

5.2 Monetäre Bewertung der kiesabbaubezogenen Module 6 bis 12

Frank Messner

Gegenstand dieses Kapitels ist die Darlegung der Vorgehensweise bei der monetären Bewertung der kiesbaubezogenen Szenarieneffekte für die Entwicklungsrahmen REALO und SPARFLAMME, die in den Modulen 6 bis 12 erfolgte.⁴⁸ Dabei wird hauptsächlich auf diejenigen Aspekte der Bewertung eingegangen, die in Messner/Geyler (2001) nur kurz abgehandelt wurden. Genau wie bereits in Kapitel 5.1 wird die Beschreibung jedes Moduls grundsätzlich so vorgenommen, dass in einem ersten Abschnitt das Vorgehen zur Berechnung der punktgenauen wahrscheinlichsten Ergebniswerte beschrieben wird und anschließend in einem zweiten Abschnitt die Methode zur Ermittlung einer Wahrscheinlichkeitsschwankungsbreite für die Ergebniswerte präsentiert wird. Zum Abschluss wird in diesem Abschnitt noch auf die Frage des Umgangs mit der Diskontierung eingegangen.

Analog zum Vorgehen in Kapitel 5.1 sind die Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse für jedes Modul im Anhang (Kap. 5.4) dokumentiert. Die aggregierte Ergebnistabelle der Nutzen-Kosten-Analyse findet sich in Tabelle 2 am Ende dieses Abschnittes.

a) Modul 6: Produzentenrente der Kiesproduktion

a.1) Berechnung der wahrscheinlichsten Werte für Modul 6

Die Ermittlung der Produzentenrente der Kiesproduktion stellte aus zwei Gründen ein Problem dar. *Erstens* war die Ermittlung von Daten bei den aktiven Kiesabbauunternehmen schwierig, da Kostendaten häufig als Betriebsgeheimnis gelten. Hier musste äußerst umsichtig mit entsprechenden Datenangaben verfahren werden. Eine vollständige Offenlegung sämtlicher Daten und Berechnungen ist daher nicht möglich. *Zweitens* mussten auch für Kiesabbaustätten, die erst in der Zukunft den Kiesabbau beginnen und von denen lediglich technische Daten aus den Kiesabbauanträgen zur Verfügung standen, entsprechende Rechnungen vollzogen werden. Aus diesem Grund wurde der Weg gewählt, alle anstehenden Rechnungen zu Modul 6 mittels eines standardisierten Berechnungsverfahrens auf Grundlage von Basisdaten und Angaben derzeit aktiver Kiesabbauunternehmen zu tätigen. Hierbei wurde auch mit Normierungen gearbeitet, um z.B. Investitionen verschiedener Unternehmen ausschließlich auf einen bestimmten Zeithorizont beziehen zu können. Derartige Berechnungen mögen Fehler beinhalten, aber diese möglichen Fehler wurden später in Sensitivitätsanalysen getestet (s.u. Abschnitt a.2)).

Im Beitrag von Messner/Geyler (2001) wurde die methodische Vorgehensweise beschrieben, die zur Berechnung der Nettonutzenergebnisse für Modul 6 angewandt wurde. Bei diesem Vorgehen sind fünf Schritte zu unterscheiden:

⁴⁸ Eine Ergebnispräsentation für den Entwicklungsrahmen SPARFLAMME entfällt für alle kiesabbaubezogenen Module, da sich alle diese Szenarien ohne zusätzlichen Kiesabbau abspielen, sich von daher nicht unterscheiden und somit als Nettonutzen-Differenzen Null-Werte ergeben.

1. Abschätzung von Preisentwicklungen für Kies und Sand bis 2030 für alle Entwicklungsrahmen,
2. Abschätzung der Fixkosten für jede Kiesabbaustätte auf Grundlage einer allgemeinen Faustformel,
3. Abschätzung der jährlichen Abschreibungsraten der Fixkosten, der variablen Stückkosten sowie des kritischen Kiespreises für jede Kiesabbaustätte,
4. Berechnung der absoluten Gewinne aus dem Kiesabbau für jedes Szenario (diskontiert und undiskontiert) und
5. Berechnung der Nettonutzen-Differenzen für jedes Szenario (Endergebnis Modul 6)

Die Punkte eins und zwei wurden in Messner/Geyler (2001) ausführlich behandelt, die Punkte drei bis fünf wurden aus Platzgründen nur kurz erläutert. An dieser Stelle soll nun das methodische Vorgehen ab Punkt 3 bis zur Ermittlung des Endergebnisses für Modul 6 detaillierter beschrieben werden. Da eine weitgehende Offenlegung der verwendeten Daten für die einzelnen Kiesabbaustätten aus Gründen der betrieblichen Geheimhaltung nicht möglich ist, soll nachfolgend das Vorgehen an Hand eines *fiktiven* Musterszenarios M2 mit verschiedenen Musterkiesabbaustätten A, B, C und D beschrieben werden. Die Dokumentation der Endergebnisse erfolgt schließlich an Hand aggregierter Daten im Datenblatt A6 im Anhang.

ad 3: Abschätzung der jährlichen Abschreibungsraten der Fixkosten, der variablen Stückkosten und des kritischen Kiespreises für jede Kiesabbaustätte

In Datenblatt 1 ist für *eine fiktive Kiesabbaustätte B* auf der Grundlage von Basisdaten, die in ähnlicher Form auch für die Kiesabbaustätten im Torgauer Raum vorlagen oder geschätzt werden konnten, das Ergebnis einer Investitionsrechnung zur Ermittlung wichtiger ökonomischer Kennzahlen gezeigt. Die Basisdaten sollen kurz vorgestellt werden, um ihre Bedeutung darzulegen und gleichzeitig zu verdeutlichen, an welcher Stelle Unsicherheiten oder Schätzungen in die Rechnungen eingingen.

Musterblatt, keine tatsächlich genutzten Daten

Datenblatt 1: Investitionsrechnungsmodell für Kiesabbau zur Ermittlung der fixen Abschreibungskosten und des kritischen Preises an der Grenze der Rentabilität am Musterbeispiel der Kiesabbaustätte B

Basisdaten der Kiesabbaustätte B

Kapazität	1,5 Mio. t
Reserve	73,2 Mio. t
vermarktbarer Reserve (73%)	53,4 Mio. t
Reservenmenge, für die anfänglich investiert wird:	45,0 Mio. t
anfängliche Investition für Landkauf (für 30 J.)	10,9 Mio DM
Fixkosten:	27,8 Mio DM
Variable Stückkosten:	2,04 DM pro Tonne Kiessand
kritische Jahresabsatzmenge:	65% der Kapazität
Amortisationszeitraum:	18,0 Jahre
Abzinsfaktor	6%

Fixkosten: Berechnet nach Faustformel mit Anpassung für Kapazität und Landkauf
 (inklusive 4% TWSG-Aufschlag), ermittelt in Anlehnung an bekannte Stückkosten

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jeweils	Mio. DM	Mio. DM	Mio. DM	Mio. DM	Gesamt-	kritische	kritischer	fixe	variable
Ende des	Auszahlungen	gesamte	abgezinste	kritischer	Variable Kosten	Jahresabsatzmenge	Durchschnitts-	Stückkosten	Stückkosten
Jahres		Fixkosten	Fixkosten	Umsatz	bei kritischer	(65% der Kapazität)	Preis pro t	DM/t	DM/t
I=	Zeit				Jahresabsatzmenge	Mio. t	DM/t	DM/t	DM/t
0	27,8								
1		2,564	2,419	4,551	1,986	0,975	4,67	2,63	2,04
2		2,564	2,282						
3		2,564	2,153						
4		2,564	2,031						
5		2,564	1,916						
6		2,564	1,808						
7		2,564	1,705						
8		2,564	1,609						
9		2,564	1,518						
10		2,564	1,432						
11		2,564	1,351						
12		2,564	1,274						
13		2,564	1,202						
14		2,564	1,134						
15		2,564	1,070						
16		2,564	1,009						
17		2,564	0,952						
18		2,564	0,898						
		46,157	27,765						

- Die *Kapazität* einer Kiesabbaustätte gibt an, wie viel Kies mit den vorhandenen Technologien pro Jahr abgebaut werden kann. Dieser Wert beschreibt die jährliche Produktionsbegrenzung für eine Kiesstätte und er ist üblicherweise aus den öffentlich einsehbaren Antragsunterlagen für eine Kiesabbaustätte erhältlich.
- Die *Reserve* zeigt das Ausmaß des gesamten Kiesvorkommens an, die ebenfalls in den Antragsunterlagen für jede Kiesgrube genannt ist. Dividiert man diese Zahl durch den Wert für die Kapazität, erhält man die wichtige Information, über wie viele Jahre die Kiesabbaustätte bei Vollauslastung der Kapazitäten produzieren könnte.
- Die *vermarktbare Reserve* ist ein Teil der Reserve, der aufgrund der Qualität einer Kiesabbaustätte tatsächlich verkauft werden kann. Häufig sind z.B. einige Kiesschichten mit großen Unreinheiten (Kohleeinschlüssen etc.) behaftet, so dass sich ihr Abbau nicht lohnt. Für den Torgauer Raum wurde erhoben, dass der vermarktbare Anteil bei etwa 73% liegt. Dieser Wert wurde für alle Kiesgruben angesetzt.
- Um die hohen Investitionssummen, die Kiesunternehmen zu Beginn eines Kiesgruben-aufschlusses in Abbaumaschinerie tätigen, zu standardisieren, wurde unterstellt, dass jedes Kiesabbauunternehmen im Torgauer Raum zu Beginn der Aktivitäten vorerst lediglich in die *Sicherstellung einer bestimmten Reservemenge* investiert, die in den kommenden 30 Jahren abgebaut werden kann. Die 30 Jahre wurden aufgrund des festgelegten Zeithorizontes bis 2030 gewählt. Auf diese Weise wurden entsprechende Unterschiede hinsichtlich der betrieblichen Zeithorizonte zwischen den verschiedenen Kiesabbauunternehmen normiert. Da grobe unternehmerische Informationen darüber vorlagen, welche Summen in etwa pro Einheit Kiesreservemenge investiert werden, konnten entsprechende Daten für jede Kiesgrube abgeschätzt werden. In der geschätzten Investitionssumme sind Abbaumaschinerie, Bürocontainer und viele andere Kapitalgüter, nicht jedoch Land inbegriffen, das einzeln aufgeführt wird.
- Die *Investition in Land*, das für den Kiesabbau benötigt wird, inklusive der einhergehenden Kosten der Landvorbereitung für den Abbau (Abtragen von Bewuchs etc.) stellt einen weiteren benötigten Basisdatenwert dar. Auch hier wurde ein Landkauf für den Abbau von 30 Jahren angesetzt. Dabei ist allerdings nicht nur die tatsächlich abzubaggernde Fläche berücksichtigt, sondern auch das Gelände für die Schütthalden, die Bürocontainer etc. Das Gros stellt jedoch die Abbaufäche dar. Grundsätzlich gilt bezogen auf eine fixierte Kiesfördermenge: je größer die Mächtigkeit eines Kiesvorkommens, desto weniger Land muss gekauft werden, um die anvisierte Fördermenge zu realisieren. Die entsprechenden Investitionssummen werden auf Basis von Preis- und Kostendaten, die Kiesabbauunternehmen pro Hektar Land angegeben haben, berechnet. Auch hier werden einheitliche Preise und Kosten pro Hektar für jede Grube unterstellt.
- Die *gesamten Fixkosten* des Kiesabbaus einer Kiesstätte wurden schließlich mittels der Faustformel aus Messner/Geyler (2001, S. 257) berechnet, die auf Grundlage von Informationen aus den lokalen Kiesabbauunternehmen abgeleitet wurde. Hier gingen insbe-

sondere Technologiekosten, Landkosten und trinkwasserschutzbezogene Aufschläge in die Rechnung ein. Unterstellt wurde diesbezüglich, dass sämtliche Fixkosten-Investitionen ein Jahr vor Produktionsbeginn getätigt werden.

- Die *variablen Kosten* der Produktion beinhalten alle Kosten, die in Abhängigkeit vom laufenden Kiesabbau anfallen; daher werden sie in DM pro Tonne Kies angegeben. Auf der Grundlage bekannter variabler Kosten aus dem Torgauer Raum wurden diese einheitlich angesetzt. Eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Stätten ergibt sich lediglich aus einem Aufschlag von 4%, der sich durch zusätzliche Tätigkeiten ergibt, wenn sich eine Kiesabbaustätte in einem TWSG oder auch in einem ehemaligen TWSG befindet.
- Die *kritische Absatzmenge pro Jahr* ist ein weiterer Datenwert für die Ermittlung wichtiger ökonomischer Kennzahlen des Kiesabbaus. Sie gibt an, welche Menge Kiessand pro Jahr im Durchschnitt abgesetzt werden muss, um langfristig den Kiesabbau ohne Verlust zu betreiben. Nach Informationen aus Kiesabbauunternehmen liegt diese Absatzmenge bei etwa 65% der Jahreskapazität. Auch dieser Wert wurde für alle Kiesabbaustätten verwendet.
- Der *Amortisationszeitraum* gibt an, über wie viele Jahre ein Kiesunternehmen die Fixkosten abschreibt. Aufgrund von Angaben in der Literatur (Maute 1980) und Aussagen von Kiesabbauunternehmen im Torgauer Raum wird ein Wert von 18 Jahren für alle Kiesabbaustätten zu Grunde gelegt.
- Der *Abzinsfaktor* für die Abschreibung stellt die Verzinsung dar, die ein Kiesunternehmen bei der Abschreibung der Fixkosten ansetzt. Nach unternehmerischen Angaben wird einheitlich ein Wert von 6% verwendet.

Auf Grundlage dieser Annahmen und Datenwerte konnten die jährlichen Fixkostenabschreibungsraten und der kritische Durchschnittspreis pro Tonne Kies berechnet werden, der durchschnittlich pro verkaufter Kiessandmenge realisiert werden muss, damit ein Kiesabbauunternehmen langfristig keine Verluste realisiert.

In Datenblatt 1 zeigt die erste Spalte der Tabelle 18 Zeitperioden gemäß des Abschreibungszeitraums und eine Periode 0 vor der Produktion, in der die fiktive Investition von 27,8 Mio. DM getätigt wird (Auszahlungssumme in Spalte 2). Mit Hilfe der Annuitätenmethode aus der betriebswirtschaftlichen Investitionsrechnung (vgl. Däumler 1998) wurde diese Einmalzahlung gleichmäßig auf den Abschreibungszeitraum verteilt (Spalte 3), wobei die Summe der jeweiligen jährlichen Barwerte der linearen Abschreibungsraten der anfänglichen Investitionssumme entspricht (Spalte 4). Auf diese Weise wurden für alle Kiesabbaustätten die linearen Abschreibungsraten pro Jahr berechnet.

Zur Ermittlung des kritischen Preises, der langfristig im Mittel mindestens realisiert werden muss, um Verluste auszuschließen, wurden zuerst die gesamten variablen Kosten berechnet, die bei Produktion der kritischen Jahresabsatzmenge anfallen (Spalte 6); sie lassen sich aus dem Produkt der kritischen Jahresabsatzmenge (Spalte 7) und den variablen Kosten pro t (Spalte 10) errechnen. Anschließend wird der kritische Jahresumsatz (Spalte 5) ermittelt, indem die Abschreibungsrate (Spalte 3) und die gesamten variablen Kosten zur Produktion der

kritischen Jahresabsatzmenge (Spalte 6) aufaddiert werden. Wird dieser kritische Jahresumsatz dividiert durch die kritische Jahresabsatzmenge, ergibt sich der kritische Durchschnittspreis in DM pro Tonne (Spalte 8).

Diese Rechnungen wurden für alle Kiesabbaustätten des Untersuchungsgebietes, die im Rahmen der Szenarien von Bedeutung waren, durchgeführt.

ad 4: Berechnung der absoluten Gewinne aus dem Kiesabbau für jedes Szenario (diskontiert und undiskontiert)

Auf Basis der unter ad 3 berechneten Daten wurden anschließend die Kiesabbaugewinne für jedes Szenario errechnet. Ein Musterblatt mit fiktiven Daten, das die Methodik der Gewinnberechnung verdeutlicht, ist als Datenblatt 2 abgedruckt. Dort sind in der Basistabelle die jeweiligen Werte der jährlichen Abschreibungen der Fixkosten, der variablen Stückkosten und der kritischen Stückpreise für vier fiktive Kiesabbaustätten aufgelistet. Weiterhin ist ein sozialer Diskontfaktor angegeben, mit dessen Hilfe der Gegenwartswert der Gewinn Daten berechnet wurde.

In den Spalten 2 und 3 sind die Sand- und Kiespreise gezeigt, wie sie für den Kontext des Entwicklungsrahmens REALO geschätzt wurden. Unter Verwendung dieser Preise können kieslagerstättenspezifische Durchschnittspreise ermittelt werden, indem der jeweilige Anteil von Kies und Sand in jeder Stätte einbezogen wird. Für die fiktiven Stätten A und B sind die entsprechenden Berechnungen in den Spalten 4 und 11 getätigt worden. Vergleicht man diese spezifischen Durchschnittspreise mit dem entsprechenden kritischen Preis aus der Basistabelle, so erhält man einen ersten Eindruck, ob eine Kiesstätte unter den gegebenen Bedingungen überhaupt profitabel arbeiten kann. Für Stätte B mit einem kritischen Preis von 7,30 DM zeigt sich so z.B. in Spalte 11, dass von 1996-2003 keine profitablen Umstände gegeben sind, da der spezifische Durchschnittspreis unterhalb des kritischen Preises liegt.

Die Absatzzahlen (Spalten 5 und 12) reflektieren die Absatzannahmen, die unter dem Stichwort „Anpassungsreaktionen“ für jedes Szenario spezifiziert worden sind (vgl. Kap. 4.5.1). Multipliziert man den spezifischen Durchschnittspreis mit den Absatzmengen für jedes Jahr erhält man den Umsatz (Spalten 6 und 13). Die variablen Kosten werden berechnet als Produkt der Absatzmengen und den variablen Stückkosten aus der Basistabelle. Die jährlich abgeschrieben Fixkosten werden direkt aus der Basistabelle übernommen.

Die Berechnung des Gewinnes (Spalten 9 und 16) erfolgt schließlich aus dem Umsatz minus fixer und variabler Kosten. Die Spalten 10 und 16 enthalten letztlich die Gewinnzahlen in Gegenwartswert unter Anwendung einer sozialen Diskontrate von 5%. Auf diese Weise ist für jede Kiesabbaustätte der Gewinn für jedes Szenario diskontiert und undiskontiert berechenbar (Spalten 18 und 19), wobei der Gesamtgewinn aus dem Kiesabbau für ein Szenario als Summe der Einzelstätten-Gewinne über die Jahre 1993-2030 berechnet wurde (in Spalten 18 und 19 doppelt unterstrichen).

**ad 5: Berechnung der Nettonutzen-Differenzen für jedes Szenario
(Endergebnis Modul 6)**

Das Ergebnis zu jeder Modulrechnung ist die Nettonutzen-Differenz zwischen allen Szenarien aus einem Entwicklungsrahmen, wobei das Szenario mit der Handlungsalternative 1 jeweils das Referenzszenario darstellt. Für den Fall des Moduls 6 wird der gesellschaftliche Nettonutzen aus der Kiesproduktion in einem Szenario durch den Gewinn abgeschätzt. Zur Ermittlung der diskontierten Nettonutzen-Differenzen wurden die Ergebnisspalten 18 und 19 für alle Szenarien aus einem Entwicklungsrahmen in eine Gesamttabelle übertragen, wie sie in der linken Tabelle in Datenblatt 3 für den fiktiven Fall gezeigt ist. Hier findet sich die Spalte 19 aus Datenblatt 2 als schattierte Spalte in Datenblatt 3 wieder. Analog wird mit den undiskontierten Werten verfahren. In der rechten Tabelle des Datenblattes 3 werden schließlich die Differenzen der Gewinne jeweils in Bezug zu den Ergebnissen des Szenarios mit dem Index 1 berechnet. Die Aufaddierung dieser Differenzen, in der rechten Tabelle schattiert abgedruckt, stellt letztlich das Ergebnis für Modul 6 dar; es ist auch in der linken Tabelle nochmals als letzte Zeile eingefügt.

Zur Dokumentation der Fallstudienresultate zum Torgauer Raum in anonymisierter Form wurden die Ergebnisse der Szenariorechnungen zu Modul 6 für die Entwicklungsrahmen REALO und GRÜNDERZEIT in Form von Datenblättern analog zur linken Tabelle in Datenblatt 3 im Anhang (Kap. 5.4) im Datenblatt A6 dokumentiert.

Muster, keine tatsächlich genutzten Daten

Datenblatt 3: Ermittlung der Nettonutzendifferenzen der Szenarien M1-M4 (für Modul 6)

Absoluter Nettonutzen der Szenarien M1 bis M4 (Mio. 1999er DM)

t Jahr	Wohlfahrt für Szenario M1 (Mio. 1999er DM)		Wohlfahrt für Szenario M2 (Mio. 1999er DM)		Wohlfahrt für Szenario M3 (Mio. 1999er DM)		Wohlfahrt für Szenario M4 (Mio. 1999er DM)	
	Gesamtsumme diskontierter Gewinn Kiesabbau	Gewinn Kiesabbau						
1	4,289	9,602	4,289	4,289	4,289	4,289	4,349	4,349
2	5,035	10,156	5,035	5,035	5,155	5,155	5,155	5,155
3	4,251	9,696	4,251	4,251	4,431	4,431	4,431	4,431
4	1,123	8,804	1,123	1,123	1,363	1,363	1,363	1,363
5	0,700	8,215	0,700	0,700	1,000	1,000	1,000	1,000
6	0,485	8,034	0,485	0,485	0,845	0,845	0,845	0,845
7	-0,831	5,161	-0,831	-0,831	-0,411	-0,411	-0,411	-0,411
8	-0,413	6,030	-0,413	-0,413	0,067	0,067	0,067	0,067
9	0,032	6,863	0,032	0,032	0,572	0,572	0,572	0,572
10	0,429	7,658	0,429	0,429	1,029	1,029	1,029	1,029
11	-0,092	8,414	0,776	0,776	1,436	1,436	1,436	1,436
12	0,273	9,131	1,100	1,100	1,820	1,820	1,820	1,820
13	0,615	9,808	1,402	1,402	2,182	2,182	2,182	2,182
14	0,933	10,446	1,683	1,683	2,523	2,523	2,523	2,523
15	1,229	11,044	1,943	1,943	2,843	2,843	2,843	2,843
16	1,250	10,933	1,929	1,929	2,889	2,889	2,889	2,889
17	1,267	10,741	1,913	1,913	2,933	2,933	2,933	2,933
18	3,581	12,532	4,196	4,196	5,275	5,275	5,275	5,275
19	3,479	11,935	4,065	4,065	5,205	5,205	5,205	5,205
20	3,379	12,095	3,936	3,936	5,136	5,136	5,136	5,136
21	3,281	11,607	3,811	3,811	5,071	5,071	5,071	5,071
22	3,184	11,137	3,689	3,689	5,009	5,009	5,009	5,009
23	3,089	10,687	3,569	3,569	4,949	4,949	4,949	4,949
24	2,986	10,253	3,453	3,453	4,893	4,893	4,893	4,893
25	2,904	9,837	3,340	3,340	4,840	4,840	4,840	4,840
26	2,815	9,437	3,229	3,229	4,789	4,789	4,789	4,789
27	2,727	9,053	3,122	3,122	4,742	4,742	4,742	4,742
28	2,642	8,684	3,017	3,017	4,697	4,697	4,697	4,697
29	2,922	8,330	2,916	2,916	4,656	4,656	4,656	4,656
30	2,823	7,990	2,817	2,817	4,617	4,617	4,617	4,617
31	2,727	7,663	2,721	2,721	4,581	4,581	4,581	4,581
32	2,633	7,350	2,587	2,587	4,507	4,507	4,507	4,507
33	2,543	7,048	2,463	2,463	4,443	4,443	4,443	4,443
34	2,455	6,759	2,346	2,346	4,386	4,386	4,386	4,386
35	2,369	6,482	2,234	2,234	4,334	4,334	4,334	4,334
36	2,286	6,215	2,128	2,128	4,288	4,288	4,288	4,288
37	2,205	5,959	2,027	2,027	4,247	4,247	4,247	4,247
38	2,128	5,715	1,930	1,930	4,210	4,210	4,210	4,210
Summe	79,744	338,107	89,442	89,442	133,902	133,902	133,902	133,902
NN-Differenzen:	0,000	258,363	9,699	9,699	54,159	54,159	54,159	54,159

Nettonutzendifferenzen mit Referenz auf Szenario M1 (Mio. 1999er DM)

Jahr	(diskontiert, 5%) NN-Diff. Sz M1 - Sz M1		NN-Diff. Sz M2 - Sz M1		NN-Diff. Sz M3 - Sz M1		NN-Diff. Sz M4 - Sz M1	
	Sz. M1	Sz. M1	Sz. M2	Sz. M2	Sz. M3	Sz. M3	Sz. M4	Sz. M4
1993	0	0	5,513	0	0	0	0,060	0,060
1994	0	0	5,121	0	0	0	0,120	0,120
1995	0	0	5,445	0	0	0	0,180	0,180
1996	0	0	7,681	0	0	0	0,240	0,240
1997	0	0	7,515	0	0	0	0,300	0,300
1998	0	0	7,549	0	0	0	0,360	0,360
1999	0	0	5,992	0	0	0	0,420	0,420
2000	0	0	6,443	0	0	0	0,480	0,480
2001	0	0	6,831	0	0	0	0,540	0,540
2002	0	0	7,228	0	0	0	0,600	0,600
2003	0	0	8,506	0	0,868	0,868	1,528	1,528
2004	0	0	8,857	0	0,827	0,827	1,547	1,547
2005	0	0	9,193	0	0,787	0,787	1,569	1,569
2006	0	0	9,513	0	0,749	0,749	1,589	1,589
2007	0	0	9,815	0	0,713	0,713	1,613	1,613
2008	0	0	9,682	0	0,679	0,679	1,639	1,639
2009	0	0	9,474	0	0,646	0,646	1,666	1,666
2010	0	0	8,951	0	0,615	0,615	1,695	1,695
2011	0	0	8,456	0	0,585	0,585	1,725	1,725
2012	0	0	8,716	0	0,557	0,557	1,757	1,757
2013	0	0	8,326	0	0,531	0,531	1,791	1,791
2014	0	0	7,964	0	0,505	0,505	1,825	1,825
2015	0	0	7,598	0	0,481	0,481	1,861	1,861
2016	0	0	7,258	0	0,458	0,458	1,898	1,898
2017	0	0	6,933	0	0,436	0,436	1,936	1,936
2018	0	0	6,623	0	0,415	0,415	1,975	1,975
2019	0	0	6,326	0	0,395	0,395	2,015	2,015
2020	0	0	6,043	0	0,376	0,376	2,056	2,056
2021	0	0	5,408	0	-0,006	-0,006	1,734	1,734
2022	0	0	5,167	0	-0,006	-0,006	1,794	1,794
2023	0	0	4,937	0	-0,006	-0,006	1,854	1,854
2024	0	0	4,716	0	-0,047	-0,047	1,873	1,873
2025	0	0	4,506	0	-0,079	-0,079	1,901	1,901
2026	0	0	4,305	0	-0,108	-0,108	1,932	1,932
2027	0	0	4,112	0	-0,135	-0,135	1,965	1,965
2028	0	0	3,929	0	-0,158	-0,158	2,002	2,002
2029	0	0	3,753	0	-0,179	-0,179	2,041	2,041
2030	0	0	3,987	0	-0,198	-0,198	2,082	2,082
Summe	0	0	258,363	0	9,699	9,699	54,159	54,159

In etwas anschaulicherer Form sind die Fallstudien-Ergebnisse aus Modul 6 nachfolgend in ihrem zeitlichen Verlauf nochmals in kumulativer Form in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Hier zeigt sich für den REALO-Kontext in Abbildung 1 deutlich, dass die Szenarien R₃ und R₄ ohne zusätzlichen Kiesabbau deutlich besser abschneiden als die Varianten mit zusätzlichem Abbau. R₃ und R₄ weisen dabei die Vorteile auf, dass in einer ökonomisch nicht so günstigen Lage weder hohe Überkapazitäten entstehen noch die zusätzlichen Fixkosten einer weiteren Kiesabbaustätte zu tragen sind (wie in R₁ und R₂ der Fall). Die Einbußen durch Erreichung der Kapazitätsgrenzen in 2020 sind letztlich nicht so hoch, dass sich der Aufschluss einer zusätzlichen Abbaustätte lohnte.

Anders sieht es in Abbildung 2 für den GRÜNDERZEIT-Kontext aus, in dem sehr günstige ökonomische Rahmenbedingungen unterstellt sind. In diesem Fall sind die Szenarien G₃ und G₄ bis etwa 2011 günstiger, aber nach Erreichen der Kapazitätsgrenzen wirkt es sich letztlich im Vergleich zu den Szenarien G₁ und G₂, in denen neue Kiesstättenaufschlüsse getätigt werden, deutlich nachteiliger aus, dass ein zusätzlicher Kiesabbau nicht stattfindet. Weiterhin zeigen beide Abbildungen, dass die Handlungsalternative 1, die zusätzlichen Kiesabbau außerhalb der Trinkwasserschutzgebiete vorsieht, in beiden Entwicklungsrahmen günstiger abschneidet als die Alternative 2 mit zusätzlichem Kiesabbau im Trinkwasserschutzgebiet.

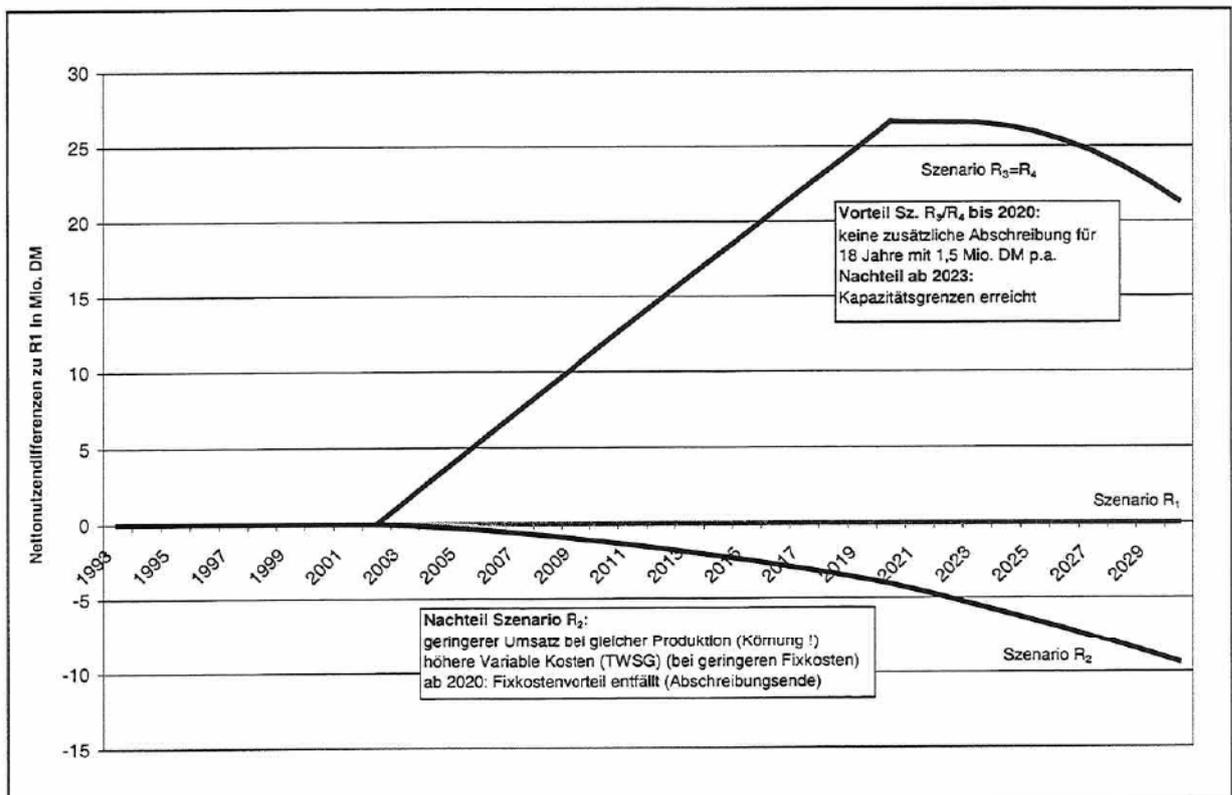


Abb. 1 Verlauf der kumulierten diskontierten Nettonutzen-Differenzen der REALO-Szenarien für Modul 6 (in Mio. DM, 1999-2030).

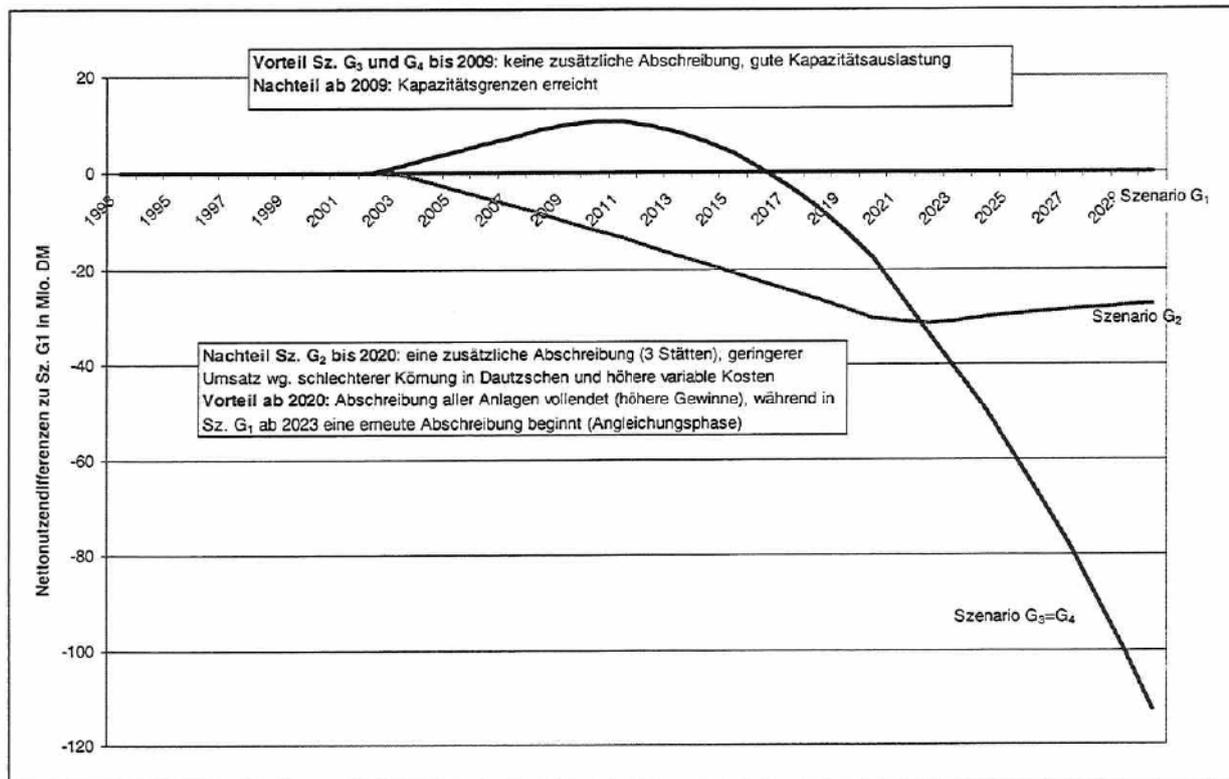


Abb. 2: Verlauf der kumulierten diskontierten Nettonutzen-Differenzen der GRÜNDERZEIT-Szenarien für Modul 6 (in Mio. DM, 1999-2030).

a.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 6

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden sechs wichtige Inputdaten variiert, um die Sensibilität des Ergebnisses auf die Datenveränderungen zu testen und um Schwankungsbreiten anzugeben, in denen sich das Endergebnis mit großer Wahrscheinlichkeit bewegen wird. Nachfolgend werden die Begründungen für die Datenvariationen erläutert und das jeweilige Ergebnis genannt. Eine Dokumentation der Sensitivitätsanalysergebnisse findet sich in den Datenblättern A16 und A17 in Kapitel 5.4. Die dort aufgeführten Ergebnisse waren in Form von Schwankungsbreiten Inputs für die Multikriterienanalyse unter Unsicherheit (vgl. Kap. 3.2).

Variation der Kiespreisentwicklung

Um die Unsicherheiten in der Preisentwicklung einzubeziehen, wurde unterstellt, dass sich die (inflationsbereinigten) Preise in einer Anpassungsphase von 8 Jahren nicht auf das wahrscheinlichste Niveau hin entwickeln, sondern es wurde für jeden Entwicklungsrahmen eine spezifische Schwankungsbreite von etwa $\pm 8-15\%$ unterstellt, die aufgrund der nachfolgenden Ausführungen als plausibel gelten kann.

Für den Entwicklungsrahmen *REALO* wurde in den Rechnungen eine Entwicklung von 1 DM pro Tonne Sand und 12 DM pro Tonne Kies (1999) auf 3 DM pro Tonne Sand und 16 DM pro Tonne Kies (207-2030) als wahrscheinlich angenommen (vgl. Messner/Geyler

2001). Damit erreicht der Durchschnittspreis nach Überwindung der Kapazitätskrise in 8 Jahren das Niveau von 9,50 DM, das dem hohen Ost-Niveau der Boomzeit 1993/94 entspricht aber noch immer unter West-Niveau liegt. Als mögliche Abweichung nach oben wird hier ein Erreichen des unteren Westniveaus (Durchschnittspreis von 10,50 DM wie in den nordwestdeutschen Bundesländern 1997) mit etwa 17 DM Kies und 4 DM Sand unterstellt.⁴⁹ Als mögliche Abweichung nach unten wurde ein durchschnittlicher Preis von 8,50 DM (15 DM Kies, 2 DM Sand) angenommen, wie er in den Nach-Boom-Jahren 1995 und 1996 im Untersuchungsgebiet anzutreffen war. Mit diesen fachlich begründeten und plausiblen Preisvariationen wurde folglich eine *Schwankung von 10,5%* um den Kiessand-Durchschnittspreis in die Rechnungen für REALO einbezogen.

Für den *Entwicklungsrahmen GRÜNDERZEIT* wurde für den wahrscheinlichen Fall unterstellt, dass nach Überwindung der Überkapazitätskrise ein Durchschnittspreisniveau erreicht wird, das mit etwa 12 DM dem oberen Preisniveau in Westdeutschland von 1997 entspricht. Als Abweichung nach oben wurde hier das Erreichen der Spitzen-Mittelwerte in Westdeutschland von 13,80 DM in 1997 angenommen, das entspricht etwa den Preisen für Kies von 21 DM/t und 5,60 DM pro Tonne Sand. Als untere Abweichung wird das untere Preisniveau in Westdeutschland von 1997 angesetzt, das schon im realistischen Entwicklungsrahmen (allerdings als obere Abweichung) Anwendung fand (Durchschnittspreis 10,50 DM mit 17 DM Kies und 4 DM Sand). Diese Schwankungen in den Preisentwicklungen entsprechen in etwa einer *Schwankung um den wahrscheinlichen Preis nach der Anpassung um 15%*.

Für den *pessimistischen Entwicklungsrahmen SPARFLAMME* wurde im wahrscheinlichen Fall angenommen, dass das Westniveau nicht erreicht wird, sondern dass sich lediglich ein mittlerer Preis wie in den Jahren 1995/96 von durchschnittlich 8,50 DM einpendelt. Als obere Preisabweichung unter den pessimistischen Rahmenbedingungen kann der hohe Preis im Untersuchungsgebiet in den Boomjahren in Höhe von 9,50 DM (16 DM Kies und 3 DM Sand) angesetzt werden und als unterer Preis ein niedriger Preis von etwa 7,50 DM (mit 13,50 DM Kies und 1,50 DM pro Tonne Sand), wie er im Untersuchungsgebiet in den Jahren 1998/99 anzutreffen war. Diese Preisspannen entsprechen *Schwankungen von 8-12% um den wahrscheinlichsten Wert*.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen zu den Nettonutzenergebnissen bei veränderten Preisentwicklungen sind den Datenblättern A16a und A17a unter der römischen Ziffer I im Anhang zu diesem Kapitel (Kap. 5.4) dokumentiert. Dabei sind die Sensitivitätsergebnisse zuerst in Bezug auf die absoluten Änderungen in Modul 6 gezeigt und anschließend in Bezug auf das Gesamtergebnis – mit absoluten Schwankungen und Prozentwerten. Es zeigen sich dabei keine größeren Ergebnisänderungen. Lediglich bei der Annahme geringerer Preise geraten einige Kiesgruben stärker in die Verlustzone, so dass sich Veränderungen von bis zu 20% einstellen. Da sich allerdings diese Schwankungen auf alle Szenarien in fast gleicher Weise auswirken, kommt es durch Preisvariationen nicht zu einer Veränderung der Reihenfolge zwischen den betrachteten Szenarien, sondern lediglich zu einer Verschiebung der Er-

⁴⁹ Mittlere Preisdaten für Kies für westdeutsche Bundesländer selbst berechnet auf Basis von Daten zu Kiesumsatz- und -produktion nach: Bundesverband für Kies und Sand 1998, Geschäftsbericht 1997/98, Duisburg.

gebniswerte in eine gleiche Richtung. Es liegt also bei den Preisdateninputs keine hohe Sensitivität hinsichtlich des Gesamtergebnisses vor.

Variation des Zeitraums zur Überwindung der Kapazitätskrise

In den Berechnungen zum Modul 6 wird hinsichtlich der wahrscheinlichen Preisentwicklung am Kiesmarkt unterstellt, dass der Kiessandpreis in den acht Jahren nach 1999 ansteigt und danach ab 2007 um ein konstantes Preisniveau fluktuiert. Der Grund für diese Annahme besteht in der gegenwärtigen Überkapazitätskrise der Kiesindustrie in Ostdeutschland, wo nach der Wende übermäßig viele Kieslagerstätten aufgeschlossen wurden. Diese Überkapazitäten werden nach und nach abgebaut werden, so dass der Angebotsüberhang verschwinden wird und sich die Preise von ihrem historischen Tiefstand erholen werden (vgl. O.V. 2001). Die Unsicherheit besteht insbesondere darin, wie lange der Abbau der Kapazitäten dauern wird. Da eine Stilllegung von Kapazitäten für Kiesabbauunternehmen bedeutet, dass kosten- und zeitaufwendige behördliche Genehmigungen aufgegeben werden und diverse Fixkosten, die in einer Stätte gebunden sind, nicht mehr amortisiert werden können, ist mit einem schnellen Kapazitätsabbau nicht zu rechnen. In Anlehnung an historische Erfahrungen mit der Überwindung von Überkapazitätskrisen im Metallbergbau (vgl. Messner 1999, S. 418 ff.) wurde eine Zeitdauer von acht Jahren als wahrscheinlich angenommen. In der Sensitivitätsanalyse wurden als mögliche Variationen Anpassungszeiträume von minimal sechs und maximal zehn Jahren in den Rechnungen berücksichtigt.

Im Ergebnis zeigen sich hierbei nur sehr geringe Effekte, sowohl in Bezug auf Modul 6 als auch für das Gesamtergebnis. Es treten Abweichungen unter einem Prozent auf und die Reihenfolgen der Szenarien wird nicht verändert. Der Anpassungszeitraum zur Krisenüberwindung ist daher kein sensitiver Dateninput hinsichtlich der Ausprägung des Endergebnisses.

Variation des Abschreibungszeitraums

Bei der Berechnung der linearen, jährlichen Abschreibungsraten für die einzelnen Kiesstätten ist in Anlehnung an Datenwerte aus der Literatur ein Abschreibungszeitraum von 18 Jahren als wahrscheinlich angenommen worden (vgl. Datenblatt 1). Auf Nachfrage bei Kiesabbauunternehmen im Torgauer Raum wurden auch längere und kürzere Zeiträume genannt. Auf dieser Grundlage wurden als Variationen des Abschreibungszeitraums untere Werte von 14 Jahren und obere Werte von 22 Jahren angesetzt.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsberechnungen finden sich in Zeile III der Datenblätter A16a und A17a in Kapitel 5.4. Es ergeben sich Ergebnisschwankungen bis zu 20% im Modul 6 und bis zu 16% im Gesamtergebnis. In diesem Fall sind die Ergebnisse für die einzelnen Szenarien teilweise gegenläufig, so dass sich z.B. für Szenario G₂ bei längeren Abschreibungszeiträumen Wertverschlechterungen einstellen und bei G₃ Verbesserungen. Zu Veränderungen der Reihenfolge kommt es aber auch in diesem Fall nicht.

Variation der Fixkosten aus der Faustformelberechnung

Die Fixkosten der Kiesabbaustätten wurden für die Berechnung der wahrscheinlichen Nettowertwerte an Hand der Faustformel aus Messner/Geyler (2001, S. 257) ermittelt. Für die Sensitivitätsanalyse wurde unterstellt, dass die Faustformel die Fixkosten möglicherweise generell über- oder unterschätzt. Hier wurde eine mögliche Schwankung von plus/minus 20% untersucht.

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind in Zeile IV der Datenblätter A16a und A17a gezeigt. Es ergeben sich Ergebnisveränderungen in Modul 6 und im Gesamtergebnis bis zu 30%. Erneut wirken sich diese Veränderungen nicht auf die Ergebnisrangfolge der Szenarien aus, da sich die Abweichungen bei allen Szenarien in die gleiche Richtung bewegen und nur geringfügige gegenläufige Verschiebungen zwischen den Szenarien eintreten.

Variation von Fixkostenwerten auf Basis eines möglichen systematischen Fehlers

Als weitere Variation bei der Ermittlung der Fixkosten wurde die Fehlermöglichkeit untersucht, dass die Fixkostenhöhe bei Kiesstätten innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten überschätzt und gleichzeitig bei Stätten außerhalb der Schutzgebiete unterschätzt werden könnten – und umgekehrt. Eine Ursache für diesen Fehler kann darin bestehen, dass die Kapitalkosten für Kiesabbaustätten innerhalb und außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten wegen deutlich unterschiedlicher Kiesmächtigkeiten so verschieden sind, dass durch Anwendung der Faustformel ein systematischer Fehler begangen wird. Bei Untersuchung dieses systematischen Fehlers werden für einen oberen Wert die Fixkosten für Stätten in TWSG um 10% erhöht und für Stätten außerhalb um 10% gesenkt. Für einen unteren Wert werden die Fixkosten entsprechend in der anderen Richtung verändert.

In den Datenblättern A16a und A17a zeigen sich in der Zeile V. Ergebnisveränderungen von bis zu 55%. Wiederum aber vollziehen sich die Veränderungen bei den Szenarioergebnissen stets in die gleiche Richtung, so dass die Ergebnisreihenfolge der Szenarien nicht verändert wird.

Variation der Kiesreservemengen

Schließlich wurde noch die Reservemenge einer Stätte (außerhalb des TWSG), die laut den geologischen Untersuchungen aus dem Rahmenbetriebsplan unsichere Reservemengen aufweist, um plus/minus 20% variiert.

Wie nachzulesen in der VI Zeile der Datenblätter A16a und A17a kommt es zu Ergebnisabweichungen von bis zu 17%, aber erneut gibt es keine Rangfolgenveränderungen im Gesamtergebnis.

Zusammenfassend ist als Resultat der Sensitivitätsanalyse zu Modul 6 festzuhalten, dass eine Variation von sechs wichtigen Inputdaten zwar zu bisweilen beträchtlichen absoluten Ergebnisveränderungen führte, dass aber die Rangfolge des Endergebnisses in keinem Fall in Frage gestellt wurde. Die Berechnungen aus Modul 6 sind daher als wenig sensitiv einzustufen.

b) Modul 7: Konsumentenrente der Kiesnachfrage

b.1) Berechnung der wahrscheinlichen Werte für Modul 7

Die Konsumentenrente der Kiesnachfrage wurde ausschließlich für das Untersuchungsgebiet berechnet. Dabei wurde die Konsumentenrente im Torgauer Raum in der Weise abgeschätzt, dass der Wohlfahrtsgewinn der lokalen Kiesnachfrage errechnet wurde, der dadurch entsteht, dass der Kiesabbau vor Ort stattfindet. Befänden sich im Untersuchungsgebiet keine Kiesabbaustätten, so wären von den Kiesnachfragern Transportaufschläge für längere Kiestransporte zu zahlen. Diese Aufschläge pro Tonne wurden für die Abschätzung der lokalen Konsumentenrente verwendet. Als alternativer Kieslieferant für den Torgauer Raum wurde die dem Untersuchungsgebiet am nächsten gelegene Stätte in Mühlberg herangezogen.

Das Vorgehen bei der Berechnung des Nettonutzens für Modul 7 wird am Beispiel des Szenarios R_1 an Hand des Datenblattes 4 beschrieben. Hier sind über der eigentlichen Tabelle zur Berechnung des Nettonutzens des Szenarios R_1 die Basisdaten der Rechnungen aufgelistet. Diese werden nachfolgend kurz erörtert, da diese Daten Annahmen und Informationen enthalten, die für das Verständnis des Ergebnisses bedeutsam sind.

Die Basisdatentabelle enthält vier Arten von Informationen. *Erstens* ist für jede Kiesabbaustätte angegeben, wie hoch der Anteil des Absatzes im Torgauer Raum ist (und auch in Zukunft sein wird). Diese Anteile wurden entweder direkt bei den Unternehmen erfragt oder aus den Rahmenbetriebsplänen entnommen. *Zweitens* sind Entfernungskilometer genannt, die jede Kiesabbaustätte vom Zentrum der Stadt Torgau entfernt liegt. Hier liegt aus Vereinfachungsgründen die Annahme zu Grunde, dass alle Kiesnachfrager aus dem Torgauer Raum den Kies zentral aus der Stadtmitte Torgaus beziehen. Die Entfernungen wurden auf Basis vorliegender Straßenkarten ermittelt. Es wird deutlich, dass der alternative Kieslieferant nicht sehr weit entfernt liegt, aber immerhin eine nahezu doppelt so hohe Entfernung nach Torgau-Stadt aufweist als die anderen Stätten. *Drittens* werden mit Bezug auf die Transportentfernungen nach Torgau-Stadt die Transportkosten pro Tonne für jede Kiesabbaustätte genannt. Hierbei wurde auf Preisangaben für den Transport von Schüttgütern aus Mercado (1995, S. 264) zurückgegriffen. Dabei wurde angenommen, dass die Transporte zu 50% mit Anhänger und zu 50% ohne Anhänger durchgeführt werden, und dass sich die Transportkosten inflationsbereinigt bis 2030 nicht verändern. *Viertens* ist schließlich der Transportkostenaufschlag für einen alternativen Kieslieferanten außerhalb des Torgauer Raumes pro Tonne Kies für jede der Torgauer Kiesstätten aufgeführt, der sich jeweils aus der Differenz der Transportkosten pro Tonne der Torgauer Stätten und der alternativen Kiesgrube in Mühlberg ergibt.

Datenblatt 4: Ermittlung des Wohlfahrtsgewinns der Kiesnachfrage für Szenario R₁ (REALO) für Modul 7

Basisdaten: Belieferung des Torgauer Raums durch Kiesstätten:

	Anteil	Entfernung (km)	Transportkostenv/ t	Transportaufschlag durch alternativen Lieferant (pro Tonne)
Liebersee	5%	18	10,35 DM	4,50 DM
Arzberg	6%	13	8,80 DM	6,05 DM
Dautzsch	6%	12	8,10 DM	6,75 DM
Mühlberg (pol. Lieferant)		30	14,85 DM	

(Quelle: Mercado 1995, S. 264) Diskontfaktor: 1,05

t	Liebersee		Arzberg-Blumberg		Mio. DM		13		14		15		16		17	
	Mio. t Absatz	Absatz in Torgau in t	undiskontierter Konsumenten-gewinn (marginal)	diskontierter Wohlfahrtsgew	Mio. t Absatz	Absatz in Torgau in t	undiskontierter Konsumenten-gewinn (marginal)	diskontierter Wohlfahrtsgewinn	Gesamtlieferung an Torgau	undiskontierter Konsumenten-gewinn (marginal)	diskontierter Konsumenten-gewinn in Torgau	Gesamtlieferung an Torgau	undiskontierter Konsumenten-gewinn (marginal)	diskontierter Konsumenten-gewinn in Torgau	Gesamtlieferung an Torgau	Gesamtlieferung an Torgau
1	1,63	0,082	0,367	0,349	0	0,000	0,000	0,000	0,082	0,367	0,082	0,367	0,367	0,349	0,082	0,349
2	1,80	0,090	0,405	0,367	0	0,000	0,000	0,000	0,090	0,405	0,090	0,367	0,405	0,387	0,090	0,387
3	1,80	0,090	0,405	0,350	0	0,000	0,000	0,000	0,090	0,405	0,090	0,350	0,405	0,350	0,090	0,350
4	1,996	0,085	0,293	0,241	0	0,000	0,000	0,000	0,085	0,293	0,085	0,241	0,293	0,241	0,085	0,241
5	1,997	0,085	0,293	0,229	0	0,000	0,000	0,000	0,085	0,293	0,085	0,229	0,293	0,229	0,085	0,229
6	1,998	0,085	0,293	0,218	0	0,000	0,000	0,000	0,085	0,293	0,085	0,218	0,293	0,218	0,085	0,218
7	1,999	0,085	0,293	0,208	0	0,000	0,000	0,000	0,085	0,293	0,085	0,208	0,293	0,208	0,085	0,208
8	2000	0,086	0,299	0,202	0	0,000	0,000	0,000	0,086	0,299	0,086	0,202	0,299	0,202	0,086	0,202
9	2001	0,088	0,310	0,200	0	0,000	0,000	0,000	0,088	0,310	0,088	0,200	0,310	0,200	0,088	0,200
10	2002	0,071	0,316	0,195	0	0,000	0,000	0,000	0,071	0,316	0,071	0,195	0,316	0,195	0,071	0,195
11	2003	1,24	0,062	0,280	0,163	0,012	0,073	0,073	0,062	0,163	0,062	0,073	0,163	0,073	0,062	0,073
12	2004	1,26	0,083	0,283	0,157	0,013	0,078	0,078	0,083	0,157	0,083	0,078	0,157	0,078	0,083	0,078
13	2005	1,27	0,064	0,286	0,152	0,014	0,083	0,083	0,064	0,152	0,064	0,083	0,152	0,083	0,064	0,083
14	2006	1,28	0,064	0,289	0,146	0,015	0,088	0,088	0,064	0,146	0,064	0,088	0,146	0,088	0,064	0,088
15	2007	1,30	0,065	0,292	0,141	0,015	0,093	0,093	0,065	0,141	0,065	0,093	0,141	0,093	0,065	0,093
16	2008	1,31	0,066	0,295	0,135	0,016	0,098	0,098	0,066	0,135	0,066	0,098	0,135	0,098	0,066	0,098
17	2009	1,33	0,066	0,298	0,130	0,017	0,103	0,103	0,066	0,130	0,066	0,103	0,130	0,103	0,066	0,103
18	2010	1,34	0,067	0,302	0,125	0,018	0,108	0,108	0,067	0,125	0,067	0,108	0,125	0,108	0,067	0,108
19	2011	1,35	0,068	0,305	0,121	0,019	0,113	0,113	0,068	0,121	0,068	0,113	0,121	0,113	0,068	0,113
20	2012	1,37	0,068	0,308	0,116	0,020	0,118	0,118	0,068	0,116	0,068	0,118	0,116	0,118	0,068	0,118
21	2013	1,38	0,069	0,311	0,112	0,020	0,124	0,124	0,069	0,112	0,069	0,124	0,112	0,124	0,069	0,124
22	2014	1,40	0,070	0,314	0,107	0,021	0,129	0,129	0,070	0,107	0,070	0,129	0,107	0,129	0,070	0,129
23	2015	1,41	0,071	0,317	0,103	0,022	0,134	0,134	0,071	0,103	0,071	0,134	0,103	0,134	0,071	0,134
24	2016	1,42	0,071	0,321	0,099	0,023	0,139	0,139	0,071	0,099	0,071	0,139	0,099	0,139	0,071	0,139
25	2017	1,44	0,072	0,324	0,096	0,024	0,144	0,144	0,072	0,096	0,072	0,144	0,096	0,144	0,072	0,144
26	2018	1,45	0,073	0,327	0,092	0,025	0,149	0,149	0,073	0,092	0,073	0,149	0,092	0,149	0,073	0,149
27	2019	1,47	0,073	0,330	0,088	0,025	0,154	0,154	0,073	0,088	0,073	0,154	0,088	0,154	0,073	0,154
28	2020	1,48	0,074	0,333	0,085	0,026	0,159	0,159	0,074	0,085	0,074	0,159	0,085	0,159	0,074	0,159
29	2021	1,49	0,075	0,336	0,082	0,026	0,164	0,164	0,075	0,082	0,075	0,164	0,082	0,164	0,075	0,164
30	2022	1,51	0,075	0,339	0,079	0,027	0,169	0,169	0,075	0,079	0,075	0,169	0,079	0,169	0,075	0,169
31	2023	1,52	0,076	0,343	0,076	0,028	0,174	0,174	0,076	0,076	0,076	0,174	0,076	0,174	0,076	0,174
32	2024	1,54	0,077	0,346	0,073	0,029	0,180	0,180	0,077	0,073	0,077	0,180	0,073	0,180	0,077	0,180
33	2025	1,55	0,078	0,349	0,070	0,030	0,185	0,185	0,078	0,070	0,078	0,185	0,070	0,185	0,078	0,185
34	2026	1,57	0,078	0,352	0,067	0,031	0,190	0,190	0,078	0,067	0,078	0,190	0,067	0,190	0,078	0,190
35	2027	1,58	0,079	0,355	0,064	0,032	0,195	0,195	0,079	0,064	0,079	0,195	0,064	0,195	0,079	0,195
36	2028	1,59	0,080	0,358	0,062	0,033	0,200	0,200	0,080	0,062	0,080	0,200	0,062	0,200	0,080	0,200
37	2029	1,61	0,080	0,362	0,059	0,034	0,205	0,205	0,080	0,059	0,080	0,205	0,059	0,205	0,080	0,205
38	2030	1,62	0,081	0,365	0,057	0,035	0,210	0,210	0,081	0,057	0,081	0,210	0,057	0,210	0,081	0,210
		54,64	2,73	12,293	5,417	10,904	0,654	3,958	1,149	3,866	16,251	6,566	16,251	6,566	3,866	6,566

Basierend auf diesen Daten wurde in dem Datenblatt 4 der Nettonutzen für das Szenario R₁ berechnet. In den Spalten 4 und 12 sind jeweils die Absatzmengen angegeben, die pro Jahr aus den Kiesstätten in das Untersuchungsgebiet geliefert werden, und für die im Torgauer Raum ein Wohlfahrtsgewinn entsteht. Der Konsumentenrentengewinn in den Spalten 5 und 13 wurde errechnet als Produkt des Absatzes im Torgauer Raum (Spalten 4 und 12) und des kiesstättenspezifischen Transportaufschlages durch die Alternativkiesgrube in Mühlberg (aus der Basistabelle). Die Spalten 6 und 14 zeigen schließlich die diskontierten Werte bei einer sozialen Diskontrate von 5%. Werden die Ergebniswerte für die einzelnen Kiesstätten aufsummiert, ergeben sich die Ergebnisspalten 16 und 17. Analog wurden die Nettonutzen für alle anderen Szenarien berechnet.

Zur Dokumentation der Ergebnisse für Modul 7 sind die Ergebnistabellen mit diskontierten und undiskontierten Gesamtnettonutzenwerten und Nettonutzen-Differenzen für REALO und GRÜNDERZEIT im Datenblatt A7 des Anhangs (Kap. 5.4) aufgeführt.

b.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 7

Zur Ermittlung der unsicherheitsbedingten Schwankungsbreite wurden ausschließlich die Daten zu den Transportkosten variiert, da alle anderen Dateninputs mit eher geringen Fehlern verbunden sind. Dabei wurde für eine untere Kostengrenze ein Transportkostensatz angesetzt, der sich bei ausschließlicher Verwendung von Kies-LKW mit Anhängern (Zugsätzen) ergibt. Für die obere Kostengrenze wird hingegen von einem Transport ohne Zugsätze ausgegangen. Wie der Datenquelle für die Transportkosten (Mercado 1995, S 264) zu entnehmen ist, sind die Kostenunterschiede zwischen Kiestransport mit und ohne Zusatz durchaus beträchtlich. So ist ein Kiestransport über 30 km um mehr als 70% teurer, wenn er nicht mit Zugsätzen transportiert wird.

Die Auswirkungen der Transportkostenvariationen auf die Modul- und Endergebnisse der Szenarien lassen sich der Zeile VII in den Datenblättern A16b und A17b im Anhang (Kap. 5.4) entnehmen. Dabei wird deutlich, dass sich im Modul 7 Ergebnisabweichungen von über 100% einstellen. Angesichts der aber eher geringen Ergebniswerte in Modul 7 schlagen sich diese Schwankungen im Endergebnis nicht in dieser Form nieder, sondern bewirken dort nur Veränderungen bis maximal 3%, wodurch die Ergebnisreihenfolge der Szenarien nicht berührt wird.

c) Modul 8: Opportunitätskosten des Kiesabbaus

c.1) Berechnung der wahrscheinlichen Werte für Modul 8

Die im Abbau befindlichen sowie für den Abbau beantragten Kieslagerstätten, die den Szenariorechnungen in der Fallstudie zu Grunde lagen, befinden sich in Gebieten mit landwirtschaftlicher Nutzung. Durch den Kiesabbau sind nicht nur in der Kieswirtschaft erzielte Gewinne, sondern auch die der Landwirtschaft entstehenden Gewinneinbußen zu berücksichtigen. Diese wurden beim Erwerb der Flächen nicht ausreichend berücksichtigt, da alle Kiesstätten, die in der Fallstudie betrachtet werden, noch unter der alten Rechtsprechung als berg-

freie Rohstoffe behandelt wurden. Das bedeutet, dass die Landwirte bei der Veräußerung der Flächen nur geringe Verhandlungsspielräume hatten und zu den regional üblichen niedrigen Landpreisen verkaufen mussten (vgl. AG KABE 2000, S. 29-30). Die Opportunitätskosten der Landnutzung durch landwirtschaftliche Bearbeitung wurden daher nicht ausreichend durch die Flächenpreise, die Teil der Fixkosten der Kiesabbauunternehmen sind, abgedeckt. Diese Opportunitätskosten wurden in Modul 8 berechnet.

Der der Landwirtschaft entgangene Nettonutzen ($NN_{\text{modul 8}}$) als Inputgröße für das Modul 8 wurde – ebenso wie im Kapitel 4.4.1 – als Flächeneinkommen ermittelt, das auf einer modifizierten Deckungsbeitragsberechnung basiert, die in Kapitel 4.4.1 und 5.1 ausführlich erläutert ist. Der Verlust an Nettonutzen wurde dabei wie folgt berechnet:

$$NN_{\text{modul 8}} = \sum \sum (LF_{it} * nn_k), \quad (1)$$

wobei:

LF_{it}	–	Verlust an landwirtschaftlicher Fläche durch Kiesabbaustätte i im Jahre t
i	–	Index zur Kennzeichnung der Kiesstätte 1 bis 4 (vgl. Tab. 1)
t	–	Simulationszeitraum von $t = 1993$ bis $t = 2030$
nn_k	–	Hektarbezogenes Flächeneinkommen auf Böden der Art k
k	–	Index zur Kennzeichnung der Bodenart $k = 1$ (Elbaue) und $k = 2$ (Heide)

Der Berechnung des szenarienbezogenen Nettonutzens lagen dabei folgende Daten bzw. Annahmen zu Grunde:

1. Für die der Landwirtschaft entzogenen Flächen wurden die Informationen aus den Unterlagen für die Planfeststellungsverfahren herangezogen. Sie lagen szenarienbezogen für die in der Tabelle 1 aufgeführten Kiesstätten und jahresbezogen für den Zeitraum 1993 bis 2030 vor.
2. Der hektarbezogene, auf dem Flächeneinkommen beruhende Nettonutzen wurde – entsprechend den Informationen aus den Rahmenbetriebsplänen – nur für die Bewirtschaftung auf Ackerland betrachtet. Aufgrund der Lage der Kiesabbaustätten erfolgte eine Differenzierung der Einkommen nach Elbaue und Heide.
3. Dominierende Bewirtschaftungsform – entsprechend der Rahmenbetriebspläne – ist der konventionelle Landbau. Da es sich um relativ geringe Flächen für den Kiesabbau handelt, erfolgte keine weitere Differenzierung der Bewirtschaftungsformen über den Untersuchungszeitraum. Diese Annahme wird auch dadurch unterstützt, dass Aueböden überwiegen und auf solchen, eine höhere Ackerzahl aufweisenden Böden in den meisten Fällen konventioneller Landbau betrieben wird.
4. Da die Kieslagerstätten Liebersee, Arzberg-Blumberg und Arzberg-Kötten außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten liegen, waren als hektarbezogene Flächeneinkommen auf Ackerland mit konventionellem Landbau in der Elbaue 575 DM/ha und im Heidegebiet 233 DM/ha anzusetzen. Handelte es sich – wie im Falle von R_2 und G_2 – um die Erschließung der in der Elbaue liegenden Kieslagerstätte Dautzchen, wurde von einem hektarbe-

zogenen Flächeneinkommen von 575 DM/ha ausgegangen (vgl. für Daten zu Flächeneinkommen Kap. 4.4.1). Diese Fläche lag zwar bis 8. Januar 2001 im Trinkwasserschutzgebiet, aber ihre Erschließung beginnt erst ab 2003 und damit nach Aufhebung des Trinkwasserschutzgebietes. Demzufolge wurden nur hektarbezogene Flächeneinkommen außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten für die Kieslagerstätte Dautzschen als Datengrundlage benötigt.

Der absolute Verlust an Nettonutzen von 1993 bis 2030, der der Landwirtschaft infolge des Kiesabbaus in den verschiedenen Szenarien entsteht und unter der Bedingung des konventionellen Landbaus auf Ackerland in Abhängigkeit von der Bodenart für die Entwicklungsrahmen REALO und GRÜNDERZEIT ermittelt wurde, geht aus den Abbildungen 3 und 4 hervor. Die Ergebnisse zur Ermittlung der Nettonutzen-Differenzen zwischen den Szenarien sind im Datenblatt A8 in Kapitel 5.4 dokumentiert.

Tab. 1: Im Abbau befindliche und für den Abbau beantragte Kieslagerstätten im Torgauer Raum.

Szenarien	Kieslagerstätten				Landwirtschaftliche Nutzfläche für Kiesabbau von 1992 bis 2030 [ha]
	1	2	3	4	
	Dautzschen	Arzberg- Kötten	Arzberg- Blumberg	Liebersee	
Bodenart					
	Elbaue	Heide	Heide	Elbaue	
S ₁	0	0	0	x	142,98
S ₂	0	0	0	x	142,98
S ₃	0	0	0	x	142,98
S ₄	0	0	0	x	142,98
R ₁	0	0	+	x	184,95
R ₂	+	0	0	x	164,47
R ₃	0	0	0	x	168,49
R ₄	0	0	0	x	168,49
G ₁	0	+	+	x	249,09
G ₂	+	0	+	x	233,94
G ₃	0	0	0	x	170,49
G ₄	0	0	0	x	170,49

x in Abbau befindlich; + zusätzlicher Abbau; 0 kein Abbau

c.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 8

Mögliche Quellen und Gründe für die Berechnung von Schwankungsbreiten sind einerseits die Unsicherheiten über die zukünftige Preisentwicklung landwirtschaftlicher Produkte, andererseits die Unsicherheit darüber, zu welchem Anteil die landwirtschaftlichen Verluste bereits im Kaufpreis der Flächen Berücksichtigung fanden. Da sich bei Betrachtung der Ergebnisse (Datenblatt A8) zeigt, dass diese in Hinblick auf das Gesamtergebnis im marginalen Bereich liegen, wurde pauschal eine recht große Unsicherheitsspanne von $\pm 50\%$ angesetzt. Die resultierenden Auswirkungen auf das Gesamtergebnis sind der Zeile VIII in den Datenblättern A16b und A17b in Kapitel 5.4 zu entnehmen. Sie liegen ganz allgemein im Promillebereich und weisen maximale Auswirkungen von 0,1% auf. Sowohl die Unsicherheitsquellen als auch das gesamte Modul 8 besitzen daher für das Gesamtergebnis keine große Bedeutung.

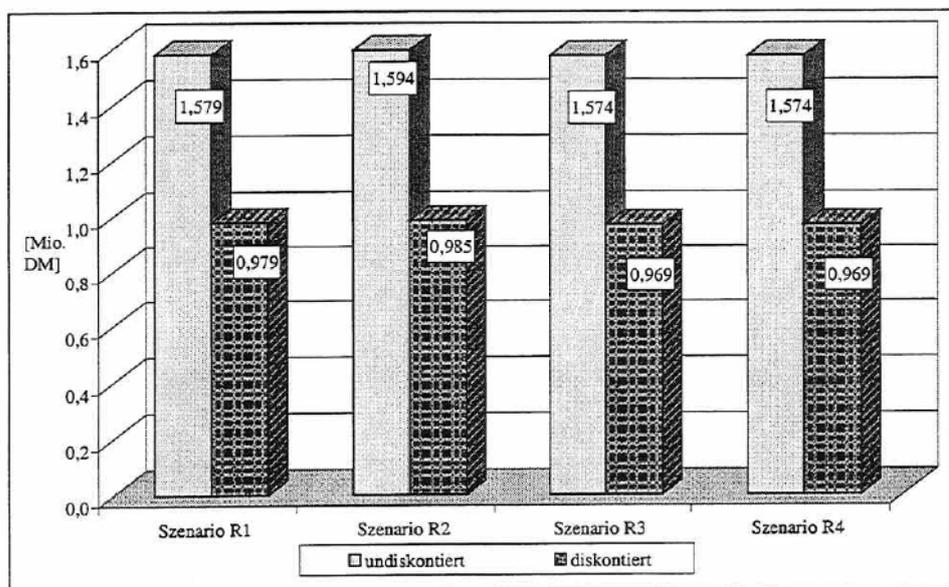


Abb. 3: Verlust an Nettonutzen der Landwirtschaft durch Kiesabbau im Torgauer Raum im Zeitraum von 1993 bis 2030 für die REALO-Szenarien.

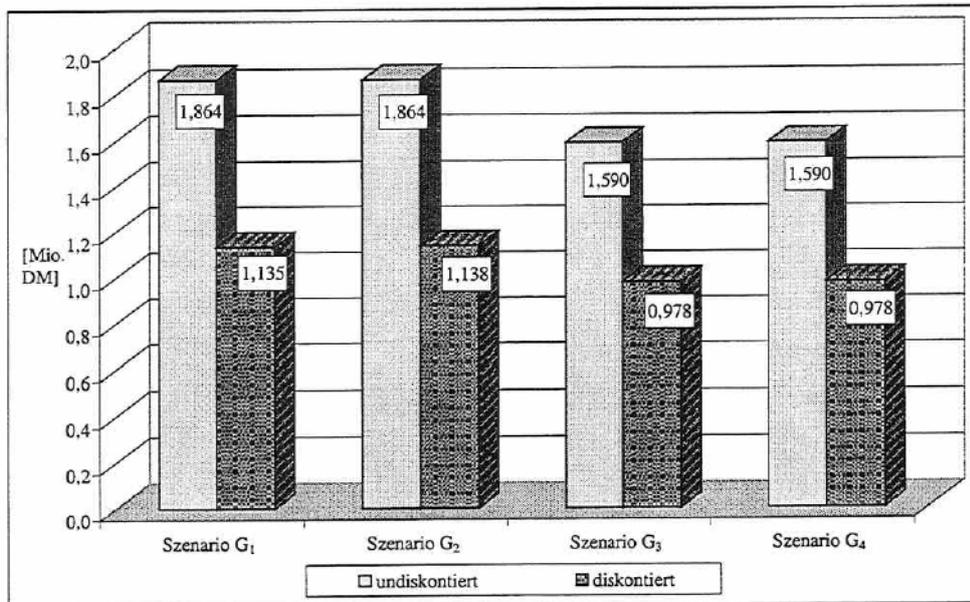


Abb. 4: Verlust an Nettonutzen der Landwirtschaft durch Kiesabbau im Torgauer Raum im Zeitraum von 1993 bis 2030 für die GRÜNDERZEIT-Szenarien.

d) Modul 9: Externe Kosten durch Transportemissionen

d.1) Berechnung der wahrscheinlichen Werte für Modul 9

Bei der Ermittlung der Wohlfahrtseffekte, die durch die Emission von Luftschadstoffen beim Kiestransport im Torgauer Raum entstehen, wurde in drei Schritten vorgegangen:

1. Ermittlung der externen Kosten in DM pro Tonnenkilometer für die Luftschadstoffe
2. Berechnung der durchschnittlichen Tonnenkilometer für jede Kiesabbaustätte für den Transport einer Kiesladung.
3. Abschließende Berechnung der Wohlfahrtsverluste durch Schadstoffemissionen des Kiestransportes aus 1. und 2.

ad 1: Ermittlung der externen Kosten in DM pro Tonnenkilometer für die Luftschadstoffe

Wie bereits in Messner/Geyler (2001, S. 261 ff.) ausgeführt und begründet, wurden die externen Kosten der Emission von Luftschadstoffen pro Tonnenkilometer (K_{ex}/tkm) auf der Basis von Vermeidungskosten der Luftverschmutzung (K_{ex}) und Emissionsfaktoren aus dem Verkehrsemissionsmodell TREMOD des Umweltbundesamtes nach folgender Formel berechnet:

$$K_{ex}/tkm \text{ [DM/tkm]} = \text{Emissionsfaktor [t/tkm]} \times K_{ex} \text{ [DM/t]} \quad (2)$$

Die dafür notwendigen Datengrundlagen sind in Tabelle 6 in Messner/Geyler (2001, S. 262) aufgelistet. Durch Multiplikation der Vermeidungskosten für einen Luftschadstoff mit dem Emissionsfaktor für ein Transportmittel wurden die externen Kosten in DM/tkm für die einzelnen Schadstoffe pro Transportmittel zuerst getrennt ermittelt. Danach wurden die Werte der einzelnen Schadstoffe aufaddiert, um die gesamten externen Kosten der Luftschadstoffbelastung pro Transportmittel zu erhalten. Aus diesen Rechnungen ergab sich ein Wert für die externen Kosten der Luftbelastung durch LKW in Höhe von 0,3 Pf/tkm und durch Binnenschiffe in Höhe von 0,21 Pf/tkm. Berücksichtigt wurden dabei die Luftschadstoffe Kohlenmonoxid (CO), die Gruppe der Kohlenwasserstoffe (HC), Stickstoffverbindungen (NO_x), Partikel und Schwefeldioxid (SO₂). Wesentliche Annahmen der Rechnungen waren, dass die Vermeidungskosten als gute Approximation der Schadenskosten gelten können und diese Kosten in der Zukunft pro Emissionseinheit relativ stabil bleiben. Hinsichtlich der Emissionsfaktoren wurden die Werte von 1999 zu Grunde gelegt, so dass damit unterstellt ist, dass die Emissionsfaktoren bis 2030 konstant bleiben. Angesichts der Tatsache, dass in der Tendenz die Schadenskosten pro Emissionseinheit bei steigender Luftbelastung eher steigen werden, während gleichzeitig bei den Emissionsfaktoren der Transportmittel in Zukunft noch mit weiteren Abnahmen zu rechnen ist, wurde die Nutzung der aktuellen 1999er Werte für beide Datengruppen damit gerechtfertigt, dass sich die möglichen Veränderungen über die Zeit im Trend weitgehend gegenseitig kompensieren werden.

ad 2: Berechnung der durchschnittlichen Tonnenkilometer für jede Kiesabbaustätte für den Transport einer Kiesladung

In diesem zweiten Rechenschritt wurde für jede Kiesabbaustätte berechnet, wie viele Tonnenkilometer durchschnittlich pro Kiestransport im Untersuchungsgebiet zurückgelegt werden.⁵⁰ Die Rechnungen und Annahmen werden mit Hilfe des Datenblattes 5 am Beispiel des Szenarios R₁ erläutert.

Unterstellt wurde die Verwendung von LKW mit einer Kapazität von durchschnittlich 28,5 t und von Motorgüterschiffen mit einer Kapazität von 800 t. Die Transportziele und die Verteilung des Absatzes auf diese Ziele wurden auf Basis von Angaben in den Rahmenbetriebsplänen und von persönlichen Mitteilungen der Kiesunternehmen festgelegt. Auf dieser Informationsgrundlage wurden für jeden Zielort Transportrouten ermittelt und Entfernungskilometer innerhalb des Untersuchungsgebietes für jede Kiesabbaustätte berechnet. Durch Multiplikation der Kilometerzahlen für jeden Zielort mit dem Anteil der Transportverteilung und anschließender Aufsummierung der Werte für alle Zielorte wurde für jede Kiesstätte eine durchschnittliche Transportstrecke berechnet, die im Mittel pro Transportfahrt im Untersuchungsgebiet getätigt wird. Die durchschnittlichen Tonnenkilometer pro Strecke wurden letztlich durch Multiplikation der durchschnittlich gefahrenen Kilometer pro Transport bei

⁵⁰ Es sei nochmals daran erinnert, dass in der Fallstudie ausschließlich die Wohlfahrtseffekte ermittelt wurden, die innerhalb des Torgauer Raumes auftreten (regionaler Wohlfahrtseffekt) und nicht die Effekte außerhalb des Untersuchungsgebietes (vgl. dazu Messner/Geyler 2001: S. 239).

halber Ausnutzung der Ladekapazität des Transportmittels berechnet. Durch Ansetzung der halben Ladekapazität wurde berücksichtigt, dass die Rückfahrt ohne Ladung erfolgt.

Auf diese Weise wurden die im Datenblatt 5 dokumentierten durchschnittlichen Tonnenkilometer pro Transportstrecke für die einzelnen Kiesstätten ermittelt. Auffällig ist dabei der geringe Wert für die Stätte in Arzberg, der sich daraus erklärt, dass sie nahe an der Grenze des Untersuchungsgebietes gelegen ist und daher oft nur kurze Fahrten durch den Torgauer Raum auftreten. Auffällig ist auch die hohe Tonnenkilometerzahl für den Schifftransport von der Stätte Dautzschen. Diese ist durch die hohe Kapazität der Binnenschiffe begründet, die gleichzeitig mit sich bringt, dass insgesamt weniger Fahrten für den Kiestransport notwendig sind.

ad 3: Abschließende Berechnung der Wohlfahrtsverluste durch Schadstoffemissionen des Kiestransportes

Diese Berechnung wird an Hand des Datenblattes 6 am Beispiel von Szenario R_1 erläutert. Auf Basis der Annahmen und Daten aus Datenblatt 5 wurden zu Beginn die Anzahl der Transporte pro Jahr für jede Kiesstätte berechnet (Spalten 4 und 9), wobei in den Rechnungen die Absatzmengen pro Jahr (Spalten 3 und 8), die Kapazitäten der Transportmittel und die Leerfahrten berücksichtigt wurden. Multipliziert mit den durchschnittlichen Tonnenkilometern pro Transportfahrt aus Datenblatt 5 ergeben sich für jede Kiesstätte die durchschnittlichen Tonnenkilometer, die pro Jahr im Torgauer Raum getätigt werden (Spalten 5 und 10).

Der undiskontierte Wohlfahrtsverlust durch Schadstoffemissionen des Kiestransportes pro Kiesstätte (Spalten 6 und 11) ergibt sich schließlich durch Multiplikation der jährlichen Tonnenkilometer pro Stätte mit den externen Kosten in DM pro Tonnenkilometer, die unter ad 1 berechnet wurden. Die Werte sind negativ, da es sich um Verluste handelt. Die diskontierten Werte finden sich in den Spalten 7 und 12, während das diskontierte und undiskontierte Endergebnis für das gesamte Szenario in den Spalten 13 und 14 ermittelt wird, in denen die entsprechenden Werte für die einzelnen Kiesstätten aufaddiert werden.

Die Endergebnisse für alle Szenarien und die daraus berechneten Nettonutzen-Differenzen sind im Anhang (Kap. 5.4) im Datenblatt A9 dokumentiert.

Datenblatt 5: Ermittlung der Tonnenkilometer pro Kiesstätte für den Transport einer Kiesladung per LKW oder Schiff (Modul 9)

grundlegende Annahmen:		
genutzte LKW	28,5	genutzte Motorgüterschiffe (MGS)
Kapazität in t:	10	Kapazität in t: 800
Leergewicht in t:		Leergewicht in t: 270

Leergewicht nicht relevant, gerechnet wird immer mit halbbeladenen LKW

Ermittlung der Tonnen-km pro Stätte für den Transport einer LKW-Ladung (28 Tonner, durchschnittlich mit 14 Tonnen beladen) bzw. einer Schiffsladung (500t Kap+300t Leergewicht)
 (Durchschnittliche tkm pro einfacher Fahrt im Untersuchungsgebiet -außerhalb bleibt unberücksichtigt)

Liebersee: 100% des Transportes per LKW

Transportverteilung	Transportziel	km-Zahl in Torgau
5%	Torgau	18,00
45%	Richtung Berlin	32,00
50%	Richtung Chermnitz	6,00

daraus ergibt sich: **km pro Strecke** 18,3

tkm pro Strecke (nur hin oder nur zurück!) 260,78 tkm

Arzberg: 100% des Transportes per LKW

Transportverteilung	Transportziel	km-Zahl in Torgau
6%	Raum Torgau	13,00
34%	Rtg. Herzberg, Berlin	16
25%	Richtung Süden	7
35%	Richtung Osten	1,50

daraus ergibt sich: **km pro Strecke** 8,50

tkm pro Strecke: 121,05

B 182 bis zum Zentrum
 B 182 bis Torgau, dann B87 Richtung Herzberg und Autobahn Cottbus-Berlin
 B182 Richtung Riesa
 B 183 bis zum Zentrum
 B183 Richtung Torgau, S245 über Bellrode, B87 Richtung Herzberg, Autobahn
 K8915 Richtung Süden (laut RBP)
 B163 Richtung Osten

Dautzschen: 80% Verschiffung (Richtung Riesa und Berlin), 70% der LKWs Richtung Herzberg auf B87, Rest Richtung Zentrum), (Quelle: Rahmenbetriebsplan)

Verschiffung 60%, davon	km-Zahl in Torgau
Transportverteilung	Transportziel
50%	Richtung Norden
50%	Richtung Süden

tkm pro Strecke: 9,800 tkm

daraus ergibt sich: **Schiffs-km pro Strecke** 24,5

LKW-Transport 20%, davon	km-Zahl in Torgau
LKW-	Transportziel
70%	Richtung Herzberg
30%	Richtung Torgau

daraus ergibt sich: **km pro Strecke** 14,10

tkm pro Strecke: 200,93 tkm

S25 nach Zwethau und dann B87 Richtung Herzberg
 S25 nach Zwethau und dann B87 Richtung Torgau-Zentrum/Herzberg

Alle Werte zu tkm pro Strecke beziehen sich nur auf einen Weg, wobei die Leer- und Vollfahrten allerdings bereits eingerechnet sind und hier Durchschnitts-tkm gemeint sind. Die Anzahl der Fahrten werden erst im Datenblatt 6 eingerechnet.

Datenblatt 6: Ermittlung des Wohlfahrtsverlustes durch Luftemissionen des Kiestransports in Torgau für Szenario R₁ (Modul 9)

Alle Wohlfahrtswerte werden mit Minuszeichen ausgedrückt, da es sich um Schäden handelt !!!

t	Lieberssee I-III		Arzberg-Blumberg		1,05		1,05		1,05		1,05	
	3	4	5	7	8	9	10	11	12	11	12	1,05
	mio. t Absatz	Anzahl der Transporte pro Jahr mit 28,5-Tonner (inkl. Leerfahrten)	Anzahl der Ikm pro Jahr im Torgauer Raum (inkl. Leerfahrten)	Mio. DM diskontierter Wohlfahrtsverlust	mio. t Absatz	Anzahl der Transporte pro Jahr mit 28,5-Tonner (inkl. Leerfahrten)	Anzahl der Ikm pro Jahr im Torgauer Raum (inkl. Leerfahrten)	Mio. DM externe Kosten Luftemissionen undiskontierter Wohlfahrtsverlust in T.	Mio. DM diskontierter Wohlfahrtsverlust	Mio. DM externe Kosten Luftemissionen undiskontierter Wohlfahrtsverlust in T.	Mio. DM diskontierter Wohlfahrtsverlust	1,05
1993	1,63	114.366	29.829.000	-0,085	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	1,80	126.316	32.940.000	-0,089	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1,80	126.316	32.940.000	-0,085	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	1,30	91.228	23.790.000	-0,058	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	1,30	91.228	23.790.000	-0,056	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	1,30	91.228	23.790.000	-0,053	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	1,30	91.228	23.790.000	-0,051	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	1,33	93.198	24.303.581	-0,049	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	1,38	96.570	25.163.161	-0,049	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	1,41	99.242	25.879.742	-0,047	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	1,24	87.176	22.733.323	-0,040	0,20	14.035	1.699.000	-0,005	-0,003	-0,005	-0,003	-0,003
2004	1,26	88.161	22.980.113	-0,038	0,21	15.020	1.818.204	-0,005	-0,003	-0,005	-0,003	-0,003
2005	1,27	89.145	23.246.903	-0,037	0,23	16.005	1.937.408	-0,006	-0,003	-0,006	-0,003	-0,003
2006	1,28	90.130	23.503.694	-0,035	0,24	16.989	2.056.612	-0,006	-0,003	-0,006	-0,003	-0,003
2007	1,30	91.115	23.760.484	-0,034	0,26	17.974	2.175.816	-0,007	-0,003	-0,007	-0,003	-0,003
2008	1,31	92.100	24.017.274	-0,033	0,27	18.959	2.295.020	-0,007	-0,003	-0,007	-0,003	-0,003
2009	1,33	93.084	24.274.065	-0,032	0,28	19.943	2.414.224	-0,007	-0,003	-0,007	-0,003	-0,003
2010	1,34	94.069	24.530.855	-0,030	0,30	20.928	2.533.428	-0,008	-0,003	-0,008	-0,003	-0,003
2011	1,35	95.054	24.787.645	-0,029	0,31	21.913	2.652.632	-0,008	-0,003	-0,008	-0,003	-0,003
2012	1,37	96.038	25.044.435	-0,028	0,33	22.898	2.771.836	-0,008	-0,003	-0,008	-0,003	-0,003
2013	1,38	97.023	25.301.226	-0,027	0,34	23.882	2.891.040	-0,009	-0,003	-0,009	-0,003	-0,003
2014	1,40	98.008	25.558.016	-0,026	0,35	24.867	3.010.244	-0,009	-0,003	-0,009	-0,003	-0,003
2015	1,41	98.993	25.814.806	-0,025	0,37	25.852	3.129.448	-0,009	-0,003	-0,009	-0,003	-0,003
2016	1,42	99.977	26.071.597	-0,024	0,38	26.836	3.248.652	-0,010	-0,003	-0,010	-0,003	-0,003
2017	1,44	100.962	26.328.387	-0,023	0,40	27.821	3.367.856	-0,010	-0,003	-0,010	-0,003	-0,003
2018	1,45	101.947	26.585.177	-0,022	0,41	28.806	3.487.060	-0,010	-0,003	-0,010	-0,003	-0,003
2019	1,47	102.932	26.841.968	-0,021	0,42	29.791	3.606.265	-0,011	-0,003	-0,011	-0,003	-0,003
2020	1,48	103.916	27.098.758	-0,021	0,44	30.775	3.725.469	-0,011	-0,003	-0,011	-0,003	-0,003
2021	1,49	104.901	27.355.548	-0,020	0,45	31.760	3.844.673	-0,011	-0,003	-0,011	-0,003	-0,003
2022	1,51	105.886	27.612.339	-0,019	0,47	32.745	3.963.877	-0,012	-0,003	-0,012	-0,003	-0,003
2023	1,52	106.870	27.869.129	-0,018	0,48	33.729	4.083.081	-0,012	-0,003	-0,012	-0,003	-0,003
2024	1,54	107.855	28.125.919	-0,018	0,49	34.714	4.202.285	-0,013	-0,003	-0,013	-0,003	-0,003
2025	1,55	108.840	28.382.710	-0,017	0,51	35.699	4.321.489	-0,013	-0,003	-0,013	-0,003	-0,003
2026	1,57	109.825	28.639.500	-0,016	0,52	36.684	4.440.693	-0,013	-0,003	-0,013	-0,003	-0,003
2027	1,58	110.809	28.896.290	-0,016	0,54	37.668	4.559.897	-0,014	-0,002	-0,014	-0,002	-0,002
2028	1,59	111.794	29.153.081	-0,015	0,55	38.653	4.679.101	-0,014	-0,002	-0,014	-0,002	-0,002
2029	1,61	112.779	29.409.871	-0,014	0,56	39.638	4.798.305	-0,014	-0,002	-0,014	-0,002	-0,002
2030	1,62	113.763	29.666.661	-0,014	0,58	40.623	4.917.509	-0,015	-0,002	-0,015	-0,002	-0,002
		54,64		-1,316	10,904			-0,277				-0,080

d.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 9

Mögliche Quellen und Gründe für die Berechnung von Schwankungsbreiten für Modul 9 sind Unsicherheiten über zukünftige Emissionsfaktoren, Emissionsschäden, Transportziele, Transportverteilung und die Kapazitäten der Transportmittel in der Zukunft. Da sich bei Betrachtung der Ergebnisse in den Datenblättern A9 im Anhang zeigt, dass diese in Hinblick auf das Gesamtergebnis im marginalen Bereich liegen, wurde – wie schon in Modul 8 – eine recht große Unsicherheitsspanne von $\pm 50\%$ angesetzt. Die resultierenden Auswirkungen auf das Gesamtergebnis sind der Zeile IX der Datenblätter A16b und A17b in Kapitel 5.4 zu entnehmen. Sie liegen bei den REALO-Szenarien im Bereich von 1% und bei den GRÜNDERZEIT-Szenarien zwischen 0,1% und 0,2%. Sowohl die Unsicherheitsquellen als auch das gesamte Modul 9 hat daher für das Gesamtergebnis keine allzu große Bedeutung.

e) Modul 10: Externe Kosten durch Straßenabnutzung infolge Transport

Nicht nur durch die Emissionen des Kiestransportes entstehen Wohlfahrtsverluste, sondern auch die Straßenabnutzung durch den kiestransportbedingten Schwerverkehr führt zu Kosten, die sich entweder in schlechteren Straßenbedingungen oder in höheren Straßenbauinvestitionen der öffentlichen Hand manifestieren.

Da der Kiestransport im Torgauer Raum jedoch fast ausschließlich auf Bundesstraßen abgewickelt wird, für deren Instandhaltungskosten der Bund zuständig ist, ergab sich aus der regionalen Perspektive der Nutzen-Kosten-Analyse, die in der Fallstudie angenommen wurde, kein regionaler Wohlfahrtseffekt.

f) Modul 11: Nettonutzen aus der Nachnutzung der Kiesseen

f.1) Berechnung der wahrscheinlichen Werte für Modul 11

Nicht nur der Abbau von Kiesvorkommen stellt einen gesellschaftlichen Nutzen dar, sondern auch die Nachnutzung der rekultivierten Flächen inklusive des entstehenden Baggersees. Zur Ermittlung dieses Nutzens wurde wie folgt vorgegangen.

Zu Beginn wurden die geplanten Nachnutzungen aus den Antragsunterlagen für die Kiesabbaustätten ermittelt. Eine Badenutzung ist vorgesehen in Dautzschen auf einer Fläche von 5 ha und in Arzberg-Blumberg auf einer Fläche von 13 ha. Auch für Liebersee war anfänglich eine Badenachnutzung geplant, die allerdings aufgrund von Problemen mit der Uferstabilität nicht umgesetzt werden kann. Daher beschränkt sich die Nachnutzung in Liebersee auf das Angeln auf einer Fläche von 5 ha. Ebenfalls eine Angelnachnutzung auf einer Seefläche von 5,24 ha ist für Arzberg-Kötten geplant.

In einem weiteren Schritt wurden die Methoden zur Abschätzung des entstehenden Nutzens durch die Kiesseenachnutzung festgelegt. Die Zahlungsbereitschaft der Angler für die *Angelnachnutzung* wurde durch die Pachtzahlungen abgeschätzt. Die Ansetzung dieser Umsatzsumme für die Angelnutzung ist in jedem Fall eine Überschätzung des entstehenden Nut-

zens, sie ist aber angesichts der eher geringen Gesamtsumme vertretbar. Nach Angaben der Information durch Angelvereine, dass eine Pachtsumme von 1.000 DM pro Jahr und Hektar eine übliche Summe sei, wurde dieser Wert als Basis für die weiteren Berechnungen zu Grunde gelegt.

Für die *Badenachnutzung* wurde unterstellt, dass ein Badestrand am Kiessee ein gutes Substitut für ein öffentliches Freibad darstellt. Da die Freibadinfrastruktur im Torgauer Raum nur schwach ausgeprägt ist und keine Bäder mit Betonbecken und 50-Meter-Bahnen sondern lediglich unbeheizte Naturbäder existieren, kann ein Baggersee mit Strand als gutes Substitut für ein durchschnittliches Freibad im Untersuchungsgebiet betrachtet werden. Unter der Annahme, dass jede Gemeinde an einer Badestelle interessiert ist und entweder bereits ein Freibad besitzt oder eines in naher Zukunft zu bauen gedenkt, wurden diejenigen *laufenden* Kosten, die bei einem Baggersee mit Badestrand gegenüber einem öffentlichen Freibad eingespart werden können, als Wohlfahrtsgewinn interpretiert. Weitere wichtige Annahmen waren in diesem Zusammenhang, dass die Erstellungskosten für Freibad und Badestrand gleich hoch sind, die Besucherzahlen und das Badeverkehrsaufkommen für beide Badeformen identisch sind und auch der gestiftete Nutzen pro Badevergnügen für beide Badeformen gleich ist. Auf der Basis von Kosten und Einnahmedaten in Bezug auf das Freibad in der Torgauer Gemeinde Dreiheide, das nicht beheizt wird, aber wegen einer bestehenden Rutsche die Auflagen für öffentliche Freibäder erfüllen muss, wurden die jährlichen laufenden Kosten für ein Freibad ermittelt. Dabei wurden Fixkosten für ein einfaches Freibad von 4.000 DM pro Jahr angesetzt, für einen Schwimmmeister 400 DM pro Tag berechnet, zwei Kassierer und eine Wartungsperson mit je einem durchschnittlichen Jahresgehalt von 40.000 DM einkalkuliert und auf der Einnahmenseite bei etwa 900 Badegästen im Monat eine Summe von 675 DM verbucht. Unter der weiteren Annahme einer durchschnittlichen Badesaisondauer von zweieinhalb Monaten Betrieb und entsprechend befristet angestellten Mitarbeitern wurde auf dieser Datengrundlage eine öffentliche Nettokostenbelastung von 57.313 DM pro Jahr ermittelt. Demgegenüber wurde für den Kiessee unterstellt, dass er ähnlich wie das Naturbad in der Gemeinde Trossin kostenneutral betrieben werden kann, indem die laufenden Kosten für Reinigung mit Einnahmen für Parkgebühren gedeckt werden können.

Anschließend wurde der Zeitpunkt der Nachnutzung festgelegt. Dabei wurde unterstellt, dass alle Nachnutzungen ein Jahr nach der Abaggerung der in den Planungsunterlagen genannten Nachnutzungsflächen begonnen werden können. Für die Berechnung des Zeitpunktes des Nachnutzungsbeginns wurden Daten zur Mächtigkeit der Kiesstätten aus den Antragsunterlagen verwendet sowie die Absatzzahlen aus den festgelegten Szenarien. Auf der Basis all dieser Daten und Annahmen wurde letztlich der Nettonutzen der Kiesseennachnutzung für alle Szenarien berechnet. Der Rechenweg wird am Beispiel des Datenblattes 7 dargelegt.

Über der eigentlichen Tabelle zur Berechnung des Nettonutzens für das Szenario G₂ sind die Basisdaten der Berechnung zu finden: die jährlichen Nettokosten der Finanzierung eines öffentlichen Freibades, die jährlichen Nettokosten zur Unterhaltung eines Kiessees, die jährlichen Pachtkosten eines 5 ha großen Angelsees sowie der Flächenverbrauch pro Millionen Tonnen Kiesabbau für jede Kiesstätte. Es wurden auf diesem Datenblatt für Szenario G₂ die Nettonutzen der Kiessee-Nachnutzung für die drei Kiesstätten Liebersee, Arzberg-Blumberg

und Dautzschen berücksichtigt. Da die Angelnachnutzung in Liebersee bereits im Jahr 2000 begonnen hat, wurden in Spalte 3 ab dem entsprechenden Jahr jeweils die Pachtzahlungen eingetragen und der Wohlfahrtsgewinn berechnet. Für die Kiesstätten Arzberg und Dautzschen, deren Abbau und Bade-Nachnutzung erst in der Zukunft stattfinden wird, wurde auf Grundlage der Absatzzahlen (Spalten 5 und 9) und der Basisdaten zum Flächenverbrauch des Kiesabbaus die kumulierte freigelegte Wasserfläche berechnet (Spalten 6 und 10). Ein Jahr nach Erreichen der geplanten Nachnutzungs-Seeflächen (13 ha für Arzberg und 5 ha für Dautzschen) wurden für jedes Jahr die Kosteneinsparungen für ein Freibad angesetzt (Spalten 7 und 11) und die Wohlfahrtsgewinne berechnet. Das diskontierte und undiskontierte Endergebnis für das Szenario G_2 wurde letztlich in den Spalten 13 und 14 durch Addition der Wohlfahrtsgewinne (W-Gewinne) aller Kiesstätten ermittelt.

Die diskontierten und undiskontierten Ergebnisse für alle Szenarien sind dem Datenblatt A11 im Anhang (Kap. 5.4) zu entnehmen. Dabei zeigt sich z.B. für den Entwicklungsrahmen GRÜNDERZEIT, dass das Szenario G_2 die größten Nachnutzungsgewinne aufweist, da es drei Nachnutzungen mit zwei Badenachnutzungen beinhaltet, während die anderen Szenarien entweder nur eine Nachnutzung aufweisen (Szenarien G_3 und G_4) bzw. nur zwei Nachnutzungen im Rahmen des betrachteten Zeithorizonts begonnen werden (G_1).

f.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 11

Mögliche Quellen und Gründe für die Berechnung von Schwankungsbreiten für Modul 11 sind Unsicherheiten über die Annahmen hinsichtlich der Substitutionsbeziehung von Freibädern und Kieseebadestränden, über die wetterbedingte durchschnittliche Dauer der Badesaison, über die Realisierbarkeit einer Bade-Nachnutzung sowie über die methodisch bedingte Überschätzung der Zahlungsbereitschaft der Angler. Da sich bei Betrachtung der Ergebnisse im Datenblatt A11 im Anhang zeigt, dass diese in Hinblick auf das Gesamtergebnis im marginalen Bereich liegen, wurde – wie bereits in den Modulen 8 und 9 – eine recht große pauschale Unsicherheitsspanne von $\pm 50\%$ angesetzt. Die resultierenden Auswirkungen auf das Gesamtergebnis sind der Zeile X der Datenblätter A16b und A17b in Kapitel 5.4 zu entnehmen. Sie liegen bei allen Szenarien im Bereich bis zu 2% und haben keinen Einfluss auf das Ranking der Szenarien. Die Wohlfahrtswirkungen der Kieseennachnutzung des Moduls 11 besitzen somit in Bezug auf das Gesamtergebnis eine eher untergeordnete Rolle, so dass sich unsicherheitsbedingte Fehler bzw. Datenschwankungen kaum bemerkbar machen.

g) Modul 12: Intertemporale Nutzerkosten des Kiesabbaus

g.1) Berechnung der wahrscheinlichen Werte für Modul 12

Intertemporale Nutzerkosten sind Wohlfahrtseinbußen, die zukünftigen Generationen durch die Erschöpfung und zunehmende Verknappung von nicht erneuerbaren Ressourcen entstehen. In Bezug auf die Nutzung von Kies und Sand wird sich in den nächsten Jahrzehnten aufgrund der knapper werdenden Kieslagerstätten ein Trend hin zur Nutzung von Recyclingmaterialien aus Bauschutt abzeichnen. Nach einer Studie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung wird für 2030 ein Recyclinganteil von 25% für den Raum Sachsen erwartet (vgl. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1998), während der Bundesverband der deutschen Kies- und Sandindustrie von einem zukünftigen Recyclinganteil von 15% ausgeht (vgl. Pahl 1998). Für die Berechnung der wahrscheinlichen Nettonutzen wurde der Mittelwert dieser beiden Erwartungen in Höhe von 20% angesetzt.

Zur Quantifizierung des Wohlfahrtseffektes durch Kiesverknappung, die im betrachteten Zeithorizont bis 2030 verursacht wird, müssen die (fiktiven) minimalen Entschädigungsfordernungen zukünftiger Generationen abgeschätzt werden. Für diese Schätzung wurden aus einer vorsorgeorientierten Perspektive heraus diejenigen (hypothetischen) Investitionskosten angesetzt, die im Jahre 2030 für die Errichtung entsprechender Recyclingkapazitäten fällig würden. Folglich wurden die Anschaffungskosten für eine Recyclingkapazität angesetzt, mit der eine jährliche Gesamtproduktion realisierbar wäre, die 20% der Torgauer Kiesproduktion im Jahre 2030 entspricht. Für die Berechnung der Investitionskosten lagen Preise für Bauschuttrecyclinganlagen mit verschiedenen Endleistungen vor, die vorgebrochenen Bauschutt auf Korngrößen von 0-4 mm verarbeiten können. Angesichts der notwendigen Leistung zur Produktion einer Menge, die 20% des Kiesabsatzes des Jahres 2030 entspricht, wurde eine Anlage zu Grunde gelegt, die eine Endleistung von 110-130 Tonnen pro Stunde erbringt und in 1999 für 250.000 DM erhältlich war.⁵¹ Bei Unterstellung einer Nutzung von 10 Stunden pro Tag und 250 Tage pro Jahr ergibt sich für eine solche Anlage eine Kapazität von 300.000 Jahrestonnen. Pro Jahrestonne lässt sich folglich eine notwendige Investition von 0,83 DM errechnen. Da der Bauschutt jedoch noch vorgebrochen werden muss, ist dieser Kostenansatz als eher zu gering einzustufen. Da keine Angaben zu Preisen von Vorbrechanlagen vorlagen, wurde hier davon ausgegangen, dass sich die notwendigen Gesamtinvestitionskosten für die Recyclinganlagen auf etwa einen doppelt so hohen Betrag belaufen wie für den Final-Brecher berechnet – es wurde hier ein Betrag von 1,60 DM/t Bauschuttrecyclingproduktion angesetzt.

Die Berechnung der intertemporalen Nutzerkosten pro Szenario wurde auf dieser Datengrundlage schließlich so vollzogen, dass für das Jahr 2030 eine Investition in Recyclinganlagen für eine Produktion in Höhe von 20% des Gesamtkiesabsatzes aller Stätten im Torgauer Raum kalkuliert wurde. Die Ergebnisse für alle Szenarien lassen sich dem Datenblatt A12 im Anhang (Kap. 5.4) entnehmen. Dabei ergibt sich beispielsweise für Szenario R₁ in 2030 ein Wohlfahrtsverlust aufgrund der (hypothetischen) Investition in Recyclingkapazitäten mit einer Leistung von 440.000 Jahrestonnen (das sind 20% der Jahresproduktion in Höhe von 2,2

⁵¹ Preis und Leistungsangaben auf Basis von Auskünften der Hersteller von Bauschuttrecyclinganlagen.

Millionen Jahrestonnen in 2030) in Höhe von 704.000 DM ($440.000 \text{ t} * 1,60 \text{ DM/t} = 704.000 \text{ DM}$; undiskontiert). Da die Unterschiede der Jahresproduktion zwischen den Szenarien nicht sehr groß sind, ergaben sich letztlich eher geringe Nettonutzen-Differenzen für das Modul 12.

g.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 12

Wesentliche Gründe für die Berechnung von Schwankungsbreiten für Modul 12 sind Unsicherheiten hinsichtlich der Investitionskosten für Recyclinganlagen und der Recyclinganteile am Kiesmarkt im Jahre 2030. In Bezug auf die Investitionskosten wurde eine Schwankung der Kosten von plus/minus 20% als möglich unterstellt, für den Recyclinganteil wurden die Extremwerte der oben genannten Studien und Einschätzungen von 15% bzw. 25% zu Grunde gelegt. Für einen eher niedrigen Wert wurden die Nettonutzen mit 15% Recyclinganteil und 1,28 DM Investition pro Jahrestonne errechnet, für einen eher höheren Wert wurden die Nettonutzen mit 25% Recyclinganteil und 1,92 DM Investition pro Jahrestonne ermittelt. Die Ergebnisse in Hinblick auf Modul 12 und das Gesamtergebnis lassen sich aus Zeile XI der Anhangtabellen A16b und A17b ersehen. Während die Variation der Inputdaten im Modul 12 zu Schwankungen von etwa $\pm 50\%$ führt, sind die Wirkungen auf das Endergebnis mit Abweichungen bis zu 0,2% eher minimal. Somit ist zu konstatieren, dass auch die Datenunsicherheiten in Modul 12 keinen gravierenden Einfluss auf das Endresultat haben.

h) Umgang mit Diskontierung in der Fallstudie

Abschließend soll an dieser Stelle noch auf die sensible Problematik der Diskontierung in der Nutzen-Kosten-Analyse eingegangen werden und insbesondere auf die Frage des Umgangs mit der Diskontierung in der vorliegenden Fallstudie.

Ganz generell bedeutet die Verwendung einer positiven Diskontrate, dass sowohl die Nutzen als auch die Kosten zukünftiger Effekte von heutigen Handlungen geringer gewichtet werden. Die wichtigsten Begründungen für eine Diskontierung zukünftiger Nutzen und Kosten sind u.a. der Verweis auf das Zinsprinzip bei Investitionen, die Unterstellung einer sich stetig verbessernden Wohlfahrtssituation in der Zukunft und die Zeitpräferenz von gegenwärtig lebenden Individuen. Aus ethischer Sicht ist es allerdings kaum zu rechtfertigen, beispielsweise die Umweltschäden, die erst in der Zukunft entstehen, allein aufgrund der Zeitdistanz geringer zu bewerten als einen in der Gegenwart anfallenden Schaden. Vielmehr lassen sich durchaus auch Argumente finden, Umweltschäden in der Zukunft höher zu bewerten. So nimmt z.B. die Knappheit an Umweltgütern und intakter Natur in der Zeit zu, so dass auch aus ökonomischer Sicht besonders in Bezug auf Naturschäden durchaus eine zunehmende Schadensentwicklung für die Zukunft unterstellt werden könnte.

Um diese Problematik in der Fallstudie zu berücksichtigen, wurde für alle NKA-Rechnungen nicht nur mit *einem* Diskontierungsansatz gearbeitet, sondern mit dreien Ansätzen. Als generationenneutrale und damit auch als Referenzdiskontrate, die Nutzen und Kosten in jeder Zeitperiode gleich bewertet, wurde die Rate von 0% gewählt. Als gegenwartsbegünstigende Diskontrate wurde eine Rate von 5% angesetzt, die mit kleinen Prozentpunktabweichungen in vielen Nutzen-Kosten-Analysen zu finden ist (vgl. z.B. DWI 1995, S. 60f.;

Olschewski 1997, S. 28ff.; Brent 1996, S. 272f.). Des Weiteren wurde noch eine differenzierte Diskontrate verwendet. Dabei wurden marktmäßig erfassbare Kosten und Nutzen auf Grundlage des Opportunitätskostenprinzips mit 5% diskontiert, während alle externen Effekte, die für die zukünftigen Generationen zunehmende Umweltzerstörung und erhöhte Nutzerkosten bringen, undiskontiert bleiben. Auf diese Weise konnte für alle Modulrechnungen und auch für das Gesamtergebnis eine durch die Diskontierung bedingte Schwankungsbreite ermittelt werden.

Die Auswirkungen auf das Gesamtergebnis sind in Tabelle 2 zu sehen, die die Ergebnisse aller Module sowie die NKA-Endergebnisse unter Verwendung der verschiedenen Diskontierungsansätze zeigt. Hinsichtlich der absoluten Ergebniswerte wird deutlich, dass sich zwischen den Ergebnissen eines Szenarios bedingt durch unterschiedliche Diskontierungsansätze absolute Unterschiede einstellen, die eine Reichweite bis zu einem Faktor von zehn haben. In Bezug auf das Ranking des Endergebnisses sind die Auswirkungen jedoch nicht so tiefgreifend. So ist z.B. das Ranking für den Entwicklungsrahmen REALO bei allen drei Diskontierungsansätzen sehr ähnlich – nur ein eindeutiges Ranking hinsichtlich Rang 1 und 2 für die Szenarien R_3 und R_4 ist nicht möglich. Aber immerhin liegen diese beiden Szenarien in jedem Fall auf den vorderen beiden Rängen, so dass die Tendenz, dass diese beiden Szenarien unter den REALO-Bedingungen die besten Ergebnisse zu Tage fördern, nicht in Frage gestellt wird. Da für die gesamte Nutzen-Kosten-Analyse ein Schwellenwert von einer Million DM für die Nettonutzen-Differenzen angesetzt wurde, ab dem erst eine Unterscheidbarkeit zwischen Szenarien konstatiert werden soll, sind beide Szenarien bei undiskontierten Ergebniswerten als mehr oder minder gleichrangig einzustufen (daher für beide Rang 1). Bei 5% Diskontierung liegt Szenario R_4 auf dem ersten Rang, bei differenzierter Diskontierung hat Szenario R_3 den ersten Rang inne. Diese Schwankungen zeigen, dass eine gleichwertige Einstufung von R_3 und R_4 auch unter dem Aspekt der Berücksichtigung verschiedener Diskontierungsansätze sinnvoll ist.

Für den Entwicklungsrahmen GRÜNDERZEIT ergibt sich erneut ein Problem der Rangzuordnung für die Szenarien G_3 und G_4 – diesmal hinsichtlich der Ränge 3 und 4. Klar ist in diesem Fall hingegen die Rangverteilung auf den beiden vorderen Plätzen. Für den SPARFLAMME-Kontext ergeben sich schließlich extremere Resultate in Bezug auf die Ergebnisrangfolge. So ergeben die undiskontierten Ergebnisse bei einer Differenzbetrachtung der Szenarien erneut Werte, die sich unterhalb des Schwellenwertes von einer Million DM befinden und eine Unterscheidbarkeit der Szenarien nicht zulassen. Dieses Ergebnis wird durch die extrem divergierenden Ergebnisse bei anderen Diskontierungsansätzen bestätigt. So landen z.B. die Szenarien S_1 und S_3 bei fünfprozentiger Diskontierung auf den hinteren Rängen, bei differenzierter Diskontrate hingegen auf den vorderen Rängen. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine Unterscheidbarkeit der Szenarien im Entwicklungsrahmen SPARFLAMME kaum gegeben ist.

Trotz dieser nicht vernachlässigbaren Auswirkungen verschiedener Diskontierungsansätze auf das Endergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse ist zu konstatieren, dass sich die wichtigsten Implikationen und Interpretationen, die sich schon auf Basis der nichtdiskontierten Ergebniswerte ergeben, in der Tendenz auch aus den Ergebnissen unter Verwendung der anderen Dis-

kontierungsansätze ablesen lassen. Insofern erbrachten die verschiedenen Diskontierungsansätze keine sich grundsätzlich widersprechenden Ergebnisse.

* * *

Abschließend sei darauf verwiesen, dass eine inhaltliche Diskussion der Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse an dieser Stelle nicht erfolgt. Das Gesamtergebnis ist in Tabelle 2 dokumentiert. Für eine ausführliche Erörterung des Ergebnisses und seiner Implikationen sei verwiesen auf die Ausführungen in Messner/Geyler (2001, S. 264-268). Damit endet an dieser Stelle die Darlegung der Methodik und der Annahmen zur Nutzen-Kosten-Analyse in den 12 Modulen.

Tab. 2: Endergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse für alle Szenarien und Diskontraten (Nettonutzen-Differenzen in Bezug zu Referenzszenarien in Mio. 1999er DM)

Module	Szenarien											
	REALO				GRÜNDERZEIT				SPARFLAMME			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Modul 1: Produzentenrente Landwirtschaft	0	2,6	0	2,6	0	2,4	0,0	2,4	0	2,6	0	2,6
Modul 2: Vorsorgekosten bei Straßen	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0,0	0,1	0	0,1	0	0,1
Modul 3: Vorsorgekosten bei Abwasserentsorgung	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0
Modul 4: Vorsorgekosten bei Heizölanlagen und Betriebstankstellen	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0,0	0,8	0	0,8	0	0,8
Modul 5: Wohlfahrtseffekte bei der Trinkwasserförderung	0	-4,2	0,0	-4,2	0	-8,4	0,0	-8,4	0	-4,2	0	-4,2
Modul 6: Produzentenrente der Kiesproduktion	0	-9,4	21,3	21,3	0	-27,4	-112,4	-112,4	0	0	0	0
Modul 7: Konsumentenrente der Kiesnachfrage	0	0,5	-1,0	-1,0	0	1,4	-2,0	-2,0	0	0	0	0
Modul 8: Opportunitätskosten des Kiesabbaus	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,3	0,3	0	0	0	0
Modul 9: Externe Kosten durch Transportemissionen	0	-0,3	-0,4	-0,4	0	-0,1	0,2	0,2	0	0	0	0
Modul 10: Externe Kosten durch Straßenabnutzung	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
Modul 11: Nettoututzen aus der Nachnutzung der Kiesseen	0	0,3	-0,7	-0,7	0	0,9	-0,9	-0,9	0	0	0	0
Modul 12: Intertemporale Nutzerkosten des Kiesabbaus	0	0,0	0,1	0,1	0	0,0	0,5	0,5	0	0	0	0
Σ Module 1-5	0	-0,7	0,0	-0,7	0	-5,0	0,0	-5,0	0	-0,7	0	-0,7
Σ Module 6-12	0	-8,9	19,3	19,3	0	-25,3	-114,4	-114,4	0	0	0	0
Σ Module 1-12 bei 0% Diskontrate	0	-9,6	19,3	18,6	0	-30,3	-114,4	-119,4	0	-0,7	0	-0,7
Rang	3	4	1	1	1	2	3	4	1	1	1	1
Σ Module 1-12 bei 5% Diskontrate	0	-1,1	9,1	10,4	0	-9,2	-21,8	-20,5	0	1,3	0	1,3
Rang	3	4	2	1	1	2	4	3	3	1	3	1
Σ Module 1-12 bei differenzierter Diskontrate	0	-5,4	8,9	6,0	0	-17,7	-21,2	28,3	0	-2,9	0	-2,9
Rang	3	4	1	2	1	2	3	4	1	3	1	3

Module 1 bis 5: Nettoututzen-Differenzen in Bezug auf Trinkwasserschutzeffekte

Module 6 bis 12: Nettoututzen-Differenzen in Bezug auf Kiesabbauereffekt

**Integriertes Bewertungsverfahren
und seine beispielhafte Anwendung im Torgauer Raum**

Helga Horsch,¹⁾ Frank Messner¹⁾ und Martin Volk²⁾ (Hrsg.)

- 1) Sektion Ökonomie, Soziologie und Recht
- 2) Sektion Angewandte Landschaftsökologie