

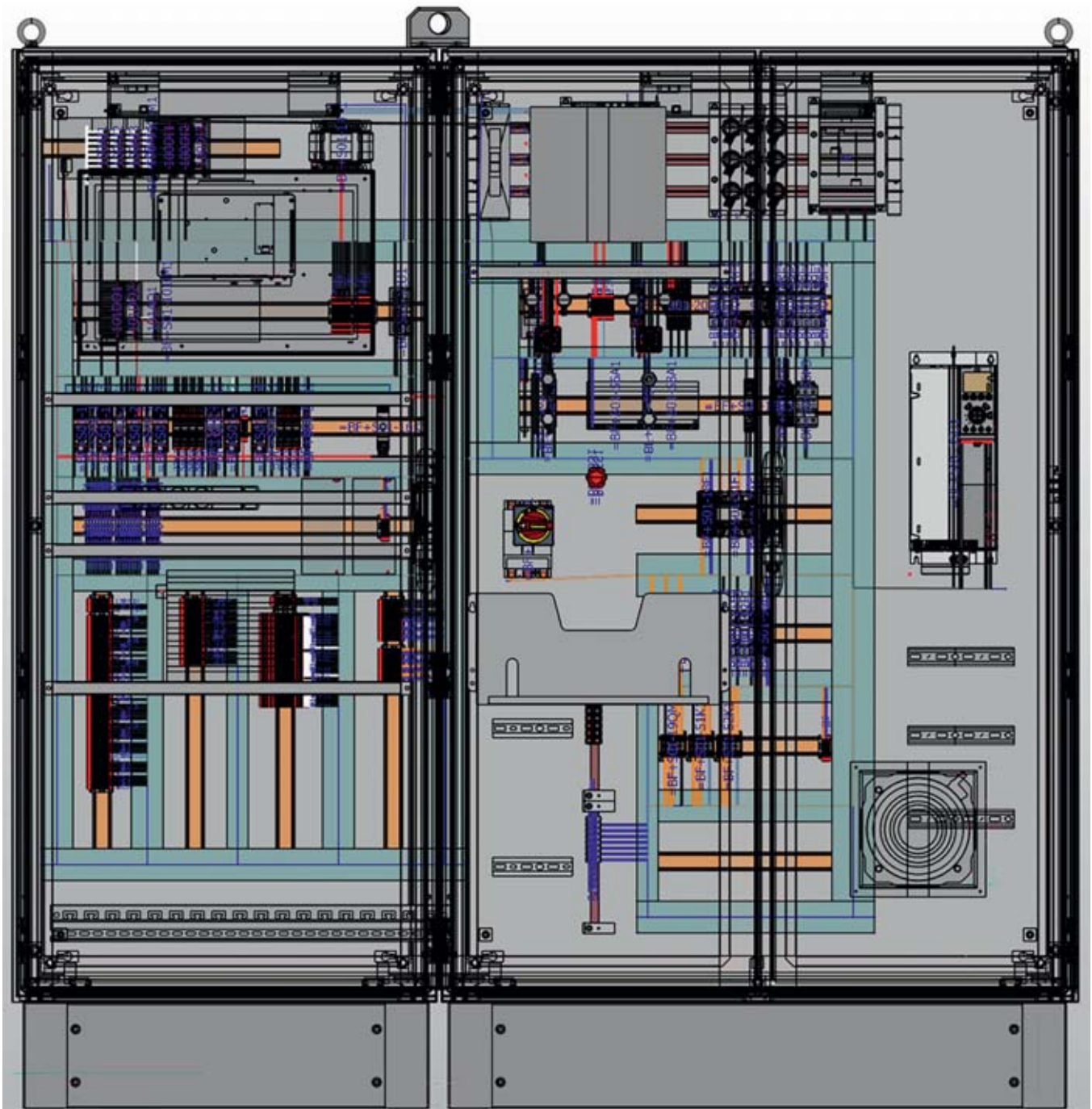
Automatisierter Schaltschrankbau

Der digitale Zwilling als Taktgeber der Fertigung

Umfassende digitale Abbildung von Schaltschrankprojekten sorgen für eine optimale Planung und Umsetzung.

Bild: UVP Schaltschrankbau

Digitale Zwillinge verbinden Engineering und Fertigung im Schaltschrankbau zu einer durchgängigen Prozesskette. Saubere Daten, definierte Standards und integrierte Software senken Fehlerquoten, beschleunigen Abläufe und verlagern einen großen Teil der Wertschöpfung in Planung und Konstruktion.



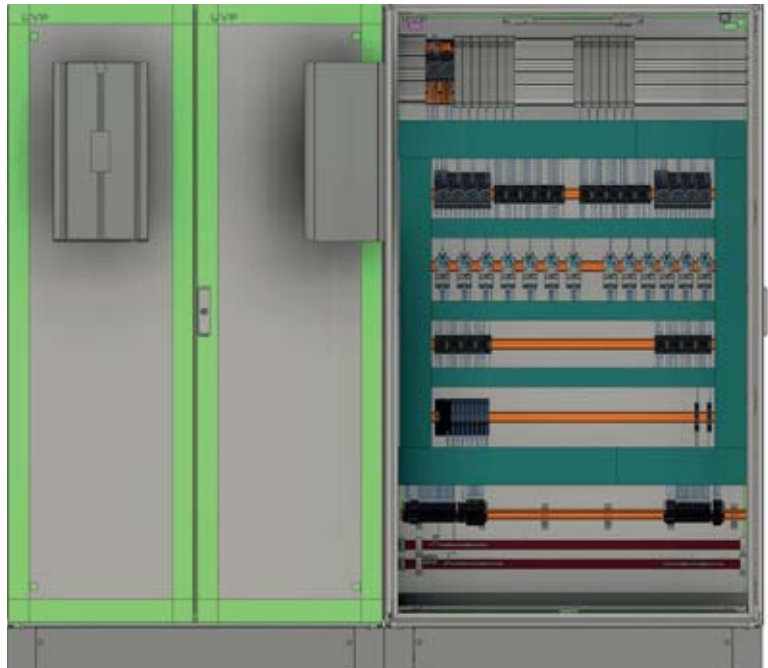
UVP Schaltschrankbau aus Pleidelsheim fertigt alle Aufträge auf Basis von digitalen Zwillingen mit durchgängigen Prozessen. Eine solche digitale Produktion stellt besonders hohe Anforderungen an Daten und ihre Qualität und benötigt darüber hinaus individuelle Software-Tools, um den erwünschten Automatisierungsgrad zu erreichen.

Die Basis eines durchgängigen CAE-Prozesses (CAE: Computer-Aided Engineering) stellen Makros dar: Für alle Bauteile wird ein solches digitales Abbild erstellt. Das Makro beinhaltet sowohl 2D- als auch 3D-Daten: Aus einer Zeichnung können sich zum Beispiel mehrere Anschlussmöglichkeiten für ein Teil ergeben. Ihre genauen Positionen im 3D-Raum müssen aus dem Makro hervorgehen. Erst die Zuordnung von beschreibenden Informationen zum 3D-Modell macht ein Makro vollständig. Nach den Makros wird der Schaltplan erstellt, sollte er nicht vom Auftraggeber bereitgestellt worden sein. Kommt der Schaltplan vom Kunden, wird dessen Stückliste in eine Software importiert und damit überprüft, ob für alle gelisteten Artikel ein Makro vorhanden ist. Die fehlenden werden erstellt, überprüft und freigegeben.

Vor der Erstellung des digitalen Zwillingen und dem CAE-Prozess müssen alle Makros zwingend vollständig und fehlerfrei sein. Sind die Makros nicht gepflegt, fehlen wichtige Informationen: Möglicherweise sind nutzbare Kabelquerschnitte und Aderbehandlung nicht benannt. Oder ein Kabel wird nach oben geroutet, obwohl sich der Anschluss an der Unterseite des Bauteils befindet, was das Kabel zu kurz oder zu lang macht. Auch die Leitungen müssen korrekt definiert werden. Jede Leitung wird einem passenden Artikel zugeordnet, was den Kabeltyp eindeutig festgelegt – damit kann der Füllgrad des Kabelkanals richtig berechnet werden.

Die Erstellung der Makros

Im nächsten Schritt wird der digitale Zwilling erstellt, der sämtliche Daten für die Konstruktion des Schaltschranks bereitstellt. Er wird mit den Kundendaten gegengecheckt und danach beginnt die Fertigung. Damit die automatisierte Produktion erfolgreich ist, benötigt der digitale Zwilling zwingend eine gute, konsistente Datengrundlage. Während ausgedruckte Schaltpläne auf Papier international funktionieren,



Kabelkonfektionierung erfolgt vollautomatisch – der digitale Zwilling bei UVP vereint alle Daten von Planung bis Prüfung.

Bild: UVP Schaltschrankbau

reichen sie für eine digitale Produktion nicht aus. Der digitale Zwilling benötigt auf seine Bedürfnisse zugeschnittene Schaltpläne.

Für UVP bedeutet das, vom Kunden bereitgestellte Informationen komplett zu überarbeiten. Denn vorhandene Makros werden in der Regel nicht in der Tiefe gepflegt, wie es der digitale Zwilling erfordert. UVP tauscht Makros aus und ergänzt fehlende Informationen wie nutzbare Kabeldurchschnitte oder die vorgegebene Aderbehandlung. Insgesamt sind die Erstellung und Pflege der Makros aufwendig: Es ist keine Seltenheit, dass für jedes Bauteil eine Arbeitszeit von 30 min notwendig wird. Bei der Inventur zählte UVP allein rund 1.700 Bauteile, die aber nur einen Bruchteil darstellen: Eine umfassende Makro-Bibliothek kann schnell rund 7.000 Makros umfassen – diese können bei verschiedenen Projekten immer wieder eingesetzt werden. Die Fertigung mit dem digitalen Zwilling bedeutet, dass

Thomapren®-EPDM/PP-Schläuche – FDA konform

www.rct-online.de



Elastischer Pumpen-, Pharma- und Förderschlauch für höchste Ansprüche

- **High-Tech-Elastomer EPDM/PP:** Temperaturbeständig bis +135 °C, UV-beständig, chemikalienresistent, niedrige Gaspermeabilität
- **Für Schlauchquetschventile und Peristaltikpumpen:** Bis zu 30 mal höhere Standzeiten gegenüber anderen Schläuchen
- **Biokompatibel und sterilisierbar:** Zulassungen nach FDA, USP Class VI, ISO 10993, EU 2003/11/EG



**Reichelt
Chemietechnik
GmbH + Co.**

Englerstraße 18
D-69126 Heidelberg
Tel. 0 62 21 31 25-0
Fax 0 62 21 31 25-10
rct@rct-online.de





Papierlos gefertigter Schaltschrank, entspricht zu 100 % dem digitalen Zwilling.

Bild: UVP Schaltschrankbau

große Teile der Produktionszeit in die Planung vorverlagert werden und das Gros der Aufgaben von Konstruktion und Engineering erledigt wird. Allein die Erstellung und Pflege der Makros machen rund 70 % der gesamten Arbeit aus. Daher sitzt das Engineering-Team von UVP in der Türkei: Da die Konstruktion teurer als die Fertigung ist, würde sich eine Konstruktionsabteilung in Deutschland nicht lohnen.

Standards müssen definiert werden

Ein weiterer zentraler Faktor im Prozess sind Standards. Sie müssen gleich zu Beginn definiert werden, bekannt sein und gelebt werden. Feste, immer gleiche Teile im Schaltschrank haben eindeutige Bezeichnungen, etwa die linken oder rechten Seitenwände, Türen oder Kabelkanäle. Konstrukteur und Produktion müssen diese Bezeichnungen kennen. Aus der Benennung geht die Position der Teile hervor, der Mitarbeiter benötigt dann keine weiteren Informationen mehr für den Bau des Schanks.

UVP arbeitet mit über 50 verschiedenen Standards. Fehlende Standards erzeugen Fehler bei der Schnittstelle zwischen Konstruktion und Fertigung: Der Konstrukteur muss beim Neusetzen den Kabelkanal zum Beispiel immer von links nach rechts zeichnen. Dieser Standard stellt sicher, dass die Anordnung in der Produktion eindeutig ist und die Bohrungen im Kabelkanal mit den Bohrungen der Montageplatte übereinstimmen. Abweichungen führen zu Montagefehlern.

Die Systemintegration, die einen automatisierten Prozess erst möglich macht, erfolgt über Software, die von Arbeitsschritt zu Arbeitsschritt die Fehlerfreiheit der Daten und die Konsistenz sicherstellt. Erst danach kann die nächste Aufgabe angestoßen werden. Eine Software überprüft zum Beispiel, ob alle Makros freigegeben sind. Ein weiteres Tool erkennt Abweichungen zwischen Schaltplan und Stückliste, jede Differenz wird überprüft und im Programm kommentiert. Dar-

aus entsteht die korrekte finale Einkaufsliste; Fehlteile in der Produktion können durch diesen frühen Abgleich vermieden werden.

Im weiteren Prozess werden Daten vom digitalen Zwilling an die Maschinen exportiert: an die Gehäusebearbeitungsmaschine und an den Kabelkonfektionierungsvollautomaten. Die Bestückung der Schaltschränke in der Fertigung erfolgt mit der Software Smart Production von Eplan; die notwendigen Etiketten mit der Betriebsmittelkennzeichnung (BMK) der Teile können über eine weitere Software aus dem digitalen Zwilling exportiert, mit interner Software bearbeitet und automatisch in der passenden Menge ausgedruckt werden.

Die Vorteile der automatisierten Fertigung

Da mit diesem Ansatz die Hauptarbeit vor dem eigentlichen Schaltschrankbau und der Montage der Teile erfolgt, beschleunigen integrierte CAD-/CAE-Prozesse vor allem die Abläufe in der Fertigung – durch den Einsatz von Maschinen und durch die Bereitstellung von Daten zur richtigen Zeit. Kabel erhalten automatisch die korrekte Aderbehandlung im Automaten, auch die Gehäusebearbeitung erfolgt automatisch – alle relevanten Daten werden aus dem digitalen Zwilling an die Maschinen übermittelt. In der Fertigung gibt er dann die richtigen Anschlüsse und Kabel vor: Der Mitarbeitende in der Montage muss nicht mehr darüber nachdenken, welche Hülse an welchen Pin gehört oder welcher Ringkabelschuh eingesetzt werden muss, die Software führt durch alle Arbeitsschritte.

Da die Kabelpositionen und der Füllgrad der Kabelkanäle bekannt sind, kann eine Überfüllung vermieden werden. Diese stellt in der klassischen Fertigung ein großes Problem dar, das erst am Ende bei der Montage entsteht, wenn sich nach dem hundertsten verlegten Kabel abzeichnet, dass der Kanal zu voll wird. So spät im Prozess ist dieser Fehler nur aufwändig zu beheben. Da sich derartige Probleme mit dem digitalen Zwilling früh identifizieren und bereits in der Planungsphase beheben lassen, entstehen weniger Kosten – die Komponenten passen auf die für sie geplante Fläche, Bauteile kollidieren nicht und die Stücklisten stimmen.

Ein Kunde beauftragte UVP zum Beispiel, einen Schaltschrank mit der Breite von 2,4 m zu produzieren. Im Laufe der Planung fiel auf, dass die Bauteile in diesem Format nicht passen würden – die Breite wurde auf 3 m angepasst. Diese Korrektur war bereits vor der eigentlichen Fertigung möglich, was Zeit und Kosten erspart hat, da keine nachträgliche Umplanung notwendig wurde.

Ausblick

Es zeichnet sich ab, dass CAD-/CAE-Prozesse und digitale Prozessketten zunehmend in der Fertigung eingesetzt werden. Perspektivisch weist der Weg in Richtung dunkle Fabrik – wenn die Produktion ausschließlich mit Robotern erfolgt. Dafür muss die Datengrundlage 100 Prozent fehlerfrei sein. Möglicherweise wird auch künstliche Intelligenz in der Lage sein, die Daten aus PDF-Plänen zu digitalisieren und für den Bau des digitalen Zwillings bereitzustellen. ■

Nadja Müller, Fachjournalistin für IT, Digitalisierung und Technik