

Meub, Lukas; Proeger, Till

**Research Report**

## Robotik in Betrieben und Bildungseinrichtungen des Handwerks: Eine Webscraping-Analyse

ifh Forschungsbericht, No. 8

**Provided in Cooperation with:**

Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand und Handwerk an der Universität Göttingen (ifh)

*Suggested Citation:* Meub, Lukas; Proeger, Till (2022) : Robotik in Betrieben und Bildungseinrichtungen des Handwerks: Eine Webscraping-Analyse, ifh Forschungsbericht, No. 8, Volkswirtschaftliches Institut für Mittelstand und Handwerk an der Universität Göttingen (ifh), Göttingen,  
<https://doi.org/10.47952/gro-publ-120>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/268847>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



# Robotik in Betrieben und Bildungseinrichtungen des Handwerks

– eine Webscraping-Analyse –

[www.ifh-goettingen.de](http://www.ifh-goettingen.de)

**ifh Forschungsbericht 8**  
**Lukas Meub, Till Proeger**



Volkswirtschaftliches **Institut**  
für **Mittelstand & Handwerk**  
an der Universität Göttingen



**2022**

**Veröffentlichung des  
Volkswirtschaftlichen Instituts für Mittelstand und Handwerk  
an der Universität Göttingen  
Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut e.V.**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



Die Wirtschaftsministerien  
der Bundesländer



**DHKT**  
DEUTSCHER  
HANDWERKSKAMMERTAG

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**EDIPA**  
ECONOMIC · DATA  
IMPACT · POLICY  
ANALYSIS

Diese Studie wurde im Rahmen eines Projekts der EDIPA GmbH erstellt  
und durch die Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim  
sowie das Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik finanziert.

---

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

---

**ISSN 2751-2215**

**DOI-URL: <https://doi.org/10.47952/gro-publ-120>**

Alle Rechte vorbehalten

**ifh Göttingen** | Heinrich-Düker-Weg 6 | 37073 Göttingen

**Tel.:** +49 551 39 174882

**E-Mail:** [info@ifh.wiwi.uni-goettingen.de](mailto:info@ifh.wiwi.uni-goettingen.de)

**Internet:** [www.ifh-goettingen.de](http://www.ifh-goettingen.de)

GÖTTINGEN | 2022

# Robotik in Betrieben und Bildungseinrichtungen des Handwerks

**Zusammenfassung:** Die vorliegende Studie nutzt einen Webscraping-Ansatz, um eine Reihe von grundlegenden Fragen zur Robotik im Handwerk zu klären. Insbesondere soll explorativ untersucht werden, inwieweit Bildungsangebote zur Robotik etabliert wurden und in welchen Bereichen bereits eine Übernahme der Technologie in Handwerksbetrieben erfolgt ist. Zu diesem Zweck wurden rund 500 Webseiten von handwerklichen Bildungseinrichtungen und rund 5.000 Betriebswebseiten aus dem Handwerkskammerbezirk Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim nach einschlägigen Suchbegriffen analysiert. Hierbei wurden auf Bildungsebene insbesondere die Fragen verfolgt, welche Bildungsangebote bestehen, welche inhaltlichen Schwerpunkte diese haben und welche regionalen Schwerpunkte sich dabei zeigen. Auf Betriebsebene wurde gefragt, welche Roboter-Technologien im Einzelnen genutzt werden, welche Gewerke diese einsetzen und wie die regionale Verteilung der Nutzung aussieht.

Im Ergebnis zeigen sich eine Reihe von relevanten Ergebnissen. Auf Ebene der Bildungseinrichtungen weisen (im Sommer 2021) rund 10 % (50 Einrichtungen) inhaltlich sinnvolle Suchtreffer zur Robotik auf. Diese bestehen zu gleichen Teilen aus Bildungsangeboten, Erfahrungsberichten, Erwähnungen der Relevanz von Robotik sowie Forschungsk Kooperationen / Ansprechpartner / Karriere. Rund 6 % aller Bildungseinrichtungen haben konkrete Bildungsangebote zur Robotik. Diese Bildungsangebote differenzieren sich wiederum zu gleichen Teilen in die Bereiche Informationsveranstaltung, Qualifizierungsangebote sowie Sensibilisierung / Infrastrukturnennung. Die Handwerks-

kammern als Träger der Bildungseinrichtungen weisen etwas häufiger als andere Träger Suchtreffer im Bereich Robotik auf. Im Hinblick auf konkrete Bildungsangebote ist dies ebenfalls der Fall. Auf Gewerkeebene sind in Bezug auf Bildungsangebote zur Robotik der Baubereich sowie Kraftfahrzeugtechniker und Elektrotechniker am stärksten vertreten. Auf regionaler Ebene bestehen häufiger Qualifizierungsangebote in Sachsen, dem nördlichen Bayern, dem Rhein-Main-Gebiet sowie in Nordrhein-Westfalen. Werden in die Analyse zusätzlich die Träger der Bildungseinrichtungen einbezogen, so zeigt sich, dass diese zusätzlich und in hohem Maße Veranstaltungen zur Robotik anbieten, wobei vor allem kurze Einführungs- und Informationsveranstaltungen durchgeführt werden. Hierbei weisen rund 60 % aller Träger eine Form von Bildungsangebot im Bereich Robotik auf.

Auf Ebene der Betriebe zeigt sich, dass die häufigsten Nennungen allgemeine Begriffe zur Robotik sind, gefolgt von Reinigungsroboter, Roboterarm mit Produktionshintergrund, Feldroboter, Medizinroboter, Mähroboter, Robotersteuerung sowie Melkroboter. Besonders häufig nutzen die Elektrotechniker, Feinwerkmechaniker sowie Land- und Baumaschinenmechaniker Robotik. Ebenfalls häufig, aber in geringerem Maße sind Metallbauer, die SHK-Gewerke und Orthopädietechniker vertreten. Wird die Betriebsdichte berücksichtigt, so besteht auf räumlicher Ebene eine relative Gleichverteilung. Urbane Räume sind folglich in der Nutzung von Robotik nicht deutlich fortschrittlicher als die ländlichen Räume.



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>4</b>
	3.1    Bildungseinrichtungen und Robotik.....	4
	3.2    Betriebe und Robotik .....	9
<b>4</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>13</b>

A solid orange triangle is located in the top left corner of the page.

## Abbildungen

Abb. 1: Robotik in Bildungseinrichtungen.....	4
Abb. 2: Robotik im inhaltlichen Kontext.....	4
Abb. 3: Robotik nach Art der Bildungsangebote .....	5
Abb. 4: Robotik in Bildungseinrichtungen nach Träger .....	5
Abb. 5: Robotik in Bildungseinrichtungen nach Gewerken .....	5
Abb. 6: Robotik in Bildungseinrichtungen nach Bundesländern.....	6
Abb. 7: Robotik in Bildungseinrichtungen in Deutschland insgesamt .....	7
Abb. 8: Robotik im inhaltlichen Kontext nach Kammer-Webseiten .....	8
Abb. 9: Robotik nach Art der Bildungsangebote nach Kammer-Webseiten .....	8
Abb. 10: Robotik auf Webseiten von Betrieben.....	9
Abb. 11: Robotik auf Webseiten von Betrieben nach Gewerken .....	10
Abb. 12: Robotik auf Webseiten von Betrieben nach regionaler Verteilung .....	11

# 1. Einleitung

In den Diskussionen um die Nutzung von Elementen der fortgeschrittenen Digitalisierung im Handwerk spielt Robotik eine gewichtige Rolle. Ihrem Einsatz wird ein hohes Potenzial für die künftige Automatisierung vieler Prozesse zugeschrieben und daraus folgend eine erhöhte Effizienz innerhalb handwerklicher Produktionsprozesse. Im industriellen Mittelstand ist Robotik seit Jahren ein fester Bestandteil der Produktionsprozesse und erfährt ein starkes Wachstum, während in den traditionell auf individualisierte Lösungen spezialisierten Handwerksbetrieben Robotertechnologien wegen der geringen Stückzahlen bislang eine geringe Rolle spielen (Meub & Proeger, 2022; Brockhaus et al., 2020). Die fortschreitende Entwicklung und Individualisierbarkeit von Roboterlösungen ermöglicht allerdings eine bessere Nutzung auch im Handwerk, wobei bislang nur begrenzte Informationen über die Nutzungsintensität und -muster vorliegen.

Einen Anhaltspunkt hierzu bietet die Umfrage von ZDH & BITKOM (2022), in der Handwerksbetriebe nach der Nutzung von Robotik befragt wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass nur 6 % der befragten Betriebe diese nutzen und weitere 8 % den Einsatz planen. Die bisherigen Erhebungen zur Digitalisierung im Handwerk wiederum sparen den Aspekt der Robotik weitgehend aus, sondern fokussieren stärker auf Voraussetzungen, Handlungsanreize und Mechanismen der Digitalisierung bzw. allgemeinere digitale Technologien (vgl. z.B. Runst & Proeger, 2020; Proeger et al., 2020; Thonipara et al., 2020). Proeger et al. (2021) beziehen Robotik bei einer Webscraping-Analyse in einen Innovationsindikator ein, eine separate Auswertung für die Suchtreffer erfolgt jedoch nicht. Zwar gibt es vielfältige Förderangebote und Fallbeispiele, aber keine aggregierten Daten über die Nutzungsmuster von Robotik im Handwerk.

Die vorliegende Studie zielt darauf ab, diesem Defizit zu begegnen und zusätzlich zur ZDH/BITKOM-Umfrage explorative Ergebnisse dafür zu liefern, wie weit sich Robotik in Handwerksbetrieben, aber auch in den Bildungszentren des Handwerks bereits durchgesetzt hat.

Dies erfolgt über einen Webscraping-Ansatz, bei dem zwei Datensätze genutzt werden, die rund 500 Bildungseinrichtungen des Handwerks und 5.000 Betriebe des Handwerkskammerbezirks Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim umfassen.

Das Erkenntnisinteresse für die Analyse von Bildungseinrichtungen des Handwerks liegt in der Frage, in welchem Maße sich Robotik bereits in der Ausbildung niederschlägt und ob es hierfür regionale und inhaltliche Schwerpunkte gibt. Leitfragen der Analyse sind demnach:

1. Gibt es Bildungsangebote zur Robotik in den Bildungseinrichtungen des Handwerks?
2. Welche inhaltlichen Schwerpunkte bestehen bei den Angeboten?
3. Welche regionalen Schwerpunkte zeigen sich bei den Angeboten?

Bei der Analyse der Betriebswebseiten liegt das Erkenntnisinteresse ebenfalls in den bisherigen Nutzungsmustern. Hierbei ist zu klären:

1. Welche Roboter-Technologien werden in welchem Umfang von den Betrieben genutzt?
2. Welche Gewerke nutzen schwerpunktmäßig Robotik?
3. Gibt es regionale Cluster im Beobachtungsgebiet oder besteht eine räumliche Gleichverteilung?

Diese Studie ist wie folgt aufgebaut: Kapitel zwei beschreibt die Methodik der Analyse für beide Datensätze. Kapitel drei gibt die Ergebnisse der Studie, wobei zunächst (3.1) die Ergebnisse für die Bildungseinrichtungen des Handwerks und im Anschluss (3.2) die Ergebnisse für die Betriebe gezeigt werden. Kapitel vier fasst die Ergebnisse zusammen und formuliert Implikationen.



## 2. Methodik

Diese Studie besteht aus zwei empirischen Teilen, die jedoch auf der gleichen methodischen Grundlage beruhen, der Webscraping-Analyse von Webseiten. Grundsätzlich werden Webscraping-Analysen auf vier sukzessiven Schritten aufgebaut. Zunächst muss eine Datengrundlage geschaffen werden. Daran anschließend werden Suchbegriffe definiert, dann erfolgt das eigentliche Webscraping und schließlich die Analyse des Datensatzes. Diese Schritte werden im Folgenden für beide Datensätze beschrieben.

### *Datengrundlage 1 – Bildungseinrichtungen*

Insgesamt wurden 518 Bildungseinrichtungen des Handwerks für die Analyse genutzt. Das Webscraping fand im Juni 2021 statt. Die Websites wurden mit jeweils 500 Unterseiten erfasst. In einem weiteren Durchgang wurden 250 Unterseiten gescrapt und zusätzlich auch die dort verlinkten PDF-Dateien durchsucht, um z.B. Ankündigungen oder Kurs-Dokumente im PDF-Format zu erfassen. Auf diese Weise wurden insgesamt 154.153 separate Webseiten analysiert.<sup>1</sup> Hierbei wurden kürzere URLs bevorzugt erfasst, ebenso wie Unterseiten in deutscher Sprache. Kürzere URLs sind in der Hierarchie der Seiten weiter vorne, werden häufiger gelesen und werden somit vom Administrator der Website höher gewichtet.

### *Datengrundlage 2 – Betriebe*

Datengrundlage für die Analyse ist die Handwerksrolle der Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim. Insgesamt wurden für die Webscraping-Analyse – nach Ausschluss bereits vorhandener Websites der ausgeschlossenen Gewerke – 5.766 Websites genutzt.<sup>2</sup> Die Datengrundlage wurde ebenfalls in einer Analyse der KI-Nutzung der Betriebe genutzt, die veröffentlicht ist als Proeger & Meub (2022). Von der Analyse ausgeschlossen wurden aus projektbezogenen Gründen die Fahrzeugverwerter, Friseure, Kosmetiker, Kraftfahrzeugtechniker, Karosserie- und Fahrzeugbauer, Mechaniker für Reifen und Vulkanisation sowie Zweiradmechaniker.

<sup>1</sup> Es konnten 93 % der Webseiten der zur Verfügung gestellten Institutionen erfolgreich gescraped werden. Entsprechend sind 37 Institutionen nicht in der Stichprobe enthalten. Der Grund waren fehlende Internetadressen, fehlerhafte Adressen oder technische Fehler beim Scraping-Prozess selbst. Diese 37 Institutionen wurden manuell nachrecherchiert, indem auf den Seiten – sofern sie existieren – die Begriffe Robot\* gesucht wurden. Dabei wurden keine Treffer gefunden. Die fehlende Aufnahme dieser Webseiten hat insofern keine Auswirkungen auf das Gesamtergebnis. Die am häufigsten in diesem Scraping-Prozess nicht erfassten Institutionen sind Innungen und

### *Suchbegriffe 1 – Bildungseinrichtungen*

Als Suchworte wird robot\* gewählt, sodass alle Begriffe einbezogen werden, die „robot“ als Wortstamm enthalten, mithin auch Roboter, Robotik, Roboterarm, Roboterschweißen etc. Somit sind alle Begrifflichkeiten um den Themenbereich der Robotik abgedeckt.

### *Suchbegriffe 2 – Betriebe*

Als Suchbegriffe werden verschiedene Schreibweisen von „Roboter“ und „Robotik“ sowie der Begriff „Cobots“ genutzt. Die einzelnen Suchtreffer werden in der Analyse nach den häufigsten Varianten differenziert dargestellt.

### *Webscraping*

Als dritter Schritt erfolgt in beiden Analysen gleichermaßen das Webscraping. Hierbei wird der HTML-Code aller Webseiten heruntergeladen und der resultierende Datensatz im Anschluss bereinigt und strukturiert. Dafür werden Füllwörter, Satzzeichen, Zahlen u.ä. gelöscht und die Inhalte somit auf die tatsächlich relevanten Informationen reduziert. Zusätzlich werden Metadaten der Webseiten übernommen, die ebenfalls in der Analyse genutzt werden können. Für die Analyse wird unabhängig von Groß- und Kleinschreibung nach den genannten Schlüsselbegriffen gesucht. In der Auswertung werden Treffer eines Suchbegriffs pro Webseite nur einmal gezählt. Bei den Betriebswebseiten werden Verbundseiten und Social Media-Seiten von der Analyse ausgeschlossen, es werden folglich nur klassische Betriebswebseiten genutzt.

### *Analyse 1 – Bildungseinrichtungen*

Nach dem Webscraping-Vorgang wurden zusätzlich alle Fundstellen kodiert, um eine strukturierte Auswertung zu ermöglichen. Die Kodierung wurde nach sieben Kategorien wie folgt gewählt:

1. Wortnennungen ohne tieferen Sinn (wurden für die Analyse ausgeschlossen)

Kreishandwerkerschaften (KHS), da diese häufig ohne ausführliche eigene Webseite sind.

<sup>2</sup> Von den zunächst 5.766 Websites konnten 5.266 erfolgreich ausgelesen werden. Darüber hinaus werden Profilsseiten auf Plattformen wie MyHammer, Facebook oder Etsy ausgeschlossen. Ebenso werden Websites von Institutionen wie Kreishandwerkerschaften oder Innungen ausgeschlossen, da es sich hier nicht um Betriebswebseiten handelt. Für die Auswertung verbleiben somit 5.109 Rolleneinträge mit Websites.



Beispiel: „Hier klicken, um zu zeigen, dass Sie kein Roboter sind“.

2. Stellenausschreibung / Firmenerwähnung

Beispiel: Werbung für Ausbildungsplatz mit der Nutzung eines Roboters im Betrieb. Nennung von Robotik in einem Firmenprofil.

3. (Künftige) Relevanz von Robotern

Beispiel: Allgemeine Erwähnung von Robotik als Zukunftstechnologie ohne konkreten Anlass. Aber auch: „Roboter werden nie das handwerkliche Können ersetzen können“.

4. Erfahrungsberichte mit Robotern

Beispiel: Firmenbesuch einer Delegation einer Handwerkskammer bei innovativem Betrieb mit einer Roboteranlage.

5. Ansprechpartner explizit zur Robotik

Beispiel: BIT in der Handwerkskammer Dresden, der u.a. als Ansprechpartner für Robotik angegeben wird.

6. Forschungsprojekt mit Schwerpunkt Robotik

Beispiel: Erwähnungen und Beschreibungen von Robonet auf Handwerkskammerseite.

7. Bildungs-/ Studienangebot als Oberkategorie für alle Qualifizierungsangebote. Unterkategorien sind:

Sensibilisierung: Veranstaltungen bis 2h, oder Robotik als Teil von anderen Veranstaltungen, z.B. einem Impulsvortrag.

Information: Veranstaltungen ab 2h, oder Robotik als Veranstaltungsschwerpunkt einer längeren Veranstaltung (1-2 Tage).

Qualifizierung: Robotik als Teil einer Aus-, Fort-, Weiterbildung im Sinne strukturierter Aus- und Weiterbildung.

Infrastruktur: Kodierung, wenn Existenz oder Anschaffung eines Roboters beschrieben wird. Fast ausschließlich: Bildungszentrum besitzt Roboter (Schweißroboter).

Um die Auswertung zu ergänzen, wurde jedem Eintrag einer Bildungseinrichtung eine Kategorisierung der Art des Trägers (HWK, Innung, KHS, Verband, Sonstige) hinzugefügt, ebenso ein Gewerk, für das vorrangig ausgebildet wird, sofern eine eindeutige Zuordnung möglich war. Die Auswertung basiert entsprechend auf den Webscraping-Ergebnissen, der Kodierung der Ergebnisse sowie auf zusätzlichen Strukturvariablen.

Um die Robustheit des Webscrapings zu überprüfen, wurde eine händische Suche der Webseiten aller Handwerkskammern, der Kursangebote der Bildungseinrichtungen auf Basis der Webseiten der Kammern sowie eine ergänzende Google-Suche durchgeführt. Für die Suchergebnisse wurde ebenfalls die o.g. Kodierung und eine analoge Auswertung durchgeführt. Beide Datensätze wurden separat analysiert und in der Auswertung dargestellt (siehe auch angefügte Datengrundlage). In der kartografischen Darstellung werden beide Ergebnisse kombiniert. Hier wird ersichtlich, dass bei einem Webscraping der Bildungseinrichtungen viele Angebote der Handwerkskammern in den Kategorien „Sensibilisierung“ und „Information“ übersehen werden, da sich diese eher auf den Webseiten der Handwerkskammern finden. Durch die Kombination der beiden Suchen kann jedoch ein umfassendes Bild gezeichnet werden.

*Analyse 2 – Betriebe*

Für die Analyse der Suchtreffer für die Betriebswebseiten erfolgt eine dreigeteilte Auswertung. Zunächst werden die verschiedenen Einzelbegriffe dargestellt, um einen Überblick über die Nutzungsmuster von Robotik in den betrachteten Betrieben zu erlangen, wobei rund 250 Betriebe einen relevanten Treffer im Kontext Robotik aufweisen. Im zweiten Schritt erfolgt eine zusätzliche Auswertung nach Gewerken, die zeigt, welche Gewerke welche Arten von Robotern nutzen. Im dritten Schritt erfolgt eine kartografische Darstellung der Suchtreffer nach Postleitzahlen im betrachteten Kammerbezirk. Hierfür werden für die relevanten Einträge zusätzlich die Geocodes hinzugefügt; die Lokalisation der Betriebe erfolgt immer im Zentrum der Postleitzahlengebiete, da die Rollendaten nur auf Ebene der PLZ-Gebiete zur Verfügung stehen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Bildungseinrichtungen und Robotik

Für die Analyse der Bildungseinrichtungen erfolgt zunächst die Darstellung der Anzahl an Einrichtungen mit Suchtreffern im Bereich Robotik. Danach erfolgt eine nähere Kategorisierung der Suchtreffer, eine regionale und sektorale Differenzierung, ein Abgleich mit den Webseiten der Trägerinstitutionen sowie eine kurze Diskussion der Ergebnisse.

##### Suchtreffer allgemein

Insgesamt weisen 33 % der Webseiten aller gescrapten Bildungseinrichtungen zumindest eine Fundstelle von robot\* auf (Abb.1). Nach der Kodierung und der damit verbundenen Bereinigung der Suchtreffer war noch auf 16 % dieser Webseiten eine sinnvolle Nennung von robot\* festzustellen, insbesondere nach der Reduzierung um doppelte Fundstellen. Nach Anwendung einer strikteren Inhaltsprüfung (Entfernen von Beobachtungen der Kategorie 3), verbleiben etwa 10 % (entspricht 50 Einrichtungen) der Bildungseinrichtungen mit einer relevanten Nennung von robot\*, die als Grundlage der weiteren Auswertung dient.

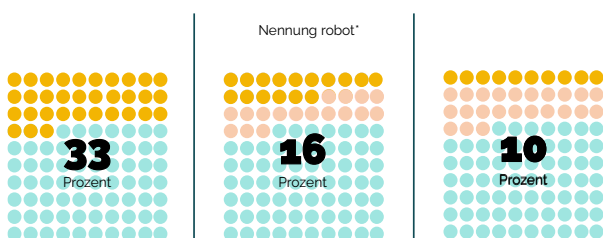


Abb. 1: Robotik in Bildungseinrichtungen  
Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

**Ergebnis 1:** Von allen betrachteten Bildungseinrichtungen weisen 10 % (50 Einrichtungen) inhaltlich sinnvolle Suchtreffer zur Robotik auf.

##### Kategorisierung der sinnvollen Suchtreffer

Die sinnvollen Nennungen auf den Webseiten lassen sich weiter kategorisieren (Abb. 2). Hierbei zeigt sich, dass zu einem Viertel Nennungen von Bildungsangeboten erfolgen, zu einem Viertel Erfahrungsberichte zum

Thema Robotik, zu einem Viertel reine Erwähnungen der Relevanz und zu rund einem Viertel Nennungen in den Bereichen Forschungsk Kooperationen sowie Ansprechpartner zum Thema Robotik und Karriere (Stellenanzeigen).

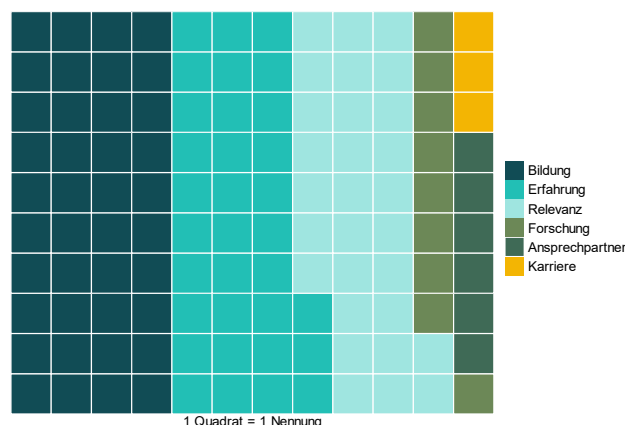


Abb. 2: Robotik im inhaltlichen Kontext

Anmerkung: Ein Quadrat entspricht hier einer Nennung, die Farbe spiegelt die Kategorisierung.

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

Auf den gesamten Datensatz bezogen stellen die sinnvollen Nennungen zu Bildungsangeboten im Bereich Robotik rund 6 % aller Webseiten dar, folglich weisen 94 % der betrachteten Bildungseinrichtungen keine Angebote zur Robotik auf.

**Ergebnis 2:** Die 50 Suchtreffer bestehen zu gleichen Teilen aus Bildungsangeboten, Erfahrungsberichten, Erwähnungen der Relevanz von Robotik sowie Forschungsk Kooperationen / Ansprechpartner / Karriere. Rund 6 % aller Bildungseinrichtungen haben konkrete Bildungsangebote zur Robotik.

Differenziert man die Bildungsangebote weiter (Abb.3), so zeigt sich, dass rund ein Drittel Informationsveranstaltungen sind (>2h), ein Drittel Qualifizierungsangebote (ausführliches Bildungsangebot in Aus- oder Weiterbildung) sowie ein Drittel sich aus Sensibilisierungsveranstaltungen und Nennungen zum Vorhandensein von Robotern in der Aus- und Weiterbildung zusammensetzen. Die Gesamtsumme der Nennungen beträgt dabei 41.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Die Differenz zur Abb. 2 (40 Bildungsnennungen) ergibt sich durch eine Doppelkodierung, bei der ein Qualifizierungsangebot gleichzeitig

auch eine Infrastrukturnennung hatte. In der differenzierteren Darstellung sind daher 41 Nennungen gezeigt.

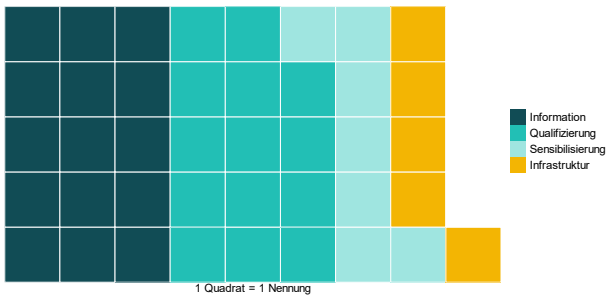


Abb. 3: Robotik nach Art der Bildungsangebote

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

**Ergebnis 3:** Die Bildungsangebote differenzieren sich zu gleichen Teilen in die Bereiche Informationsveranstaltung, Qualifizierungsangebote, Sensibilisierung / Infrastrukturnennung.

#### Verteilung nach Institutionen und Gewerken

Abb. 4 zeigt die Verteilung der Nennungen robot\* nach Trägern der Bildungseinrichtungen: Lediglich die Webseiten der Handwerkskammern haben eine leicht höhere Anzahl an Nennungen von robot\*. Insgesamt zeigen sich keine starken Effekte im Hinblick auf die Bildungsträger.

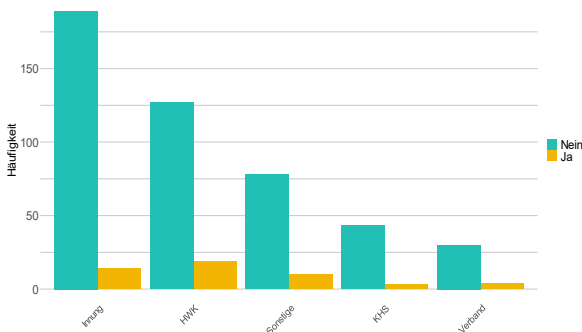


Abb. 4: Robotik in Bildungseinrichtungen nach Träger

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

**Ergebnis 4:** Die Handwerkskammern als Träger der Bildungseinrichtungen weisen in Bezug auf ihre Webseiten eine leicht höhere Anzahl an Suchtreffern auf als die anderer Bildungsträger.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Kategorisierung nach Gewerken (Abb. 5). Leicht erhöhte Nennungen sind im Baubereich, bei den Kraftfahrzeugtechnikern sowie bei den Elektrotechnikern ersichtlich. Eine deutlich höhere Anzahl von robot\*-Nennungen in bestimmten Gewerken ist jedoch nicht abzulesen. Zu beachten ist allerdings, dass viele Bildungseinrichtungen sich nicht eindeutig einem Gewerk zuordnen ließen (Kodierung „Sonstiges“), sodass bei den meisten Suchtreffern keine eindeutige Zuordnung nach Gewerken erfolgte.

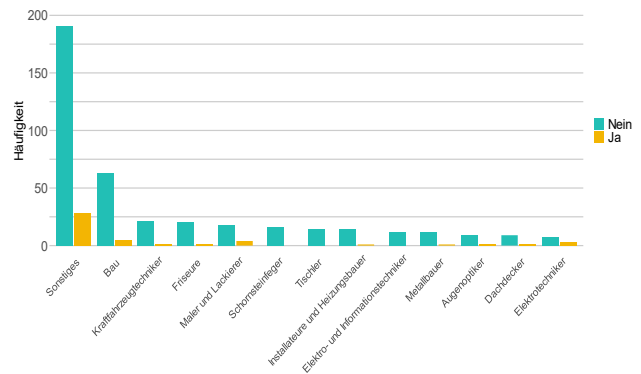


Abb. 5: Robotik in Bildungseinrichtungen nach Gewerken

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

**Ergebnis 5:** In Bezug auf die Träger von Bildungsangeboten weisen die gescrepten Webseiten Handwerkskammern eine leicht höhere Anzahl an Treffern auf. Auf Gewerkeebene ist der Baubereich sowie Kraftfahrzeugtechniker und Elektrotechniker am stärksten vertreten.

#### Regionale Verteilung

Für die regionale Verteilung können zwei Ebenen betrachtet werden. Zunächst erfolgt die Analyse nach Bundesländern und im Anschluss eine kartografische Darstellung der Suchtreffer nach Bildungseinrichtungen.

Für die Unterteilung der Nennungen nach Bundesländern (Abb. 6) zeigt sich, dass diese grob nach der Bevölkerungsdichte der jeweiligen Bundesländer verteilt sind, sodass Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg vergleichsweise mehr Nennungen aufweisen als die übrigen Bundesländer, wenn auch nicht in hohem Maße. Sachsen-Anhalt und Berlin weisen keine Nennungen auf. Ansonsten bestehen keine auffälligen Muster.

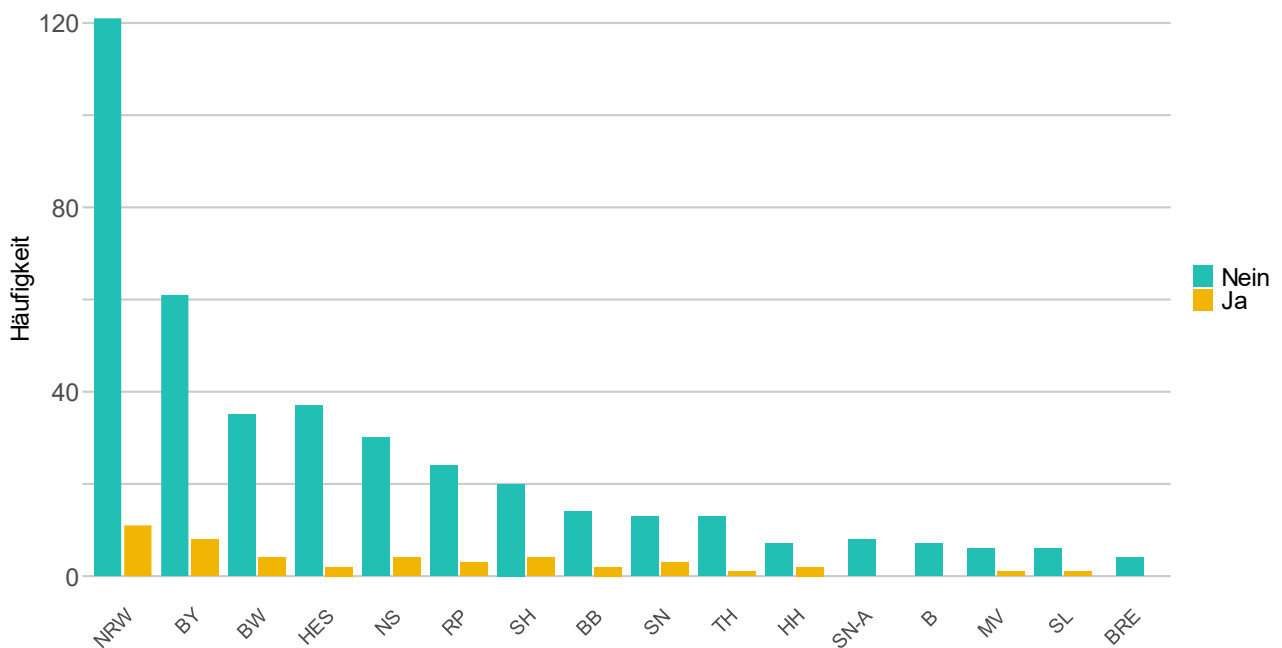


Abb. 6: Robotik in Bildungseinrichtungen nach Bundesländern

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

Die kartografische Darstellung (Abb. 7) zeigt das Bildungsangebot bzgl. Robotik im Handwerk in Deutschland. Hierfür wurden die Daten des Webscrapings mit der gezielten Suche auf den Webseiten der jeweiligen Handwerkskammern verknüpft. Ein einfacher grüner Kreis verzeichnet ein Sensibilisierungsangebot. Ein zusätzlich abgetragenes „I“ ein Informationsangebot und

ein „Q“ ein Qualifizierungsangebot. Vor allem im Nord-Osten gibt es nur wenige Angebote und diese sind Basisangebote zur Sensibilisierung (in Rostock, Schwerin, Berlin und Frankfurt Oder). Eine Häufung von Qualifizierungsangeboten findet sich z.B. in Sachsen, dem nördlichen Bayern sowie in NRW.

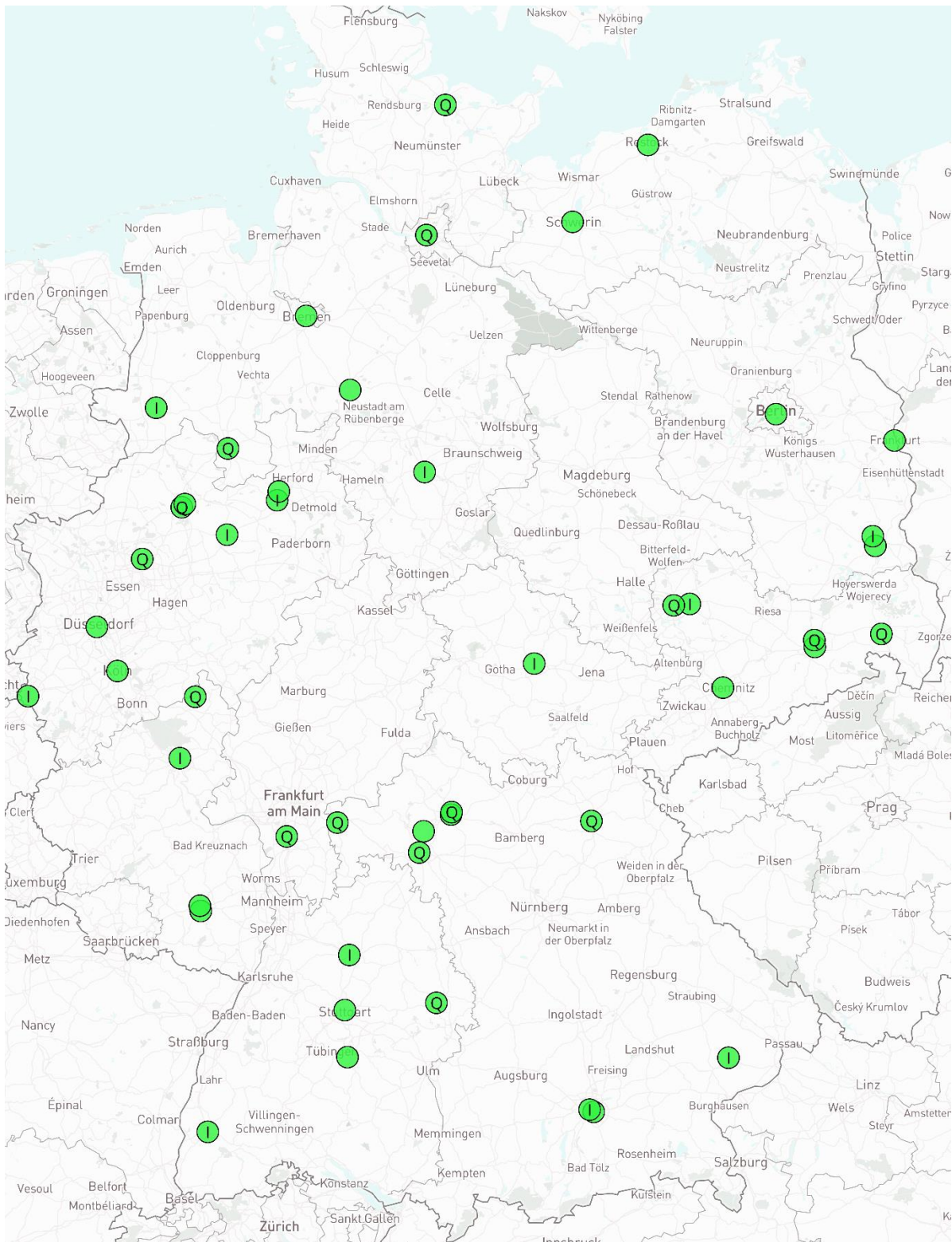


Abb. 7: Robotik in Bildungseinrichtungen in Deutschland insgesamt

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

**Ergebnis 6:** Auf Ebene der Bundesländer zeigen sich keine starken Effekte. Auf regionaler Ebene bestehen vergleichsweise mehr Qualifizierungsangebote in

Sachsen, dem nördlichen Bayern und dem Rhein-Main-Gebiet sowie in Nordrhein-Westfalen.



### Zusatzanalyse der Hauptseiten der Träger der Bildungseinrichtungen

Während in der grundlegenden Analyse nur die Webseiten der Bildungseinrichtungen selbst analysiert wurden, werden in der Zusatzanalyse die gesamten Webseiten der Träger betrachtet, also vorrangig der zugehörigen Handwerkskammern.

Werden die Ergebnisse der Recherche auf den HWK-Hauptseiten betrachtet (Abb. 8), so zeigt sich eine andere Verteilung über die Kategorien der Kodierung hinweg. Mehr als 60 % der Kammern weisen mindestens ein Bildungsangebot auf. Rund 40 % haben Relevanznennungen, rund 38 % haben Erfahrungsberichte, rund 25 % haben Nennungen von robot\* im Bereich Karriere (Unternehmensprofile, Stellenangebote), rund 10 % haben Ansprechpartner zum Thema Robotik und rund 7 % haben Nennungen im Bereich Forschung.

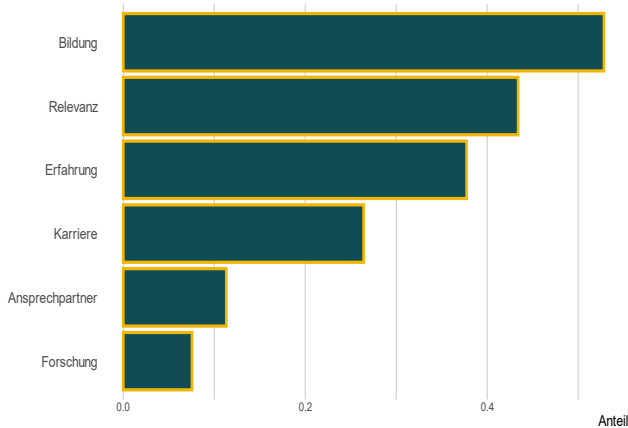


Abb. 8: Robotik im inhaltlichen Kontext nach Kammer-Webseiten

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

Werden nur die Subkategorien für den Bereich Bildung betrachtet, so finden sich in den Bildungszentren der Handwerkskammern durchschnittlich über 40 % Sensibilisierungsangebote, rund 22 % Informationsveranstaltungen, rund 11 % Qualifizierungsveranstaltungen und 8 % Nennungen von Robotik-Infrastruktur. Somit ist eine strukturell abweichende Verteilung im Vergleich zu den übrigen Bildungszentren zu sehen, die eher längere, intensivere Aus- und Weiterbildungen anbieten und anteilig weniger Sensibilisierungsveranstaltungen. Dies ist möglicherweise durch unterschiedliche Arbeitsschwerpunkte der verschiedenen Einrichtungen zu erklären.

Im Hinblick auf die Verteilung der Nennungen des Begriffs robot\* zeigt sich (Abb. 9), dass rund 45 % der untersuchten Kammern auf ihren Webseiten keine Bildungs-Nennungen haben, rund 30 % haben eine Nennung, 18 % haben zwei Nennungen, 4 % haben drei

Nennungen und rund 2 % haben vier Nennungen. Bei Letzterem handelt es sich um das Kompetenzzentrum „Robotik im Handwerk“ in Dresden.

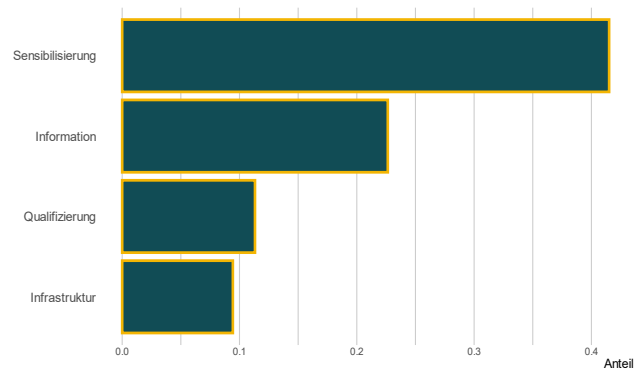


Abb. 9: Robotik nach Art der Bildungsangebote nach Kammer-Webseiten

Quelle: Webscraping-Analyse der Bildungseinrichtungen

**Ergebnis 7:** Werden die Träger der Bildungseinrichtungen einbezogen, so zeigt sich, dass diese zusätzlich und in hohem Maße Veranstaltungen zur Robotik anbieten, wobei vor allem Sensibilisierung und Informationsveranstaltungen durchgeführt werden. Hierbei weisen rund 60 % aller Institutionen eine Form von Bildungsangebot im Bereich Robotik auf.

### Fazit

Welche übergreifenden Ergebnisse zeigen sich bei der Analyse der Bildungseinrichtungen bzw. ihrer Träger? Es kann festgehalten werden, dass insgesamt verhältnismäßig wenige Bildungseinrichtungen eigene Angebote zur Robotik haben. Es werden vor allem externe Vortragsreihen genutzt. Dazu gibt es auf den Webseiten der untersuchten Einrichtungen Berichte über gelegentliche Betriebsbesuche bzw. Erfahrungsberichte. Insgesamt ist das Thema Robotik im Sinne einer aktiven, eigenständigen Bearbeitung durch die Institutionen jedoch nur begrenzt vertreten. Werden die Trägerinstitutionen einbezogen, so zeigt sich, dass die Mehrzahl der Institutionen das Thema Robotik zumindest durch Sensibilisierungs- oder Informationsveranstaltungen aufgegriffen hat.

Bei den Bildungszentren sind vor allem Suchtreffer zur Qualifizierung sowie Angaben zur Infrastruktur (Vorhandensein von Robotern) vorhanden. Die Nennungen des Suchbegriffs vor allem im Kontext von Robotik-Kursen bzw. Kursen mit Robotik-Anteilen sind insgesamt jedoch sehr begrenzt. Die einzige konkrete Technik, die an einigen Standorten benannt wird, sind Schweißroboter, die an mehreren Standorten in der Ausbildung eingesetzt werden. Einziger Standort mit expliziter

Robotik-Weiterbildung ist die HWK Dresden mit dem Roboter-Schweißen. Es fällt zudem das Projekt Robonet auf, das an vielen Stellen erwähnt wird und viele Treffer ausmacht. Als Vortragsreihe taucht zudem „Kollege Roboter“ an vielen Stellen auf. Die HWK Koblenz hat eigenständige Veranstaltungsformate, ebenso wie die HWK Dresden, die sich außerhalb des Rahmens der anderen Kammern bewegen. Geografisch fällt auf, dass Qualifizierungsangebote häufiger in Sachsen, dem nördlichen Bayern und dem Rhein-Main-Gebiet sowie in Nordrhein-Westfalen auftauchen, es aber keinen starken Effekt auf Ebene der Bundesländer gibt, der nicht mit der allgemeinen Bevölkerungs-/ Betriebsdichte erklärbar wäre.

### 3.2 Betriebe und Robotik

Im zweiten Schritt erfolgt die Analyse von Handwerksbetrieben des Handwerkskammerbezirks Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim. Hier weisen insgesamt etwa 250 Betriebe einen relevanten Treffer im Kontext Robotik auf, die im Folgenden näher betrachtet werden können. Hierbei wird zunächst auf die im Einzelnen identifizierten Begriffe eingegangen, dann erfolgt eine Analyse nach Gewerken und schließlich eine regionale Analyse.

#### Identifizierte Begriffe

Um den Kontext der Robotik-Nutzung besser einschätzen zu können, zeigt Abb. 10 zunächst diese konkret identifizierten Begriffe.

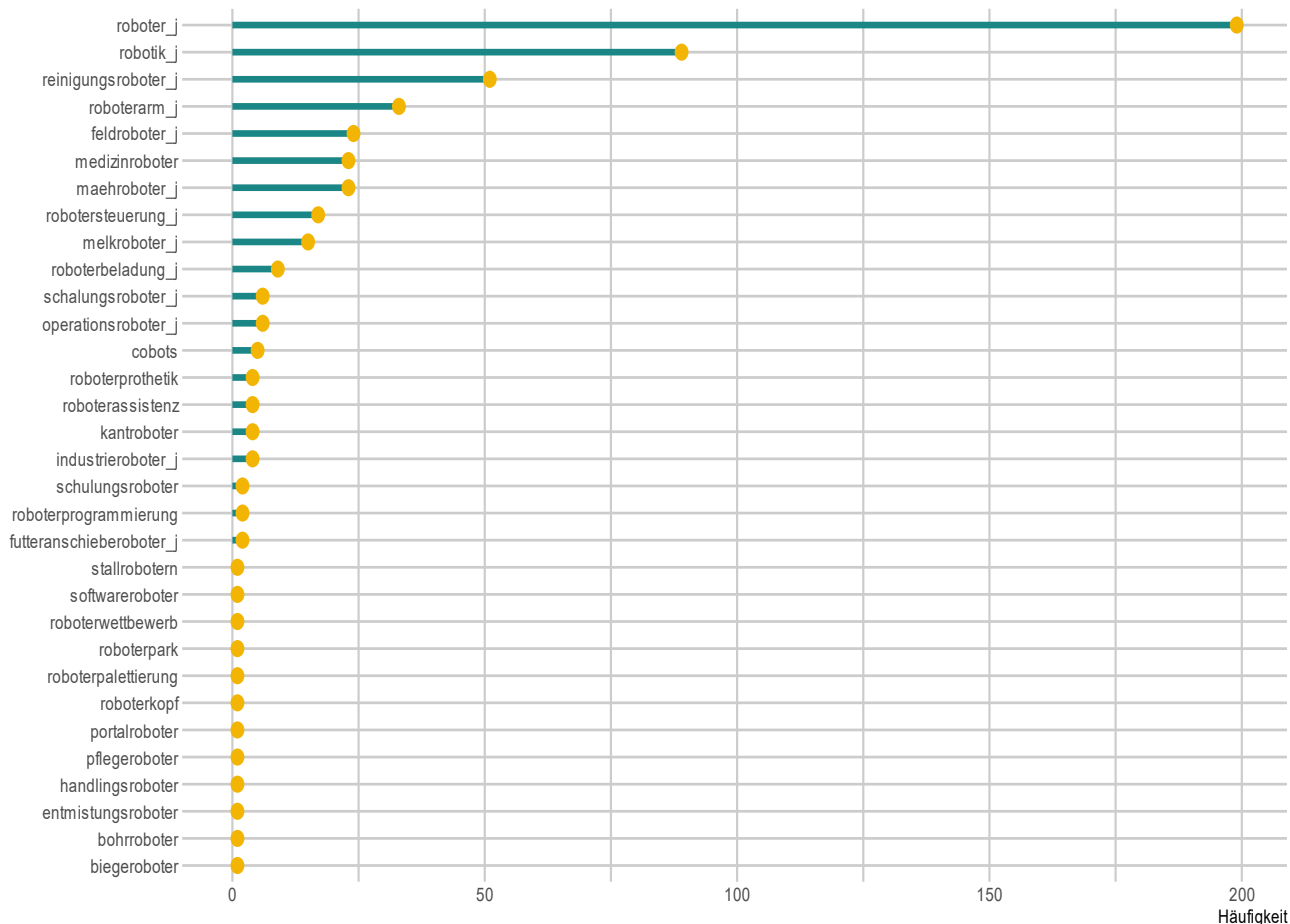


Abb. 10: Robotik auf Webseiten von Betrieben

Anmerkung: In dieser Auswertung werden Plattformprofile und Bildungsstätten auf Grund der Auswertungsstruktur mitgeführt. Jeder Betrieb wird nur einmal pro Begriff gezählt und dabei die erste Nennung auf der Website verwendet. Gezeigt werden Begriffe mit mindestens einer Nennung.

Quelle: Webscraping-Analyse der Handwerksbetriebe im Kammerbezirk Osnabrück-Emsland-Bad Bentheim



Hierbei zeigen sich bereits eine Reihe von aufschlussreichen Ergebnissen. Am häufigsten werden allgemeine Begriffe in Bezug auf Robotik / Roboter genannt, die insgesamt mit in Summe rund 280 Nennungen relativ häufig sind. Im Anschluss zeigen sich jedoch bereits Reinigungsroboter (50 Nennungen), Roboterarm mit Produktionshintergrund, Feldroboter aus dem Agrar-Bereich sowie Medizinroboter, Mähroboter, Robotersteuerung sowie Melkroboter als relativ häufige Robotertechnologien. Es lässt sich folglich ableiten, dass in Bezug auf Robotik der Produktionsbereich wichtig ist, ebenso wie die Medizintechnik, der Agrarbereich sowie die Reinigungsbranche und der Handel mit Robotern für den Privatbereich, z.B. Mäh- und Saugroboter.

**Ergebnis 8:** Die häufigsten Nennungen sind allgemeine Begriffe zur Robotik, Reinigungsroboter, Roboterarm mit Produktionshintergrund, Feldroboter, Medizinroboter, Mähroboter, Robotersteuerung sowie Melkroboter.

### Gewerkeverteilung

Abb. 11 zeigt die Verteilung der Begrifflichkeiten über die relevanten Gewerke hinweg. Ab hier werden Plattformprofile und Bildungsstätten nicht mehr in die Auswertung einbezogen.

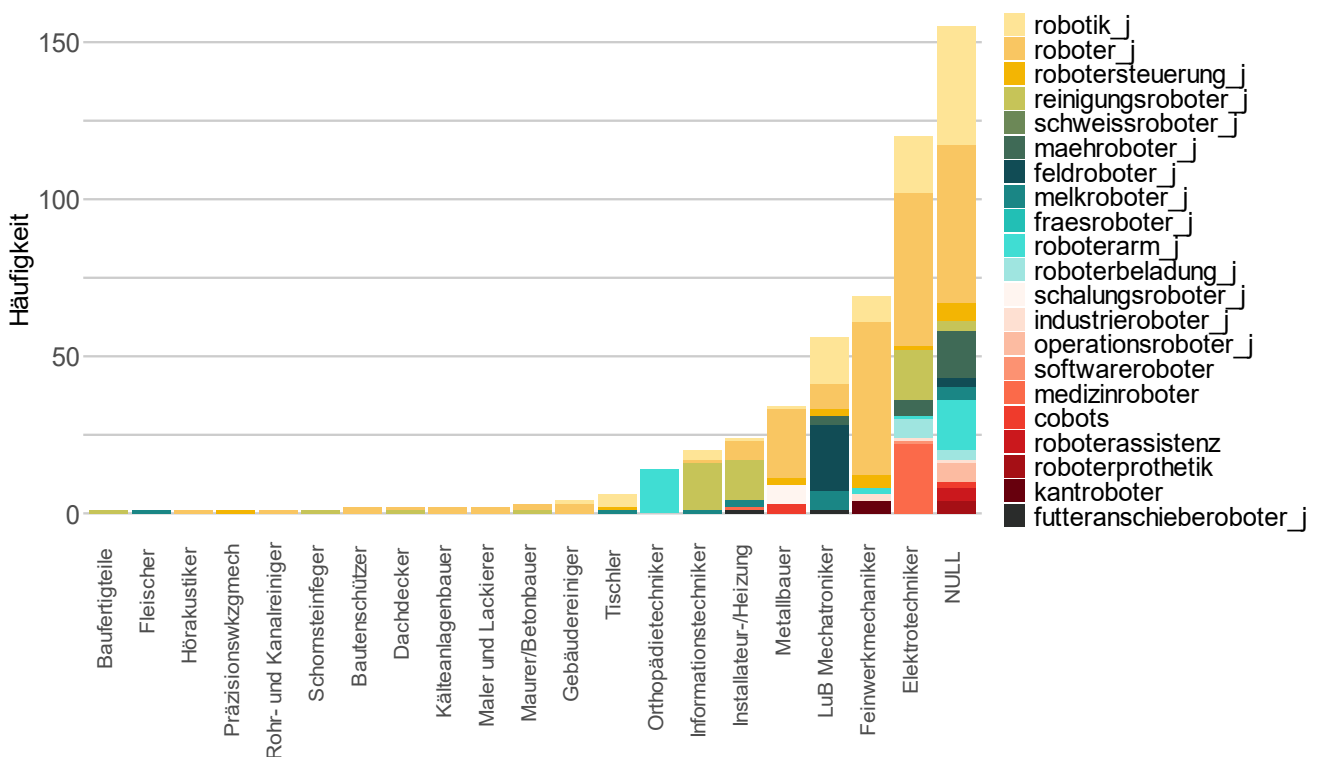


Abb. 11: Robotik auf Webseiten von Betrieben nach Gewerken

Anmerkung: Gezeigt werden Gewerke ab einem Treffer und Technologien mit mindesten drei Treffern. Jeder Betrieb wird nur einmal pro Begriff gezählt und dabei die erste Nennung auf der Website verwendet.

Quelle: Webscraping-Analyse der Handwerksbetriebe im Kammerbezirk Osnabrück-Emsland-Bad Bentheim

In dieser Auswertung lässt sich die Gewerkeverteilung im Themenbereich der Robotik ablesen. Dominant sind vor allem die Elektrotechniker, Feinwerkmechaniker sowie Land- und Baumaschinenmechaniker. Metallbauer, SHK-Gewerke und Orthopädietechniker sind ebenfalls relativ häufig vertreten, aber in geringerem Maße. Hierbei zeigt sich auch, dass die relativ stark digitalisierten Gewerke bzw. die Gewerke mit Bezug zu KI relativ deckungsgleich mit Betrieben sind, die Bezug zur Robotertechnologie aufweisen. Die weiteren auf-

geführten Gewerke haben auf ihren Webseiten eine unwesentliche Anzahl an Robotik-Nennungen. Auffällig sind dabei z.B. die Gebäudereiniger, die offensichtlich nicht für die in dieser Untersuchung ermittelte relativ häufige Nennung des Begriffs Reinigungsroboter verantwortlich sind. Es handelt sich bei den erwähnten Reinigungsrobotern somit vermutlich hauptsächlich um für den Privatgebrauch ausgelegte Saug- und Wischroboter.

Auffällig ist ferner der hohe Anteil an Nennungen von Begriffen zur Robotik auf Webseiten von Betrieben ohne eine Gewerkenennung in der Handwerksrolle. Da die im Webscraping untersuchten Begriffe undifferenziert und breit verteilt sind, ist dabei häufig nicht ersichtlich, aus welchen Gewerken die Betriebe stammen.

Deutlich wird aber auch die logische Verteilung der Begriffe bestimmter Roboterarten auf die Webseiten spezifischer Gewerke, z.B. Roboterarme bei Orthopädietechnikern, Feldroboter bei Land- und Baumaschinenmechatronikern oder Reinigungsroboter bei SHK-Gewerken, Elektrotechnikern und Informationstechnikern.

**Ergebnis 9:** Besonders häufig nutzen die Elektrotechniker, Feinwerkmechaniker sowie Land- und Baumaschinenmechatroniker auf ihren Webseiten Begriffe zur Robotik. Ebenfalls häufig, aber in geringerem Maße gilt dies für Metallbauer, SHK-Gewerke und Orthopädietechniker.

### Regionale Verteilung

Als dritte Auswertung kann die regionale Verteilung der Roboternutzung betrachtet werden (Abb. 12). Hierbei wird erneut gezeigt, wie viele Betriebe nach PLZ-Bezirk einen Robotik-bezogenen Begriff auf ihrer Webseite aufweisen. Es zeigt sich im Wesentlichen, dass in den Großräumen um Osnabrück, Nordhorn und Meppen relativ häufig Betriebe mit entsprechenden Technologien angesiedelt sind. Gleichzeitig zeigt sich aber auch eine relative Gleichverteilung der betreffenden Betriebe im Raum, sodass Webseiten von Betrieben im ländlichen Raum keineswegs prinzipiell weniger Nennungen von Begriffen zur Robotik aufweisen. Bezogen auf die Betriebsdichte steht der ländliche Raum, was die Verwendung von Robotik angeht, somit vergleichbar mit den Ballungsräumen da.

Auffällig ist das relativ seltenere Auftreten der Suchbegriffe in den peripheren Räumen des Kammerbezirks mit Ausnahme der Grenzregion zu den Niederlanden. Einzelne PLZ-Bereiche mit sehr häufigen Nennungen (zwischen 8 und 11 Nennungen) sind: Meppen, Georgsmarienhütte, Wallenhorst, Hagen ATW, Werlte, Spelle / Lünne / Schapen, Osnabrück-Stadt, Osnabrück-Stadt, Haren (Ems), Melle.

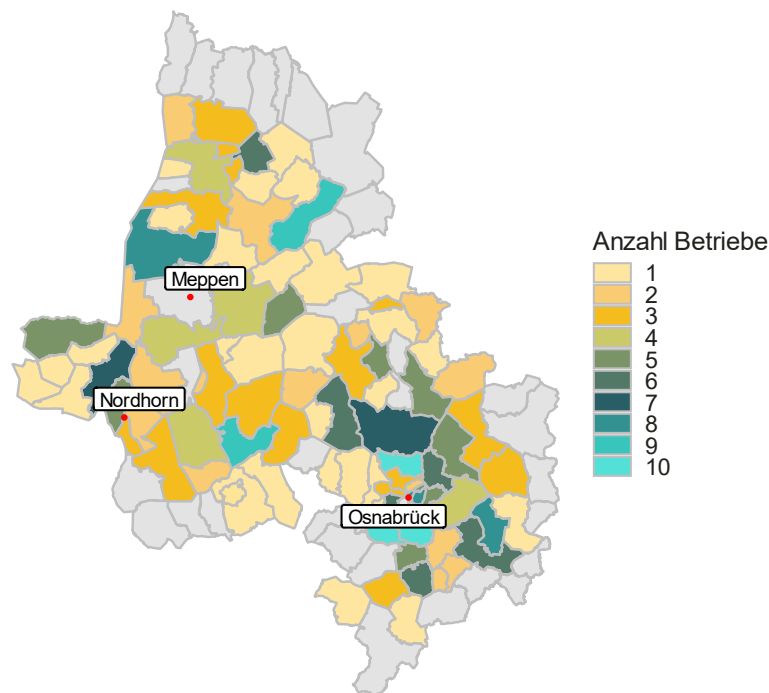


Abb. 12: Robotik auf Webseiten von Betrieben nach regionaler Verteilung

Quelle: Webscraping-Analyse der Handwerksbetriebe im Kammerbezirk Osnabrück-Emsland-Bad Bentheim

**Ergebnis 10:** Wird die Betriebsdichte berücksichtigt, so besteht eine relative Gleichverteilung auf räumlicher Ebene. Urbane Räume sind folglich nicht deutlich

fortschrittlicher in der Nutzung von Robotik als die ländlichen Räume.

## 4. Fazit

Die vorliegende Studie nutzt einen Webscraping-Ansatz, um eine Reihe von grundlegenden Fragen zur Robotik im Handwerk zu klären. Insbesondere wurde explorativ untersucht, inwieweit Bildungsangebote zur Robotik etabliert wurden und in welchen Bereichen bereits eine Übernahme der Technologie in Handwerksbetrieben erfolgt ist. Zu diesem Zweck wurden rund 500 Webseiten von handwerklichen Bildungseinrichtungen und rund 5.000 Betriebswebseiten aus dem Handwerkskammerbezirk Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim nach einschlägigen Suchbegriffen analysiert.

Hierbei wurden auf Bildungsebene insbesondere die Fragen verfolgt, welche Bildungsangebote bestehen, welche inhaltlichen Schwerpunkte diese haben und welche regionalen Schwerpunkte sich dabei zeigen. Auf Betriebsebene wurde gefragt, welche Roboter-Technologien im Einzelnen genutzt werden, welche Gewerke diese einsetzen und wie die regionale Verteilung der Nutzung aussieht.

Im Ergebnis zeigen sich eine Reihe von relevanten Ergebnissen. Auf Ebene der Bildungseinrichtungen weisen (im Sommer 2021) rund 10 % der untersuchten Webseiten (50 Einrichtungen) inhaltlich sinnvolle Suchtreffer zur Robotik auf. Diese bestehen zu gleichen Teilen aus Bildungsangeboten, Erfahrungsberichten, Erwähnungen der Relevanz von Robotik sowie Forschungsk Kooperationen / Ansprechpartner / Karriere. Rund 6 % aller Bildungseinrichtungen haben konkrete Bildungsangebote zur Robotik. Diese Bildungsangebote differenzieren sich wiederum zu gleichen Teilen in die Bereiche Informationsveranstaltung, Qualifizierungsangebote sowie Sensibilisierung / Infrastrukturmennung. Die Handwerkskammern als Träger der Bildungseinrichtungen weisen etwas häufiger als andere Träger Suchtreffer im Bereich Robotik auf. Im Hinblick auf konkrete Bildungsangebote ist dies ebenfalls der Fall. Auf Gewerkeebene sind bei Bildungsangeboten zur Robotik der Baubereich sowie Kraftfahrzeugtechniker und Elektrotechniker am stärksten vertreten. Auf Ebene der Bundesländer zeigen sich keine starken Effekte. Auf regionaler Ebene bestehen häufiger Qualifizierungsangebote in Sachsen, dem nördlichen Bayern und dem Rhein-Main-Gebiet sowie in Nordrhein-Westfalen. Werden in die Analyse zusätzlich die Träger der Bildungseinrichtungen einbezogen, so zeigt sich, dass diese zusätzlich und in hohem Maße Veranstaltungen zur Robotik anbieten, wobei vor allem Sensibilisierung und Informationsveranstaltungen durchgeführt werden. Hierbei weisen rund 60 %

aller untersuchten Bildungsträger eine Form von Bildungsangebot im Bereich Robotik auf.

Auf Ebene der Betriebe zeigt sich, dass die häufigsten Nennungen allgemeine Begriffe zur Robotik sind, gefolgt von Reinigungsroboter, Roboterarm mit Produktionshintergrund, Feldroboter, Medizinroboter, Mähroboter, Robotersteuerung sowie Melkroboter. Besonders häufig nutzen die Elektrotechniker, Feinwerkmechaniker sowie Land- und Baumaschinenmechaniker Robotik. Ebenfalls häufig, aber in geringerem Maße, sind Metallbauer, SHK-Gewerke und Orthopädietechniker vertreten. Wird die Betriebsdichte berücksichtigt, so besteht eine relative Gleichverteilung auf räumlicher Ebene. Urbane Räume sind folglich nicht deutlich fortschrittlicher in der Nutzung von Robotik als die ländlichen Räume.

Wie können die Ergebnisse übergreifend aus einer Perspektive des Wissenstransfers eingeordnet werden? Zunächst zeigt sich, dass die Sensibilisierungs- und Informationsbereitstellung durch handwerkliche Bildungszentren bzw. deren Trägerinstitutionen in den letzten Jahren intensiviert wurde. Folglich wurden über verschiedene niedrigschwellige Angebote viele Betriebe mit den grundlegenden Möglichkeiten der Nutzung von Robotik in Kontakt gebracht. Der Niederschlag in den Bildungseinrichtungen ist dabei bislang noch begrenzt, was auch mit der begrenzten Nutzung in der Betriebslandschaft selbst zusammenhängt. Trotzdem bestehen in verschiedenen regionalen Schwerpunkten tiefergehende Qualifizierungsangebote und Infrastruktur zur Robotik für die am ehesten geeigneten Gewerke. Somit ist der Auftakt einer schrittweisen Übernahme von Robotik-Bildungsangeboten in die Curricula erfolgt, der – im Falle einer weiteren Adaption in der Betriebslandschaft – weiter ausgebaut werden kann. Auf Ebene der Betriebe wird nicht in der breiten Masse, aber in einigen kleineren Anwendungsfeldern Robotertechnologie eingesetzt, wobei bestimmte Gewerke mit besseren Anwendungsmöglichkeiten Vorreiter darstellen. Insgesamt steht somit der Wissens- und Technologietransfer für Robotik im Handwerk am Anfang, wobei in den betrachteten Bereichen bei den Bildungsträgern und in der Betriebslandschaft vielfältige Ansätze bestehen, die schrittweise zu einer stärkeren Nutzung der Robotik und vielfältigeren sowie vertieften Aus- und Weiterbildungsangeboten in diesem Bereich führen können.

## 5. Literatur

- Brockhaus, C. P., Bischoff, T. S., Haverkamp, K., Proeger, T. & Thonipara, A. (2020). Digitalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland – ein Forschungsüberblick. Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung (Heft 46). Göttingen.
- Meub, L. & Proeger, T. (2022). Künstliche Intelligenz in Handwerk und Mittelstand. Ein Forschungsüberblick. ifh Forschungsbericht Nr. 1. Göttingen.
- Proeger, T. & Meub, L. (2022). Fortgeschrittene Digitalisierung und Künstliche Intelligenz im Handwerk. Eine Webscraping-Analyse im Handwerkskammerbezirk Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim. ifh Forschungsbericht Nr. 5. Göttingen.
- Proeger, T., Meub, L. & Bizer, K. (2021). Webscraping als Instrument zur tagesaktuellen und umfassenden Strukturanalyse des Handwerks. Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung (Heft 55). Göttingen.
- Proeger, T., Thonipara, A. & Bizer, K. (2020). Mechanismen, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse der Digitalisierung im Handwerk. Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung (Heft 35). Göttingen.
- Runst, P. & Proeger, T. (2020). Digitalisierungsmuster im Handwerk - Eine regionale und sektorale Analyse des Digitalisierungs-Checks des Kompetenzzentrums Digitales Handwerk. Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung (Heft 39). Göttingen.
- Thonipara, A., Höhle, D., Proeger, T. & Bizer, K. (2020). Digitalisierung im Handwerk - ein Forschungsüberblick. Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung (Heft 36). Göttingen.
- Zentralverband des deutschen Handwerks [ZDH] und BITKOM (2022). Die Digitalisierung des Handwerks. Berlin 2022. Abruf unter: [https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-07/BitkomZDH\\_DigitalisierungHandwerk\\_Charts.pdf](https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-07/BitkomZDH_DigitalisierungHandwerk_Charts.pdf), letzter Abruf: 16.12.2022