

# Energieeffizienz in der Betonsteinproduktion

Michael Dolon und Karl-Josef Hauröder, Masa GmbH, Deutschland

Die Masa GmbH aus Andernach setzt sich seit einigen Jahren erfolgreich und innovativ mit der Themenstellung „Energieeffizienz in der Betonsteinproduktion“ auseinander. Betonsteinproduzenten haben neben der Einsparmöglichkeiten von Energiekosten nicht zuletzt auch aufgrund wesentlicher Änderungen des Strom- und Energiesteuer-gesetzes (zum 01. 01. 2013 in Kraft getreten) sowie entsprechender Durchführungsverordnungen ein begründetes Interesse, den Energieeinsatz und den Energieverbrauch ihrer Anlagen zu analysieren und zu verbessern. Mit der Veröffentlichung der europäischen Norm DIN EN 16247-1 wurden Anforderungen an qualitativ gute Energieaudits festgelegt. Die Durchführung eines Energieaudits nach

DIN EN 16247-1 ist in Deutschland gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) eine Möglichkeit, die Anforderungen des Strom- und Energiesteuer-gesetzes für den Spitzenausgleich zu erfüllen. Masa hat innerhalb dieser Themenstellung ein besonderes Augenmerk unter anderem auf die Bereiche Hydraulikpumpen, Antriebstechnik sowie intelligente Anlagen- und Steuerungskonzepte gerichtet, welche im Folgenden behandelt werden. Bereits Anfang 2016 stellte Masa auch auf der 8. SLG-Werksleiter-tagung verschiedene Aspekte vor, mit denen Energiekosten gesenkt werden können und damit auch ggf. eine Entlastung von der Energie- und Stromsteuer erreicht werden kann.

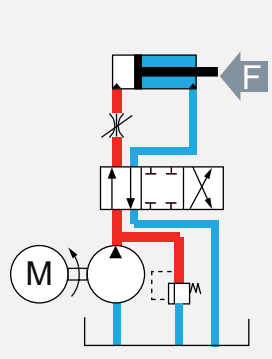
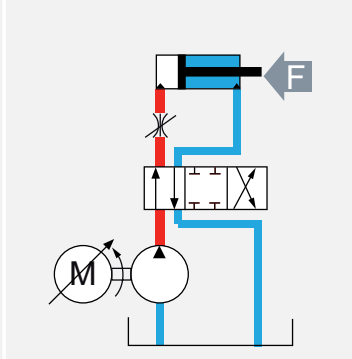
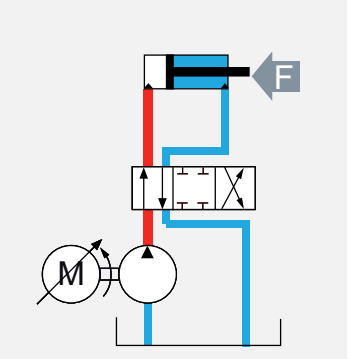
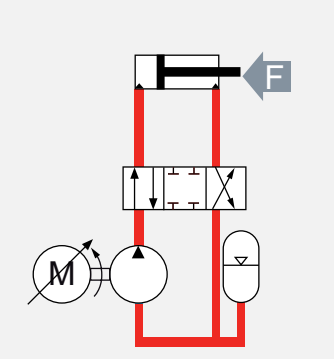
System mit konstanter Drehzahl	System mit Umrichter		
	Stufe 1 Druckbegrenzungsventil eliminieren	Stufe 2 Stromventil eliminieren	Stufe 3 Wegeventil eliminieren
			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Reine Druckregelung</b></li> <li>✓ Eliminiert Energieverluste durch das Druckbegrenzungsventil</li> <li>✓ Nur das tatsächlich benötigte Volumen wird geliefert</li> <li>✓ Ähnliches Prinzip wie volumen-geregelte Pumpe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Druck- und Volumenstromregelung</b></li> <li>✓ Eliminiert Energieverluste des Stromventils</li> </ul> <p>Optional Positionsregelung im Antrieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hohe Präzision</li> <li>✓ Entlastet den SPS-Prozessor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>4-Quadranten-Betrieb („Richtungsregelung“)</b></li> <li>✓ Spart Wegeventil und Tank ein</li> <li>✓ Sehr hohe Dynamik</li> <li>✓ Sehr kompaktes System</li> <li>✓ Voll rückspeisefähig</li> </ul>

Abb. 1: System mit variabler Drehzahl, Stufe 2 ohne Option, Quelle: Siemens, 2016



■ Dipl.-Ing. Michael Dolon  
Leiter Elektro-Konstruktion  
m.dolon@masa-group.com



■ Dipl.-Ing. (FH) Karl-Josef Hauröder  
Leiter Mechanik-Konstruktion  
k.hauroeder@masa-group.com

Masa verfügt über einen großen Erfahrungsschatz und entsprechendes Know-how im Bereich „Energieeffizienz in der Betonsteinproduktion“. Bei Interesse stehen Dipl.-Ing. (FH) Michael Dolon (Leiter Elektro-Konstruktion) und Dipl.-Ing. (FH) Karl-Josef Hauröder (Leiter Mechanik-Konstruktion) sowie die Entwicklungsingenieure als kompetente Ansprechpartner zur Seite.

## Hydraulikpumpen

Klassische Hydrauliksysteme (Konstant- oder Verstellpumpe) verwenden einen E-Motor mit konstanter Drehzahl und gegebenenfalls einer Drossel (Bypass). Weiterhin enthalten diese Systeme die zur Steuerung bzw. Regelung erforderlichen Ventile.

Innovative Hydrauliksysteme hingegen verwenden neben der Hydraulikpumpe (Konstant- oder Verstellpumpe) einen in der Drehzahl veränderlichen Antrieb. Das neue Konzept verhindert Energieverluste durch den Einsatz kurzer Rohrleitungen, die Vermeidung von Drosselventilen, Bypässen und Wegeventilen sowie eine Drehzahlanpassung (Leistung = Druck \* Volumen). Da weniger Energie in Wärme umgesetzt wird, kann zudem die Kühlleistung reduziert werden.

Das Schema der Abb. 1 verdeutlicht am Beispiel der Konstantpumpe die unterschiedlichen Implementierungsstufen von einem System mit konstanter Drehzahl hin zu einem System mit variabler Drehzahl.

Bei Verstellpumpen mit drehzahlvariablem Antrieb sind rückspeisefähige Hydraulikkonzepte realisierbar. Wärmeverluste werden reduziert, womit gleichzeitig auch weniger Kühlleistung benötigt wird. Die Drehzahl kann an den Leistungsbedarf angepasst werden.

Weitere Vorteile sind:

- Differenzial- und Gleichlaufzylinder können kombiniert werden.
- An einer Pumpe können mehrere Zylinder unterschiedlicher Baugröße eingesetzt werden.
- Für eine Vor-zurück-Bewegung ist keine Änderung der Drehrichtung notwendig.

# CURING SYSTEMS AUSHÄRTEANLAGEN



www.rotho.de

**DESIGNED BY EXPERIENCE AUS ERFAHRUNG GUT**

**INDIVIDUAL SYSTEM DESIGN · INDIVIDUELLE ANLAGENPLANUNG**

BIG Chamber solution-  
Outdoor or Indoor  
version

Großraumkammer  
Konzepte - freistehend  
oder in vorhandenen  
Hallen



**ROTHO CLIP-IN™**  
System - the Original

**ROTHO CLIP-IN™**  
System - das Original

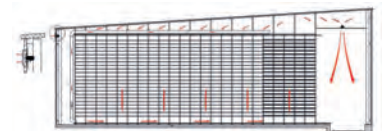


**CUSTOMIZED SOLUTIONS · KUNDENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN**



**Air Circulation System -**  
Control your curing process

**Luftzirkulationssysteme** zur  
Steuerung des Aushärte-  
prozesses



**ROBERT THOMAS** Metall- und Elektrowerke GmbH & Co. KG  
Hellerstraße 6 · 57290 Neunkirchen / Germany  
Tel. +49(2735)788-543 · Fax +49(2735)788-559  
www.rotho.de · info@rotho.de

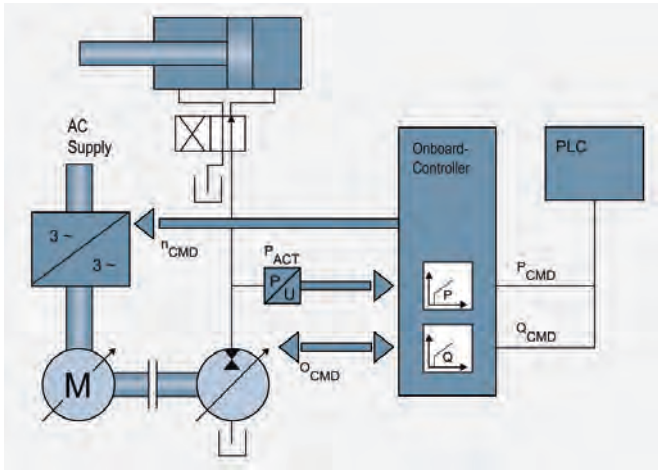


Abb. 2: Schematische Darstellung des Masa-Prototypen mit einer Pumpe als Generator und einer Pumpe als Motor



Abb. 3: Energieeffizienz-Monitoring der Masa-Betonsteinfertigungsmaschine XL auf der bauma 2016

Während der bauma 2016 in München präsentierte Masa den Prototypen einer Verstellpumpe. Dieser Prototyp wurde im Rahmen eines Versuchsaufbaus an der Masa-Betonsteinfertigungsmaschine XL 9.2 vorgestellt. Dabei wurden der Vorsatzbeton-Füllwagen (auf dem Monitor rot dargestellt) und der Kernbeton-Füllwagen (grün dargestellt) jeweils 10 Takte lang vor- und zurückgefahren. Doch während der Vorsatzbeton-Füllwagen mit konventioneller Hydraulik ausgestattet war, hatten die Masa-Ingenieure den (schwereren) Kernbeton-Füllwagen mit dem neuen Verstellpumpen-Prototypen versehen. Im Echtzeitvergleich zeigte sich, dass der Masa-Prototyp gegenüber der konventionellen Hydraulik in Abhängigkeit von der gewählten Geschwindigkeit eine Energie-Einsparung von etwa 30 % einbrachte.

### Antriebstechnik

Mit effizienter Antriebstechnik und optimierten Systemen lässt sich Energie und nach entsprechender Amortisierungszeit auch Geld einsparen.

Die wirkungsgradoptimierten Antriebe sind in der Regel eine Baureihe größer als ein Antrieb gleicher Leistung in Standard-Ausführung. Kupferverluste (Stromwärmeverluste) und Eisenverluste (Magnetisierungsverluste) können durch einen veränderten Materialeinsatz reduziert werden.

Bei sehr häufigen Einschaltvorgängen und kurzen Laufzeiten kann sich dies jedoch auch nachteilig in der Energiebilanz auswirken.

### Intelligente Anlagenkonzepte

Eine Verbesserung der Energieeffizienz lässt sich auch durch intelligente Anlagenkonzepte bewerkstelligen. Die Herangehensweise erstreckt sich dabei über den gesamten Lebenszyklus der Betonsteinfertigungsanlage. Konzeptions-, Engineering- und Produktionsphase einer Anlage bieten jeweils verschiedene Anknüpfungspunkte zur Einflussnahme auf die Energieeffizienz. Im Folgenden werden die Kernpunkte Anlagendesign, effiziente Komponenten und Energie-Rückgewinnung näher betrachtet.

### Lohnt sich der Austausch des alten Motors?

Ein alter 30 kW Motor mit 85 % Wirkungsgrad, z. B. der Mischerantrieb, soll durch einen neuen Motor ersetzt werden. Ein IE1 Motor gleicher Leistung besitzt einen Wirkungsgrad von über 90 %. Der Wirkungsgrad eines IE3 Motors liegt bei nahezu 95 %.

Bei Austausch des alten Motors gegen einen IE3 Motor ergeben sich, je nach Einsatzdauer, folgende Energie- und Kosteneinsparungen:

	1-Schicht-Betrieb (5-Tage-Woche)	2-Schicht-Betrieb (5-Tage-Woche)	3-Schicht-Betrieb (6-Tage-Woche)
Betriebsstunden (h/Jahr)	2.000	4.000	7.000
Energieeinsparung (kWh/Jahr)	5.200	10.400	18.200
Kosteneinsparung* (EUR/Jahr)	780	1.560	2.730

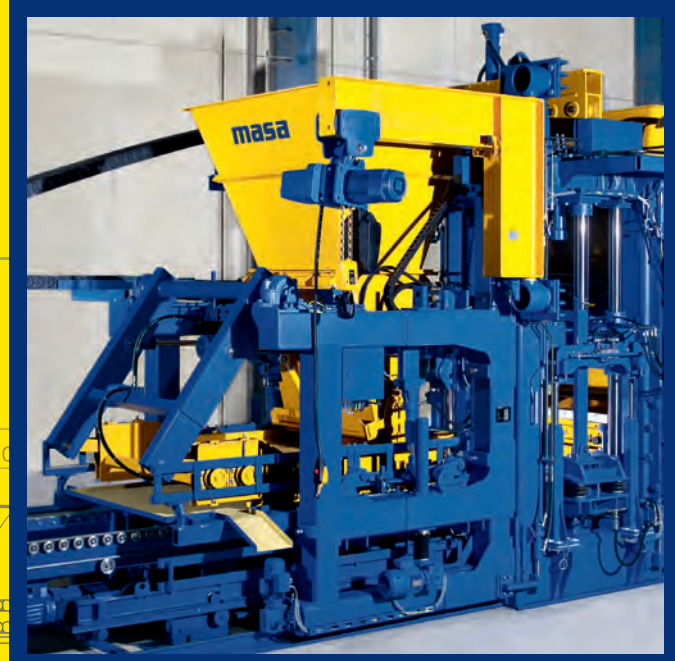
\* zugrunde gelegter Strompreis: 15 Ct/kWh inkl. Steuern und Abgaben, ohne MwSt.



# masa

Milestone to your success.

## Unsere Lösungen sind Ihr Gewinn.



[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)

Masa deckt mit seinen Einzelkomponenten und Komplettanlagen die Fertigung in allen relevanten Materialgruppen der Baustoffindustrie ab: Betonsteine, Betonplatte, Kalksandstein und Porenbeton.

Die hierzu benötigten technischen Lösungen werden von uns geplant, konstruiert, individuell angepasst und realisiert. Für unsere Kunden bedeutet das: ein Lieferant, ein Ansprechpartner, ein Verantwortlicher.

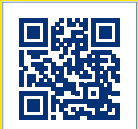
Masa GmbH

Masa-Str. 2  
56626 Andernach  
Germany  
Phone +49 2632 9292 0  
Service Hotline +49 2632 9292 88

Masa GmbH

Werk Porta Westfalica  
Osterkamp 2  
32457 Porta Westfalica  
Germany  
Phone +49 5731 680 0

[info@masa-group.com](mailto:info@masa-group.com)  
[service@masa-group.com](mailto:service@masa-group.com)  
[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)



Masa - made in Germany.



Abb. 4: Masa-Anlagendesign: Optimierte Energieeffizienz durch kurze Wege bei der Energieverteilung

**Anlagendesign**

Neben der Auswahl der richtigen Energie (Luft, Öl, Strom) entscheidet vor allem die räumliche Anordnung der einzelnen Anlagenkomponenten über eine optimierte Energieeffizienz. Kurze Wege bei der Energieverteilung sind ebenso zielführend wie kurze Leitungswege für Hydraulik und Pneumatik. Masa hat deshalb verschiedene Standard-Layouts entwickelt, die genau diese Wege optimieren.

Der Masa-Powertainer mit den Leistungsschränken der jeweiligen Anlagenbereiche ist zentral angeordnet. Das Hydraulikpult befindet sich in unmittelbarer Nähe zur Betonsteinfertigungsmaschine. Außerdem werden für den Materialfluss (z. B. Rohstoffe) kurze Wege eingeplant.

Das intelligente Anlagendesign berücksichtigt neben der räumlich optimierten Komponentenanzordnung jedoch auch eine optimale Dimensionierung der verwendeten Antriebe, da der beste Wirkungsgrad im Nennbetrieb liegt.

**Effiziente Komponenten**

Bei der Auswahl der einzusetzenden Komponenten konzentriert sich Masa ebenfalls auf eine Effizienzsteigerung. Deshalb werden entweder nach Möglichkeit elektrische oder aber effiziente hydraulische Antriebe verwendet. Pneumatik wird nur bei untergeordneten Anwendungen (z. B. Abstreifer am Füllwagen) eingesetzt.

Für Vorgelege werden möglichst Zahnriemen oder Ketten mit den besten Wirkungsgraden (96-98%) verwendet. Getriebe mit hohem Wirkungsgrad wie beispielsweise Kegelradgetriebe (ca. 98%) werden gewählt. Zudem spielt die Gewichtsreduktion der zu bewegenden Komponenten eine nicht unerhebliche Rolle.

**Energie-Rückgewinnung**

Beim Bremsen eines Antriebs wird Energie freigesetzt. Diese Energie kann theoretisch in das Versorgungsnetz zurückgespeist oder von anderen Antrieben genutzt werden.

Hierzu existieren verschiedene Lösungsansätze:

- **Intelligente Steuerung von Antrieben**  
Bewegungen, die generatorische Leistung erzeugen, speisen Antriebe, die motorische Leistung benötigen. Diese Lösung wird bei Masa bereits erfolgreich bei der Paketierung umgesetzt. Weitere denkbare Möglichkeiten hierfür wären das Hub- und Senkgerüst, der Aufzugskübel am Mischer und jegliche Art von Hubwerken. Das Hubgerüst z. B. benötigt bei 200 Takten in der Stunde ca. 12 kWh Energie. Diese könnte deutlich reduziert werden, wenn Hub- und Senkgerüst gleichzeitig laufen und die freiwerdende Energie des Senkgerüsts für die Hubbewegung genutzt wird.
- **Rückspeisefähige Umrichter**  
Durch die Verwendung von rückspeisefähigen Umrichtern könnte durch Bremsvorgänge freiwerdende Energie in das Kundennetz zurückgespeist werden.

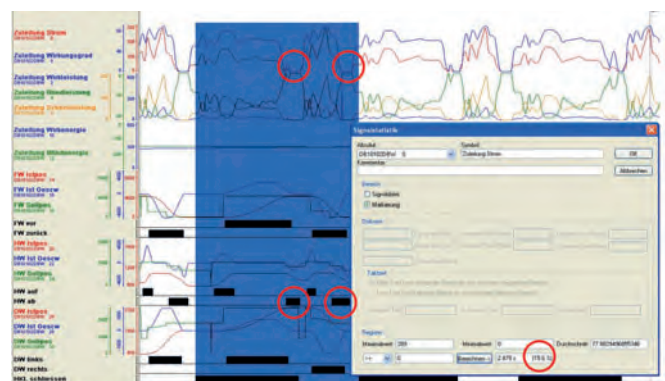


Abb. 5: Deutlich zu sehen sind zwei Betriebspunkte im Takt der Paketierung, wo keine Leistung aus dem Netz aufgenommen wird. Das Hubwerk fährt in diesem Moment generatorisch abwärts. Dies macht 15 % der Taktzeit aus.



# Weit voraus.

Qualität und Präzision treffen auf über 55 Jahre Know-how. Als Weltmarktführer wissen wir, worauf es ankommt:

- ✓ maximale Vibrationsübertragung
- ✓ hohe Wirtschaftlichkeit
- ✓ dauerhafte Leistungswerte
- ✓ höchste Halt- und Belastbarkeit
- ✓ präzise und planebene Oberflächen
- ✓ extreme Schlagzähigkeit

**WASA** – Höchstleistung und Flexibilität



## **WASAUNIPLAST<sup>®</sup> ULTRA**

Hochleistungsplatte aus glasfaserverstärktem Vollkunststoff. Höhere Stabilität und Tragfähigkeit. Maximale Vibrationsübertragung bei extremer Haltbarkeit – auch unter härtesten Bedingungen.

## **WASATECBOARD<sup>®</sup>**

High-Tech-Platte für schwere und biegesensible Betonprodukte. Geringes Plattengewicht durch innovative Wabenstruktur. Extrem biegesteif durch zusätzliche Stahlarmierungen. Einfaches Einbringen von RFID-Chips möglich.

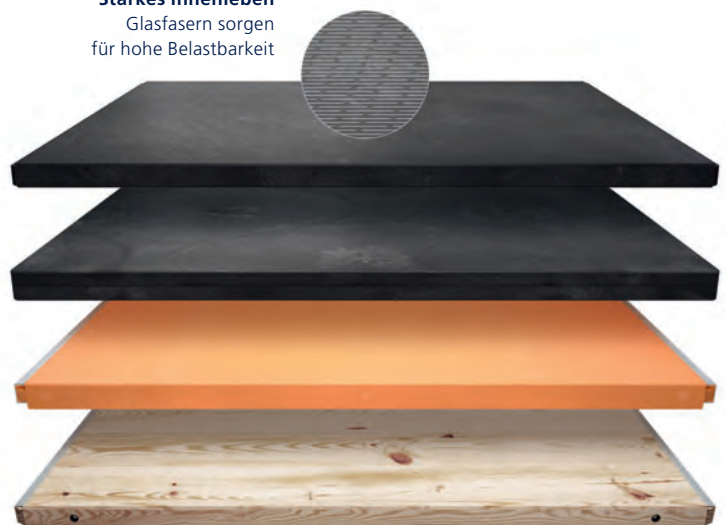
## **WASAWOODPLAST<sup>®</sup>**

Eine Symbiose aus Hochleistungskunststoff und Weichholzplatte. Extrem schlagzähe und bruchfeste Polyurethanbeschichtung. Hohe Biegefestigkeit, die einem Hartholzbrett in nichts nachsteht.

## **WASASOFTWOOD**

Vollflächig geschliffen und imprägniert mit mehrfach verzahnten und verleimten Einzelbohlen. Zusätzliche Schraubstähle und selbstsichernde Muttern für hohe Stabilität und lange Einsatzfähigkeit.

**Starkes Innenleben**  
Glasfasern sorgen für hohe Belastbarkeit



- Achsverbund der Umrichter**  
 Durch intelligenten Achsverbund von umrichter-gesteuerten Antrieben kann ein Energieaustausch zwischen den einzelnen angeschlossenen Funktionen erfolgen. Masa setzt diese Technologie beispielsweise bei der Vibration mit Amplitudenverstellung und bei der Paketierung (Masa Cuboter) ein.

**Intelligente Steuerungskonzepte**

Durch eine intelligente Anlagensteuerung kann die Energiebilanz optimiert werden. Als Grundsatz gilt dabei: Energie wird nur verbraucht, wenn sie benötigt wird. Standby-Zeiten sind zu vermeiden. Der Energiesparmodus ist zu aktivieren, energiesparende Bewegungsprofile sind zu nutzen. So macht sich beispielsweise gerade bei Hydraulikpumpen eine Drehzahl- oder Volumenstromabsenkung während der Betriebs- und Leerlaufzeiten in der Energiebilanz bemerkbar, da die Leistungsaufnahme bei Pumpen- und Lüfteranwendung quadratisch mit der Drehzahl steigt. Wird der Hydraulikdruck auf den gerade noch benötigten Wert reduziert, kann Energie eingespart werden, da  $W=Q \cdot \Delta p$ , also das Produkt aus Durchfluss und Druckdifferenz ist.

Masa schafft mit seiner Anlagensteuerungssoftware (Masa Fast Factory Automation Service Tools) die Voraussetzungen für eine intelligente Anlagensteuerung. Die Anlage wird über eine einzige Software gesteuert, mit der ein ganzheitliches Datenkonzept realisiert wird. Damit können intelligente, energieoptimierte Bewegungen gefahren werden.

**Energiesparende Bewegungsprofile**

Innerhalb des Betonstein-Produktionsprozesses müssen sich Komponenten wie beispielsweise die Paketierung (Masa Cuboter) immer wieder neu positionieren. Die schnellste Möglichkeit, die jeweilige Position zu erreichen, beschreibt ein dreieckiges Fahrprofil.

Dies ist energetisch jedoch ungünstig. Die benötigte Energie setzt sich zusammen aus der Kinetischen Energie  $W = \frac{1}{2} m \cdot v^2$  und der Arbeit entlang einer Strecke  $W = F \cdot s$ . Da die Strecke konstant bleibt, kann nur die Geschwindigkeit, je nach Taktzeit, variiert werden. Die Geschwindigkeit geht quadratisch in die Arbeit ein.  $\frac{1}{2}$  Geschwindigkeit bedeutet also  $\frac{1}{4}$  Energieverbrauch. Als Beispiel kann hier eine Taktzeit-Anpassung des Rücktransports/Trockenseite an die der Paketierung genannt werden. Wenn die Paketierung eine Taktzeit von z. B. 15 Sekunden hat, ist es energetisch völlig unsinnig, den Transport mit einer kürzeren Taktzeit zu fahren und ihn dann auf die Paketierung warten zu lassen.

Im weiteren Schritt können Bewegungsabläufe optimiert werden, indem Bewegungen untereinander koordiniert werden. Auf diese Weise konnte bei der Paketierung (Masa Cuboter) durch den Einsatz einer intelligenten Bahnsteuerung die Fahrkurve optimiert werden: Die Bewegungen wurden so koordiniert, dass aus dem ursprünglichen Fahrprofil über die Eckpunkte eine Kurve entlang berechneter Radien wurde. Diese Kurve berechnet sich aus den Stapelhöhen (= variierende

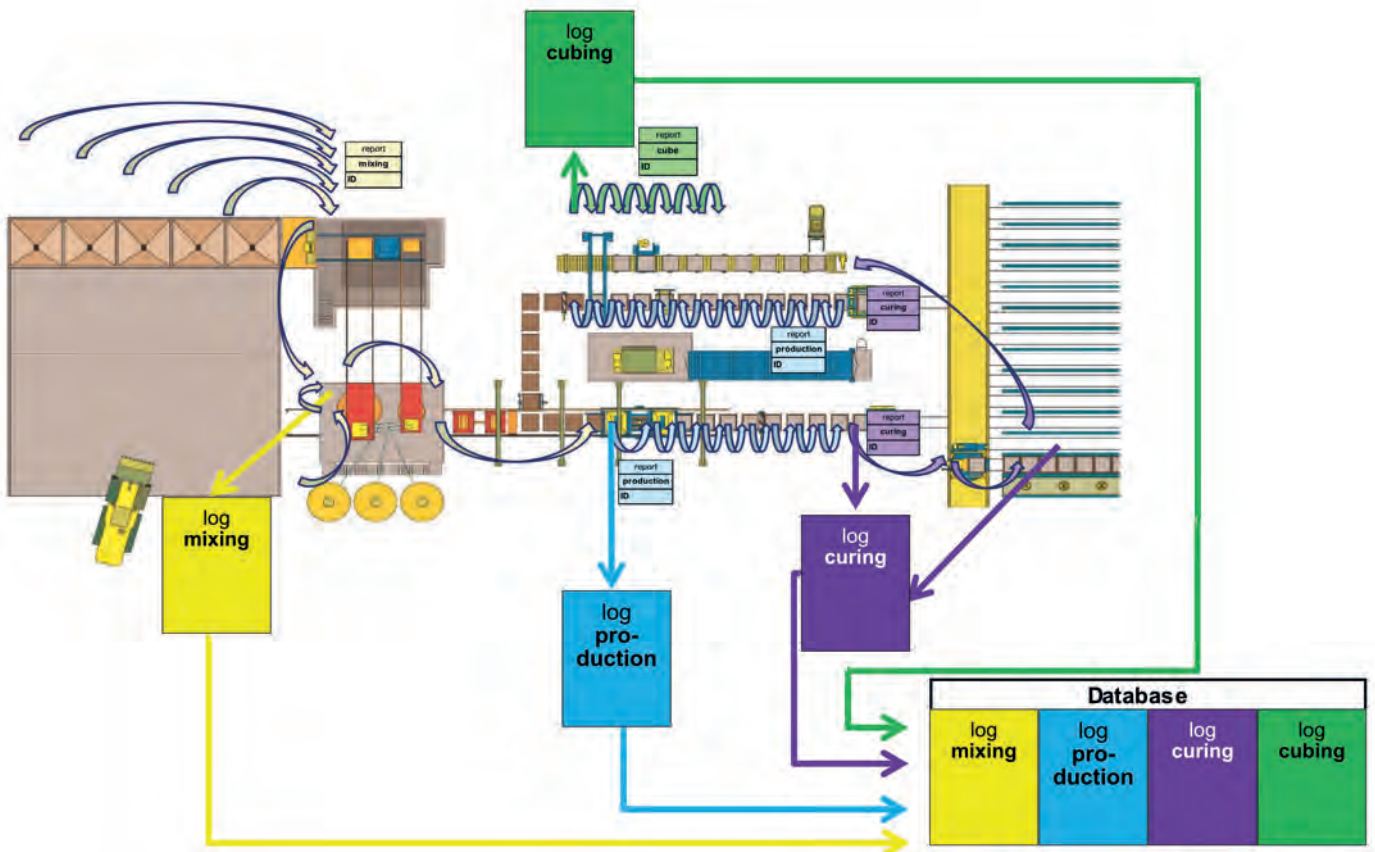


Abb. 6: Masa schafft mit seiner Anlagensteuerungssoftware (Masa Fast Factory Automation Service Tools) die Voraussetzungen für eine intelligente Anlagensteuerung.





WIR BRINGEN DEN HIMMEL INS BLAU.

**Harold Scholz bringt seit über 110 Jahren Farbe in Ihre Betonprodukte.**

Farbpigmente und Pigmentpräparationen in Pulver-, Flüssig- und Granulatform sowie passende Dosieranlagen und Spezialprodukte machen Ihre Betonprodukte und damit unser aller Leben bunter.





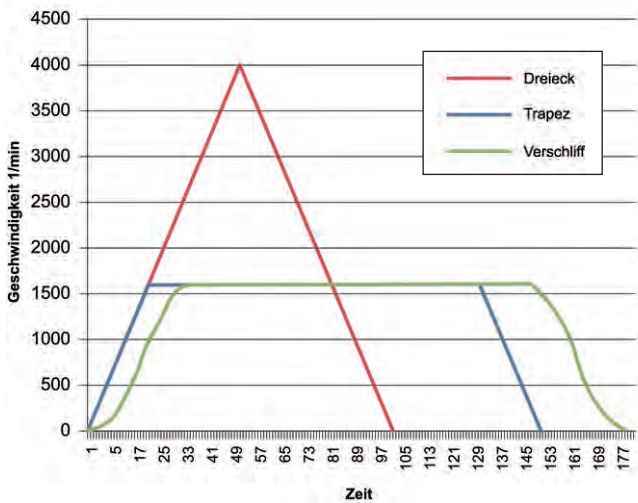


Abb. 7: „Geschwindigkeit/Zeit“-Diagramm

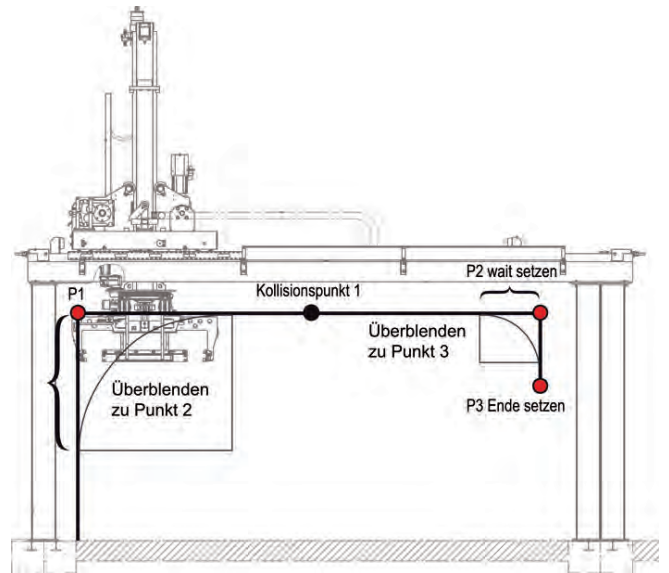


Abb. 8: Optimierter Bewegungsablauf des Masa Cuboters

Abnahme- bzw. Absetzhöhen) und den zu umfahrenden Störstellen/Hindernissen. Dadurch ergibt sich das optimale Weg-Zeit-Diagramm einer harmonischen Bewegung. Ein Verschleifen der Rampen im Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm führt zu einer sanfteren Bewegung und spart zusätzlich weitere Energie. Bei hohen Beschleunigungen müssen die Antriebe mehr Leistung aufbringen, was auch einen höheren Verbrauch und damit mehr Verlustwärme bedeutet.

**Ausblick: Der Masa Cuboter**

Masa ist mit der Paketierung der neuesten Generation, dem Masa Cuboter, bestens aufgestellt. Mit optimierten Moviaxis-Steuerungen werden dynamisch-harmonische Bewegungen realisiert. Der Cuboter verfügt über eine hohe Tragkraft über

große Weg-Distanzen. Er ist energieeffizient, betriebskostenoptimiert und robust konstruiert. Durch eine hohe Überlastfähigkeit der Umrichter konnte die Einspeiseleistung drastisch reduziert werden. Im Versuchsaufbau wurde eine mittlere Taktzeit von 9,6 s realisiert und der Energieverbrauch lag bei 5,615 kW/h.



Masa ermöglicht allen Lesern der BWI den kostenlosen Download dieses Artikels im pdf-Format. Besuchen Sie die Webseite [www.cpi-worldwide.com/channels/masa](http://www.cpi-worldwide.com/channels/masa) oder scannen Sie den QR-Code mit Ihrem Smartphone ein, um direkt auf diese Webseite zu gelangen.



Abb. 9: Im Versuchsaufbau wurde eine Taktzeit von 9,6 Sekunden realisiert.

**WEITERE INFORMATIONEN**

**masa**  
Milestone to your success.

Masa GmbH  
Masa-Straße 2  
56626 Andernach, Deutschland  
T +49 2632 92920  
F +49 2632 929212  
[info@masa-group.com](mailto:info@masa-group.com)  
[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)