

GWS Discussion Paper 2024/2

QuBe-Projekt: Disaggregierte Modellierung des Baugewerbes am Beispiel serieller Bauweise

Ein Bau-Modul für das QINFORGE-Modell

Jonas Krinitz

Frederik Parton

Peter Dreuw

Impressum

Autoren

Jonas Krinitz

Tel.: +49 (0) 541 40933-282, E-Mail: krinitz@gws-os.com

Peter Dreuw

Tel.: +49 (0) 541 40933-281, E-Mail: dreuw@gws-os.com

Frederik Parton

Tel.: +49 (0) 541 40933-289, E-Mail: parton@gws-os.com

Titel

Disaggregierte Modellierung des Baugewerbes am Beispiel serieller Bauweise – Ein Bau-Modul für das QINFORGE-Modell

Veröffentlichungsdatum

© GWS mbH Osnabrück, Februar 2024

Haftungsausschluss

Die in diesem Papier vertretenen Auffassungen liegen ausschließlich in der Verantwortung des Verfassers / der Verfasser und spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung der GWS mbH wider.

Förderhinweis

Die Ergebnisse wurden im Rahmen eines durch das Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) geförderten Forschungsprojekts erarbeitet.



Herausgeber der GWS Discussion Paper Series

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH

Heinrichstr. 30

49080 Osnabrück

ISSN 1867-7290

Das Discussion Paper im Überblick

1. Einleitung	1
2. Die Modellierung des Bau-Moduls	2
2.1 Status quo: Fortschreibung der Erwerbstätigen in QINFORGE	3
2.2 Bau-Modul: Disaggregation des Baugewerbes	6
3. Neue Möglichkeiten: Erste praktische Anwendungen des Bau-Moduls	8
3.1 Detailliertere Einblicke: Produktionswerte des Baugewerbes	9
3.2 Ein Szenario: „Vermehrte serielle Fertigung im Baugewerbe“	10
4. Zusammenfassung und Ausblick	14
5. Literaturverzeichnis	16
6. Anhang	17

1. Einleitung

Das Baugewerbe hat eine zentrale Stellung für das Gelingen der sozial-ökologischen Transformation und ist für viele Veränderungen im Rahmen des Strukturwandels ausführende Branche. Dazu zählen die für das Erreichen der Klimawende notwendige Energiewende (Ausbau erneuerbarer Energien, Wärmewende, energetische Sanierung), die Erhaltung, Sanierung und der Ausbau der Infrastruktur (Autobahn, Eisenbahn, Internet, Stromnetz) sowie die Bekämpfung des Wohnungsmangels (erhöhte Fertigstellung Wohnungen, verstärkt serielles Bauen, Verdichtung/Steigerung der Wohnungsanzahl je Gebäude).

Für jedes der genannten Vorhaben und die damit verbundenen Produktionsprozesse sind andere Kombinationen an Berufen, also andere Produktionsweisen, notwendig (Zika et al. (2022)). Beispielsweise erhöht der Infrastrukturausbau die Nachfrage nach Berufen im Tiefbau, während die Ziele der verstärkten energetischen Sanierung z. B. den Bedarf an Aus- und Trockenbauer:innen und Maler:innen stärken. Das QuBe-Projekt¹ untersucht die Folgen eines solchen zukünftigen Umbaus in der Produktionsweise des Baugewebes mit dem Ziel, die Folgen für die Berufe in den Branchen sowie in der gesamten Volkswirtschaft zu ergründen. Das QuBe-Projekt wird unter der gemeinsamen Leitung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS) durchgeführt. Es gibt einen langfristigen Überblick über die voraussichtliche Entwicklung des Arbeitskräftebedarfs und -angebotes nach Qualifikationen und Berufen. Hierzu wird das Modell QINFORGE genutzt (siehe auch Maier et al. 2022; Zika et al. 2022; Zika et al. 2023).

In der Wirtschaftszweigklassifikation des Jahre 2008 (WZ 2008, siehe StBA (2008)) wird das „Baugewerbe“ in Abschnitt F auf Ebene des Zweistellers in die Wirtschaftsabteilungen „Hochbau“, „Tiefbau“ und „Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe“² unterteilt. Auch in der Input-Output-Rechnung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) findet eine Unterteilung der Gütergruppen nach „Hochbauarbeiten“, „Tiefbauarbeiten“ und „Vorbereitenden Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten“ statt. Im Modell QINFORGE wird die Branche Baugewerbe bisher jedoch nur als ein aggregierter Wirtschaftsbereich von insgesamt 63 Bereichen modelliert. Dies war bislang gerechtfertigt, da die konjunkturelle Entwicklung und die Beschäftigtenentwicklung in den drei Baubranchen in der Vergangenheit relativ ähnlich verliefen. Die Berufsstruktur innerhalb der drei Baubranche unterscheidet sich mitunter stark voneinander. Eine gezielte Unterscheidung der Berufsbedarfe nach Baumaßnahmen kann in der bisherigen Version des Modells QINFORGE (Zika et al. 2023) also noch nicht abgebildet werden.

Bisher gehen Investitionen in zusätzlichen Straßenbau somit als höhere Nachfrage nach Bauleistungen in das gesamte Baugewerbe ein – mit der Folge, dass die Bedarfe an unter anderem Tiefbauer:innen und Hochbauer:innen entsprechend des Berufemixes des

¹ www.qube-projekt.de

² Nachfolgend wird die Wirtschaftsabteilung und „Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe“ vereinfachend als „Ausbau“ bezeichnet.

aggregierten Baugewerbes steigen. Grundsätzlich sollte bei Veränderungen dieser Bauinvestitionen jedoch vor allem der Bedarf an Tiefbauer:innen steigen, während sich die Bedarfe an Hochbauer:innen (und anderen Berufen der Branche) vorwiegend aufgrund von indirekten und induzierten Effekten verändern sollten. Neben Nachfrageeffekten sind auch technologische Veränderungen von hoher Bedeutung. Beispielsweise stellt vermehrtes serielles Bauen für die Produktionsprozesse eine Veränderung dar und wirkt sich auf die Arbeitsnachfrage vor allem im Hochbau und nur über indirekte und induzierte Effekte auf die (Arbeitsmarkt-)Nachfrage im Tiefbau aus.

Um diese und weitere Strukturverschiebungen im Baugewerbe präziser abbilden zu können und um auf die Fragestellungen im Hinblick auf die Machbarkeit/Voraussetzungen des Umbaus der deutschen Infrastruktur im Rahmen der Energiewende und der Verkehrswende genauere Antworten zu geben, wird das Modell Arbeitsmarktmodell QINFORGE um ein Modul für die disaggregierte Modellierung des Baugewerbes, im Folgenden „Bau-Modul“ genannt, erweitert.

Ziel dieses Artikels ist es, die Modellierung dieses Bau-Moduls darzulegen sowie die Ansatzpunkte für zukünftige Modellierungen zu präsentieren und die Ergebnisse kritisch zu überprüfen. Dazu wird im folgenden Kapitel die bisherige Modellierung der Beschäftigung und der Berufestruktur des Modells QINFORGE beschrieben. Darauf aufbauend erfolgt die Beschreibung des Bau-Moduls.

Eine erste Anwendung der Modellerweiterung erfolgt in Kapitel 2.3. Zunächst wird hier am Beispiel der Produktion des Baugewerbes auf die Vorteile der detaillierten disaggregierten Darstellungsmöglichkeiten auf Ebene der WZ-08-3-Steller durch das Bau-Modul eingegangen. Dann werden dessen Annahmen im Rahmen einer Szenariorechnung „Vermehrte serielle Fertigung im Baugewerbe“ präsentiert und anschließend die Ergebnisse der Szenariorechnung bzgl. der Erwerbstätigen nach Branchen und Berufen mit Bau-Modul mit denen des bisherigen QINFORGE-Modells ohne Bau-Modul verglichen.

Zuletzt werden die neu geschaffenen Möglichkeiten und Ansatzpunkte des Bau-Moduls aufgezeigt, ihre Bedeutung hinsichtlich der Modellierung des Baugewerbes erläutert und es wird ein Ausblick auf sich daran anschließende Erweiterungen des Bau-Moduls gegeben.

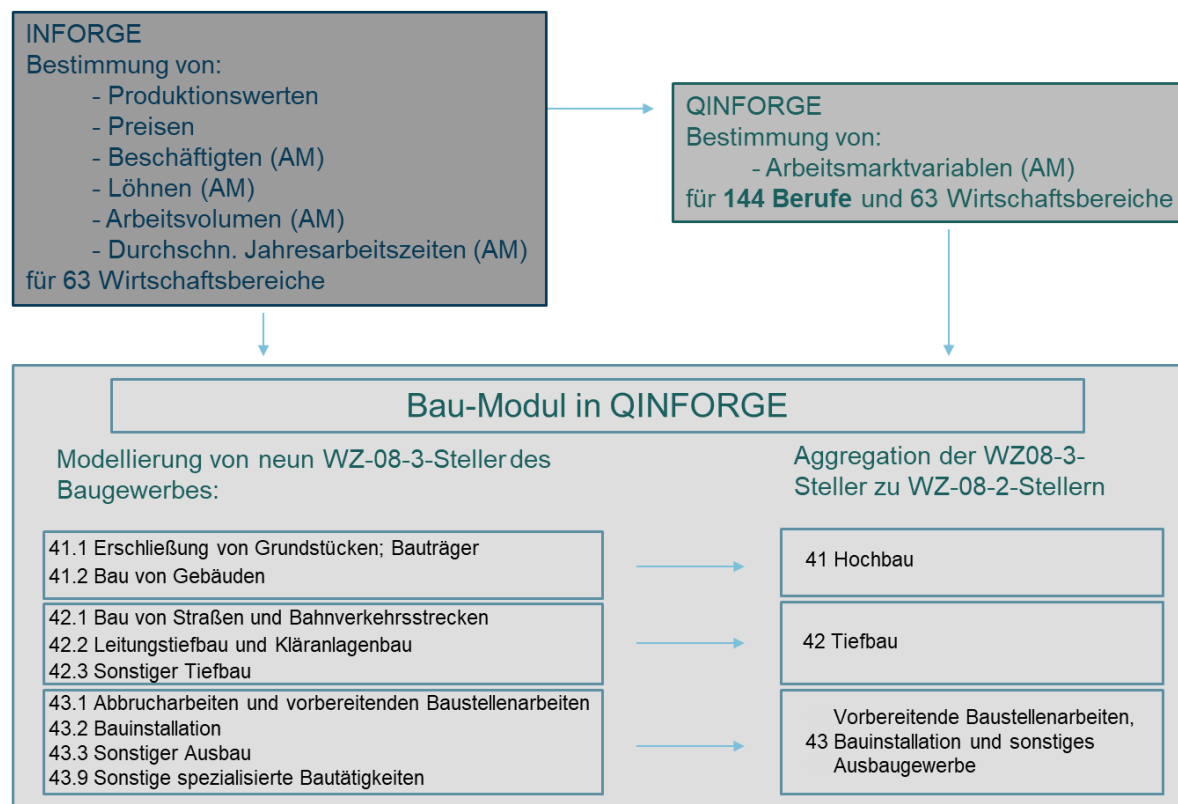
Abschließend wird die mit dem Bau-Modul als Blaupause erprobte Möglichkeit vorgestellt, heterogene Wirtschaftszweige mithilfe der Datenquader zur Unternehmensstatistik des Statistischen Bundesamtes analog detaillierter zu modellieren.

2. Die Modellierung des Bau-Moduls

Das Baugewerbe ist einer von 63 Wirtschaftsbereichen, für die im Modell QINFORGE Erwerbstätige, Arbeitsvolumen sowie durchschnittliche Jahresarbeitszeiten untergliedert in 144 Berufe der Klassifikation der Berufe (KldB 2010, Bundesagentur für Arbeit (2021)) explizit modelliert werden. Wie in der Einleitung dargestellt ist eine gesamtheitliche Betrachtung des Baugewerbes für viele Fragestellungen jedoch zu grob. Das Ziel des Bau-Moduls ist die disaggregierte Modellierung des Baugewerbes im Modell QINFORGE. Dabei wird das Baugewerbe untergliedert in seine drei WZ-08-2-Steller sowie seine neun WZ-08-3-

Steller der WZ-2008-Klassifikation. Explizit modelliert werden die WZ-08-3-Steller. Über die Summe der jeweils zugehörigen WZ-08-3-Steller ergeben sich die Größen für die WZ-08-2-Steller. Der makroökonomische Kern von QINFORGE stammt aus dem Modell INFORGE (INterindustry FORecasting Germany, siehe Ahlert et al. 2009 und Becker et al. 2022). Für das Bau-Modul wird auf die in INFORGE bestimmten Produktionswerte, Löhne und Preise für das Baugewerbe zurückgegriffen. Die Modellrelationen sowie der schematische Aufbau des Bau-Moduls sind nachfolgend in Abbildung 1 in einfacher Form dargestellt.

Abbildung 1: Schema der Modellierung und anschließender Disaggregation des Baugewerbes in das Bau-Modul aus den Modellen INFORGE und QINFORGE



Quelle: eigene Darstellung

Grundsätzlich baut die Modellierung der jeweiligen WZ-08-3-Steller des Baugewerbes auf derjenigen des Modells QINFORGE auf. Aus diesem Grund wird in Abschnitt 2.1 zunächst der Status quo, also das Verfahren für die Fortschreibung der Erwerbstätigen im Modell QINFORGE beschrieben, bevor in Abschnitt 2.2 schließlich die Beschreibung des Bau-Moduls folgt.

2.1 Status quo: Fortschreibung der Erwerbstätigen in QINFORGE

In QINFORGE liegen durchschnittliche Jahresarbeitszeiten sowie Arbeitsvolumen, also die Summe aller tatsächlich gearbeiteten Stunden in einem Jahr, jeweils untergliedert in 144 Berufsgruppen und 63 Wirtschaftsbereiche vor. Durch Division der Arbeitsvolumen mit den durchschnittlichen Jahresarbeitszeiten ergeben sich die Erwerbstätigen. Im Projektionszeitraum werden sowohl die Arbeitsvolumen als auch die durchschnittliche Jahresarbeitszeit

fortgeschrieben. Die Zahl der Erwerbstätigen ergibt sich dann aus diesen beiden Größen:

$$ETMX_{wz,bf} = \frac{AVMX_{wz,bf}}{JABX_{wz,bf}}, wz = \{1, \dots, 63\}, bf = \{1, \dots, 144\}. \quad (1)$$

Mit:

$ETMX$	63x144 Matrix der Erwerbstätigen
$AVMX$	63x144 Matrix der Arbeitsvolumen
$JABX$	63x144 Matrix der durchschnittlichen Jahresarbeitszeiten
bf	Index für 144 Berufe
wz	Index für 63 Wirtschaftsbereiche

Aus der Summe über die 144 Berufsgruppen ergeben sich aus den drei Matrizen drei Vektoren pro Wirtschaftsbereich für die Zahl der Erwerbstätigen, die durchschnittlichen Jahresarbeitszeiten und die Arbeitsvolumen:

$$\begin{aligned} avbe_{wz} &= \sum_{bf} AVMX_{wz,bf}, \\ jabe_{wz} &= \sum_{bf} JABX_{wz,bf} \\ ets_{wz} &= \sum_{bf} ETMX_{wz,bf} \end{aligned} \quad (2)$$

Mit:

$avbe$	Arbeitsvolumen pro Wirtschaftsbereich
$jabe$	Durchschnittliche Jahresarbeitszeiten pro Wirtschaftsbereich
ets	Erwerbstätige pro Wirtschaftsbereich

Für jeden der 63 Wirtschaftsbereiche werden die Vektorgrößen $avbe_{wz}$ und $jabe_{wz}$ mithilfe von Regressionen fortgeschrieben. Die Arbeitsvolumen hängen dabei von den preisbereinigten Produktionswerten und den durchschnittlichen preisbereinigten Löhnen der jeweiligen Wirtschaftsbereiche ab. Da Löhne nur für Angestellte bekannt sind, erfolgt die Fortschreibung von $avbe_{wz}$ in zwei Schritten: Zunächst werden die Arbeitsvolumen für Angestellte, $avba_{wz}$, über einen Regressionsansatz fortgeschrieben. Anschließend wird die Entwicklung der $avba_{wz}$ auf $avbe_{wz}$ über identische Wachstumsraten übertragen. Hierbei wird implizit ein konstantes Verhältnis von Angestellten zu Erwerbstätigen unterstellt. Die Jahresarbeitszeiten werden abhängig von Zeittrends, Feiertagen sowie der Veränderung der

Arbeitsvolumen zum Vorjahr bestimmt³:

$$jab_{wz} = f(ZEIT, FTGE, \frac{avba_{wz,t}}{avba_{wz,t-1}}), \quad (3)$$

$$avba_{wz} = f(ysr_{wz}, slasr_{wz}),$$

$$avbe_{wz} = avbe_{wz,t-1} * \frac{avba_{wz,t}}{avba_{wz,t-1}},$$

Mit:

<i>ZEIT</i>	Zeittrend
<i>FTGE</i>	Feiertage in einem Jahr
<i>avba</i>	Arbeitsvolumen der Angestellten pro Wirtschaftsbereich
<i>ysr</i>	Preisbereinigte Produktionswerte pro Wirtschaftsbereich
<i>slasr</i>	Preisbereinigte Löhne pro Wirtschaftsbereich

Die Fortschreibung der Matrix durchschnittlicher Jahresarbeitszeiten, $JABX_{wz,bf}$, erfolgt nun über die Wachstumsfaktoren von jab_{wz} :

$$JABX_{wz,bf} = JABX_{wz,bf,t-1} * \frac{jab_{wz,t}}{jab_{wz,t-1}}. \quad (4)$$

Das bedeutet, dass sich die Jahresarbeitszeit jeder Berufsgruppe in einem Wirtschaftsbereich jeweils analog zu der Veränderung der Jahresarbeitszeit des Wirtschaftsbereiches entwickelt.

Die Fortschreibung der Arbeitsvolumenmatrix, $AVMX_{wz,bf}$, erfolgt aus einer quotalen Aufteilung von $avbe_{wz}$ auf die 144 Berufe:

$$AVMX_{wz,bf} = avbe_{wz} * AVMXQ_{wz,bf}. \quad (5)$$

Mit:

<i>AVMXQ</i>	63x144 Matrix anteiliger Arbeitsvolumen nach Beruf pro Wirtschaftsbereich
--------------	---

Historisch ergibt sich die Aufteilungsmatrix $AVMXQ_{wz,bf}$ aus den Anteilen der Angestellten pro Beruf in den jeweiligen Wirtschaftsbereichen:

$$AVMXQ_{wz,bf} = AVMX_{wz,bf} / avbe_{wz} \quad (6)$$

Im Projektionszeitraum wird für $AVMXQ_{wz,bf}$ eine Beziehung zu Relativlöhnen (Lohn eines Berufs (*bf*) innerhalb eines Wirtschaftszweigs (*wz*) relativ zum Durchschnittslohn des Wirtschaftszweigs) sowie zu verschiedenen Zeittrends (linear, nichtlinear) unterstellt. Über automatische Regressionen wird dann der, gemessen an der Güte verschiedener Kriterien

³ Die Variablen *ysr* und *slasr* werden im ökonomischen Kern des INFORGE-Modells bestimmt. Die Fortschreibung dieser Größen kann in Ahlert et al. (2009) nachvollzogen werden.

beste Ansatz ausgewählt⁴.

Mit der Fortschreibung von $JABX_{wz,bf}$ sowie $AVMX_{wz,bf}$ ist nun auch die Berechnung der Erwerbstätigen, $ETMX_{wz,bf}$, in (1) möglich. Die Schleife über die Gleichungen (1) bis (6) schreibt die Erwerbstätigen pro Beruf und Wirtschaftsbereich sowie die jeweils dafür relevanten Größen für den gesamten Projektionshorizont fort.

2.2 Bau-Modul: Disaggregation des Baugewerbes

Grundsätzlich erfolgt die Fortschreibung der Erwerbstätigen pro Beruf und Wirtschaftsbereich im Bau-Modul ebenfalls nach dem in Abschnitt 2.1 beschriebenen Verfahren: Die historischen Arbeitsvolumen pro Beruf im Baugewerbe, $BAUAVMX_{wz3,bf}$, werden über die Arbeitsvolumen, $bauavbe_{wz3}$ bzw. $bauavba_{wz3}$, und die durchschnittlichen Jahresarbeitszeiten im gesamten Baugewerbe, $jab_{wz=BAU}$, fortgeschrieben. Dabei gibt der Index $wz3$ die neun Wirtschaftsgruppen (WZ-08-3-Steller) des Baugewerbes an (siehe Abbildung 1). Somit ist $BAUAVMX_{wz3,bf}$ eine 9×144 -Matrix und $bauavbe_{wz3}$ ein neundimensionaler Vektor. Eine Übersicht über die verwendete Datenbasis des Bau-Moduls wird in Anhang A1 gegeben.

Für die Aufteilung des Baugewerbes in seine neun WZ-08-3-Steller sind aufgrund der eingeschränkten Datenverfügbarkeit jedoch einige Anpassungen an das Verfahren notwendig. Die für die Fortschreibung notwendigen Produktionswerte werden für das Baugewerbe bisher nicht für die WZ-08-3-Steller berichtet. Aus diesem Grund werden diese im Bau-Modul mithilfe der jeweiligen Umsatzanteile am Gesamtumsatz des Baugewerbes abgeleitet⁵. Die Produktion wird anschließend über die aus INFORGE gegebene Produktion der WZ-08-2-Steller des Baugewerbes, $ygnl_{wz2}$, fortgeschrieben. Weiterhin wird für die verschiedenen 2- und 3-Steller kein eigener Produktionspreisindex berichtet, der für die Preisbereinigung nominaler Werte notwendig ist. Das Statistische Bundesamt berichtet jedoch Bauleistungspreise, deren Bauleistungen den jeweiligen 2-Stellern zugeordnet sind. Über ein ungewichtetes Mittel werden hieraus Preisindizes (ps_{wz2}) für den Hoch-, Tief- und Ausbau berechnet⁶. Eine weitere Anpassung betrifft die Fortschreibung der Arbeitsvolumen der Angestellten, $bauavba_{wz3}$. Anstatt des Reallohns, der in jedem WZ-08-3-Steller gezahlt wird ($\frac{slas_{wz3}}{ps_{wz3}}$),

⁴ Hinter der unterstellten Beziehung von $AVMX_{bf,wz}$ zu Relativlöhnen steckt die Annahme, dass sich die Erwerbspersonen einen Job in dem Wirtschaftszweig suchen, wo für ihren erlernten Beruf am meisten gezahlt wird. Tatsächlich ist in den meisten Regressionen der Ansatz mit lediglich einem Zeittrend (linear oder nicht-linear), und ohne Relativlöhne, der ausgewählt.

⁵ Das Statistische Bundesamt berichtet in der Tabelle 48112-0001: „Bereichsübergreifende Unternehmensstatistik“ Produktionswerte für alle WZ-08-2-/3-/4-Steller des Baugewerbes seit 2018. In Zukunft könnte auch auf diese Tabelle zurückgegriffen werden. Zu der Zeit der Veröffentlichung ist die Zeitreihe jedoch zu kurz. Tatsächlich belegt diese Tabelle, dass die Produktion im Baugewerbe annähernd dem Umsatz entspricht, sodass die Aufteilung der Produktion über Umsatzanteile eine valide Approximation darstellt.

⁶ Statistisch sauber wäre hier die Berechnung der Indizes gewichtet nach dem Umsatz mit den jeweiligen Bauleistungen. Diese Umsätze werden jedoch nicht berichtet. Tatsächlich verlaufen die Bauleistungspreise innerhalb der zugeordneten 2-Steller Hochbau, Tiefbau und Ausbau jedoch annähernd identisch, sodass der Fehler des einfachen ungewichteten Mittels vernachlässigbar ist.

wird hier der durch die jeweiligen Preisindizes geteilte Nominallohn des gesamten Baugewerbes verwendet ($\frac{slas_{wz=BAU}}{ps_{wz2}}$). In Summe ergeben sich aus diesen Anpassungen die folgenden Zusammenhänge:

$$\begin{aligned}
 bauavba_{wz3} &= f\left(\frac{slas_{wz=BAU}}{ps_{wz2}}, \frac{bauysn_{wz3}}{ps_{wz2}}\right), \\
 bauysn_{wz3} &= f(ygnl_{wz2}), \\
 ps_{wz2} &= f(ps_{wz=BAU}), \\
 bauavbe_{wz3} &= bauavbe_{wz3,t-1} * \frac{bauavba_{wz3,t}}{bauavba_{wz3,t-1}}
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Mit:

<i>bauavbe</i>	Arbeitsvolumen pro WZ-08-3-Steller des Baugewerbes
<i>bauavba</i>	Arbeitsvolumen der Angestellten pro WZ-08-3-Steller des Baugewerbes
<i>bauysn</i>	Nominale Produktion pro WZ-08-3-Steller des Baugewerbes
<i>ygnl</i>	Nominal Produktion pro WZ-08-2-Steller des Baugewerbes
<i>ps</i>	Produktionspreisindex
<i>slas</i>	Aggregierter Nominallohn im Baugewerbe
<i>wz</i>	Index der 63 Wirtschaftsbereiche
<i>wz2</i>	Index der WZ-08-2-Steller des Baugewerbes
<i>wz3</i>	Index der WZ-08-3-Steller des Baugewerbes

Durch die gewählte Modellierung sind die Dynamiken der Arbeitsvolumen, $bauavbe_{wz3}$, sowie der nominale Produktionswert, $bauysn_{wz3}$, ohne weitere Berechnungsschritte nicht konsistent zu den Dynamiken der in QINFORGE bestimmten Größen aus der 63er Wirtschaftsbereichsgliederung, sodass sich Inkonsistenzen zwischen den im Bau-Modul ermittelten Größen und denen in QINFORGE ergeben: Die Summe der Arbeitsvolumen pro WZ-08-3-Steller des Baugewerbes weicht von den in QINFORGE bestimmten Arbeitsvolumen des gesamten Baugewerbes ab, also $\sum_{wz3} bauavbe_{wz3} \neq avbe_{wz=BAU}$. Ebenso weicht die Summe der nominalen Produktionswerte pro WZ-08-3-Steller des Baugewerbes von der nominalen Produktion des gesamten Baugewerbes ab, also $\sum_{wz3} bauysn_{wz3} \neq ysn_{wz=BAU}$. Um Konsistenz herzustellen, werden die im Bau-Modul bestimmten Größen $bauavbe_{wz3}$ und $bauysn_{wz3}$ an die in QINFORGE bzw. INFORGE bestimmten Größen $avbe_{wz=BAU}$ bzw. an $ysn_{wz=BAU}$ skaliert. Der Skalierungsfaktor wird für jedes Jahr aus der relativen Abweichung dieser Größen bestimmt und mit jedem WZ-08-3-Steller des Baugewerbes

multipliziert:

$$sf_{bauavbe} = \frac{avbe_{wz=BAU}}{\sum_{wz3} bauavbe_{wz3}},$$

$$sf_{bauysn} = \frac{ysn_{wz=BAU}}{\sum_{wz3} bauysn_{wz3}}, \quad (8)$$

$$bauavbe_{wz3} = bauavbe_{wz3} * sf_{bauavbe}, \quad \forall wz3,$$

$$bauysn_{wz3} = bauysn_{wz3} * sf_{bauysn}, \quad \forall wz3$$

Mit:

sf Skalierungsfaktor

Im Gegensatz zu der Berechnung in QINFORGE erfolgt die Berechnung der Arbeitsvolumen pro Beruf und WZ-08-3-Steller des Baugewerbes, $BAUAVMX_{bf,wz3}$, nicht über eine quotale Aufteilung, sondern über den Wachstumsfaktor der Arbeitsvolumen des jeweiligen WZ-08-3-Stellers:

$$BAUAVMX_{wz3,bf} = BAUAVMX_{wz3,bf,t-1} * \frac{bauavbe_{wz3,t}}{bauavbe_{wz3,t-1}}. \quad (9)$$

Schließlich ergeben sich die Erwerbstätigen pro Beruf und WZ-08-3-Steller für das Baugewerbe mittels:

$$BAUETMX_{wz3,bf} = BAUAVMX_{wz3,bf} / baujab. \quad (10)$$

Hierbei ist $baujab = jab_{wz=BAU}$ die in QINFORGE bestimmte durchschnittliche Jahresarbeitszeit im Baugewerbe. Für diese wird angenommen, dass sie für alle WZ-08-3-Steller identisch ist. Analog zu Gleichung (8) wird $BAUETMX_{wz3,bf}$ an $ETMX_{wz=BAU,bf}$ skaliert. Die Vektoren $bauavbe_{wz3}$ und $bauets_{wz3}$ ergeben sich analog zu Gleichung (2). Die verschiedenen WZ-08-2-Steller-Matrizen und Vektoren der Erwerbstätigen nach Beruf und Wirtschaftsbereich ($BAUETMX_{wz2,bf}$, $bauets_{wz2}$) der Arbeitsvolumen ($BAUAVMX_{wz2,bf}$, $bauavbe_{wz2}$) sowie die Produktion ($bauysn_{wz2}$) ergeben sich aus der Summe der jeweils zugehörigen WZ-08-3-Steller (vgl. Abbildung 1).

3. Neue Stellschrauben: Erste praktische Anwendungen des Bau-Moduls

Im folgenden Kapitel werden die neuen Möglichkeiten des Bau-Moduls aufgezeigt. Zunächst wird anhand einer beispielhaften Darstellung der Produktion des Baugewerbes auf die Vorteile der detaillierten disaggregierten Darstellungsmöglichkeiten auf Ebene der WZ-08-3-Steller durch das Bau-Modul eingegangen. Dann werden im Rahmen der Auswertung des Szenarios „Vermehrte serielle Fertigung im Baugewerbe“ weitere Vorteile veranschaulicht. Dies geschieht durch einen Vergleich zweier Szenariorechnungen: Das erste Szenario beinhaltet eine Veränderung des Arbeitseinsatzes für das gesamte Baugewerbe – auf eine Weise, wie es schon mit dem Modell QINFORGE ohne das Bau-Modul möglich war. In der zweiten Szenariorechnung hingegen kann nun der Arbeitseinsatz auf Dreisteller-Ebene der

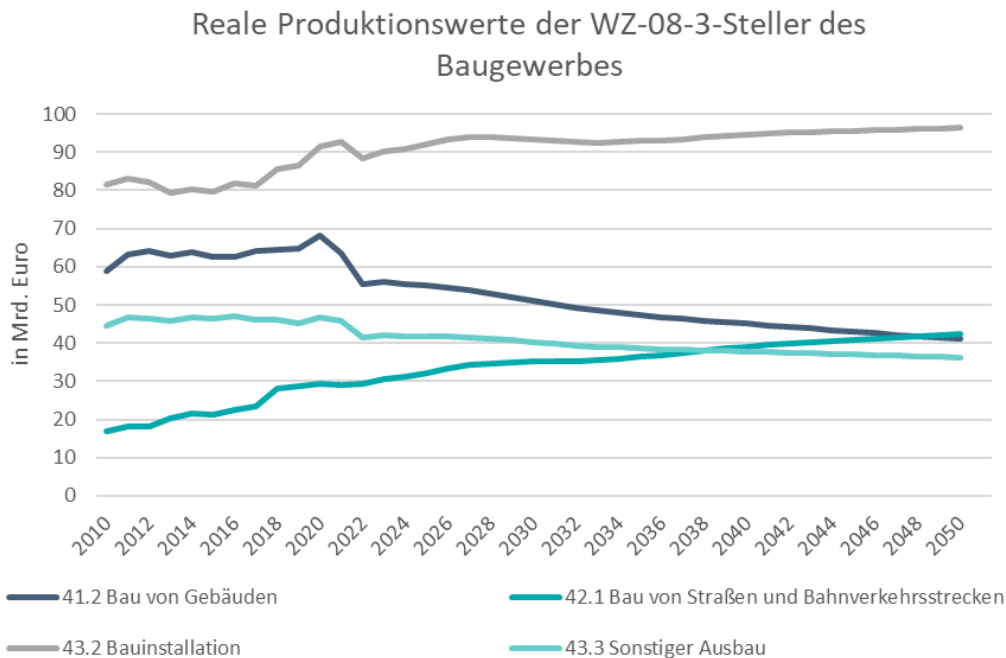
WZ-Gliederung verändert werden, um gezieltere Vorgaben bei der Erstellung von Szenarien vorzunehmen.

3.1 Detailliertere Einblicke: Produktionswerte des Baugewerbes

Um die Vorteile des Bau-Moduls zu demonstrieren, werden in Abbildung 2 die Verläufe der realen Produktionswerte ausgewählter WZ-08-3-Steller des Baugewerbes im Zeitraum von 2010 bis 2050 dargestellt. Es ist klar zu sehen, dass diese nicht parallel zueinander verlaufen. Im bisherigen QINFORGE-Modell ohne Bau-Modul wäre in der Projektion nur der Verlauf des realen Produktionswertes für das Baugewerbe insgesamt darstellbar gewesen. Durch die Möglichkeit, sich die Entwicklung der betrachteten Größe auf Ebene der WZ-08-3-Steller anzuschauen, wird sichtbar, dass sich die Unterbranchen des Baugewerbes in der Projektion unterschiedlich entwickeln. Während sich z. B. der reale Produktionswert der Branche 41.2 „Bau von Gebäuden“ in Zukunft rückläufig entwickelt, hat die Branche 42.1 „Bau von Straßen und Bahnverkehrsstrecken“ zukünftig noch deutliche Wachstumsaussichten. Auch die beiden dem Ausbaugewerbe zugeordneten Branchen 43.2 „Bauinstallation“ und 43.3 „Sonstiger Ausbau“ haben hinsichtlich ihrer realen Produktionswerte unterschiedliche Wachstumsaussichten. Während der reale Produktionswert der Bauinstallation weiterhin stetig wächst, ist im „Sonstigen Ausbau“ ab dem Jahr 2030 von einer sinkenden realen Produktion auszugehen. Die Darstellungsmöglichkeit auch gegenläufiger zukünftiger Entwicklungen von Variablen des Bau-Moduls auf Ebene der WZ-08-3-Steller birgt ein

deutliches Potenzial bei Analysen zukünftiger Entwicklungen des Baugewerbes.

Abbildung 2: Reale Produktionswerte ausgewählter WZ-08-3-Steller des Baugewerbes



Quelle: eigene Darstellung

3.2 Ein Szenario: „Vermehrte serielle Fertigung im Baugewerbe“

Im Folgenden wird zunächst das Szenario zu vermehrter serieller Fertigung im Baugewerbe vorgestellt und dessen konkrete Annahmen erläutert, bevor an dessen Beispiel die im Bau-Modul geschaffene Möglichkeit zur gezielteren Szenariorechnung anhand der Szenario Ergebnisse aufgezeigt wird.

Wie bereits geschildert, steht das Baugewerbe vor der Herausforderung einer Begrenzung der Angebotsseite des Arbeitsmarktes. Eine Lösung dieses Problems für die Branche könnte in der vermehrten Nutzung serieller Fertigung liegen. Das Baugewerbe würde somit zunehmend mehr Leistungen einkaufen, als diese selbst herzustellen. So ist die Nutzung von vormontierten Fertigteilen eine Möglichkeit, ein höheres Bauvolumen ohne den zusätzlichen Bedarf an bauhandwerklichen Berufen zu erzielen. Vormontierte Fertigteile können auch bei der standardisierten Sanierung von baulich sehr ähnlichen Gebäuden oder bei Reihenhäusern eingesetzt werden. Einsatzgebiet wäre hier zum Beispiel die Dämmung von Dächern und Wänden. Zudem könnte im Neubau der Anteil von Fertighäusern insgesamt gesteigert werden.

Der vermehrte Einsatz serieller Fertigung im Baugewerbe würde zwei Wirkungen erzielen: Zum einen würden Skaleneffekte (Mengensparnisse) erzeugt. Diese sind bei der

industriellen Herstellung von Vorprodukten in großen Fertigungsmengen eher zu erreichen als bei Einzelfertigung im Baugewerbe selbst. Damit würde die zusätzlich benötigte Anzahl an Erwerbstätigen in der Industrie kleiner sein als für die Menge im Baugewerbe, um eine gleiche Menge an Endprodukten herzustellen. Das Bauen würde somit effizienter hinsichtlich der Anzahl der eingesetzten Arbeitsstunden und damit Erwerbstätigen werden. Zum anderen könnten im seriellen Produktionsprozess der Fertigteile vermehrt die Vorteile der Digitalisierung genutzt werden. Die Produktion serieller Fertigteile ginge somit insgesamt schneller voran und verlief zudem effizienter hinsichtlich des Materialeinsatzes.

Der Fertigteilebau, wie er im Folgenden betrachtet wird, ist hauptsächlich auf das Baumaterial Holz ausgerichtet. Der vermehrte Einsatz von Holz als Baumaterial hätte unterschiedliche positive Auswirkungen. Zum einen ist Holz prinzipiell ein heimischer Rohstoff – die Baubranche würde unabhängiger vom Ausland. Zum anderen bindet Holz CO₂ und ist weniger energieintensiv in der Herstellung und Verarbeitung als beispielsweise Beton oder Ziegel. Das dargestellte Szenario „Vermehrte serielle Fertigung im Baugewerbe“ ist als eine „Wenn-dann-Analyse“ zu verstehen. Es wird ein besonderes Augenmerk daraufgelegt, welche strukturellen Wirkungen durch eine veränderte Produktionsweise hervorgerufen werden. Es wird keine Aussage darüber gemacht, in welchem Umfang serielle Fertigung im Baugewerbe eingesetzt werden kann – also keine Potenzialabschätzung durchgeführt.

Das Szenario zeigt zum einen die Wirkung der im Folgenden erläuterten Annahmen auf das Baugewerbe, die verwobene Branchen des Vorleistungsverbundes, den Arbeitsmarkt und die ökonomische Entwicklung insgesamt. Zum anderen wird daran ersichtlich, wie durch das Bau-Modul auch Unterbranchen-spezifische Annahmen präzise in die Projektion einfließen können.

Dabei unterscheiden sich die Annahmen nur daran, ob sie ungerichtet in das gesamte Baugewerbe laufen, oder gerichtet in die von der Veränderung der Arbeitsweise betroffene Wirtschaftszweiggruppe.

Für die ungerichtete Szenariorechnung (Szenario 1) (ursprünglich konzipiert in QINFORGE ohne Bau-Modul) werden die folgenden Annahmen getroffen:

- (1) Verdopplung des Einsatzes von Holz, Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel) aufgrund einer Erhöhung des Bezugs von Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz
- (2) Höherer Planungsaufwand: im Verhältnis 1:10 der Erhöhung des Fertigteilebaus
- (3) Weniger Einsatz von Keramik, bearbeiteten Steine und Erden im Verhältnis 1:2
- (4a) Dabei wird kontrolliert, ob eine stabile Gewinnsituation durch Reduktion des Arbeitseinsatzes im gesamten Baugewerbe gewährleistet ist. Durch die Umstellung der Produktionsweise soll dem Baugewerbe kein ökonomischer Nachteil entstehen.

Für die gerichtete Szenariorechnung (Szenario 2) (präzisierte Annahmen im Rahmen des Bau-Moduls) wird die bisherige Annahme 4a abgeändert:

- (4b) Im Rahmen eines Szenarios „Vermehrte serielle Fertigung im Baugewerbe“ erscheint es plausibler, dass sich nicht der Arbeitseinsatz im gesamten Baugewerbe reduziert, sondern vor allem der Bau von Gebäuden (WZ 41.2) betroffen ist. Zum Beispiel der Tiefbau (WZ 42) sollte in einem solchen Szenario wenig oder gar nicht angesprochen werden. Diesem Punkt wird im gerichteten Szenario Rechnung getragen, indem

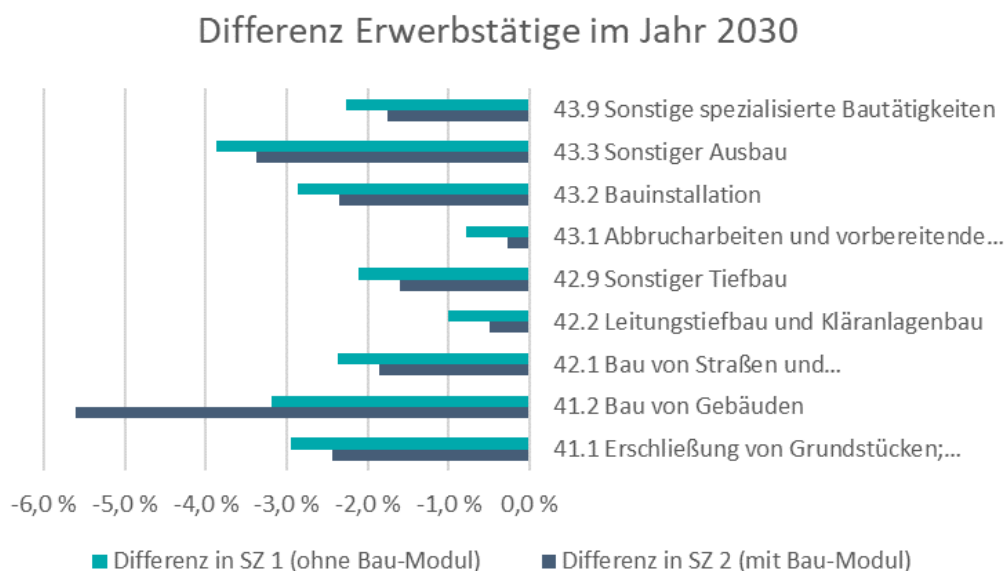
gezielt der Arbeitseinsatz für den WZ-Dreisteller „Bau von Gebäuden“ reduziert wird.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Szenariorechnungen hinsichtlich der Erwerbstätigenveränderung im Jahr 2030 sowohl nach Branche (WZ-08-3-Steller, Abbildung 3) als auch auf der Ebene der Berufe (Berufsgruppen nach KldB-2010, Abbildung 4) dargestellt.

Szenario 1 wurde in QINFORGE ohne Bau-Modul modelliert und die Ergebnisse nur nachträglich aufgespalten und Szenario 2 wird mit den neu geschaffenen Möglichkeiten des Bau-Moduls gerechnet.

Abbildung 3 zeigt, dass die Erwerbstätigen in allen Branchen in Szenario 1 durch die Einstellung der Annahmen anteilig ungefähr gleich stark zurückgehen. Die Erwerbstätigen im WZ 41.2 Hochbau von Gebäuden gehen in diesem Szenario z. B. um 3,2 % gegenüber dem Basislauf (ohne Szenario Annahmen) zurück. Da zu dem Modellstand keine Differenzierung zwischen einzelnen Unterbranchen möglich ist, ist die Auswirkung eines Eingriffs in die Arbeitsvolumen des Baugewerbes in allen Unterbranchen des Baugewerbes ähnlich.

Abbildung 3: Veränderung der Erwerbstätigen der Szenariorechnungen zum Basislauf 2030



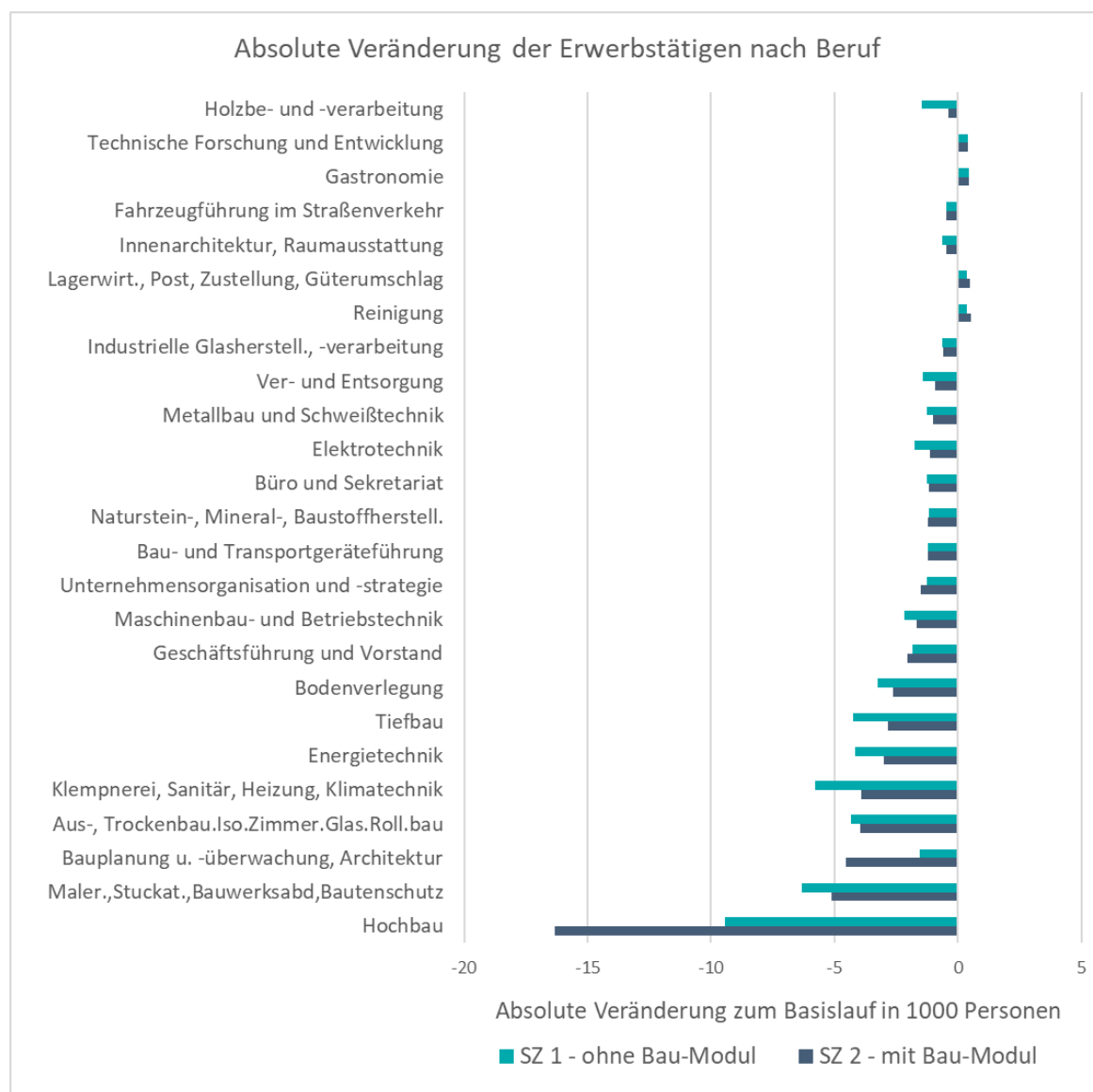
Quelle: eigene Darstellung

Durch die Aufspaltung des Baugewerbes in ihre Unterbranchen und die detailreichere Modellierung kann die Effizienzsteigerung durch vermehrtes serielles Bauen für den Hochbau separat in Szenario 2 modelliert werden. Das Ergebnis der aufgespaltenen Modellierung des Szenarios 2 in Abbildung 3 ist der intendierte, stärkere Rückgang der Erwerbstätigen in der Branche WZ 41.2 „Bau von Gebäuden“. In dieser Szenariorechnung gehen die Erwerbstätigen um 5,6 % gegenüber dem Basislauf zurück. Die übrigen Branchen verlieren durch die höhere eingekaufte Vorleistung aus der Holz-, Glas- und Baustoffindustrie weit aus geringer an Beschäftigung. Die produktionstechnischen Veränderungen aus den veränderten Hochbau-Fertigungsverfahren sorgen gemeinsam mit dem höheren Vorleistungseinkauf zu einer geringeren Arbeitsnachfrage.

Da sich die Baubranchen unterschiedlich aus ausgeübten Berufen zusammensetzen,

verändert sich durch die in den Szenarien gesetzten Annahmen in den Ergebnissen auch die gesamte Anzahl an Erwerbstätigen nach Beruf. In Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die Nachfrage nach Bauberufen in beiden Szenarien zurückgeht, Berufe der Vorleistungsbranchen sowie weitere Berufe aus den Dienstleistungsbranchen jedoch ansteigen. Verglichen zum Basislauf geht in Szenario 1 insbesondere die Anzahl an benötigten Hochbauer:innen, Klempner:innen, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechniker:innen, Maler- und Stuckateur:innen, Tiefbauer:innen und Energietechniker:innen aufgrund der ungerichtet gesamtheitlichen Modellierung des Baugewerbes stark zurück.

Abbildung 4: Top 20 der Veränderungen innerhalb der aggregierten Berufestruktur zwischen Basislauf und Szenarien im Jahr 2030



Quelle: eigene Darstellung

In Szenario 2 ergibt sich für die Berufe eine veränderte Zusammensetzung. Durch die differenzierte Modellierung im Bau-Modul und die zwischen den Baubranchen unterschiedliche berufliche Zusammensetzung gehen vor allem die Berufe, ansässig in der Branche 41.2 „Bau von Gebäuden“, zurück. Die Nachfrage nach Tiefbauer:innen, Maler:innen und

Stuckateur:innen, Elektrotechniker:innen etc. geht weitaus geringer zurück als in Szenario 1, da dort keine spezifischen Produktivitätssteigerungen angenommen wurden.

Anhand der Ergebnisse ist ersichtlich, dass es mithilfe des Bau-Moduls möglich ist, Annahmen an Unterbranchen des Baugewerbes zu modellieren. Durch die gerichtete Modellierung der Arbeitsweise nur für die entsprechende Branche (Bau von Gebäuden) kann davon ausgegangen werden, dass die resultierenden aggregierten Erwerbstätigen weniger um die Berufekomposition der anderen Baubranchen verzerrt sind und ein plausibleres Ergebnis einer solchen veränderten Arbeitsweise abgebildet wird.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der sozial-ökologischen Transformation hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft, der damit verbundenen Energie- und Verkehrswende sowie dem Erhalt und dem Ausbau deutscher Infrastruktur kommt dem Baugewerbe eine zentrale Rolle zu. Mit dem Modell QINFORGE konnten Produktions- und Arbeitsmarktentwicklung dieser Herausforderungen für das Baugewerbe bisher insgesamt analysiert und projiziert werden. Dabei sind die Herausforderungen an das Baugewerbe sowie die Produktionsstrukturen und Anforderungen an den Arbeitsmarkt unterschiedlich. Mit dem Bau-Modul ist ein Ansatz für die Modellierung eines disaggregierten Wirtschaftszweigs (des Baugewerbes) auf seine WZ-08-3-Steller beschrieben. Am Beispielszenario „Vermehrtes Serielles Bauen“ wird ersichtlich, welche Möglichkeiten hinsichtlich der Ansatzpunkte (Technologie, Produktionsnachfrage, Löhne und Preise, Arbeitsangebot) sich für Projektionen und Szenarioanalysen ergeben. Im Rahmen des QuBe-Projektes liegt ein besonderes Augenmerk auf der Analyse von Beschäftigungseffekten und Berufsbedarfen, die mithilfe des – um das Bau-Modul erweiterten – QINFORGE-Modells deutlich detaillierter dargestellt werden können.

Das beschriebene Verfahren für die disaggregierte Modellierung des Baugewerbes könnte in Zukunft in verschiedener Weise erweitert werden. Aktuell beinhaltet das Bau-Modul die Aufschlüsselung der Produktion sowie arbeitsmarktspezifischer Größen. Ein wesentlicher Treiber für die Produktionsdynamik des Baugewerbes und seiner untergliederten Wirtschaftsgruppen sind Investitionen. Hier spielen je Baubranche insbesondere öffentliche Investitionen, z. B. in den Straßenbau und den Netzausbau, und Fördermaßnahmen, z. B. in den Ausbau erneuerbarer Energien, eine tragende Rolle. Für die Zukunft ist eine branchenspezifische Aufteilung von Investitionen der öffentlichen Haushalte, der Unternehmen und privaten Haushalte entlang der Wertschöpfungsketten in die WZ-03-Steller-Branchen geplant. Zusammen mit einer Aufspaltung des Input-Output-Systems in die detaillierteren Baubranchen ist damit eine genauere Modellierung möglich. Aufgrund der Skalierung der Produktion der WZ-08-3-Steller Wirtschaftsgruppen an die aus INFORGE bestimmte Produktion für das gesamte Baugewerbe teilt die aktuelle Modellierung des Bau-Moduls die Produktion detaillierter auf die WZ-08-3-Steller-Wirtschaftsgruppen auf. Für die Zukunft ist hier die Modellierung eines Bottom-up-Ansatzes angestrebt, der nicht nur die Aufteilung der Wirtschaftsgruppen untereinander bestimmt, sondern auch die Produktion des Baugewerbes im dynamischen Input-Output-Kontext von QINFORGE betrifft und somit einen

Rückfluss in den Input-Output-Kreislauf bewirkt.

Schlussendlich kann das Bau-Modul auch als Blaupause für eine disaggregierte Modellierung anderer Wirtschaftsbereiche dienen. Voraussetzung ist die vorhandene Datenbasis. Mit der bereichsübergreifenden Unternehmensstatistik (Tabellenummer 48112-0001) veröffentlicht das statistische Bundesamt eine Statistik, die die relevanten Daten für einen Großteil der Wirtschaftsbereiche für alle WZ-08-2-, -3- und -4-Steller bereitstellt (mit wenigen Ausnahmen z. B. die Landwirtschaft). Allerdings sind die Daten bisher erst ab 2018 verfügbar, sodass Zeitreihenanalysen noch nicht vorgenommen werden können. Mögliche Anwendungen auf andere Wirtschaftsbereiche könnten in der disaggregierten Modellierung der Herstellung von chemischen Erzeugnissen (WZ-08-20) oder der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (WZ-08-26) liegen. Im Rahmen der chemischen Erzeugnisse ist vor allem die Produktion von Wasserstoff von aktuellem Interesse, welche der Herstellung von Industriegasen (WZ-08-20.1) untergliedert ist, während die Produktion von Halbleitern (Computerchips), welche der Herstellung von elektronischen Bauelementen und Leiterplatten (WZ-08-26.1) untergliedert ist, durch die neu angesiedelten Unternehmen Intel und Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) neue Relevanz gewinnt.

Das Bau-Modul ist somit Teil des weiter fortlaufenden Projektes, dessen Anwendung wichtige Erkenntnisse über den Strukturwandel und damit verbundene Arbeitsmarktveränderungen geben wird – auch über das Baugewerbe hinaus.

5. Literaturverzeichnis

- Ahlert, G., Mönnig, A., Distelkamp, M., Meyer, B., Lutz, C. & Wolter, M. I. (2009): Das IAB/INFORGE-Modell. In: Schnur, P. & Zika, G. (Hrsg.): Das IAB/INFORGE-Modell. Ein sektorales makroökonomisches Projektions- und Simulationsmodell zur Vorausschätzung des längerfristigen Arbeitskräftebedarfs. IAB-Bibliothek 318, Nürnberg, S. 15–175.
- Becker, L., Bernardt, F., Bieritz, L., Mönnig, A., Parton, F., Ulrich, P. & Wolter, M. I. (2022): INFORGE in a Pocket. GWS-Kurzmitteilung 2022/02, Osnabrück.
- Bundesagentur für Arbeit (BA) (2021): Klassifikation der Berufe 2010. überarbeitete Fassung 2020. Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen. Nürnberg.
- Maier, T., Kalinowski, M., Zika, G., Schneemann, C., Mönnig, A. & Wolter, M. I. (2022): Es wird knapp – Ergebnisse der siebten Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsjprojektionen bis zum Jahr 2040. Hg. v. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). BIBB-Report 3|2022, Bonn. <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/download/18168>, abgerufen am 01.02.2024.
- Statistisches Bundesamt (StBA) (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008. Mit Erläuterungen. Wiesbaden.
- Zika, G., Hummel, M., Maier, T. & Wolter, M. I. (2023): Das QuBe-Projekt: Modelle, Module, Methoden. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB). IAB-Bibliothek, 374, Nürnberg. <https://downloads.gws-os.com/l73712.pdf>, abgerufen am 01.03.2023.
- Zika, G., Maier, T., Mönnig, A., Schneemann, Ch., Steeg, S., Weber, E., Wolter, M. I. & Krinitz, J. (2022): Die Folgen der neuen Klima- und Wohnungsbaupolitik des Koalitionsvertrags auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. IAB-Forschungsbericht 3|2022, Nürnberg.
- Zika, G., Schneemann, C., Zenk, J., Kalinowski, M., Maier, T., Bernardt, F., Krinitz, J., Mönnig, A., Parton, F., Ulrich, P. & Wolter, M. I. (2022): Fachkräftemonitoring für das BMAS – Mittelfristprognose bis 2026. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Forschungsbericht 602, Berlin. <https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Forschungsberichte/fb-602-fachkraeftemonitoring-fuer-das-bmas.pdf>, abgerufen am 01.02.2024.

6. Anhang

Anhang A1: Datenüberblick

Über die in INFORGE und QINFORGE genutzte Datenbasis hinaus werden für das Bau-Modul zusätzliche Daten aus der Genesis-Datenbank des Statistischen Bundesamtes (Destatis) zu Umsätzen und Produktionspreisen auf der Ebene der WZ-08-2- und -3-Steller herangezogen. Arbeitsvolumen, durchschnittliche Jahresarbeitszeiten sowie Erwerbstätige pro WZ-08-2- und -3-Steller jeweils untergliedert nach 144 Berufen (BF) stammen aus Datenlieferungen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB). Die folgende Tabelle A1 gibt einen Überblick über die Datenbasis des Bau-Moduls.

Tabelle A1: Datenbasis für das Bau-Modul

Variable	Dimension	Quelle
Arbeitsvolumen (Matrix)	WZ-08-3 (9) x BF (144) WZ-08-2 (3) x BF (144)	IAB
Durchschnittliche Jahresarbeitszeiten (Matrix)	WZ-08-3 (9) x BF (144) WZ-08-2 (3) x BF (144)	IAB
Erwerbstätige (Matrix)	WZ-08-3 (9) x BF (144) WZ-08-2 (3) x BF (144)	IAB
Nominaler Umsatz (Vektor)	WZ-08-3 (9) x 1 WZ-08-2 (3) x 1	StBA
Produktionspreisindex (Vektor)	WZ-08-2 (3) x 1	StBA, eigene Berechnungen