



Technische
Universität
Braunschweig

IBB INSTITUT FÜR
BAUWIRTSCHAFT UND
BAUBETRIEB



Produktivität im Bauhauptgewerbe Potenziale für die Praxis

Braunschweig • April 2022

Dipl.-Ing. Sophia Behrens
Axel Fricke M. Sc., M. Eng.
AOR Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Frank Kumlehn
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Patrick Schwerdtner

STIFTUNG 
Bauindustrie
Niedersachsen-Bremen

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



DOI 10.24355/dbbs.084-202303281045-0

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Patrick Schwerdtner
Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb
Technische Universität Braunschweig
Schleinitzstraße 23A
38106 Braunschweig
Fon: 0531 391-3174
Fax: 0531 391-5953
E-Mail: ibb@tu-braunschweig.de
Internet: www.tu-braunschweig.de/ibb

Inhalt

0	Veranlassung und Methodik	1
1	Status quo: Die Produktivität in der Bauindustrie stagniert – oder nicht?.....	2
1.1	Ausgewählte statistische Daten zum Einstieg	2
1.2	Die Wachstumsrate ist volatil	3
2	Produktivität ist nicht gleich Produktivität	5
2.1	Allgemeine Definition(en) der Produktivität	5
2.2	Varianten zur Ermittlung der Arbeitsproduktivität	6
2.3	Fluch und Segen der mathematischen Formel.....	8
3	Arbeitsproduktivität als interdisziplinäre Zielsetzung	10
3.1	Ursachen für eine unzureichende Arbeitsproduktivität	10
3.2	Primär- und Sekundäreffekte nachträglicher Änderungen	11
3.3	Quantifizierung der Auswirkungen baubegleitender Änderungen auf die Produktivität...11	
3.4	Einfluss von Planungsfehlern und Ausführungsmängeln	13
4	Potenziale zur Steigerung der Produktivität	14
4.1	Identifizierung von Produktivitätstreibern	14
4.2	Wie kann der digitalisierte Planungsprozess die Produktivität steigern?	15
4.3	Wie kann der automatisierte Fertigungsprozess die Produktivität steigern?.....	16
5	Entwicklung und Implementierung geeigneter Ansätze zur Produktivitätssteigerung	17
5.1	Produktivität – von der „Black Box“ ins Rampenlicht	17
5.2	Konzept zur Weiterentwicklung	17
6	Fazit	20
	Quellen	21

0 Veranlassung und Methodik

Die Produktivität ist als Schlüsselfaktor für wirtschaftlichen Erfolg anerkannt. In der Bauwirtschaft steht sie jedoch seit geraumer Zeit im Zentrum kritischer Bestandsaufnahmen. Zuletzt hat der Hauptverband der Deutschen Bauindustrie eine statistische Analyse veröffentlicht, welche u. a. aufgrund des Fachkräftemangels das Erfordernis von Strategien zur Produktivitätssteigerung unterstreicht. [1] Mit der folgenden Veröffentlichung¹ werden – nach einer einführenden Erläuterung relevanter Grundlagen – Potenziale aufgezeigt, um negative Einflüsse auf die Produktivität zu reduzieren bzw. produktivitätsfördernde Maßnahmen zu implementieren. Auf dieser Grundlage sollen in nachlaufenden Formaten Wege zur Ableitung zweckmäßiger individueller Ansätze zur Produktivitätssteigerung entwickelt werden.

Für die Metastudie wurden insgesamt ca. 173 Literaturquellen zur Definition, Messung und Entwicklung von Produktivität sowie zu Produktivitätstreibern ausgewertet. Bei den Produktivitätstreibern wurden insbesondere die Bereiche Digitalisierung, Vorfertigung, Robotik und Baumanagement analysiert. Die konkrete Aufteilung der ausgewerteten Literatur ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

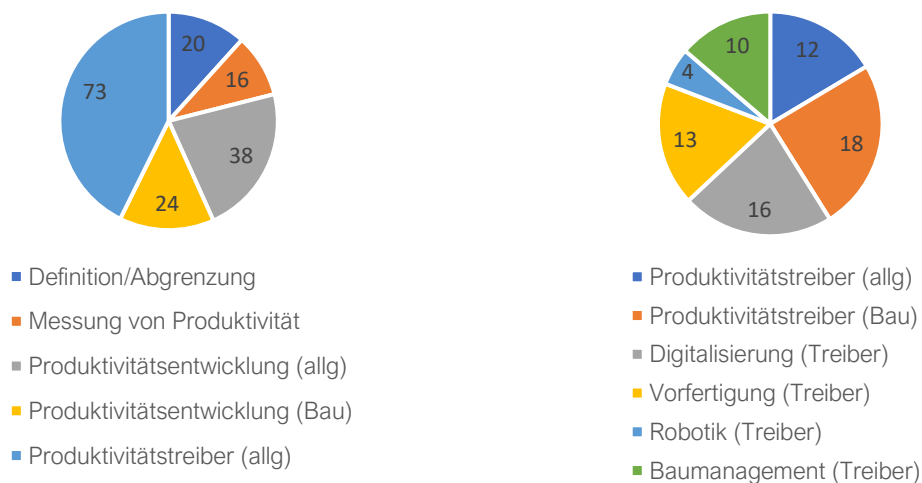


Abbildung 1: Quantitative Auswertung der Literaturrecherche: Gesamt (li.) und davon zu Produktivitätstreibern (r.)

Neben der Literaturrecherche wurde im Oktober 2021 ein Workshop mit Mitgliedern des Bauindustrieverbandes durchgeführt, dessen Ergebnisse in diesen Bericht eingeflossen sind.

¹ Die Veröffentlichung wurde durch das Institut für Bauwirtschaft und Baubetrieb der Technischen Universität Braunschweig in Zusammenarbeit mit dem Bauindustrieverband Bremen-Niedersachsen und mit freundlicher Unterstützung durch die Stiftung des Bauindustrieverbands Bremen-Niedersachsen erarbeitet.

1 Status quo: Die Produktivität in der Bauindustrie stagniert – oder nicht?

1.1 Ausgewählte statistische Daten zum Einstieg

Häufig wird behauptet, dass die (Arbeits-)Produktivität im Bauwesen im Vergleich zu anderen Branchen geringer sei. Die Validierung dieser Aussage würde eine gesonderte und differenzierte Untersuchung erfordern. Sicher scheint eine andere These: Bei einer langfristigen Betrachtung lässt sich ein im Vergleich zu anderen Branchen geringeres Produktivitätswachstum feststellen. Laut dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung lag die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität im Betrachtungszeitraum 1998 - 2015 im Bauwesen mit 0,12 % deutlich unter der der deutschen Gesamtwirtschaft mit 1,12 %. [2] Im Vergleich der Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde sowie der Bruttowertschöpfung (Output) vom Baugewerbe zu allen Wirtschaftsbereichen zeigt sich auch bei einer Ausweitung des Betrachtungszeitraums eine große Diskrepanz (vgl. Abbildung 2).

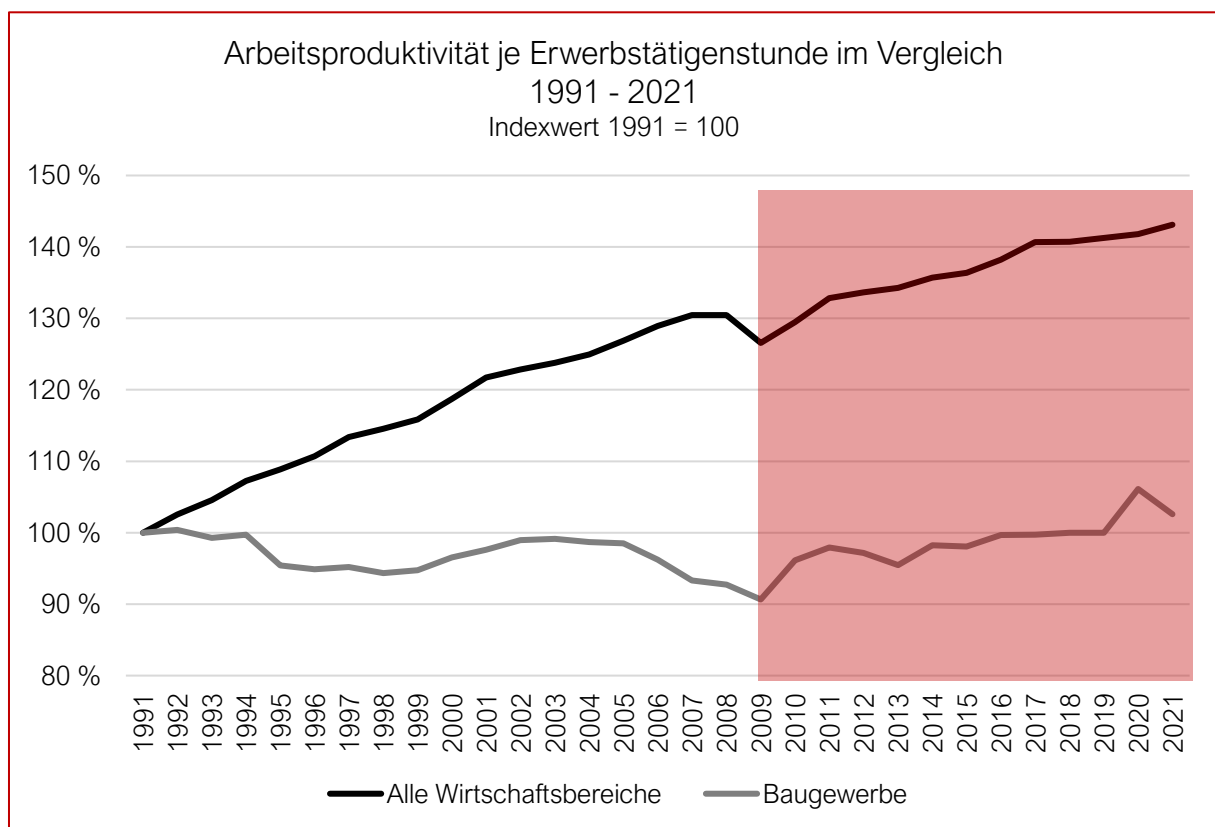


Abbildung 2: Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde im Vergleich 1991-2021 [3]

Ein anderes Bild ergibt sich bei einer Betrachtung der Arbeitsproduktivität im vergangenen Jahrzehnt (in der vorherigen Abbildung rot hinterlegt). Nach dem Ende der Finanzkrise und vor dem Beginn der Pandemie sind die Produktivitätszuwächse im Baugewerbe und der Gesamtwirtschaft vergleichbar. Der Produktivitätszuwachs des Baugewerbes liegt im vergangenen Jahrzehnt auf dem Niveau der Gesamtwirtschaft. Die Ursachen hierfür sind vielfältig, da sich verschiedene Ein-

flüsse auf die Arbeitsproduktivität auswirken und überlagern. Hierauf wird im Folgenden näher eingegangen.

Die Planung der Bauindustrie unterscheidet sich hinsichtlich der Zielstellung von der der anderen Branchen, die in der Regel (Serien-)Produkte herstellen und produktionsorientiert planen. Im Fokus stehen in der Bauindustrie oftmals nicht die Produktivität der Ausführung, sondern die Funktionalität, Dauerhaftigkeit und Individualität des Bauvorhabens. Die Auswirkung einzelner Entscheidungen auf die Produktivität wird nur selten hinterfragt, obwohl in der Regel ein direkter Zusammenhang besteht. Anhand des folgenden einfachen Rechenbeispiels wird dies veranschaulicht. Hierbei wird („nur“) eine gestalterische Modifikation vorgenommen, alle anderen Randbedingungen bleiben unverändert. Die Arbeitsproduktivität sinkt in diesem Beispiel von Version 1 zu Version 2 um etwa 30 %.

Beispiel

Die Produktivität wird für dieses Beispiel aus dem Quotienten des Aufwandswertes und Einheitspreises berechnet. Ausgangssituation ist die Erstellung einer Mauerwerksinnenwand mit $d = 11,5 \text{ cm}$ nach Normenreihe DIN EN 1996 aus Kalksandstein.

In der Version 1 wird diese Innenwand als einseitiges Sichtmauerwerk hergestellt, Rückseite für Verputz, mit Stoßfugenvermörtelung und gleichmäßigen Fugendicken, Sichtseite nur mit ausgesuchten Steinen vom selben Lieferwerk, beim Aufmauern sind Steine aus mehreren Paketen zu mischen.

In der Version 2 wird selbiges als Planstein 3 DF, für späteren Putzauftrag, mit Nut- und Federsystem und ohne Stoßfugenvermörtelung hergestellt. Bei der Leistung ist das Aufmauern der obersten Mauerschicht nach dem Ausschalen der darüber liegenden Decke inkludiert.

$$\text{Version 1 – Planstein 3DF:} \quad \frac{51 \text{ €/m}^2}{0,30 \text{ h/m}^2} = 170 \text{ €/h}$$

$$\text{Version 2 – Sichtmauerwerk:} \quad \frac{76 \text{ €/m}^2}{0,62 \text{ h/m}^2} = 123 \text{ €/h}$$

Abbildung 3: Auswirkungen gestalterischer Entscheidungen auf die Arbeitsproduktivität (Beispiel)

1.2 Die Wachstumsrate ist volatil

Eine Darstellung der jährlichen Wachstumsrate der Wertschöpfung je Arbeitsstunde zeigt deren Volatilität in verschiedenen Wirtschaftsbereichen auf. In Abbildung 4 sind das Bauwesen rot, das Immobilienwesen blau und die Produktion grün hervorgehoben. Die Daten des Bau- und Immobilienwesens sind demnach vergleichsweise stabil und bewegen sich in einem Korridor zwischen $-3,0$ und $+5,6$ %. Die Daten gehen bis 1995 zurück, wobei v. a. in den ersten Jahren Datenlücken zu verzeichnen sind, und umfassen Werte bis einschließlich 2017. Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Wertschöpfung pro Arbeitsstunde liegt im Bauwesen in Deutschland hiernach

bei 0,36 %. Die Wachstumsrate der Wertschöpfung wird auch je Beschäftigte ermittelt. Diese beträgt im Bauwesen in Deutschland 0,16 %. [4]

Die Entwicklung der Wertschöpfung je Arbeitsstunde ist im Bauwesen auf sehr niedrigem Niveau vergleichsweise stabil.

Das Bau- und Immobilienwesen weisen unterschiedliche Wachstumsraten der Wertschöpfung pro Arbeitsstunde auf, da sie sich aus unterschiedlichen Branchen zusammensetzen, die nicht oder nicht vollständig korrelieren. Die Arbeitsproduktivität des Baugewerbes resultiert im Wesentlichen aus den erbrachten Bauleistungen in den Segmenten Hochbau, Tiefbau sowie vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe. [5] Hinsichtlich des Immobilienwesens (bzw. Grundstücks- und Wohnungswesens) gehen der Kauf und Verkauf von eigenen Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen, die Vermietung, Verpachtung von eigenen und geleasteten Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen sowie die Vermittlung und Verwaltung von Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen für Dritte ein. [5] Im Vergleich beider Graphen wird deutlich, dass die Arbeitsproduktivität im Bauwesen in vielen Jahren höher als im Immobilienwesen liegt.

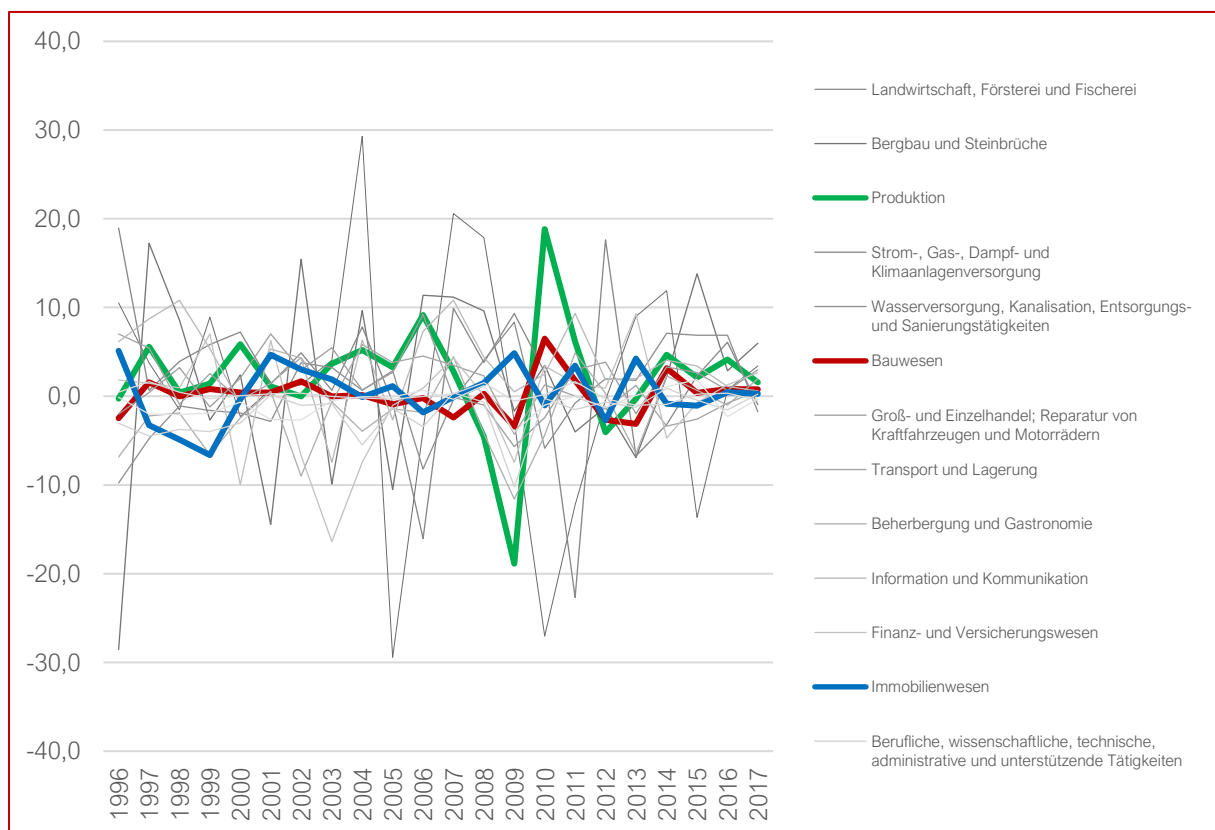


Abbildung 4: Wachstumsrate der Wertschöpfung pro Arbeitsstunde in Prozent [4, 5]

Die teilweise deutlichen Schwankungen lassen vermuten, dass – neben der Arbeitsorganisation der Leistungserbringung selbst – noch weitere Einflüsse existieren, die die Entwicklung der Kennzahlen ganzer Industrien bestimmen. Hierauf wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

2 Produktivität ist nicht gleich Produktivität

2.1 Allgemeine Definition(en) der Produktivität

Produktivität steht im engen Zusammenhang zu Input-Output-Betrachtungen (Finanzen, Leistungen etc.), zur Effizienz und weiteren Aspekten. Im Allgemeinen ist Produktivität „*die Fähigkeit einer Person oder einer Sache [...], etwas hervorzubringen.*“ [6] Konkret kann dies beispielsweise als Arbeitsproduktivität mit dem „*Ertrag pro Arbeitsstunde*“ [7] beschrieben werden. Dabei wird das Verhältnis zwischen Input und Output betrachtet, z. B. zwischen aufgewendeter und erzeugter Leistung. [6, 8] Nach Maccoby wird die Produktivität als „*die Wirksamkeit oder Effizienz bei Gebrauch von Ressourcen wie Arbeitskraft, Kapital, Energie und Rohstoffe [= Input – Anm. d. Verfasser], um die erwünschten Produkte oder Dienstleistungen zu erstellen [= Output – Anm. d. Verfasser]*“ [7], definiert.

Produktivität wird betriebswirtschaftlich anhand des Quotienten „*des quantitativen Ergebnisses des Mitteleinsatzes zu eben diesem Mitteleinsatz errechnet, und zwar jeweils auf eine Periode bezogen.*“ [6] Der Reziprokwert der gemessenen Produktivität gibt an, wie viel Input notwendig ist, um dieses Ergebnis zu generieren. [6]

Die einmalige Ermittlung der Produktivität (z. B. für eine Periode) hat keine eigenständige Aussagekraft. Folgerungen können erst getroffen werden, wenn die berechnete Produktivität in ein Verhältnis gesetzt wird, beispielsweise mit einer Zielproduktivität², der Produktivität vorheriger Perioden oder Kennzahlen anderer Branchen. Der Quotient aus Spitzen- und Ist-Produktivität gibt darüber hinaus einen Referenzwert, wie hoch das Potenzial zur Produktivitätssteigerung ist. [9] Konkrete Schlussfolgerungen sollten jedoch aufgrund einer häufig fehlenden Vergleichbarkeit zum Teil behutsam abgeleitet werden. [6]

Produktivität

$$= \frac{\text{Produzierte Menge bzw. Ergebnis}}{\text{Aufwand}}$$

Arbeitsproduktivität

$$= \frac{\text{Produzierte Menge bzw. Ergebnis}}{\text{Arbeitsaufwand}}$$

² Anstelle einer bisher ggf. noch nicht erreichten Zielproduktivität kann auch eine Spitzen-Produktivität als Vergleichswert verwendet werden. Diese „*ist die höchste erreichte Produktivität bei Ausführung einer besonderen Bauarbeit auf einer bestimmten Baustelle*“, wobei hier insbesondere die Randbedingungen zur Erreichung der Spitzen-Produktivität bekannt sind. [9]

2.2 Varianten zur Ermittlung der Arbeitsproduktivität

Auch wenn die Begriffe Produktivität und Arbeitsproduktivität oft als Synonyme genutzt werden, [10] muss hinsichtlich des jeweiligen Analyseschwerpunkte differenziert werden. Im Bauwesen bieten sich bspw. die Unterscheidung zwischen Arbeits-, Betriebsmittel- und Stoffproduktivität an. Das Verhältnis zwischen der produzierten Menge bzw. der Leistung und dem Arbeitsaufwand wird als Arbeitsproduktivität bezeichnet, wobei diese durch verschiedene Faktoren (z. B. Ausstattung oder externe Randbedingungen) beeinflusst wird. [11] Die Ermittlung der Arbeitsproduktivität bezieht sich folglich auf den Arbeitseinsatz:

„Die Arbeitsproduktivität misst, wie effizient die personellen Ressourcen in der Wertschöpfung eingesetzt werden.“ [8]

Dies kann über die Anzahl der Arbeitskräfte oder die Arbeitsdauer in Stunden berechnet werden. [2, 11] Bereits hieraus ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse, da im erstgenannten Fall keine detaillierte Arbeitszeitermittlung erfolgt und bspw. Überstunden nicht berücksichtigt werden. Die Abweichungen werden anhand der nachfolgenden Abbildungen verdeutlicht, wobei in Abbildung 6 auch die Bedeutung der Effekte von Preissteigerungen im direkten Vergleich zu Abbildung 5 deutlich werden.

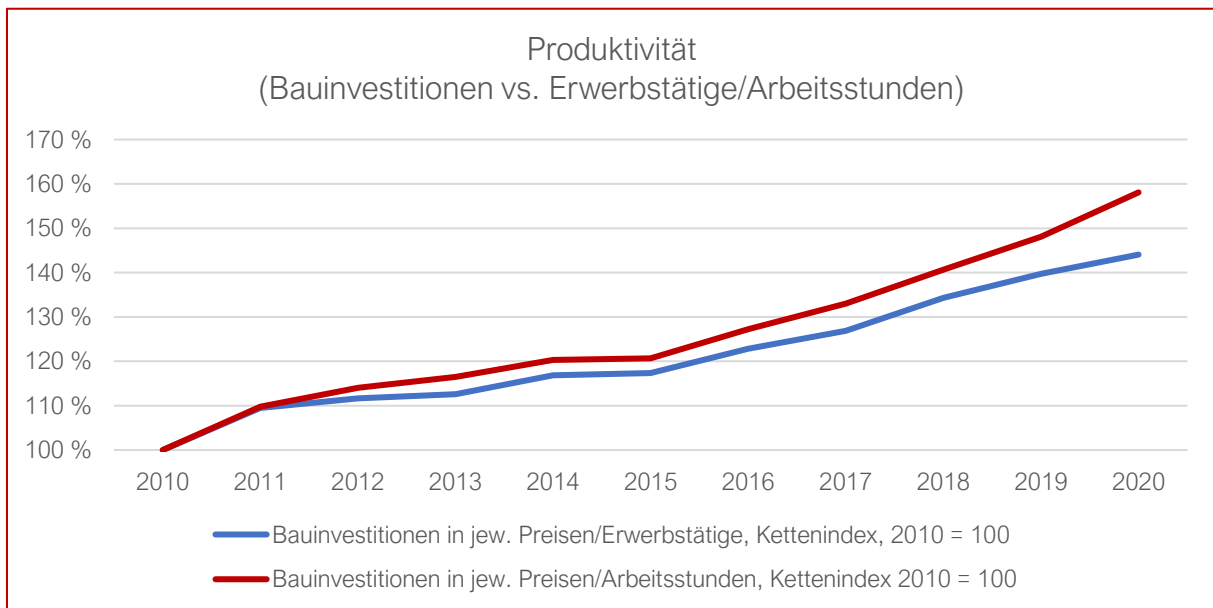


Abbildung 5: Entwicklung der Arbeitsproduktivität in Bezug auf die Erwerbstätigen (blau) bzw. die geleisteten Arbeitsstunden (rot); ohne Bereinigung der Effekte der Preissteigerung [3]



Abbildung 6: Entwicklung der Arbeitsproduktivität in Bezug auf die Erwerbstätigen (blau) bzw. die geleisteten Arbeitsstunden (rot); mit Bereinigung der Effekte der Preissteigerung [3]

Die quantitative Darstellung ist zur Interpretation der Ergebnisse nicht ausreichend. Neben der Dokumentation tatsächlich geleisteter Arbeitsstunden sind weitere Informationen zur Beurteilung der Leistung bzw. vorhandener Einflüsse auf die Leistung notwendig wie bspw. die vorherrschende Witterung. Ohne Berücksichtigung dieser Einflussfaktoren fehlt es an Grundlagen, die Ursachen für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität und deren Gewichtung zu benennen.

Aus den Darstellungen wird zudem die bereits erwähnte (deutliche) Zunahme der Produktivität im vergangenen Jahrzehnt deutlich. In Abbildung 7 wurde 2009 als Referenzjahr gewählt, um diesen Zusammenhang zu betonen.

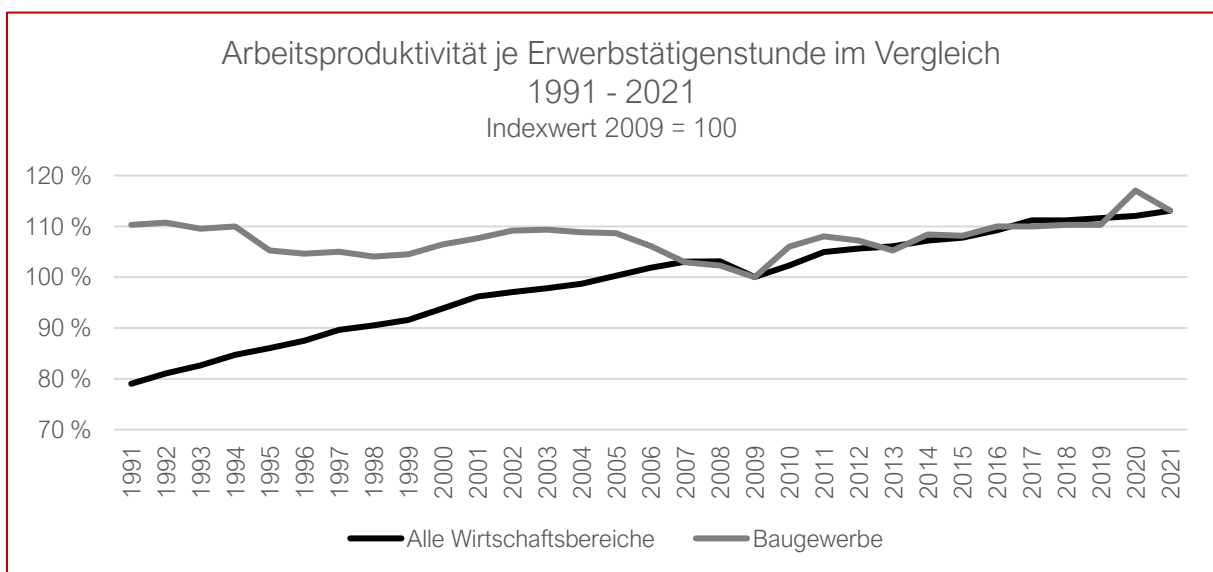


Abbildung 7: Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde im Vergleich 1991 - 2021, Indexwert 2009 = 100 [3]

2.3 Fluch und Segen der mathematischen Formel

Die Definition der (Arbeits-)Produktivität stellt Grundlage für eine einheitliche Interpretation hieraus resultierender Kennzahlen und Vorgehensweisen für deren Ermittlung dar. Durch die eingehenden Größen ergeben sich dennoch auch „unerwünschte“ Effekte, die zu Fehlinterpretationen führen können. Anhand eines einfachen Fallbeispiel (vgl. nachfolgende Abbildung) wird deutlich, dass im Nenner zur Ermittlung der Arbeitsproduktivität „nur“ die Arbeitsstunden (bzw. Anzahl der Erwerbstätigen, s. o.) zu berücksichtigen sind. Hingegen vereint der Zähler sämtliche Preisbestandteile der Kosten- und Leistungsrechnung, da hier üblicherweise die Bauleistung als in Euro bewertete Bautätigkeit eingeht.

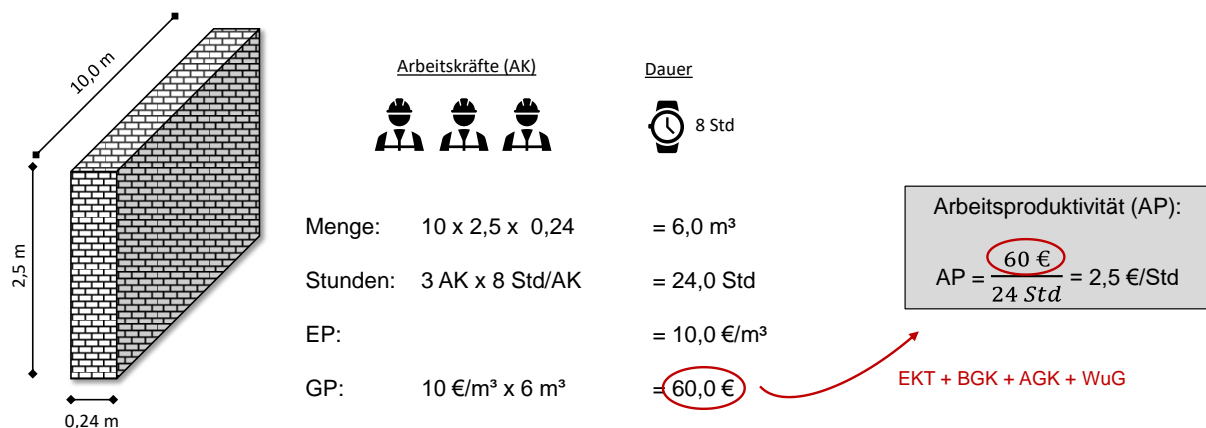


Abbildung 8: Ermittlung der Arbeitsproduktivität am Beispiel einer Mauerwerkswand

Definitionsgemäß gilt, dass die Produktivität mit größer werdendem Zähler und kleiner werdendem Nenner steigt. In den Zähler gehen zum einen allgemeine Marktbedingungen ein:

- Inflation
- Marktpreise im Bauwesen
- Energie- und Rohstoffkosten
- Tariflohnerhöhung

Diese Entwicklungen sind durch die Unternehmen des Baugewerbes nicht bzw. nur bedingt beeinflussbar. Zum anderen gehen auch unternehmensinterne Preisbestandteile in den Zähler ein:

- Allgemeine Geschäftskosten (AGK) (schlanke Niederlassung)
- Baustellengemeinkosten (BGK) (kurze Bauzeit)

Hieraus resultiert in gewisser Hinsicht ein Paradoxon: Selbst bei konstanten Aufwandswerten steigt die Arbeitsproduktivität bei höheren AGK und BGK. Das Streben nach schlanken Unternehmen (mit niedrigen AGK) und kurzen Bauzeiten (mit sinkenden BGK) wirkt sich folglich „negativ“ auf die Arbeitsproduktivität aus. Die Unternehmen profitieren dann jedoch über eine optimierte Wirtschaftlichkeit. In Abgrenzung zur Produktivität wird die Wirtschaftlichkeit aus dem Verhältnis von entweder Ist- zu Soll-Kosten oder bewertetem Output zu bewertetem Input ermittelt. [12]

In den Zahlen des statistischen Bundesamtes werden daher Korrekturfaktoren integriert, um die Einflüsse zu neutralisieren (z. B. aus allgemeinen Preisindizes). Dabei können jedoch die tatsächlichen Auswirkungen und Unterschiede zwischen den Segmenten des Baugewerbes nur unscharf berücksichtigt werden. Diese Problematik könnte Gegenstand einer gesonderten Untersuchung sein (vgl. Kap. 5). Nachfolgend stehen Aspekte im Vordergrund, die sich direkt auf den Arbeitsprozess und die geleisteten Arbeitsstunden (Nenner der Formel zur Berechnung der Arbeitsproduktivität) auswirken.

3 Arbeitsproduktivität als interdisziplinäre Zielsetzung

3.1 Ursachen für eine unzureichende Arbeitsproduktivität

Als Ursachen für eine unzureichende Arbeitsproduktivität konnten anhand einer internationalen Untersuchung die folgenden zehn, in Abbildung 9 dargestellten Faktoren identifiziert werden. Diese sind grundsätzlich nach nicht/gering beeinflussbaren externen Einflüssen, der Dynamik aus der Baubranche heraus und betrieblichen Faktoren auf der Unternehmensseite zu unterscheiden. Die Übertragbarkeit auf Deutschland müsste gesondert überprüft werden, wobei vergleichbare Tendenzen zu erkennen sind.

Aufgrund des geringen Einflusses des Einzelunternehmens auf gesamtwirtschaftliche Faktoren wird sich im Folgenden größtenteils auf Ursachen fokussiert, die der Baubranche immanent sind oder durch das Einzelunternehmen beeinflusst werden können.

Im handwerklich geprägten Deutschland ist die Baubranche stark fragmentiert. Lösungen kommen selten aus einer Hand und müssen zwischen den Beteiligten koordiniert werden. Die zugrundeliegenden vertraglichen und vergaberechtlichen Strukturen (Prinzip von Trennung von Planung und Ausführung) tragen ihren Teil dazu bei, dass eine gesamtheitliche Betrachtung des Produktionsprozesses selten erfolgt. Aus der starken Fragmentierung folgen Informationsverluste an Schnittstellen und Qualitätseinbußen in der Planung, die die Produktivität des Baubetriebs hemmen. Zusätzlich wirken sich Faktoren auf Unternehmensebene, wie die geringe Digitalisierung, die im Bauwesen vorherrscht, und unzureichend verfügbare oder qualifizierte Arbeitskräfte, auf die Produktivität aus. [1]



Abbildung 9: Zehn Hauptgründe für die niedrige Produktivität im Bausektor [13]

Bei Umfragen mit am Bau Tätigen werden darüber hinaus verspätete Planlieferungen, baubegleitende Änderungen und nicht auf die Baubarkeit geprüfte Planungen als Hauptursachen für (negative) Auswirkungen auf den Bauablauf und folglich für die Arbeitsproduktivität genannt. [14] Auf ausgewählte Aspekte wird nachfolgend kurz eingegangen.

3.2 Primär- und Sekundäreffekte nachträglicher Änderungen

Die nachträglichen Änderungen des Bauentwurfs werden in der Wahrnehmung der am Bau Beteiligten als eines der größten Hemmnisse der Produktivität angesehen. [15] Die Auswirkungen der baubegleitenden Änderungen waren bereits Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen [16]:

- Diskontinuierlicher Bauablauf
- Falsche Reihenfolge der Bautätigkeiten
- Taktverlust
- Demotivation gewerblicher Mitarbeiter
- Unterbrechung und Verlust der Lernkurve
- Unausgeglichene Kolonnen bzw. unproduktiver Personaleinsatz
- Hohe Fluktuation der Arbeitskräfte auf der Baustelle

Darüber hinaus sind Sekundäreffekte zu beobachten (bspw. aufgrund notwendiger Beschleunigungen des Bauablaufs), die zu weiteren adversen Effekten auf die Produktivität führen. [14, 16] Eine Kompensation der negativen Auswirkungen baubegleitender Änderungen gelingt dabei in der Regel nicht.

Die Höhe des Produktivitätsverlustes hängt u. a. von der Summe der Änderungen in einem Bauvorhaben ab.

Es konnte festgestellt werden, dass die negativen Auswirkungen mit der Summe der getätigten Änderungen korrelieren und mit der Summe der Änderungen in einem Bauvorhaben zunehmen. [17] Vertreter von Mitgliedsunternehmen des Bauindustrieverbandes haben bestätigt, dass die Bauablaufplanung aufgrund baubegleitender Änderungen zu keinem Zeitpunkt des Bauproduktionsprozesses im Sinne einer Produktionsplanung zu Ende gedacht und optimiert werden kann. Dies führt systemimmanent zu einer geringen Produktivität.

3.3 Quantifizierung der Auswirkungen baubegleitender Änderungen auf die Produktivität

In einer Studie wurde untersucht, inwiefern sich baubegleitende Änderungen nachteilig auf die Produktivität auswirken. Die Korrelation von baubegleitenden Änderungen und Produktivitätsminderung konnte erst ab einem Schwellenwert von 10 % zusätzlich zu leistender Aufwandsstunden nachgewiesen werden. [17] Bis zu diesem Schwellenwert können die Unternehmen offenbar relevante Auswirkungen auf die Produktivität kompensieren (anmerkend sei erwähnt, dass im Einzelfall auch „aufwandsneutrale“ Änderungen zu Produktivitätsverlusten führen können). Ab dem Schwellenwert von 10 % wird in der Studie ein linearer Zusammenhang zwischen den zusätzlich

zu leistenden Arbeitsstunden und den resultierenden Produktivitätsverlusten nachgewiesen (siehe auch Abbildung 10).³

Die Höhe der Produktivitätsverluste durch Änderungen wird durch weitere Einflüsse verstärkt.

Im Hinblick auf die zuvor dargestellte Unterscheidung von Primär- und Sekundäreffekten wäre zu unterscheiden, ob im Wesentlichen Primäreffekte baubegleitender Änderungen Einfluss auf die Produktivität haben. Sollten weitere negative Einflüsse auf die Produktivität bestehen (bspw. Behinderungen der Ausführung), kumulieren sich die Auswirkungen auf die Produktivität. Hierbei wäre es sinnvoll, die Auswirkungen von Behinderungen, Witterung etc. auf die Arbeitsproduktivität gesondert zu erfassen und zu berücksichtigen. Die Ermittlung des Einflusses von Änderungen auf die Produktivität wird mit der Zunahme der Anzahl weiterer negativer Einflüsse deutlich komplizierter.

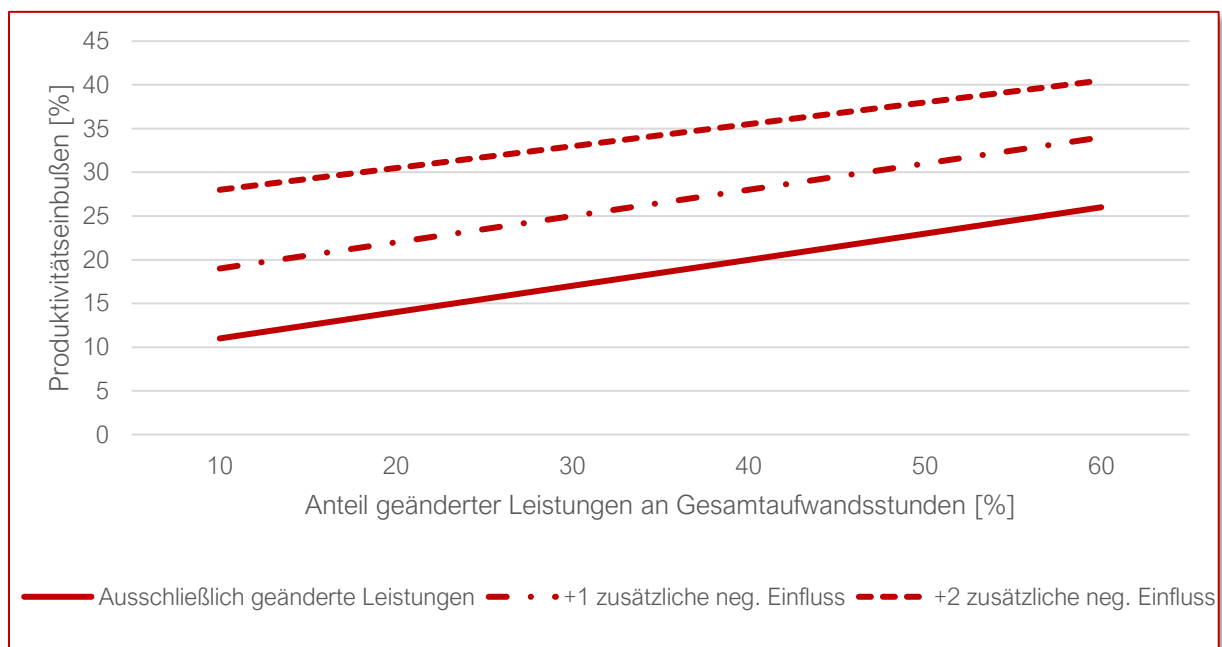


Abbildung 10: Auswirkung von Änderungen auf die Produktivität [17]

³ Die regelmäßige Höhe von Änderungen belaufen sich auf durchschnittlich 11 % bei Bauvorhaben der öffentlichen Hand [18] bzw. 5 % bis 10 % im privaten Hoch- und Industriebau. [19]

3.4 Einfluss von Planungsfehlern und Ausführungsmängeln

Der wiederholte Einsatz von Arbeitszeit und finanziellen Mitteln (Input) bei gleichzeitig nicht gesteigerter Leistung (Output) oder aber die Aufwendung von Arbeitszeit zur Korrektur einer zu geringen Qualität wirkt sich auf den Quotienten aus Output vs. Input und somit auf die Arbeitsproduktivität aus.

Fehler in der Planung und folglich Mängel in der Ausführung sind ein wiederkehrendes Problem in der Bauwirtschaft, das trotz Einführung neuer Projekt- und Qualitätsmanagementtools bisher nicht nennenswert minimiert werden konnte. Studien zufolge belaufen sich die Kosten für Mängelbeseitigungen im Durchschnitt (ohne Sekundärkosten für Bauzeitverlängerung etc.) auf ca. 2 % bis 12 % der Auftragssumme. [20, 21] Dies deckt sich mit der Wahrnehmung der am Bau Beteiligten, wonach Fehler in der Planung und die Überarbeitung von Mängeln regelmäßig zu einer signifikant geringeren Produktivität auf der Baustelle führen. [14]

Für das Gewerk der Maurerarbeiten im Hochbau konnte festgestellt werden, dass eine direkte Korrelation zwischen der Höhe der Mangelbeseitigungskosten (als Anteil der Gesamtleistung) und der Produktivität vorliegt. [22] Dabei führen bereits Mängelbeseitigungskosten i. H. v. 10 % zu einer Halbierung der Produktivität.

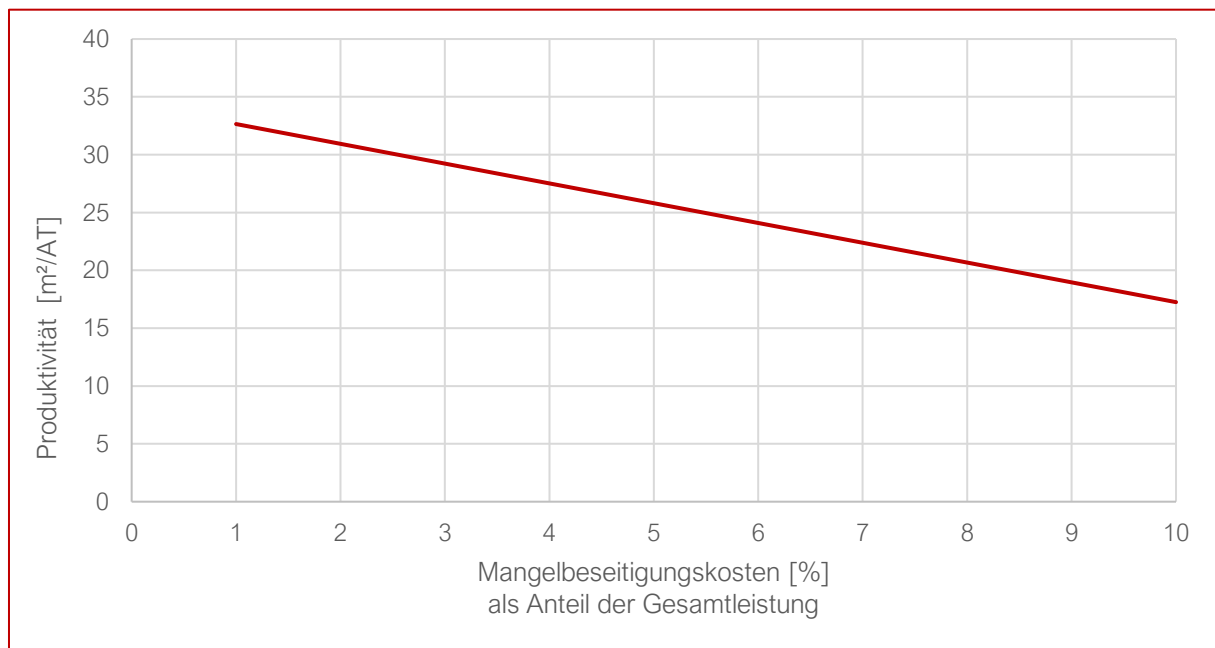


Abbildung 11: Entwicklung der Produktivität beim Mauerwerk in Abhängigkeit von den Mangelbeseitigungskosten [22]

4 Potenziale zur Steigerung der Produktivität

4.1 Identifizierung von Produktivitätstreibern

Eine Quantifizierung der Potenziale zur Produktivitätssteigerung wurde von McKinsey & Company vorgenommen (vgl. Abbildung 12). Die Prozentwerte basieren auf den Ergebnissen einer globalen Umfrage aus dem Jahr 2016, an der 210 CEOs aus der Bauindustrie⁴ teilgenommen haben.

Zur Nutzung der erkannten Potenziale zur Produktivitätssteigerung sind gemäß der Umfrage in regulatorischer, methodischer und arbeitskultureller Hinsicht verschiedene Voraussetzungen von Bedeutung. Demnach müssen in dem jeweiligen Land Informalität sowie Korruption reduziert und die Transparenz, insb. hinsichtlich der Kosten und Leistung, sowie die Unterstützung innovativer Forschung erhöht werden. [13] Diese Voraussetzung ist in Industrieländern bereits gegeben und nur für Entwicklungs- und ggf. Schwellenländer relevant.

Durch neue Technologien lässt sich die Produktivität um bis zu 15 % steigern.

Das größte Potenzial zur Produktivitätssteigerung ist durch die Einführung neuer Technologien erreichbar. Der Begriff Technologie bezieht sich in dieser Umfrage insbesondere auf die Methode Building Information Modeling (BIM), digitale Zusammenarbeit und Mobilität, zuverlässige Vermessung und Geolokalisierung, Internet der Dinge, weiterentwickelte Analysen, additive Fertigung, autonome Navigationstechnologien für Baumaschinen sowie Robotik und Drohnen.[13]

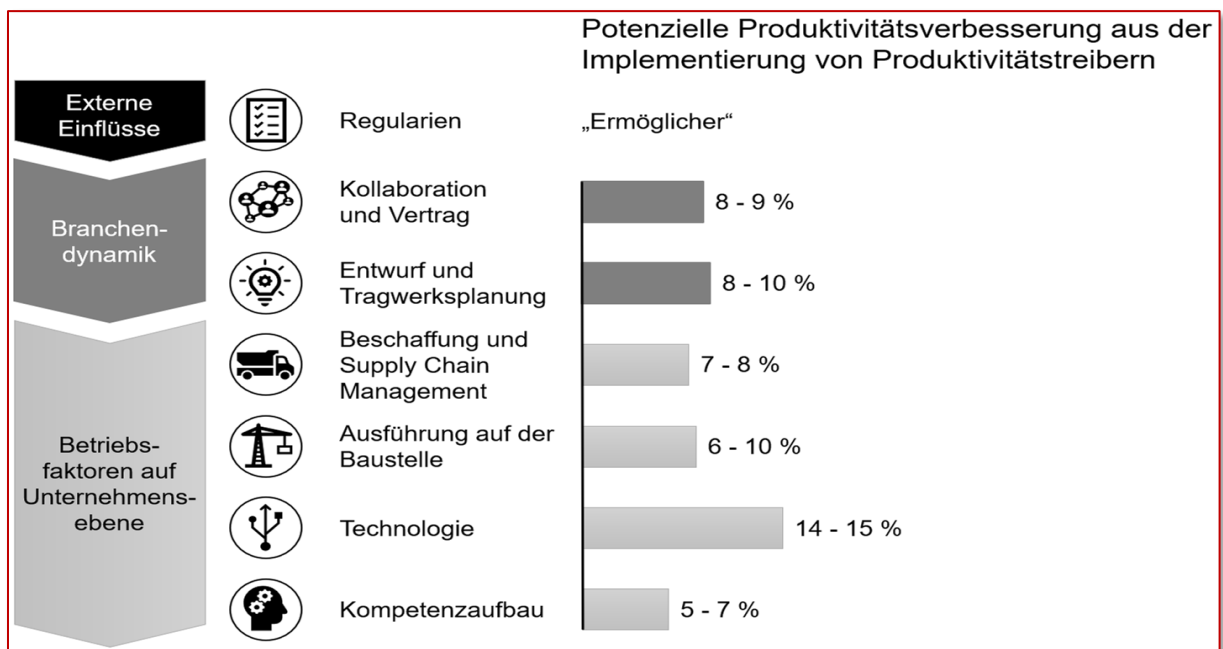


Abbildung 12: Potenzielle Produktivitätsverbesserung aus der Implementierung von Produktivitätstreibern [13]

⁴ Asset Owner, Ingenieurbüros, Bauunternehmen, Lieferanten, andere Institutionen wie Bauberatungsunternehmen, Wissenschaftler und Branchenverbänden

4.2 Wie kann der digitalisierte Planungsprozess die Produktivität steigern?

Der hier betrachtete Technologiebegriff bezieht sich auch auf den digitalisierten Planungsprozess. Welche Aspekte dieses Prozesses besonders zur Produktivitätssteigerung beitragen, wird im Folgenden betrachtet.

Nächste Generation „5D BIM“: Bei 5D BIM werden zusätzlich zu 3D BIM Termine und Kosten integriert. Einen positiven Einfluss auf die Produktivität durch BIM sehen 82 % der BIM-Experten. [23] Insbesondere wird darin ein großes Potenzial gesehen. Produktivitätssteigerungen ergeben sich hier v. a. durch schnellere, effektivere Entscheidungen, verständliche Visualisierung und der Funktion als Projektmanagement-Plattform. [13]

Digitale Zusammenarbeit und Mobilität: Einschlägige Beispiele sind digitale Bauakten und Projekträume. Die größten Vorteile der digitalen Zusammenarbeit sind die Transparenz von Prozessen, die Zusammenarbeit in Echtzeit und die Vereinfachung großer, gezielter Datensuchen. [13]

Zuverlässige Vermessung und Geolokalisierung: Durch Photogrammetrie und Satellitensysteme können präzise Bilder aufgenommen werden, die wiederum die benötigte Zeit auf der Baustelle minimieren. [13] Dadurch wird die Produktivität verbessert.

Internet der Dinge: Von den Unternehmen im Baugewerbe und Handwerk, in denen es eine Erfolgsmessung von IoT-Projekten gibt, messen 50 % den Erfolg über Produktivitätssteigerungen. 0 % der Unternehmen des Baugewerbes und Handwerks, die eine IoT-Strategie oder einen breiten Roll-out von IoT-Projekten planen, sehen die Erhöhung der Mitarbeiterproduktivität als einen der größten Nutzen bzw. als eine der größten Chancen durch IoT. Beide Umfragewerte sind jedoch mit Stichproben in Höhe von $n < 10$ relativ gering und daher wenig valide.⁵

Weiterentwickelte Analysen: Notwendige Faktoren zur Produktivität werden bei der Geräte- und Maschinenbedienung digital aufgenommen, kontrolliert und gesteuert. [24] Beispielsweise können die Ausfallzeiten, die zu Unschärfen beim Vergleich von Produktivitätskennzahlen führen können, über digitale Managementsysteme erfasst und verarbeitet werden. [9]

⁵ Vgl. Hermann, Regina (persönliche Korrespondenz (E-Mail) vom 13.08.2021).

4.3 Wie kann der automatisierte Fertigungsprozess die Produktivität steigern?

Additive Fertigung oder 3D-Druck: In der Bauindustrie sind die additive Fertigung bzw. der 3D-Druck nicht etabliert. Bei Pilotprojekten in der Praxis sowie Forschungsvorhaben wird sich mit der Thematik auseinandergesetzt. Es wird erwartet, dass die Ausführung hierdurch produktiver wird.



Abbildung 13: Additive Fertigung für die Bauindustrie in der Forschung [25]

Autonome Navigationstechnologien für Baumaschinen: Durch autonome Navigationstechnologien für große Baumaschinen kann die Auslastung erhöht werden. Eine Produktivitätssteigerung wird hier v. a. durch die Kombination mit dem Internet der Dinge, Lean Prinzipien und weiteren Technologien wie z. B. Drohnen erreicht.[13]

Robotik und Drohnen: Die angestrebte Produktivitätssteigerung im Bauwesen durch Robotik ist auch eine Reaktion auf den Fachkräftemangel, da die Arbeit attraktiver und auch für körperlich schwächere Personen machbar wird. [26] Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität von über 100 % konnte z. B. bei Unternehmen in Australien und den Vereinigten Staaten von Amerika durch den Einsatz von Maurerrobotern für die Herstellung von Mauerwerken erreicht werden. Andere Beispiele, wie z. B. der Roboter RoadPrinter, zeigen, dass eine Steigerung von 20 % möglich ist. Drohnen werden bereits zum Spannen von Kabeln verwendet und es wird geforscht, inwieweit sie die Erstellung von Hängebrücken unterstützen können. [13]

5 Entwicklung und Implementierung geeigneter Ansätze zur Produktivitätssteigerung

Die Nutzung von Potenzialen ist abhängig von der betriebsinternen oder projektbezogenen Identifikation der Potenziale. Ohne eine datengetriebene Untersuchung der Potenziale läuft der Einsatz von Produktivitätstreibern fehl.

5.1 Produktivität – von der „Black Box“ ins Rampenlicht

Die Sichtbarmachung der Produktivität in der Planung und Ausführung stellt die Grundlage für die Implementierung und Bewertung von Produktivitätstreibern dar. Ohne eine sichtbare und bewertbare Produktivität sind auch Produktivitätszuwächse keinen singulären Maßnahmen zuordenbar. Auch der Nutzen von Produktivitätstreibern wäre daher nicht oder nur schwer zu quantifizieren. Insoweit bedarf es zwingend einer Messung der Produktivität von maßgeblichen Planungs- und Bauprozessen, wenn konkrete Unternehmensziele aktiv gesteuert und erreicht werden sollen.

Zwei Entwicklungen in der Bauindustrie hemmen die konsequente Weiterentwicklung im Sinne einer effizienten Bauproduktion. Zum einen hat der massive Einsatz von Nachunternehmern dazu geführt, dass die Produktivität und die (Nach-)Kalkulation von Arbeitsstunden nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen. Zum anderen ist es aufgrund der Aufgabenvielfalt für die Bauleitung kaum leistbar, die real geleisteten Stunden im Bauablauf zu dokumentieren, konkreten Teilleistungen zuzuordnen und etwaige Ursachen für Produktivitätsminderungen (oder Ansätze für Verbesserungen) zu identifizieren. Ausnahmen hiervon betreffen in der Regel skalierbare bzw. regelmäßig wiederkehrende Leistungen. Aufgrund der Skaleneffekte sind die Auswirkungen unproduktiver Arbeit hier besonders hoch und die Datenlage für Soll-Ist-Vergleiche besonders ergiebig.

5.2 Konzept zur Weiterentwicklung

Angesichts der in der statistischen Analyse des Hauptverbands der Deutschen Bauindustrie [1] zuletzt nochmals herausgestellten Notwendigkeit von Strategien zur Produktivitätssteigerung sollte ein Überzeugen der Geschäftsführung von bauausführenden Unternehmen kaum notwendig sein. Die aktuell sehr hohe Auslastung führt allerdings dazu, dass strategische Überlegungen nur wenig Raum finden, sodass Rationalisierungsmaßnahmen u. ä. nicht geplant und ergriffen werden. Die Bereitschaft zur Ergreifung von Maßnahmen schwindet mit dem Ausmaß des damit verbundenen Einführungs- und Unterhaltungsaufwands.

Angesichts der derzeitigen Randbedingungen muss eine Lösung für Unternehmen möglichst niederschwellig sein. Es genügt nicht, die Handlungsnotwendigkeit zu belegen und anschließend Lösungen nur funktional anzudeuten. Lösungswege müssen stattdessen zumindest in wesentlichen Teilen vorgezeichnet werden. Dies kann mit unterschiedlicher Intensität und mit verschiedener Einbindung von Beratern auf drei Wegen erfolgen, die nachfolgend skizziert sind:

Weiterbildungsmaßnahmen: Im Rahmen von Weiterbildungsmaßnahmen können typische Produktivitätstreiber und häufige Ursachen für Produktivitätsverluste in allgemeingültiger Form aufgezeigt werden. Bezüglich der Produktivitätstreiber sind insbesondere Innovationen im Bereich der Unternehmensführung, des Managements von Baustellen sowie der Bauverfahrenstechnik zu

betrachten. Dies darf allerdings nicht zu einer Werbeveranstaltung von Produkthanbietern führen. Stattdessen ist einer produktneutrale Informationsveranstaltung mit einer objektiven Darlegung von potenziellen Vor- und Nachteilen der Vorzug zu geben. Bei den Ursachen für Produktivitätsverluste kann insbesondere auf arbeitswissenschaftliche Analysen zurückgegriffen werden, deren Hintergründe und Zusammenhänge im Einzelnen vorgestellt werden könnten.

Forschungsprojekt zur Produktivitätsverbesserung: In einem weiterführenden Forschungsprojekt könnten potenzielle Produktivitätstreiber in allgemeiner Form weiter analysiert und deren Wirkungsweise weiter konkretisiert werden. Hierfür könnte durch Datenerhebungen, Befragungen von Unternehmen und gezielten Interviews von Experten ein Leitfaden zur Produktivität mit good/best-practice-Beispielen erarbeitet werden. Im Leitfaden müssen die Randbedingungen der Beispiele beschrieben und dahingehend überprüft werden, ob diese eine Einschränkung bei einer Übertragung auf andere Prozesse bzw. Gewerke darstellen. Die Übertragung der good/best-practice-Beispiele auf andere Unternehmen wäre der angestrebte Nutzen des Leitfadens.

Projekt-/unternehmensbezogene Studie(n): Eine unternehmensindividuelle Beratung zu möglichen Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität könnte im Rahmen von individuellen Forschungsvorhaben bzw. Studien erfolgen. Hierbei könnten ein Konzept für die Messung der Produktivität von maßgeblichen Prozessen erarbeitet und anschließend reale Abläufe im Einzelnen bewertet werden. Durch die sehr differenzierte Datensammlung könnten einzelne Einflüsse auf die Produktivität sehr weitgehend voneinander abgegrenzt und damit der Erfolg einer Maßnahme konkret ermittelt werden. Die mit einer derartig tiefgehenden Analyse einhergehende umfangreiche Datenerhebung erfordert allerdings die Bereitschaft von Unternehmen zur Preisgabe der Daten und zur Investition in die nicht ganz unerheblichen Beratungsleistungen. Angesichts der zuvor erwähnten Hemmnisse durch den Einsatz von Nachunternehmen wäre es wünschenswert, wenn insbesondere als Generalunternehmer tätige Betriebe ein Forschungsvorhaben in entsprechender Kooperation ermöglichen würden.

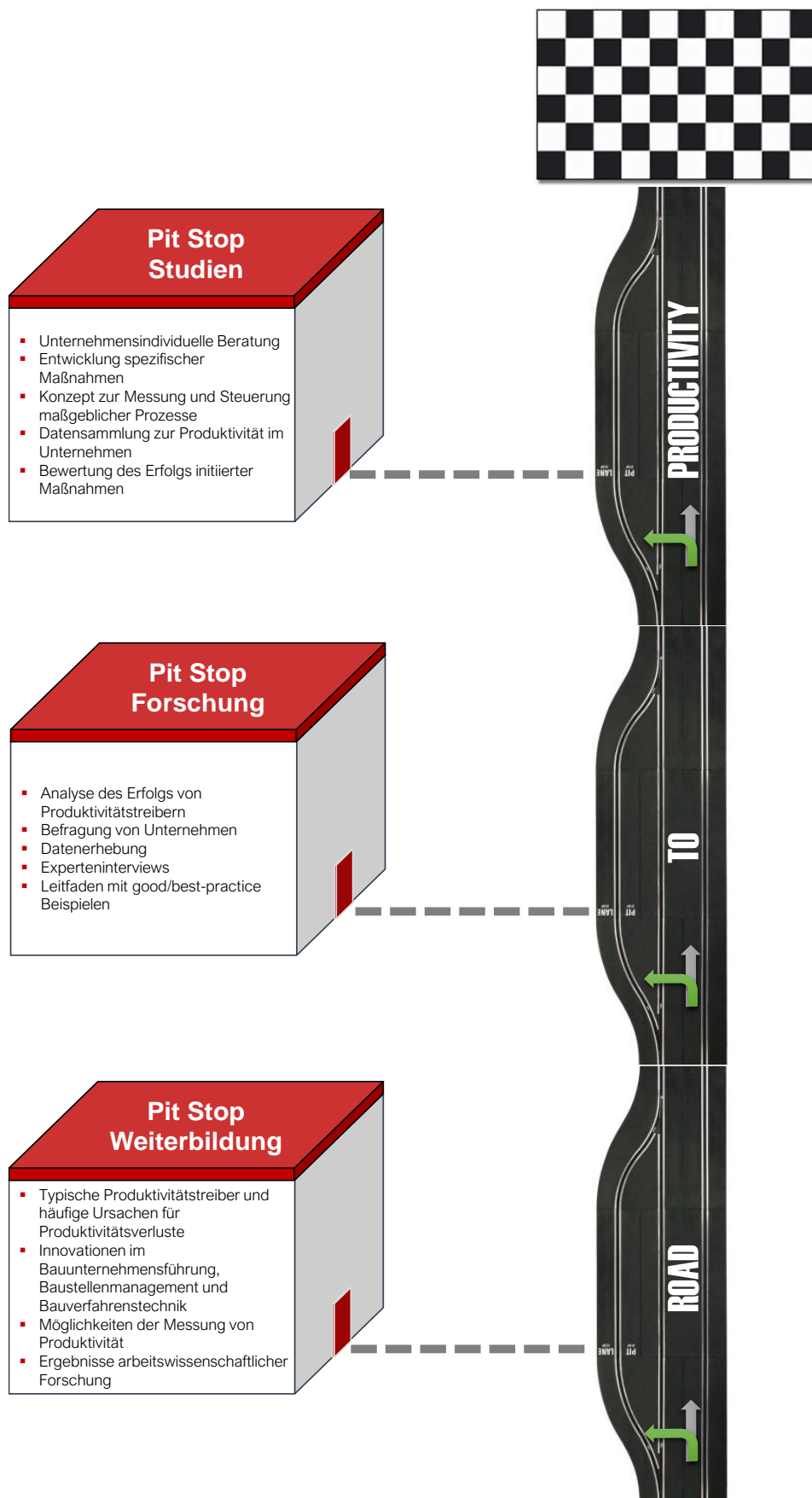


Abbildung 14: Konzept für zur Weiterentwicklung

6 Fazit

In Zukunft wird es notwendig sein, dass Bauunternehmen mehr Planungsverantwortung übernehmen, um gerade bei komplexen Projekten Einfluss auf die Produktionsorientierung der Planung nehmen zu können und bereits in frühen Phasen unterstützend tätig zu werden, um baubegleitende Änderungen auf ein Minimum zu beschränken.

Weiterhin wird die zukünftige Entwicklung stark davon abhängen, ob Bauherren daran interessiert sind, produktionsorientiert zu bauen, bzw. Bauunternehmen es schaffen, den Einfluss produktionsorientierter Planung auf Bauablauf und Baukosten sichtbar zu machen.

Nur durch aktives Handeln der Beteiligten ist eine Produktivitätssteigerung zu erwarten. Ohne Änderungen in der Projektabwicklung oder dem Einsatz neuer Technologien darf keine Erhöhung der Produktivität erwartet werden.

Insbesondere dem Einsatz von Technologien, die die Automatisierung und die kollaborative Zusammenarbeit fördern, wird dabei das größte Potenzial zur Produktivitätssteigerung beigemessen.

Um den Einsatz neuer Technologien, die sich produktivitätsfördernd auswirken können, aber auch die Auswirkungen von produktionsorientierter Planung auf den Bauablauf und die Baukosten sichtbar zu machen, ist eine umfängliche Aufnahme und Auswertung von Daten notwendig. An dieser Stelle besteht extensiver Nachholbedarf.

Angesichts der aktuell hohen Auslastung von Unternehmen der Bauindustrie und dem nur geringen Raum für strategische Planungen sollten möglichst niedrighschwellige Wege zur Initiierung von Rationalisierungsmaßnahmen angeboten werden. Dies könnten Weiterbildungsmaßnahmen, allgemeine Forschungsprojekte zur Produktivitätsverbesserung oder auch projekt-/unternehmensbezogene Forschungsvorhaben sein.

Hinsichtlich des Ergreifens von Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität in der Bauindustrie ist angesichts der Randbedingungen auf dem Baupmarkt nicht mehr die Frage nach dem „ob“, sondern nur noch nach dem „wann“ zu beantworten.

Quellen

- [1] Kraus, P.: Produktivität im Bau(haupt-) gewerbe – ein statistischer Befund. Bauindustrie ... auf den Punkt gebracht, Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (Hrsg.), 2022
- [2] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.): Beitrag der Digitalisierung zur Produktivität in der Baubranche. BBSR-Online-Publikation Nr. 19/2019, Bonn 2019, S. 3
- [3] Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Inlandsprodukt und Nationaleinkommen nach ESGV 2010: Methoden und Grundlagen. Eigenverlag des statistischen Bundesamtes, Wiesbaden 2016, S. 140
- [4] [URL:] <https://euklems.eu/download/> (eingesehen 02.07.2021) (Growth Accounts, Germany).
- [5] NACE Rev. 2 : statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft. Europäische Kommission Statistisches Amt Corporation, Luxemburg : Amt für Amtl. Veröff. der Europ. Gemeinschaften, 2008 (eingesehen 08.02.2022), S. 76.
- [6] Diederich, Helmut: Grundlagen wirtschaftlichen Handelns. Springer Fachmedien, Wiesbaden 1993, S. 70 - 72
- [7] Maccoby, Michael: Vorschlag zu einer neuen Definition der Produktivität. In: Duve, Freimut (Hrsg.): Technologie und Politik, aktuell-Magazin 2, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg, 1975, S. 193 - 198
- [8] Schneider, Henrique: Das Rätsel der Produktivität: Betriebs- und volkswirtschaftliche Aktualisierung eines missverstandenen Begriffs. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2020, S. 12
- [9] Askar, Mohamed: Verbesserung der Produktivität des gewerblichen Personals in der Bauindustrie. In: Petzschmann, Eberhard (Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen, Lehrstuhl für Baubetrieb und Bauwirtschaft) (Hrsg.): Lehrstuhlbericht Baubetrieb und Bauwirtschaft. 2. Jahrgang, Heft 2, Eigendruck, Cottbus 1997, S. 29, 46 - 47, 50 - 51, 55, 66, 83, 152
- [10] Wiegmann, Jochen: Produktivitätsentwicklung in Deutschland. Hohenheimer volkswirtschaftliche Schriften, No. 59, Peter Lang International Academic Publishers, Frankfurt am Main 2008, S. 189
- [11] Ademmer, Martin et al.: Produktivität in Deutschland: Messbarkeit und Entwicklung. Kieler Beiträge zur Wirtschaftspolitik, No. 12, Institut für Weltwirtschaft, 2017, S. 31
- [12] Freie Universität Berlin (Hrsg.): Produktivität und Wirtschaftlichkeit. <https://wikis.fu-berlin.de/pages/viewpage.action?pagelId=530383149>
- [13] McKinsey & Company (Hrsg.): Reinventing construction: A route to higher productivity. McKinsey Global Institute, 2017, S. 6, 7, 99, 100, 102
- [14] Naoum, Shamil George: Factors influencing labor productivity on construction sites. In: International Journal of Productivity and Performance Management, Band 65, Heft 3, 2016, S. 401 - 421
- [15] Chaturvedi, Shobhit et al.: Labor productivity in the construction industry. In: Benchmarking: An International Journal, Band 25, Heft 1, 2018, S. 334 - 356
- [16] Leonard, Charles A. et al.: Construction Productivity: Major Causes of Impact. In: AACE Transactions, 1988, S. D10.1-D10.7

- [17] Moselhi, Osama et al.: Impact of change orders on construction productivity. In: Canadian journal of civil engineering, Band 18, Heft 3, 1991, S. 484 - 492
- [18] Kattenbusch Markus, Kuhne, Volker: Nachtragsbearbeitung in Bauunternehmen. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, Band 101, Heft 4, 2002, S. 42
- [19] Blecken, Udo, Gralla Mike: Entwicklungstendenzen in der Organisation des Bauherren. In: Bautechnik 75, 1998, S. 472 - 482
- [20] Davis, Kent; Ledbetter, W. B.: Measuring design and construction quality costs. In: Journal of Construction Engineering and Management, Band 115, Heft 3, 1989, S. 385 - 400
- [21] Hammarlund, Yngve; Josephson, P. E.: Causes and costs of defects in construction – a study of seven building projects. In: Automation in construction, Band 8, Heft 6, 1999, S. 681 - 687
- [22] Mahamid, Ibrahim: Study of relationship between rework and labor productivity in Building Construction Projects. In: Revista de la Cosntrucción, 2020, Band 19, Heft 1, S. 30 - 41
- [23] McGraw-Hill Construction et al. (Hrsg.): Building Information Modeling (BIM): Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity. McGraw-Hill Construction, Bedford 2008, S. 2
- [24] Motzko, Christoph et al.: Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2019, S. 112
- [25] ITE/TU Braunschweig
- [26] [URL]: <https://www.produktion.de/wirtschaft/wie-roboter-die-bauindustrie-revolutionieren-koennten-293.html> (eingesehen 16.06.2021)