

Ulrich Wohlgemuth

# MASCHINEN DESIGN

Industrieprodukte erfolgreich gestalten

**Ulrich Wohlgemuth**

# MASCHINEN DESIGN

Industrieprodukte erfolgreich gestalten

**Wohlgemuth, Ulrich: Maschinen Design: Industrieprodukte erfolgreich gestalten, Hamburg, Diplomica Verlag GmbH 2016**

**Buch-ISBN: 978-3-95934-966-6, PDF-eBook-ISBN: 978-3-95934-466-1  
Druck/Herstellung: Diplomica Verlag GmbH, Hamburg, 2016**

**Covermotive:**

Entwurfszeichnungen und Renderings für das Design der Anlage Metaplas-Domino für das vakuumbasierte Beschichten. Design und Visualisierung von Mike Höllerich und Bastian Müller, designkonzentrat Köln

**Herausgeber:**

iF DESIGN MEDIA GmbH, Bahnhofstraße 8, 30159 Hannover, Germany, [www.ifdesign.de](http://www.ifdesign.de)  
Managing Director/Geschäftsführung: Ralph Wiegmann  
Publishing Director/Verlagsleitung: Ramona Rockel

Die iF DESIGN MEDIA ist ein Fachverlag für internationale Design- und Architekturpublikationen. Sie wurde 2010 von der iF International Forum Design GmbH gegründet.

iF International Forum Design GmbH

Seit 1953 ist iF als Dienstleister an der Schnittstelle von Design und Wirtschaft in Hannover verankert. iF lobt nicht nur jährlich die weltweit anerkannten iF design awards aus, sondern ist als kompetenter Dienstleister und Partner in Designfragen und als Organisator von Designpreisen weltweit gefragt.

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

---

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Diplomica Verlag GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© Diplomica Verlag GmbH  
Hermannstal 119k, 22119 Hamburg  
<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2016  
Printed in Germany

**„Form folgt Funktion – das ist oft missverstanden worden.  
Form und Funktion sollten Eins sein,  
verbunden in einer spirituellen Einheit.“**

Frank Lloyd Wright

## Vorwort und Dank

Nach dem Abitur stellte sich die zentrale Frage, welchen Weg ich beruflich einschlagen sollte. Das Leben eines freien Künstlers schien mir verlockend und mein erster wichtiger Lehrer für Gestaltung Walter Ebeling meinte, dass ich mit meinen Bildern durchaus Chancen auf einer Kunstakademie haben könnte. Mein Vater war in dieser Hinsicht pragmatischer: „Freie Kunst ist brotlos, mach' etwas mit Hand und Fuß“. Als Kompromiss nahm er mich mit zum Chefrestaurator der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden, um Möglichkeiten in dieser beruflichen Richtung auszuloten. Das war ernüchternd, weil es nur wenige, schlecht bezahlte Arbeitsplätze für Restauratoren gab. So lautete die Erkenntnis: Kunst ist etwas für die Freizeit – also etwas Technisches.

Technische Kybernetik faszinierte mich, weil man offenbar mit teilautonomen Objekten experimentieren konnte. Der Studiengang war 1970 neu an der Technischen Hochschule Otto von Guericke Magdeburg. Es gab viele Bewerber und eine Eignungsprüfung, die ich nicht bestand. So wurde ich zum Apparate- und Anlagenbau umgelenkt. Dieses Studium habe ich lustlos, jedoch nicht sinnlos abgeschlossen, weil ich ein solides technisches Grundverständnis entwickelt habe.

Später erfuhr ich, dass es Industrielle Formgestaltung bzw. Design gibt, eine offenbar gute Möglichkeit, künstlerisches und technisches Interesse zu verbinden. Das wollte ich unbedingt machen und konnte dieses Ziel über ein Fernstudium erreichen. In meinen etwa zehn Jahren als festangestellter und weiteren zehn Jahren als freier Designer habe ich einige Erfahrungen sammeln und danach als Professor für Investitionsgüterdesign vermitteln können.

Ich habe erlebt, wie wechselseitige Vorbehalte und Missverständnisse die Zusammenarbeit von Ingenieuren und Designern behindern. Gerade bei der Entwicklung von Maschinen arbeiten Ingenieure und Designer mit ähnlichen Methoden und Werkzeugen an gemeinsamen Zielen und benutzen dabei gleiche Begriffe für unterschiedliche Sachverhalte.

„Form follows function“ (Form folgt Funktion), der Louis Sullivan zugeschriebene Gestaltungsleitsatz, wird gern missverstanden oder falsch interpretiert. Das Verständnis von Funktion wird oft auf die technischen Funktionalitäten reduziert, wodurch die Form zum schicksalhaften Ergebnis einer ingenieurtechnischen Konstruktionslösung werden kann. Auch lässt sich eine Handlungsabfolge ableiten: Also erst die Funktion klären, dann kommt die Form.

Ausdruck findet dieses Verständnis in saloppen Aussagen, wie: „Lass uns zuerst die technisch-konstruktiven und betriebswirtschaftlichen Probleme lösen. Wenn das erledigt ist, kannst du mit Design kommen“.

## Maschinen Design

Mit dieser Publikation möchte ich zu einer möglichst störungsfreien gemeinsamen Entwicklungsarbeit von Designern und Ingenieuren beitragen. Ich bin sicher, dass dadurch komplexe Industrieprodukte schneller und erfolgreicher entwickelt werden können.

Die industrielle Revolution unter der Bezeichnung Industrie 4.0 macht es möglich, dass Maschinen autonom agieren und sich untereinander abstimmen. Das führt für Produktdesigner wie für Ingenieure zu erweiterten Möglichkeiten und neuen Herausforderungen. Die Arbeitsschwerpunkte für Designer verlagern sich. Die Optimierung der unmittelbaren Mensch-Maschine-Interaktion und die Gestaltung einzelner Maschinen steht nicht mehr so im Mittelpunkt. Er geht mehr um das Design von Systemen und die Steuerung von Prozessen.

Die im Folgenden zusammengetragenen Methoden, die enthaltenden Gestaltungstipps und Beispiele können hilfreich sein, wenn die Entwicklung und Realisierung von Produkten keine Aufgabe von Spezialisten mehr ist. Auch schon jetzt ist jede konstruktive Entscheidung zugleich eine Designentscheidung.

Ich möchte meinen geschäftlichen Partnern und den Studierenden unseres Instituts danken, mit denen ich interessante Projekte realisieren konnte. Von allen habe ich viel gelernt.

Besonderer Dank gilt meinen Lehrern, die mir wesentliche Orientierung gaben. Ich danke herzlich Walter Ebeling, Wilhelm Paulke, Ursula Schneider-Schulz und Albert Krause.

Ulrich Wohlgemuth

Colbitz, März 2016

# INHALT

Vorwort und Dank	5
Inhalt	7
<b>Projekte</b>	<b>9</b>
<b>1. Grundlagen Maschinendesign</b>	<b>46</b>
<b>1.1 Ausgangslage</b>	<b>46</b>
Industrie 4.0	51
Designbegriffe	58
Besonderheiten	67
<b>1.2 Funktion und Funktionalität</b>	<b>70</b>
Designfunktionen	72
Kontextfunktionen	77
Exkurs Blechdesign	79
<b>1.3 Form und Gestalt</b>	<b>85</b>
Formkategorien	88
Formprinzip und Formvarianten	98
Anmutungen	102
<b>2. Entwicklung erfolgreicher Produkte</b>	<b>106</b>
<b>2.1 Designprozesse</b>	<b>106</b>
Planung	111
Konzepte	129
Entwürfe	131
Detaillierung	137
<b>2.2 Gestaltungssünden</b>	<b>139</b>
Chaotische Gestaltung	140
Langweilige Gestaltung	142
Nutzerignorante Gestaltung	144
Beliebige Gestaltung	145
Unpassende Gestaltung	146
Sichtbare Fertigungsmängel	147

## Maschinen Design

<b>2.3</b>	<b>Gestaltungstipps</b>	<b>148</b>
	Gliederung	149
	Reduktion	157
	Farbgliederung und Logo	161
<b>3.</b>	<b>Fallbeispiele</b>	<b>167</b>
<b>3.1</b>	<b>Designstudie</b>	<b>167</b>
	Principle to Product	168
	Autonome Landmaschine	172
	VMC Bearbeitungszentrum	180
<b>3.2</b>	<b>Designentwicklung</b>	<b>192</b>
	Impeller-Maschine	193
	Großbearbeitungszentren SCHIESS	199
	Drehmaschinen M160	209
<b>3.3</b>	<b>Redesign</b>	<b>224</b>
	AMB Vorzerkleinerer	225
	Metrom Pentapod	227
	FuelCon Schaltschränke	229
<b>Anhang</b>		<b>231</b>
	Personen	231
	Kontakt	233



Gelebte Praxis - eine Auswahl unterschiedlicher Maschinendesigns

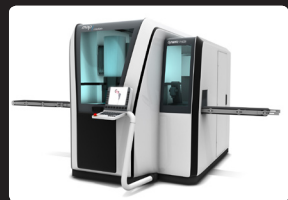


Abb.P\_00: Projektbeispiele

## Metaplas-Domino

Metaplas-Domino ist eine neuartige Anlage für vakuumbasiertes Beschichten. Sie erlaubt die Kombination von unterschiedlichen Hochleistungsschichten mit verschiedenen Strukturen. Zusätzlich lassen sich Stähle auf unterschiedliche Weise be- und verarbeiten. Mit dem modularen Aufbau können sehr unterschiedliche Kundenwünsche erfüllt werden. Das modulare System ermöglicht technologische Anpassungen, ohne den formalen Gesamteindruck zu stören. Für das Beladen der Anlage mit Hilfe von Gabelstaplern wurde die Front schräg konzipiert. Das Konfigurieren und Warten der einzelnen technischen Bauteile ist mit Hilfe eines begehbaren Mittelgangs sowie außen liegenden Serviceklappen realisiert. Bei der Anlage fließen Technik, Ergonomie und Design in einem eleganten Entwurf zusammen.

März 2016  
Bastian Müller

**Design** 2008  
Köln

DESIGNKONZENTRAT  
[www.designkonzentrat.de](http://www.designkonzentrat.de)  
Mike Höllerich  
Bastian Müller

SULZER Metaplas GmbH  
Bergisch Gladbach  
[www.sulzer.com](http://www.sulzer.com)

(siehe auch Kap.2.1, S\_135,  
136)



**Abb.P\_01:** Fertigung der Blecheinhausung, Foto: M. Höllerich

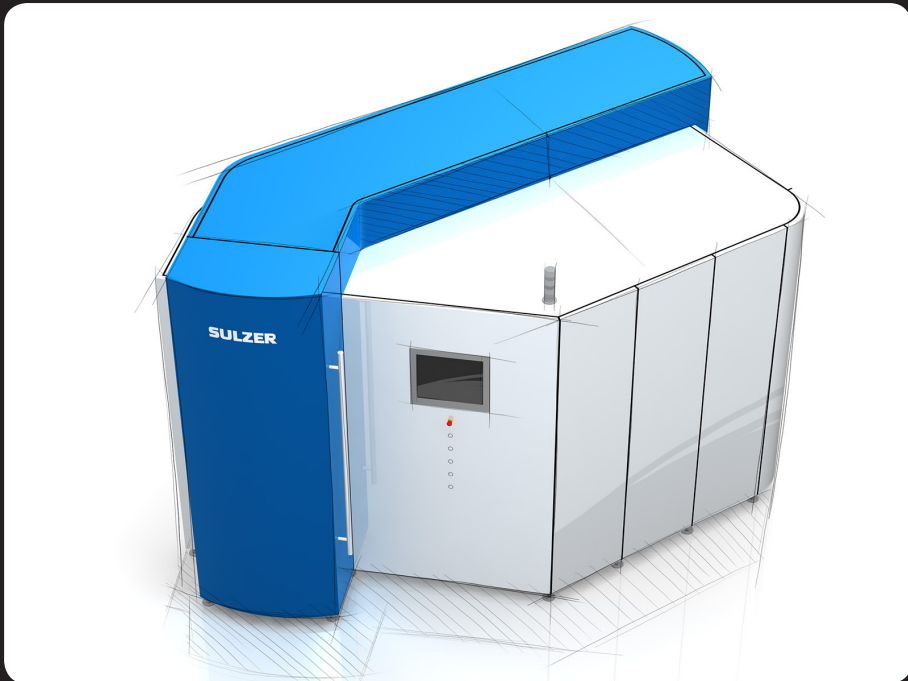


Abb.P\_02: Entwurfszeichnung zum favorisierten Design [designkonzentrat]



Abb.P\_03: Metaplas-Domino im realen Kontext, Foto: SULZER

## Evaluator C

### Brennstoffzellen Testsystem

Das neue modulare Evaluator-Testsystem der FuelCon AG setzt auf individuelle Gehäusegestaltung und erreicht damit ein eigenständiges, gut wiedererkennbares Erscheinungsbild. Alle Elemente des Systems sind auf einen Grundrahmen montiert. Dieser zurückgesetzte und farblich akzentuierte Rahmen ermöglicht ein direktes Herantreten, lässt das Gehäusevolumen leichter erscheinen und erleichtert den Transport. Die ergonomische Prüfkabine mit Innenbeleuchtung ist in einen dunklen Rahmen gefasst. Dieser Bereich erhält seine gestalterische Anbindung an das Gesamtgehäuse durch einen schrägen Abschluss, der in ein horizontal verlaufendes Band mündet. Mit den formalen und produktgrafischen Besonderheiten gelingt es, der gesamten Baureihe ein hochwertiges Design zu verleihen.

April 2015  
Ulrich Wohlgemuth

Design 2013/14

Magdeburg

METAKONZEPT

[www.metakonzep.com](http://www.metakonzep.com)

Timothy Schneider

Johannes Geißler

Denny Großmann

Betreuung:

Ulrich Wohlgemuth

FuelCon AG

Magdeburg-Barleben

[www.fuelcon.com](http://www.fuelcon.com)

(siehe auch Kap.2.3, S\_160)



Abb.P\_04: Baureihe von Evaluatoren im FuelCon-Design [metakonzep]



Abb.P\_05: Erste Serie der neu gestalteten Evaluator-Einhausungen, Foto: FuelCon AG

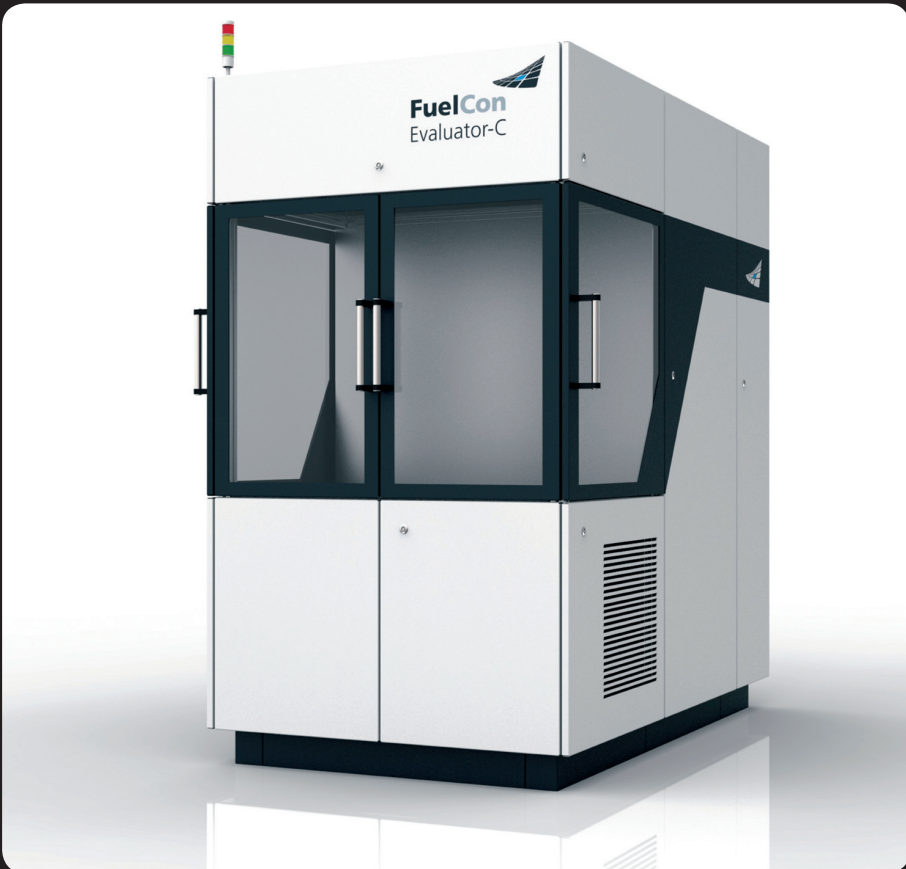


Abb.P\_06: 3D-Visualisierung des kleinsten Evaluators [metakonzept]

## Verpackungsanlage

Die Verpackung von Printerzeugnissen erfolgt in einer komplexen Anlage über die Abfolge unterschiedlicher Arbeitsstationen, die durch Förderbänder miteinander verbunden sind. Dadurch kann das Erscheinungsbild einer Anlage heterogen und visuell unruhig wirken. Wesentliches Ziel des Designs bestand darin, einheitliche, geometrisch einfache Gehäusevolumen zu gestalten. Als verbindende Gestaltungselemente zwischen den Arbeitsstationen dienen farblich akzentuierte Förderbänder. Der Verpackungsautomat UNI\_20 ist das Hauptaggregat und wird durch drei Vertikalstreifen hervorgehoben. Großformatige, getönte Scheiben reduzieren die visuelle Unruhe, erlauben den Einblick in den Verpackungsprozess und gewährleisten die nötige Arbeitssicherheit. Die Steuerung ist im mittigen blauen Vertikalband konzentriert.

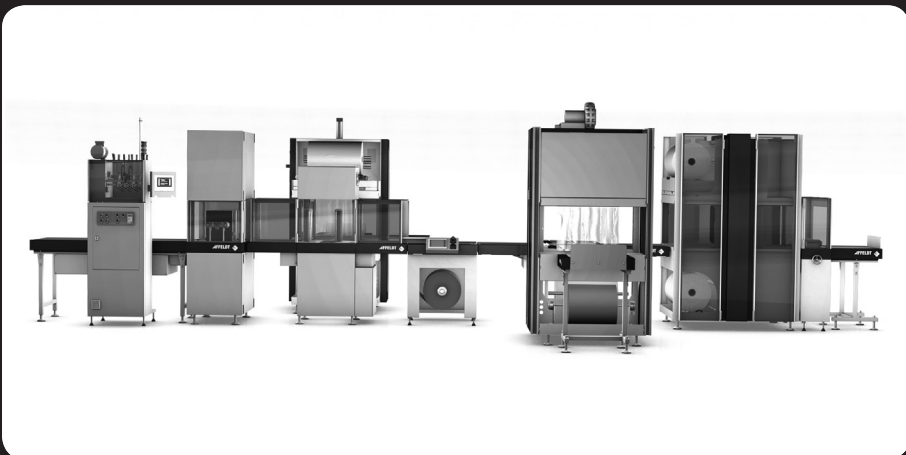
**Design** 2008/09  
Magdeburg

ERGO-FORM design  
[www.ergo-form.de](http://www.ergo-form.de)  
Mathias Bertram  
Martin Liedecke  
Ulrich Wohlgemuth

AFFELDT Maschinenbau  
GmbH, Neuendorf  
[www.affeldt.com](http://www.affeldt.com)

(siehe auch Kap.2.3, S\_158)

März 2016  
Ulrich Wohlgemuth



**Abb.P\_07:** Frontansicht eines Teils der Verpackungsanlage [ERGO-FORM]



Abb\_P\_08: Teilbereich einer Verpackungsanlage vor dem Design, Foto: UW



Abb\_P\_09: 3D-Rendering des Designziels [ERGO-FORM]



Abb\_P\_10: UNI 20, Visualisierung: M. Liedecke



Abb\_P\_11: Realisierte Maschine, Foto: UW

## ENNO

### Coradia Continental

Die Baureihe 1440 musste im Vergleich zu ihrem Vorgänger aufgrund einer EU-Vorschrift mit Stoß-Verzehr-Elementen ausgerüstet werden. Diese großvolumigen Stahlelemente galt es mit dem neuen Kopf komplett zu verdecken, ohne diesen wuchtig wirken zu lassen. Das dynamisch um die Frontscheibe gelegte weiße Band verleiht dem Fahrzeug eine ausdrücklich freundliche Persönlichkeit.

**Design** 2013/14  
Salzgitter

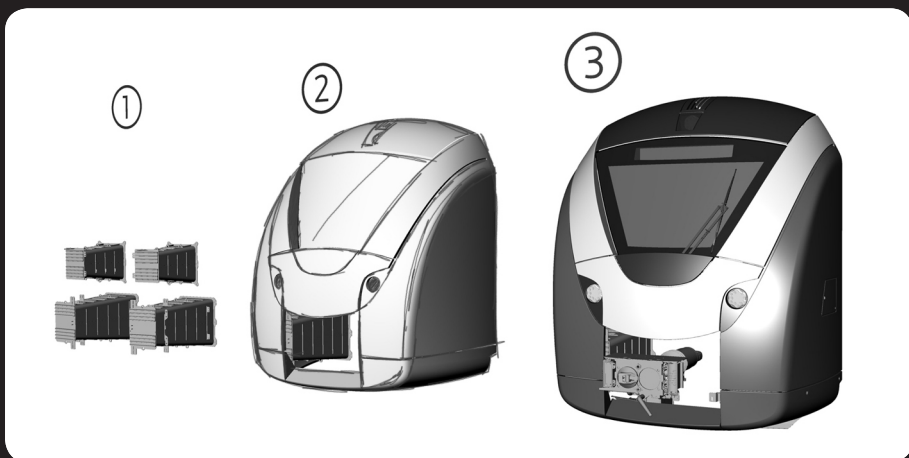
Tilman Tenschert

Alstom Transport  
Salzgitter  
[www.alstom.com](http://www.alstom.com)

Für das E-Netz Niedersachsen Ost, kurz ENNO, wurde das Fahrzeug farblich auf die Corporate Identity (CI) des Kunden angepasst. Die graue Grundfarbe ist immer im Türbereich durch ein kräftiges Purpur unterbrochen. Die hierdurch ausgewiesenen Sonderabteile sind durch großformatige weiße Piktogramme gekennzeichnet.

März 2015

Tilman Tenschert



**Abb.P\_12:** Gestaltung des Kopfbereiches [T. Tenschert]





Abb.P\_13: Modell des Kopfbereiches, Foto: B. Rosenthal



Abb.P\_14: Sonderabteil



Abb.P\_15: ENNO bei der Testfahrt, Fotos Abb.P\_14, 15: T. Tenschert, ALSTOM Transport

## Kartoffelroder SE 140

### GRIMME-Kartoffelroder

Ziel der Designstudie war die Aktualisierung des Erscheinungsbildes eines Roders. Das Vorgängermodell wirkte hecklastig und der Leiteraufstieg unterbrach die Seitenlinien (Abb. P\_17).

Die neue Maschine sollte leichter und eleganter wirken. Das ist im Wesentlichen durch eine geschwungene Kontur oberhalb der Hinterräder zwischen schwarzer Plane und roten Kassetten gelungen (Abb. P\_18, siehe auch Kap.2.3, S\_156). Die obere Seitenlinie zwischen den roten Kassetten und weiß abgesetztem Kopfbereich läuft optisch über den Einstieg hinweg nach vorn. Das verlagert den visuellen Schwerpunkt nach vorn und lässt die Maschine geschlossener erscheinen. Die Art der Produktgrafik steigert das hochwertige Erscheinungsbild.

März 2016  
Ulrich Wohlgemuth

### Design 2008/09

Magdeburg

#### Semesterprojekt:

Richard Bögel

Urs Brettel

Carlo Bzdok

Michael Curtius

Yvonne Hanßen

Stefanie Krüger

Marco Lohrbach

Sven Ullrich

Eike Ulrich von Specht

Karolin Dorothea Weidner

#### Betreuung:

Mathias Bertram

Ulrich Wohlgemuth

Grimme Landmaschinenfabrik

GmbH & Co. KG, Damme

[www.grimme.de](http://www.grimme.de)

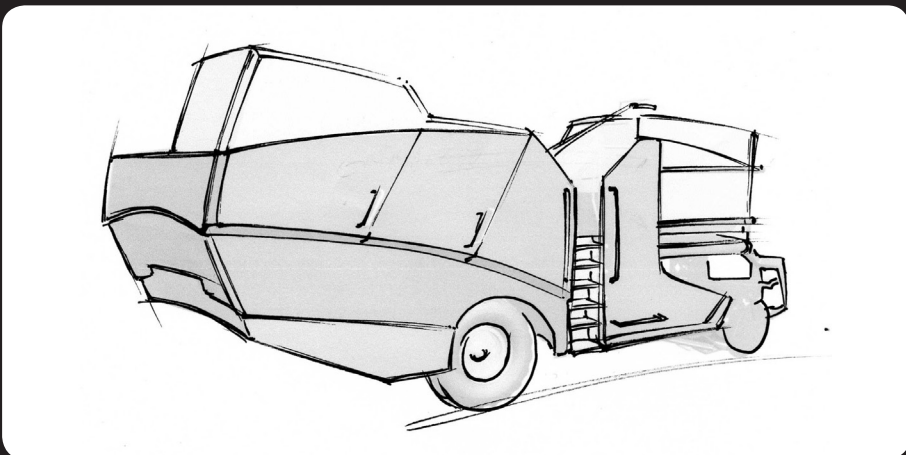


Abb.P\_16: Ideenskizze zum neuen Design, Zeichnung: Y. Hanßen



Abb.P\_17: Ausgangssituation für die Designstudie, Visualisierung: M. Lohrbach



Abb.P\_18: Favorisiertes Design, Gemeinschaftskonzept, Visualisierung: M. Lohrbach



Abb.P\_19: Design und Projektteam, Visualisierung: M. Lohrbach, Fotomontage: S. Krüger

## Pantera 4502

### **Selbstfahrende Pflanzenschutzspritze**

Ausgehend von dem Amazone-Selbstfahrer SX 4000 (Abb.P\_20) und einer neuen CLAAS-Fahrerkabine begann 2009 die Entwicklung eines neuen Designs.

Ziel war eine ganzheitlich gestaltete Gesamtmaschine mit modernisiertem Erscheinungsbild. Das filigrane vielgliedrige Gestänge steht im Kontrast zu den großzügig gestalteten, schützenden Einhausungen der Einzelaggregate. Die Bodenzone ist dunkelfarbig abgesetzt. Insgesamt entsteht durch die gestalterischen Maßnahmen eine gestreckte, kraftvoll wirkende, dynamische Maschine. In mehreren Umsetzungsschritten wurden die Designziele realisiert (Abb.P\_21).

März 2016

Ulrich Wohlgemuth

**Design** 2009 - 2011

Magdeburg

ERGO-FORM design

[www.ergo-form.de](http://www.ergo-form.de)

Mathias Bertram

Martin Liedecke

Ulrich Wohlgemuth

Fahrerkabine:

CLAAS

Amazone Technologie

Leeden GmbH & Co.KG

[www.amazone.de](http://www.amazone.de)

Volker Ehlen

Christoph Schmidt

(siehe auch Kap.3.1, S\_172-179)



**Abb.P\_20:** Vorgängermaschine SX 4000, Foto: AMAZONE



Abb.P\_22: Vorschlag für das neue Design [ERGO-FORM]



Abb.P\_21: Realisierte Maschine „Pantera“, Foto: AMAZONE

## Innvelo Three

### 100 km/h auf einem Dreirad

Bei dem vom BMBF geförderten und vom ICM umgesetzten Projekt „Innvelo Three“ war das Ziel, ein puristisches Fahrzeug abzubilden, das den Anforderungen der Elektromobilität gerecht wird. Es sollte leicht, effizient, einzigartig und als Elektrofahrzeug erkennbar sein. Inspiriert durch Eigenschaften und Anmutungen von Hummel, Biene und Hornisse entstand ein modular aufgebautes Fahrzeug, das durch seine Varianten WORK, COMMERCIAL und RACE für den Betrieb im Stadtverkehr und zur Nutzung im Kleingewerbe optimal geeignet ist. Der Zweisitzer verfügt über eine Reichweite von ca. 100 km und erreicht eine Spitzengeschwindigkeit von 100 km/h. Bei der Entwicklung des Fahrzeugs wurde großer Wert auf die Zusammenarbeit mit regionalen mittelständigen Unternehmen gelegt.

März 2015  
Daniel Funke

### Design 2012

Leipzig

FORM & DRANG GbR  
[www.formunddrang.de](http://www.formunddrang.de)

Daniel Funke  
Stefanie Funke  
Ronny Sauer

### Engineering 2014

Institut Chemnitzer Maschinen  
und Anlagenbau e.V. kurz ICM  
[www.icm-chemnitz.de](http://www.icm-chemnitz.de)  
Sebastian Ortman



Abb.P\_23: Tape-Rendering M 1 : 1 [form & drang]



Abb.P\_24: Prototyp des Innvelo Three, Foto: Daniel Funke

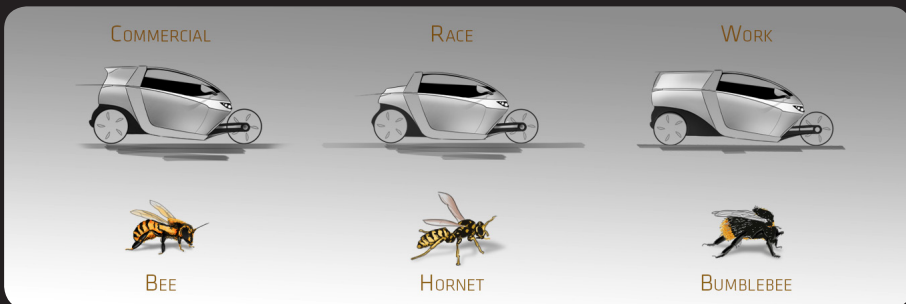


Abb.P\_25: Inspiration für die Designkonzepte aus der Natur [form & drang]



Abb.P\_26: Eine der frühen Gestaltungsstudien [form & drang]

## LH 60 Litronic

Die neue Baureihe der LH-Material-Umschlagmaschinen umfasst Maschinentypen mit Einsatzgewichten von 22 bis 160 Tonnen. Das Erscheinungsbild des LH 60 Litronic basiert auf einem neuen, für das gesamte Produktprogramm von Liebherr-Erdbewegungsmaschinen angelegten Design. Bombierte Heckflächen, ein schwungvoller Kraftstofftank sowie das Spiel mit großen Radien sorgen für eine körperhaft zugewandte und vitale Erscheinung. Die eingelassene Fase im Heck, die eingefassten Lüftungsöffnungen und die ovalen Lichtausschnitte brechen die kubische Grundform und verleihen der Maschine ihr unverkennbares Gesicht. Die nüchtern geometrische Formensprache und das bewusst zurückhaltende Design betonen die Tradition des Qualitätsherstellers Liebherr.

**Design** 2013/14  
Kirchdorf

Jonas Lorenz

Liebherr-Hydraulikbagger  
GmbH, Kirchdorf  
[www.liebherr.com](http://www.liebherr.com)

April 2015  
Jonas Lorenz



**Abb.P\_27:** Modifizierter Unterwagen und neuer Fahrerarbeitsplatz, Visualisierung: J. Lorenz