

Solve Engineering

Lungensimulation zu Ausbildungszwecken

Der elektromechanische Lungensimulator TestChest verbessert die Ausbildung von Medizinern für die Behandlung der Atmungsorgane.



Die korrekte Anwendung von medizinischen Geräten muss trainiert werden.

Eine Lunge real nachzubilden, ist trotz des vermeintlich simplen Aufbaus eine technische Herausforderung. Vor allem dann, wenn im Extremfall sowohl eine Raucherlunge als auch diejenige eines Hochleistungssportlers realitätsnah simuliert werden soll. Der herausfordernden Aufgabe, einen Lungensimulator für Ausbildungszwecke zu entwickeln, stellte sich das Start-up-Unternehmen Organix GmbH. Für die Elektronik- und die Softwareentwicklung wurde die Engineeringfirma Solve GmbH beauftragt.

Start-up-Unternehmen mit High Potential

Die Organix GmbH ist ein Schweizer Unternehmen, das 2011 von Spezialisten für Atemwegsphysiologie und Beatmungstechnik als Start-up gegründet wurde. Sie ist Entwickler und Hersteller von TestChest, einem sehr realitätsnahen Lungensimulator für die Aus- und Weiterbildung von Anästhesisten, Intensivmedizinern und Krankenschwestern.

Mit der Unterstützung von Solve konnte aus dem entstandenen Funktionsmuster ein gefragtes Produkt entwickelt und an-

schliessend auf dem Markt angeboten werden. Seitdem setzt Organix seine Passion für die mechanische Ventilation fort, indem es die Fähigkeiten des Hochleistungssimulators kontinuierlich verbessert und erweitert, um zukünftige Erfordernisse in diesem sensiblen Anwendungsgebiet zu erfüllen.

Leben retten trainieren

TestChest wurde entwickelt, um die menschliche Lunge und die Atmungsorgane für Lehr- und Trainingszwecke zu simulieren. Das Gerät lässt sich entweder als eigenständige Trainingsstation oder integriert in einem vollwertigen Patientensimulator verwenden. TestChest verwandelt eine Laborpuppe in einen physiologischen Lungensimulator, da das Gerät über eine Atemwegsöffnung verfügt. An diesen Puppen wird der Einsatz von Beatmungsgeräten in den Spitälern trainiert, damit diese im Ernstfall sachgerecht angewendet werden.

Vom Funktionsmuster zur Marktreife

Beim Projekt TestChest handelt es sich ursprünglich um ein von der Schweizerischen

Agentur für Innovationsförderung, Innosuisse, unterstütztes Projekt. Nun ging es darum, eine aus diesem Projekt entstandene Elektronik zu einem industrietauglichen Produkt weiterzuentwickeln, das weltweit vermarktet werden soll. Nebst der zuverlässig funktionierenden technischen Lösung muss der Lungensimulator auch die länderspezifischen Normen, wie z. B. die CE-Konformität erfüllen. Die Bedienung und Parametrierung des Simulators erfolgt über eine vom Kunden erstellte PC-Bedienoberfläche und ist über Ethernet mit dem Gerät verbunden. Ausserdem soll das Endprodukt zu einem konkurrenzfähigen Preis auf dem Markt angeboten werden. Nebst einer hohen Fachkompetenz legte die Organix GmbH bei der Auswahl des Entwicklungspartners grossen Wert auf die individuelle Beratung und Unterstützung.

Lösungskompetenz in Mikrocontroller-Steuerungen

Die Solve GmbH besitzt langjährige Projekterfahrung in der Programmierung von Realtime-Betriebssystemen von Mikrocontrollern sowie in der Erstellung von Schemas und Layouts für industrietaugli-

che Elektroniksteuerungen. Dazu gehören auch die für die CE-Konformität notwendigen EMV-Tests. Für das Projekt TestChest wurden zudem Kompetenzen in der Entwicklung einer Ethernet-Kommunikation zu einem übergeordneten Rechner und einer CAN-Schnittstellen-Kommunikation zu einem Linearmotor erwartet.

1. Phase: Funktionale Sicherstellung und Optimierung

Von der Mikrocontroller-basierenden Steuerung werden für die Lungensimulation vier Ventile für die Luftzu- und -abfuhr der Atemungskanäle digital angesteuert. Weiter umfasst der TestChest einen Linearmotor, der eine Art Blasebalg für die Atmung simuliert, sowie einen DC-Servomotor, der den Kanal für die Luftzufuhr enger und weiter öffnet. Diese Komponenten werden ebenfalls von der Steuerung aus bedient. Im Regelfall ist ein externes Beatmungsgerät angeschlossen, und der Simulator bildet die Lungenfunktion von einer Person nach.

Über die PC-Bedienoberfläche gibt der Anwender Parameter wie z. B.

- Chestwall Complacance (Dehnbarkeit des Lungenkörpers)
- Airway Resistance (Atemwegwiderstand)
- Dead Space Volume (Totraumvolumen)
- Herzschlag

oder den allgemeinen Zustand in der Lunge für Erwachsene vor. Diese werden via einer Ethernet-Schnittstelle an die Steuerung

übertragen. Die Sensoren liefern dem Bediener auf seiner Oberfläche in Echtzeit diverse Messdaten wie über den Druck, die Sauerstoffmenge und die Temperatur. Die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen Steuerung und PC sind über das bewährte Client-Server-Telnet-Protokoll realisiert.

In der ersten Entwicklungsphase ging es vor allem darum, eine stabile Funktionalität und die Optimierung der bestehenden Steuerungssoftware des Funktionsmusters sicherzustellen. Für das Solve-Projektteam bedeutete das, als Erstes den bestehenden C-Code zu analysieren. Danach wurden diverse Anpassungen und Optimierungen wie diejenigen der Treiber vorgenommen, damit die Firmware stabil funktionierte.

2. Phase: Redesign der Elektronik

Im Laufe des Projekts wurde der bis anhin eingesetzte Prozessor vom Hersteller abgekündigt. Solve erhielt von Organix den Auftrag, die Elektronik zu optimieren und mit einem neuen Prozessor auszustatten. Als beste Lösung erwies sich ein ARM-Cortex-M4-Mikrocontroller von STMicroelectronics. Er ist dank seiner hohen Performance für solche Aufgaben besonders geeignet. Zudem verfügt dieser «digitale Signalprozessor (DSP)» über ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. In Zusammenarbeit mit der Partnerfirma Variosystems entwickelte und fertigte Solve die Elektronik. Die Firmware wurde daraufhin von Grund auf neu designt.



Auf dem Bildschirm werden die Messdaten in Echtzeit angezeigt.
Bilder: Organix GmbH

Hauptsächliche Verbesserungen der Neuentwicklung sind:

- erstmaliger Einsatz eines Realtime-Operationssystems
- Einsatz eines neuen und zuverlässigeren TCP/IP-Stacks
- Verbesserungen rund um die Debug-Ausgaben und -Fehlermeldungen
- sauber getrennte Architektur der verschiedenen Layer (Treiber / Framework / Applikation)

Nach allen Funktionstests und der EMV-Prüfung erhielt Organix ein zukunftssicheres, zuverlässiges und kostenoptimiertes Produkt.

Optimales Produkt zu attraktivem Preis

Das Start-up-Unternehmen Organix profitierte von der langjährigen Erfahrung von Solve in der Software- und Elektronikentwicklung, was letztlich zu einem erfolgreichen Produkt führte. Solve schaffte es, zu relativ niedrigen Kosten aus einem Prototyp ein marktreifes Produkt fertigzustellen. Besonders schätzte der Kunde die Beratung und die Flexibilität bei der Optimierung und der Stabilisierung der bestehenden Firmware. Organix verfügte als Start-up-Unternehmen über ein minimales Budget. Dank der langjährigen Erfahrung in Elektronik- und Softwareentwicklung von Solve konnte auch dieses eingehalten werden.



TestChest verwandelt eine Laborpuppe in einen physiologischen Lungensimulator.