

# Wirtschaft 4.0-Index

vbw

Studie

Stand: Mai 2024

Eine vbw Studie, erstellt von der IW Consult GmbH

Die bayerische Wirtschaft

```
elif_operation == "MIRROR_Z":  
    mirror_mod.use_x = False  
    mirror_mod.use_y = False  
    mirror_mod.use_z = True  
  
#selection at the end - add back in  
mirror_ob.select= 1  
modifier_ob.select= 1  
bpy.context.scene.objects.active =  
print("Selected" + str(modifier_ob))  
#mirror_ob.select  
time = bpy.context.scene.frame_current  
bpy.data.objects[mirror_ob.name].select
```



Hinweis

Zitate aus dieser Publikation sind unter Angabe der Quelle zulässig.

Hinweis

Zitate aus dieser Publikation sind unter Angabe der Quelle zulässig.

# Vorwort

## Digitale Transformation

Die digitale Transformation ist der entscheidende Treiber für Innovationen. Sie birgt enorme Potenziale für neue Wertschöpfung und als Schlüssel zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen wie Klimawandel oder demografische Veränderungen. Mit dem vorliegenden Wirtschaft 4.0-Index ergänzen wir unsere Instrumente zur Messung des Fortschritts der digitalen Transformation in Bayern.

Mittlerweile werden einige digitale Werkzeuge breit genutzt und tragen zu einer effizienteren Abwicklung des Geschäftsbetriebs bei. Neue Möglichkeiten und große Fortschritte versprechen aber vor allem anspruchsvollere Anwendungen, mit denen Daten möglichst durchgängig erfasst, verknüpft und genutzt werden können. Hier haben unsere bisherigen Studien gezeigt, dass noch vergleichsweise wenige Unternehmen die Potenziale nutzen. Auch der Wirtschaft 4.0-Index bestätigt dieses Bild, zeigt aber zugleich auch neue Handlungsansätze auf.

Im Unterschied zu früheren Analysen geht es hier um einen Blick von außen, der zugleich nahezu eine Vollerhebung ermöglicht. Damit ist nicht nur eine Differenzierung nach Branche und Größe möglich, sondern die Studie legt auch regionale Unterschiede in Bayern offen. Sie zeigt auf, wo die Digitalisierung besonders erfolgreich umgesetzt wird, aber auch, wo trotz günstiger Strukturen der Wandel nur schleppend vorangeht. Auf dieser Grundlage lassen sich Ansätze für die Verbesserung digitaler Ökosysteme identifizieren.

Angesichts der branchenübergreifenden Bedeutung einer erfolgreichen digitalen Transformation ist eine aktive Standortpolitik mit einer bedarfsgerechten Unterstützung der Wirtschaft ein entscheidendes Element, um die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit Bayerns sicherzustellen. Es gilt, einen Rahmen zu schaffen, in dem Unternehmen in allen Landesteilen die Chancen der Digitalisierung voll ausschöpfen können.

Bertram Brossardt  
10. Mai 2024



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Auftrag und Methode</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Der Digitalisierungsgrad der bayerischen Wirtschaft</b>	<b>7</b>
3.1	Gesamtbetrachtung	7
3.2	Branchen und Branchenstruktur	10
3.3	Größenklassen	16
3.4	Regionstypen	17
3.5	Technologie-Hotspots	19
<b>4</b>	<b>Digitale Ökosysteme und regionale Hotspots</b>	<b>25</b>
4.1	Güte digitaler Ökosysteme	25
4.2	Potenzialausschöpfung digitaler Ökosysteme	27
<b>5</b>	<b>Fallstudien digitaler Hotspots</b>	<b>32</b>
5.1	Technologie-Hotspot Amberg: Digital Twins	32
5.2	Technologie-Hotspot Tirschenreuth: Sensorik	33
5.3	Technologie-Hotspot Regensburg: künstliche Intelligenz	33
5.4	Regionaler Hotspot Landshut: Hidden Champion	34
5.5	Regionaler Hotspot München: Nachzügler	35
	Abbildungsverzeichnis	37
	Tabellenverzeichnis	38
	Anhang	39
	Ansprechpartner/Impressum	50

# 1 Zusammenfassung

Knapp acht Prozent der bayerischen Unternehmen sind digitalaffin – es gibt große Unterschiede zwischen Branchen, Regionen und Größenklassen

Als digitalaffin werden Unternehmen eingestuft, wenn auf ihren Websites Begriffe zu finden sind, die auf den Einsatz digitaler Technologien, Prozesse, Produkte oder Geschäftsmodelle hinweisen. Hierfür wurden Wortwolken zu den zwölf relevantesten Technologien wie Cloud, Cyber Security oder künstliche Intelligenz gebildet. Ein Unternehmen wird dann als digitalaffin klassifiziert, wenn zwei dieser über hundert eindeutigen Begriffe, die die Wirtschaft 4.0 charakterisieren, auf den Websites getroffen werden. Der Anteil der Unternehmen in einer kreisfreien Stadt oder einem Landkreis, der als digitalaffin klassifiziert wird, beschreibt die regionale Wirtschaft 4.0-Intensität (kurz: W4.0-Intensität). Die Besonderheit der Studie liegt in der verwendeten Methodik. Die Grundlage ist eine Auswertung von 440.000 bayerischen Unternehmen mit einer Website. Unberücksichtigt bleiben nur Kleinstunternehmen ohne Website. Die Studie basiert deshalb auf einer Quasi-Vollerhebung aller nach Umsatzmaßstäben relevanten Unternehmen in Bayern.

In Bayern können 7,9 Prozent bzw. knapp 35.000 aller berücksichtigten Unternehmen als digitalaffin eingeordnet werden. Im Bund beträgt diese Quote nur 7,5 Prozent. Die bayerischen Unternehmen sind nach diesem Maßstab überdurchschnittlich digitalisiert.

Es gibt zwischen den 96 bayerischen kreisfreien Städten und Landkreisen eine große Spannweite bei der W4.0-Intensität. Sie reicht von 12,4 Prozent in der Landeshauptstadt München bis 4,2 Prozent im Landkreis Oberallgäu. Nur insgesamt 19 der 96 bayerischen kreisfreien Städte und Landkreise erreichen eine überdurchschnittliche W4.0-Intensität. Diese Anteile unterscheiden sich sehr stark nach den Regionstypen. Sie sind in den Städten und in dem angrenzenden hochverdichteten Umland deutlich höher als in den ländlichen Regionen.

Große Unterschiede zeigen sich auch zwischen Branchen. Die Studie differenziert nach 14 Branchengruppen. Die Spanne der W4.0-Intensitäten reicht von 25,5 Prozent im Bereich IKT und Software bis 2,8 Prozent im Tourismus. Dass auch die Branche IKT und Software weit von einer „Volldigitalisierung“ entfernt ist, liegt an den für die Erhebung verwendeten Begriffen, die beispielsweise einfache Dienstleistungen mit digitalem Bezug wie die Einrichtung und Wartung von Computern nicht erfassen. Hinter dem Spitzenreiter erreichen die Luft- und Schifffahrt (20,0 Prozent) und die Finanzwirtschaft (19,5 Prozent) die nächsten Plätze auf dem Siegertreppchen. Weitere überdurchschnittliche Ergebnisse erzielen die Energie-, Abfall- und Wasserwirtschaft (11,8 Prozent), die M+E-Industrie (11,3 Prozent), die Unternehmensnahen Dienstleistungen (9,4 Prozent). Nahe am bayerischen Durchschnitt bewegt sich die Grundstoffindustrie (8,1 Prozent). Unterdurchschnittliche Werte weisen die Gesellschaftsnahen Dienstleistungen, die Immobilienwirtschaft, der Handel, die Sonstige Logistik, die Bauwirtschaft und das Sonstige Verarbeitende Gewerbe auf.

## Zusammenfassung

Größere Unternehmen haben eine deutlich höhere W4.0-Intensität als kleinere. Die Spanne reicht von durchschnittlich 6,6 Prozent in Unternehmen bis neun Beschäftigte bis zu 37,5 Prozent in Großunternehmen mit 1.000 oder mehr Beschäftigten. Mehr als ein Viertel der Beschäftigten (28,6 Prozent) in Bayern arbeiten in digitalaffinen Unternehmen.

Die Intensität digitalaffiner Unternehmer in einer kreisfreien Stadt oder einem Landkreis hängt von der Güte des dortigen digitalen Ökosystems ab. Eine Modellrechnung zeigt, dass die W4.0-Intensitäten mit zunehmender Einwohnerdichte, zunehmenden Anteilen von Beschäftigten in Großunternehmen, zunehmenden Anteilen von Unternehmen in digitalaffinen Branchen und mit zunehmender Anzahl von Forschungseinrichtungen signifikant ansteigen. Das sind die Eigenschaften, die ein leistungsfähiges digitales Ökosystem beschreiben. Für jede kreisfreie Stadt und jeden Landkreis kann unter Verwendung dieser Merkmale ein „strukturbereinigter W4.0-Index“ berechnet werden, der angibt, wie hoch die W4.0-Intensität für das jeweilige Ökosystem eigentlich sein müsste. Diese Potenzialgröße ist ein wichtiger Beurteilungsmaßstab. Kreisfreie Städte und Landkreise mit einer strukturbereinigten W4.0-Intensität, die höher liegt als der bayerische Durchschnitt, haben ein günstiges digitales Ökosystem – hier müssten relativ viele digitalaffine Unternehmen ansässig sein. In kreisfreien Städten und Landkreisen, in denen diese Bedingung nicht erfüllt ist, agieren die Unternehmen entsprechend in einem eher ungünstigen Umfeld – hier müsste die W4.0-Intensität relativ gering ausfallen.

Es lassen sich so vier Kategorien bilden:

- High Performer: kreisfreie Städte und Landkreise mit einer überdurchschnittlichen W4.0-Intensität und einer überdurchschnittlichen Ausnutzung der Potenziale – es sind also noch mehr digitalaffine Unternehmen ansässig als das Modell vorhersagt. In Bayern erfüllen 15 kreisfreie Städte und Landkreise diese beiden Kriterien. Die Top-3 sind die Städte Hof, Erlangen und der Landkreis Günzburg.
- Hidden Champions: kreisfreie Städte und Landkreise mit einer unterdurchschnittlichen W4.0-Intensität, aber einer überdurchschnittlichen Ausnutzung ihrer Potenziale – es sind also zumindest mehr digitalaffine Unternehmen ansässig als das Modell vorhersagt. 32 kreisfreie Städte und Landkreise in Bayern gehören dieser Gruppe an. Diese Liste wird angeführt von den Landkreisen Berchtesgadener Land, Lindau und Kelheim. Alle Hidden Champions haben ein unterdurchschnittlich ausgeprägtes digitales Ökosystem, schaffen es aber trotzdem, ihre Potenziale überdurchschnittlich gut zu nutzen.
- Nachzügler: kreisfreie Städte und Landkreise mit einer überdurchschnittlichen W4.0-Intensität, die aber die Potenziale ihres digitalen Ökosystems noch nicht vollständig ausnutzen – es sind also nicht so viele digitalaffine Unternehmen ansässig, wie das Modell vorhersagt. Aufgrund der Rahmenbedingungen in diesen kreisfreien Städten und Landkreisen müsste die W4.0-Intensität höher sein. In diese Gruppe fallen vier kreisfreie Städte und Landkreise in Bayern. Dazu gehören die Städte München, Nürnberg und Bayreuth.
- Herausgeforderte: Dazu gehören kreisfreie Städte und Landkreise mit einer unterdurchschnittlichen W4.0-Intensität, die zudem ihre Potenziale nicht vollständig ausschöpfen können – es sind also nicht so viele digitalaffine Unternehmen ansässig, wie das Modell vorhersagt. Dazu zählen in Bayern 45 Regionen.



Wirtschafts- und technologiepolitisch besonders interessant sind die Hidden Champions, weil ihre Erfahrungen Blaupausen sein könnten, wie auch kreisfreie Städte und Landkreise ohne gute Startbedingungen zumindest in Teilbereichen einen Digitalisierungsschub organisieren können. In der Gruppe der Herausgeforderten ist herauszustellen, dass Erklärungen eines ungünstigen Umfeldes zu kurz greifen können, wenn nach den Ursachen der Digitalisierungsdefizite gesucht wird.

Es wurden auch Technologie-Hotspots identifiziert. Dabei wurden zunächst diejenigen Unternehmen identifiziert, die den zwölf digitalen Technologien über die automatisierte Suche auf den Websites („Webcrawling“) zugeordnet werden können. Gut 54.000 Unternehmen (12,3 Prozent aller berücksichtigten Unternehmen) erfüllen diese Eigenschaft. Ein regionaler Hotspot existiert dann, wenn in einer Region im Vergleich zum bayerischen Durchschnitt mindestens 20 Prozent mehr Unternehmen mit einer bestimmten digitalen Ausrichtung ansässig sind. So lassen sich regionale Unternehmenskonzentrationen beispielsweise zu Themen wie Cloud, Cyber Security oder künstliche Intelligenz bestimmen. Diese thematische Clusterung kann vielfältig analysiert werden, beispielsweise ob thematische Hochschul- oder Forschungsinstitutsschwerpunkte in Unternehmensausgründungen münden oder welche Hotspots gezielt weiterentwickelt werden sollten, weil die Unternehmen noch nicht in ein digitales Ökosystem eingebunden sind. Die meisten Technologie-Hotspots werden in Erlangen (alle 12 betrachteten Technologien) sowie in der Stadt und im Landkreis München mit je 11 Treffern identifiziert. Von den 39 kreisfreien Städten und Landkreisen mit einem digitalen Hotspot befinden sich 16 in ländlichen Räumen. Ein wesentliches Ergebnis ist deshalb, dass Technologie-Hotspots zumindest vereinzelt in allen Teilräumen Bayerns zu finden sind.

Die Güte der Treffsicherheit des Modells der W4.0-Intensität wird durch einen Vergleich mit einschlägigen Befragungsergebnissen zur Digitalisierung von Unternehmen sichergestellt. Verwendet wird dafür der Datensatz aus einer großen und regelmäßig durchgeführten BMWK-Studie, der auch als Basis für verschiedene Analysen der digitalen Reife bayerischer Unternehmen verwendet wurde.<sup>1</sup> Für die dort in den letzten Wellen befragten insgesamt rund 3.500 Unternehmen wurde ein Digitalisierungsindex mit einer Ausprägung von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“ auf Basis der Befragungsergebnisse gebildet. Ökonometrische Überprüfungen zeigen, dass ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen diesem Index und dem webbasierten W4.0-Index besteht. Trotz möglicher Fehlklassifizierungen in Einzelfällen kann mit dem W4.0-Index der Digitalisierungsgrad größerer Gruppen (Bundesland, Branchen, Größenklassen, Regionen) also treffsicher abgebildet werden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Büchel, Jan; Bakalis, Dennis; Scheufen, Marc, 2024, Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland, Langfassung der Ergebnisse des Digitalisierungsindex im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Köln.  
Vgl. vbw, 2022, Digitalisierung der Unternehmen in Bayern.

## 2 Auftrag und Methode

Wirtschaft 4.0-Index erlaubt die Identifizierung aller digitalaffinen Unternehmen in Bayern

Die digitale Transformation ist ein Megatrend, der die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und den Strukturwandel aktuell und in den nächsten Jahren maßgeblich prägt. Die bayerischen Unternehmen sehen in der Digitalisierung mehr Chancen als Risiken<sup>2</sup>. Allerdings kommt die Digitalisierung der Unternehmen nur langsam voran. Das zeigen beispielsweise regelmäßige Befragungen im Rahmen des BMWK-Projektes „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“<sup>3</sup>:

- In der aktuellen Erhebung des Jahres 2023 werden 25,6 Prozent der Unternehmen in einem Drei-Stufen-Modell zur Messung des Digitalisierungsgrades der internen Prozesse der höchsten Stufe (stark digitalisiert) zugerechnet. Dieser Anteil ist gegenüber dem Vorjahr unverändert und kaum höher als im Jahr 2020 (22,7 Prozent).
- Im Jahr 2023 entfallen knapp 18 Prozent auf rein digitale Produkte oder auf Produkte mit einer digitalen Komponente. Dieser Anteil lag 2022 noch bei gut 20 Prozent und damit in etwa auf dem Niveau des Jahres 2020.
- Rund 30,3 Prozent der Beschaffungen laufen aktuell über digitale Kanäle (2020: 29,7 Prozent). Auf der Absatzseite beträgt der digitale Anteil 25,4 Prozent (2020: 20,6 Prozent).

Die deutschlandweiten Befragungen wurden auch gesondert für Bayern ausgewertet, das letzte Mal 2021<sup>4</sup>:

- Der Anteil der digitalisierten Unternehmen in Bayern erhöhte sich von 22,2 Prozent (2019) auf 26,4 Prozent (2021) und lag im Jahr 2021 um einen Prozentpunkt über dem Vergleichswert für Deutschland.
- Im Jahr 2020 erzielten bayerische Unternehmen 24,5 Prozent ihres Umsatzes mit digitalen Produkten – auch dieser Wert war 2020 deutlich höher als bundesweit (22,4 Prozent).

Die Messung des Digitalisierungsfortschrittes ist sehr wichtig, denn sie ist der erste Schritt für die Erarbeitung von Konzepten für eine tiefere und beschleunigte Digitalisierung der Unternehmen. Umfragen sind dazu ein geeignetes Instrument. Sie geben tiefe Einblicke in die Unternehmen und können repräsentativ hochgerechnet werden. Befragungen haben aber immer einen begrenzten Stichprobenumfang und erlauben deshalb nur eine sehr begrenzte Differenzierung nach Branchen, Größenklassen und/oder Regionen.

---

<sup>2</sup> vbw, 2022, Digitalisierung der Unternehmen in Bayern.

<sup>3</sup> Büchel, Jan; Bakalis, Dennis; Scheufen, Marc, 2024, Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland, Langfassung der Ergebnisse des Digitalisierungsindex im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Köln.

<sup>4</sup> vbw, 2022, Digitalisierung der Unternehmen in Bayern.

Diese Einschränkung kann durch den Wirtschaft 4.0-Index (W4.0-Index) der IW Consult aufgehoben werden. Der Index liegt für alle deutschen Unternehmen vor, die eine Website haben<sup>5</sup>. Dadurch wird eine Quasi-Vollerhebung für alle relevanten Unternehmen möglich.

Der Index basiert auf einer systematischen Auswertung der Websites aller deutschen Unternehmen mit einer Website auf Basis eines semantischen Modells. Dabei werden die Websites auf 29 Wortwolken mit über 100 eindeutigen Begriffen (Anlage 2, Seite 9 des Anhangs)<sup>6</sup> abgesucht, die auf den Einsatz digitaler Technologien, Prozesse, Geschäftsmodelle oder Produkte hinweisen. Werden auf der Website eines Unternehmens Begriffe aus mindestens zwei verschiedenen Wortwolken gefunden, gilt das Unternehmen als digitalaffin. Grundlage dieser Big-Data-Analyse ist die Plattform BEAST des Dienstleisters beDirect, die einen Vollzugriff auf die Websites ermöglicht. Ein Unternehmen kann bei diesem Verfahren nur zwei Zustände haben: „digitalaffin“ oder „nicht digitalaffin“. Ein Index kann daraus erst dann konstruiert werden, wenn mehrere Unternehmen zu Gruppen (Branchen, Größenklassen und/oder Regionen) zusammengefasst werden. Als einfache Kennzahl zur Beschreibung der digitalen Affinität wird der Anteil der digitalaffinen Unternehmen an allen Unternehmen der betrachteten Subgruppe verwendet. Je höher dieser Anteil (W4.0-Intensität) ist, desto höher ist die digitale Reife der betrachteten Gruppe. Der Erkenntnisgewinn liegt nicht in der absoluten Höhe dieser Anteile, sondern im Vergleich mit anderen Benchmarkgruppen.

Die Methodik zur Ermittlung der W4.0-Intensität wird bereits seit 2014 eingesetzt, anfangs als Industrie-4.0-Index im Rahmen des jährlich veröffentlichten Städterankings im Auftrag von ImmoScout und der WirtschaftsWoche.<sup>7</sup> Ähnliche Methoden setzen auch andere Forschungsinstitute ein. So hat beispielsweise auch das ZEW 2018 die Vorteile eines solchen Ansatzes im Kontrast zu klassischen Panels beleuchtet<sup>8</sup>. In einer weiteren Publikation aus 2021 verfolgte das ZEW einen Ansatz zur Generierung webbasierter Innovationsindikatoren.<sup>9</sup> Traditionelle Innovationsindikatoren auf Firmenebene aus der fragebogenbasierten Innovationserhebung des ZEW bildeten die Prognosegrundlage. Anhand der Unternehmens-Websites erfolgte dann eine Schätzung nicht befragter Firmen aus Deutschland, ob diese Innovatoren sind oder nicht. Anschließend wurde das Klassifikationsmodell anhand von Patentstatistiken, Umfragedaten und regionalen Innovationsindikatoren auf dessen Zuverlässigkeit getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass es statistisch signifikante Vorhersagen liefert.

Das angewendete Verfahren beruht auf Merkmalen, die von außen beobachtet werden können. Es sind „weak signals“, mit denen die Unternehmen beschreiben, wie sie gesehen

---

<sup>5</sup> Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes waren das 69 Prozent aller Unternehmen im Jahr 2023 in Deutschland.

<sup>6</sup> Zwei Beispiele:

- Intelligente Fabrik, Smart Factory, Fabrik 4.0, vollvernetzte Produktion, Gateway, Losgröße 1, kundenindividuelle Produkte, Mass Customization, Neuromorphic Engineering, Head-Eye Systems, Neuromorphic Hardware, Human Machine Interaction, Mensch-Technik-Interaktion, COBOT, Collaborative Robots
- Digitale Fabrik, Virtual Production, Virtual Productions, Virtuelle Produktion

<sup>7</sup> IW Consult GmbH, 2014, Städteranking 2014 – Deutsche Großstädte im Vergleich. Untersuchung im Auftrag von ImmobilienScout24, Köln.

<sup>8</sup> Publikation: [Web Mining of Firm Websites: A Framework for Web Scraping and a Pilot Study for Germany | ZEW](#)

<sup>9</sup> <https://www.zew.de/publikationen/predicting-innovative-firms-using-web-mining-and-deep-learning-2>

werden wollen. Einzelne Zuordnungen können falsch sein. Es gibt Fehler erster Art (Zuordnung eines Unternehmens als digitalaffin, obwohl es nicht digitalaffin ist) und Fehler zweiter Art (Nichtererkennung eines digitalaffinen Unternehmens). Die Analysen bieten aber im Durchschnitt größerer Gruppen von Unternehmen sehr plausible Ergebnisse und haben sich als statistisch robust erwiesen. Deshalb wird im Folgenden als kleinste Analyseeinheit ein Landkreis oder eine kreisfreie Stadt gewählt.

Die Ergebnisse hängen sehr stark von den gewählten Schlüsselbegriffen ab. Deshalb sind Plausibilitätsprüfungen der gewählten Suchalgorithmen notwendig. Dazu werden die Befragungsergebnisse der oben erwähnten Studie zur Messung der Digitalisierung der Wirtschaft<sup>10</sup> verwendet. Mithilfe der Indikatoren „Reifegrad der internen Prozesse“ und „Umsatzanteile mit digitalen Produkten“ wird für jeden Teilnehmer der Befragung ein Digitalisierungsreifegrad gebildet, der Werte zwischen 0 Punkten (= sehr niedrig) und acht Punkten (= sehr hoch) annehmen kann. Die These lautet, dass die digitalaffinen Unternehmen gleichzeitig einen hohen Digitalisierungsgrad in der Befragung haben.

Die These wird mithilfe eines Logit-Modells regressionsanalytisch überprüft. Dabei wird getestet, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Digitalindex aus der Befragung und dem W4.0-Index besteht. Die Modellschätzung mit insgesamt rund 3.500 Unternehmen in zwei Befragungswellen kommt zu dem statistisch hochsignifikanten Ergebnis, dass mit zunehmendem Digitalisierungsindex aus der Befragung die Wahrscheinlichkeit wächst, dass dieses Unternehmen auch digitalaffin im Sinne des W4.0-Index ist. Das rechtfertigt die Abschätzung des Digitalisierungsgrades von Teilsegmenten der Wirtschaft (Branchen, Unternehmensgrößen, Regionen) mithilfe des W4.0-Index und die Messung der Digitalisierungsintensität auch für die Segmente, für die keine Befragungsergebnisse vorliegen. Zudem zeigt die Analyse, dass die digitalaffinen Unternehmen vornehmlich in der Gruppe der höchsten Reifegrade der früheren Digitalisierungsstudien der vbw zu finden sind. In der höchsten Reifegradkategorie 8 sind fast 90 Prozent aller Unternehmen digitalaffin. In den niedrigsten Gruppen liegt der Anteil unter 50 Prozent. In der Befragung werden die Klassen 5-8 als digital reif klassifiziert, beim W4.0-Index sinkt der Anteil digitalaffiner Unternehmen aber bereits sprunghaft in Reifeklasse 7 auf 60 Prozent. Dies erklärt auch den Unterschied, dass die W4.0-Intensität deutlich geringer ausfällt als der Anteil der digitalisierten Unternehmen in den Befragungen.

Im Folgenden wird der Begriff W4.0-Intensität dafür verwendet, wie viele digitalaffine Unternehmen in einer kreisfreien Stadt oder einem Landkreis gemessen an allen Unternehmen ansässig sind.

---

<sup>10</sup> Büchel, Jan; Bakalis, Dennis; Scheufen, Marc, 2024, Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland, Langfassung der Ergebnisse des Digitalisierungsindex im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Köln.

## 3 Der Digitalisierungsgrad der bayerischen Wirtschaft

### Große Unterschiede zwischen Branchen, Unternehmensgrößen und Regionstypen

Die Datenbank BEAST enthält für Bayern knapp 440.000 Unternehmen, die in der Studie berücksichtigt werden. Sie bilden die Grundgesamtheit für die Berechnung der Anteile der Unternehmen, die die Bedingung „digitalaffin“ erfüllen. Das Unternehmensregister Bayern weist insgesamt rund 620.000 Unternehmen aus. Damit sind in dieser Studie rund 70 Prozent aller bayerischen Unternehmen berücksichtigt<sup>11</sup>. Die nicht einbezogenen Unternehmen sind im Regelfall Kleinstunternehmen mit geringen Beiträgen zu Umsätzen, Wertschöpfung oder Beschäftigung der bayerischen Wirtschaft. Die Studie basiert deshalb auf einer Quasi-Vollerhebung der volkswirtschaftlich relevantesten Unternehmen in Bayern.

#### 3.1 Gesamtbetrachtung

Im Durchschnitt sind in Bayern 7,9 Prozent der Unternehmen digitalaffin. Bundesweit liegt dieser Durchschnittswert bei 7,5 Prozent. In Bayern ist gemessen an diesem Indikator ein etwas höherer Anteil der Unternehmen digitalaffin als in Deutschland insgesamt.

Es gibt erhebliche regionale Unterschiede. Spitzenreiter ist die Landeshauptstadt München. Der Anteil digitalaffiner Unternehmen liegt bei 12,4 Prozent. Am anderen Ende dieses Rankings steht der Landkreis Oberallgäu mit 4,2 Prozent.

Zur Identifizierung digitaler Hotspots werden die 96 Landkreise und kreisfreien Städte Bayerns in sechs Gruppen aufgeteilt. In der ersten Gruppe mit den höchsten Intensitäten finden sich kreisfreie Städte und Landkreise, deren W4.0-Intensität mindestens um 20 Prozent über dem Durchschnitt liegt. Vier Städte erfüllen diese Bedingung:

- Stadt München (12,4 Prozent)
- Stadt Erlangen (11,8 Prozent)
- Landkreis München (11,8 Prozent)
- Stadt Kempten (9,8 Prozent)

---

<sup>11</sup> Das entspricht in etwa dem Anteil an Unternehmen, der nach Angaben des Statistischen Bundesamtes bundesweit eine Website hatte. Dieser Anteil liegt 2023 bei 69 Prozent (Statista, 2023).

In der zweiten Gruppe werden Landkreise und kreisfreie Städte mit einem W4.0-Indexwert zusammengefasst, der zwischen 10 und 20 Prozent über dem Durchschnitt und damit im Intervall zwischen 8,7 und 9,5 Prozent liegt:

- Stadt Regensburg (9,5 Prozent)
- Stadt Augsburg (9,4 Prozent)
- Stadt Würzburg (9,3 Prozent)
- Landkreis Starnberg (9,3 Prozent)
- Stadt Nürnberg (9,3 Prozent)
- Stadt Fürth (9,1 Prozent)
- Stadt Coburg (9,0 Prozent)
- Stadt Bamberg (8,9 Prozent)

Danach folgen die Städte Passau, Bayreuth, Hof, Schweinfurt, Memmingen sowie die Landkreise Schweinfurt und Günzburg mit einer W4.0-Intensität in der Kategorie „überdurchschnittlich“ mit Werten zwischen 7,9 und 8,7 Prozent. Auf die ersten drei Gruppen mit überdurchschnittlichen W4.0-Intensitäten entfallen nur 19 von 96 kreisfreien Städten oder Landkreisen.

In den übrigen 77 kreisfreien Städten und Landkreisen ist diese Quote unterdurchschnittlich. In der Gruppe „sehr stark unterdurchschnittlich“ (W4.0-Intensität von weniger als 80 Prozent des Landesdurchschnitts) befinden sich 39 kreisfreie Städte und Landkreise. Zwei Landkreise (Tirschenreuth und Oberallgäu) weisen Werte unter fünf Prozent auf.

Tabelle 1

## W4.0-Intensität nach Intensitätsklassen

Anzahl der kreisfreien Städte oder Landkreise; W4.0-Intensität an allen Unternehmen in Prozent

Gruppe	Kategorie	Bandbreite der W4.0-Intensität	Anzahl
I	Sehr stark überdurchschnittlich	9,5 Prozent und mehr	4
II	Stark überdurchschnittlich	8,7 bis 9,5 Prozent	8
III	Überdurchschnittlich	7,9 bis 8,7 Prozent	7
IV	Unterdurchschnittlich	7,2 bis 7,9 Prozent	18
V	Stark unterdurchschnittlich	6,4 bis 7,2 Prozent	20
VI	Sehr stark unterdurchschnittlich	Weniger als 6,4 Prozent	39
Gesamt			96

Erläuterung: W4.0-Intensität = Anteil digitalaffiner Unternehmen in Prozent aller Unternehmen; Gruppe I = mindestens 120 Prozent des Durchschnitts; Gruppe II = 110 bis 120 Prozent des Durchschnitts; Gruppe III = zwischen 100 und 110 Prozent des Durchschnitts; Gruppe IV = zwischen 90 und 100 Prozent des Durchschnitts; Gruppe V = zwischen 80 und 90 Prozent des Durchschnitts; Gruppe VI = weniger als 80 Prozent des Durchschnitts.

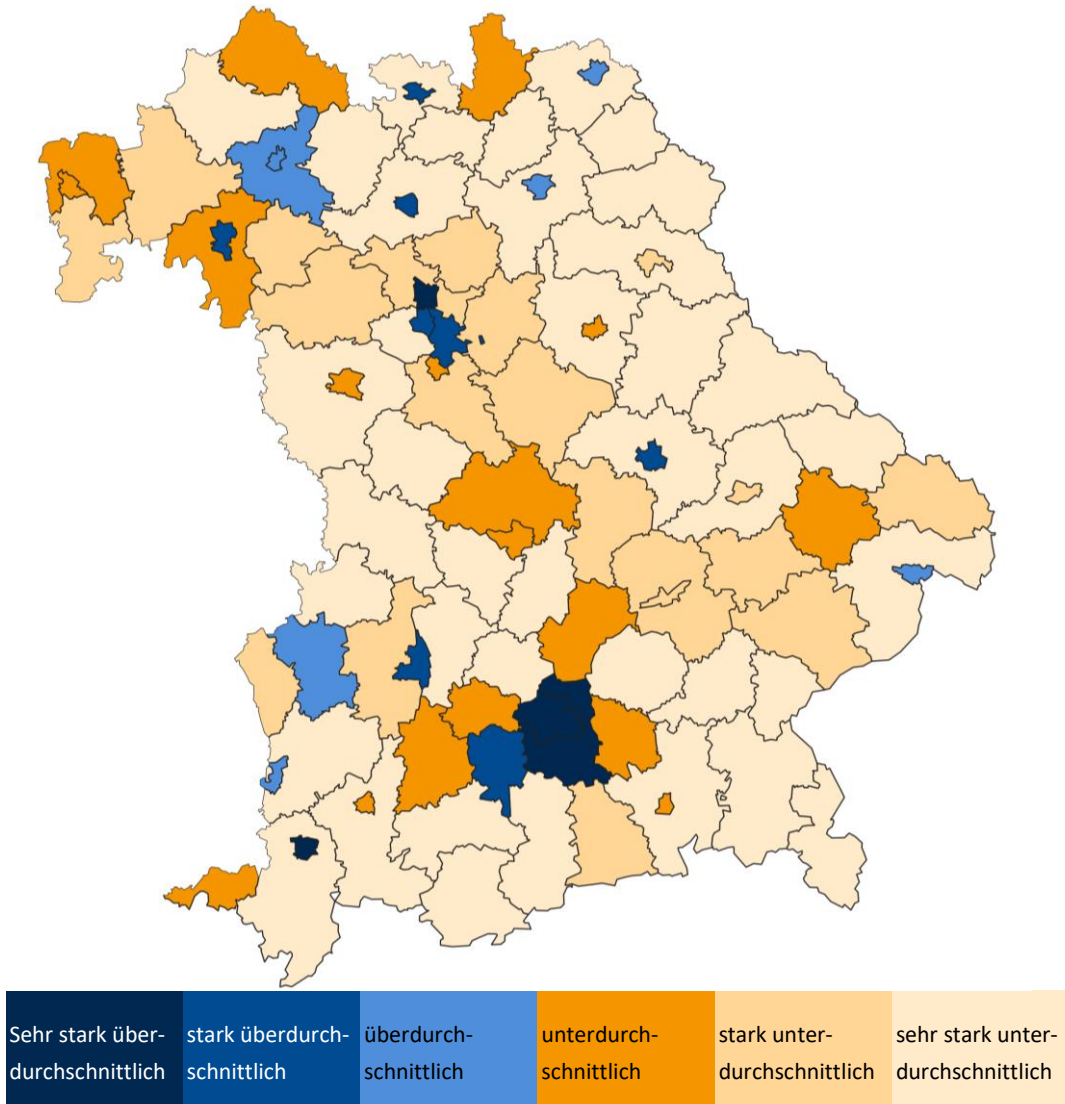
Quelle: eigene Berechnung

Die Abbildung 1 zeigt die Zuordnung der 96 bayerischen kreisfreien Städte und Landkreise auf die vier Intensitätsklassen des W4.0-Index. Drei Beobachtungen fallen auf:

- Einen digitalen Hotspot bildet der Großraum München (Stadt und Landkreis München mit dem angrenzenden Landkreis Starnberg).
- Es gibt ein Stadt-Land-Gefälle. Unter den zwölf kreisfreien Städten und Landkreisen mit weit überdurchschnittlichen W4.0-Intensitäten (Gruppen I und II) befinden sich mit München und Starnberg nur zwei Landkreise.
- Auf Ebene der Bezirke erreicht nur Oberbayern (9,2 Prozent) überdurchschnittliche Anteile. Durchschnittliche Werte erreicht Mittelfranken (7,9 Prozent). Die Anteile der anderen fünf Bezirke fallen niedriger aus: Unterfranken (7,5 Prozent), Schwaben (7,0 Prozent), Oberfranken (6,8 Prozent), Oberpfalz (6,7 Prozent) und Niederbayern (6,5 Prozent).



Abbildung 1  
W4.0-Intensität nach kreisfreien Städten und Landkreisen  
Zuordnung in sechs Intensitätsklassen



Quellen: beDirect, eigene Darstellung

### 3.2 Branchen und Branchenstruktur

Es gibt große Unterschiede bei dem Anteil der digitalaffinen Unternehmen nach Branchen. An der Spitze steht die Branchengruppe IKT und Software mit einem Anteil von 25,7 Prozent. Das ist wenig überraschend, denn die Unternehmen aus diesem Bereich stellen sowohl die notwendige Infrastruktur als auch Softwarelösungen für digitale Transformation



bereit. Sie sind neben einigen industriellen Ausrüstern im Bereich der Elektronik- und Computerindustrie die Treiber der Digitalisierung. Gleichwohl sind nicht alle Unternehmen in dieser Branchengruppe auch digitalaffin nach der hier verwendeten Definition. Die zwölf zur Kategorisierung genutzten digitalen Technologien gehen weit über Standard-Dienstleistungen wie die Installation oder Wartung von Computern oder die Implementierung und Anpassung von Software hinaus. Der W4.0-Index identifiziert Unternehmen der höchsten digitalen Reife, die maßgeblich zur digitalen Transformation beispielsweise im Sinne von Geschäftsmodellentwicklungen beitragen.

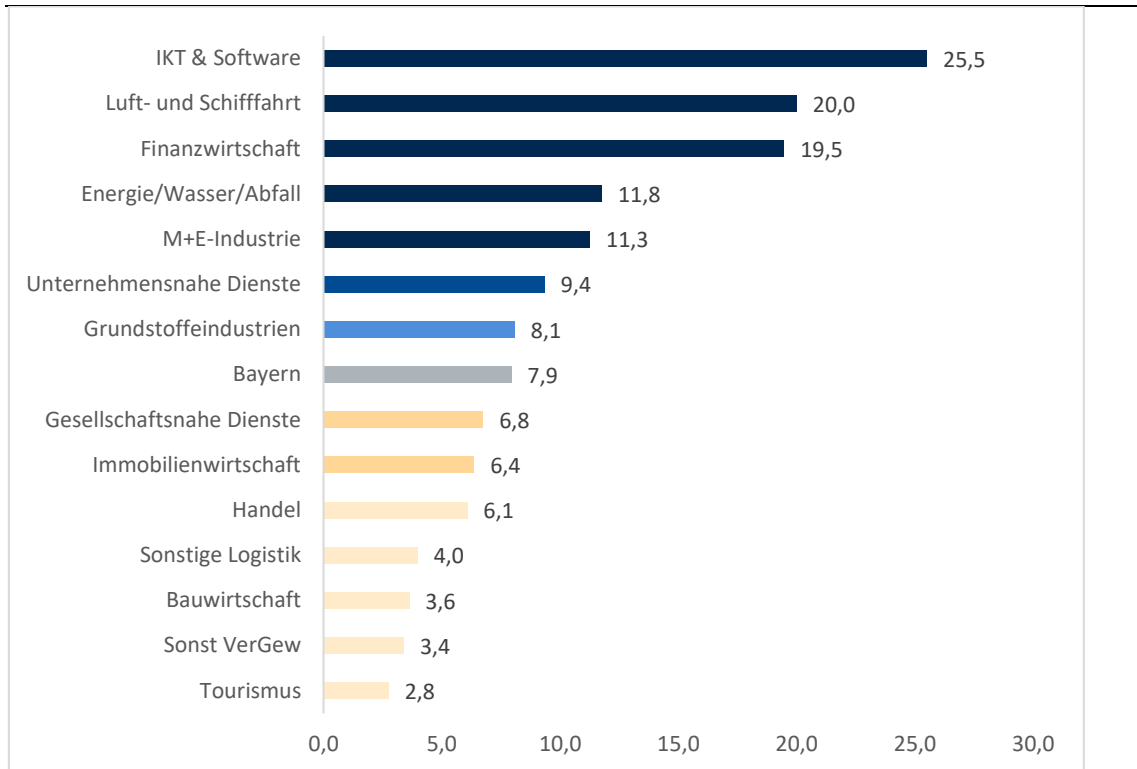
Dahinter rangieren mit sehr stark überdurchschnittlichen Anteilen die Luft- und Schifffahrt (20,0 Prozent) und die Finanzwirtschaft (19,5 Prozent) sowie die Energie-, Wasser- und Abfallwirtschaft (11,8 Prozent) und die M+E-Industrie (11,3 Prozent).

Stark überdurchschnittliche W4.0-Intensitäten erreichen die Unternehmensnahen Dienstleistungen (9,4 Prozent) sowie die Grundstoffindustrie (8,1 Prozent), gefolgt von den Gesellschaftsnahen Dienstleistungen (6,8 Prozent) und der Immobilienwirtschaft (6,4 Prozent) mit stark unterdurchschnittlichen Anteilen.

Sehr stark unterdurchschnittlich fallen die Anteile in den Bereichen Handel (6,1 Prozent), Sonstige Logistik (4,0 Prozent), Bauwirtschaft (3,6 Prozent), Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe (unter anderem Ernährungsindustrie, Textil- und Bekleidungsindustrie, Druck-, Holz- und Möbelindustrie) mit 3,4 Prozent sowie der Tourismus (2,8 Prozent) aus. Beim Schlusslicht Tourismus ist zu beachten, dass diese Branche durch eine große Heterogenität gekennzeichnet ist. Die W4.0-Indexwerte werden bestimmt durch sehr viele kleine Unternehmen im Gastgewerbe. Im Bereich „Reisebüros und Reiseveranstalter“ liegt der Anteil mit 7,6 Prozent in der Nähe des bayerischen Durchschnitts.

Insgesamt sind die W4.0-Intensitäten in den Dienstleistungsbranchen (8,5 Prozent) höher als in der Industrie (5,7 Prozent). Im Verarbeitenden Gewerbe liegt dieser Anteil aufgrund der hohen digitalen Affinität der M+E-Industrie bei 7,1 Prozent.

**Abbildung 2**  
W4.0-Index nach Branchengruppen in Bayern  
Angaben digitalaffine an allen Unternehmen in Prozent



**Legende:**

Dunkelblau: sehr stark überdurchschnittlich (9,5 Prozent und mehr)

Blau: stark überdurchschnittlich (8,7 bis 9,5 Prozent)

Hellblau: überdurchschnittlich (7,9 bis 8,7 Prozent)

Orange: unterdurchschnittlich (7,2 bis 7,9 Prozent, hier nicht vorhanden)

Beige: stark unterdurchschnittlich (6,4 bis 7,2 Prozent)

Hellbeige: sehr stark unterdurchschnittlich (weniger als 6,4 Prozent)

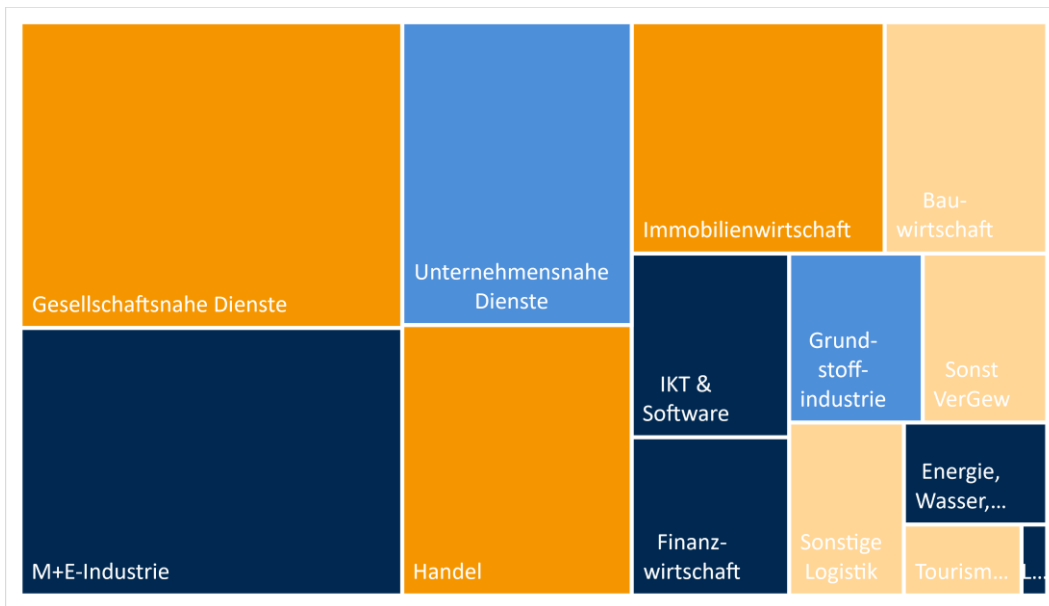
Quelle: eigene Berechnung

Rund 30 Prozent der Bruttowertschöpfung (2022) werden in Bayern in Branchen mit sehr stark überdurchschnittlicher W4.0-Intensität (9,5 Prozent und mehr) erwirtschaftet (grün markierte Branchen in Abbildung 3). Davon entfällt rund ein Drittel auf die Gruppe der drei Spitzenreiter (IKT und Software, Luft- und Schifffahrt, Finanzwirtschaft). Einen wichtigen Beitrag zur digitalen Affinität Bayerns leistet auch die M+E-Industrie. Sie erwirtschaftet knapp ein Fünftel der Wertschöpfung in Bayern und gut jedes zehnte Unternehmen ist digital.

Rund ein Viertel der Wertschöpfung in Bayern entfällt auf Branchen (Bauwirtschaft, Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe, Sonstige Logistik und Tourismus), die eine stark unterschiedliche digitale Affinität haben.

Abbildung 3

Einstufung der W4.0-Intensität und Größe nach Branchengruppen  
Größen der Rechtecke repräsentieren den Bruttowertschöpfungsanteil 2022 in Bayern



Legende: Farbcodierung W4.0-Intensität der Branchen



Quelle: eigene Berechnung

Über die einzelnen Branchenergebnisse hinaus ermöglicht eine Branchentypisierung weitere Schlussfolgerungen (Tabelle 2):

- Die wissensintensiven Dienstleistungsbranchen<sup>12</sup> haben eine W4.0-Intensität von 12,9 Prozent. Das ist deutlich höher als der Durchschnittswert der nicht wissensintensiven Branchen (5,6 Prozent).
- Nicht eindeutig sind die Ergebnisse mit Blick auf die Wachstumsstärke<sup>13</sup> und den Offenheitsgrad<sup>14</sup> der Branchen. Die Branchengruppen mit den höchsten Wachstumsraten der

<sup>12</sup> Definition siehe Anhang A.1.

<sup>13</sup> Zuwachs der nominalen Bruttowertschöpfung zwischen 2010 und 2022 in Bayern.

<sup>14</sup> Anteil der Exporte und Vorleistungsimporte am Produktionswert.

Bruttowertschöpfung zwischen 2010 und 2022 haben mit 12,2 Prozent eine überdurchschnittlich hohe W4.0-Intensität. Diese ist in den beiden mittleren Gruppen mit „hohem oder niedrigem“ Wachstum deutlich geringer. Sie steigt aber in sehr wachstumsschwachen Branchengruppen wieder an und erreicht dort mit 8,6 Prozent einen überdurchschnittlichen Wert. Das gleiche Muster ist bei dem Offenheitsgrad der Branchen zu beobachten. Daraus leiten sich zwei Schlussfolgerungen ab:

- Die Digitalisierung der bayerischen Wirtschaft wird von den traditionell wachstumsstarken und/oder überdurchschnittlichen internationalisierten Branchen getrieben. Dazu gehören insbesondere die Pharmaindustrie, DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse, der Fahrzeugbau, IKT und Software, Forschung und Entwicklung, Beratungsdienstleistungen, Teile der Finanzwirtschaft sowie die Schifffahrt.
- Bei einer Digitalisierungsstrategie sollte dieses Branchenprofil um die stark digitalaffinen Branchen ergänzt werden, die bisher wachstumsschwach waren und/oder unterdurchschnittlich internationalisiert sind. Dazu gehören insbesondere die Herstellung elektrischer Ausrüstungen, die Energie- und Wasserwirtschaft, das Verlagswesen, Rundfunk- und Filmwirtschaft, der Bereich IKT und Software, Beratungsdienstleistungen, Forschung und Entwicklung, Werbung und Marktforschung, Sozialversicherung, das Gesundheitswesen und der Bereich „kreative Tätigkeiten, Freizeitwirtschaft und Interessenvertretung“.

Tabelle 2

W4.0-Intensität nach Wachstumsstärke und Offenheitsgrad der Branchen  
 Anzahl der kreisfreien Städte oder Landkreise; W4.0-Indexwerte in Prozent

Gruppe	Wachstumsstärke der Branchen 2010 bis 2022	Offenheitsgrad der Branchen 2022
Sehr hoch	12,2	9,1
Hoch	6,7	6,7
Niedrig	6,6	7,6
Sehr niedrig	8,6	7,9
<b>Gesamt</b>	<b>7,9</b>	<b>7,9</b>

Erläuterung: W4.0-Indexwert (= Anteil digitalaffiner Unternehmen in Prozent aller Unternehmen); Wachstumsstärke (= Veränderung Bruttowertschöpfung 2010 bis 2022); Offenheitsgrad (Exporte plus Vorleistungsimporte in Prozent des Produktionswertes); Gruppe „sehr stark“ (= mindestens 120 Prozent des Durchschnitts); Gruppe „stark“ (= 100 bis 120 Prozent des Durchschnitts); Gruppe „niedrig“ (= zwischen 80 bis 100 des Durchschnitts); Gruppe „sehr niedrig“ (= weniger als 80 Prozent des Durchschnitts)

Quelle: eigene Berechnung

Der Anteil digitalaffiner Unternehmen ist in den 96 kreisfreien Städten oder Landkreisen in Bayern sehr stark von der Branchenstruktur abhängig. Je höher der Anteil an Branchen mit einer hohen W4.0-Intensität liegt, umso höher fällt auch der Digitalisierungsgrad der kreisfreien Städte und Landkreise insgesamt aus.

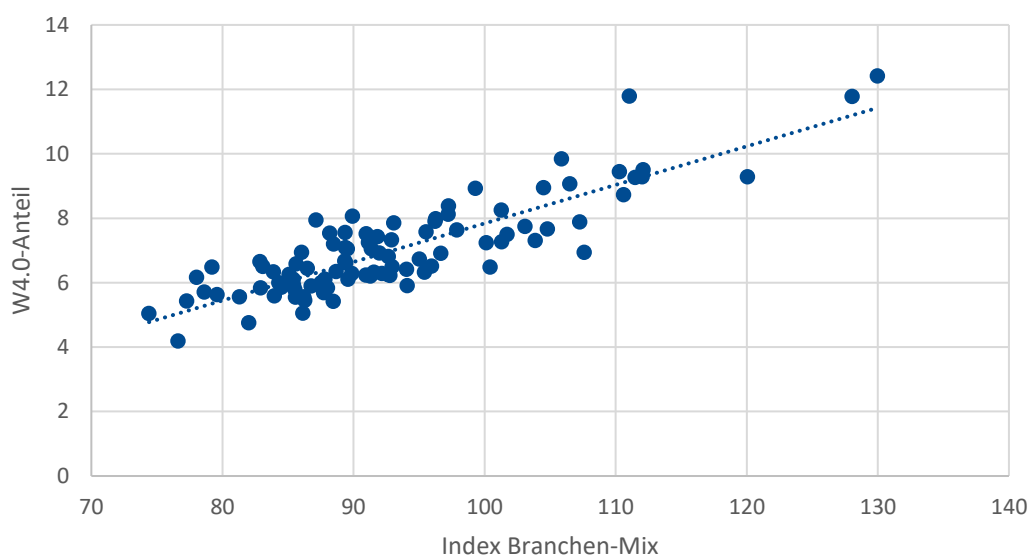
Dieser Zusammenhang lässt sich in einem Index zeigen, mit dem die Anteile der Unternehmen in den einzelnen Branchen nach der W4.0-Intensität der Branchen bewertet werden. Mit diesem Index wird berechnet, wie stark die Unternehmensstruktur in den einzelnen Regionen von digital affinen Branchen geprägt ist. Dazu wird ein Gewichtungsschema definiert, das die unterschiedlichen W4.0-Intensitäten der Branchen abbildet. Branchenanteile mit einer W4.0-Intensität von mindestens 9,6 Prozent werden mit drei Punkten bewertet. Die Anteile von Branchen mit W4.0-Intensitäten zwischen 7,9 und 9,6 Prozent erhalten zwei Punkte. Dieses Kriterium erfüllen die Grundstoffindustrie und die Unternehmensnahen Dienstleister. Unternehmensanteile in Branchen mit W4.0-Intensitäten zwischen 6,4 und 7,9 Prozent werden mit einem Punkt bewertet. Die Immobilienwirtschaft und die Gesellschaftsnahen Dienstleistungen fallen in diese Kategorie. Branchen mit W4.0-Intensitäten unter 6,4 Prozent werden mit null Punkten bewertet. Dazu zählen der Handel, der Bereich Verkehr und Logistik, die Bauwirtschaft, der Tourismus und das Sonstige Verarbeitende Gewerbe. Die für jede Region ermittelten Werte werden auf den Durchschnitt (=100) normiert. Die Spannweite reicht von einem Indexwert von 76 Prozent (Landkreis Garmisch-Partenkirchen) bis 123 Prozent (Stadt München).

Abbildung 4 zeigt diesen Zusammenhang. Die ansteigende Trendgerade zeigt eine positive Korrelation zwischen der digitalen Affinität der kreisfreien Städte und Landkreise und dem Besitz mit überdurchschnittlich digitalen Branchen. Der Zusammenhang ist nicht überraschend, weil die Branchensicht anhand der W4.0-Intensitäten gemessen wurde. Der Erkenntnisgewinn liegt in der Abweichung von der Trendgerade. Es existieren kreisfreie Städte und Landkreise, die innerhalb einzelner Branchen besonders viele digitalaffine Unternehmen haben, der gesamte Branchenmix aber insgesamt unterdurchschnittlich ausgeprägt ist und umgekehrt. Dies spiegelt ein wichtiges Merkmal digitaler Ökosysteme – also von Rahmenbedingungen, die hohe W4.0-Intensitäten begünstigen. Dieser Aspekt wird in Kapitel 4 nochmals aufgegriffen und vertieft. Dabei werden die kreisfreien Städte und Landkreise identifiziert, die die Potenziale ihres digitalen Ökosystems überdurchschnittlich ausnutzen oder dies nicht schaffen. Beispielsweise befindet sich Erlangen beim Branchen-Mix bei 110 Punkten und hat eine W4.0-Intensität von 11,8 Prozent, hat also einen überdurchschnittlich gut geeigneten Branchen-Mix und eine sehr stark überdurchschnittliche W4.0-Intensität, die höher liegt als durch den Branchen-Mix zu erwarten wäre (über der Regressionsgeraden).

Abbildung 4

### Zusammenhang zwischen W4.0-Intensität der kreisfreien Städte und Landkreise und digitalaffinen Branchen

Angaben digitalaffine Branchen als Index (Durchschnitt = 100); Der Index Branchen-Mix bewertet die Anteile der Unternehmen in den einzelnen Branchen nach der W4.0-Intensität der Branchen. W4.0-Intensität in Prozent der digitalaffinen an allen Unternehmen in den kreisfreien Städten und Landkreisen



Legende: Der Durchschnitt wird gleich 100 gesetzt. Der Index ist umso höher, je stärker die Branchenstruktur kreisfreier Städte und Landkreise von stark digitalaffinen Branchen geprägt ist.

Quelle: eigene Berechnung

### 3.3 Größenklassen

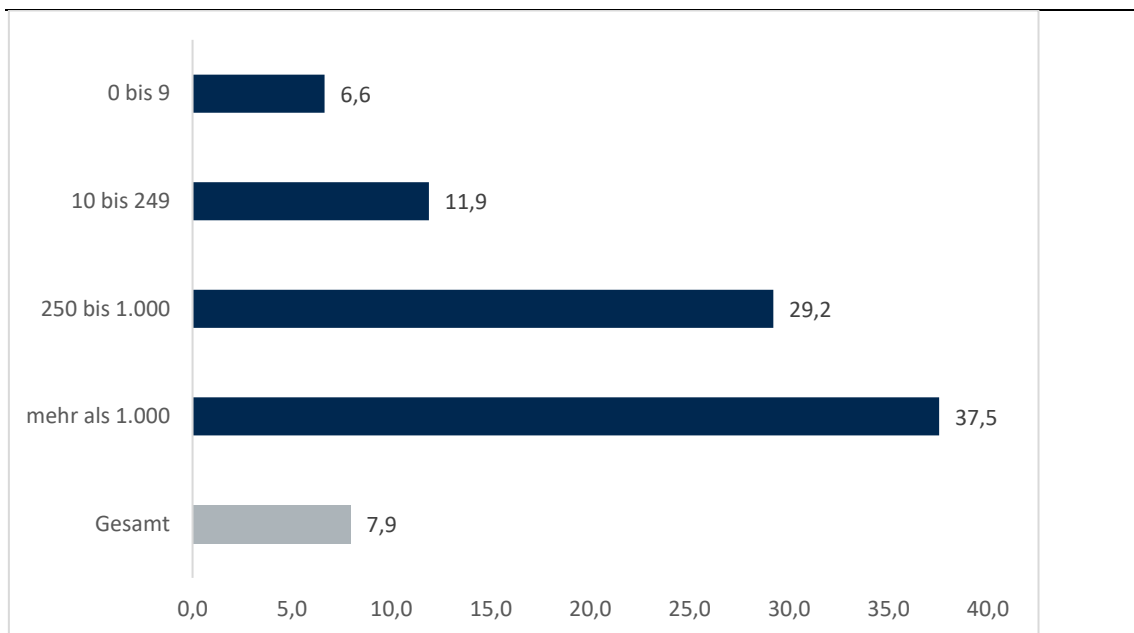
Die Anteile digitalaffiner Unternehmen unterscheiden sich sehr stark nach den Größenklassen. Die W4.0-Intensität ist bei kleinen Unternehmen deutlich geringer als bei größeren (Abbildung 5):

- Der Anteil beträgt bei kleinen Unternehmen bis neun Beschäftigten 6,6 Prozent.
- Bei mittelgroßen Unternehmen mit 10 bis 249 Beschäftigten steigt er auf 11,9 Prozent an.
- Große Unternehmen (250 bis 1.000 Beschäftigte) haben eine W4.0-Intensität von 29,2 Prozent.
- Bei sehr großen Unternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten liegt dieser Anteil bei 37,5 Prozent.

Abbildung 5

### W4.0-Indexwert nach Größenklassen in Bayern

Anteile digitalaffiner Unternehmen an allen Unternehmen in Prozent



Quellen: beDirect, eigene Berechnung

Wenn die Unternehmensgrößenklassen berücksichtigt werden, zeigt sich, dass in den 7,9 Prozent Unternehmen, die digitalaffin sind, rund 28,6 Prozent aller Beschäftigten in Bayern tätig sind. Mehr als ein Viertel der Beschäftigten in Bayern arbeiten also in digitalaffinen Unternehmen<sup>15</sup>.

### 3.4 Regionstypen

Auch innerhalb der Regionstypen werden große Unterschiede zwischen den W4.0-Intensitäten gemessen. Den Regionstypen liegt eine eigene Definition der IW Consult zugrunde. Zu den Agglomerationen zählen kreisfreie Städte entweder mit mehr als 500.000 Einwohnern oder mit einer Einwohnerdichte größer als 819 Einwohner je Quadratkilometer und mehr als 100.000 Einwohnern. Kernstädte sind kreisfreie Städte, die nicht zu den Großstädten zählen. Hochverdichtete Räume sind Landkreise, die eine Einwohnerdichte größer als 231 Einwohner je Quadratkilometer aufweisen. Sie werden als Umland bezeichnet, weil

<sup>15</sup> Die Grundlage der Berechnungen sind die Angaben zu der Zahl der Unternehmen und der durchschnittlichen Beschäftigtenzahl nach Größenklassen der Unternehmensdaten von beDirect. Die durchschnittliche Zahl der Beschäftigten in der Gruppe 0 bis 9 Beschäftigte beträgt 2,8. In der Klassen 10 bis 249 Beschäftigte liegt der Durchschnitt bei 34,3. In der Klasse 250 bis 1.000 Beschäftigte sind 425 Mitarbeiter. In der Größenklasse über 1.000 Beschäftigte beträgt der Durchschnitt 4.211 Beschäftigte. Diese Angaben liegen für jede Region Bayerns vor.

sie im Regelfall in der Nachbarschaft von Agglomerationen oder Kernstädten liegen. Ländliche Räume sind Landkreise mit einer Einwohnerdichte zwischen 144 Einwohnern je Quadratkilometer und 231 Einwohnern je Quadratkilometer. Die Einwohnerdichte gering verdichteter ländlicher Räume liegt unter 144 Einwohnern je Quadratkilometer. Die Schwellenwerte wurden über Standardabweichungen (Einwohnerdichten von 819 und 231) respektive den Median (Einwohnerdichte von 144) errechnet.

Die Intensität digitalaffiner Unternehmen ist mit 11 Prozent in den Agglomerationen, das heißt in den großen Städten, deutlich höher als im Durchschnitt Bayerns (7,9 Prozent). Dahinter kommen die Landkreise im Umland dieser großen Zentren mit einer durchschnittlichen W4.0-Intensität von 8,5 Prozent. Das ist höher als der Anteil der kreisfreien Kernstädte in Bayern (8 Prozent).

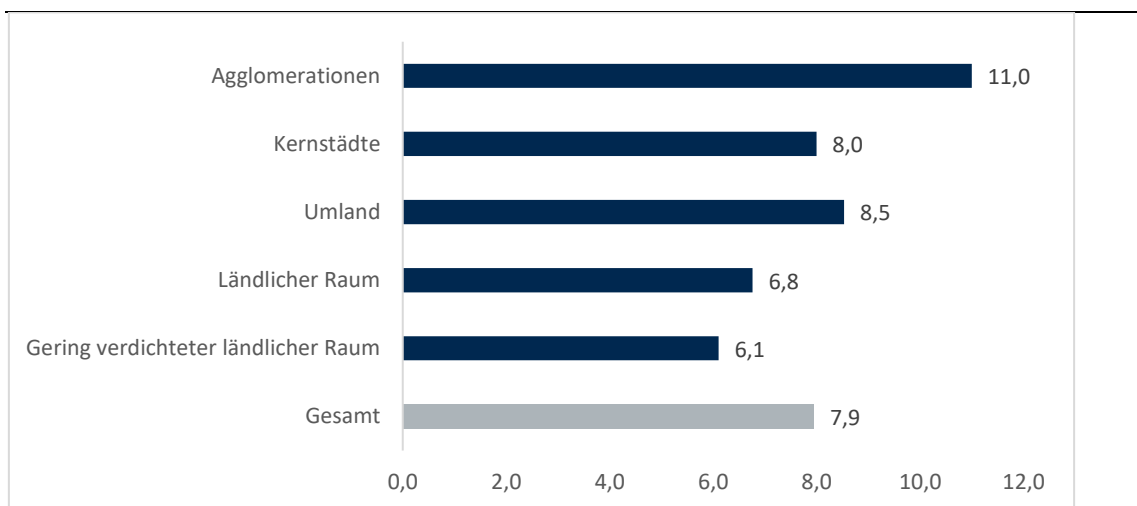
Deutlich geringer ist der Anteil digitalaffiner Unternehmen abseits der Zentren. In den ländlichen Räumen beträgt er 6,8 Prozent und im gering verdichteten ländlichen Raum nur 6,1 Prozent.

Insgesamt gibt es ein deutliches Gefälle zwischen den Städten und dem Umland auf der einen und den ländlich geprägten Regionen auf der anderen Seite. In dem zusammengefassten Regionstyp „Städte und Umland“ liegt die Quote bei 9,7 Prozent; in ländlichen Räumen sind es nur 6,3 Prozent.

Abbildung 6

### W4.0-Indexwert nach Regionstypen in Bayern

Anteile digitalaffiner Unternehmen an allen Unternehmen in Prozent



Quelle: eigene Berechnung

Bereits ein Blick auf die Regionstypen zeigt, dass im Regelfall die W4.0-Intensitäten mit der Einwohnerdichte zusammenhängen. Dieser Zusammenhang wird auch bei einer Analyse aller 96 kreisfreien Städte und Landkreise deutlich (Abbildung 7). Bei der Einwohnerdichte

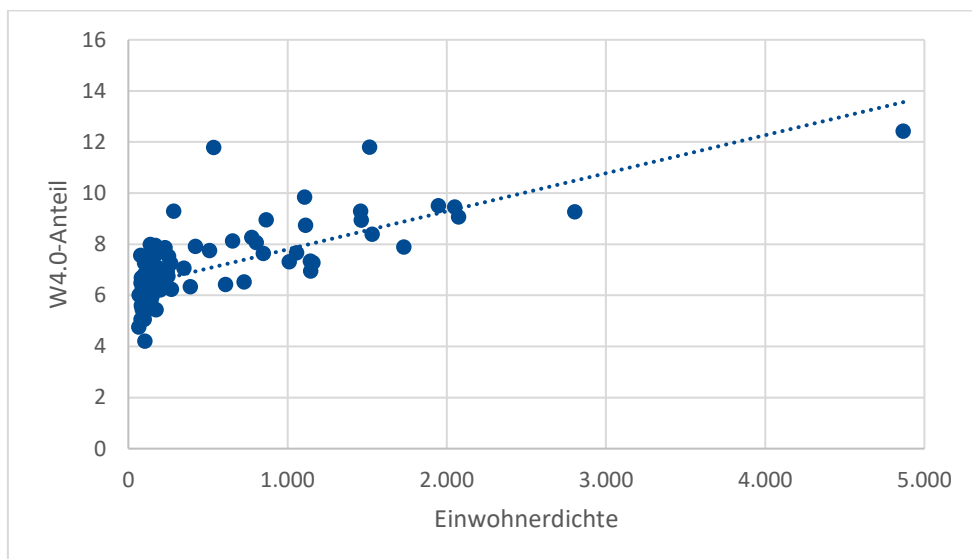


reicht die Spannweite von 4.868 Einwohnern je Quadratkilometer in München bis 67 Einwohner je Quadratkilometer in Landkreis Neustadt an der Waldnaab. In der Landeshauptstadt beträgt der Anteil digitalaffiner an allen Unternehmen 12,4 Prozent – im Landkreis Neustadt an der Waldnaab liegt die Intensität nur halb so hoch. Genauso wie die Branchenstruktur ist also auch die Einwohnerdichte (als Proxy für den Regionstyp) ein wesentliches Merkmal, das maßgeblich das digitale Ökosystem bestimmt (siehe vertiefend Kapitel 4).

Abbildung 7

Zusammenhang zwischen W4.0-Intensität der kreisfreien Städte und Landkreise und Einwohnerdichten

Anteile digitalaffiner Unternehmen an allen Unternehmen in Prozent; Dichte Einwohner je Quadratkilometer Fläche



Quellen: beDirect, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnung

### 3.5 Technologie-Hotspots

Die Digitalisierung ist ohne den Einsatz digitaler Technologien nicht denkbar. Deshalb werden in diesem Kapitel die kreisfreien Städte und Landkreise Bayerns daraufhin untersucht, wie intensiv diese Technologien von den Unternehmen genutzt werden. Dabei werden zwölf digitale Technologien berücksichtigt, die eine hohe Relevanz für die digitale Transformation aufweisen und in unterschiedlichen Studienkontexten näher beleuchtet werden<sup>16</sup>:

<sup>16</sup> Vgl. IW Consult GmbH, 2023, Monitoring Wirtschaft Digital Hessen 2022, Studie im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, Köln

- 3-D-Druck,
- 5-G-Technologien,
- Big Data,
- Blockchain,
- Cloud,
- Cybersecurity,
- Digital Twins,
- Internet of Things (IoT),
- künstliche Intelligenz,
- Robotik,
- Sensorik und
- Virtual Reality und Augmented Reality (VR/AR).

Diese Technologien werden über eine entsprechende Suchstrategie auf den Websites der Unternehmen identifiziert. Treffer werden markiert und im Verhältnis der Anzahl aller Unternehmen einer kreisfreien Stadt oder eines Landkreises als Prozentwert dargestellt. So können Technologie-Hotspots ermittelt werden, also die kreisfreien Städte und Landkreise, in denen digitale Technologien mit besonders hoher Intensität genutzt werden. In diesen Hotspots liegt der Anteil der Unternehmen, die mindestens eine digitale Technologie einsetzen, mehr als 20 Prozent über dem bayerischen Durchschnitt. In 39 kreisfreien Städten oder Landkreisen können so Technologie-Hotspots identifiziert werden (Abbildung 8):

- In drei kreisfreien Städten und Landkreisen (Stadt und Landkreis München, Erlangen) ist die Bedingung für mindestens zehn der einbezogenen zwölf digitalen Technologien erfüllt. Damit sind dort fast alle Technologien in einem überdurchschnittlichen Ausmaß zu finden. Diese Breite der Nutzung digitaler Technologien ist ein besonderes Merkmal der drei und spiegelt die herausgehobene wirtschaftliche Stärke wider.
- Mindestens fünf digitale Hotspots gibt es in Starnberg sowie in den Städten Nürnberg, Augsburg, Regensburg und Würzburg.
- Drei Hotspots sind in den Städten Ingolstadt, Landshut, Coburg, Hof und Kempten zu finden.

Damit sind zwei Landkreise und elf kreisfreie Städte herausgehobene Technologie-Hotspots. In drei weiteren kreisfreien Städten und Landkreisen existieren zwei Hotspots und in 23 kreisfreien Städten und Landkreisen ein Hotspot. In 41 Prozent aller bayerischen kreisfreien Städte und Landkreise sind somit weit überdurchschnittlich viele Unternehmen mit dem Fokus auf bestimmte Technologien ansässig. In 57 bayerischen kreisfreien Städten und Landkreisen finden sich keine Technologie-Hotspots.

Die verwendeten Begriffe bei der Suche nach digitalen Technologien sind Teil der Wortwolken, die der Identifizierung digitalaffiner Unternehmen zugrunde liegen. Die Anzahl der Treffer bei den Technologien ist höher als die bei dem W4.0-Index, weil die Anforderungen niedriger sind. Bei dem W4.0-Index werden mindestens zwei Treffer aus verschiedenen Wortwolken gefordert, bei den Technologien reicht ein Treffer auf der Website, weil bei

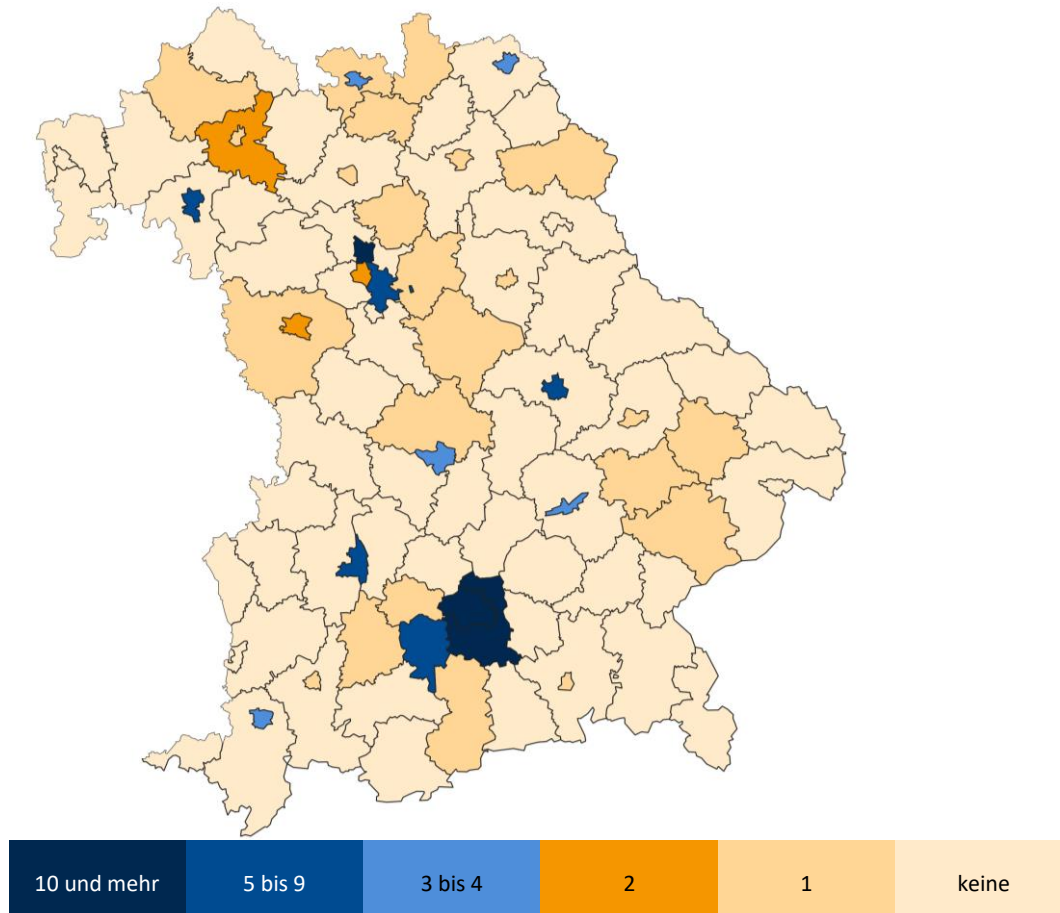
diesem Ansatz der Einsatz einzelner Technologien fokussiert wird, um technologiespezifische Hotspots ermitteln zu können:

- Insgesamt wurden fast 95.000 Treffer auf den Websites bayerischer Unternehmen registriert, bei denen durch die automatisierte Suche mindestens eine digitale Technologie identifiziert werden konnte.
- Diese Treffer verteilen sich auf insgesamt 54.000 Unternehmen. Diese Anzahl ist kleiner als die der Fälle, weil die Suchstrategie in einigen Unternehmen mehrere digitale Technologien identifiziert hat (Doppelzählungen). Bezogen auf alle Unternehmen entspricht das einer Quote von 12,3 Prozent. Sie ist aus den genannten Gründen höher als die W4.0-Intensität (7,9 Prozent). Alle rund 35.000 digitalaffinen Unternehmen sind eine Teilmenge dieser 54.000 Unternehmen mit einem Spektrum in digitalen Technologien.
- In jeder der 96 kreisfreien Städte und Landkreise in Bayern konnten Unternehmen identifiziert werden, bei denen sich Hinweise auf die Nutzung digitaler Technologien finden. Die Intensitäten sind allerdings sehr unterschiedlich.

Abbildung 8

## Technologie-Hotspots in kreisfreien Städten und Landkreisen

Anzahl der Hotspots nach sechs Klassen



Definition Technologie-Hotspots: Dichte der Unternehmen, die zur jeweiligen Technologie affin sind, liegt mindestens 20 Prozent über dem bayerischen Durchschnitt; Einzelberechnung für jede digitale Technologie.

Quelle: eigene Berechnung

Die Technologie-Hotspots sind häufiger in Städten und Umlandregionen und seltener in ländlichen Räumen zu finden (Tabelle 3). 23 der insgesamt 39 kreisfreien Städte und Landkreise mit Technologie-Hotspot gehören den Regionstypen Agglomeration, Kernstädte oder Umland an. Das entspricht einem Anteil von 60 Prozent. Er ist damit deutlich höher als der Anteil dieser Regionstypen an allen kreisfreien Städten und Landkreisen (38 Prozent). Das verdeutlicht die überdurchschnittliche Häufung dieser Hotspots auf eher städtisch geprägten Regionen. Allerdings gibt es auch 16 Landkreise in ländlichen Räumen mit einem Technologie-Hotspot. Der Anteil ist mit rund 40 Prozent kleiner als der Anteil dieses Raumtyps an allen kreisfreien Städten und Landkreisen (63 Prozent).

Tabelle 3

## Vergleich der kreisfreien Städte und Landkreise mit oder ohne Technologie-Hotspots

Anzahl der kreisfreien Städte oder Landkreise

Gruppe	Kreisfreie Städte und Landkreise mit Technologie-Hotspots	Kreisfreie Städte und Landkreise ohne Technologie-Hotspots	Alle
<b>Regionstyp</b>			
Städte und Umland	23	13	36
Ländliche Räume	16	44	60

Erläuterung: Technologie-Hotspots, in denen die Dichte der Unternehmen, die zur jeweiligen Technologie affin sind, mindestens 20 Prozent höher über dem bayerischen Durchschnitt liegt.

Quelle: eigene Berechnung

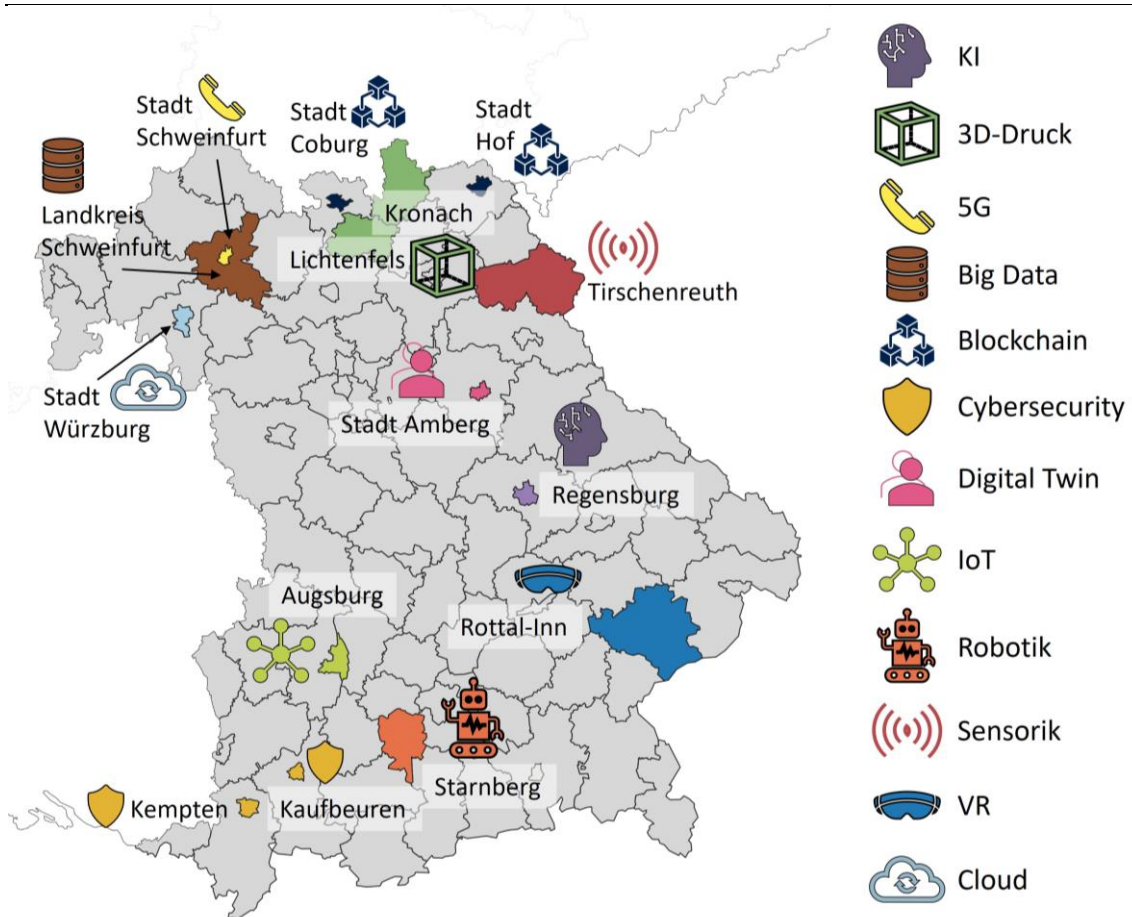
Trotz dieser beobachteten Konzentration der Technologie-Hotspots eher auf die Zentren und auf kreisfreie Städte und Landkreise mit hoher W4.0-Intensität gibt es davon Ausnahmen. Diese Hotspots sind inselartig in allen bayerischen Räumen zu finden. Von den 16 kreisfreien Städte und Landkreisen mit einem Technologie-Hotspot haben sechs Landkreise (Bad Tölz-Wolfratshausen, Tirschenreuth, Coburg, Lichtenfels, Ansbach und Bad Kissingen) sogar eine sehr stark unterdurchschnittliche W4.0-Intensität (weniger als 6,4 Prozent). Zur Veranschaulichung wird auf das Beispiel des Landkreises Tirschenreuth in Kapitel 5 näher eingegangen.

Die Verbreitung von Technologie-Hotspots in allen bayerischen Regionen (Bezirke, Regionstypen; kreisfreie Städte und Landkreise mit hoher oder niedriger W4.0-Intensität) verdeutlicht beispielhaft Abbildung 9. Dort sind fünfzehn Städte oder Landkreise mit mindestens einem Technologie-Hotspot eingetragen, wobei exemplarisch jede der zwölf betrachteten Technologien regional verortet ist.

Abbildung 9

### Auswahl bedeutender Technologie-Hotspots

kreisfreie Städte und Landkreise, in denen die genannten Technologien relativ am häufigsten eingesetzt werden



Definition Technologie-Hotspots: Intensität der Unternehmen, die zur jeweiligen Technologie affin sind, liegt mindestens 20 Prozent über dem bayerischen Durchschnitt.

Quellen: beDirect, eigene Berechnung

## 4 Digitale Ökosysteme und regionale Hotspots

Nur 15 Standorte haben ein günstiges digitales Ökosystem – 32 Hidden-Champion-Regionen nutzen ihre Potenziale überdurchschnittlich

### 4.1 Güte digitaler Ökosysteme

Die vorangegangene Analyse hat gezeigt, dass die W4.0-Intensität in den bayerischen Städten und Landkreisen sehr unterschiedlich ausfällt. Der Anteil digitalaffiner Unternehmen ist in einer Region umso höher, je höher der Agglomerationsgrad (gemessen an der Einwohnerdichte) und der Anteil großer Unternehmen sind und je mehr Unternehmen es in digitalaffinen oder wissensintensiven Branchen gibt. Auch die Existenz von Forschungseinrichtungen wirkt statistisch signifikant positiv auf die W4.0-Intensität einer Region, wie eine ökonomische Modellierung zeigt (siehe Anhang A3). In kreisfreien Städten oder Landkreisen mit Universitäten und Forschungseinrichtungen können dementsprechend überdurchschnittlich hohe W4.0-Intensitäten gemessen werden.<sup>17</sup> Insgesamt können diese Faktoren als Eigenschaften digitaler Ökosysteme interpretiert werden<sup>18</sup>. Eine Modellrechnung zeigt, dass die W4.0-Intensität mit zunehmender Einwohnerdichte, zunehmenden Anteilen von Beschäftigten in Großunternehmen, zunehmenden Anteilen digitalaffiner Branchen und mit der Anzahl von Forschungseinrichtungen signifikant ansteigt.

Für jede kreisfreie Stadt und jeden Landkreis kann mit diesem ökonomischen Modell eine „strukturbereinigte W4.0-Unternehmensintensität“ berechnet werden, die als Erwartungswert interpretiert werden kann, der sich in Abhängigkeit der Einwohnerdichte, der spezifischen Branchenstruktur und der Existenz von Forschungseinrichtungen für die kreisfreien Städte und Landkreise errechnet. Diese Kenngröße kann zur Bewertung der Güte des digitalen Ökosystems verwendet werden. Dafür werden die strukturbereinigten W4.0-Intensitäten mit dem Durchschnittswert Bayerns (7,9 Prozent) verglichen. Kreisfreie Städte und Landkreise mit mehr digitalaffinen Unternehmen, als diese Schätzung voraussagt, haben ein „günstiges digitales Ökosystem“. Kreisfreie Städte und Landkreise, in denen weniger digitalaffine Unternehmen ansässig sind als zu erwarten wäre, haben ein entsprechend „ungünstiges Ökosystem“. Es werden verschiedene Klassen von Intensitäten (Abbildung 10) gebildet<sup>19</sup>:

- In zwei kreisfreien Städten und Landkreisen (Stadt und Landkreis München) liegt die strukturbereinigte W4.0-Intensität mit mehr als 20 Prozent sehr stark über dem Durchschnitt des Freistaates.

---

<sup>17</sup> Berechnungsgrundlage ist GERiT, das Informationsportal zu deutschen Forschungseinrichtungen, bereitgestellt von der DFG.

<sup>18</sup> Diese Auswahl entstammt der statistischen Analyse verschiedenster Kreisdaten durch Regressionsanalysen mit dem W4.0-Index. Hierbei waren die genannten Indikatoren diejenigen, die sowohl statistisch signifikant (niedriger p-Wert) als auch ökonomisch relevant waren.

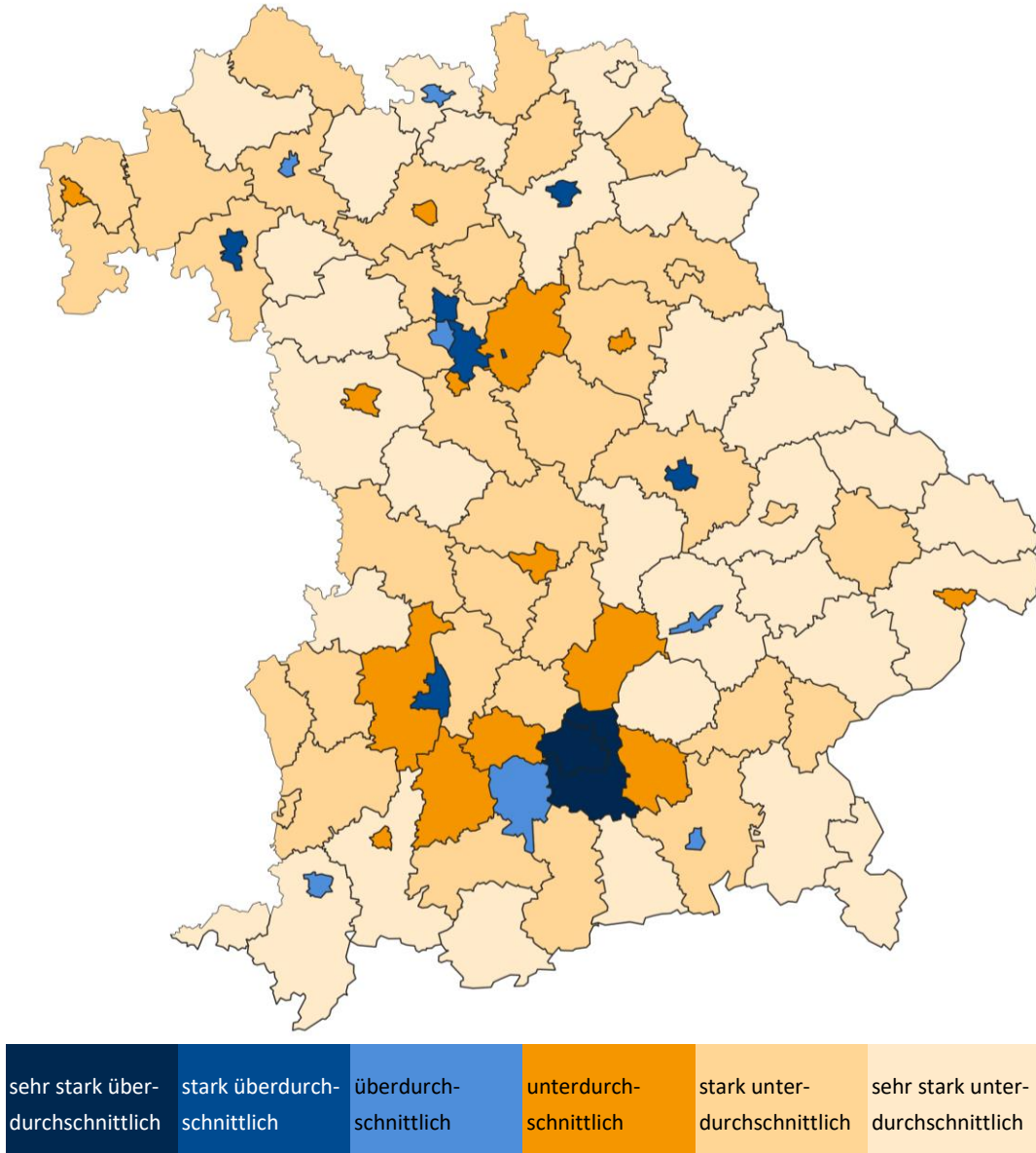
<sup>19</sup> Siehe Tabelle 1 im Anhang zu der Einordnung der 96 bayerischen kreisfreien Städte und Landkreise.

- Sechs kreisfreie Städte und Landkreise erreichen Werte von 10 und 20 Prozent über dem Landesdurchschnitt und erzielen damit stark überdurchschnittliche Ausprägungen. Dazu gehören Städte wie Regensburg und Würzburg.
- Sieben kreisfreie Städte und Landkreise liegen im Intervall von 0 bis 10 Prozent über dem Durchschnitt. Dazu gehören auch Städte wie Rosenheim oder Kempten.
- 14 kreisfreie Städte und Landkreise sind unterdurchschnittlich (Werte zwischen 90 und kleiner als 100 Prozent des Durchschnitts). Ingolstadt oder Aschaffenburg sind Beispiele dafür, aber auch ländliche Räume wie Aichach-Friedberg. 36 kreisfreie Städte und Landkreise weisen stark unterdurchschnittliche Werte (Bereich zwischen 80 und 90 Prozent des Durchschnitts) auf. Darunter finden sich insbesondere ländliche Räume, die über ganz Bayern verteilt sind, angefangen in Oberbayern mit bspw. Bad Tölz-Wolfratshausen und endend in Unterfranken mit Miltenberg.
- In 30 bayerischen Landkreisen und in der Stadt Hof liegt die strukturbereinigte W4.0-Intensität um mehr als 20 Prozent unter dem Durchschnitt des Freistaates. Die Schlusslichter mit einem besonders ungünstigen Umfeld sind in dieser Kategorie die Landkreise Regen, Oberallgäu und das Berchtesgadener Land.



Abbildung 10

Güte des digitalen Ökosystems nach kreisfreien Städten und Landkreisen  
Quotient aus der tatsächlichen und der strukturbereinigten W4.0-Intensität



Quellen: beDirect, eigene Berechnung

## 4.2 Potenzialausschöpfung digitaler Ökosysteme

Mit diesem ökonometrischen Modell und der damit berechneten „strukturbereinigten W4.0-Intensität“ können Regionen identifiziert werden, die die Potenziale ihres digitalen Ökosystems überdurchschnittlich gut ausnutzen, oder jene, denen das nicht gelingt. Dabei

wird die gemessene W4.0-Intensität einer kreisfreien Stadt oder eines Landkreises mit dem Erwartungswert verglichen, der sich aufgrund der Merkmalsausprägungen des digitalen Ökosystems rechnerisch ergeben müsste. Es können damit zwei Regionstypen unterschieden werden: kreisfreie Städte und Landkreise mit einer W4.0-Intensität, die

- über ihrem Erwartungswert (überdurchschnittliche Ausnutzung der Potenziale) und solche, die
- unter ihrem Erwartungswert (unterdurchschnittliche Ausnutzung der Potenziale)

liegen.

Diese Typisierung kann mit einer Zweiteilung der kreisfreien Städte und Landkreise in solche mit einer über- oder unterdurchschnittlichen W4.0-Intensität zu einer Vier-Felder-Betrachtung erweitert werden:

- **High Performer:** kreisfreie Städte und Landkreise mit einer überdurchschnittlichen W4.0-Unternehmensintensität und einer überdurchschnittlichen Ausnutzung der Potenziale des vorhandenen digitalen Ökosystems. In Bayern erfüllen 15 kreisfreie Städte und Landkreise diese beiden Kriterien. Die Top-3 sind die Städte Hof, Erlangen und der Landkreis Günzburg, wobei diese Einordnung nach dem Ausmaß der Potenzialnutzung<sup>20</sup> vorgenommen ist. Von den zwölf High-Performern haben acht ein ungünstiges digitales Ökosystem<sup>21</sup>. Ungünstig ist das digitale Umfeld in den Städten Passau und Bayreuth sowie insbesondere Memmingen ausgeprägt. Memmingen hat eine erwartete W4.0-Intensität von 7 Prozent – der bayerische Durchschnitt liegt bei 8,1 Prozent.
- **Hidden Champions:** kreisfreie Städte und Landkreise mit einer unterdurchschnittlichen W4.0-Unternehmensintensität, aber einer überdurchschnittlichen Ausnutzung ihrer Potenziale. 32 kreisfreie Städte und Landkreise in Bayern gehören dieser Gruppe an. Sie wird angeführt von den Landkreisen Berchtesgadener Land, Lindau und Kelheim. In 18 der 32 kreisfreie Städte und Landkreise liegt die Bewertung des digitalen Ökosystems 20 Prozent oder mehr unter dem Landesdurchschnitt<sup>22</sup>. Diese kreisfreien Städte und Landkreise werden als Hotspots bewertet, weil sie trotz einer sehr ungünstigen Ausgangslage ihre Potenziale überdurchschnittlich gut nutzen. Die W4.0-Unternehmensintensität ist zwar unterdurchschnittlich ausgeprägt, liegt aber höher, als das Umfeld erwarten lässt.
- **Nachzügler:** kreisfreie Städte und Landkreise mit einer überdurchschnittlichen W4.0-Unternehmensintensität, die aber die Potenziale ihres digitalen Ökosystems noch nicht vollständig ausnutzen, weil relativ wenige Unternehmen mit digitaler Affinität ansässig sind. Aufgrund der Rahmenbedingungen in diesen Regionen müsste die W4.0-Intensität höher sein. In diese Gruppe fallen vier kreisfreie Städte und Landkreise in Bayern. Am größten ist die unterdurchschnittliche Ausnutzung der Potenziale in den Städten München, Nürnberg und Bayreuth. Diese Städte könnten sich noch stärker auf die

<sup>20</sup> Dafür wird der Quotient zwischen der tatsächlichen und der erwarteten W4.0-Intensität gebildet und die kreisfreien Städte und Landkreise nach diesem Kriterium absteigend geordnet.

<sup>21</sup> Das sind kreisfreie Städte und Landkreise mit einer erwarteten W4.0-Intensität, die über dem bayerischen Durchschnitt liegt. Sie haben eine hohe Einwohnerdichte, eine günstige Branchenstruktur und/oder Forschungseinrichtungen vor Ort.

<sup>22</sup> Für die Merkmale der 96 bayerischen kreisfreien Städte und Landkreise siehe die Tabelle 1 im Anhang.

- Ansiedlung digitalaffiner Unternehmen konzentrieren. Hierfür wäre es gerade in München von Bedeutung, zusätzliche attraktive Flächen zu schaffen.
- Herausgeforderte: Dazu gehören kreisfreie Städte und Landkreise mit einer unterdurchschnittlichen W4.0-Intensität, die zudem ihre Potenziale nicht vollständig ausschöpfen können. Dazu zählen in Bayern 45 kreisfreie Städte und Landkreise. Die in dem Modell verwendeten Faktoren Einwohnerdichte, Digitalität der Branchenstruktur und Existenz von Forschungseinrichtungen erklären die unterdurchschnittliche Ausprägung der W4.0-Dichte nicht vollständig. Am deutlichsten ist diese Schwäche in den Landkreisen Weißenburg-Gunzenhausen, Oberallgäu und Tirschenreuth ausgeprägt.

Abbildung 11

Typisierung der kreisfreien Städte und Landkreise nach W4.0-Intensität und Potenzialnutzung

Einordnung nach dem Kriterium jeweils über- oder unterdurchschnittlich

W4.0-Intensität		Potenzialausschöpfung	
		unterdurchschnittlich	überdurchschnittlich
über-durchschnittlich	<b>Nachzügler</b> 4 kreisfreie Städte	<b>High Performer</b> 15 kreisfreie Städte und Landkreise	
	Low 3: ○ Stadt München ○ Stadt Nürnberg ○ Stadt Bayreuth	Top 3: ○ Stadt Hof ○ Erlangen ○ Günzburg	
unter-durchschnittlich	<b>Herausgeforderte</b> 45 kreisfreie Städte und Landkreise	<b>Hidden Champions</b> 32 kreisfreie Städte und Landkreise	
	Low 3: ○ Weißenburg-Gunzenhausen ○ Oberallgäu ○ Tirschenreuth	Top 3: ○ Berchtesgadener Land ○ Lindau ○ Kelheim	

Legende: W4.0-Intensität = Anteil digitalaffiner Unternehmen an allen Unternehmen; Potenzialausschöpfung = strukturbereinigte W4.0-Intensität.

Quelle: eigene Berechnung

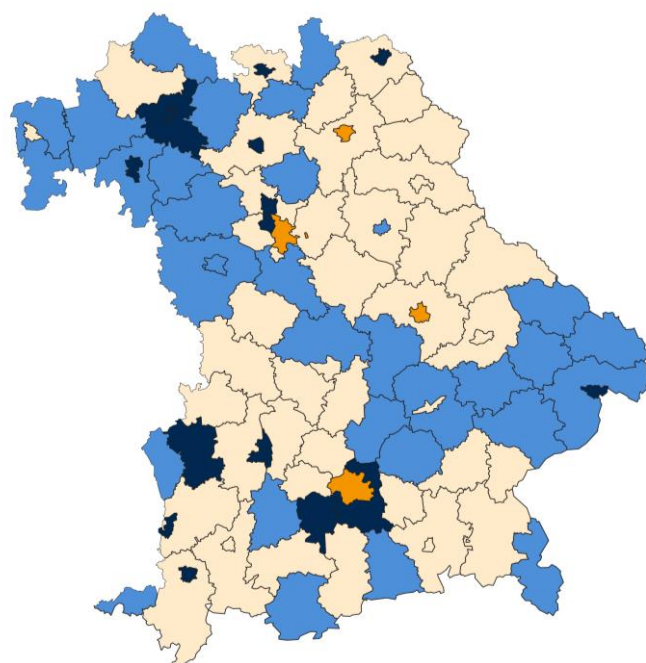
Die Abbildung 12 zeigt im Überblick die digitalen Hotspots in Bayern nach der vorne vorgestellten Typisierung nach W4.0-Intensität und Potenzialnutzung:

- Die High Performer finden sich verteilt in allen Landesteilen Bayerns. Es gibt mindestens einen in jedem Bezirk.
- Die Hidden Champions konzentrieren sich stark in einem Streifen von Nordwest- bis Südostbayern. Vereinzelt können sie auch im Süden und Südwesten Bayerns identifiziert werden.
- Die Nachzügler sind die großen Agglomerationen mit einer weit überdurchschnittlichen W4.0-Intensität und einem sehr günstigen digitalen Ökosystem, das aber noch besser ausgeschöpft werden könnte.
- Die Herausgeforderten sind in Ostbayern (hauptsächlich in der Oberpfalz) und im Südwesten Bayerns (weite Teile von Schwaben) konzentriert.

Abbildung 12

Zuordnung der kreisfreien Städte und Landkreise nach der W4.0-Intensität und Potenzialnutzung

Vier-Felder-Einordnung



Quelle: eigene Berechnung

Fazit: Die Digitalisierung der Unternehmen in Deutschland und in Bayern steht in der Breite immer noch eher am Anfang. Verbreiterung, Vertiefung und Beschleunigung bleiben in Zukunft notwendig. Deshalb müssen nicht nur die digitalen Ökosysteme gestärkt, sondern auch die vorhandenen Potenziale genutzt werden. Die Studie bescheinigt nur 15 von 96 kreisfreien Städten und Landkreisen in Bayern ein günstiges digitales Ökosystem. Bei der großen Mehrheit der kreisfreien Städte und Landkreise besteht Verbesserungsbedarf. Das gilt insbesondere für die ländlichen Räume. Dort kann es wertvoll sein, die Technologie-Hotspots (s. Kapitel 3.5) genauer zu analysieren. In Landkreisen wie Tirschenreuth (Sensorik) oder Rottal-Inn (VR/AR) sind überdurchschnittlich viele digitale Unternehmen mit Fokus auf die genannten Technologien ansässig.

Die Modellierung zeigt, wie Hidden Champions und Herausgeforderte ihr digitales Ökosystem stärken können. Die Einwohnerdichte, der Anteil großer Unternehmen, der Anteil digitaler Unternehmen und die Existenz lokaler Forschungseinrichtungen sind Elemente, die durch eine hohe regionale Attraktivität verbessert werden können. Dazu gehören eine wirtschaftsfreundliche Politik, adäquate Büro-, Gewerbe-, und Industrieflächen, konzentrierte Gründungsinitiativen und eine hochleistungsfähige digitale Infrastruktur. Nachzügler sollten der Frage auf den Grund gehen, wie sie weitere digitalaffine Unternehmen ansiedeln können, beispielsweise durch eine Imagekampagne und ebenfalls durch Gründungsaktivitäten. Gründungen wie die TU Nürnberg mit ihrem technischen Schwerpunkt tragen auch zur Stärkung des digitalen Ökosystems bei, haben jedoch ihre Grenzen mit Blick auf die Übertragbarkeit in andere Räume.

Für die bessere Potenzialausschöpfung ist insbesondere ein Blick auf die Hidden Champions interessant. Ihre Erfahrungen könnten wirtschafts- und technologiepolitische Blaupausen dafür sein, wie auch kreisfreie Städte und Landkreise ohne gute Startbedingungen zumindest in Teilbereichen einen Digitalisierungsschub organisieren können. In der Gruppe der Herausgeforderten ist herauszustellen, dass Erklärungen eines ungünstigen Umfeldes zu kurz greifen können, wenn nach den Ursachen der Digitalisierungsdefizite gesucht wird.

## 5 Fallstudien digitaler Hotspots

### Technologie-Hotspots in KI, Sensorik und Digital Twins, ein Hidden Champion und ein Nachzügler

Die Analyseergebnisse weisen auf spannende lokale Digital-Strukturen hin, die aufgrund der Granularität der Datengrundlage detaillierter analysiert werden können. Beispielhaft werden fünf Regionen im Folgenden genauer beleuchtet:

- Fokus Technologie-Hotspots: Die Aktivitäten in den Bereichen künstliche Intelligenz in Regensburg, Sensorik in Tirschenreuth und Digital Twins in Amberg zeigen beispielhaft, unter welcher vielfältigen Rahmenbedingungen sich Hotspots entwickeln können.
- Fokus regionale Hotspots: Der Landkreis Landshut als Hidden Champion, in dem unter anderem aufgrund seiner Nähe zur Stadt Landshut und seiner Lage in einer sehr erfolgreichen Großregion relativ viele digitale Unternehmen beheimatet sind. Die Stadt München als Nachzügler, die das Potenzial ihrer exzellenten Standortbedingungen noch nicht voll ausgeschöpft hat.

#### 5.1 Technologie-Hotspot Amberg: Digital Twins

Die oberpfälzische Stadt Amberg liegt mit einer W4.0-Intensität von 7,6 Prozent leicht unter dem bayerischen, aber über dem deutschen Durchschnitt. Amberg verfügt als kreisfreie Stadt über eine deutlich überdurchschnittlich hohe Einwohnerdichte. Ebenso ist der Anteil an großen Unternehmen überdurchschnittlich. Allerdings verfügt die Stadt über keine Forschungsinstitute.

Amberg hat mehrere erfolgreiche Vorreiter-Projekte im Bereich Digital Twins. Der Siemens-Standort Amberg beherbergt zwei digitale Vorzeigefabriken des Unternehmens, die bereits frühzeitig Industrie-4.0-Anwendungen in der Fertigung erfolgreich einsetzten und bereits mehrfach international dafür ausgezeichnet wurden. Das Siemens-Elektronikwerk Amberg produziert aufgrund seiner umfassenden digitalen Integration mit einer Qualität von 99,999 Prozent. In 2021 wurde eigens ein Besucherzentrum neu gebaut, um das international große Interesse von Kunden und Besuchern zu kanalisieren.

Im Rahmen des Projekts „Critical Modeling: Data Collectives“ kooperieren die Stadt Amberg und der Lehrstuhl für Architekturinformatik der Technischen Universität München und erstellen einen digitalen Zwilling der Stadt.

Auch andere Unternehmen beschäftigen sich vor Ort mit dem Thema Digital Twins. Darunter zählen zum Beispiel die Unternehmen PIA Automation (Produzent von

Automatisierungslösungen)<sup>23</sup>, Youki (Beratung für Blockchain-Lösungen)<sup>24</sup> oder Tritem (Hersteller von Simulations- und Test-Systemen)<sup>25</sup>.

## 5.2 Technologie-Hotspot Tirschenreuth: Sensorik

Der Landkreis Tirschenreuth hat eigentlich keine guten Voraussetzungen als Hotspot für digitale Technologien. Die W4.0-Intensität von 4,8 Prozent zeigt, dass relativ wenige W4.0-Unternehmen ansässig sind. Auch der Branchen-Mix ist nur wenig digital geprägt. Nur wenige Unternehmen sind in den Bereichen Unternehmensnahe Dienstleistungen und IKT und Software tätig, die meist besonders stark digital affin sind. Als Landkreis abseits großer Agglomerationen ist die Einwohnerdichte niedrig. Der Anteil großer Unternehmen ist ebenfalls niedrig und es existiert dort kein Forschungsinstitut.

Dennoch wird ein Sensorik-Hotspot über das Webcrawling identifiziert. Trotz der vergleichsweise herausfordernden Rahmenbedingungen hat es der Landkreis geschafft, dass mit Siemens Healthineers ein Unternehmen von Weltrang ansässig ist, bei dem es viel um Sensorik geht.

Dieser Erfolg wurde aufgrund einer sehr wirtschaftsfreundlichen Politik erzielt. Der Landkreis Tirschenreuth hat es geschafft, sich in den letzten Jahren wirtschaftlich vorbildlich zu entwickeln. Im IW-Regionalranking verbesserte sich die Region von Rang 205 in 2012 auf Rang 4 in 2022. Dies ist der wettbewerbsfähigen Unternehmensstruktur geschuldet: Im Landkreis sind neben Siemens Healthineers namhafte Unternehmen vor allem aus der in der Region traditionsbehafteten Glasindustrie ansässig, wie beispielsweise die Horn Glass Industries AG. Das Unternehmen ist Weltmarktführer in der Herstellung von Produktionsanlagen und exportiert diese in mehr als 75 Länder weltweit. Die in Mitterteich ansässige und weltweit agierende SCHOTT AG ist ein internationaler Technologiekonzern, der vor allem für die Herstellung von Spezialglas und Glaskeramik bekannt ist. Das Werk in Tirschenreuth ist globales Hauptquartier für Forschung, Entwicklung und Produktion von Spezialglasrohren und Sitz der Business Unit Tubing.

## 5.3 Technologie-Hotspot Regensburg: künstliche Intelligenz

In der Stadt Regensburg sind überdurchschnittlich viele digitale Unternehmen ansässig. Die W4.0-Intensität liegt bei 9,5 Prozent. Wenig überraschend ist die Einwohnerdichte eine der höchsten in Bayern. Der Anteil großer Unternehmen ist in Regensburg am höchsten in ganz Deutschland. Es befindet sich eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Forschungsinstituten in Regensburg.

---

<sup>23</sup> <https://www.piagroup.com/>

<sup>24</sup> <https://www.youki.ai/>

<sup>25</sup> <https://tritem.de/>



Regensburg baut kontinuierlich die Expertise im Bereich künstliche Intelligenz (KI) aus. Eine entscheidende Rolle spielen dabei die Technologiecluster, die in der Initiative Artificial Intelligence Regensburg (AIR) zusammenarbeiten.

Ein weiteres Förderprogramm des Staatsministeriums für Digitales sind das KI-Transfer Plus und der Digital Innovation Hub Ostbayern, der kleine und mittlere Unternehmen bei der Einführung von KI unterstützt. Der Gewerbepark Regensburg, das Technologiezentrum TechBase und der BioPark sind Bestandteile der Regensburger Strategie, digitale Zukunftsbranchen aktiv anzuziehen.

Seit 2021 gibt es an der Universität Regensburg eine neue „Fakultät für Informatik und Data Science“ mit insgesamt 15 neuen Lehrstühlen, die in direktem Zusammenhang mit der Hightech Agenda Bayern stehen. Diese Aktivitäten führen auch zu vermehrten KI-Start-up-Gründungen.<sup>26</sup>

Dieses schlagkräftige Ökosystem führt zu einer relativ hohen Intensität von Unternehmen, die sich mit künstlicher Intelligenz beschäftigen. Das Webcrawling findet beispielsweise Schneider Electric (Elektrotechnik und industrielle Automation)<sup>27</sup>, i40 (Weiterbildungen zu digitalen Themen)<sup>28</sup>, BayWa r.e. (Entwickler und Dienstleister für erneuerbare Energien)<sup>29</sup> oder CipSoft (Videospiele-Entwickler)<sup>30</sup>, die in diesem Bereich aktiv sind.

#### 5.4 Regionaler Hotspot Landshut: Hidden Champion

Gemessen an dem W4.0-Branchenmix, der Einwohnerdichte, dem Anteil großer Unternehmen und der Anzahl von Forschungsinstituten verfügt der Landkreis Landshut über keine überdurchschnittlichen Voraussetzungen für eine hohe W4.0-Intensität. Die Intensität liegt dementsprechend auch bei nur 6,9 Prozent. Der Branchenmix ist durchschnittlich digital geprägt, die Einwohnerdichte fällt als ländliche Region deutlich unterdurchschnittlich aus und der Anteil großer Unternehmen liegt unter der Hälfte des Durchschnitts Bayerns. Zudem verfügt der Landkreis über kein Forschungsinstitut, wenngleich er durch die Hochschule Landshut in der Stadt Landshut profitiert.

Dennoch sind viele digitalaffine Unternehmen in der Region ansässig, unter anderem Werner Companies, die modernste Sensorik und KI zur Verbesserung von Reinigungseinsatzplanung nutzen und Arbeitsprozesse innovativ durch digitale Qualitätsmesssysteme oder Ticketsysteme gestalten. Bulthaup ist ein renommierter Küchenhersteller und führt ein XQ-Digital-Projekt zum Ausbau von E-Commerce durch. Die Erlus AG gehört zu den führenden Herstellern von Dach- und Schornsteinsystemen und setzt auf Innovation und Technologien im Bereich energieeffizientes Bauen. EFAFLEX ist Innovationsführer und in ständiger Weiterentwicklung von Tortechnologien.

---

<sup>26</sup> Vgl. BMWK, 2022, KI-Start-ups in Deutschland.

<sup>27</sup> <https://www.se.com/ww/en/>

<sup>28</sup> <https://www.i40.de/>

<sup>29</sup> <https://www.baywa-re.de/de/>

<sup>30</sup> <https://www.cipsoft.com/de/>



Während das eigene digitale Ökosystem also überschaubar ist, profitiert der Landkreis Landshut aufgrund seiner Lage im Kraftzentrumsdreieck München-Ingolstadt-Regensburg und der Nähe zur Stadt Landshut von Ausstrahlungseffekten. In der Stadt Landshut ist das Kompetenzzentrum für Leichtbau und Elektromobilität von BMW ansässig. Die Hochschule Landshut forscht unter anderem in ihrem Technologiezentrum Energie. Das digitale Gründerzentrum LINK fördert Innovation und Unternehmertum in der Region und wird unter anderem gesponsert durch die Industrie- und Handelskammer (IHK) Niederbayern und die BMW Group.

## 5.5 Regionaler Hotspot München: Nachzügler

Die Stadt München hat die höchste W4.0-Intensität mit 12,4 Prozent und verfügt über die höchste Einwohnerdichte in Bayern. Auch der Anteil der großen Unternehmen ist sehr hoch. In der Landeshauptstadt sind die meisten Forschungsinstitute in Bayern ansässig. Daher sind die Voraussetzungen für den W4.0 Index exzellent. Die Robustheit und wirtschaftliche Stärke der Stadt München liegt im breiten und ausgewogenen Branchenmix, wobei die Hightech- und Innovationsbranche eine hohe Stellung einnimmt.

Mit der Technischen Universität München (TUM) und der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) sind zwei Spitzenuniversitäten in München beheimatet. Sie bilden mit Forschungspartnern wie der Max-Planck-Gesellschaft, der Helmholtz- und der Leibniz-Gemeinschaft sowie der Fraunhofer-Gesellschaft ein Forschungscluster bieten ein herausragendes Innovations-Ökosystem.

Im Rahmen der Förderinitiative "Hightech Agenda" des Bayerischen Freistaats wurden zahlreiche ONE-MUNICH Projekte ins Leben gerufen. Das Munich BioFab entwickelt Biofertigungstechnologien, die Biologie, additive Fertigung und Datenwissenschaften integrieren, während das Next Generation Human-Centered Robotics-Projekt die Grenzen verkörperter Künstlicher Intelligenz erforscht.

In keiner anderen Stadt Deutschlands sind so viele DAX-Unternehmen wie in München ansässig. Zu den größten Unternehmen gehören die Allianz, BMW, Siemens, die Münchener Rückversicherungsgesellschaft, TRATON SE, MTU und Linde. Viele dieser Unternehmen haben eigene Innovationsinitiativen in der Stadt etabliert, darunter die BMW Startup Garage, das Munich RE Innovation LAB und die Fraunhofer AHEAD-Empowering Hightech Ventures Initiative. Zudem haben viele amerikanische Tech-Konzerne wie Google oder Apple Dependancen in München. Aber auch digitale Start-ups, insbesondere sogenannten Unicorns kommt eine hohe Bedeutung zu. Das Software-Unternehmen Celonis wurde genauso wie FlixBus, der HR-Plattform Personio, der Agile Robotics und dem ein digitaler Vermögensverwalter Scalable Capital in München gegründet.

Obwohl das digitale Ökosystem Münchens zu den leistungsfähigsten in Europa zählt, gibt die Modellierung zur strukturbereinigten W4.0-Intensität einen Hinweis, dass die herausragenden Potenziale noch nicht vollständig ausgeschöpft sind. Gründe dafür könnten in der

angespannten Büroimmobilienlage oder in den Fachkräfteengpässen bei digitalen Spezialisten liegen.

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1	W4.0-Intensität nach kreisfreien Städten und Landkreisen
Abbildung 2	W4.0-Index nach Branchengruppen in Bayern
Abbildung 3	Einstufung der W4.0-Intensität und Größe nach Branchengruppen
Abbildung 4	Zusammenhang zwischen W4.0-Intensität der kreisfreien Städte und Landkreise und digitalaffinen Branchen
Abbildung 5	W4.0-Indexwert nach Größenklassen in Bayern
Abbildung 6	W4.0-Indexwert nach Regionstypen in Bayern
Abbildung 7	Zusammenhang zwischen W4.0-Intensität der kreisfreien Städte und Landkreise und Einwohnerdichten
Abbildung 8	Technologie-Hotspots in kreisfreien Städten und Landkreisen
Abbildung 9	Auswahl bedeutender Technologie-Hotspots
Abbildung 10	Güte des digitalen Ökosystems nach kreisfreien Städten und Landkreisen
Abbildung 11	Typisierung der kreisfreien Städte und Landkreise nach W4.0-Intensität und Potenzialnutzung
Abbildung 12	Zuordnung der kreisfreien Städte und Landkreise nach der W4.0-Intensität und Potenzialnutzung

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1	W4.0-Index nach Intensitätsklassen
Tabelle 2	W4.0-Intensität nach Wachstumsstärke und Offenheitsgrad der Branchen
Tabelle 3	Vergleich der kreisfreien Städte und Landkreise mit oder ohne Technologie-Hotspots

## Anhang

---

### Kapitelübersicht

- A.1 Definition wissensintensive Dienstleistungen
- A.2 Beispiel-Wortwolken
- A.3 Regression Einflussfaktoren

#### A.1 Definition wissensintensive Dienstleistungen

Code	wissensintensive Dienstleistungen WZ 2008
58	Verlagswesen
59	Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen; Kinos; Tonstudios und Verlegen von Musik
60	Rundfunkveranstalter
61	Telekommunikation
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie
63	Informationsdienstleistungen
64	Erbringung von Finanzdienstleistungen
65	Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung)
66	Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten
69	Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung
70	Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben; Unternehmensberatung
71	Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische und chemische Untersuchung
72	Forschung und Entwicklung
73	Werbung und Marktforschung
74	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten
75	Veterinärwesen
86	Gesundheitswesen
90	Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten
91	Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten

Anhang Tabelle 1

## Kerndaten der digitalen Affinität der Städte und Landkreise in Bayern

Stadt/Landkreis	W4.0-Intensität	Öko-system	Potenzial-nutzung	Typ
Ingolstadt, St.	(-)	(-)	(-)	Herausgeforderte
München, St.	(+++)	(+++)	(-)	Nachzügler
Rosenheim, St.	(-)	(+)	(-)	Herausgeforderte
Altötting	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Berchtesgadener Land	(---)	(---)	(+++)	Hidden Champion
Bad Tölz-Wolfratsh.	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Dachau	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Ebersberg	(-)	(-)	(-)	Herausgeforderte
Eichstätt	(-)	(--)	(+)	Hidden Champion
Erding	(---)	(---)	(+)	Hidden Champion
Freising	(-)	(-)	(+)	Hidden Champion
Fürstenfeldbruck	(-)	(-)	(+)	Herausgeforderte
Garmisch-Partenkirchen	(---)	(---)	(+)	Hidden Champion
Landsberg	(-)	(-)	(+)	Hidden Champion
Miesbach	(--)	(---)	(+)	Hidden Champion
Mühldorf	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
München	(+++)	(+++)	(+)	High Performer
Neuburg-Schrobenh.	(---)	(--)	(--)	Herausgeforderte
Pfaffenhofen	(---)	(--)	(--)	Herausgeforderte
Rosenheim	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte

## Fortsetzung Anhang Tabelle 1

## Kerndaten der digitalen Affinität der Städte und Landkreise in Bayern

Stadt/Landkreis	W4.0-Intensität	Öko-system	Potenzial-nutzung	Typ
Starnberg	(++)	(+)	(++)	High Performer
Traunstein	(---)	(---)	(-)	Herausgeforderte
Weilheim-Schongau	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Landshut, St.	(--)	(+)	(--)	Herausgeforderte
Passau, St.	(+)	(-)	(+)	High Performer
Straubing, St.	(--)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Deggendorf	(-)	(--)	(+)	Hidden Champion
Freyung-Grafenau	(--)	(---)	(++)	Hidden Champion
Kelheim	(--)	(---)	(++)	Hidden Champion
Landshut	(--)	(---)	(++)	Hidden Champion
Passau	(---)	(---)	(+)	Hidden Champion
Regen	(---)	(---)	(+)	Hidden Champion
Rottal-Inn	(--)	(---)	(+)	Hidden Champion
Straubing-Bogen	(---)	(---)	(--)	Herausgeforderte
Dingolfing-Landau	(--)	(---)	(++)	Hidden Champion
Amberg, St.	(-)	(-)	(+)	Hidden Champion
Regensburg, St.	(++)	(++)	(+)	Nachzügler
Weiden, St.	(--)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Amberg-Sulzbach	(---)	(--)	(--)	Herausgeforderte
Cham	(---)	(---)	(-)	Herausgeforderte

## Fortsetzung Anhang Tabelle 1

## Kerndaten der digitalen Affinität der Städte und Landkreise in Bayern

Stadt/Landkreis	W4.0-Intensität	Öko-system	Potenzial-nutzung	Typ
Neumarkt	(--)	(--)	(+)	Herausgeforderte
Neustadt	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Regensburg	(---)	(--)	(--)	Herausgeforderte
Schwandorf	(---)	(---)	(-)	Herausgeforderte
Tirschenreuth	(---)	(---)	(--)	Herausgeforderte
Bamberg	(++)	(-)	(++)	High Performer
Bayreuth, St.	(+)	(++)	(-)	Nachzügler
Coburg, St.	(++)	(+)	(++)	High Performer
Hof, St.	(+)	(---)	(+++)	Hidden Champion
Bamberg	(---)	(--)	(--)	Herausgeforderte
Bayreuth	(---)	(---)	(+)	Herausgeforderte
Coburg	(---)	(---)	(+)	Herausgeforderte
Forchheim	(--)	(--)	(+)	Hidden Champion
Hof	(---)	(---)	(-)	Herausgeforderte
Kronach	(-)	(--)	(++)	Hidden Champion
Kulmbach	(---)	(--)	(--)	Herausgeforderte
Lichtenfels	(---)	(---)	(+)	Hidden Champion
Wunsiedel	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Ansbach, St.	(-)	(-)	(+)	Hidden Champion
Erlangen, St.	(+++)	(++)	(+++)	High Performer



## Fortsetzung Anhang Tabelle 1

## Kerndaten der digitalen Affinität der Städte und Landkreise in Bayern

Stadt/Landkreis	W4.0-Intensität	Öko-system	Potenzial-nutzung	Typ
Fürth, St.	(++)	(+)	(+)	High Performer
Nürnberg, St.	(++)	(++)	(-)	Nachzügler
Schwabach, St.	(-)	(-)	(-)	Herausgeforderte
Ansbach	(---)	(---)	(+)	Hidden Champion
Erlangen-Höchstadt	(--)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Fürth	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Nürnberger Land	(--)	(-)	(--)	Herausgeforderte
Neustadt	(--)	(---)	(++)	Hidden Champion
Roth	(--)	(--)	(+)	Hidden Champion
Weißenburg-Gunzenhausen	(---)	(---)	(--)	Herausgeforderte
Aschaffenburg, St.	(-)	(-)	(-)	Herausgeforderte
Schweinfurt, St.	(+)	(+)	(+)	High Performer
Würzburg, St.	(++)	(++)	(+)	High Performer
Aschaffenburg	(-)	(--)	(+)	Hidden Champion
Bad Kissingen	(---)	(---)	(+)	Herausgeforderte
Rhön-Grabfeld	(-)	(--)	(++)	Hidden Champion
Haßberge	(---)	(---)	(+)	Hidden Champion
Kitzingen	(--)	(---)	(++)	Hidden Champion
Miltenberg	(--)	(--)	(+)	Hidden Champion
Main-Spessart	(--)	(--)	(+)	Hidden Champion

## Fortsetzung Anhang Tabelle 1

## Kerndaten der digitalen Affinität der Städte und Landkreise in Bayern

Stadt/Landkreis	W4.0-Intensität	Öko-system	Potenzial-nutzung	Typ
Schweinfurt	(+)	(--)	(++)	Hidden Champion
Würzburg	(-)	(--)	(++)	Hidden Champion
Augsburg, St.	(++)	(++)	(+)	High Performer
Kaufbeuren, St.	(-)	(-)	(-)	Herausgeforderte
Kempen, St.	(+++)	(+)	(+++)	High Performer
Memmingen, St.	(+)	(--)	(++)	High Performer
Aichach-Friedberg	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Augsburg	(--)	(-)	(-)	Herausgeforderte
Dillingen	(---)	(---)	(-)	Herausgeforderte
Günzburg	(+)	(--)	(+++)	Hidden Champion
Neu-Ulm	(--)	(--)	(+)	Hidden Champion
Lindau	(-)	(---)	(++)	Hidden Champion
Ostallgäu	(---)	(---)	(-)	Herausgeforderte
Unterallgäu	(---)	(--)	(-)	Herausgeforderte
Donau-Ries	(---)	(--)	(--)	Herausgeforderte
Oberallgäu	(---)	(---)	(--)	Herausgeforderte

Erläuterungen: +++ (= sehr stark überdurchschnittlich); ++ (= stark überdurchschnittlich); + (= überdurchschnittlich); - (= unterdurchschnittlich), -- (= stark unterdurchschnittlich); --- (= sehr stark unterdurchschnittlich); High Performer (W4.0-Intensität und Potenzialnutzung überdurchschnittlich); Hidden Champion (W4.0-Intensität unterdurchschnittlich und Potenzialnutzung überdurchschnittlich); Nachzügler (W4.0-Intensität überdurchschnittlich und Potenzialnutzung unterdurchschnittlich); Herausgeforderte (W4.0-Intensität und Potenzialnutzung unterdurchschnittlich)

Quelle: IW Consult

## Anhang Tabelle 2

## Merkmale von Technologie-Hotspots

Stadt/Landkreis	Anzahl Hotspots	W4.0-Intensität	Regionstyp
Erlangen, St.	12	(+++)	Agglomeration
München, St.	11	(+++)	Agglomeration
München	11	(+++)	Umland
Regensburg, St.	6	(++)	Agglomeration
Augsburg, St.	6	(++)	Agglomeration
Würzburg, St.	6	(++)	Agglomeration
Starnberg	5	(++)	Umland
Nürnberg, St.	5	(++)	Agglomeration
Kempten, St.	4	(+++)	Kernstadt
Coburg, St.	4	(++)	Kernstadt
Ingolstadt, St.	4	(-)	Agglomeration
Hof, St.	3	(+)	Kernstadt
Landshut, St.	3	(--)	Kernstadt
Fürth, St.	2	(++)	Agglomeration
Schweinfurt	2	(+)	Geringverd. ländl. Raum
Ansbach, St.	2	(-)	Kernstadt
Bamberg, St.	1	(++)	Kernstadt
Bayreuth, St.	1	(+)	Kernstadt
Schweinfurt, St.	1	(+)	Kernstadt
Rosenheim, St.	1	(-)	Kernstadt

## Fortsetzung Anhang Tabelle 2

## Merkmale von Technologie-Hotspots

Stadt/Landkreis	Anzahl Hotspots	W4.0-Intensität	Regionstyp
Fürstenfeldbruck	1	(-)	Umland
Amberg, St.	1	(-)	Kernstadt
Eichstätt	1	(-)	Geringverd. ländl. Raum
Landsberg	1	(-)	ländl. Raum
Deggendorf	1	(-)	Geringverd. ländl. Raum
Kaufbeuren, St.	1	(-)	Kernstadt
Kronach	1	(-)	Geringverd. ländl. Raum
Forchheim	1	(--)	ländl. Raum
Neumarkt	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum
Dingolfing-Landau	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum
Straubing, St.	1	(--)	Kernstadt
Nürnberger Land	1	(--)	ländl. Raum
Rottal-Inn	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum
Ansbach	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum
Lichtenfels	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum
Bad Tölz-Wolfratshausen	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum
Bad Kissingen	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum
Coburg	1	(--)	ländl. Raum
Tirschenreuth	1	(--)	Geringverd. ländl. Raum

Erläuterungen: +++ (= sehr stark überdurchschnittlich); ++ (= stark überdurchschnittlich); + (= überdurchschnittlich); - (= unterdurchschnittlich), -- (= stark unterdurchschnittlich); --- (= sehr stark unterdurchschnittlich)

## A.2 Beispiel-Wortwolken

Embedded Systems, Embedded System, eingebettetes System, eingebettete Systeme

Industrial Internet, 5G, 5G-Netzwerk, 5G-Frequenzen, 5G Network

Industrie 4.0, 4.0-Geschäftsmodelle, 4.0-Geschäftsmodell, I4.0

Internet der Dinge, Internet of Things, IoT, Internet of Everything, Grid Networks, Smart Grid

Augmented<sup>\*31</sup>

Intelligente Fabrik, Smart Factory, Fabrik 4.0, vollvernetzte Produktion, Gateway, Losgröße 1, kundenindividuelle Produkte, Mass Customization, Neuromorphic Engineering, Head-Eye Systems, Neuromorphic Hardware, Human Machine Interaction, Mensch-Technik-Interaktion, COBOT, Collaborative Robots

Digitale Fabrik, Virtual Production, Virtual Productions, Virtuelle Produktion

3D Druck, Laser Sinter, Lasersintern, 3D Drucker, 3D Druck, 3D Druckmaschinen, Multi Jet Modeling, Digital Fabricator, Additive Fertigung, Generative Fertigungsverfahren, Generatives Fertigungsverfahren, Additive Manufacturing, Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing, 4D Druck, 4D Drucker, 4D Druckmaschinen, Mockup, 3D-Mockup

digital twin, digitaler Zwilling, Virtuelle Softwarerepräsentation

Cloud Computing, Cloudcomputing, Cloud Daten, Cloud Dienste, Cloud Speicher, Sealed Cloud, Private Cloud, Public Cloud, Hybrid Cloud, Community Cloud, Infrastructure as a Service, Platform as a Service, Software as a Service, Relational Database Service, Web-Scale IT, Cloud Architecture

Echtzeit\*, real time\*

Big Data, Massendaten, Exploratory Data Analysis, EDA, Explorative Datenanalyse

Manufacturing Execution System, Manufacturing Execution Systems, Produktionsleitsystem, Produktionsleitsysteme, Collaborative Production Management

Smart Data, Smart Data Discovery, Intelligente Datenerkennung, Augmented Data Discovery

Virtual Reality, virtuelle Realität, 3D Maus, Datenhandschuh, Augmented Reality, VR, Brain Computer Interface, Brain-Computer-Interface

---

<sup>31</sup> „\*“ = Wildcard Character, alle Endungen möglich.

Cyber Physical\*, cyber physisch\*, Autonom, autonomous, Autonomous Production Unit, Autonome Fertigungseinheit, Autonomer Mobiler Roboter, Autonome Mobile Roboter, Autonomous Robot, Automatische Prozesssteuerung, automatische Prozesssteuerungen, Smart Robot, Smart Robots

Aktor Aktoren Actuator Actuators Effektor Effektoren

Predictive Analytics, Advanced Analytics

Predictive Maintenance, Condition Monitoring

Additive Fertigung, Generative Fertigungsverfahren, Generatives Fertigungsverfahren, Additive Manufacturing, Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Rapid Manufacturing

3D Labor, 3D Scanner, interaktive 3D Modellierung, 3D Digitalisierung, 3D Visualisierung

RFID, radio frequency identification, RFID System, RFID Systeme, Funketikett, Funketiketten, RFID Transponder, RFID Middleware, ISO 18000, ISO IEC 18000, RFID Tag, ISOCARD, CLAMSHELL Card, ISO 15693, Smart Label, Smart Tags, Amplitude Shift Keying, Amplitudenumtastung, Frequency Shift Keying, Frequenzumtastung, Phase Shift Keying, Phasenmodulation, phase jitter modulation, Phasenjittermodulation, SAW Tag, e Plate,  $\mu$  Chip, Paypass VeriChip, ISO IEC 17363, ISO 17363, ISO IEC 18185, ISO 18185, ISO IEC 11784, ISO IEC 11785, ISO 11784, ISO 11785, Crypto Transponder, MIFARE, ISO 18092, LEGIC, ISO IEC 14443, ISO 14443, Pulk Erkennung, Pulkerkennung, Pulkerfassung, Pulk Erfassung, Trovan, ISO 69873, VDI 4470, VDI 4472, EPCglobal

Sensornetz, Sensornetze, Sensorknoten, Sensor Network, Wireless Sensor Network, Smart Dust

Ambient Intelligence, Aml Technologie, Ubiquitous computing, ubicomp, Pervasive Computing, Wearable Computing, Wearables, Organic Computing

Smart Services, Smart Service, Smart Service Lösung, Smart Service Lösungen, Software as a Service, SaaS, XaaS

Künstliche Intelligenz, KI, Artificial Intelligence, AI, Machine Learning, Maschinelles Lernen, Machine Learning, Maschinelles Lernen, smart machine, Smart Maschine, Smart Machine Technology, Smart Machine Technologie

Blockchain, Datenblock, Blockchain-Datenbank, Blockchain-Datenbanken  
Digitale Plattform, Digitale Plattformen, Internet Plattformen, Internetbasierte Plattformmodelle, Internetbasiertes Plattformmodell, Sharing Plattformen, Sharing-Plattformen, Sharing Plattform, Sharing-Plattform, Plattformökonomie, Peer-to-Peer Network, Peer-to-Peer Networking, Data Broker PaaS, PaaS, Serverless PaaS, IoT Plattform

### A.3. Regression Einflussfaktoren

Der Anteil digitalaffiner Unternehmen ist in einer Region umso höher, je höher der Agglomerationsgrad (gemessen an der Einwohnerdichte) und der Anteil großer Unternehmen sind und je mehr Unternehmen es in digitalaffinen oder wissensintensiven Branchen gibt. Auch die Existenz von Forschungseinrichtungen wirkt statistisch signifikant positiv auf die W4.0-Intensität einer Region.

Tabelle 4 zeigt das ökonometrische Modell. Abgebildet sind die erklärenden Variablen der zu erklärenden Variable „Digitalaffinität von Unternehmen“ und deren statistischer Erklärungsgrad. Alle Variablen erklären die Digitalaffinität von Unternehmen hochsignifikant auf dem 1-Prozent-Niveau.

#### Anhang Tabelle 4

#### Ökonometrisches Modell

Variable	Koeffizient	Standardfehler	p-Wert
Konstante	-0,2241	0,057	0,000
W4.0 Branchenmix	0,0592	0,013	0,000
Einwohnerdichte	0,0035	0,001	0,001
Anteil große Unternehmen	0,0134	0,005	0,003
Forschungsinstitute	0,0076	0,001	0,000

N = 96, R<sup>2</sup> = 0,788

Sowohl endogene als auch exogene Variablen wurden logarithmiert mit  $\ln(x + 1)$ , d.h. eine Erhöhung eines Koeffizienten um 1 Prozent geht approximativ mit einer Erhöhung von  $\beta\%$  einher.

## Ansprechpartner/Impressum

---

### Johanna Yaacov

Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-135  
[johanna.yaacov@vbw-bayern.de](mailto:johanna.yaacov@vbw-bayern.de)

### Christine Völzow

Wirtschaftspolitik

Telefon 089-551 78-251  
[christine.voelzow@vbw-bayern.de](mailto:christine.voelzow@vbw-bayern.de)

## Impressum

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich ohne jede Diskriminierungsabsicht grundsätzlich auf alle Geschlechter.

### Herausgeber

**vbw**  
Vereinigung der Bayerischen  
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5  
80333 München

[www.vbw-bayern.de](http://www.vbw-bayern.de)

© vbw Mai 2024

### Weiterer Beteiligter

IW Consult GmbH

Fabian Meeßen  
Hanno Kempermann  
Dr. Karl Lichtblau

0221 4981-758  
[Kempermann@iwkoeln.de](mailto:Kempermann@iwkoeln.de)