

Ⓐ Z-Production – Ein revolutionäres Produktionsparadigma

Markus Schneider*

Z-Production stellt ein neu gedachtes, interdisziplinäres Produktionsparadigma dar. Die nicht-wertschöpfenden Prozesse sollen komplett automatisiert und in „Layer“ oberhalb und unterhalb der Wertschöpfungsebene, also in der Z-Achse, verschoben werden. Ziel ist die Steigerung der Nachhaltigkeit unserer Produktionsstätten durch eine Reduzierung des Flächenverbrauchs um 50 Prozent bei gleichzeitiger Steigerung der Produktivität.

■ Motivation

Um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft langfristig sicherzustellen, ist das Ziel des Forschungsvorhabens „Z-Production“, die Produktivität von Logistik- und Produktionsprozessen signifikant zu erhöhen. Um gleichzeitig auch die Nachhaltigkeit der gewerblichen Produktion zu steigern, wird eine drastische Reduzierung des Flächenverbrauchs zur Produktion angestrebt. Das Gesamtkonzept wird in diesem Artikel als Hypothese formuliert. Teile des Konzeptes werden bereits durch wissenschaftliche Arbeiten und Prototypen am „Technologiezentrum Produktions- und Logistiksysteme“ (TZ PULS) untersucht.

Produktivität

Die Produktivität steht für das Verhältnis zwischen dem Ergebnis (Output) eines Leistungsprozesses und den Ressourcen (Input), die zur Erreichung des Leis-

tungsergebnisses eingesetzt werden. Es wird meist versucht, die Energie-, die Mitarbeiter-, die Betriebsmittel- und die Materialproduktivität zu erhöhen. [1]

Die Flächenproduktivität, also das Verhältnis von Umsatz und der eingesetzten Fläche wird in der Landwirtschaft und im Einzelhandel betrachtet, spielt jedoch im produzierenden Gewerbe bisher eine untergeordnete Rolle. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit wird aktuell untersucht, inwieweit zwischen der Flächeneinsparung und der Steigerung der Nachhaltigkeit und der anderen genannten Produktivitäten ein Zusammenhang besteht. Eine Flächeneinsparung verringert die Kosten für den Bau, den Betrieb und Folgekosten. Geringere Fläche bedeutet auch kürzere Transportwege. Ein weiterer Vorteil ist, dass in Ballungsgebieten mit Flächenknappheit der wirtschaftliche Output auf bestehenden Flächen weiter erhöht werden könnte, was wiederum zu Transporteinsparungen beitragen kann.

Nachhaltigkeit

Der Flächenverbrauch entwickelte sich in den vergangenen Jahren zu einem zentralen Diskussionsthema auf landes- und kommunalpolitischer Ebene. Allein in Bayern wurden im Jahr 2017 bereits 11,7 Hektar am Tag verbraucht [2], etwa die Hälfte davon durch industrielle und gewerbliche Nutzung [3]. Z-Production soll durch die Flächenreduzierung dabei helfen, wirtschaftlichen Erfolg und eine bewusste Umwelnutzung in Einklang zu bringen.

Flexibilität

Eine schnelle und variantenreiche Produktion erfordert eine flexible Materialbereitstellung mit kurzen Transportwegen. Ein weiterer Faktor ist die Skalierbarkeit: Es muss ermöglicht werden, in verschiedenen und durchaus auch wechselnden Stückzahlbereichen wirtschaftlich zu fertigen und Produktionsanlagen kostengünstig logistisch zu versorgen. Ein Schlüssel dazu ist die intelligente Automatisierung. Um Automatisierung kostengünstig zu halten, sind standardisierte Konzepte, die Anpassungen ohne hohe Umbaukosten ermöglichen, erforderlich.

■ Grundprobleme heutiger Produktionsansätze

Unsere heutigen Produktionskonzepte sind häufig durch eine Trennung in die Disziplinen Bau, Produktion, Logistik und Steuerung geprägt. Jeder Bereich entwickelt für sich inkrementell Verbesserungen, deren Berechtigung hier nicht in Frage gestellt werden soll. Eine signifikante Weiterentwicklung kann aber nach Meinung des Autors nur durch einen ganzheitlichen Ansatz und das grundlegende Hinterfragen heutiger Denkansätze und bestehender Produktionsstrukturen erreicht werden.

Bestehende Typologien von Montagefabriken

Die Ausgangssituation kann anhand der sechs prinzipiellen Typen von Produktionsstätten, welche auf Basis von unterschiedlichen Gebäudemerkmalen gebil-

* Korrespondenzautor

Prof. Dr. Markus Schneider
Hochschule für angewandte Wissenschaften
Landshut
Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut
Tel.: +49 (0) 871 506 8340
E-Mail: markus.schneider@haw-landshut.de

Hinweis

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen von den Mitgliedern des ZWF-Advisory Board wissenschaftlich begutachteten Fachaufsatz (Peer-Review).

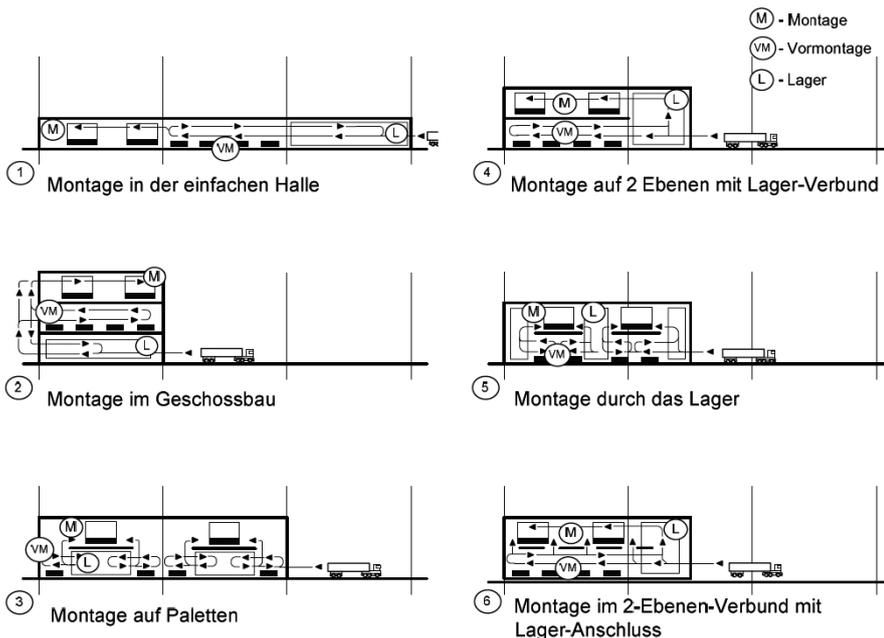


Bild 1. Typologie von Montagefabriken [4]

det wurden, verdeutlicht werden (Bild 1). Die in der Praxis gängigsten Arten von Produktionsgebäuden entsprechen den Typen 1 und 2.

Im Typ 1 werden Lager-, Produktionsflächen und Transportwege nebeneinander angeordnet und nehmen somit die maximale Grundfläche ein. Die Typen 4, 5 und insbesondere 6 stellen bereits deutliche Weiterentwicklungen in Anbetracht des vertikalen Materialflusses und einer flächensparenden Produktion dar. Typ 6 sieht auch schon Öffnungen im Boden vor. Allerdings ist immer noch die horizontale Anbindung jeder Ebene an das ebenenübergreifende Lager erforderlich, da mit den beiden Ebenen die Trennung zwischen Vor- und Endmontage realisiert werden soll. Auch andere Gebäudekonzepte, wie beispielsweise das „verdichtete Fabriksystem mit Maschinenaufstellerebenen“ von Helbing, verfügen über eine Lageranbindung in jeder Ebene und haben somit nur einen zentralen vertikalen Materialfluss innerhalb des Lagers [5].

Vorgehensweise bei der Planung und Umsetzung

In der Praxis wird meist zunächst ein Gebäude geplant. Die Produktion muss sich dann an diesen Gegebenheiten orientieren. Als letztes Glied in der Kette muss

die Logistik die Produktionseinheiten miteinander verbinden.

Da eventuell vorhandene Etagen mit Betondecken umgesetzt werden, sind nur wenige Öffnungen für den Materialfluss zwischen den Etagen vorgesehen, und diese können beispielsweise im Falle eines Umbaus nur mit sehr hohem Aufwand neu angeordnet werden. Durch diese Einschränkung der Flexibilität eines Gebäudes auf den Lebenszyklus betrachtet, kann die Produktion nicht immer materialflussoptimal angeordnet werden. Die Logistik muss in der Folge verschiedenste Anforderungen von Großserienfertigung bis Prototypenbau, wechselnde Stückzahlbereiche und verschiedenste Automatisierungsgrade des Transports in der Folge abbilden. Dies führt zwangsläufig zu Ineffizienzen.

Enormer Flächenverbrauch

Insbesondere der häufig eingesetzte Montagefabrik Typ 1 beinhaltet die gegenwärtige Problematik der Verschwendung von Fläche. Die Lager- und Produktionsflächen werden nebeneinander angeordnet und mit Flurförderzeugen verbunden. Allein die somit notwendigen Transportwege nehmen in der Regel 25 bis 45 Prozent der Fläche eines Produktionsgebäudes ein [6].

Diese Flächenverschwendung setzt sich an den Arbeitsplätzen fort. Aus ergonomischen Gründen wird nur der Bereich zwischen 0,9 und 1,6 m Höhe wertschöpfend genutzt. Alles darüber und darunter ist ungenutzt.

Geringe Betriebsmittelproduktivität in der Intralogistik

Viele Prozesse in der Intralogistik sind in der heutigen Struktur nur schwer automatisierbar. Ein Grund dafür sind die Mischverkehre zwischen Personen, von Menschen geführten Flurförderzeugen und automatisiertem Verkehr. Das für Maschinen unvorhersehbare Verhalten von Fahrern oder Dinge, wie im Weg stehende Behälter, führen immer wieder zu Störungen und somit zu Ineffizienzen in den automatisierten Betriebsmitteln.

Sind Bereiche für Verkehr und Personal nicht sicher zu trennen, sind weiter hohe Sicherheitsanforderungen einzuhalten, die beispielsweise eine erhebliche Geschwindigkeitsreduzierung der Fahrzeuge zur Folge haben.

Bei Begegnungsverkehren fordert die Norm [7] aus Sicherheitsgründen Fahrwege mit einer Breite von 2 x Fahrzeug- bzw. Lastbreite + 1,4 m. Dies steigert den Flächenverbrauch weiter.

Geringe Mitarbeiterproduktivität durch Verschwendung

Prinzipiell wird die Mitarbeiterproduktivität durch Verschwendung beeinträchtigt. Die heute oftmals großen Distanzen in der Fläche bedingen lange Fahr- und Laufwege. Sind die Arbeitsbereiche von Personen nicht entsprechend von automatisierten Bereichen zu trennen, führt dies häufig zu Wartezeiten und anderen Ineffizienzen in den Arbeitsabläufen der Personen.

Das Produktionsparadigma Z-Production

Um den im ersten Kapitel dargestellten Anforderungen an eine Produktivitätssteigerung, einer nachhaltigeren Produktion und einer höheren Flexibilität nachkommen zu können, müssen wir Produktionswerke komplett neu denken. Z-Production stellt ein neues Paradigma, eine neue grundsätzliche Denkweise für den Aufbau von Produktionswerken dar. In diesem

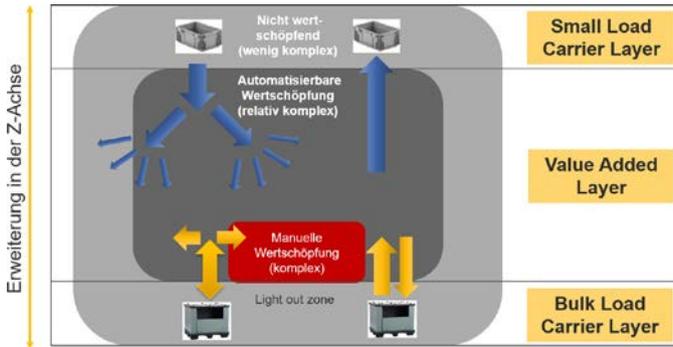


Bild 2. Schematische Darstellung des Konzepts Z-Production unter Berücksichtigung von Wertschöpfung und Automatisierbarkeit (eigene Darstellung).

Ansatz werden der Bau, die Produktion, die Logistik und die Steuerung ganzheitlich und neu gedacht. Das erklärte Ziel ist, den Flächenverbrauch einer Produktionsstätte um 50 Prozent zu reduzieren.

Z-Production – ein neuer Typ Montagefabrik

Z-Production stellt einen neuen Typ Montagefabrik dar. Die Innovation bei der Z-Production liegt darin, dass die Trennung in die Ebenen nicht auf Basis der Produktionsstufen wie Vorfertigung, Endfertigung und Lager getroffen wird, sondern auf Basis der Funktion.

Angestrebt wird eine Verringerung der erforderlichen Grundfläche einer Produktionsstätte auf die reine Fläche zur Wertschöpfung. Dies soll durch die Unterscheidung und konsequente Trennung von Flächen in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Bereiche erreicht werden. Tätigkeiten werden in den drei Ebenen „Value Added Layer“ (VAL), „Bulk Load Carrier Layer“ (BLCL) und „Small Load Carrier Layer“ (SLCL) neu angeordnet (Bild 2).

Im „Value Added Layer“ werden nur die wertschöpfenden Tätigkeiten ausgeübt. Nicht wertschöpfende oder automatisierte Tätigkeiten werden nach unten oder nach oben, also in der Z-Achse (daher der Name „Z-Production“), verschoben. Die Lagerung und das Handling von Großladungsträgern (GLT) findet im „Bulk Load Carrier Layer“ unter dem „VAL“ statt. Handling und Lagerung von Kleinladungsträgern (KLT) werden hingegen in den „Small Load Carrier Layer“ nach oben verschoben.

Neue Vorgehensweise bei der Planung und Umsetzung

Im Rahmen von Z-Production wird eine grundlegend andere Vorgehensweise bei

der Planung von Produktionsstätten vorgeschlagen. Ausgehend vom Gedanken, dass eine Fabrik die Aufgabe hat, ideale Produktionsvoraussetzungen zu bieten, wird mit der Planung logistischer Bereiche begonnen.

Es könnte ein Bereich mit vollautomatisierter Hochleistungslogistik in Layern organisiert angeboten werden. Ein Bereich für die Mittelserien ist mit konventioneller Routenzugtechnologie ausgestattet und ein Bereich für Kleinstserien und Prototypen wird manuell und hochflexibel versorgt. Es ließen sich somit auch für die Nutzung jedes Infrastrukturbereichs Anforderungen an die Produktion und die Konstruktion bezüglich der Automatisierbarkeit von Prozessen formulieren. Dieses Konzept könnte auch als Logistics-as-a-Service bezeichnet werden. Die Produktion wählt dann entsprechend diesem Kriterienkatalog den passenden Infrastrukturbereich für das Produkt aus.

Für die Produktionsgebäude ist eine Weiterentwicklung notwendig. Hier wird bewusst von „Layern“ und nicht von Geschossen gesprochen. Insbesondere eine Deckenkonstruktion mit modularen Öff-

nungen für den vertikalen Materialfluss wird angestrebt. Dies ist erforderlich, damit die Z-Production mittel- und langfristig über die notwendige Flexibilität für Umbauten und Prozessanpassungen verfügt. Aktuell finden hierzu erste Versuche an einem Prototyp im TZ PULS statt.

Reduzierung des Flächenverbrauchs

In Bild 3 ist schematisch dargestellt, wie die verschiedenen Produktions- und Logistikstrukturen, welche sich bei einer klassischen Produktion alle in einer Ebene befinden, bei der Z-Production in die verschiedenen Layer verschoben werden. Durch die vertikale Materialanlieferung sollen klassische Transportwege/-flächen vollständig vermieden werden. Dies bietet ein enormes Potenzial zur stärkeren Verdichtung der Fläche im „Value Added Layer“.

Das Lager für GLTs ist in Bild 3 als Regal an einer Hallenseite ausgeführt. Dies bedingt für manche Hallenbereiche lange Transportwege. Im Z-Production-Konzept kann der gesamte „BLCL“, bis auf wenige Fahrwege für die AGVs (Automated Guided Vehicle), als Lager genutzt werden. Dies bietet eine Reihe von Vorteilen:

- Das Material kann verbrauchsornah gelagert werden. Durch den vertikalen Transport lässt sich die Distanz minimieren und somit sehr schnell und flexibel anliefern.
- Die AGVs können in Zeiten geringer Auslastung ständig umsortieren und somit die Lagerstruktur laufend optimieren.
- Sollte ein Bereich im VAL umziehen und eine andere Lageranordnung notwendig werden, so kann auch dies durch die AGVs vollautomatisch durchgeführt werden.

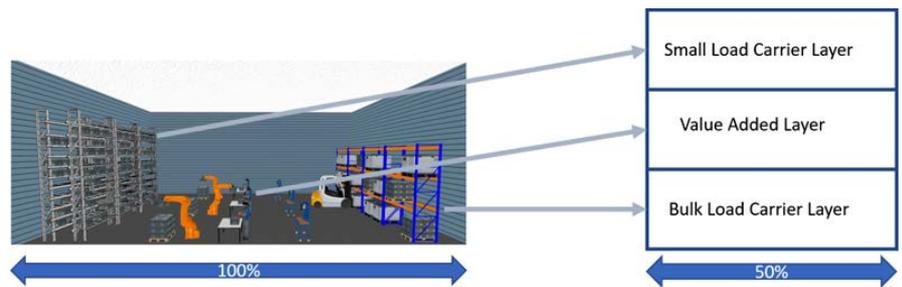


Bild 3. Erklärtes Ziel der Z-Production ist die Reduzierung der benötigten Grundfläche einer Produktion um bis zu 50 Prozent (eigene Darstellung).

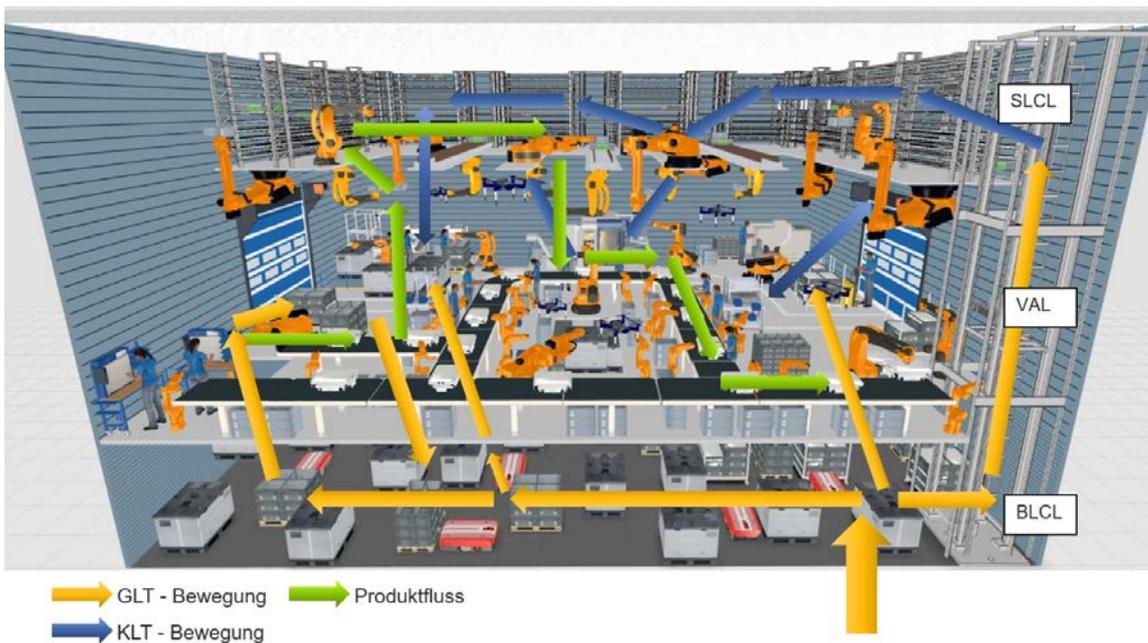


Bild 4. Vision einer Z-Production mit den drei Layern und einem möglichen Material- und Produktfluss (eigene Darstellung)

Steigerung der Betriebsmittelproduktivität in der Intralogistik

Alle nicht wertschöpfenden Tätigkeiten auf dem oberen und unteren Layer sollen vollständig automatisiert werden. Somit sind dort keinerlei Personen unterwegs. Dies wird durch den Begriff der Light-out-Zone versinnbildlicht.

Hier wird die Hypothese formuliert, dass die vollständige Trennung von Personen und automatisierten Prozessen auf zwei unterschiedlichen Ebenen erhebliche Vorteile bringt:

- Die Sicherheit für das Personal wird höher, da auf dem „VAL“ keine Stapler- oder Routenzugverkehre mehr vorhanden sind.
- Die automatisierten Transporte können mit erheblich höherer Geschwindigkeit fahren, da auf dem „SLCL“ und dem „BLCL“ keine Personen zu schützen sind.
- Viele Störungen werden vermieden, die durch Mischverkehre oder von Menschen falsch positionierte Behälter o. ä. verursacht werden.
- Es kommt als weiterer Aspekt hinzu, dass der „BLCL“ weder beheizt noch beleuchtet werden muss („Light-out-Zone“). Dies ermöglicht eine, wenn auch geringe, Energieeinsparung.

Insgesamt sollte sich die Betriebsmittelproduktivität in der Intralogistik erheblich steigern lassen.

Steigerung der Produktivität von Mitarbeitenden – Z-Workplace

Im Konzept der Z-Production steht der Mensch im Mittelpunkt und bleibt für komplexe Tätigkeiten die erste Wahl. Das Ziel ist explizit NICHT die menschenleere Fabrik. Auf dem „VAL“ sollen optimale Bedingungen für verschwendungsfreie Wertschöpfung, mit optimaler Materialversorgung mit kurzen Laufwegen, also höchstmöglicher Arbeitsproduktivität geschaffen werden.

Neben der Arbeitsplatzgestaltung liegt der Fokus auf der optimalen und automatisierten Materialbereitstellung. Die große Herausforderung ist hier der „letzte Meter“, also die automatisierte Bereitstellung der Behälter am Arbeitsplatz.

Für den Z-Workplace wurde vom TZ PULS mit der „O-Zelle“ eine innovative, patentierte (EP 20 162 144.8) Lösung entwickelt, die sich bereits in der Markteinführung befindet. [8] Die „O-Zelle“ löst das Problem des „letzten Meters“ mit Hilfe eines kollaborativen Roboters und stellt das passende „Endstück“ der Logistikautomatisierung für das Z-Production-Konzept dar. [9]

■ Die Potenziale von Z-Production

Durch das neue Produktionsparadigma Z-Production lässt sich die für den Wohlstand in Deutschland sehr wichtige

Produktivität steigern. Wir sind überzeugt, dass ein derartiges Produktionsparadigma in einem Hochkostenland wie Deutschland seine Berechtigung hat und dazu beiträgt, die Wettbewerbsfähigkeit unserer Unternehmen zu stärken.

Es wird erwartet, dass sich der Flächenverbrauch enorm reduzieren lässt. Dies hat auch positive Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit unserer Produktion, da damit die Bodenversiegelung vermindert und der Verbrauch energieintensiver Baustoffe wie Stahl und Beton reduziert werden können.

Durch die Optimierung der Materialversorgung und der Verkürzung der Laufwege ist auch möglich, die Produktivität der Mitarbeitenden zu erhöhen.

Die Vollautomatisierung der Logistik bis an den Arbeitsplatz spart Kosten. Der Ansatz der kompletten Trennung der Intralogistik in einen eigenen, vollautomatisierten Layer lässt mutmaßlich die Betriebsmittelproduktivität stark steigen.

Nicht zuletzt nimmt die Flexibilität der Produktion zu, da durch den Vertikaltransport die Anlieferzeiten stark reduziert werden können. Bild 4 zeigt eine Vision, wie die Z-Production in einer Ausbaustufe aussehen könnte.

Wie eingangs formuliert, sind viele Teilbereiche erst in einem Ideenstadium. Es ist an vielen Stellen noch Forschung nötig. Wir sind aber davon überzeugt,



Bild 5. Aufbau eines ersten Prototyps für die Z-Production mit Hilfe einer Arbeitsbühne in der Musterfabrik des TZ PULS (eigene Darstellung)

dass es sich hier um ein vielversprechendes Konzept handelt. Bild 5 zeigt den Aufbau eines ersten Prototyps für die Z-Production in der Musterfabrik des TZ PULS. Mit einer Arbeitsbühne wird der „VAL“ simuliert. Die patentierte „O-Zelle“ als Endstück wird von oben mit KLTs und von unten aus dem „BLCL“ mit GLTs versorgt. Gerne können wir uns zur Z-Production austauschen. Wir freuen uns auf eine konstruktive Diskussion.

Literatur

1. Blaeser-Benfer A.; Schröter W.; Vollbroth T.; Rießelmann J.: Produktivität für kleine und mittelständische Unternehmen – Teil II: Methoden zur Produktivitätssteigerung. RKW Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e. V., Eschborn 2012, S. 9
2. Umweltbundesamt (Hrsg.): Siedlungs- und Verkehrsfläche (2018). Online unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#textpart-5> [Abruf am 06.08.2018]
3. statista (Hrsg.): Mieten und Preise für Wohn- und Gewerbeimmobilien in Deutschland in den Jahren von 2013 bis 2019 (2019). Online unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/938660/umfrage/miet-und-preisentwicklung-von-wohn-und-gewerbeimmobilien-in-deutschland/> [Abruf am 19.10.2021]

4. Pawellek G.: Ganzheitliche Fabrikplanung. Grundlagen, Vorgehensweise, EDV-Unterstützung. Springer-Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2014, S. 163
DOI: 10.1007/978-3-662-43728-5
5. Helbing K.: Handbuch Fabrikprojektierung. Springer-Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2018, S. 287
DOI: 10.1007/978-3-662-55551-4
6. Grundig C.-G.: Fabrikplanung: Planungssystematik – Methoden – Anwendungen. Carl Hanser Verlag, München 2012, S. 107
DOI: 10.3139/9783446435568
7. Verein Deutscher Ingenieure e. V.: VDI 2510 – Blatt 1: Infrastruktur und periphere Einrichtungen für Fahrerlose Transportsysteme (FTS). VDI-Verlag, Düsseldorf 2009, S. 10
8. Schneider M.; Büttner K.; Ettengruber T.: Eine automatisierungsgerechte Anordnungsform von Montagesystemen. ZWF 116 (2021) 1–2, S. 25 ff.
DOI: 10.1515/zwf-2021-0005
9. Schneider, M.; Ettengruber, T.; Büttner, K.; Rittberger, S.: Partially Automated Manufacturing Cell, EP 20 162 144.8. Hochschule für angewandte Wissenschaften, Deutschland 10.03.2020

Bibliography

DOI 10.1515/zwf-2022-1001
ZWF 117 (2022) 1–2; page 4–8
© 2022 Walter de Gruyter GmbH,
Berlin/Boston, Germany
ISSN 0947-0085 · e-ISSN 2511-0896

Der Autor dieses Beitrags

Prof. Dr. Markus Schneider, geb. 1974, ist Professor für Logistik, Material- und Fertigungswirtschaft und wissenschaftlicher Leiter des Technologiezentrums Produktions- und Logistiksysteme der Hochschule Landshut. Darüber hinaus ist er geschäftsführender Gesellschafter der PuLL Beratung GmbH.

Abstract

Z-Production – A Revolutionary Paradigm of Production. Z-Production represents a newly conceived, interdisciplinary production paradigm. The non-value-added processes are to be completely automated and moved to „layers“ above and below the value-added level, i.e. in the Z-axis. The goal is to increase the sustainability of our production facilities by reducing land consumption by 50% while increasing productivity.

Schlüsselwörter

Fabrikplanung, Produktion, Logistik, Nachhaltigkeit, Produktivität, Flächennutzung

Keywords

Factory Planning, Production, Logistics, Sustainability, Productivity, Land Use