



Bundesnetzagentur

Bericht zur Angemessenheit des Produktivitätsfaktors der Eisenbahnregulierung



Bericht zur Angemessenheit des Produktivitätsfaktors der Eisenbahnregulierung

Bericht der Regulierungsbehörde
gemäß § 28 Abs. 3 Eisenbahnregulierungsgesetz

November 2021

**Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas,
Telekommunikation, Post und Eisenbahnen**

Referat 702 – Technische Grundsätze der Eisenbahnregulierung,
Digitalisierung im Eisenbahnbereich; Marktbeobachtung, Statistik

Referat 704 – Ökonomische Grundsatzfragen der Eisenbahnregulierung
und Verkehrswirtschaft

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Tel.: +49 228 14-0

Fax: +49 228 14-8872

E-Mail: info@bnetza.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Zusammenfassung.....	5
1 Auftrag an die Bundesnetzagentur	9
1.1 Berichtsauftrag gemäß § 28 Eisenbahnregulierungsgesetz.....	9
1.2 Untersuchungsobjekt	9
1.3 Prüfkonzept.....	9
2 Produktivität in Wettbewerb und Regulierung.....	11
2.1 Der Begriff der Produktivität.....	11
2.1.1 Produktivität und Wirtschaftlichkeit.....	11
2.1.2 Produktivitätsausprägungen	11
2.1.3 Mengen- und wertmäßige Produktivität.....	12
2.1.4 Produktivität, Effektivität und Effizienz, Produktivitätsfaktor.....	13
2.1.5 Vergangenheits- und Zukunftsbezug von Produktivitätsfaktoren	15
2.1.6 Produktivitätsebenen.....	15
2.2 Die Rolle von Produktivitätsfortschritt in Wettbewerbsmärkten.....	16
2.3 Der Produktivitätsfaktor als Bestandteil der Anreizregulierung	17
2.3.1 Grundidee der Anreizregulierung.....	17
2.3.2 Zentrale Elemente einer Anreizregulierung.....	19
3 Kennzahlen und Konzepte zur Ermittlung der Produktivitätsentwicklung	21
3.1 Parameter	21
3.1.1 Output und Input.....	21
3.1.2 Datengrundlagen.....	22
3.2 Produktivitätskennzahlen.....	23
3.2.1 Teilproduktivität.....	23
3.2.2 Mehrfachproduktivität.....	29
3.2.3 Totale Faktorproduktivität.....	30
3.3 Messkonzepte	32
3.3.1 Törnqvist-Index	32
3.3.2 Malmquist-Index.....	36
3.4 Sektorapproximation	46
3.4.1 Kombinierte Teilproduktivität.....	46
3.4.2 Synthetischer Vergleichssektor.....	49
4 Anwendung des Produktivitätsfaktors: eine sektor- und grenzübergreifende Betrachtung.....	53
4.1 Postsektor Deutschland.....	53
4.2 Telekommunikationssektor Deutschland	55
4.3 Energiesektor Deutschland	56
4.4 Internationale Regulierungspraxis.....	58

5	Der Produktivitätsfaktor im Eisenbahnregulierungsgesetz.....	61
5.1	Ausgestaltung der Entgeltregulierung	61
5.1.1	Ausgangsniveau der Gesamtkosten.....	62
5.1.2	Obergrenze der Gesamtkosten.....	63
5.1.3	Anreize zur Kostensenkung und Erlössteigerung.....	64
5.2	Produktivitätsfaktor und Inflationsfaktor gemäß ERegG.....	65
5.2.1	Produktivitätsfaktor	65
5.2.2	Inflationsfaktor	66
5.3	Der Anreizpfad am Beispiel der DB Netz AG	67
5.4	Einfluss des Produktivitätsfaktors auf den Anreizpfad	69
6	Überlegungen zur Angemessenheit des Produktivitätsfaktors.....	73
6.1	Eigenschaften des Sektors.....	73
6.1.1	Betriebliche Charakteristika und Unterschiede	73
6.1.2	Finanzielle Charakteristika und Unterschiede.....	74
6.2	Überlegungen zur Datenanforderung und Datenverfügbarkeit.....	75
6.3	Rechtliche Überlegungen.....	76
6.4	Ökonomische Überlegungen	78
6.4.1	Überlegungen zur Eignung von Kennzahlen für den Sektor der BdS	80
6.4.2	Überlegungen zur Eignung von Messkonzepten für den Sektor der BdS.....	82
6.4.3	Überlegungen zur Eignung von Ansätzen zur Approximation des Sektors der BdS ..	84
6.5	Schlussfolgerungen zur Angemessenheit.....	86
	Anhang.....	95
I.	Eisenbahnregulierungsgesetz (Auszug).....	95
	§ 28 Inflationsfaktor, Produktivitätsfaktor	95
II.	OGK der DB Netz AG der Netzfahrplanperioden 2018/2019 bis 2022/2023.....	95
	Netzfahrplanperiode 2018/2019.....	95
	Netzfahrplanperiode 2019/2020.....	96
	Netzfahrplanperiode 2020/2021.....	98
	Netzfahrplanperiode 2021/2022.....	99
	Netzfahrplanperiode 2022/2023.....	101
	Abbildungsverzeichnis	103
	Tabellenverzeichnis	104
	Abkürzungsverzeichnis	105
	Literaturverzeichnis	106
	Impressum.....	113

Zusammenfassung

Aus dem Eisenbahnregulierungsgesetz (§ 28 Abs. 3 ERegG) ergeht der Auftrag an die Bundesnetzagentur, einen Bericht zur Angemessenheit des Produktivitätsfaktors gemäß § 28 Abs. 2 ERegG zu erstellen. Dieser Produktivitätsfaktor basiert auf Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und bildet die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis ab.

Der zu untersuchende Produktivitätsfaktor wird bei der Regulierung von Betreibern der Schienenwege gemäß § 25 ERegG eingesetzt. Im Rahmen der Überprüfung der Angemessenheit wurden Methoden untersucht, die geeignet sind, einen Produktivitätsfortschritt abzubilden. Um die Angemessenheit des in § 28 Abs. 2 ERegG definierten Produktivitätsfaktors zu überprüfen, wurden Überlegungen aus ökonomischer und rechtlicher Sicht vor dem Hintergrund der Entgeltregulierung für Betreiber der Schienenwege angestellt.

Im vorliegenden Bericht kommt die Bundesnetzagentur zu dem Ergebnis, dass der aktuelle Produktivitätsfaktor auch weiterhin als angemessen angesehen werden kann.

Um den ökonomischen Kontext herzustellen, wurden die theoretischen Grundlagen und die Bedeutung des Produktivitätsfaktors für die Entgeltregulierung aus theoretischer und praktischer Sicht aufgearbeitet. Grundsätzlich werden Produktivitätsfortschritte in wettbewerblich geprägten Märkten von den Unternehmen selbst adaptiert, um im Markt bestehen zu bleiben. Bei regulierten Unternehmen, die nicht im Wettbewerb stehen, ist dieser Anpassungsdruck deutlich reduziert. Daher wird in der Regulierungspraxis oftmals ein Produktivitätsfaktor im Rahmen einer Anreizregulierung vorgegeben, den die Unternehmen adaptieren müssen. Derartige Produktivitätsfortschritte können für einen solchen Zweck auf individueller, sektoraler und gesamtwirtschaftlicher Ebene bestimmt werden.

Der zu untersuchende Produktivitätsfaktor wird bei der Regulierung von Betreibern der Schienenwege gemäß § 25 ERegG eingesetzt. Der Gesetzgeber bezieht mit der gewählten Form der Regulierung einerseits einen Faktor ein, der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsveränderungen abbildet, während er andererseits auf einen Faktor zum Abbau möglicher individueller Ineffizienzen verzichtet. Er legt damit einen Fokus auf eine allgemeine und nicht etwa eine individuelle Berücksichtigung von Produktivitätsfortschritten. Im Rahmen der Angemessenheitsuntersuchung werden daher Methoden untersucht, die geeignet sind einen sektoralen oder gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt abzubilden. Die Rolle des Produktivitätsfaktors in der Anreizregulierung und sein Zusammenspiel insbesondere mit dem Preisindex wurden am Beispiel der DB Netz AG beschrieben.

Produktivitätsfaktoren können auf unterschiedliche Weise bestimmt werden. Auf Basis der Literatur und von Anwendungsbeispielen in der nationalen und internationalen Regulierungspraxis wurden mögliche Methoden identifiziert. Betrachtet wurden Produktivitätskennzahlen in Form von Teil- und Mehrfachproduktivität sowie Totaler Faktorproduktivität sowie entsprechende Messkonzepte. Zu ihnen zählen die mengen- und preisbasierten Indizes von Paasche, Laspeyres, Fisher und Törnqvist sowie der Malmquist-Index, in dessen Kontext die Vergleichsverfahren der Dateneinhüllungsanalyse und der stochastischen Effizienzgrenzenanalyse zu nennen sind. Es stellte sich heraus, dass die mengen- und preisbasierten Indizes von Paasche, Laspeyres und Fisher in diesem Kontext weniger geeignet sind, so dass diese in diesem Bericht nicht weiter betrachtet wurden.

Diese Standardansätze wurden ergänzt durch Konzepte der Sektorapproximation, die eine näherungsweise Abbildung eines speziellen Sektors anstreben.

Um die Geeignetheit der identifizierten Methoden auf den Sektor der Betreiber der Schienenwege in Deutschland abzuschätzen, wurde dieser analysiert. Es zeigte sich, dass der Sektor der Betreiber der Schienenwege mit knapp 150 Betreibern vergleichsweise klein und sehr heterogen ist. Dies äußerte sich u.a. in der Größe der Infrastruktur, den Infrastrukturmerkmalen, den verschiedenen Geschäftsmodellen und Finanzdaten.

Eine weitere wichtige Rolle spielen die Datenanforderungen der verschiedenen Methoden. In Deutschland werden für die Berechnungen statistischer Kenngrößen vielfach die Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung verwendet. Auch im Rahmen dieses Berichts wurde auf diese Datenquelle zurückgegriffen. Andere geeignete, öffentlich verfügbare Datenquellen konnten nicht identifiziert werden.

In der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung gibt es verschiedene Gliederungsebenen. Der Sektor der Betreiber der Schienenwege wird jedoch nicht direkt abgebildet, sondern ist als „Betrieb von Verkehrswegen für Schienenfahrzeuge“ dem Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ zugeordnet, der Teil des Wirtschaftsbereichs „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ ist. Die beste Möglichkeit den Sektor der Betreiber der Schienenwege abzubilden bestünde in der Verwendung unternehmensindividueller Daten. Diese sind allerdings erheblich aufwendiger zu beschaffen, und es ist fraglich, inwiefern sie in der erforderlichen Tiefe und Abgrenzung bei den Unternehmen vorliegen.

Es wurden nachfolgende Kriterien entwickelt, um eine mögliche Anwendung der identifizierten Methoden unter Berücksichtigung der Datenanforderungen auf den Sektor der Betreiber der Schienenwege zu bewerten:

- Akzeptanz: Findet die Methode in Wissenschaft und Praxis breite Akzeptanz?
- Nachvollziehbarkeit: Wie komplex, annahmegetrieben, transparent und verständlich ist die Methode? Inwieweit könnten Rechts- und Planungsunsicherheiten entstehen?
- Datenverfügbarkeit: Sind die erforderlichen Daten grundsätzlich vorhanden, und kann auf diese Daten mit angemessenem Aufwand zugegriffen werden? Inwieweit könnten aufgrund der Daten Rechts- und Planungsunsicherheiten entstehen?
- Passgenauigkeit: Wird der Sektor der Betreiber der Schienenwege selbst abgebildet oder hilfsweise approximiert?
- Robustheit: Ist der aus der betrachteten Methode resultierende Produktivitätsfaktor frei davon, durch einzelne oder einige wenige Unternehmen des Sektors unmittelbar beeinflusst zu werden?

Nachfolgende Tabelle 1 fasst zusammen, inwiefern die identifizierten Methoden die Kriterien erfüllen.

Zusammenfassung der ökonomischen Überlegungen

	Diagramm- linie Nr.	Akzeptanz	Nachvoll- ziehbarkeit	Daten	Passge- nauigkeit	Robustheit
Produktivitätskennzahlen						
VGR-Daten	1, 3, 8, 10, 14, 16	★★★★★	★★★★★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
Unternehmensdaten*		★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Messkonzepte						
VGR-Daten		★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★
Unternehmensdaten*		★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Sektorapproximation						
Unternehmens-*/VGR-Daten		☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Unternehmensdaten*		☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★

Die Anzahl der Sterne von ☆☆☆☆★ bis ★★★★★ zeigt die qualitative Einschätzung, inwiefern das entsprechende Kriterium erfüllt ist. Je höher die Anzahl ausgefüllter Sterne, umso eher ist das entsprechende Kriterium erfüllt. Die hier genannten Diagrammliniennummern beziehen sich auf Abbildung 1 und stellen die Verbindung zwischen den hier dargestellten Methoden und den in Abbildung 1 dargestellten Diagrammlinien dar. (*) Zu erhebende Unternehmensdaten

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der ökonomischen Überlegungen.

Quelle: Bundesnetzagentur

Es wird deutlich, dass die untersuchten Methoden grundsätzlich geeignet sind, sich allerdings Unterschiede in der Ausgestaltung ergeben. Bis auf die Sektorapproximation sind die betrachteten Ansätze in Wissenschaft und Praxis etabliert.

Die beste Annäherung an den Sektor der Betreiber der Schienenwege kann erreicht werden, wenn ausschließlich oder in hohem Maße unternehmensindividuelle Daten der Betreiber der Schienenwege verwendet werden. Deren Erhebung erfordert jedoch einen hohen Aufwand. Gegebenenfalls könnte die Transparenz eingeschränkt sein, falls die verwendeten Unternehmensdaten nicht veröffentlicht werden könnten. Auch sind Methoden, die auf unternehmensindividuellen Daten beruhen, meist komplexer und schwieriger nachzuvollziehen. Sie enthalten höhere Freiheitsgrade, deren Ausgestaltung das Ergebnis beeinflussen kann. Darüber hinaus ist es aufgrund der vergleichsweise geringen Sektorgröße möglich, dass die Ergebnisse durch einzelne Unternehmensdaten beeinflusst werden könnten. Hieraus können sich je nach Methode teilweise deutliche Rechts- und Planungsunsicherheiten ergeben.

Transparent, vergleichsweise einfacher, mit deutlich weniger Freiheitsgraden versehen und unaufwendig in der Datenbeschaffung sind die Methoden jedoch, wenn sie ausschließlich VGR-Daten bzw. anerkannte, öffentlich verfügbare Daten verwenden. Auch sind die berechneten Ergebnisse robust. Damit ist mit diesen Vorgehensweisen eine hohe Rechts- und Planungssicherheit verbunden. Die Annäherung an den Sektor der Betreiber der Schienenwege ist allerdings eingeschränkt.

Um den rechtlichen Kontext zu erschließen, wurden Überlegungen angestellt, inwiefern ein Produktivitätsfaktor die Ziele des § 3 ERegG befördern könnte. Es wurde deutlich, dass aus den Zielen 1, 2, 3, 5 sowie gegebenenfalls 6 ERegG abgeleitet werden kann, dass ein angemessener Produktivitätsfaktor eine gewisse Höhe erreichen und gleichzeitig nicht zu hoch ausfallen sollte. So ergibt sich ein Korridor, innerhalb dessen sich ein angemessener Produktivitätsfaktor bewegen sollte.

Um zu überprüfen, inwiefern der aktuell verwendete Produktivitätsfaktor diese Anforderung erfüllt, wurden mithilfe der identifizierten Methoden, für die geeignete Daten vorlagen, Produktivitätsfaktoren auf den drei Ebenen Gesamtwirtschaft, Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ berechnet. Diese spannten einen Korridor auf, dessen Untergrenze die Kapitalproduktivität bildete und dessen Obergrenze durch die Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis bestimmt wurde. Die weiteren ermittelten Produktivitätsfaktoren – auch der aktuelle Produktivitätsfaktor – verliefen innerhalb dieses Korridors.

Nachfolgende Abbildung 1 zeigt Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis und die Kapitalproduktivität auf den drei Ebenen. Der aktuelle Produktivitätsfaktor wird als orangene, gestrichelte Linie geführt.

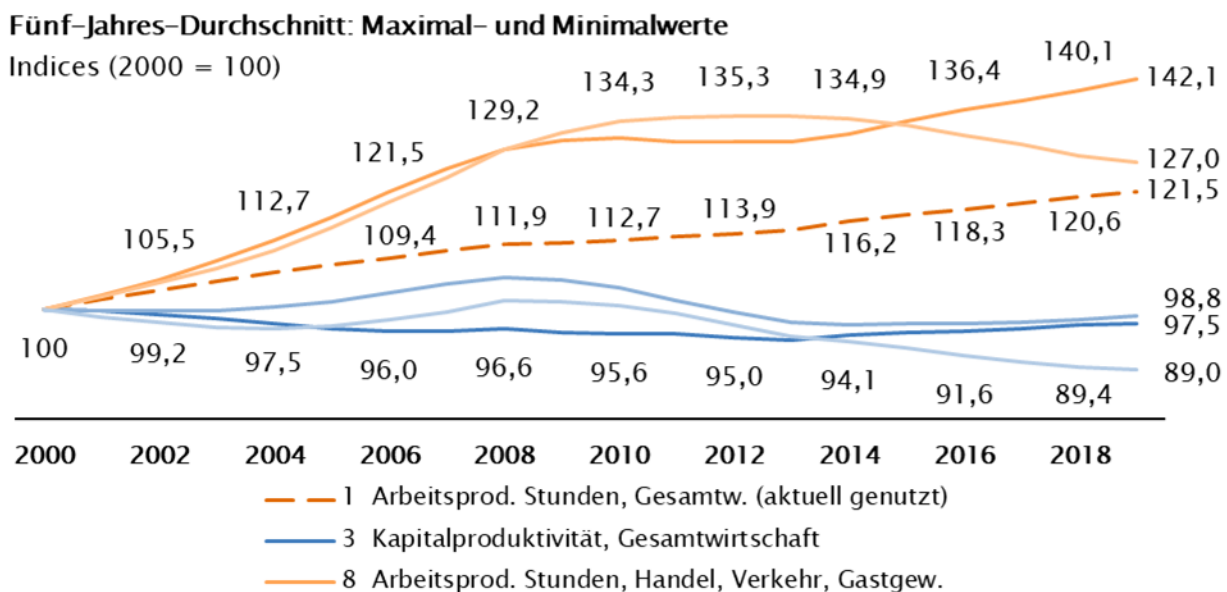


Abbildung 1: Entwicklung der maximalen und minimalen Produktivitäten auf Wirtschaftsebene im Fünf-Jahres-Durchschnitt. Die genannten Diagrammliniennummern beziehen sich auf Tabelle 1 und stellen die Verbindung zwischen den dargestellten Diagrammlinien und den in Tabelle 1 dargestellten Methoden dar.
Quelle: Bundesnetzagentur

Es wird deutlich, dass der aktuelle Produktivitätsfaktor den rechtlichen Überlegungen zu den Zielen des § 3 ERegG gerecht wird und sich innerhalb einer Bandbreite bewegt. So wird es möglich, die Belange der Betreiber der Schienenwege neben den Belangen der Nutzer und Endkunden zu berücksichtigen.

Aus ökonomischer Sicht und vor dem Hintergrund der Charakteristika der Betreiber der Schienenwege bietet der aktuelle Produktivitätsfaktor darüber hinaus deutliche Vorteile: Er ist einfach zu handhaben, transparent, nachvollziehbar, mit sehr geringem Aufwand verbunden und eine eventuelle Beeinflussbarkeit durch Unternehmensdaten des Sektors der Betreiber der Schienenwege kann ausgeschlossen werden. Er bietet damit eine hohe Rechts- und Planungssicherheit. Sein einziges Manko liegt in der Passgenauigkeit, da er auf gesamtwirtschaftlichen Daten basiert.

Daher wird der aktuelle Produktivitätsfaktor auf Basis der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis weiterhin als angemessen und geeignet angesehen, im Rahmen der Entgeltregulierung gemäß § 25 Abs. 1 ERegG als Produktivitätsfaktor verwendet zu werden.

1 Auftrag an die Bundesnetzagentur

Der vorliegende Bericht der Bundesnetzagentur basiert auf einem Prüfauftrag aus dem Eisenbahnregulierungsgesetz (vgl. Abschnitt 1.1). Im Fokus steht der in der Entgeltregulierung von Betreibern der Schienenwege verwendete Produktivitätsfaktor (vgl. Abschnitt 1.2). Das Prüfkonzept umfasst sowohl die ökonomische als auch die rechtliche Sicht (Abschnitt 1.3).

1.1 Berichtsauftrag gemäß § 28 Eisenbahnregulierungsgesetz

Aus dem Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG) ergeht gemäß § 28 Abs. 3 der Auftrag an die Bundesregierung, dem Deutschen Bundestag fünf Jahre nach dem 2. September 2016 (Datum des Inkrafttretens des ERegG) eine Stellungnahme zur Angemessenheit des Produktivitätsfaktors gemäß § 28 Abs. 2 ERegG vorzulegen. Ein Bericht der Bundesnetzagentur soll dabei die Grundlage für die Stellungnahme der Bundesregierung bilden.

Der vorliegende Bericht stellt die Erkenntnisse der Bundesnetzagentur zur Angemessenheit des im Rahmen der Entgeltregulierung von Betreibern der Schienenwege (BdS) verwendeten Produktivitätsfaktors gemäß § 28 Abs. 2 ERegG dar. Er wird der Bundesregierung vorgelegt.

1.2 Untersuchungsobjekt

Der Produktivitätsfaktor wird bei der Regulierung von BdS gemäß § 25 ERegG eingesetzt. Der Gesetzgeber bezieht mit dieser Form der Regulierung einerseits einen Faktor ein, der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsveränderungen abbildet, während er andererseits auf einen eigenen Faktor zum Abbau möglicher individueller Ineffizienzen verzichtet. Er legt damit einen Fokus auf eine allgemeine und nicht etwa eine individuelle Berücksichtigung von Produktivitätsfortschritten. Im Rahmen der Angemessenheitsuntersuchung werden daher Methoden untersucht, die geeignet sind einen sektoralen oder gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt abzubilden.

Nicht Teil der Untersuchung, jedoch eng verbunden mit dem Produktivitätsfaktor ist der Inflationsfaktor, der ebenfalls Teil der Regulierung gemäß § 25 ERegG ist. Es ist sinnvoll, dass beide Faktoren aufeinander abgestimmt sind. Zurzeit wird für beide Faktoren gemäß § 28 Abs. 1, 2 ERegG ein gesamtwirtschaftlicher Wert herangezogen. Sollte der Produktivitätsfaktor auf einen sektoralen Wert umgestellt werden sollen, so sollte auch der Inflationsfaktor entsprechend umgestellt werden.

1.3 Prüfkonzept

Um die Angemessenheit des in § 28 Abs. 2 ERegG definierten Produktivitätsfaktors zu überprüfen, wurden Überlegungen aus ökonomischer und rechtlicher Sicht im Rahmen der Entgeltregulierung für BdS angestellt.

- Um den ökonomischen Kontext herzustellen, werden die theoretischen Grundlagen und die Bedeutung des Produktivitätsfaktors für die Entgeltregulierung aus theoretischer und praktischer Sicht aufgearbeitet. Es werden Methoden aus Wissenschaft und Praxis identifiziert, die herangezogen werden können, um Produktivitätsfaktoren zu berechnen.
- Es wird der Sektor der BdS untersucht, um die Anwendbarkeit der Methoden für diesen Sektor abzuschätzen.
- Um den rechtlichen Kontext zu erschließen, werden die Ziele des § 3 ERegG untersucht und Überlegungen angestellt, inwiefern ein Produktivitätsfaktor diese befördern könnte.

2 Produktivität in Wettbewerb und Regulierung

In den nachfolgenden Abschnitten werden grundsätzliche Zusammenhänge im Bereich der Produktivität aufgezeigt und auf ihre Messung sowie ihre Rolle auf volkswirtschaftlichen Märkten eingegangen. Dazu werden zuerst der Produktivitätsbegriff, seine Definition und seine Dimensionen beschrieben (vgl. Abschnitt 2.1). Anschließend wird zunächst die Rolle der Produktivität in Wettbewerbsmärkten vorgestellt (vgl. Abschnitt 2.2), um daraus schließlich den Produktivitätsfaktor als ein Element der Anreizregulierung abzuleiten (vgl. Abschnitt 2.3).

2.1 Der Begriff der Produktivität

Im Folgenden soll einführend eine Abgrenzung der Begrifflichkeiten Wirtschaftlichkeit, Produktivität, Effizienz sowie Effektivität und eine Differenzierung von Teil- und Mehrfachproduktivitäten sowie mengen- und wertmäßigen Produktivitätskennzahlen vorgenommen werden.

2.1.1 Produktivität und Wirtschaftlichkeit

Der Begriff der Produktivität ist eng mit dem Begriff der Wirtschaftlichkeit verknüpft. Wirtschaftlichkeit bedeutet die Nutzenmaximierung bei gegebenen Mitteln oder die Minimierung der Mittel bei (vor-) gegebenem Nutzen. Als Beurteilungskriterium umfasst sie mehrere Dimensionen und kann auf unterschiedliche Dispositionen sowie Prozesse angewendet werden. Die Produktivität ist eine Facette der Wirtschaftlichkeit und kann aufgrund ihrer Prägung durch güterwirtschaftliche Prozesse der operativen Handlungsebene zugeordnet werden.¹

Die Definition von Produktivität geht auf die volkswirtschaftliche Analyse landwirtschaftlicher Prozesse im 19. Jahrhundert zurück. Hiernach kann Produktivität als die Ergiebigkeit der eingesetzten Produktionsfaktoren im Hinblick auf die resultierenden Erträge bezeichnet werden. Vereinfacht kann die Produktivität zunächst als Verhältnis von Outputmenge zur Inputmenge definiert werden.²

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Der funktionale Zusammenhang der abhängigen Outputvariable und einer oder mehreren unabhängigen Inputvariablen kann mithilfe von Produktionsfunktionen dargestellt werden. Dies kann für die Gesamtheit oder einzelne Teilschritte der Wertschöpfung erfolgen und gilt gleichermaßen für die Darstellung der Produktivität in Form von Teil- und Mehrfachproduktivitäten.³

2.1.2 Produktivitätsausprägungen

Produktivitätskennzahlen können als Teilproduktivität, Mehrfachproduktivität oder Totale Faktorproduktivität in Abhängigkeit von den gewählten Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital etc.) dargestellt werden. Die verschiedenen Teilproduktivitäten geben Aufschluss darüber, wie hoch der Einsatz eines

¹ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 1 ff.

² Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 16 sowie Cantner et al. (2007), S. 1.

³ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 17 f.

spezifischen Inputs, isoliert betrachtet, an der Produktion einer Einheit Output bzw. wie viele Einheiten des Outputs mit einer Einheit Input generiert werden können.⁴

Basiert die untersuchte Produktion auf mehreren Inputs, kann die Verwendung einer Teilproduktivitätskennzahl zu einem nicht validen Ergebnis führen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass andere Produktionsfaktoren (maßgeblichen) Einfluss auf den Erfolg haben. So können sich Teilproduktivitäten etwa auch dann ändern, wenn sich das Verhältnis der eingesetzten Inputs zu einander ändert. Im Zuge der Industrialisierung wurde beispielsweise zunehmend Arbeit durch Kapital substituiert. Eine isolierte Betrachtung der verschiedenen Teilproduktivitäten zeigt in diesem Fall eine zunehmende Arbeitsproduktivität und eine abnehmende Kapitalproduktivität bei gleichbleibendem Output.

Mithilfe einer Mehrfachproduktivität kann der Einfluss mehrerer Inputfaktoren auf eine Einheit Output berechnet werden, oder auch wieviel Output mit mehreren gegebenen Inputfaktoren erzielt werden kann.⁵ In diesem Fall könnte diese aus den Inputfaktoren Arbeit und Kapital berechnet werden und zwar mit den unterschiedlichen Faktorkombinationen. Welchen Anteil der jeweilige Inputfaktor an der berechneten Produktivität hat, bleibt bei Mehrfachproduktivitäten allerdings unklar. Die Verwendung von Mehrfachproduktivitäten kann sich als sinnvoll erweisen, wenn ausgeschlossen werden soll, dass sich die Produktivität nur aufgrund des Verhältnisses der eingesetzten Inputs zu einander ändert. Auch wenn mehrere verwendete Inputs nicht (eindeutig) voneinander getrennt werden können, können gegebenenfalls durch den Vergleich der Mehrfach- mit den Teilproduktivitäten Synergieeffekte identifiziert werden.

Als umfassendste Form von Produktivität kann die Totale Faktorproduktivität bezeichnet werden. Diese Kennzahl setzt den Gesamtoutput ins Verhältnis zu der Gesamtheit der Inputs, so dass die Produktivität des gesamten Produktionsprozesses abgebildet wird.⁶ Anders als bei den Teilproduktivitäten ist ein differenzierter Rückschluss auf einzelne Produktivitätstreiber nicht mehr möglich.

2.1.3 Mengen- und wertmäßige Produktivität

Produktivität kann nicht nur mengen-, sondern auch wertmäßig ermittelt werden.⁷ Dies ist in der Regel erforderlich, wenn verschiedene Produkte hergestellt bzw. unterschiedliche Einsatzfaktoren verwendet werden. In solchen Fällen ist eine Vergleichbarkeit der Dimensionen herzustellen. Hierbei werden die Mengen von Input und Output mit Preisen bewertet, sodass sie reale Wertgrößen darstellen. Die monetäre Bewertungsbasis der verwendeten Größen sollte dabei identisch sein: Da die Produktivität – im Gegensatz zur Profitabilität – die mengenmäßige Perspektive einnimmt, müssen die Preise über den Untersuchungszeitraum konstant gehalten werden. Andernfalls würden nicht reale, sondern nominale Leistungen und Kosten verglichen werden: Die Verwendung von jeweils gültigen Marktpreisen legt einen „Geldschleier“ über die Produktivität, sodass Effektivitäts- und Effizienzveränderungen möglicherweise nicht mehr als solche erkannt werden. Soll die Produktivität aus nominalen Wertgrößen bestimmt werden, müssen daher die nominalen Veränderungen in eine Preiskomponente und in eine reale Veränderungskomponente

⁴ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 17.

⁵ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 18.

⁶ Vgl. Cantner et al. (2007), S. 2.

⁷ Vgl. Cantner et al. (2007), S. 2.

aufgeteilt werden.⁸ Unabhängig davon ist zu beachten, dass eine Marktpreisänderung eine Anpassung des optimalen Output- und Inputmix eines Unternehmens bzw. der Volkswirtschaft und umgekehrt hervorrufen kann, sodass sich Preis- und Produktivitätsänderungen jeweils beeinflussen.

2.1.4 Produktivität, Effektivität und Effizienz, Produktivitätsfaktor

Eine positive Veränderung der Produktivität (der sogenannte Produktivitätsfortschritt) kann auf die Optimierung der Inputseite (Verbesserung der Faktorkombination bei gegebener Produktion) zurückgeführt werden. Genauso können auch die Outputseite und entsprechende Nachfrage stimulierende Maßnahmen (z. B. Verbesserung der Funktions- und Qualitätsmerkmale) maßgeblichen Einfluss haben.⁹ Produktivitätsfortschritte auf der Inputseite werden als Effizienz bezeichnet, während Effektivität als Ausdruck von Produktivitätssteigerungen auf der Outputseite gesehen werden kann. Beide Elemente sind nicht losgelöst voneinander, sondern aufgrund möglicher Interdependenzen vielmehr im Zusammenspiel zu betrachten. Daher lässt sich die Beziehung von Produktivität, Effektivität und Effizienz konzeptionell wie folgt darstellen.¹⁰

$$\text{Produktivität} = \text{Effizienz} + \text{Effektivität}$$

Dabei stellt die Effizienz die „verrichtende“ Komponente dar. Sie ist inputbezogen und legt den Fokus auf die Güte der Wertschöpfung. Sie bewertet damit den Produktionsmitteleinsatz. Die Effektivität ist die „verwertende“ Komponente. Sie ist outputbezogen und legt den Fokus auf die Zielerreichung, also auf das Erlangen des Endproduktes.¹¹

Analysen der Produktivität, Effizienz und Effektivität beziehen sich stets auf den untersuchten Zeitpunkt.¹² Durch ein Gegenüberstellen der Produktivität desselben Unternehmens oder Sektors von verschiedenen Messzeitpunkten lässt sich jedoch eine Aussage über die zeitliche Entwicklung treffen. Im Zeitverlauf ist in vielen Wirtschaftssektoren bzw. auf vielen Märkten eine steigende Produktivität, das heißt ein Produktivitätsfortschritt, zu beobachten. Diese Bewegung kann insbesondere auf vier Einflussfaktoren bzw. deren Veränderung zurückgeführt werden:¹³

- Technische Effizienz:
Durch technische Veränderungen können einzelne Unternehmen, die noch nicht mit einem optimalen Produktionsmitteleinsatz produzieren, individuelle Steigerungen des Outputs bei gleichem Input oder Reduktionen des Inputs bei gleichem Output realisieren.
- Skaleneffizienz:
Durch eine Adjustierung der Produktionsmenge oder einer Kombination von Input- und Outputmengenanpassung können Absenkungen der Durchschnittskosten erreicht werden (sogenannte

⁸ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 18 ff.

⁹ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 25.

¹⁰ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 26 f.

¹¹ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 22 f.

¹² Vgl. Cantner et al. (2007), S. 12.

¹³ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 23.

Economies of Scale). Ziel ist es, diejenige Unternehmensgröße zu finden, die die Durchschnittskosten minimiert.¹⁴

- **Allokative Effizienz:**
Durch eine Optimierung der Zusammenstellung der Inputs anhand der Inputpreise (Verwendung der relativ günstigsten Inputs) und/oder eine Optimierung der Zusammenstellung der Outputs anhand der Outputpreise (Produktion der relativ profitabelsten Produkte) kann die Produktivität einzelner Unternehmen verbessert werden.¹⁵
- **Technologischer Fortschritt:**
Durch Weiterentwicklungen in den verwendeten (Produktions-) Technologien kann der betrachtete Sektor im Zeitverlauf eine Expansion der Produktionsmöglichkeiten erfahren.¹⁶ Hierdurch können alle Unternehmen des Sektors bei gleichbleibendem Inputniveau mehr Output generieren.

Produktivitätsfortschritte bei Unternehmen bzw. Sektoren können damit auf verschiedene Weise geschehen. So können bestehende Ineffizienzen technischer oder allokativer Art auf Unternehmensebene abgebaut und die Effizienz des Unternehmens verbessert werden. Auch kann die Produktivität durch reine Skalierung der Produktionsmenge hin zu einer optimalen Unternehmensgröße erhöht werden. Dies alles ist jedoch nur bei Unternehmen möglich, die noch über keinen effizienten, das heißt bestmöglichen Wertschöpfungsprozess verfügen. Technologischer Fortschritt kann hingegen bei allen Unternehmen dafür sorgen, dass die technischen Produktionsmöglichkeiten verbessert werden.¹⁷ Ähnlich wie Veränderungen der Faktor- und Outputpreise kann technischer Fortschritt dazu führen, dass bei Unternehmen, die sich den neuen Gegebenheiten bzw. Standards nicht anpassen, neue Ineffizienzen aufgebaut werden.¹⁸ Wie beschrieben, wird Produktivität und Effizienz stichtagsbezogen bestimmt. Der Stichtagsbezug kann als Momentaufnahme etwa eine Aussage über mögliche Ineffizienzen im Vergleich zu einem Benchmark ermöglichen. Durch den Vergleich von Produktivitäten über einen Zeitraum können etwa der technische Fortschritt oder Bewegungen hin zu einer höheren Effizienz einzelner Unternehmen herausgearbeitet werden oder Vorhersagen über einen zukunftsbezogenen Trend getroffen werden.

Aus der Zeitraumbetrachtung resultieren die im Folgenden angesprochenen Produktivitätsfaktoren. Sie bringen die Veränderung der Produktivität im Zeitverlauf auf eine generalisierte, für weitere Berechnungen nutzbare Form. Ausgangspunkt ist das Produktivitätswachstum, das als Flussgröße die Veränderung der Produktivität über die Zeit anzeigt. Es wird regelmäßig in Prozent pro Zeiteinheit oder in Bezug auf einen konkreten Zeitraum angegeben. Beispielsweise betrage das Produktivitätswachstum eines hypothetischen Sektors 2,5 Prozent pro Jahr. Der Produktivitätsfaktor hingegen entspricht der Summe von 1 und dem jeweiligen Produktivitätswachstum des Zeitraums. Im genannten Beispiel würde der entsprechende Produktivitätsfaktor des Jahres 1,025 lauten.

¹⁴ Vgl. Cantner et al. (2007), S. 10 f.

¹⁵ Vgl. Niederprüm et al. (2020), S. 6.

¹⁶ Vgl. Cantner et al. (2007), S. 2 f.

¹⁷ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 11 f.

¹⁸ Vgl. Cantner et al. (2007), S. 12.

2.1.5 Vergangenheits- und Zukunftsbezug von Produktivitätsfaktoren

Verfahren zur Messung der Produktivität konzentrieren sich meist auf einen vergangenheitsbezogenen Zeitraum und verwenden historische Daten. Die konsekutiv festgelegten oder festzulegenden Produktivitätsfaktoren können eine reine Fortschreibung des in den historischen Daten identifizierten Trends sein oder darüber hinaus eine zukunftsorientierte Erwartung der Produktivitätsentwicklung beinhalten, indem sie verschiedene Vergangenheitswerte interpretieren und eine Aussage über die zukünftige Produktivitätsentwicklung treffen (vgl. Abschnitt 3).

Während rein auf vergangenheitsbasierten Daten ermittelte Produktivitätsfaktoren als plausible Schätzwerte der Zukunft gelten, ermangeln diese Indikatoren der Berücksichtigung gegebenenfalls absehbarer struktureller Brüche. Zukunftsorientierte Verfahren basieren vielfach auf vergangenheitsbezogenen Methoden, deren Ergebnisse entsprechend der zukünftigen Erwartungen modifiziert werden. Die Nutzung zukunftsorientierter Produktivitätsfaktoren erlaubt eine entsprechende Abschätzung, ist jedoch mit den entsprechenden Unsicherheiten verbunden.¹⁹

Methoden zur Ermittlung vergangenheitsbezogener Produktivitätsfaktoren sind beispielsweise Indexzahlen (u. a. Törnqvist-Index), parametrische Ansätze (u. a. stochastische Effizienzgrenzenanalyse) sowie nicht-parametrische Verfahren (u. a. Datenumhüllungsanalyse, Malmquist-Index). Mit Experteninterviews oder ingenieurwissenschaftlichen Kostenmodellen können darüber hinaus auch zukunftsorientierte Produktivitätsfaktoren abgeschätzt werden.²⁰

Bei allen Ansätzen ist die verwendete Datengrundlage von maßgeblicher Bedeutung. Soll die Vergangenheit als beste Approximation für die Zukunft verwendet werden, ist es besonders wichtig, dass die zurückliegende Periode, welche als Basisperiode verwendet wird, eine ähnliche Struktur aufweist wie der zukünftige für den festzulegenden Produktivitätswert relevante (Regulierungs-) Zeitraum.²¹ Bei Expertenbefragungen ist die Unabhängigkeit der befragten Experten von großer Bedeutung, während es bei Kostenmodellen besonders wichtig ist, dass die abgebildeten Kostenzusammenhänge möglichst genau den originären Zusammenhängen entsprechen.²²

2.1.6 Produktivitätsebenen

Die Produktivität kann auf unterschiedlichen Ebenen einer Volkswirtschaft gemessen werden. Es ist daher eine Unterscheidung der folgenden Ebenen gebräuchlich:

- **Gesamtwirtschaftliche Ebene:**
Die Produktivität beschreibt den gesamten Wirtschaftsbereich einer Region, etwa die deutsche oder europäische Volkswirtschaft. Es werden alle Branchen miteinbezogen. Für die deutsche Volkswirtschaft kann etwa die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes als Datenbasis gewählt werden.

¹⁹ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 22 f.

²⁰ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 23 f.

²¹ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 23.

²² Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 23 f.

- **Sektorale Ebene:**
Es wird die Produktivität eines bestimmten Wirtschaftsbereiches ermittelt. Beispielhaft kann die Klassifikation der Wirtschaftszweige genannt werden, die das Statistische Bundesamt im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung verwendet und verschiedene Ebenen der Wirtschaftszweige unterteilt.
- **Individuelle Ebene:**
Die auf Unternehmensebene ermittelte Produktivität wird als individuelle Produktivität bezeichnet. Für die Ermittlung sind in der Regel detaillierte Informationen über das jeweilige Unternehmen erforderlich.

Produktivitätskennzahlen können grundsätzlich absolut, als Summe ihrer Einzelbestandteile, oder relativ, als Höhe der Veränderung beispielsweise zwischen der Gesamtwirtschaft und dem Sektor, dargestellt werden. Beispielhaft kann der sektorale Produktivitätsfortschritt in seiner absoluten Höhe von 3 Prozent angegeben werden (Sektor absolut in Abbildung 2). Alternativ kann die Veränderung zwischen gesamtwirtschaftlichem Produktivitätsfortschritt i. H. v. 2 Prozent und eben genannter sektorspezifischen Kennzahl genutzt werden. Hieraus ergäbe sich folglich ein relativer Produktivitätsfortschritt des Sektors im Vergleich zum gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt in Höhe von 1 Prozent.

Absolute und relative Ebene des Produktivitätsfortschritts

Beispielhafte Darstellung

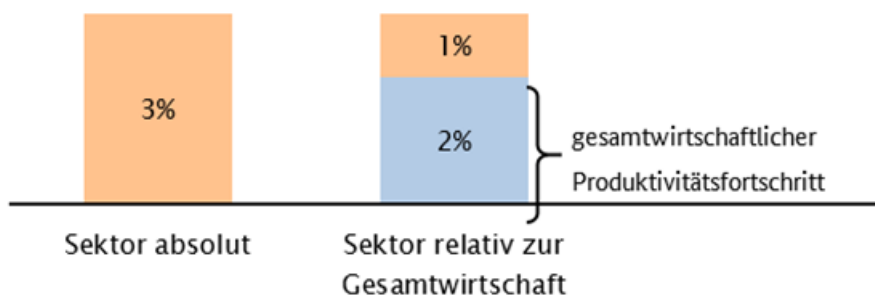


Abbildung 2: Sektoraler Produktivitätsfortschritt auf absoluter oder relativer Ebene.

Quelle: Bundesnetzagentur

2.2 Die Rolle von Produktivitätsfortschritt in Wettbewerbsmärkten

Ist der Markt von Wettbewerb unter den Anbietern geprägt, sehen sich die Anbieter durch die Konkurrenz gezwungen, die aus Produktivitätsfortschritten entstandenen Gewinne in Form von Preisnachlässen an die Nachfrager weiterzugeben – der Markt diszipliniert sich selbst. Mathematisch formuliert bedeutet dies, dass in einem wettbewerblich geprägten Sektor i zum Zeitpunkt t eine Änderung des Preisniveaus des Produkts ($\Delta P_{\text{Output},t}^i$) erhöhend durch eine Preissteigerung des Inputs ($\Delta P_{\text{Input},t}^i$) und reduzierend durch den für den Sektor spezifischen technologischen Fortschritt (ΔTF_t^i) beeinflusst wird:²³

$$\Delta P_{\text{Output},t}^i = \Delta P_{\text{Input},t}^i - \Delta TF_t^i$$

²³ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 19.

Preiserhöhungen für Endprodukte beschränken sich in Wettbewerbsmärkten somit auf die Preissteigerung der Inputs abzüglich etwaiger technologischer Fortschritte.

Weist ein Unternehmen im Vergleich zu anderen Wettbewerbern relativ geringere Produktivitätssteigerungen auf, sähe es sich gezwungen, seine Produkte zu höheren Preisen anzubieten oder bei an den Markt angepassten Preisen Verluste und damit einen Rückgang der Verzinsung des eingesetzten Kapitals zu akzeptieren. Langfristig würden hieraus Absatzrückgänge und/oder Finanzierungsprobleme resultieren, wodurch das Unternehmen zwangsläufig aus dem Markt ausscheiden müsste, sollte es nicht gelingen, die Produktivität der anderen Marktteilnehmer zu erzielen.²⁴

2.3 Der Produktivitätsfaktor als Bestandteil der Anreizregulierung

Während Produktivitätsfortschritte in wettbewerblichen Märkten ein natürlicher Bestandteil des Marktgeschehens sind, können sie in einer Anreizregulierung in Form eines Produktivitätsfaktors eingehen. Nachdem zunächst die Konzeption einer Anreizregulierung betrachtet wird (vgl. Abschnitt 2.3.1), werden darauf aufbauend ihre zentralen Elemente einschließlich des Produktivitätsfaktors vorgestellt (vgl. Abschnitt 2.3.2).

2.3.1 Grundidee der Anreizregulierung

Märkte, die nicht durch wettbewerbliche Verhältnisse geprägt sind, sondern die möglicherweise über ein natürliches Monopol und damit über subadditive Kostenverläufe verfügen, unterliegen oftmals einer staatlichen Regulierung.²⁵ Ziel der Regulierung ist es, ein Marktversagen zu verhindern, wettbewerbsähnliche Verhältnisse herzustellen und ein wettbewerbliches Umfeld ohne Beeinflussung durch den Monopolisten in den in der Wertschöpfungskette vor- und nachgelagerten Bereichen sicherzustellen.

In der Historie haben sich unterschiedliche Ausgestaltungen einer staatlichen Regulierung entwickelt. Eine bisher häufig verwendete Regulierungsform stellt die Kostenzuschlagsregulierung dar. Hierbei werden die Kosten des Monopolisten, zuzüglich eines angemessenen Gewinns, durch die Regulierungsbehörde als Basis für die Höhe des Entgeltes eingesetzt. Bei dieser auch Rate-of-Return-Regulierung genannten Regulierungsform wird dem Monopolisten etwa eine bestimmte Rendite auf den Kapitaleinsatz zugestanden.²⁶ Diese Form der Regulierung birgt jedoch insbesondere die folgenden Nachteile:

- Das regulierte Unternehmen hat kaum Anreize zu einer Steigerung seiner Effizienz: Hebt das Unternehmen bestehende Ineffizienzen und senkt dadurch seine Kosten, entsteht durch diese Regulierungsform unmittelbar eine Entgeltwirkung, das heißt, die Kostensenkung und in Folge die Gewinnerhöhung durch die gehobene Effizienz verbleiben lediglich bis zur nächsten Entgeltprüfung beim regulierten Unternehmen.²⁷ Der Anreiz, Produktivitätsfortschritte zu generieren, kann damit fehlen.

²⁴ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 19.

²⁵ Eine subadditive Kostenfunktion liegt vor, wenn die Produktion eines Gutes oder Güterbündels am kostengünstigsten in einem einzelnen Unternehmen erfolgt. In diesem Fall kann ein Anbieter allein einen Markt kostengünstiger versorgen als mehrere Anbieter zusammen; es liegt ein natürliches Monopol vor. Vgl. Coenen/Haucap (2012), S. 5.

²⁶ Vgl. Coenen/Haucap (2012), S. 11.

²⁷ Vgl. Coenen/Haucap (2012), S. 11.

Zusätzlich kann es zu einer ineffizienten Ausweitung der Kosten kommen, da jegliche Kosten mit Bezug zur regulierten Leistung in die Entgelte eingepreist werden können.

- Zwischen dem Regulierer und dem regulierten Unternehmen bestehen Informationsasymmetrien: Dem regulierten Unternehmen liegen Informationen immer zeitnäher und in besserer Qualität vor als der Regulierungsbehörde.²⁸
- Die Rate-of-Return-Regulierung hat zudem den Nachteil, dass sie einseitig auf den Produktionsfaktor Kapital aufsetzt, sodass sich eine Substitution anderer Produktionsfaktoren wie Arbeit durch verstärkte Kapitalallokation positiv auf den zugestanden Gewinn auswirkt. Dies kann zu einer unter Effizienzgesichtspunkten ineffizienten Allokation der Produktionsfaktoren beim regulierten Unternehmen führen (Averch-Johnson-Effekt).²⁹

Ein neueres Regulierungskonzept ist die Anreizregulierung. Sie versucht die fehlenden Anreize zur Kostensenkung und die Thematik der Informationsasymmetrie zu adressieren. Das Ziel der Regulierung ist eine möglichst starke Annäherung des Ergebnisses auf dem hypothetischen Markt an eine wettbewerbliche Situation.³⁰ Der Regulierungsmechanismus einer Anreizregulierung sieht dafür vor, dass sowohl Infrastrukturnutzer als auch die regulierten Marktteilnehmer selbst an den Effizienzgewinnen partizipieren. Dadurch, dass die regulierten Unternehmen für effizientes Wirtschaften belohnt werden, entsteht ein Anreiz zur effizienten Leistungserbringung und damit zu wettbewerbsähnlichem Verhalten.³¹

Anders ausgedrückt: Die Anreizregulierung zielt darauf ab, dass die regulierten Unternehmen im eigenen Interesse Effizienzpotenziale heben und dadurch gleichermaßen nach Ablauf der Regulierungsperiode offenlegen. Ausgangsbasis wäre damit für die jeweils anschließende Regulierungsperiode ein im Zeitablauf effizienter werdendes Kostenniveau, so dass sich die Entgelte den wettbewerblichen Entgelten über die Zeit anpassen würden.³²

Maßgeblich für den Anreiz ist die Zeitdimension. Ex ante wird eine Regulierungsperiode definiert, über deren Dauer beispielsweise ein regulatorisch vorgegebener Preis- oder Erlöspfad unabhängig von der zwischenzeitlichen Geschäftsentwicklung gilt. Somit werden die Entgelte bzw. Erlöse jeweils für die Dauer der Regulierungsperiode von den Kosten der Leistungserstellung abgekoppelt, was dem regulierten Unternehmen einen Anreiz zu kostensenkenden Maßnahmen gibt: Der Gewinn lässt sich unmittelbar durch Kostensenkungen erhöhen.³³

Informationsasymmetrien verlieren an Gewicht, da die Regulierungsbehörde über die Obergrenze, die Höhe der mindestens zu erbringenden Effizienzsteigerung definiert. Hierfür ist es unerheblich für sie zu wissen, wo mögliche Effizienzpotenziale bestehen, und wie sie gehoben werden können.³⁴

²⁸ Vgl. Coenen/Haucap (2012), S. 10.

²⁹ Vgl. Coenen/Haucap (2012), S. 11.

³⁰ Vgl. Niederprüm et al. (2020), S. 6.

³¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 28.

³² Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 29 f.

³³ Vgl. Coenen/Haucap (2012), S. 13.

³⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 26.

2.3.2 Zentrale Elemente einer Anreizregulierung

Zentrale Elemente der Anreizregulierung im Sinne des Eisenbahnregulierungsgesetzes sind das Ausgangsniveau und die Obergrenze der regulierungsrelevanten Gesamtkosten sowie die Länge der Regulierungsperiode. Diese Elemente stehen im Fokus der folgenden Betrachtung.

Aus theoretischer Sicht steht die Wahl der Länge der Regulierungsperiode in einem Spannungsfeld zwischen Anreizsetzung für die regulierten Unternehmen und der Partizipation der Nachfrager an den realisierten Effizienzgewinnen. Die Wahl einer längeren Regulierungsperiode steigert auf der einen Seite Anreize für die regulierten Unternehmen Effizienzen zu lokalisieren und zu realisieren, um temporäre Zusatzgewinne zu erwirtschaften. Gleichzeitig führen längere Regulierungsperioden zu einer späteren Partizipation der Nutzer an eben diesen Zusatzgewinnen. Obwohl die Nachfrager aufgrund der jährlichen Anpassung des Produktivitätsfaktors bereits während der Regulierungsperiode teilweise von den entstandenen Effizienzgewinnen profitieren können, ist eine vollständige Teilhabe durch gekürzte Entgelte erst nach der Regulierungsperiode möglich. Die Wahl einer kürzeren Regulierungsperiode ermöglicht zwar die schnellere Übertragung der Effizienzgewinne auf die Nachfrager, reduziert allerdings die Anreize bei den regulierten Unternehmen selbige überhaupt zu generieren.³⁵ In der Praxis werden oftmals fünfjährige Regulierungsperioden verwendet.

Das Ausgangsniveau wird jeweils vor Beginn einer Regulierungsperiode ermittelt. Es bildet den Startpunkt für die während der Regulierungsperiode gültige Obergrenze. Das Ausgangsniveau kann als Durchschnitt der letzten Entgelte bzw. Erlöse bestimmt oder im Rahmen von Kostenprüfung ermittelt werden.³⁶ Wird auf Entgelte bzw. Erlöse abgestellt, müssen diese frei von möglichen missbräuchlichen Einflüssen sein.

Es erfolgt eine zeitraumbezogene Festsetzung der Obergrenze, welche neben dem Einfluss der Preisentwicklung und der Produktivität auch einen individuellen Effizienzfaktor sowie einen Korrekturfaktor berücksichtigen kann. Nachfolgend eine einfache Form einer Obergrenzenformel:³⁷

$$O_t = O_{t-1} \cdot (1 + PI - PF - X) \pm Z$$

Die Obergrenze für die Periode t (O_t) ergibt sich aus der Obergrenze der vorigen Periode bzw. dem Ausgangsniveau (O_{t-1}), bereinigt um die Effekte der Preisentwicklung (PI), der Produktivität (PF), der individuellen Unternehmenseffizienz (X) und sonstiger Anpassungsfaktoren (Z).

Im Folgenden sollen die einzelnen Bestandteile der Obergrenzen-Formel erläutert werden:³⁸

- Genereller oder sektoraler Produktivitätsfortschritt und Preisindex:
Die Länge des Regulierungszeitraumes macht es erforderlich, die zwischenzeitlich zu erwartenden Entwicklungen bezüglich der Produktivität (PF) und der Preisentwicklung (PI) in die Obergrenze zu integrieren. Hierfür eignen sich Faktoren, die einerseits die Kostenstruktur der regulierten Unternehmen

³⁵ Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 29.

³⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 30.

³⁷ Vgl. Coenen/Haucap (2012), S. 13 sowie Bundesnetzagentur (2008), S. 30.

³⁸ Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 30 f.

soweit möglich berücksichtigen und andererseits von regulierten Unternehmen nicht beeinflusst werden können. Darüber hinaus sollten sie für alle Beteiligten in gleicher Qualität sowie zum selben Zeitpunkt verfügbar sein. Beide Faktoren können entweder den Gesamtmarkt betreffend als genereller Faktor oder als den Sektor betreffend als sektoraler Faktor ausgestaltet werden. Idealerweise sollten beide Faktoren entweder als genereller oder als sektoraler Faktor ausgestaltet werden, um Verzerrungen zu vermeiden.

- **Individuelle Effizienz:**
Die individuelle Effizienz eines Unternehmens besagt, wie effizient ein Unternehmen im Vergleich zu anderen Unternehmen im gleichen Markt ist. In regulierten Sektoren, in denen der Einfluss des Wettbewerbs fehlt, kann es zu dauerhaften Effizienzdefiziten kommen.³⁹ Um diese abzubauen, kann ein individueller Effizienzfaktor in die Obergrenzenformel aufgenommen werden. Dieser kann beispielsweise durch Vergleiche mit vergleichbaren Unternehmen des Sektors oder über den Vergleich mit einem standardisierten Modell ermittelt werden. Der Faktor verhält sich proportional zum individuellen Effizienzdefizit, so dass die Obergrenze umso stärker sinkt, desto höher das Effizienzdefizit ist.
- **Sonstige Anpassungsfaktoren:**
Ein solcher Faktor kann etwa ein Qualitätsfaktor sein, mit dessen Hilfe vermieden werden soll, dass Kosteneinsparungen zum Zwecke der Effizienzsteigerung zu Lasten der Qualität erfolgen.

³⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2008), S. 31 sowie Dewenter/Haucap (2004), S. 377.

3 Kennzahlen und Konzepte zur Ermittlung der Produktivitätsentwicklung

In Abschnitt 2.1.6 wurde auf die verschiedenen Ebenen eingegangen, für die die Produktivität und daraus folgend die Produktivitätsentwicklung ermittelt werden kann. Zur Messung der Produktivität ist zunächst festzulegen, welche Output- und Inputparameter auf welcher Datenbasis gewählt werden sollten (vgl. Abschnitt 3.1). In den nachfolgenden Abschnitten werden darauf aufbauend mögliche Produktivitätskennzahlen (vgl. Abschnitt 3.2) und Messkonzepte (vgl. Abschnitt 3.3) vorgestellt, mit deren Hilfe Produktivitätsveränderungen auf den verschiedenen Ebenen berechnet werden können.

3.1 Parameter

Die Messung der Produktivität basiert stets auf einer Gegenüberstellung von Output und Input. Wird auf die Veränderung der Produktivität fokussiert, erweitert sich die Untersuchung um die zeitliche Ebene. Es stellt sich die Frage, welche konkreten Werte jeweils in die Produktivitätsmessung einfließen sollten. Die verwendeten Parameter unterscheiden sich je nach Anforderung, theoretischer Begründung und Produktivitätsebene. Nachfolgend werden typische Parameter vorgestellt, die sich vor allem auf volkswirtschaftlicher Ebene in der Literatur wiederfinden und auch auf sektoraler Ebene angewendet werden können.

3.1.1 Output und Input

Auf volkswirtschaftlicher Ebene wird in der Regel das Bruttoinlandsprodukt, zum Teil auch die Bruttowertschöpfung, als Outputparameter (das heißt im Zähler der Produktivitätsformel) verwendet. Die Bruttowertschöpfung gibt die monetäre Bewertung aller Waren und Dienstleistungen nach Abzug der Vorleistungen an, die während eines Jahres in einer Volkswirtschaft hergestellt wurden. Durch Addition der Gütersteuern und Subtraktion der Gütersubventionen kann daraus das Bruttoinlandsprodukt gebildet werden. Die auf Deutschland bezogenen Kennzahlen werden insbesondere durch das Statistische Bundesamt im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung berechnet. Die nominale Bruttowertschöpfung Deutschlands betrug im Jahr 2020 ca. 3,021 Bio. Euro, das nominale deutsche Bruttoinlandsprodukt ca. 3,336 Bio. Euro.⁴⁰

Auf sektoraler Ebene wird oftmals auf den Teil des Bruttoinlandsprodukts, der dem Sektor zugerechnet werden kann, als Outputparameter zurückgegriffen. Daneben können sich – eine sachliche Vergleichbarkeit vorausgesetzt – etwa Umsatzbeträge oder mengenmäßig abbildbare Parameter (Ausbringungsmenge an Produkten oder Dienstleistungen) als Outputparameter eignen. Ein Beispiel für den Output auf sektoraler Ebene wäre der Umsatz, der mit vergleichbaren Arten von Dienstleistungen erzielt wird, etwa der Kundenumsatz bei Fahrten des Schienenpersonenfernverkehrs. Auch eine vergleichbare Outputmengengröße, etwa die Anzahl der Fahrgäste, könnte geeignet sein.

Auf individueller Ebene wären neben Umsätzen des Gesamtunternehmens oder Teilbereichen des Unternehmens sowie Mengengrößen auch andere, feinere Outputgrößen wie Zwischen- oder Endproduktmengen denkbar, die sich im Laufe der Zeit vergleichen lassen.

⁴⁰ Vgl. Statistisches Bundesamt (2021a), Tabelle 81000-0001.

Der Inputparameter ist in Abhängigkeit der überwiegend für die Produktion eingesetzten Produktionsfaktoren auszuwählen. Auf volkswirtschaftlicher und sektoraler Ebene werden insbesondere die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital zur Produktivitätsbestimmung herangezogen.

Auf unternehmensindividueller Ebene kann es sinnvoll sein, neben Arbeits- und Kapitaleinsatz insbesondere den Materialeinsatz zu betrachten.

3.1.2 Datengrundlagen

Im Folgenden wird ein Überblick über mögliche Quellen von Daten, die für die Messung der Produktivität verwendet werden können, gegeben. Die Auswahl der Datenquelle hängt maßgeblich von der gewünschten Ebene der Produktivitätsmessung (vgl. Abschnitt 2.1.6) und den gewählten Parametern (vgl. Abschnitt 3.1.1) ab. Im Hinblick auf die Produktivitätsmessung kommen insbesondere Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung sowie unternehmensindividuelle Daten als Datenquellen in Frage.

In Deutschland wird für Berechnungen statistischer Kenngrößen vielfach auf die Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) zurückgegriffen, die vom Statistischen Bundesamt und vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (Sachverständigenrat) bekanntgegeben werden. In der VGR gibt es verschiedene Gliederungsebenen. Die breiteste Datenbasis liegt für die gesamtwirtschaftliche Ebene (deutsche Volkswirtschaft) vor. Der Sektor der BdS wird in der VGR nicht direkt abgebildet, sondern ist als „Betrieb von Verkehrswegen für Schienenfahrzeuge“ dem Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ zugeordnet.⁴¹ Diesem Wirtschaftsbereich gehört die gesamte Personen- und Güterbeförderung im Linien- oder Gelegenheitsverkehr auf Schienen, in Rohrfernleitungen, auf der Straße, zu Wasser und in der Luft an, ebenso wie damit verbundene Tätigkeiten, etwa der Betrieb von Bahnhöfen, Häfen und Flughäfen, von Parkplätzen und Parkhäusern sowie Frachtumschlag und Lagerei.⁴² Die BdS machen, gemessen am Umsatz, etwa 1,5 Prozent des Wirtschaftsbereiches aus.⁴³

Die VGR untergliedert sich in der ersten Gliederungsebene in 12 Wirtschaftsbereiche. Der Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ ist Teil des Wirtschaftsbereiches „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“. Neben dem Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ enthält dieser Wirtschaftsbereich zusätzlich die Wirtschaftsbereiche „Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen“ und „Gastgewerbe“.

Im Hinblick auf die Ermittlung sektoraler Größen kann auf individuelle Unternehmensdaten zurückgegriffen werden. Diese finden sich etwa in Geschäftsberichten der Unternehmen oder anderen Veröffentlichungen. Der Detail- oder Aggregationsgrad der zur Verfügung gestellten Daten ist sehr divers und teilweise abhängig

⁴¹ Die derzeitige Klassifikation der Wirtschaftszweige führt im Abschnitt H, „Verkehr und Lagerei“, unter der Kennnummer 52.21.3 den „Betrieb von Verkehrswegen für Schienenfahrzeuge“. Vgl. Statistisches Bundesamt (2008), S. 121.

⁴² Vgl. Statistisches Bundesamt (2011).

⁴³ Im Sektor der Betreiber der Schienenwege wurde 2019 mit ca. 44.000 Arbeitnehmern ein Umsatz von 5,4 Mrd. Euro erzielt. Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 68, 79. Im Teilwirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ wurde 2018 mit ca. 2,3 Mio. tätigen Personen ein Gesamtumsatz von ca. 350 Mrd. Euro erzielt. Vgl. Statistisches Bundesamt (2020), S. 36, 38.

von der jeweiligen Geschäftsform.⁴⁴ Alternativ zur Verwendung öffentlich verfügbarer Daten können Datenerhebungen bei den Unternehmen durchgeführt werden.

3.2 Produktivitätskennzahlen

Abhängig von der Wahl der Output- und Inputparameter entsteht als Ergebnis eine Produktivitätskennzahl. Bei Ableitung der Produktivität auf Basis einzelner Produktionsfaktoren handelt es sich um Teilproduktivitäten (vgl. Abschnitt 3.2.1). Bei entsprechender Verwendung mehrerer Produktionsfaktoren wird eine sogenannte Mehrfachproduktivität (vgl. Abschnitt 3.2.2) gebildet. Als Totale Faktorproduktivität wird der Teil einer Outputänderung bezeichnet, der nicht auf die Veränderung der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital zurückgeführt werden kann. Sie wird oftmals als technischer Fortschritt erklärt (vgl. Abschnitt 3.2.3).

3.2.1 Teilproduktivität

Teilproduktivitäten werden als Verhältnis eines Outputs zu einem einzelnen passenden Input berechnet. Sie werden überwiegend als Arbeits-, Kapital- und Materialproduktivität berechnet (vgl. Abschnitte 3.2.1.1 bis 3.2.1.3).

3.2.1.1 Arbeitsproduktivität

Wird der Produktionsfaktor Arbeit als Inputparameter (d. h. im Nenner der Produktivitätsformel) angesetzt, entsteht als Ergebnis die Arbeitsproduktivität. Sie sagt aus, wieviel Output auf eine Bezugsgröße des Faktors Arbeit zurückzuführen ist. Steigt die Kennzahl im zeitlichen Verlauf an, so ist für einen konstanten Output weniger Arbeitsinput erforderlich (Minimalprinzip) bzw. kann mit einem konstanten Arbeitsinput ein höherer Output erzielt werden (Maximalprinzip). Die Bezugsgröße des Faktors Arbeit kann dabei auf volkswirtschaftlicher und sektoraler Ebene etwa die Zahl der Erwerbstätigen oder die von ihnen geleisteten Arbeitsstunden sein. Auf individueller Ebene können sich die entsprechenden Parameter aller Mitarbeiter des Unternehmens eignen:⁴⁵

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{Output}}{\text{Erwerbstätige}} \text{ oder } \frac{\text{Output}}{\text{Arbeitsstunden}}$$

Abbildung 3 zeigt die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen⁴⁶ der deutschen Volkswirtschaft sowie der Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und „Verkehr und Lagerei“ für die Jahre 2000-2020, auf Daten des Statistischen Bundesamtes basierend und zur Vergleichbarkeit indexiert, dar. Als Input wird jeweils die Zahl der Erwerbstätigen und als Output für die deutsche Volkswirtschaft das

⁴⁴ Veröffentlichungsverpflichtungen und der damit verbundene Umfang zu veröffentlichender Daten sind abhängig von der juristischen Form des Unternehmens. Weitere Informationen sind in §§ 1 ff. PubLG zu finden

⁴⁵ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 22.

⁴⁶ Erwerbstätige sind Personen, die mindestens 15 Jahre alt sind, mindestens eine Stunde in der Woche gegen Entgelt beruflich tätig sind oder ohne Entgelt im Betrieb eines Familienmitgliedes mitarbeiten. Einbezogen werden auch Soldatinnen und Soldaten, Personen in Freiwilligendiensten und Personen, die vorübergehend nicht arbeiten, sofern sie formell mit ihrem Arbeitsplatz verbunden sind. Vgl. Statistisches Bundesamt (ohne Datum a).

Bruttoinlandsprodukt und für die Bereiche jeweils die Bruttowertschöpfung, jeweils preisbereinigt, verwendet.

Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen

Indices (2000 = 100)

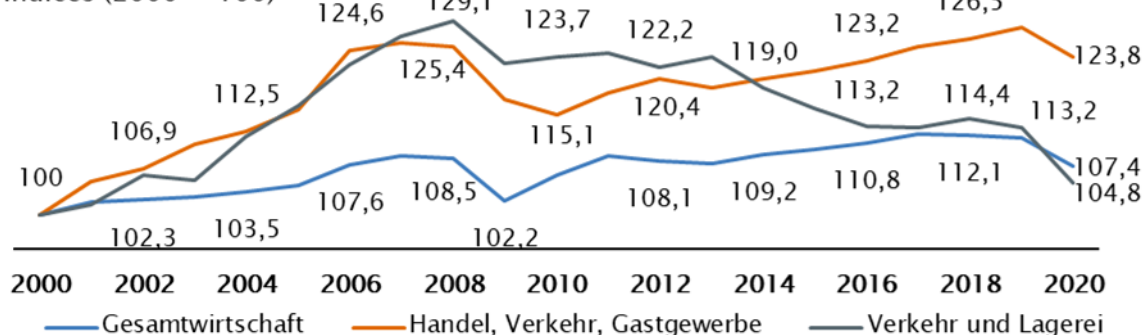


Abbildung 3: Entwicklung der Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a), Tabellen 81000-0017, 81000-0103, 81000-0112; Stand: 11.08.2021

Es zeigt sich, dass vor allem in der ersten Dekade bis zur Finanzkrise 2008 die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen der dargestellten Wirtschaftsbereiche stark anstieg. In der zweiten Dekade sinkt die Arbeitsproduktivität des Wirtschaftsbereiches „Verkehr und Lagerei“, während sie beim Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ wieder anstieg. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene ist eine ähnliche Entwicklung zu verzeichnen, wenngleich mit geringeren Änderungsraten. Im Jahr 2020 verschlechterte sich pandemiebedingt das Verhältnis zwischen Output und Erwerbstätigen deutlich, so dass die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen in allen betrachteten Bereichen stark abnahm.

Abbildung 4 zeigt die Arbeitsproduktivität je Arbeitsstunde der deutschen Volkswirtschaft und der Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ sowie „Verkehr und Lagerei“ für die Jahre 2000-2020, auf Daten des Statistischen Bundesamtes basierend und zur Vergleichbarkeit indexiert, dar. Als Input wird jeweils die Zahl der Arbeitsstunden und als Output für die deutsche Volkswirtschaft das Bruttoinlandsprodukt und für die Bereiche jeweils die Bruttowertschöpfung, jeweils preisbereinigt, verwendet.

Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde

Indices (2000 = 100)

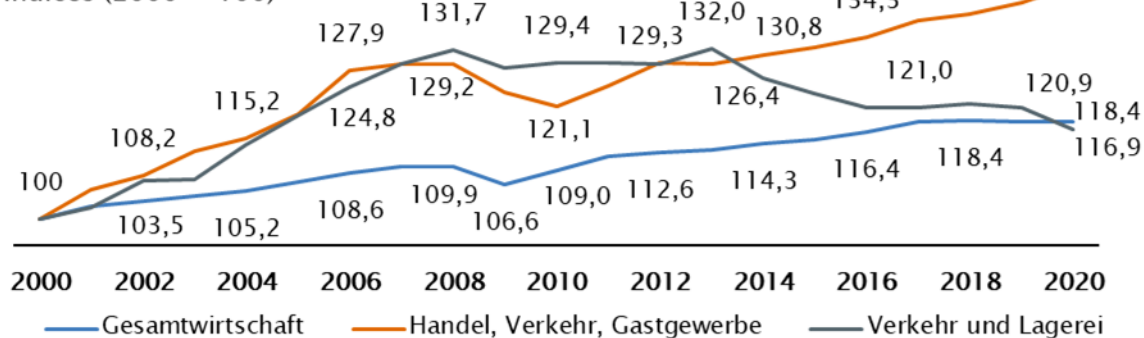


Abbildung 4: Entwicklung der Arbeitsproduktivität je Arbeitsstunde.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a), Tabellen 81000-0017, 81000-0103, 81000-0114; Stand: 11.08.2021

Ähnlich der Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen stieg vor allem in der ersten Dekade bis zur Finanzkrise 2008 die Arbeitsproduktivität je Arbeitsstunde der dargestellten Wirtschaftsbereiche stark an. Beim Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ steigt sie seit 2010 weiter an, während sie beim Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ nach einer mehrjährigen Plateauphase seit 2013 in der Tendenz sinkt. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene stieg die Arbeitsproduktivität je Arbeitsstunde mit Ausnahme des Jahres 2009 langsam an oder entwickelte sich seitwärts. Im Jahr 2020 war keine maßgebliche Verschlechterung der Arbeitsproduktivität je Arbeitsstunde zu verzeichnen, was unter anderem durch die Kurzarbeit begründet werden kann.

Abbildung 5 stellt die Teilproduktivitätskennzahlen des Faktors Arbeit der deutschen Volkswirtschaft für die Jahre 2000-2020, basierend auf Daten der VGR, zur Vergleichbarkeit indexiert und in Bezug zum preisbereinigten Bruttoinlandsprodukt als Output, dar.⁴⁷

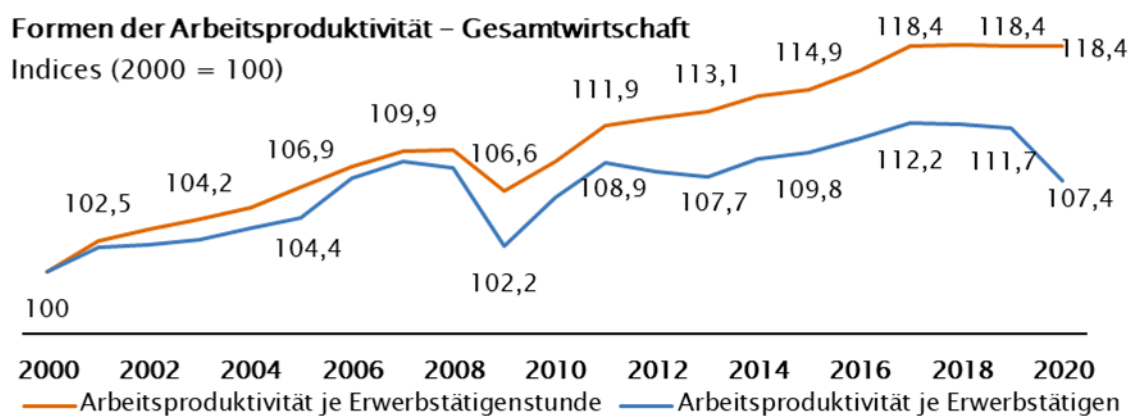


Abbildung 5: Entwicklung der Arbeitsproduktivität der Gesamtwirtschaft in Deutschland.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a), Tabelle 81000-0017; Stand: 11.08.2021

Es zeigt sich, dass die Arbeitsproduktivität in beiden Berechnungsmethoden bis zur Finanzkrise 2009 einen ähnlichen Verlauf hatte. Die höchste Arbeitsproduktivität zeigt sich in diesem Zeitraum, wenn die Teilproduktivität „Erwerbstätigenstunden“ betrachtet wird. Einen ähnlichen, wenngleich meist flacheren Verlauf zeigt die Arbeitsproduktivität bei Verwendung der Erwerbstätigenanzahl. Im Jahr 2020 nahm die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen stark ab, während die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde nur leicht sank. Dies kann unter anderem an der pandemiebedingten vermehrten Kurzarbeit liegen. Es wird deutlich, dass sich das Verhältnis zwischen Output und Erwerbstätigen verschlechtert hat, während möglicherweise kurzarbeitbedingt das Verhältnis von Output zu Erwerbstätigenstunde fast konstant blieb.

Abbildung 6 stellt die Arbeitsproduktivität für den Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ für die Jahre 2000-2020 indexiert und in Bezug zur preisbereinigten Bruttowertschöpfung des Bereiches dar.

⁴⁷ Die dargestellten Werte verwenden als Output das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt und als Input die Anzahl der Erwerbstätigen sowie die Anzahl der Erwerbstätigenstunden.

Formen der Arbeitsproduktivität – Handel, Verkehr, Gastgewerbe

Indices (2000 = 100)

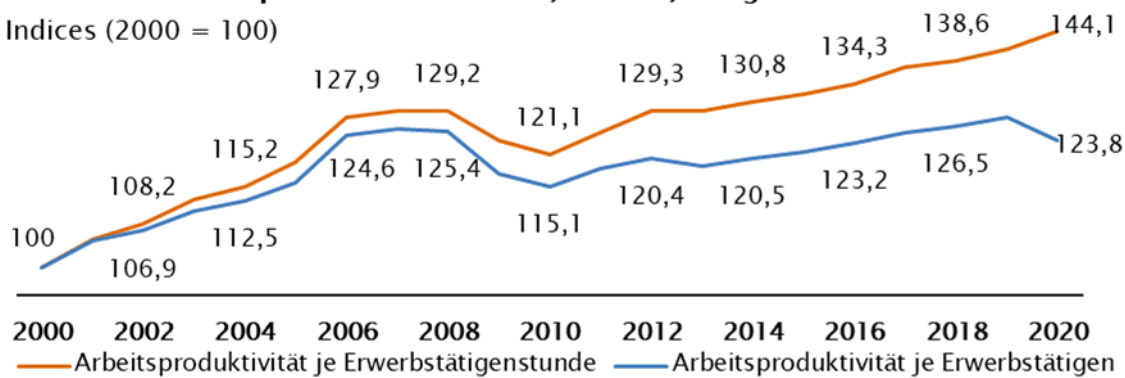


Abbildung 6: Entwicklung der Arbeitsproduktivität des Wirtschaftsbereiches „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a), Tabelle 81000-0017; Stand: 11.08.2021

Die Arbeitsproduktivität verläuft mit beiden Berechnungsmethoden ähnlich. Auch hier zeigt sich die höchste Arbeitsproduktivität für die Teilproduktivität „Erwerbstätigenstunden“, insbesondere seit der Finanzkrise 2009/2010. Im Jahr 2020 fällt hier ebenfalls die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen stark ab.

Abbildung 7 stellt die Arbeitsproduktivität für den Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ für die Jahre 2000-2020 indexiert und in Bezug zur preisbereinigten Bruttowertschöpfung des Bereiches dar.

Formen der Arbeitsproduktivität – Verkehr und Lagerei

Indices (2000 = 100)

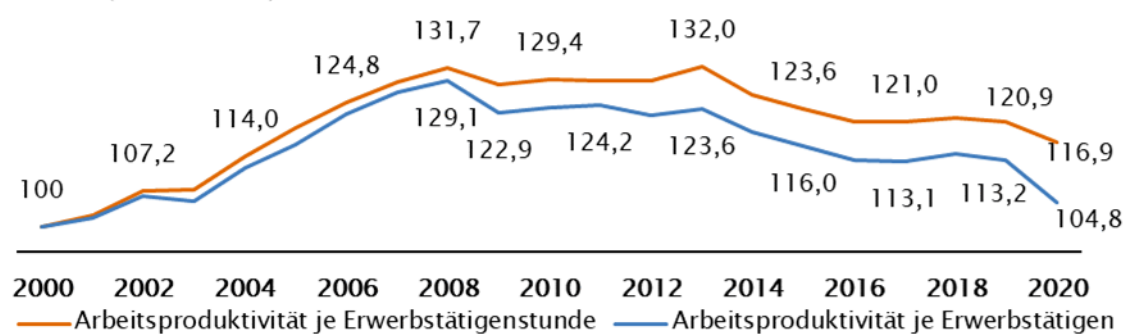


Abbildung 7: Entwicklung der Arbeitsproduktivität des Wirtschaftsbereiches „Verkehr und Lagerei“.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a), Tabellen 81000-0103, -0112, -0114; Stand: 11.08.2021

Während die Arbeitsproduktivität in diesem Bereich in der ersten Dekade stark anstieg, ist sie seitdem tendenziell konstant bis rückläufig. Im Rahmen der Covid-19-Pandemie sanken im Jahr 2020 beide betrachteten Formen der Arbeitsproduktivität.

Die Arbeitsproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher Ebene in der Ausprägung geleisteter Arbeitsstunden als Input wird als Produktivitätsfaktor im Rahmen der Anreizsetzung gemäß § 25 ERegG verwendet. Dazugehörige Berechnungen zu diesem gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfaktor finden sich in Abschnitt 5.2.

3.2.1.2 Kapitalproduktivität

Wird der Produktionsfaktor Kapital als Inputparameter angesetzt, entsteht als Ergebnis die Kapitalproduktivität (auch: Anlagenproduktivität). Sie sagt aus, wieviel Output auf eine Bezugsgröße des Faktors Kapital zurückzuführen ist. Im Gleichklang mit dem Arbeitseinsatz ist nach der Produktionstheorie ursprünglich der tatsächlich abgegebene Kapitaleinsatz als Stromgröße zu verwenden (Kapitaldienst). Da dieser kaum statistisch zu erfassen ist, wird stattdessen eine Kapitalbestandsgröße (Kapitalstock) verwendet:⁴⁸

$$\text{Kapitalproduktivität} = \frac{\text{Output}}{\text{Kapitaleinsatz}} \text{ oder } \frac{\text{Output}}{\text{Kapitalbestand}}$$

Als Kapitalbestandsgröße kann das Realkapital, das Sachkapital oder das Vermögen verwendet werden.⁴⁹ In der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung wird als Kapitalstock das Bruttoanlagevermögen ausgewiesen und daher meist zur Berechnung der Kapitalproduktivität in Deutschland eingesetzt.⁵⁰ Analog zur Arbeitsproduktivität ist bei einer im zeitlichen Verlauf steigenden Kapitalproduktivität für einen konstanten Output weniger Kapitaleinsatz erforderlich (Minimalprinzip) bzw. kann mit einem konstanten Kapitaleinsatz ein höherer Output erzielt werden (Maximalprinzip).

Abbildung 8 stellt die Teilproduktivität des Faktors Kapital der deutschen Volkswirtschaft sowie der Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und „Verkehr und Lagerei“ für die Jahre 2000-2019⁵¹, auf Daten des Statistischen Bundesamtes basierend und zur Vergleichbarkeit indexiert, dar. Als Input wird jeweils das Bruttoanlagevermögen, als Output für die deutsche Volkswirtschaft das Bruttoinlandsprodukt und für die Bereiche jeweils die Bruttowertschöpfung verwendet. Die Werte gehen preisbereinigt in die Berechnung ein.

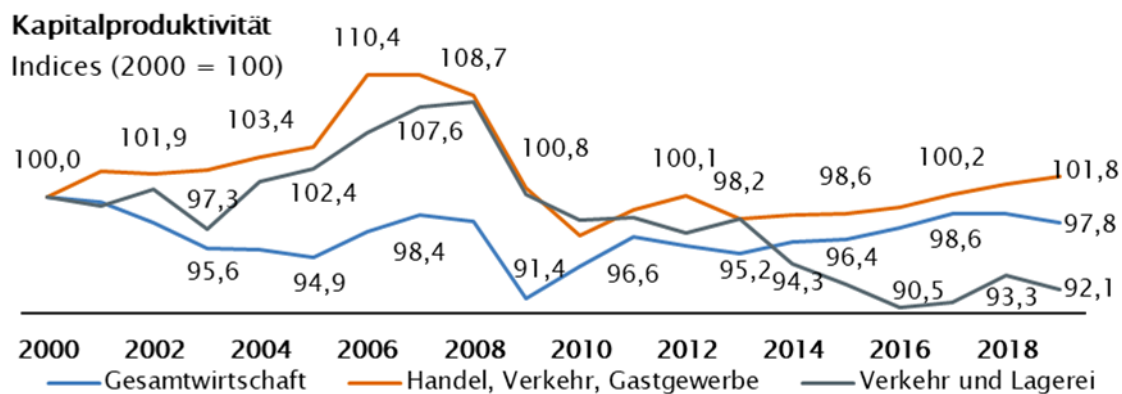


Abbildung 8: Entwicklung der Kapitalproduktivität

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a), Tabellen 81000-0001, -0103, -0116; Stand: 11.08.2021

Es zeigt sich, dass die Kapitalproduktivität sowohl für die Gesamtwirtschaft als auch für den VGR-Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ 2019 unter der von 2000 liegt: Das Bruttoinlandsprodukt ist damit

⁴⁸ Vgl. Ademmer et al. (2017), S. 33.

⁴⁹ Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 23.

⁵⁰ Vgl. Ademmer et al. (2017), S. 33.

⁵¹ Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen erforderliche Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes einschließlich 2019 vor.

weniger stark gewachsen als der Kapitalstock in diesem Zeitraum. Für alle Ebenen gilt, dass die Kapitalproduktivität in der Finanzkrise 2009 stark sank. Seitdem zeigen die Ebenen der Gesamtwirtschaft und des Wirtschaftsbereiches „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ einen leichten Positivtrend. Auf Ebene der Gesamtwirtschaft erreichte die Kapitalproduktivität 2017 bereits wieder den Wert von 2007. Die Kapitalproduktivität des VGR-Wirtschaftsbereiches „Verkehr und Lagerei“ führte nach der Finanzkrise nicht mehr die positive Entwicklung bis 2008 fort, sondern nahm insbesondere nach 2013 eine eher negative Entwicklung. Die vorliegenden Daten berücksichtigen die COVID-19-Pandemie noch nicht.

3.2.1.3 Materialproduktivität

Insbesondere auf unternehmensindividueller Ebene ist es sinnvoll, eine Ausbringungsmenge auch ins Verhältnis zu den eingesetzten Materialien wie den Verbrauchsgrößen „Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe“ zu setzen:⁵²

$$\text{Materialproduktivität} = \frac{\text{Output}}{\text{Materialeinsatz}}$$

Die Materialproduktivität ist vor allem für die fokussierte betriebswirtschaftliche Steuerung des Unternehmens relevant, um die Produktivität des Materialeinsatzes zu beurteilen. Sie ist besonders in produzierenden Gewerben sinnvoll.

Abbildung 9 zeigt die Entwicklung der Materialproduktivität für den Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ für die Jahre 2008-2018.⁵³ Als Input werden als Ausprägung des Materialeinsatzes die Materialaufwendungen und als Output die Bruttowertschöpfung des Bereiches verwendet.

Materialproduktivität – Verkehr und Lagerei

Index (2008 = 100)

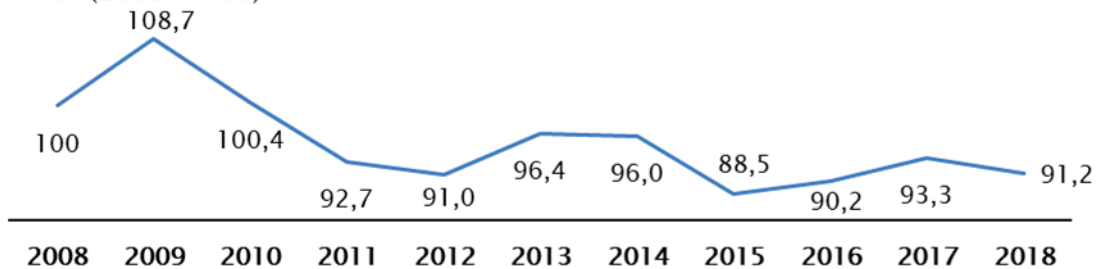


Abbildung 9: Entwicklung der Materialproduktivität des Wirtschaftsbereiches Verkehr und Lagerei.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2019), Tabelle 1.1 der Excel-Datei

Die Materialproduktivität kann insbesondere zur betriebswirtschaftlichen Steuerung auf unternehmensindividueller Ebene eingesetzt werden. In der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes wird sie beispielsweise nicht separat ausgewiesen und lässt sich nur für den Wirtschaftsbereich Verkehr und Lagerei berechnen. Da die Materialproduktivität überwiegend zur

⁵² Vgl. Dellmann/Pedell (1994), S. 23.

⁵³ Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen erforderliche Daten des Statistischen Bundesamtes bis einschließlich 2018 vor.

betriebswirtschaftlichen Steuerung verwendet wird, fokussiert die weiterführende Analyse auf die Inputfaktoren Arbeit und Kapital (vgl. 1.2).

3.2.2 Mehrfachproduktivität

Bei Mehrfachproduktivitäten fließen, im Gegensatz zu den Teilproduktivitäten, mehrere Produktionsfaktoren in den Nenner der Produktivitätsformel ein. Mehrfachproduktivitäten können wie Teilproduktivitäten auf jeder Ebene, also unternehmensindividuell, sektoral oder gesamtwirtschaftlich, vergleichsweise einfach gebildet werden.

Exemplarisch wird im Folgenden eine Mehrfachproduktivität auf Basis der Inputfaktoren Arbeit und Kapital betrachtet:

$$\text{Mehrfachproduktivität} = \frac{\text{Output}}{\text{Arbeitseinsatz} + \text{Kapitaleinsatz}} \Leftrightarrow \text{MFP} = \frac{Q}{A + K}$$

Für diese einfache Art der Berechnung werden Flussgrößen für den Output sowie für den Arbeits- und Kapitaleinsatz benötigt. Während derartige Größen auf Unternehmensebene zur Verfügung stehen, liegen auf sektoraler und gesamtwirtschaftlicher Ebene, insbesondere bei einigen Inputfaktoren, nur Bestandsgrößen vor. In diesem Fall ist es erforderlich, zusätzlich die Änderungsraten des Outputs, des Arbeits- und Kapitaleinsatzes sowie die Anteile des Arbeits- und Kapitaleinsatzes zu berechnen. Hinzu kommt, dass die Inputfaktoren in derselben Dimension vorliegen müssen. Da dies bei Mengeneinheiten meist nicht gegeben ist, wird in der Regel auf Werteeinheiten oder Änderungsraten zurückgegriffen.

Die Veränderung der Mehrfachproduktivität kann mit nachfolgender Formel berechnet werden, wobei die Inputvariablen mittels der Lohnquote abgegrenzt werden:⁵⁴

$$\Delta \text{MFP}_t = \Delta Q_t - [\alpha_t \cdot \Delta L_t + (1 - \alpha_t) \cdot \Delta K_t]$$

$$\text{mit } \Delta Q_t = \frac{Q_t}{Q_{t-1}}, \Delta L_t = \frac{L_t}{L_{t-1}} \text{ und } \Delta K_t = \frac{K_t}{K_{t-1}}$$

$$\text{und } \alpha_t = 0,5 \cdot \left[\frac{\text{Arbeitnehmerentgelte}_t / \text{Arbeitnehmer}_t}{\text{nom.Bruttowertschöpfung}_t / \text{Erwerbstätige}_t} + \frac{\text{Arbeitnehmerentgelte}_{t-1} / \text{Arbeitnehmer}_{t-1}}{\text{nom.Bruttowertschöpfung}_{t-1} / \text{Erwerbstätige}_{t-1}} \right]$$

Die Veränderung der Mehrfachproduktivität (ΔMFP_t) ergibt sich somit aus der Outputveränderung (ΔQ_t) abzüglich der gewichteten Inputfaktorveränderung von Arbeit (ΔL_t) und Kapital (ΔK_t). Als Gewichtung dient die bereinigte Lohnquote α für den Faktor Arbeit sowie $(1 - \alpha)$ für den Faktor Kapital.⁵⁵

Abbildung 10 zeigt die Veränderung der Mehrfachproduktivität für die Gesamtwirtschaft sowie die Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und „Verkehr und Lagerei“, basierend jeweils auf Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung.

⁵⁴ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 68 f.

⁵⁵ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 68 f.

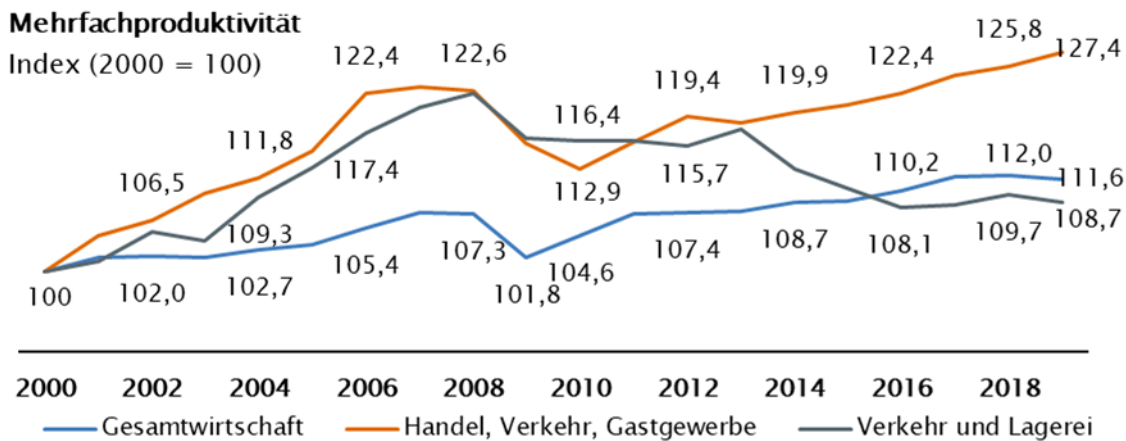


Abbildung 10: Entwicklung der Mehrfachproduktivität (Arbeit, Kapital).

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Statistisches Bundesamt (2021a), Tabellen 81000-0101, -0103, -0110, -0112, -0113, -0114 sowie -0116; Stand: 11.08.2021

Die Mehrfachproduktivität der Gesamtwirtschaft fällt für den Zeitraum von 2000 bis etwa 2015 vergleichsweise gering aus, während der Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr und Gastgewerbe“ in der Vergleichsgruppe überwiegend die höchsten Werte ausweist. Der Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ orientierte sich, wenn auch auf etwas niedrigerem Niveau, bis 2015 an der Produktivität des Bereichs „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“. Seit 2013 fällt die Produktivität des Wirtschaftsbereiches „Verkehr und Lagerei“ und liegt seit 2015 unter dem Niveau der Gesamtwirtschaft.

3.2.3 Totale Faktorproduktivität

Die Totale Faktorproduktivität bildet die Beziehung zwischen dem gesamten Produktionsergebnis und dem gesamten Faktoreinsatz ab.⁵⁶ Auf volkswirtschaftlicher Ebene beschreibt die Änderung der Totalen Faktorproduktivität klassischerweise den Teil des Produktionswachstums, der nicht auf die Veränderung von Produktionsfaktoren zurückgeführt werden kann. Insbesondere in der langfristigen Betrachtung spielt die Totale Faktorproduktivität eine wichtige Rolle. So geht das Wachstum der Industrienationen seit der industriellen Revolution vor allem auf die Zunahme der Totalen Faktorproduktivität zurück.⁵⁷

Die Totale Faktorproduktivität beschreibt die Effizienz des Zusammenwirkens der Produktionsfaktoren. Auf wettbewerblichen Märkten ist ihre Veränderung als technischer Fortschritt interpretierbar. So kann in der Wachstumstheorie nach Solow im Gleichgewichtsfall nur durch (exogene) Veränderung, insbesondere durch Innovationen, weiteres pro-Kopf-Wachstum der Produktion erfolgen, da die Produktionsfaktoren bereits in optimalem Maße verwendet werden.⁵⁸ Anders auf nicht wettbewerblich organisierten Märkten, hier können Produktionsfaktoren ineffizient eingesetzt werden. Damit ist unklar, ob die berechnete Totale

⁵⁶ Vgl. Cantner et al. (2007), S. 14.

⁵⁷ Vgl. Sachverständigenrat (2019), S. 90.

⁵⁸ Vgl. Sachverständigenrat (2019), S. 90 ff.

Faktorproduktivität ausschließlich den technischen Fortschritt abbildet oder durch möglicherweise bestehende Ineffizienzen verzerrt ist.⁵⁹

Mathematisch lässt sich die Totale Faktorproduktivität beispielsweise mithilfe von Messkonzepten (vgl. Abschnitt 3.3) oder Produktionsfunktionen berechnen. Eine für diesen Zweck übliche ist die Cobb-Douglas-Produktionsfunktion:⁶⁰

$$Y = a \cdot F(A, K) \quad \Rightarrow \quad Y = a \cdot A^{\alpha} \cdot K^{(1-\alpha)} \quad \Leftrightarrow \quad a = \frac{Y}{A^{\alpha} \cdot K^{(1-\alpha)}} = \text{TFP}$$

Hiernach ergibt sich die Totale Faktorproduktivität a bzw. TFP aus der Division des Outputs (Y) durch die Inputfaktoren Arbeit (A) und Kapital (K). Hierbei werden konstante Skalenerträge unterstellt, da die marginale Produktivität von Arbeit (α) und jene des Kapitals ($1-\alpha$) in Summe 1 ergeben.⁶¹ Über die Bildung des natürlichen Logarithmus kann die Veränderung ermittelt werden:⁶²

$$\ln \text{TFP} = \ln Y - \alpha \cdot \ln A - (1-\alpha) \cdot \ln K \quad \Leftrightarrow \quad \Delta \text{TFP} = \Delta Y - \alpha \cdot \Delta A - (1-\alpha) \cdot \Delta K$$

Nachfolgende Abbildung 11 stellt den Wachstumsbeitrag der Totalen Faktorproduktivität für das Produktionspotenzial der deutschen Volkswirtschaft für die Jahre 2000-2019, basierend auf Daten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, dar. Die Ermittlung der Totalen Faktorproduktivität durch den Sachverständigenrat orientiert sich an der logarithmierten Veränderung der TFP. Hierbei verwendet der Sachverständigenrat um konjunkturzyklische Effekte bereinigte Eingangsgrößen.⁶³

Wachstumsbeitrag der Totalen Faktorproduktivität

in Prozent

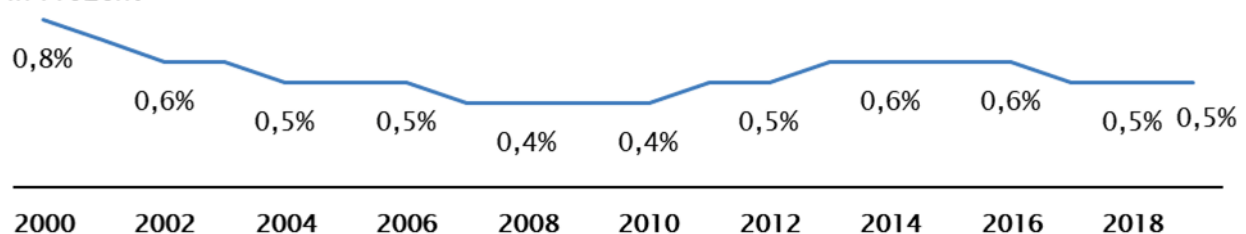


Abbildung 11: Wachstumsbeitrag der Totalen Faktorproduktivität gemäß Sachverständigenrat.

Quelle: In Anlehnung an Sachverständigenrat (2020)

Es zeigt sich, dass sich der Wachstumsbeitrag der Totalen Faktorproduktivität im Zeitverlauf zwischen 0,4 und 0,8 Prozentpunkten bewegt und die Änderungsraten eher niedrig sind. Seit 2011 bewegt sich der Wert

⁵⁹ Vgl. Cantner et al. (2007), S. 15.

⁶⁰ Vgl. Breuer/Elstner (2020), S. 570 f. sowie Zellner et al. (1966), S. 785.

⁶¹ Vgl. Weyerstraß (2018), S. 2 sowie Miller/Upadhyay (2000), S. 4 ff.

⁶² Vgl. Breuer/Elstner (2020), S. 596.

⁶³ Vgl. Breuer/Elstner (2020), S. 596.

zwischen 0,5 Prozent und 0,6 Prozent. Bei der Regulierung der Postporti geht die Totale Faktorproduktivität des Sachverständigenrates in die Entgeltberechnung ein (vgl. Kapitel 4.1).

Die Totale Faktorproduktivität kann auch mittels der nachfolgend dargestellten Messkonzepte ermittelt werden.

3.3 Messkonzepte

Produktivität kann unter anderem mithilfe sogenannter Indizes ermittelt werden. Zu diesem Zweck werden jeweils aktuelle Input- und Outputpreisinformationen zu entsprechenden Indizes zusammengeführt. Die Indizes stellen an den Kosten oder Erlösen gemessenen Anteilen gewichtete Mittelwerte dar. Der Produktivitätsfortschritt, beispielsweise die Totale Faktorproduktivität (TFP), wird dann als Quotient der TFP-Werte unterschiedlicher Zeitpunkte ermittelt.⁶⁴

$$\Delta TFP = \frac{TFP_t}{TFP_{t-1}} \text{ mit } TFP = \frac{\text{Outputindex}}{\text{Inputindex}}$$

Indizes verwenden regelmäßig Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR). Diese Daten sind für längere Zeiträume verfügbar und öffentlich zugänglich. Charakteristisch für VGR-Daten ist das hohe Aggregationsniveau, welches gesamtwirtschaftliche oder teilweise sektorspezifische Betrachtungen zulässt.⁶⁵

Zur Bestimmung des Produktivitätsfortschritts werden in der Regulierungspraxis zwei Ansätze verwendet – der Malmquist-Index und der Törnqvist-Index. Ersterer verwendet Unternehmensdaten eines Sektors, die mit Hilfe von unterschiedlichen Instrumenten der Effizienzanalyse (Data Envelopment Analysis oder Stochastic Frontier Analysis) unterstützt werden. Der Törnqvist-Index bedient sich höher aggregierter Branchendaten, deren Ursprung vielfach in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu finden ist.⁶⁶

3.3.1 Törnqvist-Index

Produktivitätsfortschritte können mithilfe von Indexzahlen (Indizes) ermittelt werden. Indexzahlen sind die für die Messung ökonomischer Größen am häufigsten verwendeten Instrumente. Sie messen definitionsgemäß die Veränderung der verbundenen Variablen über verschiedene Dimensionen oder Bezugsobjekte. In Verbindung mit der TFP können mengen- und preisbasierte Indizes verwendet werden. Zu den Hauptanwendungsgebieten der Indexzahlen im Rahmen der Produktivitätsmessung gehören die Ermittlung der TFP sowie die Datenaufbereitung für die Dateneinhüllungsanalyse (DEA) und die stochastische Effizienzgrenzenanalyse (SFA).⁶⁷ Die bekanntesten Ansätze zur Berechnung von Indexzahlen wurden von Paasche, Laspeyres, Fisher und Törnqvist entwickelt.⁶⁸

Zur Messung der TFP-Entwicklung im Zeitverlauf werden regelmäßig Mengenindizes (sogenannte Quantity Index Numbers, kurz: QIN) verwendet. Dem Konzept der QIN liegt die Annahme zugrunde, dass

⁶⁴ Vgl. Schmitt/Stronzik (2015), S. 16.

⁶⁵ Vgl. Schmitt/Stronzik (2015), S. 17.

⁶⁶ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 26.

⁶⁷ Vgl. Müller (2009), S. 26 sowie Coelli et al. (1998), S. 69 f.

⁶⁸ Vgl. Müller (2009), S. 3.

Vorleistungen von wettbewerblich geprägten Märkten bezogen werden. Für QIN-basierte TFP kann kein Rückschluss auf die Produktivitätstreiber gezogen werden. Sie können keine spezifischen Produktionseigenschaften abbilden. Sollen QIN bei Mehrproduktunternehmen verwendet werden, müssen zusätzlich In- und Outputpreise zur Gewichtung vorgesehen werden. Die Verwendung von QIN bietet sich an, wenn nur wenige Daten zur Berechnung der TFP vorhanden sind.⁶⁹

Bei der Messung der berechneten Veränderung mithilfe eines Index (V) beziehen sich Indexzahlen stets auf eine Basisperiode (beispielsweise ein Jahr in der Vergangenheit) und eine Zielperiode (beispielsweise die aktuelle Periode). Die Berechnung eines Indexes von Basisperiode 0 zu Zielperiode t kann bei einer Mengengewichtung mit Preisen wie folgt dargestellt werden:⁷⁰

$$V_{0,t} = \frac{\sum_{i=1}^N p_{i,t} \cdot q_{i,t}}{\sum_{i=1}^N p_{i,0} \cdot q_{i,0}}$$

Der Index V ergibt sich aus dem Verhältnis zweier identischer Warenkörbe mit N Produkten, mit Preisen p und Mengen q , jeweils bewertet für die Perioden 0 (Basisperiode) und t (Zielperiode).⁷¹ Der Index kann dementsprechend sowohl die Preis- als auch die Mengenänderung zwischen Basis- und Zielperiode abbilden.

Für die TFP-Messung ist die Preisänderung jedoch nicht entscheidend; vielmehr wird der Preis nur zur Mengengewichtung benötigt. Je nachdem, wie die Referenzperiode der Preisgewichte für die zur TFP-Messung häufig verwendeten Mengenindizes gewählt wird, handelt es sich um den Ansatz von Paasche (P) oder Laspeyres (L). Während beim Laspeyres-Index die Basisperiode gewählt wird, verwendet der Paasche-Index gegenwärtige Preise (oder solche der Zielperiode) als Gewichte:⁷²

$$Q_{0,t}^L = \frac{\sum_{i=1}^N p_{i,0} \cdot q_{i,t}}{\sum_{i=1}^N p_{i,0} \cdot q_{i,0}}$$

$$Q_{0,t}^P = \frac{\sum_{i=1}^N p_{i,t} \cdot q_{i,t}}{\sum_{i=1}^N p_{i,t} \cdot q_{i,0}}$$

Der Laspeyres-Index misst die wertmäßige Veränderung des Warenkorbs unter Verwendung der Mengen und Preise der Basisperiode im Nenner sowie der Mengen der Zielperiode und Preise der Basisperiode im Zähler. Der Paasche-Index hingegen verwendet die Preise und Mengen der Zielperiode im Zähler sowie Preise der Zielperiode und Mengen der Basisperiode im Nenner. Dies führt dazu, dass der Laspeyres-Index tendenziell zu einer Unter- und der Paasche-Index zu einer Überschätzung des Produktivitätsfortschritts führt.⁷³ Gemeinsam bilden sie somit ein Produktivitätsintervall. Die Produktivitätsmessung mit diesen Ansätzen ist daher eher ungenau. Beide Ansätze basieren auf einer linearen Produktionsfunktion mit konstanten Skalenerträgen.⁷⁴

⁶⁹ Vgl. Müller (2009), S. 27.

⁷⁰ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 71.

⁷¹ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 71.

⁷² Vgl. Müller (2009), S. 28 sowie Coelli et al. (1998), S. 72 ff.

⁷³ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 72 ff. Nur wenn die Preisniveaus der Perioden 0 und t gleich sind, ergeben beide Indizes dasselbe Ergebnis.

⁷⁴ Vgl. Müller (2009), S. 29.

Der Fisher-Index (F) kombiniert die Ansätze von Laspeyres (L) und Paasche (P), indem ihr geometrisches Mittel gebildet wird:⁷⁵

$$Fisher = \sqrt{Laspeyres \cdot Paasche} \Leftrightarrow Q_{0,t}^F = \sqrt{Q_{0,t}^L \cdot Q_{0,t}^P}$$

Der Fisher-Index unterstellt eine quadratische Produktionsfunktion und hat positive statistische Eigenschaften. So ist er beispielsweise hinsichtlich der verwendeten Maßeinheiten invariant sowie zeitlich reversibel und ermöglicht eine bessere Berücksichtigung von Substitutionseffekten.⁷⁶ Er wird oftmals zur Berechnung der Preisentwicklung eingesetzt.⁷⁷

Angelehnt an den Ansatz von Fisher ermittelt der Törnqvist-Index ($Q_{0,t}^T$) einen geometrischen Durchschnitt von Mengenrelationen, wobei $\omega_{i,0}$ und $\omega_{i,t}$ als Gewichtungen jeweils die wertmäßigen Anteile des Gutes i der Basisperiode bzw. der Zielperiode darstellen:⁷⁸

$$Q_{0,t}^T = \prod_{i=1}^N \left[\frac{q_{i,t}}{q_{i,0}} \right]^{\frac{\omega_{i,0} + \omega_{i,t}}{2}} \text{ mit } \omega_{i,0} = \frac{p_{i,0} \cdot q_{i,0}}{\sum_{i=1}^N p_{i,0} \cdot q_{i,0}} \text{ und } \omega_{i,t} = \frac{p_{i,t} \cdot q_{i,t}}{\sum_{i=1}^N p_{i,t} \cdot q_{i,t}}$$

Er basiert auf einer Translog-Produktionsfunktion, die unter anderem keine Einschränkungen in Bezug auf Skaleneffekte aufweist und im Vergleich zum Fisher-Index relativ mehr Produktionstechnologien abbilden kann. Der Törnqvist-Index kann als Preis- oder Mengenindex berechnet werden. Er wird in der Praxis regelmäßig zur Ermittlung des Produktivitätsfortschritts eingesetzt.⁷⁹ Da im Rahmen der Produktivitätsermittlung reale Mengengrößen verwendet werden, wird er im Weiteren als Mengenindex berechnet.⁸⁰

Zur Berechnung der TFP mithilfe des Törnqvist-Index werden meist öffentlich verfügbare Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung auf gesamtwirtschaftlicher oder sektoraler Ebene verwendet.⁸¹ Die Datenverfügbarkeit ist umso wichtiger, je stärker und häufiger im Untersuchungszeitraum relevante Strukturveränderungen oder sonstige außergewöhnlichen Effekte aufgetreten sind. Eventuelle Veränderungen in der Methodik der Erhebung sind zu beachten.⁸²

Grundsätzlich könnte der Törnqvist-Index auch auf Basis unternehmensindividueller Daten berechnet werden. Im Sinne einer Vergleichbarkeit müssten in diesem Fall insbesondere auch Informationen zur

⁷⁵ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 73 sowie Niederprüm et al. (2020), S. 12.

⁷⁶ Vgl. Müller (2009), S. 29.

⁷⁷ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 14.

⁷⁸ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 72 ff. sowie Müller (2009), S. 29 f.

⁷⁹ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 14 sowie Schmitt/Stronzik (2015), S. 18.

⁸⁰ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 40.

⁸¹ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 40.

⁸² Vgl. Schmitt/Stronzik (2015), S. 18.

Bruttowertschöpfung und dem Produktionswert erhoben werden, was die Komplexität und den Aufwand deutlich erhöhen würde.

Der Törnqvist-Mengenindex leitet die TFP aus dem Verhältnis von Output- zu Inputindex ab.⁸³

$$TFP_t = \frac{\text{Outputindex}_t}{\text{Inputindex}_t} = \frac{Q_t^{\text{Output}}}{Q_t^{\text{Input}}} = \frac{Q_t^o}{Q_t^i}$$

Die Produktivitätsveränderung wird durch Subtraktion der natürlichen Logarithmen des Outputindex Q_t^o und Inputindex Q_t^i ermittelt:⁸⁴

$$\Delta TFP_t = \ln(TFP_t) = \ln(Q_t^o) - \ln(Q_t^i)$$

Die zugrundeliegenden Indizes werden nach Törnqvist bestimmt:⁸⁵

$$Q_t^i = \prod_{n=1}^N \left[\frac{q_{n,t}^i}{q_{n,t-1}^i} \right]^{\Omega}, \text{ mit } \Omega = \frac{\alpha_{n,t} + \alpha_{n,t-1}}{2} \text{ und } \alpha_{n,t} = \frac{p_{n,t}^i \cdot q_{n,t}^i}{\sum_{n=1}^N p_{n,t}^i \cdot q_{n,t}^i}$$

$$Q_t^o = \prod_{m=1}^M \left[\frac{q_{m,t}^o}{q_{m,t-1}^o} \right]^{\psi}, \text{ mit } \psi = \frac{\beta_{m,t} + \beta_{m,t-1}}{2} \text{ und } \beta_{m,t} = \frac{p_{m,t}^o \cdot q_{m,t}^o}{\sum_{m=1}^M p_{m,t}^o \cdot q_{m,t}^o}$$

Die Törnqvist-Mengenindizes werden als geometrische Durchschnitte der jeweiligen periodenübergreifenden Mengenänderungen $\left(\frac{q_{n,t}^i}{q_{n,t-1}^i} \right)$ und $\left(\frac{q_{m,t}^o}{q_{m,t-1}^o} \right)$ ermittelt. Die Mengenänderungen werden mit ihrem jeweiligen Wertanteil gewichtet. Die Gewichtungsfaktoren Ω und ψ ergeben sich dabei als Durchschnitte der entsprechenden periodenspezifischen Wertanteile (α und β), wobei $p_{n,t}^i$ und $p_{m,t}^o$ die entsprechenden Input- und Outputpreise darstellen.⁸⁶ Dabei werden zur Berechnung des Törnqvist-Indexes stets Daten aus mindestens zwei Perioden (t und $t-1$) benötigt.

Nachfolgend wird die Totale Faktorproduktivität auf Basis von VGR-Daten für die Gesamtwirtschaft, den Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gaststätten“ und den Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ auf diese Weise berechnet. Output- und Inputindex werden wie folgt gewählt:⁸⁷

$$Q_t^o = \frac{y_t}{y_{t-1}}$$

$$Q_t^i = \left(\frac{L_t}{L_{t-1}} \right)^{\Omega_{L,t}} \cdot \left(\frac{K_t}{K_{t-1}} \right)^{\Omega_{K,t}}$$

⁸³ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 40 sowie Müller (2009), S. 26.

⁸⁴ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 40.

⁸⁵ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 40.

⁸⁶ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 40 f.

⁸⁷ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 68 f.

Während sich demnach der Outputindex Q_t^o aus der Veränderung des Outputs (y ; preisbereinigte Bruttowertschöpfung) ergibt, wird der Inputindex Q_t^i als Produkt der exponentiell gewichteten Faktoren Arbeit (L ; Arbeitsstunden der Erwerbstätigen) und Kapital (K ; Bruttoanlagevermögen) gebildet. Die Gewichtungsfaktoren $\Omega_{L,t}$ und $\Omega_{K,t}$ ergeben sich wie folgt:⁸⁸

$$\Omega_{L,t} = \left[\frac{\text{nom.Arbeitnehmerentgelte}_t / \text{Arbeitnehmer}_t}{\text{nom.Bruttowertschöpfung}_t / \text{Erwerbstätige}_t} + \frac{\text{nom.Arbeitnehmerentgelte}_{t-1} / \text{Arbeitnehmer}_{t-1}}{\text{nom.Bruttowertschöpfung}_{t-1} / \text{Erwerbstätige}_{t-1}} \right] \cdot \frac{1}{2}$$

$$\Omega_{K,t} = 1 - \Omega_{L,t}$$

Abbildung 12 zeigt verschiedene Verläufe der Totalen Faktorproduktivität, berechnet mit einem Törnqvist-Index auf Basis der VGR-Daten für die deutsche Gesamtwirtschaft sowie für die Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und „Verkehr und Lagerei“.

Totale Faktorproduktivität mit Törnqvist-Index

Indices (2000 = 100)

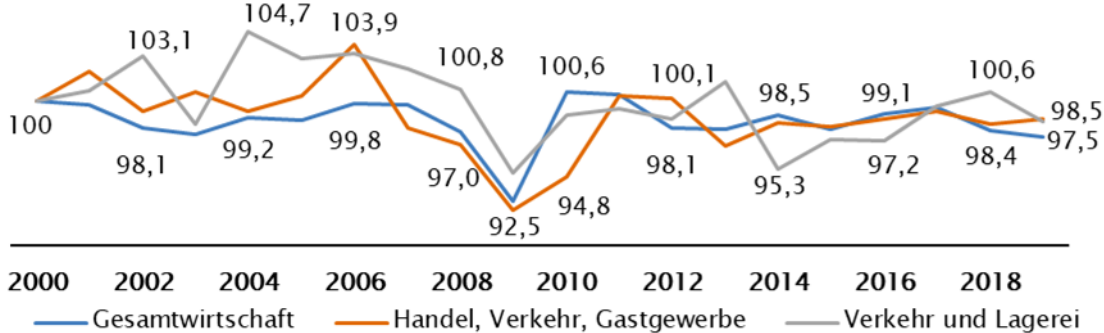


Abbildung 12: Totale Faktorproduktivität, Berechnung mittels des Törnqvist-Indexes.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021a), Tabellen 81000-0101, -0103, -0110, -0112, -0113, -0114 sowie -0116; Stand: 11.03.2021

Es zeigt sich, dass sich die mit dem Törnqvist-Index berechnete TFP über die drei Ebenen insgesamt ähnlich entwickelte. In den ersten Jahren des Jahrtausends entwickelte sich die TFP im Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ schneller und volatiler als die TFP der anderen Wirtschaftsebenen. Charakteristisch in allen Ebenen ist der Einbruch zur Finanzkrise 2009 und die rasche Erholung in den Folgejahren. Danach entwickelte sich die TFP aller Ebenen seitwärts, wiederum mit einer höheren Volatilität im Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“.

3.3.2 Malmquist-Index

Im Gegensatz zu den Indexzahlen ermöglichen Produktivitätsindizes durch die Verwendung der zugrundeliegenden Methoden eine Differenzierung der Quellen des Produktivitätsfortschritts in

⁸⁸ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 68 f.

Skalierungseffekte beim Input sowie technologische oder effizienzbedingte Verbesserungen. Im Fokus der folgenden Betrachtung steht die von Caves et al. (1982) konzipierte Version des Malmquist-Indexes.⁸⁹

Der Malmquist-Index kann mithilfe von Vergleichsverfahren wie der Dateneinhüllungsanalyse (vgl. Abschnitt 3.3.2.1) oder der stochastischen Effizienzgrenzenanalyse (vgl. Abschnitt 3.3.2.2) sowohl einen sektoralen Produktivitätsfortschritt als auch unternehmensindividuelle Produktivitätsfortschritte berechnen. Er kann spezifische Produktionseigenschaften abbilden und Aufschluss über die Quellen des Produktivitätsfortschritts geben.⁹⁰ Dies setzt jedoch voraus, dass Annahmen über die Produktionsfunktion, insbesondere unter Zuhilfenahme der unternehmensindividuellen Input- und Outputdaten, getroffen werden.⁹¹ Zur Berechnung der Produktivität verwendet der Malmquist-Index generell unternehmensindividuelle Daten. Für die Vergleichsverfahren werden umfangreiche Datensets mehrerer Jahre von möglichst vielen Unternehmen der Vergleichsgruppe benötigt.

Der Malmquist-Index leitet den Produktivitätsfortschritt aus der Veränderung von Effizienzwerten über die Zeit ab.⁹² Dabei werden Produktionsfunktionen verwendet und die entsprechenden Effizienzwerte als Distanzen zwischen Inputs (Inputorientierung) oder Outputs (Outputorientierung) ermittelt.⁹³ Der Produktivitätsfortschritt basiert auf der Veränderung der Distanz (Δ) des unternehmenseigenen Effizienzwertes zu dem zu diesem Zeitpunkt effizientesten Unternehmen. Damit wird eine relative und keine absolute Effizienz bestimmt.

Zur beispielhaften Erläuterung werden Input-Output-Kombinationen eines Unternehmens zu zwei Zeitpunkten betrachtet. In Periode 1 (mit Referenztechnologie⁹⁴ 1) können Y_1 Output-Einheiten mithilfe von X_c Input-Einheiten produziert werden. In der nachfolgenden Abbildung resultiert der Punkt U. In Periode 2 ist es (mit Referenztechnologie 2) möglich, mit X_e insgesamt Y_2 zu produzieren, dargestellt als Punkt V. In beiden Fällen befinden sich die Kombinationen nicht auf der Effizienzgrenze der jeweiligen Periode, die durch andere Unternehmen gebildet wird, so dass Effizienzwerte zeitpunktbezogen in Höhe der Distanzen zwischen den Soll und Ist-Werten (beispielsweise für Periode 1: $\Delta U_1 = U_1^{Ist} - U_1^{Soll}$) ermittelt werden können. Um den Malmquistindex der jeweiligen Periode zu berechnen werden Distanzen zueinander ins Verhältnis gesetzt, was im Folgenden erläutert wird.

⁸⁹ Vgl. Coelli et al. (1998), S. 120.

⁹⁰ Vgl. Müller (2009), S. 32.

⁹¹ Vgl. Müller (2009), S. 32.

⁹² Vgl. Niederprüm et al. (2020), S. 14.

⁹³ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 27 sowie Cantner et al. (2007), S. 250 f. Die nachfolgenden Absätze bis zum Ende des Abschnitts basieren auf den Ausführungen von Liebe et al. (2017), S. 23 ff.

⁹⁴ Unter Referenztechnologie wird die Produktionstechnologie verstanden, die für die Produktion der Güter verwendet wurde. Diese kann sich im Zeitablauf ändern.

Produktivitätsermittlung mittels Malmquist-Index

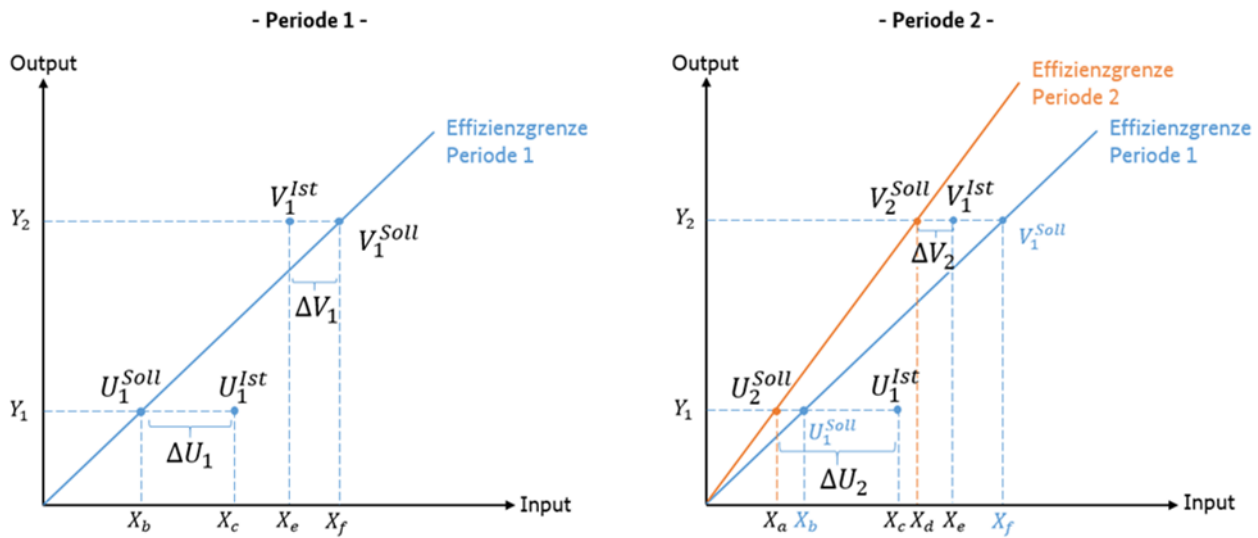


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Produktivitätsermittlung mithilfe des Malmquist-Indexes.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Liebe et al. (2017), S. 28

Mathematisch lässt sich die methodische Vorgehensweise wie folgt generalisieren:⁹⁵

$$MI_t = \frac{\text{Effizienz der Periode } t+1 \text{ mit Referenztechnologie der Periode } t}{\text{Effizienz der Periode } t \text{ mit Referenztechnologie der Periode } t}$$

Dabei wird die Effizienz der Input-Output-Kombinationen über die Perioden betrachtet, während die Referenztechnologie und damit die Effizienzgrenze konstant gehalten wird.

Die Effizienz des betrachteten Unternehmens wird zunächst mit der Referenztechnologie der ersten Periode berechnet.

$$MI_1 = \frac{\text{Effizienz der Periode 2 mit Referenztechnologie der Periode 1}}{\text{Effizienz der Periode 1 mit Referenztechnologie der Periode 1}}$$

Dabei erfolgt eine Gegenüberstellung der Input-Output-Kombinationen der Perioden 1 und 2 mit der Effizienzgrenze der Periode 1 durch die Berechnung der relativen Distanz zwischen Kombination und

Effizienzgrenze:

$$MI_1 = \frac{\text{Distanz der Periode-2-Kombination zur Effizienzgrenze der Periode 1}}{\text{Distanz der Periode-1-Kombination zur Effizienzgrenze der Periode 1}}$$

$$MI_1 = \frac{\text{eff. Input Periode 2} / \text{tats. Input Periode 2}}{\text{eff. Input Periode 1} / \text{tats. Input Periode 1}}$$

⁹⁵ Es wird ein Vergleich der Perioden t und t+1 angenommen.

Mit Blick auf Abbildung 13 ergibt sich:

$$MI_1 = \frac{\Delta V_1}{\Delta U_1} = \frac{x_f/x_e}{x_b/x_c}$$

Für die zweite Referenzperiode (MI_2^{real}) ergibt sich die Effizienz analog – nun jedoch mit der Referenztechnologie (und damit der Effizienzgrenze) der Periode 2:

$$MI_2 = \frac{\text{Distanz der Periode-2-Kombination zur Effizienzgrenze der Periode 2}}{\text{Distanz der Periode-1-Kombination zur Effizienzgrenze der Periode 2}}$$

$$= \frac{\text{eff. Input Periode 2} / \text{tats. Input Periode 2}}{\text{eff. Input Periode 1} / \text{tats. Input Periode 1}}$$

$$MI_2 = \frac{\Delta V_2}{\Delta U_2} = \frac{x_d/x_e}{x_a/x_c}$$

Der periodenübergreifende Malmquist-Index ergibt sich als geometrisches Mittel:⁹⁶

$$MI = (MI_1 \cdot MI_2)^{0,5}$$

$$= \left[\frac{x_f/x_e}{x_b/x_c} \cdot \frac{x_d/x_e}{x_a/x_c} \right]^{0,5} = \frac{x_d/x_e}{x_b/x_c} \cdot \left[\frac{x_f/x_e}{x_d/x_e} \cdot \frac{x_b/x_c}{x_a/x_c} \right]^{0,5} = \frac{x_d/x_e}{x_b/x_c} \cdot \left[\frac{x_f}{x_d} \cdot \frac{x_b}{x_a} \right]^{0,5}$$

Der Abbau unternehmensindividueller Ineffizienzen, der sogenannte der Catch-Up (CU), wird durch den ersten Term beschrieben, der das Verhältnis der Distanz V2 zur Distanz U1 in Abbildung 13 wiedergibt. Der zweite Term zeigt die Parallelverschiebung der Effizienzgrenze, den sogenannten Frontier-Shift (FS):

$$MI = CU \cdot FS$$

Durch Bildung des Logarithmus des Frontier-Shift-Terms erhält man schließlich das Delta des technischen Fortschritts über die Zeit:

$$\Delta TF = \ln FS$$

Zur Berechnung der beschriebenen Distanzen finden die nicht-parametrische Methode, Dateneinhüllungsanalyse (data envelopment analysis, kurz: DEA) und die parametrische Methode, stochastische Effizienzgrenzenanalyse (stochastic frontier analysis, kurz: SFA) breite Akzeptanz und entsprechende Anwendung. Diese Methoden sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

⁹⁶ Zur Berechnung des Malmquist-Indexes werden somit stets Daten aus mindestens zwei Perioden benötigt.

Beide Methoden verwenden Vergleichsverfahren, um die Produktivität des Sektors respektive die individuellen Effizienzwerte einzelner Unternehmen zu ermitteln. Hierbei werden individuelle Produktivitätsfortschritte zum einen auf die durch den sektoralen technischen Fortschritt induzierte Parallelverschiebung der Effizienzgrenze und zum anderen auf den Abbau unternehmensindividueller Ineffizienzen zurückgeführt. Aus den Informationen zur Verschiebung der Effizienzgrenze kann der sektorale Produktivitätsfortschritt ermittelt werden.

Die folgende Abbildung 15 zeigt beispielhaft das Output-Input-Verhältnis eines Unternehmens, das mit dem Input X zwei Outputs Y_1 und Y_2 produziert. Es bildet sich der Punkt $U_{\text{ineffizient}}$. Die blaue Produktionsmöglichkeitenkurve PMK_1 wird durch andere Unternehmen gebildet und zeigt eine effiziente Produktion an.

Produktionsmöglichkeitenkurve und Catch-Up- sowie Frontier-Shift-Effekte

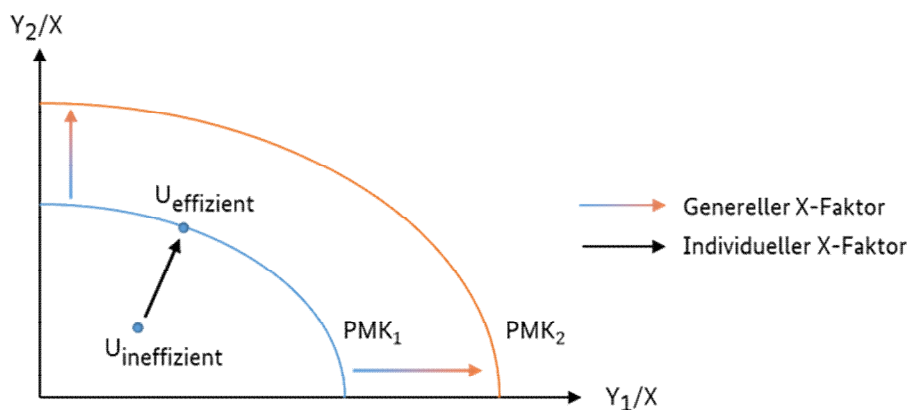


Abbildung 15: Schematische Darstellung der Catch-Up- und Frontier-Shift-Effekte.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Liebe et al. (2017), S. 24

Die unternehmensindividuelle Effizienzaussage ist das Ergebnis einer statischen Zeitpunkt-Betrachtung und zielt darauf ab, unternehmensindividuelle Effizienzpotenziale zu identifizieren. In der Abbildung ist dies als individueller X-Faktor gekennzeichnet. Er gibt an, wie nah sich das Unternehmen an der effizienten Produktionsmöglichkeitenkurve (PMK_1 mit Vergleichspunkt $U_{\text{effizient}}$) befindet. Nur Unternehmen mit Input-Output-Verhältnissen, die sich auf der Kurve befinden, sind effizient. Die Bewegung von $U_{\text{ineffizient}}$ zu $U_{\text{effizient}}$ wird als Catch-Up bezeichnet, die Bewegung von PMK_1 zu PMK_2 als Frontier Shift.

Der generelle Produktivitätsfortschritt, in der Abbildung als genereller X-Faktor bezeichnet, ist hingegen das Resultat einer dynamischen Zeitraum-Betrachtung. Er bildet sich durch das Verschieben der Produktionsmöglichkeitenkurve durch technischen Fortschritt im Zeitverlauf, im Beispiel von PMK_1 zu PMK_2 .⁹⁷ Der technische Fortschritt sorgt dafür, dass nun Input-Output-Verhältnisse möglich sind, die vorher nicht realisiert werden konnten. Damit verschiebt sich auch die Anforderung an eine effiziente Produktion.

⁹⁷ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 25 sowie Niederprüm et al. (2020), S. 7.

3.3.2.1 Dateneinhüllungsanalyse

Die Dateneinhüllungsanalyse (DEA) ist ein nicht-parametrisches Verfahren und basiert allein auf den Auswertungen beobachteter Daten. Sie erlaubt eine Differenzierung zwischen Catch-Up und Frontier-Shift.⁹⁸

Die von Charnes et al. (1978) entwickelte Produktivitätsanalyse, die sogenannte „Data Envelopment Analysis“ (Dateneinhüllungsanalyse), kann als Teil eines Benchmarking-Prozesses verstanden werden, in dessen Rahmen unterschiedliche Entscheidungsträger miteinander verglichen werden können.

Die DEA ist weniger komplex als die SFA und kann mit weniger Daten angewendet werden. So verzichtet sie beispielsweise auf Annahmen hinsichtlich einer Produktionsfunktion. Um Verzerrungen zu vermeiden, sind jedoch Datensätze von hoher Qualität erforderlich, da keine statistischen Signifikanzprüfungen durchgeführt werden können.⁹⁹ Der Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes und der Bestimmung geeigneter Benchmarking-Teilnehmer kommt daher eine wichtige Rolle zu.

Der DEA-Ansatz umgeht die klassischen Probleme der vergleichenden Produktivitätsanalyse (wie beispielsweise Gewichtung oder Vorgabe der Produktionsfunktion), die üblicherweise bei Ansätzen wie der Regressionsanalyse gefordert sind. Der betrachtete Ansatz ist unabhängig von Annahmen über relevante Produktionsfunktionen und die Gewichtungen einzelner Einflussfaktoren sind nicht vordefiniert, sondern Teil des Analyseergebnisses.¹⁰⁰ Darüber hinaus ist die DEA in der Lage, Input- und Output-Variablen mehrerer Dimensionen abzubilden, die über den traditionellen Ansatz der Produktivität als Verhältnis von einem Output zu einem Input hinausgeht.¹⁰¹

Im Rahmen der Analyse werden Input-Output-Kombinationen der zu vergleichenden Objekte in Relation zueinander gesetzt. Die effizientesten Einheiten (input- oder outputorientiert) bilden dabei die Effizienzgrenze; ihr Effizienzwert ist 1 (entspricht 100 Prozent Effizienz). Die effizienten Einheiten dominieren aufgrund ihrer relativen Effizienz die ineffizienten Einheiten. Die Effizienzwerte aller Unternehmen werden in Relation zu den effizienten Unternehmen ermittelt und können zwischen Null und Eins betragen. Grafisch ergibt sich nach Verbindung der effizienten Kombinationen eine sogenannte Effizienzgrenze, die auch als Datenhülle (Englisch: data envelop) bezeichnet wird.¹⁰² Aufgrund der Tatsache, dass die Effizienzgrenze nur teilweise auf tatsächlichen Daten (Verbindungspunkte) beruht, wird der Rest der Grenze (Verbindung) als künstliche Erweiterung der Beurteilungsbasis durch virtuelle Daten bezeichnet.¹⁰³

Abbildung 14 stellt die Bildung der Effizienzgrenze durch die effizienten Unternehmen A bis D bei zwei Outputs und einem Input schematisch dar.

⁹⁸ Vgl. Homburg (2000), S. 583.

⁹⁹ Vgl. Niederprüm et al. (2020), S. 21.

¹⁰⁰ Vgl. Cooper et al. (2007), S. 2, 13.

¹⁰¹ Vgl. Homburg (2000), S. 583.

¹⁰² Vgl. Cooper et al. (2007), S. 3 f., 7 sowie Homburg (2000), S. 584 f.

¹⁰³ Vgl. Homburg (2000), S. 583.

Effizienzgrenze der Dateneinhüllungsanalyse

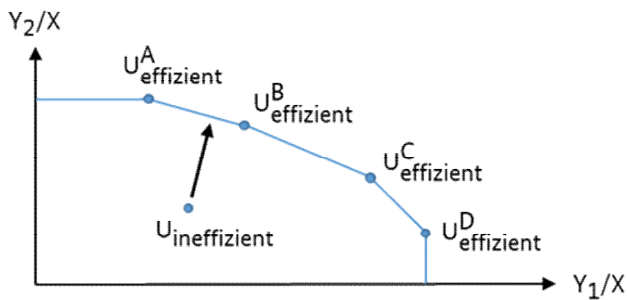


Abbildung 14: Schematische Darstellung der Dateneinhüllungsanalyse.

Quelle: Eigene Darstellung

Ausgehend von der Effizienzgrenze bietet die DEA Möglichkeiten der Ableitung Ineffizienz senkender Maßnahmen (beispielsweise Senkung des Inputs bei gleichbleibendem Output oder Steigerung des Outputs bei gleichbleibendem Input).¹⁰⁴

Die in der DEA für die betrachteten Einheiten angenommene (Produktions-) Technik bzw. Produktionsfunktion ist in der Regel stark abstrahiert und weist nur Eigenschaften der realen Technik auf. Hierin liegt begründet, dass mithilfe der DEA lediglich eine relative Effizienz ermittelt werden kann. Die Ermittlung absoluter Effizienz würde die Kenntnis und detaillierte Abbildung der realen (Produktions-) Technik voraussetzen.¹⁰⁵ So ist es möglich, dass selbst ein Unternehmen auf der Effizienzgrenze reale Ineffizienzen aufweist – die mangels eines Datenpunktes jedoch nicht erkannt werden können.

Im Vergleich zur SFA benötigt die DEA grundsätzlich weniger Daten und kann in ihrer Handhabung als einfach beschrieben werden. Insbesondere erfordert sie keine Annahmen hinsichtlich einer Produktionsfunktion und entsprechender Effizienzgrenze. Potenzielle Schwachstellen der DEA zeigen sich unter anderem darin, dass sie keine konkreten Aussagen zu den Input-Outputverhältnissen liefern kann. Auch ist die Durchführung von Hypothesentests nicht möglich, sodass unklar ist, ob die Ergebnisse statistisch signifikant sind. Ausreißer und Messfehler können die Ergebnisse zudem verzerren. Um robuste Ergebnisse zu erzielen, sind daher umfangreiche Datensätze von möglichst hoher Qualität erforderlich.¹⁰⁶

3.3.2.2 Stochastische Effizienzgrenzenanalyse

Die Produktivitätsveränderung kann unter Zuhilfenahme ökonometrischer Verfahren in Form von Regressionsanalysen geschätzt werden. Da bei dieser Vorgehensweise konkrete funktionale Formen für Produktion und/oder Kosten unterstellt werden, spricht man häufig auch von parametrischen Verfahren. Im

¹⁰⁴ Vgl. Cooper et al. (2007), S. 5.

¹⁰⁵ Vgl. Dyckhoff/Gilles (2004), S. 765.

¹⁰⁶ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 15 sowie Müller (2009), S. 45.

Gegensatz zu nicht-parametrischen Verfahren finden stochastische Einflüsse und die Korrektur statistischer Ausreißer Berücksichtigung.¹⁰⁷

Parametrische Ansätze ermitteln unter Verwendung von Regressionsanalysen einen Zusammenhang zwischen einer unbekannten, abhängigen Zielvariablen und bekannten, unabhängigen Einflussvariablen. Das Ergebnis ist unter anderem eine sogenannte Regressionsgleichung, die unter Zuhilfenahme von Werten der Einflussgrößen erlaubt, den Wert der Zielvariablen zu schätzen.¹⁰⁸

Bei diesen Verfahren wird davon ausgegangen, dass alle betrachteten Unternehmen durch vergleichbare bzw. ähnliche Produktionsfunktionen charakterisiert sind. Hierbei ist es gleichermaßen unerlässlich, entsprechende Annahmen über die grundsätzliche Natur der Produktionsfunktion zu treffen – ob es sich beispielsweise um eine Translog- oder Cobb-Douglas-Produktionsfunktion handelt.¹⁰⁹ Bekannte parametrische Ansätze im Zusammenhang mit der Berechnung von Produktivität sind die Methode der kleinsten Quadrate (Ordinary Least Square, kurz: OLS) und ihre Varianten sowie die SFA.

Die OLS-Methode und ihre Varianten erweisen sich als relativ einfach in ihrer Durchführung, weisen allerdings in den Ergebnissen einige Schwächen auf, die sich auch im regulatorischen Kontext als kritisch herausstellen können. Die klassische OLS-Methode stellt die grundlegendste Ausprägung der Regressionsverfahren dar. Hierbei wird ein funktionaler Zusammenhang zwischen einer unbekannten, abhängigen Zielvariable und bekannten, unabhängigen Variablen bzw. Einflussgrößen hergestellt. Bildlich gesprochen wird eine Schätzfunktion, beispielsweise eine Gerade, in einer Punktwolke tatsächlicher Werte generiert. Der Abstand zwischen dem tatsächlichen Punktwert und dem jeweiligen Schätzwert wird als Residuum bezeichnet. Bei der OLS-Methode wird die Schätzfunktion so gebildet, dass die Summe der Quadrate aller Residuen minimal ist.¹¹⁰ Mithilfe der resultierenden Schätzgleichung können somit durch Verwendung von Werten für die unabhängigen Variablen erwartete Schätzwerte für die abhängige Zielvariable generiert werden.¹¹¹

Es wird als allgemein schwierig erachtet, dass durch die Durchschnittsbildung die Unternehmen erwartungsgemäß teilweise als übereffizient eingeschätzt werden und über der durch die Regressionslinie ermittelten, durchschnittlichen Effizienzgrenze liegen (sogenannte Übereffizienz) und vice versa.¹¹² Aufgrund der vermeintlichen Durchschnittsorientierung könnte dies (im regulatorischen Kontext) zu Fehlanreizen der als effizient deklarierten Unternehmen und in Summe sogar zu einer im Vergleich zur Gesamtwirtschaft unterdurchschnittlichen Produktivitätsentwicklung des betrachteten (regulierten) Sektors führen.¹¹³

Die Methode korrigierten kleinsten Quadrate oder „Corrected Ordinary Least Square“ (COLS) versucht der problematischen Durchschnittsbildung der OLS-Methode mit einem stufigen Verfahren zu begegnen. Hierbei

¹⁰⁷ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 19.

¹⁰⁸ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 19.

¹⁰⁹ Vgl. Müller (2009), S. 46.

¹¹⁰ Vgl. Mosler/Schmid (2005), S. 187 f.

¹¹¹ Vgl. Müller (2009), S. 48 f.

¹¹² Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 19.

¹¹³ Vgl. Müller (2009), S. 49.

wird in der ersten Stufe im Rahmen der OLS-Methode die vorläufige Regressionsgerade ermittelt. In der zweiten Stufe wird die Abweichung der Regressionsgerade zum Datenpunkt mit der höchsten Effizienz berechnet und die Lage der Regressionsgeraden um diesen Wert korrigiert, um eine vermeintliche Effizienzgrenze zu erhalten. Während die COLS-Methode durch eine verbesserte Effizienzdefinition vorteilhafter als die OLS-Methode erscheint, ist es nachteilig, dass die Gruppe effizienter Unternehmen auf Basis eines einzelnen Unternehmens bestimmt wird, dessen Vergleichbarkeit mit dem Rest der Gruppe nicht gegeben sein muss.¹¹⁴ Auch könnte es sich um einen statistischen Ausreißer oder um individuelle Sondereffekte handeln.¹¹⁵

Bei der Methode der modifizierten kleinsten Quadrate oder „Modified Ordinary Least Squares“ (MOLS) wird ähnlich wie bei der COLS-Methode eine Lageveränderung der über OLS ermittelten, vorläufigen Regressionsgerade vorgenommen. Allerdings wird hier der Erwartungswert der Differenzen der besseren Beobachtungen zur Regressionsgeraden verwendet.¹¹⁶ Auch bei dieser Vorgehensweise werden Unternehmen als übereffizient eingestuft, jedoch vergleichsweise weniger als bei der OLS-Methode.¹¹⁷

Für alle drei vorgestellten OLS-Methoden wird als Nachteil angeführt, dass eine Differenzierung der Einflussfaktoren in deterministische und stochastische Einflussfaktoren nicht möglich ist.¹¹⁸ Somit ist es nicht möglich, anhand der Analyseergebnisse konkrete Rückschlüsse über Ineffizienzen und willkürliche Abweichungen zu ziehen. Diesen Kritikpunkt adressiert die nachfolgend dargestellte Methode.¹¹⁹

Gemäß der von Aigner et al. (1977) veröffentlichten stochastischen Effizienzgrenzenanalyse, der sogenannten „Stochastic Frontier Analysis“ (SFA), wird der Output eines Unternehmens als Summe eines deterministischen und eines stochastischen Teils verstanden:¹²⁰

$$\text{Output} = \text{Deterministische Einflussgrößen} + \text{Stochastische Einflussgrößen}$$

Der deterministische Teil kann als betriebswirtschaftliche Produktionsfunktion interpretiert werden, wobei β_0 als Fixkosten und $\sum \beta_j * x_{j,i}$ als variable Kosten angesehen werden können.

$$\text{Deterministischer Teil} = \beta_0 + \sum \beta_j * x_{j,i}$$

Der stochastische Teil setzt sich aus einem Fehlerterm u_i und einem Ineffizienzterm v_i zusammen.

$$\text{Stochastischer Teil} = u_i - v_i$$

¹¹⁴ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 19 f.

¹¹⁵ Vgl. Müller (2009), S. 51.

¹¹⁶ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 20.

¹¹⁷ Vgl. Müller (2009), S. 52.

¹¹⁸ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 20.

¹¹⁹ Vgl. Müller (2009), S. 52.

¹²⁰ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 32. Die nachfolgenden Absätze bis zum Ende des Abschnitts basieren grundsätzlich auf den Ausführungen von Liebe et al. (2017), S. 32 f.

Es ergibt sich der Output y_i :

$$y_i = \beta_0 + \sum \beta_j * x_{j,i} + u_i - v_i$$

Demnach sind sowohl Annahmen bezüglich der deterministischen Parameter als auch der stochastischen Elemente grundlegende Voraussetzungen des Ansatzes. In der praktischen Anwendung sind sowohl Fehlerterm als auch Ineffizienz in aller Regel unabhängig und normalverteilt (mit einem Erwartungswert von Null). Die Ineffizienzwerte sind dabei stets positiv, damit kein Effizienzwert 100 Prozent übertrifft und damit „Übereffizienzen“ nicht auftreten können. Insbesondere die Verteilung des Ineffizienzterms v_i kann sich bei geringer Anzahl von Stichproben als besonders kritisch erweisen. Eine Unterscheidung der stochastischen Terme kann dann nicht mehr gewährleistet und somit kein Schätzergebnis abgeleitet werden.

Im Gegensatz zu nicht-parametrischen Verfahren finden stochastische Einflüsse und die Korrektur statistischer Ausreißer Berücksichtigung.¹²¹ Statistische Tests können Aufschluss über die entsprechende Plausibilität geben.¹²²

In Abbildung 15 wird beispielhaft eine deterministische Produktionsmöglichkeitenkurve skizziert.

Deterministische Produktionsmöglichkeitenkurve der Stochastischen Effizienzgrenzenanalyse

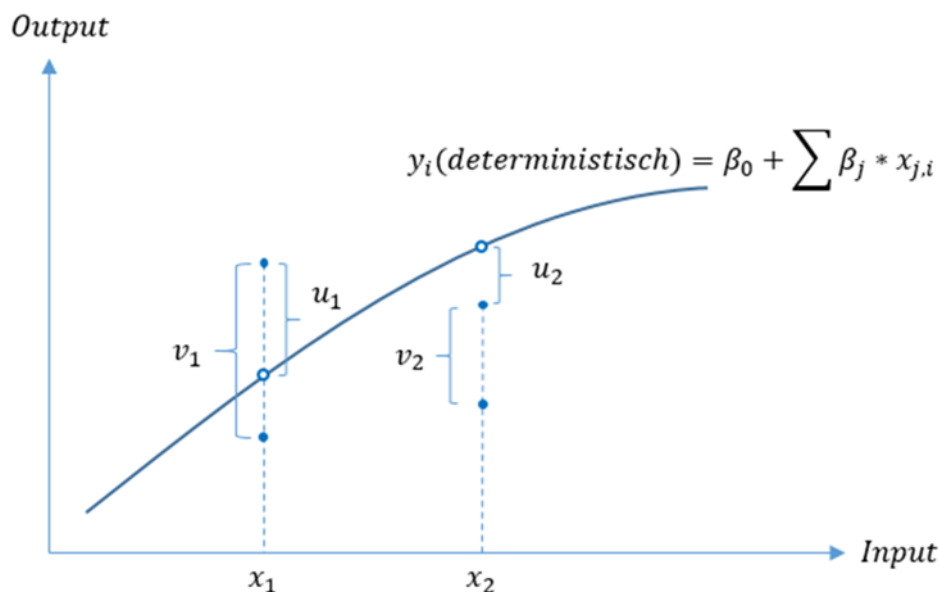


Abbildung 15: Schematische Darstellung der Stochastischen Effizienzgrenzenanalyse

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Liebe et al. (2017), S. 33 Die Produktionsmöglichkeitenkurve y_i stellt das effiziente Ergebnis der Produktion dar. Abweichungen können durch Fehlerterme (u_i) oder Ineffizienzen (v_i) erklärt werden. Beispielsweise könnte Unternehmen 1 aufgrund günstiger, zufälliger (stochastischer) Einflüsse u_1 (z. B. besonders günstige Witterungsbedingungen) oberhalb der als möglich festgelegten Grenze produziert

¹²¹ Vgl. Bender/Stronzik (2014), S. 19.

¹²² Vgl. Müller (2009), S. 46.

haben. Aufgrund individueller Ineffizienzen (v_1) war jedoch der tatsächliche Output weitaus geringer. Eine deutlich unterhalb der Möglichkeiten verminderte Produktionsmenge wie bei Unternehmen 2 könnte wiederum teilweise auf ungünstige stochastische Einflüsse u_2 (z. B. unvorhersehbare Unterbrechungen in der Lieferkette) und teilweise auf individuelle Ineffizienzen v_2 zurückzuführen sein.

Als vorteilhaft erweist sich, dass die SFA konkrete Effizienzschatzungen liefert sowie eventuell fehlerhafte Daten durch Störterme Berücksichtigung finden und Hypothesentests zur Ermittlung statistischer Signifikanz eingesetzt werden können. Nachteile der SFA sind die umfangreiche Datenerfordernis sowie die Notwendigkeit, dass sowohl funktionale Zusammenhänge als auch Annahmen der Verteilung der Stör- und Effizienzterme ex ante festgelegt werden müssen.¹²³

3.4 Sektorapproximation

Viele Tätigkeiten und Wirtschaftsbereiche sind in der VGR nicht oder nur als Teil einer größeren Gesamtmenge enthalten. Um sich einem in der VGR nicht unmittelbar abgebildeten Sektor anzunähern, werden nachfolgend zwei Ansätze, nämlich die kombinierte Teilproduktivität (vgl. Abschnitt 3.4.1) und der synthetische Vergleichssektor (vgl. Abschnitt 3.4.2), vorgestellt.

3.4.1 Kombinierte Teilproduktivität

Neben der Verwendung einzelner Teilproduktivitäten (vgl. Abschnitt 3.2.1) ist es auch möglich, Teilproduktivitäten miteinander zu kombinieren. Hierbei werden die jeweiligen Teilproduktivitäten mit für den abzubildenden Sektor repräsentativen Gewichten zu einer Gesamtkennzahl verdichtet.

Beispielhaft wurde nachfolgende kombinierte Teilproduktivität für den Sektor der Betreiber der Schienenwege berechnet. Hierzu wurden auf einer aggregierten Ebene die Anteile der Kostenarten Arbeit und Kapital von Betreibern der Schienenwege identifiziert und mit den entsprechenden Indizes der VGR kombiniert.

Der Betrieb von Schienenwegen ist sowohl durch den Einsatz von Personal als auch durch maßgeblichen Einsatz von Sachkapital und Material charakterisiert. Die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung beinhaltet u. a. auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sowie für die Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und „Verkehr und Lagerei“ Indizes zur Arbeits- und Kapitalproduktivität. Ein Index zur Materialproduktivität hingegen liegt nur für den Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ vor. Daher wird im Folgenden ein gewichtetes Mittel aus Arbeits- und Kapitalproduktivität für die drei VGR-Bereiche berechnet. Die erforderlichen Gewichte orientieren sich an Daten der Betreiber der Schienenwege.

Um die Gewichte zu ermitteln, wurden die Aufwendungen für Arbeits- und Kapitaleinsatz ermittelt (vgl. Tabelle 2). Dabei wurde der Personalaufwand als Aufwendungen für den Arbeitseinsatz und Abschreibungen sowie Materialaufwand als Aufwendungen für den Kapitaleinsatz interpretiert. Die Berechnungen wurden für Betreiber der Schienenwege vorgenommen, für die die Aufwände vor Abzug öffentlicher Zuwendungen verfügbar waren.

¹²³ Vgl. Müller (2009), S. 54 sowie Niederprüm et al. (2020), S. 26 f..

Verteilung der Aufwandsarten bei Betreibern der Schienenwege

	Materialaufwand	Personalaufwand	Abschreibungen	Relativer Kapitaleinsatz	Relativer Arbeitseinsatz
Minimum	0 %	1 %	0 %	0 %	100 %
1. Quartil	12 %	18 %	4 %	48 %	52 %
Median	39 %	36 %	17 %	61 %	39 %
Mittelwert	38 %	37 %	24 %	63 %	37 %
3. Quartil	58 %	49 %	40 %	67 %	33 %
Maximum	99 %	100 %	82 %	64 %	36 %

Tabelle 2: Darstellung der oberen und unteren Grenzwerte, des Medians und der Quartilsverteilung der Aufwandsarten bei Betreibern der Schienenwege.

Quelle: Bundesnetzagentur

Es zeigt sich, dass die Aufteilung von Material-, Personal- und Kapitelaufwendungen sehr breit gestreut ist (vgl. Abschnitt 6.1). Daher wurden statistische Verteilungsmaße verwendet, um eine standardisierte Korrektur der Ausreißer vorzunehmen. Abbildung 16 stellt eine Quartilsbetrachtung als Box-Plot für den Materialaufwand, den Personalaufwand und die Abschreibungen dar.

Verteilung der Aufwandsarten bei Betreibern der Schienenwege

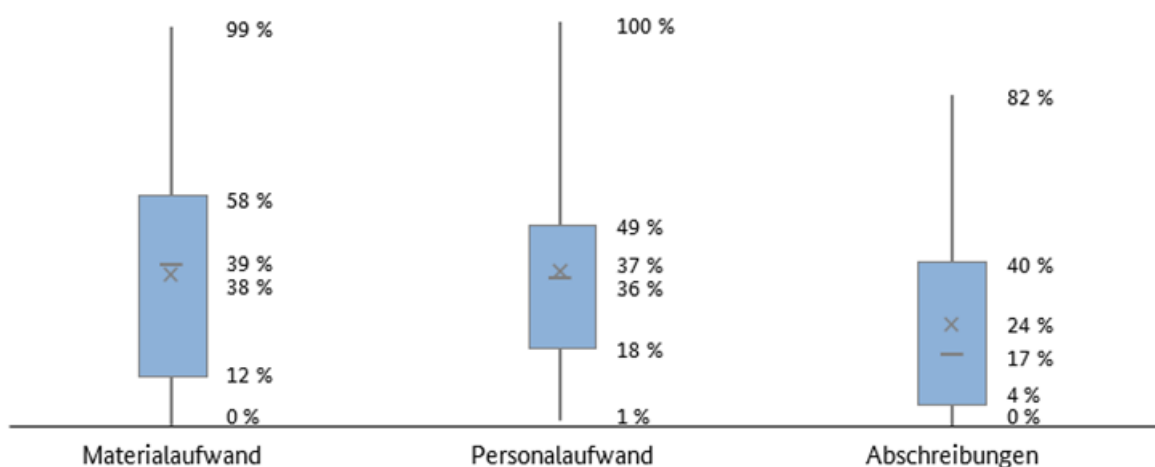


Abbildung 16: Box Plot zur Verteilung der prozentualen Anteile der Aufwandsarten bei Betreibern der Schienenwege.

Quelle: Bundesnetzagentur

Die Betrachtung von Quartilen ermöglicht nähere Erkenntnisse zur inneren Verteilung und zu Extremwerten.

- Die Extremwerte (am oberen und unteren Ende der senkrechten Linie) werden jeweils durch ein einzelnes Unternehmen repräsentiert. Sie finden keinen Eingang in die Berechnung.
- Das zentrale 50 Prozent-Perzentil (farblich markierter Zentralbereich) beschreibt den Bereich zwischen dem ersten und dritten Quartil, in dem die mittleren 50 Prozent der Unternehmenswerte liegen. Der Abstand zwischen seiner Ober- und Untergrenze (den Quartilen) wird im Folgenden als „Streuung“ bezeichnet.
- Der Mittelwert wird durch ein Kreuz dargestellt.
- Der Median wird durch die Linie innerhalb des 50 Prozent-Perzentils abgebildet.

Zur Gewichtung der Teilproduktivitäten werden exemplarisch der Mittelwert sowie das erste und dritte Quartil der Verteilung verwendet. Es ergeben sich die nachfolgenden Kombinationen von Teilproduktivitäten:

- Mittelwert: 37,3 Prozent Arbeitsproduktivität, 62,7 Prozent Kapitalproduktivität
- Erstes Quartil: 51,4 Prozent Arbeitsproduktivität, 48,6 Prozent Kapitalproduktivität
- Drittes Quartil: 33,5 Prozent Arbeitsproduktivität, 66,5 Prozent Kapitalproduktivität

Hieraus ergibt sich für die Kombination aus Arbeits- und Kapitalproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher Ebene die folgende Entwicklung:

Kombinierte Teilproduktivitäten auf gesamtwirtschaftlicher Ebene

Indices (2000 = 100)

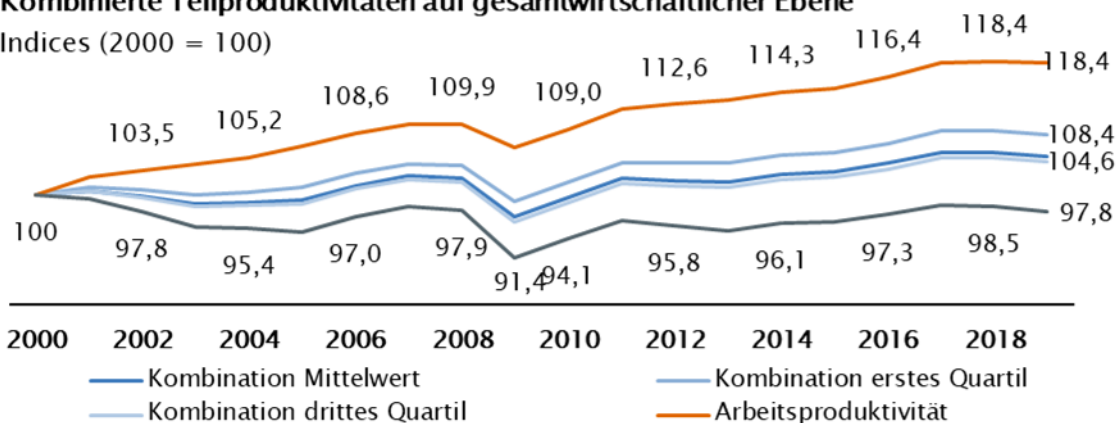


Abbildung 17: Entwicklung der kombinierten Teilproduktivitäten auf Basis von Arbeits- und Kapitalproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher Ebene.

Quelle: Berechnung der Bundesnetzagentur

Erwartungsgemäß bewegen sich die berechneten Veränderungen der Kombinationen zwischen den originären Produktivitätswerten für Arbeit und Kapital. Je nach Gewichtung nähern sich die kombinierten Teilproduktivitäten den originären Werten. Die Kombination des Mittelwertes und des dritten Quartils liegen dicht beieinander, da sich ihre Aufwandsanteile nur wenig unterscheiden. Das erste Quartil enthält einen höheren Anteil der Arbeitsproduktivität.

Abbildung 18 stellt Kombinationen dar, die jeweils auf dem Mittelwert der Aufwandsanteile über die Betreiber der Schienenwege basieren. Die Kombinationen unterscheiden sich durch die Verwendung der Arbeits- und Kapitalproduktivität auf den Ebenen der Gesamtwirtschaft und der Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ sowie „Verkehr und Lagerei“.

Kombinierte Teilproduktivitäten (Mittelwert)

Indices (2000 = 100)

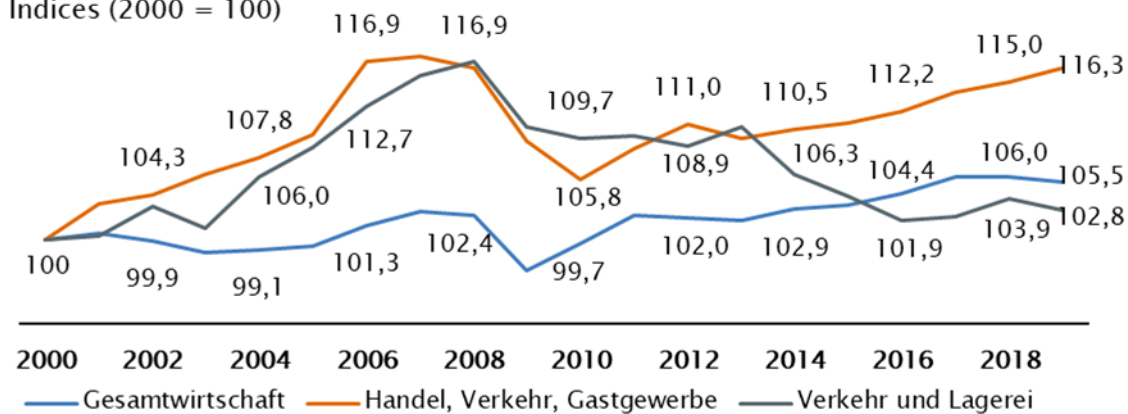


Abbildung 18: Entwicklung der kombinierten Teilproduktivitäten.

Quelle: Berechnung der Bundesnetzagentur

Bis zur Finanzkrise 2008 zeigt sich eine positive Entwicklung der Kombinationen mit Arbeits- und Kapitalproduktivität der Ebenen „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ sowie „Verkehr und Lagerei“. Die Kombination auf gesamtwirtschaftlicher Ebene stellt eine Seitwärtsbewegung dar. Nach der Finanzkrise zeigt sich ein leicht positiver Trend der Produktivität den Ebenen „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und „Gesamtwirtschaft“, während die Produktivität des Wirtschaftsbereiches „Verkehr und Lagerei“ eine eher volatile und sinkende Entwicklung darstellt.

3.4.2 Synthetischer Vergleichssektor

Mithilfe eines synthetischen Sektors ist die Nachbildung einer Totalen Faktorproduktivität für einen Sektor, für den keine öffentlichen Sektorinformationen vorliegen, möglich.¹²⁴ Dies geschieht unter Verwendung anderer Sektoren, für die öffentliche Daten vorliegen und die zumindest teilweise deckungsgleiche oder vergleichbare Eigenschaften (in ihrer Kostenstruktur) aufweisen. Hierzu müssen die für den Sektor repräsentativen Kostenstrukturen identifiziert und die daraus abgeleiteten Anteile der relevanten Kostenblöcke an den relevanten Gesamtkosten mit kostenblockspezifischen Produktivitätsfaktoren zu einem Gesamtproduktivitätsfaktor für den synthetischen Sektor verdichtet werden.

¹²⁴ Die Ausführungen dieses Abschnitts sind sinngemäß übernommen aus Bender/Stonzik (2014), S. 64 ff.

Diese Vorgehensweise wird durch die nachfolgende Abbildung 19 veranschaulicht.

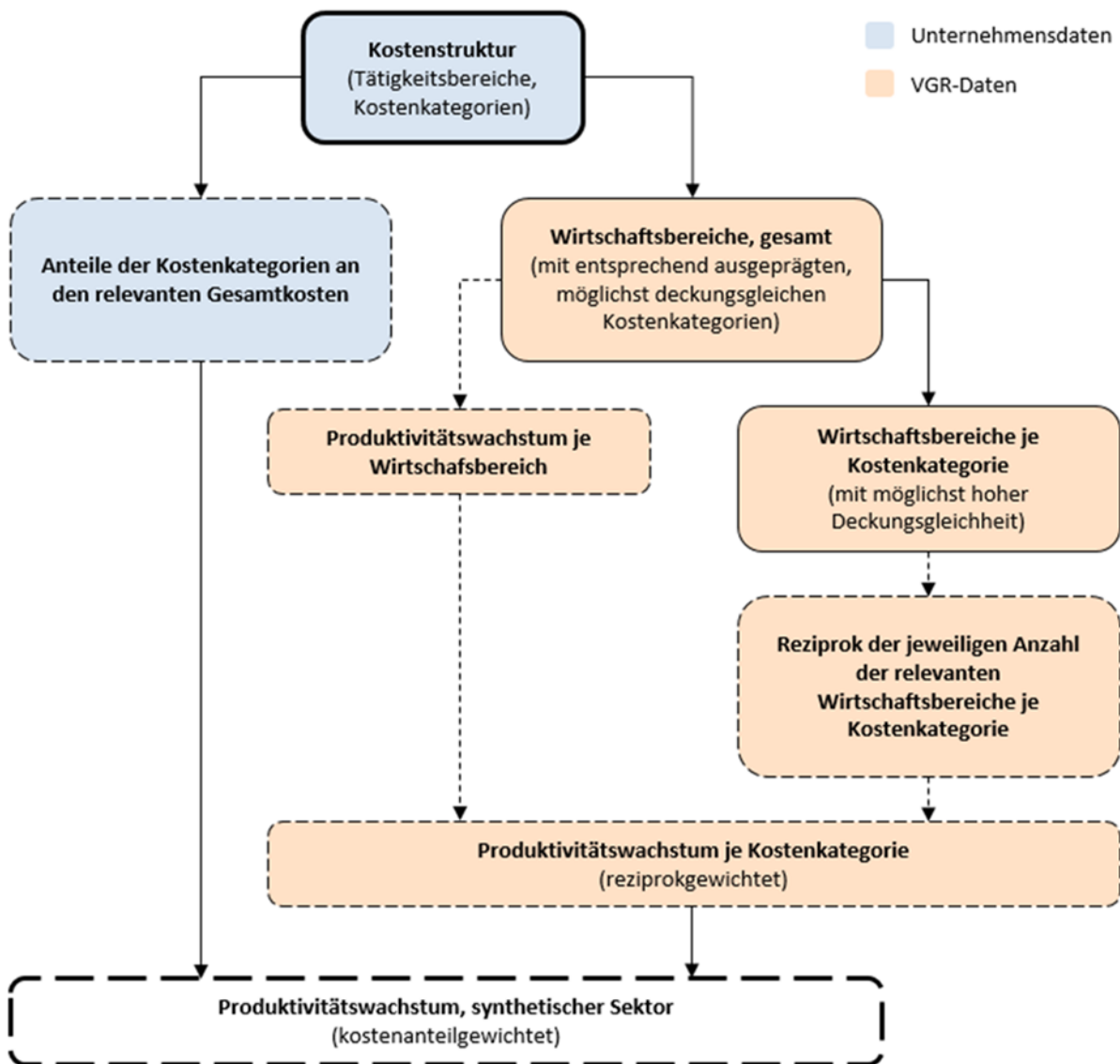


Abbildung 19: Vorgehen bei der Berechnung des Produktivitätsfortschritts eines synthetischen Sektors

Quelle: Bundesnetzagentur

Für die Konstruktion eines synthetischen Indexes für Betreiber der Schienenwege kann beispielsweise wie in Abbildung 19 dargestellt vorgegangen werden:

Im ersten Schritt wird die Kostenstruktur des nachzubildenden Sektors analysiert. Es kann eine erste Aufteilung in Tätigkeitsbereiche erfolgen, die dann in einzelne Kostenkategorien weiter untergliedert werden. Für Betreiber der Schienenwege könnten beispielsweise die Tätigkeitsbereiche „Betrieb“, „Instandhaltung & Erneuerung“ sowie eine Sammelposition „Sonstiges“ gebildet werden. Der Bereich „Betrieb“ könnte weiter in „Personalkosten“, „Materialkosten“, „Energiekosten“ usw. unterteilt werden.

Die nächsten Schritte können datengetrieben in eine mikroökonomische und eine makroökonomische Analyse unterschieden werden.

In der mikroökonomischen Analyse wird anhand der Unternehmens- bzw. Sektordaten eine synthetische Kostenstruktur ermittelt. Im Ergebnis besteht diese aus Anteilen der zuvor identifizierten Tätigkeitsbereiche bzw. Kostenkategorien an den relevanten Gesamtkosten des Sektors. Beispielsweise könnte der Anteil der Personalkosten insgesamt 60 Prozent der Gesamtkosten betragen und hälftig auf die Tätigkeitsbereiche „Betrieb“ sowie „Instandhaltung & Erneuerung“ aufgeteilt werden.

In der makroökonomischen Analyse werden Wirtschaftsbereiche der VGR identifiziert, die ähnliche, möglichst deckungsgleiche, repräsentative Kostenstrukturen wie in den Tätigkeitsbereichen bzw. Kostenkategorien der betrachteten BdS aufweisen. Zumal davon auszugehen ist, dass die Kostenstrukturen der identifizierten Wirtschaftsbereiche und die Tätigkeitsbereiche des nachzubildenden Sektors nicht deckungsgleich sein werden, erfolgt eine Zuordnung der Wirtschaftsbereiche der VGR zu den identifizierten Kostenkategorien der verschiedenen Tätigkeitsbereiche des Sektors. Wurden für die Kostenkategorie „Personalkosten“ im Tätigkeitsbereich „Betrieb“ beispielsweise zwei Wirtschaftsbereiche (z. B. „Dienstleistungen“ und „Herstellendes Gewerbe“) als passend identifiziert, wird für Berechnungszwecke für jede Kostenkategorie das Reziprok der Anzahl der jeweils heranzuziehenden Wirtschaftsbereiche gebildet. Für die „Personalkosten“ des Betriebs hieße dies exemplarisch, dass sie jeweils hälftig durch die Wirtschaftsbereiche „Dienstleistungen“ und „Herstellendes Gewerbe“ abgebildet würden.

Danach wird für jede Kostenkategorie ein mit dem Reziprok gewichtetes Produktivitätswachstum (Delta-TFP) ermittelt. Wird exemplarisch unterstellt, dass die Wirtschaftsbereiche „Dienstleistungen“ sowie „Herstellendes Gewerbe“ 1 Prozent bzw. 5 Prozent wüchsen, so betrüge das Wachstum der Kostenkategorie „Personalkosten“ im Tätigkeitsbereich „Betrieb“ 3 Prozent ($= 0,5 \cdot 1 \text{ Prozent} + 0,5 \cdot 5 \text{ Prozent}$).

Abschließend werden die Wachstumsraten der Kostenkategorien mit den in der mikroökonomischen Analyse ermittelten Anteilen der Kostenkategorien an den Gesamtkosten des Sektors gewichtet und zu einer Gesamtproduktivitätswachstumsrate verdichtet. Die exemplarische Kostenkategorie „Personalkosten“ im Tätigkeitsbereich „Betrieb“ würde somit mit einem Gewicht von 30 Prozent und einem Wachstum von 3 Prozent in die Berechnung der Produktivitätswachstumsrate des Sektors eingehen.

Ebenso wie die Methodik selbst, sind auch die damit verbundenen Datenanforderungen komplex und vielschichtig. Für die Ermittlung des synthetischen Sektors wären voraussichtlich folgende Daten erforderlich:

- Detaillierte Darstellungen der Tätigkeitsbereiche von BdS und der zugehörigen Kostenkategorien
- Vollständige Kosteninformationen vor Abzug möglicher öffentlicher Zuwendungen auf Ebene der Kostenkategorien
- Zuordnung der vollständigen Kosteninformationen zu Kostenkategorien
- Wahl der zur Berechnung zu verwendenden Indexzahl
- Wahl der Wirtschaftsbereiche in der VGR, mit deren Hilfe die identifizierten Tätigkeitsbereiche der BdS approximiert werden könnten

4 Anwendung des Produktivitätsfaktors: eine sektor- und grenzübergreifende Betrachtung

In den folgenden Abschnitten wird die Anwendung von Produktivitätsfaktoren in der regulatorischen Praxis sektor- und grenzübergreifend beschrieben. Dabei wird zunächst auf die deutsche Regulierung des Postsektors (Abschnitt 4.1), des Telekommunikationssektors (Abschnitt 4.2) und des Energiesektors (Abschnitt 4.3) eingegangen. Anschließend werden ausgewählte internationale Regulierungsansätze überblicksartig dargestellt (Abschnitt 4.4).

4.1 Postsektor Deutschland

Die Liberalisierung des deutschen Postmarktes begann 1998 und fand ihren Abschluss mit der vollkommenen Marktöffnung im Jahr 2008 durch die Absetzung der Exklusivrechte der Deutschen Post AG. Aufgrund ihrer bis heute andauernden marktbeherrschenden Stellung unterliegt die Deutsche Post gemäß § 19 PostG einer Regulierung ihrer Entgelte für lizenzpflichtige Postdienstleistungen gemäß § 5 Abs. 1 PostG.¹²⁵ Ausgenommen sind Beförderungsleistungen gemäß § 19 Satz 2 PostG mit einer Mindesteinlieferungsmenge von 50 Briefsendungen.

Gemäß § 21 PostG werden die Entgelte entweder auf Grundlage der auf eine einzelne Dienstleistung entfallenden Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung oder auf Grundlage durchschnittlicher Entgeltänderungsraten für einen Korb zusammengefasster Dienstleistungen (Price-Cap-Verfahren) ex-ante reguliert.¹²⁶ Das durch die Bundesnetzagentur vorgenommene Price-Cap-Verfahren basiert auf einem zweistufigen Vorgehen. Zunächst werden die Maßgrößen für die Regulierungsperiode durch die Bundesnetzagentur bestimmt. Als Ergebnis des Verfahrens wird ein Preisänderungsspielraum festgelegt. Im Rahmen der folgenden Entgeltgenehmigung wird dann über die tatsächlichen Entgelte unter der Restriktion des Einhaltens des Preisänderungsspielraumes entschieden. Seit 2016 werden mehrjährige Preissetzungsintervalle innerhalb des Price-Cap-Verfahrens genehmigt. Die erste mehrjährige Price-Cap-Periode umfasste die Kalenderjahre 2016 bis 2018, die zweite die Jahre 2019 bis 2021.¹²⁷

Im Maßgrößenverfahren wird die Preisobergrenze des regulierten Unternehmens um die Inflationsrate erhöht und um die zu erwartende Produktivitätssteigerung gesenkt. Konkret legt die Price-Cap-Formel fest, dass die gewichtete Preisänderung der Produkte nicht höher als der Inflationsausgleich abzüglich der Produktivitätssteigerung ausfallen darf.¹²⁸ Die Einhaltung dieser Restriktion wird dann konkret im Entgeltverfahren überprüft.¹²⁹

Für die Abbildung von Preissteigerungen bei der Maßgrößenbestimmung wird der gesamtwirtschaftliche Verbraucherpreisindex für Deutschland des Statistischen Bundesamtes verwendet.¹³⁰ Dabei wird ein Wert für

¹²⁵ Vgl. Niederprüm et al. (2020), S. 1 sowie Bundesnetzagentur (2019b), S. 5.

¹²⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2019b), S. 5 f.

¹²⁷ Vgl. Bundesnetzagentur (2015a), S. 3 sowie Bundesnetzagentur (2019a), S. 4.

¹²⁸ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 4.

¹²⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2019b), S. 6 ff.

¹³⁰ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 134 ff.

den Zeitraum t-1 ermittelt: Umfasst die Regulierungsperiode die Jahre 2019 bis 2021, werden die Ist-Daten für 2018 (liegen zum Zeitpunkt der Genehmigung vor) sowie Prognosewerte für 2019 und 2020 kumuliert.¹³¹

Die Produktivitätsentwicklung wird von der Bundesnetzagentur, aufbauend auf den Regelungen des § 20 Abs. 1 PostG und insbesondere § 4 Abs. 3 PEntgV, unter Berücksichtigung des Verhältnisses des Ausgangsentgelts zu den Kosten der effizienten Leistungserbringung samt neutraler Aufwendungen ermittelt. Sie soll die „Differenz zwischen dem Produktivitätsfortschritt des regulierten Unternehmens und der allgemeinen Produktivitätsentwicklung“¹³² darstellen.

- Das Ausgangsentgeltniveau ergibt sich als Durchschnitt der Entgelte der Dienstleistungen. Dabei werden die zum Ende der vorigen Regulierungsperiode gültigen Preise mit den prognostizierten Absatzmengen während der Regulierungsperiode gewichtet, um erwartete Veränderungen der Absatzstruktur zu berücksichtigen.¹³³ Zudem wird das aktuelle Leistungsniveau erhoben, um während der Regulierungsperiode eine Leistungsverschlechterung (aus Kostensenkungsmotiven) feststellen zu können.¹³⁴
- Bei den Kosten der effizienten Leistungserbringung handelt es sich gemäß § 3 Abs. 2 PEntgV um langfristige zusätzliche Kosten der Leistungsbereitstellung¹³⁵ und einem angemessenen Zuschlag für leistungsmengenneutrale Gemeinkosten, soweit diese Kosten jeweils für die Leistungsbereitstellung notwendig sind. Dabei ist auch ein angemessener Gewinnzuschlag zu berücksichtigen.¹³⁶ Die Zuordnung hat nach allgemein anerkannten betriebswirtschaftlichen Grundsätzen zu erfolgen. Darauf aufbauend wird das Kostenverursachungsprinzip angewendet, sodass anhand von Verrechnungsschlüsseln die berücksichtigungsfähigen Gemeinkosten und die Gewinnzuschläge gebildet werden können.¹³⁷

Neben der Prüfung der Zurechenbarkeit von tatsächlichen Kosten zu den Kosten der effizienten Leistungserbringung spielen insbesondere erwartete Produktivitäts- sowie Kosteneffekte beim betroffenen Unternehmen eine Rolle.¹³⁸ Im Maßgrößenverfahren für 2019 bis 2021 wurden etwa die Zurechnung von Wegekosten bzw. Personalmehrkosten sowie Struktur- und Mengeneffekte berücksichtigt.¹³⁹

¹³¹ Dabei wird sichergestellt, dass die mehrjährige Betrachtung nicht zu einer Besserstellung gegenüber einer jährlichen Betrachtung führt. Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 136.

¹³² Bundesnetzagentur (2019a), S. 132.

¹³³ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 29 ff.

¹³⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 31 f.

¹³⁵ Die langfristigen zusätzlichen Kosten umfassen nicht nur die kurzfristigen variablen Kosten, sondern auch langfristigen, fixen Kosten für die Dienstbereitstellung, da diese für die Unternehmensentscheidung zur Bereitstellung des Dienstes ebenso entscheidend sind. Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 34.

¹³⁶ Der Gewinnzuschlag bemisst sich insbesondere an den Gewinnmargen von Unternehmen, die in anderen europäischen Ländern auf vergleichbaren Märkten tätig und strukturell vergleichbar sind. Für die Regulierungsperiode 2019 bis 2021 beträgt die zugrundeliegende Umsatzrendite 7,61 Prozent. Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 63.

¹³⁷ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 33 ff.

¹³⁸ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 32.

¹³⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 42 ff., 49 ff. und 55 f.

Eine Berücksichtigung neutraler Aufwendungen setzt eine rechtliche Verpflichtung oder sonstige sachliche Rechtfertigungsgründe voraus. Im Maßgrößenverfahren für 2019 bis 2021 wurden Kosten aus der flächendeckenden Versorgung (Universaldienst) und Lasten aus der Personalübernahme von der Deutschen Bundespost berücksichtigt. Gestützt auf § 20 Abs. 2 S. 2 PostG wird zudem die Möglichkeit eröffnet, im Rahmen der Angemessenheit und nach Tragfähigkeitsgesichtspunkten neutrale Aufwendungen nicht regulierter Produktbereiche im Price-Cap-Bereich zu berücksichtigen.¹⁴⁰

Die deflationierten Kosten der effizienten Leistungserbringung und die neutralen Aufwendungen werden anschließend auf Stückbasis dem Ausgangsentgeltniveau gegenübergestellt.¹⁴¹

Anschließend wird ein Produktivitätsfortschritt abgezogen. Dieser Schritt ist erforderlich, da die zuvor berücksichtigte Preissteigerungsrate einen durch Produktivitätsveränderungen hervorgerufenen Bestandteil enthält und nur über die allgemeine Größe hinausgehende Produktivitätssteigerungen beim Unternehmen berücksichtigt werden sollen. Wie bei der Preissteigerungsrate wird auch hier ein gesamtwirtschaftlich basierter Produktivitätsfortschritt herangezogen, die Totale Faktorproduktivität, wie sie vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung in seinem Jahresbericht prognostiziert wird.¹⁴²

Darüber hinaus sind als Randbedingung die Produktivitätsentwicklungen grundsätzlich kongruenter, wettbewerblich organisierter Märkte zu beachten. Grundlegend für das Entgeltverfahren im Postbereich ist jedoch der unternehmensindividuelle Fokus des Postgesetzes. Aus diesem Grund werden gemäß § 3 Abs. 3 PEntgV die disaggregierten Daten des untersuchten Unternehmens gegenüber einem Vergleich auf makroökonomischer Ebene – etwa einer Vergleichsbranche – vorgezogen.¹⁴³ Als Folge fließen etwa erwartete Produktivitätssteigerungen des Unternehmens (z. B. Änderungen in den Produktionsstufen) in die Entgeltentscheidung ein.

Die Produktivitätsentwicklung für die letzte Maßgrößenentscheidung (Regulierungsperiode 2019-2021) betrug -5,41 Prozent.¹⁴⁴ Darin enthalten war eine gesamtwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung von 1,2 Prozent. Die insgesamt negative Produktivitätsentwicklung gründet sich auf Umstände, die einerseits im Postsektor lagern (z. B. rückläufige Sendungsmengen, steigende Kosten) und andererseits durch eine Rechtsänderung erklärbar sind (vor allem die Anerkennung eines höheren Kostenniveaus).¹⁴⁵

4.2 Telekommunikationssektor Deutschland

Die Liberalisierung des deutschen Telekommunikationsmarktes begann im Jahr 1998. Auf der Ebene der monopolistisch geprägten Infrastruktur wurden die Entgelte von Vorleistungsprodukten, wie beispielsweise

¹⁴⁰ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 114 ff., 124.

¹⁴¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 30.

¹⁴² Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 127 f.

¹⁴³ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 128.

¹⁴⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 2.

¹⁴⁵ Vgl. Bundesnetzagentur (2019a), S. 132 f.

Interconnectionleistungen kostenbasiert reguliert. Die Endkundenpreise für Sprachtelefonie unterlagen bis 2006 einer regulatorischen Preisobergrenze.¹⁴⁶

Im Bereich der Festnetz-zu-Mobilfunk-Telekommunikation existierten bereits seit 1993 regulatorische Preisobergrenzen für die Dienste sowie für die Wartung und Bereitstellung der entsprechenden Leitungsinfrastruktur. Als Produktivitätsentwicklung für die Preisobergrenzen der ersten, dreijährigen Regulierungsperiode wurde das Delta zwischen der Entwicklung der Stückkosten und der Entwicklung des allgemeinen Preisniveaus des Zeitraums 1970 bis 1989 verwendet.

Im Bereich der Sprachtelefonie fanden 1998 regulatorische Preisobergrenzen für Endkundenprodukte Anwendung, welche nach Privat- und Geschäftskunden differenziert wurden. Das Bundesministerium für Post und Telekommunikation legte für die vierjährige Regulierungsperiode eine einheitliche Produktivitätsentwicklung i. H. v. 6 Prozent fest.

Für den Zeitraum von 2002 bis 2004 wurden im Bereich der Sprachtelefonie für vier unterschiedliche Produktkategorien (Anschlussstarife sowie Verbindungen - innerstädtisch, national und grenzüberschreitend) separate Produktivitätsentwicklungen festgelegt. Die Höhe der Produktivitätsentwicklungen orientierte sich zum einen an der Differenz zwischen Ausgangsentgelten und den Kosten effizienter Leistungsbereitstellung der jeweiligen Produktkategorien. Zum anderen wurden die Produktivitätsfortschritte von Unternehmen vergleichbarer Branchen berücksichtigt. Maßgeblichen Einfluss auf die festgelegte Höhe hatte die Einschätzung der zu erwartenden Wettbewerbsentwicklung in den jeweiligen Märkten. Dies führte beispielsweise zu einer negativen Produktivitätsentwicklung i. H. v. -1 Prozent für Anschlussstarife und einer positiven Produktivitätsentwicklung von 6 Prozent für innerstädtische Verbindungen. Unter Berücksichtigung der festgelegten Produktivitätsraten für nationale und grenzüberschreitende Verbindungen i. H. v. 2 Prozent bzw. 1 Prozent resultierte ein nach Umsätzen gewichteter Produktivitätszuwachs i. H. v. 1 Prozent.

Die Festlegung des Produktivitätsfaktors war Gegenstand von Konsultationen und Verhandlungen, an denen neben dem Monopolisten Deutsche Telekom AG auch viele andere betroffene Marktteilnehmer teilnahmen. Als Datenbasis zur Berücksichtigung der Kosten effizienter Leistungsbereitstellung dienten die nach Telekommunikations-Entgeltregulierungsverordnung vorgeschriebenen und von der Deutsche Telekom AG entsprechend eingereichten Kostendaten.¹⁴⁷

4.3 Energiesektor Deutschland

Seit 2005 werden in Deutschland alle Betreiber von Energieversorgungsnetzen reguliert. Im Stromsektor sind hiervon etwa 900 Verteil- und vier Übertragungsnetzbetreiber betroffen, im Gassektor rund 700 Verteil- und 16 Fernleitungsnetzbetreiber.

¹⁴⁶ Grundsätzlich sind Formen der Anreizregulierung auch im Rahmen des geltenden Telekommunikationsgesetzes nach wie vor zur Regulierung von Vorleistungen möglich (vgl. § 31 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 und Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 TKG in derzeit geltenden Fassung; vgl. auch § 39 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 TKG in der ab dem 01.12.2021 geltenden Fassung). In ihrer praktischen Regulierung hat dieses Instrument allerdings bisher noch keine Rolle gespielt.

¹⁴⁷ Vgl. zum Abschnitt 4.2 Bender/Stronzik (2014), S. 57 ff.

Die Regulierung der deutschen Energienetzbetreiber erfolgt seit dem Jahr 2009 über eine Anreizregulierung. Die Bundesnetzagentur legt hierbei individuelle Erlösobergrenzen für die Netzbetreiber für die Dauer einer Regulierungsperiode (fünf Jahre) fest. Auf Basis testierter Kostendaten und einer Kostenprüfung wird das unternehmensindividuelle Ausgangsniveau der Kosten als Basis für die Festlegung der individuellen Erlösobergrenzen für die jeweilige Regulierungsperiode ermittelt. Über den Zeitraum der Regulierungsperiode erfährt die Erlösobergrenze neben der Anpassung der sogenannten dauerhaft nicht beeinflussbaren Kostenpositionen in einigen weiteren Positionen eine jährliche Anpassung durch die Änderung der allgemeinen Inflationsrate, der Anpassung um die generelle sektorale Produktivitätsveränderung¹⁴⁸ (sogenannter genereller sektoraler X-Faktor) sowie der Reduktion um individuelle Effizienzvorgaben (sogenannter individueller X-Faktor).

Bei der Berechnung des generellen sektoralen X-Faktors wird auf § 9 Abs. 1 ARegV abgestellt. Dementsprechend wird dieser aus der Abweichung des netzwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritts vom gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfortschritt und der gesamtwirtschaftlichen Einstandspreisentwicklung von der netzwirtschaftlichen Einstandspreisentwicklung ermittelt:¹⁴⁹

$$X_{\text{gen},t} = (\Delta \text{Faktorproduktivität}_t^{\text{Netz}} - \Delta \text{Faktorproduktivität}_t^{\text{GW}}) + (\Delta \text{Inputpreis}_t^{\text{GW}} - \Delta \text{Inputpreis}_t^{\text{Netz}})$$

Der Verordnungsgeber hat zunächst geregelt, dass der generelle sektorale Produktivitätsfaktor in der ersten Regulierungsperiode (2009 bis 2013 im Strombereich bzw. 2009 bis 2012 im Gasbereich) jährlich 1,25 Prozent, in der zweiten Regulierungsperiode (2014 bis 2018 im Strombereich bzw. 2013 bis 2017 im Gasbereich) jährlich 1,5 Prozent betragen soll.

Ab der dritten Regulierungsperiode (2019 bis 2023 im Strombereich bzw. 2018 bis 2022 im Gasbereich) ist es gemäß § 29 Abs. 1 EnWG i. V. m. § 32 Abs. 1 Nr. 2a i. V. m. § 9 Abs. 3 ARegV originäre Aufgabe der Bundesnetzagentur, den generellen sektoralen Produktivitätsfortschritt vor Beginn der jeweiligen Regulierungsperiode zu berechnen und festzulegen.

Bei der Ermittlung sind Methoden zu verwenden, die dem Stand der Wissenschaft entsprechen. Als probate Methoden zur Messung des Produktivitätsfortschritts wurden der Törnqvist-Mengenindex und der Malmquist-Index identifiziert und verwendet. Für die Berechnungen im Rahmen des Malmquist-Index wurde die Data Envelopment Analysis herangezogen. Für die genannte Festlegung wurde für die Berechnung des generellen sektoralen X-Faktors von der Bundesnetzagentur auf den Törnqvist- auf den Malmquist-Index zurückgegriffen. Als Datengrundlagen wurden in Bezug auf die erstgenannte Methode eigens für diesen Zweck erhobene Daten aus dem handelsrechtlichen Jahresabschluss sowie im Wesentlichen Daten des Statistischen Bundesamtes verwendet. Die Berechnungen mit Hilfe der Malmquist-Methode basierten hingegen auf den Daten aus der regulatorischen Kostenprüfung.

¹⁴⁸ Der generelle sektorale X-Faktor stellt dabei einen Korrekturterm für die allgemeine Inflationsrate dar, indem einer abweichenden Entwicklung der Inputpreise und der Produktivität der Netzwirtschaft im Vergleich zur Gesamtwirtschaft Rechnung getragen wird.

¹⁴⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2006), S. 166 f.

Beim Ansatz der genannten Indizes wird die Residualmethode, die sich den Zusammenhang zwischen gesamtwirtschaftlicher Produktivitätsentwicklung und Einstandspreisentwicklung zunutze macht, verwendet:¹⁵⁰

$$\Delta VPI_t = \Delta \text{Inputpreis}_t^{\text{GW}} - \text{technischer Fortschritt}_t^{\text{GW}}$$

Mithilfe einer Äquivalenzumformung ergibt sich:

$$\Delta \text{Inputpreis}_t^{\text{GW}} = \Delta VPI_t + \text{technischer Fortschritt}_t^{\text{GW}}$$

Nach Einsetzen in die in § 9 Abs. 1 ARegV genannte Formel entfällt der Term

$$\Delta \text{Faktorproduktivität}_t^{\text{GW}} = \text{technischer Fortschritt}_t^{\text{GW}}.$$

Es ergibt sich die nachfolgende Gleichung, deren Terme von der Bundesnetzagentur berechnet wurden.

$$X_{\text{gen},t} = (\Delta \text{Faktorproduktivität}_t^{\text{Netz}} - \Delta \text{Inputpreis}_t^{\text{Netz}}) + \Delta VPI_t$$

Im Ergebnis wurde mit Hilfe der genannten Methoden für die dritte Regulierungsperiode ein genereller sektoraler Produktivitätsfaktor i. H. v. 0,90 Prozent für den Stromsektor und 0,49 Prozent für den Gassektor festgelegt.¹⁵¹

4.4 Internationale Regulierungspraxis

In der internationalen Regulierungspraxis werden unterschiedliche Ansätze verwendet, um die regulierten Unternehmen zu Effizienz- bzw. Produktivitätsfortschritten anzureizen. Im Folgenden werden ausgewählte Regulierungsansätze überblicksartig präsentiert.

Der US-amerikanische Eisenbahnmarkt ist durch private, vertikal integrierte Unternehmen im Schienengüterverkehr charakterisiert. Schienenpersonenverkehr spielt nur eine untergeordnete Rolle. Bezüglich der Regulierung von sogenannten „Freight Railroads“ (Frachtschienenwegen) verwendet das zuständige Surface Transportation Board eine Art Renditeuntergrenzenregulierung. Es prüft dabei, ob der vom regulierten Unternehmen erzielte Return on Investment größer oder gleich hoch wie die Kapitalkosten des Sektors ist. Die Intention dieses Ansatzes ist es, dem regulierten Unternehmen durch Zustehen von als angemessen bezeichneten Umsätzen zu ermöglichen, seine Kosten des effizienten Betriebs zu decken und darüber hinaus eine adäquate Rendite auf das eingesetzte Kapital zu ermöglichen.¹⁵² Im Rahmen der Kostenprüfung wird ein sogenannter RCAF (Rail Cost Adjustment Factor; übersetzt: Schienenkostenanpassungsfaktor) verwendet. In der Ausprägung RCAF-5 spiegelt dieser die prognostizierte und bereinigte Preisentwicklung von Inputfaktoren des Marktes für Schienennetzbetreiber abzüglich eines

¹⁵⁰ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 19 f. In einer wettbewerblich organisierten Volkswirtschaft drückt die allgemeine Inflationsrate die Differenz zwischen der Wachstumsrate der gesamtwirtschaftlichen Inputpreise und der Rate des technologischen Fortschritts aus (vgl. Abschnitt 2.2).

¹⁵¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2018a), S. 9 ff. sowie Bundesnetzagentur (2017a), S. 52.

¹⁵² Vgl. Association of American Railroads (2020) sowie Surface Transportation Board (2020), S. 1 ff.

Produktivitätsanpassungsfaktors wider.¹⁵³ Bei dem Produktivitätsanpassungsfaktor handelt es sich um einen Gesamtmarktansatz auf Basis eines gleitenden 5-Jahres-Durchschnitts der nationalen Produktivitätsveränderung. Dieser ist vergleichbar mit einer Teilproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher Ebene (vgl. Abschnitt 3.2.1).

In Abbildung 20 wird der Produktivitätsanpassungsfaktor dargestellt.



Abbildung 20: Jährliche Produktivitätsentwicklung

Quelle: Bundesnetzagentur auf Datengrundlage des Surface Transportation Board (ohne Datum)

Der dem Produktivitätsanpassungsfaktor zugrundeliegende RCAF wird von der Association of American Railroads vierteljährlich berechnet und in dieser Form nach Prüfung und Freigabe durch das Surface Transportation Board auf der Website der Association of American Railroads veröffentlicht.¹⁵⁴

Der Schienenwegsbetreiber Network Rail aus Großbritannien wird durch das Office of Rail and Road reguliert.¹⁵⁵ Für die Regulierung wird eine Preisregulierung verwendet. Die Regulierungsperiode beträgt 5 Jahre. Das Office of Rail and Road gibt die generelle strategische Richtung vor. Dies geschieht insbesondere indem Ziele zu Leistung und Effizienz gesetzt und Zielverfehlungen gegebenenfalls sanktioniert werden. Auch die Investitionsplanung wird beaufsichtigt. Ein Produktivitätsfaktor in der Art der in Abschnitt 3 dargestellten Kennzahlen und Konzepte wird nicht ermittelt.¹⁵⁶

Die Regulierung von Energienetzbetreibern erfolgt in Großbritannien mithilfe einer Erlösobergrenzenregulierung durch das Office for Gas and Electricity Markets. Für die Übertragungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber im Strombereich sowie für Transportnetzbetreiber im Gasbereich gibt es jeweils drei unterschiedliche Preiskontrollen. Das Office for Gas and Electricity Markets bezeichnet seine Erlöskontrolle als Konzept „RIIO“ (Revenue = Incentives + Innovation + Outputs; übersetzt: Erlöse = Anreize + Innovation + Ausgabe). Ein Kernstück des RIIO-Prozesses ist die Darstellung der

¹⁵³ Vgl. Association of American Railroads (2001), S. 1 ff. sowie Surface Transportation Board (ohne Datum).

¹⁵⁴ Vgl. Association of American Railroads (2001), S. 2.

¹⁵⁵ Reguliert werden außerdem High Speed 1, der Kanaltunnel sowie NIR Networks. Vgl. Office of Rail and Road (2021).

¹⁵⁶ Vgl. Cambridge Economic Policy Associates (2018), S. 26.

Geschäftspläne für die Regulierungsperiode durch die regulierten Unternehmen. Die Geschäftspläne müssen dem Office for Gas and Electricity Markets verdeutlichen, wie die RIIO-Ziele im Sinne der Endverbraucher erreicht werden können, um offiziell akzeptiert zu werden.¹⁵⁷ Produktivitätsvorgaben sind hier nicht integriert. Sollten die Unternehmen jedoch effizienter werden, so garantiert ihnen eine vorab festgelegte Rate, dass nur ein Teil dieser Effizienzgewinne an die Nutzer weitergereicht wird. Ein Produktivitätsfaktor in der Art der in Abschnitt 3 dargestellten Kennzahlen und Konzepte wird nicht ermittelt.

In der Regulierung des Stromsektors in Norwegen, den Niederlanden und Italien sowie auch in der Eisenbahnregulierung in Japan wird ein sogenanntes Yardstick-Regimes in unterschiedlichen Ausprägungen verwendet. Bei einem Yardstick-Ansatz wird die Erlösobergrenze eines individuellen Unternehmens in der Regel mit Bezug auf branchendurchschnittliche Kosten festgelegt und so Anreize gesetzt. Ein Produktivitätsfaktor in der Art der in Abschnitt 3 dargestellten Kennzahlen und Konzepte wird nicht ermittelt.¹⁵⁸

Im Postsektor werden in den Ländern Belgien, Frankreich, Kroatien, Polen und Portugal allgemeine Produktivitätsfaktoren ermittelt. Die Ermittlung erfolgt durch unterschiedliche Herangehensweisen, bei denen die in Abschnitt 3 dargestellten Methoden kaum eine Rolle spielen. So basiert der französische Ansatz beispielsweise auf Mengen- und Kostendaten sowie Prognosen des regulierten Unternehmens, die teilweise ökonometrisch analysiert werden. Auch in Polen wird auf Prognosen des regulierten Unternehmens abgestellt. Hier könnte jedoch alternativ auch die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität verwendet werden.¹⁵⁹

¹⁵⁷ Vgl. Office for Gas and Electricity Markets (2013).

¹⁵⁸ Vgl. Schmitt/Stronzik (2015), S. 33 ff. sowie E-Bridge (2014), Kapitel 3.2 bis 3.4 sowie Mitzutani (2019).

¹⁵⁹ Vgl. Niederprüm et al. (2020), S. 59 bis 80.

5 Der Produktivitätsfaktor im Eisenbahnregulierungsgesetz

Um in Abschnitt 6 eine Aussage über die Angemessenheit des gemäß § 28 Abs. 2 ERegG verwendeten Produktivitätsfaktors treffen zu können, ist es erforderlich, sich mit der Funktionsweise der Entgeltregulierung mit Anreizsetzung im deutschen Eisenbahnbereich zu beschäftigen. Dazu wird zunächst die grundlegende Struktur der Entgeltregulierung gemäß ERegG dargestellt (vgl. Abschnitt 5.1) und ein besonderes Augenmerk auf den Produktivitäts- und den Inflationsfaktor gelegt (vgl. Abschnitt 5.2). Als wichtigstes Beispiel eines Anwendungsfalles wird darauf folgend die Entwicklung des regulatorischen Anreizpfades der DB Netz AG in der ersten Regulierungsperiode beschrieben (vgl. Abschnitt 5.3). Um monetäre Auswirkungen einer alternativen, abweichenden Entwicklung des Produktivitätsfaktors zu analysieren, wird dieser schließlich in einer Szenarioanalyse verändert und die fiktive Reaktion des Anreizpfades der DB Netz AG betrachtet (vgl. Abschnitt 5.4).

5.1 Ausgestaltung der Entgeltregulierung

Eingebettet in den europäischen Regulierungskontext fokussiert sich die Regulierung im deutschen Eisenbahnmarkt auf die monopolistischen Engpasseinrichtungen der ortsgebundenen Infrastruktur, insbesondere auf die Eisenbahnanlagen¹⁶⁰ (insbesondere Schienenwege) und die Serviceeinrichtungen¹⁶¹.

In Bezug auf die Entgeltregulierung dieser Bereiche werden verschiedene Regulierungsregime angewendet. Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU), die gemäß § 32 ERegG reguliert werden, unterliegen einer Kostenzuschlagsregulierung, während EIU, die gemäß § 25 ERegG reguliert werden, einer Anreizsetzung unterliegen.

Der Produktivitätsfaktor geht als Parameter nur in die Entgeltregulierung mit Anreizsetzung ein. In der Kostenzuschlagsregulierung wird er nicht verwendet. Aus diesem Grund wird auf die Entgeltregulierung mit Anreizsetzung abgestellt, wenn im Folgenden die Vorgehensweise erläutert wird.

Der Betreiber der Schienenwege legt seine geplanten Entgelte der Regulierungsbehörde gemäß § 46 Abs. 1 ERegG vor. Diese genehmigt gemäß § 45 Abs. 1 ERegG die eingereichten Entgelte, soweit die Ermittlung der Entgelte den Anforderungen der §§ 24-40, 46 ERegG und die Entgeltgrundsätze den Vorgaben der Anlage 3 Nr. 2 ERegG entsprechen. Abbildung 21 stellt den sich daraus ergebenden dreistufigen Aufbau dar.

¹⁶⁰ Der Begriff der Eisenbahnanlagen wird in § 1 Abs. 5 i.V.m. Anlage 1 ERegG bestimmt.

¹⁶¹ Der Begriff der Serviceeinrichtungen wird in § 2 Abs. 9 AEG bestimmt.

Anreizregulierung bei Betreibern der Schienenwege

Schematische Darstellung

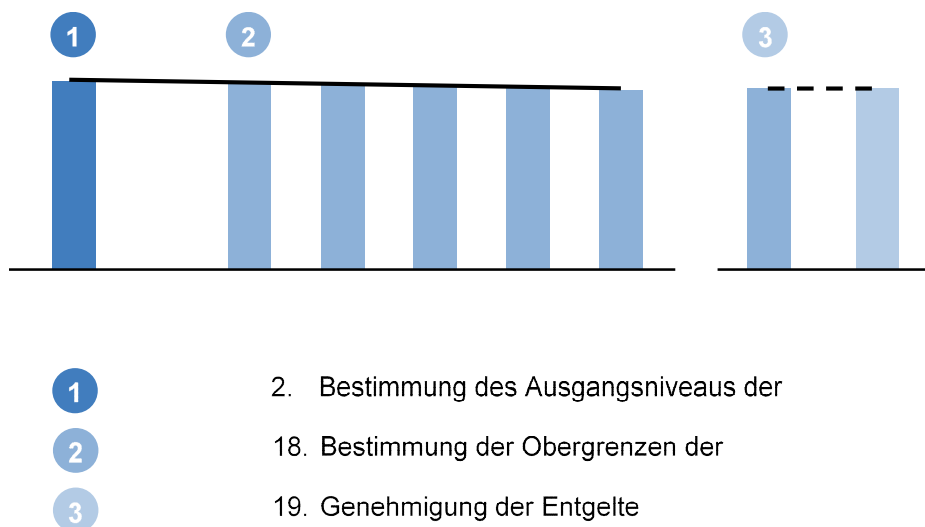


Abbildung 21: Schematische Darstellung der Anreizregulierung nach dem Eisenbahnregulierungsgesetz.

Quelle: In Anlehnung an Bundesnetzagentur (2017b), S. 9

Zunächst ist das **Ausgangsniveau der Gesamtkosten** (AGK) gemäß § 25 Abs. 1 ERegG zu ermitteln (Schritt 1). Es stellt über die Dauer der Regulierungsperiode die Absprungbasis für die Berechnung der **Obergrenze der Gesamtkosten** (OGK) dar, welche gemäß § 25 Abs. 2 ERegG jeweils für die Dauer eines Netzfahrplans bestimmt wird (Schritt 2). Anschließend bildet der Betreiber der Schienenwege auf Grundlage der §§ 23, 31-41 ERegG die **Entgelte** und legt sie der Regulierungsbehörde zur Genehmigung vor. Gemäß § 26 Abs. 2 ERegG dürfen die mit der Betriebsleistung des AGK multiplizierten Entgelte die Obergrenze der Gesamtkosten der jeweiligen Netzfahrplanperiode nicht übersteigen (Schritt 3).¹⁶²

5.1.1 Ausgangsniveau der Gesamtkosten

Gemäß § 26 Abs. 3 ERegG soll der Zeitraum einer Regulierungsperiode fünf Jahre betragen. Das Ausgangsniveau der Gesamtkosten wird vor Beginn einer Regulierungsperiode als Ausgangsbasis der weiteren Schritte berechnet, vgl. Abbildung 21, Schritt 1. Dazu werden vom Betreiber der Schienenwege die für die Bereitstellung des Mindestzugangspakets¹⁶³ entstandenen Kosten¹⁶⁴ sowie die Betriebsleistung für einen

¹⁶² Gemäß § 31 Abs. 2 ERegG ist der Betreiber der Schienenwege verpflichtet, mit den Entgelten die Gesamtkosten zu decken. Die Regulierungsbehörde kann auf Antrag Ausnahmen zulassen, wenn die Kostenunterdeckung voraussichtlich nur vorübergehend eintreten wird oder die Gesamtkosten anderweitig gedeckt werden.

¹⁶³ Das Mindestzugangspaket umfasst die Mindestleistungen von Betreibern von Schienenwegen für Eisenbahnverkehre. Seine Bestandteile werden in Anlage 2 Nr. 1 ERegG aufgelistet. Hierzu gehören beispielsweise das Recht zur Nutzung zugewiesener Streckenwegkapazität, die Nutzung von Eisenbahnanlagen, die Zugsteuerung und die Nutzung von Anlagen zur streckenbezogenen Versorgung mit Fahrstrom.

¹⁶⁴ Gemäß Anlage 4 ERegG bestehen die Kosten aus aufwandsgleichen Kostenpositionen (Nr. 2), Abschreibungen (Nr. 3), kostenmindernden Erlösen und Erträgen (Nr. 4) und Kapitalkosten (Nr. 5).

vergangen, von der Regulierungsbehörde bestimmten Zeitraum¹⁶⁵ in Anwendung des Verfahrens nach § 25 i. V. m. Anlage 4 ERegG gemeldet. Anschließend wird jeweils ein Jahresdurchschnitt berechnet. Dieses normierte Jahr wird als Basisjahr bezeichnet, vgl. Abbildung 22. In einem weiteren Schritt werden die Kosten des Basisjahres bis zum Jahr vor Beginn der Regulierungsperiode fortgeschrieben, indem die Inflationierung nach § 28 Abs. 1 ERegG und der Produktivitätsfortschritt nach § 28 Abs. 2 ERegG in Ansatz gebracht werden.¹⁶⁶ Darüber hinaus ist die angemessene Berücksichtigung einer sachgerechten Fortschreibung in entsprechender Anwendung von § 25 Absatz 3 bis 5, der §§ 26 und 27 sowie eine Berücksichtigung der Regelungen des § 29 Absatz 5 möglich. Auch die Betriebsleistung ist bis zum Jahr vor Beginn der Regulierungsperiode fortzuschreiben. Die Regulierungsbehörde legt das Ausgangsniveau der Gesamtkosten und die entsprechende Betriebsleistung schließlich durch Verwaltungsakt fest.¹⁶⁷

Bestimmung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten

Schematische Darstellung

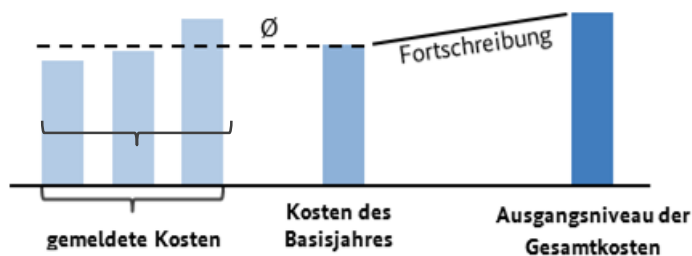


Abbildung 22: Schema der Bestimmung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten.

Quelle: In Anlehnung an Bundesnetzagentur (2017b), S. 9

5.1.2 Obergrenze der Gesamtkosten

Für jede Netzfahrplanperiode innerhalb der Regulierungsperiode wird eine Obergrenze der Gesamtkosten gebildet. Nach § 25 Abs. 2 i. V. m. § 28 ERegG errechnet sie sich grundsätzlich aus dem vor Beginn der Regulierungsperiode festgelegten Ausgangsniveau der Gesamtkosten zuzüglich eines Inflationsfaktors (PI) und abzüglich eines Produktivitätsfaktors (PF). Dabei werden Beträge zur Inflationierung und dem Produktivitätsfortschritt im Laufe der Regulierungsperiode kumuliert, sodass für die Obergrenze der Gesamtkosten in Periode t folgende Beziehung entsteht:

$$OGK_t = AGK \cdot \prod_{i=1}^t (1 + PI_i - PF_i)$$

Bei der Festsetzung der Obergrenze der Gesamtkosten können zudem folgende Thematiken zu beachten sein:

¹⁶⁵ Gemäß § 25 Abs. 1 S. 2 ERegG darf der Zeitraum maximal fünf Jahre betragen.

¹⁶⁶ Das genaue Vorgehen wird in Anlage 4 Nr. 1.3 ERegG bestimmt.

¹⁶⁷ Grundlage ist das Eisenbahnregulierungsgesetz vom 29.08.2016, zuletzt geändert am 09.06.2021.

- Besteht eine qualifizierte Regulierungsvereinbarung nach § 29 Abs. 2 ERegG, ist gemäß § 29 Abs. 5 ERegG durch die Regulierungsbehörde festzustellen, in welcher Höhe das Ausgangsniveau der Gesamtkosten durch Mittel gedeckt wird, die Gegenstand dieser Vereinbarung sind. Dieser Betrag ist vom Inflationsausgleich und Produktivitätsfortschritt ausgenommen.
- Zudem kann gemäß § 25 Abs. 3 ERegG die Obergrenze der Gesamtkosten auf Antrag angepasst werden, wenn sich aus einer qualifizierte Regulierungsvereinbarung ein gegenüber dem Ausgangsniveau der Gesamtkosten mehr als geringfügig veränderter Aufwand für Instandhaltung oder Ersatzinvestitionen für ein Jahr innerhalb der Regulierungsperiode ergibt und die in Anlage 4 Nummer 6 enthaltenen Voraussetzungen erfüllt sind.
- Liegen besondere oder unvorhergesehene Mehrbelastungen für einen Betreiber der Schienenwege vor, kann die Regulierungsbehörde gemäß § 27 Abs. 1 ERegG auf Antrag Ausnahmen für den Zeitraum der betroffenen Regulierungsperiode genehmigen, um notwendige Investitionen in die Infrastruktur zu ermöglichen.
- Gemäß § 26 Abs. 1 S. 1 ERegG prüft die Regulierungsbehörde auf Antrag des betroffenen Betreibers der Schienenwege oder von Amts wegen, ob der errechnete Wert der Obergrenze der Gesamtkosten tatsächlich erreichbar ist und nimmt gegebenenfalls Anpassungen vor.

5.1.3 Anreize zur Kostensenkung und Erlössteigerung

Die im ERegG ausgestaltete Anreizregulierung enthält zwei Anreize für Betreiber der Schienenwege, um ihren Gewinn während der Regulierungsperiode zu steigern.

- **Kostenminderung**
Das Ausgangsniveau der Gesamtkosten und die darauf aufbauenden Obergrenzen der Gesamtkosten basieren grundsätzlich auf vergangenheitsbezogenen Kostengrößen. Kann der Betreiber der Schienenwege während der Regulierungsperiode eine stärkere Kostenminderung, als durch die Differenz aus Inflationsausgleich und Produktivitätsfaktor vorgesehen wird, erreichen, behält er den daraus resultierenden Gewinn. Bei der Berechnung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten der folgenden Regulierungsperiode werden die gesunkenen Kosten in den Kostengrößen des neuen Basisjahres berücksichtigt und somit an die Infrastrukturnutzer weitergegeben.
- **Erhöhung der Verkehrsmenge**
Die kalkulatorischen Erlöse aus Trassenentgelten, die die Obergrenze der Gesamtkosten nicht übersteigen dürfen, werden gemäß § 26 Abs. 2 S. 2 ERegG aus den angesetzten Trassenpreisen und den Verkehrsmengen des Jahres vor Beginn der Regulierungsperiode berechnet. Der Mengenfaktor der Erlöse ist somit ebenfalls vergangenheitsorientiert. Das heißt, es bedarf keiner unmittelbaren Anpassung der Trassenpreise, wenn es dem Betreiber der Schienenwege gelingt, seine Erlöse durch Mehrverkehre innerhalb der Regulierungsperiode zu steigern. Er darf den daraus resultierenden Gewinn behalten. Erst in der folgenden Regulierungsperiode werden veränderte Verkehrsmengen entgeltwirksam berücksichtigt.

Umgekehrt geht eine hinter dem Anreizpfad zurückbleibenden Entwicklung der Kosten bzw. eine im Verhältnis zum Ausgangsniveau geringere Betriebsleistungen zulasten des Betreibers der Schienenwege.

5.2 Produktivitätsfaktor und Inflationsfaktor gemäß ERegG

Beide Faktoren werden verwendet, um die vor der Regulierungsperiode berechneten Kosten des Basisjahres zunächst bis zum Jahr vor der Regulierungsperiode fortzuschreiben (Ausgangsniveau der Gesamtkosten) und daran anschließend jährlich anzupassen (jeweilige Obergrenze der Gesamtkosten). Um Schwankungen zu verringern, wird ein rollierender Fünfjahresdurchschnitt bei den Faktoren verwendet. Die Stabilität von Indikatoren ist im regulatorischen Kontext von Bedeutung, um die Planbarkeit für die Marktteilnehmer zu erhöhen.

5.2.1 Produktivitätsfaktor

Gemäß § 28 Abs. 2 ERegG basiert der Produktivitätsfaktor auf einem gesamtwirtschaftlichen Wert des Produktivitätsfortschritts, nämlich dem vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung ermittelten Wert für die Veränderung der Produktivität auf Stundenbasis für die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung für Deutschland gegenüber dem jeweiligen Vorjahr. Dabei wird der Mittelwert der vorausgegangenen fünf Jahre gebildet. Als Quelle wird das jeweils aktuelle Jahresgutachten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung gemäß § 6 Abs. 1 des Gesetzes über die Bildung eines Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zugrunde gelegt.

Die Verwendung eines gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsfaktors begründete der Gesetzgeber zur Einführung des ERegG wie folgt:

„Der herangezogene Produktivitätsfaktor beschreibt die Veränderung der Arbeitsproduktivität für alle Wirtschaftsbereiche gegenüber dem Vorjahr. Kosten für Eisenbahnunternehmen entstehen in den verschiedensten Wirtschaftsbereichen (wie beispielsweise Personalkosten, Baumaßnahmen, Energie, Gebäude, Verwaltungskosten). Daher ist der Rückgriff auf einen Faktor, welcher die Gesamtwirtschaft umfasst, sachgerecht. Der Produktivitätsfaktor für alle Wirtschaftsbereiche wird vom Sachverständigenrat des Statistischen Bundesamtes ermittelt und veröffentlicht und kann so ohne weiteres verwendet werden.“¹⁶⁸

Die vom Sachverständigenrat im Jahresgutachten veröffentlichte Zahlenbasis zur Veränderung der Produktivität auf Stundenbasis stützt sich auf Publikationen des Statistischen Bundesamtes.¹⁶⁹ In der Regel werden zur Erstellung des Jahresgutachtens die relevanten Tabellen aus den Ergebnissen zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes herangezogen. In Tabelle 1.13 der Vierteljahres-Publikation (Fachserie 18 Reihe 1.2) wird die Veränderung der Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde im Vergleich zum Vorjahr dargestellt. Dazu wird das Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt) mit den geleisteten Erwerbstätigenstunden ins Verhältnis gesetzt und der Quotient mit dem des Vorjahres verglichen. Das Ergebnis gibt Aufschluss darüber, ob die Wertschöpfung je Arbeitsstunde im Vorjahresvergleich sank oder stieg; oder, anders ausgedrückt, ob in der Arbeitsstunde ein höherer oder niedrigerer Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt geleistet wurde. Abbildung 23 stellt die Entwicklung der Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde seit 2010 und deren Veränderung zum Vorjahr dar.

¹⁶⁸ BT-Drs. 18/8334, S. 194.

¹⁶⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2017c), S. 11.

Arbeitsproduktivität

Index (2010 = 100)

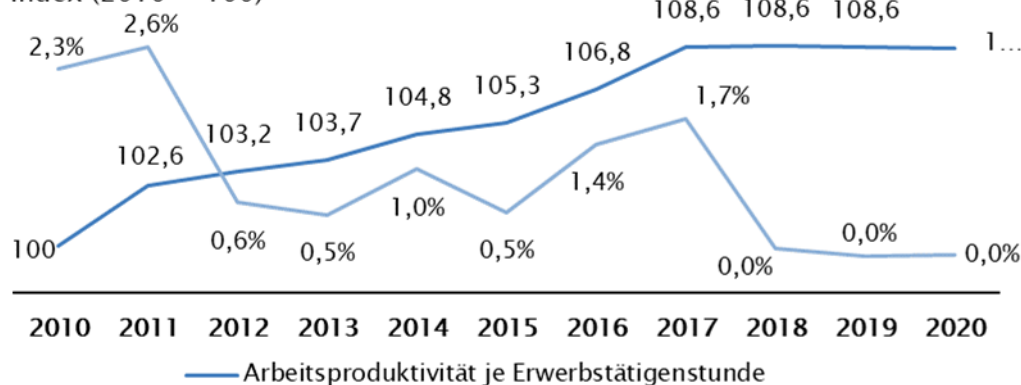


Abbildung 23: Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021b); neu indexiert

Es zeigt sich, dass die Produktivität bis zum Jahr 2017 stets anstieg. Die Steigerungsrate war zu Beginn der Dekade jedoch deutlich höher als gegen Ende. Von 2010 bis 2020 stieg die Produktivität je Erwerbstätigenstunde insgesamt um ca. 8,5 Prozent an. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 0,82 Prozent.

5.2.2 Inflationsfaktor

Der Inflationsfaktor basiert gemäß § 28 Abs. 1 ERegG ebenfalls auf einem gesamtwirtschaftlichen Wert. Er bestimmt sich nach dem Mittelwert der vom Statistischen Bundesamt ermittelten Werte für die Veränderung des Erzeugerpreisindex gewerblicher Produkte gegenüber dem jeweiligen Vorjahr. Dabei wird der Mittelwert der Erzeugerpreisindizes gewerblicher Produkte aus den vorausgegangenen fünf Jahren gebildet. Als Quelle dient die entsprechende Veröffentlichung des Statistischen Bundesamtes, Fachserie 17 Reihe 2.

Die Verwendung eines gesamtwirtschaftlichen Inflationsfaktors begründete der Gesetzgeber zur Einführung des ERegG wie folgt:

„Grundlage für den hier anzuwendenden Inflationsfaktor bildet der Erzeugerpreisindex gewerblicher Produkte, welcher vom Statistischen Bundesamt ermittelt wird. Er misst die durchschnittliche Preisentwicklung von Rohstoffen und Industrieerzeugnissen, die in Deutschland hergestellt und im Inland verkauft werden, und ist daher für den Bahnsektor, welcher stark von diesen Gütern abhängig ist, besonders geeignet. Zur Ermittlung des Erzeugerpreisindex werden die Erzeugerpreisindizes der dem Berechnungszeitpunkt vorausgehenden fünf Jahre gemittelt.“¹⁷⁰

In der monatlichen Preis-Publikation (Fachserie 17 Reihe 2) wird in Tabelle 1.2 (Langfristige Übersicht) der Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte dargestellt. Der Index misst die Entwicklung der Preise für in Deutschland von dem Bergbau, der Energie- und Wasserversorgung sowie dem verarbeitenden Gewerbe

¹⁷⁰ BT-Drs. 18/8334, S. 194.

hergestellten und abgesetzten Erzeugnisse. Er basiert auf einer repräsentativen Auswahl gewerblicher Produkte, die nach jeweiligem Umsatzanteil im Index gewichtet werden.

Er stellt die Entwicklung des Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte seit 2010 und dessen Veränderung zum Vorjahr dar.

Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte

Index (2010 = 100)

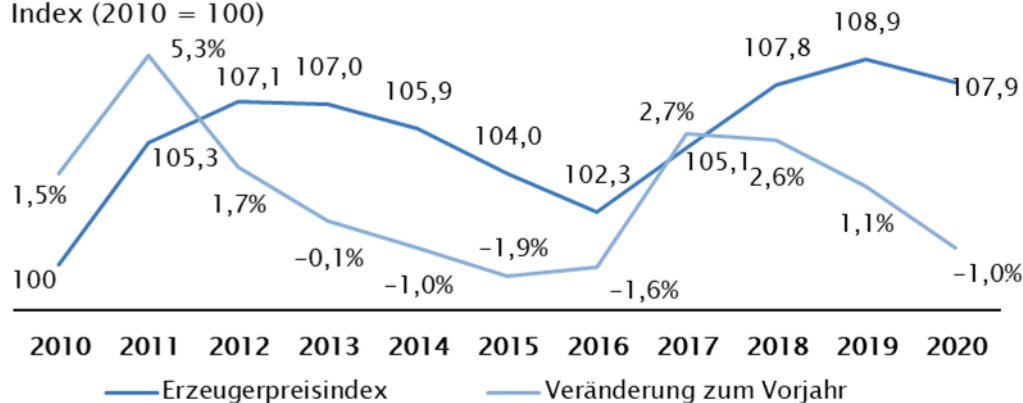


Abbildung 24: Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte.

Quelle: Statistisches Bundesamt (2021c); neu indexiert

Es zeigt sich, dass der Preisindex in den Jahren 2010-2012 sowie 2017-2019 teilweise stark anstieg und in den Jahren 2013-2016 sowie 2020 sank. Insgesamt stieg das Preisniveau von 2010 bis 2020 um 7,9 Prozent an. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 0,76 Prozent.

5.3 Der Anreizpfad am Beispiel der DB Netz AG

Der in Deutschland größte Betreiber der Schienenwege ist die DB Netz AG. Sie durchläuft die in Abschnitt 5.1 dargestellte Entgeltregulierung mit Anreizsetzung. Die erste Regulierungsperiode der DB Netz AG¹⁷¹ startete mit der Netzfahrplanperiode 2018/2019. Das Ausgangsniveaus der Gesamtkosten für die Regulierungsperiode 2019 bis 2023 wurde in Höhe von 5,307 Mrd. Euro durch die Beschlusskammer 10 festgelegt.¹⁷² Darauf aufbauend wurden die Obergrenzen der Gesamtkosten bislang für die Netzfahrplanperioden 2018/2019 bis 2022/2023 bestimmt. Dazu wurde jeweils der in Kapitel 5.1.2 dargelegte Prozess durchlaufen. Die Berechnung der einzelnen Obergrenzen der Gesamtkosten wird in Anhang II dargestellt.

Die Entwicklung des Anreizpfades der DB Netz AG wurde in der ersten Regulierungsperiode durch drei Faktoren beeinflusst:

1. Erhöhung der Obergrenze der Gesamtkosten aufgrund der Einbeziehung des Inflationsfaktors gemäß § 25 Abs. 2 i. V. m. § 28 Abs. 1 ERegG,

¹⁷¹ Die Entgeltregulierung der DB Netz AG umschließt auch das Tochterunternehmen DB RegioNetz Infrastruktur GmbH.

¹⁷² Zu nachfolgenden Ausführungen siehe ergänzend Bundesnetzagentur (2017b).

2. Senkung der Obergrenze der Gesamtkosten aufgrund der Einbeziehung des Produktivitätsfaktors gemäß § 25 Abs. 2 i. V. m. § 28 Abs. 2 ERegG sowie
3. Erhöhung der Obergrenze der Gesamtkosten aufgrund der Anrechnung qualifizierter Regulierungsvereinbarungen gemäß §§ 25 Abs. 3 und 29 Abs. 5 ERegG.

Tabelle 3 stellt die monetären Auswirkungen in dieser Reihenfolge dar.

Anreizpfad der DB Netz AG, 1. Regulierungsperiode

in Mio. Euro/in Prozent gegenüber dem Ausgangsniveau der Gesamtkosten	Netzfahrplanperiode									
	2018/2019		2019/2020		2020/2021		2021/2022		2022/2023	
Ausgangsniveau der Gesamtkosten	5.307	100 %	5.307	100 %	5.307	100 %	5.307	100 %	5.307	100 %
1. Inflationsfaktor	41	0,8 %	8	0,2 %	-9	-0,2 %	-1	-0,0 %	28	0,5 %
2. Produktivitätsfaktor	-49	-0,9 %	-97	-1,8 %	-157	-3,0 %	-206	-4,0 %	-235	-4,4 %
Initiale Obergrenze der Gesamtkosten	5.299	99,8 %	5.218	98,3 %	5.142	96,9 %	5.100	96,1 %	5.100	96,1 %
3. Qualifizierte Regulierungsvereinbarungen	0	0 %	22	0,4 %	318	6,0 %	394	7,4 %	448	8,4 %
Obergrenze der Gesamtkosten	5.299	99,8 %	5.240	98,7 %	5.460	102,9 %	5.494	103,5 %	5.548	104,6 %

Tabelle 3: Anreizpfad der DB Netz AG in der ersten Regulierungsperiode.

Quelle: Berechnungen der Bundesnetzagentur

Abbildung 22 veranschaulicht den Verlauf des Anreizpfades grafisch.

Obergrenzen der Gesamtkosten der DB Netz AG

in Mrd. Euro

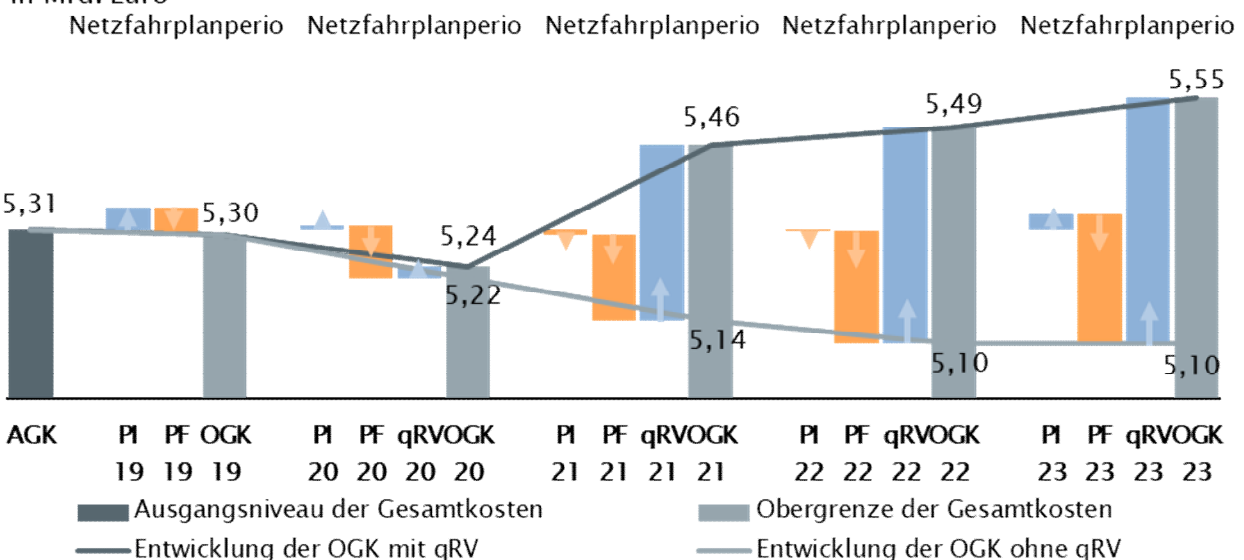


Abbildung 25: Obergrenzen der Gesamtkosten der DB Netz AG in der ersten Regulierungsperiode und qualifizierte Regulierungsvereinbarungen.

Quelle: Berechnungen der Bundesnetzagentur

Der Produktivitätsfaktor dominierte stets den Inflationsfaktor. Während sich die den Anreizpfad erhöhende Wirkung des Inflationsfaktors im Zeitverlauf abschwächte und in den Netzfahrplanperioden 2020/2021 und 2021/2022 negativ war, senkte der Produktivitätsfaktor die Obergrenze der Gesamtkosten in zunehmendem Maße.

Die Bedeutung qualifizierter Regulierungsvereinbarungen stieg im Zeitverlauf. Insbesondere durch die Berücksichtigung des gegenüber dem Ausgangsniveau der Gesamtkosten mehr als geringfügig veränderten Aufwands aufgrund der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung III ergab sich für die Netzfahrplanperiode 2022/2023 ein Anrechnungswert von rund 390 Mio. Euro. Die Auswirkung der Berücksichtigung der drei Leistungs- und Finanzierungsvereinbarungen in Summe belief sich auf 448,1 Mio. Euro, was 8,4 Prozent des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten entspricht.

5.4 Einfluss des Produktivitätsfaktors auf den Anreizpfad

Wie stark der Einfluss unterschiedlicher Produktivitätsfaktoren auf die Obergrenze der Gesamtkosten von Betreibern der Schienenwege ist, kann über eine Sensitivitätsanalyse gezeigt werden. Dabei wird im Rahmen einer Szenariobetrachtung der Wert des Produktivitätsfaktors verändert, um die resultierenden Auswirkungen auf die Obergrenze der Gesamtkosten zu analysieren.

Als Beispiel wird im Folgenden auf die Berechnung der Obergrenzen der Gesamtkosten der DB Netz AG abgestellt. In zwei Szenarien werden die Produktivitätsfaktoren zur Bestimmung des Anreizpfades um 0,5 Prozentpunkte höher (Szenario I) bzw. niedriger (Szenario II) angesetzt als in Kapitel 5.3 gezeigt. Dies wäre näherungsweise der Fall, wenn das Wachstum der Produktivität *jedes* einbezogenen Jahres um 0,5 Prozentpunkte höher bzw. geringer ausfiele.

Tabelle 4 zeigt die resultierenden Obergrenzen der Gesamtkosten.

Einfluss unterschiedlicher Produktivitätsfaktoren

<i>in Prozent/Mio. Euro</i>	genehmigt	Szenario I		Szenario II	
Netzfahrplanperiode 2018/2019					
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₁₉	0,93 %	1,43 %	+54 %	0,43 %	-54 %
Obergrenze der Gesamtkosten 2018/2019	5.299	5.272	-0,5 %	5.325	+0,5 %
Netzfahrplanperiode 2019/2020					
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₁₉	0,99 %	1,49 %	+51 %	0,49 %	-51 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₀	0,84 %	1,34 %	+60 %	0,34 %	-60 %
Obergrenze der Gesamtkosten 2019/2020	5.240	5.201	-0,8 %	5.280	+0,8 %
Netzfahrplanperiode 2020/2021					
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₁₉	1,10 %	1,60 %	+45 %	0,60 %	-45 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₀	0,86 %	1,36 %	+58 %	0,36 %	-58 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₁	1,01 %	1,51 %	+50 %	0,51 %	-50 %
Obergrenze der Gesamtkosten 2020/2021	5.460	5.404	-1,0 %	5.516	+1,0 %
Netzfahrplanperiode 2021/2022					
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₁₉	1,10 %	1,60 %	+45 %	0,60 %	-45 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₀	0,86 %	1,36 %	+58 %	0,36 %	-58 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₁	1,01 %	1,51 %	+50 %	0,51 %	-50 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₂	0,97 %	1,47 %	+52 %	0,47 %	-52 %
Obergrenze der Gesamtkosten 2021/2022	5.494	5.421	-1,3 %	5.569	+1,4 %
Netzfahrplanperiode 2022/2023					
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₁₉	1,04 %	1,54 %	+48 %	0,54 %	-48 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₀	0,80 %	1,30 %	+62 %	0,30 %	-62 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₁	1,01 %	1,51 %	+49 %	0,51 %	-49 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₂	0,93 %	1,43 %	+54 %	0,43 %	-54 %
Produktivitätsfaktor PF ₂₀₂₃	0,71 %	1,21 %	+70 %	0,21 %	-70 %
Obergrenze der Gesamtkosten 2022/2023	5.548	5.457	-1,6 %	5.642	+1,7 %

Tabelle 4: Auswirkungen einer Veränderung des Produktivitätsfaktors auf den Anreizpfad der DB Netz AG in der ersten Regulierungsperiode.

Quelle: Berechnungen der Bundesnetzagentur

Aufgrund des in Kapitel 5.1.2 beschriebenen negativen Zusammenhangs führt ein erhöhter Produktivitätsfortschritt zu geringeren Obergrenzen der Gesamtkosten, während ein geringerer Produktivitätsfortschritt höhere Obergrenzen erlaubt. Im Zeitverlauf kumuliert sich die Wirkung einer Veränderung des Produktivitätsfaktors, da innerhalb der Regulierungsperiode die Faktoren der vergangenen Perioden in der Multiplikation erhalten bleiben (vgl. Kapitel 5.3).

Bei einem um 0,5 Prozentpunkte höheren Produktivitätsfaktor hätten sich folgende Obergrenzen der Gesamtkosten ergeben:

- Die Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2018/2019 hätte 5,272 Mrd. Euro betragen und wäre damit 0,5 Prozent geringer als die genehmigte Obergrenze gewesen. Auf die Entgeltgenehmigung hätte dies aufgrund des Erlöspuffers keine Auswirkungen gehabt.
- Die Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2019/2020 hätte 5,201 Mrd. Euro betragen und wäre damit 0,75 Prozent geringer als die genehmigte Obergrenze gewesen. In Bezug auf die Genehmigungsfähigkeit der Entgelte wäre es auf die Berücksichtigung der sogenannten weiteren Entgeltkomponenten angekommen.
- Die Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2020/2021 hätte 5,404 Mrd. Euro betragen und wäre damit 1,0 Prozent geringer als die genehmigte Obergrenze gewesen. Aufgrund des Erlöspuffers in Höhe von 2,7 bis 3,4 Prozent der genehmigten Obergrenze hätte dies auf die Entgeltgenehmigung keine Auswirkungen gehabt.
- Die Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2021/2022 hätte 5,421 Mrd. Euro betragen und wäre damit 1,3 Prozent geringer als die genehmigte Obergrenze gewesen. In Bezug auf die Genehmigungsfähigkeit der Entgelte wäre es auf die Berücksichtigung der sogenannten weiteren Entgeltkomponenten angekommen.
- Die Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2022/2023 hätte 5,457 Mrd. Euro betragen und wäre damit 1,6 Prozent geringer als die genehmigte Obergrenze gewesen.

Es zeigt sich, dass in der Netzfahrplanperiode 2018/2019, in der der Produktivitätsfaktor 0,93 Prozent betrug, eine Veränderung des Produktivitätsfaktors um 0,5 Prozentpunkte bzw. 54 Prozent zu einer gegenläufigen Veränderung der Obergrenze der Gesamtkosten in Höhe von 0,5 Prozent geführt hätte. In den Folgejahren der Regulierungsperiode kumuliert sich die Wirkung eines abweichenden Produktivitätsfaktors. Zu Beginn der nächsten Regulierungsperiode wird mit dem neuen Ausgangsniveau der Gesamtkosten ein neuer Fixpunkt geschaffen. Damit wird deutlich, dass die Obergrenze der Gesamtkosten während einer Regulierungsperiode zunehmend sensitiv auf den Produktivitätsfortschritt reagiert.

Beim gewählten Beispiel würde eine Fortschreibung der Szenarien im fünften Jahr der Regulierungsperiode zu einer abweichenden Obergrenze der Gesamtkosten in Höhe von ca. 1,5 Prozent führen. Weiter ist ab der Netzfahrplanperiode 2019/2020 zu beachten, dass der Anteil des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten, der auf eine qualifizierte Regulierungsvereinbarung entfällt und nicht dem Produktivitätsfaktor unterliegt, eine dämpfende Wirkung auf die Auswirkungen eines variierenden Produktivitätsfaktors entfaltet. Ohne die Berücksichtigung qualifizierter Regulierungsvereinbarungen würde sich die Obergrenze der Gesamtkosten jährlich um ca. 0,5 Prozent erhöhen bzw. senken. Zur Entgeltbildung kann angemerkt werden, dass das Szenario I, bei dem ein um 0,5 Prozentpunkte höherer Produktivitätsfaktor angenommen wird, aufgrund des Erlöspuffers keine (2018/2019 und 2020/2021) oder höchstens eine geringe (2019/2020 und 2021/2022) Auswirkung auf die Entgelte gehabt hätte.

6 Überlegungen zur Angemessenheit des Produktivitätsfaktors

Wie in Abschnitt 5 dargestellt, findet der Produktivitätsfaktor Anwendung bei der Entgeltregulierung für Leistungen im Rahmen des Mindestzugangspaketes von großen Betreibern der Schienenwege (BdS). Insofern wird der Sektor der BdS nachfolgend beschrieben, um darauf aufbauend Überlegungen zur Angemessenheit möglicher Produktivitätsfaktoren anzustellen.

6.1 Eigenschaften des Sektors

In Deutschland gibt es eine Vielzahl von Betreibern der Schienenwege. Allerdings bestehen Unterschiede insbesondere in Bezug auf Größe, Ausstattung, Struktur und Nutzung der Netze sowie bei der Kostenstruktur, der Höhe öffentlicher Zuwendungen und bezüglich des Entgeltregulierungsregimes.

6.1.1 Betriebliche Charakteristika und Unterschiede

Für das Jahr 2019 zählte die Bundesnetzagentur insgesamt etwa 140 Betreiber der Schienenwege. Mit etwa 33.300 Streckenkilometern betreiben die bundeseigenen BdS¹⁷³ etwa 85 Prozent und damit den bei Weitem größten Teil des deutschen Schienennetzes. Lediglich 15 Prozent der Streckenkilometer entfallen auf nicht-bundeseigene BdS.¹⁷⁴ Die sieben größten unter ihnen weisen eine Streckenlänge zwischen ca. 200 und ca. 650 Kilometern auf. Die Streckenlänge aller anderen BdS beträgt jeweils weniger als 200 Kilometer. Dabei handelt es sich in der Regel um Betreiber mit einem oder mehreren regionalen Schienennetzen, die meist an das Netz der DB Netz AG anschließen und weitere Regionen erschließen. Andere Strecken, insbesondere die von Schmalspurbahnen, bilden regionale Inselnetze. Die DB Netz AG ist somit der einzige BdS mit einem überregionalen, deutschlandweiten Netz.

Auch bezüglich der Leistungsfähigkeit und Nutzungsintensität der Netze bestehen große Unterschiede. So sind etwa 97 Prozent der Betriebsleistung in Höhe von rund 1,122 Mrd. Trassenkilometern im Jahr 2019 den bundeseigenen BdS zuzuordnen, während weniger als drei Prozent auf nicht-bundeseigene BdS entfallen. Auf dem Netz der DB Netz AG wird neben Regional- und Güterverkehr auch Fernverkehr (inklusive Hochgeschwindigkeitsverkehr auf ca. 1.100 Kilometern Strecke) durchgeführt. Damit sind die Strecken, die überwiegend in Mischnutzung befahren werden, für alle drei Verkehrsdienste zu ertüchtigen. Anders als bei den meisten nicht-bundeseigenen BdS ist das Netz der DB Netz AG in der Regel deutlich stärker ausgelastet und wird mit erheblich höheren Geschwindigkeiten sowie Lasten befahren, was zu einer stärkeren Belastung führt. Zudem sind über 60 Prozent der Schienenwege der DB Netz AG elektrifiziert, während nur ca. 10 Prozent nicht-bundeseigener Strecken über eine Fahrstromleitung verfügen.¹⁷⁵

Beim Geschäftszweck unterscheiden sich viele BdS ebenfalls voneinander. Die DB Netz AG und weitere Sektorunternehmen sind Kapitalgesellschaften mit Gewinnerzielungsabsicht. Andere hingegen verfolgen primär alternative Ziele wie den Erhalt von Strecken zu Zwecken der Eisenbahntradition, des Tourismusverkehrs oder des Anschlusses von Unternehmen, Häfen oder Produktionsanlagen. Oftmals werden diese Strecken von Landkreisen, Kommunen oder Zweckverbänden betrieben. In vielen Fällen befährt dabei nur ein EVU, das teilweise zudem unternehmensrechtlich mit dem BdS verbunden ist, das Netz.

¹⁷³ DB Netz AG, DB RegioNetz Infrastruktur GmbH, Usedomer Bäderbahn GmbH.

¹⁷⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 67.

¹⁷⁵ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 67.

Schließlich gibt es rund 30 Schmalspur- und/oder Museumsbahnen, die sich in grundlegenden Eigenschaften wie der Streckencharakteristik, dem Unternehmenszweck und der Kostenstruktur (z. B. teilweise ehrenamtliche Arbeit) absetzen. Zudem sieht die Eisenbahnregulierung für diese BdS keine Entgeltregulierung vor.

6.1.2 Finanzielle Charakteristika und Unterschiede

Die Haupteinnahmen der BdS bestehen aus Entgelten für die Nutzung von Trassen sowie Fördermitteln. Im Jahr 2019 machten Trassenentgelte dabei rund 5,4 Mrd. Euro bzw. achtzig Prozent der gesamten Umsatzerlöse aus Infrastrukturnutzungsentgelten aus; die DB Netz AG vereinnahmte davon rund 5,2 Mrd. Euro.¹⁷⁶ Dabei wird bei der DB Netz AG mit etwa zwei Dritteln der Trassenentgelte der Großteil durch den Schienenpersonennahverkehr generiert, etwa 20 Prozent entfallen auf den Schienenpersonenfernverkehr und etwa 15 Prozent auf den Schienengüterverkehr.¹⁷⁷ Bei den nicht-bundeseigenen BdS stammen sogar etwa 85 Prozent aus Trassenentgelten des Schienenpersonennahverkehrs und etwa 15 Prozent aus Trassenentgelten des Schienengüterverkehrs. Die Höhe der Trassenentgelte bewegt sich in einer Bandbreite von 0,01 Euro/Trassenkilometer bis zu 144,59 Euro/Trassenkilometer, der marktweite Durchschnitt beträgt 4,81 Euro/Trassenkilometer.¹⁷⁸

Bei Betrachtung der Finanzierung der BdS zeigen sich große Unterschiede: Viele Unternehmen erhalten neben den Trassenentgelten öffentliche Zuwendungen. Sie werden insbesondere für Instandhaltungs- oder Investitionsvorhaben vergeben. Insgesamt betrugen die Investitionszuschüsse für den Sektor im Jahr 2019 6,4 Mrd. Euro.¹⁷⁹ Ähnlich wie bei den Trassenentgelten entfiel der weitaus größte Teil auf die DB Netz AG.¹⁸⁰ Die Förderbeträge unterscheiden sich dabei sowohl zwischen den BdS als auch im Zeitverlauf zum Teil erheblich, da sie oftmals maßnahmenbezogen gewährt werden.

Spiegelbildlich zu den Trassenentgelten und Zuschüssen bestehen auch bei den Kosten erhebliche Unterschiede zwischen den BdS. Bei den nicht-bundeseigenen BdS stellen die Materialaufwendungen mit 44 Prozent den größten Aufwandsblock dar, gefolgt von den Personalaufwendungen mit 30 Prozent, den sonstigen Aufwendungen mit rund 14 Prozent und, als kleinste Position, den Abschreibungen mit 12 Prozent.¹⁸¹ Wie in Abschnitt 3.4.1 beschrieben, ist die Streuung über die Aufwandsarten Materialaufwand, Personalaufwand und Abschreibungen im Jahr 2019 sehr groß. Die Unterschiede erklären sich unter anderem aus verschiedenen Geschäftsmodellen und -praktiken. So erzeugt eine Streckenpacht andere Aufwendungen als Streckeneigentum, eingekaufte Instandhaltungs- und Bauleistungen werden anders verbucht als eine eigene Erbringung und bei Erreichen der bilanziellen Nutzungsdauer fallen keine Abschreibungen mehr an.

¹⁷⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 79 sowie DB Netz AG (2020), S. 40.

¹⁷⁷ Vgl. Bundesnetzagentur (2021b), S. 157.

¹⁷⁸ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 76.

¹⁷⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 80.

¹⁸⁰ So wies alleine die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung II im Jahr 2019 ein Zuschussvolumen von 3,7 Mrd. Euro auf. Vgl. DB Netz AG (2020), S. 14.

¹⁸¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 81.

Auch besteht ein Wahlrecht über die Bilanzierung von Zuwendungen.¹⁸² Je nach ihrer bilanziellen Berücksichtigung kann die Vergleichbarkeit der Aufwandsangaben zwischen BdS eingeschränkt sein (vgl. Abschnitt 6.2).

Darüber hinaus weisen viele BdS ein negatives Ergebnis für den Bereich des Mindestzugangspaketes aus. Insgesamt weisen die nicht-bundeseigenen BdS in Summe in der Regel eine Deckungslücke zwischen den Umsätzen aus Trassenentgelten und den Aufwendungen für Schienenwege aus, im Jahr 2019 betrug sie über die nicht-bundeseigenen BdS kumuliert ca. 60 Mio. Euro.¹⁸³ In vielen Fällen werden die Verluste von den Eigentümern getragen, da die Sicherstellung der Verkehre im Vordergrund steht. Die DB Netz AG wies zwischen 2000 und 2006 Verluste und seit 2007 mit Ausnahme der Jahre 2010 und 2020 Gewinne aus.¹⁸⁴ Über einen Ergebnisabführungsvertrag werden die Gewinne an die Deutsche Bahn AG und von dieser an den Bund abgeführt. Gleichzeitig ist die Deutsche Bahn AG verpflichtet, mögliche Verluste der DB Netz AG auszugleichen.

6.2 Überlegungen zur Datenanforderung und Datenverfügbarkeit

Für die Berechnung der Produktivität des Sektors der BdS können unterschiedliche Datenquellen herangezogen werden. Nachfolgende Überlegungen berücksichtigen dabei einerseits eine möglichst passgenaue Abbildung der Produktivität des Sektors und andererseits den damit verbundenen Aufwand der Datenbeschaffung.

In Deutschland wird für die Berechnungen statistischer Kenngrößen vielfach auf die Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) zurückgegriffen, die vom Statistischen Bundesamt und vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung bekanntgegeben werden. Die Datenbasis ist kostenfrei zugänglich und umfasst in der Regel längere Zeiträume. Es besteht damit nahezu kein Aufwand bei der Datenbeschaffung. In der VGR gibt es verschiedene Gliederungsebenen. Der Sektor der BdS wird jedoch nicht direkt abgebildet, sondern ist als „Betrieb von Verkehrswegen für Schienenfahrzeuge“ dem Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ zugeordnet, der Teil des Wirtschaftsbereiches „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ ist (vgl. Abschnitt 3.1.2).

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung unternehmensindividueller Daten. Dadurch kann die Genauigkeit in der Abbildung des Sektors im Vergleich zu VGR-Daten deutlich erhöht werden. Diese könnten entweder durch die Analyse und Auswertung öffentlich verfügbarer Unternehmensdaten der BdS beschafft oder individuell erhoben werden.

¹⁸² Einerseits kann die Bilanzierung von Investitionszuschüssen so vorgenommen werden, dass die Anschaffungs- und Herstellungskosten der Vermögensgegenstände bereits um die Zuwendungen reduziert in der Bilanz ausgewiesen werden. Damit vermindern sie in der Folge automatisch auch die bilanziell ausgewiesenen Abschreibungen der Vermögensgegenstände. Andererseits können die Anschaffungs- und Herstellungskosten der Vermögensgegenstände unvermindert um die Zuwendungen bilanziert werden. Dementsprechend sind die bilanziell ausgewiesenen Abschreibungen der Vermögensgegenstände entsprechend höher. In letzterem Fall wird beim Eigenkapital ein Sonderposten für Investitionszuschüsse ausgewiesen. Während die Alternativen ergebnisneutral sind und sich nur in einer Verlängerung oder Verkürzung der Bilanz ausdrücken, kann insbesondere die ausgewiesene Höhe der Abschreibungen differieren.

¹⁸³ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 81.

¹⁸⁴ Vgl. Deutsche Bahn AG (2021), S. 59.

Die Verwendung öffentlich verfügbarer Unternehmensdaten ist dabei weniger aufwendig für die Unternehmen als die Erhebung der Daten, hat jedoch den Nachteil, dass Informationen nicht in der notwendigen Abgrenzung und Detailtiefe vorliegen könnten. Der Aufwand steigt in beiden Fällen im Vergleich zur Verwendung von VGR-Daten deutlich und zwar abhängig davon, welche Kennzahl bzw. welches Messkonzept verwendet werden soll. Auch sind die in Abschnitt 6.1 beschriebenen betrieblichen und finanziellen Unterschiede zu berücksichtigen.

Neben der deutlich aufwendigeren Datenbeschaffung ist in diesen Fällen zusätzlich eine Aufbereitung der Daten erforderlich, bevor diese verarbeitet werden können. Bereits die Aufbereitung der Daten eröffnet Bewertungsspielräume, die die Ergebnisse beeinflussen können und durch begründete Entscheidungen geschlossen werden müssen. Hieraus können Rechts- und Planungsunsicherheiten entstehen.

Es wird deutlich, dass die höchste Passgenauigkeit erreicht werden könnte, wenn unternehmensindividuelle Daten verwendet würden. Recherchen zeigen jedoch, dass die Verwendung öffentlich verfügbarer Daten der BdS nur schwierig möglich wäre, da die Daten weit überwiegend nicht bzw. nicht in der erforderlichen Tiefe und Abgrenzung vorliegen oder aufgrund der bilanziellen Abbildung öffentlicher Zuwendungen nicht vergleichbar sind. Auch die Erhebung und Verwendung unternehmensindividueller Daten ist aufwendig, wenig transparent und mit vergleichsweise hohen Rechts- und Planungsunsicherheiten versehen. Werden Daten der VGR oder des Sachverständigenrates verwendet, geht dies mit einer geringeren Passgenauigkeit einher. Gleichzeitig sinkt allerdings der Aufwand während Transparenz, Rechts- und Planungssicherheit sich erhöhen.

6.3 Rechtliche Überlegungen

Der Untersuchungsauftrag gemäß § 28 Abs. 3 ERegG stellt auf eine Beurteilung der Angemessenheit des zurzeit in der deutschen Eisenbahnregulierung verwendeten Produktivitätsfaktors ab. Aus juristischer Sicht ist die Angemessenheit daher vor dem Hintergrund der Regulierungsziele des § 3 ERegG zu betrachten. Hierauf nimmt auch die Begründung zum Referentenentwurf des Eisenbahnregulierungsgesetzes, Bundestagsdrucksache BT-Drs. 18/8334, Bezug. Darüber hinaus geht aus der Bundestagsdrucksache zu § 28 ERegG hervor, dass die Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis grundsätzlich als geeignet angesehen wird, um als Vorgabe der Produktivitätsentwicklung für BdS zu fungieren. Da sich diese Einschätzung im Zeitverlauf jedoch ändern könne, solle lt. Bundestagsdrucksache BT-Drs. 18/9099 überprüft werden, ob der bestehende Produktivitätsfaktor auch weiterhin angemessen sei.

Insofern wird im Weiteren die Bedeutsamkeit des Produktivitätsfaktors für die aufgeführten Ziele des § 3 ERegG untersucht.

Ziel Nr. 1 – Erhöhung des Anteils des Schienenverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen

In Abschnitt 5.4 wurde gezeigt, dass ein höherer Produktivitätsfaktor ceteris paribus zu einer geringeren Obergrenze der Gesamtkosten führt. Als Folge daraus dürften – soweit nicht entsprechende Kostenunterdeckungen bzw. Erlöspuffer bei den BdS zu konstatieren wären – die von den EVU zu entrichtenden Trassenentgelte sinken. Es erscheint nachvollziehbar, dass ein günstigerer Trassenpreis zur Bestellung von mehr Trassen und damit zu mehr Verkehrsangebot durch die EVU auf dem Netz führen kann. Auch wenn die Trassenentgelte nur einen Teil der Gesamtkosten der EVU ausmachen, so betrug ihr Anteil am Umsatz beispielsweise im Jahr 2019 im Schienengüterverkehr rund 6 Prozent, im

Schienenpersonenfernverkehr rund 21 Prozent und im Schienenpersonennahverkehr rund 32 Prozent.¹⁸⁵ Inwiefern es im Schienengüterverkehr tatsächlich zu Mehrbestellungen von Trassen durch die EVU käme, hängt zudem davon ab, ob der verringerte Trassenpreis durch die EVU an die Kunden weitergegeben und dort als entscheidende Variable wahrgenommen würde, mehr der benötigten Transporte über die Schiene abzuwickeln. Im Schienenpersonenverkehr könnte die Differenz der verringerten Trassenpreise dazu verwendet werden, die Fahrkartenpreise zu verringern oder das Angebot attraktiver zu gestalten. Fraglich ist, ob dies ausreichen würde, Neukunden für den Schienenpersonenverkehr zu gewinnen. Auch ist ein funktionsfähiges Netz mit ausreichend Kapazitäten notwendig, um einen erhöhten Anteil des Schienenverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen zu realisieren.

Die Auswirkungen einer Veränderung des Produktivitätsfaktors auf eine Erhöhung des Anteils des Schienenverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen wird trotzdem als bedeutsam eingeschätzt, denn auch kleine Schritte tragen dazu bei, den Anteil des Schienenverkehrs am Gesamtverkehr zu erhöhen. Um beide genannten Aspekte zu berücksichtigen, sollte der Produktivitätsfaktor weder zu hoch noch zu niedrig gewählt werden.

Ziel Nr. 2 – Wahrung der Interessen der Nutzer von Eisenbahninfrastruktur und Endverbrauchern beim Fördern und Sicherstellen eines wirksamen Wettbewerbs auf den Eisenbahnmärkten

Im Fokus dieses Ziels steht die Diskriminierungsfreiheit. Es geht also maßgeblich darum, gleiche Zugangsbedingungen und Entgelte zu bzw. für eine Leistung zu gewährleisten. Gleichwohl haben Nutzer auch ein Interesse an insgesamt niedrigeren Entgelten. Da der Produktivitätsfaktor gleichermaßen auf alle Entgelte wirkt, hat er kaum Bedeutung bezüglich der Diskriminierungsfreiheit, wohl jedoch bezüglich des Niveaus der Entgelte.

Unter diesem Blickwinkel erscheint insbesondere ein höherer Produktivitätsfaktor bedeutsam, um Interessen der Eisenbahnverkehrsunternehmen und Endkunden im Rahmen der Förderung und Wahrung von Wettbewerb unter den Eisenbahnverkehrsunternehmen zu unterstützen.

Ziel Nr. 3 – Förderung von Investitionen und Unterstützung von Innovationen der Eisenbahninfrastrukturunternehmen und der Eisenbahnverkehrsunternehmen

Der Produktivitätsfaktor kann bei BdS einen Kostendruck erzeugen, der diese zum Überdenken bestehender Abläufe und Technologien anregen kann. Er kann folglich Veränderungen anstoßen, die nach Abzug möglicher, erforderlicher Investitionen zu höheren Gewinnen bei den BdS führen können.

Je niedriger die Produktivitätsvorgaben, umso höher sind ceteris paribus die Gewinne, die BdS erzielen und für Investitionen und Innovation nutzen können. Umgekehrt gilt, je höher der Produktivitätsfaktor, umso geringer die Entgelte und umso mehr steht den Eisenbahnverkehrsunternehmen für Investitionen und Innovation zur Verfügung.

¹⁸⁵ Vgl. Bundesnetzagentur (2021a), S. 48. Im Schienengüterverkehr ist die Trassenpreisförderung gemäß der Richtlinie zur Förderung des Schienengüterverkehrs über eine anteilige Finanzierung der genehmigten Trassenentgelte bereits berücksichtigt.

Während aus Sicht der Eisenbahnverkehrsunternehmen der Produktivitätsfaktor daher möglichst hoch gewählt werden sollte, haben BdS ein Interesse an einem niedrigen Produktivitätsfaktor. Gleichwohl findet auch dieser Gedanke dahingehend Grenzen, dass auch aus Sicht der Eisenbahnverkehrsunternehmen ein Interesse an einer nachhaltig finanzierten (und effizient betriebenen) Eisenbahninfrastruktur vorliegen dürfte.

Ziel Nr. 4 – Förderung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnmarktes

Für die Förderung der Einheitlichkeit des europäischen Eisenbahnmarktes ist es insbesondere wichtig, eine technische Annäherung zu erreichen. Die Bedeutung eines Produktivitätsfaktors wird in Bezug auf eine Förderung der Einheitlichkeit als vernachlässigbar eingeschätzt.

Ziel Nr. 5 – Gewährleistung eines sicheren, leistungsfähigen und zuverlässigen Betriebs der Eisenbahninfrastruktur

Wie bereits im Zusammenhang mit Ziel Nr. 3 festgestellt wurde, kann der Produktivitätsfaktor zu gewinnfördernden Investitionen in neue Technologien anreizen. Dabei entstehende höhere Gewinne können eingesetzt werden, um einen sicheren, leistungsfähigen und zuverlässigen Betrieb zu fördern. Gleichzeitig ist es insbesondere in Bezug auf dieses Ziel wichtig, die Höhe des Produktivitätsfaktors so zu wählen, dass die BdS nicht überfordert werden. Ein zu hoch gewählter Produktivitätsfaktor könnte sich negativ auf einen leistungsfähigen und zuverlässigen Betrieb der Eisenbahninfrastruktur auswirken.

Ziel Nr. 6 – Verkürzung der Reisezeiten im Schienenpersonenverkehr und der durchschnittlichen Transportdauer im Schienengüterverkehr

Um Reisezeiten bzw. die durchschnittliche Transportdauer zu verkürzen sind insbesondere organisatorische Maßnahmen wichtig. Erst im Falle notwendiger Investitionen würde dem Produktivitätsfaktor eine Rolle zukommen. Dann wäre darauf zu achten, dass der Produktivitätsfaktor die BdS zu produktivem und innovativen Verhalten anreizt ohne sie zu überfordern.

Ziel Nummer zwei, drei und fünf sowie gegebenenfalls sechs können durch einen Produktivitätsfaktor beeinflusst werden. Durch die Überlegung, dass ein höherer Produktivitätsfaktor insbesondere die Ziele zwei und drei aus der Perspektive der Eisenbahnverkehrsunternehmen, der Endkunden und des Wettbewerbs unterstützt, während insbesondere bezüglich der Ziele drei und fünf sowie gegebenenfalls sechs aus Sicht der BdS die Wahl eines diese überfordernden Produktivitätsfaktors zu vermeiden ist, bewegt sich ein angemessener Produktivitätsfaktor in diesem Spannungsfeld.

6.4 Ökonomische Überlegungen

In diesem Kapitel werden Überlegungen angestellt, inwiefern die unterschiedlichen Produktivitätskennzahlen und die identifizierten Messkonzepte zur Bestimmung von Produktivitätsveränderungen grundsätzlich geeignet sind, einen Produktivitätsfaktor für die Entgeltregulierung der Betreiber der Schienenwege gemäß § 28 Abs. 2 ERegG zu bestimmen.

Die Kriterien anhand derer Kennzahlen und Messkonzepte bewertet werden sollen, sind:

- Akzeptanz: Findet die Methode in Wissenschaft und Praxis breite Akzeptanz?

Die Akzeptanz einer Kennzahl oder Methode wird höher bewertet, sofern seriöse Institutionen und/oder ernstzunehmende Akteure aus Wirtschaft und/oder Wissenschaft diese verwenden. Individuelle und/oder weitgehend unbekannte Ansätze werden geringer bewertet. Eine Kennzahl, die beispielsweise von einer internationalen, renommierten Institution wie der OECD verwendet wird, würde als weitgehend akzeptiert eingestuft werden.

- Nachvollziehbarkeit: Wie komplex, annahmegetrieben, transparent und verständlich ist die Methode?

Einfache Konzepte, die durch sachkundige Dritte gut und/oder mit einem geringen oder zumutbaren Aufwand nachvollzogen werden können, werden höher bewertet. Übermäßige Komplexität hinsichtlich der Berechnungsweise und eine vergleichsweise höhere Anzahl erforderlicher Annahmen führen zu einer geringeren Bewertung dieses Kriteriums. Ansätze mit übermäßig komplizierten Rechnungen und einer Vielzahl an gegebenenfalls interdependenten Annahmen würde als eher schwer nachvollziehbar und damit von geringerer Transparenz eingeordnet werden. Eingeschränkt wäre die Transparenz auch, falls die erhobene Datengrundlage aufgrund von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen nicht veröffentlicht werden könnte.

Berücksichtigt wird auch, dass Nachvollziehbarkeit und Rechts- und Planungssicherheit in Zusammenhang stehen. Je besser die Nachvollziehbarkeit, umso eher können auch Rechts- sowie Planungssicherheit unterstellt werden und umso besser fällt auch die Bewertung aus.

- Datenverfügbarkeit: Sind die erforderlichen Daten grundsätzlich vorhanden, und kann auf diese Daten mit angemessenem Aufwand zugegriffen werden? Wie aktuell sind verfügbare Daten und wie weit reichen diese zeitlich zurück? Sollten Daten nicht verfügbar sein, mit welchem Aufwand ist bei der Datenerhebung zu rechnen? Inwieweit könnten Rechts- und Planungsunsicherheiten entstehen?

Je besser erforderliche Daten in bereits aufbereiteten Datenformaten, für lange Zeiträume sowie in großem Umfang verfügbar sind und eine höhere Rechts- und Planungssicherheit erwartet wird, umso höher fällt die Bewertung dieses Kriteriums aus. Fehlende Daten, mangelnde Aufbereitung, unzureichender Zugang oder eine gesteigerte Rechts- und Planungsunsicherheit führt hingegen zu Abzügen.

- Passgenauigkeit: Wird der Sektor der BdS selbst abgebildet oder hilfsweise approximiert?

Je genauer ein Ansatz den gewünschten Sektor abbildet bzw. abbilden kann, desto höher fällt die Bewertung aus, da davon ausgegangen werden kann, dass die Erkenntnisse umso mehr Geltung für den Sektor enthalten.

- Robustheit: Ist der aus der betrachteten Methode resultierende Produktivitätsfaktor frei davon, durch einzelne oder einige wenige Unternehmen des Sektors unmittelbar beeinflusst zu werden?

Robustheit wird umso höher bewertet, umso mehr ausgeschlossen werden kann, dass die berechneten Ergebnisse durch die verwendeten Daten einzelner oder kleinerer Gruppen von Unternehmen beeinflusst

werden könnten. Grundsätzlich gilt dabei, dass je umfangreicher die Stichprobe der zugrundeliegenden Unternehmen ist, umso eher kann davon ausgegangen werden, dass Robustheit vorliegt und umgekehrt.

Schließlich wird auch betrachtet, inwiefern die Methoden für den Sektor der BdS als genereller bzw. sektoraler Produktivitätsfortschritt berechnet werden können. Im Folgenden werden die einzelnen, oben aufgeführten Bewertungskriterien näher beleuchtet.

6.4.1 Überlegungen zur Eignung von Kennzahlen für den Sektor der BdS

Im Folgenden werden Überlegungen zur Eignung der betrachteten Produktivitätskennzahlen für den Sektor der BdS angestellt. Hierzu werden in den Abschnitten 6.4.1.1 bis 6.4.1.2 die Kennzahlen in Bezug auf den Sektor der BdS bewertet.

6.4.1.1 Teil- und Mehrfachproduktivität

Die Teilproduktivität erklärt die Produktivitätsveränderung durch das Verhältnis eines Inputs zu einem Output. Auf gesamtwirtschaftlicher und sektoraler Ebene werden insbesondere die Inputfaktoren Arbeit und Kapital ins Verhältnis zu einem Output gesetzt (vgl. Abschnitt 3.2.1).

Akzeptanz: Die Teilproduktivität ist eine wissenschaftlich etablierte und anerkannte Kennzahl. Eingesetzt wird diese Kennzahl unter anderem beim Statistischen Bundesamt, dem Schweizerischen Bundesamt für Statistik, Eurostat, der OECD und dem Amerikanischen Bureau of Labor Statistics.

Nachvollziehbarkeit: Dadurch, dass lediglich zwei Kennzahlen zueinander ins Verhältnis gesetzt werden, kann die Berechnungsmethode als einfach und transparent eingestuft werden (vgl. Abschnitt 3.1.2). Es werden keine Annahmen getroffen. Allein die Auswahl der in die Berechnung einfließenden Zeitperiode ist zu bestimmen. Bei einer unternehmensindividuellen Datenerhebung hingegen müssten bezüglich der Berechnung zusätzliche Annahmen getroffen werden, um beispielsweise einen geeigneten Referenzwert für den Output (Äquivalent zur Bruttowertschöpfung) auf Ebene der BdS zu definieren. Die Rechts- und Planungssicherheit sinkt dadurch. Auch wäre die Verwendung unternehmensindividueller Daten, unter der Prämisse, dass die erhobene Datengrundlage aufgrund der Beachtung von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen nicht veröffentlicht werden könnte, intransparenter.

Daten: Die erforderlichen Daten zur Berechnung einer Arbeits-, Kapital- oder Materialproduktivität für den Sektor der BdS liegen nicht vor, sondern müssten von den Unternehmen erhoben werden. Hierdurch entstünde vergleichsweise mehr Aufwand und die Rechts- und Planungsunsicherheit sänke. Daten der VGR zur Berechnung der Arbeits- und Kapitalproduktivität liegen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene und auf Ebene der Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ und „Verkehr und Lagerei“ vor.

Passgenauigkeit: Sie ist bei der Verwendung unternehmensindividueller Daten der BdS am höchsten, innerhalb der VGR variiert sie in Abhängigkeit der verwendeten Ebene. Die größte Nähe zum Sektor der BdS weist der Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ auf, dann der Bereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ gefolgt von der gesamtwirtschaftlichen Ebene.

Robustheit: Teilproduktivitäten, die auf Basis von VGR-Daten berechnet werden, weisen eine hohe Robustheit auf. Eine Beeinflussbarkeit durch einzelne BdS kann ausgeschlossen werden. Dies gilt sowohl für Teilproduktivitäten, die auf Basis gesamtwirtschaftlicher Daten als auch auf Basis von Daten der

Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“, „Verkehr und Lagerei“ berechnet würden. Würden die Teilproduktivitäten auf der Basis unternehmensindividueller Daten der BdS berechnet, könnte eine Beeinflussbarkeit durch einzelne Unternehmen des Sektors nicht ausgeschlossen werden.

Abschließend kann somit festgehalten werden, dass die Arbeits- und Kapitalproduktivität auf den verschiedenen Ebenen grundsätzlich als mögliche Produktivitätsfaktoren für den Sektor der BdS in Betracht kommen. Hierbei gibt es eine gegenläufige Abhängigkeit. Während die gesamtwirtschaftliche oder auch sektorale Betrachtung auf Basis von VGR-Daten weniger aufwendig, transparent und frei von einzelnen Unternehmenseinflüssen ist, ist eine passgenaue Betrachtung des Sektors weniger bis nicht gegeben. Würden Unternehmensdaten der BdS verwendet, wären Passgenauigkeit und Aufwand deutlich erhöht, während die Nachvollziehbarkeit sowie die Rechts- und Planungsunsicherheit sinken würde. Eine Beeinflussbarkeit durch einzelne Unternehmen des Sektors könnte möglich sein.

Die Mehrfachproduktivität erklärt Produktivitätsveränderungen aus der Summe mehrerer verschiedener Einflussgrößen, das heißt der Output wird ins Verhältnis zu mehreren Inputfaktoren gesetzt (vgl. Abschnitt 3.2.2). Die Mehrfachproduktivität ist methodisch angelehnt an die Teilproduktivität. Daher gelten für sie die Aussagen zur Teilproduktivität gleichermaßen. Ausnahmen bilden die geringere Akzeptanz, da die Mehrfachproduktivität weniger verbreitet ist, sowie die geringere Nachvollziehbarkeit, da die Berechnung komplexer ist als bei Teilproduktivitäten.

6.4.1.2 Totale Faktorproduktivität

Die Totale Faktorproduktivität bildet die Beziehung zwischen dem gesamten Produktionsergebnis und dem gesamten Faktoreinsatz ab (vgl. Abschnitt 3.2.3). Nachfolgend wird die Totale Faktorproduktivität für Deutschland, so wie sie durch den Sachverständigenrat zur Verfügung gestellt wird, beurteilt.

Akzeptanz: Die Totale Faktorproduktivität ist eine wissenschaftlich etablierte und anerkannte Kennzahl, die auf gesamtwirtschaftlicher Ebene vom Sachverständigenrat regelmäßig veröffentlicht wird.

Nachvollziehbarkeit: Die Berechnung der Totalen Faktorproduktivität basiert auf einer Produktionsfunktion bzw. Messkonzepten und ist damit grundsätzlich deutlich anspruchsvoller als die der Teil- und Mehrfachproduktivität. Da die Kennzahl auf gesamtwirtschaftlicher Ebene durch den Sachverständigenrat berechnet und veröffentlicht wird, sind darüber hinaus keine weiteren Annahmen zu treffen. Es kann somit von einer hohen Nachvollziehbarkeit ausgegangen werden.

Daten: Die Zeitreihen zur Totalen Faktorproduktivität der Gesamtwirtschaft, berechnet durch den Sachverständigenrat, sind öffentlich zugänglich. Eine Totale Faktorproduktivität auf untergeordneter Ebene für die Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“, „Verkehr und Lagerei“ oder den Sektor der BdS berechnet der Sachverständigenrat nicht.

Eine Berechnung der Totalen Faktorproduktivität basierend auf unternehmensindividuellen Daten ist grundsätzlich möglich. In diesem Fall wären jedoch Messkonzepte heranzuziehen, so dass diese Betrachtung unter Abschnitt 6.4.2 erfolgt.

Passgenauigkeit: Sie ist in diesem Fall vergleichsweise gering, da die Totale Faktorproduktivität des Sektors der BdS auf Basis von SVR-Daten nur über die Gesamtwirtschaft approximiert werden könnte.

Robustheit: Die Totale Faktorproduktivität, berechnet durch den Sachverständigenrat, weist eine hohe Robustheit auf. Eine Beeinflussbarkeit durch einzelne BdS kann ausgeschlossen werden.

Abschließend kann somit festgehalten werden, dass die Totale Faktorproduktivität berechnet durch den Sachverständigenrat grundsätzlich als möglicher Produktivitätsfaktor für den Sektor der BdS in Betracht kommt. Die Vorgehensweise ist akzeptiert, wenig aufwendig, nachvollziehbar und frei von einzelnen Unternehmenseinflüssen, allerdings ist eine passgenaue Betrachtung des Sektors nicht gegeben.

6.4.2 Überlegungen zur Eignung von Messkonzepten für den Sektor der BdS

Im Folgenden werden Überlegungen zu der Eignung der behandelten Messkonzepte für den Sektor der BdS angestellt. Betrachtet werden der Törnqvist- und der Malmquist-Index. (vgl. Abschnitt 3.3).

6.4.2.1 Törnqvist-Index

In der Energieregulierung wurde zur Berechnung der generellen sektoralen Produktivitätsentwicklung unter anderem der Törnqvist-Index verwendet. Mithilfe des Törnqvist-Mengenindex kann aus dem Verhältnis von Output- zu Inputindex die Totale Faktorproduktivität (TFP) abgeleitet werden (vgl. Abschnitt 3.3.1).

Akzeptanz: Der Törnqvist-Index ist sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis verbreitet und allgemein akzeptiert. So verwenden diesen beispielsweise die internationalen Organisationen International Monetary Fund, International Labour Organization, Statistical Office of the European Union (Eurostat), United Nations Economic Commission for Europe, Organisation for Economic Cooperation and Development und The World Bank bei der Bestimmung der Verbraucherpreise. In ihrem entsprechenden Handbuch wird unter anderem der Törnqvist-Index als einer der bestgeeigneten Indizes aufgeführt.¹⁸⁶

Nachvollziehbarkeit: Seine Berechnung ist komplexer und anspruchsvoller als die der Produktivitätskennzahlen, jedoch immer noch vergleichsweise einfach. Auch die Vorgehensweise kann hier als transparent eingestuft werden.¹⁸⁷ Die Berechnung der Totalen Faktorproduktivität basiert auf Messkonzepten und ist damit mittelbar abhängig von den Annahmen, die im Rahmen der Messkonzepte formuliert werden. Die Rechts- und Planungssicherheit sinkt dadurch.

Daten: Für den in Abschnitt 3.3.1 berechneten Törnqvist-Indexes stehen auf gesamtwirtschaftlicher und sektoraler Ebene (Wirtschaftsbereiche „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“, „Verkehr und Lagerei“) die erforderlichen Daten der VGR für ausreichend lange Zeiträume zur Verfügung. Grundsätzlich könnten zur Berechnung des Törnqvist-Index auch unternehmensindividuelle Daten erhoben werden. Der Aufwand wäre jedoch sehr hoch, da insbesondere auch Informationen erhoben werden müssten, die eine Bestimmung der Bruttowertschöpfung und des Produktionswerts für den Sektor der BdS ermöglichen würden. Auch würde hierdurch die Rechts- und Planungssicherheit vermindert.

Passgenauigkeit: Diese ist bei der Verwendung unternehmensindividueller Daten der BdS am höchsten, innerhalb der VGR variiert sie in Abhängigkeit der verwendeten Ebene. Die größte Nähe zum Sektor der BdS

¹⁸⁶ „In Chapters 2–4 of Consumer Price Index Theory, the superlative indices Walsh, Fisher, and Törnqvist show up as being “best” in all the approaches to index number theory.“ International Monetary Fund et al. (2020), S. 3 Nr. 1.16.

¹⁸⁷ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 41.

weist der Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ auf, dann der Bereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ gefolgt von der gesamtwirtschaftlichen Ebene.

Robustheit: Eine Totale Faktorproduktivität, die wie hier mittels eines Törnqvist-Indexes auf Basis von VGR-Daten berechnet wurde, weist eine hohe Robustheit auf. Anders verhält es sich bei einer Berechnung auf Basis von Unternehmensdaten der BdS. Aufgrund der geringen Anzahl von Unternehmen (vgl. Abschnitt 6.1) könnte eine Beeinflussbarkeit einer so berechneten Totalen Faktorproduktivität bezüglich einzelner Unternehmensdaten nicht per se ausgeschlossen werden.

Abschließend kann somit festgehalten werden, dass die Totale Faktorproduktivität, die mittels eines Törnqvist-Indexes auf Basis der unterschiedlichen Datengrundlagen berechnet würde, grundsätzlich als mögliche Produktivitätsfaktoren für den Sektor der BdS in Betracht kommen. Er ist allgemein akzeptiert, im Vergleich zu den Kennzahlen ist die Methode jedoch komplexer. Dabei ist die gesamtwirtschaftliche bzw. sektorale Betrachtung basierend auf Daten der VGR weniger aufwendig, und frei von möglichen Unternehmenseinflüssen. Eine passgenaue Betrachtung des Sektors wäre jedoch nur unter Berücksichtigung der Sektordaten möglich. Diese wäre jedoch mit erheblich mehr Aufwand sowie einer möglicherweise eingeschränkten Integrität verbunden. Die Rechts- und Planungssicherheit ist im Vergleich zu den Kennzahlen vermindert und würde nochmals sinken, würden unternehmensindividuelle Daten verwendet.

6.4.2.2 Malmquist-Index

In der Entgeltregulierung des Energiesektors wird unter anderem auf den Malmquist-Index zurückgegriffen. Der Malmquist-Index leitet den Produktivitätsfortschritt aus der Veränderung von Effizienzwerten über die Zeit ab. Dabei werden die ermittelten Produktionsfunktionen verwendet, um die entsprechenden Effizienzwerte als Distanzen zwischen Inputs (Inputorientierung) oder Outputs (Outputorientierung) zu berechnen. Hierzu können beispielsweise DEA oder SFA verwendet werden (vgl. Abschnitte 3.3.2.1 und 3.3.2.2).

Akzeptanz: Der Malmquist-Index ist in Wissenschaft und Praxis weit verbreitet und allgemein akzeptiert.¹⁸⁸ Dies gilt auch für DEA und SFA als grundlegende Instrumente der Effizienzanalyse.¹⁸⁹

Nachvollziehbarkeit: Die erforderlichen DEA- bzw. SFA-Betrachtungen machen seine Berechnung deutlich komplexer und sind schwieriger nachzuvollziehen als die Berechnung der Produktivitätskennzahlen oder des Törnqvist-Indexes. Insbesondere bei SFA-Betrachtungen sind vielfach qualifizierte Annahmen zu treffen, um Einflüsse von Fehlern und Stochastik abzubilden. Damit ist die SFA komplexer als die DEA. Durch die Verwendung unternehmensindividueller Daten sowohl für die DEA als auch SFA ist der Malmquist-Index vergleichsweise intransparent, falls die zur Berechnung herangezogenen Unternehmensdaten nicht veröffentlicht werden. Die Rechts- und Planungssicherheit ist im Vergleich zu den Kennzahlen und dem Törnqvist-Index nochmals geringer.

Daten: Produktivitätsfaktoren, die mithilfe des Malmquist-Indexes ermittelt werden, basieren auf unternehmensindividuellen Daten. Um einen Produktivitätsfaktor mittels eines Malmquist-Indexes zu berechnen, sind mehrperiodige Ergebnisdaten von Vergleichsmethoden wie DEA oder SFA notwendig.

¹⁸⁸ Vgl. Grifell-Tatjé/Lovell (1995), S. 195 sowie Althin (2001), S. 107.

¹⁸⁹ Vgl. Liebe et al. (2017), S. 29 sowie Odeck (2009), S. 1007.

Hierbei ermöglicht der Malmquist-Index je nach verfügbaren und verwendeten Daten eine Ermittlung individueller und sektoraler Produktivitätsfortschritte. Für die Kalkulation werden umfangreiche Datensets mehrerer Jahre benötigt. Die Qualität der Schätzung ist neben der Qualität der Daten auch abhängig von der Anzahl der verwendeten Datensets. Um einen Produktivitätsfaktor für den Sektor der BdS mittels Malmquist-Index unter Verwendung der DEA oder SFA zu berechnen, müssten Kosten und Strukturdaten der BdS mit hoher Granularität erhoben werden. In diesem Zusammenhang müssen auch die beschriebenen betrieblichen und finanziellen Unterschiede (vgl. Abschnitt 6.1) berücksichtigt werden. Insbesondere bei der DEA ist die Qualität der Daten für die Berechnung von erheblicher Bedeutung, so dass die Datenvorbereitung von maßgeblicher Bedeutung für das Ergebnis ist. Somit ist die Verwendung des Malmquist-Index mit entsprechend hohem Aufwand verbunden und die Rechts- und Planungssicherheit entsprechend eingeschränkt.

Passgenauigkeit: Aufgrund der Verwendung unternehmensindividueller Daten der BdS ist die Passgenauigkeit hoch.

Robustheit: Der Malmquist-Index greift auf die Vorberechnungen einer Effizienzgrenzenanalyse zurück. Da sich der Produktivitätsfortschritt im Allgemeinen aus der Verschiebung der Effizienzgrenze ergibt, ist diese abhängig von den Grenzunternehmen. Aufgrund der geringen Anzahl von Unternehmen und der teils deutlichen Unterschiede (vgl. Abschnitt 6.1) könnte eine Beeinflussbarkeit durch einzelne Unternehmensdaten nicht ausgeschlossen werden.

Abschließend kann somit festgehalten werden, dass ein Malmquist-Index grundsätzlich für den Sektor der BdS berechnet werden könnte. Die hierfür erforderliche Datenerhebung ist jedoch sehr umfangreich und die Methode komplex. Auch könnte eine Beeinflussbarkeit durch einzelne Unternehmen des Sektors möglich sein. Das Risiko von Rechts- und Planungsunsicherheiten ist entsprechend hoch.

6.4.3 Überlegungen zur Eignung von Ansätzen zur Approximation des Sektors der BdS

Im Folgenden werden Überlegungen zu der Eignung der Approximationsansätze angestellt. Betrachtet werden die kombinierte Teilproduktivität und ein synthetischer Index (vgl. Abschnitt 3.4).

6.4.3.1 Kombinierte Teilproduktivität

Ein sektoraler Produktivitätsfaktor für BdS könnte auch durch eine Kombination verschiedener gewichteter Teilproduktivitäten approximiert werden (vgl. Abschnitt 3.4.1).

Akzeptanz: Ein solcher Ansatz ist in Wissenschaft und Praxis kaum verbreitet.

Nachvollziehbarkeit: Ähnlich wie die Berechnung der Teilproduktivitäten ist auch die Berechnung der Kombinationen selbiger übersichtlich. Neben der Auswahl der Teilproduktivitäten, die kombiniert werden sollen, sind die Gewichte zu bestimmen, mit denen die Teilproduktivitäten in den Gesamtwert eingehen sollen. Auch wenn die Berechnung dieser Gewichte zusätzlich zu erfolgen hat, so kann auch diese Berechnungsmethode immer noch als vergleichsweise einfach und transparent eingestuft werden. Insgesamt unterliegen somit die Auswahl der in die Berechnung einfließenden Zeitperiode, die Auswahl der einzubeziehenden Teilproduktivitäten und die Auswahl der Gewichte einem Entscheidungsprozess, der die Rechts- und Planungssicherheit leicht verringern könnte.

Daten: Zur Berechnung einer kombinierten Teilproduktivität kann auf die in Abschnitt 6.4.1.1 identifizierte Datenbasis der VGR oder auf eigens erhobene Unternehmensdaten zurückgegriffen werden. Die Gewichte werden sektorspezifisch bestimmt, um die sektorrelevanten Kostenanteile abzubilden. Mindestens die Bestimmung der Sektorgewichte erfolgt daher auf Grundlage unternehmensindividueller Daten der BdS. Werden VGR-Daten mit unternehmensindividuellen Daten zur Gewichtung kombiniert, ist die Datenverfügbarkeit leicht niedriger als bei reinen Kennzahlen. Würden ausschließlich unternehmensindividuelle Daten zur Berechnung verwendet, wäre die Datenverfügbarkeit deutlich geringer einzustufen. Auch hier gilt, dass die Rechts- und Planungssicherheit umso stärker sinkt, umso mehr unternehmensindividuelle Daten erhoben und verarbeitet werden.

Passgenauigkeit: Diese ist bei einer Kombination aus Sektorgewichten und VGR-Daten niedriger als bei einer vollständigen Erhebung von Unternehmensdaten.

Robustheit: Hinsichtlich der Integrität einer Kombination von Teilproduktivitäten gelten die in Abschnitt 6.4.1.1 formulierten Schlussfolgerungen für Teilproduktivitäten. Lediglich die Bildung der Sektorgewichte könnte sich als für eine mögliche Beeinflussung vulnerabel erweisen. Insbesondere kann auch hier bei der Verwendung unternehmensindividueller Daten eine Abhängigkeit von einzelnen Unternehmensdaten nicht ausgeschlossen werden.

Eine zusätzliche Herausforderung ergibt sich aus der Heterogenität der BdS (vgl. Abschnitt 6.1). Eine Analyse bestehender Daten (vgl. Abschnitt 3.4.1) ergab eine sehr große Streuung in Bezug auf die Höhe der untersuchten Kostendaten, die u.a. auf die sehr unterschiedlichen Geschäftsmodelle zurückzuführen ist.

Zusammenfassend wird deutlich, dass eine Kombination von Teilproduktivitäten vergleichsweise aufwendiger sein wird bezüglich der Datenerhebung. Darüber hinaus ist die Nachvollziehbarkeit durch die teilweise Verwendung nichtöffentlicher, unternehmensindividueller Daten geringerer und die Überlegungen zur Integrität gewinnen an Komplexität. Zu beachten ist der Einfluss der Heterogenität der Unternehmen auf die Sektorgewichtung sowie die Rechts- und Planungssicherheit, die neben dem Einsatz unternehmensindividueller Daten durch die Verwendung einer kaum verbreiteten Methode zusätzlich eingeschränkt sein könnte.

6.4.3.2 Synthetischer Index

Der synthetische Index, bildet die totale Faktorproduktivität eines nachgebildeten Sektors ab. Hierbei werden die für den Sektor repräsentativen Kostenstrukturen identifiziert und die daraus abgeleiteten Anteile der relevanten Kostenblöcke an den relevanten Gesamtkosten mit kostenblockspezifischen Produktivitätsfaktoren zu einem Gesamtproduktivitätsfaktor für den synthetischen Vergleichssektor verdichtet.

Akzeptanz: Ein solcher Ansatz scheint in Wissenschaft und Praxis kaum verbreitet.

Nachvollziehbarkeit: Es handelt sich um eine komplexe Vorgehensweise, die teils auf Unternehmensdaten der BdS und teils auf VGR-Daten beruht. Die Transparenz ist damit eingeschränkt. Darüber hinaus sind mehrfach qualifizierte Annahmen zu treffen, die die Höhe des Endergebnisses teilweise deutlich beeinflussen können. Die Rechts- und Planungssicherheit ist dadurch vergleichsweise geringer.

Daten: Die Berechnung eines synthetischen Index basiert auf unternehmensindividuellen Daten und Daten der VGR. Grundsätzlich bietet das statistische Bundesamt zahlreiche und langjährige Datensätze an, die zur Berechnung eines synthetischen Indexes verwendet werden können. Relevante Datenreihen für den Sektor Betreiber der Schienenwege können jedoch nur angenähert werden. Zusätzlich sind unternehmensindividuelle Daten in vergleichsweise hoher Detailtiefe zu erheben. Dies kann zu vergleichsweise deutlichen Rechts- und Planungsunsicherheiten führen.

Passgenauigkeit: Je nach Ausgestaltung des Ansatzes kann die Passgenauigkeit höher als bei Kennzahlen und dem Törnqvist-Index und niedriger als beim Malmquist-Index sein.

Robustheit: Verwendete VGR-Daten können nicht durch einzelne BdS beeinflusst werden. Bei der Verwendung unternehmensindividueller Daten kann jedoch eine Beeinflussung durch einzelne Unternehmensdaten nicht ausgeschlossen werden.

Da auch hier, wie bei der kombinierten Teilproduktivität, eine Gewichtung mittels Unternehmensdaten vorgenommen wird, ergibt sich auch hier eine zusätzliche Herausforderung bezüglich der Heterogenität der Daten.

Abschließend wird deutlich, dass die Bildung eines synthetischen Indexes durch seine Konstruktion und die vielfach zu treffenden qualitativen Annahmen sehr komplex ist. Sowohl bei der Identifizierung relevanter Tätigkeiten und Kostenkategorien sowie der Berechnung der entsprechenden Anteile bestehen subjektive Beurteilungsspielräume. Erforderliche Daten müssten in Teilen bei den Unternehmen erhoben werden. Dies kann zu vergleichsweise deutlichen Rechts- und Planungsunsicherheiten führen. Durch die teilweise Verwendung unternehmensindividueller Daten sinkt die Nachvollziehbarkeit und die Überlegungen zur Integrität gewinnen an Bedeutung.

6.5 Schlussfolgerungen zur Angemessenheit

In diesem Kapitel werden Schlussfolgerungen dahingehend gezogen, inwieweit der aktuell verwendete Produktivitätsfaktor auch weiterhin als angemessen beurteilt werden kann. Dazu wird, entlang der Ziele des § 3 ERegG, ein Korridor eröffnet, in dem sich ein angemessener Produktivitätsfaktor bewegen sollte. Gleichzeitig werden die vorangegangenen Überlegungen zur Heterogenität des Sektors, der erforderlichen Daten und zu geeigneten Berechnungsmethoden (vgl. Abschnitte 6.1 bis 6.4) einbezogen.

Gemäß § 28 Abs. 2 ERegG wird der Produktivitätsfaktor auf Grundlage der gesamtgesellschaftlichen Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis für Deutschland berechnet. Da die Angemessenheit des auf diese Weise bestimmten Produktivitätsfaktors beurteilt werden soll, werden die in Abschnitt 6.4 bewerteten Methoden diesbezüglich verglichen.

Die nachfolgende Übersicht veranschaulicht die Ergebnisse der ökonomischen Überlegungen.

Auswertungstabelle

	Diagramm- linie Nr.	Akzeptanz	Nachvoll- ziehbarkeit	Daten	Passge- nauigkeit	Robustheit
Kennzahlen						
Teilproduktivität						
<i>Gesamtwirtschaftlich</i>	1, 2, 3	★★★★★	★★★★★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Handel, Verkehr, Gastgewerbe</i>	8, 9, 10	★★★★★	★★★★★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Verkehr und Lagerei</i>	14, 15, 16	★★★★★	★★★★★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Unternehmensdaten*</i>		★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Mehrfachproduktivität						
<i>Gesamtwirtschaftlich</i>	4	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Handel, Verkehr, Gastgewerbe</i>	11	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Verkehr und Lagerei</i>	17	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Unternehmensdaten*</i>		☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Totale Faktorproduktivität (SVR)	5	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
Messkonzepte						
Törnqvist-Index (VGR)						
<i>Gesamtwirtschaftlich</i>	6	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Handel, Verkehr, Gastgewerbe</i>	12	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Verkehr und Lagerei</i>	18	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	★★★★★
<i>Unternehmensdaten*</i>		★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Malmquist-Index (DEA, SFA)		★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Sektorapproximation						
Kombinierte Teilproduktivität						
<i>Gesamtwirtschaftlich</i>	7	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★
<i>Handel, Verkehr, Gastgewerbe</i>	13	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★
<i>Verkehr und Lagerei</i>	19	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	★★★★★	☆☆☆☆★
<i>Unternehmensdaten*</i>		☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	★★★★★	☆☆☆☆★
Synthetischer Index		☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★	☆☆☆☆★

Die Anzahl der Sterne von ☆☆☆☆★ bis ★★★★★ zeigt die qualitative Einschätzung, inwiefern das entsprechende Kriterium erfüllt ist. Je höher die Anzahl ausgefüllter Sterne, umso eher ist das entsprechende Kriterium erfüllt. Die hier genannten Diagrammliniennummern beziehen sich auf Abbildung 26 bis Abbildung 29 und stellen die Verbindung zwischen den hier dargestellten Methoden und den in Abbildung 26 bis Abbildung 29 dargestellten Diagrammlinien her.

(*) Zu erhebende Unternehmensdaten

Tabelle 5: Übersicht über die Ergebnisse der ökonomischen Überlegungen.

Quelle: Bundesnetzagentur

Es wird deutlich, dass die untersuchten Methoden grundsätzlich geeignet sind, sich allerdings Unterschiede in der Ausgestaltung ergeben. Bis auf zwei Ausnahmen sind die betrachteten Ansätze in Wissenschaft und Praxis etabliert.

Die beste Annäherung an den Sektor der BdS kann erreicht werden, wenn ausschließlich oder in hohem Maße unternehmensindividuelle Daten der BdS verwendet werden. Deren Erhebung erfordert jedoch einen hohen

Aufwand. Gegebenenfalls könnte die Transparenz eingeschränkt sein, falls die verwendeten Unternehmensdaten nicht veröffentlicht werden könnten. Auch sind diese Verfahren meist komplexer und schwieriger nachzuvollziehen. Sie enthalten höhere Freiheitsgrade, deren Ausgestaltung das Ergebnis beeinflussen kann. Darüber hinaus ist es möglich, dass die Ergebnisse durch einzelne Unternehmensdaten beeinflusst werden könnten. Hieraus können sich je nach Methode teilweise deutliche Rechts- und Planungsunsicherheiten ergeben.

Transparent, vergleichsweise einfacher, mit deutlich weniger Freiheitsgraden versehen und unaufwendig in der Datenbeschaffung sind die Methoden jedoch, wenn sie ausschließlich VGR-Daten bzw. anerkannte, öffentlich verfügbare Daten verwenden. Auch sind die berechneten Ergebnisse robust. Damit ist mit diesen Vorgehensweisen eine hohe Rechts- und Planungssicherheit verbunden. Die Annäherung an den Sektor der BdS ist allerdings eingeschränkt.

Aus den Zielen des § 3 Nr. 1, 2, 3, 5 sowie gegebenenfalls 6 ERegG kann abgeleitet werden, dass ein angemessener Produktivitätsfaktor eine gewisse Höhe erreichen und gleichzeitig nicht zu hoch sein sollte. Dies ergibt sich daraus, dass ein höherer Produktivitätsfaktor insbesondere die Ziele eins, zwei und drei aus der Perspektive der Eisenbahnverkehrsunternehmen, der Endkunden und des Wettbewerbs unterstützt, während aufgrund der Ziele eins, drei, fünf sowie gegebenenfalls sechs ein aus Sicht des BdS zu hoher Produktivitätsfaktor vermieden werden sollte.

Um zu überprüfen, inwiefern der aktuell verwendete Produktivitätsfaktor auf Basis der gesamtgesellschaftlichen Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis diese Anforderung erfüllt, werden diesem nachfolgend die unterschiedlichen Produktivitätsfaktoren, die auf Basis der unterschiedlichen VGR-Daten sowie verfügbarer Unternehmensdaten berechnet werden konnten, gegenübergestellt. Es wurden rollierende Fünf-Jahres-Durchschnitte verwendet.

Die Gegenüberstellung wird vorgenommen auf den drei Ebenen Gesamtwirtschaft (Abbildung 26), Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ (Abbildung 27) und Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ (Abbildung 28). Die höchste Annäherung an den Sektor der BdS wird durch den Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ erreicht.

In jeder der nachfolgenden Abbildungen wird der aktuelle Produktivitätsfaktor als orangene, gestrichelte Linie zur Referenz geführt.

Fünf-Jahres-Durchschnitt: Gesamtwirtschaft

Indices (2000 = 100)

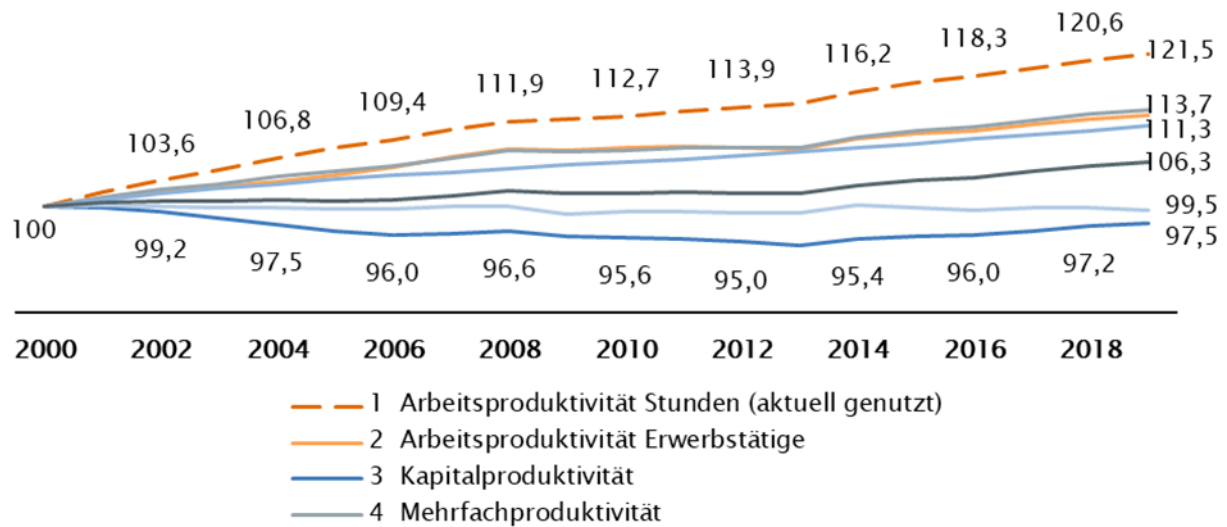


Abbildung 26: Produktivitätsentwicklung im Fünf-Jahres-Durchschnitt auf Ebene der Gesamtwirtschaft. Die hier genannten Diagrammliniennummern beziehen sich auf Tabelle 5 und stellen die Verbindung zwischen den hier dargestellten Diagrammlinien und den in Tabelle 5 dargestellten Methoden dar.

Quelle: Bundesnetzagentur

Auf gesamtgesellschaftlicher Ebene bildet der aktuelle Produktivitätsfaktor die Obergrenze des Korridors, während die Kapitalproduktivität die Untergrenze bildet. Die kombinierte Teilproduktivität sowie auch die Mehrfachproduktivität, die sich aus Arbeits- und Kapitalproduktivität zusammensetzen, liegen erwartungsgemäß dazwischen. Die beiden grauen Linien der Totalen Faktorproduktivität verdeutlichen sehr gut, wie innerhalb verschiedener Methoden unterschiedlich gesetzte Parameter zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können.

Fünf-Jahres-Durchschnitt: Handel, Verkehr, Gastgewerbe

Indices (2000 = 100)

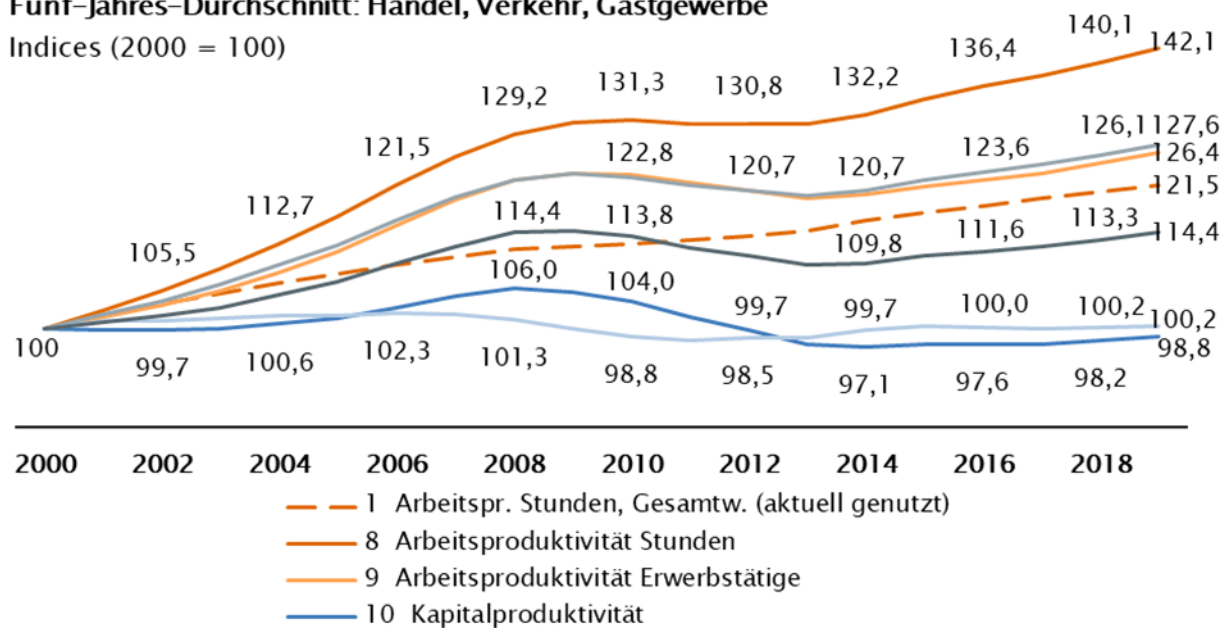


Abbildung 27: Produktivitätsentwicklung im Fünf-Jahres-Durchschnitt auf Ebene des Wirtschaftsbereiches Handel, Verkehr, Gastgewerbe.

Die hier genannten Diagrammliniennummern beziehen sich auf Tabelle 5 und stellen die Verbindung zwischen den hier dargestellten Diagrammlinien und den in Tabelle 5 dargestellten Methoden dar.

Quelle: Bundesnetzagentur

Für den etwas näher am Sektor der BdS liegenden Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ liegt der aktuelle Produktivitätsfaktor in der Mitte des Korridors. Dieser wird aufgespannt durch die Kapital- sowie die Totale Faktorproduktivität, die die Untergrenze bilden und die Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis als oberer Begrenzung. Die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigem, die Mehrfach- und kombinierte Teilproduktivität bewegen sich in der Nähe des aktuellen Produktivitätsfaktors teils etwas oberhalb, teils etwas unterhalb.

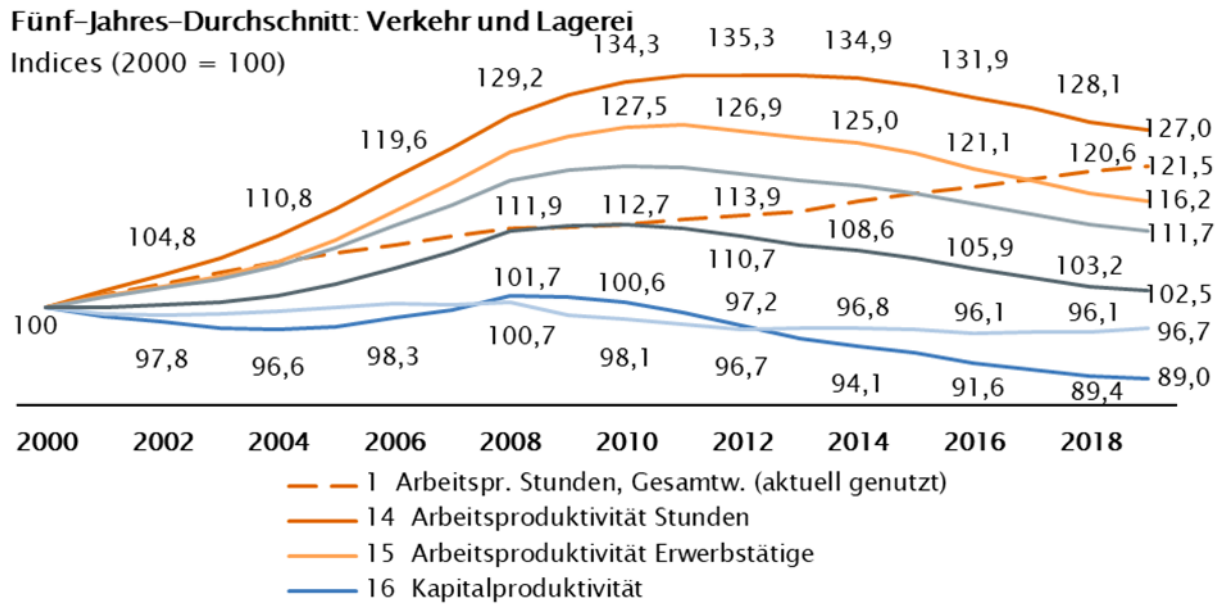


Abbildung 28: Produktivitätsentwicklung im Fünf-Jahres-Durchschnitt auf Ebene des Wirtschaftsbereiches Verkehr und Lagerei. Die hier genannten Diagrammliniennummern beziehen sich auf Tabelle 5 und stellen die Verbindung zwischen den hier dargestellten Diagrammlinien und den in Tabelle 5 dargestellten Methoden dar.

Quelle: Bundesnetzagentur

Auch für den Wirtschaftsbereich „Verkehr und Lagerei“ liegt der aktuelle Produktivitätsfaktor in der Mitte des Korridors aus Kapital- sowie Totale Faktorproduktivität als Untergrenze und der Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis als Obergrenze. Auch hier bewegen sich die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigem, die Mehrfach- und kombinierte Teilproduktivität in der Nähe des aktuellen Produktivitätsfaktors teils etwas oberhalb, teils etwas unterhalb. Anders als beim Wirtschaftsbereich „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ liegen die Mehrfach- und die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigem nicht durchgehend oberhalb des aktuellen Produktivitätsfaktors.

Durch den Vergleich wird deutlich, dass sich in den Wirtschaftsbereichen, die sich dem Sektor der BdS stärker annähern als die Gesamtwirtschaft, der aktuelle Produktivitätsfaktor in einem Korridor bewegt. Lediglich auf gesamtgesellschaftlicher Ebene bildet der aktuelle Produktivitätsfaktor die Obergrenze. Auch die Mehrfach- sowie die kombinierte Teilproduktivität bewegen sich innerhalb des aufgespannten Korridors. Beide haben jedoch gegenüber der gesamtgesellschaftlichen Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis den Nachteil, dass sie schwankender verlaufen als der aktuelle Produktivitätsfaktor und damit weniger Stetigkeit und Vorhersehbarkeit bieten. Beide alternative Methoden sind komplexer in der Durchführung und eröffnen mehr Freiheitsgrade. Dies gilt insbesondere für die Mehrfachproduktivität, die dadurch auch schwieriger nachzuvollziehen ist. Für beide gilt auch, dass sich der Durchführungsaufwand erhöht. Für die kombinierte Teilproduktivität werden zusätzlich zu den VGR-Daten unternehmensindividuelle Daten der BdS benötigt. Dies könnte sowohl die Integrität des Ergebnisses beeinflussen als auch gegebenenfalls die Transparenz einschränken, falls die verwendeten Unternehmensdaten nicht veröffentlicht werden dürften. Auch würden die beschriebenen betrieblichen und finanziellen Unterschiede der BdS Bedeutung für die Berechnung erlangen, was eine intensive Befassung erforderlich machen würde. Schließlich finden sich für diesen Ansatz in Wissenschaft und Praxis kaum Referenzen.

Der aktuelle Produktivitätsfaktor sowie auch die Mehrfach- sowie die kombinierte Teilproduktivität bewegen sich überwiegend innerhalb einer oberen Grenze, die die Ziele der Nachfrager stärker berücksichtigt und einer unteren Grenze, die die Ziele der BdS stärker unterstützt. Sie können daher als angemessen angesehen werden.

In den Abbildungen 26 bis 28 wird deutlich, dass die Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis die obere Grenze des Produktivitätsintervalls bildet, während die Untergrenze durch die Kapitalproduktivität und teilweise die für diesen Bericht durch die Bundesnetzagentur berechnete Totale Faktorproduktivität abgebildet wird.

Nachfolgende Abbildung 29 zeigt die Entwicklung des aktuellen Produktivitätsfaktor (gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis) im Vergleich mit dieser Ober- und Untergrenze für die drei Ebenen „Gesamtwirtschaft“, „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“ sowie „Verkehr und Lagerei“.

Fünf-Jahres-Durchschnitt: Maximal- und Minimalwerte

Indices (2000 = 100)

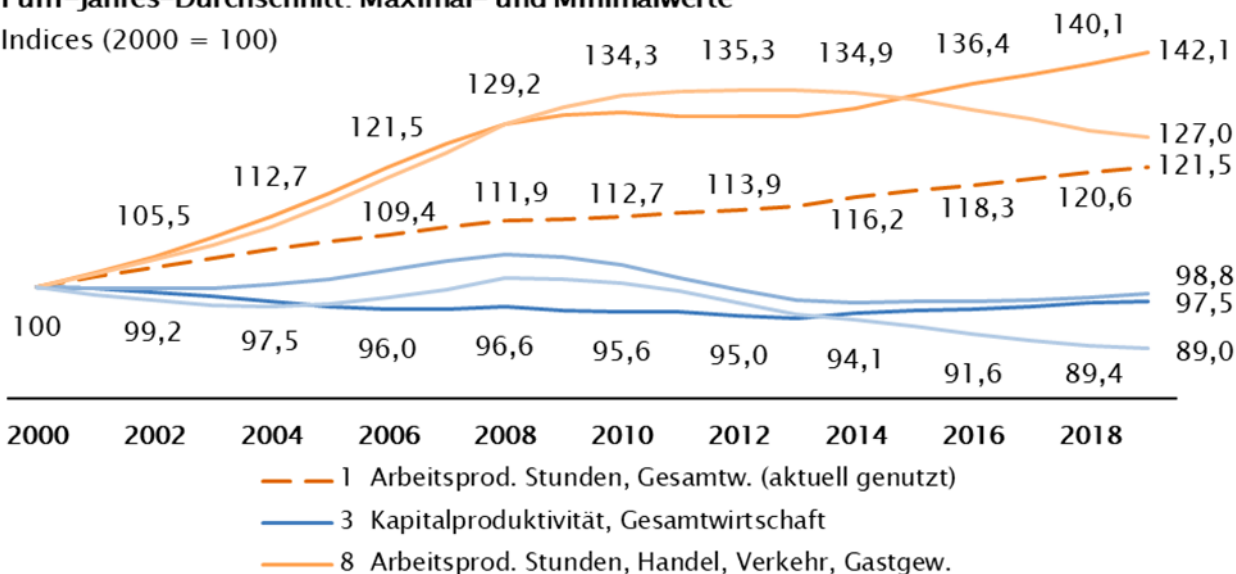


Abbildung 29: Entwicklung der maximalen und minimalen Produktivitäten auf Wirtschaftsebene im Fünf-Jahres-Durchschnitt. Die hier genannten Diagrammliniennummern beziehen sich auf Tabelle 5 und stellen die Verbindung zwischen den hier dargestellten Diagrammlinien und den in Tabelle 5 dargestellten Methoden dar.

Quelle: Bundesnetzagentur

Diese Ansicht verdeutlicht noch einmal, dass der aktuelle Produktivitätsfaktor den rechtlichen Überlegungen zu den Zielen des § 3 ERegG gerecht wird und sich innerhalb einer Bandbreite bewegt. So wird es möglich, die Belange der BdS neben den Belangen der Nutzer und Endkunden zu berücksichtigen.

Aus ökonomischer Sicht und vor dem Hintergrund der Charakteristika der BdS liegt das Manko des aktuellen Produktivitätsfaktors darin, dass die Passgenauigkeit kaum gegeben ist. Darüber hinaus bietet der aktuelle Produktivitätsfaktor jedoch deutliche Vorteile: Er ist einfach zu handhaben, transparent, nachvollziehbar, mit sehr geringem Aufwand verbunden und eine eventuelle Beeinflussbarkeit durch Unternehmensdaten des Sektors der BdS kann ausgeschlossen werden. Er bietet damit eine hohe Rechts- und Planungssicherheit.

Daher wird der aktuelle Produktivitätsfaktor auf Basis der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis weiterhin als angemessen und geeignet angesehen, im Rahmen der Entgeltregulierung gemäß § 25 Abs. 2 ERegG als Produktivitätsfaktor verwendet zu werden.

Anhang

I. Eisenbahnregulierungsgesetz (Auszug)

§ 28 Inflationsfaktor, Produktivitätsfaktor

- (1) Der Inflationsfaktor bestimmt sich nach dem Mittelwert der vom Statistischen Bundesamt ermittelten Werte für die Veränderung des Erzeugerpreisindex gewerblicher Produkte. Hierfür wird für jedes Jahr der Mittelwert der Erzeugerpreisindizes gewerblicher Produkte aus den vorausgegangenen fünf Jahren gebildet. Ist der Produktivitätsfaktor nach Absatz 2 für diese vorausgegangenen fünf Jahre noch nicht verfügbar, ist ein der Verfügbarkeit des Produktivitätsfaktors entsprechender Fünfjahreszeitraum für den Inflationsfaktor zu wählen.
- (2) Der Produktivitätsfaktor bestimmt sich nach dem Mittelwert der vorausgegangenen fünf Jahre der vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung ermittelten Werte für die Veränderung der Produktivität auf Stundenbasis für die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung für Deutschland gegenüber dem jeweiligen Vorjahr. Hierfür wird zur Bestimmung des Produktivitätsfaktors der jeweils aktuelle Jahresbericht des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zugrunde gelegt.
- (3) Fünf Jahre nach dem 2. September 2016 hat die Bundesregierung dem Deutschen Bundestag auf Grundlage eines Berichts der Regulierungsbehörde eine Stellungnahme zur Angemessenheit des Faktors nach Absatz 2 vorzulegen.

II. OGK der DB Netz AG der Netzfahrplanperioden 2018/2019 bis 2022/2023

Im Folgenden wird die Berechnung der Obergrenzen der Gesamtkosten am Beispiel der DB Netz AG für die erste Regulierungsperiode (Netzfahrplanperioden 2018/2019 bis 2022/2023) dargestellt.

Netzfahrplanperiode 2018/2019

Ausgehend von dem Ausgangsniveau der Gesamtkosten in Höhe von 5,307 Mrd. Euro wurde durch die Beschlusskammer 10 eine Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2018/2019 in Höhe von 5,299 Mrd. Euro festgesetzt.¹⁹⁰ Für die Berechnung war insbesondere die Festsetzung des Inflationsfaktors und des Produktivitätsfaktors wesentlich. Tabelle 6 stellt die Berechnung der Faktoren PI_{2019} und PF_{2019} als geometrisches Mittel über die prozentualen Veränderungen zum jeweiligen Vorjahr dar.¹⁹¹

¹⁹⁰ Vgl. Bundesnetzagentur (2017c).

¹⁹¹ Zu Einzelheiten zur Berechnung mittels des geometrischen statt des arithmetischen Mittels sowie zum berücksichtigten Zeitrahmen sei auf Bundesnetzagentur (2017c) verwiesen.

Berechnung des Inflationsfaktors und des Produktivitätsfaktors 2018/2019

	Erzeugerpreisindex			Produktivität auf Stundenbasis		
	Index	Veränderung zum Vorjahr	geometrisches Mittel (PI ₂₀₁₉)	Index	Veränderung zum Vorjahr	geometrisches Mittel (PF ₂₀₁₉)
2010	100,0			100,0		
2011	105,3	5,3 %		102,1	2,1 %	
2012	107,0	1,6 %		102,7	0,6 %	
2013	106,9	-0,1 %	0,77 %	103,5	0,8 %	0,93 %
2014	105,8	-1,0 %		103,9	0,4 %	
2015	103,9	-1,8 %		104,7	0,8 %	

Tabelle 6: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2018/2019 der DB Netz AG.

Quelle: Bundesnetzagentur (2017c), S. 8 ff. Gemäß der in Kapitel 5.1.2 genannten Formel zur Berechnung der Obergrenze der Gesamtkosten

$$OGK_t = AGK \cdot \prod_{i=1}^t (1 + PI_i - PF_i)$$

ergibt sich

$$\begin{aligned} OGK_{2019} &= AGK \cdot (1 + PI_{2019} - PF_{2019}) \\ &= 5,307 \text{ Mrd. Euro} \cdot (1 + 0,77\% - 0,93\%) \\ OGK_{2019} &= 5,299 \text{ Mrd. Euro} \end{aligned}$$

Im Rahmen des Entgeltverfahrens zum Trassenpreissystem 2018/2019 schöpfte die DB Netz AG die Obergrenze der Gesamtkosten nicht aus.¹⁹² Der durch Multiplikation der vorgesehenen Entgelte mit der Betriebsleistung des AGK-Verfahrens berechnete und als Referenzerlös bezeichnete Vergleichswert betrug, je nach Berücksichtigung der sogenannten weiteren Entgeltkomponenten, 5,091 bis 5,131 Mrd. Euro. Es verblieb somit ein Erlöspuffer in Höhe von 168 bis 208 Mio. Euro.

Netzfahrplanperiode 2019/2020

Wiederum ausgehend von dem Ausgangsniveau der Gesamtkosten in Höhe von 5,307 Mrd. Euro wurde eine Obergrenze der Gesamtkosten für die Netzfahrplanperiode 2019/2020 in Höhe von 5,240 Mrd. Euro festgesetzt.¹⁹³ Dafür wurden einerseits der Inflationsfaktor und der Produktivitätsfaktors und andererseits Auswirkungen aus einer qualifizierten Regulierungsvereinbarung berücksichtigt. Tabelle 7 stellt zunächst die Berechnung der Faktoren PI₂₀₁₉ und PI₂₀₂₀ sowie PF₂₀₁₉ und PF₂₀₂₀ als geometrische Mittel über die prozentualen Veränderungen zum jeweiligen Vorjahr dar. Im Vergleich zu Tabelle 6 ist zu beachten, dass bei

¹⁹² Vgl. Bundesnetzagentur (2018b), S. 108-110.

¹⁹³ Vgl. Bundesnetzagentur (2018c), S. 2.

der Produktivität auf Stundenbasis durch das Statistische Bundesamt eine Rückwärtsanpassung für die Jahre 2013 bis 2015 erfolgte, sodass sich PF_{2019} von 0,93 Prozent auf 0,99 Prozent erhöht.

Berechnung des Inflationsfaktors und des Produktivitätsfaktors 2019/2020

	Erzeugerpreisindex				Produktivität auf Stundenbasis			
	Index	Veränderung zum Vorjahr	geometrisches Mittel		Index	Veränderung zum Vorjahr	geometrisches Mittel	
			PI_{2019}	PI_{2020}			PF_{2019}	PF_{2020}
2010	100,0				100,0			
2011	105,3	5,3 %			102,1	2,1 %		
2012	107,0	1,6 %			102,7	0,6 %		
2013	106,9	-0,1 %	0,77 %		103,5	0,8 %	0,99 %	
2014	105,8	-1,0 %		-0,62 %	104,3	0,8 %		0,84 %
2015	103,9	-1,8 %			105,0	0,7 %		
2016	102,1	-1,7 %			106,4	1,3 %		

Tabelle 7: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2019/2020 der DB Netz AG.

Quelle: Bundesnetzagentur (2018c), S. 8 ff.

Daneben ist zu beachten, dass die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung II gemäß § 29 Abs. 5 ERegG als qualifizierte Regulierungsvereinbarung in das Verfahren eingebracht wurde. Dies hatte zur Folge, dass ein Teil des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten (AGK_{qRV}) – 1,322 Mrd. Euro – nicht dem Inflations- und Produktivitätsfaktor unterlagen, sondern unverändert in die Obergrenze der Gesamtkosten eingingen.¹⁹⁴ Nur die verbliebenen 3,985 Mrd. Euro (AGK_{nqRV}) unterlagen der gesetzlichen Anreizsetzung. Im Ergebnis ergab sich eine um 22 Mio. Euro höhere Obergrenze der Gesamtkosten als ohne Berücksichtigung der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung II.

Mathematisch stellt sich dies wie folgt dar:

$$OGK_t = AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot \prod_{i=1}^t (1 + PI_i - PF_i)$$

Hieraus ergibt sich:

$$\begin{aligned} OGK_{2020} &= AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot (1 + PI_{2019} - PF_{2019}) \cdot (1 + PI_{2020} - PF_{2020}) \\ &= 1,322 \text{ Mrd. Euro} + 3,985 \text{ Mrd. Euro} \cdot (1 + 0,77\% - 0,99\%) \cdot (1 - 0,62\% - 0,84\%) \\ OGK_{2020} &= 5,240 \text{ Mrd. Euro} \end{aligned}$$

Im Rahmen des Entgeltverfahrens zum Trassenpreissystem 2019/2020 schöpfte die DB Netz AG die Obergrenze der Gesamtkosten nicht vollständig aus.¹⁹⁵ Der Referenzerlös betrug – je nach Berücksichtigung

¹⁹⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2018c), S. 20 ff.

¹⁹⁵ Vgl. Bundesnetzagentur (2019c), S. 127-130.

der sogenannten weiteren Entgeltkomponenten – 5,174 bis 5,219 Mrd. Euro. Es verblieb somit ein Erlöspuffer in Höhe von 21 bis 66 Mio. Euro.

Netzfahrplanperiode 2020/2021

Für die Netzfahrplanperiode 2020/2021 wurde eine Obergrenze der Gesamtkosten in Höhe von 5,460 Mrd. Euro festgesetzt.¹⁹⁶ Wie bereits im Vorjahr wurden der Inflationsfaktor und der Produktivitätsfaktor sowie Auswirkungen aus qualifizierten Regulierungsvereinbarungen berücksichtigt. Tabelle 8 stellt die Berechnung der Faktoren PI_{2019} , PI_{2020} und PI_{2021} sowie PF_{2019} , PF_{2020} und PF_{2021} als geometrische Mittel über die prozentualen Veränderungen zum jeweiligen Vorjahr dar. Auch in diesem Jahr gab es Rückwärtsanpassungen. Beim Erzeugerpreisindex wurde das Wägungsschema durch das Statistische Bundesamt modifiziert. Für die Jahre 2012, 2014, 2015 und 2016 folgen jeweils leichte Anpassungen. Bei der Produktivität auf Stundenbasis wurden im Rahmen der laufenden Revision die Werte der letzten drei Jahre, 2014 bis 2016, verändert.

Berechnung des Inflationsfaktors und des Produktivitätsfaktors 2020/2021

	Erzeugerpreisindex					Produktivität auf Stundenbasis				
	Index	Veränd. z. Vj.	geometrisches Mittel			Index	Veränd. z. Vj.	geometrisches Mittel		
			PI_{2019}	PI_{2020}	PI_{2021}			PF_{2019}	PF_{2020}	PF_{2021}
2010	96,2					94,7				
2011	101,3	5,3 %				97,2	2,6 %			
2012	103,0	1,7 %				97,8	0,6 %			
2013	102,9	-0,1 %	0,78 %			98,2	0,5 %	1,10 %		
2014	101,9	-1,0 %		-0,58 %		99,2	1,1 %		0,86 %	
2015	100,0	-1,9 %			-0,37 %	100,0	0,8 %			1,01 %
2016	98,4	-1,6 %				101,4	1,4 %			
2017	101,1	2,7 %				102,8	1,3 %			

Tabelle 8: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2020/2021 der DB Netz AG.

Quelle: Bundesnetzagentur (2020a), S. 18 ff.

Wie im Vorjahr wurden qualifizierte Regulierungsvereinbarungen in das Verfahren eingebracht. Im Hinblick auf die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarungen I und II unterlag ein Teil des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten (AGK_{qRV}) – 1,492 Mrd. Euro – nicht dem Inflations- und Produktivitätsfaktor, sondern ging unverändert in die Obergrenze der Gesamtkosten ein.¹⁹⁷ Die verbliebenen 3,815 Mrd. Euro (AGK_{nqRV}) unterlagen der gesetzlichen Anreizsetzung. Zusätzlich wurde die Obergrenze der Gesamtkosten um 272 Mio. Euro (ΔqRV) erhöht, da sich aus der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung III ein gegenüber dem Ausgangsniveau der Gesamtkosten mehr als geringfügig veränderter Aufwand ergab.¹⁹⁸ Im Ergebnis führten

¹⁹⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2019d) i. V. m. Bundesnetzagentur (2020a).

¹⁹⁷ Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 25 ff.

¹⁹⁸ Vgl. Bundesnetzagentur (2020a), S. 35 ff.

die qualifizierten Regulierungsvereinbarungen zu einer um 318 Mio. Euro höheren Obergrenze der Gesamtkosten.

Mathematisch stellt sich dies wie folgt dar:

$$OGK_t = AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot \prod_{i=1}^t (1 + PI_i - PF_i) + \Delta qRV$$

Hieraus ergibt sich:

$$\begin{aligned} OGK_{2021} &= AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot (1 + PI_{2019} - PF_{2019}) \cdot (1 + PI_{2020} - PF_{2020}) \cdot (1 + PI_{2021} - PF_{2021}) \\ &\quad + \Delta qRV \\ &= 1,492 \text{ Mrd. Euro} + 3,815 \text{ Mrd. Euro} \cdot (1 + 0,78\% - 1,10\%) \cdot (1 - 0,58\% - 0,86\%) \\ &\quad \cdot (1 - 0,37\% - 1,01\%) + 0,272 \text{ Mrd. Euro} \\ OGK_{2021} &= 5,460 \text{ Mrd. Euro} \end{aligned}$$

Im Rahmen des Entgeltverfahrens zum Trassenpreissystem 2020/2021 schöpfte die DB Netz AG die Obergrenze der Gesamtkosten nicht vollständig aus.¹⁹⁹ Der Referenzerlös betrug – je nach Berücksichtigung der sogenannten weiteren Entgeltkomponenten – 5,272 bis 5,315 Mrd. Euro. Es verblieb somit ein Erlöspuffer in Höhe von 145 bis 188 Mio. Euro.

Netzfahrplanperiode 2021/2022

Für die Netzfahrplanperiode 2021/2022 wurde eine Obergrenze der Gesamtkosten in Höhe von 5,494 Mrd. Euro festgesetzt.²⁰⁰ Dabei wurden Inflationsfaktor, Produktivitätsfaktor und qualifizierte Regulierungsvereinbarungen berücksichtigt. Tabelle 9 stellt die Berechnung der Faktoren PI_{2019} bis PI_{2022} sowie PF_{2019} bis PF_{2022} als geometrische Mittel über die prozentualen Veränderungen zum jeweiligen Vorjahr dar.

¹⁹⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2020b), S. 155 ff.

²⁰⁰ Vgl. Bundesnetzagentur (2020c).

Berechnung des Inflationsfaktors und des Produktivitätsfaktors 2021/2022

	Erzeugerpreisindex						Produktivität auf Stundenbasis					
	Index	Veränd. z. Vj.	geometrisches Mittel				Index	Veränd. z. Vj.	geometrisches Mittel			
			PI ₂₀₁₉	PI ₂₀₂₀	PI ₂₀₂₁	PI ₂₀₂₂			PF ₂₀₁₉	PF ₂₀₂₀	PF ₂₀₂₁	PF ₂₀₂₂
2010	96,2						94,7					
2011	101,3	5,3 %					97,2	2,6 %				
2012	103,0	1,7 %					97,8	0,6 %				
2013	102,9	-0,1 %	0,78 %				98,2	0,5 %	1,10 %			
2014	101,9	-1,0 %		-0,58 %			99,2	1,1 %		0,86 %		
2015	100,0	-1,9 %			-0,37 %		100,0	0,8 %			1,01 %	
2016	98,4	-1,6 %				0,16 %	101,4	1,4 %				0,97 %
2017	101,1	2,7 %					102,8	1,3 %				
2018	103,7	2,6 %					103,0	0,2 %				
2019	104,8	1,1 %										

Tabelle 9: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2021/2022 der DB Netz AG.

Quelle: Bundesnetzagentur (2020c), S. 16 ff.

Qualifizierte Regulierungsvereinbarungen wurden wie in den Vorjahren berücksichtigt. Aufgrund der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarungen I und II gingen 1,492 Mrd. Euro unverändert in die Obergrenze der Gesamtkosten ein (AGK_{qRV}).²⁰¹ Der gesetzlichen Anreizsetzung unterlagen 3,815 Mrd. Euro (AGK_{nqRV}). Aufgrund der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung III wurde die Obergrenze der Gesamtkosten um 336 Mio. Euro erhöht (ΔqRV).²⁰² Im Ergebnis führten die qualifizierten Regulierungsvereinbarungen zu einer um 394 Mio. Euro höheren Obergrenze der Gesamtkosten.

Mathematisch stellt sich dies wie folgt dar:

$$OGK_t = AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot \prod_{i=1}^t (1 + PI_i - PF_i) + \Delta qRV$$

Hieraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}
 OGK_{2022} &= AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot (1 + PI_{2019} - PF_{2019}) \cdot (1 + PI_{2020} - PF_{2020}) \cdot (1 + PI_{2021} - PF_{2021}) \\
 &\quad \cdot (1 + PI_{2022} - PF_{2022}) + \Delta qRV \\
 &= 1,492 \text{ Mrd. Euro} + 3,815 \text{ Mrd. Euro} \cdot (1 + 0,78\% - 1,10\%) \cdot (1 - 0,58\% - 0,86\%) \\
 &\quad \cdot (1 - 0,37\% - 1,01\%) \cdot (1 + 0,16\% - 0,97\%) + 0,336 \text{ Mrd. Euro} \\
 OGK_{2022} &= 5,494 \text{ Mrd. Euro}
 \end{aligned}$$

Im Rahmen des Entgeltverfahrens zum Trassenpreissystem 2021/2022 schöpfte die DB Netz AG die Obergrenze der Gesamtkosten nicht vollständig aus.²⁰³ Der Referenzerlös betrug – je nach Berücksichtigung

²⁰¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2020c), S. 11 ff.

²⁰² Vgl. Bundesnetzagentur (2020c), S. 21 ff.

²⁰³ Vgl. Bundesnetzagentur (2021b), S. 156 ff.

der sogenannten weiteren Entgeltkomponenten – 5,378 bis 5,435 Mrd. Euro. Es verblieb somit ein Erlöspuffer in Höhe von 59 bis 116 Mio. Euro.

Netzfahrplanperiode 2022/2023

Für die Netzfahrplanperiode 2022/2023 wurde eine Obergrenze der Gesamtkosten in Höhe von 5,548 Mrd. Euro festgesetzt.²⁰⁴ Dabei wurden der Inflationsfaktor, der Produktivitätsfaktor und qualifizierte Regulierungsvereinbarungen berücksichtigt. Tabelle 10 stellt die Berechnung der Faktoren PI_{2019} bis PI_{2023} sowie PF_{2019} bis PF_{2023} als geometrische Mittel über die prozentualen Veränderungen zum jeweiligen Vorjahr dar.

²⁰⁴ Vgl. Bundesnetzagentur (2021c).

Berechnung des Inflationsfaktors und des Produktivitätsfaktors 2022/2023

Erzeugerpreisindex							Produktivität auf Stundenbasis							
	Index	Veränd. z. Vj.	geometrisches Mittel					Index	Veränd. z. Vj.	geometrisches Mittel				
			PI ₂₀₁₉	PI ₂₀₂₀	PI ₂₀₂₁	PI ₂₀₂₂	PI ₂₀₂₃			PF ₂₀₁₉	PF ₂₀₂₀	PF ₂₀₂₁	PF ₂₀₂₂	PF ₂₀₂₃
2010	96,2							94,9						
2011	101,3	5,3 %						97,4	2,6 %					
2012	103,0	1,7 %						98,0	0,6 %					
2013	102,9	-0,1 %	0,78 %					98,5	0,5 %	1,04 %				
2014	101,9	-1,0 %		-0,58 %				99,5	1,0 %		0,80 %			
2015	100,0	-1,9 %			-0,37 %			100,0	0,5 %			1,01 %		
2016	98,4	-1,6 %				0,16 %		101,4	1,4 %				0,93 %	
2017	101,1	2,7 %					0,56 %	103,1	1,7 %					0,71 %
2018	103,7	2,6 %						103,1	0,0 %					
2019	104,8	1,1 %						103,1	0,0 %					
2020	103,8	-1,0 %												

Tabelle 10: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2022/2023 der DB Netz AG.

Quelle: Bundesnetzagentur (2021c), S. 16 ff.

Qualifizierte Regulierungsvereinbarungen wurden wie in den Vorjahren berücksichtigt. Aufgrund der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarungen I und II gingen 1,492 Mrd. Euro unverändert in die Obergrenze der Gesamtkosten ein (AGK_{qRV}).²⁰⁵ Der gesetzlichen Anreizsetzung unterlagen 3,815 Mrd. Euro (AGK_{nqRV}). Aufgrund der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung III wurde die Obergrenze der Gesamtkosten um 390 Mio. Euro erhöht (ΔqRV).²⁰⁶ Im Ergebnis führten die qualifizierten Regulierungsvereinbarungen zu einer um 448 Mio. Euro höheren Obergrenze der Gesamtkosten.

Mathematisch stellt sich dies wie folgt dar:

$$OGK_t = AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot \prod_{i=1}^t (1 + PI_i - PF_i) + \Delta qRV$$

Hieraus ergibt sich:

$$\begin{aligned}
 OGK_{2023} &= AGK_{qRV} + AGK_{nqRV} \cdot (1 + PI_{2019} - PF_{2019}) \cdot (1 + PI_{2020} - PF_{2020}) \cdot (1 + PI_{2021} - PF_{2021}) \\
 &\quad \cdot (1 + PI_{2022} - PF_{2022}) \cdot (1 + PI_{2023} - PF_{2023}) + \Delta qRV \\
 &= 1,492 \text{ Mrd. Euro} + 3,815 \text{ Mrd. Euro} \cdot (1 + 0,78\% - 1,04\%) \cdot (1 - 0,58\% - 0,80\%) \\
 &\quad \cdot (1 - 0,37\% - 1,01\%) \cdot (1 + 0,16\% - 0,93\%) \cdot (1 + 0,56\% - 0,71\%) \\
 &\quad + 0,390 \text{ Mrd. Euro} \\
 OGK_{2023} &= 5,548 \text{ Mrd. Euro}
 \end{aligned}$$

²⁰⁵ Vgl. Bundesnetzagentur (2021c), S. 12.²⁰⁶ Vgl. Bundesnetzagentur (2021c), S. 22 ff.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der maximalen und minimalen Produktivitäten auf Wirtschaftsebene im Fünf-Jahres-Durchschnitt	8
Abbildung 2: Sektoraler Produktivitätsfortschritt auf absoluter oder relativer Ebene	16
Abbildung 3: Entwicklung der Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen.	24
Abbildung 4: Entwicklung der Arbeitsproduktivität je Arbeitsstunde	24
Abbildung 5: Entwicklung der Arbeitsproduktivität der Gesamtwirtschaft in Deutschland	25
Abbildung 6: Entwicklung der Arbeitsproduktivität des Wirtschaftsbereiches „Handel, Verkehr, Gastgewerbe“	26
Abbildung 7: Entwicklung der Arbeitsproduktivität des Wirtschaftsbereiches „Verkehr und Lagerei“	26
Abbildung 8: Entwicklung der Kapitalproduktivität	27
Abbildung 9: Entwicklung der Materialproduktivität des Wirtschaftsbereiches Verkehr und Lagerei	28
Abbildung 10: Entwicklung der Mehrfachproduktivität (Arbeit, Kapital)	30
Abbildung 11: Wachstumsbeitrag der Totalen Faktorproduktivität gemäß Sachverständigenrat	31
Abbildung 12: Totale Faktorproduktivität, Berechnung mittels des Törnqvist-Indexes	36
Abbildung 13: Schematische Darstellung der Produktivitätsermittlung mithilfe des Malmquist-Indexes	38
Abbildung 14: Schematische Darstellung der Dateneinhüllungsanalyse	42
Abbildung 15: Schematische Darstellung der Stochastischen Effizienzgrenzenanalyse	45
Abbildung 16: Box Plot zur Verteilung der prozentualen Anteile der Aufwandsarten bei Betreibern der Schienenwege	47
Abbildung 17: Entwicklung der kombinierten Teilproduktivitäten auf Basis von Arbeits- und Kapitalproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher Ebene	48
Abbildung 18: Entwicklung der kombinierten Teilproduktivitäten	49
Abbildung 19: Vorgehen bei der Berechnung des Produktivitätsfortschritts eines synthetischen Sektors	50
Abbildung 20: Jährliche Produktivitätsentwicklung	59
Abbildung 21: Schematische Darstellung der Anreizregulierung nach dem Eisenbahnregulierungsgesetz	62
Abbildung 22: Schema der Bestimmung des Ausgangsniveaus der Gesamtkosten	63
Abbildung 23: Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigenstunde	66
Abbildung 24: Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte	67
Abbildung 25: Obergrenzen der Gesamtkosten der DB Netz AG in der ersten Regulierungsperiode und qualifizierte Regulierungsvereinbarungen	68
Abbildung 26: Produktivitätsentwicklung im Fünf-Jahres-Durchschnitt auf Ebene der Gesamtwirtschaft	89

Abbildung 27: Produktivitätsentwicklung im Fünf-Jahres-Durchschnitt auf Ebene des Wirtschaftsbereiches Handel, Verkehr, Gastgewerbe.	90
Abbildung 28: Produktivitätsentwicklung im Fünf-Jahres-Durchschnitt auf Ebene des Wirtschaftsbereiches Verkehr und Lagerei.	91
Abbildung 29: Entwicklung der maximalen und minimalen Produktivitäten auf Wirtschaftsebene im Fünf- Jahres-Durchschnitt.	92

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse der ökonomischen Überlegungen.	7
Tabelle 2: Darstellung der oberen und unteren Grenzwerte, des Medians und der Quartilsverteilung der Aufwandsarten bei Betreibern der Schienenwege.	47
Tabelle 3: Anreizpfad der DB Netz AG in der ersten Regulierungsperiode.	68
Tabelle 4: Auswirkungen einer Veränderung des Produktivitätsfaktors auf den Anreizpfad der DB Netz AG in der ersten Regulierungsperiode.	70
Tabelle 5: Übersicht über die Ergebnisse der ökonomischen Überlegungen.	87
Tabelle 6: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2018/2019 der DB Netz AG.	96
Tabelle 7: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2019/2020 der DB Netz AG.	97
Tabelle 8: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2020/2021 der DB Netz AG.	98
Tabelle 9: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2021/2022 der DB Netz AG.	100
Tabelle 10: Berechnung der Faktoren für die Netzfahrplanperiode 2022/2023 der DB Netz AG.	102

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
AGK	Ausgangsniveau der Gesamtkosten
ARegV	Anreizregulierungsverordnung
BdS	Betreiber der Schienenwege
BT-Drs.	Drucksache des Deutschen Bundestages
COLS	Corrected Ordinary Least Squares
DEA	Data Envelopment Analysis
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
ERegG	Eisenbahnregulierungsgesetz
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
MI	Malmquist-Index
MOLS	Modified Ordinary Least Squares
OGK	Obergrenze der Gesamtkosten
OLS	Ordinary Least Squares
PEntgV	Post-Entgeltregulierungsverordnung
PF	Produktivitätsfaktor
PI	Preisindex
PMK	Produktionsmöglichkeitenkurve
PostG	Postgesetz
PublG	Publizitätsgesetz
QIN	Quantitative Indexnummern
qRV	qualifizierte Regulierungsvereinbarung
RIIO	Return = Incentives + Innovation + Outputs
SFA	Stochastic Frontier Analysis
SVR	Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung
TFP	Totale Faktorproduktivität
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Literaturverzeichnis

Ademmer et al. (2017)

Martin Ademmer, Frank Bickenbach, Eckhardt Bode, Jens Boysen-Hogrefe, Salomon Fiedler, Klaus-Jürgen Gern, Holger Görg, Dominik Groll, Cecilia Hornok, Nils Jannsen, Stefan Kooths, Christiane Krieger-Boden: Produktivität in Deutschland – Messbarkeit und Entwicklung. *Kieler Beiträge zur Wirtschaftspolitik* 12. Kiel: Institut für Weltwirtschaft (IfW), 2017.

Aigner et al. (1977)

Dennis Aigner, C. A. Knox Lovell, Peter Schmidt: Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. In: *Journal of Econometrics* 6 (1), 1977, S. 21-37.

Althin (2001)

Rikard Althin: Measurement of Productivity Changes: Two Malmquist Index Approaches. In: *Journal of Productivity Analysis* 16, 2001, S. 107-128.

Association of American Railroads (2001)

Association of American Railroads: Rail Cost Adjustment Factor, November 2001. Verfügbar unter: https://www.aar.org/wp-content/uploads/2018/03/Index_RCAFDDescription.pdf (letzter Abruf: 02.09.2021).

Association of American Railroads (2020)

Association of American Railroads: Factsheet on Revenue Adequacy, November 2020. Verfügbar unter: <https://www.aar.org/wp-content/uploads/2020/10/AAR-Revenue-Adequacy-Fact-Sheet.pdf> (letzter Abruf: 02.09.2021).

Bender/Stronzik (2014)

Christian M. Bender, Marcus Stronzik: Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts – Internationale Erfahrungen und Implikationen für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor. *WIK Diskussionsbeitrag* 384. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK), 2014.

Breuer/Elstner (2020)

Sebastian Breuer, Steffen Elstner: Germany's Growth Prospects against the Backdrop of Demographic Change. In: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 240 (5), 2020, S. 565-605.

Bundesnetzagentur (2006)

Bundesnetzagentur: Bericht der Bundesnetzagentur nach § 112a EnWG zur Einführung der Anreizregulierung nach § 21a EnWG. Bonn, 2006.

Bundesnetzagentur (2008)

Bundesnetzagentur: Abschlussbericht der Bundesnetzagentur zur Einführung einer Anreizregulierung im Eisenbahnsektor – revidierte Fassung. Bonn, 2008.

Bundesnetzagentur (2015a)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK5-15/012 der Beschlusskammer 5 vom 23.11.2015. Bonn, 2015.

Bundesnetzagentur (2015b)

Bundesnetzagentur: Evaluierungsbericht nach § 33 Anreizregulierungsverordnung. Bonn, 2015.

Bundesnetzagentur (2017a)

Bundesnetzagentur: Vorläufiger Beschluss BK4-17-093 der Beschlusskammer 4 vom 13.12.2017. Bonn, 2017.

Bundesnetzagentur (2017b)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-17-0001_E der Beschlusskammer 10 vom 28.06.2017. Bonn, 2017.

Bundesnetzagentur (2017c)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-17-0169_E der Beschlusskammer 10 vom 21.08.2017. Bonn, 2017.

Bundesnetzagentur (2018a)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK4-18-056 der Beschlusskammer 4 vom 28.11.2018. Bonn, 2018.

Bundesnetzagentur (2018b)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-17-0314_E der Beschlusskammer 10 vom 17.01.2018. Bonn, 2018.

Bundesnetzagentur (2018c)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-18-0004_E der Beschlusskammer 10 vom 13.08.2018. Bonn, 2018.

Bundesnetzagentur (2019a)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK5-18/003 der Beschlusskammer 5 vom 03.06.2019. Bonn, 2019.

Bundesnetzagentur (2019b)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK5-19/013 der Beschlusskammer 5 vom 12.12.2019. Bonn, 2019.

Bundesnetzagentur (2019c)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-18-0202_E der Beschlusskammer 10 vom 13.02.2019. Bonn, 2019.

Bundesnetzagentur (2019d)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-19-0031_E der Beschlusskammer 10 vom 22.07.2019. Bonn, 2019.

Bundesnetzagentur (2020a)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-20-0002_E der Beschlusskammer 10 vom 25.03.2020. Bonn, 2020.

Bundesnetzagentur (2020b)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-19-0178_E der Beschlusskammer 10 vom 31.03.2020. Bonn, 2020.

Bundesnetzagentur (2020c)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-20-0038_E der Beschlusskammer 10 vom 06.07.2020. Bonn, 2020.

Bundesnetzagentur (2021a)

Bundesnetzagentur: Marktuntersuchung Eisenbahnen 2020 (Berichtsjahr 2019). Bonn, 2021.

Bundesnetzagentur (2021b)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-20-0353_E der Beschlusskammer 10 vom 05.03.2021. Bonn, 2021.

Bundesnetzagentur (2021c)

Bundesnetzagentur: Beschluss BK10-21-0011_E der Beschlusskammer 10 vom 30.07.2021. Bonn, 2021.

Cambridge Economic Policy Associates (2018)

Cambridge Economic Policy Associates: Productivity growth in capital intensive sectors. Report for the Office of Rail and Road. London, 2018.

Cantner et al. (2007)

Uwe Cantner, Jens Krüger, Horst Hanusch: Produktivitäts- und Effizienzanalyse. Der nichtparametrische Ansatz. Berlin/Heidelberg: Springer, 2007.

Caves et al. (1982)

Douglas W. Caves, Laurits R. Christensen, W. Erwin Diewert: The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. In: *Econometrica* 50 (6), 1982, S. 1393-1414.

Charnes et al. (1978)

Abraham Charnes, William W. Cooper, Edwardo L. Rhodes: Measuring the Efficiency of Decision Making Units. In: *European Journal of Operational Research* 2 (6), 1978, S. 429-444.

Coelli et al. (1998)

Timothy J. Coelli, Dodla Sai Prasada Rao, George Edward Battese: An Introduction To Efficiency And Productivity Analysis. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers, 1998.

Coenen/Haucap (2012)

Michael Coenen, Justus Haucap: Ökonomische Grundlagen der Anreizregulierung. *DICE Ordnungspolitische Perspektiven* 35. Düsseldorf: Düsseldorf Institute for Competition Economics (DICE), 2012.

Cooper et al. (2007)

William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone: Data Envelopment Analysis – A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. 2. Auflage, New York: Springer, 2007.

DB Netz AG (2020)

DB Netz AG: Geschäftsbericht 2019. Frankfurt am Main, 2020.

Dellmann/Pedell (1994)

Klaus Dellmann, Karl Ludwig Pedell: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1994.

Deutsche Bahn AG (2021)

Deutsche Bahn AG: Integrierter Bericht 2020. Berlin, 2021.

Dewenter/Haucap (2004)

Ralf Dewenter, Justus Haucap: Die Liberalisierung der Telekommunikationsbranche in Deutschland: Bisherige Erfolge und weiterer Handlungsbedarf. In: *Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 53 (3), 2004, S. 374-393.

Dyckhoff/Gilles (2004)

Harald Dyckhoff, Roland Gilles: Messung von Effektivität und Effizienz produktiver Einheiten. In: *ZfB – Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 74 (8), 2004, S. 765-784.

E-Bridge (2014)

E-Bridge: Internationale Regulierungssysteme – Vergleich von Regulierungsansätzen und -erfahrungen. Endbericht. Bonn, 2014.

Grifell-Tatjé/Lovell (1995)

Emili Grifell-Tatjé, C. A. Knox Lovell: A Note on the Malmquist Productivity Index. In: *Economic Letters* 47, 1995, S. 169-175.

International Monetary Fund et al. (2020)

International Monetary Fund, International Labour Organization, Statistical Office of the European Union (Eurostat), United Nations Economic Commission for Europe, Organisation for Economic Cooperation and Development, The World Bank: Consumer Price Index Manual – Concepts and Methods 2020. Washington D.C., 2020.

Liebe et al. (2017)

Andrea Liebe, Stephan Schmitt, Marcus Stronzik, Matthias Wissner: Gutachten zur Bestimmung des generellen sektoralen Produktivitätsfortschritts (überarbeitete Version nach Eingang der Stellungnahmen). Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK), 2017.

Miller/Upadhyay (2000)

Stephen M. Miller, Mukti P. Upadhyay: The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity. In: *Journal of Development Economics* 63 (2), 2000, S. 399-423.

Mizutani (2019)

Fumitoshi Mizutani: Going Places: Rail Transport in Japan. *Discussion Paper Series* 2019-3. Kobe: Graduate School of Business Administration, Kobe University, 2019.

Moser/Schmid (2005)

Karl Moser, Friedrich Schmid: Beschreibende Statistik und Wirtschaftsstatistik. 2. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer, 2005.

Müller (2009)

Gernot Müller: Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor – Methodische Grundlagen und Schätzung des Produktivitätsfortschritts für den deutschen Markt. *WIK Diskussionsbeitrag* 318. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK), 2009.

Niederprüm et al. (2020)

Antonia Niederprüm, Marcus Stronzik, Matthias Wissner: Gutachten zur Ermittlung von Produktivitätsfortschrittsraten – Studie für die Bundesnetzagentur. Bad Honnef: WIK-Consult GmbH, 2020.

Odeck (2009)

James Odeck: Statistical precision of DEA and Malmquist indices: A bootstrap application to Norwegian grain producers. In: *Omega* 37 (5), 2009, S. 1007-1017.

Office of Gas and Electricity Markets (2013)

Office of Gas and Electricity Markets: Factsheet 117 – Price controls explained, March 2013. Verfügbar unter: https://www.ofgem.gov.uk/sites/default/files/docs/2013/03/price_control_explained_march13_web.pdf (letzter Abruf: 02.09.2021).

Office of Rail and Road (2021)

Office of Rail and Road: Rail networks we regulate. Verfügbar unter: <https://www.orr.gov.uk/monitoring-regulation/rail/networks> (letzter Abruf: 25.06.2021).

Sachverständigenrat (2019)

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung: Den Strukturwandel meistern. Jahresgutachten 2019/2020. Wiesbaden, 2019.

Sachverständigenrat (2020)

Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung: Corona-Krise gemeinsam bewältigen, Resilienz und Wachstum stärken. Jahresgutachten 2020/2021. Wiesbaden, 2019.

Schmitt/Stronzik (2015)

Stephan Schmitt, Marcus Stronzik: Die Rolle des generellen X-Faktors in verschiedenen Regulierungsregimen. *WIK Diskussionsbeitrag* 399. Bad Honnef: Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK), 2015.

Statistisches Bundesamt (ohne Datum a)

Statistisches Bundesamt: Thema Arbeitsmarkt – Erwerbstätige. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Glossar/erwerbstaetige.html?nn=206568> (letzter Abruf: 02.09.2021).

Statistisches Bundesamt (ohne Datum b)

Statistisches Bundesamt: Thema Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen – Bruttoanlagevermögen. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Glossar/bruttoanlagevermoegen.html> (letzter Abruf: 02.09.2021).

Statistisches Bundesamt (2008)

Statistisches Bundesamt: Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008. Mit Erläuterungen. Wiesbaden, 2008.

Statistisches Bundesamt (2011)

Statistisches Bundesamt: Klassifikationsserver der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Itemansicht H Verkehr und Lagerei. Verfügbar unter: <https://www.klassifikationsserver.de/klassService/index.jsp?variant=wz2008&item=H> (letzter Abruf: 02.09.2021).

Statistisches Bundesamt (2019)

Statistisches Bundesamt: Statistische Bibliothek – Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich – Verkehr und Lagerei – Fachserie 9 Reihe 4.1. Ausgaben 2008 bis 2018. Verfügbar unter:

https://www.destatis.de/GPStatistik/receive/DESerie_serie_00000276 (letzter Abruf: 02.09.2021).

Statistisches Bundesamt (2020)

Statistisches Bundesamt: Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich – Verkehr und Lagerei (Fachserie 9 Reihe 4.1). Ausgabe 2018. Wiesbaden, 2020.

Statistisches Bundesamt (2021a)

Statistisches Bundesamt: Genesis-Online – Die Datenbank des Statistischen Bundesamtes. Verfügbar unter:

<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online> (letzter Abruf: 02.09.2021).

Statistisches Bundesamt (2021b)

Statistisches Bundesamt: Inlandsproduktberechnung – Detaillierte Jahresergebnisse (vorläufige Ergebnisse) – Fachserie 18 Reihe 1.4. Ausgabe 2020, Rechenstand: Mai 2021. Wiesbaden, 2021.

Statistisches Bundesamt (2021c)

Statistisches Bundesamt: Preise und Preisindizes für gewerbliche Produkte (Erzeugerpreise) – Fachserie 17 Reihe 2. Rechenstand: Mai 2021. Wiesbaden, 2021.

Surface Transportation Board (ohne Datum)

Surface Transportation Board: Railroad Cost Adjustment Factor (RCAF). Verfügbar unter:

<https://prod.stb.gov/reports-data/railroad-cost-recovery-factor/> (letzter Abruf: 08.09.2021).

Surface Transportation Board (2020)

Surface Transportation Board: Railroad Cost Recovery Procedures – Productivity Adjustment, Decision – Docket No. EP 290 (Sub-No. 4), 2020.

Weyerstraß (2018)

Klaus Weyerstraß: Entwicklung, Determinanten und Bedeutung der totalen Faktorproduktivität. *Policy Brief* 38. Wien: Kompetenzzentrum Forschungsschwerpunkt Internationale Wirtschaft (FIW), 2018.

Zellner et al. (1966)

Arnold Zellner, Jan Kmenta, Jacques H. Drèze: Specification and Estimation of Cobb-Douglas Production Function Models. In: *Econometrica* 34 (4), 1966, S. 784-795.

Impressum

Herausgeber

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

Bezugsquelle | Ansprechpartner

Referat 704

Tulpenfeld 4

53113 Bonn

www.bundesnetzagentur.de

Tel. +49 228 14-0

E-Mail: info@bnetza.de

Stand

November 2021

Druck

Bundesnetzagentur

Text

Referat 702 – Technische Grundsätze der Eisenbahnregulierung, Digitalisierung im Eisenbahnbereich;
Marktbeobachtung, Statistik

Referat 704 – Ökonomische Grundsatzfragen der Eisenbahnregulierung und Verkehrswirtschaft