

5 Schritt 4: Monetäre und multikriterielle Bewertung

In diesem Kapitel wird das Vorgehen bei der monetären Bewertung der Szenarieneffekte dargestellt, wobei insbesondere diejenigen Aspekte im Mittelpunkt stehen, die in Horsch et al. (2001, Kap. 2.3) dargestellt wurden. Die monetäre Bewertung wird getrennt nach den Handlungsfeldern „Reduzierung der Trinkwasserschutzgebiete (TWSG)“ (Kap. 5.1) und „Aufschluss neuer Kiesabbaustätten“ (Kap. 5.2) präsentiert. Der Vollständigkeit halber werden die Ergebnisse der Multikriterienanalyse, die ausführlich in Horsch et al. (2001) zu finden sind, in einer Kurzfassung dargelegt (5.3). Im Anhang (Kap. 5.4) finden sich Datenblätter zur Dokumentation der Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse.

5.1 Monetäre Bewertung der trinkwasserschutzbezogenen Module 1 bis 5

*Stefan Geyley und Helga Horsch**

a) Einführung

Die folgenden zwei Kapitel bauen auf dem Beitrag Messner/Geyley (2001) zur Nutzen-Kosten-Analyse der Szenarien auf. Sie untersetzen die dort getroffenen Ausführungen und konzentrieren sich hierbei darauf, die in die Bewertung eingeflossenen Annahmen offenzulegen sowie die Rechenwege und Datengrundlagen der Bewertung aufzuschlüsseln. Diese beiden Punkte wurden in dem Beitrag Messner/Geyley (2001) relativ knapp abgehandelt, um den grundlegenden methodischen Ansätzen und inhaltlichen Aussagen einen möglichst großen Raum zu bieten.

Die zwölf Module der Nutzen-Kosten-Analyse werden aus inhaltlichen Erwägungen in zwei Kapiteln abgehandelt. Die Betrachtung der trinkwasserschutzbezogenen Module 1 bis 5 erfolgt in Kapitel 5.1 und die den Kiesabbau betreffenden Module 6 bis 12 in Kapitel 5.2. Am Ende von Kapitel 5.2, nach erfolgter Vorstellung aller zwölf Module, wird mit der Aggregation der ermittelten Nettonutzeneffekte der wohlfahrtsökonomische Vergleich der Szenarien gezogen.

b) Vorbetrachtung

Bevor auf die einzelnen Module eingegangen wird, sind zum besseren Verständnis einige kurze Vorbetrachtungen notwendig, die teilweise bei Messner/Geyley (2001) umfassender erläutert wurden. Die Ergebnisse der modulspezifischen Nettonutzeneffekte werden als Jahresreihen dokumentiert (siehe Anhang – Kap. 5.4), wobei zwischen den Entwicklungsrahmen REALO, SPARFLAMME und GRÜNDERZEIT unterschieden wird. Bei der separaten Betrachtung der Module 1 bis 5 sind die modulspezifischen Ergebnisse der Szenarien 1 bis 4 im Entwicklungsrahmen REALO mit denen des Entwicklungsrahmens SPARFLAMME identisch

* Der Beitrag von Helga Horsch bezieht sich auf den Abschnitt c.

(vgl. Kap. 2.4.1). Aus diesem Grunde wird bei der Darstellung der modulspezifischen Jahresreihen in diesem Kapitel sowie im Anhang 5.4 auf eine gesonderte Betrachtung des Entwicklungsrahmens SPARFLAMME verzichtet. Weiterhin ergeben die Nettonutzen eines Szenarios jeweils nur als Differenz zu einem anderen Szenario eine sinnvolle Aussage. Deshalb bildet im Folgenden die Alternative 1 (d.h. die Szenarien R_1 , S_1 , G_1) die jeweilige Referenzalternative.

In diesem Materialienband werden – im Unterschied zum Buch (Horsch et al. 2001) – zusätzlich zwei Extremszenarien betrachtet, welche die vollständige Aufhebung des TWSG (EX_2) gegenüber der Beibehaltung des TWSG in ursprünglicher Größe (EX_1) unter dem Entwicklungsrahmen SPARFLAMME zum Gegenstand haben (vgl. Kap. 2.4.2). Die vollständige Aufhebung des Schutzgebietes hat die Einstellung der Wasserproduktion im Wasserwerk Mockritz und die Verlagerung der Produktion zu anderen Produktionsstätten zur Voraussetzung. Unter der Annahme, dass eine freiwillige Produktionsverlagerung nur dann vorgenommen wird, wenn sie aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist, kann angenommen werden, dass die damit verbundenen Wohlfahrtseffekte der Trinkwasserförderung (Modul 5) mindestens Null und auf keinen Fall negativ sind. Mit der alleinigen Betrachtung der landnutzungsbezogenen Effekte (Modul 1 bis 4) und der Abstraktion von den betriebswirtschaftlichen Effekten der Trinkwasserförderung (Modul 5) werden demzufolge die Wohlfahrtseffekte sehr eingeschränkt beschrieben bzw. tendenziell unterschätzt.

Bei der Bewertung wird eine regionale Betrachtungsperspektive eingenommen. Das heißt, überregionale Wohlfahrtseffekte werden nicht berücksichtigt. Die Diskontierung der zukünftigen modulweisen Nettonutzen erfolgte mit 0% (undiskontiert) und 5%. Im Zuge der Zusammenführung der zwölf Module wurde als dritte Variante zusätzlich noch eine kombinierte 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, mit einer Rate von 0% diskontiert wurden. Im Kapitel 5.2 dieses Berichtes werden diese drei Diskontraten näher begründet.

Im Folgenden werden für alle Module sowohl die wahrscheinlichen Werte für die Netto- nutzeneffekte als auch Unsicherheitsspannen berechnet und abgeschätzt.

c) Modul 1: Produzentenrente Landwirtschaft

Für die Berechnung der landwirtschaftlichen Produzentenrente wurde der auf einen Hektar bezogene Datenwert für das Flächeneinkommen (Netto-Deckungsbeitrag 4 – vgl. Kap. 4.4.1) mit der landwirtschaftlichen Fläche (vgl. Kap. 2.3.2) verrechnet. Hierbei wurden, wie in diesen Kapiteln ausführlich dargelegt, 20 Kombinationen aus 5 verschiedenen Bewirtschaftungsformen und 4 verschiedenen Raumkategorien berücksichtigt. Die Ermittlung der Produzentenrente entspricht prinzipiell der im Kapitel 4.4.2 dargestellten Vorgehensweise für die Berechnung des Brutto-Umsatzes und der Arbeitszeit. Allerdings diente in diesem Falle nicht der Torgauer Raum als Bezugsraum, sondern nur die Flächen, in denen sich Veränderungen des Trinkwasserschutzstatus ergaben. Diese umfassten bei den zwölf Szenarien die Flächen der

Trinkwasserschutzzonen (TWSZ) 3b sowie die ostelbige Schutzzone 3a. Bei den beiden Extremszenarien bezog sich die Fläche auf das gesamte TWSG Mockritz.

c.1) Berechnung der wahrscheinlichen Werte für Modul 1

Die Ergebnisse für Modul 1 mit den diskontierten und undiskontierten jahresbezogenen Nettonutzenwerten sowie den aggregierten Nettonutzen-Differenzen für alle Szenarien sind im Datenblatt A1 (Kap. 5.4) dokumentiert. Die aggregierten Ergebnisse (diskontiert und undiskontiert) sind ebenfalls in den nachfolgenden Abbildungen 1 bis 3 dargestellt.⁴⁵ Hinsichtlich dieser Ergebnisse sind besonders vier Aspekte interessant.

Erstens wird durch einen Vergleich der Werte des Nettonutzens für die Entwicklungsrahmen REALO und GRÜNDERZEIT deutlich, dass die Skalenwerte der vergleichbaren Szenarien bei REALO höher als bei GRÜNDERZEIT liegen. Dies ist vor allem bedingt durch die höhere Reduzierung landwirtschaftlicher Nutzflächen infolge einer höheren Versiegelung im Entwicklungsrahmen GRÜNDERZEIT.

Werden *zweitens* die kumulierten, wahrscheinlichen Werte für die einzelnen Szenarien unter den Rahmenbedingungen von REALO, GRÜNDERZEIT sowie die Extremszenarien verglichen, ist festzustellen, dass

- der Nettonutzen von R_2 größer als R_1 und von R_4 größer als R_3 ist,
- der Nettonutzen von G_2 größer als G_1 und von G_4 größer als G_3 und dass ebenfalls
- der Nettonutzen von EX_2 größer als EX_1 ist.

Dies bedeutet, dass eine Reduktion der Schutzzonen bzw. eine Aufhebung des gesamten TWSG mit positiven Nettonutzen-Differenzen und somit positiven landwirtschaftlichen Wohlfahrtseffekten verbunden ist. Durch die aufgehobenen Restriktionen werden höhere Erträge erzielt und teilweise auch Kosten eingespart. Eine auf die Produktionstypen bezogene Betrachtung ist in Messner/Geyler (2001) zu finden.

Drittens zeigen sich beim Vergleich der wahrscheinlichen Werte für die REALO- mit den GRÜNDERZEIT-Optionen „Reduzierung des TWSG Mockritz“ übereinstimmende Rangfolgen in der Weise, dass der Nettonutzen bei der Alternative 4 (R_4 , G_4) stets größer ist als der bei der Alternative 2 (R_2 , G_2) (vgl. Abb. 1 und 2). Dies ist dadurch bedingt, dass bei den Szenarien R_2 und G_2 ein zusätzlicher Kiesabbau in der Stätte Dautzschen – verbunden mit dem Verlust landwirtschaftlicher Flächen – und bei den Szenarien R_4 und G_4 kein weiterer Kiesstättenaufschluss erfolgt (vgl. Bruns et al. 2001, S. 189). Da im Modul 8 (vgl. Kap. 5.2) die Opportunitätskosten des Kiesabbaus die Wohlfahrtseinbußen der Landwirtschaft im Falle von R_2 und G_2 (Landverlust für Kiesabbau Dautzschen) mit umfassen, wurde allerdings, um Doppelzählungen auszuschließen, im Modul 1 der Wohlfahrtsverlust der Landwirtschaft durch Kiesabbau in Dautzschen nicht berücksichtigt. Das führt dazu, dass die Nettonutzenwerte von

⁴⁵ Die Daten für den Entwicklungsrahmen SPARFLAMME wurden nicht gesondert ausgewiesen, da sie mit den Datenwerten der Alternativen unter dem Entwicklungsrahmen REALO identisch sind.

R_2 mit R_4 und der von G_2 mit dem von G_4 für Modul 1 identisch sind (vgl. Datenblatt A1 in Kap. 5.4 und Tab. 1 in Kap. 5.2).⁴⁶

Erfolgt *viertens* und damit abschließend ein Szenarienvergleich aus der Sicht undiskontierter und diskontierter Werte, kann zwar konstatiert werden, dass die diskontierten Werte aufgrund einer durchgängig erfolgten Abzinsung in Höhe von 5% niedriger ausfallen, aber die Rangfolge der Szenarien wird dadurch nicht beeinflusst.

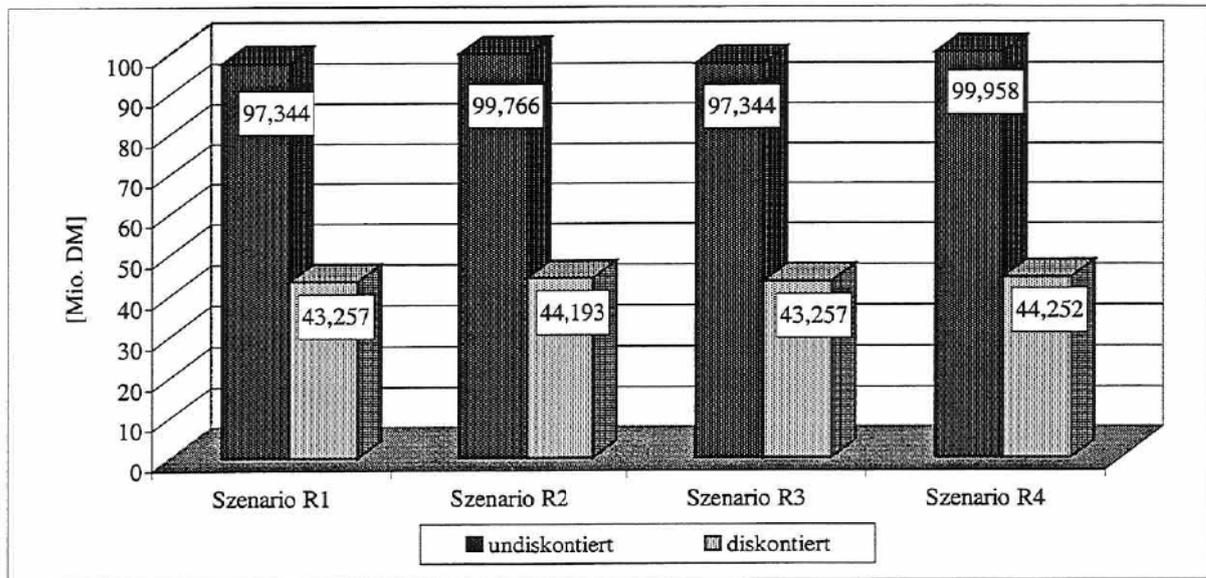


Abb. 1: Nettonutzen der Landwirtschaft in den Schutzzonen 3a (ostalbig) und 3b (ost- und westalbig) des TWSG Mockritz für die Szenarien REALO von 1993 bis 2030 (undiskontierte und diskontierte wahrscheinliche Werte).

⁴⁶ Die Abbildungen 1 bis 5 berücksichtigen den Flächenverlust durch Kiesabbau. Die Nettonutzen-Differenzen zwischen den Alternativen 4 und 2 ($R_4 - R_2$ und $G_4 - G_2$) reflektieren die Wohlfahrtseinbußen der Landwirtschaft infolge des Landverlustes für den Kiesabbau Dautzschen.

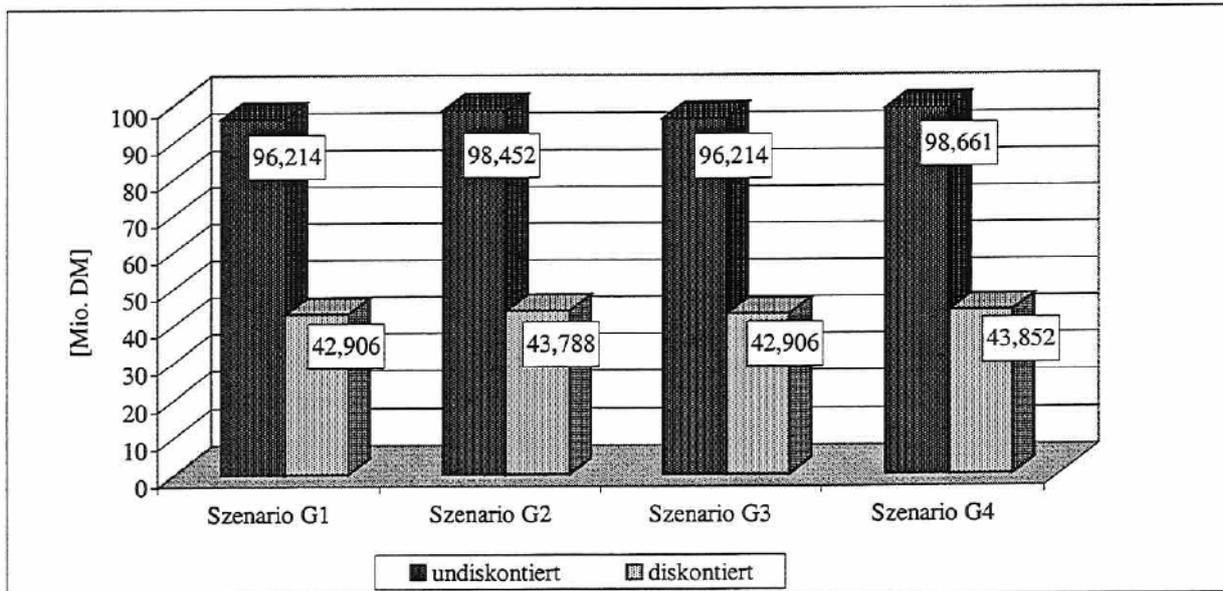


Abb. 2: Nettonutzen der Landwirtschaft in den Schutzzone 3a (ostelbig) und 3b (ost- und westelbig) des TWSG Mockritz für die Szenarien GRÜNDERZEIT von 1993 bis 2030 (undiskontierte und diskontierte wahrscheinliche Werte).

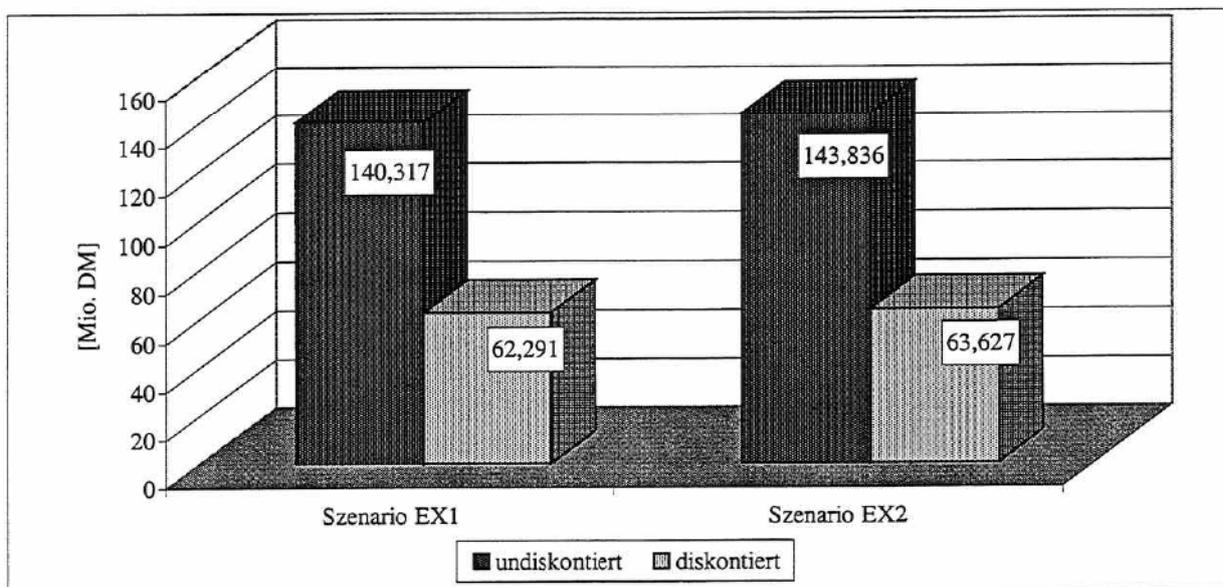


Abb. 3: Nettonutzen der Landwirtschaft im TWSG Mockritz für die Extremszenarien von 1993 bis 2030 (undiskontierte und diskontierte wahrscheinliche Werte).

c.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 1

Im Rahmen der Ableitung von Standarddaten im Kapitel 4.4.1 wurden Unsicherheiten bei den Eingangsdaten sowie deren Auswirkungen auf das hektarbezogene Flächeneinkommen berechnet. Für die Darstellung der Unsicherheiten bei dem landwirtschaftlichen Nettonutzen wurden zwei der möglichen Unsicherheiten ausgewählt, nämlich diejenigen mit Bezug zur Preisentwicklung und zur Ertragsreduktion infolge der Trinkwasserschutzauflagen. Bei der Berücksichtigung von Unsicherheiten zur Preisentwicklung wurden Abweichungen von $\pm 10\%$ zu Grunde gelegt. Bei der Parameterunsicherheit „Ertragsveränderungen infolge TWSG-Auflagen“ wurde zum einen angenommen, dass sich die Erträge auf Ackerland gegenüber denen außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten um 30% reduzieren. Zum anderen wurde geprüft, wie sich der Nettonutzen verändert, wenn auf Ackerland in der Elbaue von einer Ertragsreduktion infolge TWSG-Auflagen in Höhe von nur 15% ausgegangen wird (nähere Ausführungen zu diesen Annahmen sind im Kapitel 4.4.1 zu finden).

Die Abbildungen 4 und 5 in diesem Kapitel spiegeln die kumulierten minimalen und maximalen Ergebniswerte für die einzelnen Szenarien unter REALO wider. Die Ergebniswerte für die anderen Szenarien sind in den Datenblättern A13 bis A15 (Kap. 5.4) aufgeführt. Im Ergebnis der Unsicherheitsbetrachtungen wird folgendes deutlich: Werden die Szenarien bezüglich der wahrscheinlichen mit den maximalen und minimalen Werten verglichen, ist erkennbar, dass bei einer Preisvarianz von $\pm 10\%$ die wahrscheinlichen Werte des Nettonutzens um bis zu $\pm 29\%$ schwanken. Die Parameterunsicherheit bezüglich der Ertragsentwicklung durch TWSG-Auflagen führt zu einer Veränderung der wahrscheinlichen Werte des Nettonutzens, die zwischen -13% und $+18\%$ liegt. Durch diese Veränderungen ergeben sich teilweise Verschiebungen bei der Rangfolge der Szenarien (vgl. Abb. 1 mit Abb. 4 und 5). Während die Rangfolge der maximalen Werte mit der der wahrscheinlichen Werte übereinstimmt, zeigt sich bei den minimalen Werten eine Veränderung der Rangfolge wie folgt: Die minimalen Werte des Nutzens bei den Alternativen 1 und 3 sind größer im Vergleich zu den Werten bei den Alternativen 2 und 4. Diese sich von den wahrscheinlichen und maximalen Werten unterscheidenden Rangfolgen der Szenarien sind bei allen Entwicklungsrahmen und den Extremszenarien festzustellen.

Als Fazit zu den Abschnitten c1 und c2 ist zu konstatieren: Die wahrscheinlichen und maximalen Werte des Nettonutzens belegen einen ökonomischen Vorteil für die Landwirtschaft bei Aufhebung der Trinkwasserschutzgebiete. Werden allerdings Bedingungen angenommen, die zu den ausgewiesenen minimalen Werten führen, kann sich sogar die Beibehaltung der Trinkwasserschutzgebiete als ökonomisch vorteilhafter erweisen. Damit wird deutlich, dass die auf dem Nettonutzen der Landwirtschaft beruhende Rangfolge der Szenarien von der Varianz der den Nettonutzen bestimmenden Parameter abhängt.

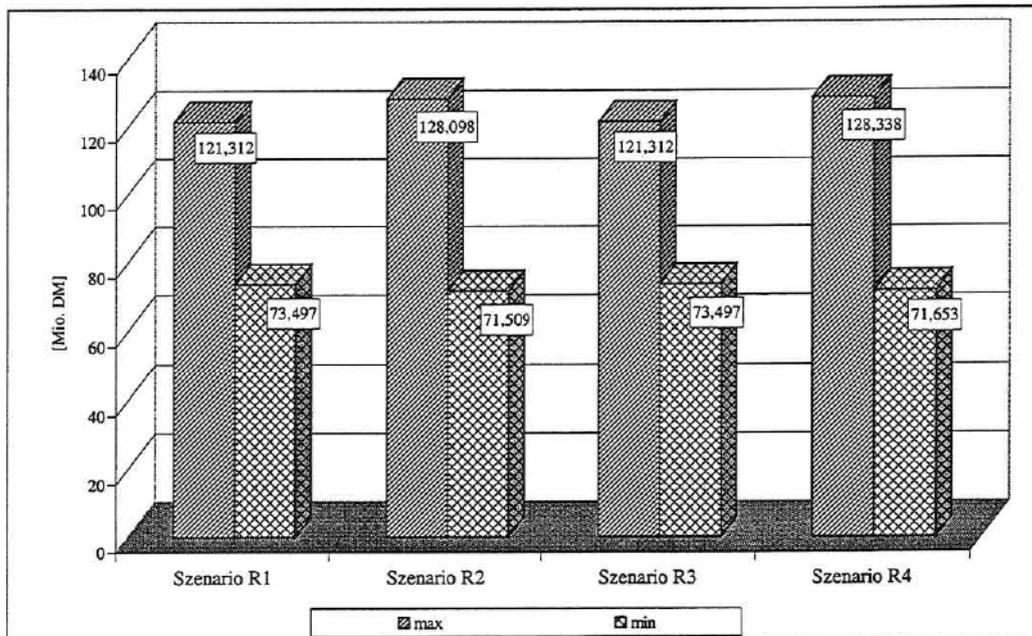


Abb. 4: Minimaler und maximaler Nettonutzen der Landwirtschaft in den Zonen 3a (ostelbig) und 3b (ost- und westelbig) des TWSG Mockritz für die Szenarien REALO von 1993 bis 2030 (undiskontierte maximale und minimale Werte bei Unsicherheit von Preisentwicklungen).

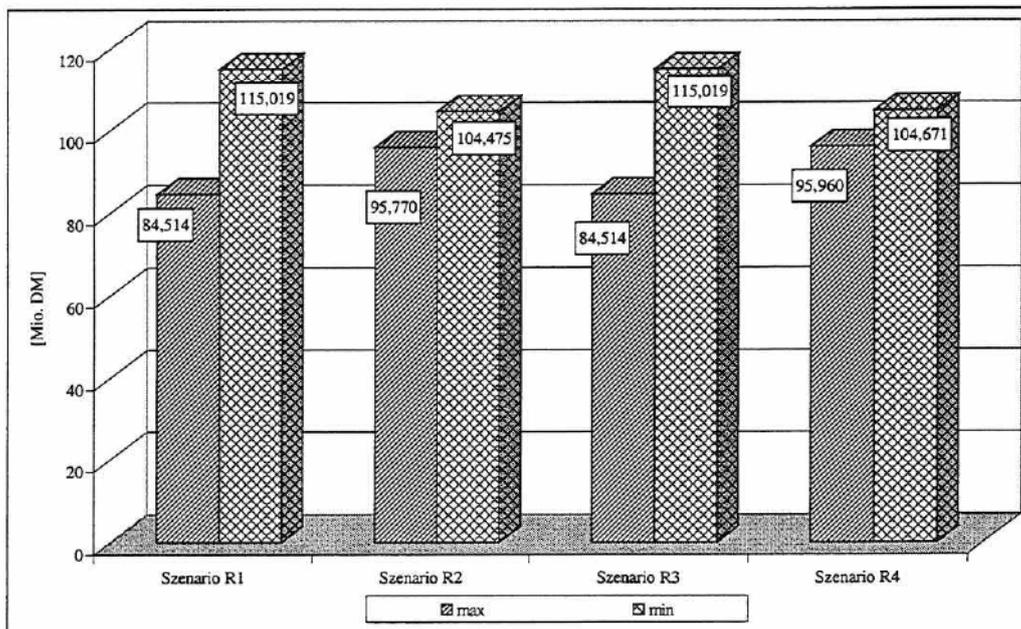


Abb. 5: Minimaler und maximaler Nettonutzen der Landwirtschaft in den Zonen 3a (ostelbig) und 3b (ost- und westelbig) des TWSG Mockritz für die Szenarien REALO von 1993 bis 2030 (undiskontierte maximale und minimale Werte bei Unsicherheit von Erträgen infolge TWSG-Auflagen).

d) Modul 2: Vorsorgekosten bei Straßen

Die Wohlfahrtseffekte bei Straßen infolge der Verkleinerung des TWSG Mockritz wurden als obsolet werdende Zusatzkosten infolge aufgehobener Trinkwasserschutzauflagen monetarisiert. Die Bewertung der zusätzlichen Auflagen setzt an den gemeinsamen Planungen des Straßenbauamtes Döbeln-Torgau, des Sächsischen Landesinstituts für Straßenbau Rochlitz und des StUFA Leipzig an (SBA/LIS/StUFA Leipzig 1999). Hierbei wurden für die Straßen in Trinkwasserschutzgebieten des Torgauer Raumes generelle Trinkwasserschutzmaßnahmen sowie Kostenkalkulationen erstellt. Die wichtigsten Schutzmaßnahmen und Kostenansätze sind in Tabelle 1 aufgelistet. Grundlage bilden die „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten“ (RiStWag – FGSV 1982) und die „Hinweise für Maßnahmen an bestehenden Straßen in Wasserschutzgebieten“ (FGSV 1993). Um die Gemeindeverbindungsstraßen ebenfalls zu berücksichtigen, wurden die sich in der Schutzzone 2 befindlichen Straßen mit denselben Auflagen wie Kreisstraßen belegt. Gemeindeverbindungsstraßen in der Zone 3a wurden nur mit den Auflagen berücksichtigt, die den Auflagen der Zone 3b der anderen überörtlichen Straßen entsprachen.

Tab. 1: Schutzmaßnahmen und notwendige Investitionskosten für Kreis-, Staats- und Bundesstraßen in Trinkwasserschutzzonen.

TWSZ	Maßnahmen	Investitionskosten ^a [DM/km]
3b	– Sicherung einer durchgängigen Begrünung der Straßenränder – Ausschilderung der Schutzzone	12.000
3a	Ausstattung der Straßen entsprechend RiStWag-Vorschriften: – Abdichten der Böschungen und Mulden	420.000
2	– Sammeln und Herausleiten des Niederschlagwassers aus den Schutzzonen – Bau von Distanzschutzplanken	700.000 ^b

a – bezogen auf die Nutzungsdauer von 20 Jahren; b – die höheren Kosten in der Schutzzone 2 gegenüber der Schutzzone 3a ergeben sich aufgrund der höheren Anforderungen bei der Realisierung der genannten Maßnahmen.

Quellen: FGSV 1982, 1993; SBA/LIS/StUFA Leipzig 1999.

Den Berechnungen zu den wahrscheinlichen Wohlfahrtseffekten lagen die in der Tabelle 2 aufgelisteten Straßenlängen sowie die in Tabelle 1 aufgeführten Zusatzkosten zugrunde. Hierbei erfolgten unwesentliche Korrekturen hinsichtlich der Zuordnung der Kosten zu den Straßen gegenüber den Angaben in Tabelle 1. So wurde ein Abschnitt einer Kreisstraße von 0,7 km Länge, welcher am Rande der Zone 3a zur Zone 3b lag, nur mit Kosten entsprechend der Schutzzone 3b belegt.

Tab. 2: Straßenlängen in den Trinkwasserschutzzonen des TWSG Mockritz.

TWSZ	Gemeindestraßen [km]	Kreisstraßen [km]	Staatsstraßen [km]	Bundesstraßen [km]
TWSZ 2	1,75	1,28	0	0
TWSZ 3a westelbig	1,60	6,63	0	2,75
TWSZ 3a ostelbig	0	0,00	0	1,17
TWSZ 3b westelbig	0,70	6,95	0	11,44
TWSZ 3b ostelbig	3	0,16	12,54	8,27

Quellen: SBA/LISt/StUFA Leipzig 1999; Straßenbauamt Döbeln-Torgau (Abt. 2, Auskunft vom 20.4.2000); eigene Berechnungen.

Die Ermittlung der jährlichen Zusatzkosten erfolgte – getrennt nach Straßenkategorien – aus dem Produkt von Straßenlänge und jährlichen regionalen Investitionskosten. Für die Berechnung der jährlichen Investitionskosten wurde angenommen, dass die Nachrüstung der Straßen nach RiStWag nur im Zuge deren grundhafter Erneuerung (der substantziellen Erneuerung auch der tragenden Straßenschichten) durchgeführt wird, wobei eine grundhafte Erneuerung alle 20 Jahre erfolgt. Entsprechend wurden Kosten berechnet, die anfallen, wenn jedes Jahr $\frac{1}{20}$ des vorhandenen Straßennetzes für Trinkwasserschutz ausgebaut bzw. grundhaft erneuert wird. Weiterhin wurde eine Förderung der resultierenden Baulast durch überregionale Förderprogramme zu 75% angesetzt (Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVG 1971)) und entsprechend nur 25% der Kosten für die Trinkwasserschutzmaßnahmen zum Ansatz gebracht.

Die Ergebnisse für Modul 2 sind im Datenblatt A2 (Kap. 5.4) aufgeführt. Zwischen den Entwicklungsrahmen REALO/SPARFLAMME und GRÜNDERZEIT treten keine Unterschiede auf. Die aggregierten Datenwerte betragen bei einer Verkleinerung des Trinkwasserschutzgebietes 0,05 Mio. DM undiskontiert und 0,02 Mio. DM diskontiert. Bei den Extremszenarien ergeben sich mit 1,85 Mio. DM undiskontiert und 0,661 Mio. DM diskontiert wesentlich höhere Kosteneinsparungen. Dies erklärt sich durch die wesentlich höhere Kostenintensität der Schutzmaßnahmen in den Zonen 2 und 3a.

Für die monetäre Bewertung der Schutzmaßnahmen ist weiterhin entscheidend, wie die Schutzmaßnahmen auf die Belastung des geförderten Grundwassers wirken und inwieweit dadurch bei der Wasserförderung zusätzliche Aufwendungen verursacht werden. Wie in Messner/Geyler (2001) dargelegt, wurde diese zusätzliche Grundwasserbelastung infolge der Verkleinerung des TWSG als sehr gering bewertet. Dies rührt daher, dass die hier geforderten Schutzmaßnahmen nicht für einen vollständigen vorsorgenden Schutz des Grundwassers ausgelegt sind. So bieten in der Zone 3b die begrünten Bankette zwar einen gewissen Schutz gegenüber den normalen Verkehrsemissionen, die mit dem Niederschlagswasser abgespült werden und versickern. Sie bieten aber keinen Schutz gegenüber dem Hauptrisiko – dem Versickern großer Mengen an Mineralöl bei Unfällen. Insgesamt wird in der Schutzzone 3b davon ausgegangen, dass im Falle eines Unfalles das natürliche Reinigungsvermögen des Bodens

und des Grundwassers ausreicht, um aufgrund der langen Fließzeiten bis zu den Fassungen einen natürlichen Abbau der Stoffe zu ermöglichen.

Die Effekte im Zuge der vollständigen Aufhebung des Schutzgebietes (Extremszenarien) auf die Grundwasserbelastung sind wesentlich höher, da die in den Zonen 2 und 3a zu treffenden Zusatzmaßnahmen auch vor dem Austritt von wassergefährdenden Stoffen bei Unfällen schützen sowie die Unfallgefahr selber mindern. Weil jedoch die vollständige Aufhebung der Schutzzonen mit einem Verzicht der Trinkwasserförderung einhergeht, wurde das steigende Verschmutzungsrisiko des Grundwassers nicht als Wohlfahrtseffekt bei der Trinkwasserförderung berücksichtigt.

Aufgrund der sehr niedrigen Nettonutzeneffekte des Moduls 2 im Vergleich zu anderen Modulen (vgl. Tab. 2 in Kap. 5.2) wurde die Unsicherheitsspanne pauschal mit $\pm 50\%$ angesetzt (vgl. Datenblätter A13 bis A15 in Kap. 5.4).

e) Modul 3: Vorsorgekosten bei Abwasserentsorgung

Die Strukturen der derzeitigen, zentralen Abwasserentsorgung entstanden in den 1990er Jahren. Alle im TWSG Mockritz liegenden Ortschaften sind bzw. werden gegenwärtig entweder zentral an die große Kläranlage Torgau angeschlossen oder an kleinere, lokale Kläranlagen. Trinkwasserschutzrestriktionen bei der Abwasserentsorgung betreffen vor allem die Zone 2 und die eng an die Zone 2 angrenzenden Siedlungen in der Zone 3a. Die Schutzmaßnahmen sollen unbemerkte Lecks an den Leitungen verhindern bzw. deren schnelle Lokalisation ermöglichen und umfassen besondere Konstruktionen der Rohrleitungen bzw. häufigere Kontrollen auf Dichtheit (StUFA Leipzig, Auskunft vom 4.4.2000).

Die Szenarien, welche die Verkleinerung des TWSG beinhalten, bewirken keine Nettonutzeneffekte, da sie die TWSZ 3b sowie die unbewohnte TWSZ 3a ostelbig betreffen. Im Falle des Extremszenarios EX₂ im Vergleich zu EX₁ fallen sämtliche Trinkwasserschutzrestriktionen weg. Aufgrund der normativen Nutzungsdauer – insbesondere der Rohranlagen von bis zu 50 Jahren (vgl. LAWA 1998) – ergeben sich bei den Anlagen innerhalb des Bewertungszeitraumes keine Kostensenkungen. Jedoch ergeben sich Erleichterungen bei den Dichtheitsprüfungen der Rohrleitung, die durch die Zone 2 führt.

Für die Nutzen-Kosten-Analyse wurden bei dem Szenario EX₂ die obsolet werdenden Zusatzkosten zur Dichtheitsprüfung einbezogen. Hierbei wurde von der rechtlichen Vorgabe der StUFA Leipzig ausgegangen, nach der diese Kontrollen alle zwei Jahre zu erfolgen haben. Gleichermaßen wurde angenommen, dass außerhalb von Schutzzonen alle zehn Jahre entsprechende Kontrollen erfolgen. Ferner wurde angenommen, dass die Leitung im Jahr 1992 errichtet wurde. Als Kostenansatz wurden 4.000 DM pro Kontrolle angesetzt (Auskunft MAHEMAS P GmbH, Eupen vom 23.9.2001). Im Ergebnis führt die Aufhebung des gesamten Wasserschutzgebietes zu einer Kostenersparnis von 0,064 Mio. DM (undiskontiert) bzw. 0,028 Mio. DM (diskontiert), welche als positive Wohlfahrtseffekte für die Abwasserentsorgung einbezogen wurden (vgl. Datenblatt A3, Kap. 5.4). Die mit den wegfallenden Kontrollen verbundene Steigerung der Verschmutzungswahrscheinlichkeit des Grundwassers wurde nicht quantifiziert.

Die unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für dieses Modul wurden pauschal mit $\pm 50\%$ angesetzt (vgl. Datenblätter A13 bis A15 in Kap. 5.4).

f) Modul 4: Vorsorgekosten bei Heizölanlagen und Tankstellen

Die Vorsorgekosten bei Heizölanlagen und Betriebstankstellen wurden zusammen in einem Modul dargestellt, da die wohlfahrtsrelevanten Effekte auf eine verstärkte Kontrolle dieser Anlagen in TWSG zurückgehen. Heizölanlagen und Betriebstankstellen sind die am häufigsten zu findenden Anlagen bezüglich des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen. Aufgrund der durchschnittlichen Tankinhalte der oberirdischen Tanks mit einem Fassungsvermögen zwischen 1 und 10 m³ (TÜV-Süddeutschland, Geschäftsstelle Leipzig mdl. Information Herr Kleinmond vom 29.3.2000) ergibt sich innerhalb der Trinkwasserschutzzone 3 eine Pflicht zur Dichtheitskontrolle im Abstand von fünf Jahren (§ 19i WHG 1996, SMUL 2000). Außerhalb der Schutzzonen entfallen diese Kontrollen für diese gängigen Heizölanlagen.

Monetarisiert wurden die Effekte der Vorsorgemaßnahmen als jährliche Zusatzkosten, die bei einer Verkleinerung bzw. Auflösung des Schutzgebietes wegfallen. Diese jährlichen Zusatzkosten ergeben sich aus der Anzahl der Einrichtungen sowie den jährlichen Kontrollkosten.

f.1) Vorsorgekosten bei Betriebstankstellen

Im TWSG Mockritz wurden 15 Betriebstankstellen erfasst, von denen 4 in der Schutzzone 3a liegen. Normale Tankstellen liegen nicht im TWSG – mit Ausnahme einer einzigen am äußersten westlichen Rand der westelbigen Schutzzone 3b (Auskunft der Unteren Wasserbehörde des Kreises Torgau-Oschatz vom 12.10.1999). Diese wurde jedoch vernachlässigt.

Da aufgrund des Datenschutzes die entsprechenden Betriebe nicht identifiziert werden konnten, wurden nach Konsultationen mit dem TÜV Süddeutschland, Geschäftsstelle Leipzig (s.o.) als einem Vertreter der für die Kontrolle derartiger Anlagen zuständigen Institutionen, folgende Annahmen getroffen. Die Betriebstankstellen bestehen aus einem Tank mit einem Inhalt von maximal 10 m³. Die aller fünf Jahre anfallenden Kontrollkosten belaufen sich auf 393 DM pro Tankstelle. Unter der Voraussetzung, dass über den Untersuchungszeitraum keine weiteren Tankstellen errichtet werden, ergibt sich im Falle einer Verkleinerung des TWSG für alle Entwicklungsrahmen ein positiver Nettonutzeneffekt von 900 DM jährlich beziehungsweise einen kumulierten Nettonutzeneffekt von 0,027 Mio. DM (undiskontiert) bzw. 0,010 Mio. DM (diskontiert) (vgl. Datenblatt A4a in Kap. 5.4). Im Falle der vollständigen Aufhebung des TWSG (Extremszenarien) erhöht sich der Effekt auf 1.200 DM jährlich bzw. aggregiert auf 0,037 Mio. DM (undiskontiert) und 0,013 Mio. DM (diskontiert).

Der mit dem Wegfall der Kontrollen verbundene Anstieg des Emissionsrisikos von austretendem Mineralöl in den Untergrund konnte nicht quantifiziert werden. Aufgrund der niedrigen Zahl von Betriebstankstellen, auch im Vergleich zu den Heizölanlagen, wurde dieser Effekt als vernachlässigbar eingestuft.

f.2) Vorsorgekosten bei Heizölanlagen

Hinsichtlich der Heizölanlagen wurden in der Nutzen-Kosten-Analyse die zusätzlichen Kontrollkosten angesetzt, die sich für die Schutzzone 3 durch das im Wasserhaushaltsgesetz geforderte Kontrollintervall von 5 Jahren ergeben (§19i WHG 1996). Außerhalb der Schutzzonen entfallen diese Kontrollen für die gängigen Heizölanlagen (Annahme: oberirdische Tanks mit Fassungsvermögen von 3-5 m³). In der Berechnung wurde auch die Zunahme der Siedlungsfläche über den Untersuchungszeitraum berücksichtigt. Die Anzahl der bestehenden Heizölanlagen wurde über eine Befragung der für die Gemeinden zuständigen Schornsteinfegermeister erhoben. Die Zahl der Heizölanlagen belief sich demnach im Jahr 1999 auf 953 Stück, wobei 778 in der Schutzzone 3b lagen. Die Kosten für die Kontrollen wurden entsprechend der Informationen des TÜV Süddeutschland Geschäftsstelle Leipzig (s.o.) mit 150 DM pro Anlage festgelegt. Weiterhin wurde angenommen, dass jährlich 20% der Anlagen kontrolliert werden.

Zur Berücksichtigung der Siedlungsentwicklung wurde angenommen, dass sich die Anzahl der Heizölanlagen entsprechend der Zunahme der versiegelten Fläche erhöht. Hierzu wurde die jährliche Zunahme der versiegelten Fläche ins Verhältnis zur im Jahr 1999 vorhandenen Fläche gesetzt (vgl. Tab. 3, Spalte 3 und 4). Diese Wachstumsraten wurden jedoch halbiert, bevor sie auf die Heizölanlagen (Stand 1999) übertragen wurden. Hierdurch wurde der langfristige Trend zur Vergrößerung der Siedlungsfläche pro Haushalt berücksichtigt (vgl. Ausführungen zur Siedlungsentwicklung in Kap. 2.2.5). Dieses Ergebnis – ausgedrückt als jährliche Zunahme an Heizölanlagen – ist in Tabelle 3 (Spalte 6 und 7) dargestellt. Die Tabelle zeigt auch, dass hierbei – wie bei der Ableitung der Siedlungsentwicklung auch – die unterschiedliche Intensität der Neuversiegelung der Gemeinden mittels vier Kategorien berücksichtigt wurde. Torgau wurde nicht als eigenständige Kategorie berücksichtigt, da dort aufgrund der Gasversorgung die Anzahl der Heizölanlagen sehr niedrig ist.

Tab. 3: Zunahme der Heizölanlagen im TWSG Mockritz.

TWSZ	Regionale Kategorie	Jährliche Zunahme der versiegelten Fläche im Vergleich zu 1999		Heizölanlagen Stand 1999	Jährliche Zunahme der Heizölanlagen (absolut)	
		REALO	GRÜNDERZEIT		REALO	GRÜNDERZEIT
3a	1	0,3%	0,45%	175	0,2	0,4
3b	2	1,1%	1,7%	490	2,2	3,4
	3	1,5%	2,4%	288	2,7	4,3

Kategorie 1 – Gemeinden mit wesentlichen Einschränkungen durch Trinkwasserschutzgebiete bei Siedlungsentwicklung (Elsnig); Kategorie 2 – Gemeinden ohne besondere regionale Bedeutung und ohne wesentliche Einschränkungen durch Trinkwasserschutzgebiete bei Siedlungsentwicklung; Kategorie 3 – Gemeinden mit einer höheren regionalen Bedeutung und ohne wesentliche Einschränkung durch TWSG bei Siedlungsentwicklung zuzüglich Torgau (vgl. Kap. 2.2.5).

In dem Datenblatt A4b (Kap. 5.4) sind die jährlichen Ergebnisse für die Heizölanlagen zusammengefasst. Die Wohlfahrtseffekte im Zuge der Verkleinerung des TWSG belaufen sich im Entwicklungsrahmen REALO auf 0,80 Mio. DM (undiskontiert) bzw. 0,28 Mio. DM (dis-

kontiert), während sie unter den Bedingungen von GRÜNDERZEIT mit 0,84 Mio. DM (undiskontiert) und 0,29 Mio. DM (diskontiert) leicht höher ausfallen. Bei der vollständigen Aufhebung des TWSG (Extremszenarien) ergibt sich ein Nettonutzenzuwachs von 0,96 Mio. DM (undiskontiert) bzw. 0,34 Mio. DM (diskontiert).

Eine Risikobewertung der veränderten Grundwasserbeeinträchtigung im Zuge des Wegfalles der Schutzrestriktionen wurde nicht durchgeführt. Jedoch ist davon auszugehen, dass das Gefährdungspotenzial, welches von den modernen Heizölanlagen ausgeht, als relativ niedrig eingestuft werden kann. So wird in einer vergleichenden Studie zur Grundwassergefährdung verschiedener Landnutzungen das Gefährdungsrisiko durch eine moderne Heizölanlage mit 0,2% der Gefährdung durch 1 ha Ackerfläche (bei konventioneller Bewirtschaftung) angegeben (Schulz-Terfloth 1998). Demzufolge entsprechen die ungefähr 800 Heizölanlagen einem Gefahrenpotenzial, das von 2 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche ausgeht.

Auch bei diesem Modul wurde die Unsicherheitsspanne für die Nettonutzen-Differenzen bei den Tankstellen und bei den Heizölanlagen pauschal mit $\pm 50\%$ angesetzt (vgl. Datenblätter A13 bis A15 in Kap. 5.4).

g) Modul 5: Wohlfahrtseffekte bei der Trinkwasserförderung

In diesem Modul wurden die durch die Szenarien induzierten Wohlfahrtseffekte der Trinkwasserförderung monetär bewertet. Dabei konzentrierte sich der Ansatz auf die Bewertung der sich verändernden landwirtschaftlichen Nitrateinträge. Die von den anderen Landnutzungen ausgehenden Effekte auf die Trinkwasserförderung (durch Straßenbau, Heizölanlagen, Betriebstankstellen und Abwasserentsorgung) sowie deren Veränderung bei Wegfall der Trinkwasserschutzrestriktionen wurden, wie in den vorangegangenen Abschnitten erläutert, als vergleichsweise unerheblich eingestuft. Aus diesem Grunde wurden sie nicht in die monetäre Bewertung aufgenommen.

Im Beitrag Messner/Geyler (2001) wurde der methodische Grundgedanke zur Monetarisierung der unterschiedlichen Nitrateinträge ausführlich dargelegt und soll an dieser Stelle nur kurz umrissen werden. Monetarisiert wurde der bei der Verkleinerung der Schutzgebiete zügiger stattfindende Verbrauch des natürlichen Denitrifikationsvermögens des Grundwasserleiters. Dieses natürliche Reinigungsvermögen wird als praktisch nicht erneuerbar angesehen. Mit jeder Reinigungsleistung des Grundwasserleiters geht der Verlust einer zukünftigen Reinigungsleistung einher. Für die Berechnung wurde der Umfang des bei Verringerung der Schutzzonen stärker beanspruchten Reinigungspotenzials abgeschätzt. Diese Differenz wurde als Zeitspanne Δt ausgedrückt, um die der Grundwasserleiter bei Aufrechterhaltung der Schutzzonen seine Reinigungsfunktion länger aufrechterhalten könnte. Zur Monetarisierung wurde angenommen, dass bei Erhalt des TWSG genau um diesen Zeitraum die Errichtung und Betreibung von Denitrifikationsanlagen im Wasserwerk Mockritz verzögert werden könnte und somit die dadurch entstehenden Zusatzkosten $\Delta K_{Aufb.}$ erst später anstehen. Die Zusatzkosten $\Delta K_{Aufb.}$ ergeben sich als Produkt aus den spezifischen Aufbereitungskosten *spezifische* $\Delta K_{Aufb.}$, der *jährlichen Fördermenge* bei Beibehaltung der Schutzzonen und Δt :

$$\Delta K_{\text{Aufb.}} = \text{spezifische } \Delta K_{\text{Aufb.}} \times \text{jährliche Fördermenge} \times \Delta t \quad (1)$$

Im Folgenden liegt der Schwerpunkt der Ausführungen auf der Ermittlung der Zeitspanne Δt sowie auf der Plausibilität der Annahme, dass das gesparte Denitrifikationsvermögen ausreichen könnte, um eine adäquate natürliche Rohwasserqualität aufrecht zu erhalten.

g.1) Berechnung der wahrscheinlichen Werte für Modul 5

Abschätzung der Zeitspanne Δt

Die Zeitspanne Δt , um die die Denitrifikation des mit dem landseitigen Sickerwasser eingebrachten Nitrats bei Aufrechterhaltung des vollständigen TWSG länger gewährleistet werden kann, wurde als direkt von der Nitratfracht im Sickerwasser abhängig angenommen. Die Tabelle 4 zeigt die den weiteren Berechnungen zugrunde gelegten Nitratfrachten der Schutzzonen für die Zeitschritte 1993 und 2030, wobei zwischen der Aufrechterhaltung und dem Wegfall der Trinkwasserschutzrestriktionen unterschieden wurde. Hierbei sind die Landnutzungen Wald, Grünland und Ackerland berücksichtigt.

Tab. 4: Modellergebnisse zu Grundwasserneubildung, Nitrat-Konzentration und Nitratreintrag in den einzelnen Zonen des TWSG Mockritz 1993 und 2030 für die Landnutzungen Ackerland, Grünland und Wald

		TWSZ westelbig				TWSZ ostelbig			
		1 - 3a		3b		3a		3b	
		keine TWSR ^c	TWSR	keine TWSR	TWSR	keine TWSR	TWSR	keine TWSR	TWSR
1993	GWN ^b [Mio. m ³ /a]	3,2	3,2	6,0	6,0	1,1	1,1	7,1	7,1
	Nitrat-Konzentration ^a [mg/l]	77	50	99	72	62	38	63	43
	Nitrat-Eintrag [t/a]	250	162	598	432	66	41	364	251
2030	GWN [Mio. m ³ /a]	3,2	3,2	5,7	5,7	1,1	1,1	5,8	5,8
	Nitrat-Konzentration ^a [mg/l]	76	51	123	104	63	40	94	76
	Nitrat-Eintrag [t/a]	246	166	700	591	67	42	544	437

a – im Sickerwasser; b – Grundwasserneubildung; c – Trinkwasserschutzrestriktionen.

Quellen: Eigene Berechnungen auf Grundlage der Beiträge in Kapitel 4.1 und 4.2 in diesem Bericht; Volk et al. (2001), Franko et al. (2001).

Der Nitrataustrag unter Siedlungsflächen konnte aus Datenmangel nicht berücksichtigt werden und wurde daher als bewertungsneutral angenommen. Für die Abschätzung der Spanne Δt wurde in einem ersten Schritt für jedes Szenario das im Grundwasserleiter abgebaute Nitrat über die Zeit abgeschätzt und danach wurden in einem zweiten Schritt die Unterschiede des Nitratabbaus zwischen den Szenarien ermittelt. Im letzten Schritt wurde diese Differenz mit jährlichen Nitratreinträgen verrechnet. Auf diese Weise wurde ermittelt, wie lange das

gesparte Abbaupotenzial bei einer bestimmten jährlichen Belastung zur Denitrifikation ausreichen könnte.

Die Menge des für ein Szenario benötigten natürlichen Abbaupotenzials ergibt sich als Differenz aus dem Nitrateintrag entsprechend dem jeweiligen Szenario und der nicht abgebauten Nitratmenge. Hierbei wurde der jährliche Nitrateintrag aus der linearen Interpolation der Mengen für 1993 und 2030 berechnet – vermindert um den im Grundwasser verbliebenen Teil. Die Szenarienvergleiche erfolgten dann durch Differenzbildung der benötigten Abbaupotenziale (vgl. Tab. 5). Folgende Annahmen wurden hierfür getroffen:

- Die Veränderung der Nitratkonzentrationen zwischen 1993 und 2030 erfolgt gleichmäßig linear.
- Der Boden puffert eine Zeitlang veränderte Nitrateinträge ab, so dass Konzentrationsveränderungen im Sickerwasser erst mit einer zeitlichen Verzögerung auf die veränderte Landwirtschaft reagieren. Diese Pufferperiode wurde mit zehn Jahren angesetzt. Aus diesem Grund wurden, wie in Tabelle 5 verdeutlicht, die Differenzen erst ab 2010 bewertet.
- Es wurde weiterhin angenommen, dass 20% des neugebildeten Grundwassers in Zone 3b (westelbig) oberflächennah wieder in Kleingewässer abfließen und oberirdisch abgeleitet werden. Sie werden daher nicht bilanzwirksam.
- Weiterhin wurde angenommen, dass die Denitrifikation erst dann erfolgt, wenn das Grundwasser die Elbwanne und damit die Zone 3a erreicht hat. Diese Annahme hat zur Konsequenz, dass auch aus der Zone 3a stammendes, neu gebildetes Grundwasser mit dem gesparten Denitrifikationspotenzial gereinigt werden kann.
- Von Einfluss ist auch die Endkonzentration des an den Brunnen ankommenden Wassers, denn je höher diese ausfällt, desto geringer ist die Menge des während der Untergrundpassage abgebauten Nitrats. Gegenwärtig wird eine Konzentration von ca. 2-3 mg/l gemessen (vgl. Trettin et al. 2001). Bei der Bewertung wurden drei Varianten berücksichtigt. Erstens, der Abbau erfolgt vollständig und führt zu einer Endkonzentration von 0 mg/l. Zweitens, ein Abbau erfolgt nicht vollständig und es ergibt sich eine Endkonzentration von 5 mg/l. Drittens, das aus der Zone 3b stammende Wasser wird vollständig gereinigt – Endkonzentration von 0 mg/l, während das aus den Zonen 1-3a neugebildete Wasser nicht vollständig abgebaut wird und eine Endkonzentration von 5 mg/l erreicht. Diese letztere Annahme begründet sich dadurch, dass die Abbauprozesse eine zeitliche Dynamik besitzen, so dass besonders bei den fassungsnahen Einträgen keine vollständige Reinigung erfolgen kann.
- Schließlich lässt sich eine Zeitspanne nur dann ermitteln, wenn davon ausgegangen wird, dass das Potenzial zu einem definierten Zeitpunkt aufgebraucht ist.

Tab. 5: Ermittlung des bei Szenario R₁ im Vergleich zu Szenario R₂ gesparten natürlichen Denitrifikationspotenzials unter Annahme der vollständigen Denitrifikation (Endkonzentration 0 mg/l)

Jahr	Nitrateintrag auf Gebiet der TWSZ 3b westelbig [t]			Nitrateintrag auf Gebiet der TWSZ 3a und 3b ostelbig [t]		
	ohne TW-Schutz	mit TW-Schutz	Differenz	ohne TW-Schutz	mit TW-Schutz	Differenz
1993	478,5	345,2		429,7	291,4	
1994	480,8	348,7		434,6	296,5	
1995	483,0	352,1		439,5	301,5	
1996	485,2	355,6		444,4	306,6	
1997	487,4	359,0		449,3	311,7	
1998	489,6	362,5		454,2	316,7	
1999	491,8	365,9		459,1	321,8	
2000	494,0	369,4		464,0	326,9	
2001	496,2	372,8		468,9	332,0	
2002	498,4	376,2		473,8	337,0	
2003	500,7	379,7		478,7	342,1	
2004	502,9	383,1		483,6	347,2	
2005	505,1	386,6		488,5	352,2	
2006	507,3	390,0		493,4	357,3	
2007	509,5	393,5		498,3	362,4	
2008	511,7	396,9		503,2	367,4	
2009	513,9	400,4		508,1	372,5	
2010	516,1	403,8	112,3	513,0	377,6	135,4
2011	518,3	407,2	111,1	517,9	382,6	135,3
2012	520,6	410,7	109,9	522,8	387,7	135,1
2013	522,8	414,1	108,6	527,7	392,8	134,9
2014	525,0	417,6	107,4	532,6	397,8	134,8
2015	527,2	421,0	106,2	537,5	402,9	134,6
2016	529,4	424,5	104,9	542,4	408,0	134,4
2017	531,6	427,9	103,7	547,3	413,0	134,3
2018	533,8	431,4	102,5	552,2	418,1	134,1
2019	536,0	434,8	101,2	557,1	423,2	133,9
2020	538,2	438,2	100,0	562,0	428,2	133,7
2021	540,5	441,7	98,8	566,9	433,3	133,6
2022	542,7	445,1	97,5	571,8	438,4	133,4
2023	544,9	448,6	96,3	576,7	443,4	133,2
2024	547,1	452,0	95,1	581,6	448,5	133,1
2025	549,3	455,5	93,8	586,5	453,6	132,9
2026	551,5	458,9	92,6	591,4	458,6	132,7
2027	553,7	462,4	91,4	596,3	463,7	132,6
2028	555,9	465,8	90,1	601,2	468,8	132,4
2029	558,1	469,2	88,9	606,1	473,8	132,2
2030	560,3	472,7	87,7	611,0	478,9	132,1
Gespartes Denitrifikationspotenzial 2010-2030			2.100,0			2.808,7

Zur Berechnung der Zeitdauer Δt im Szenarienvergleich wurde das gesparte Denitrifikationspotenzial $S_{Denitr.}$ durch die prognostizierte Eintragsmenge $Im_{Nitr.}$ in den TWSG entsprechend der Gleichung $\Delta t = S_{Denitr.}/Im_{Nitr.}$ dividiert. Für die prognostizierte Eintragsmenge $Im_{Nitr.}$ wurden dabei die Einträge des Jahres 2030 angesetzt, welche die letzten innerhalb des Untersuchungszeitraumes berechneten Eintragsmengen sind. Diese wurden ausgewählt, da die positive Wirkung des geschonten Denitrifikationspotenzials erst weit nach 2030 zum Tragen kommen wird.

Insgesamt wurden sechs Varianten unterschieden (siehe Tab. 6), welche sich in der Annahme zur Endkonzentration des Nitrats im Grundwasser und zur flächenhaften Berücksichtigung der Schutzzonen 1-3a westelbig unterscheiden. Der Mittelwert für $\Delta t = 3,6$ Jahre für die westelbigen Schutzzonen wurde für die weitere Bewertung angesetzt. Der Einfluss der ostelbigen Zonen wurde vernachlässigt. Zwar liegt die für die ostelbigen Schutzzonen ermittelte Zeitspanne mit 6 Jahren deutlich über der für die westelbige Zone, jedoch ist der Einfluss des ostelbig gebildeten Grundwassers auf die Rohwasserqualität sehr gering (vgl. auch Tab. 7).

Weiterhin wurde bei der Ableitung der Zeitdauer Δt nicht zwischen den drei Entwicklungsrahmen unterschieden. Die innerhalb der Entwicklungsrahmen getroffenen Annahmen, welche die Nitratemission betreffen, sind im Vergleich zu den großen Bewertungsunsicherheiten, die hinter den vielfältigen zu treffenden Annahmen stehen, vergleichsweise gering. Somit wurde $\Delta t = 3,6$ Jahre für alle Handlungsoptionen angesetzt, die eine Verkleinerung des TWSG beinhalten.

Tab. 6: Berechnung der veränderten Zeitspanne Δt der natürlichen Denitrifikation im Grundwasserleiter bei Verkleinerung des TWSG.

Annahmen zu		Zugrundegelegte Eintragsmengen für TWSZ ($I_{m,Nitr.}$) [t/a]			Gespartes Denitrifikationspotenzial für TWSZ ($S_{Denitr.}$) [t]		Zeitspanne (Δt) [a]	
		1-3a we	3b we	3a-3b oe	1-3b we	3a-3b oe	we	oe
Berücksichtigung der TWSZ 1-3a we	verbleibende Nitratkonzentration im GW							
	0 mg/l	166	473	479	2100	2809	3,3	5,9
	5 mg/l	150	450	445	2100	2809	3,5	6,3
vollständig	5 mg/l für TWSZ 1-3a we 0 mg/l für restl. TWSZ	150	473	479	2100	2809	3,4	5,9
	0 mg/l	83	473	479	2100	2809	3,8	5,9
	5 mg/l	75	450	445	2100	2809	4	6,3
	5 mg/l für TWSZ 1-3a we 0 mg/l für restl. TWSZ	75	473	479	2100	2809	3,8	5,9
zur Hälfte								
						Mittelwert:	3,6	6,0

GW – Grundwasser; we – westelbig; oe – ostelbig.

Ableitung der Zusatzkosten $\Delta K_{Aufb.}$

Für die Monetarisierung der für die Trinkwasserförderung relevanten Auswirkungen wurden die Zusatzkosten $\Delta K_{Aufb.}$ angesetzt, die sich infolge einer Aufbereitung des Grundwassers nach dem Aufbrauch des natürlichen Reinigungspotenziales ergeben (vgl. Gl. 1). In der Differenzbetrachtung kommt dann die zeitliche Differenz Δt zum Tragen, um welche im Falle der Verkleinerung der TWSG zu einem früheren Zeitpunkt mit der Aufbereitung begonnen werden müsste.

Diese Monetarisierungsmethode basiert auf der Annahme, dass das geförderte Rohwasser ohne die natürliche Reinigung während der Bodenpassage nicht direkt für die Trinkwassernutzung eingesetzt werden kann. Zur Überprüfung der Plausibilität dieser Annahme wurde die Bedeutung der natürlichen Reinigung auf die Nitratkonzentration im Rohwasser untersucht. Hierbei wurde – sehr stark vereinfachend – angenommen, dass sich diese aus einfachen Mischungsprozessen des neugebildeten Grundwassers der einzelnen Zonen sowie des Uferfiltrates ergibt.

Wie in der Tabelle 7 dargestellt, spielt das natürliche Reinigungspotenzial eine wesentliche Rolle. In Abhängigkeit von der Fördermenge und vom Anteil des Uferfiltrates (angenommener Nitratgehalt von 20 mg/l) bzw. vom Grundwasser aus den verschiedenen Zonen (Nitrat-einträge entsprechend der Tab. 4) ergeben sich ohne natürliche Reinigung des Grundwassers und des Uferfiltrates im Untergrund Konzentrationen zwischen 29 und 50 mg/l, die alle oberhalb des EU-Richtwertes für den Nitratgehalt im Trinkwasser von 25 mg/l liegen. Bei einer natürlichen Reinigung des landseitig zufließenden Grundwassers durch das gesparte Denitrifikationspotenzial (Annahme zur Restkonzentration von Nitrat in der Tab. 7: 5 mg/l) ergeben sich für alle Szenarien Mischungswerte von zwischen 15 und 18 mg/l, die deutlich unterhalb des EU-Richtwertes liegen.

Tab. 7: Nitrat-Konzentrationen im Rohwasser des Wasserwerkes Mockritz mit und ohne Berücksichtigung des gesparten Denitrifikationspotenzials.

Fördermenge [Mio. m ³ /a]	Annahme zur Herkunft des Rohwasser				Nitrat-Konzentration im Rohwasser ^b [mg/l] (entsprechend Mischungsverhältnissen)			
	UF ^a	aus TWSZ			1993	1993	2030	2030
		1-3a we.	3b we.	3a-3b oe.	ohne natürl. Reinigung	natürl. Reini- gung landseitig	ohne natürl. Reinigung	natürl. Reini- gung landseitig
11,6	70%	25%	0%	5%	29 ^e – 30 ^d	18 ^c	31 ^c – 32 ^d	18 ^c
11,6	50%	28%	17%	5%	38 – 44	15	45 – 50	15
23,2	70%	14%	11%	5%	31 – 35	16	36 – 40	16
23,2	60%	14%	21%	5%	36 – 43	15	45 – 50	15

a – Uferfiltrat; b – Elbwasser wurde mit einer NO₃-Konzentration von 20 mg/l berücksichtigt; c – wenn TWSG_{Max};

d – wenn TWSG_{Min}.

we. – westelbig; oe. – ostelbig

Weiterhin mussten plausible Kostenwerte für die Reinigung angesetzt werden. Ausgehend von den gegenwärtig in der Literatur (vgl. Tab. 8) zu findenden Kalkulationen wurde mit 0,10 DM/m³ (Investitions- und Betriebskosten) ein Wert gewählt, welcher das gegenwärtige Kostenniveau deutlich unterschreitet. Diese Schätzung soll den technologischen Fortschritt berücksichtigen. Als *jährliche Fördermengen* wurde vereinfachend 1/3 der Wasserwerkskapazität (entspricht 11,6 Mio. m³/a) für die Entwicklungsrahmen REALO und SPARFLAMME bzw. 2/3 der Wasserwerkskapazität (entspricht 23,2 Mio. m³/a) für den Entwicklungsrahmen GRÜNDERZEIT angesetzt, da die bei der Szenarienableitung getroffenen Annahmen bezüglich der Fernwassernachfrage nur bis 2030 gelten.

Für die Diskontierung war es außerdem notwendig, einen Zeitpunkt anzugeben, zu dem das natürliche Reinigungspotenzial abgebaut sein würde. Es wurde angenommen, dass diese Effekte erst in weiter Zukunft eintreten und entsprechend wurde der Zeitpunkt von 2100 angesetzt.

Tab. 8: Literaturangaben zu Kosten der Nitratreinigung bei der Trinkwasseraufbereitung

Quelle	Aufbereitungskosten [DM/m ³]	Kapazität des WW [Mio. m ³ /a]	Bemerkungen
Zwintz (1986)	0,30 – 1,60	kleine bis mittelgroße WW	Gesamtaufbereitungskosten ohne Kosten für die Abwasserentsorgung
Winje et al. 1991, S. 123	0,64 – 1,02	0,44	5 verschiedene Verfahren, Investitions- und Betriebskosten
Winje et al. 1991, S. 123	0,35 – 0,60	4,4	5 verschiedene Verfahren, Investitions- und Betriebskosten
Magoulas et al. 1996, S. 234 f.	1,28	2	Investitions- und Unterhaltskosten für Nitrat- und Härteaufbereitung
Olschewski 1997, S. 33 ff.	0,15	4	fixe und variable Kosten
Stadtwerke Aschaffenburg mdl. Information vom 28.8.2000	ca. 0,25	8	vorläufige Kalkulationen, da Anlage erst neu in Betrieb genommen
Technologieberatung Grundwasser und Umwelt GmbH Koblenz (mdl. Mitteilung Herr Meyer-Lühr vom 30.8.2000)	0,23	14	Berechnung für eine projektierte Anlage Investitions- und Betriebskosten – ohne Lohnkosten

Die Ergebnisse für Modul 5 sind im Datenblatt A5 (Kap. 5.4) zu finden. Für die Entwicklungsrahmen REALO und SPARFLAMME wurde ein negativer Nutzeneffekt von –4,2 Mio. DM (undiskontiert) bzw. –0,02 Mio. DM (diskontiert) bei Verkleinerung des TWSG ermittelt. Im Entwicklungsrahmen GRÜNDERZEIT beläuft sich dieser Effekt auf –8,4 Mio. DM (undiskontiert) bzw. –0,04 Mio. DM (diskontiert). Wie bereits bei der Einführung zu diesem Kapitel dargelegt, wurde von diesbezüglichen Nutzeneffekten bei den Extremszenarien abstrahiert.

g.2) Berechnung von unsicherheitsbedingten Schwankungsbreiten für Modul 5

Aufgrund der langfristigen Natur dieser monetären Effekte sowie der Unsicherheiten angesichts der getroffenen Annahmen ergeben sich große unsicherheitsbedingte Schwankungsbreiten des Wohlfahrtseffektes (vgl. auch Datenblätter A13 bis A15, Kap. 5.4). Unter folgenden Umständen ist sogar mit einem Wegfall des regionalen Wohlfahrtseffektes bei der Trinkwasserförderung zu rechnen:

- Die Fernwasserproduktion wird vorher aus anderen Gründen eingestellt; Annahme: Fördermenge gleich Null.

- Die Nitratemissionen werden durch einen flächendeckenden Grundwasserschutz bzw. eine Verbesserung der Elbwasserqualität so weit verringert, dass eine ausreichende Rohwasserqualität auch ohne natürliche Reinigungsprozesse im Grundwasserleiter erreicht wird; Annahme: Δt gleich Null bzw. spezifische Aufbereitungskosten *spezifische* $\Delta K_{Aufb.} = 0$.
- Die Zusatzkosten der Fernwasseraufbereitung können auf die Fernwasserabnehmer außerhalb der Region abgewälzt werden. Dies wäre dann möglich, wenn die Trinkwasserförderung auch in anderen Regionen mit einem Nitratproblem zu kämpfen hat und somit für die fernwasserabnehmenden Wasserversorger keine anderen nitratfreien Trinkwasserressourcen zur Substitution des Fernwassers zur Verfügung stehen.

Es sind durchaus auch Entwicklungen denkbar, in deren Folge sich die Wohlfahrtseffekte noch erhöhen:

- Die Zusatzkosten, die Fördermengen und/oder die Zeitspanne (Δt) wurden bei der Bewertung unterschätzt und demzufolge zu niedrig ausgewiesen; Annahmen: Verdreifachung der Zusatzkosten (*spezifische* $\Delta K_{Aufb.}$), Erhöhung der *jährlichen Fördermenge* bis hin zur Kapazitätsauslastung (in GRÜNDERZEIT) und Verdopplung von Δt .
- Die Torgauer Trinkwasserressourcen sind aufgrund des Nitratgehaltes entwertet, so dass sich die Trinkwasserförderung in dem Gebiet im Vergleich zu anderen Ressourcen zu teuer wird und daher die Fernwasserwerke an diesem Standort ihre Produktion einstellen müssen. Dieser Punkt wurde jedoch nicht bei der Unsicherheitsbetrachtung berücksichtigt.

Die gewählten Variationen der Eingangsdaten führten zu Unsicherheitsspannen, die in einem Extrem einen Nettonutzen von Null und im anderen Extrem das Dreifache der oben beschriebenen wahrscheinlichen Nettonutzensverluste ergaben (vgl. Datenblätter A13 bis A15 in Kap. 5.4).

h) Zusammenfassung

Die Tabelle 9 fasst die Nettonutzen-Differenzen der wahrscheinlichen Werte zwischen den Alternativen 1 und 2 für die Module 1 bis 5 zusammen.⁴⁷ Es werden die Nettonutzenveränderungen der Szenarien im Entwicklungsrahmen REALO und GRÜNDERZEIT sowie der Extrem-szenarien reflektiert. Die Werte für den Entwicklungsrahmen SPARFLAMME werden nicht gesondert ausgewiesen, da sie mit den Werten im Entwicklungsrahmen REALO identisch sind. Aus den der Tabelle 9 zu entnehmenden Daten lassen sich folgende Aussagen ableiten:

Die wahrscheinlichen Werte der durch die Module 1 bis 4 beschriebenen regionalen Landnutzungseffekte ergeben eine insgesamt positive Nettonutzenveränderung bei der Verkleinerung des TWSG. Dieser positive Effekt liegt im Entwicklungsrahmen REALO leicht über dem für die GRÜNDERZEIT ermittelten Wert. Ursache ist die jeweilige unterschiedliche Entwick-

⁴⁷ Die Nettonutzen-Differenzen zwischen den Alternativen 1 und 3 sowie zwischen den Alternativen 1 und 4 im Entwicklungsrahmen REALO und GRÜNDERZEIT werden in der Tabelle 9 nicht explizit erfasst, da die Nettonutzenwerte der Alternative 1 mit denen der Alternative 3 und die der Alternative 4 mit denen der Alternative 2

lung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und somit die unterschiedliche Bedeutung des landwirtschaftlichen Sektors im TWSG. Bei einer Diskontierung der jährlichen Nettonutzeneffekte mit 5% verkleinern sich zwar die Nettonutzeneffekte wesentlich, aber trotzdem resultiert aus der Verkleinerung des TWSG noch ein positiver Gesamtnutzeneffekt.

Tab. 9: Zusammenfassung der Nettonutzen-Differenzen (wahrscheinliche Werte) für die Module 1 bis 5

Module:	Modul 1 bis 4		Modul 5		Summe	
	0%	5%	0%	5%	0%	5%
Diskontrate:						
NN-Diff $R_2 - R_1$ [Mio. DM]	3,5	1,3	-4,2	-0,02	-0,7	1,3
NN-Diff $G_2 - G_1$ [Mio. DM]	3,4	1,3	-8,4	-0,04	-5,0	1,2
NN-Diff: $EX_2 - EX_1$ [Mio. DM]	6,4	2,4				

Die vollständige Auflösung des TWSG (Extremszenario) verdoppelt nahezu die positiven Nettonutzeneffekte der Module 1 bis 4 im Vergleich zur Verkleinerung des TWSG (Szenarien im Entwicklungsrahmen REALO und GRÜNDERZEIT). Dies ist insbesondere auf den Einfluss von Modul 1 und Modul 2 zurückzuführen.

Der mit Modul 5 beschriebene Wohlfahrtseffekt bei der Trinkwasserförderung ergibt einen Nettonutzenverlust im Zuge der Verkleinerung des TWSG. Dieser Verlust ist unter Bedingungen des Entwicklungsrahmens GRÜNDERZEIT wesentlich stärker als unter dem Entwicklungsrahmen REALO, da bei GRÜNDERZEIT annahmegemäß die zukünftige gesellschaftliche Inanspruchnahme der Torgauer Trinkwasserressourcen höher ist. Bei der Diskontrate von 5% wird der mit Modul 5 beschriebene Nettonutzensverlust allerdings auf nahezu Null abgewertet. Diese Abwertung ist dem extrem langfristigen Charakter des monetarisierten Effektes geschuldet.

Werden die Nettonutzen der Module 1 bis 5 aggregiert, dann ergibt sich bei den undiskontierten Werten insgesamt ein Nettonutzenverlust bei Verkleinerung des TWSG. Werden dagegen die diskontierten Werte für den Vergleich herangezogen, ergibt sich insgesamt ein positiver Nettonutzeneffekt. Die Bewertung der Handlungsalternativen hinsichtlich der Größe des TWSG hängt also stark von der Gewichtung der zukünftigen Effekte ab.

Die Unsicherheitsschwankungen der modulweisen Nettonutzeneffekte relativieren allerdings die anhand der wahrscheinlichen Werte getroffenen Aussagen. So zeigt sich, dass insbesondere die Nettonutzenwerte der Module 1 und 5 auf Variationen der Eingangsdaten so sensitiv reagieren, dass sich im Extremfall die anhand der wahrscheinlichen Werte getroffenen Aussagen in ihrer Tendenz sogar umkehren. So ist es möglich, dass unter bestimmten

identisch sind (vgl. Datenblätter A1 bis A5 in Kap. 5.4). Zur Begründung siehe auch Abschnitt c in diesem Kapitel.

Voraussetzungen die aggregierten Wohlfahrtseffekte bei Verkleinerung oder gar Aufhebung des Schutzgebietes für die Landnutzer negativ sind. Diese Effekte können sich bereits ohne Berücksichtigung der Trinkwasseraufbereitung (Modul 5) ergeben. Es ist aber auch möglich, dass die Gesamtbilanz der Wohlfahrtseffekte (Module 1 bis 5) für die undiskontierten Werte positiv bleibt.

Somit ist als Fazit zu konstatieren, dass sich allein aus der Nettonutzenbewertung der Trinkwasserschutzoptionen keine eindeutige Rangfolge der Szenarien ableiten lässt.

**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