Kundenwunsch hin noch einmal an und erweiterte Parameterbereiche – die Flexibilität der 64-Byte-Spiegelung zahlte sich hier erneut aus. Die Zertifizierung erfolgte durch die Prüfstelle ComDeD. Die Auswahl der Konformitätsklasse A und Netload-Klasse 1 zu Projektbeginn reduzierte nicht nur den Entwicklungs-, sondern auch den Zertifizierungsaufwand auf das Notwendige. Features wie Profinet-Alarme, Diagnosefunktionen oder aufwendige Parametrierung wurden bewusst nicht umgesetzt, da sie für den Anwendungsfall nicht erforderlich waren.

Am Ende stand eine vollständige Profinet-Anbindung eines industriellen Netzteils – realisiert in unter einem halben Jahr und mit minimalem Aufwand zertifiziert. Die Lösung lässt sich in Zukunft problemlos anpassen oder auf weitere Geräteklassen übertragen. So wurde aus einem Kleinserienprojekt ein idealtypischer Einstieg ins Industrial IoT.

#### Autoren:

**Wilhelm Adacker**

Softwarearchitekt BURGER ENGINEERING GmbH

**Jörg Klenke**

Geschäftsleitung und PMO BURGER ENGINEERING GmbH