



Die Firma Bartholet Maschinenbau AG, ein international führendes Unternehmen im Bereich Seilbahnen, Maschinenbau und Beleuchtung, setzt mit dem Ropetaxi® auf eine neue Generation von Umlaufbahnen. Anders als bei herkömmlichen Gondelbahnen werden bei diesem System die Gondeln nicht durch Fördersysteme in der Station angetrieben, sondern jede Gondel verfügt über einen eigenen Antrieb, eine autonome Energieversorgung und ist steuerbar über ein Leitsystem.

## BARTHOLET

### KUNDE

Bartholet Maschinenbau AG  
Lochriet 21a  
8890 Flums  
www.bartholet.swiss

### FIRMA

Die Bartholet Maschinenbau AG wurde 1962 in Flums gegründet und ist heute international tätig. Das Unternehmen beschäftigt über 400 Mitarbeitende und verfügt über elf Produktionshallen am Standort Flums. Bartholet plant und baut Seilbahnen in Bergregionen und zunehmend in städtischen Gebieten.

### PROJEKT

Folgende Dienstleistungen durfte AVM Engineering AG für Bartholet Maschinenbau AG umsetzen:

#### → Hardware Engineering:

- Evaluierung & Integration
- Konstruktion
- Qualität & Analyse

#### → Safety Engineering:

- Beratung Sicherheitsfunktionen
- Abklärungen Zuverlässigkeiten
- Umsetzung der Software

#### → Software-Engineering:

- Konzept & Architektur
- Implementation & Integration
- Test & Validierung

### Herausforderungen in der Station und am Seil

Bei der Entwicklung dieser neuen Generation von Gondeln durfte AVM Engineering AG bereits seit der Konzeptphase mitwirken. Zu Beginn war klar, dass die Gondeln einen kompakten und zuverlässigen Eigenantrieb haben müssen. Dazu benötigt jede Gondel eine autonome Stromquelle mit Ladeeinrichtung. Zur smarten Regelung aller Systeme und der Anbindung an das Leitsystem, braucht jede Gondel ein Steuerungs- und Kommunikationssystem, welches unter anderem die Geschwindigkeits- und Fahrtrichtungsüberwachung dieser selbstfahrenden Gondeln übernimmt. Dazu kam die Größenordnung des Projekts: Für die erste Anlage wurden über hundert Stück dieses neuen Gondeltyps benötigt.

### Robustheit trifft Innovation

Für die Umsetzung setzen wir seit Beginn des Projekts auf die B&R X90 Safety-Steuerung mit integrierter SafeLOGIC. Sie bildet das Herzstück der Gondelsteuerung und kommuniziert sowohl mit dem Antriebssystem als auch mit dem eigens für die Gondel entwickelten Batterie-system der Firma BRUSA Technology AG. Über ein



B&R X90 mobile Steuerung, SafeLOGIC integriert

vorgelagertes Kommunikationsgateway verbindet sich die Gondelsteuerung mit dem WLAN der Station und darüber mit dem Leitsystem der Firma SISAG AG. Dabei erfolgt die Datenübertragung zwischen Gondelsteuerung und Leitsystem über das standardisierte MQTT-Protokoll, was eine optimale Vernetzung ermöglicht.

Als Basis für die Kommunikation auf der B&R Steuerungsplattform dient die von AVM Engineering AG entwickelte MQTT-Client-Library. Gemeinsam mit den Firmen SISAG AG und Bartholet AG wurde eine Spezifikation entwickelt, welche den MQTT-Topic Tree sowie die JSON Payload Schemas beinhaltet. Damit wird jede Gondel zum intelligenten, vernetzten Fahrzeug.

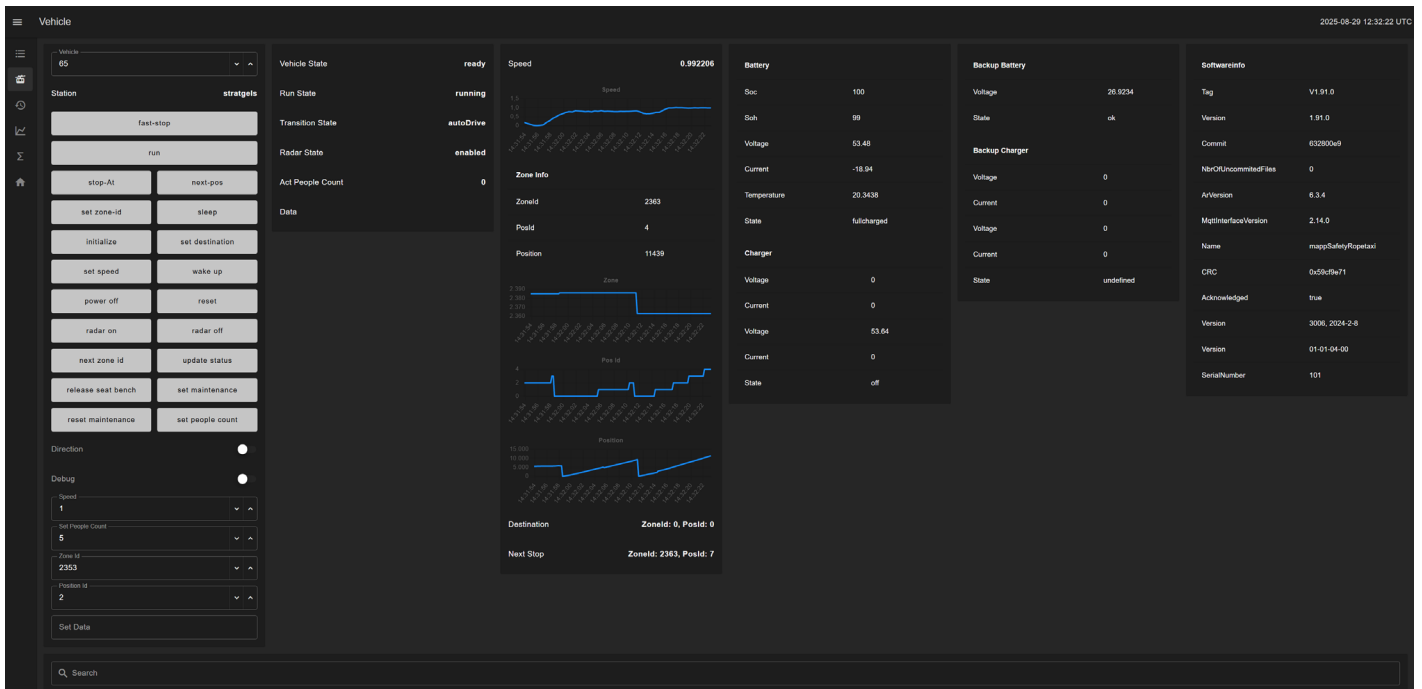
### Von der Idee zum Serienprodukt

Der Weg führte von den ersten Entwürfen der Steuerplatte in der Hardwareplanung über den Prototypenbau der ersten zwanzig Gondel-Steuerplatten bis hin zur Serienreife. Zu Beginn war die Steuerplatte sehr kompakt und auf zwei Einbaorteile verteilt. Um die Evaluation des optimalen Antriebssystems zu unterstützen, wurde die Hardwareschnittstelle so gestaltet, dass zwei völlig unterschiedliche Antriebssysteme getestet werden konnten.

Nach Abschluss dieser Planungs- und Prototypenphase folgte der erste praktische Test:

Ein Dauertest zweier Gondeln auf rund 2000 m ü.M lieferte wertvolle Erkenntnisse für die weitere Optimierung der Steuerplatte. In der nächsten Entwicklungsphase wurde in einer vollständig aufgebauten Station in der Montagehalle bei Bartholet AG in Flums das Zusammenspiel mit dem Leitsystem weiterentwickelt und getestet. Dort war auch die Optimierung der speziellen Antriebseinheit mit dem Hersteller des Umrichters möglich. Im letzten Entwicklungs-Meilenstein erfolgten Ein- und Ausfahrtstests aus der Station mit einem Spezialfahrzeug auf einer Sesselbahn während der Sommerpause. Die so gewonnenen Erkenntnisse flossen kontinuierlich in die Fahrzeugentwicklung zurück.

Dank der bei AVM detailliert in EPLAN Electric P8 aufbereiteten Gerätedaten konnte stets die Übersicht gewahrt und jeweils rasch die optimale Anordnung ermittelt werden. Auf Grundlage dieses Schemas baute Bartholet AG zunächst 60 Gondeln und im darauffolgenden Jahr, nach weiteren technischen Anpassungen, eine zweite Serie von 48 Gondeln.



Dashboard: Detailansicht der Gondel

## Fit für die Inbetriebnahme

Aufgrund des engen Zeitrahmens für die Inbetriebnahme wurde bei jeder gebauten Gondel während der mechanischen Schlusskontrolle ein Integrationstest durchgeführt.

Dabei kam ein auf Node-RED basierendes Dashboard zum Einsatz, das von AVM Engineering AG entwickelt wurde.

Dieses Dashboard wurde bereits während der Softwareentwicklung in der Simulation verwendet und kontinuierlich an die stetig weiterentwickelten Spezifikationsversionen und neuen Auswertemöglichkeiten angepasst. So konnte bei jeder Gondel überprüft werden, ob sie wie vorgesehen auf unterschiedliche Kommandos korrekt reagiert und ihre Statusmeldungen den Erwartungen entsprechen. Dadurch waren die Gondeln bestmöglich für die Inbetriebnahme der Anlage vorbereitet.

Als echter Gamechanger erwies sich die genutzte Software-Update-Library der AVM Engineering AG. Schon vor der Inbetriebnahme stellten wir uns die Frage, wie sich möglichst alle Gondeln gleichzeitig aktualisieren lassen, da Updates der Gondelsoftware auf der Anlage garantiert durchgeführt werden müssen. Als Lösung entwickelten wir eine Library auf der B&R Steuerungsplattform, die es ermöglicht, das Update von jeder Gondel eigenständig durchführen zu lassen. Dadurch ist der Zeitaufwand für ein Update minimal und es wird ein einheitlicher Softwarestand auf allen Gondeln gewährleistet.

## FAZIT

Die neue Generation der Gondeln zeigt, dass es möglich ist, individuelle Systeme mit eigenem Antrieb, einer autonomen Energieversorgung und einer intelligenten Steuerung als Schwarm zu betreiben. Für diesen Ansatz eignet sich das standardisierte MQTT-Protokoll besonders gut: Leitsystemkommandos lassen sich bereits in der Simulation spielend leicht testen - etwa über ein Node-RED-basierendes Dashboard, das zugleich für Integrationstest an der realen Hardware genutzt werden kann oder klassisch als einfache Servicevisualisierung. Gleichzeitig ermöglichte uns MQTT, dank seines publish/subscribe-Prinzips, die automatisierte Aufzeichnung des gesamten Datenverkehrs in einer Datenbank - perfekt für stationsübergreifende Auswertungen und Analysen.



AVM Engineering AG patrick.doerig@avm.swiss  
Patrick Dörig, +41 71 544 60 67