

**BUYER'S GUIDE**

# Batteriezellgehäuse: Systematisch erfolgreich

Worauf es bei Systementwicklung  
und -produktion ankommt



# INHALT

- ▶ **Einleitung:** Immer einen (technologischen) Schritt voraus 03
- ▶ **Batteriezellgehäuse:** Ein raffiniertes System 06
- ▶ **Interview:** Alles aus einer Hand 07
- ▶ **Systementwicklung:** Mit System zu effizienten Prozessen 09
- ▶ **Fabrikplanung:** Was zeichnet die Fertigungslinie am Ende aus? 11
- ▶ **Fertigungsverfahren:** Über den Tellerrand hinaus 12
- ▶ **IOT:** Durch und durch digital 13
- ▶ **Unser Know-how:** Drei Argumente für die Systementwicklung mit aft automotive 14
- ▶ **Kontakt** 15

## Management Summary

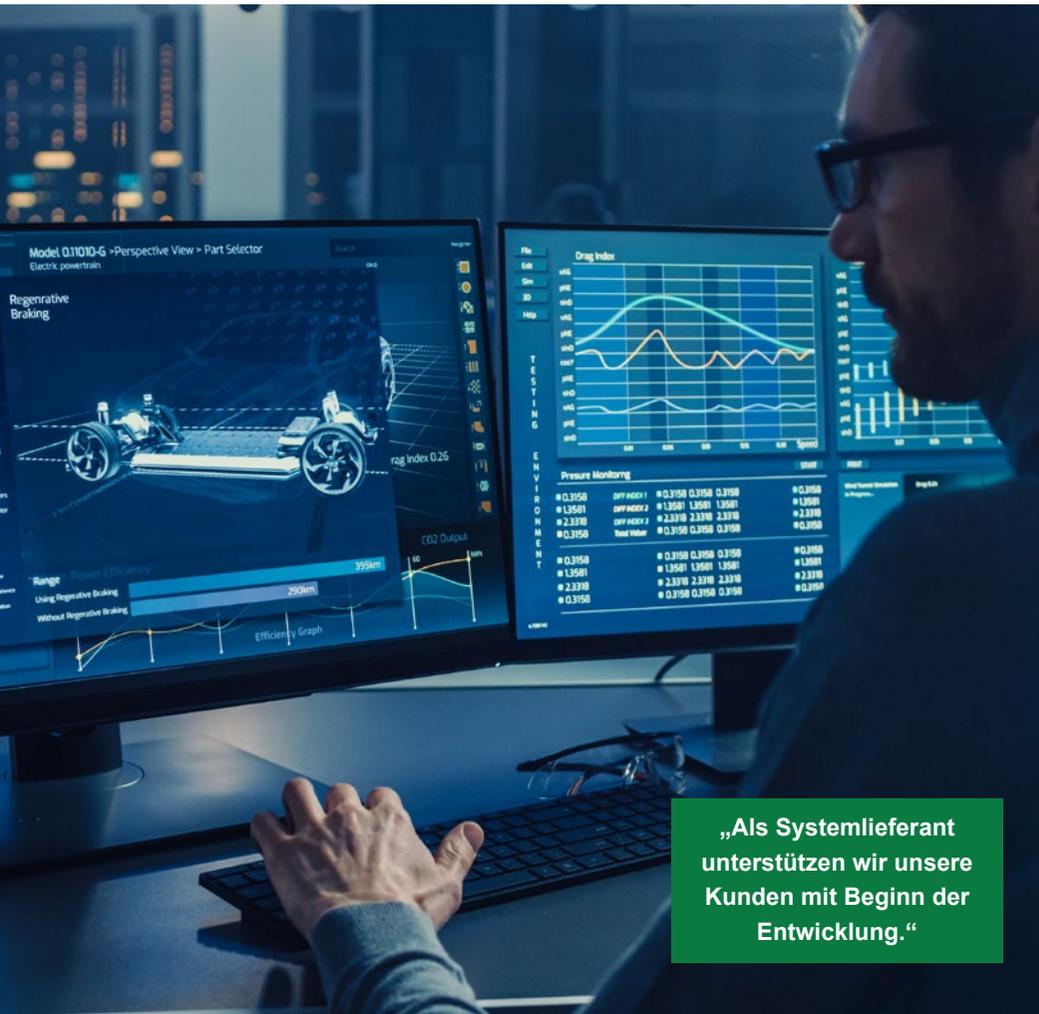
Für Batteriezellgehäuse benötigen OEMs und Batteriehersteller einen Systemlieferanten, der bereits die Entwicklungsphase intensiv begleitet und darauf aufbauend passgenaue Produktionslösungen etabliert – und das im Rahmen eines iterativen Prozesses.

Jede Entscheidung wird ganzheitlich überprüft, Alternativen erarbeitet und entsprechende Ergebnisse integriert. Hierbei bringen wir unsere langjährige Ingenieursexpertise mit ein und setzen auf ein agiles Vorgehen sowie auf sorgfältige Projekt- und Produktionsplanung. Zudem blickt aft automotive technologieunabhängig auf Herausforderungen und geht – bei Bedarf – neue Wege in der Produktion.



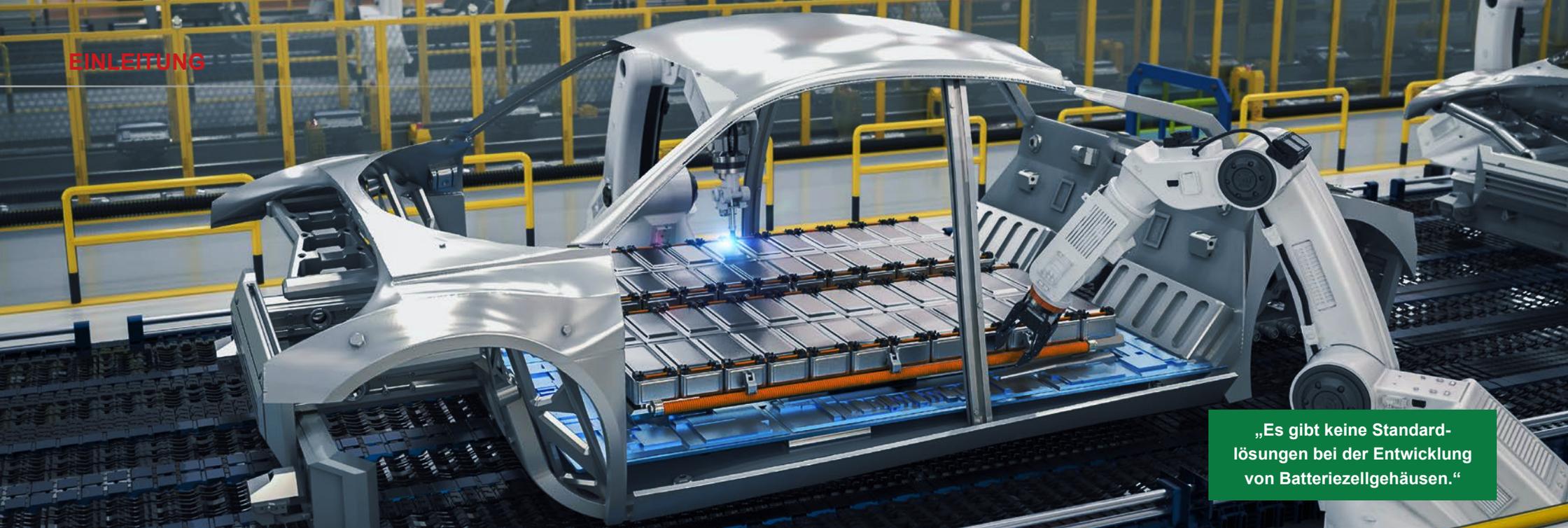
# Immer einen (technologischen) Schritt voraus

Warum das Batteriezellgehäuse eine umfassende Aufgabe für Systemlieferanten ist



Förderinitiativen wie die europäische Batterie-Allianz oder Forschung rund um Energiedichte und Ladedauer machen es deutlich: Die Batterie ist ein zentrales Aufgabenfeld im Automotive-Bereich. Allerdings ist die Aufgabe außergewöhnlich anspruchsvoll, was sich gerade am Batteriezellgehäuse zeigt. Für die Etablierung seiner Produktionsprozesse benötigen OEMs und Batteriehersteller einen Systemlieferanten, der bereits die Entwicklung der Batteriearchitektur begleitet und jeden geplanten Produktionsschritt iterativ überprüft.

Es ist ein gigantischer industrieller Wandel mit ungeahntem Tempo: Derzeit werden laut „batterie-news.de“ alleine in Europa rund 60 Produktionsstandorte für die Batterieherstellung geplant. Hier entsteht zukünftig eine riesige Stückzahl von Batteriezellen mit einer prognostizierten Gesamtkapazität von knapp 2.000 GWh pro Jahr. Die dazugehörigen wirtschaftlichen und technischen Anforderungen sind bekannt: Es geht um geringe Produktionskosten bei gleichzeitig steigenden Energiedichten sowie möglichst minimaler Einbaugröße und kleinem Gewicht. Neue Konzepte wie „Cell-to-Chassis“ (die Batteriezellen werden direkt in die Karosserie integriert) und „Cell-to-Pack“ (die Zellen sind Teil des Batteriepacks ohne Einsatz von Modulen) konkurrieren mit dem hergebrachten modularen Grundaufbau. Wurden in den vergangenen Jahren vor allem bei der Zellchemie Fortschritte erzielt, rückt jetzt die Batteriearchitektur stärker in den Fokus.



„Es gibt keine Standardlösungen bei der Entwicklung von Batteriezellgehäusen.“

## Individuelle Anforderungen beim Gehäuse

Aber was heißt das nun für OEMs und Batteriehersteller? Wie sieht eine effiziente Batteriekonstruktion aus, die sich im Rahmen von schlanken Produktionsprozessen realisieren lässt? Ein wichtiger Teil der Antwort betrifft das Batteriezellgehäuse als mechanischem Schutz des Zellinneren vor äußeren Einflüssen. Man benötigt es auf der einen Seite in riesigen Stückzahlen. Auf der anderen Seite sind seine Produktionsanforderungen hoch, denn das finale System muss eine absolute Dichtheit garantieren, darf keinerlei Verschmutzungen aufweisen – und hat je nach Batteriearchitektur eine andere Geometrie.

Vor diesem Hintergrund gibt es folgerichtig auch keine Standardlösungen bei der Entwicklung von Batteriezellgehäusen sowie der Etablierung der Produktion. Bei Letzterem fließen etwa verschiedene Metall-Umformungs- und Stanzverfahren,

Kunststoffspritzguss, Automatisierungstechnologie, Testverfahren und IoT-Lösungen intelligent zusammen – aber je nach angestrebtem Bauteil-Design eben in ganz unterschiedlicher Weise. Zudem beeinflussen Faktoren wie Stückzahl und -kosten, Taktzeiten, Personaleinsatz, Energieverbrauch und Stellfläche die Planung. Mit anderen Worten: Technische Offenheit ist unverzichtbar. Nur wer das Gesamtsystem der Batterie bei der Entwicklung im Blick behält, kann hohe Prozesssicherheit sowie Qualität garantieren – und die hierzu erforderlichen Herstellverfahren unvoreingenommen auswählen.

### Systemexpertise kombiniert mit Innovationskraft und Tempo

**aft automotive** begreift sich in diesem Kontext als Teil eines größeren Ganzen: Wir sind Systemlieferant und unterstützen unsere Kunden schon zu Beginn der technischen Entwicklung der Batterie. Die daraus folgenden Produktionslösungen entstehen im Rahmen eines iterativen Prozesses: Jede Entscheidung – etwa zum mechanischen Konzept – wird ganzheitlich überprüft, gegen Alternativen abgewogen und je nach Ergebnis immer wieder angepasst.

Dafür kommen alle erforderlichen Kompetenzen gebündelt zusammen: Wir kombinieren innovative Systementwicklung mit sorgfältigem Ingenieurshandwerk, Agilität mit zuverlässigem Projektmanagement und umfassende Produktionsplanung mit sorgfältiger Qualitätsplanung. Am Ende stehen hocheffiziente Produktionsstandorte mit Leistungs-Benchmarks. Kurz gesagt: aft automotive setzt auf „Out-of-the-Box“-Systemdenken ohne Schranken. Flexibilität und Unabhängigkeit sind Trumpf!



**Weiterlesen im Web:**  
Warum wir für Qualität stehen.



„Wir setzen auf ‚Out-of-the-Box‘-Systemdenken ohne Schranken.“

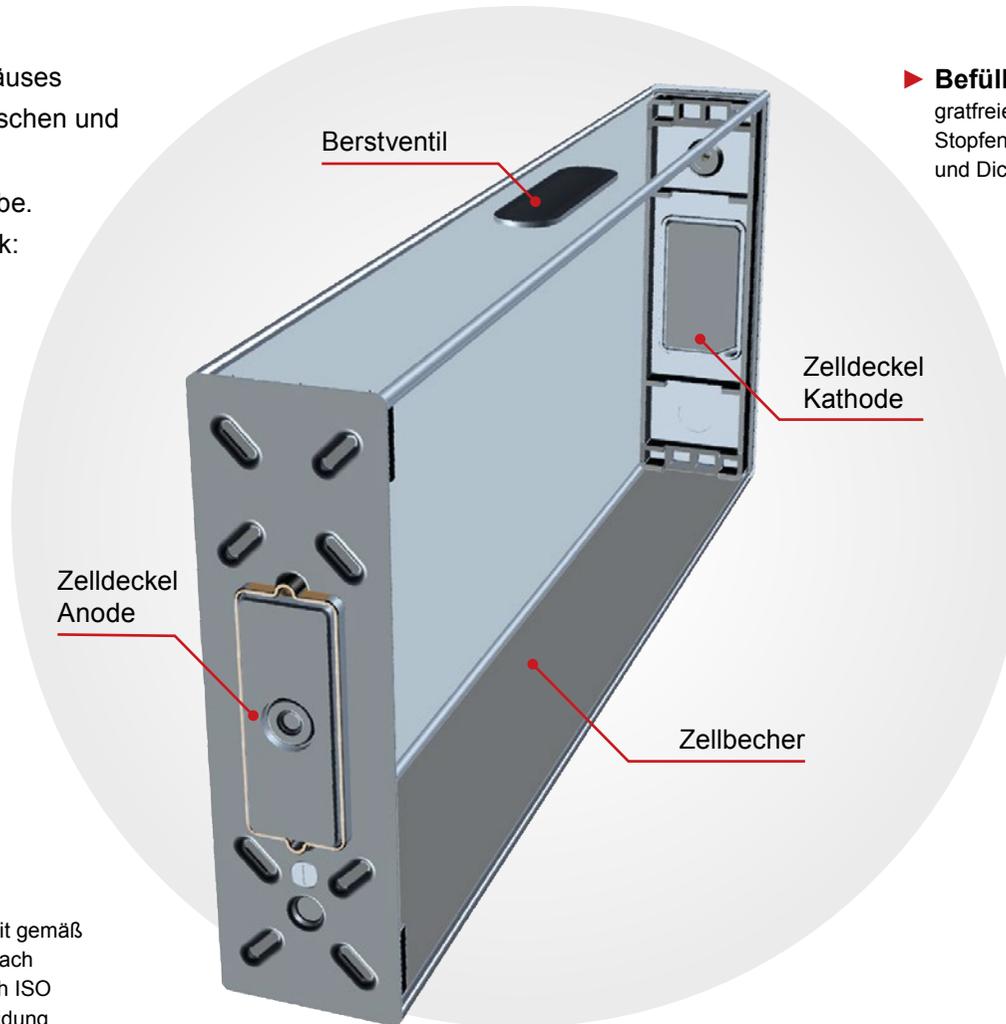
Auf den nachfolgenden Seiten unseres Buyer's Guide stellen wir Ihnen unser Know-how als Systementwickler vor und machen zudem deutlich, auf was Sie bei Entwicklung der Batteriearchitektur und bei der Produktionsplanung rund um das Batteriezellgehäuse achten sollten – als erste Orientierung für OEMs und Batteriehersteller.

# Ein raffiniertes System

## Die vielfältigen Anforderungen an das Batteriezellgehäuse

Bei der Entwicklung eines Batteriezellgehäuses gilt es, den funktionalen, sicherheitstechnischen und produktionsspezifischen Anforderungen gerecht zu werden – eine komplexe Aufgabe. Die wichtigsten Eigenschaften im Überblick:

- ▶ **Berstverhalten:** Einhaltung des Öffnungsdrucks der Sollbruchstelle und großer, weiterreißender Öffnungsquerschnitt durch simulationsgestützte und werkstoffgeprüfte Auslegung
- ▶ **Dichtigkeit:** elektrolytbeständige Dichtungen sowie Heliumgas-dichter Zellbecher und Deckel durch elastomere Abdichtung und iterative Design- und Werkstoffauswahl
- ▶ **Wärmeentwicklung:** Simulationen zur Vermeidung von Wärmeübergängen an Anbauteile bei kurzfristig hoher Strombelastung
- ▶ **Sicherheit:** geringe Brennbarkeit gemäß UL94, Sauberkeitsanforderungen nach VDA 19.1, Sicherheitsintegrität nach ISO 26262 und Maßnahmen zur Vermeidung eines thermischen Durchgehens



- ▶ **Befüllbarkeit:** einwandfreie Befüllung durch gratfreie Befüllöffnung, sichere Verschweißung von Stopfen und Deckel sowie Toleranz-Management und Dichtigkeitstests für die Schnittstelle
- ▶ **Isolation und Leitfähigkeit:** Verhinderung von Ableitung über das Zellgehäuse sowie minimaler Durchgangswiderstand bei Kathode/Anode durch geeignete Materialien und Fügeverfahren
- ▶ **Elektrolytbeständigkeit:** labortechnische Ermittlung elektrolytbeständiger Werkstoffe bei Einhaltung der erforderlichen mechanischen und elektrischen Eigenschaften
- ▶ **Montierbarkeit:** einfache Montierbarkeit durch Design-for-Assembly sowie Sicherstellung von hoher Stückzahl/kurzer Taktzeit durch Verzahnung von Industrial Engineering und technischer Entwicklung
- ▶ **Füg- und Schweißbarkeit:** optimale Schweiß- und Fügeparameter (z.B. geringe Schweißspalte zwischen Deckel und Zellbecher) durch geeignete Material- und Toleranzpaarungen



## Alles aus einer Hand

5 Fragen an Jörg Hellwig, strategische Produkt-  
ausrichtung bei aft automotive

### **Herr Hellwig, wie würden Sie die Aufgabe „Batteriezellgehäuse“ umreißen?**

Machen Sie sich die Ausgangssituation deutlich: Viele Jahre war der Verbrennungsmotor das Kern-Know-how im Automobilbau. Es steckt jahrzehntelanges Erfahrungswissen in diesem Bereich. In der Elektromobilität nimmt die Batterie nun eine ähnlich wichtige Rolle ein. Allerdings stehen wir hier noch am Anfang einer technologischen Entwicklung – und das Zellgehäuse ist eben ein zentraler Mosaikstein in diesem Gesamtbild.

## **Was bedeutet das für die Entwicklung und Produktion?**

Es gibt nicht das eine Batteriezellgehäuse, denn die verschiedenen Batteriekonzepte wie Cell-to-Chassis oder Cell-to-Pack beeinflussen seine Geometrie. Auf der anderen Seite geht es jetzt bei vielen Herstellern darum, die Industrialisierung rund um Zellgehäuse und Co. zu planen und umzusetzen – und das mit einer hohen Effizienz. Bei dieser Aufgabe helfen Systemanbieter wie aft automotive, denn man kann die Komplexität einer Aufgabe gewissermaßen an sie auslagern.

## **Welches Know-how bringt aft automotive ein?**

Wir verfügen über das gesamte Know-how für diese Aufgabe und entwickeln uns mit großen Schritten immer weiter. Dabei stehen wir seit vielen Jahren für ganzheitliche Systemlösungen. Folglich unterstützen wir bei der Entwicklung des Batteriezellgehäuses in jedem Detail, leiten daraus funktionale Anforderungen ab und erstellen mechatronische Konzepte, die etwa durch virtuelle Analysen abgesichert werden – und das in einem iterativen Prozess. Bei Bedarf passen wir das Ganze also immer wieder an. Gleichzeitig ist uns ein unabhängiger Blick auf alle Herausforderungen wichtig. So erschließen wir uns auch neue technische Produktionslösungen. Wir nennen das „smarte Innovation“.

## **Wie treffen Sie bei den Fertigungsverfahren die richtige Auswahl?**

Jedes Verfahren wird danach beurteilt, ob es zu den Anforderungen des Systems – wie Stabilität und thermische Leitfähigkeit – passt. Betrachten wir beispielsweise das Berstventil: Bei seiner Entwicklung validieren wir zunächst Dichtigkeit und Öffnungsverhalten und legen darauf aufbauend Umformwerkzeuge sowie die benötigten Laserschweißanlagen aus. Hier geht es um Kriterien wie Einschweißtiefe, Temperatur und vieles mehr.

## **Und am Ende kommt alles in einer ganzheitlichen Produktionslösung zusammen?**

Genau. Das beinhaltet unser Versprechen als Systemlieferant. Wir planen und betreiben die komplette Fabrik für Batteriegehäusegruppen inklusive aller Fertigungsanlagen, der Qualitätssicherung und der Logistik. OEMs und Batteriehersteller bekommen aus einer Hand eine effiziente Lösung für Entwicklung, Planung und Produktion.

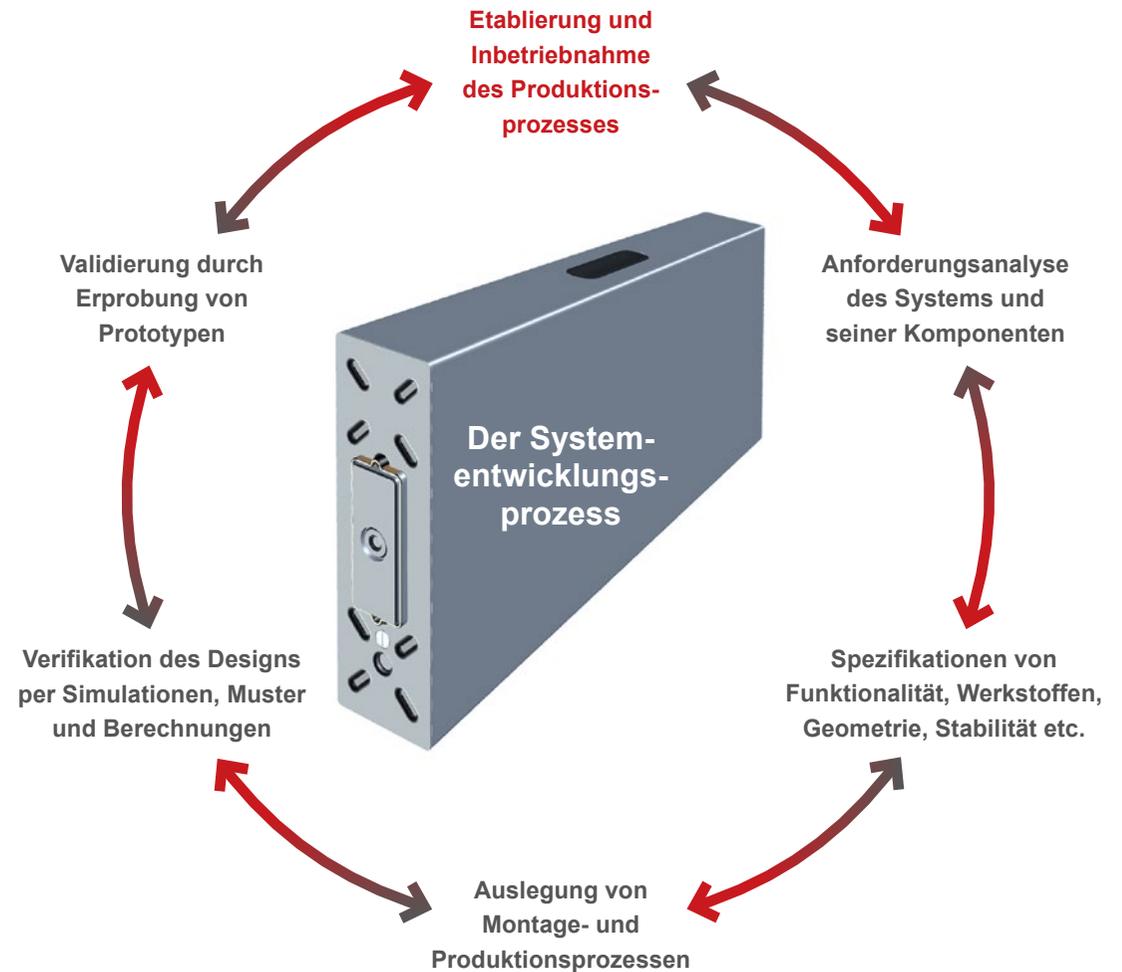
# Mit System zu effizienten Prozessen

Von der Anforderungsanalyse bis zur Produktion

Die hohen Anforderungen an das Batteriezellgehäuse verlangen nach dem Know-how eines Systemanbieters: Von der Analyse der technischen Anforderungen bis zur abschließenden Produktion wird alles von uns aus einer Hand geplant und ausgeführt.

Das komplexe System des Batteriezellgehäuses hat entscheidenden Einfluss auf Funktionen der Batterie – folglich sind Kriterien wie Dichtigkeit, Sicherheitsintegrität oder Weiterverarbeitbarkeit auf einem extrem hohen Anforderungsniveau.

Wie lässt sich die Technologie im Rahmen von effizienten Prozessen industrialisieren? Unsere Antwort orientiert sich am klassischen V-Modell zur Strukturierung von Entwicklungsprozessen, wobei wir diesen Ansatz intelligent erweitern und anpassen. Dabei wird jeder Teilschritt validiert und anschließend das Ganze im Rahmen eines Prozesses immer wieder weiterentwickelt.





„Bei der Entwicklung führen wir FEM-Simulationen durch und passen Dimensionierung und Design immer wieder an.“

Dazu einige Beispiele, um diese Aufgabe deutlich zu machen:

### ► Belastbarkeit

Um die Belastbarkeit des Zellsystems im sicheren elastischen Bereich zu gewährleisten, führen wir bei seiner Konstruktion FEM-Simulationen (Finite-Elemente-Methode) durch – und passen Dimensionierung und Design immer wieder an. Im weiteren Verlauf wird das Ergebnis anhand von Mustern validiert. Die gewonnenen Erkenntnisse – beispielsweise zu erreichbaren Toleranzen oder Ebenheiten – fließen zurück in den Anforderungsprozess. Darauf aufbauend legen wir die Produktions- und Montageprozesse aus. Später folgt eine Erprobung, bevor im letzten Schritt die Produktion startet.

### ► Herstellbarkeit

Die Optimierung des Gehäuses und seines Produktionsprozesses ist vergleichbar zur vorherigen Beschreibung. Interessant ist hier jedoch, dass man die Herstellbarkeit einer bestimmten Gehäusegeometrie per Umformprozess frühzeitig sicherstellen muss. Dazu führen wir Umformsimulationen durch und erstellen hieraus Muster. Unser Ziel sind optimierte Bauteile, die präzise den Anforderungen entsprechen.

### ► Beständigkeit

Die verwendeten Werkstoffe müssen eine hohe Beständigkeit gegenüber spezifischen Elektrolyten aufweisen – ohne jede Veränderung ihrer mechanischen und elektrischen Eigenschaften. Dazu führen wir intensive Untersuchungen auf unserem Prüffeld durch.

### ► Weiterbearbeitung

Deckel und Zellbecher werden im späteren Prozess (vor der Befüllung) gefügt und verschweißt, was wiederum die Erfüllung zahlreicher Anforderungen voraussetzt – etwa mit Blick auf geforderte Toleranzen beim Schweißspalt. Zur Steuerung dieser Toleranzen empfehlen wir die Fertigung von Deckel und Gehäuse aus einer Hand.

# Was zeichnet die Fertigungslinie am Ende aus?

## Produktionsprozess des Batteriezellgehäuses

Bei der Produktion von Stückzahlen im Millionenbereich kommt es auf ein optimales Zusammenspiel aller Prozesse an – dazu setzen wir einen integrierten Produktionsprozess im Leitwerk in Greven auf und skalieren die Lösung anschließend in der weltweiten Produktion.



### 1. Logistik

Wareneingang und -ausgang erfolgen optimiert direkt am Werk an den dazugehörigen Schnittstellen, so dass nachfolgende oder vorherige Produktionsschritte profitieren. Unsere Lieferkonzepte sind digital abgesichert und entstehende Risiken in der Lieferversorgung werden vorzeitig erkannt. Alle Logistik- und Verpackungsprozesse stehen unter dem Aspekt der Qualität und Verfügbarkeitsanforderungen.



### 2. Zykluszeiten

Hoch verkettete Produktionsprozesse sorgen für einen qualitativen und optimierten Prozess – sowohl beim Deckel als auch bei der Zellbecherfertigung. Hierbei werden die Zykluszeiten und die Taktzeiten „gemapped“, das heißt beispielsweise: Ein hochautomatisierter Fertigungsablauf berücksichtigt die Agilität in den einzelnen Fertigungsschritten, um das hohe Tempo zu halten und ideale Prozesszyklen zu ermöglichen.



### 3. Hohe Ausbringung

Die „Cost per Piece“ stehen im Fokus der Planung. Folglich arbeiten technische Entwicklung, Industrial Engineering und Qualitätsmanagement Hand in Hand, um je nach Bauteilgeometrie eine optimale Prozessreihenfolge zu definieren. Zudem ist es unser Ziel, möglichst viele Funktionen in einen Prozessschritt zu integrieren und so die Stückkosten weiter zu senken.



### 4. Prüfprozesse

Unser Ziel ist eine „0-Fehlerproduktion“. Dazu dienen hochauflösende Kameraüberwachungen, In-Line- bzw. In-Prozess-Messungen sowie regelmäßige Requalifikationen und Auditierungen.



### 5. Sauberkeit/Reinigung

Reinigungs- und Trocknungsprozesse stellen die hohe Bauteilsauberkeit sicher. Fertigung und Montage erfolgen unter Sauberräumbedingungen entsprechend den Partikelgrößen. Diese Anforderungen gelten auch für die Lieferketten und Verpackungen.



### Der Weg zur optimalen Fertigungsanlage

Ganzheitlicher Vergleich alternativer Fertigungskonzepte hinsichtlich:

- Kosten
- Ausbringung
- Personal inkl. Instandhaltung
- Flächen
- Nachhaltigkeit (z. B. Energieverbrauch, Abfall/Recycling, Lieferkettengesetz)

# Über den Tellerrand hinaus

## Fertigungsverfahren ausrichten

„Je nach Qualitätsanforderung und Design-Entscheidung gilt es, die Fertigungsverfahren passend auszurichten.“



**Welche Verfahren kommen beim System „Batteriezellgehäuse“ zum Einsatz und was beeinflusst ihre Konfiguration?**

**Unser Ansatz ist geprägt von offenem Denken.**

Ob Toleranzen bei den Schweißspalten, zulässige Umformungskriterien am Gehäuse oder die Sicherstellung der Sauberkeit: Je nach Qualitätsanforderung und Design-Entscheidung gilt es, die Fertigungsverfahren passend auszurichten.

## Werkzeuge inhouse entwickeln

Beispiel „Spritzgießen“: Zum Gehäusedeckel gehören Innen- und Außenisolatoren, die aus Kunststoff gefertigt werden und eine komplexe Geometrie mit minimalen Toleranzen aufweisen. Hier punktet unsere hohe Fertigungstiefe, denn wir entwickeln und produzieren die Spritzgusswerkzeuge inhouse, was letztlich die Qualität der Produktion absichert.

## Innovativ denken

Ähnliche Herausforderungen zeigen sich beispielsweise bei der Montage des Zelldeckels per Fügeprozess oder beim Laserschweißen des Gehäuses. Hier gilt es, aufgrund der geforderten Dichtigkeit eine sehr genaue Auslegung sicherzustellen.

Und: In jedem dieser Einzelfälle geht es darum, die Integrität des Gesamtsystems „Batteriezellgehäuse“ sicherzustellen. Man muss sich also den Blick für das große Ganze bewahren und das heißt auch: Unser Know-how in Bereichen wie Kunststoffspritzguss, Laserschweißen oder automatisierter Montage bildet nur die Basis, denn wir blicken hierbei immer über den Tellerrand hinaus. Wir erschließen uns neue Fertigkeiten, erweitern etablierte Verfahren oder entwickeln anforderungsspezifische Innovationen. Kurz gesagt: Das angestrebte Ergebnis bestimmt unser Handeln.

# Durch und durch digital

## IoT in der gesamten Prozesswelt

aft automotive setzt bei sämtlichen Prozessen und Anlagen auf eine durchgehende Digitalisierung.

Das bietet deutliche Vorteile bei Systementwicklung, Produktion und nachgelagerten Prozessen rund um das Batteriezellgehäuse.

Wie genau profitieren OEMs und Batteriehersteller von unserem digitalen Zwilling? Fünf Fragen – fünf Antworten.

### Wie funktioniert der digitale Zwilling von aft automotive?

Er sorgt für die Dokumentation aller Daten, die bei der Entwicklung oder der Produktion von Batteriezellgehäusen in den eingesetzten Maschinen anfallen. Die Daten lassen sich für jedes Bauteil über eindeutige IDs abrufen. Hierfür verwenden wir intelligente QR-Codes.

### Welche Informationen werden abgebildet?

Erfasst werden lückenlos sämtliche Prozess- sowie Prüfparameter und dazugehörige Ergebnisse auf Bauteilebene inklusive der Zeitdaten – beispielsweise beim Schweißen oder Fügen von Bauteilen. Zudem werden auch Informationen zu Vormaterialien erfasst.

### Wie können OEMs und Batteriehersteller diese Daten nutzen?

Sie ermöglichen eine vollständige und eindeutige Rückverfolgbarkeit. So lassen sich die Herstellungsbedingungen für einzelne Komponenten oder vollständige Batches jederzeit nachvollziehen.

### Wie werden die Daten bei der Systementwicklung von aft automotive genutzt?

Daten kommen zur iterativen Verbesserung des gesamten Prozesses zum Einsatz. Dabei lassen sich auf Basis der analysierten Prozessdaten beispielsweise schrittweise das Design und die Fertigung eines Bauteils für ein optimales Fertigungsergebnis anpassen.

### Wie profitiert die laufende Produktion?

Die umfassende Analyse sämtlicher Prozess- und Maschinenparameter einer Fertigungslinie ermöglicht eine ganzheitliche Optimierung der Produktion und KI-basierte Innovationen wie Predictive Maintenance. Das sorgt für besonders effiziente und reibungslose Prozesse in der Herstellung.

# Drei Argumente für die Systementwicklung mit aft automotive

Die effiziente Entwicklung und Produktion von Batteriezellgehäusen gelingt nur mit einem Partner, der das Gesamtsystem im Blick hat. aft automotive ist ein etablierter Systementwickler im Automotive-Bereich. Aktuell beschäftigen wir rund 850 Mitarbeitende an vier Standorten weltweit, ein weiterer Standort in Mexiko ist in Planung.

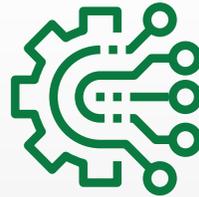


Weiterlesen im Web:  
Die Geschichte  
von aft



Das zeichnet uns aus:

1.



## Agilität

Wir stehen für flexible Prozesse, kurze Wege und skalierbare Lösungen.

2.



## Innovation

Wir blicken technologie- und prozessunabhängig auf Herausforderungen und gehen neue Wege.

3.



## Systemperspektive

Wir verfolgen einen ganzheitlichen Ansatz, wobei jede Systementwicklung iterativ abgesichert wird.

**Sie haben Fragen zur Entwicklung und  
Produktion Ihres Batteriezellgehäuses?**

**Sprechen Sie uns an, wir freuen uns auf  
ein persönliches Gespräch.**



**aft automotive GmbH**

Werner-von-Siemens-Str. 7  
D-48268 Greven  
Deutschland

Telefon: +49 (0)2575 97782-10  
[battery@aft-automotive.de](mailto:battery@aft-automotive.de)