



# WIE TICKT TESLA?

Was wir von der neuen  
Gigafabrik lernen können

## ONLINE-SEMINAR

mit Christoph Krachten und  
Prof. Dr. Jan-Philipp Büchler

**24.** Mai  

---

10-15 Uhr

JETZT  
ANMELDEN





# TESLA GIGA BERLIN

Der Beitrag deutscher Hidden Champions zu TESLA MADE IN GERMANY.



**Prof. Dr. Jan-Philipp BÜchler**

Professur für Unternehmensführung und Institutsleitung – Forschungsgruppe Innovationsexzellenz

- 1. Warum überhaupt Forschung zu TESLA und den Hidden Champions?**
- 2. Was macht diese Hidden Champions so besonders?**
- 3. Was ist so anders in der TESLA-Fertigung?**
- 4. Welchen Beitrag leisten deutsche Hidden Champions?**
- 5. Was bedeutet das für die (Automobil)-Industrie?**

# Tesla Transformation oder Schumpeter Schock?

## 1. Warum Forschung?



... und verändern mit TESLA die industrielle Wertschöpfung.

# Tesla und die deutschen Hidden Champions

## 1. Warum Forschung?

### Deep Dives in die automobiler Transformation



**TESLA** UND DIE DEUTSCHEN HIDDEN CHAMPIONS

Teil 1: Technologie, Teile und Talente  
Hidden Champions ticken wie TESLA

**FH** Dortmund  
Prof. Dr. Jan-Philipp Büchler  
Professur für Unternehmensführung und Institutsleitung – Forschungsgruppe Innovationsexzellenz

**Handelsblatt** MEDIA GROUP  
in Zusammenarbeit mit Thomas Jahn  
30. September 2021  
[www.innovationexcellence.eu/tesla](http://www.innovationexcellence.eu/tesla)



**TESLA** UND DIE DEUTSCHEN HIDDEN CHAMPIONS

TEIL 2: Tanz der Roboter  
Hidden Champions bauen die Fabrik der Zukunft

**FH** Dortmund  
Prof. Dr. Jan-Philipp Büchler  
Professur für Unternehmensführung und Institutsleitung – Forschungsgruppe Innovationsexzellenz

**Handelsblatt** MEDIA GROUP  
in Zusammenarbeit mit Thomas Jahn  
3. März 2022  
[www.innovationexcellence.eu/tesla2](http://www.innovationexcellence.eu/tesla2)

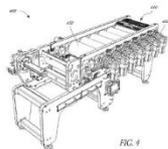
- Unabhängige Studien durch Eigenmittel der FH Dortmund finanziert
- Inhaltliche Zusammenarbeit mit Fachjournalist Thomas Jahn (Handelsblatt)

# Hidden Champions bringen Innovationen in ...

## 1. Warum Forschung?

### ... die Fertigung

- **Maschinen und Anlagen**  
z.B. Kalandrierung für Trockenfilm in der Batteriezellfertigung



- **Fertigungsverfahren**  
z.B. Aluminiumdruckgussverfahren für Karosseriebau

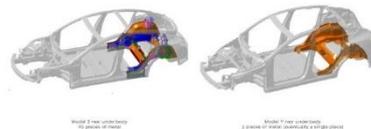


### ... das Fahrzeug

- **Teile und Komponenten**  
z.B. Batteriegehäuse für die Batteriezellfertigung



- **Konstruktion und Entwicklung**  
z.B. Strukturbauteile für innovative Fahrzeugkonstruktion



... und verändern mit TESLA die industrielle Wertschöpfung.

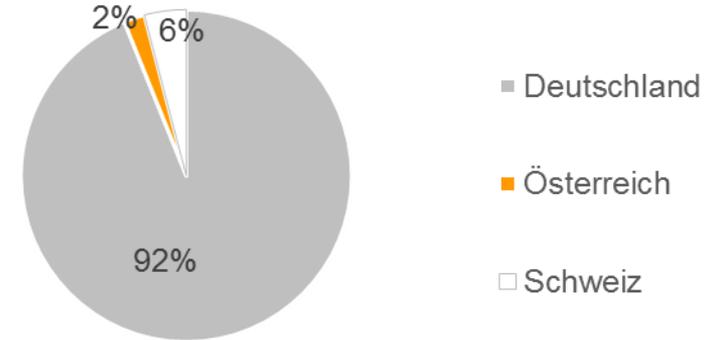
Quellen: Büchler (2022)

# Stichprobe TESLA Champions

## 1. Warum Forschung?

**Hidden Champions<sup>1)</sup>: 50 mittelständische Weltmarktführer (alle mit Präsenz in Deutschland)**

- 46 mit Stammsitz Deutschland
- 3 mit Stammsitz Schweiz **autoneum** **BOSSARD** **STÄUBLI**  
Proven Productivity
- 1 mit Stammsitz Österreich **ENGEL**



**Big Champions<sup>2)</sup>: 10 große Weltmarktführer (ehemalige Hidden Champions)**



» 60 Weltmarktführer aus D/A/CH als TESLA-Zulieferer identifiziert

<sup>1)2)</sup> Simon (2012) Hidden Champions – Aufbruch nach Globalia, S. 115.

1. **Warum überhaupt Forschung zu TESLA und den Hidden Champions?**
2. **Was macht diese Hidden Champions so besonders?**
3. **Was ist so anders in der TESLA-Fertigung?**
4. **Welchen Beitrag leisten deutsche Hidden Champions?**
5. **Was bedeutet das für die (Automobil)-Industrie?**

# Hidden Champions ... eine Klasse für sich?

## 2. Unternehmensmerkmale

The  
Economist

Schumpeter  
German lessons

Many countries want a Mittelstand like Germany's. It is not so easy to copy



*„Unbeirrt von den sich wandelnden Managementmoden zeichnen sich die Hidden Champions in ihrem ambitionierten Streben nach Marktführerschaft durch eine Strategie der **Fokussierung** und **Tiefe** sowie **kontinuierlicher Internationalisierung** und **konsequenter Innovationsorientierung** aus.“*

Quelle: Hermann Simon (2018): Hidden Champions – Innovative Speerspitze der Globalisierung;  
in: Büchler (2018) Fallstudienkompendium Hidden Champions, Springer.

# Spitzenklasse in der Spitzengruppe

## 2. Unternehmensmerkmale

| Kennzahlen                  | Hidden Champions<br>„TESLA Supplier“<br>n = 50  | Hidden Champions<br>(alle; Quelle: Simon)<br>n = 1.573 | Großunternehmen<br>(DAX)<br>n = 30 |
|-----------------------------|---|--|------------------------------------|
| Unternehmensalter (Median)  | 90 Jahre<br>[min. 18 Jahre; max. 292 Jahre]     | 66 Jahre   | 94 Jahre                           |
| Umsatz (Median)             | 886 Mio. €<br>[min. 45 Mio.€; max. 4.900 Mio.€] | 326 Mio. €   | 12.300 Mio. €                      |
| Mitarbeiter (Median)        | 5.056<br>[min. 100; max. 75.000]                | 2.037  | 110.390                            |
| Patente / 1.000 Mitarbeiter | ca. 50<br>[min. 8; max. 150]                    | 31   | ca. 6                              |
| F&E-Quote                   | Ø 9,2%<br>[min. 2,5 %; max. 21%]                | 6,0%   | 3,0 – 3,6%                         |

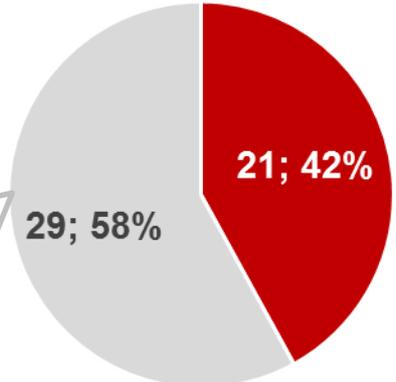
Stand: 04.03.2022

TESLA wählt die besten Hidden Champions: erfahrener, größer, forschungsintensiver

# Innovationen für Fahrzeug und Fertigung

## 2. Unternehmensmerkmale

ehemals



n=50 (Hidden Champions)

■ Produktionsprozess    ■ Fahrzeugkomponenten (inkl. Software)

» Hidden Champions liefern überwiegend Fahrzeugteile inkl. Steuerungssoftware sowie Prozesstechnologie und Maschinen für die Fertigung inklusive Service

# Hidden Champions (TS): Produktion vs. Fahrzeug

## 2. Unternehmensmerkmale

| Kennzahlen                  | Hidden Champions<br>„TESLA Supplier“<br>n = 50 | Hidden Champions<br>(TESLA Produktion)<br>n = 21 | Hidden Champions<br>(TESLA Fahrzeug)<br>n = 29 |
|-----------------------------|--|--|--|
| Unternehmensalter (Median)  | 90 Jahre                                       | 77 Jahre   | 103 Jahre                                      |
| Umsatz (Median)             | 886 Mio. €                                     | 923 Mio. €                                       | 800 Mio. €                                     |
| Mitarbeiter (Median)        | 5.056  | 4.500  | 5.656  |
| Patente / 1.000 Mitarbeiter | ca. 50<br>n = 45                               | ca. 55<br>n = 18                                 | ca. 45<br>n = 27                               |
| F&E-Quote                   | Ø 9,2 %<br>n = 45                              | Ø 10,0 %<br>n = 18                               | Ø 8,2 %<br>n = 27                              |

Stand: 04.03.2022

➤ Forschungsintensive Produktionsspezialisten bauen die Zukunftsfabrik für TESLA

# Aufriss nach Bundesländern (Intragruppenvergleich)

## 2. Unternehmensmerkmale

| Bundesland<br>(exklusive A / CH*) | Hidden Champions<br>(TESLA Supplier) | Hidden Champions<br>(TS Produktion) | Hidden Champions<br>(TS Fahrzeug) |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Baden-Württemberg                 | 15 (33%)                             | 8 (~ 42%)                           | 7 (26%)                           |
| Brandenburg                       | 1 (2%)                               | -                                   | 1 (4%)                            |
| Bayern                            | 7 (15%)                              | 4 (~ 21%)                           | 3 (11%)                           |
| Hessen                            | 3 (7)                                | 1 (~ 5%)                            | 2 (7%)                            |
| Nordrhein-Westfalen               | 18 (39%)                             | 6 (~ 32%)                           | 12 (44%)                          |
| Rheinland-Pfalz                   | 1 (2%)                               | -                                   | 1 (4%)                            |
| Thüringen                         | 1 (2%)                               | -                                   | 1 (4%)                            |

\* Österreich (1), Schweiz (3)

» Rund 3/4 der deutschen Hidden Champions (Tesla Supplier für Produktion) kommen aus den Automobilclustern in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen

1. **Warum überhaupt Forschung zu TESLA und den Hidden Champions?**
2. **Was macht diese Hidden Champions so besonders?**
3. **Was ist so anders in der TESLA-Fertigung?**
4. **Welchen Beitrag leisten deutsche Hidden Champions?**
5. **Was bedeutet das für die (Automobil)-Industrie?**

# Globale Produktionsstandorte



## 3. Fertigung

**Giga Nevada (#1)**  
Baujahr: 2014/16  
Modelle: Batteriezellfertigung  
Kapazität: 500.000 p.a.

**Freemont (ex GM/Toyota)**  
Baujahr: 1962  
Modelle: Model 3, Model S  
Model X, Model Y  
Kapazität: 500.000 p.a.

**Giga Texas (#5)**  
Baujahr: 2020/21  
Modelle: Model 3, Model Y  
Semi, Cybertruck  
Kapazität: 500.000 p.a.

**Giga New York (#2)**  
Baujahr: 2014/17  
Modelle: PV-Module  
Kapazität: 500.000 p.a.

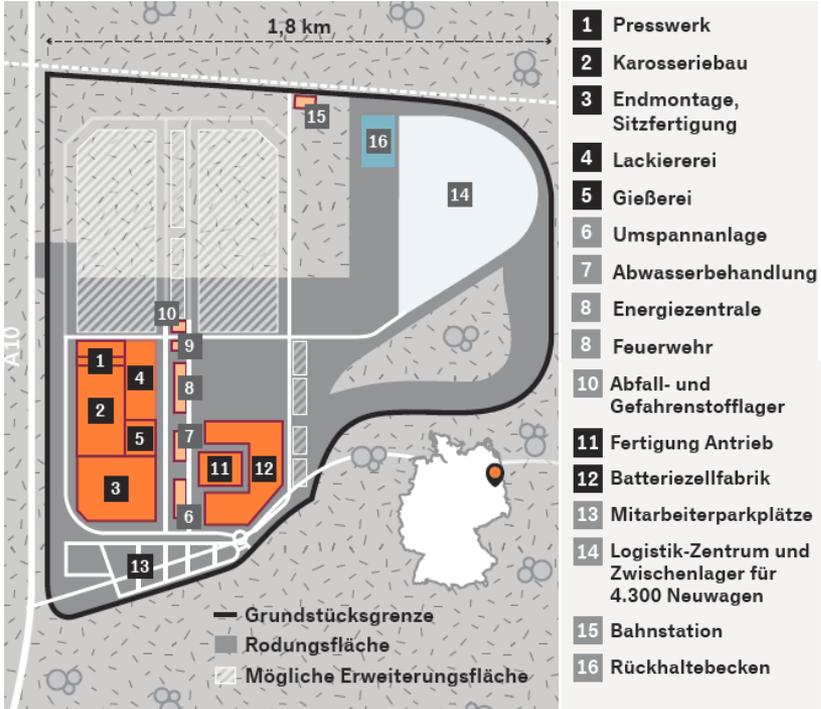
**Giga Berlin (#4)**  
Baujahr: 2020/22  
Modelle: Model 3, Model Y  
Batteriezellfertigung  
Kapazität: 500.000 p.a.



**Giga Shanghai (#3)**  
Baujahr: 2018/19  
Modelle: Model 3, Model Y  
Batteriezellfertigung  
Kapazität: 600.000 p.a.

# Deutsche Weltmarktführer in G I G A B E R L I N

## 3. Fertigung



Bildquelle: Handelsblatt

### Big Champions

**BOSCH** **FREUDENBERG** **Linde**  
 INNOVATING TOGETHER

### Hidden Champions

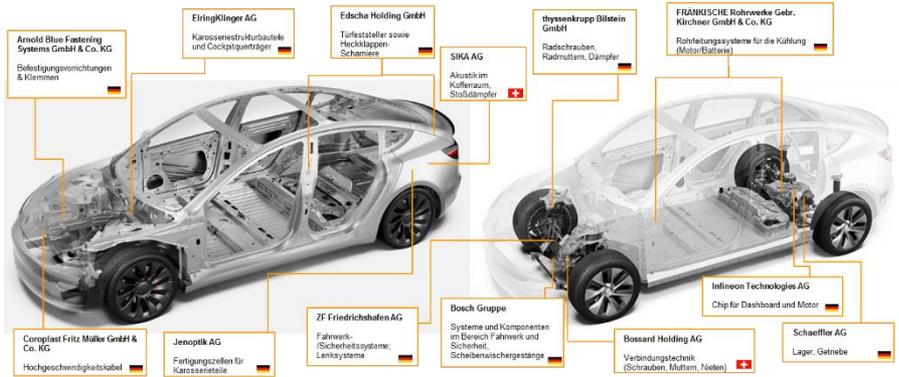
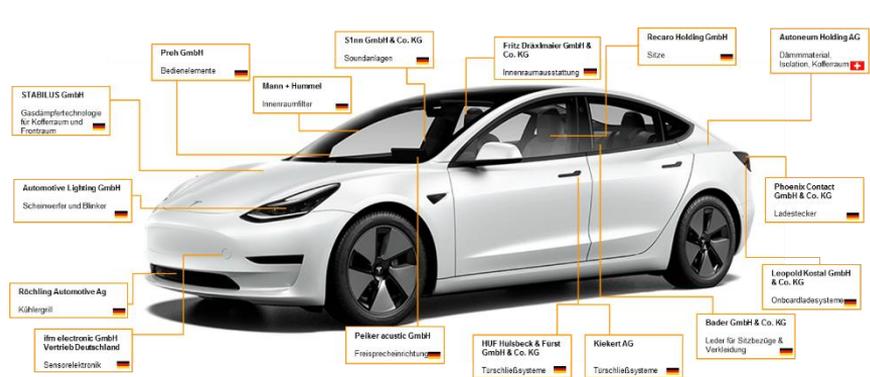
**BALLUFF** **BEKO** **BECKHOFF** **DÜRR GROUP** **ENGEL**  
**Hirschvogel Automotive Group** **ifm** **KIEFEL TECHNOLOGIES** **B** **KUKA** **LACtec**  
**LEONI** **manz** **FRIDOLFIM GROUP** **RITTAL** **ePLAN** **PILZ** **SAUERESSIG**  
**SCHULER** **Siempelkamp** **SEW EURODRIVE** **STÄUBLI** **WEFA**

### Hidden Gems

**BANG KRANSYSTEME** **ECKARDT** **GÜDEL**  
 Beölen • Reinigen • Konservieren  
**Kirschner** **SIEBENWURST.COM**  
 MASCHINEN- UND METALLBAU GMBH

# Deutsche Weltmarktführer im Fahrzeug

## 3. Fertigung




 Rund 35 % der verbauten Teile werden von deutschen Hidden Champions hergestellt

# Eine andere Innovationslogik:

## 3. Fertigung

**Simplify:** Grundlegende **Vereinfachung** von Konstruktion und Produktionsverfahren durch **First Principle Thinking** und **Cross-Fertilization (Space-X)**

**Accelerate:** **Hohe Beschleunigung** der Produktionsprozesse durch **Reduktion** von **Einzelmaschinen** und **Verfahrensschritten**

**Robustify:** **Optimierung** der Stabilität von Produktionsprozessen durch **Reduktion** von **digitalen Schnittstellen** und **physischen Verbindungen**

**Automate:** **Intensivierung** und **Optimierung** der Automatisierung durch kollaborative Roboter (Cobots und Service Robots) und Adaption

**Control:** **Beherrschung** und **Integration** innovativer Schlüsseltechnologien und Verfahren durch **Wertschöpfungstiefe**, **kooperative Entwicklung** und **Patentabsicherung**

# Simplify oder die Komplexität der Einfachheit

## 3. Fertigung



# Simplify: First Principles Thinking

## 3. Fertigung

*„I operate on the physics approach to analysis. You boil things down to the first principles or fundamental truths in a particular area and then you reason up from there. Then you apply your reasoning to those **axiomatic principles** to assess **what is really possible** and what is simply perceived to be possible.“* **Elon Musk**



Foto: Reuters

# Simplify: Konsequenter Innovationsfokus

## 3. Fertigung



Dr. Stefan Wallmeier  
Vice President Technology  
KAMAX Automotive GmbH

*„Wenn Tesla Potenzial in einer Innovation erkennt, stellt das Unternehmen alle Bestellungen zeitnah um und fordert schnellste Umsetzung beim Lieferanten.“*

# Simplify: Value Innovation

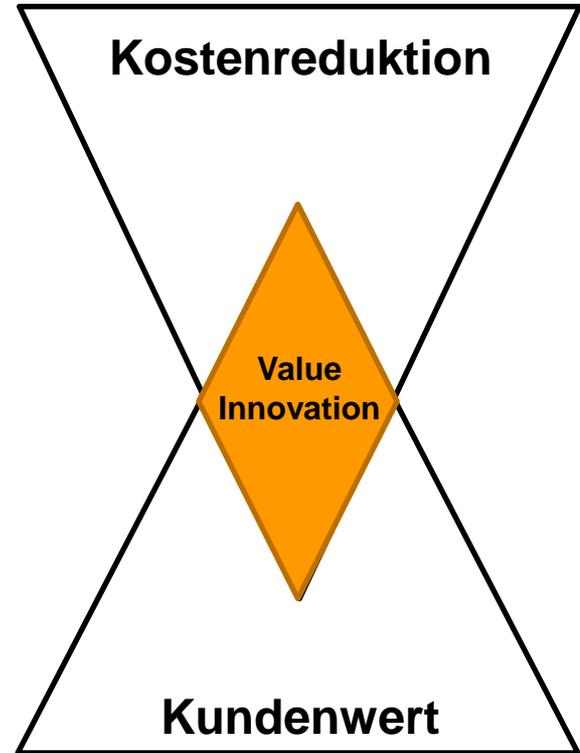
## 3. Fertigung

“*Value innovation*” schaffen gleichzeitig einen höheren Kundennutzen bei niedrigeren Kosten.



### *KXhead*

- Gewichteinsparung (35%)
- Kostenvorteil
- Zusatzfunktionalität und –nutze



Quelle: in Anlehnung an Kim, W. C./Mauborgne, R. (1997): Value Innovation: The *Strategic Logic of High Growth*. In: *Harvard Business Review*, 75. Jg., Nr. 1, S. 102–112.

# Accelerate: Höchstgeschwindigkeit statt Tempolimit

## 3. Fertigung



# Accelerate: Geschwindigkeit als Wettbewerbsvorteil

## 3. Fertigung

*“ The pace of Innovation is the only thing that matters in the long run.” Elon Musk*



Foto: Reuters

# Accelerate: High Speed Innovation

## 3. Fertigung

*„Wir hatten einige Monate lockere Gespräche. Ein Kennenlernen und ehrliches Innovationsinteresse, aber vollkommen ergebnisoffen. Dann gab es auf einmal eine Entscheidung „GO“ und TESLA wollte auf einen Schlag viele unserer Produkte und am besten morgen den Prototypen an der Linie. Den haben wir aber natürlich nicht in der Schublade versteckt. Die erwarten dann innerhalb kürzester Zeit alle Mann an Deck, die sich mit Haut und Haaren für sie einsetzen. Das ist unfassbar fordernd, aber es motiviert auch. Denn Du bist der Experte und absolut auf Augenhöhe.“*

**SIEBENWURST**  
MODELLBAU & FORMENBAU



Christian Walter  
Mitglied der Geschäftsleitung

# Robustify: Prozessstabilität in dynamischer Umwelt

## 3. Fertigung



# Robustify: Skalierung in Hochgeschwindigkeit

## 3. Fertigung

*“Prototypes are relatively easy and fun [to build]...  
but reaching volume production with a reliable  
product at an affordable price is excruciatingly difficult.  
[...] We are robustifying our high speed production [...] and make it the best production in the world.”*

*Elon Musk*



# Robustify: Hidden Champions im Reallabor

## 3. Fertigung

*„Tesla betrachtet seine Fertigung als ein Experimentierfeld, in dem ständig neue Technologien ausprobiert und dann schrittweise verbessert werden.“*

Quelle: HE 12, Z. 188 ff.

# Robustify: Prozessstabilität und Prozessinnovation

## 3. Fertigung



# Robustify: TESLA als Reallabor

## 3. Fertigung



Office  
United States of America

Application Number  
1624143

Application Date  
16.01.2018

Publication Number  
20190217960

Publication Date  
16.07.2019

Publication Kind  
A1

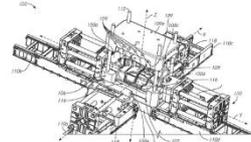
IPC  
B22D 17/22 B22D 17/20 B22D 17/00

CPC  
B22D 23/005 B22D 17/2206 B22D 17/002  
B22D 17/2015

Applicants  
Tesla, Inc.

Inventors  
Matthew Kenneth Kallias

Title  
[EN] MULTI-DIRECTIONAL UNIDIEY CASTING MACHINE FOR A VEHICLE FRAME AND ASSOCIATED METHODS



Abstract  
[EN]  
A multi-directional casting machine for casting a frame of a vehicle is described herein. The casting machine may include a central hub having a cover die portion and a plurality of ejector die portions translatable relative to the cover die portion and configured to meet at the central hub. The plurality of ejector die portions include first and second ejector die portions configured to translate along a first axis and a third ejector die portion configured to translate along a second axis extending substantially perpendicular to the first axis between closed and open positions. The first, second, and third ejector die portions are adjacent a first, second, and third sides, respectively, of the cover die portion in the closed positions and spaced apart from the cover die portion in the open positions. The plurality of ejector die portions form a mold cavity corresponding to a portion of a vehicle frame.

Related patent documents  
1624019; 1624592

Typically, in the context of vehicle frame manufacturing and the die casting process, multiple die casting machines are each used to cast different components of a vehicle frame. [...] there remains a need for an improved die casting machine and associated methods [...] The present disclosure describes embodiments of die casting machines and methods thereof that may reduce build time, operation costs, costs of manufacturing, factory footprint, factory operating costs, tooling costs, and/or quantity of equipment. Such casting machines may reduce a number of casting machines or actual castings required to cast a complete or substantially complete vehicle frame [...]

Quelle: US Patent Application US15874348

Veränderung der Konstruktionsweise, des Materials, Produktionsverfahren und -maschinen für geringere Kosten und verbesserte Produktleistung

# Robustify: Wettbewerbsvorteil ...

## 3. Fertigung

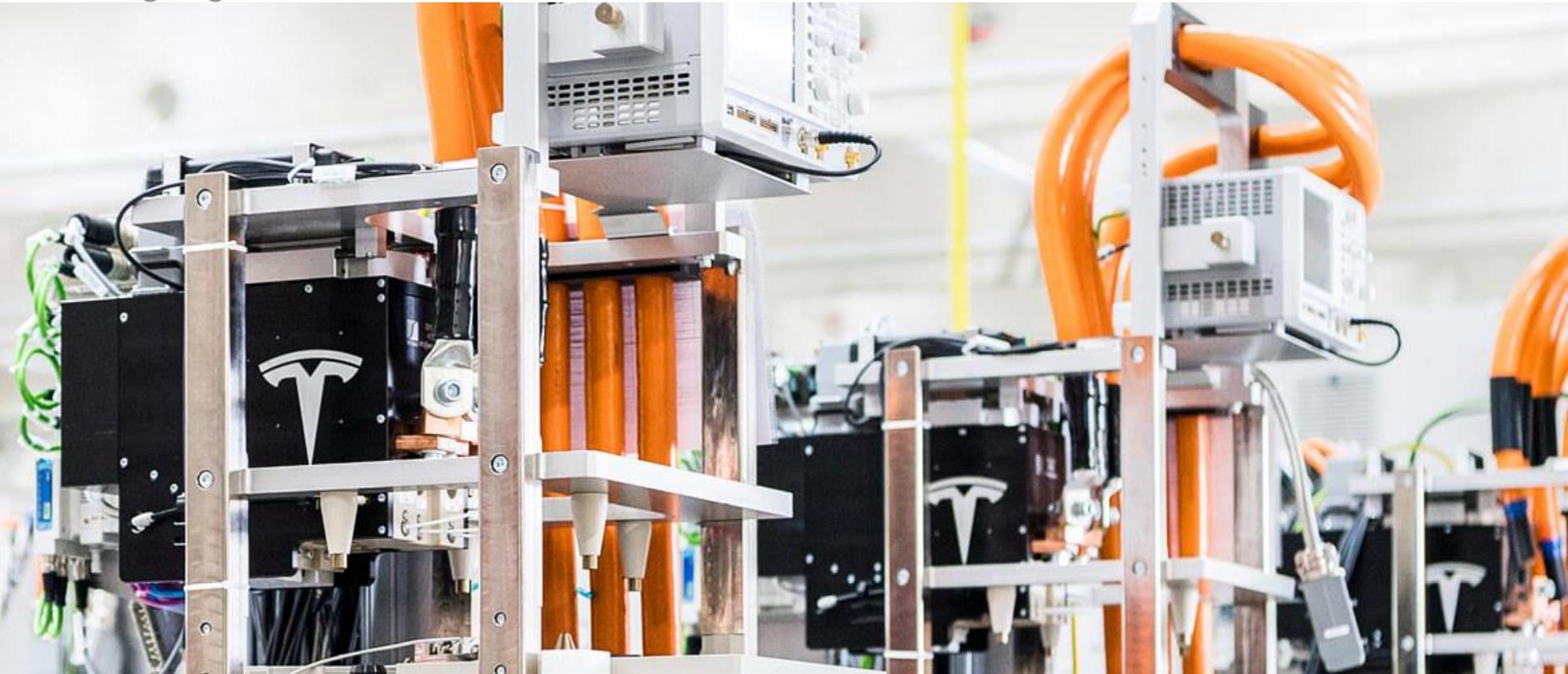
- Komplexitätsreduktion: bis zu 370 Einzelteile weniger (Front / Heck)
- Investitionersparnis: weniger Schweißroboter
- Gewichtsreduktion: ca. 10 % leichter
- Kostenersparnis: ca. 20 % bis 30 % günstiger
- Produktionsprozess: ca. 10 % schneller
- Reichweitenverbesserung : ca. 14 % größere KM-Reichweite

 ... durch Kostenreduktion und Leistungsverbesserung

Quelle: TESLA Q1 2020 Report / US20190217380 MULTI-DIRECTIONAL UNIBODY CASTING MACHINE FOR A VEHICLE FRAME AND ASSOCIATED METHODS

# Automate: Digital. Vernetzt. Smart.

## 3. Fertigung



# Automate: Digital. Vernetzt. Smart.

## 3. Fertigung

*“... building the machine that makes  
the machine. [...] Failure is an option here.*

***If things are not failing,  
you are not innovating enough.”***

*Elon Musk*



# Automate: Digital. Vernetzt. Smart.

## 3. Fertigung



Michael Marhofer  
Vorstandsvorsitzender

*„Für Tesla erfanden wir die Welt zwar nicht neu, aber verbesserten bestehende Produkte schrittweise, oft mit Software- und Cloud-Lösungen, die einen konkreten Vorteil für die automatisierte Fertigung von Tesla bieten. Unser Ansatz besteht darin, Prozesszeit einzusparen und die Qualität zu erhöhen. Elon Musk kann man einfach nicht mit der Nachricht begeistern, einen Sensor einen Euro preiswerter einkaufen zu können.“*

# Automate: Digital. Vernetzt. Smart.

## 3. Fertigung

   
Sensorelektronik

   
Drucklufttechnik



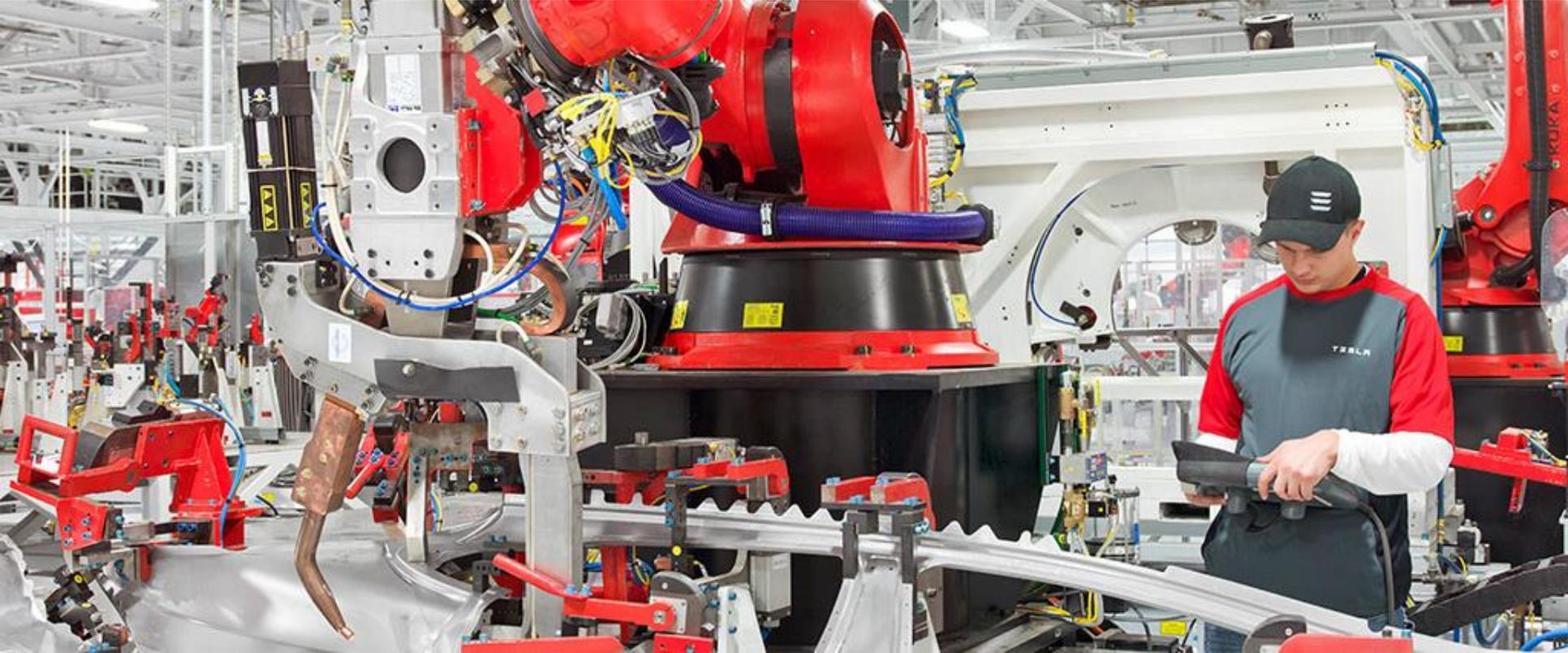
    
GROHMANN AUTOMATION  
Automationstechnik



Quelle: <https://teslagrohmannautomation.de/de/>

# Control: Vertikal integrierte Produktion

## 3. Fertigung



# Control: Vertikal integrierte Produktion

## 3. Fertigung

*“Tesla is absurdly vertically integrated compared to other auto companies or basically almost any company. [...] We're designing and building so much more of the car than other OEMs who will largely go to the traditional supply base and [execute] like I call it, catalog engineering. So it's not very adventurous and it basically ends up like older products end up — looking the same because they're going to the same suppliers.”*



# Control: Integration erfolgskritischer Aktivitäten ...

## 3. Fertigung



akquiriert 01/2017

Prüm (Rheinland Pfalz)



akquiriert 10/2020

Neuwied (Rheinland Pfalz)



TESLA  
GROHMANN AUTOMATION

# ... für Marktmachtaufbau und Power Play ...

## 3. Fertigung

  
akquiriert  
01/2017  
Prüm (Rheinland Pfalz)

  
akquiriert  
10/2020  
Neuwied (Rheinland Pfalz)



- Vertikale Integration (Upstream) erhöht Fertigungstiefe und stärkt Entwicklungskompetenz in Automatisierungstechnologie für kritische Wertschöpfungsstufe insb. Batteriezellfertigung („Bottleneck“)

- Beendigung bestehender Kundenbeziehungen zu horizontalen Wettbewerbern von TESLA verschärft „Bottleneck“;

- verzögert Entwicklungsprojekte bei Wettbewerbern  
⇒ „**Downstream Foreclosure**“-Strategy<sup>1)</sup>

- erhöht Entwicklungskosten bei Wettbewerbern  
⇒ „**Raising Rival's Cost**“-Strategy<sup>1)</sup>



1) Büchler (2009) Kooperation versus Fusion. SpringerGabler.

# ... gefällt nicht allen

## 3. Fertigung



*„Ich bin sicherlich nicht ausgeschieden, weil ich keine Lust mehr hatte.“*

Unternehmensgründer Klaus Grohmann verlässt das Unternehmen.

Konsequenz:

- Lieferengpass bei Wettbewerbern
- Verzögerung bei Mercedes „Tesla-Killer“ EQC

# Technologien, Teile und Tugenden

## 3. Fertigung

The  
Economist

Schumpeter  
German lessons

*Many countries want a Mittelstand like Germany's. It is not so easy to copy*



The Technology-Network:  
Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe, Germany



Hightech von deutschen Hidden Champions und Tugenden aus dem Valley

1. **Warum überhaupt Forschung zu TESLA und den Hidden Champions?**
2. **Was macht diese Hidden Champions so besonders?**
3. **Was ist so anders in der TESLA-Fertigung?**
4. **Welchen Beitrag leisten deutsche Hidden Champions?**
5. **Was bedeutet das für die (Automobil)-Industrie?**

# Maschinen und Technologie in der Gigafactory

## 4. Beitrag



Deutsche Innovationen und Technologien transformieren die Automobilproduktion

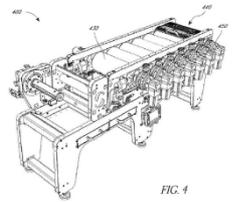
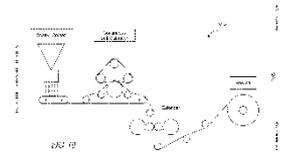
# Transformation: Produktion & Konstruktion & Steuerung

## 4. Beitrag

|                   | <b>Karosserierohbau</b><br>„Unibody Casting Process“   | <b>Batteriezellfertigung</b><br>„Dry Electrode Technology“   | <b>Steuerungstechnik</b><br>„Wiring System Architecture“   |
|-------------------|--|--|--|
| <b>Simplify</b>   | Hochdruckgussverfahren ermöglicht z.B. ein Karosserieheckteil aus einem Guss anstelle von 70-100 Stanzteilen   | Trockenbeschichtung anstelle nass-chemischer Verfahren reduziert Ressourcenverbrauch   | 1 zentrales Steuergerät ersetzt bis zu 20 Steuergeräte und reduziert Schnittstellen und Kabellängen um -1,5 km   |
| <b>Accelerate</b> | Prozessbeschleunigung durch Reduktion von rund 300 Schweißpunkten und weniger Pressen und Schweißroboter   | Prozessbeschleunigung durch Wegfall des Trocknungsprozess und Platzersparnis durch Entfall von Heizstrecken  | Prozessbeschleunigung durch Reduktion von Montageschritten, Komponenten und Kabelbäumen  |
| <b>Robustify</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Prozessstabilität durch weniger Wartung, Kalibrierung, Kontrolle</li> <li>• Höhere Karosseriestabilität durch weniger Schweißpunkte</li> </ul> | „Strukturbatterie“ mit höherer Stabilität der Elektrodenmaterialien durch netzartige Bindemoleküle   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Prozessstabilität durch weniger Schnittstellenmanagement und optimierte Kabelarchitektur</li> <li>• Höhere Systemstabilität</li> </ul> |
| <b>Automate</b>   | Multidirektionale Anordnung von 4 Gigapressen im rechtwinkligen Verbund für Massenproduktion   | Walzanlagen mit Kalandertechnologie für Massenproduktion von 4680er Batteriezellen   | Verkürzung von Kabellängen und Versteifung von Kabelbäumen für intensiveren Robotereinsatz   |
| <b>Control</b>    | Patentierte Entwicklung in Kooperation<br><br>US Patent Application US15874348                                | Patentierte Entwicklung in Kooperation<br><br>EPA Patent-No. 3912207 | Patentierte Eigenentwicklung<br><br>Tesla Patent No. US20190217794A1                                |

# Transformation in der Batteriezellfertigung

## 4. Beitrag



Publication Number  
WO/2020/02654

Publication Date  
22.07.2020

International Application No.  
PCT/US2019/03539

International Filing Date  
14.01.2020

IPC  
H01M 4/04 (2006.01) B32B 27/00 (2006.01)  
H01M 1/24 (2003.01) H01M 4/139 (2010.01)  
B22F 3/04 (2006.01)

CPC  
B22F 3/02 B22F 11/025 B22F 3/08  
B22F 43/58 B22F 89/0411 B22F 246/700

View more classifications

Title  
**[EN]** SYSTEM AND METHODS FOR MANUFACTURING A DRY ELECTRODE  
**[FR]** SYSTÈME ET PROCESSUS DE FABRICATION D'UNE ÉLECTRODE SÈCHE

Applicants  
MAXWELL TECHNOLOGIES, INC. (US)(FR)  
2080 Calle Fortunado San Diego, California  
92123, US

Inventors  
BOSENTHAL, Frank (DE)(FR)  
WILTERS, René (DE)(FR)  
LANGEND, Christoph (DE)(FR)  
GOTTZEKY, Jörg (DE)(FR)  
WILTERS, Key (DE)(FR)  
HACKFORD, Thomas (DE)(FR)

Inventors  
DODDINGHILL, Frank  
WILTERS, René  
LANGEND, Christoph  
GOTTZEKY, Jörg  
WILTERS, Key  
HACKFORD, Thomas  
MITCHELL, Peter

**Abstract**  
[EN] A system and method for manufacturing a dry electrode for an energy storage device are disclosed. The system includes a first dry electrode material delivery system configured to deliver a dry electrode material, a first calendaring roll, a second calendaring roll, and a controller. The second calendaring roll is configured to form a first nip between the first calendaring roll and the second calendaring roll. The first nip is configured to receive the dry electrode material from the first dry electrode material delivery system, and form a dry electrode film from the dry electrode material. The controller is configured to control a rotational velocity of the second calendaring roll to be greater than a rotational velocity of the first calendaring roll.  
[FR] L'invention concerne un système et des procédés de fabrication d'une électrode sèche pour un dispositif de stockage d'énergie. Le système comprend un premier système de distribution de matériau d'électrode sèche conçu pour distribuer un matériau d'électrode sèche, un premier rouleau de calendrage, un second rouleau de calendrage et un dispositif de régulation. Le second rouleau de calendrage est conçu pour former une première ligne de contact entre le premier rouleau de calendrage et le second rouleau de calendrage. La première ligne de contact est conçue pour recevoir le matériau d'électrode sèche en provenance du premier système de distribution de matériau d'électrode sèche et former un film d'électrode sèche à partir du matériau d'électrode sèche. Le dispositif de régulation est conçu pour réguler une vitesse de rotation du second rouleau de calendrage pour qu'elle soit supérieure à une vitesse de rotation du premier rouleau de calendrage.

Related patent documents  
EP3912207 JP2020045543

Electrodes can be implemented within electrical energy storage cells, which are widely used to provide power to electronic, electromechanical, electrochemical, and other useful devices. Such cells include batteries such as primary chemical cells and secondary (rechargeable) cells, fuel cells, and various species of capacitors, including ultra-capacitors. Electrodes can also be implemented within water purification systems.

Decreasing the operating costs and improving the efficiencies of electrode manufacturing would be desirable. [0002]

Quelle: Tesla / MAXWELL (Saueressig) Patent **EP3912207**

Veränderung der Architektur, chemischen Zusammensetzung und maschineller Produktion von Batterie für geringere Kosten und höhere Produktleistung

# Forschungsstrukturen von Hidden Champions

## 4. Beitrag

  Hidden Champion

Kalender für Trockenfilm  
Vreden (NRW)

 Hidden Champion

Proven Excellence.

Tockenmahltechnik  
Hanau (Hessen)

 Hidden Gem

Gauging Systems Limited

Berührungslose Inline-Messtechnik  
Hügelsheim (Baden-Württemberg)

 IWS

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

 **ABTC**  
Advanced Battery Technology Center

© Fraunhofer IWS Dresden  
Advanced Battery Technology Center (ABTC)



© Fraunhofer IWS Dresden  
Prozesskette zur Entwicklung neuer Batteriezellen



 M-ERA.NET

»DryProTex«  
(FKZ02P17E010)

Öffentlich gefördertes interdisziplinäres Verbundforschungsprojekt zur Trockenbeschichtung von Elektroden in der (auto-mobilen) Batterieproduktion

 Startup

Batteriehersteller (Startup 2015)  
Espoo Finland

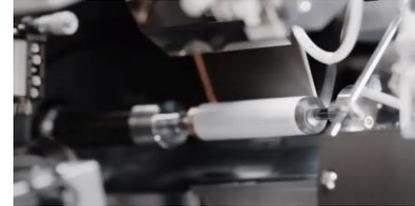
Quellen: Fraunhofer IWS, M-ERA.NET

» Gleich und gleich gesellt sich gern: Hidden Champions, Hidden Gems und Start-ups sind aktiv in Netzwerken und Projekten für Spitzenforschung eingebunden

# Value Innovation: Dry Electrode Technology

## 4. Beitrag

- Komplexitätsreduktion: weniger umweltschädliche Chemikalien (z.B. Kobalt)
- Investitionsersparnis: ca. 66 % Investitionssumme für Zellfertigung
- Gewichtsreduktion: ca. 10 % leichter
- Kostenersparnis: ca. 7 % günstigerer Batteriepack pro kWh
- Reichweitenverbesserung: bis zu ca. 20 % größere KM-Reichweite



Quelle: EP3912207 - SYSTEM AND METHODS FOR MANUFACTURING A DRY ELECTRODE [

 Wettbewerbsvorteil durch Kostenreduktion und Leistungsverbesserung

1. **Warum überhaupt Forschung zu TESLA und den Hidden Champions?**
2. **Was macht diese Hidden Champions so besonders?**
3. **Was ist so anders in der TESLA-Fertigung?**
4. **Welchen Beitrag leisten deutsche Hidden Champions?**
5. **Was bedeutet das für die (Automobil)-Industrie?**

# TESLA – Ein Sonderfall? Ja und Nein.

## 5. Implikationen

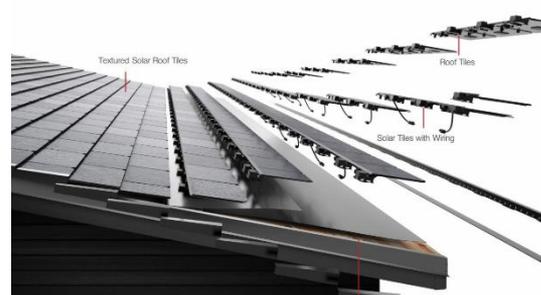


LUCID



# Elon Musk denkt und lenkt im „Big Picture“

## 5. Implikationen



**Tesla Bot**

|   |                   |                           |
|---|-------------------|---------------------------|
| <b>WORLD BUILT BY HUMANS, FOR HUMANS</b>              | HEIGHT<br>5'9"    | CARRY CAPACITY<br>45 LBS  |
| <b>FRIENDLY</b>                                       | WEIGHT<br>125 LBS | DEADLIFT<br>150 LBS       |
| <b>ELIMINATES DANGEROUS, REPETITIVE, BORING TASKS</b> | SPEED<br>5 MPH    | ARM EXTEND LIFT<br>10 LBS |

## » Maximale Wertschöpfung im Innovationsökosystem

# Grünheide Calling.

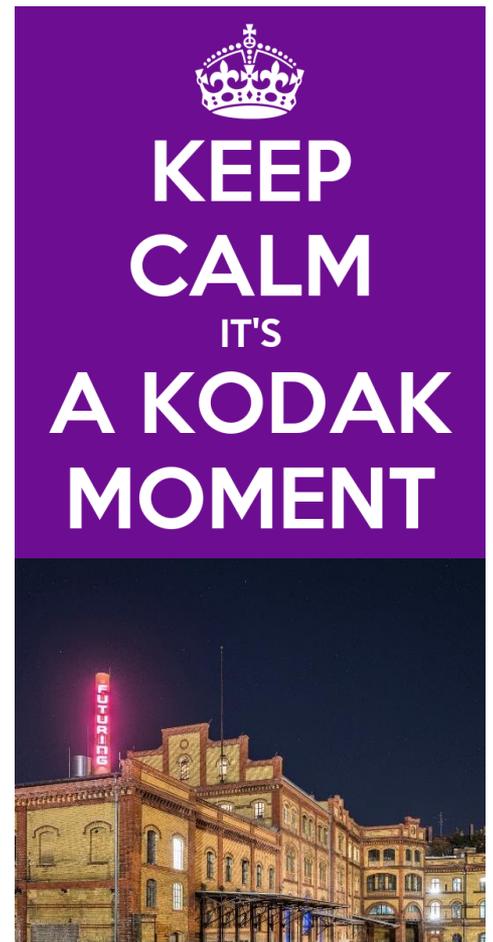
## 5. Implikationen

*„Wenn ich wirklich etwas verändern will, dann  
brauche ich neue Leute mit neuen Ideen.*

*Die finde ich nur woanders ... also an Orten, die  
abseits der ausgetrampelten Pfade liegen ...*

*vor allem an den wirklich inspirierenden,  
innovationsfreudigen und weltoffenen Orten  
z.B. Berlin oder Kalifornien.“*

Quelle: HE 5, Zeilen 138 ff.



# Es ist mehr als Transformation ...

## 5. Implikationen



**ottobock.**



**... denn es betrifft die gesamte Wertschöpfung...**

# ...vollzieht sich extrem schnell...

## 5. Implikationen



Michael Marhofer  
Vorstandsvorsitzender ifm-Unternehmensgruppe

*„Die Innovationsgeschwindigkeit von TESLA übertrifft alles, was wir bisher in der Automobilindustrie gewohnt waren. [...] Wir finden das gut. Unsere Leute kommen damit gut klar. Uns liegt das – wir sind schnell. Das passt ziemlich gut und motiviert uns.“*

# ... und umfassend in Fertigung, Konstruktion, Steuerung ...

## 5. Implikationen

|                   | <b>Karosserierohbau</b><br>„Unibody Casting Process“   | <b>Batteriezellfertigung</b><br>„Dry Electrode Technology“   | <b>Steuerungstechnik</b><br>„Wiring System Architecture“   |
|-------------------|--|--|--|
| <b>Simplify</b>   | Hochdruckgussverfahren ermöglicht z.B. ein Karosserieheckteil aus einem Guss anstelle von 70-100 Stanzteilen   | Trockenbeschichtung anstelle nass-chemischer Verfahren reduziert Ressourcenverbrauch   | 1 zentrales Steuergerät ersetzt bis zu 20 Steuergeräte und reduziert Schnittstellen und Kabellängen um -1,5 km   |
| <b>Accelerate</b> | Prozessbeschleunigung durch Reduktion von rund 300 Schweißpunkten und weniger Pressen und Schweißroboter   | Prozessbeschleunigung durch Wegfall des Trocknungsprozess und Platzersparnis durch Entfall von Heizstrecken  | Prozessbeschleunigung durch Reduktion von Montageschritten, Komponenten und Kabelbäumen  |
| <b>Robustify</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Prozessstabilität durch weniger Wartung, Kalibrierung, Kontrolle</li> <li>• Höhere Karosseriestabilität durch weniger Schweißpunkte</li> </ul> | „Strukturbatterie“ mit höherer Stabilität der Elektrodenmaterialien durch netzartige Bindemoleküle   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhere Prozessstabilität durch weniger Schnittstellenmanagement und optimierte Kabelarchitektur</li> <li>• Höhere Systemstabilität</li> </ul> |
| <b>Automate</b>   | Multidirektionale Anordnung von 4 Gigapressen im rechtwinkligen Verbund für Massenproduktion   | Walzanlagen mit Kalandertechnologie für Massenproduktion von 4680er Batteriezellen   | Verkürzung von Kabellängen und Versteifung von Kabelbäumen für intensiveren Robotereinsatz   |
| <b>Control</b>    | Patentierte Entwicklung in Kooperation<br><br>US Patent Application US15874348                                | Patentierte Entwicklung in Kooperation<br><br>EPA Patent-No. 3912207 | Patentierte Eigenentwicklung<br><br>Tesla Patent No. US20190217794A1                                |

# ... und kennt keine Grenzen.

## 5. Implikationen

- Cross-Fertilization von Wissen, Kompetenzen und Technologie aus der Weltraum- und Raketenindustrie in der Automobil- und Batteriezellfertigung:

*“cross-fertilization of knowledge from the rocket and space industry to auto back and forth been really quite valuable”* Elon Musk (Q2 Earnings Call 2017)

- Anwendungsbeispiele:

- Enterprise Resource Planning (ERP) software (Warp Drive) für real-time, kollaborative, synchronisierte und friktionslose Workflows wurde von SPACE X entwickelt und von TESLA ebenfalls eingeführt
- Friction Stir Welding (Rührreibschweißen) von SPACE X weiterentwickelt für FALCON 9 Aluminiumtankproduktion wird bei TESLA für die Aluminiumrahmen von Model S / X genutzt
- Schlüsselpositionen im Entwicklungsbereich bei SPACE X und TESLA sind in Personalunion besetzt, z.B. Vice President for Materials Engineering, Dr. Charles Kuehmann für Wissens- und Personaltransfer z.B. Werkstoffkundeteams von Tesla und SpaceX arbeiten regelmäßig zusammen



# Schumpeter Schock.

## 5. Implikationen

*„Irgendwann wird jede Autofirma Elektroautos mit großer Reichweite haben. [...] Aber nicht jedes Unternehmen wird in der Herstellung großartig sein. Tesla wird in der Fertigung absolut über allen anderen stehen. Das ist unser Ziel.“*

Quelle: Elon Musk



Foto: Reuters

TESLA setzt als Software- und Hardwareunternehmen neue Maßstäbe in KI-technologiebasierter Fertigungseffizienz

# Wer nicht vom Weg abkommt, bleibt auf der Strecke.

## 5. Implikationen



# Ihre Fragen

## 5. Implikationen





# WIE TICKT TESLA?

Was wir von der neuen  
Gigafabrik lernen können

## ONLINE-SEMINAR

mit Christoph Krachten und  
Prof. Dr. Jan-Philipp Büchler

**24.** Mai  

---

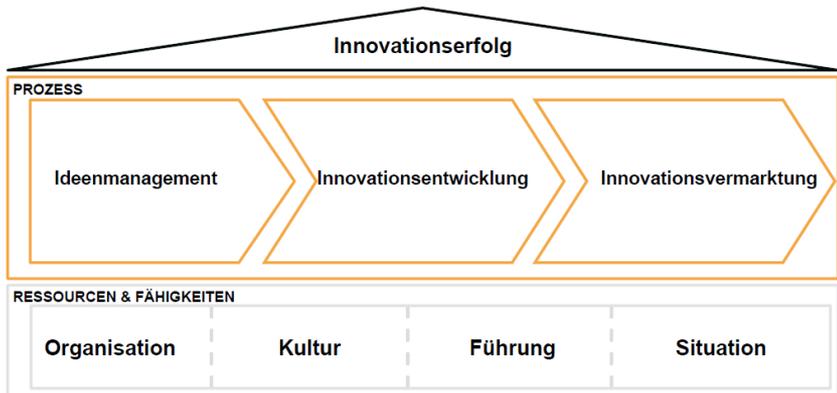
10-15 Uhr

JETZT  
ANMELDEN

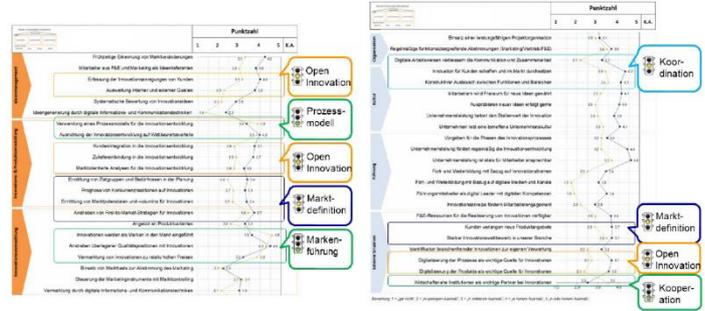


# Hausaufgaben für das Innovationsmanagement

## Experteninterview



Identifikation relativer Stärken und Schwächen im Innovationsmanagement



- Blaue Kurve: Profillinie erfolgreicher Innovatoren entlang empirischer identifizierter Erfolgsfaktoren
- Grüne Kurve: Profillinie eines Unternehmens und Identifikation möglicher Druckpunkte

- Innovationsfähigkeit als Basis für dauerhafte Markterfolge
- Erkennen und Bewerten von Innovationserfolgsfaktoren
- <https://innovationexcellence.eu/innomonitor>



# Prof. Dr. Jan-Philipp Buechler

## Experteninterview

### Prof. Dr. Jan-Philipp Buechler



- *Professor für Unternehmensführung*
- *Schwerpunkt in Forschung und Lehre: Wachstum mittelständischer Weltmarktführer*
- *Gründungsmitglied Forschungsgruppe Innovationsexzellenz*
- *Leitung Forschungszentrum CASEM*
- *Beirat Hermann Simon Business School*



**casem.**

center for applied studies and education in management



| casem.                    |  |  |  |   |
|---------------------------|--|--|--|---|
| Research & Teaching Focus | SIM Strategic International Management   | INEX Innovation Excellence   | EM Entrepreneurial Management  | MAIN Markets & Market Institutions  |
| Research Projects:        | • Remote Globalization<br>• Hidden Champions<br>• International Risk Communication<br>• Publication Series<br>• IASBRI (ongoing)   | Research Projects:<br>• Innovation Excellence<br>• Family Legacy<br>• Social Entrepreneurship<br>• Publication Series<br>• Innovation (Pilot Launch)   | Research Projects:<br>• Internationalization<br>• Social Entrepreneurship<br>• Publication Series<br>• Journal   | Research Projects:<br>• Market Power in Industry 4.0<br>• Institutional Frameworks & Openness<br>• Publication Series<br>• Journal  |
| Methods                   | Qualitative Research<br>CASE METHOD  | Quantitative Research<br>STATISTICS  | Simulation & E-Learning<br>SIMULATIONS   | Decision Analysis<br>GAMES & EXPERIMENTS  |
| Instruments & Tools:      | • Research Theory & Case Research<br>• Case Writing & Case Teaching<br>• CASEKIT<br>• Offsets<br>• Case Method Workshops (EM)<br>• Case Studies<br>• Market Intelligence | Instruments & Tools:<br>• Research Theory & Case Research<br>• SPSS<br>• Offsets<br>• Research Seminar on SPSS<br>• Innovation Intelligence  | Instruments & Tools:<br>• Business Simulations (TOPSIM)<br>• Business Modeling<br>• Behavioral Learning - PERSON<br>• Offsets<br>• Workshops & Trainings<br>• SIMLAB (SPSS/SONY) | Instruments & Tools:<br>• Research & Institutional Analysis<br>• Experimental Economics / Game Theory<br>• Business Storytelling<br>• Offsets<br>• Workshops in Experimental Design<br>• Competitive Intelligence |
| Network                   | Case Network<br>Case Reviewer<br>GSDP<br>HBS   | Research Network<br>JRI/Innovation Awards (IIR, NIFE, FH Aachen, HS-Norderhorn, HTW-Berlin-Brandenburg)<br>Associations: EMBA (EMBA Innovation), Schwabean Innovation, EMBA University, TU DLR, IRI Langhe, IRI S. Gallen, University Klagenfurt, University Bielefeld | Practitioner Network<br>Alumni (journal graduates, EMBA)   Contributing Authors (journal cases) (GDA, VALLANT, IRI, SOLEZYNSKI)  |   |

### Strategie



Controlling & Management Review  
WHL/IB

### Innovation



## Wachstumsstrategien im Mittelstand

### Internationalisierung



### Mergers & Acquisitions



ICAREVIEW

## Kontakt

[jan-philipp.buechler@fh-dortmund.de](mailto:jan-philipp.buechler@fh-dortmund.de)

[www.innovationexcellence.eu](http://www.innovationexcellence.eu)

[www.casem.eu](http://www.casem.eu)



jpbuechler



JanPhilipp\_Buechler



profbuechler



Jan-Philipp\_Buechler

### Büroleitung

Anna Weiland

[anna.weiland@fh-dortmund.de](mailto:anna.weiland@fh-dortmund.de)

Tel: +49 (0)231 9112-6788

© Prof. Dr. Jan-Philipp Buechler, 24. Mai 2022, SEMINAR: WIE TICKT TESLA?  
Was wir von der neuen Gigafabrik lernen können.



# Untersuchungsaufbau

## 1. Warum Forschung?

### Datenbank- auswertung

- Hidden Champions Datenbank



- Patentdatenbanken



- Unternehmensdatenbanken



### Unternehmens- quellen (HC)

- Unternehmensveröffentlichungen:
  - Geschäftsberichte
  - Nachhaltigkeitsberichte
  - Mitarbeiterzeitungen
  - Pressemeldungen
  - Innovationspreise
- Unternehmensinterviews mit:
  - Geschäftsführung
  - Forschung & Entwicklung
  - Vertrieb
  - Business Development

### Branchen- informationen

- TESLA
  - Stellenanzeigen
  - SEC-Filings
  - Geschäftsberichte
  - Events, Konferenzen, Presse z.B. Battery Day
  - Interview- & Presseauswertung (Top-Mgmt.)
  - Videoauswertung mit Automatisierungsexperten
- Experteninterviews
  - Maschinen- und Anlagenbau
  - Automatisierung
  - Konstruktion
  - Batteriezellfertigung
- Brancheninformationsdienste

Systematische Sammlung und Auswertung qualitativer und quantitativer Daten

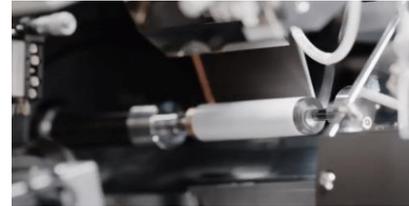
Quellen: Büchler (2022)

# Value Innovation: Dry Electrode Technology

## 4. Beitrag

TELSA erfindet die Kathodenproduktion neu. In Zusammenarbeit mit dem deutschen Hidden Champion Saueressig und den von TESLA akquirierten Automatisierungsspezialisten von GROHMANN sowie den Batteriespezialisten von MAXWELL sowie HIBAR entwickelt TESLA einen Kathodenproduktionsprozess, der den Einsatz von umweltschädlichen Chemikalien (z.B. Kobalt) reduziert, Ressourcen- und Energieeinsatz beispielsweise durch den Wegfall des Trocknungsprozesses drastisch senkt und dank Konstruktionsweise mit kostengünstigerem Formfaktor verbesserte thermische Eigenschaften erreicht, die zu verbesserter Ladegeschwindigkeit, geringerer Wärmeentwicklung und höherer Reichweite führen. Die Produktionstechnologie mit dafür eigens in Zusammenarbeit mit Saueressig entwickelten Kalandermaschinen ist eine Value Innovation. Die Konstruktionsweise als Strukturbatterie im Verbund mit den innovativen Karosseriegroßbauteilen (siehe Unibody Casting) führt in Kombination zu einer weiteren Value Innovation. Die Value Driver zeigen erhebliche Verbesserung in Kosten- und Leistungsdimensionen (alle Angaben beziehen sich auf Verbesserungen ggü. bisherigem Batterieprozess):

- Komplexitätsreduktion: weniger umweltschädliche Chemikalien (z.B. Kobalt)
- Investitionersparnis: ca. 66 % Investitionssumme für Zellfertigung
- Gewichtsreduktion: ca. 10 % leichter
- Kostenersparnis: ca. 7 % günstigerer Batteriepack pro kWh
- Reichweitenverbesserung: bis zu ca. 20 % größere KM-Reichweite



Quelle: EP3912207 - SYSTEM AND METHODS FOR MANUFACTURING A DRY ELECTRODE [

 Wettbewerbsvorteil durch Kostenreduktion und Leistungsverbesserung