

Aktualisierte (Teil-) Kapitel Effizienzvergleich der Verteilernetzbetreiber Gas (4. Regulierungsperiode)

Datenstand: 19. September 2024

Frontier Economics / Müller-Kirchenbauer / Andor / Parmeter

Aktualisierung durch die Bundesnetzagentur

Wichtiger Hinweis

Die in diesem Dokument dargestellten Berechnungen wurden durch die Bundesnetzagentur durchgeführt und basieren auf der von Frontier Economics entwickelten Methodik des Hauptgutachtens. Die Berechnungen der Bundesnetzagentur verwenden dabei den Datenstand vom 19.09.2024.

4 Daten für den Effizienzvergleich

4.4 Deskriptive Datenanalyse

Im folgenden Abschnitt beschreiben wir die Analyse der Daten für den Effizienzvergleich:

- Deskriptive Statistik der Aufwandsparameter (Abschnitt 4.4.1); und
- Analyse der Strukturparameter und partieller Kennzahlen (Abschnitt 4.4.2).

4.4.1 Deskriptive Statistik der Aufwandsparameter

Für den Effizienzvergleich sind die Aufwandsparameter gemäß § 12 Abs. 4a S. 1 ARegV in nicht-standardisierter Form und gemäß §14 Abs. 2 ARegV in standardisierter Form zu verwenden.

Tabelle 2 zeigt deskriptive Statistiken der verwendeten Kostendaten.

	Totex [€]	sTotex [€]
Minimum	930629	847453
25 %-Quantil	6125289	6434994
50 %-Quantil (Median)	11440362	11869883
Durchschnitt	24062851	24762081
75 %-Quantil	25181789	26344318
Maximum	257358030	265435403
Standardabweichung	35637182	36902576

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Stichprobe RP4, 187 Netzbetreiber; Totex=Nicht-standardisierte Aufwandsparameter; sTotex=Standardisierte Aufwandsparameter

Im Vergleich zur Stichprobe der 3. Regulierungsperiode ist die Verteilung der Kostendaten grundsätzlich als vergleichbar einzustufen (Tabelle 3).

	Totex [€] RP3	Totex [€] RP4	sTotex [€] RP3	sTotex [€] RP4
Minimum	216864	930629	211575	847453
25 %-Quantil	6137564	6125289	6367254	6434994
50 %-Quantil (Median)	11200556	11440362	11683458	11869883
Durchschnitt	23414038	24062851	24346732	24762081
75 %-Quantil	26582378	25181789	26607130	26344318
Maximum	238394487	257358030	252619100	265435403
Standardabweichung	34415285	35637182	36194744	36902576

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Stichprobe RP3, 183 Netzbetreiber; RP4, 187 Netzbetreiber

4.4.2 Strukturparameter und partielle Kennzahlen

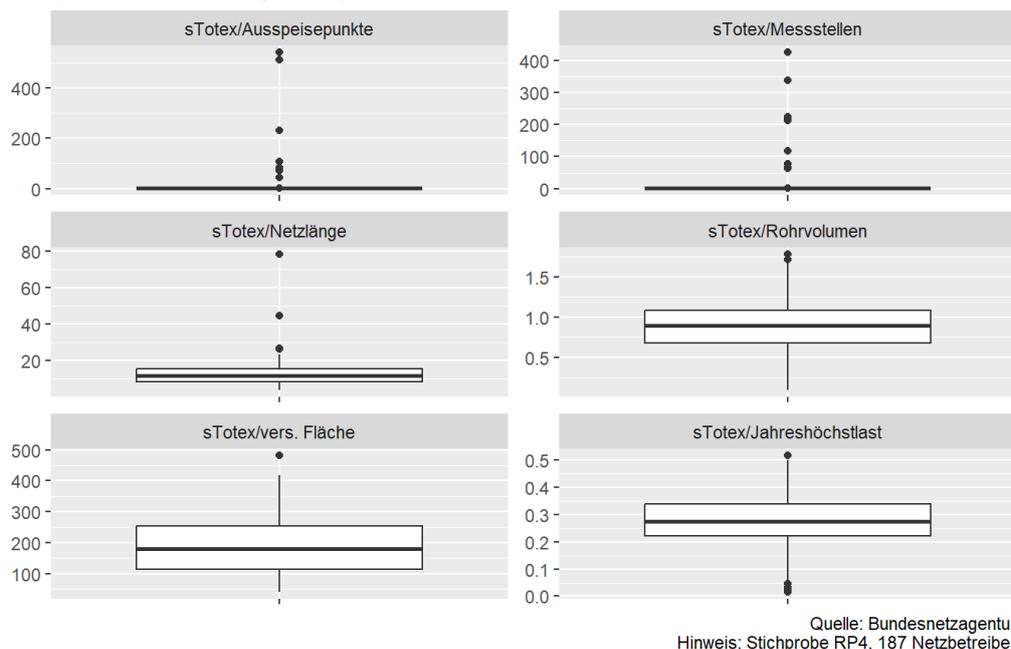
Analyse partieller Kostenkennzahlen (Unit-Cost) RP4

Die Streuung der Parameter wird im Folgenden auf Basis Input/ Output-Kennzahlen detaillierter analysiert, dabei teilen wir die standardisierten Aufwandsparameter durch:

- Anzahl der Ausspeisepunkte;
- Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen;
- Netzlänge;
- Rohrvolumen;
- Versorgte Fläche und
- Zeitgleiche Jahreshöchstlast.

Für alle Kennzahlen lassen sich extreme Merkmalsausprägungen feststellen. Diese haben insbesondere für die Kosten je zeitgleicher Jahreshöchstlast und die Kosten je Ausspeisepunkt Einfluss auf die Verteilung der zugehörigen Kennzahlen.

Abbildung 10 Partielle Kostenkennzahlen (Tsd. €/Parameter)
(Box-Whisker-Diagramm)



Durch folgende Merkmalsausprägungen fallen insb. die Netzbetreiber mit hohem regionalem Transportnetzanteil auf:

- Die standardisierten Aufwandsparameter je zeitgleicher Jahreshöchstlast liegen unterhalb des 5 %-Quantils;
- die standardisierten Aufwandsparameter je Ausspeisepunkt liegen oberhalb des 95 %-Quantils.

Diese Unternehmen haben geringere Kosten je Jahreshöchstlast als 95 % der Stichprobe und gleichzeitig höhere Kosten je Ausspeisepunkte oder Messlokationen bzw. Messstellen als 95 % der Stichprobe (Tabelle 5). Bei anderen Kennzahlen, wie zum Beispiel Kosten je Netz- bzw. Leitungslänge ist die Ausprägung weniger auffällig.

Tabelle 5 Partielle Kennzahlen für Netzbetreiber mit hohem regionalen Transportanteil (TEUR sTotex)

Name	TEUR/JHLaus	TEUR/RVtot	TEUR/APtot	TEUR/MStot	TEUR/NLtot
Creos Deutschland GmbH	0.05	0.33	83.27	426.78	21.22
Ferogas Netzgesellschaft mbH	0.05	0.22	108.20	225.49	18.24
SachsenNetzeHS. HD GmbH	0.09	0.67	43.94	65.91	26.35
EEV Energie-Ems-Vechte GmbH & Co. KG	0.03	0.22	44.60	211.86	7.46
Avacon Hochdrucknetz GmbH	0.06	0.28	71.43	78.45	16.98
Mitteldeutsche Netzgesellschaft Gas HD	0.02	0.10	542.72	339.20	26.88
KMW GT GmbH	0.03	0.78	512.38	222.77	78.37
terranets bw GmbH	0.03	0.28	232.22	116.68	44.60
schwaben netz regional gmbh	0.05	0.50	76.45	62.55	19.81
95 %-Quantile	0.43	1.46	1.07	0.77	22.40
05 %-Quantile	0.09	0.39	0.28	0.23	5.74

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Stichprobe RP4, 187 Netzbetreiber

6 Statistische Kostentreiberanalyse und Modellspezifikation

6.2 Kostentreibervorauswahl

6.2.1 Korrelationsanalysen

Die Korrelationsanalyse schätzt den Grad des Zusammenhangs zwischen zwei Variablen. Dadurch werden die Variablen identifiziert, die keine hohe positive Korrelation mit den Kostenvariablen zeigen und daher als mögliche Kostentreiber nicht relevant sind.

Eine Korrelationsanalyse berücksichtigt allerdings nur die Beziehung zwischen zwei Variablen, wodurch keine Erkenntnisse zu der gemeinsamen Erklärung der Kosten durch mehrere Parameter gewonnen werden können. Im Sinne der Kostentreibervorauswahl wird die Korrelationsanalyse daher nur als Ausgangspunkt für die Modellspezifikation verwendet.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse für die Unternehmens- und Strukturdaten sind in Anhang E.2 aufgeführt. Folgende Schlussfolgerungen können gezogen werden:

- Alle Parameterkandidaten der Priorität 1, 2 und 3 weisen eine hohe Korrelation zu den Kosten auf mit der Ausnahme des Parameters Ausspeisepunkte > 5 bar nach Auslegungsdruck. Unterschiede bezogen auf die Korrelation zwischen den Vergleichsparameterkandidaten mit nicht-standardisierten und standardisierten Aufwandsparametern sind vernachlässigbar.
- Die Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen > 5 bar und > 16 bar zeigen eine niedrige Korrelation.
- Für die gebietsstrukturellen Parameter gilt:
 - Die Gewichtung der Bodenklassen und Grabbarkeiten mit den Netzlängen zeigt einen stärkeren Zusammenhang mit den Kosten als die Gewichtung mit der Summe der Flächenangaben zu den Boden-/Grabbarkeitsklassen.
 - Die Berücksichtigung der Auswertung in der Tiefe 0-2m zeigt ähnlich hohe Korrelationen wie die Tiefe 0-1m.
 - Bei den Bodenklassen und Grabbarkeiten weist die Kombination der vorherrschenden Bodenklassen 4, 5, 6 die stärkste Korrelation auf.

Tabelle 8 Korrelation zwischen Priorität 1 Parametern und Totex bzw. sTotex		
Parameter	Korrelation mit Totex	Korrelation mit sTotex
Versorgte Fläche	86%	86%
Netzlänge	86%	86%
Rohrvolumen	90%	90%
Jahreshöchstlast	84%	84%
Ausspeisepunkte (gesamt)	92%	92%
Messlokationen bzw. Messstellen (gesamt)	94%	94%
Ausspeisepunkte > 5 bar (BD)	64%	63%

* Quelle: Bundesnetzagentur

6.3 Funktionaler Zusammenhang zwischen Kosten und Kostentreibern

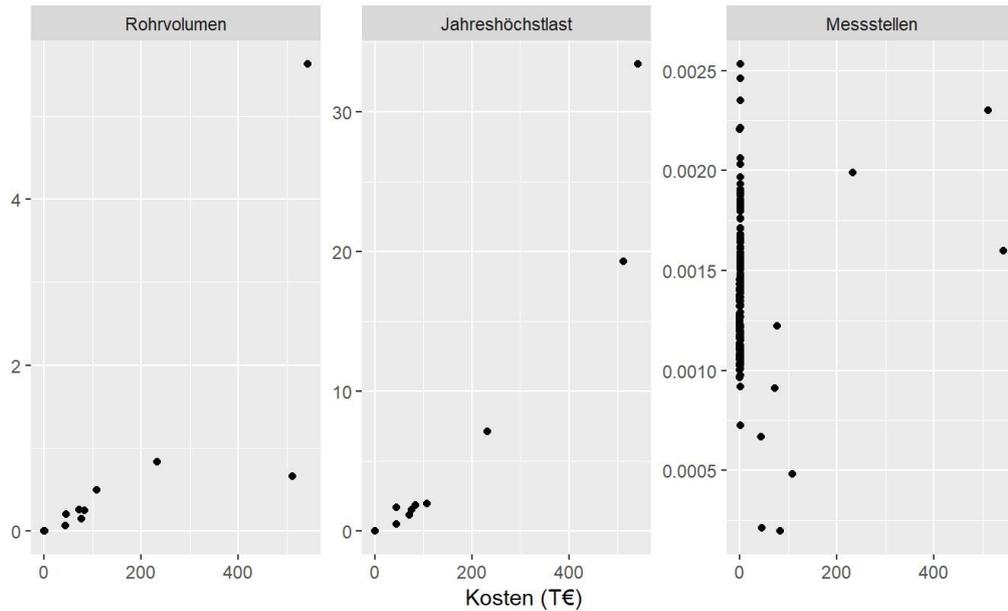
6.3.3 Empirische Überprüfung der funktionalen Form

Grafische Analyse der Datentransformation

Wir untersuchen für die normiert-lineare sowie für die logarithmierte Datentransformation in Streudiagrammen den Zusammenhang zwischen beispielhaften Kostentreibern und Kosten:

- Bei der normiert-linearen Form ist der Zusammenhang zwischen Outputs und Kosten in vielen Fällen schwach - Abbildung 17 veranschaulicht, dass in der normiert-linearen Form, hier beispielhaft für die Parameterkandidaten Rohrvolumen, Jahreshöchstlast und Messlokationen bzw. Messstellen (normiert durch die Anzahl der Ausspeisepunkte), lediglich bei der Jahreshöchstlast ein gewisser Zusammenhang zwischen Kosten und Outputs bzw. Leistungs- und Strukturparametern zu erkennen ist.

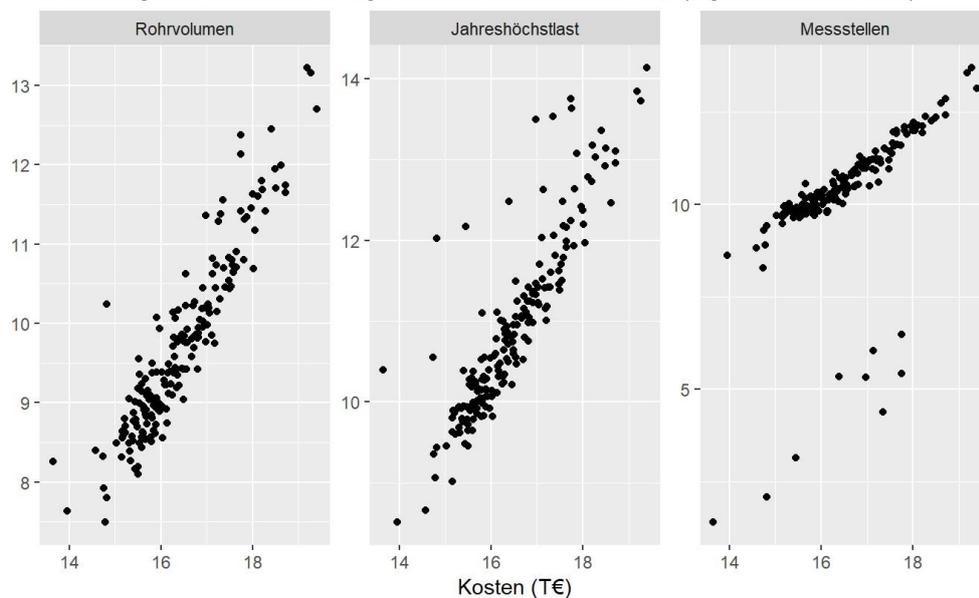
Abbildung 17 Zusammenhang Kostentreiber und Kosten (normierte Form)



Quelle: Bundesnetzagentur
 Hinweis 1: Stichprobe RP4, 187 Netzbetreiber
 Hinweis 2: Alle Größen durch Ausspeisepunkte normiert.

- Durch die Log-Transformation wird der Zusammenhang deutlicher - Durch das Logarithmieren der Kosten zeigt sich für dieselben Parameterkandidaten (Rohrvolumen, Jahreshöchstlast und Messlokationen bzw. Messstellen) ein deutlicher Zusammenhang zwischen Kosten und Kostentreibern (Abbildung 18). Am Beispiel des Vergleichs Messlokationen bzw. Messstellen und Kosten hebt sich eine Gruppe von Netzbetreibern mit hohem regionalen Transportanteil deutlich vom Rest der Stichprobe ab.

Abbildung 18 Zusammenhang Kostentreiber und Kosten (logarithmierte Form)



Quelle: Bundesnetzagentur
 Hinweis 1: Stichprobe RP4, 187 Netzbetreiber
 Hinweis 2: Alle Größen logarithmiert.

6.5 Modellspezifikation Ansatz 1: EVG3-Basis

6.5.1 Eignung des EVG3-Modells als Ausgangspunkt

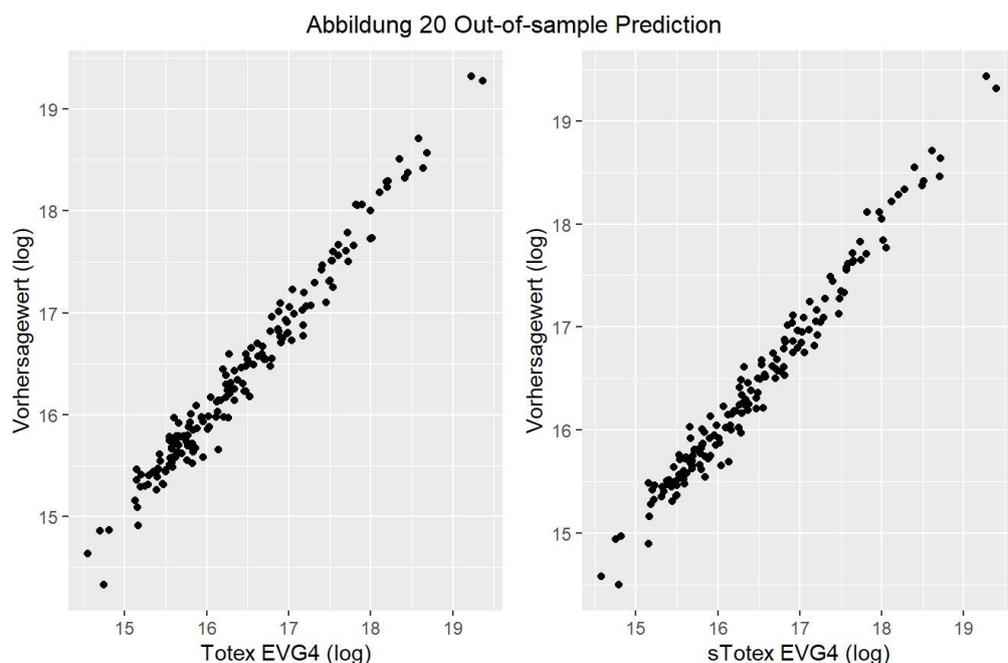
Wir überprüfen die Eignung des EVG3-Modells als Ausgangspunkt für die Modellentwicklung im EVG4 mit Hilfe einer sogenannten „Out-of-sample-prediction“. In dieser Methode werden Vorhersagewerte (prediction) für eine Stichprobe auf Basis der Schätzung einer anderen Stichprobe berechnet (Out-of-sample). Wir nutzen die Schätzung des finalen Effizienzvergleichsmodells aus dem EVG3¹, um auf Basis der aktuellen Unternehmens- und Strukturdaten die Kosten der Netzbetreiber, die am EVG4 teilnehmen, vorherzusagen.²

Tabelle 9 ändert sich nicht und wird daher nicht noch einmal abgebildet

Im Ergebnis lassen sich die Kosten der Netzbetreiber im EVG4 mit einer mittleren Genauigkeit von

- 98.34 % bei den nicht-standardisierten Aufwandparametern und von
- 98.8 % bei den standardisierten Aufwandparametern beschreiben.

Das heißt, dass der auf Basis der EVG3-Koeffizienten berechnete Vorhersagewert für die Kosten im Mittelwert um weniger als 2 % von den tatsächlichen Aufwandparametern im EVG4 abweicht.



Daraus ziehen wir die Schlussfolgerung, dass das EVG3-Modell eine sehr gute Ausgangsbasis für die Modellspezifikation im EVG4 bietet.

6.5.2 Neuschätzung des EVG3-Modells

Als nächsten Schritt führen wir eine Neuschätzung des EVG3 Modells mit den Daten des EVG4 durch und vergleichen die Schätzergebnisse. Das Modell wird wie im EVG3 als mittelwertskaliertes Translog-Modell geschätzt.

Tabelle 10.1 und 10.2 zeigen die OLS-Koeffizienten erster Ordnung, welche als Kostenelastizität eines durchschnittlichen Netzbetreibers zu interpretieren sind. Die Ergebnisse der Neuschätzung lassen sich wie folgt einordnen:

- Kostentreiber zeigen ähnliche Elastizitäten wie in EVG3 - Die Neuschätzung des EVG3-Modells zeigt, dass die Koeffizienten erster Ordnung sich in einer vergleichbaren Größenordnung bewegen, wie im EVG3 und alle ein hinreichend hohes statistisches Signifikanzniveau aufweisen:
 - Die Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen als Kostentreiber, der die Dimension „Transport von Energie zum Endkunden“ beschreibt, weist wie im EVG3 die größte Elastizität auf: Ein einprozentiger Anstieg der Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen erhöht die nicht-standardisierten Kosten eines mittleren Netzbetreibers um 0,5 %.
 - Jahreshöchstlast und Rohrvolumen weisen zweit- bzw. drittgrößte Elastizitäten auf mit ungefähr 0,2 %-Änderung der Kosten bei einem 1 %-Anstieg des Outputs.
 - Geringere Kostenelastizität ergeben sich bei der Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar und Vorherrschende Bodenklassen 456 (Tiefe 0-1m, gewichtet mit Netzlänge) mit ungefähr 0,02 und 0,1 %.

Die Summe der Koeffizienten erster Ordnung liegt, wie im EVG3 knapp über 1, was ein Hinweis auf nahezu konstante Skalenerträge im Fall eines durchschnittlichen Netzbetreibers ist und für die Plausibilität des modellierten Zusammenhangs spricht.

- Hoher Anteil der erklärten Varianz - Wie im EVG3 erklärt das Modell mit einem adjustierten R^2 von 97,5 % einen sehr hohen Anteil der Varianz in den Kostendaten.
- Ineffizienzterme in der SFA weisen ein gerade noch hinreichend hohes Signifikanzniveau auf - Das Signifikanzniveau des SFA-Ineffizienzterms liegt bei nicht-stand. Kosten bei 4,4 % und bei standardisierten Kosten bei 9,6 %.
- Schlussfolgerung - Das finale Effizienzvergleichsmodell bildet eine sehr gute Ausgangsbasis für die Modellspezifikation im EVG4. Die Neuschätzung des Modells zeigt, dass die veränderte Datenbasis der vierten Regulierungsperiode keine grundlegend anderen Modelleigenschaften hervorbringt.

Tabelle 10.1 EVG3 Modell (OLS)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
y1 RVtot	0.291	0	0.256	0
y2 JHL	0.188	0.001	0.236	0
y3 Mstotanz	0.364	0	0.367	0
y4 AP > 5bar (BD)	0.018	0.004	0.016	0.013
y5 NLv1BK456	0.131	0	0.108	0.003
Konstante	16.174	0	16.217	0
Anzahl Beobachtungen	169		168	
AIC	-135.582		-130.641	
BIC	-69.854		-65.038	
Adj. R²	0.978		0.977	
SFA-Ineffizienzterm	2.584	0.054	3.923	0.024

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: EVG3-Analyse basierend auf dem Datenstand des finalen Gutachtens

Tabelle 10.2 Neuschätzung EVG3 Modell (OLS)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
y1 RVtot	0.193	0	0.187	0
y2 JHL	0.229	0	0.194	0.002
y3 Mstotanz	0.515	0	0.508	0
y4 AP > 5bar (BD)	0.023	0.004	0.02	0.015
y5 NLv1BK456	0.098	0.003	0.141	0.011
Konstante	16.192	0	16.251	0
Anzahl Beobachtungen	173		169	
AIC	-131.565		-134.275	
BIC	-65.346		-68.547	
Adj. R ²	0.975		0.975	
SFA-Ineffizienzterm	2.895	0.044	1.71	0.096

* Quelle: Bundesnetzagentur

6.5.3 Analyse der Parameterkandidaten

Ausdehnung der Versorgungsaufgabe

Im EVG3-Modell beschreibt der Kostentreiber „Rohrvolumen“ auch die Ausdehnung des Versorgungsgebietes. Als alternative Kandidaten kommen die Parameter Versorgte Fläche und Netzlänge in Betracht.

- Versorgte Fläche: Wir testen die Berücksichtigung des Parameters Versorgte Fläche zur Abbildung der Ausdehnung des Versorgungsgebietes.
 - Ing.-wiss. Einordnung: Die Abbildung der Ausdehnung des Versorgungsgebietes erfolgt im EVG3 über das Rohrvolumen. Als Alternative mit ebenfalls sehr guter ingenieurwissenschaftlicher Eignung kommt die Versorgte Fläche in Betracht, die ebenfalls als Priorität 1 Parameter eingeordnet wurde.
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC³ und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme der Versorgten Fläche anstelle des Rohrvolumens nicht, das heißt es kommt zu einer Verschlechterung des Erklärungsgehalts des Modells.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung weist ein nicht-signifikantes negatives Vorzeichen auf.
 - Ergebnis: Die Verwendung des Parameters Versorgte Fläche anstelle des Parameters Rohrvolumen ist nicht sachgerecht, da u. a. der Koeffizient erster Ordnung nicht

signifikant von Null verschieden ist und dies zu einer (leichten) Verschlechterung des statistischen Erklärungsgehalts führen würde.

Tabelle 12 EVG3-Modell mit Versorgter Fläche (VersFl)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (VersFl)	-0.01	0.777	-0.02	0.57
ln (JHLaus)	0.404	0	0.381	0
ln (MStot)	0.563	0	0.574	0
ln (AP>5bar (BD))	0.019	0.025	0.018	0.038
ln (NLV1BK456)	0.077	0.453	0.119	0.048
Konstante	16.199	0	16.253	0
Anzahl Beobachtungen	168		169	
AIC	-116.144		-115.771	
BIC	-49.925		-50.044	
Adj. R ²	0.973		0.974	

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Netzlänge: Als Alternative zum Rohrvolumen testen wir die Berücksichtigung des Parameters Netzlänge (gesamt, inkl. HAL) zur Abbildung der Ausdehnung des Versorgungsgebietes.
 - Ing.-wiss. Einordnung: Die Abbildung der Ausdehnung des Versorgungsgebietes erfolgt im EVG3 über das Rohrvolumen. Als Alternative mit ebenfalls sehr guter ingenieurwissenschaftlicher Eignung kommt die Netzlänge in Betracht, die ebenfalls als Priorität 1 Parameter eingeordnet wird.
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC⁴ und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme der Netzlänge anstelle des Rohrvolumens nicht bzw. deuten auf eine Verschlechterung des Erklärungsgehalts des Modells hin.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters Netzlänge ist positiv und auf dem 10 %-Niveau signifikant. Durch die Aufnahme des Parameters verschlechtert sich jedoch das Signifikanzniveau des Parameters vorh. Bodenklassen 456 (Tiefe 0-1m, gewichtet mit Netzlänge), was auf die redundante Berücksichtigung der Netzlänge zurückzuführen ist.
 - Ergebnis: Eine Verwendung des Parameters Netzlänge anstelle des Parameters Rohrvolumen ist nicht sachgerecht, da dies zu nicht signifikanten Koeffizienten erster

Ordnung und zu einer (leichten) Verschlechterung des statistischen Erklärungsgehalts des Modells führen würden.

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (NLtot)	0.105	0.107	0.124	0.089
ln (JHLaus)	0.342	0	0.308	0
ln (MStot)	0.574	0	0.555	0
ln (AP>5bar (BD))	0.022	0.009	0.021	0.01
ln (NLV1BK456)	0.035	0.564	0.054	0.377
Konstante	16.165	0	16.205	0
Anzahl Beobachtungen	172		171	
AIC	-114.449		-118.538	
BIC	-48.23		-52.81	
Adj. R ²	0.972		0.972	

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Bereitstellung von Kapazität

Im EVG3-Modell beschreibt der Kostentreiber „zeitgleiche Jahreshöchstlast aller Ausspeisungen“ die Dimension der Kapazitätsbereitstellung, welche teilweise auch durch das Rohrvolumen beschrieben wird. Als alternativer Kandidat kommt der Parameter der potenziellen Jahreshöchstlast (aller Ausspeisungen) in Betracht.

- Potenzielle Jahreshöchstlast: Als Alternative zur zeitgleichen Jahreshöchstlast testen wir die Berücksichtigung des Parameters potenzielle JHL:
 - Ing.-wiss. Einordnung: Die potenzielle Jahreshöchstlast ergibt sich aus einer Skalierung der zeitgleichen Jahreshöchstlast mit dem Verhältnis aus dem Erschließungs- und dem Anschlussgrad. Damit erlaubt die Verwendung der pot. JHL die Abbildung von etwaigen Effekten des demographischen Wandels auf die Kosten der Netzbetreiber. Da im Modell mit den Parametern der Priorität 1 das Rohrvolumen und die Netzlänge (indirekt als Gewichtungparameter für die Bodenklassenanteile) enthalten sind, ist eine gesonderte Berücksichtigung des demographischen Wandels allerdings nicht erforderlich.⁵

Die Skalierung des Parameters mit dem Verhältnis aus dem Erschließungs- und dem Anschlussgrad erhöht zudem den Grad der Beeinflussbarkeit durch die Netzbetreiber:

Beide Kennzahlen berücksichtigen die Anzahl der Versorgungsobjekte, welche durch verschiedene Schätzverfahren durch die Netzbetreiber hergeleitet werden. Daher wird der Parameter aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht als Priorität 2 eingeordnet.

- Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme der potenziellen JHL anstelle des tatsächlichen JHL leicht.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters potenzielle JHL ist positiv und auf dem 1 %-Niveau signifikant. Durch die Aufnahme des Parameters verschlechtert sich jedoch das Signifikanzniveau anderer Vergleichsparameter, was die Interpretierbarkeit der Modellergebnisse erschwert. Der Vergleichsparameter AP>5bar ist nicht mehr signifikant.
- Ermittlung von Effizienzwerten: Aus statistischer Sicht kommt eine Verwendung der potenziellen Jahreshöchstlast grundsätzlich in Betracht. Daher prüfen wir ergänzend das Kriterium der Signifikanz der Effizienzwerte und damit die Interpretierbarkeit der Ineffizienzen: Bei beiden Kostenarten liegt das Signifikanzniveau der SFA-Ineffizienzterme > 10 %.
- Ergebnis: Die Verwendung der potenziellen JHL anstelle der zeitgleichen JHL ist nicht sachgerecht, da der Parameter aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht als nachrangig anzusehen ist. Zudem erlaubt dieses Modell keine statistisch hinreichend verlässliche Ermittlung von individuellen Effizienzwerten.

Tabelle 14 EVG3-Modell mit potenzieller Jahreshöchstlast (potJHLaus)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.149	0.001	0.16	0
ln (potJHLaus)	0.302	0	0.285	0
ln (MStot)	0.515	0	0.523	0
ln (AP>5bar (BD))	0.01	0.196	0.009	0.213
ln (NLV1BK456)	0.065	0.053	0.064	0.057
Konstante	16.27	0	16.297	0
Anzahl Beobachtungen	171		171	
AIC	-144.035		-146.553	
BIC	-77.816		-80.825	
Adj. R²	0.977		0.976	
SFA-Ineffizienzterm	0.442	0.253	0.143	0.353

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Verteilung von Energie zum Kunden

Im EVG3-Modell beschreibt der Kostentreiber „Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen“ die Dimension der Verteilung von Energie zum Endkunden. Als alternative Kandidaten kommen die Parameter Ausspeisepunkte (gesamt), potenzielle Ausspeisepunkte, Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen < 5 bar, Anzahl der Ausspeisepunkte < 5 bar in Betracht.

- Anzahl der Ausspeisepunkte: Als Alternative zur Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen testen wir die Berücksichtigung des Parameters Anzahl der Ausspeisepunkte (gesamt):
 - Ing.-wiss. Einordnung: Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht eignet sich der Vergleichsparameter Anzahl der Ausspeisepunkte sehr gut, die Versorgung von Endkunden zu beschreiben (Priorität 1).
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme der Ausspeisepunkte anstelle der Messstellen nicht, der Erklärungsgehalt des Modells sinkt.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters ist positiv und auf dem 1 %-Niveau signifikant. Durch die Aufnahme des Parameters verschlechtert sich jedoch das Signifikanzniveau anderer Vergleichsparameter, was die Interpretierbarkeit der Modellergebnisse erschwert. Der Vergleichsparameter NLV1BK456 und AP>5BAR (BD) (bei Totex) ist nicht mehr signifikant.
 - Ergebnis: Die Verwendung der Ausspeisepunkte anstelle der Messlokationen bzw. Messstellen ist nicht sachgerecht.

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.265	0	0.276	0
ln (JHLaus)	0.404	0	0.383	0
ln (APtot)	0.359	0	0.364	0
ln (AP>5bar (BD))	0.014	0.103	0.015	0.076
ln (NLV1BK456)	-0.023	0.693	-0.024	0.679
Konstante	16.316	0	16.337	0
Anzahl Beobachtungen	174		173	
AIC	-66.963		-75.958	
BIC	-0.744		-10.23	
Adj. R²	0.97		0.969	

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Anzahl potenzieller Ausspeisepunkte: Als Alternative zur Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen testen wir die Berücksichtigung des Parameters Anzahl der potenziellen Ausspeisepunkte (gesamt):
 - Ing.-wiss. Einordnung: Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht eignet sich der Vergleichsparameter Anzahl der potenziellen Ausspeisepunkte weniger gut, die Versorgung von Endkunden zu beschreiben, da, wie bei der potenziellen Jahreshöchstlast, die Beeinflussbarkeit durch die Netzbetreiber als höher einzuschätzen ist als bei den Ausspeisepunkten (gesamt) oder der Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen (Priorität 1).
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R^2 verbessert sich durch die Aufnahme der potenziellen Ausspeisepunkte anstelle der Messstellen nicht, der Erklärungsgehalt des Modells sinkt.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters ist positiv und auf dem 1 %-Niveau signifikant. Durch die Aufnahme des Parameters verschlechtert sich jedoch das Signifikanzniveau anderer Vergleichsparameter, was die Interpretierbarkeit der Modellergebnisse erschwert. Mindestens zwei Vergleichsparameter sind nicht mehr signifikant.
 - Ergebnis: Die Verwendung der potenziellen Ausspeisepunkte anstelle der Messlokationen bzw. Messstellen ist nicht sachgerecht.

Tabelle 16 EVG3-Modell mit potenziellen Ausspeisepunkten (APtot)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.287	0	0.3	0
ln (JHLaus)	0.244	0.022	0.168	0.165
ln (APpot)	0.259	0	0.266	0
ln (AP>5bar (BD))	0.009	0.398	0.015	0.218
ln (NLV1BK456)	0.003	0.946	-0.026	0.62
Konstante	16.002	0	16.017	0
Anzahl Beobachtungen	175		174	
AIC	-64.988		-78.248	
BIC	1.231		-12.52	
Adj. R²	0.966		0.965	

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Anzahl Ausspeisepunkte < 5 bar: Als Alternative zur Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen testen wir die Berücksichtigung des Parameters Anzahl Ausspeisepunkte < 5 bar:

- Ing.-wiss. Einordnung: Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht eignet sich der Vergleichsparameter Anzahl der Ausspeisepunkte < 5 bar gut, die Versorgung von Endkunden zu beschreiben. Wir verwenden, wie bei den Ausspeisepunkten > 5 bar, die Abgrenzung der Druckstufen anhand des Betriebsdrucks.
- Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme der Ausspeisepunkte < 5 bar (BD) anstelle der Messstellen nicht, der Erklärungsgehalt des Modells sinkt.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters ist positiv und auf dem 5 %-Niveau signifikant. Durch die Aufnahme des Parameters verschlechtert sich jedoch das Signifikanzniveau anderer Vergleichsparameter, was die Interpretierbarkeit der Modellergebnisse erschwert. Zwei Vergleichsparameter sind nicht mehr signifikant.
- Ergebnis: Die Verwendung der Ausspeisepunkte < 5 bar anstelle der Messlokationen bzw. Messstellen ist nicht sachgerecht.

Tabelle 17 EVG3-Modell mit Ausspeisepunkte < 5 bar (AP<5bar)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.557	0	0.354	0.093
ln (JHLaus)	0.056	0.777	-0.153	0.498
ln (AP<5bar (BD))	0.353	0	0.928	0.024
ln (AP>5bar (BD))	0.027	0.022	0.029	0.01
ln (NLV1BK456)	-0.08	0.594	-0.163	0.317
Konstante	15.986	0	15.672	0
Anzahl Beobachtungen	170		169	
AIC	-62.088		-76.209	
BIC	4.132		-10.481	
Adj. R²	0.968		0.97	

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Anzahl Messlokationen bzw. Messstellen < 5 bar: Als Alternative zur Anzahl der Messstellen testen wir die Berücksichtigung des Parameters Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen < 5 bar:
 - Ing.-wiss. Einordnung: Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht eignet sich der Vergleichsparameter Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen < 5 bar grundsätzlich, die Versorgung von Endkunden zu beschreiben. Die Einordnung erfolgt in Priorität 2, da die Druckstufentrennung im Fall der Messlokationen bzw. Messstellen lediglich auf Basis

des Auslegungsdrucks erfolgen kann.

- Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme des Parameters anstelle der Messstellen leicht.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters Netzlänge ist positiv und auf dem 1 %-Niveau signifikant. Durch die Aufnahme des Parameters verschlechtert sich jedoch das Signifikanzniveau anderer Vergleichsparameter, was die Interpretierbarkeit der Modellergebnisse erschwert.
- Ermittlung von Effizienzwerten: Aus statistischer Sicht kommt eine Verwendung der Messlokationen bzw. Messstellen < 5 bar grundsätzlich in Betracht. Daher prüfen wir ergänzend das Kriterium der Signifikanz der Effizienzwerte und damit die Interpretierbarkeit der Ineffizienzen: Bei einer Kostenart liegt das Signifikanzniveau der SFA-Ineffizienzterme > 10 %.
- Ergebnis: Die Verwendung der Messlokationen bzw. Messstellen < 5 bar anstelle der Messlokationen bzw. Messstellen ist aufgrund der fehlenden Interpretierbarkeit der Ineffizienzen nicht sachgerecht.

Tabelle 18 EVG3-Modell mit Messlokationen bzw. Messstellen < 5 bar (MS<5bar)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.246	0	0.207	0.001
ln (potJHLaus)	0.244	0.006	0.239	0.006
ln (MS<5bar)	0.387	0	0.413	0
ln (AP>5bar (BD))	0.016	0.069	0.015	0.089
ln (NLV1BK456)	0.094	0.338	0.14	0.147
Konstante	16.021	0	16.031	0
Anzahl Beobachtungen	172		173	
AIC	-132.478		-146.529	
BIC	-66.259		-80.801	
Adj. R²	0.976		0.977	
SFA-Ineffizienzterm	0.546	0.23	0.184	0.334

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Transport von Energie in Hochdrucknetzen

Die Dimension „Transport von Energie in Hochdrucknetzen“ ist im Rahmen des EVG4 neu eingeführt worden. Im Rahmen des EVG3 wurde sie implizit durch den Kostentreiber Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar abgebildet. Als alternative Kandidaten kommen die Parameter Ausspeisepunkte > 5 bar nach Auslegungsdruck, Anzahl der Ausspeisepunkte > 16 bar (Betriebsdruck), die Netzlänge oder das Rohrvolumen > 5 bar (jeweils ergänzend zum Rohrvolumen oder als Druckstufentrennung). Darüber hinaus testen wir die Eignung des Parameters Ausspeisepunkte > 5 bar inkl. der Ausspeisepunkte an eigene Netze und Anlagen.

- Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (Auslegungsdruck): Als Alternative zur Anzahl der AP > 5 bar (BD) testen wir die Abgrenzung nach Auslegungsdruck:
 - Ing.-wiss. Einordnung: Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht sind Parameter, deren Druckstufentrennung auf dem Konzept des Auslegungsdrucks beruht, nachrangig zur Trennung anhand des Betriebsdrucks zu sehen. Daher ordnen wir sie der Priorität 2 zu.
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme der Ausspeisepunkte > 5 bar (AD) nicht. AIC/BIC fallen geringfügig schlechter aus.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters ist positiv und auf dem 1 %-Niveau signifikant. Das Signifikanzniveau der übrigen Vergleichsparameter bleibt unverändert.
 - Ergebnis: Die Verwendung der Ausspeisepunkte > 5 bar nach Auslegungsdruck anstelle des Betriebsdrucks ist nicht sachgerecht.

Tabelle 19 EVG3-Modell mit Ausspeisepunkte > 5 bar (AP>5bar)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.185	0	0.182	0
ln (JHLaus)	0.254	0	0.19	0.001
ln (MStot)	0.497	0	0.501	0
ln (AP>5bar (AD))	0.024	0	0.024	0
ln (NLV1BK456)	0.104	0.002	0.164	0.002
Konstante	16.235	0	16.263	0
Anzahl Beobachtungen	173		170	
AIC	-126.291		-130.124	
BIC	-60.072		-64.396	
Adj. R²	0.975		0.976	

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Anzahl der Ausspeisepunkte > 16 bar (Betriebsdruck): Als Alternative zur Anzahl der AP > 5 bar (BD) testen wir die Anzahl der AP > 16 bar (BD):
 - Ing.-wiss. Einordnung: Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht eignet sich der Parameter AP > 16 bar gut, die kostentreibende Wirkung des Energietransports in Hochdrucknetzen zu beschreiben. Im Gegensatz zur Abgrenzung > 5 bar berücksichtigt er jedoch die Druckstufe HD1 nicht. Bei den Ausspeisepunkten > 16 bar weichen die Angaben nach Auslegungsdruck oder Betriebsdruck weniger stark voneinander ab als bei der Druckstufe > 5 bar. Daher betrachten wir hier nur die Abgrenzung nach Betriebsdruck.
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R^2 verbessern sich durch die Aufnahme der Ausspeisepunkte > 16 bar (BD) nicht.

- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters ist negativ und damit nicht interpretierbar; der Koeffizient ist mindestens auf dem 5 %-Niveau signifikant.
- Ergebnis: Die Verwendung der AP > 16 bar anstelle der AP > 5 bar ist nicht sachgerecht.

Tabelle 20 EVG3-Modell mit Ausspeisepunkten (AP>16bar)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.141	0.016	0.154	0.005
ln (JHLaus)	0.275	0	0.316	0
ln (MStot)	0.43	0	0.43	0
ln (AP>16bar (BD))	-0.012	0.018	-0.013	0.005
ln (NLV1BK456)	0.179	0.009	0.135	0.001
Konstante	15.975	0	16.022	0
Anzahl Beobachtungen	172		172	
AIC	-123.888		-133.442	
BIC	-57.669		-67.714	
Adj. R²	0.974		0.973	

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Netzlänge > 5 bar - Alternativ zu der Abbildung über die Anzahl der Ausspeisepunkte oder Messlokationen bzw. Messstellen ist eine Berücksichtigung des Gastransports im Hochdruckbereich über die Netzlänge denkbar. Daher testen wir die Berücksichtigung Netzlänge anstelle der Ausspeisepunkte > 5 bar in den folgenden Kombinationen:
 - NL > 5 bar anstelle der Ausspeisepunkte > 5 bar, zusätzlich zum Rohrvolumen (Tabelle 21);
 - NL > 5 bar anstelle der Ausspeisepunkte > 5 bar, Netzlänge ≤ 5 bar anstelle des Rohrvolumens (Tabelle 22);

Nachfolgend beschreiben wir die Ergebnisse für die zwei Möglichkeiten.

- Ing-wiss. Einordnung: Die Information der Netzlänge findet bereits über den Parameter Rohrvolumen und die Gewichtung der Bodenklassen Eingang in das Modell. Aus ing.-wiss. Sicht eignen sich die Ausspeisepunkte > 5 bar besser, die Transportaufgabe im Hochdruckbereich zu beschreiben, als die Netzlänge (daher erfolgte die Einordnung in höherer Priorität).

- Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R² verbessert sich durch die Aufnahme der Netzlänge > 5 bar nicht, der Erklärungsgehalt des Modells sinkt.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient der Netzlänge > 5 bar ist in keiner der getesteten Kombinationen für sich genommen signifikant. Zudem ergeben sich Rückwirkungen auf die Koeffizienten anderer Parameter. Berücksichtigt man ihn gemeinsam mit Netzlänge kleiner gleich 5 bar, steigt das Signifikanzniveau auf 5 % an.
- Ergebnis: Aus ingenieurwissenschaftlicher und statistischer Sicht ist die Verwendung der Ausspeisepunkte > 5 bar der Netzlänge > 5 bar vorzuziehen.

Tabelle 21 EVG3-Modell mit Netzlänge > 5 bar

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.182	0	0.179	0
ln (JHLaus)	0.243	0	0.236	0
ln (MStot)	0.488	0	0.503	0
ln (NL>5bar)	0.013	0.167	0.01	0.323
ln (NLV1BK456)	0.121	0.001	0.13	0
Konstante	16.312	0	16.35	0
Anzahl Beobachtungen	175		173	
AIC	-116.593		-121.303	
BIC	-50.373		-55.575	
Adj. R²	0.973		0.973	

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Tabelle 22 EVG3-Modell mit Netzlänge > 5 bar und Netzlänge <= 5 bar				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (NL<=5bar)	0.046	0.22	0.032	0.396
ln (JHLaus)	0.331	0	0.302	0
ln (MStot)	0.642	0	0.637	0
ln (NL>5bar)	0.029	0.013	0.026	0.026
ln (NLV1BK456)	-0.001	0.993	0.051	0.58
Konstante	16.182	0	16.234	0
Anzahl Beobachtungen	176		175	
AIC	-105.337		-106.343	
BIC	-39.118		-40.615	
Adj. R ²	0.972		0.972	

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Rohrvolumen > 5 bar - Alternativ zur Trennung der Netzlänge in Druckstufen betrachten wir auch die Trennung des Rohrvolumens:
 - Rohrvolumen > 5 bar anstelle der Ausspeisepunkte > 5 bar, zusätzlich zum Rohrvolumen (Tabelle 23);
 - Rohrvolumen > 5 bar anstelle der Ausspeisepunkte > 5 bar, Rohrvolumen <= 5 bar anstelle des Rohrvolumens (Tabelle 24);

Nachfolgend beschreiben wir die Ergebnisse für die zwei Möglichkeiten.

- Ing.-wiss. Einordnung: Aus ing.-wiss. Sicht eignen sich die Ausspeisepunkte > 5 bar besser, die Transportaufgabe im Hochdruckbereich zu beschreiben, als die Netzlänge oder das Rohrvolumen (daher erfolgte die Einordnung in höherer Priorität).
- Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC⁷ und dem adj. R² verbessern sich durch die Trennung des Rohrvolumens nicht, der Erklärungsgehalt des Modells sinkt.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient des Rohrvolumens > 5 bar ist für sich genommen nicht signifikant.
- Ergebnis: Aus ingenieurwissenschaftlicher und statistischer Sicht ist die Verwendung der Ausspeisepunkte > 5 bar dem Rohrvolumen > 5 bar vorzuziehen.

Tabelle 23 EVG3-Modell mit Rohrvolumen > 5 bar

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.188	0.001	0.194	0
ln (JHLaus)	0.236	0	0.227	0
ln (MStot)	0.461	0	0.473	0
ln (RV>5bar)	0.002	0.852	-0.001	0.931
ln (NLV1BK456)	0.156	0.002	0.154	0.002
Konstante	16.355	0	16.396	0
Anzahl Beobachtungen	173		173	
AIC	-114.797		-121.578	
BIC	-48.578		-55.851	
Adj. R²	0.973		0.973	

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Tabelle 24 EVG3-Modell mit Rohrvolumen > 5 bar und Rohrvolumen <= 5 bar

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RV<=5bar)	-0.001	0.996	0	0.997
ln (JHLaus)	0.334	0.025	0.333	0.028
ln (MStot)	0.577	0	0.564	0
ln (RV>5bar)	0.014	0.206	0.012	0.291
ln (NLV1BK456)	0.155	0.111	0.158	0.105
Konstante	16.17	0	16.213	0
Anzahl Beobachtungen	171		169	
AIC	-110.2		-111.247	
BIC	-43.98		-45.519	
Adj. R²	0.973		0.973	

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

- Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (Betriebsdruck) inkl. eigener Ausspeisepunkte: Die Berücksichtigung der Ausspeisepunkte an eigene Netze und Anlage im Druckbereich > 5 bar ordnen wir aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht als eindeutig nachrangig ein, da hier eine große Beeinflussbarkeit durch den Netzbetreiber besteht (siehe Abschnitt 5.6.5). Nachfolgend testen wir dennoch, ob ein Modell, welches die internen Ausspeisepunkte > 5 bar (BD) berücksichtigt, aus rein statistischer Perspektive in Erwägung herangezogen werden könnte.
 - Ing.-wiss. Einordnung: Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht ist die Verwendung der internen Ausspeisepunkte aufgrund der hohen Beeinflussbarkeit durch die Netzbetreiber in Hinblick auf Konzipierung der eigenen Netze abzulehnen.
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R² verbessert sich durch die Berücksichtigung der internen Ausspeisepunkte nicht.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters ist positiv und auf dem 5 bzw. 10 %-Niveau signifikant. Das Signifikanzniveau der übrigen Vergleichsparameter bleibt unverändert.
 - Ergebnis: Die Verwendung der Ausspeisepunkte > 5 bar (BD) inkl. interner Ausspeisepunkte ist aus den oben beschriebenen Gründen der Beeinflussbarkeit durch die Netzbetreiber nicht sachgerecht. Zudem führt die Berücksichtigung auch aus statistischer Sicht nicht zu einer Verbesserung der Modellgüte.

Tabelle 25 EVG3-Modell mit Ausspeisepunkten (BD) > 5 bar inkl. interne AP				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.179	0	0.178	0.001
ln (JHLaus)	0.273	0	0.274	0
ln (MStot)	0.479	0	0.49	0
ln (AP>5bar (BD) inkl. interne AP)	0.018	0.047	0.016	0.064
ln (NLV1BK456)	0.108	0.003	0.1	0.023
Konstante	16.268	0	16.298	0
Anzahl Beobachtungen	173		171	
AIC	-125.554		-128.28	
BIC	-59.335		-62.552	
Adj. R ²	0.974		0.973	

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Geologische Besonderheit

Gemäß den ingenieurwissenschaftlichen Überlegungen ist die geologische Beschaffenheit der Böden ein möglicher wesentlicher Kostentreiber für Gasverteilernetzbetreiber. Im EVG3 bildet der Kostentreiber „Vorherrschende Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-1m, gewichtet mit Netzlänge)“ diese Dimension ab.

Wir testen die folgenden Anpassungen des Modells

- Berücksichtigung der Grabbarkeiten (5),6,7 oder der Bodenklassen 5,6;
- Berücksichtigung der maximalen Anteile anstelle der vorherrschenden Anteile;
- Berücksichtigung der Anteile in einer Tiefe 0-2m anstelle der Tiefe 0-1m.

Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht kommen insbesondere den Bodenklassen 4, 5 und 6 bzw. den Grabbarkeiten 5, 6 und 7 eine kostentreibende Wirkung zu. Gleichmaßen ist es aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht sinnvoller, auf vorherrschende als auf maximale Bodenklassen bzw. Grabbarkeiten abzustellen.

Gegenüber dem EVG3 ermitteln wir die Anteile auch unter Berücksichtigung der Tiefe 1 - 2 m, d. h. in der Tiefe 0-2 m.

Gasleitungsverlegetiefen können in Abhängigkeit von der örtlichen Situation wie z. B. Höhenzwangspunkte durch kreuzende Fremdleitungen, zukünftige Bodeneingriffe durch Ackerbau etc. deutlich schwanken. Sie dürfen nach DVGW-Regelwerk eine Überdeckung von 0,5 m nicht unterschreiten,

sollen allerdings auch nicht mehr als 2,0 m überdeckt werden. Der Regelwert für die Überdeckung liegt nach Merkblatt bei 0,8 m soweit keine weiteren Angaben zu Durchmesser und Druckstufe vorliegen.⁸

Wird für eine weitere Betrachtung für typische Nieder-/ Mitteldrucksysteme DN 100 und überregionale Hochdrucksysteme DN 300 mit einem Wandstärkeansatz von 10 mm, angenommen⁹, ergibt sich für eine Gasleitung DN 100 eine Baugrubensohle von ca. 1,3 m unter Geländeoberkante (Rohrüberdeckung von 0,8 m; Rohrdurchmesser von 0,12 m; Bettungsstärke von 0,15 m und Sauberkeitsschicht von 0,2 m) und für eine Gasleitung DN 300 eine Baugrubensohle von ca. 1,5 m (Rohrüberdeckung von 0,8 m; Rohrdurchmesser von 0,32 m; Bettungsstärke von 0,12 m und Sauberkeitsschicht von 0,2 m). Es kann somit angenommen werden, dass im Regelfall auch zur Rohrverlegung mit kleinen Durchmessern (z. B. DN 100) in die Tiefenstufe 1 – 2 m eingegriffen wird. Anteilig sind ca. 30 % (DN 100) bzw. 50 % (DN 300) der Tiefenstufe 1 – 2 m betroffen. Im Sinne einer im bundesweiten Gesamtvergleich wirklichkeitsnäheren Bewertung von Verlegekosten, ist somit kein Grund für eine generelle Nichtberücksichtigung der Tiefenstufe 1 – 2 m erkennbar. Auf der Grundlage der typischen Ansätze für Gasleitungsnetze ist eine Berücksichtigung des Gesamtintervalls 0 – 2 m gegenüber der Betrachtung nur der Tiefe 1 – 2 m der plausiblere Ansatz, zumal die Auswertung der Netzlängen ohne Hausanschlussleitungen ergibt, dass 77 % aller Leitungen Gasleitungen größer oder gleich DN 100 sind. Daher erachten wir die Berücksichtigung der Anteile im Bereich 1 - 2 m bei einer differenzierten Berechnung der Anteile als sinnvolle Weiterentwicklung des Vergleichsparameters.¹⁰

Die im Rahmen des EVG4 erstmals ermittelten Aufwandsklassen können aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht ebenfalls einen Erklärungsbeitrag zu den Kosten leisten, zeigen aber überwiegend keine hinreichend guten statistischen Eigenschaften.

Nach der Auswertung der ingenieurwissenschaftlich sinnvollen Kandidaten kommen aus statistischer Sicht vier der getesteten Variationen in die nähere Auswahl für eine Weiterentwicklung des EVG3-Modells:

- Anteil maximaler Grabbarkeit 5,6,7 gewichtet mit Netzlänge (Tiefe 0-1m);
- Anteil vorherrschender Bodenklassen 4,5,6 gewichtet mit Netzlänge (Tiefe 0-2m);
- Anteil vorherrschender Bodenklassen 0 – 5,6 gewichtet mit Netzlänge (Tiefe 0-2m)
- Anteil der Aufwandsklassen 4,5,6 gewichtet mit Netzlänge (Tiefe 0-2m)

Wir bewerten die Modellanpassungen wie folgt:

- Ing.-wiss. Einordnung: Aus ing.-wiss. Sicht eignen sich vorherrschende Anteile besser zur Abbildung der Erschwernis in schwer grabbaren Böden als maximale Anteile (daher erfolgte die Einordnung in höherer Priorität). Weiter eignet sich die Tiefe 0-2 m besser als die alleinige Betrachtung der Tiefe 0-1 m, um die Erschwernis der Leitungsverlegung in schwer grabbaren Böden abzubilden.
- Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC¹¹ und dem adj. R² verbessert sich im Vergleich zum EVG3-Modell nicht.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Die Bodenklassenvarianten zeigen gleich hohe Signifikanzniveaus und plausible Koeffizienten, der Koeffizient von NL02AK456 ist bei einer Kostenart nicht signifikant.
- Ermittlung von Effizienzwerten: Alle Modelle eignen sich zur Ermittlung von Effizienzwerten.
- Ergebnis: Unter Abwägung aller Kriterien zeigt der Vergleichsparameter „vorherrschende Bodenklasse 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge)“ die besten Eigenschaften und eine Weiterentwicklung des EVG3-Modells mit diesem Parameter ist unter Abwägung der statistischen Eigenschaften und der ingenieurwissenschaftlichen Einordnung gegenüber dem EVG3-Modell zu bevorzugen.

Tabelle 26 EVG3-Modell mit maximaler Grabbarkeit (NLm1GBK567)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.183	0.002	0.191	0.001
ln (JHLaus)	0.271	0	0.256	0
ln (MStot)	0.459	0	0.475	0
ln (AP>5bar (BD))	0.02	0.014	0.019	0.018
ln (NLm1GBK567)	0.112	0.024	0.107	0.025
Konstante	16.233	0	16.274	0
Anzahl Beobachtungen	170		170	
AIC	-127.528		-130.421	
BIC	-61.309		-64.693	
Adj. R²	0.974		0.975	
SFA-Ineffizienzterm	3.667	0.028	3.565	0.03

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Tabelle 27 EVG3-Modell mit vorherrschender Bodenklasse 56 (NLv2BK56)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.247	0	0.22	0
ln (JHLaus)	0.273	0	0.294	0
ln (MStot)	0.482	0	0.497	0
ln (AP>5bar (BD))	0.022	0.006	0.021	0.008
ln (NLv2BK56)	0.027	0.005	0.029	0.003
Konstante	16.137	0	16.167	0
Anzahl Beobachtungen	178		176	
AIC	-103.194		-102.084	
BIC	-36.975		-36.357	
Adj. R²	0.972		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	2.404	0.061	2.146	0.071

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Tabelle 28 EVG3-Modell mit vorherrschender Bodenklasse 456 (NLv2BK456)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.21	0	0.184	0
ln (JHLaus)	0.236	0	0.235	0
ln (MStot)	0.499	0	0.525	0
ln (AP>5bar (BD))	0.024	0.003	0.022	0.007
ln (NLv2BK456)	0.082	0.032	0.092	0.005
Konstante	16.198	0	16.24	0
Anzahl Beobachtungen	170		174	
AIC	-124.309		-126.74	
BIC	-58.09		-61.012	
Adj. R²	0.974		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	4.915	0.013	2.636	0.052

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

Tabelle 29 EVG3-Modell mit Aufwandsklassen (NL02AK456)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.263	0	0.253	0
ln (JHLaus)	0.26	0	0.283	0
ln (MStot)	0.492	0	0.492	0
ln (AP>5bar (BD))	0.021	0.011	0.021	0.016
ln (NL02AK456)	0.023	0.026	0.015	0.143
Konstante	16.154	0	16.202	0
Anzahl Beobachtungen	173		171	
AIC	-104.204		-103.727	
BIC	-37.985		-37.999	
Adj. R ²	0.972		0.973	
SFA-Ineffizienzterm	3.886	0.024	2.047	0.076

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG3-Modells.

6.5.4 Test verworfener Parameter

Abschließend testen wir, ob die Ergänzung von zuvor verworfenen Parametern als 6. Vergleichsparameter die Modellgüte verbessert. Dies ist bei keinem der verworfenen Parameter der Fall.

6.5.5 Schlussfolgerung

Auf Basis der Analysen zu möglichen Weiterentwicklungen des EVG3-Modells halten wir fest:

- Das EVG3 Modell weist auch im Kontext des EVG4 bereits sehr gute statistische Eigenschaften auf.
- Eine Weiterentwicklung des EVG3-Modells anhand einer Anpassung der Definition des Bodenklassenparameters ist unter Abwägung der statistischen Eigenschaften und der ingenieurwissenschaftlichen Einordnung gegenüber dem EVG3-Modell zu bevorzugen. Hierbei würden die Anteile der Bodenklassen 4,5 und 6 in der Tiefe 0-2m die Anteile der Bodenklassen 4,5 und 6 in der Tiefe 0-1m ersetzen. Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht kann nicht nur die Erschwernis in der Tiefe 0-1m für die Kosten der Leitungsverlegung relevant sein, sondern bei regelmäßig durchgeführten tieferen Grabungen auch die Tiefe 1-2m. Daher betrachten wir, wie in den Abschnitten 5.6.7 und 6.5.3 beschrieben, die Erweiterung des Parameters um die Anteile in der Tiefe 1-2m als sachgerechte Weiterentwicklung des Effizienzvergleichsmodells.

6.6 Modellspezifikation Ansatz 2: Ingenieurwissenschaftliche Prioritätenliste

6.6.2 Ansatz 2a): Translog-Modelle

Die Ergebnisse des Ansatz 2 für Translog Modelle entsprechen den Ergebnissen des Ansatz 1. In Ansatz 1 haben wir einzelne Vergleichsparameter oder Gruppen von Vergleichsparametern ausgetauscht. Im Vergleich dazu verfolgen wir in Ansatz 2 einen „Grüne-Wiese-Ansatz“, in dem die Auswahl ohne Vorfestlegung einzelner anderer Parameter erfolgt. Daher kommen in Ansatz 2 auch Modellspezifikationen in Betracht, die nicht Bestandteil des Ansatz 1 waren. Im Folgenden beschreiben wir die Ergebnisse der OLS-Kostentreiberanalyse je Dimension der Versorgungsaufgabe. Wir gehen hierbei wie folgt vor:

Ausgangsmodell mit Priorität 1 Parametern

In diesem Schritt analysieren wir alle denkbaren Kombinationen aus den Parametern der Priorität 1. Nachfolgend fassen wir die wesentlichen Ergebnisse zusammen.

Es gibt 2 Modelle, welche aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht einen großen Erklärungsgehalt haben, da sie nur aus Priorität 1 Parametern bestehen. Diese beiden Modelle unterscheiden sich durch die Verwendung der vorherrschenden Bodenklasse 4, 5, 6 (einmal Tiefe 0-1m und einmal Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge):

- Modell 1: Translog mit Priorität 1 Parametern
 - Rohrvolumen,
 - Jahreshöchstlast,
 - Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen,
 - Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (BD),
 - Vorherrschende Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge)
- Modell 2: Translog mit Priorität 1 Parametern
 - Rohrvolumen,
 - Jahreshöchstlast,
 - Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen,
 - Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (BD),
 - Vorherrschende Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-1m, gewichtet mit Netzlänge)

Modell 2 entspricht der Modellspezifikation des EVG3. Ingenieurwissenschaftlich ist Modell 1 dem Modell 2 überlegen, da das Modell 1 dem Umstand Rechnung trägt, dass regelmäßig tiefer als 1m geschachtet werden muss (siehe oben). Modell 1 bildet somit unser Ausgangsmodell mit Priorität 1 Parametern ab.

Tabelle 30 Translog mit Priorität 1 Parametern – Modell 1

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.21	0	0.184	0
ln (JHLaus)	0.236	0	0.235	0
ln (MStot)	0.499	0	0.525	0
ln (AP>5bar (BD))	0.024	0.003	0.022	0.007
ln (NLv2BK456)	0.082	0.032	0.092	0.005
Konstante	16.198	0	16.24	0
Anzahl Beobachtungen	170		174	
AIC	-124.725		-129.174	
BIC	-58.873		-62.834	
Adj. R²	0.974		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	4.915	0.013	2.636	0.052

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG4-Modellvorschlags.

Tabelle 31 Translog mit Priorität 1 Parametern – Modell 2

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.193	0	0.187	0
ln (JHLaus)	0.229	0	0.194	0.002
ln (MStot)	0.515	0	0.508	0
ln (AP>5bar (BD))	0.023	0.004	0.02	0.015
ln (NLv1BK456)	0.098	0.003	0.141	0.011
Konstante	16.192	0	16.251	0
Anzahl Beobachtungen	173		169	
AIC	-130.848		-134.392	
BIC	-64.996		-68.052	
Adj. R²	0.975		0.975	
SFA-Ineffizienzterm	2.895	0.044	1.71	0.096

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG4-Modellvorschlags.

Andere Modelle, die die Dimensionen der Versorgungsaufgabe mit anderen Priorität 1 Parametern abbilden, führen zu einer geringeren Modellgüte und/oder schlecht interpretierbaren Koeffizienten erster Ordnung. Dies gilt auch für die Aufnahme eines 6. Vergleichsparameters, beispielsweise der Netzlänge. Die Aufnahme der Netzlänge zusätzlich zum Rohrvolumen führt einerseits zu einer Verschlechterung der statistischen Eigenschaften und ist andererseits vor dem Hintergrund von Redundanzen nicht sachgerecht, da die Netzlänge bereits implizit im Rohrvolumen und explizit als Gewichtungparameter für die Bodenklassen im Modell enthalten ist.

Ergänzung von Priorität 2 und 3 Parametern

Ausgehend vom Ausgangsmodell, welches ausschließlich aus Vergleichsparametern mit ingenieurwissenschaftlicher Einordnung der Priorität 1 besteht, testen wir, ob Parameter der Prioritäten 2 und 3 die Modelleigenschaften verbessern können. Das Ausgangsmodell, welches nur aus Priorität 1 Parametern besteht, gehört auch dann noch zu den Modellen, mit den besten statistischen Eigenschaften. Durch das gleichzeitige Austauschen verschiedener Vergleichsparameter ergeben sich Modellspezifikationen, die im Ansatz 1 nicht diskutiert worden sind.

Im Folgenden diskutieren wir einen Alternativ-Vorschlag mit guter statistischer Eignung.

- Translog mit Priorität 1, 2 und 3 Parametern - Ein aus rein statistischer Sicht infrage kommendes Modell berücksichtigt die potenzielle Jahreshöchstlast anstelle der Jahreshöchstlast, die

Ausspeisepunkte > 5 bar nach Auslegungsdruck anstelle jener nach Betriebsdruck sowie die Anteile maximaler Grabbarkeit 5,6,7 (Tiefe 0-1m) gewichtet mit der Netzlänge (anstelle der Anteile der Bodenklassen 4,5,6 gewichtet mit der Netzlänge):

- **Ing.-wiss. Einordnung:** Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht sind Parameter, deren Druckstufentrennung auf dem Konzept des Auslegungsdrucks beruht nachrangig zur Trennung anhand des Betriebsdrucks zu sehen. Durch die höhere Beeinflussbarkeit der Definition der Druckstufe im Auslegungsdruck ist die Verwendung des Betriebsdrucks zur Abgrenzung vorzuziehen. Weiterhin gilt die potenzielle Jahreshöchstlast als nachrangig gegenüber der zeitlichen Jahreshöchstlast. Auch die maximalen Anteile der Grabbarkeiten sind nachrangig zu den vorherrschenden Anteilen einzuschätzen.
- **Veränderung der Modellgüte:** Die Modellgüte, gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC¹² und dem adjustierten R^2 , verbessert sich leicht gegenüber dem Modell, welches aus Ansatz 1 resultiert.
- **Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten:** Die Koeffizienten erster Ordnung sind plausibel und weisen eine hinreichend hohe statistische Signifikanz auf.
- **Ermittlung von Effizienzwerten:** Die Ineffizienzterme weisen bei beiden Kostenarten ein hinreichend hohes Signifikanzniveau auf.
- **Ergebnis:** In der Abwägung zwischen dem Modellkandidat und dem Kandidaten aus Priorität 1-Parametern sprechen wir uns für die Abgrenzung der Ausspeisepunkte anhand des Betriebsdrucks aus, da diese einer geringeren Beeinflussbarkeit durch die Entscheidungen unterliegen.¹³ Weiterhin beinhaltet dieses Modell mit den maximalen Grabbarkeiten und der potenzielle JHL zwei weitere Priorität 2 Parameter. Die Verwendung dieses Modells ist daher nicht sachgerecht.

Tabelle 32 Translog mit Priorität 1, 2 und 3 Parametern				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.156	0	0.145	0.001
ln (potJHLaus)	0.288	0	0.29	0
ln (MStot)	0.485	0	0.502	0
ln (AP>5bar (AD))	0.018	0.003	0.019	0.002
ln (NLm1GBK567)	0.093	0.006	0.077	0.029
Konstante	16.256	0	16.279	0
Anzahl Beobachtungen	172		172	
AIC	-139.007		-143.22	
BIC	-73.155		-76.88	
Adj. R ²	0.977		0.977	
SFA-Ineffizienzterm	3.433	0.032	1.825	0.088

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des EVG4-Modellvorschlags.

Berücksichtigung von der Bodenklassen ohne Kreuz- und Quadrattermen

Grundsätzlich kommt die Berücksichtigung von Vergleichsparametern ohne Kreuz- und Quadrattermen in Betracht, die vordergründig die Umweltbedingungen der Versorgungsaufgabe beschreiben, wie zum Beispiel die Granularität des Versorgungsgebietes.¹⁴ So testen wir z. B. die Adressdichtedaten in Abschnitt 6.5.4 ohne Kreuz- und Quadrattermen.

Grundsätzlich kommt dieses Vorgehen auch für den Parameter zur Beschreibung der geologischen Beschaffenheit des Versorgungsgebietes in Betracht, wobei durch die Gewichtung der Anteile mit der Netzlänge eine starke Verbindung zu anderen Outputs besteht. Durch die Gewichtung der Anteile mit der Fläche oder der Netzlänge verstehen wir den Parameter konzeptionell als „Output“ und verwenden die flexiblere Form samt Kreuz- und Quadrattermen. Nichtsdestotrotz testen wir nachfolgend die statistische Eignung einer Berücksichtigung ohne Kreuz- und Quadrattermen.

Von den verschiedenen Parameterkandidaten, die zur Abbildung der Geologischen Besonderheit des Versorgungsgebietes infrage kommen, zeigen die Folgenden grundsätzlich hinreichend gute statistische Eigenschaften. Der erstgenannte Parameterkandidat als Bestandteil des Ausgangsmodells bietet unter Berücksichtigung aller Kriterien die besten Eigenschaften.

- Vorherrschende Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m), gewichtet mit Netzlänge
- Vorherrschende Grabbarkeiten 5,6,7 (Tiefe 0-2m), gewichtet mit Netzlänge
- Maximale Grabbarkeiten 5,6,7 (Tiefe 0-1m), gewichtet mit Netzlänge

- Maximale Grabbarkeiten 5,6,7 (Tiefe 0-2m), gewichtet mit Netzlänge

Wir überprüfen, ob die Berücksichtigung des Bodenklassenparameters ohne Kreuz- und Quadratterme eine entscheidende Modellverbesserung herbeiführt und ob auf dieser Basis weitere Vergleichsparameter in das Modell aufgenommen werden können.¹⁵ Dafür nutzen wir das Modell 1 als Ausgangspunkt.

- Modellerweiterung um Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen Mitteldruck - Aus statistischer Sicht kommt nur der Vergleichsparameter Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen im Bereich Mitteldruck als Erweiterung infrage:
 - Ing.-wiss. Einordnung: Es ist unklar, welchen zusätzlichen ingenieurwissenschaftlichen Erklärungsbeitrag die Aufnahme des Vergleichsparameter leistet. Der Betrieb der Messlokationen bzw. Messstellen im Bereich Mitteldruck ist nicht per se mit höheren Kosten verbunden als im Bereich Niederdruck.
 - Veränderung der Modellgüte: Die Modellgüte gemessen an den Informationskriterien AIC / BIC und dem adj. R^2 verbessert sich leicht.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient erster Ordnung des Parameters ist positiv und auf dem 5 %-Niveau signifikant. Das Signifikanzniveau der übrigen Vergleichsparameter bleibt unverändert.
 - Ermittlung von Effizienzwerten: Die Ineffizienzterme weisen bei beiden Kostenarten ein hinreichend hohes Signifikanzniveau auf.
 - Ergebnis: Grundsätzlich verstehen wir den Vergleichsparameter NLv2BK456 als „Output“-Parameter, der mit Kreuz- und Quadrattermen in das Effizienzvergleichsmodell einfließen sollte. Der zusätzlich ins Modell aufgenommene Vergleichsparameter Messlokationen bzw. Messstellen Mitteldruck bietet keinen eindeutigen Erklärungsbeitrag aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht. Eine Interpretation des Vergleichsparameter NLv2BK456 als „Umwelteinfluss“ sowie die Hinzunahme des Parameters „Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen Mitteldruck“ ist nicht sachgerecht.

Um den Einfluss eines 6. Vergleichsparameters in dieser Form auf die Effizienzwerte zu analysieren, betrachten wir das Modell in Abschnitt 6.7 dennoch als Alternativmodell.

Tabelle 33.1 Ausgangsmodell (NLv2BK456 ohne Kreuz- und Quadratsterme)				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.202	0	0.195	0
ln (JHLaus)	0.243	0	0.231	0
ln (MStot)	0.468	0	0.497	0
ln (AP>5bar (BD))	0.02	0.01	0.02	0.011
ln (NLv2BK456)	0.121	0	0.113	0
Konstante	15.423	0	15.498	0
Anzahl Beobachtungen	174		172	
AIC	-128.684		-129.72	
BIC	-78.139		-79.36	
Adj. R ²	0.974		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	3.885	0.024	2.993	0.042

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

Tabelle 33.2 Modellerweiterung um Messlokationen bzw. Messstellen Mitteldruck				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.167	0	0.172	0
ln (JHLaus)	0.286	0	0.268	0
ln (MStot)	0.474	0	0.5	0
ln (AP>5bar (BD))	0.019	0.009	0.018	0.011
ln(MS (MD))	0.014	0.028	0.012	0.048
ln (NLv2BK456)	0.116	0	0.109	0
Konstante	15.391	0	15.484	0
Anzahl Beobachtungen	174		176	
AIC	-141.176		-146.064	
BIC	-71.677		-76.819	
Adj. R ²	0.977		0.978	
SFA-Ineffizienzterm	8.416	0.002	9.259	0.001

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC/BIC basieren auf der Stichprobe des Ausgangsmodells.

Auswahl Modellkandidat

Aus Ansatz 2a) „Translog-Funktion“ resultiert bei Anwendung der in Abschnitt 6.4 definierten Entscheidungskriterien ein Modellvorschlag, der dem Modell des Ansatz 1) „EVG3-Weiterentwicklung“ entspricht:

- Rohrvolumen
- Jahreshöchstlast
- Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen
- Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (Betriebsdruck)
- Vorherrschende Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge).

Als Alternative mit 6 Vergleichsparametern, jedoch nicht konsistenter Interpretation des Bodenklassenparameters und nicht eindeutiger ingenieurwissenschaftlicher Einordnung, vergleichen wir abschließend in Abschnitt 6.7 die Erweiterung des Modells um den Parameter Messlokationen bzw. Messstellen Mitteldruck.

6.6.3 Ansatz 2b): Log-lineare Modell

Die Cobb-Douglas-Funktionen bzw. log-linearen Modell stellen eine Unterform der allgemeinen Translog-Modelle dar. Aus der Modellspezifikation des Ansatzes 1 und des Ansatzes 2a) wissen wir, dass die zusätzliche Flexibilität, die durch die Kreuz- und Quadratterme der Translog im Modell abgebildet wird, eine höhere Modellgüte gewährleisten kann. Im Rahmen des Ansatz 2a) testen wir fortlaufend die Eignung des Modells als Translog-Modell gegenüber der Cobb-Douglas Variante mit Hilfe des LR-Tests.

Wir führen nachfolgend eine Analyse analog zu den Translog-Modellen durch (Ansatz 2a) und vergleichen das resultierende Modell mit den Modellvorschlägen der alternativen Ansätze.

Ausgangsmodell mit Priorität 1 Parametern

In diesem Schritt analysieren wir alle denkbaren Kombinationen aus den Parametern der Priorität 1. Nachfolgend fassen wir die wesentlichen Ergebnisse zusammen:

- Log-linear mit Priorität 1-Parametern - Grundsätzlich ähnelt die Parameterauswahl in der log-linearen Funktion der Auswahl in der Translog-Funktion. Auf Basis der Priorität-1 Parameter erfüllt jedoch kein Modell die in Abschnitt 6.4 definierten statistischen Anforderung. Bei mindestens einem Vergleichsparameter liegt ein zu geringes Signifikanzniveau oder ein negativ-signifikanter Koeffizient vor. Dies illustrieren wir am folgenden Beispiel der Parameterauswahl entsprechend Ansatz 2a und Ansatz 1:
 - Ing.-wiss. Einordnung: Das Modell bildet alle Dimensionen der Versorgungsaufgabe über Vergleichsparameter der Priorität 1 gut ab.
 - Modellgüte: Die Modellgüte gemessen am adj. R^2 ist hoch, jedoch etwas geringer als in den Translog-Modellen.
 - Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Der Koeffizient der Ausspeisepunkte > 5 bar (BD) weist bei beiden Kostenarten ein negatives und nicht-signifikantes Vorzeichen auf.
 - Ermittlung von Effizienzwerten: Das Signifikanzniveau der SFA-Ineffizienz ist nicht hinreichend hoch (>10 %).
 - Ergebnis: Das Modell kommt nicht für den Effizienzvergleich in Betracht.

Tabelle 34 Log-linear Priorität 1				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.243	0	0.22	0
ln (JHLaus)	0.421	0	0.449	0
ln (MStot)	0.167	0	0.178	0
ln (AP>5bar (BD))	-0.001	0.557	-0.002	0.151
ln (NLv2BK456)	0.155	0	0.15	0
Konstante	16.399	0	16.434	0
Anzahl Beobachtungen	176		176	
AIC	-106.513		-101.419	
BIC	-87.491		-82.362	
Adj. R ²	0.972		0.972	
SFA-Ineffizienzterm	1.338	0.124	0.43	0.256

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern.

AIC / BIC auf Basis der Stichprobe der 2b) Modellempfehlung

Ergänzen von Priorität 2 und 3 Parametern

- Berücksichtigung von Priorität 2 und 3 Parametern - Die Aufnahme von Parameterkandidaten, die eine geringere ingenieurwissenschaftliche Eignung aufweisen, führt zu vergleichbaren statistischen Eigenschaften. Das Modell, das durch Hinzunahme der Priorität 2 und 3 Parameter die besten statistischen Eigenschaften aufweist, beinhaltet die folgenden Vergleichsparameter:
 - Rohrvolumen
 - Potenzielle Jahreshöchstlast
 - Anzahl der Ausspeisepunkte
 - Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen > 5 bar
 - Anteil vorherrschender Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge).

Es gibt weiterhin kein Modell, welches auf Basis von 6 ingenieurwissenschaftlich sinnvoll kombinierten Vergleichsparametern ähnlich gute oder bessere Ergebnisse im Vergleich zu der oben beschriebenen Kombination an Parametern liefert. Wir beurteilen das Modell wie folgt:

- Ing.-wiss. Einordnung: Das Modell bildet alle Dimensionen der Versorgungsaufgabe hinreichend gut ab, es kommen jedoch Parameter mit einer nachrangigen ingenieurwissenschaftlichen

Einordnung zum Einsatz, wie die potenzielle Jahreshöchstlast oder die Messlokationen bzw. Messstellen > 5 bar.

- Modellgüte: Die Modellgüte gemessen am adj. R^2 ist hoch, jedoch etwas geringer als in den Translog-Modellen und gemessen am AIC / BIC etwas geringer als beim Modell mit Priorität 1 Parametern.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Die Vergleichsparameter weisen sinnvolle Koeffizienten auf und sind, mit Ausnahme der Messlokationen bzw. Messstellen > 5 bar, mindestens auf dem 5 %-Niveau signifikant.
- Ermittlung von Effizienzwerten: Das Modell eignet sich zur Ableitung von Effizienzwerten in der SFA und DEA.
- Ergebnis: Trotz der nachrangigen Einordnung der Vergleichsparameter der Priorität 2 kommt das Modell als Kandidat in Betracht.

Tabelle 35 Log-linear Priorität 1, 2 und 3

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
ln (RVtot)	0.267	0	0.244	0
ln (potJHLaus)	0.413	0	0.43	0
ln (APtot)	0.152	0	0.158	0
ln (ML>5bar (BD))	0.003	0.082	0.004	0.056
ln (NLv2BK456)	0.114	0	0.109	0
Konstante	16.402	0	16.434	0
Anzahl Beobachtungen	176		177	
AIC	-90.28		-77.387	
BIC	-71.257		-58.33	
Adj. R^2	0.965		0.964	
SFA-Ineffizienzterm	5.159	0.012	3.761	0.026

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern

Modelle mit ähnlicher ingenieurwissenschaftlicher Einordnung aber einer höheren Anzahl an Vergleichsparametern führen bei mindestens einem Vergleichsparameter zu negativen Vorzeichen, deuten damit auf redundante Informationen hin und kommen daher als Kostentreiber nicht in Betracht.

Auswahl Modellkandidat

Als Ergebnis der Analyse log-linearer Modelle resultiert ein Modell mit den folgenden fünf Vergleichsparametern:

- Rohrvolumen
- Potenzielle Jahreshöchstlast
- Anzahl der Ausspeisepunkte
- Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen > 5 bar
- Vorherrschende Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge).

6.6.4 Ansatz 2c): Normiert-lineare Modelle

Bei der Modellfindung für normiert-lineare Modelle setzen wir uns zunächst mit der Frage nach einem geeigneten Normierungsparameter auseinander. Darauf aufbauend testen wir schrittweise Vergleichsparameter auf Basis statistischer Kriterien analog zur bisherigen Vorgehensweise startend mit den Priorität 1 Parametern. Abschließend stellen wir mögliche Modellempfehlung(en) für eine normiert-lineare Spezifikation dar.

Wahl des Normierungsparameters

Aus den vergangenen Effizienzvergleichen von Gas- und Stromnetzbetreibern ist bekannt, dass die Wahl des Normierungsparameters Auswirkungen auf die empirische Schätzung und damit auf die ermittelten Effizienzwerte hat. Vor diesem Hintergrund ist ein sorgsamer, kriteriengeleiteter Prozess zur Auswahl eines Normierungsparameters essenziell.

Grundsätzlich kommen alle Priorität 1 Parameter zur Abdeckung der Versorgungsaufgabe als potenzielle Normierungsparameter in Betracht, da diese aus technischer Sicht als geeignete Kostentreiber identifiziert worden sind (Abschnitt 5.6). Mögliche Kandidaten von Normierungsparametern müssen darüber hinaus bestimmte (statistische) Eigenschaften aufweisen, um in die engere Auswahl zu kommen:

- Eignung zur Korrektur von Größenunterschieden - Die Normierung der Aufwandparameter und der Kostentreiber dient dem Zweck, Größenunterschiede, die Auswirkungen auf die Schätzung haben können, auszugleichen, mit dem Ziel, eine möglichst konstante Varianz der Fehlerterme zu erreichen (Homoskedastizität).
- Keine Null-Ausprägungen - Der Normierungsparameter sollte keine Nullwerte aufweisen, da hierfür die sich ergebende Verhältniszahl nicht definiert ist (im konkreten Fall trifft dies zum Beispiel für die Parameter Versorgte Fläche sowie Anzahl der Anschlusspunkte nach Druckstufen zu);
- Stark schwankende Merkmalsausprägungen nachteilig - Bei Parametern, die tendenziell stärkeren (jahreszeitlichen) Schwankungen oder Extremausprägungen unterworfen sind und die nicht über eine kontinuierliche Ausprägung verfügen, ist die Gefahr einer verzerrten Schätzung höher (dies trifft insbesondere auf die zeitgleiche Jahreshöchstlast zu).

In die engere Auswahl zur Auswahl des Normierungsparameters kommen somit die Parameter: Rohrvolumen, Leitungslänge, Anzahl Ausspeisepunkte und Anzahl Messlokationen bzw. Messstellen.

In einem nächsten Schritt testen wir die Eignung dieser Parameter in separaten Spezifikationen mit den übrigen Priorität 1 Kostentreibern der vier Dimensionen der Versorgungsaufgabe. Es zeigt sich, dass die Spezifikationen mit der Anzahl der Ausspeisepunkte oder der Messlokationen bzw. Messstellen als Normierungsparameter den notwendigen statistischen Kriterien (Konvergenz der Schätzung, Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten, Homoskedastizität) in der Regel nicht genügen und somit als nachrangig gegenüber den anderen beiden Normierungsparametern zu klassifizieren sind. Für die

nachfolgenden Analysen verwenden wir daher die Parameter Rohrvolumen und Leitungslänge als Normierungsparameter.

Ausgangsmodell mit Priorität 1 Parametern

Im Einklang mit der Vorgehensweise bei den anderen Ansätzen wählen wir in einem ersten Schritt für jede Dimension der Versorgungsaufgabe je einen Priorität 1 Parameter aus. Das gilt auch für die geologische Besonderheit der Versorgungsaufgabe, wohingegen wir die beiden anderen Umweltbedingungen implizit miteinfassen: die Granularität der Versorgungsaufgabe wird über die Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen und der potenzielle Einfluss des demographischen Wandels über physische Anlagen erfasst. Auf dieser Basis analysieren wir alle möglichen Kombinationen aus den Parametern der Priorität 1 anhand der statistischen Kriterien: Modellgüte, Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten, statistische Eigenschaften (insb. Heteroskedastizität).

Aufbauend auf den Ergebnissen fügen wir in einem zweiten Schritt zusätzliche Priorität 1 Parameter hinzu, um zu testen, ob die verbleibenden Freiheitsgrade Spielräume für zusätzliche Parameter eröffnen. Die grundsätzliche Logik dahinter ist, dass die geringere funktionale Flexibilität gegenüber dem Translog-Modell durch (möglichst viele) zusätzliche Parameter ausgeglichen werden soll.

Die wesentlichen Erkenntnisse werden nachfolgend dargestellt (weitere Details finden sich im Anhang):

- Spezifikationen mit fünf Outputparametern - Es gibt sowohl mit dem Normierungsparameter Rohrvolumen als auch mit dem Normierungsparameter Leitungslänge Modellspezifikationen, die die notwendigen statistischen Eigenschaften aufweisen.
- Spezifikationen mit sechs Outputparametern - Auf Basis einer Normierung mit Hilfe der Leitungslänge lassen sich einzelne Modelle identifizieren, die die notwendigen statistischen Kriterien zumindest ansatzweise erfüllen. Diese stellen insbesondere auf die Anteile vorherrschender Grabbarkeiten anstatt der Bodenklasse als Parameter der geologischen Besonderheit ab. Das Modell beinhaltet weiterhin das Rohrvolumen zusätzlich zur Leitungslänge (als Normierungsparameter), jedoch nicht die Anzahl der Ausspeisepunkte.

Es ist wie folgt zu beurteilen:

- Ing.-wiss. Einordnung: Das Modell bildet alle Dimensionen der Versorgungsaufgabe über Vergleichsparameter der Priorität 1 gut ab.
- Modellgüte: Die Modellgüte gemessen am $\text{adj. } R^2$ ist in der Gruppe der normiert-linearen Modelle vergleichsweise hoch, jedoch geringer als in den Translog-Modellen.
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Die Vergleichsparameter weisen positive Koeffizienten auf und sind mindestens auf dem 5 %-Niveau signifikant.
- Statistische Eignung: Im Vergleich zum Modell, welches die Normierung anhand des Rohrvolumens vornimmt, bestehen bei diesem Modell auf Basis des White-Tests Hinweise auf das Vorliegen von Heteroskedastizität, welche durch den strengeren Breusch-Pagan Test¹⁶ bestätigt werden.
- Ermittlung von Effizienzwerten: Das Modell eignet sich zur Ableitung von Effizienzwerten in der SFA und DEA.
- Ergebnis: Das Modell kommt aufgrund der vorliegenden Heteroskedastizität nicht als Effizienzvergleichsmodell in Betracht.¹⁷

Tabelle 36 Normiert-linear mit Normierung durch Leitungslänge und 6 Vergleichsparametern (Priorität 1)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
RVtot/NLtot	86.192	0.01	90.194	0.008
JHLaus/NLtot	25.047	0	24.767	0
MStot/NLtot	237.076	0	247.925	0
AP>5bar (BD)/NLtot	23896.096	0	24243.24	0
NLv2GBK67/NLtot	2831.024	0.035	2885.385	0.036
Konstante/NLtot	666.793	0.257	591.768	0.325
Anzahl Beobachtungen	177		177	
AIC	3246.833		3254.385	
BIC	3265.889		3273.442	
Adj. R²	0.731		0.734	
White-Test	24.472	0.222	27.35	0.126
Breusch-Pagan-Test	8.291	0.004	8.888	0.003
SFA-Ineffizienzterm	13.997	0	11.888	0

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern

Insgesamt lässt sich keine Spezifikation mit sechs Priorität 1 Parametern identifizieren, die den geforderten statistischen Eigenschaften vollumfänglich genügt.

Testen von Parametern der Priorität 2 und 3

Wie zuvor dargestellt, gibt es nur mit fünf Priorität 1 Parametern normiert-lineare Spezifikationen, die die erforderlichen statistischen Eigenschaften aufweisen. Auf der Suche nach einer entsprechenden Spezifikation mit weiteren Parametern erweitern wir die Menge an möglichen zusätzlichen Parametern durch die Hinzunahme der Priorität 2 und 3 Kostentreiber. Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen stellen hierbei funktionierende Modellspezifikationen mit fünf Priorität 1 Outputs dar, welche schrittweise um zusätzliche Parameter der Priorität 1, 2 und 3 ergänzt werden.

- Spezifikationen mit sechs Outputparametern - Es finden sich einzelne Modellspezifikationen, die den statistischen Kriterien genügen. Diese stellen insbesondere auf das Rohrvolumen als Normierungsparameter ab. Entsprechende Spezifikationen mit der Netzlänge als Normierungsparameter, schneiden demgegenüber unter statistischen Gesichtspunkten schlechter ab und werden an dieser Stelle daher nicht weiter dargestellt.

Das untenstehend vorgestellte Modell verwendet die Anzahl potenzieller Anschlusspunkte und die Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen zur Abdeckung der Versorgungsaufgabe. Die Verteilung der Energie zum Kunden bzw. des Umwelteinflusses Granularität des Versorgungsgebietes.¹⁸ Die Ausdehnung des Versorgungsgebietes wird durch das Rohrvolumen als Normierungsparameter abgebildet. Es ist wie folgt zu beurteilen:

- Ing.-wiss. Einordnung: Das Modell bildet alle Dimensionen der Versorgungsaufgabe über Vergleichsparameter der Priorität 1 gut ab, berücksichtigt zusätzlich noch einen Priorität 2 Parameter (potenzielle Ausspeisepunkte).
- Modellgüte: Die Modellgüte gemessen am adj. R^2 ist in der Gruppe der normiert-linearen Modelle vergleichsweise hoch (jedoch etwas geringer als in den Translog-Modellen).
- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Die Vergleichsparameter weisen positive Koeffizienten auf und sind mindestens auf dem 5 %-Niveau signifikant.
- Statistische Eignung: Die Nullhypothese¹⁹, dass die Fehlerterme keine Heteroskedastizität aufweisen, kann nur auf einem 13 % Signifikanzniveau ausgeschlossen werden.
- Ermittlung von Effizienzwerten: Das Modell eignet sich zur Ableitung von Effizienzwerten in der SFA und DEA.
- Ergebnis: Das Modell kommt als Kandidat für eine normiert-lineare Modellspezifikation in Betracht, wenn auch Verzerrungen durch Heteroskedastizität nicht gänzlich auszuschließen sind.

Tabelle 37 Normiert-linear mit Normierung durch Rohrvolumen und 6 Vergleichsparametern (Priorität 1, 2 und 3)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
JHLaus/RVtot	33.492	0	37.887	0
MStot/RVtot	162.137	0	169.339	0
AP>5bar (BD)/RVtot	17013.039	0.025	18331.391	0.023
NLv2GBK567/RVtot	2170.32	0	2139.86	0
APpot/RVtot	34.745	0.025	35.368	0.032
RVtot/RVtot	112.559	0.002	107.442	0.006
Anzahl Beobachtungen	177		177	
AIC	2263.648		2285.131	
BIC	2282.706		2304.188	
Adj. R²	0.758		0.748	
White-Test	15.609	0.741	15.564	0.743
Breusch-Pagan-Test	1.186	0.276	2.416	0.12
SFA-Ineffizienzterm	4.633	0.016	8.218	0.002

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern

- Spezifikationen mit sieben Vergleichsparametern - In Modellen mit sieben Vergleichsparametern eignet sich die Leitungslänge als Normierungsparameter besser, da es bei Normierung durch das Rohrvolumen und der Berücksichtigung eines zweiten Ausdehnungsparameters stets zu einem nicht erwünschten Koeffizienten in der Schätzung führt. Dies ist ein Hinweis auf redundante Informationen und nicht im Einklang mit den Vorgaben der ARegV.

Ein möglicher Modellkandidat unter Berücksichtigung der Priorität 2 und 3 Parameter beinhaltet die Anzahl potenzieller Ausspeisepunkte und die Anteile maximaler Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge).

- Ing.-wiss. Einordnung: Das Modell beinhaltet mit den potenziellen Ausspeisepunkten und den maximalen Grabbarkeiten zwei Vergleichsparameter der Priorität 2.
- Modellgüte: Die Modellgüte gemessen am adj. R² ist in der Gruppe der normiert-linearen Modelle vergleichsweise hoch, jedoch etwas geringer als in den log-linearen oder Translog-Modellen.

- Signifikanz und Plausibilität des Koeffizienten: Die Vergleichsparameter weisen mit Ausnahme der Konstanten positive Koeffizienten auf und sind mindestens auf dem 5 %-Niveau signifikant.
- Statistische Eignung: Die Nullhypothese konstanter Varianz muss mit einem hohen Signifikanzniveau von 1 % verworfen werden, das Modell weist daher mit hoher Wahrscheinlichkeit heteroskedastische Fehlerterme auf.
- Ermittlung von Effizienzwerten: Das Modell eignet sich zur Ableitung von Effizienzwerten in der SFA und DEA.
- Ergebnis: Das Modell kommt als Kandidat für die normiert-linearen Modell nicht in Betracht, da es starke Hinweise auf das Vorliegen von Heteroskedastizität gibt.

Tabelle 38 Normiert-linear mit Normierung durch Leitungslänge und 7 Vergleichsparametern (Priorität 1, 2 und 3)

	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
RVtot/NLtot	81.453	0.008	80.974	0.01
JHLaus/NLtot	28.867	0	28.741	0
MStot/NLtot	183.381	0	201.017	0
AP>5bar (BD)/NLtot	23034.775	0	24040.652	0
NLm2BK456/NLtot	3931.87	0	4003.51	0
APpot/NLtot	90.241	0.001	89.594	0.001
NLtot/NLtot	-3812.961	0	-4079.75	0
Anzahl Beobachtungen	177		178	
AIC	3210.761		3237.867	
BIC	3232.994		3260.14	
Adj. R²	0.769		0.777	
White-Test	34.44	0.154	36.229	0.11
Breusch-Pagan-Test	11.311	0.001	11.548	0.001
SFA-Ineffizienzterm	23.628	0	16.911	0

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Die Berechnung erfolgt unter Ausschluss von Ausreißern

6.7 Vergleich der Modellkandidaten und Schlussfolgerungen

In diesem Abschnitt vergleichen wir die Modellkandidaten, die aus den verschiedenen Ansätzen resultieren. Dabei diskutieren wir kurz die den Ansätzen zugrundeliegenden funktionalen Zusammenhänge und vergleichen abschließend die Modellkandidaten.

6.7.1 Abwägung zur funktionalen Form

Abwägung lineare oder nicht-lineare Funktion

Wie oben beschrieben, steht kein statistischer Test zur Überprüfung der Vorteilhaftigkeit einer linearen gegenüber einer nicht-linearen Funktion zur Verfügung. Auf Basis der obenstehenden Analyse (Abschnitt 6.3) erachten wir es allerdings als hinreichend begründet, dass eine nicht-lineare Funktion den Zusammenhang zwischen Kosten und Kostentreibern besser beschreibt als eine lineare Funktion. Zudem sind logarithmierte Funktionen in der wissenschaftlichen Literatur und Praxis zu Effizienzvergleichen der allgemeine Standard.

Abwägung Cobb-Douglas oder Translog-Funktion

Wir testen, ob mit der zugrundeliegenden Datenbasis der Kostenzusammenhang eher anhand einer Cobb-Douglas oder einer Translog-Funktion abgebildet werden kann: Der Likelihood-Ratio-Test weist auf die Vorteilhaftigkeit der Translog-Funktion hin (p-Wert von 0 bei nicht-standardisierten und 0 bei standardisierten Kosten).

6.7.2 Vergleich der Modellkandidaten

Der Vergleich der Modellkandidaten führt die Einzelbewertung zusammen und beruht auf der ingenieurwissenschaftlichen und statistischen Eignung der Modelle. Dabei berücksichtigen wir auch die resultierenden durchschnittlichen Effizienzwerte nach Best-of-Four Abrechnung und die Streuung der Effizienzwerte (Standardabweichung).

- Da Ansatz 1 und Ansatz 2a) in einem identischen Modellvorschlag resultieren, fassen wir die Ergebnisse für dieses Modell in einem Absatz zusammen. Wir nehmen weiterhin das Alternativmodell, welches auf der Interpretation des Parameters „NLv2BK456“ als Umwelteinfluss in der Translog-Funktion beruht, in den Vergleich der Modellkandidaten auf.
- Ansatz 1) und Ansatz 2a) zeigen, dass eine Weiterentwicklung des EVG3-Modells durch eine angepasste Definition des Bodenklassenparameters (Tiefe 0-2m) sehr gute ingenieurwissenschaftliche und statistische Eigenschaften aufweist. Wir wählen die Weiterentwicklung des EVG3-Modells, weil kein Grund für eine generelle Nichtberücksichtigung der Tiefenstufe 1 – 2 m erkennbar ist und wir das Modell ingenieurwissenschaftlich vorzugswürdig gegenüber dem EVG3-Modell betrachten. Das Modell erfüllt alle statistischen Anforderungen und erklärt einen sehr hohen Anteil der Varianz in den Kostendaten.
- Das Alternativmodell aus Ansatz 2a, welches auf einer anderen konzeptionellen Interpretation des Parameters NLv2BK456 als Umwelt- und nicht als Outputparameter beruht, weist zwar auch gute statistische Eigenschaften auf, die Aufnahme des 6. Vergleichsparametern führt aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht jedoch nicht zu einer Verbesserung des Modells. Die Aufnahme des Parameters führt zudem zu im Durchschnitt niedrigeren Effizienzwerten und einer stärkeren Streuung der Effizienzwerte („Best-of-Four“) als das Modell aus Ansatz 1 bzw. das präferierte Modell aus Ansatz 2a.
- Ansatz 2b) zeigt, dass auf Basis log-linearer Funktionen grundsätzlich ähnliche Vergleichsparameter gewählt werden können wie in der Translog-Spezifikation. Es werden jedoch häufiger statistische Kriterien nicht erfüllt, zum Beispiel bezogen auf die Interpretierbarkeit der

Koeffizienten und das Vorliegen von Heteroskedastizität. Das Modell aus Ansatz 2b weist sowohl aus ingenieurwissenschaftlicher als auch aus statistischer Bewertung schlechtere Eigenschaften als Modell 1 / 2a auf. Dieses Modell führt zusätzlich nicht zu einer Verbesserung der Effizienzwerte gegenüber dem Modell 1 / 2a.

- Ansatz 2c) auf Basis normiert-linearer Modelle mit einer Normierung der die Kosten und Kostentreiber anhand von Netzlänge bzw. Rohrvolumen führt zu einem Modellvorschlag, der im Vergleich zum Translog-Modell ein bis zwei zusätzliche Vergleichsparameter beinhaltet (in Tabelle 39 Normierung anhand des Rohrvolumens). Bei normiert-linearen Funktionen ist die Interpretation der Koeffizienten grundsätzlich schwieriger und es besteht häufiger, trotz Normierung, das Problem heteroskedastischer Fehlerterme: Das Modell aus Ansatz 2c erfüllt die ingenieurwissenschaftlichen, jedoch nicht die statistischen Anforderungen. Die zugrundeliegende funktionale Form ist weniger gut geeignet, den Zusammenhang zwischen Kosten und Kostentreibern zu beschreiben. Das Vorliegen von Heteroskedastizität kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Die durchschnittlichen Effizienzwerte fallen zusätzlich deutlich geringer aus als im Ansatz 1 / 2a.

Wir empfehlen daher, das Modell 1 / 2a für den Effizienzvergleich der 4. Regulierungsperiode zu verwenden. Die Eigenschaften dieses Modells werden im nachfolgenden Abschnitt ausführlicher analysiert.

Tabelle 40 Vergleich der Modellkandidaten				
Ansatz	Ansatz 1 / 2a (präf. Modell)	Ansatz 2a (Alternativ- Modell)	Ansatz 2b log- lineare Modelle	Ansatz 2c Normiert-lineare Modelle
Vergleichsparameter	Rohrvolumen, Jahreshöchstlast, Anzahl der Messtellen Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (BD), Vorher. Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge)	Rohrvolumen, Jahreshöchstlast, Anzahl der Messtellen, Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (BD), Vorher. Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge), Anzahl Messlokationen bzw. Messtellen (Mitteldruck)	Rohrvolumen, Potenzielle Jahreshöchstlast, Anzahl der Ausspeisepunkte, Anzahl der Messlokationen bzw. Messtellen > 5 bar, Vorherrschende Bodenklassen 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge)	Rohrvolumen (Normierung), Jahreshöchstlast, Anzahl der Messlokationen bzw. Messtellen, Ausspeisepunkte > 5 bar (BD), Vorher. Grabbarkeiten 4,5,6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge), Anzahl potenzieller Ausspeisepunkte
Ing.wiss. Einordnung	Alle Dimensionen der Versorgungsaufgabe werden über Priorität 1 Parameter abgebildet	Berücksichtigung der Anzahl Messlokationen bzw. Messtellen (MD) ohne ing.-wiss. Begründung	Alle Dimensionen der Versorgungsaufgabe werden abgebildet, pot. Jahreshöchstlast jedoch mit nachrangiger Einordnung	Alle Dimensionen der Versorgungsaufgabe werden abgebildet, pot. AP als zusätzlicher Parameter jedoch mit nachrangiger Einordnung
Statistische Eignung	Modell erfüllt alle statistischen Anforderungen und zeigt einen sehr guten Erklärungsgehalt	Modell erfüllt alle statistischen Anforderungen und zeigt einen sehr guten Erklärungsgehalt; Berücksichtigung der BK ohne Kreuz- und Quadratterme aus konzeptioneller Sicht nachteilig	Modell erfüllt alle statistischen Anforderungen und zeigt einen hohen Erklärungsgehalt. Die Modellgüte ist geringer als bei Modell 1 / 2a. Log-lineare Modell zudem vermehrt mit Heteroskedasizität.	Die normiert-lineare Funktion weist eine geringere Modellgüte auf und kann das Problem der Heteroskedasizität nicht vollständig eingrenzen.
Mittelwert Best-of-Four	92.64	92.26	89.48	90.01
Standardabweichung Best-of-Four	5.59	6.69	7.78	8.69

* Quelle: Bundesnetzagentur

6.9 Spezifikation des finalen Effizienzvergleichsmodells

6.9.1 Modellspezifikation (Parameter)

Für das Effizienzvergleichsmodell für die 4. Regulierungsperiode wird das untenstehend beschriebene Modell empfohlen. Das Modell in der Translog-Funktion erreicht einen Erklärungsgehalt von ca. 98 %, das heißt 98 % der Varianz in den Kostendaten kann durch das Modell erklärt werden.

Tabelle 41 Modellspezifikation Effizienzvergleichsmodell	
Dimension der Versorgungsaufgabe	Kostentreiber
Ausdehnung des Versorgungsgebiets	Rohrvolumen (inkl. Hausanschlussleitungen)
Kapazitätsbereitstellung	Jahreshöchstlast aller Ausspeisungen
Verteilung von Energie zum Kunden	Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen (gesamt)
Transport von Energie in Hochdrucknetzen	Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar (Betriebsdruck)
Geologische Besonderheit	Gewichtung der vorherrschenden Bodenklasse 4, 5 und 6 mit Netzlänge (Tiefe 0-2m)
Demographischer Wandel	Berücksichtigung der Netzdimensionierung über bestehende Anlagen (Rohrvolumen, Netzlänge als Gewichtungparameter)
Granularität der Versorgungsaufgabe	Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen (in Verbindung mit Ausdehnungsparameter)

* Quelle: Bundesnetzagentur

6.9.2 Funktionale Form

Der Vergleich der Modellkandidaten hat ergeben, dass das Modell mit Translog-Funktion die besten Eigenschaften aufweist. Weiterhin bietet es Konsistenz zur vorherigen Regulierungsperiode, da es sich um eine Weiterentwicklung des EVG3-Modells handelt, welches durch eine erneut durchgeführte Modellspezifikation auf Basis der ingenieurwissenschaftlichen Prioritätenliste bestätigt wurde.

6.9.3 Eigenschaften des Modells

Wir überprüfen die Spezifikation des Modells und ob das gewählte Modell die in Abschnitt 6.4 definierten statistischen Eigenschaften in Bezug auf Homoskedastizität und Multikollinearität erfüllt. Die gewählte funktionale Form der Translog-Funktion hat ihren Ursprung in der Produktionstheorie. Daher ist weiterhin zu überprüfen, ob die theoretische Annahme von monoton steigenden Kosten, das heißt, ob der Anstieg eines Outputs mit steigenden Kosten einhergeht, erfüllt ist.

Test auf Fehlspezifikation des Effizienzvergleichsmodells

Anhand statistischer Tests kann überprüft werden, ob es Hinweise auf eine Fehlspezifikation des Modells gibt. Wir prüfen die Spezifikation des finalen Effizienzvergleichsmodells anhand des Link-Tests²⁰ sowie des RESET-Tests²¹.

Bei beiden Kostenarten deuten sowohl der Link-Test als auch der RESET-Test nicht darauf hin, dass das finale Effizienzvergleichsmodell fehlspezifiziert ist.

- Link-Test: Bei nicht-standardisierten und standardisierten Kosten ist der Vorhersagewert im Link-Test auf dem 1 %-Niveau signifikant (p-Wert beträgt 0.002 bzw. 0.002), der p-Wert für den quadrierten Vorhersagewert beträgt 0.95 und 0.97 (standardisiert).

- RESET-Test: Die Nullhypothese, dass das Model korrekt spezifiziert ist, kann bei keiner Kostenart verworfen werden (p-Wert von 0.63 bei nicht-standardisierten und 0.68 bei standardisierten Kosten).

Kein Vorliegen von Heteroskedastizität

Bei Vorliegen von Heteroskedastizität ist die Aussagekraft der geschätzten OLS-Koeffizienten eingeschränkt. Im Rahmen der OLS lässt sich mit einem modifizierten Schätzverfahren das Vorliegen von Heteroskedastizität berücksichtigen, im Rahmen der SFA ist eine Korrektur zwar nicht ausgeschlossen, jedoch nur unter Zugrundelegung weitgehender Annahmen möglich.

Wir testen das Vorliegen von Heteroskedastizität anhand des White-Tests und des Breusch-Pagan-Tests²². Diese testen die Nullhypothese, dass die Varianz der Residuen homogen ist.

Bei beiden Kostenarten kann die Nullhypothese homogener Varianz in den Residuen bei einer Vertrauenswahrscheinlichkeit von 95 % nicht verworfen werden, dies gilt sowohl für den White-Test als auch für den strengeren Breusch-Pagan-Test (p-Wert beträgt 0.97 bzw. 0.73). Von Heteroskedastizität ist daher nicht auszugehen.

Ausreichend geringes Maß an Multikollinearität

Wenn Vergleichsparameter einer Schätzung (stark) miteinander korreliert sind, ergibt sich das Problem der Multikollinearität, welches zu einer abnehmenden Präzision der Schätzung führt. Konkret bedeutet dies vor allem, dass Koeffizienten nicht signifikant sind, der Effekt einzelner Koeffizienten nicht identifiziert werden kann, nicht-plausible Werte für Koeffizienten auftreten können und die Schätzung „instabil“ sein kann, das heißt, dass leichte Veränderungen zu stark abweichenden Ergebnissen führen können.²³

In der Translog-Funktion ist per Definition durch die Berücksichtigung von Kreuz- und Quadrattermen ein gewisses Maß an Multikollinearität inhärent und zu akzeptieren. Tabelle 42 zeigt die Variance Inflation Factors (VIF) für die Koeffizienten erster Ordnung. Bei Betrachtung des Modells in seiner restringierten Cobb-Douglas-Form wird jedoch ersichtlich, dass die im Translog-Modell beobachteten VIF-Werte lediglich durch die Hinzunahme der Kreuz- und Quadrattermen hervorgerufen werden.

	Totex	sTotex
ln (RVtot)	8.61	8.94
ln (JHLaus)	8.09	8.33
ln (MStot)	1.98	1.96
ln (AP>5bar (BD))	1.23	1.24
ln (NLv2BK456)	4.59	4.52

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Nach Ausreißeranalyse: VIF-Werte basieren auf unterschiedlichen Stichproben für die einzelnen Kostenarten

Bei keinem der Parameter liegt der VIF-Wert oberhalb des üblichen Schwellenwerts von 10. Im Prozess der Parameterauswahl haben wir den Grad der Multikollinearität als kritisch eingeschätzt, wenn sich durch

das Hinzunehmen eines (korrelierten) Parameters unplausible, nicht-signifikante oder negative Koeffizienten für diesen oder einen bereits berücksichtigten Parameter ergeben haben.

Monoton steigende Kostenfunktion

Eine Funktion ist monoton steigend, wenn der Funktionswert bei einem Anstieg des Arguments (hier Outputs) steigt oder gleichbleibt. Es ist daher zu untersuchen, wie sich die geschätzte Kostenfunktion verhält, wenn man die Höhe eines Output-Parameters um eine infinitesimal kleine Einheit erhöht.²⁴ Die Anforderung der monoton steigenden Kostenfunktion ist wichtig, wenn explizite Kostenfunktionen geschätzt werden, also ein Kostenminimierungsproblem von Produzenten zugrunde liegt. In unserem Fall, in dem das Verhältnis von Kosten und Kostentreibern (Outputs) analysiert wird, sind die Anforderungen an die Eigenschaften der Funktion als weniger streng zu interpretieren.²⁵

Bei linear-verlaufenden Kostenfunktionen, ohne Quadrat- und Kreuzterme, kann die Monotonie Eigenschaft direkt am geschätzten Koeffizienten abgelesen werden, da dieser der ersten partiellen Ableitung nach dem Kostentreiber entspricht. Ist dieser geschätzte Koeffizient positiv, ist der Zusammenhang an jeder Stelle dieser Funktion positiv.

Im Falle einer Translog-Funktion mit Kreuz- und Quadrattermen ist der Zusammenhang zwischen Kosten und Output-Parameter/Kostentreibern nicht linear. Der Einfluss einer Erhöhung eines Kostentreibers kann daher nicht unmittelbar am geschätzten Koeffizienten erster Ordnung abgelesen werden, sondern ist auch abhängig von der Höhe des betrachteten Parameters sowie der Höhe der anderen Kostentreiber und den Koeffizienten der Kreuzterme.

Da es sich bei der Annahme der monoton-steigenden Funktion nicht um ein statistisches Kriterium, sondern ein ökonomisch-theoretisches Kriterium handelt, muss die Interpretation den konkreten Anwendungsfall berücksichtigen: Beim hier vorliegenden Modell wird die Versorgungsaufgabe durch verschiedene, teilweise korrelierte, Kostentreiber beschrieben. Dies impliziert, dass die Erhöhung von einem Kostentreiber in der Realität mit hoher Wahrscheinlichkeit mit der Erhöhung eines anderen Kostentreibers einhergeht. Zum Beispiel führt das Verlegen zusätzlicher Rohrleitungen zu einer Erhöhung sowohl des Rohr Volumens aber, über die Gewichtung mit der Netzlängen, auch des Kostentreibers NLv2BK456. Gleiches gilt für die Jahreshöchstlast: Bei ansteigender Jahreshöchstlast ist auch mit einem Anstieg des Rohr Volumens zur Bereitstellung der Kapazität zu rechnen.

Wir untersuchen daher zwei unterschiedliche Ansätze: Neben den partiellen Ableitungen der einzelnen Kostentreiber analysieren wir nachfolgend ergänzend auch das Verhalten der Funktion, wenn ein 1%-Anstieg aller Kostentreiber unterstellt wird.

- Gemeinsame Betrachtung aller Kostentreiber – Wir überprüfen, ob eine 1% Erhöhung aller Kostentreiber zu einem Anstieg der Kostenfunktion führt. In dieser gemeinsamen Betrachtung tritt bei keinem Netzbetreiber ein negativer Wert auf (Anzahl negativer partieller Ableitungen gleicht 0).
- Betrachtung einzelner Kostentreiber – Wir untersuchen für jeden Netzbetreiber anhand der partiellen Ableitungen der Funktion nach diesem Output-Parameter, ob eine Erhöhung eines Kostentreibers im geschätzten Modell eine Verringerung der Kosten nach sich ziehen würde und die Funktion somit nicht in jedem Output-Parameter zu 100 % monoton steigend ist. Da es sich bei der partiellen Ableitung um eine Linearkombination der geschätzten Koeffizienten handelt, kann anhand des Wald-Tests geprüft werden, ob die negative partielle Ableitung statistisch signifikant ist (Tabelle 43).²⁶

Die statistisch nicht signifikanten negativen partiellen Ableitungen bei den Vergleichsparametern Jahreshöchstlast und NLv2BK456 sind führen auf die hohe Korrelation der Vergleichsparameter mit dem Rohr Volumen zurückzuführen (in logarithmierter Form > 80%). Dies drückt sich auch dadurch aus, dass Netzbetreiber mit einer hohen negativen partiellen Ableitung bei „Jahreshöchstlast“ oder „NLV2bk456“ eine hohe positive Ableitung im Parameter Rohr Volumen aufweisen.

Tabelle 43.1 Anzahl Netzbetreiber mit negativer partieller Ableitung nach Output-Parameter (davon statistisch signifikant auf 10 %-Niveau) - Totex

	neg. part. Ableitungen	10 %-Niveau signifikant
ln (RVtot)	4	0
ln (JHLaus)	22	0
ln (MStot)	3	0
ln (AP>5bar (BD))	36	29
ln (NLv2BK456)	13	0

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Negative partielle Ableitungen von Unternehmen, die als Ausreißer aus dem Datensatz entfernt wurden, sind nicht enthalten

Tabelle 43.2 Anzahl Netzbetreiber mit negativer partieller Ableitung nach Output-Parameter (davon statistisch signifikant auf 10 %-Niveau) - sTotex

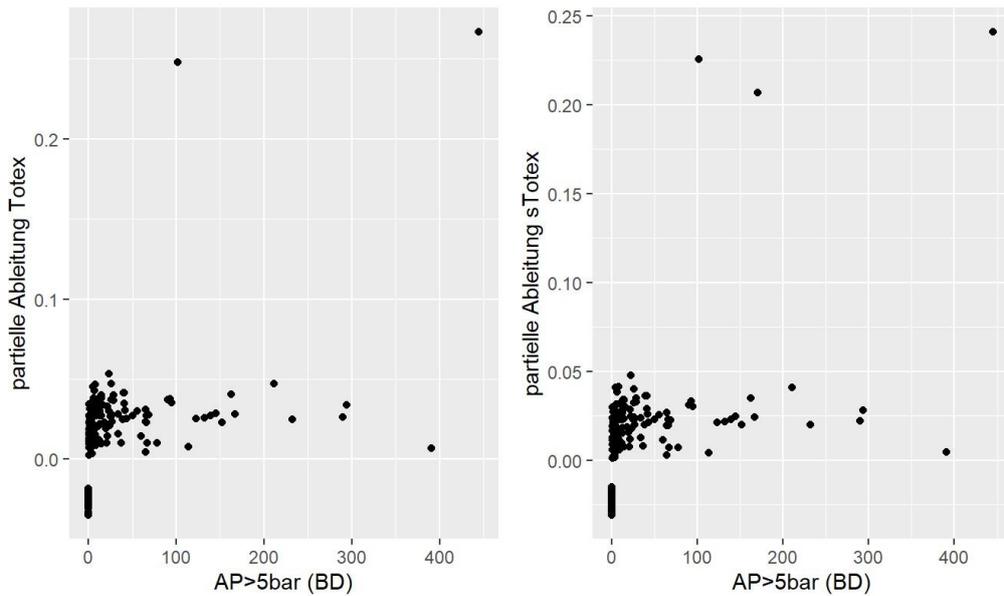
	neg. part. Ableitungen	10 %-Niveau signifikant
ln (RVtot)	4	0
ln (JHLaus)	35	0
ln (MStot)	4	0
ln (AP>5bar (BD))	36	22
ln (NLv2BK456)	11	0

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Negative partielle Ableitungen von Unternehmen, die als Ausreißer aus dem Datensatz entfernt wurden, sind nicht enthalten

Der Kostentreiber Ausspeisepunkte > 5 bar weist weiterhin eine höhere Anzahl von (statistisch signifikanten) negativen partiellen Ableitungen auf. Wie schon im Rahmen des EVG3 festgestellt, konzentrieren sich die negativen Ableitungen auf solche Netzbetreiber, für die Funktion nicht definiert ist, also nicht über AP> 5 bar verfügen. Die Verletzung der Monotonieannahme ist demnach unkritisch und deutet darauf hin, dass die hier verwendete Translog-Funktion in der Lage ist, trennscharf zwischen Unternehmen zu unterscheiden, die AP > 5 bar betreiben und solchen, die nicht in dem Druckbereich tätig sind.^{27 28}

Abbildung 21 Partielle Ableitung nach Ausspeisepunkte > 5 bar



Quelle: Bundesnetzagentur

Hinweis: Hinweis: Aus Darstellungsgründen werden 2 Netzbetreiber mit AP > 5 bar größer als 500 nicht dargestellt. Die partiellen Ableitungen sind positiv.

- Schlussfolgerung: Keine Anpassung des Effizienzvergleichsmodell erforderlich – Auf Basis unserer Analysen kommen wir zu den folgenden Schlussfolgerungen: Die Funktion erfüllt die notwendige Anforderung, da eine minimale Erhöhung aller Outputs für jeden Netzbetreiber zu einem Anstieg der effizienten Kosten führt. Bei der Betrachtung einzelner Vergleichsparameter bzw. Outputs kommt es vereinzelt zu negativen Ableitungen. Diese sind teilweise auf die Kollinearität zwischen den Kostentreibern zurückzuführen, die die Interpretation der individuellen partiellen Ableitungen erschwert, oder stehen im Zusammenhang mit Netzbetreibern, die nicht über Ausspeisepunkte > 5 bar verfügen. Berücksichtigt man weiterhin die Konfidenzintervalle der Koeffizienten bzw. die statistische Signifikanz sind einzig solche Netzbetreiber betroffen, die in der Dimension AP > 5 bar keine Ausprägung haben. In diesem Bereich ist die Funktion und daher die Elastizität nicht definiert. Eine Anpassung des Effizienzvergleichsmodells ist daher nicht erforderlich.²⁹

7 Ermittlung der Effizienzwerte

7.1 SFA-Effizienzwert

7.1.2 Signifikanzniveau der Ineffizienzterme

Tabelle 44 zeigt die p-Werte des Likelihood-Ratio Tests („Signifikanzniveau“). Dieser testet die Nullhypothese, dass aus statistischer Sicht der Fehlerterm mit hinreichender Genauigkeit in Ineffizienz und „Rauschen“ unterteilt werden kann. Wie aus Tabelle 44 ersichtlich, kann die Nullhypothese bei nicht-standardisierten Kosten, abhängig von der gewählten Verteilungsannahme auf dem 1.3 % (exponentiell) und 2.1 % (halbnormal)-Signifikanzniveau verworfen werden. Bei standardisierten Kosten kann die Nullhypothese mit einem Signifikanzniveau von 5.2 % (exponentiell) und 5.1 % (halbnormal) verworfen werden. Somit ist mit hinreichend hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass im finalen Effizienzvergleichsmodell eine Zerlegung des Fehlerterms in die zufällige und Ineffizienzkomponente erfolgen kann.

Informationskriterien

Auf Basis der Informationskriterien AIC und BIC ist die Modellgüte unter der Annahme exponential-verteilter Ineffizienzterme bei nicht-standardisierten Kosten geringfügig höher. Bei standardisierten Kosten verhält es sich umgekehrt.

Veränderung der Effizienzwerte gegenüber RP3

In der dritten Regulierungsperiode lagen die SFA-Effizienzwerte³⁰ im Durchschnitt bei 91,03 % (nicht-standardisierte Kosten) beziehungsweise 90,61 % (standardisierte Kosten), bei einer Standardabweichung von 5,72 % beziehungsweise 6,06 %. Tabelle 44, zeigt dass bei der Zugrundelegung eines halbnormalverteilten Ineffizienzterms die Durchschnittseffizienz unter das Niveau der zweiten Regulierungsperiode sinkt und die Standardabweichung ansteigt. Bei einem exponentialverteilten Ineffizienzterm sind die Abweichungen von den Ergebnissen der dritten Regulierungsperiode geringer und die Standardabweichung bewegt sich in einer ähnlichen Größenordnung.

Abwägung

Aufgrund der Ergebnisse und statistischen Eigenschaften der halbnormal oder exponentialverteilten Ineffizienzterme sehen wir keine Veranlassung, von der Annahme exponentialverteilter Ineffizienzterme abzuweichen.

Tabelle 44.1 Wahl der Verteilungsannahme des Ineffizienzterms der SFA - Totex		
	Exponential	Halbnormal
AIC	-125.64	-124.88
BIC	-53.52	-52.76
Log-Likelihood	85.82	85.44
Signifikanzniveau Ineffizienzterm	1.33%	2.07%
Durchschnittseffizienz	91.19%	87.06%
Standardabweichung	5.61%	7.95%

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Analyse auf Basis der Stichprobe unter Ausschluss der SFA-Ausreißer und des Battese Coelli-Schätzer

Tabelle 44.2 Wahl der Verteilungsannahme des Ineffizienzterms der SFA - sTotex		
	Exponential	Halbnormal
AIC	-127.81	-127.83
BIC	-55.15	-55.17
Log-Likelihood	86.91	86.92
Signifikanzniveau Ineffizienzterm	5.22%	5.15%
Durchschnittseffizienz	91.85%	87.68%
Standardabweichung	4.81%	7.34%

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Analyse auf Basis der Stichprobe unter Ausschluss der SFA-Ausreißer und des Battese Coelli-Schätzer.

7.1.3 Ausreißeranalyse (Anlage 3 ARegV)

Für die Ausreißeranalyse im Rahmen der parametrischen Methode gem. Anlage 3 ARegV wurde entsprechend dem Vorgehen der vergangenen Effizienzvergleiche die Cook's Distance verwendet. Der wesentliche Vorteil der Cook's Distance gegenüber den anderen in der Anlage 3 Nr. 5 ARegV genannten Methoden ist, dass dadurch sowohl der Einfluss von einzelnen Unternehmen auf die Lage als auch die Steigung der Regressionsgeraden erfasst werden kann (Leverage).

Die Berechnung der Cook's Distance ist durch die SFA selbst nicht möglich. Die Cook's Distance beruht daher auf den Residuen einer OLS, weshalb die Ausreißeranalyse durch eine vorgeschaltete OLS erfolgen muss. In der ersten Regulierungsperiode ist der kritische Wert für die Cook's Distance wie von Cook (1977) vorgeschlagen auf Basis der F-Verteilung abgeleitet. Seit der 2. Regulierungsperiode ist aufgrund der

gestiegenen Heterogenität in der Stichprobe ein geringerer und damit strengerer Grenzwert gewählt worden.

Die Datenstruktur des EVG4 ist der des EVG3 sehr ähnlich (siehe Abschnitt 4.4), Da davon auszugehen ist, dass die Heterogenität der Stichprobe im Vergleich zur 2. oder 3. Regulierungsperiode nicht gesunken ist, gilt wie zuvor der Grenzwert $4/(n-k-1)$, wobei n für die Anzahl an Beobachtungen und k für die Anzahl an Parametern (exkl. Konstante) steht. Dies entspricht einem kritischen Wert von 0,0241.

Wie bereits ausgeführt, berücksichtigt die Cook's Distance sowohl die Höhe des individuellen Residuums als auch den Einfluss auf die Regressionsgerade. Beide Werte können in der grafischen Betrachtung (Abbildung 22) bereits Aufschluss über das Vorliegen von Ausreißern liefern: Unternehmen, die oberhalb der eingezeichneten Linien oder jeweils weit entfernt von den Achsen liegen, sind als einflussreiche Unternehmen auffällig.

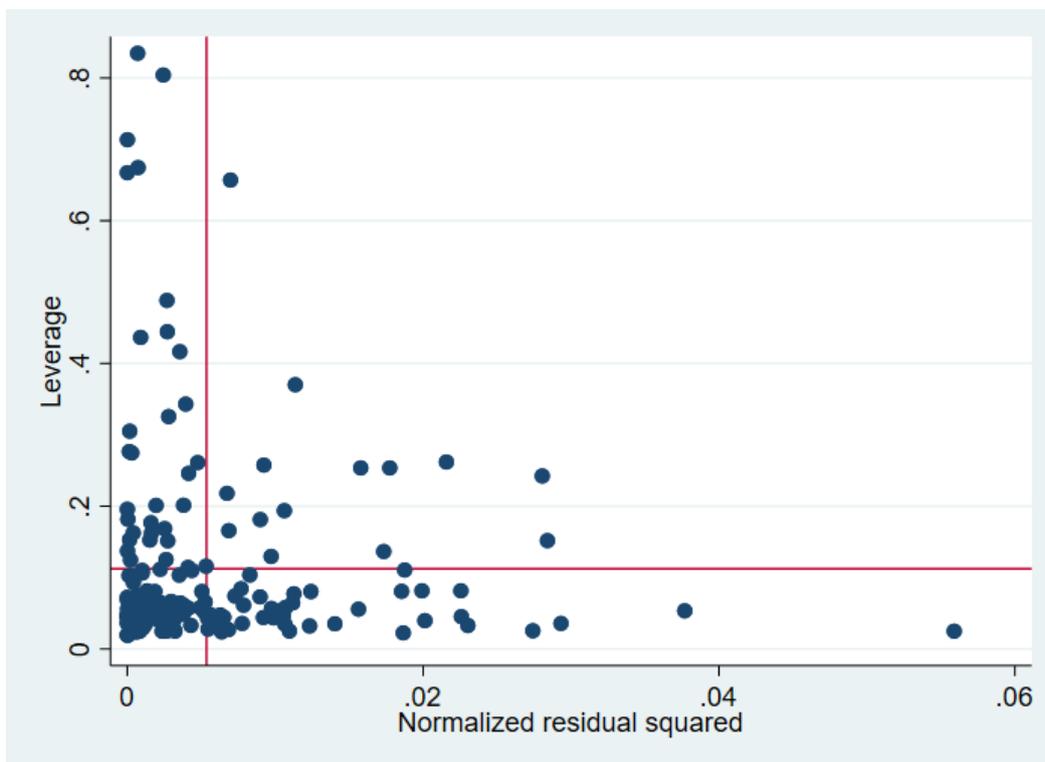
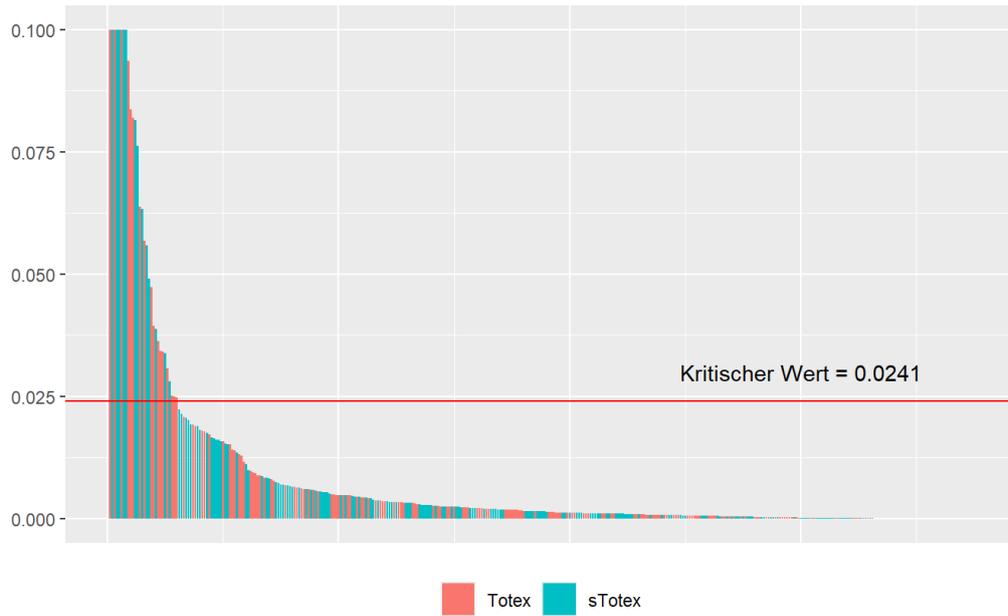


Abbildung 22 Leverage/ Residuals Plot (nicht-standardisierte Aufwandsparameter (Quelle: Bundesnetzagentur)

Die Cook's Distance identifiziert auf Basis der nicht-standardisierten Kosten 17 Unternehmen, bei standardisierten Kosten 13 Unternehmen als auffällige Ausreißer (Abbildung 23).

Abbildung 23 Cook's Distance



Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Abbildung bei einem Cook's Distance Wert von 0.1 begrenzt

Insgesamt werden 17 Unternehmen bei nicht-standardisierten Kosten und 13 Unternehmen bei standardisierten Kosten durch die Cook's Distance aus dem Datensatz entfernt.

Zu den Ausreißern in der SFA gehören jeweils 6 der zuvor als auffällig identifizierten Unternehmen mit hohem regionalem Transportanteil bzw. ohne Konzessionsvertrag (siehe Tabelle 5). Die 3 zuvor auffälligen Netzbetreiber ohne Konzessionsvertrag, die in keiner der beiden Kostenarten als Ausreißer durch die Cook's Distance identifiziert werden, weisen Cook's Distance Werte auf, die deutlich unterhalb des kritischen Wertes liegen (maximaler Cook's Distance liegt bei 0.0205727).³¹

Tabelle 45 Cook's Distance Ausreißer		
Netzbetreiber	Totex	sTotex
Creos Deutschland GmbH	ja	ja
Stadtwerke Schwedt GmbH	ja	ja
Stadtwerke Wedel GmbH	ja	ja
StWB Stadtwerke Brandenburg an der Havel GmbH & Co. KG	ja	nein
Stadtwerke Schneverdingen-Neuenkirchen GmbH	ja	ja
Gas-Versorgungsbetriebe Cottbus GmbH	ja	nein
Städtische Werke Magdeburg GmbH & Co. KG	ja	ja
Stadtwerke Villingen-Schwenningen GmbH	ja	ja
Bocholter Energie- und Wasserversorgung GmbH	ja	ja
EVI Energieversorgung Hildesheim GmbH & Co. KG	ja	nein
SachsenNetzeHS.HD GmbH	ja	ja
EEV Energie-Ems-Vechte GmbH & Co. KG	ja	ja
Netzgesellschaft Potsdam GmbH; Abgabe	ja	ja
Mitteldeutsche Netzgesellschaft Gas HD	ja	ja
KMW GT GmbH	ja	ja
Avacon Netz GmbH	ja	ja
schwaben netz regional gmbh	ja	nein

* Quelle: Bundesnetzagentur

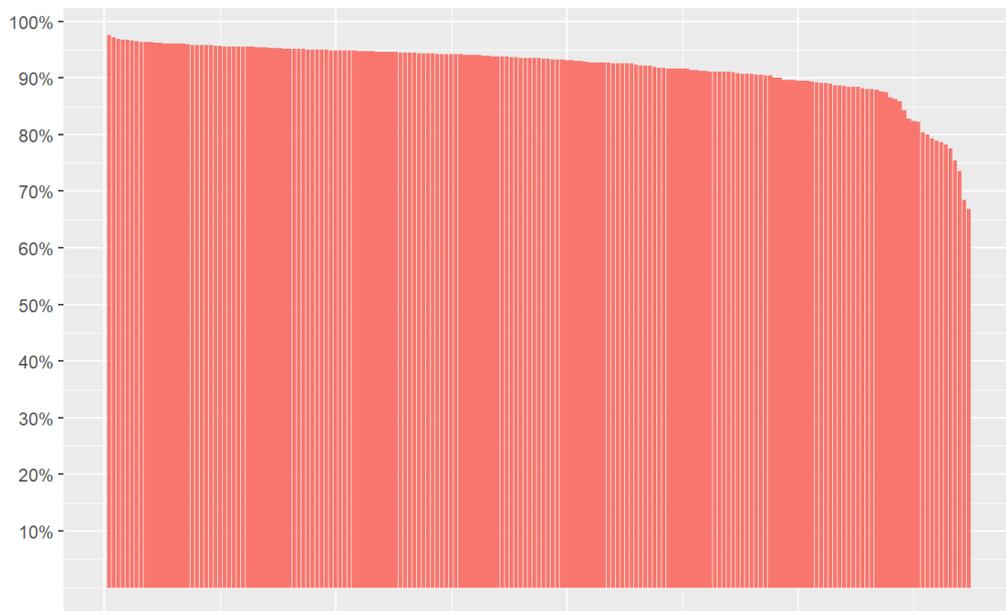
7.1.4 Effizienzwerte SFA

Die Bestimmung der Effizienzwerte für die Ausreißer im Rahmen der SFA folgte den Vorgaben der Anlage 3 (zu § 12) ARegV:

- Schritt 1: Identifizierung von Ausreißern mittels Cook's Distance (siehe oben).
- Schritt 2: Einzelnes Hinzufügen der Ausreißer in SFA (variable Effizienzgrenze) – es gilt:
- Falls die ermittelten Effizienzwerte zwischen 60 % und 100 % liegen, werden diese Effizienzwerte für die Ausreißer herangezogen; und
- falls die ermittelten Effizienzwerte unter 60 % liegen, wird ein Effizienzwert von 60 % verwendet.

Die folgende (Abbildung 24) zeigt die Verteilung der durch die SFA ermittelten Effizienzwerte nach der Ausreißeranalyse. Die SFA-Effizienzwerte der Ausreißer wurden dabei nach dem oben beschriebenen Verfahren festgelegt.

Abbildung 24 Verteilung der Best-of-SFA Effizienzwerte
(nach Ausreißeranalyse)



Quelle: Bundesnetzagentur

Der durchschnittliche Effizienzwert aus der SFA auf Basis nicht-standardisierter Aufwandsparemeter beträgt 91.05 % bzw. 91.71 % unter Zugrundelegung standardisierter Kosten. Der Effizienzwert für nicht-standardisierte Aufwandsparemeter liegt für 131 von 187 Netzbetreibern unter den entsprechenden Werten für standardisierte Aufwandsparemeter (Tabelle 46).

	Totex	sTotex
Min	61.02%	66.84%
25%-Quantil	89.66%	90.35%
Durchschnitt	91.05%	91.71%
75%-Quantil	94.83%	94.90%
Maximum	97.53%	97.42%
Standarabweichung	5.95%	5.05%

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Ermittelt unter Einbeziehung der Effizienzwerte von SFA-Ausreißern

Im Vergleich zur 3. Regulierungsperiode sind die SFA-Effizienzwerte im Durchschnitt um 0.02 % -Punkte (nicht-standardisierte Aufwandsparameter) gestiegen bzw. 1.1 %-Punkte (standardisierte Aufwandsparameter) angestiegen. Die 25 %- und 75 %-Quartilswerte bewegen sich ebenfalls in einer ähnlichen Größenordnung (Tabelle 47).

	RP3_Totex**	RP4_Totex	RP3_sTotex**	RP4_sTotex
Min	67.05%	61.02%	63.90%	66.84%
25%-Quantil	89.93%	89.66%	89.37%	90.35%
Durchschnitt	91.03%	91.05%	90.61%	91.71%
75%-Quantil	94.66%	94.83%	94.57%	94.90%
Maximum	96.97%	97.53%	96.81%	97.42%
Standarabweichung	5.73%	5.95%	6.07%	5.05%

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Ermittelt unter Einbeziehung der Effizienzwerte von SFA-Ausreißern

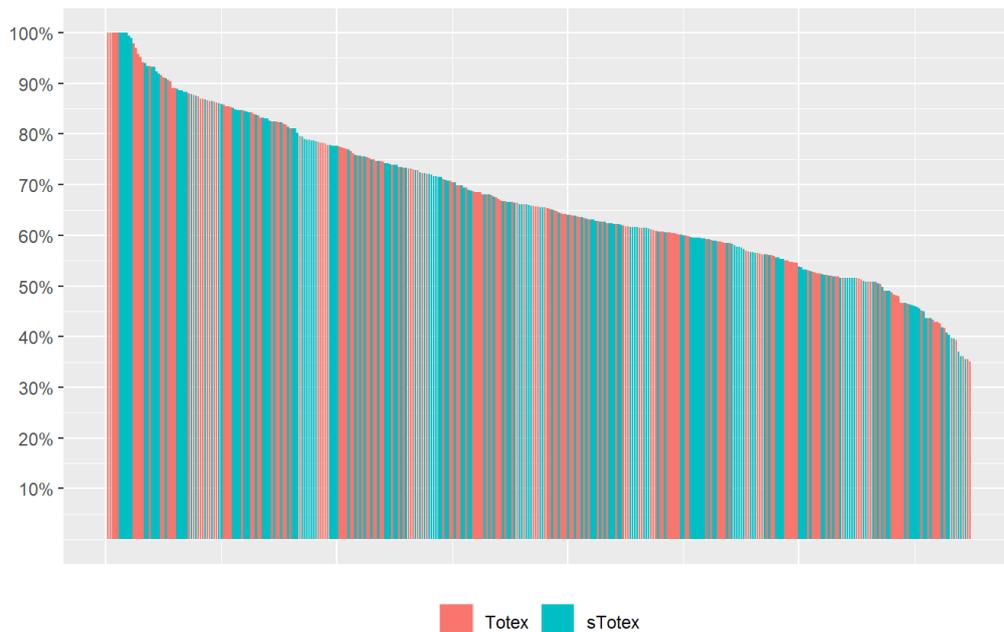
‡ **Datenstand finales Gutachten zum Effizienzvergleich Gas Verteilernetzbetreiber 3. RP, Frontier / TU Berlin (2019).

7.2 DEA-Effizienzwerte

7.2.1 Effizienzwerte vor Ausreißeranalyse

Die folgenden Abbildungen zeigen die Verteilung der durch die DEA ermittelten Effizienzwerte vor der Ausreißeranalyse nach Anlage 3 Nr. 5 ARegV.

Abbildung 25 Verteilung der DEA-Effizienzwerte (vor Ausreißeranalyse)



Quelle: Bundesnetzagentur

7.2.2 Dominanzanalyse (Anlage 3 ARegV)

Im Rahmen der Dominanzanalyse wird bei nicht-standardisierten und bei standardisierten Aufwandsparametern ein Unternehmen als für die Mehrheit der übrigen Stichprobe maßgeblich identifiziert. Mit einem Signifikanzniveau von 95 % kann die Nullhypothese des Tests, dass die Verteilung der Effizienzwerte nicht maßgeblich durch das Unternehmen GEW Wilhelmshaven GmbH beeinflusst wird, verworfen werden. Zusätzlich wird bei nicht-standardisierten Aufwandsparametern die Mitteldeutsche Netzgesellschaft Gas HD als Ausreißer identifiziert. Die Unternehmen werden aus den jeweiligen Datensätzen entfernt, bevor anschließend die Supereffizienzanalyse durchgeführt wird.

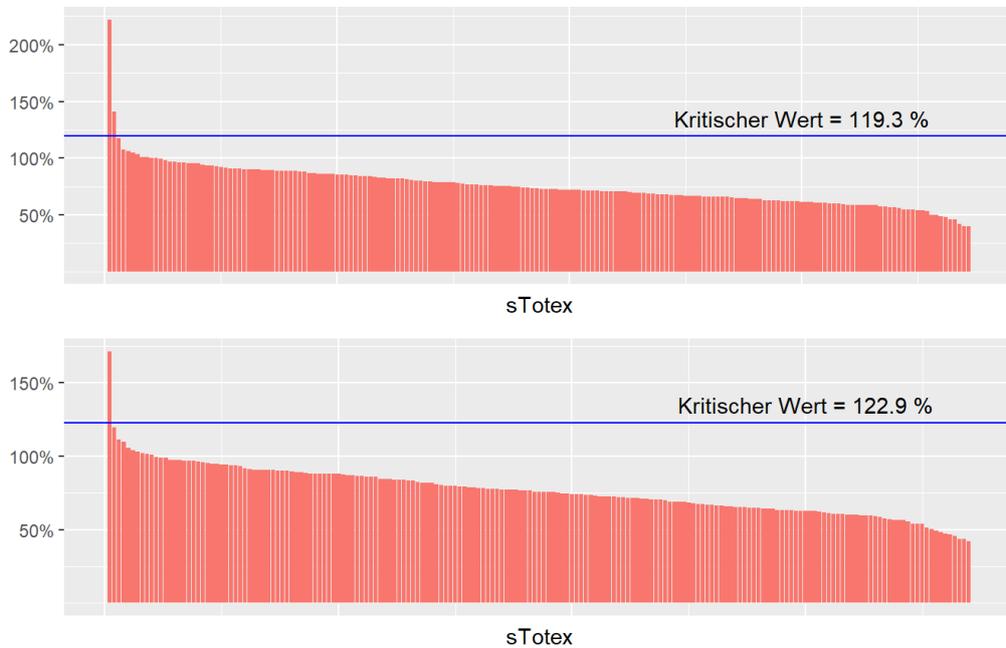
7.2.3 Supereffizienzanalyse (Anlage 3 ARegV)

Die Supereffizienzanalyse ergibt bei beiden Kostenarten für 10 / 10 Verteilernetzbetreiber einen Supereffizienzwert von über 100 %. Von diesen Unternehmen liegen 2 / 1 über dem ermittelten kritischen Effizienzwert von 119 / 123 % und wurden als Ausreißer identifiziert. In der 3. Regulierungsperiode wurden 3 Netzbetreiber bei nicht-standardisierten Aufwandsparametern und 6 Netzbetreiber bei standardisierten Aufwandsparametern als supereffiziente Ausreißer identifiziert. Die geringere Anzahl an Ausreißern im aktuellen Effizienzvergleich ist auf die Identifikation eines dominanten Ausreißers in beiden Kostenarten im Rahmen der Dominanzanalyse zurückzuführen. Im EVG3 wurde im Rahmen der Dominanzanalyse nur bei dem nicht-standardisierten Aufwandsparameter ein dominanter Ausreißer identifiziert. Die Identifikation des dominanten Netzbetreibers im EVG4, der entsprechend den Vorgaben

der ARegV nicht Bestandteil der Supereffizienzanalyse sein darf, erhöht die Supereffizienzwerte und führt dadurch zu einem höheren kritischen Wert für die Identifikation von supereffizienten Ausreißern.

Wie aus Abbildung 26 ersichtlich, liegt bei nicht-standardisierten Aufwandparametern 1 Netzbetreiber mit einem Supereffizienzwert von 117 % knapp unterhalb des gemäß ARegV definierten kritischen Werts (Bad Honnef AG), bei standardisierten Aufwandparametern liegt die Ferngas Netzgesellschaft mbH mit 119% unterhalb des kritischen Wertes.

Abbildung 26 Supereffizienzanalyse: Supereffizienzwerte Totex (oben), sTotex (unten))



Quelle: Bundesnetzagentur

Von den auffälligen Netzbetreibern mit hohem regionalem Transportanteil werden 2 Netzbetreiber als Ausreißer (beide Kostenarten) identifiziert.

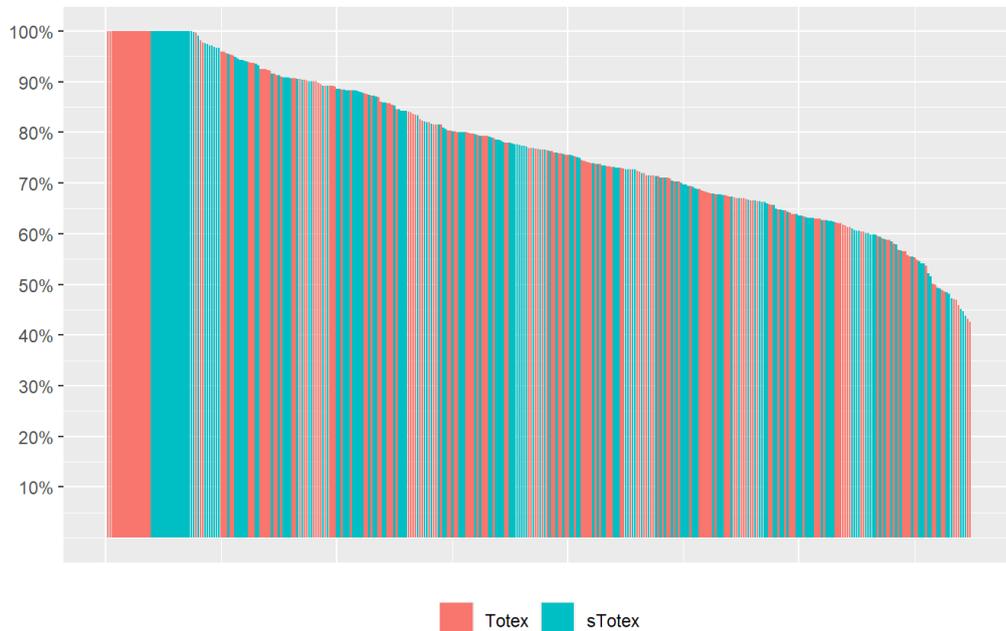
Tabelle 48 DEA-Ausreißer		
Netzbetreiber	Totex	sTotex
GEW Wilhelmshaven GmbH	Dominanzanalyse	Dominanzanalyse
EEV Energie-Ems-Vechte GmbH & Co. KG	Supereffizienzanalyse	Supereffizienzanalyse
Mitteldeutsche Netzgesellschaft Gas HD	•	Dominanzanalyse
Mitteldeutsche Netzgesellschaft Gas HD	Supereffizienzanalyse	•

* Quelle: Bundesnetzagentur

7.2.4 Effizienzwerte DEA

Die folgenden Abbildungen zeigen die Verteilung der durch die DEA ermittelten Effizienzwerte nach Durchführung der Ausreißeranalyse.

Abbildung 27 DEA-Effizienzwert (nach Ausreißeranalyse)



Quelle: Bundesnetzagentur

Der durchschnittliche Effizienzwert aus der DEA auf Basis nicht-standardisierter Aufwandsparameter beträgt 77.04 %, bzw. 77.33 % unter Zugrundelegung standardisierter Kosten. Der Effizienzwert für nicht-standardisierte Aufwandsparameter liegt für 96 von 187 Netzbetreibern über dem Wert für standardisierte Aufwandsparameter (Tabelle 49).

Tabelle 49 DEA-Effizienzwerte-RP4		
	Totex	sTotex
Min	42.62%	43.80%
25%-Quantil	66.89%	66.30%
Durchschnitt	77.04%	77.33%
75%-Quantil	89.39%	89.25%
Anzahl 100 %	19	18
Standardabweichung	14.55%	14.73%

* Quelle: Bundesnetzagentur

Im Vergleich zur 3. Regulierungsperiode sind die DEA-Effizienzwerte im Durchschnitt um 1 %-Punkt (nicht-standardisierte Aufwandsparameter) gestiegen bzw. 0.5 %-Punkte gesunken (standardisierte Aufwandsparameter).

Tabelle 50 DEA-Effizienzwerte Vergleich RP3 und RP4				
	RP3_Totex**	RP4_Totex	RP3_sTotex**	RP4_sTotex
Min	42.18%	42.62%	42.94%	43.80%
25%-Quantil	63.95%	66.89%	65.98%	66.30%
Durchschnitt	75.63%	77.04%	77.86%	77.33%
75%-Quantil	86.56%	89.39%	88.75%	89.25%
Anzahl 100 %	20	19	21	18
Standardabweichung	14.78%	14.55%	14.75%	14.73%

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ **Datenstand finales Gutachten zum Effizienzvergleich Gas Verteilernetzbetreiber 3. RP, Frontier / TU Berlin (2019).

Peer-Analyse

Durch die Peer Analyse kann bestimmt werden, welche Vergleichsunternehmen für die einzelnen Unternehmen relevant sind und welche Bedeutung die einzelnen Vergleichsunternehmen haben. Dadurch kann analysiert werden, inwieweit durch einzelne Unternehmen – auch nach der Ausreißeranalyse – Benchmarks gesetzt werden.

Peer-Units sind dabei jene Unternehmen, die die Effizienzgrenze aufspannen. Jedem Unternehmen im Effizienzvergleich können eine oder mehrere Peer-Units zugeordnet werden, die für das jeweilige Unternehmen den Referenzmaßstab darstellen. Das relative Gewicht der Peer-Units wird durch die sogenannten „Lambda-Werte“ der DEA abgebildet, diese werden mit den Aufwandparametern der Peer-Units gewichtet und für die nicht-effizienten Netzbetreiber ins Verhältnis miteinander gesetzt.

Im Folgenden wird für die Stichprobe nach der Ausreißeranalyse gemäß Anlage 3 ARegV analysiert:

- Anzahl der Beeinflussungen – Diese wird durch die Anzahl der Unternehmen bestimmt, für die eine Peer-Unit das relevante Vergleichsunternehmen darstellt. Je größer dieser Wert ist, desto bedeutender ist der Einfluss einer Peer-Unit für die Effizienzwerte der anderen Unternehmen; die ausgewiesenen Werte beinhalten auch die Beeinflussung der Unternehmen auf sich selbst;
- Gewichtung der Beeinflussung – Diese wird durch den durchschnittlichen Einfluss der Peer-Units auf die relevanten Vergleichsunternehmen bestimmt. Je höher dieser Wert ist, desto bedeutsamer ist die Peer Unit für den DEA-Effizienzwert des relevanten Unternehmens. Das Gewicht wird als prozentuale Beeinflussung dargestellt, die Gewichte für ein Unternehmen, das nicht auf der Effizienzgrenze liegt, summieren sich immer auf 1 auf.

Die Analyse zeigt, dass die Effizienzgrenze durch eine große Anzahl von Unternehmen aufgespannt wird. Unternehmen, die dabei im Vorfeld durch besondere Merkmalsausprägung aufgefallen sind, heben sich dabei nicht unverhältnismäßig von den übrigen Peer-Unternehmen ab:

- Bei nicht-standardisierten Kosten wird die Effizienzgrenze (nach Ausschluss der identifizierten Ausreißer) insgesamt von 16 Netzbetreibern aufgespannt. Die Bigge Energie GmbH & Co. KG, Bad Honnef AG und die Energie- und Wasserversorgung Rheine GmbH heben sich durch die hohe

Anzahl an Beeinflussungen (=>83) sowie ein hohes durchschnittliches Gewicht (=> 38 %) von den restlichen Peers ab.

- Bei standardisierten Kosten wird die Effizienzgrenze (nach Ausschluss der identifizierten Ausreißer) insgesamt von 15 Netzbetreibern aufgespannt. Die Stadtwerke Kleve GmbH, Bad Honnef AG und die Energie- und Wasserversorgung Rheine GmbH heben sich durch die hohe Anzahl an Beeinflussungen (=>73) sowie ein hohes durchschnittliches Gewicht (=> 36 %) von den restlichen Peers ab.

Tabelle 51 Analyse der DEA Peer Unternehmen

Name	Anzahl Beeinflussungen-Totex	Ø-Gewicht-Totex	Anzahl Beeinflussungen-sTotex	Ø-Gewicht-sTotex
Creos Deutschland GmbH	4	25%	23	6%
Energie- und Wasserversorgung Rheine GmbH	84	38%	85	36%
Bad Honnef Aktiengesellschaft	83	43%	73	40%
Ferngas Netzgesellschaft mbH	56	3%	52	4%
Stadtwerke Lingen GmbH	1	100%	2	64%
Stadtwerke Kleve GmbH	23	30%	142	60%
LSW Netz GmbH & Co. KG	71	21%		
Bocholter Energie- und Wasserversorgung GmbH			20	34%
EVI Energieversorgung Hildesheim GmbH & Co. KG	49	27%	55	22%
SachsenNetzeHS. HD GmbH	7	16%	26	5%
Netzgesellschaft Ostwürttemberg DonauRies GmbH	3	37%	3	37%
Avacon Hochdrucknetz GmbH	34	4%	27	5%

Hanau Netz GmbH	53	16%	38	18%
BIGGE ENERGIE GmbH & Co. KG	103	59%		
KMW GT GmbH	17	10%	35	7%
terranets bw GmbH	46	3%	39	4%
schwaben netz regional gmbh	24	6%	12	10%

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Unternehmen mit nur 1 Beeinflussung und einem Gewicht von 1 (-> 100%) stellen kein Peer-Unternehmen für andere Netzbetreiber dar.

Die Netzbetreiber ohne Konzessionsgebiet, die nach der Ausreißeranalyse gem. Anlage 3 ARegV in der Stichprobe verbleiben, bilden ebenfalls die Effizienzgrenze, weisen jedoch mit durchschnittlich 27 (nicht-stand. Kosten) bzw. 31 (stand. Kosten) Beeinflussungen mit jeweils einem durchschnittlichen Gewicht von 10 % (nicht-stand. Kosten) bzw. 6 % (stand. Kosten) keine übergeordnete Bedeutung in der Gruppe der Peer-Unternehmen auf.

Tabelle 52 Auswertung Einfluss Peer-Unternehmen mit / ohne Konzessionsgebiet

	Anzahl Beeinflussungen-Totex	Ø-Gewicht-Totex	Anzahl Beeinflussungen-sTotex	Ø-Gewicht-sTotex
Alle Peers	658	27%	632	23%
Davon mit Konzessionsgebiet	470	41%	418	39%
ohne Konzessionsgebiet	188	10%	214	6%

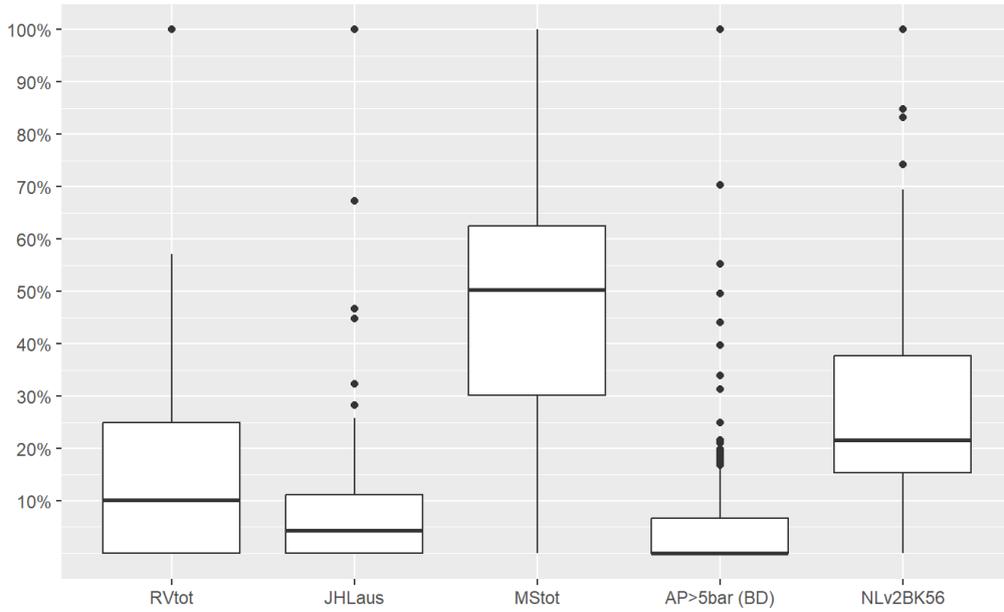
* Quelle: Bundesnetzagentur

Input-Output-Gewichte

Die Input-Output-Gewichte³² in der DEA geben Aufschluss darüber, welches Input-Output Verhältnis, also Kosten je Vergleichsparameter, ausschlaggebend für den Effizienzwert eines Netzbetreibers ist. Abbildung 28 zeigt die Verteilung der Input-Output-Gewichte. Die Verteilung der Gewichte unterscheidet sich zwischen den beiden Kostenarten nur geringfügig, im Folgenden beschreiben wir die Gewichte für die standardisierten Kosten.

Gemessen am Mittelwert haben die Parameter Messlokationen bzw. Messstellen und vorherrschende Bodenklassen 4, 5 und 6 (Tiefe 0-2m, gewichtet mit Netzlänge) den größten Beitrag zu den Effizienzwerten der Stichprobe. Die Parameter Rohrvolumen (RV) und die Jahreshöchstlast (JHL) machen im Mittelwert in 14 % und 7 % des Effizienzwertes aus, der Parameter AP>5bar weniger als 6 %. Abbildung 28 illustriert die Verteilung der Input-Output-Gewichte.

Abbildung 28 Verteilung der Input-Output-Gewichte (standardisierte Kosten)



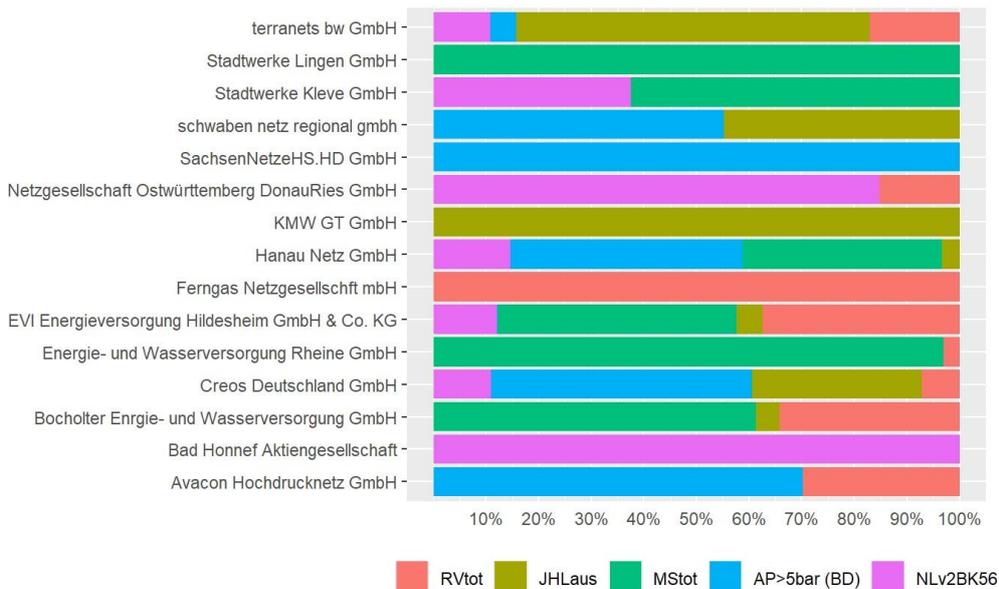
Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Ohne DEA Ausreißer, Gewicht als Produkt des IO-Gewichts und des Outputs
Summe der Gewichte ergibt den Effizienzwert je Netzbetreiber

Input-Output Gewichte der Peer-Unternehmen

Die Analyse der Input-Output Gewichte³³ lässt sich mit der Analyse der Peer-Unternehmen verknüpfen, um Aussagen über die Bedeutung der einzelnen Outputs tätigen zu können. Abbildung 29 zeigt die Verteilung der Output-Gewichte für die Peer-Unternehmen. Dabei stellen wir fest,

- Lediglich 5 Peer-Netzbetreiber ihren Effizienzwert nur aus einer Dimension erhalten;
- 5 Peer-Netzbetreiber ihren Effizienzwert aus 3 oder mehr Dimensionen erhalten.

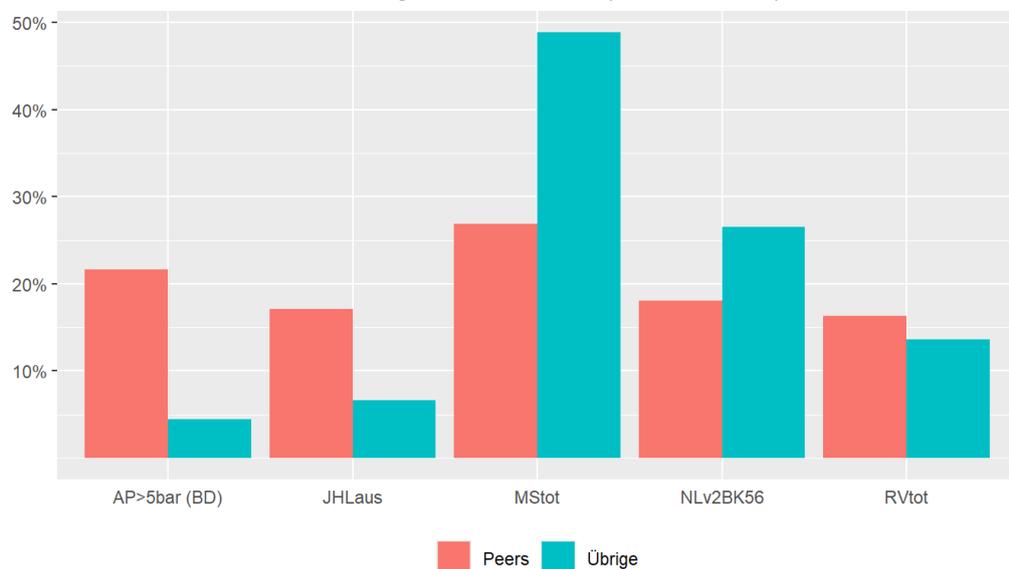
Abbildung 29 Input-Output-Gewichte der Peer-Unternehmen (stand. Kosten)



Quelle: Bundesnetzagentur

Ein Vergleich der durchschnittliche Input-Output-Gewichte für Peer-Unternehmen und übrige Netzbetreiber zeigt, dass es lediglich in den Dimensionen Jahreshöchstlast und AP>5 bar größere Unterschiede zwischen den Peer-Unternehmen und übrigen Netzbetreibern vorliegen.

Abbildung 30 Durchschnittliche Input-Output-Gewichte der Peer-Unternehmen und übriger Netzbetreiber (stand. Kosten)



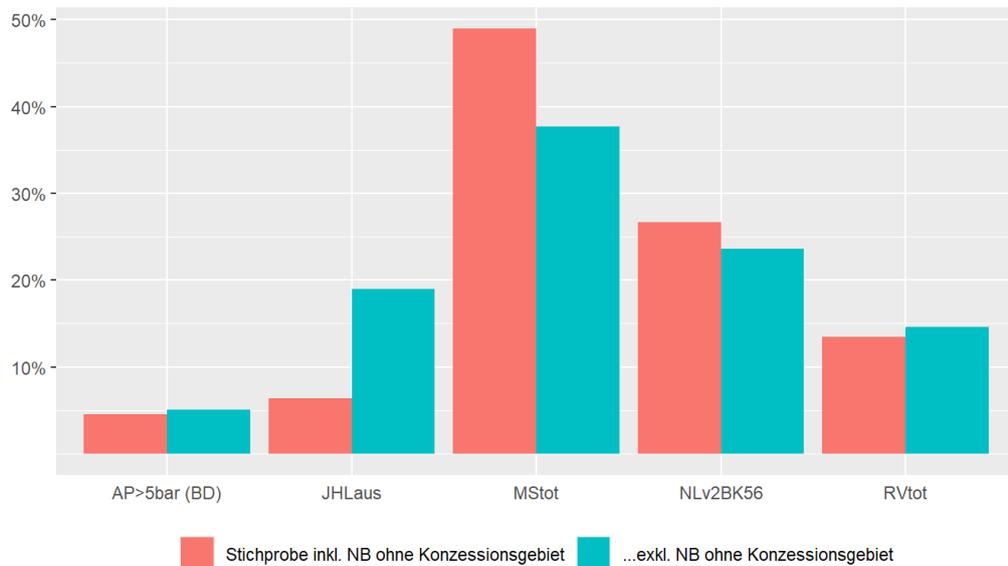
Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Gewicht als Produkt des IO-Gewichts und des Outputs, Summe der Gewichte ergibt den durchschnittlichen Effizienzwert der Gruppe

DEA-Sensitivitätsberechnungen unter Ausschluss von Netzbetreibern ohne Konzessionsgebiet

Wir überprüfen weiterhin, ob durch die Tatsache, dass nicht alle Netzbetreiber ohne Konzessionsgebiet als Ausreißer gem. Anlage 3 ARegV identifiziert werden, eine Verzerrung der DEA-Ergebnisse vorliegt. Dazu analysieren wir, wie sich die Verteilung der Input-Output-Gewichte verändert, wenn die betroffenen Netzbetreiber vor Durchführung der Ausreißeranalyse händisch aus dem Datensatz entfernt werden.

Abbildung 31 zeigt, dass sich die durchschnittlichen Input-Output-Gewichte, mit der Ausnahme der Jahreshöchstlast, nicht maßgeblich verändern, wenn die Netzbetreiber ohne Konzessionsgebiet vor der Durchführung der Ausreißeranalyse aus dem Datensatz entfernt werden. Die Änderung des durchschnittlichen Gewichts der Jahreshöchstlast allein bietet keinen Anhaltspunkt dafür, dass die Ausreißeranalyse gemäß Anlage 3 ARegV nicht in der Lage, extreme Effizienzwerte (Ausreißer) zu identifizieren.

Abbildung 31 Durchschnittliche Input-Output-Gewichte (standardisierte Kosten), inkl. und exklusive der Netzbetreibern ohne Konzessionsgebiet



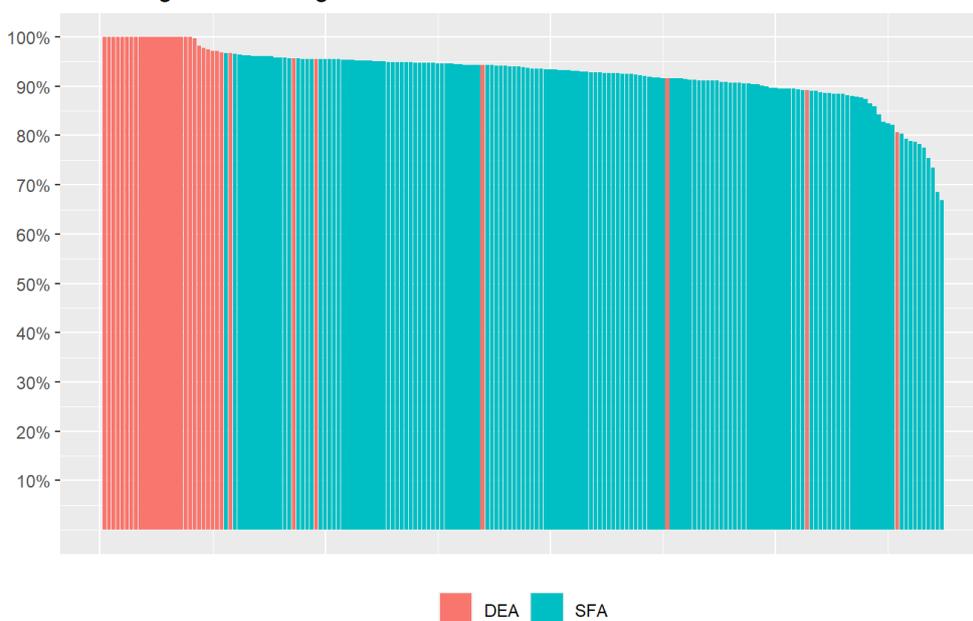
Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Gewicht als Produkt des IO-Gewichts und des Outputs. Summe der Gewichte ergibt den durchschnittlichen Effizienzwert der Gruppe

7.3 Best-of-Four Effizienzwerte

Abbildung 32 zeigt die Verteilung der Effizienzwerte der vierten Regulierungsperiode nach Bestabrechnung. Zudem ist markiert, ob der relevante höchste Effizienzwert aus der SFA oder der DEA ermittelt wird. Für die Mehrzahl (153 Netzbetreiber) ist ein SFA-Effizienzwert maßgebend, 34 Netzbetreiber erlangen ihren Effizienzwert durch die DEA.

Der Durchschnitt der Best-of-Four (BO4) Effizienzwerte beträgt 92.64 %, die minimale Effizienz liegt bei 66.84 %.

Abbildung 32 Verteilung der BO4-Effizienzwerte



Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 53 zeigt zum Vergleich statistische Kennzahlen des Effizienzvergleichs der dritten und der vierten Regulierungsperiode. Im Durchschnitt sind die BO4-Effizienzwerte leicht gestiegen, die Standardabweichung (Streuung der Effizienzwerte) nimmt geringfügig ab.

Tabelle 53 Vergleich Best-of-Four Effizienzwerte		
	RP3**	RP4
Min	67.05%	66.84%
25%-Quantil	90.34%	90.75%
Durchschnitt	92.41%	92.64%
75%-Quantil	95.58%	95.55%
Anzahl 100 %	23	20
Standardabweichung	5.97%	5.59%

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ **Datenstand finales Gutachten zum Effizienzvergleich Gas Verteilernetzbetreiber 3. RP, Frontier / TU Berlin (2019).

Die Verteilung der Effizienzwerte und auch die Korrelation zwischen best-abgerechneten DEA und SFA-Ergebnissen ist vergleichbar mit den Ergebnissen der dritten Regulierungsperiode:

- Die Korrelation zwischen Best-of-DEA und Best-of-SFA Effizienzwerten liegt in der RP3 bei 61 und in der RP4 bei 62 %.
- Die Rangkorrelation beträgt 61 % in der RP4 vs. 61 % in der RP3.

7.4 Effizienzbonus

Der individuelle Supereffizienzwert zur Bestimmung des Effizienzbonus wird entsprechend der in Abschnitt 1.7 beschriebenen Vorgehensweise ermittelt. Für die Unternehmen, welche im Rahmen der Dominanzanalyse aus dem Datensatz entfernt wurde, wird der Supereffizienzwert durch die einzelne Hereinnahme in den Datensatz berechnet (siehe Abschnitt 1.7).

Insgesamt erhalten 13 Netzbetreiber einen Effizienzbonus. Von diesen ist für 4 Netzbetreiber der maximal mögliche individuelle Supereffizienzwert von 5 % ermittelt worden.

Tabelle 54 Netzbetreiber mit Supereffizienzbonus	
Name	Supereffizienzbonus
Energie- und Wasserversorgung Rheine GmbH	4.32%
Bad Honnef Aktiengesellschaft	5.00%

Ferngas Netzgesellschaft mbH	0.07%
Stadtwerke Lingen GmbH	0.72%
Stadtwerke Kleve GmbH	2.98%
LSW Netz GmbH & Co. KG	0.23%
GEW Wilhelmshaven GmbH	5.00%
EVI Energieversorgung Hildesheim GmbH & Co. KG	2.43%
SachsenNetzeHS.HD GmbH	1.95%
EEV Energie-Ems-Vechte GmbH & Co. KG	5.00%
Hanau Netz GmbH	3.97%
BIGGE ENERGIE GmbH & Co. KG	1.71%
Mitteldeutsche Netzgesellschaft Gas HD	5.00%

* Quelle: Bundesnetzagentur

7.5 Validierung der Ergebnisse

Im Folgenden überprüfen wir die Effizienzergebnisse auf Ihre Plausibilität. Dies erfolgt auf Basis der folgenden Ansätze:

- Grafische Prüfung von Zusammenhängen zwischen Effizienzwerten und Strukturparametern: Wir untersuchen grafisch, ob es einen Zusammenhang zwischen den Best-of-Four Effizienzwerten und ausgelassenen Strukturparametern gibt. Wäre ein systematischer Zusammenhang sichtbar, würde dies eine Indikation dafür liefern, dass die Effizienzwerte sich zwischen einzelnen Gruppen von Netzbetreibern systematisch unterscheiden (Abschnitt 7.5.1).
- Prüfung statistischer Zusammenhänge zwischen Effizienzwerten und Strukturparametern: Wir untersuchen in einer ökonomischen Second-Stage Analyse den Zusammenhang zwischen verworfenen Parametern und Best-of-Four Effizienzwerten (Abschnitt 7.5.2).

7.5.1 Grafische Überprüfung des Einflusses ausgewählter Strukturparameter

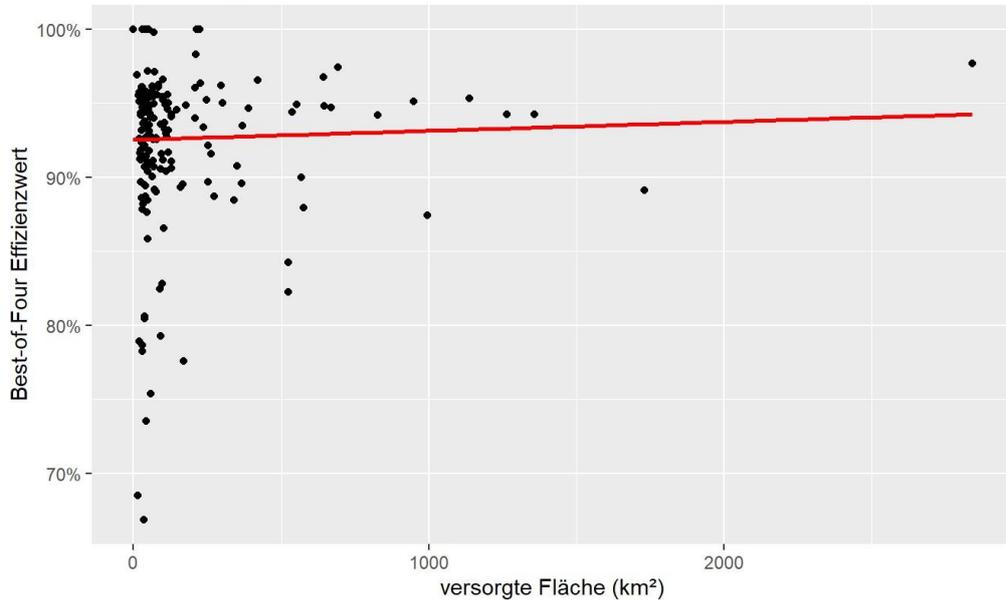
Im Folgenden wird untersucht, wie sich die Best-of-Four Effizienzwerte zu verworfenen ausgewählten Parametern verhalten.

Abbildung 33 folgende zeigen den Zusammenhang zwischen den BO4-Effizienzwerten und ausgewählten in der Kostentreiberanalyse verworfenen Strukturparametern. Die roten Linien in den Abbildungen stellen lineare Trendlinien dar.

Durch die Nichtberücksichtigung der in der Kostentreiberanalyse verworfenen Strukturparameter lässt sich keine strukturelle Benachteiligung der Netzbetreiber feststellen, die hohe Ausprägungen/Werte für

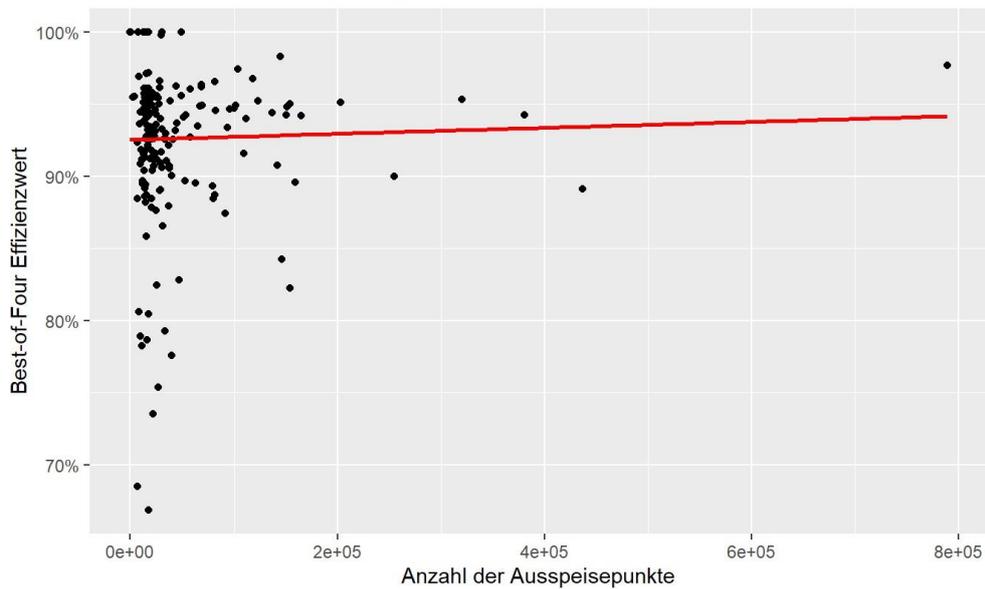
diese Parameter aufweisen. Dies bestätigt die Kostentreiberanalyse und zeigt, dass der Informationsgehalt der verworfenen Parameter durch die in der Modellselektion ausgewählten Kostentreiber abgebildet wird.

Abbildung 33 Zusammenhang zwischen den BO4-Effizienzwerten und der Versorgten Fläche



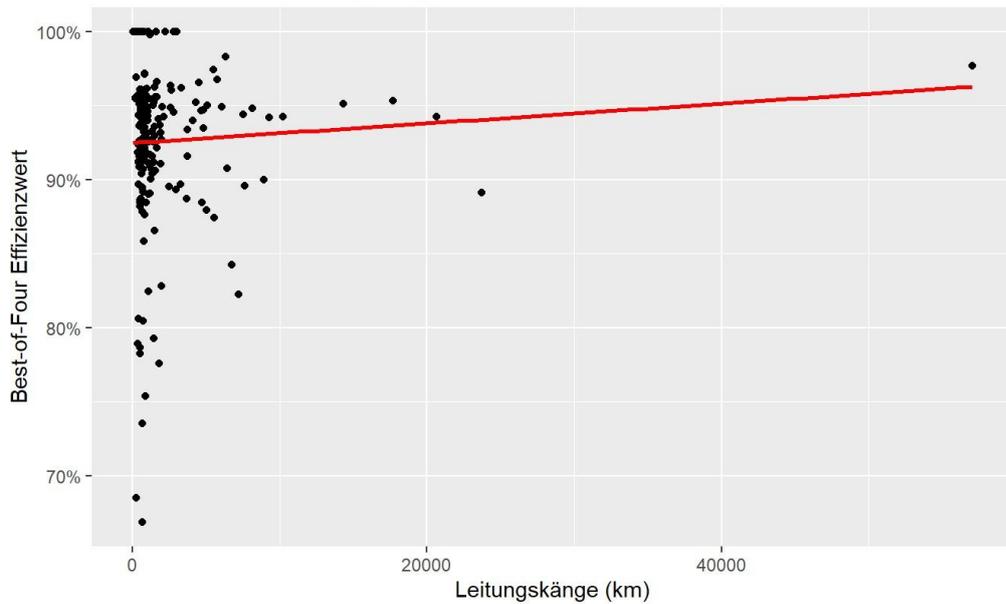
Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Der Zusammenhang wird anhand der roten Trendlinie verdeutlicht.

Abbildung 34 Zusammenhang zwischen den BO4-Effizienzwerten und der Anzahl der Ausspeisepunkte



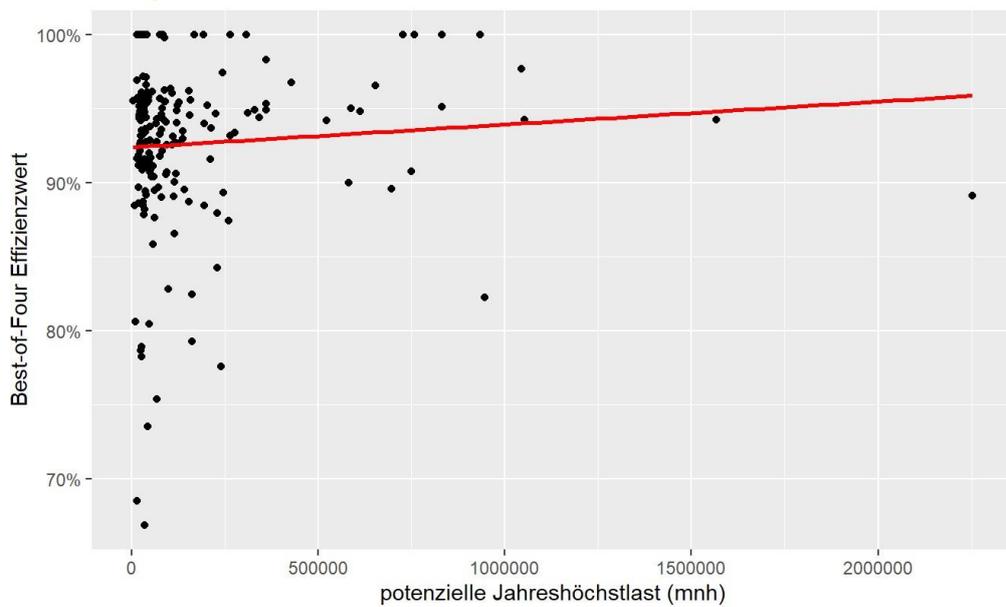
Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Der Zusammenhang wird anhand der roten Trendlinie verdeutlicht.

Abbildung 35 Zusammenhang zwischen den BO4-Effizienzwerten und der Netz- bzw. Leitungslänge



Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Der Zusammenhang wird anhand der roten Trendlinie verdeutlicht.

Abbildung 36 Zusammenhang zwischen den BO4-Effizienzwerten und der potenziellen Jahreshöchstlast



Quelle: Bundesnetzagentur
Hinweis: Der Zusammenhang wird anhand der roten Trendlinie verdeutlicht.

7.5.2 Ökonometrische Second-Stage Analyse

Test der verworfenen Parameter

Im Rahmen der ökonometrischen Second-Stage Analyse testen wir einen möglichen statistischen Zusammenhang verworfener Parameter auf die Best-of-Four Effizienzwerte mit Hilfe einer Tobit-Regression und der OLS mit robusten Standardfehlern. Dabei testen wir in zwei Schritten:

- Schritt 1: Test eines möglichen statistischen Zusammenhangs zwischen den Best-of-Four Effizienzwerten und jeweils einem verworfenen Parameter (einzelne Betrachtung).

- Schritt 2: Test eines möglichen statistischen Zusammenhangs zwischen den Best-of-Four Effizienzwerten einerseits und dem verworfenen Parameter (einzelne Betrachtung), unter Berücksichtigung der Parameter des Effizienzvergleichsmodells.

Ausschlaggebend für die Beurteilung ist insbesondere Schritt 2, da hier der Einfluss der bereits im Effizienzvergleichsmodell berücksichtigten Vergleichsparameter abgebildet wird.

Die Analyse erfolgt auf Basis logarithmierter Daten.

Ergebnisse: Es zeigen sich folgende Befunde:

- Schritt 1: Analyse ohne Parameter des Effizienzvergleichsmodells - Bei der Analyse unter Ausschluss der Vergleichsparameter des Effizienzvergleichsmodells weisen die folgenden verworfenen Parameter in der Tobit-Regression oder in der OLS (mit robusten Standardfehlern) einen auf dem 5 %-Niveau signifikanten Einfluss auf die Best-of-Four Effizienzwerte auf:
 - Versorgte Fläche
 - Anzahl der Ausspeisepunkte nach Betriebsdruck (gesamt und in den Druckbereichen ND, MD, HD4, kleiner 5 bar, und kleiner 16 bar, sowie die Anzahl der Ausspeisepunkte an Letztverbrauchern)
 - Anzahl der Ausspeisepunkte nach Betriebsdruck inklusive der eigenen Ausspeisepunkte (gesamt und in den Druckbereichen MD, HD4, kleiner 5 bar und kleiner 16 bar)
 - Anzahl der potenziellen Ausspeisepunkte
 - Anzahl der Ausspeisepunkte nach Auslegungsdruck (gesamt und in den Druckbereichen ND, MD, HD4, kleiner 5 bar und kleiner 16 bar)
 - Anzahl der Ausspeisepunkte nach Auslegungsdruck inklusive der eigenen Ausspeisepunkte (gesamt und in den Druckbereichen kleiner 5 bar und kleiner 16 bar)
 - Rohrvolumen (in den Druckbereichen MD und kleiner 5 bar, kleiner 16 bar sowie das Rohrvolumen der Hausanschlussleitung)
 - Netzlänge (in den Druckbereichen MD, kleiner 5 bar, und kleiner 16 bar, sowie die Netzlänge der Hausanschlussleitung)
 - Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen (gesamt und in den Druckbereichen ND, HD4, kleiner 5 bar, kleiner 16 bar, sowie die Anzahl der Messstellen an Letztverbrauchern)
 - Anzahl der potenziellen Messstellen
 - Ein- und ausgespeiste Jahreshöchstlast
 - Ein- und ausgespeiste Jahresarbeit
 - Fläche mit der vorherrschenden Bodenklassen (6); (3, 4, 5); (2, 3, 4); sowie (1, 3, 4, 5)
 - Fläche mit der maximalen Bodenklassen (4, 5, 6)
 - Fläche mit der vorherrschenden Grabbarkeit (3, 4, 5)
 - Fläche mit den Aufwandsklassen (1) und (4) mit Grabbarkeit 0-1, sowie Fläche mit der Aufwandsklasse (1) mit Grabbarkeit 0-2 und Wasserhaltung 0-2 gewichtet mit der Netzlänge
 - Anteil der Fläche mit den Aufwandsklassen (1), (2), und (4) mit Grabbarkeit 0-1 und Wasserhaltung 0-2
 - Anteil der Fläche mit den Aufwandsklassen (1) und (2) mit Grabbarkeit 0-2 und Wasserhaltung 0-2
 - Fläche in Gegenden mit Adressdichte < 50, < 100, < 200, und ≥ 700

- Anzahl der Adressen in Gegenden mit Adressdichte < 50 , < 100 , und ≥ 700
- Anzahl der Adressen in Gegenden mit Adressdichte < 50 , < 100 , und < 200 und ≥ 700 , gewichtet nach Netzlänge
- Konzessionsgebiet

Zudem weisen einige Adressdichteparameter einen signifikanten Koeffizienten auf. Dabei handelt sich in erster Linie um solche, die für die Netzbetreiber ohne Konzessionsgebiet einen Wert von Null annehmen.

- Schritt 2: Berücksichtigung der inkludierten Parameter des Effizienzvergleichsmodells – Im zweiten Schritt testen wir, ob bei Berücksichtigung der bereits im Effizienzvergleichsmodell inkludierten Parameter ein signifikanter Zusammenhang zwischen verworfenen Parametern und Best-of-Four Effizienzwerten besteht. Die folgenden Parameter weisen sowohl in der Tobit-Regression als auch in der OLS (mit robusten Standardfehlern) einen auf dem 5 %-Niveau signifikanten Zusammenhang auf:
 - Anzahl der Auspeisepunkte nach Auslegungsdruck inklusive der eigenen Auspeisepunkte (im Druckbereich HD3)
 - Anzahl der Messstellen (gesamt und im Druckbereich kleiner 16 bar)
 - Anzahl der potenziellen Messlokationen bzw. Messstellen
 - Potenzielle Jahreshöchstlast
 - Fläche mit den Aufwandsklassen (1), (2), (3), und (4) mit Grabbarkeit 0-1 und Wasserhaltung 0-2
 - Fläche mit den Aufwandsklassen (1) und (2) mit Grabbarkeit 0-2 und Wasserhaltung 0-2
 - Anteil der Aufwandsklassen (1), (2), (3), und (4) mit Grabbarkeit 0-1 und Wasserhaltung gewichtet mit der Netzlänge
 - Anteil der Aufwandsklassen (1) und (2) mit Grabbarkeit 0-2 und Wasserhaltung 0-2 gewichtet mit der Netzlänge
 - Anzahl der Adressen in Gegenden mit Adressdichte < 50 , < 100 , < 200 und ≥ 700
 - Anzahl der Adressen in Gegenden mit Adressdichte < 50 , < 100 , < 200 und ≥ 700 , gewichtet mit der Netzlänge
 - Fläche in Gegenden mit Adressdichte < 50 , < 100 , < 200 , und ≥ 700
- Abwägung: Die Ergebnisse machen keine Anpassung des Effizienzvergleichsmodells erforderlich. Die genannten Parameter sind im Rahmen der Kostentreiberanalyse alle getestet und aus statistischen oder ingenieurwissenschaftlichen Gründen verworfen worden.

Einfluss unterschiedlicher Netzdichten

Im Rahmen der Kostentreiberanalyse testen wir verschiedene Parameter, die dazu geeignet sind, kostenrelevante Effekte verschiedener Netzdichten abzubilden. Von den getesteten Parametern hat sich die Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen (gesamt) in Verbindung mit der Ausdehnung des Versorgungsgebietes als am geeignetsten herausgestellt.

Weiterhin sind Parameter, die auf Adressdichtedaten basieren, in der Kostentreiberanalyse getestet und verworfen worden.

Wir testen, konsistent zum Vorgehen in der 2. und 3. Regulierungsperiode, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Kennzahl [Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen / Anzahl der Auspeisepunkte] und den Best-of-Four Effizienzwerten gibt. Dieser Kennzahl liegt die Annahme zugrunde, dass dicht-besiedelte Gebiete mit einem hohen Verhältnis von Messlokationen bzw.

Messstellen zu Auspeisepunkten gekennzeichnet sind (Umgekehrtes gilt für besonders wenig dicht besiedelte Gebiete).

Ergebnisse: In der Tobit und OLS-Regression mit robusten Standardfehlern weist der Parameter in

logarithmierter Form einen signifikanten Einfluss bei einem Signifikanzniveau von 1 % auf.

Tabelle 55 Ergebnisse Tobit und rOLS Regression Best-of-Four Effizienz und Kennzahl Messlokationen bzw. Messstellen / Ausspeisepunkte

	Koeffizient Tobit	P-Value	Koeffizient rOLS	P-Value
Konstante	0.965	0.000	0.955	0.000
MStot/APtot	-0.026	0.047	-0.021	0.086
R²			0.018	

* Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 56 Ergebnisse Tobit Regression Best-of-Four Effizienz und Kennzahl ln(Messlokationen bzw. Messstellen / Ausspeisepunkte)

	Koeffizient Tobit	P-Value	Koeffizient rOLS	P-Value
Konstante	0.942	0.000	0.935	0.000
ln(MStot/APtot)	-0.046	0.004	-0.032	0.005
R²			0.030	

* Quelle: Bundesnetzagentur

Testet man das Verhältnis aus Messlokationen bzw. Messstellen zu Ausspeisepunkten gemeinsam mit den Parametern des finalen Effizienzvergleichsmodells (ohne Kreuz- und Quadratterme), besteht hingegen kein zusätzlicher signifikanter Erklärungsgehalt. Dies gilt auch für die nicht-logarithmierte Form.

Tabelle 57 Ergebnisse Tobit Regression Best-of-Four Effizienz und Kennzahl ln(Messlokationen bzw. Messstellen / Ausspeisepunkte) inkl. Parameter des finalen Modells

	Koeffizient Tobit	P-Value	Koeffizient rOLS	P-Value
Konstante	0.961	0.000	0.923	0.000
ln (RVtot)	0.017	0.163	0.009	0.335
ln (JHLaus)	0.005	0.685	0.001	0.909
ln (MStot)	-0.023	0.001	-0.009	0.001
ln (AP>5bar (BD))	0.000	0.976	0.000	0.902
ln (NLv2BK456)	0.000	0.997	0.000	0.995
ln(MStot/APtot)	-0.014	0.542	-0.010	0.467
R²			0.091	

* Quelle: Bundesnetzagentur

Abwägung: Die Ergebnisse machen keine Anpassung des Effizienzvergleichsmodells erforderlich:

- Keine eindeutigen Ergebnisse der statistischen Second-Stage Analysen – Die Ergebnisse der durchgeführten statistischen Second-Stage Analysen sind nicht durchweg eindeutig.
- Parameter im Effizienzvergleich nicht verwendbar – In der DEA und SFA sind dieselben Parameter zu verwenden. Verhältniszahlen lassen sich allerdings unmittelbar lediglich in der SFA verwenden. In der DEA ist hingegen eine Berücksichtigung nicht ohne weiteres möglich, zum Beispiel wäre auch eine Skalierung notwendig.
- Regulierungssystematische Abwägung – Der Parameter könnte die strukturellen Besonderheiten sehr dicht besiedelter Gebiete (zum Beispiel Innenstädte) oder sehr gering besiedelter Gebiete (zum Beispiel ländlicher Raum) erfassen. Beide Besonderheiten sind allerdings bereits im Effizienzvergleichsmodell reflektiert: Die „Anzahl der Messlokationen bzw. Messstellen“ ist bereits im Effizienzvergleichsmodell enthalten. In Verbindung mit dem Ausdehnungsparameter „Rohrvolumen“ ist bereits ein Indikator für die Dichte der Messlokationen bzw. Messstellen im Modell enthalten. Eine Aufnahme der Messstellendichte würde somit
 - zu einer mehrfachen Berücksichtigung des Parameters Messlokationen bzw. Messstellen im Modell; sowie
 - zu einer mehrfachen Abbildung der Messstellendichte führen.

Anhang B Effizienzwerte

B.1 Spezifikation des Effizienzvergleichsmodells (OLS/SFA)

Tabelle 58.1 Effizienzvergleichsmodell - OLS				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
y1 ln (RVtot)	0.21	0	0.184	0
y2 ln (JHLaus)	0.236	0	0.235	0
y3 ln (MStot)	0.499	0	0.525	0
y4 ln (AP>5bar (BD))	0.024	0.003	0.022	0.007
y5 ln (NLv2BK456)	0.082	0.032	0.092	0.005
y11	-0.026	0.875	-0.205	0.164
y12	0.062	0.6	0.112	0.294
y13	-0.148	0.187	-0.055	0.429
y14	0.003	0.606	0.002	0.695
y15	0.043	0.664	0.108	0.253
y22	-0.094	0.514	-0.052	0.696
y23	0.133	0.134	0.047	0.503
y24	0.014	0.08	0.014	0.066
y25	-0.158	0.102	-0.145	0.051
y33	0.084	0.025	0.082	0.006
y34	-0.029	0	-0.027	0.001
y35	0.023	0.699	-0.017	0.656
y44	0.002	0.05	0.002	0.091
y45	0.007	0.062	0.006	0.119

y55	0.054	0.352	0.007	0.866
Konstante	16.198	0	16.24	0
Anzahl Beobachtungen	170		174	
AIC	-124.725		-129.174	
BIC	-58.873		-62.834	
Adj. R²	0.974		0.974	

* Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 58.2 Effizienzvergleichsmodell - SFA				
	Totex	P-Value	sTotex	P-Value
y1 ln (RVtot)	0.198	0	0.179	0
y2 ln (JHLaus)	0.225	0	0.226	0
y3 ln (MStot)	0.501	0	0.528	0
y4 ln (AP>5bar (BD))	0.025	0.001	0.022	0.003
y5 ln (NLv2BK456)	0.099	0.004	0.1	0.001
y11	0.047	0.758	-0.144	0.293
y12	0.009	0.932	0.082	0.392
y13	-0.147	0.148	-0.07	0.283
y14	0.004	0.343	0.003	0.495
y15	0.01	0.912	0.082	0.334
y22	-0.07	0.573	-0.054	0.654
y23	0.146	0.074	0.065	0.331
y24	0.016	0.021	0.016	0.022
y25	-0.146	0.095	-0.137	0.042
y33	0.092	0.005	0.086	0.001

y34	-0.033	0	-0.03	0
y35	0.022	0.679	-0.009	0.798
y44	0.002	0.057	0.002	0.105
y45	0.007	0.045	0.005	0.106
y55	0.082	0.115	0.02	0.569
Konstante	16.096	0	16.151	0
Anzahl Beobachtungen	170		174	
AIC	-125.64		-127.81	
BIC	-53.516		-55.152	
SFA-Ineffizienzterm	4.915	0.013	2.636	0.052

* Quelle: Bundesnetzagentur

B.2 Effizienzwerte für Anhörung Verteilernetzbetreiber Gas (4. RP)

Tabelle 59 Effizienzwerte (nach Ausreißeranalyse Anlage 3 ARegV)					
BNR	Best-of-Four	SFA Totex	SFA sTotex	DEA Totex	DEA sTotex
12000079_1	100.00%	93.17%	94.74%	100.00%	100.00%
12000111_1	78.23%	73.49%	78.23%	59.04%	59.82%
12000124_1	95.78%	95.55%	95.78%	79.77%	80.06%
12000128_1	96.08%	95.94%	96.08%	79.29%	80.04%
12000162_1	91.83%	91.24%	91.83%	73.83%	72.70%
12000164_1	91.66%	87.42%	88.09%	89.50%	91.66%
12000165_1	95.50%	95.50%	95.50%	74.06%	76.37%
12000193_1	100.00%	96.27%	96.30%	100.00%	100.00%
12000196_1	92.75%	92.24%	92.75%	90.07%	90.57%
12000197_1	93.20%	93.05%	93.20%	87.34%	84.22%
12000203_1	92.77%	91.37%	92.77%	85.43%	87.31%
12000215_1	94.90%	94.90%	94.25%	81.63%	76.06%
12000218_1	88.59%	86.94%	88.59%	81.59%	81.77%
12000220_1	78.66%	76.71%	78.66%	55.28%	54.65%
12000233_1	96.38%	96.35%	96.38%	90.26%	90.14%
12000273_1	95.74%	95.74%	95.65%	79.75%	85.28%
12000305_1	93.53%	93.31%	93.53%	90.67%	88.09%
12000317_1	100.00%	93.78%	93.79%	100.00%	100.00%
12000327_1	91.59%	90.24%	91.59%	73.98%	72.78%
12000340_1	97.12%	96.47%	96.45%	95.28%	97.12%

12000352_1	92.60%	91.85%	92.60%	72.43%	73.80%
12000369_1	95.04%	94.84%	95.04%	78.82%	78.98%
12000372_1	86.57%	85.60%	86.57%	60.40%	58.90%
12000378_1	92.69%	92.22%	92.69%	64.20%	63.20%
12000392_1	90.88%	88.04%	90.88%	66.64%	68.91%
12000449_1	94.38%	93.67%	94.38%	68.00%	68.86%
12000465_1	68.50%	65.82%	68.50%	60.37%	60.58%
12000466_1	94.97%	94.85%	94.97%	93.73%	93.95%
12000496_1	93.45%	92.74%	93.45%	83.74%	84.59%
12000524_1	90.41%	90.41%	90.40%	76.07%	75.76%
12000526_1	91.09%	88.79%	91.09%	74.47%	77.41%
12000539_1	94.37%	94.15%	94.37%	89.81%	89.29%
12000541_1	94.48%	94.48%	94.10%	76.51%	77.75%
12000592_1	93.28%	93.11%	93.28%	71.47%	71.15%
12000617_1	88.44%	88.44%	88.28%	75.54%	77.51%
12000620_1	96.08%	95.67%	96.08%	87.57%	88.68%
12000624_1	87.86%	84.00%	87.86%	71.36%	71.59%
12000629_1	94.69%	94.21%	94.69%	79.52%	79.55%
12000644_1	96.90%	94.82%	95.18%	93.71%	96.90%
12000678_1	88.46%	88.13%	88.46%	66.97%	64.67%
12000700_1	93.68%	92.71%	93.68%	66.64%	66.72%
12000711_1	92.57%	92.57%	92.23%	88.29%	89.21%
12000739_1	91.58%	90.75%	91.58%	65.74%	65.92%
12000770_1	93.79%	93.79%	93.39%	76.96%	77.27%
12000777_1	100.00%	94.34%	94.62%	100.00%	100.00%

12000800_1	89.69%	88.04%	89.69%	62.12%	62.64%
12000817_1	94.56%	94.00%	94.56%	90.12%	88.33%
12000858_1	88.69%	88.02%	88.69%	70.39%	66.31%
12000877_1	92.72%	91.31%	92.72%	50.00%	51.58%
12000896_1	80.61%	70.93%	80.00%	75.60%	80.61%
12000914_1	95.54%	91.39%	92.21%	92.55%	95.54%
12000916_1	91.14%	91.14%	90.30%	81.98%	82.00%
12000918_1	100.00%	95.85%	95.99%	100.00%	100.00%
12000931_1	91.31%	89.67%	91.31%	67.56%	70.01%
12000997_1	89.47%	88.82%	89.47%	67.20%	67.60%
12001003_1	93.98%	93.55%	93.98%	67.05%	67.30%
12001017_1	90.76%	90.44%	90.76%	62.65%	59.78%
12001044_1	100.00%	96.41%	96.82%	100.00%	100.00%
12001059_1	91.15%	91.03%	91.15%	77.95%	76.68%
12001109_1	93.12%	93.12%	92.95%	61.85%	59.39%
12001114_1	93.19%	93.19%	92.46%	62.95%	62.60%
12001123_1	94.84%	94.04%	94.84%	86.93%	88.36%
12001139_1	96.12%	95.85%	96.12%	90.68%	94.34%
12001151_1	91.98%	91.98%	91.58%	68.17%	63.64%
12001197_1	82.82%	80.12%	82.82%	54.81%	54.18%
12001199_1	92.16%	92.16%	91.71%	74.40%	70.38%
12001230_1	95.45%	94.87%	95.45%	68.83%	70.53%
12001247_1	95.37%	95.25%	95.37%	85.71%	84.28%
12001249_1	89.66%	89.66%	89.66%	68.39%	67.90%
12001255_1	90.63%	90.29%	90.63%	63.93%	63.87%

12001286_1	94.60%	93.96%	94.60%	71.60%	73.44%
12001295_1	95.00%	95.00%	94.71%	70.96%	69.48%
12001296_1	91.44%	91.44%	90.99%	67.35%	63.60%
12001298_1	94.87%	93.94%	94.87%	84.09%	90.93%
12001323_1	100.00%	97.17%	97.12%	100.00%	99.90%
12001345_1	85.85%	82.15%	85.85%	72.85%	72.77%
12001424_1	88.19%	88.19%	88.10%	75.82%	73.95%
12001433_1	89.45%	85.07%	89.45%	63.05%	66.63%
12001440_1	97.16%	95.30%	95.74%	95.40%	97.16%
12001442_1	95.76%	95.33%	95.76%	84.62%	85.94%
12001444_1	94.20%	93.34%	94.20%	89.07%	90.73%
12001458_1	100.00%	97.53%	97.42%	100.00%	100.00%
12001461_1	95.83%	95.58%	95.83%	92.40%	91.29%
12001463_1	91.25%	91.25%	89.12%	71.02%	64.28%
12001464_1	80.43%	76.25%	80.43%	53.75%	54.18%
12001496_1	88.73%	88.73%	88.22%	69.37%	67.74%
12001498_1	95.72%	93.60%	93.85%	95.72%	93.56%
12001530_1	92.77%	92.21%	92.77%	63.89%	63.11%
12001551_1	100.00%	96.63%	96.75%	93.83%	100.00%
12001552_1	93.19%	92.95%	93.19%	88.53%	85.88%
12001578_1	100.00%	95.63%	95.59%	100.00%	100.00%
12001608_1	95.56%	95.45%	95.56%	92.46%	94.91%
12001625_1	95.10%	95.05%	95.10%	79.30%	80.28%
12001635_1	91.23%	90.86%	91.23%	75.89%	73.04%
12001692_1	66.84%	61.02%	66.84%	42.62%	44.74%

12001758_1	90.73%	90.37%	90.73%	56.57%	55.47%
12001782_1	90.69%	88.22%	90.69%	73.71%	74.95%
12001789_1	95.21%	95.09%	95.21%	80.09%	78.50%
12001792_1	95.22%	95.20%	95.22%	71.95%	72.69%
12001799_1	96.64%	94.41%	94.16%	95.90%	96.64%
12001805_1	94.27%	93.71%	93.89%	91.35%	94.27%
12001814_1	93.62%	93.10%	93.62%	62.07%	66.35%
12001818_1	89.99%	89.99%	89.88%	64.58%	64.95%
12001827_1	95.57%	95.57%	95.49%	63.02%	62.54%
12001847_1	97.71%	94.15%	94.22%	97.71%	96.65%
12001859_1	90.05%	90.05%	90.04%	58.05%	57.81%
12001862_1	94.94%	94.84%	94.94%	90.34%	90.80%
12001864_1	94.31%	94.31%	94.16%	73.16%	69.78%
12001867_1	92.14%	92.14%	91.66%	72.21%	75.18%
12001871_1	91.77%	90.56%	91.77%	59.46%	60.10%
12001881_1	94.55%	94.43%	94.55%	76.67%	76.61%
12001883_1	82.44%	79.32%	82.44%	45.96%	45.16%
12001892_1	100.00%	91.59%	85.33%	100.00%	100.00%
12001894_1	94.41%	93.80%	94.41%	85.75%	88.47%
12001901_1	84.24%	83.45%	84.24%	61.66%	60.12%
12001902_1	94.21%	93.45%	94.21%	86.08%	87.48%
12001914_1	94.13%	93.72%	94.13%	61.32%	63.09%
12001916_1	96.56%	96.30%	96.56%	79.96%	79.20%
12002799_1	89.00%	84.55%	89.00%	58.71%	61.05%
12002814_1	96.06%	96.06%	95.97%	89.15%	88.16%

12002847_1	77.58%	75.12%	77.58%	48.90%	48.42%
12002916_1	94.65%	94.65%	94.57%	82.35%	84.33%
12002942_1	96.78%	96.60%	96.78%	89.28%	90.83%
12002955_1	94.24%	91.10%	94.24%	72.98%	82.13%
12002967_1	89.32%	86.82%	89.32%	56.79%	59.80%
12002975_1	100.00%	89.07%	88.59%	100.00%	100.00%
12002978_1	73.52%	68.86%	73.52%	48.57%	49.32%
12002993_1	94.07%	93.11%	94.07%	66.47%	69.28%
12003006_1	94.81%	94.15%	94.81%	81.55%	83.40%
12003012_1	92.63%	92.63%	92.26%	67.48%	64.75%
12003035_1	94.25%	93.31%	94.25%	87.75%	88.25%
12003040_1	95.69%	95.66%	95.69%	74.21%	73.09%
12003048_1	87.64%	85.01%	87.64%	56.56%	56.70%
12003056_1	94.91%	94.74%	94.91%	66.82%	66.29%
12003068_1	95.47%	95.03%	95.47%	84.00%	88.26%
12003072_1	95.50%	95.50%	95.34%	82.56%	80.90%
12003076_1	97.45%	93.18%	94.46%	91.56%	97.45%
12003080_1	92.56%	92.09%	92.56%	70.28%	69.79%
12003106_1	94.85%	94.25%	94.85%	90.53%	90.12%
12003143_1	100.00%	94.01%	94.01%	100.00%	100.00%
12003145_1	91.18%	90.25%	91.18%	71.56%	71.98%
12003153_1	91.68%	91.68%	90.72%	80.34%	77.91%
12003165_1	92.36%	91.44%	92.36%	67.82%	71.38%
12003224_1	75.37%	73.00%	75.37%	46.95%	47.18%
12003287_1	88.45%	83.85%	88.45%	71.05%	76.86%

12003296_1	96.17%	96.17%	95.87%	80.03%	77.69%
12003300_1	95.15%	94.89%	95.15%	92.20%	90.40%
12003302_1	89.58%	89.58%	89.44%	65.80%	63.26%
12003385_1	95.17%	94.05%	95.17%	92.56%	94.18%
12003387_1	89.09%	87.10%	89.09%	55.79%	58.42%
12003388_1	89.19%	87.61%	89.19%	66.96%	67.03%
12003507_1	94.39%	94.39%	93.08%	76.75%	79.35%
12003509_1	92.54%	92.16%	92.54%	75.32%	75.37%
12003573_1	99.77%	95.11%	94.88%	99.77%	97.55%
12003602_1	96.28%	96.28%	96.17%	95.92%	94.66%
12003623_1	94.00%	93.98%	94.00%	76.82%	78.05%
12003704_1	82.22%	82.15%	82.22%	55.50%	52.20%
12003708_1	92.89%	92.25%	92.89%	79.31%	81.55%
12003724_1	100.00%	90.39%	91.05%	100.00%	100.00%
12003749_1	100.00%	93.77%	93.81%	100.00%	100.00%
12003757_1	95.55%	95.55%	95.22%	76.88%	77.68%
12003765_1	89.15%	82.63%	86.22%	89.15%	88.60%
12003768_1	90.41%	90.41%	85.93%	43.24%	43.80%
12003783_1	90.92%	86.40%	90.92%	61.29%	65.64%
12003898_1	100.00%	94.90%	94.96%	100.00%	99.10%
12003991_1	94.73%	94.73%	94.07%	80.17%	78.41%
12006779_1	100.00%	94.24%	94.22%	100.00%	100.00%
12006801_1	98.29%	96.01%	95.45%	98.29%	93.25%
12006803_1	100.00%	93.02%	92.60%	100.00%	100.00%
12006805_1	92.95%	92.95%	92.88%	68.51%	67.73%

12006809_1	96.23%	96.23%	95.75%	91.07%	87.92%
12007059_1	89.54%	89.54%	88.43%	64.77%	60.60%
12007067_1	79.26%	75.82%	79.26%	47.16%	49.22%
12007118_1	90.56%	88.78%	90.56%	62.22%	62.72%
12008553_1	78.90%	78.90%	78.43%	50.13%	48.20%
12008671_1	94.79%	94.79%	94.42%	80.36%	75.52%
12010456_1	93.46%	93.46%	93.19%	83.49%	87.07%
12010462_1	95.33%	95.27%	95.33%	73.36%	73.13%
12010464_1	87.45%	87.31%	87.45%	77.93%	78.53%
12010466_1	87.97%	87.97%	86.44%	76.28%	80.05%
12010581_1	95.50%	95.07%	95.50%	72.73%	77.37%
12012049_1	95.42%	95.42%	95.11%	73.37%	71.03%
12012067_1	91.59%	88.92%	91.59%	58.85%	60.78%
12012072_1	93.37%	90.91%	93.37%	68.12%	73.53%
12012104_1	93.59%	93.59%	93.42%	63.36%	62.38%
12012400_1	100.00%	93.40%	93.48%	100.00%	100.00%
12013436_1	100.00%	93.11%	93.50%	100.00%	100.00%

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Bewertung der SFA-Ausreißer durch einzelne Hereinnahme.

Anhang E Kostentreiberanalyse

E.2 Korrelationsanalyse

Tabelle 65 Korrelationsanalyse Unternehmens- und Struktudaten		
Parameter	Korrelation mit nicht-stand. Kosten	Korrelation mit stand. Kosten
versflkm	86%	86%
nltotkm	86%	86%
rvtotm	90%	90%
jhlausmnh	84%	84%
apbdtotanz	92%	92%
mstotanz	94%	94%
apbdgt5anz	64%	63%
apbdgt16anz	38%	38%
potjhlausmnh	90%	90%
appotanz	95%	95%
msgt5anz	63%	63%
msgt16anz	55%	54%
msle5anz	94%	94%
apadgt5anz	9%	9%
apadgt16anz	40%	40%
apbdle5anz	92%	92%
apadle5anz	92%	92%
apbdgt5anzie	79%	79%
apadgt5anzie	13%	13%
apbdgt16anz_inkleigen	65%	65%

apadgt16anz_inkleigen	66%	66%
apbdle5anz_inkleigen	92%	92%
apadle5anz_inkleigen	92%	92%
jaausmn	83%	83%
nltgt5km	76%	76%
nllle5km	83%	84%
rvgt5m	71%	70%
rvle5m	89%	89%
bev	93%	93%

* Quelle: Bundesnetzagentur

E.3 Ausgewählte Modellergebnisse

Tabelle 66.1 Berücksichtigung Bodenklassen mit Kreuz- und Quadratterme - nlv2bk456				
	Totex	Totex_P_Value	sTotex	sTotex_P_Value
ln (RVtot)	0.21	0	0.184	0
ln (JHLaus)	0.236	0	0.235	0
ln (MStot)	0.499	0	0.525	0
ln (AP>5bar (BD))	0.024	0.003	0.022	0.007
mit Kreuz-/ Quadrattermen	0.082	0.032	0.092	0.005
Konstante	16.198	0	16.24	0
Anzahl Beobachtungen	170		174	
AIC	-124.725		-129.174	
BIC	-58.873		-62.834	
Adj. R²	0.974		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	4.915	0.013	2.636	0.052

* Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 66.2 Berücksichtigung Bodenklassen ohne Kreuz- und Quadratsterme - nlv2bk456

	Totex	Totex_P_Value	sTotex	sTotex_P_Value
ln (RVtot)	0.202	0	0.195	0
ln (JHLaus)	0.243	0	0.231	0
ln (MStot)	0.468	0	0.497	0
ln (AP>5bar (BD))	0.02	0.01	0.02	0.011
Ohne Kreuz-/ Quadratsterme	0.121	0	0.113	0
Konstante	15.423	0	15.498	0
Anzahl Beobachtungen	174		172	
AIC	-128.684		-129.72	
BIC	-78.139		-79.36	
Adj. R²	0.974		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	3.885	0.024	2.993	0.042

* Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 66.3 Berücksichtigung Grabbarkeiten ohne Kreuz- und Quadratsterme - nlv2gbk567

	Totex	Totex_P_Value	sTotex	sTotex_P_Value
ln (RVtot)	0.195	0	0.223	0
ln (JHLaus)	0.254	0	0.266	0
ln (MStot)	0.502	0	0.458	0
ln (AP>5bar (BD))	0.021	0.008	0.018	0.025
Ohne Kreuz-/ Quadratsterme	0.08	0	0.076	0
Konstante	15.703	0	15.785	0
Anzahl Beobachtungen	174		172	
AIC	-128.68		-130.183	
BIC	-78.136		-79.823	
Adj. R²	0.974		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	8.345	0.002	3.285	0.035

* Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 66.4 Berücksichtigung Grabbarkeiten ohne Kreuz- und Quadratерme - nlm1gbk567

	Totex	Totex_P_Value	sTotex	sTotex_P_Value
ln (RVtot)	0.164	0	0.156	0.001
ln (JHLaus)	0.252	0	0.245	0
ln (MStot)	0.479	0	0.492	0
ln (AP>5bar (BD))	0.019	0.017	0.02	0.01
Ohne Kreuz-/ Quadratерme	0.146	0	0.146	0
Konstante	15.262	0	15.273	0
Anzahl Beobachtungen	173		171	
AIC	-133.436		-138.245	
BIC	-82.983		-87.978	
Adj. R²	0.973		0.975	
SFA-Ineffizienzterm	2.932	0.043	3.185	0.037

* Quelle: Bundesnetzagentur

Tabelle 66.5 Berücksichtigung Grabbarkeiten ohne Kreuz- und Quadratterm - nlm2gbk567

	Totex	Totex_P_Value	sTotex	sTotex_P_Value
ln (RVtot)	0.17	0	0.167	0
ln (JHLaus)	0.25	0	0.247	0
ln (MStot)	0.491	0	0.503	0
ln (AP>5bar (BD))	0.019	0.016	0.018	0.02
Ohne Kreuz-/ Quadratterm	0.131	0	0.126	0
Konstante	15.372	0	15.438	0
Anzahl Beobachtungen	173		170	
AIC	-132.817		-136.544	
BIC	-82.365		-86.371	
Adj. R²	0.973		0.974	
SFA-Ineffizienzterm	3.68	0.028	3.682	0.027

* Quelle: Bundesnetzagentur

Anhang F Validierung der Ergebnisse

F.1 Kombinierte Versorger

Von Seiten der Netzbetreiber wurde vorgetragen, dass durch die Nichtberücksichtigung der Ausspeisepunkte an eigene nachgelagerte Netze diejenigen Netzbetreiber benachteiligt werden, die sich selbst als „kombinierte Versorger“ bezeichnen. „Kombinierte Versorger“ sind laut eigener Aussage Netzbetreiber, die über Ortsversorgung verfügen, aber auch regionale Gastransportaufgaben wahrnehmen.

Netzbetreiber, die sowohl Aufgaben der Ortsversorgung als auch Gastransportaufgaben wahrnehmen, werden bereits durch die im Modell berücksichtigten Parameter abgebildet:

- Die Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar beschreibt die Versorgungsaufgabe des Gastransports im Hochdruckbereich;
- die Anzahl der Messstellen bildet insbesondere die lokale Verteilung zum Endkunden ab; und
- das Rohrvolumen beschreibt die kapazitative Auslegung des Netzes und ist damit geeignet, die beiden Dimensionen der sog. „kombinierten Versorger“ abzubilden.

Zur Abbildung einer „kombinierten Versorgungsaufgabe“ wurde seitens einzelner Verteilernetzbetreiber innerhalb der Stellungnahmen empfohlen, netzinterne Ausspeisepunkte > 5 bar zu berücksichtigen, die Transportnetzanlagen eines Netzbetreibers mit dessen Verteilernetzanlagen im niederen Hochdruck- sowie Mitteldruck- und Niederdruckbereich verbinden. Im EVG4 sind erstmals die Anzahl der netzinternen Ausspeisepunkte, zum Zweck der Abgrenzung zu den Ausspeisepunkten an Dritte, abgefragt worden. Aufgrund der besonders hohen Beeinflussbarkeit durch die Netzbetreiber haben wir diesen potenziellen Vergleichsparameter mit nachrangiger Priorität 3 im Rahmen der Kostentreiberanalyse getestet:

- Die Berücksichtigung der Ausspeisepunkte an eigene Netze und Anlagen bei der Definition des Kostentreibers Anzahl der Ausspeisepunkte > 5 bar stellt keine sinnvolle Weiterentwicklung des finalen Effizienzvergleichsmodell dar, da die Modellgüte durch die Aufnahme der internen Ausspeisepunkte abnimmt.
- Die Tobit-Regression der Best-of-Four Ergebnisse auf den Anteil interner AP > 5bar (BD) deutet nicht auf einen signifikanten Zusammenhang hin (p-Wert 0.32).

Nachfolgend beurteilen wir, ob die Netzbetreiber mit einem hohen Anteil interner Ausspeisepunkte durch die Nicht-Berücksichtigung dieser strukturell benachteiligt werden.

Die unterschiedlichen Netzstrukturen der Netzbetreiber werden bei der Analyse der Anteile interner Ausspeisepunkte > 5 bar im Verhältnis zu Ausspeisepunkten an Dritte ersichtlich (Tabelle 68). Von den Netzbetreibern, die über ein Konzessionsgebiet verfügen, machen interne Ausspeisepunkte im Mittelwert 61,4 % aller Ausspeisepunkte > 5 bar (BD) aus. 10 % der Netzbetreiber verfügen nahezu ausschließlich (91,8 %) über interne Ausspeisepunkte im Druckbereich > 5 bar (BD). Gemessen an der Anzahl interner AP je AP an Dritte betreiben die Netzbetreiber im Durchschnitt 5,4 AP > 5 bar an eigene Netze und Anlagen je AP > 5 bar (BD) an Dritte.

Tabelle 68 Anteil eigener Ausspeisepunkt an den Ausspeisepunkten > 5 bar

	Anteil interner Ausspeisepunkte > 5 bar (BD) an Gesamtzahl AP>5 bar (BD)	Anzahl interne AP je AP>5 bar (BD) and Dritte
25 %-Quartil	52.5%	1.105
50 %-Quartil	71.0%	2.450
Mittelwert	61.4%	5.379
75 %-Quartil	81.6%	4.450
90 %-Perzentil	91.8%	11.200

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Netzbetreiber ohne Konzessionsgebiet nicht berücksichtigt

Analyse der Effizienzwerte

Im Rahmen des EVG3 haben wir getestet, ob Netzbetreibern, die potenziell als kombinierte Versorger beschrieben werden können, eine andere Verteilung der Effizienzwerte aufweist als alle übrigen Netzbetreiber.³⁴ Wir testen die EVG4 Best-of-Four Effizienzwerte, ob es Hinweise auf eine Verzerrung der Ergebnisse bei sog. kombinierten Versorgern geben könnte. Analog zum Vorgehen im EVG3 legen wir die folgenden Kriterien für die Gruppe der „kombinierten Versorger“ fest. Die Kriterien basieren auf der Verteilung der Kennzahlen „Anzahl interne AP > 5 bar / Anzahl AP > 5 bar an Dritte“ und „Anteil der Netzlänge > 16 bar“.³⁵ Die Definition von Verhältniszahlen anstelle von absoluten Werten erlaubt die Analyse der „kombinierten Versorger“ unabhängig von ihrer Größe. Die genauen Grenzwerte der beschriebenen Anteilsgrößen lassen sich nicht aus ingenieurwissenschaftlichen Überlegungen herleiten und werden insofern in Form von möglichen Bandbreiten gebildet. An dieser Stelle zeigt sich, dass eine objektive und ingenieurwissenschaftlich fundierte Abgrenzung einer Gruppe sog. „kombinierten Versorger“ nicht möglich ist.

- **Weite Definition:**
 - Anzahl Versorgungsobjekte > 0 und Anzahl Ausspeisepunkte > 5 bar an Dritte > 0;
 - Anzahl interne AP > 5 bar (BD) / Anzahl AP > 5 bar (BD) an Dritte > 50 % der Stichprobe mit Konzessionsgebiet und Netzlängen > 16 bar;
 - Anteil der Netzlängen im Bereich > 16 bar > 50 % der Stichprobe mit Konzessionsgebiet und Netzlängen > 16 bar;
- **Enge Definition:**
 - Anzahl Versorgungsobjekte > 0 und Anzahl Ausspeisepunkte > 5 bar an Dritte > 0;
 - Anzahl interne AP > 5 bar (BD) / Anzahl AP > 5 bar (BD) an Dritte > 75 % der Stichprobe mit Konzessionsgebiet und Netzlängen > 16 bar;
 - Anteil der Netzlängen im Bereich > 16 bar > 75 % der Stichprobe mit Konzessionsgebiet und Netzlängen > 16 bar.

Die mittleren Effizienzwerte der Gruppe der „kombinierten Versorger“ liegen bei beiden Gruppeneffizienzwerten über der mittleren Effizienz der übrigen Stichprobe (Tabelle 69).³⁶

Tabelle 69 Vergleich der BO4-Effizienzwerte „kombinierter Versorger“					
Gruppen	N	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
Weite Definition					
übrige Netzbetreiber	160	92.56%	5.91%	66.84%	100.00%
kombinierte Versorger	27	93.13%	3.14%	82.44%	97.71%
Enge Definition					
übrige Netzbetreiber	180	92.63%	5.67%	66.84%	100.00%
kombinierte Versorger	7	92.87%	3.28%	88.45%	97.71%

* Quelle: Bundesnetzagentur

Wir testen anhand des Kolmogorov-Smirnov-Tests³⁷, ob die Verteilung der Effizienzwerte zwischen den Gruppen sich statistisch signifikant voneinander unterscheiden. Die Nullhypo- these, dass sich die Verteilung der Effizienzwerte zwischen den Gruppen nicht unterscheidet, kann weder für die weite Gruppendifinition (p-Wert 0.374) noch für die enge Gruppendifinition (p-Wert 0.881) verworfen werden.³⁸

Wir schlussfolgern, dass es im EVG4 keine strukturelle Benachteiligung oder Bevorteilung von Netzbetreibern gibt, die die definierten Kriterien der „kombinierte Versorger“ erfüllen.

Tabelle 70 Kombinierte Versorger (weite Gruppendifinition)		
Name	Anzahl interne AP > 5 bar je AP > 5 bar an Dritte	Anteil NL > 16 bar
Energieversorgung Lohr-Karlstadt und Umgebung GmbH & Co. KG	3.38	5.8%
Ohra Energie GmbH	2.67	4.9%
Stadtwerke Ingolstadt Netze GmbH	2.80	3.4%
Energie Waldeck-Frankenberg GmbH	10.00	1.9%
Stadtwerke Lippstadt GmbH	3.50	1.8%
SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG	2.23	13.7%
Stadtwerke Göttingen AG	14.00	4.8%
Erdgas Mittelsachsen GmbH	15.12	2.5%
SWT Stadtwerke Trier Versorgungs-GmbH	3.38	3.1%

Stadtwerke Frankenthal GmbH	3.11	5.4%
Netzgesellschaft Schwerin mbH (NGS)	3.14	6.4%
EWE NETZ GmbH	6.06	5.9%
TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG	4.72	5.5%
Netz Leipzig GmbH	3.14	3.7%
inetz GmbH	7.36	6.8%
Thüga Energienetze GmbH	3.58	3.5%
EWR Netz GmbH	10.38	1.2%
TWS Netz GmbH	2.09	6.2%
bnNETZE GmbH	2.86	4.8%
Mittelhessen Netz GmbH	2.54	0.9%
Energienetze Bayern GmbH & Co.KG	2.29	13.0%
Netze-Gesellschaft Südwest mbH	7.70	6.6%
Netzgesellschaft Gütersloh mbH	3.00	1.4%
Westnetz GmbH	0.42	6.0%
Netzgesellschaft Potsdam GmbH; Abgabe	2.75	1.2%
HanseGas GmbH	4.83	9.5%
Stadtwerke Jena Netze GmbH	11.20	2.0%
Kritischer Wert	2.07	0.8%

* Quelle: Bundesnetzagentur

+ Hinweis: Westnetz GmbH nachträglich eingefügt

Tabelle 70 Kombinierte Versorger (enge Gruppendifinition)		
Name	Anzahl interne AP > 5 bar je AP > 5 bar an Dritte	Anteil NL > 16 bar
Stadtwerke Göttingen AG	14.00	4.8%
EWE NETZ GmbH	6.06	5.9%
TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG	4.72	5.5%
inetz GmbH	7.36	6.8%
Netze-Gesellschaft Südwest mbH	7.70	6.6%
Westnetz GmbH	0.42	6.0%
HanseGas GmbH	4.83	9.5%
Kritischer Wert	3.50	4.5%

* Quelle: Bundesnetzagentur

† Hinweis: Westnetz GmbH nachträglich eingefügt

Fußnoten

1. Frontier Economics / TU Berlin (2018), Tabelle 73, S. 244.
2. Die Vorhersagewerte werden für die Netzbetreiber analysiert, die im Rahmen der Cook's Distance Analyse nicht als Ausreißer identifiziert werden.
3. Um einen Vergleich zu ermöglichen, basiert die Analyse des AIC / BIC jeweils auf der Stichprobe des EVG3 Modells.
4. Um einen Vergleich zu ermöglichen, basiert die Analyse des AIC / BIC jeweils auf der Stichprobe des EVG3 Modells.
5. Siehe dazu Abschnitt 5.6.8.
6. Um einen Vergleich zu ermöglichen, basiert die Analyse des AIC / BIC jeweils auf der Stichprobe des EVG3 Modells.
7. Um einen Vergleich zu ermöglichen, basiert die Analyse des AIC / BIC jeweils auf der Stichprobe des EVG3 Modells.
8. Die Grundlage für die Ableitung von Typusangaben zu Baugrubentiefen bzw. zur Tiefe der Bodeneingriffe im Bau wurden den DVGW-Merkblätter G 472 (PE Rohre) und G 463 (Stahl) entnommen. Die Materialwahl (PE 80/100 oder Stahl) wirkt sich nach den DVGW-Regelwerken nicht maßgeblich auf die Verlegetiefe aus.
9. Da keine Geodaten über tatsächliche Gasleitungsdurchmesser oder Drucksysteme vorliegen.
10. Die Berechnung der Anteile 0-2m erfolgt anhand der durchschnittlichen flächengewichteten Anteile 0-1m und 1-2m. Dies erlaubt eine differenziertere Betrachtung der Beschaffenheit der Böden als bei einer reinen Berücksichtigung der vorherrschenden / maximalen Anteile im gesamten Bereich 0-2m. Björnson Beratende Ingenieure GmbH (2023).
11. Um einen Vergleich zu ermöglichen, basiert die Analyse des AIC / BIC jeweils auf der Stichprobe des EVG3 Modells.
12. Um einen Vergleich zu ermöglichen, basiert die Analyse des AIC / BIC jeweils auf der Stichprobe des EVG3 Modells.
13. Die Variante dieses Modells, die auf die Einteilung der Ausspeisepunkte nach dem Betriebsdruck abstellt liefert eine ähnlich hohe Modellgüte, jedoch nicht signifikante Koeffizienten erster Ordnung für den Kostentreiber $AP > 5$ bar und kommt nicht zu Ableitung individueller Effizienzwerte in Betracht.
14. Im Benchmarking in Auftrag der australischen Regulierungsbehörde wurde beispielsweise der Anteil der Untergrundkabel (Stromverteilernetze) als Umwelteinfluss ohne Kreuz- oder Quadratterme berücksichtigt. Quantonomics (2023), S. 131,138.
15. Weitere Tests haben ergeben, dass auch eine einzelne Berücksichtigung der Anteile vorherrschender Bodenklassen 4, 5 und 6 als 3 einzelne Vergleichsparameter ohne Kreuz- und Quadratterme keine Modellverbesserung herbeiführt.
16. Wir verwenden bei Verdacht auf Heteroskedastizität zusätzlich zum White-Test den strengeren Breusch-Pagan-Test mit relaxierter Normalverteilungsannahme.
17. Die individuellen Effizienzwerte wären ohne Korrektur für Heteroskedastizität verzerrt. Eine Korrektur ist wiederum mit spezifischen Annahmen bzgl. der Variable verbunden, die die Heteroskedastizität verursacht, was im vorliegenden Fall nicht eindeutig ist.
18. Spezifikationen mit zwei Parametern zur Erfassung der Ausdehnung der Versorgungsgebietes weisen Probleme mit dem Erklärungsgehalt des Koeffizienten auf.

19. Breusch-Pagan Test mit relaxierter Normalverteilungsannahme.
20. Pregibon (1980). Der Link-Test überprüft die Modellspezifikation durch Hinzunahme des Vorhersagewertes als erklärende Variable sowie des quadrierten Vorhersagewertes. Ersterer sollte einen signifikanten Zusammenhang mit der abhängigen Variable aufweisen, letzter nicht.
21. Ramsey (1969). Der RESET-Test testet durch Hinzufügen transformierten Vorhersagewerten die Nullhypothese, dass es vernachlässigte Variablen gibt.
22. Der White-Test ist ein allgemeiner Test auf Heteroskedastizität, bei dem keine Annahmen bzgl. der Struktur der Heteroskedastizität getroffen werden müssen. Der White-Test erfordert keine Normalverteilung der OLS-Residuen. Diese muss beim Breusch-Pagan Test vorliegen (Wooldridge (2009), S. 275). Der Breusch-Pagan-Test mit relaxierter Normalverteilungsannahme kommt zu keinem anderen Ergebnis.
23. Belsley/Kuh/Welsh (1980) und Verbeek (2004), S. 42.
24. Technisch wird dies durch die partielle Ableitung der Kostenfunktion nach einem Kostentreiber untersucht.
25. Kumbhakhar/Wang/Horncastle (2015), S. 108.
26. Judge et al. (1985).
27. Grundsätzlich ist ein „Erzwingen“ von Monotonie möglich, dieses Verfahren birgt für sich genommen jedoch wieder Nachteile und erfordert ein zweistufiges Vorgehen bzw. die Kombination von parametrischen und nicht-parametrischen Methoden. Aus diesem Grund kommt eine Anwendung hier nicht infrage. Henningsen/Henning (2009).
28. Eine geringe Anzahl an Verletzungen der Monotonieannahme, gemessen an der gesamten Stichprobe, wird als unkritisch eingeschätzt, insb. wenn die Schätzung auf den Zusammenhang zwischen Kosten und Kostentreibern abstellt. (Kumbhakhar/Wang/Horncastle (2015), S. 107 f.).
29. Grundsätzlich können theoretische Eigenschaften und Annahmen im Rahmen der Schätzung vorangenommen werden. Dies würde jedoch mit einer Reduktion der Flexibilität der Schätzung einhergehen. Vgl. Parmeter et al. (2013); Sauer / Froberg / Hockman (2006).
30. Datenstand finales Gutachten zum Effizienzvergleich Gas Verteilernetzbetreiber 3. RP, Frontier Economics / TU Berlin (2019).
31. Kleinste Abweichung von mindestens 8 %.
32. Die Berechnungen der DEA-Input-Output-Gewichte erfolgt auf Basis eines Datensatzes, der anhand der Betriebsnummer und Netznummer aufsteigend sortiert ist. Gewicht als Produkt des IO-Gewichts und des Outputs, Summe der Gewichte ergibt den Effizienzwert je Netzbetreiber.
33. Die Analyse erfolgt auf Basis eines nach BNR sortierten Datensatzes.
34. Frontier Economics / TU Berlin (2019), Annex I.2.
35. Wir verwenden leicht abweichende Kriterium im Vergleich zum EVG3, da im Rahmen des EVG4 erstmalig Angaben zu den internen Ausspeisepunkten erhoben wurden und diese nun direkt zum Einsatz kommen. Weiterhin berücksichtigen wir die internen Ausspeisepunkte lediglich > 5 bar, da dies der Forderung der Netzbetreiber entspricht.
36. In die Gruppe der kombinierten Versorger wird nachträglich die Westnetz GmbH aufgenommen, die im Kriterium „Anteil der internen AP > 5 bar“ unterhalb des Medians der Stichprobe liegt.
37. Wir führen die Analyse mit Hilfe der Software STATA durch.
38. Auch die zwei weiteren Nullhypothesen des Kolmogorov-Smirnov-Tests, dass entweder die „übrigen Netzbetreiber“ oder die „kombinierten Versorger“ kleinere Best-of-Four Effizienzwerte aufweisen, können nicht abgelehnt werden, weder in der weiten noch in der engen Definition der

Gruppen. Die Aussagen des Tests bleiben ebenfalls unverändert, wenn der nachträglich in die Gruppe der „kombinierten Versorger“ aufgenommene Netzbetreiber „Westnetz GmbH“ als „übriger Netzbetreiber“ klassifiziert wird.