

Vergleichende Öko-Bilanz und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Effekten einer Grundwasseraufspiegelung im Gernsheimer, Jägersburger und Lorscher Wald

Studie für den Runden Tisch zur Verbesserung der
Grundwassersituation im Hessischen Ried.

Darmstadt,
11.12.2014

Autorinnen und Autoren

Stefan Alt
Yifaat Baron
Martin Bertram
Eva Brommer
Carl-Otto Gensch

Öko-Institut e.V.
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Zusammenfassung	11
1. Einführung und Aufgabenstellung	15
1.1. Aufbau der Untersuchung	15
1.2. Betrachtungsraum	15
1.3. Betrachtungszeitraum	19
1.4. Klimatischer Hintergrund	19
1.5. Szenarien	20
2. Ökobilanz	21
2.1. Überblick zum methodischen Rahmen	21
2.2. Methodische Festlegungen und Datengrundlagen	22
2.2.1. Zielfestlegung und Untersuchungsrahmen	22
2.2.2. Funktionelle Einheit	22
2.2.3. Systemgrenze und Abschneidekriterien	22
2.2.4. Datengrundlagen	23
2.2.4.1. Zeitbezogener Erfassungsbereich	24
2.2.4.2. Geographischer Erfassungsbereich	24
2.2.4.3. Technologischer Erfassungsbereich	25
2.2.5. Zusammenfassende Bewertung der Datenqualität	25
2.2.6. Methode der Wirkungsabschätzung und Wirkungsindikatoren	25
2.2.7. Kritische Prüfung	26
2.3. Ergebnisse	26
2.3.1. Aufspiegelungsszenario (GW+)	26
2.3.2. Waldumbauszenario (GW0)	30
2.3.3. Senkenfunktion für Kohlendioxid	30
3. Kostenanalyse	32
3.1. Methodik	32
3.1.1. Informationsquellen	32
3.1.2. Vorgehensweise bei der Kostenbetrachtung	33
3.1.2.1. Nutzungsdauern	33
3.1.2.2. Umgang mit dem Faktor Zeit: Diskontierung	34

3.2.	Erstinvestition und Ersatzinvestition in die Aufspiegelungs-Infrastruktur	36
3.2.1.	Wasseraufbereitung	36
3.2.1.1.	Mitgenutzte Komponenten	36
3.2.1.2.	Neu zu bauende Komponenten	37
3.2.2.	Infiltration	38
3.2.2.1.	Infiltrations-Rohrleitungen	38
3.2.2.2.	Infiltrationsorgane	40
3.2.3.	Siedlungsschutz	41
3.2.3.1.	Brunnenanlagen	41
3.2.3.2.	Rohrleitungen	42
3.2.4.	Maßnahmen zum Schutz produktiver landwirtschaftlicher Flächen	43
3.2.5.	Zusammenstellung der Erstinvestitionen und der Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum	44
3.3.	Finanzierungskosten für die Aufspiegelungs-Infrastruktur	47
3.4.	Betriebskosten	49
3.4.1.	Betriebskosten der Aufspiegelungs-Infrastruktur inkl. Wasseraufbereitung	49
3.4.2.	Betriebskosten der Maßnahmen zum Siedlungsschutz	50
3.4.3.	Betriebskosten für den Schutz produktiver landwirtschaftlicher Flächen	50
3.4.4.	Waldbauliche Betriebskosten	50
3.4.5.	Zusammenstellung der Betriebskostenschätzungen	51
3.5.	Gesamtkostenanalyse	53
3.6.	Kostenrisiken	55
4.	Nutzen-Analyse	56
4.1.	Methodik	56
4.1.1.	Informationsquellen	56
4.1.2.	Flächenwirksamkeit	57
4.1.3.	Indikatoren für die nichtmonetäre Bewertung der Nutzfunktionen	59
4.1.4.	Methodische Grenzen	61
4.1.5.	Monetisierung der Nutzfunktionen	61
4.2.	Forstliche Erträge	62
4.2.1.	Methodik	62
4.2.2.	Befunde	63
4.2.3.	Diskussion und Bewertung	63
4.3.	Grundwasserschutz	64
4.3.1.	Methodik	64
4.3.2.	Befunde	65

4.3.3.	Monetisierung	68
4.3.4.	Diskussion und Bewertung	68
4.4.	Biodiversität	68
4.4.1.	Methodik	68
4.4.2.	Befunde	69
4.4.2.1.	Baumartenzusammensetzung	70
4.4.2.2.	FFH- und VSG-Gebiete	72
4.4.2.3.	Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald (LRT 9160)	73
4.4.2.4.	Waldmeister-Buchenwald (LRT 9130)	74
4.4.2.5.	Biotope der Alters- und Zerfallsphase	76
4.4.3.	Monetisierung	81
4.4.4.	Diskussion und Bewertung	82
4.5.	Erholung	85
4.5.1.	Methodik	85
4.5.2.	Befunde	86
4.5.3.	Monetisierung	87
4.5.4.	Diskussion und Bewertung	89
4.6.	Bodenschutz	89
4.6.1.	Methodik	89
4.6.2.	Befunde	90
4.6.3.	Monetisierung	92
4.6.4.	Diskussion und Bewertung	92
4.7.	Klimaschutz	92
4.7.1.	Methodik und Bewertungskriterien	92
4.7.2.	Befunde	93
4.7.3.	Monetisierung	94
4.7.4.	Diskussion und Bewertung	95
4.8.	Lärmschutz	95
4.8.1.	Methodik und Bewertungskriterien	95
4.8.2.	Befunde	95
4.8.3.	Monetisierung	97
4.8.4.	Diskussion und Bewertung	98
4.9.	Immissionsschutz	98
4.9.1.	Methodik und Bewertungskriterien	98
4.9.2.	Befunde	98
4.9.3.	Monetisierung	99
4.9.4.	Ergebnisanalyse und Bewertung	99

4.10.	Sichtschutz	100
4.10.1.	Methodik und Bewertungskriterien	100
4.10.2.	Befunde	100
4.10.3.	Monetisierung	101
4.10.4.	Diskussion und Bewertung	101
4.11.	Synergien zu außerhalb des Waldes liegenden Schutzgütern	102
4.11.1.	Vernässungsschäden in Siedlungsbereichen	102
4.11.2.	Vernässungsschäden auf produktiven landwirtschaftlichen Flächen	102
4.11.3.	Vernässung von randlichen Feuchtgebieten und nicht produktiven landwirtschaftlichen Flächen	103
4.12.	Zusammenfassende Bewertung der betrachteten Effekte einer Grundwasseraufspiegelung auf die Schutz- und Nutzfunktionen	103
5.	Weitere Wirkfaktoren	106
5.1.	Das Hessische Ried als Eichen-Lebensraum	106
5.2.	Boden- und Grundwasser	108
5.3.	Maikäfer	112
5.4.	Verbissdruck	114
5.5.	Waldbau	116
5.6.	Dauerwald als Zielvorstellung	120
6.	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	125
	Literaturverzeichnis	127
	Anlagenverzeichnis	131

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Betrachtungsraum	16
Abbildung 1-2:	Einordnung der Schadflächen im Hessischen Ried	17
Abbildung 1-3:	Betrachtungsraum und zusätzliche Flächen im Datensatz der NW-FVA	18
Abbildung 2-1:	Die vier Teilschritte einer Ökobilanz. Doppelpfeile stehen für ein iteratives Vorgehen	21
Abbildung 3-1:	Zusammenhänge der verschiedenen Nutzungszeiträume	33
Abbildung 3-2:	Kostenreihe Investitionen in die Aufspiegelungs-Infrastruktur (nach heutigen Preisen bzw. mit Diskontsatz 0 %)	47
Abbildung 4-1:	Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung (mittlerer Flurabstand $\leq 2,5$ m)	58
Abbildung 4-2:	Mittlere Grundwasserneubildung im Hessischen Ried, Feucht- und Trockenperiode	67
Abbildung 4-3:	Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Betrachtungsraum	70
Abbildung 4-4:	Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Bereich der Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung	71
Abbildung 4-5:	Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Betrachtungsraum: Waldstrukturprognose Hessen-Forst, Stand Mai 2014	71
Abbildung 4-6:	Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Betrachtungsraum: Waldstrukturprognose Hessen-Forst, Stand 25. November 2014	72
Abbildung 4-7:	Verbreitung potenziell für den Lebensraumtyp 9160 geeigneter Flächen, Vergleich 2007 mit den Entwicklungsszenarien GW0 und GW+	73
Abbildung 4-8:	Entwicklung der potenziellen Flächen des Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes	74
Abbildung 4-9:	Verbreitung potenziell für den Lebensraumtyp 9130 geeigneter Flächen, Vergleich 2007 mit den Entwicklungsszenarien GW0 und GW+	75
Abbildung 4-10:	Entwicklung der potenziellen Flächen des Waldmeister-Buchenwalds	76
Abbildung 4-11:	Verbreitung von Waldbiotopen der Alters- und Zerfallsphase (Stufe I und II)	77
Abbildung 4-12:	Entwicklung des Eichenanteils der Waldbiotope der Alters- und Zerfallsphase	78
Abbildung 4-13:	Laubwald-Habitateignung "geeignet" und "optimal", Gernsheimer und Jägersburger Wald	80
Abbildung 4-14:	Flächenänderungen der Laubwald-Habitateignung (Alters und Zerfallsphase) im Gernsheimer und Jägersburger Wald	80
Abbildung 4-15:	Erholungsgebiet Stufe I, Lorscheider Wald, Zustand 2007	86
Abbildung 4-16:	Verbreitung von Bodenschutzwald der Stufe I	91
Abbildung 4-17:	Verbreitung von Klimaschutzwald der Stufe I	93

Abbildung 4-18:	Verbreitung von Lärmschutzwald der Stufe I	96
Abbildung 4-19:	Verbreitung von Immissionsschutzwald der Stufe I	99
Abbildung 4-20:	Verbreitung von Sichtschutzwald der Stufe I	101
Abbildung 5-1:	Klimafeuchte und Wuchszonen in Südhessen	107
Abbildung 5-2:	Mittlere Flurabstände $\leq 1,0$ m, Berechnung gem. Modul 2-2 der Machbarkeitsstudie	111
Abbildung 5-3:	Nördlicher Gernsheimer Wald: Habitatbaum mit abgestorbenem Eichen-Hainbuchenwald im Umfeld, Edellaubholz im Hintergrund	121
Abbildung 5-4:	Nördlicher Gernsheimer Wald: Flächiges Eichenstangenholz aus Pflanzung	122
Abbildung 5-5:	Nördlicher Gernsheimer Wald: Fällung einer Starkeiche ohne ausreichende Verjüngung im Umfeld	123

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Zusammenfassende Bewertung der Datenqualität	25
Tabelle 2-2:	Zusammenfassendes Ergebnis der Ökobilanz für die Aufspiegelungs-Infrastruktur (Szenario GW+)	28
Tabelle 2-3:	Zusammenfassendes Ergebnis: Bestandsbegründung im Szenario GW+	29
Tabelle 2-4:	Zusammenfassendes Ergebnis: Bestandsbegründung im Szenario GW0	30
Tabelle 2-5:	Quantifizierung der Senkenfunktion für Kohlendioxid für die Szenarien GW0 und GW+	31
Tabelle 3-1:	Nutzungsdauern der Komponenten der Aufspiegelungs-Infrastruktur	33
Tabelle 3-2:	Investitionskosten für neu gebaute Komponenten, Aufbereitungskapazität 20 Mio. m³/a	37
Tabelle 3-3:	Erstinvestitionen in die Infiltrations-Rohrleitungen	39
Tabelle 3-4:	Erstinvestitionen in die Infiltrationsorgane	40
Tabelle 3-5:	Erstinvestitionen in die Brunnenanlagen zum Siedlungsschutz	41
Tabelle 3-6:	Erstinvestitionen in die Rohrleitungen zum Siedlungsschutz	42
Tabelle 3-7:	Erstinvestitionen in Gräben und Pumpwerke zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen	43
Tabelle 3-8:	Erst- und Ersatzinvestitionen, Diskontsatz 2 %	45
Tabelle 3-9:	Erst- und Ersatzinvestitionen, Diskontsatz 1,37 %	45
Tabelle 3-10:	Erst- und Ersatzinvestitionen, Diskontsatz 0%	46
Tabelle 3-11:	Finanzierungskosten der Erst- und Ersatzinvestitionen	48
Tabelle 3-12:	Betriebskosten Wasseraufbereitung und Infiltration	49
Tabelle 3-13:	Waldbauliche Kosten, Betrachtungszeitraum 96 Jahre	51
Tabelle 3-14:	Betriebskostenschätzungen, Diskontsatz 2 %	52
Tabelle 3-15:	Betriebskostenschätzungen, Diskontsatz 1,37 %	52
Tabelle 3-16:	Betriebskostenschätzungen, Diskontsatz 0 %	53
Tabelle 3-17:	Gesamtkosten im Betrachtungszeitraum 96 Jahre (ohne Finanzierung)	54
Tabelle 3-18:	Gesamtkosten im Betrachtungszeitraum 120 Jahre (ohne Finanzierung)	54
Tabelle 4-1:	Indikatoren für die Bewertung der Nutzfunktionen	60
Tabelle 4-2:	Forstliche Erträge Holzverkauf, Gesamtgebiet	63
Tabelle 4-3:	Forstliche Erträge Holzverkauf, Gebiet mit Grundwasseranschluss im Szenario GW+	63
Tabelle 4-4:	Indikatoren für die Nutzfunktion Grundwasserschutz	66
Tabelle 4-5:	Indikatoren für die Nutzfunktion Biodiversität	70
Tabelle 4-6:	Waldbiotope und Grundwasseranschluss (Flurabstand $\leq 2,5$ m)	77
Tabelle 4-7:	Flächenanteile der Laubwald-Habitat eignung in der Alters- und Zerfallshase	79
Tabelle 4-8:	Erholungsfunktion Stufe 1 und 2	86

Tabelle 4-9:	Indikatoren für die Nutzfunktion Bodenschutz	91
Tabelle 4-10:	Indikatoren für die Nutzfunktion Klimaschutz	94
Tabelle 4-11:	Indikatoren für die Nutzfunktion Lärmschutz	96

Zusammenfassung

Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz hat das Öko-Institut für den Runden Tisch "Verbesserung der Grundwassersituation im Hessischen Ried" zwei Szenarien für die zukünftige Waldentwicklung der drei Waldgebiete Gernsheimer, Jägersburger und Lorscheider Wald einer vergleichenden Ökobilanz und Kosten-Nutzen-Analyse unterzogen.

Im Fokus stand dabei die Möglichkeit einer Grundwasseraufspiegelung zugunsten dieser drei Waldgebiete, die zusammen eine Fläche von 5.314 ha oder ca. 39 % der am Runden Tisch insgesamt diskutierten Wald-Schadgebiete repräsentieren. Zu vergleichen war dieses als "GW+" bezeichnete Szenario mit einer Entwicklung, bei der auf eine zusätzlich Grundwasseraufspiegelung verzichtet wird (Szenario "GW0").

In beiden Szenarien wird der Erhalt der Wälder in der Fläche gewährleistet, wobei im Szenario GW+ aufgrund der besseren Wasserversorgung mit qualitativ höherwertigen Wäldern gerechnet wird. Ein Verlust der Wälder ist in beiden Szenarien keine Option, ebenso wenig kam ein Szenario des Nichtstuns in Betracht. Betrachtet wurde jeweils ein Zeitraum von 96 bzw. 120 Jahren nach Beginn, als klimatische Randbedingungen wurde das trockene Klimaszenario Wettreg A1Bt berücksichtigt.

Aus der Auswertung der für die Untersuchung von zur Verfügung gestellten Daten ergaben sich folgende wesentliche Erkenntnisse:

- Einer Grundwasseraufspiegelung wie im Szenario GW+ vorgesehen kommt einer Teilfläche von insgesamt ca. 2.499 ha zugute (Flächenwirksamkeit). Innerhalb dieser Fläche kann der Wald unter verbesserter Wasserversorgung entwickelt werden. Außerhalb dieser Fläche entfaltet eine Grundwasseraufspiegelung keine Wirkung.
- Eine Grundwasseraufspiegelung erfordert außerhalb der Waldbereiche Maßnahmen zum Schutz von Siedlungsbereichen und landwirtschaftlichen Flächen vor Vernässungen.
- Ökobilanziell bedeutet eine Grundwasseraufspiegelung ökologische Lasten, die je nach Indikator zwischen 1,5- und 5-mal höher liegen als die einer vergleichsweise betrachteten Kläranlage für 250.000 Einwohner. Hinsichtlich des Treibhausgaspotenzials würden im Szenario GW+ ca. 5 mal mehr Treibhausgase freigesetzt als im gleichen Zeitraum durch den gesteigerten Zuwachs an Biomasse im Wald gebunden würden. Eine Kompensation wird nicht erreicht.
- Kostenseitig waren neben der Erstinvestition auch Ersatzinvestitionen und Betriebskosten in 96 bzw. 120 Jahren zu betrachten. Dabei wurden Diskontsätze von 2 %, 1,37 % und 0 % berücksichtigt. Für das Szenario GW+ wurden innerhalb von 96 Jahren Kosten zwischen 994 Mio. € und ca. 1.726 Mio. € abgeschätzt. Bei 120 Jahren lagen die Kostenschätzungen zwischen 1.175 Mio. € und ca. 2.171 Mio. €. Die Unterschiede beruhen dabei auf den angesetzten Diskontsätzen und den beiden Betrachtungszeiträumen. Flächen- und zeitnormiert kann eine anfängliche Rate von rd. 3.400 €/ha*a angegeben werden. Als Finanzierungskosten für die Investitionen wäre zusätzlich mit rd. 233 Mio. € (für den Betrachtungszeitraum 96 Jahre) und 306 Mio. € (für den Betrachtungszeitraum 120 Jahre) zu rechnen.
- Für das Szenario GW0 lägen die Kosten zwischen 44 Mio. € und 99 Mio. €, bei einer anfänglichen jährlichen Rate von 200 €/ha*a.
- Den im Rahmen der Ökobilanz und der Kostenanalyse ermittelten Aufwendungen steht der Nutzen gegenüber, der im Szenario GW+ gegenüber dem Szenario GW0 zusätzlich generiert

wird. Dieser Nutzen lässt sich für die im Rahmen der hier vorgelegten Studie betrachteten Indikatoren wie folgt zusammenfassen:

- Es werden forstliche Erträge erwirtschaftet, dabei ergibt sich nach 96 Jahren ein für die Grundwasseraufspiegelung spezifischer Mehrwert von ca. 5,4 Mio. €.
- Beim Grundwasserschutz ist eher mit einem Netto-Grundwasserkonsum der Waldflächen als mit einem Beitrag zur Grundwasserneubildung zu rechnen, da das angebotene Grundwasser in Trockenperioden dazu genutzt würde, klimatisch bedingte Niederschlagsdefizite auszugleichen. Dies wäre auch der eigentliche Zweck der hier betrachteten Grundwasseraufspiegelung.
- Hinsichtlich der zukünftigen Baumartenzusammensetzung liegen drei unterschiedliche Waldstrukturprognosen im Szenario GW+ vor. Bei den Eichenanteilen variieren die Prognosen zwischen einem Rückgang auf etwa 60 % des Ausgangszustands und einem weitgehenden Erhalt. Letzteres würde einen echten Mehrwert gegenüber der Prognose für das Szenario GW0 darstellen, in dem ein Rückgang auf ebenfalls ca. 60 % prognostiziert wird.
- Kleinere Vorteile einer Grundwasseraufspiegelung ergeben sich aus einer Vergrößerung der potenziellen Flächen für strukturreichere Eichen-Hainbuchen-Lebensräume (LRT9160+) um 72 ha, sowie einer Vergrößerung der potenziellen Flächen für strukturreichere Waldmeister-Buchen-Lebensräume (LRT9130+) um 121 ha.
- Als Erholungswald explizit ausgewiesene Waldflächen liegen außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung. Der allgemeine Erholungswert der drei Wälder der Machbarkeitsstudie ist ein Wert an sich, den es zu erhalten gilt. Es konnten aber keine spezifisch auf das Wirken einer Grundwasseraufspiegelung zurückzuführenden Effekte herausgearbeitet werden.
- Für ausgewiesene Bodenschutzflächen läge der Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber dem Szenario GW0 in einem Entwicklungspotenzial für eine 36 ha große Teilfläche, in der die Bodenschutzfunktion durch eine Entwicklung von Nadel- zu Laubwald verbessert werden könnte.
- Die im Betrachtungsraum ausgewiesenen ca. 320 ha Klimaschutzwald liegen außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung. Hinsichtlich der allgemeinen Klimaschutzfunktion des Waldes wurde in der Ökobilanz die Unwirksamkeit des Szenarios GW+ in Bezug auf das Treibhausgaspotenzial gezeigt.
- Der im Betrachtungsraum ausgewiesene Immissionsschutzwald und Sichtschutzwald liegt ebenfalls außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung, auch für ausgewiesenen Lärmschutzwald konnten keine spezifisch auf eine Grundwasseraufspiegelung zurückzuführenden positiven Effekte herausgearbeitet werden.
- Synergien der erforderlichen Schutzmaßnahmen zum Siedlungs- und Landwirtschaftsschutz mit dem bereits heute bestehenden Schutzbedarf gegen Vernässungen sind möglich, soweit sie mit Anforderungen an den Schutz außerhalb der Wälder liegender grundwasserabhängiger Schutzgebiete in Übereinstimmung gebracht werden können.

Zu Struktur und Stabilität der Bestände geben die ausgewerteten Daten keine Auskunft. Daher ist es möglich, dass weitere positive Einflüsse einer Grundwasseraufspiegelung nicht abgebildet werden konnten. Die untersuchten Indikatoren können jedenfalls nur einen begrenzten Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber dem Szenario GW0 darstellen. Die Unterschiede zwischen dem Szenario GW0 und dem Ausgangszustand im Jahr 2007 sind bei allen betrachteten Parametern größer als die Unterschiede zwischen GW0 und GW+.

Diese Beobachtung gibt Anlass zu der Vermutung, dass der Einfluss anderer Faktoren in Summe größer ist als der Einfluss eines höheren Grundwasserstands. In diesem Zusammenhang wurden verschiedene Faktoren in ihrer Wirkungsweise zusätzlich betrachtet. Die Grundwasseraufspiegelung ist dabei einer von mehreren Wirkfaktoren, die sich positiv oder negativ auf den Wald auswirken können. Hierzu gehören neben dem Bodenwasserhaushalt und den klimatischen Veränderungen auch die für das Hessische Ried charakteristische Maikäferproblematik, der Verbissdruck und die waldbaulichen Einflussmöglichkeiten. Eine Beeinflussung oder Nutzung dieser Parameter zugunsten der Waldentwicklung im Sinne der Nutzung der natürlichen Populationsdynamik des Maikäfers, eines effektiven Wildmanagements und kreativer Nutzung waldbaulicher Handlungsoptionen eröffnet Möglichkeiten für eine erfolgreiche Entwicklung der Waldgebiete bei gleichzeitiger Ausbalancierung ökonomischer und ökologischer Ansprüche.

Es war nicht Aufgabe der hier vorgelegten Studie, hierfür alternative Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, eine vertiefte Überprüfung der sich hieraus ergebenden Möglichkeiten wird aber empfohlen.

1. Einführung und Aufgabenstellung

In der zusammenfassenden Darstellung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie zur Aufspiegelung des Grundwassers in drei Waldbereichen des hessischen Rieds [HMU 2014] wurden für die weitere Diskussion zu einer möglichen Umsetzung des Aufspiegelungskonzeptes u.a. eine Ökobilanz und eine Kosten-Nutzen-Analyse gefordert. Der Runde Tisch zur Verbesserung der Grundwassersituation im Hessischen Ried (im Folgenden kurz "Runder Tisch") hat dieses Thema aufgenommen und in seiner 5. Sitzung am 22.04.2013 ein Bearbeitungsschema für eine entsprechende Studie verabschiedet, die beide Aspekte beinhalten soll.

Das Öko-Institut wurde am 25.02.2014 mit der Erarbeitung dieser Studie beauftragt. Basis des Bearbeitungskonzept war eine vergleichende Betrachtung von Öko-Bilanz, Kosten und Nutzen für zwei Szenarien ("GW0" und "GW+", s.u.). Für die erforderliche Datenbereitstellung wurden Hessen-Forst/FENA, NW-FVA, WHR und BGS beteiligt. Bis Juni 2014 wurden sukzessive Daten der Informationsinhaber übergeben. Es handelte sich dabei Berechnungen der NW-FVA, um die Ermittlung der Waldsanierungskosten von Hessen-Forst und um die Dokumentation der Kostenschätzung der Wiederaufspiegelung von BGS. Parallel wurden eigene Recherchen angestellt um Informationsdefizite auszugleichen. Seitens WHR konnten hinsichtlich der öko-bilanziellen Fragestellungen zur Wasseraufbereitungsanlage (technische Auslegung, Materialien, Betriebsmittel usw.) leider keine oder nur sehr wenige Informationen verfügbar gemacht werden, weshalb hier auf Analogieschlüsse zurückzugreifen war. Die Informationsbeschaffung wurde Ende Juni 2014 beendet, nachdem sich alle maßgeblich beteiligten Informationsgeber geäußert hatten und klar war, dass sich die verbleibenden Informationslücken durch weitere Recherchen nicht schließen lassen werden.

Die hiermit vorgelegte Studie wurde nach Abschluss der Datenrecherche im Zeitraum Juli bis Dezember 2014 erarbeitet. Sie repräsentiert hinsichtlich der Datenlage i. W. den bis Ende Juni erreichten gebietsspezifischen Informationsstand, ergänzt um eigene Recherchen zu den ökobilanziell relevanten Vorketten, zur Bewertung von Nutzfunktionen und zur Waldbaumethodik.

1.1. Aufbau der Untersuchung

Die hier vorgelegte Studie besteht i. W. aus drei zentralen Bausteinen: Die Ökobilanz wird in Kapitel 2 beschrieben. Kapitel 3 widmet sich der Kostenanalyse, die Analyse der Nutzen-Indikatoren wird in Kapitel 4 dargestellt.

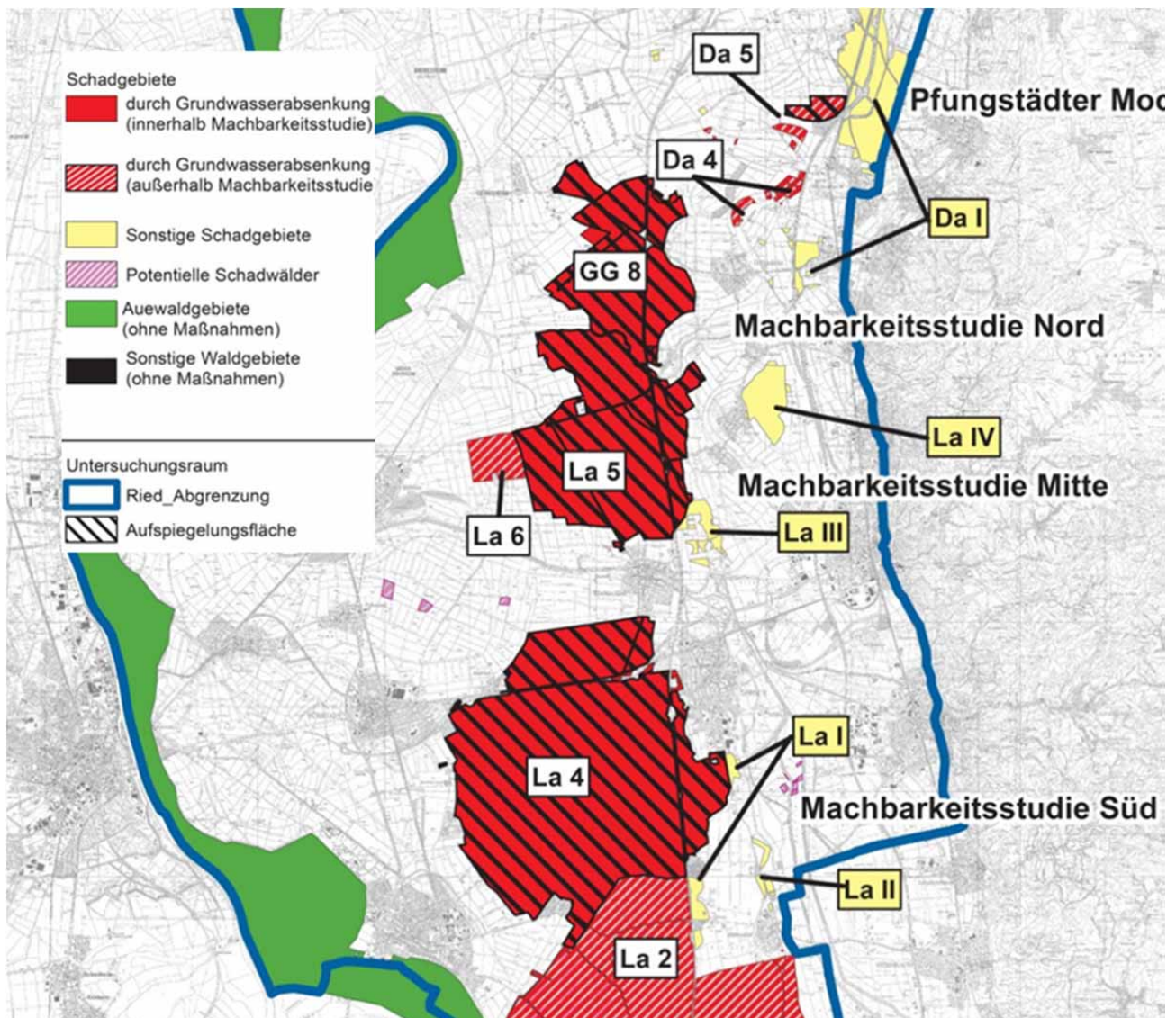
Ergänzend wird in Kapitel 5 auf positive und negative Effekte weiterer Wirkfaktoren eingegangen. Schlussfolgerungen und Empfehlungen finden sich in Kapitel 6.

1.2. Betrachtungsraum

Hessen-Forst hat im Rahmen der Beratungen des Runden Tisches eine Systematisierung der Waldgebiete in dessen Geltungsbereich vorgenommen und für die dortigen als geschädigt geltenden Waldgebiete Gebietssteckbriefe erstellt. Gegenstand der hier vorgestellten Untersuchung ist die Gesamtheit des Gebietes des Gernsheimer, Jägersburger und Lorscheimer Waldes, wie sie in den Gebietssteckbriefen "Groß Gerau 8" (Gernsheimer Wald), "Lampertheim 4" (Lorscheimer Wald) und "Lampertheim 5" (Jägersburger Wald) beschrieben sind. Die Gebietssteckbriefe sind in Anlage 1 beigelegt. Sie bilden zusammen genommen mit einer Fläche

von 5.314 ha die Gebietskulisse der Machbarkeitsstudie, die in Abbildung 1-1 als "Aufspiegelungsfläche" ausgewiesen ist.

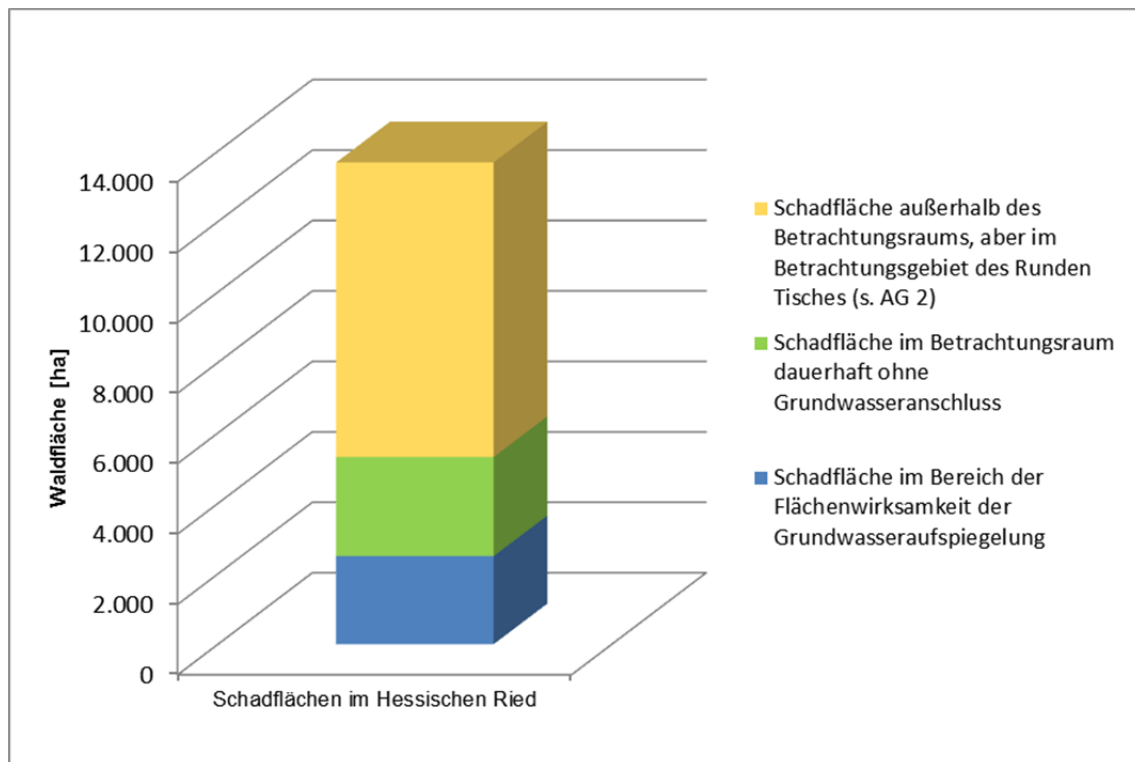
Abbildung 1-1: Betrachtungsraum



Quelle: Hessen-Forst, PG Grundwasser, Ausschnitt aus dem Lageplan in Anlage 3

Die hier vorgelegte Studie betrachtet die drei Gebiete gemeinsam, da auch die in der Machbarkeitsstudie beschriebenen Maßnahmen nur unter der Prämisse einer vollständigen Umsetzung der Grundwasseraufspiegelung als konzeptionell zutreffend vorausgesetzt werden können. Bezugsgröße ist also immer die Gesamtheit der drei Waldgebiete. Es wurden keine teilgebietsbezogenen Einzelauswertungen vorgenommen, auch Szenarien mit einer teilweisen Umsetzung von Maßnahmen der Machbarkeitsstudie kamen nicht in Betracht.

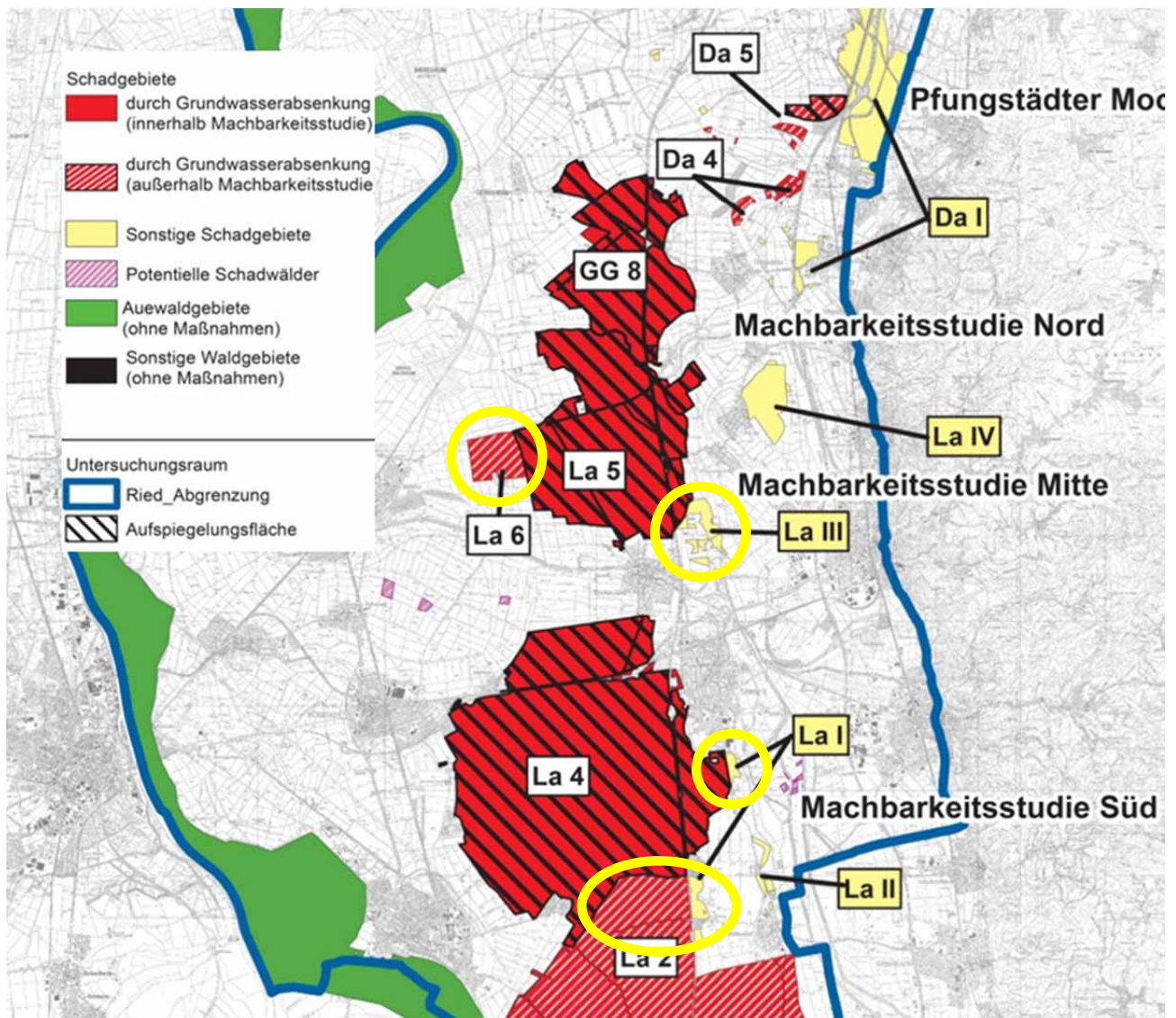
Im Hinblick auf die Einordnung in die Diskussionen des Runden Tisches zu den Schadgebieten in den Wäldern des Hessischen Rieds mit einer Gesamtfläche von 13.679 ha repräsentiert der Betrachtungsraum einen Anteil von 5.314 ha oder ca. 39 %. Hiervon liegen 2.499 ha innerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung, 2.815 ha außerhalb (s.a. Abbildung 1-2).

Abbildung 1-2: Einordnung der Schadflächen im Hessischen Ried

Quelle: Daten Hessen-Forst, Abbildung Öko-Institut e.V.

Aufbauend auf den im Rahmen des Forschungsvorhabens der NW-FVA "Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried" [NWF 2013b] entwickelten Modellen und den bereits im Rahmen der Machbarkeitsstudie vorgenommenen Berechnungen [NWF 2011] hat die NW-FVA Datenauszüge und Berechnungen für die Gebietskulisse der Machbarkeitsstudie bereitgestellt. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die von der NW-FVA betrachteten Flächen systembedingte Unterschiede zu den drei hier betrachteten Waldgebieten aufweisen. Grund ist, dass in der Datenbank der NW-FVA aufgrund einer ursprünglich anderen Flächenzuordnung eine größere Anzahl an Waldflächen den für die Machbarkeitsstudie definierten Waldgebieten "Nord", "Mitte" und "Süd" zugeordnet sind als in der aktuellen Diskussion (s.a. Abbildung 1-3). Die Auswertung der NW-FVA beziehen sich neben den eigentlich zu betrachtenden Waldgebieten, dem Gernsheimer Wald ("Groß Gerau 8", 831 ha), dem Jägersburger Wald ("Lampertheim 5", 1.366 ha) und dem Lorscher Wald ("Lampertheim 4", 3.117 ha) auch auf die angrenzenden Waldgebiete "Lampertheim 6" (115 ha), "Lampertheim I" (63 ha), "Lampertheim III" (63 ha) und den nördlichsten Teil des Waldgebietes "Lampertheim 2" (ca. 179 ha), die nach heutiger Lesart zur Gebietsgruppe außerhalb der in der Machbarkeitsstudie vorgestellten Grundwasseraufspiegelung gehören und daher hier nicht weiter zu betrachten sind. Diese zusätzlichen Waldgebiete waren Gegenstand der Beratungen der Arbeitsgruppe 2 des Runden Tisches.

Abbildung 1-3: Betrachtungsraum und zusätzliche Flächen im Datensatz der NW-FVA



Quelle: Hessen-Forst, PG Grundwasser, Ausschnitt aus dem Lageplan in Anlage 3

Die Bezugsfläche der Daten der NW-FVA beträgt somit 5.803 ha gegenüber dem eigentlichen Betrachtungsraum von 5.314 ha. Soweit aus den Datensätzen ersichtlich und im Einzelfall sinnvoll wurden für die hier vorgenommenen Überlegungen Flächenkorrekturen vorgenommen, um hieraus erwachsende Ungenauigkeiten der aggregierten Daten zu minimieren. In der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit war zwar kein kompletter einzelbestandsweiser Abgleich möglich um den Datensatz zu bereinigen, wir gehen aber davon aus, dass die verbleibenden Ungenauigkeiten bezogen auf die Gesamtfläche des Betrachtungsraums gering sind und die sich ergebenden Trends nicht beeinflussen. Eine einzelbestandsweise Korrektur könnte und sollte bei einer zukünftigen Fortschreibung der Modellrechnungen Berücksichtigung finden.

1.3. Betrachtungszeitraum

Die im Rahmen dieser Studie zu untersuchenden Maßnahmen und Prozesse haben eine maßgebliche zeitliche Komponente. Als Betrachtungszeitraum wurde in Abstimmung mit Hessen-Forst ein Zeitraum von 96 Jahren ab Beginn der Aufspiegelung vereinbart. Dieser Zeithorizont wurde bereits für die Machbarkeitsstudie von der NW FWA simuliert. Der Zeitraum beruht auf der Erwartung dass sämtliche Bestände bis dahin verjüngt und über 30 Jahre gesichert wurden. Hessen-Forst geht davon aus, dass im Anschluss an diesen Zeitraum die betrachteten Wälder mit einem "normalen" forstlichen Aufwand bewirtschaftet werden können, d.h. dass der Aufwand mit anderen von Hessen-Forst betreuten Wäldern vergleichbar ist und zukünftig keine weiteren forstseitigen Zusatzaufwendungen entstehen werden.

Über diesen Betrachtungszeitraum hinaus war eine sinnvolle Anpassung an die Zeitpunkte der erforderlichen Ersatzinvestitionen erforderlich, um eine nicht zutreffende Aggregation von Teilbeträgen nach 96 Jahren ebenso zu vermeiden wie ein vollständigen Ausblenden dieser Ersatzinvestitionen. Aus diesem Grund wurde die Zeitreihe bis zu dem Zeitpunkt verlängert, in dem jeder nach 96 Jahren noch laufenden Ersatzinvestitionszeiträume abgeschlossen ist. Dies führte zu einem Endpunkt der Zeitskala nach 120 Jahren.

Grundsätzlich ist die Grundwasseraufspiegelung zugunsten des Waldes inklusive der begleitenden Schutzmaßnahmen eine Daueraufgabe, die nach Beginn und bei zu unterstellender Beibehaltung der derzeitigen Randbedingungen im Hessischen Ried nur unter Inkaufnahme eines erneuten Verlusts des Grundwasseranschlusses wieder eingestellt werden könnte.

1.4. Klimatischer Hintergrund

Im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise des Klimarisikos und gleichzeitiger Kompatibilität mit den Berechnungen der NW-FVA wird für die Betrachtung der zukünftigen Entwicklung das Klimaszenario Wettreg A1B in der trockenen Varianten (A1Bt) zugrunde gelegt, welches für die kommenden Jahrzehnte höhere Temperaturen und, mit einer etwa 40-jährigen Zeitverzögerung, eine Umverteilung der Niederschläge (höhere Winterniederschläge, niedrigere Sommerniederschläge) prognostiziert, verbunden mit einer Verlängerung der thermischen Vegetationsperiode und einer Erhöhung der Verdunstung im Sommer [HLU 2013b]. Das Klimaszenario A1Bt stellt in der in [NWF 2013b] berücksichtigten Auswahl das für den Wald ungünstigste Szenario dar und mag daher als "Worst Case" bezogen auf die klimatischen Randbedingungen angesehen werden.

Alle anderen in [NWF 2013b] betrachteten Klimaszenarien (heutiges Referenzklima und feuchte Variante des Klimaszenarios, A1Bf) sind gegenüber Wald milder, weil mit einer günstigeren Niederschlagsverteilung verbunden. In [NWF 2013b] zeigten die Modellrechnungen gegenüber dem Status Quo 2007 sowohl für das Referenzklima als auch für das feuchte Klimaszenario A1Bf grundsätzlich positive Entwicklungen der modellierten Waldentwicklungen, die durch eine zusätzliche Grundwasseraufspiegelung zwar noch gesteigert werden könnten, die aber nicht auf eine Notwendigkeit einer Grundwasseraufspiegelung schließen lassen. Sie sind daher nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

1.5. Szenarien

Zu betrachten waren grundsätzlich zwei Szenarien bezüglich der grundwasserabhängigen Randbedingungen:

1. Aufspiegelungsszenario ("GW+"):

Die in der Machbarkeitsstudie zur Aufspiegelung des Grundwasserleiters des Büros BGS beschriebenen Maßnahmen zur Grundwasseraufspiegelung zugunsten der dort beschriebenen Waldbereiche werden erfolgreich umgesetzt, d.h. die beschriebenen Aufspiegelungsziele werden erreicht und im Rahmen einer Steuerung des Systems aufrechterhalten. Die Maßnahmen zugunsten des Waldes ziehen außerhalb weitere Maßnahmen zum Schutz von Siedlungsflächen und landwirtschaftlichen Flächen nach sich. Durch waldbauliche Maßnahmen wird die verbesserte Grundwassersituation genutzt, um den Wald zu erhalten und geschädigte Flächen zu „revitalisieren“. Dabei handelt es sich um waldbauliche Regeln für Baumartenwahl, Bestandespflege und Endnutzung, die dem Szenario GW+ fest zugeordnet sind.

2. Waldumbauszenario ("GW0"):

Die Grundwasseraufspiegelung wird NICHT umgesetzt, die Grundwasserbewirtschaftung erfolgt auch weiterhin im Rahmen des bestehenden Bewirtschaftungsplans. Der dauerhafte Grundwasseranschluss der betroffenen Wälder wird nicht wiederhergestellt, stattdessen werden die Wälder durch waldbauliche Maßnahmen sukzessive den heutigen örtlichen Bedingungen (Grundwasserferne) und den sich im Rahmen des Klimawandels verändernden Klimafaktoren angepasst. Die spezifischen waldbaulichen Regeln für Baumartenwahl, Bestandespflege und Endnutzung sind dem Szenario GW0 fest zugeordnet.

Im Rahmen der Studie konnten nur die vorgesehenen Endzustände beider Szenarien sinnvoll miteinander verglichen werden. Zwischenzustände (z.B. Waldbestände mit hohem Totholzanteil und ihre Bedeutung für die Biodiversität in den Übergangszeiträumen) oder Zwischenlösungen (Aufspiegelung nur in Teilbereichen) und der Vergleich unter verschiedenen Klimaszenarien entziehen sich aus zeitlichen und budgetären Gründen der Betrachtung.

2. Ökobilanz

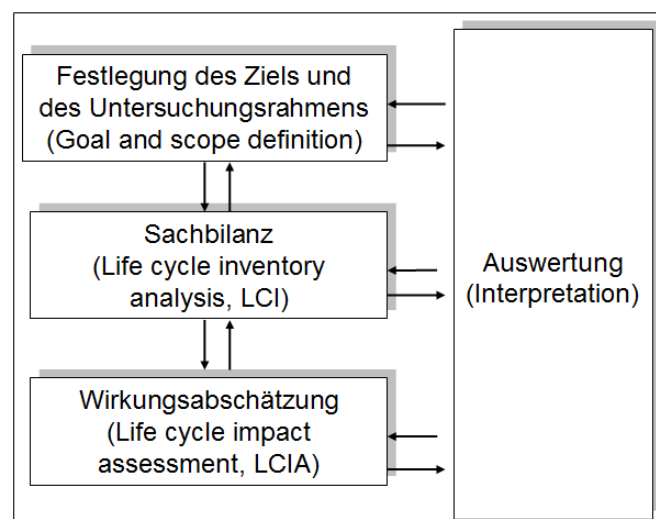
2.1. Überblick zum methodischen Rahmen

Die Methode der Ökobilanz ist seit Mitte der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts standardisiert¹. Das Grundprinzip einer Ökobilanz besteht darin, die betrachteten Systeme entlang des gesamten Lebenswegs und mit Blick auf alle potenziell relevanten Umweltauswirkungen zu untersuchen. Aus diesem Grund sind Ökobilanzen sehr datenintensive Methoden, wobei für die praktische Durchführung leistungsfähige Software-Pakete² zur Verfügung stehen. In diesen Programmen sind auch Grundlagendaten enthalten, die beispielsweise Durchschnittsdaten zur Bereitstellung von Basismaterialien (Stahl, Zement, Kies, Sand, Kunststoffe etc.), Energieträgern (Treib- und Brennstoffe, Elektrizität) und Transportleistungen umfassen³.

Ökobilanzen wurden bislang praktisch ausschließlich für Produkte oder produktbezogene Dienstleistungen durchgeführt⁴, bei denen ein mehr oder weniger eindimensionaler Systemnutzen als funktionelle Einheit (das ist die zentrale Bezugsgröße einer Ökobilanz) definiert werden kann, also beispielsweise bei Getränkeverpackungen der sichere Transport einer festgelegten Getränkemenge vom Abfüller zum Verbraucher oder das Waschen eines festgelegten Wäschepostens. Die Anwendung von Ökobilanzen bei komplexen Systemen erfordert demgegenüber eine wesentliche und inhaltlich anspruchsvolle methodische Erweiterung: bei der funktionellen Einheit tritt mit dieser Erweiterung anstelle einer eindimensionalen Bezugsgröße ein Bündel an Nutzenfunktionen, vgl. hierzu ausführlich Kapitel 4 dieses Berichts.

Bei der Ökobilanz handelt es sich um eine systematische, lebenswegübergreifende Methode, mit der die umweltseitigen Auswirkungen von Produkten und Prozessen in vier Teilschritten erfasst und analysiert werden (siehe auch Abbildung 2-1).

Abbildung 2-1: Die vier Teilschritte einer Ökobilanz. Doppelpfeile stehen für ein iteratives Vorgehen



Quelle: DIN EN ISO Norm 14040:2009

¹ DIN EN ISO 14040:2009 und DIN EN ISO 14044:2006

² Bspw. Umberto, Simapro, Gabi

³ Insbesondere Ecoinvent Version 3.1, www.ecoinvent.ch

⁴ Siehe insbesondere Klöpffer und Grahl 2012 [Klö 2012]

In den nachstehenden Abschnitten werden die zur Durchführung dieser Teilschritte erforderlichen methodischen Festlegungen sowie die Datengrundlagen erläutert und begründet.

2.2. Methodische Festlegungen und Datengrundlagen

2.2.1. Zielfestlegung und Untersuchungsrahmen

Die grundlegende Zielsetzung der durchgeführten Ökobilanz besteht darin, die beiden eingangs genannten Szenarien (also das Aufspiegelungsszenario "GW+" und das Waldumbauszenario "GW0") gegenüberzustellen. Zielgruppen der Ökobilanz sind die am Runden Tisch versammelten Akteure. Die Ergebnisse der Ökobilanz sind dazu vorgesehen, die Mitglieder des Runden Tisches zu informieren und in ihrer Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Gegenstand dieses Vergleichs sind somit die zur Realisierung dieser Szenarien erforderlichen Aufwendungen, sofern diese mit Blick auf umweltrelevante Stoff- und Energieflüsse relevant sind. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung umfasst daher das in der Ökobilanz betrachtete System über den in Kap. 1.1 beschriebenen Betrachtungsraum hinausgehend zusätzlich folgende Teilsysteme:

- Für das Aufspiegelungsszenario sind dies Bau, ggf. Ertüchtigung und Betrieb der dafür erforderlichen (technischen) Teilsysteme Erweiterung Wasserwerk Biebesheim, Rohrleitungen und Infiltrationsorgane, Brunnen und Pumpen für den Siedlungsschutz sowie Grabenausbau und Pumpwerk zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen. Darüber hinaus werden im Aufspiegelungsszenario waldbauliche Maßnahmen ergriffen.
- Beim Waldumbauszenario beschränken sich demgegenüber die erforderlichen technischen Teilsysteme auf waldbauliche Maßnahmen, da wasserbaulich keine Maßnahmen ergriffen werden.

2.2.2. Funktionelle Einheit

Allgemein dient nach DIN EN ISO 14040:2009 die funktionelle Einheit dazu, einen quantifizierten Bezug zu schaffen, auf den die Input- und Outputflüsse in der Ökobilanz bezogen werden. Die funktionelle Einheit legt daher die Quantifizierung der betrachteten Funktionen fest im Sinn von Leistungskennwerten, sie muss daher eindeutig definiert und messbar sein. Für alle untersuchten Szenarien sollten diese Funktionen gleich sein, Abweichungen müssen entsprechend erläutert werden.

Für die vorliegende Studie wurde die funktionelle Einheit wie folgt definiert:

"Nachhaltige Verbesserung des Waldzustands im Hessischen Ried"

Tatsächlich unterscheiden sich die hier untersuchten Szenarien in ihren Nutzenfunktionen; eine eingehende Darstellung zu den einzelnen Funktionen und den jeweiligen Leistungskennwerten erfolgt in Kap. 4 dieses Berichts.

2.2.3. Systemgrenze und Abschneidekriterien

Im Grundsatz wird in einer Ökobilanz der gesamte Lebensweg des untersuchten Systems betrachtet, beginnend mit der Entnahme von Rohstoffen und endend mit der Entsorgung von Abfällen und Reststoffen. Aus Gründen der Handhabbarkeit und in Anbetracht der zur Verfügung stehenden Datenbasis müssen allerdings in der Regel Vereinfachungen getroffen und dazu

sogenannte Abschneidekriterien definiert werden. Konkret werden in dieser Ökobilanz die nachstehenden Lebenswegabschnitte der in Abschnitt 2.2.1 festgelegten Teilsysteme betrachtet:

- Rohstoffentnahme (also zum Beispiel Kies, Sand, Kalkstein zur Herstellung von Zement und Beton, Erdöl für Kunststoffrohre, Eisen und andere Metalle für Stahl etc.);
- Herstellung der (Bau-)Produkte und Halbzeuge, wie bspw. Stahlbetonrohre, Kunststoffrohre, Pumpen etc.;
- Bauprozesse (wie der Maschineneinsatz zum Bohren oder zur Vertiefung von Gräben);
- Betrieb bspw. von Pumpwerken und Pumpen einschließlich der Bereitstellung der dafür erforderlichen Energieträger (hier insbesondere die Vorkette elektrische Energie aus dem Stromnetz);
- Unterhalt bzw. Re-Investitionen der diversen Einrichtungen.

Ferner wurden unter Heranziehen von pauschalen Annahmen auch die mannigfaltigen Transportprozesse auf den verschiedenen Material-, Komponenten- und Bauteil-Ebenen mit berücksichtigt, wiederum einschließlich der Vorketten an Treibstoffen.

Nicht berücksichtigt wurde hingegen der etwaige Abbruch sowie die Entsorgung der untersuchten Teilsysteme; erfahrungsgemäß nimmt dieser Lebenswegabschnitt bei den meisten der berücksichtigten Wirkungsindikatoren im Vergleich zu den anderen Lebenswegabschnitten einen eher geringen Teil an den gesamten Umweltauswirkungen ein.

Die waldbaulichen Aspekte werden in beiden Szenarien vereinfacht durch die Teilsysteme Maschineneinsatz und den Bau eines Wildschutzzauns für Neupflanzungen auf verwilderten/vergrasten Flächen repräsentiert.

2.2.4. Datengrundlagen

Für die vorliegende Studie wurden sowohl spezifische als auch allgemeine Daten verwendet. Für die für das Aufspiegelungsszenario erforderlichen Teilsysteme wurden Daten aus der Machbarkeitsstudie der BGS Umwelt, Angaben von Hessenwasser sowie Auslegungsabschätzungen von spezialisierten Baufirmen hinterlegt.

Der Einfluss der waldbaulichen Effekte auf die Gesamtökobilanz ist eher klein. Für die waldbaulichen Aspekte liegen Expertenangaben aus der forstwirtschaftlichen Praxis vor. Mangels spezifischer Daten aus dem Betrachtungsraum erfolgt die Parametrisierung dabei aufgrund von Analogieschlüssen und Erfahrungswerten, bezogen auf die Größe der betrachteten Waldflächen.

Maßgebliche Material- oder Energieflüsse in Zusammenhang mit waldbaulichen Maßnahmen sind

- Maschineneinsatz auf Kulturflächen
- Schutzmaßnahmen (Zäunung) gegen Wildverbiss
- Maschineneinsatz bei der Holzernte

Der Maschineneinsatz auf Kulturflächen wurde über die üblichen Maschinen- und deren Laufzeiten für Kulturvorbereitung und Pflege überwiegend stark verwilderter Flächen hergeleitet. Dieser Aufwand fällt ein Mal pro Umtriebszeit an, bzw. bei der Betrachtung einer anzustrebenden Dauerwaldstruktur auf allen von Hessen-Forst als zu kultivierende Flächen benannten Bestandesflächen nur einmal im Betrachtungszeitraum.

Mit der Zäunung gegen Wildverbiss geht eine übliche Maßnahme zum Schutz neuer Kulturen in die Bilanz ein. Es wird eine Zäunung pro Umtriebszeit berücksichtigt.

Der Einsatz der motormanuellen Aufarbeitung, des Harvestereinsatzes, bzw. des Rückens oder Vorlieferns von Ernteholz wird nicht aufgeführt. Aufgrund der geringen Erntevoluminaunterschiede zwischen den Szenarien, bzw. der Tatsache, dass ein eventuell leicht erhöhter Energieeinsatz für mehr Ernteholz bei Szenario GW+ über die leicht erhöhte Stückmasse innerhalb dieses Szenarios teilweise kompensiert werden würde, fallen eventuelle Unterschiede unterhalb relevanter Größenordnungen aus. Da der Unterschied zwischen den Szenarien in diesem Aspekt minimal ausfällt und in jedem Fall unterhalb beweisbarer Signifikanz liegt wurde der Maschineneinsatz bei der Holzernte daher vernachlässigt.

Darüber hinaus wurden alle Hintergrunddaten mit Hilfe der Ökobilanzsoftware umberto NXT Universal aus der Ökobilanzdatenbank ecoinvent, Version 3.01 entnommen. Die konkret herangezogenen Datensätze sind in Anlage 5 dokumentiert.

Der Flächenbezug wird über die Angaben von Hessen-Forst in Anlage 3 für Kulturmaßnahmen in "Wäldern mit akuten Strukturauflösungen" und "Wäldern mit dauerhaften Strukturbeeinträchtigungen" hergestellt.

Mit den Anforderungen an Daten und Datenqualität werden in allgemeiner Form die Merkmale der Daten festgelegt, die für die Durchführung der Ökobilanz benötigt werden. Nachstehend werden die in dieser Studie zugrunde gelegten Anforderungen zusammenfassend dargestellt; hierzu werden die nach ISO 14044:2009 (s. d. Abschnitt 4.2.3.6) empfohlenen Aspekte behandelt.

2.2.4.1. Zeitbezogener Erfassungsbereich

In dieser Studie sollten die einbezogenen allgemeinen Daten zu Vor- und Nachketten den aktuellen Stand der Technik sowie die derzeitigen energie- und abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen abbilden. Bezüglich der spezifischen Daten wurden Daten des Jahres 2010 erhoben und verwendet.

In Kapitel 1.3 dieser Studie wurde bereits der allgemeine Betrachtungszeitraum der Studie (96 Jahren ab Beginn der Aufspiegelung) beschrieben. Für derart lange Zeiträume liegen allgemein keine Projektionen von Hintergrunddaten für die Ökobilanz vor (etwa Beton- oder Stahlherstellung im Jahr 2070). Daher werden in dieser Ökobilanz grundsätzlich Hintergrunddaten hinterlegt, die die Situationen in den Jahren 2010 bis 2013 beschreiben. Eine Ausnahme von dieser grundsätzlichen Vorgehensweise wurde bezüglich der Daten zur Strombereitstellung vorgenommen: aufgrund des absehbar höheren Anteils erneuerbarer Energieträger für die Stromerzeugung in Deutschland wurde auf der Grundlage von Daten einer einschlägigen BMU-Leitstudie dieser Aspekt in einer Sensitivitätsanalyse abgebildet. Die betreffenden Ergebnisse sind jeweils mit „Strommix Zukunft“ gekennzeichnet.

2.2.4.2. Geographischer Erfassungsbereich

Während sich die spezifischen Daten in dieser Studie auf die Situation der einbezogenen Wälder im Hessischen Ried beziehen bilden die allgemeinen Daten die durchschnittlichen Randbedingungen in Deutschland (Stromnetz, Energievorketten) bzw. Europa (Materialvorketten) ab. Bei den aus der Datenbank ecoinvent 3.01 herangezogenen Datensätzen ist jeweils der geographische Bezug angegeben.

2.2.4.3. Technologischer Erfassungsbereich

Die erfassten spezifischen Daten spiegeln den Stand der Technik sowie die derzeitigen Rahmenbedingungen für die beschriebenen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen wider. Die aus Datenbanken verwendeten generischen Daten entsprechen einem mittleren Stand der Technik.

2.2.5. Zusammenfassende Bewertung der Datenqualität

Die im Rahmen dieser Ökobilanz erreichte Datenqualität kann nicht pauschal beziffert werden, da sie letztlich ein Ergebnis aus erstens der Repräsentativität und Belastbarkeit der Eingangsdaten und zweitens den getroffenen Annahmen und methodischen Vereinfachungen darstellt. Um auch in Abhängigkeit der Höhe der Beiträge zum Gesamtergebnisse die Datenqualität transparent darzustellen, wurde die erreichte Datenqualität in Abhängigkeit der einzelnen Bilanzobjekte beim Aufspiegelungsszenario wie folgt beschrieben:

Tabelle 2-1: Zusammenfassende Bewertung der Datenqualität

Szenario / Bilanzobjekt	Datenqualität
Infiltration – Investition	befriedigend
davon Kiesbohrlöcher	befriedigend
davon Rohrleitungen	befriedigend
Brunnen - Investition	gut
Brunnen - Betrieb; Strommix Gegenwart	ausreichend
Brunnen - Betrieb; Strommix Zukunft	ausreichend
Graben - Investition	ausreichend
Graben - Betrieb; Strommix Gegenwart	ausreichend
Graben - Betrieb; Strommix Zukunft	ausreichend
Wasserwerk - Investition	mangelhaft
Wasserwerk - Betrieb; Strommix Gegenwart	mangelhaft
Wasserwerk - Betrieb; Strommix Zukunft	mangelhaft
Wildschutzzaun	befriedigend
Maschineneinsatz zur Bestandsbegründung	ausreichend

Mit Blick auf die Belastbarkeit von Ergebnissen bedeutet dies, dass auch bei Bilanzobjekten für die die Datenqualität als ausreichend (oder besser) gekennzeichnet wird, erst Unterschiede ab 25% als signifikante Unterschiede abgesehen werden können.

2.2.6. Methode der Wirkungsabschätzung und Wirkungsindikatoren

Allgemein werden in der Phase Wirkungsabschätzung einer Ökobilanz die potenziellen Umweltauswirkungen auf der Basis der Ergebnisse der Sachbilanz ermittelt. Hierzu werden die Ergebnisse der Sachbilanz nach einer Klassifizierung mit spezifischen Charakterisierungsfaktoren verknüpft, um die resultierenden potenziellen Umweltauswirkungen zu berechnen. Das erarbeitet

Bilanzmodell erlaubt es im Grundsatz, sehr viele Wirkungsindikatoren zu berechnen. In Anbetracht der erreichten (bzw. überhaupt bei einem Planungsobjekt erreichbaren) Datenqualität wurden auf der Grundlage einer Diskussion mit dem Runden Tisch folgende Wirkungsindikatoren zur Abbildung der potenziellen Umweltauswirkungen zur Auswertung festgelegt (Abkürzungen und Bezugseinheiten jeweils in Klammern):

- Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP; kg CO₂-eq)
- Rohstoffentnahme Wasser (Water Depletion; m³)
- Landnutzungsänderung (Natural Land Transformation; m²)
- Rohstoffentnahme fossile Rohstoffe (Fossil Depletion; kg oil-eq)
- Rohstoffentnahme Metalle (Metal Depletion; kg Fe-eq)

Daneben wurde als aggregierte Sachbilanzgröße der Kumulierte Energieaufwand (KEA; MJ) mit ausgewertet, dieser Summenwert umfasst die primärenergetisch bewertete Nutzung aller nicht-erneuerbaren Energieträger.

2.2.7. Kritische Prüfung

Allgemein ist die kritische Prüfung von Ökobilanzen nicht verbindlich; nach den Anforderungen der DIN EN ISO 14040 / 14044 ist die kritische Prüfung einer Ökobilanz allerdings dann obligatorisch, wenn Ökobilanz-Studien als Grundlage für zur Veröffentlichung vorgesehene vergleichende Aussagen bestimmt sind. Wie bereits in Abschnitt 2.2.1 dargestellt wurde, ist diese Ökobilanz zur internen Entscheidungsunterstützung des Runden Tisch, aber nicht für die allgemeine Öffentlichkeit bestimmt. Insofern wurde die Ökobilanz ausschließlich einer internen kritischen Prüfung unterzogen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass für eine Veröffentlichung der Studie zur Erhaltung der Normkonformität eine externe kritische Prüfung erforderlich wäre.

2.3. Ergebnisse

In den nachstehenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Ökobilanz für die beiden Szenarien getrennt dargestellt. Anschließend erfolgt eine Ableitung der Unterschiede in der Senkenfunktion für Kohlendioxid zwischen den beiden Szenarien.

2.3.1. Aufspiegelungsszenario (GW+)

Das Ergebnis der Ökobilanz für die Aufspiegelungs-Infrastruktur ist in der nachstehenden Tabelle 2-1 zusammengefasst. Für alle der hier betrachteten Wirkungsindikatoren sowie die ausgewertete Sachbilanzgröße KEA zeigt sich, dass nur wenige Teilmodule des Szenarios das Gesamtergebnis signifikant bestimmen; konkret sind dies:

- der Bau der Kiesbohrlöcher für die Infiltrationsorgane und
- der Ausbau des Wasserwerks.

Mit Blick auf die Belastbarkeit des Ergebnisses muss angemerkt werden, dass der Ausbau des Wasserwerks im Rahmen dieser Studie auf einer einfachen Schätzung aus Analogieschlüssen zu anderen Wasseraufbereitungsanlagen beruht und daher der korrespondierende Ergebniswert nur eingeschränkt belastbar ist. Genauere spezifische Daten über den Umfang des Anlagenausbaus bei einer Erweiterung des Wasserwerks Biebesheim konnten nicht zur Verfügung gestellt werden.

Unabhängig davon wird aber deutlich, dass die Errichtung der erforderlichen Infrastrukturen die gesamten Umweltauswirkungen dominiert; demgegenüber ist der Betrieb dieser Einrichtungen und dabei die Frage, ob der hierfür erforderliche Bedarf an elektrischer Energie aus dem Stromnetz der heutigen Struktur bzw. mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energieträgern bereitgestellt wird, von vergleichsweise geringer Bedeutung.

Die aus der Ökobilanz errechneten Daten für die Aufspiegelungs-Infrastruktur lassen sich besser einordnen wenn sie an einem Vergleichsprojekt gespiegelt werden können. Das hier herangezogene Beispiel "Kommunale Kläranlage" stellt eine Kläranlage für ca. 250.000 Einwohner dar. Eine solche Kläranlage würde in der Erstinvestition etwa 50 - 60 Mio. € kosten. In der ökobilanziellen Betrachtung wird die Kläranlage 3 mal erneuert und über 96 Jahre betrieben.

Die ökologischen Aufwendungen für die kommunale Kläranlage liegen für kumulierten Energiebedarf, Treibhausgaspotenzial und Verbrauch fossiler Rohstoffe zwischen 20 und 30 % der Werte für die Grundwasseraufspiegelung, der Wasserverbrauch bei 43 % und der Metallverbrauch bei 70 %. Die ökobilanziellen Lasten einer Grundwasseraufspiegelung wären also je nach Indikator zwischen 1,5 und 5 mal höher als die der betrachteten Kläranlage. Durch die Kläranlage induzierte Landnutzungsänderungen liegen sogar nur bei 4 % des Aufwands für die Grundwasseraufspiegelung.

Tabelle 2-2: Zusammenfassendes Ergebnis der Ökobilanz für die Aufspiegelungs-Infrastruktur (Szenario GW+)

	KEA nicht erneuerbar [MJ- Eq]	GWP [kg CO2-Eq]	water depletion [m3]	natural land transformation [m2]	fossil depletion [kg oil-Eq]	metal depletion [kg Fe-Eq]	Daten- qualität
Infiltration - Investition	9,16E+09	6,54E+08	6,85E+05	1,70E+05	2,01E+08	8,95E+07	58% befried.
davon Kiesbohrlöcher	9,06E+09	6,47E+08	6,47E+05	1,69E+05	1,99E+08	8,68E+07	97% befried.
davon Rohrleitungen	9,25E+07	7,35E+06	3,83E+04	1,07E+03	1,90E+06	2,74E+06	3% befried.
Brunnen - Investition	4,13E+07	1,52E+06	1,68E+03	1,97E+02	8,73E+05	1,16E+05	0% gut
Brunnen - Betrieb; Strommix Gegenwart	6,58E+07	3,98E+06	4,06E+04	3,22E+02	1,06E+06	1,59E+05	0% ausreichend.
Brunnen - Betrieb; Strommix Zukunft	3,68E+07	2,59E+06	5,35E+04	4,13E+02	7,48E+05	2,16E+05	0% ausreichend.
Graben - Investition	1,71E+07	8,70E+05	9,85E+02	3,61E+02	3,75E+05	7,72E+04	0% befried.
Graben - Betrieb; Strommix Gegenwart	2,02E+08	1,22E+07	1,25E+05	9,87E+02	3,24E+06	4,86E+05	0% ausreichend.
Graben - Betrieb; Strommix Zukunft	1,13E+08	7,93E+06	1,64E+05	1,27E+03	2,29E+06	6,63E+05	0% ausreichend.
Wasserwerk - Investition	4,61E+09	5,89E+08	1,13E+06	4,28E+05	9,81E+07	5,65E+07	36% mangelh.
Wasserwerk - Betrieb; Strommix Gegenwart	7,94E+06	7,94E+06	7,94E+06	7,94E+06	7,94E+06	7,94E+06	5% mangelh.
Wasserwerk - Betrieb; Strommix Zukunft	7,66E+06	4,51E+05	2,16E+03	9,17E+01	1,53E+05	6,92E+04	0% mangelh.
Summe; Strommix Gegenwart	1,41E+10	1,27E+09	9,92E+06	8,54E+06	3,13E+08	1,55E+08	100%
Summe; Strommix Zukunft	1,40E+10	1,26E+09	2,04E+06	6,01E+05	3,04E+08	1,47E+08	100%
Vergleichsobjekte							
KEA nicht erneuerbar [MJ- Eq]							
Herstellung Kläranlage (Kapaz. 10 Mio m³/a)	2,94E+09	3,41E+08	7,17E+05	2,43E+04	6,25E+07	1,00E+08	ausreich.
Betrieb Kläranlage (10 Mio m³ Abwasser/a)	1,88E+08	1,92E+07	1,64E+05	1,40E+03	3,73E+06	3,01E+06	ausreich.
Verhältnis Kläranlage/Aufspiegelung	22%	29%	43%	4%	22%	70%	

Quelle: eigene Berechnungen

Eine Aufgliederung der waldbaulichen Maßnahmen und deren Vorketten im Sinn einer Ökobilanz war auf Basis der verfügbaren Informationen im Rahmen der anzustellenden Betrachtungen nicht möglich. Um die waldbaulichen Aspekte dennoch abbilden und bezüglich ihre Relevanz für die Gesamtökobilanz abschätzen zu können wurde hilfsweise in einem vereinfachten Ansatz die Bestandsbegründung unter Einsatz von Maschinen und Zäunung gegen Wildverbiss betrachtet.

Der Maschineneinsatz für die Bestandsbegründung wurde dabei zu einmalig 6,5 Stunden pro Hektar geschätzt. Die einmalige Errichtung eines Wildschutzzauns zum Schutz von Neupflanzungen wurde mit 400 Metern Länge pro ha überschlagen.

Für die Projektion auf die Fläche der betroffenen Wälder wurde auf Angaben von Hessen-Forst zurückgegriffen. Hessen-Forst unterscheidet in der in Anlage 3 dokumentierten Herleitung der Waldsanierungskosten bezüglich der erforderlichen Maßnahmen zwischen "Wäldern mit akuten Strukturauflösungen" und "Wäldern mit dauerhaften Strukturbeeinträchtigungen", die im Szenario GW0 entweder zur Gänze oder zu erheblichen Teilen "untergehen" und daher neu begründet werden müssen. In Summe betrifft diese Einstufung im Szenario GW0 für die Wälder der Machbarkeitsstudie (GG8, La4, La5) eine Fläche von 4.259 ha. Im Szenario GW+ fällt die Kategorie "Flächen mit dauerhaften Strukturbeeinträchtigungen" heraus, hierdurch bleiben in Summe 2.730 ha.

Tabelle 2-3 zeigt das Ergebnis der Ökobilanz für diese Betrachtung.

Tabelle 2-3: Zusammenfassendes Ergebnis: Bestandsbegründung im Szenario GW+

Bestandsneubegründung	KEA nicht erneuerbar [MJ- Eq]		GWP [kg CO ₂ -Eq]		water depletion [m ³]		natural land transformation [m ²]		fossil depletion [kg oil-Eq]		metal depletion [kg Fe-Eq]	
Wildschutzzaun (pro ha)	4,44E+04	93%	4,60E+03	95%	1,79E+01	99%	5,30E-01	88%	9,50E+02	92%	2,12E+03	100%
Maschineneinsatz (pro ha)	3,54E+03	7%	2,35E+02	5%	1,10E-01	1%	7,00E-02	12%	7,84E+01	8%	8,54E+00	0%
Summe	4,80E+04	100%	4,84E+03	100%	1,80E+01	100%	6,00E-01	100%	1,03E+03	100%	2,13E+03	100%
Bezogen auf 2730 ha (GW+)	1,31E+08		1,32E+07		4,91E+04		1,64E+03		2,81E+06		5,80E+06	
im Vergleich zur Ökobilanz Aufspiegelungs- Infrastruktur	0,93%		1,04%		0,49%		0,02%		0,90%		3,75%	

Quelle: eigene Berechnungen

Es wird deutlich, dass das Ergebnis wesentlich durch den Bau von Wildschutzzäunen bestimmt wird, der Maschineneinsatz ist demgegenüber von geringer bis vernachlässigbarer Bedeutung.

Der Vergleich mit den Werten der Aufspiegelungs-Infrastruktur (s.a. Tabelle 2-2) zeigt, dass die Ökobilanzparameter für die waldbaulichen Maßnahmen nur einen kleinen Bruchteil (je nach betrachtetem Parameter zwischen 3,75 % und 0,02 %) der gleichen Parameter für die Maßnahmen zur Grundwasseraufspiegelung darstellen. Für die Gesamtökobilanz sind solch kleine Beiträge nicht signifikant.

Die Ökobilanz der Gesamtmaßnahme im Szenario GW+ ist demzufolge nahezu ausschließlich von den Investitionen in die Infiltrationsanlagen (Kiesbohrsäulen, Leitungsbau) und von der Wasseraufbereitungsanlage geprägt.

2.3.2. Waldumbauszenario (GW0)

In der nachstehenden Tabelle sind die Ökobilanzergebnisse für Bestandsbegründungen im Szenario GW0 dargestellt. der Ansatz ist der gleiche wie im Szenario GW+. Ohne Grundwasseraufspiegelung wird dabei davon ausgegangen, dass die "Wäldern mit akuten Strukturauflösungen" und die "Wälder mit dauerhaften Strukturbeeinträchtigungen" der Waldgebiete GG8, La4 und La5 neu begründet werden müssen. In Summe betrifft diese Einstufung im Szenario GW0 eine Fläche von 4.259 ha.

Tabelle 2-4 zeigt das Ergebnis der Ökobilanz für diese Betrachtung.

Tabelle 2-4: Zusammenfassendes Ergebnis: Bestandsbegründung im Szenario GW0

Bestandsneubegründung	KEA nicht erneuerbar [MJ- Eq]		GWP [kg CO2-Eq]		water depletion [m3]		natural land transformation [m2]		fossil depletion [kg oil-Eq]		metal depletion [kg Fe-Eq]	
Wildschutzzaun (pro ha)	4,44E+04	93%	4,60E+03	95%	1,79E+01	99%	5,30E-01	88%	9,50E+02	92%	2,12E+03	100%
Maschineneinsatz (pro ha)	3,54E+03	7%	2,35E+02	5%	1,10E-01	1%	7,00E-02	12%	7,84E+01	8%	8,54E+00	0%
Summe	4,80E+04	100%	4,84E+03	100%	1,80E+01	100%	6,00E-01	100%	1,03E+03	100%	2,13E+03	100%
Bezogen auf 4259 ha (GW+)	2,04E+08		2,06E+07		7,66E+04		2,56E+03		4,38E+06		9,06E+06	
im Vergleich zur Ökobilanz Aufspiegelungs- Infrastruktur	1,45%		1,62%		0,77%		0,03%		1,40%		5,85%	

Quelle: eigene Berechnungen

Im Vergleich zum Szenario GW+ sind demzufolge mit der Neubegründung von Kulturen im Szenario GW0 keine relevanten ökobilanziellen Lasten verbunden.

2.3.3. Senkenfunktion für Kohlendioxid

In den beiden vorangegangenen Abschnitten wurden jeweils die ökobilanziell relevanten Aufwendungen für die beiden untersuchten Szenarien dargestellt. Daneben unterscheiden sich die Szenarien auch in ihren Nutzenfunktionen. Bezogen auf den Klimanutzen durch Aufnahme von Kohlendioxid und die Senkenfunktion des Waldes können die oben dargestellten Aufwendungen in Bezug zu den Treibhausgasemissionen ("GWP") unmittelbar dem Nutzen quantitativ gegenübergestellt werden.

Das Potenzial zur Speicherung von Kohlendioxid zur Darstellung der Senkenfunktion ergibt sich dabei näherungsweise aus der Gesamtwuchsleistung im Betrachtungsraum, bezogen auf die Anteile der einzelnen Baumarten, ihre Holzdichte und den im Holz enthaltenen Kohlenstoff.

Für diese Berechnung muss die Gesamtwuchsleistung nach Baumarten differenziert betrachtet werden, da sich diese signifikant nach der spezifischen Trockenmasse unterscheiden, aus der wiederum auf das gebundene Kohlendioxid zurückzurechnen ist. Weitgehend baumartenunspezifisch ist der gespeicherte Kohlenstoffanteil im Holz, er beträgt ca. 50% bezogen auf die Trockenmasse des Holzes. Stöchiometrisch kann dann die damit korrespondierende Menge an Kohlendioxid abgeleitet werden. Die gesamte Herleitung unter Berücksichtigung der Baumartenzusammensetzung ist in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2-5: Quantifizierung der Senkenfunktion für Kohlendioxid für die Szenarien GW0 und GW+

	Szenario		Differenz	Anmerkung
	GW0	GW+		
Gesamtwuchsleistung	5,86E+06 Vfm	6,02E+06 Vfm	1,60E+05 Vfm	
Anteil nach Baumarten-zusammensetzung			kg atro / FMO	
Kiefer	32,0%	28,8%	570	
Eiche	13,4%	14,7%	741	
Roteiche	4,5%	5,3%	741	Annahme: wie Eiche
Buche	34,2%	38,0%	707	Annahme: Rotbuche
Edellaubholz	13,6%	10,3%	755	Annahme: Esche
Douglasie	1,4%	1,3%	475	Annahme: wie Fichte/Tanne
Weichholz	0,9%	1,2%	445	Annahme: wie Linde
Fichte	0,0%	0,4%	475	
Kontrollsumme	100,0%	100,0%		
Gesamtgewicht atro	3,93E+09 kg	4,05E+09 kg	1,19E+08 kg	
Anteil C (50%)	1,96E+09 kg	2,02E+09 kg	5,97E+07 kg	
CO₂-Aufnahme	7,20E+09 kg	7,42E+09 kg	2,19E+08 kg	

Quelle: Baumartenzusammensetzung nach Daten der NW-FVA

Durch den Zuwachs an Holz wird Kohlendioxid der Atmosphäre entzogen. Der Unterschied zwischen den Szenarien GW0 und GW+ von 2,19 E+08 kg (oder ca. 220.000 t) beschreibt hier die durch das Szenario GW+ zusätzlich erreichbare Kohlendioxidbindung. Setzt man den Unterschied zwischen den Szenarien aber in Beziehung zum Treibhausgaspotenzial für die Grundwasseraufspiegelung (1,27E+09 kg oder 1.270.000 t, s. Tabelle 2-2, Parameter "GWP") so wird deutlich, dass der Nutzen durch die höhere CO₂-Aufnahme lediglich rund 17% des Aufwands ausmacht. Umgekehrt wird im Vergleich zum Nutzen im Szenario GW+ mehr als das Fünffache (rd. 1,05 Mio. t) an CO₂ emittiert als in der Wald-Biomasse festgelegt wird.

Das Szenario GW+ ist also hinsichtlich des Treibhausgaspotenzials als Emittent, nicht als Senke anzusehen.

Auf eine zusätzliche Betrachtung des Holznutzung wurde vor diesem Hintergrund verzichtet. Eine Verbesserung der Klimabilanz wäre hieraus auch nicht abzuleiten: Ein energetischer Nutzenanteil wäre als CO₂-Freisetzung von der CO₂-Aufnahme abzuziehen, und auch ein stofflicher Nutzenanteil würde über den Kaskadeneffekt (energetische nach vorheriger stofflicher Nutzung) zeitverzögert zu einer CO₂-Freisetzung führen. Auf der andern Seite spart der energetische Einsatz von Holz die Freisetzung von fossilem CO₂ in gleicher Größe ein. Beide Effekte heben sich auf: der energetische Nutzen von Holz ist klimaneutral, der Nutzen-Anteil der Gesamtwuchsleistung trägt aber zu einer langfristigen Bindung von CO₂ nicht bei. Der Nutzenanteil macht überschlägig etwa die Hälfte der Gesamtwuchsleistung aus (s. z. B. Tabelle 4-2 in Kapitel 4.2), würde also den positiven Effekt der CO₂-Aufnahme in etwa halbieren.

3. Kostenanalyse

3.1. Methodik

3.1.1. Informationsquellen

Kostenseitig liegen folgende spezifische Informationsquellen zu den erforderlichen Investitionen und Betriebskosten vor:

BGS Umwelt: "Runder Tisch - Wälder im Hessischen Ried" Massenansätze, Kostenschätzungen, Stand Juni 2014 (s. a. Anlage 4)

Zu den Kompartimenten

- Wasseraufbereitungsanlage,
- Infiltrationsanlagen (Infiltrationsorgane und Zuleitungen),
- Siedlungsschutz (Absenkbrunnen inkl. Pumpen, Rohrleitungen) und
- Landwirtschaftsschutz (Grabenertüchtigung und Pumpwerk aus dem Teilprojekt Gernsheimer Wald, hochgerechnet (vereinfacht als Faktor 3) auf die beiden anderen Waldgebiete Jägersburger und Lorscher Wald)

sind Erstinvestitionskosten und Betriebskosten definiert. Außerdem sind typische Nutzungsdauern definiert, an deren Ende jeweils eine Ersatzinvestition erforderlich wird.

Die Zusammenstellung präzisiert und dokumentiert die Kostenschätzungen aus der Machbarkeitsstudie [BGS 2011], repräsentiert mithin i. W. ein in 2010 dokumentiertes Preisniveau. Ausnahme ist die Wasseraufbereitungsanlage, die bereits per Index auf das Preisniveau 2014 hochgerechnet wurde, Für die Kostenanalyse wurden sämtliche Zahlen daher ebenfalls auf den Gegenwartswert 2014 umgerechnet.

Ergänzt werden diese Informationen durch die im Bericht der Arbeitsgruppe 1 ("Gernsheimer Wald", s. [RT 2014]) zusammengetragenen Informationen, insbesondere zur Anzahl der erforderlichen Infiltrationsorgane (Kiesbohrlöcher).

Für das "Aufspiegelungsszenario" GW+ sind diese Kosten relevant, für das "Waldumbauszenario" GW0 hingegen nicht.

Hessen-Forst: "Runder Tisch im hessischen Ried" Herleitung der Waldumbau- und Waldgestaltungskosten, Stand Mai 2014 (s. Anlage 3)

Zu den forstseitigen Kosten liegen Angaben von Hessen-Forst zu den Waldgebieten GG8 (Gernsheimer Wald), La5 (Jägersburger Wald) und La4 (Lorscher Wald) vor, die die Gesamtkosten und, als Teilmenge davon, die zusätzlichen Kosten im Vergleich zu einem "normalen" Forstbetrieb beschreiben, und zwar jeweils MIT Grundwasseraufspiegelung und OHNE Grundwasseraufspiegelung. Die Kostenangaben sind als Einmalzahlung und als jährliche Kosten für den Zeitraum über 96 Jahre dargestellt. Die jährlichen Kostenangaben werden als Basis benutzt, um die zum Waldumbau erforderlichen Mittelbedarfe hochrechnen zu können.

3.1.2. Vorgehensweise bei der Kostenbetrachtung

3.1.2.1. Nutzungsdauern

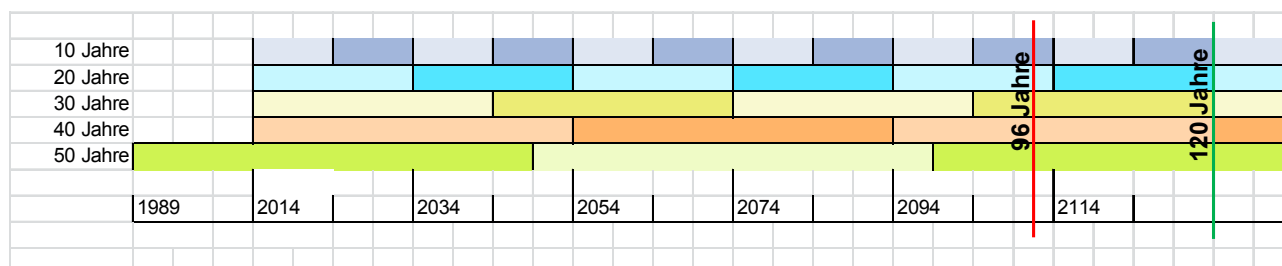
Auf der vorliegenden Grundlage können Betrachtungen angestellt werden, welche Kosten im Laufe des jeweiligen Betrachtungszeitraums anfallen werden. Neben der Erstinvestition und den laufenden Betriebskosten sind dabei auch Aufwendungen für Ersatzinvestitionen zu berücksichtigen, die je nach Bestandteil zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Betrachtungszeitraum anfallen. Die unterschiedlichen Nutzungsdauern sind in Tabelle 3-1 angegeben.

Tabelle 3-1: Nutzungsdauern der Komponenten der Aufspiegelungs-Infrastruktur

Komponenten	Teilkomponenten	Nutzungsdauer
Wasseraufbereitungsanlage	Mitnutzung bestehender Gebäude aus der Inbetriebnahme 1989 (Betriebsgebäude, Rheinwassereinlauf, zentrale Warte)	50 Jahre
	Neue Bauwerke und Anlagentechnik	30 Jahre
Infiltrationsanlagen	Leitungstrassen (Leitungen zu Infiltrationsorganen)	40 Jahre
	Infiltrationsorgane (Kiesbohrlöcher)	20 Jahre
Siedlungsschutz	Leitungstrassen (Leitungen von Absenkbrunnen)	40 Jahre
	Absenkbrunnen Siedlungsschutz	20 Jahre
Landwirtschaftsschutz	Drainagegräben	10 Jahre
	Pumpwerke	20 Jahre

Die Überlagerung unterschiedlicher Nutzungszeiträume führt dazu, dass während des Betrachtungszeitraums in Zeitintervallen von zehn, in Ausnahmefällen auch von fünf Jahren, Ersatzinvestitionen anfallen. Abbildung 3-1 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Nutzungsdauern.

Abbildung 3-1: Zusammenhänge der verschiedenen Nutzungszeiträume



1989 ist dabei das Jahr der Inbetriebnahme der Wasseraufbereitungsanlage Biebesheim. Da Teile der bestehenden Infrastruktur (i.e. Bauwerke mit einer Nutzungsdauer von ca. 50 Jahren) mitgenutzt werden können, diese aber ebenfalls mit Nutzungsdauern belegt sind und daher im Betrachtungszeitraum ersetzt werden, beginnt die Zeitreihe zu diesem Zeitpunkt. Der eigentliche Betrachtungszeitraum beginnt in der Darstellung mit einem angenommenen Maßnahmenbeginn in 2014. Alle anderen Investitionszeitpunkte leiten sich davon ab.

Aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsdauern der wasserbaulichen Infrastrukturen und aufgrund der Tatsache, dass die Wiederaufspiegelung des Grundwassers bei zu unterstellendem Fortbestand der wasserwirtschaftlichen Randbedingungen (i.e. Trinkwassergewinnung) im hessischen Ried eine Daueraufgabe sein wird, fallen zum Ende des Betrachtungszeitraums von 96 quasi "Bruchteile" der jeweils laufenden Ersatzinvestitionszeiträume an. Eine einfache Aufsummierung anteiliger Investitionskosten zum Ende des Betrachtungszeitraums würde den tatsächlichen Kostenanfall nicht korrekt darstellen, daher werden über das Ende des Betrachtungszeitraums für jeden Bestandteil der Aufspiegelungs-Infrastruktur noch die jeweils nächsten Ersatzinvestitionen angegeben, so dass sich die Zeitachse auf einen Zeitraum von etwa 120 Jahren verlängert. Die hier zu betrachtende Zeitskala verläuft demnach von 2014 (Gegenwartswert) bis zum Jahr 2134.

Die Kostenangaben erfolgen dementsprechend jeweils für zwei Betrachtungszeiträume: 96 Jahre und 120 Jahre nach Beginn. Dabei werden nur vollständig im Betrachtungszeitraum anfallende Ersatzinvestitionen angegeben.

In Abbildung 3-2 auf Seite 47 ist die sich so ergebende Zeitreihe der Investitionen (nach heutigen Preisen) grafisch dargestellt.

Die als Jahresbeträge von Hessen-Forst angegebenen Sanierungskosten werden als jährlich anfallende Kosten in den Betriebskosten berücksichtigt. Die forstseitigen Kosten laufen dabei nach 96 Jahren (bzw. in Jahr 2110) aus. Die von Hessen-Forst als "Sanierungskosten" angegebenen Beträge sollen zum Ende des Betrachtungszeitraums dazu führen, dass die betroffenen Wälder wieder mit einem "normalen" Aufwand bewirtschaftet werden können, d.h. dass der Aufwand mit anderen von Hessen-Forst betreuten Wäldern vergleichbar ist und zukünftig keine weiteren forstseitigen Zusatzkosten zu veranschlagen sind.

3.1.2.2. Umgang mit dem Faktor Zeit: Diskontierung

Bei allen Kosten-Nutzen-Betrachtungen besteht die Herausforderung, dass sich Kosten (und Nutzen) über den betrachteten Zeitraum verteilen. In der hier vorgenommenen Betrachtung fallen Investitionskosten wiederholt zu unterschiedlichen Zeitpunkten an. Zusätzlich müssen auch die relevanten Betriebskosten quantifiziert und betrachtet werden. Die hieraus abzuleitenden Aussagen sollen aber auf einen bestimmten Zeitpunkt bezogen werden. Das Umweltbundesamt [UBA 2012] stellt hierzu fest:

„Der Zeitpunkt der Realisation der Kosten und Nutzen (oder Erträge) heutiger Entscheidungen spielt bei ökonomischen Analysen eine große Rolle. In betriebswirtschaftlichen Analysen diskontiert man künftige Kosten und Erträge mit einem Marktzins (oder auch einem Kalkulationszins) auf den heutigen Zeitpunkt, denn der Marktzins stellt für die Investoren die Opportunitätskosten des Kapitals dar.“

Diskontierung ist eine Methode die es ermöglicht künftige Kosten (und Nutzen) umzurechnen auf einen Gegenwartswert (englisch: NPV, Net Present Value). Die Festlegung des Zinssatzes zur

Umrechnung wirkt sich dabei im vorliegenden Fall durch den sehr langen Betrachtungszeitraum signifikant auf die Ergebnisse aus.

In [UBA 2012] heißt es diesbezüglich:

„Bei gesamtwirtschaftlichen Bewertungen besteht unter allen Fachleuten Einigkeit darüber, dass eine niedrigere Diskontrate als der Marktzins angesetzt werden muss. In der Regel wird hierbei der reale Kapitalmarktzins für risikoarme Anleihen verwendet. Dieser Kapitalmarktzins ist für kurz- bis mittelfristige Zeiträume – etwa bis 20 Jahre – verwendbar. Rückblickend zeigt sich, dass sich der reale Marktzins – abgesehen von kurzfristigen Schwankungen - in den letzten 150 Jahren immer wieder bei 2,5 Prozent bis 3 Prozent eingependelt hat. Für die Methodenkonvention legen wir die Diskontrate für Bewertungen, die Zeiträume bis zu 20 Jahren umfassen, auf 3 Prozent fest.

Bei der Schätzung externer Kosten und Umweltschäden sind jedoch häufig Diskontierungen bei generationenübergreifenden Wirkungen weit in die Zukunft reichender Schäden zu bewerten. Denn: Je nach Art der betrachteten Effekte (Gesundheitsschäden mit Latenzzeit, Klimaänderungen, Strahlung durch Endlagerung radioaktiver Abfälle) können die Schäden weit, z. B. Hunderte von Jahren, in die Zukunft reichen. Für diese Zeiträume lässt sich empirisch kein Marktzins ermitteln. Die Höhe der Diskontrate beeinflusst aber umso stärker das Ergebnis je ferner in die Zukunft die zu bewertenden Schäden reichen. Beispielweise entspricht der Barwert eines jährlichen Schadens in Höhe von 100 €, der 200 Jahre lang auftritt, bei einer Diskontrate von 0 Prozent 20.000 Euro, bei 1 Prozent 8.633 Euro, bei 3 Prozent 3.324 Euro und bei 5 Prozent nur noch 2.000 Euro...“.

Und weiter:

"Für kurzfristige Zeiträume (bis ca. 20 Jahre) ist mit einer Diskontrate von 3 Prozent zu rechnen. Für weiter in die Zukunft reichende Schäden setzen wir die Diskontrate standardmäßig auf 1,5 Prozent. Des Weiteren ist bei generationenübergreifenden Betrachtungen eine Sensitivitätsrechnung mit einer Diskontrate in Höhe von 0 Prozent durchzuführen. Die Diskonten sind jeweils für den ganzen Zeitraum anzusetzen (konstante Diskonten).“

Im vorliegenden Fall hat Hessen-Forst bei der Herleitung der Waldsanierungskosten (Anlage 3) in Anlehnung an § 99 BBauG einen Zinssatz von 2 % p.a. über dem aktuellen Basiszinssatz berücksichtigt. Der Basiszinssatz der Deutschen Bundesbank beträgt seit 01.01.2014 -0,67 %, so dass sich im Ansatz von Hessen-Forst ein anzuwendender Zinssatz von 1,37 % ergibt.

Dieser Vorschlag wurde u.a. in der Arbeitsgruppe 1 des Runden Tisches diskutiert. Dabei wurde vorgebracht, dass es nicht sinnvoll sei, das aktuell ungewöhnliche niedrige Zinsniveau und damit den negativen Basiszinssatz der Deutschen Bundesbank über einen derart langen Betrachtungszeitraum wie dem hier vorliegenden in die Zukunft zu extrapolieren. Erfahrungsgemäß sei auf lange Frist ein mittlerer Zinssatz von 2 % empfehlenswerter.

Schließlich ist es aufgrund der generationenübergreifenden Bedeutung in Anlehnung an [UBA 2012] außerdem geboten eine Diskontrate von 0 Prozent zusätzlich zu berücksichtigen. Hierbei werden alle Kosten entsprechend dem aktuellen Informationsstand in heutigen Preisen angegeben.

In der hier vorgelegten Studie wird im Folgenden die Kostenanalyse durchgehend mit den drei hier angegebenen Diskontsätzen 2 %, 1,37 % und 0 % durchgeführt.

Zu technologische bedingten Kostenänderungen (z.B. sich mit der Zeit ändernde Infiltrationsmengen) liegen keine Informationen vor. Eine kaufkraftbedingte Kostensteigerung

(Inflation) wurde nicht berücksichtigt: Alle Angaben erfolgen also in EURO nach seiner heutigen Kaufkraft. Alle im Folgenden angegebenen Beträge verstehen sich netto. Alle Beträge wurden auf 1.000 € gerundet.

3.2. Erstinvestition und Ersatzinvestition in die Aufspiegelungs-Infrastruktur

Erst- und Ersatzinvestition in die Aufspiegelungs-Infrastruktur sind für den Vergleich der beiden Szenarien GW0 und GW+ nur im Szenario GW+ zu berücksichtigen.

3.2.1. Wasseraufbereitung

Die Kapazität des Wasserwerks Biebesheim liegt heute bei 43 Mio. Kubikmetern pro Jahr, die für die Grundwasseranreicherung und für die landwirtschaftliche Beregnung zur Verfügung stehen. Der zusätzliche Kapazitätsbedarf im Aufspiegelungsszenario GW+ soll durch eine Erweiterung des Wasserwerks Biebesheim um Aufbereitungskapazitäten von ca. 20 Mio. m³/a abgedeckt werden. Bestimmte Komponenten der bestehenden Anlage (i.e. Rheinwasserentnahme, Tiefbehälter, Betriebsgebäude und zentrale Leitwarte) können mitbenutzt werden, andere Komponenten müssen neu gebaut werden. Bei der Investitionskostenanalyse ist deshalb mit zwei unterschiedlichen Investitionsarten zu rechnen:

- Mitgenutzte Komponenten - Kostenanteile für die Mitnutzung, anteilig an der Gesamtaufbereitungskapazität des Wasserwerks Biebesheim, als anteilige Ersatzinvestitionskosten, die in der Zukunft für die Erneuerung dieser Anlagenteile anfallen.
- Neu gebaute Komponenten - Investitionen in Erweiterung des Wasserwerks Biebesheim, sowie zukünftige Ersatzinvestitionskosten.

3.2.1.1. Mitgenutzte Komponenten

Kosten die mit der anteiligen Mitnutzung der bestehenden Komponenten (Rheinwasserentnahme, Tiefbehälter, Betriebsgebäude und zentrale Leitwarte) verbunden sind, entsprechen einem Investitionsanteil von 7.800.000 € (2014: Gegenwartswert, abgeleitet aus [BGS 2014]). Diese sind bei der Erstinvestition des Gesamtsystems nicht zu berücksichtigen, fallen aber in Zukunft im Rahmen der Ersatzinvestitionen an.

Die erste Inbetriebnahme des Wasserwerks Biebesheim erfolgte 1989. Auf Grund einer 50-jährigen Nutzungsdauer sind Ersatzkosten in 2039 und 2089 anteilig zur Aufbereitungskapazität zu betrachten. Ersatzkosten für 2139 fallen nicht mehr in die Betrachtungszeiträume. Damit ergibt sich zwischen den beiden Betrachtungszeiträumen hier kein Unterschied.

Die Ersatzkosten werden abhängig vom Investitionszeitpunkt diskontiert. Hieraus ergeben sich folgende Kennzahlen:

Wasserwerk Biebesheim - mitgenutzte Komponenten		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition (7.800.000 €)		(vor Beginn des Betrachtungszeitraums, daher nicht berücksichtigt)	
Summe der Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum	Diskontsatz		
	2 %	15.144.000 €	
	1,37 %	15.285.000 €	
	0 %	15.600.000 €	

3.2.1.2. Neu zu bauende Komponenten

Um die Kosten der Erweiterung des Wasserwerks Biebesheim zu quantifizieren, wurden von BGS die Nettobaukosten für die bestehende Anlage mit dem Basisjahr 1990 auf Preise des Jahres 2014 hochgerechnet. Anschließend wurde die Kosten von der Ausgangskapazität (43 Mio. m³/a) proportional auf die erforderliche Kapazitätserweiterung (20 Mio. m³/a) herunterskaliert (s. Anlage 4). Hieraus ergeben sich im Einzelnen die in Tabelle 3-2 dargestellten Werte.

Tabelle 3-2: Investitionskosten für neu gebaute Komponenten, Aufbereitungskapazität 20 Mio. m³/a

Einzelne Komponenten	Bestehende Anlage, (43 Mio. m ³ /a) Preise 1990	Bestehende Anlage, (43 Mio. m ³ /a) Preise 2014	Erweiterung, umgerechnet von 43 Mio. auf 20 Mio. m ³ /a
Rohwasserpumpwerk	6.600.000 €	10.400.000 €	4.800.000 €
Rohwasserdruckleitung	1.100.000 €	1.700.000 €	800.000 €
Flockung, Sedimentation	10.000.000 €	15.700.000 €	7.300.000 €
Ozonung	3.200.000 €	5.000.000 €	2.300.000 €
Mehrschichtfilter	8.100.000 €	12.700.000 €	5.900.000 €
Aktivkohlefilter	2.800.000 €	4.400.000 €	2.000.000 €
Netzpumpwerk	3.300.000 €	5.200.000 €	2.400.000 €
Filterrückspülwasserbecken	1.100.000 €	1.700.000 €	800.000 €
Schlammstapelbecken	400.000 €	600.000 €	300.000 €
Energiezentrale	1.800.000 €	2.800.000 €	1.300.000 €
verbindende Rohrleitungen	1.700.000 €	2.700.000 €	1.300.000 €
Schlammentwässerungsanlage	5.000.000 €	7.900.000 €	3.700.000 €
AK-Reaktivierung	4.800.000 €	7.500.000 €	3.500.000 €
sonstige Gebäude und Außenanlagen	4.500.000 €	7.100.000 €	3.300.000 €
Gesamt:	54.400.00 €	85.400.000 €	40.000.000 €

Quelle: nach [BGS 2014]

Die Kosten für die Erweiterung des Wasserwerks Biebesheim betragen demnach 40 Mio. €. Für die Anlagenteile ist eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 30 Jahren angegeben. Deshalb sind Ersatzkosten in 2044, 2074, 2104 und 2034 zu betrachten und abhängig vom Investitionszeitpunkt zu diskontieren:

Erweiterung Wasserwerk Biebesheim		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition		40.000.000 €	
Summe der Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum	Diskontsatz		
	2 %	115.355.000 €	152.309.000 €
	1,37 %	116.786.000 €	154.667.000 €
	0 %	120.000.000 €	160.000.000 €

3.2.2. Infiltration

Investitionen in den Bau des Infiltrations-Systems beziehen sich auf zwei Systemkomponenten:

- Rohrleitungen, die das Wasser vom Wasserwerk Biebesheim zu den Infiltrationsorganen liefern
- Infiltrationsorganen (Kiesbohrlöcher) über die das zu versickernde Wasser dem Grundwasserleiter zugeführt wird.

3.2.2.1. Infiltrations-Rohrleitungen

Abhängig von der benötigten Wassermenge werden die Rohrleitungen von Biebesheim zu den Infiltrationsorganen mit unterschiedlichen Rohrdurchmessern zwischen DN 150 und DN 600 ausgelegt. BGS hat diesbezüglich spezifische Investitionskosten für PEHD-Rohrleitungen geschätzt und bezogen auf die jeweils benötigte Leitungslänge hochgerechnet. Basis der Preisschätzungen ist das Jahr 2010. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 3-3 dargestellten Werte.

Tabelle 3-3: Erstinvestitionen in die Infiltrations-Rohrleitungen

A.Z. Nr.	Bereich	Durchmesser [DN]	Länge [m]	Einheitspreis [€/m]	Netto-baukosten	Summe
9.1	Gernsheimer Wald	300	430	325,00 €	140.000 €	140.000 €
9.2	Gernsheimer Wald	150	270	220,00 €	59.000 €	375.000 €
		150	435	220,00 €	96.000 €	
		200	880	250,00 €	220.000 €	
9.3	Gernsheimer Wald	150	250	220,00 €	55.000 €	502.000 €
		250	390	280,00 €	109.000 €	
		300	370	325,00 €	120.000 €	
		400	515	422,50 €	218.000 €	
9.4	Jägersburger Wald	Keine neuen Leitungen vorgesehen				
9.5						
9.6	Jägersburger Wald	200	610	250,00 €	153.000 €	501.000 €
		300	1070	325,00 €	348.000 €	
9.7	Lorscher Wald	250	910	280,00 €	255.000 €	952.000 €
		400	1650	422,50 €	697.000 €	
9.8	Lorscher Wald	300	580	325,00 €	189.000 €	2.137.000 €
		400	810	422,50 €	342.000 €	
		500	2025	610,00 €	1.235.000 €	
		600	515	720,00 €	371.000 €	
Gesamt						4.607.000 €

Quelle: nach [BGS 2014]

Die Errichtung der Rohrleitungen benötigt eine erste Investition in Höhe von 4.607.000 € auf Basis der Preise von 2010. Umgerechnet auf den Gegenwartswert 2014 entspricht dies 4.927.000 €.

Die Rohrleitungen haben eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 40 Jahren. Deshalb sind Ersatzkosten in 2054, 2094, und 2134 zu betrachten und abhängig vom Investitionszeitpunkt zu diskontieren:

Rohrleitungen Infiltration		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition		4.927.000 €	
Summe der Ersatz-investitionen im Betrachtungs-zeitraum	Diskontsatz		
	2 %	9.566.000 €	14.208.000 €
	1,37 %	9.655.000 €	14.385.000 €
	0 %	9.854.000 €	14.781.000 €

3.2.2.2. Infiltrationsorgane

Als Infiltrationsorgane sind im derzeitigen Konzept Kiesbohrlöcher mit einer Infiltrationsleistung von je ca. 50.000 m³/a angenommen. Als Nettoinvestitionskosten wurden in [BGS 2014] für ein Kiesbohrloch ein Einheitspreis von 45.000 € angesetzt. Dieser Ansatz ist identisch mit dem der Machbarkeitsstudie, repräsentiert mithin das Preisniveau 2010.

Die Gesamtanzahl an erforderlichen Kiesbohrlöchern wurde aufgrund der Betrachtungen der Arbeitsgruppe 1 [RT 2014] erhöht: Anstatt 423 werden nunmehr 489 Kiesbohrsäulen für erforderlich gehalten. Tabelle 3-4 fasst die sich hieraus ableitenden Kennzahlen und Investitionskosten zusammen.

Tabelle 3-4: Erstinvestitionen in die Infiltrationsorgane

Aufspiegelungs- zentrum	Bereich	Anzahl Kiesbohrlöcher gem. [BGS 2014]	Zusätzliche Kiesbohrlöcher gem. [RT 2014]	Netto- Baukosten (Erstinvestition)
A.Z. 9.1	Gernsheimer Wald	55	60	5.175.000 €
A.Z. 9.2	Gernsheimer Wald	12	-	540.000 €
A.Z. 9.3	Gernsheimer Wald	77	6	3.735.000 €
A.Z. 9.4	Groß-Rohrheimer/ Jägersburger Wald	36	-	1.620.000 €
A.Z. 9.5	Jägersburger Wald	17	-	765.000 €
A.Z. 9.6	Jägersburger Wald	29	-	1.305.000 €
A.Z. 9.7	Lorscher Wald	93	-	4.185.000 €
A.Z. 9.8	Lorscher Wald	104	-	4.680.000 €
Gesamt		423	66	22.005.000 €

Quelle: nach [BGS 2014] und [RT 2014]

Die Kosten für die Erstinvestition belaufen sich demzufolge auf 22.005.000 € auf Basis des Einheitspreises aus der Machbarkeitsstudie (Basisjahr 2010). Umgerechnet auf den Gegenwartswert 2014 entspricht dies einer Summe von 23.539.000 €.

Die Kiesbohrlöcher haben eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 20 Jahren. Deshalb sind Ersatzkosten in 2034, 2054, 2074, 2094, 2114 und 2134 zu betrachten und abhängig vom Investitionszeitpunkt zu diskontieren:

Infiltrationsorgane		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition		23.539.000 €	
Summe der Ersatz- investitionen im Betrachtungs- zeitraum	Diskontsatz		
	2 %	89.629.000 €	131.850.000 €
	1,37 %	91.016.000 €	134.700.000 €
	0 %	94.155.000 €	141.232.000 €

3.2.3. Siedlungsschutz

um Schutz von Siedlungsbereichen vor zu hoch anstehendem Grundwasser enthält die Machbarkeitsstudie [BGS 2010a] Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung in Siedlungen, in denen bereits in der Vergangenheit in Nassjahren Kellervernässungen gemeldet wurde. Das System besteht i. W. aus mit Pumpen ausgestatteten Brunnenanlagen und daran angeschlossene Ableitungen, über die das geförderte Wasser den Vorflutern zugeführt wird.

3.2.3.1. Brunnenanlagen

Die Nettoinvestitionskosten für die Brunnenanlagen wurden in [BGS 2014] überschlägig mit einem Einheitspreis von 30.000 € pro 50.000 m³/a Förderleistung als Grundlage für die Kostenschätzung ermittelt und für jeweils ganze Brunnenstandorte aufgerundet. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 3-5 dargestellten Kennzahlen.

Tabelle 3-5: Erstinvestitionen in die Brunnenanlagen zum Siedlungsschutz

Ortslage	Benötigte Förderleistung [Mio. m³/a]	Netto-Baukosten (Erstinvestition, aufgerundet)
Biblis	0,425	270.000 €
Bürstadt	1,825	1.110.000 €
Einhausen	1,350	840.000 €
Fehlheim	0,500	300.000 €
Groß-Rohrheim	1,650	990.000 €
Hähnlein	1,850	1.110.000 €
Lorsch	3,150	1.890.000 €
Riederode	1,200	750.000 €
Schwanheim	0,400	240.000 €
Gesamt	12,350	7.500.000 €

Quelle: nach [BGS 2014]

Die Kosten für die Erstinvestition belaufen sich demzufolge auf 7.500.000 € auf Basis der Preise von 2010. Umgerechnet auf den Gegenwartswert von 2014 entspricht dies 8.023.000 €.

Die Brunnenanlagen zum Siedlungsschutz haben eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 20 Jahren. Deshalb sind Ersatzkosten in 2034, 2054, 2074, 2094, 2114 und 2134 zu betrachten und abhängig vom Investitionszeitpunkt zu diskontieren:

Brunnenanlagen Siedlungsschutz		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition		8.023.000 €	
Summe der Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum	Diskontsatz		
	2 %	30.548.000 €	44.939.000 €
	1,37 %	31.021.000 €	45.910.000 €
	0 %	32.091.000 €	48.136.000 €

3.2.3.2. Rohrleitungen

Über Rohrleitungen mit Durchmessern zwischen DN 100 und DN 400 wird das zum Siedlungsschutz geförderte Wasser abgeleitet. BGS hat diesbezüglich spezifische Investitionskosten für PEHD-Rohrleitungen geschätzt und bezogen auf die jeweils benötigte Leitungslänge hochgerechnet. Basis der Preisschätzungen ist das Jahr 2010. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 3-6 dargestellten Werte.

Tabelle 3-6: Erstinvestitionen in die Rohrleitungen zum Siedlungsschutz

Ortslage	Durchmesser [DN]	Länge [m]	Einheitspreis [€/m]	Netto-baukosten	Summe
Biblis	150	670	220,00 €	147.000 €	147.000 €
Bürstadt	150	300	220,00 €	66.000 €	715.000 €
	250	855	280,00 €	239.000 €	
	300	1.260	325,00 €	410.000 €	
Einhausen	100	1.845	205,00 €	378.000 €	680.000 €
	150	270	220,00 €	59.000 €	
	200	970	250,00 €	243.000 €	
Fehlheim	100	550	205,00 €	113.000 €	271.000 €
	150	540	220,00 €	119.000 €	
	200	155	250,00 €	39.000 €	
Groß Rohrheim	150	355	220,00 €	78.000 €	1.089.000 €
	200	310	250,00 €	78.000 €	
	300	2.870	325,00 €	933.000 €	
Hähnlein	150	1205	220,00 €	265.000 €	603.000 €
	250	620	280,00 €	174.000 €	
	300	505	325,00 €	164.000 €	
Lorsch	100	535	205,00 €	110.000 €	1.139.000 €
	150	615	220,00 €	135.000 €	
	300	1.300	325,00 €	423.000 €	
	400	1.115	422,50 €	471.000 €	
Riedrode	150	290	220,00 €	64.000 €	193.000 €
	250	460	280,00 €	129.000 €	
Schwanheim	100	370	205,00 €	76.000 €	225.000 €
	150	225	220,00 €	50.000 €	
	200	395	250,00 €	99.000 €	
Gesamt					5.062.000 €

Quelle: nach [BGS 2014]

Die Erstinvestition in die Rohrleitungen zum Siedlungsschutz beträgt demnach 5.062.000 € auf Basis von 2010. Umgerechnet auf den Gegenwartswert 2014 entspricht dies 5.412.000 €.

Die Rohrleitungen haben eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 40 Jahren. Deshalb sind Ersatzkosten in 2054, 2094 und 2134 zu betrachten und abhängig vom Investitionszeitpunkt zu diskontieren:

Rohrleitungen Infiltration		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition		5.412.000 €	
Summe der Ersatz- investitionen im Betrachtungs- zeitraum	Diskontsatz		
	2 %	10.507.000 €	15.607.000 €
	1,37 %	10.605.000 €	15.800.000 €
	0 %	10.824.000 €	16.235.000 €

3.2.4. Maßnahmen zum Schutz produktiver landwirtschaftlicher Flächen

Die Machbarkeitsstudie (Modul 3, s. [BGS 2011]) sieht zur Begrenzung des Grundwasseranstiegs im Bereich landwirtschaftlicher Flächen östlich des Gernsheimer Waldes (ehem. Neckarschlingen) die hydraulische Ertüchtigung des Grabensystems Holzlachgraben/Landgraben durch Vertiefung der Gewässersohle um 50 cm vor. Ergänzt werden soll das System durch ein Pumpwerk, um den durch die Grabenertüchtigung erzeugten Sohl sprung auszugleichen und hierüber die anfallenden Abstrommenge sicher dem Rhein zuleiten zu können.

Für den Jägersburger und Lorscher liegen derzeit keine ausgearbeiteten Konzepte vor, daher wurde für Kostenschätzung [BGS 2014] vereinfacht eine Verdreifachung des Maßnahmenumfangs berücksichtigt.

Bei der Schätzung der Investitionskosten (Nettobaukosten einschließlich Grunderwerb), wird für den Grabenbau von einem Einheitspreis von 310 €/lfm ausgegangen, davon 250 €/lfm für die Baumaßnahmen und 50 €/lfm für erforderlichen Grunderwerb. Die Grunderwerbskosten werden als einmalig anfallende Kosten nur bei der Erstinvestition berücksichtigt. Die Investitionskosten für ein Pumpwerk sind mit einem Pauschalpreis von 1.500.000 € angesetzt. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 3-7 angegebenen Kosten der Erstinvestition.

Tabelle 3-7: Erstinvestitionen in Gräben und Pumpwerke zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen

Bereich	Komponente	Preis	Anzahl	Netto-Baukosten
Gernsheimer Wald (A.Z. 9.1 - 9.3)	Grabenbau	260 €/lfm	6.400	1.664.000 €
	Grunderwerb	50 €/lfm	6.400	320.000 €
	Pumpwerk	1.500.000 €	1	1.500.000 €
Jägersburger und Lorscher Wald (A.Z. 9.4 - 9.8)	Grabenbau	260 €/lfm	12.800	3.328.000 €
	Grunderwerb	50 €/lfm	12.800	640.000 €
	Pumpwerk	1.500.000 €	2	3.000.000 €
Gesamt				10.452.000 €
ohne Grunderwerb				9.492.000 €

Quelle: nach BGS 2014

Die Erstinvestition in Grabenvertiefung und die Pumpwerke summiert sich demnach auf 10.452.000 € auf Basis der Preise von 2010. Umgerechnet auf den Gegenwartswert 2014 entspricht dies 11.181.000 €. Davon entfallen 6.367.000 € auf den Grabenausbau und 4.814.000 € auf die Errichtung von Pumpwerken.

Aufwendungen für den Grunderwerb fallen nur einmal im Rahmen der Erstinvestition an, werden also bei den Ersatzinvestitionen nicht mehr berücksichtigt. Aufwendungen für den Grabenbau fallen alle 10 Jahre neu an. Für die Pumpwerke ist eine Nutzungsdauer von 20 Jahren anzusetzen. Deshalb sind hierfür Ersatzkosten in 2034, 2054, 2074, 2094, 2114 und 2134 zu betrachten. Die Ersatzinvestitionen in Gräben und Pumpwerke werden abhängig vom Investitionszeitpunkt diskontiert:

Grabenausbau		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition (inkl. Grunderwerb)		6.367.000 €	
Summe der Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum	Diskontsatz		
	2 %	43.586.000 €	56.472.000 €
	1,37 %	44.926.000 €	58.720.000 €
	0 %	48.059.000 €	64.079.000 €

Pumpwerke		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Erstinvestition		4.814.000 €	
Summe der Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum	Diskontsatz		
	2 %	18.329.000 €	26.963.000 €
	1,37 %	18.613.000 €	27.546.000 €
	0 %	19.255.000 €	28.882.000 €

3.2.5. Zusammenstellung der Erstinvestitionen und der Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum

Aus der Herleitung der Erst- und Ersatzinvestitionen ergeben sich die in den nachfolgenden Tabellen für die Diskontsätze 2 %, 1,37 % und 0 % Gesamtkosten im Betrachtungszeitraum.

Für den Betrachtungszeitraum 96 Jahre nach Beginn variieren die Gesamt-Investitionskosten je nach Diskontsatz in Summe zwischen ca. 426 Mio. € und 443 Mio. €. Für den verlängerten Betrachtungszeitraum bis 120 Jahre liegen die Gesamtinvestitionen zwischen 551 Mio. € und 582 Mio. €.

Tabelle 3-8: Erst- und Ersatzinvestitionen, Diskontsatz 2 %

Komponente	Erstinvestition	Ersatzinvestition - 96 Jahre	Ersatzinvestition - 120 Jahre
Wasserwerk Biebesheim - mitgenutzte Komponenten	-	15.144.000 €	15.144.000 €
Erweiterung Wasserwerk Biebesheim	40.000.000 €	115.355.000 €	152.309.000 €
Infiltrations-Rohrleitungen	4.927.000 €	9.566.000 €	14.208.000 €
Infiltrationsorgane	23.539.000 €	89.629.000 €	131.850.000 €
Siedlungsschutz - Brunnenanlagen	8.023.000 €	30.548.000 €	44.939.000 €
Siedlungsschutz - Rohrleitungen	5.412.000 €	10.507.000 €	15.607.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen - Grabenausbau	6.367.000 €	43.586.000 €	56.472.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen - Pumpwerke	4.814.000 €	18.329.000 €	26.963.000 €
Gesamt	93.0802.000 €	332.664.000 €	457.492.000 €
Erstinvestition + Ersatzinvestition Betrachtungszeitraum 96 Jahre		425.746.000€	
Erstinvestition + Ersatzinvestition Betrachtungszeitraum 120 Jahre			550.574.000 €

Tabelle 3-9: Erst- und Ersatzinvestitionen, Diskontsatz 1,37 %

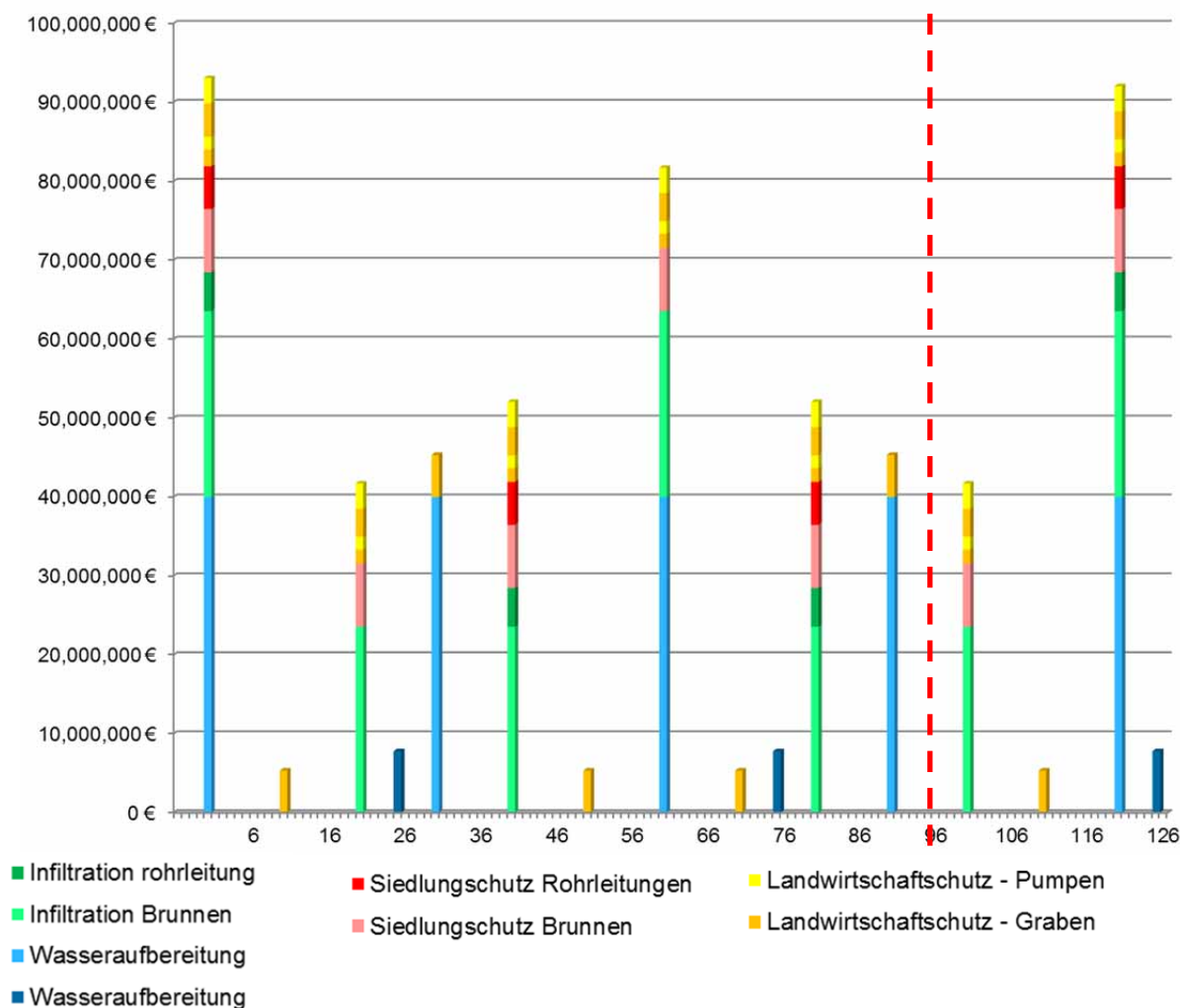
Komponente	Erstinvestition	Ersatzinvestition - 96 Jahre	Ersatzinvestition - 120 Jahre
Wasserwerk Biebesheim - mitgenutzte Komponenten	-	15.285.000 €	15.285.000 €
Erweiterung Wasserwerk Biebesheim	40.000.000 €	116.786.000 €	154.667.000 €
Infiltrations-Rohrleitungen	4.927.000 €	9.655.000 €	14.385.000 €
Infiltrationsorgane	23.539.000 €	91.016.000 €	134.700.000 €
Siedlungsschutz - Brunnenanlagen	8.023.000 €	31.021.000 €	45.910.000 €
Siedlungsschutz - Rohrleitungen	5.412.000 €	10.605.000 €	15.800.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen - Grabenausbau	6.367.000 €	44.926.000 €	58.720.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen - Pumpwerke	4.814.000 €	18.613.000 €	27.546.000 €
Gesamt	93.082.000 €	337.907.000 €	467.013.000 €
Erstinvestition + Ersatzinvestition Betrachtungszeitraum 96 Jahre		430.989.000 €	
Erstinvestition + Ersatzinvestition Betrachtungszeitraum 120 Jahre			560.095.000 €

Tabelle 3-10: Erst- und Ersatzinvestitionen, Diskontsatz 0%

Komponente	Erstinvestition	Ersatzinvestition - 96 Jahre	Ersatzinvestition - 120 Jahre
Wasserwerk Biebesheim - mitgenutzte Komponenten	-	15.600.000 €	15.600.000 €
Erweiterung Wasserwerk Biebesheim	40.000.000 €	120.000.000 €	160.000.000 €
Infiltrations-Rohrleitungen	4.927.000 €	9.854.000 €	14.781.000 €
Infiltrationsorgane	23.539.000 €	94.155.000 €	141.232.000 €
Siedlungsschutz - Brunnenanlagen	8.023.000 €	32.091.000 €	48.136.000 €
Siedlungsschutz - Rohrleitungen	5.412.000 €	10.824.000 €	16.235.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen - Grabenausbau	6.367.000 €	48.059.000 €	64.079.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen - Pumpwerke	4.814.000 €	19.255.000 €	28.882.000 €
Gesamt	93.082.000 €	349.838.000 €	488.945.000 €
Erstinvestition + Ersatzinvestition Betrachtungszeitraum 96 Jahre		442.920.000 €	
Erstinvestition + Ersatzinvestition Betrachtungszeitraum 120 Jahre			582.027.000 €

Über die Zeit verteilen sich die Erst- und Ersatzinvestitionen wie in Abbildung 3-2 nach heutigen Preisen dargestellt. Die Abbildung verdeutlicht, dass regelmäßig Investitionen im zweistelligen Millionenbereich erforderlich werden. Die Abbildung veranschaulicht außerdem, dass die Investitionskosten hauptsächlich von Investitionen in die Infiltrationsorgane (hellgrün) und in die Wasseraufbereitungsanlage (hell- und dunkelblau) geprägt sind.

Abbildung 3-2: Kostenreihe Investitionen in die Aufspiegelungs-Infrastruktur (nach heutigen Preisen bzw. mit Diskontsatz 0 %)



3.3. Finanzierungskosten für die Aufspiegelungs-Infrastruktur

Für den Fall einer Finanzierung der erforderlichen Erst- und Ersatzinvestitionen für die Aufspiegelungs-Infrastruktur über den Kapitalmarkt sind die Finanzierungskosten eine relevante Größe. Sie sind für einen Vergleich der Szenarien GW0 und GW+ nur für die Investitionen im das Szenario GW+ zu berücksichtigen. Im Zusammenhang mit der hier beschriebenen Umsetzung der Grundwasseraufspiegelung werden diesbezüglich vereinfachend folgende Annahmen getroffen:

Erstinvestitionsvolumen

(Wasseraufbereitungsanlage ohne bereits bestehende Anlagenteile, Infiltrationsanlagen, Siedlungsschutz, Landwirtschaftsschutz):

93,08 Mio. €

Finanzierungszeitraum / Tilgungszeitraum:

20 Jahre

Tilgung:

jährlich

Zinssatz (nominal):

5 %

Hieraus ergibt sich für die Erstinvestition eine jährliche Tilgung von 4,65 Mio. €, die bereits Bestandteil der Investitionskosten sind. Im ersten Jahr werden bei einem Zinssatz von 5 % 4,65 Mio. € an Zinsen fällig. Diese Belastung verringert sich innerhalb des Tilgungszeitraums sukzessive. Über die Laufzeit von 20 Jahren fallen für die Erstinvestition in Summe ca. 49 Mio. € an Zinszahlungen an. Gebühren und Provisionen wurden nicht berücksichtigt.

Verfolgt man das gleiche Schema für die Ersatzinvestitionen, so ist nach heutigen Preisen mit den in Tabelle 3-11 zusammengestellten Finanzierungskosten zu rechnen.

Tabelle 3-11: Finanzierungskosten der Erst- und Ersatzinvestitionen

Zeitpunkt der Investition (Jahr nach Beginn)	Investition (Gegenwarts- wert 2014) [Mio. €]	Jährliche Tilgung [Mio. €]	Zinsen im ersten Jahr [Mio. €]	Finanzierungs- kosten nach 20 Jahren [Mio. €]
0 (Erstinvestition)	93,08	4,65	4,65	48,87
10	5,34	0,27	0,27	2,80
20	41,71	2,09	2,09	21,90
25	7,80	0,39	0,39	4,10
30	45,34	2,27	2,27	23,80
40	52,05	2,60	2,60	27,33
50	5,34	0,27	0,27	2,80
60	81,71	4,09	4,09	42,90
70	5,34	0,27	0,27	2,80
75	7,80	0,39	0,39	4,10
80	52,05	2,60	2,60	27,33
90	45,34	2,27	2,27	23,80
<i>(Ende des Betrachtungszeitraums: 96 Jahre nach Beginn)</i>				
100	41,71	2,09	2,09	21,90
110	5,34	0,27	0,27	2,80
120	92,05	4,60	4,60	48,33

In Summe wäre demzufolge mit Finanzierungskosten von rd. 233 Mio. € (für den Betrachtungszeitraum 96 Jahre) und 306 Mio. € (für den Betrachtungszeitraum 120 Jahre) zu rechnen.

3.4. Betriebskosten

3.4.1. Betriebskosten der Aufspiegelungs-Infrastruktur inkl. Wasseraufbereitung

Die von BGS vorgelegte Kostenschätzung [BGS 2014] fasst die Betriebskosten der Wasseraufbereitung und der Infiltration zusammen. Sie umfassen alle Kosten für die Bereitstellung von aufbereitetem Rheinwasser, den Leitungstransport zu den Infiltrationsanlagen und den Betrieb der Infiltrationsanlagen. Bei den so geschätzten Nettojahresbetriebskosten wird von einem Einheitspreis von 0,30 €/m³ ausgegangen. Der WHR hat diesbezüglich (u.a. im Rahmen der Sitzung des Runden Tisches am 07.11.2014) mitgeteilt, dass dieser Ansatz die Betriebskosten unterschätzt und statt dessen auf den aktuellen Netto-Abgabepreis des Wasserwerks Biebesheim vom 0,43 €/m³ verwiesen.

Im Folgenden werden die Betriebskosten von Wasseraufbereitung und Infiltration nach beiden Ansätzen geschätzt. Grundlage hierfür ist eine jährliche Infiltrationsmenge von ca. 26 Mio. m³ aus [BGS 2014]. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 3-12 zusammengestellten Betriebskosten. Ergänzt wird der Infiltrationsbedarf um die im Ergebnis der Arbeitsgruppe 1 [RT 2014] ermittelte Erhöhung des Bedarfs im Gernsheimer Wald um 1,475 Mio. m³/a auf 10,5 Mio. m³/a.

Tabelle 3-12: Betriebskosten Wasseraufbereitung und Infiltration

Bereich	Infiltrationsbedarf [Mio. m ³ /a]	Betriebskosten bei 0,30 €/m ³	Betriebskosten bei 0,43 €/m ³
Gernsheimer Wald	9,025	2.707.500 €	3.880.750 €
zusätzlicher Bedarf	1,475	442.500 €	634.250 €
Jägersburger Wald	7,150	2.145.000 €	3.074.500 €
Lorscher Wald	9,850	2.955.000 €	4.235.500 €
Gesamt	27,500	8.250.000 €	11.825.000 €

Quelle: nach [BGS 2014] und [RT 2014]

Der Ansatz von Betriebskosten in Höhe von 0,43 €/m³ führt gegenüber dem Ansatz aus [BGS 2014] zu einer Erhöhung der Betriebskosten um ca. 43 %. Auf dieser Grundlage ist also mit jährlichen Betriebskosten von 8.250.000 € bzw. 11.825.000 € zu rechnen. Diese sind über den Betrachtungszeitraum auf den Gegenwartswert im Jahr 2014 zu beziehen:

Summe der Betriebskosten für Wasseraufbereitung und Infiltration im Betrachtungszeitraum		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Bei 0,30 €/m ³	Diskontsatz		
	2 %	350.868.000 €	374.182.000 €
	1,37 %	439.100.000 €	484.538.000 €
	0 %	792.000.000 €	990.000.000 €
Bei 0,43 €/m ³	Diskontsatz		
	2 %	502.911.000 €	536.327.000 €
	1,37 %	629.377.000 €	694.504.000 €
	0 %	1.135.200.000 €	1.419.000.000 €

3.4.2. Betriebskosten der Maßnahmen zum Siedlungsschutz

In [BGS 2014] sind die Betriebskosten für den Schutz der Siedlungsbereiche mit Nettajahressachkosten, Nettajahresenergiekosten Nettajahrespersonalkosten abgeschätzt. Hieraus ermittelt BGS anfängliche Betriebskosten von 757.892 €/a. Diese sind über den Betrachtungszeitraum aufzuaddieren und auf den Gegenwartswert im Jahr 2014 zu beziehen:

Betriebskosten Siedlungsschutz		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Summe im Betrachtungs- zeitraum	Diskontsatz		
	2 %	32.233.000 €	34.374.000 €
	1,37 %	40.338.000 €	44.512.000 €
	0 %	72.758.000 €	90.947.000 €

3.4.3. Betriebskosten für den Schutz produktiver landwirtschaftlicher Flächen

In [BGS 2014] sind die Betriebskosten für den Schutz landwirtschaftlicher Flächen ebenfalls mit Nettajahressachkosten, Nettajahresenergiekosten Nettajahrespersonalkosten abgeschätzt. Hieraus ermittelt BGS anfängliche Betriebskosten von 185.707 €/a. Diese sind über den Betrachtungszeitraum aufzuaddieren und auf den Gegenwartswert im Jahr 2014 zu beziehen:

Betriebskosten zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen		Betrachtungszeitraum	
		96 Jahre	120 Jahre
Summe im Betrachtungs- zeitraum	Diskontsatz		
	2 %	7.898.000 €	8.423.000 €
	1,37 %	9.884.000 €	10.907.000 €
	0 %	17.828.000 €	22.285.000 €

3.4.4. Waldbauliche Betriebskosten

Hessen-Forst hat in Anlage 3 Waldumbau- und Waldgestaltungskosten für sämtliche im Zusammenhang mit den Beratungen des Runden Tisches relevanten Waldgebiete abgeleitet. Hierzu gehören auch die hier zu betrachtenden Waldgebiete "GG8", "La4" und "La5". Bezüglich dieser Waldgebiete enthält die Zusammenstellung auch Angaben zu den erwarteten Gesamtkosten, wenn entweder die Waldbereiche ohne Grundwasseraufspiegelung umgebaut werden (= GW0) oder der innerhalb der Flächenwirksamkeit von 2.499 ha liegende Teil der Wälder unter Nutzung einer Grundwasseraufspiegelung gestaltet werden kann (= GW+).

Anlage 3 enthält diesbezüglich Angabe zu den erwarteten Gesamtkosten. Hessen-Forst hat am 28.11.2014⁵ diese Angaben noch einmal ergänzt und dabei für beide Szenarien die normalen Kulturkosten herausgerechnet. Diese Ergänzung ist ebenfalls in Anlage 3 enthalten. Damit kann die Kostenanalyse neben den Gesamtkosten auch denjenigen Kostenanteil betrachten, der auf dem schädigungsinduzierten Mehraufwand für die Forstbetriebe beruht.

Der Mehraufwand führt dabei planmäßig dazu, dass nach 96 Jahren die Wälder derart stabilisiert sind, dass sie zukünftig mit normalem Kulturaufwand bewirtschaftet werden können. Mehraufwand gegenüber vergleichbaren Forstbetrieben fällt danach nicht mehr an.

⁵ per E-Mail vom 28.11.2014

Die waldbaulichen Kosten werden in der Kostenanalyse als Jahreskosten den Betriebskosten zugeordnet. Dabei enden die waldbaulichen Zusatzkosten (Mehraufwand) also nach 96 Jahren. Der im gleichen Zeitraum und darüber hinaus anfallende normale Aufwand als Teil der Gesamtkosten wird nicht weiter berücksichtigt, da er nicht spezifisch auf Wirken oder Nichtwirken einer Grundwasseraufspiegelung bezogen ist. Für den Zeitraum ab 96 und bis 120 Jahre fallen keine zusätzlichen Beträge mehr an. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 3-13 zusammengestellten Kennzahlen.

Tabelle 3-13: Waldbauliche Kosten, Betrachtungszeitraum 96 Jahre

Gebiet	Szenario GW0, Gesamtkosten	Szenario GW+, Gesamtkosten	Szenario GW0, nur Mehraufwand	Szenario GW+, nur Mehraufwand
Gernsheimer Wald	25.550.972 €	13.408.020 €	20.185.268 €	8.042.316 €
Jägersburger Wald	32.228.895 €	18.459.399 €	25.460.827 €	11.691.331 €
Lorscher Wald	67.656.344 €	51.371.343 €	53.448.512 €	37.163.511 €
Summe	125.436.211 €	83.238.762 €	99.094.607 €	56.897.158 €
als jährliche Zahlung (1/96)	1.306.627 €	867.070 €	1.032.235 €	592.679 €
Als Einmalzahlung				
Diskontsatz 2 %	55.570.000 €	36.876.000 €	43.900.000 €	25.206.000 €
Diskontsatz 1,37 %	69.544.000 €	46.149.000 €	54.940.000 €	31.545.000 €
Diskontsatz 0 %	125.436.000 €	83.239.000 €	99.095.000 €	56.897.000 €

Quelle: nach Angaben von Hessen-Forst 2014

3.4.5. Zusammenstellung der Betriebskostenschätzungen

Aus der Herleitung der Betriebskosten ergeben sich die in den nachfolgenden Tabellen für die Diskontsätze 2 %, 1,37 % und 0 % zusammengetragenen Betriebskosten im Betrachtungszeitraum. Für die Betriebskosten der Wasseraufbereitung und Infiltration wurde dabei der seitens WHR vorgeschlagene Ansatz von 0,43 €/m³ verwendet um eine systematische Unterschätzung zu vermeiden (s.a. Kap. 3.4.1).

Für den Betrachtungszeitraum 96 Jahre nach Beginn variieren die Betriebskosten für das Szenario GW+ je nach Diskontsatz zwischen ca. 568 Mio. € und ca. 1.283 Mio. €. Für den verlängerten Betrachtungszeitraum bis 120 Jahre liegen die Betriebskosten zwischen ca. 604 Mio. € und ca. 1.589 Mio. €.

Im Szenario GW0 liegen die Betriebskosten in beiden Betrachtungszeiträumen je nach Diskontsatz zwischen ca. 44 Mio. € und ca. 99 Mio. €.

Tabelle 3-14: Betriebskostenschätzungen, Diskontsatz 2 %

Komponente	Betriebskosten im ersten Jahr	Betriebskosten innerhalb von 96 Jahren	Betriebskosten innerhalb von 120 Jahren
Aufspiegelungs-Infrastruktur inkl. Wasseraufbereitung bei 0,43 €/m³, Szenario GW+	11.825.000 €	502.911.000 €	536.327.000 €
Siedlungsschutz, Szenario GW+	757.892 €	32.233.000 €	34.374.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen, Szenario GW+	185.707 €	7.898.000 €	8.423.000 €
Waldbaulicher Mehraufwand, Szenario GW+	592.679 €	25.206.000 €	25.206.000 €
Waldbaulicher Mehraufwand, Szenario GW0	1.032.235 €	43.900.000 €	43.900.000 €
Summe Szenario GW+	13.361.278 €	568.248.000 €	604.330.000 €
Summe Szenario GW0	1.032.235 €	43.900.000 €	43.900.000 €

Der waldbauliche Mehraufwand endet nach 96 Jahren, daher bleibt der Wert bei einer Betrachtung bis 120 Jahre unverändert.

Tabelle 3-15: Betriebskostenschätzungen, Diskontsatz 1,37 %

Komponente	Betriebskosten im ersten Jahr	Betriebskosten innerhalb von 96 Jahren	Betriebskosten innerhalb von 120 Jahren
Aufspiegelungs-Infrastruktur inkl. Wasseraufbereitung bei 0,43 €/m³, Szenario GW+	11.825.000 €	629.377.000 €	694.504.000 €
Siedlungsschutz, Szenario GW+	757.892 €	40.338.000 €	44.512.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen, Szenario GW+	185.707 €	9.884.000 €	10.907.000 €
Waldbaulicher Mehraufwand, Szenario GW+	592.679 €	31.545.000 €	31.545.000 €
Waldbaulicher Mehraufwand, Szenario GW0	1.032.235 €	54.940.000 €	54.940.000 €
Summe Szenario GW+	13.361.278 €	711.144.000 €	781.468.000 €
Summe Szenario GW0	1.032.235 €	54.940.000 €	54.940.000 €

Der waldbauliche Mehraufwand endet nach 96 Jahren, daher bleibt der Wert bei einer Betrachtung bis 120 Jahre unverändert.

Tabelle 3-16: Betriebskostenschätzungen, Diskontsatz 0 %

Komponente	Betriebskosten im ersten Jahr	Betriebskosten innerhalb von 96 Jahren	Betriebskosten innerhalb von 120 Jahren
Aufspiegelungs-Infrastruktur inkl. Wasseraufbereitung bei 0,43 €/m³, Szenario GW+	11.825.000 €	1.135.200.000 €	1.419.000.000 €
Siedlungsschutz, Szenario GW+	757.892 €	72.758.000 €	90.947.000 €
Schutz landwirtschaftlicher Flächen, Szenario GW+	185.707 €	17.828.000 €	22.285.000 €
Waldbaulicher Mehraufwand, Szenario GW+	592.679 €	56.897.000 €	56.897.000 €
Waldbaulicher Mehraufwand, Szenario GW0	1.032.235 €	99.095.000 €	99.095.000 €
Summe Szenario GW+	13.361.278 €	1.282.683.000 €	1.589.129.000 €
Summe Szenario GW0	1.032.235 €	99.095.000 €	99.095.000 €

Der waldbauliche Mehraufwand endet nach 96 Jahren, daher bleibt der Wert bei einer Betrachtung bis 120 Jahre unverändert.

3.5. Gesamtkostenanalyse

In den nachfolgenden Tabellen sind die wesentlichen Kenndaten der Kostenanalyse zusammengestellt. Aufsummiert aus Investitionskosten und Betriebskosten ergeben sich für das Szenario GW+ nach 96 Jahren (Tabelle 3-17) Gesamtkosten je nach Diskontsatz zwischen ca. 994 Mio. € und ca. 1.726 Mio. €. Bezogen auf den Gesamtbetrachtungsraum der drei betrachteten Waldgebiete errechnen sich daraus auf die Fläche normierte Kosten zwischen ca. 187.000 €/ha und ca. 325.000 €/ha. Aus der Betrachtung zum Diskontsatz 0 % lässt sich darüber hinaus eine anfängliche jährliche Rate von ca. 3.400 €/ha*a angeben.

Für den verlängerten Betrachtungszeitraum von 120 Jahren (s. Tabelle 3-18) ergeben sich entsprechend höhere Kosten zwischen ca. 1.175 Mio. € und ca. 2.171 Mio. € oder, flächennormiert, zwischen ca. 217.000 €/ha und ca. 409.000 €/ha. Die anfängliche jährliche Rate ändert sich durch den längeren Betrachtungszeitraum nicht.

Als Finanzierungskosten für die Investitionen wäre zusätzlich mit rd. 233 Mio. € (für den Betrachtungszeitraum 96 Jahre) und 306 Mio. € (für den Betrachtungszeitraum 120 Jahre) zu rechnen.

Für das Szenario GW0, in dem keine Investitionen in Aufspiegelungs- und Schutzmaßnahmen vorgesehen sind, fallen im Betrachtungszeitraum Kosten zwischen ca. 44 Mio. € und 99 Mio. € an, bzw. flächennormierte Kosten zwischen ca. 8.000 €/ha und ca. 19.000 €/ha. Die anfängliche jährliche Rate liegt bei ca. 200 €/ha*a. Da die spezifischen Kosten nach Ablauf von 96 Jahren nicht mehr anfallen, ändern sich die Angaben auch für einen längeren Betrachtungszeitraum nicht.

Tabelle 3-17: Gesamtkosten im Betrachtungszeitraum 96 Jahre (ohne Finanzierung)

	Diskontsatz 2 %	Diskontsatz 1,37 %	Diskontsatz 0 %
Szenario GW+			
Erstinvestitionen PLUS Ersatzinvestitionen	425.746.000 €	430.989.000 €	442.920.000 €
Betriebskosten	568.248.000 €	711.144.000 €	1.282.683.000 €
Summe Investitionen PLUS Betrieb	993.994.000 €	1.142.133.000 €	1.725.603.000 €
Bezogen auf den Betrachtungsraum (5.314 ha)	187.052 €/ha	214.929 €/ha	324.728 €/ha
Bezogen auf Betrachtungsraum und Betrachtungszeitraum ⁶			ca. 3.400 €/ha*a
Szenario GW0			
Betriebskosten	43.900.000 €	54.940.000 €	99.095.000 €
Bezogen auf den Betrachtungsraum (5.314 ha)	8.261 €/ha	10.339 €/ha	18.648 €/ha
Bezogen auf Betrachtungsraum und Betrachtungszeitraum ⁶			ca. 200 €/ha*a

Tabelle 3-18: Gesamtkosten im Betrachtungszeitraum 120 Jahre (ohne Finanzierung)

	Diskontsatz 2 %	Diskontsatz 1,37 %	Diskontsatz 0 %
Szenario GW+			
Erstinvestitionen PLUS Ersatzinvestitionen	550.574.000 €	560.095.000 €	582.027.000 €
Betriebskosten	604.330.000 €	781.468.000 €	1.589.129.000 €
Summe Investitionen PLUS Betrieb	1.154.904.000 €	1.341.563.000 €	2.171.156.000 €
Bezogen auf den Betrachtungsraum (5.314 ha)	217.332 €/ha	252.458 €/ha	408.573 €/ha
Bezogen auf Betrachtungsraum und Betrachtungszeitraum ⁶			ca. 3.400 €/ha*a
Szenario GW0⁷			
Betriebskosten	43.900.000 €	54.940.000 €	99.095.000 €
Bezogen auf den Betrachtungsraum (5.314 ha)	8.261 €/ha	10.339 €/ha	18.648 €/ha
Bezogen auf Betrachtungsraum und Betrachtungszeitraum ⁶			ca. 200 €/ha*a

⁶ nur bei Diskontsatz 0 % als anfängliche jährliche Rate sinnvoll anzugeben

⁷ Im Szenario GW0 fallen nach 96 Jahren keine zusätzlichen Kosten mehr an, weswegen die Werte mit denen in Tabelle 3-17 identisch sind. Dies gilt auch für die Betrachtung bezogen auf Betrachtungsraum und Betrachtungszeitraum

3.6. Kostenrisiken

Die wesentlichen Kostenrisiken bei einer Umsetzung der Grundwasseraufspiegelung wurden in den Beratungen der Arbeitsgruppe 1 [RT 2014] zusammengetragen. Da sie i. W. auch für das Gesamtvorhaben zutreffen, werden Sie an dieser Stelle noch einmal zitiert. Dabei entfällt durch die hier vorgesehene Erweiterung des Wasserwerks Biebesheim das von der Arbeitsgruppe 1 aufgezählte zusätzliche Risiko einer ersatzweisen Wasserbeschaffung bei fehlender Kapazität des Wasserwerks Biebesheim:

"Unabhängig von Kostenanpassungen, die sich im Rahmen einer konkreten Planung ergeben können, beinhaltet die Konzeption der Grundwasseraufspiegelung zum jetzigen Zeitpunkt folgende systemimmanente Kostenrisiken, die noch nicht monetarisiert werden konnten:

- *Zweifel an der Leistungsfähigkeit der Infiltrationsorgane (insb. Kiesbohrlöcher) bei sehr hohen Grundwasserständen, mit noch nicht spezifizierten Auswirkungen auf die Bauart und Anzahl der Infiltrationsorgane.*
- *Betrieb, Monitoring und Steuerung der Infiltrationsmaßnahmen, ausgedrückt als noch nicht näher spezifizierter Personalbedarf (technisches und wissenschaftliches Personal, mehrere Personalstellen) sowie Sachkosten und Energieverbrauch.*
- *[---]*
- *Mehrkosten für die Entsorgung von belastetem Bodenaushub aus der Grabenvertiefung und für ggf. erforderliche Sonderbauwerke (Querungen) bei der Grabenertüchtigung.*
- *Mehrkosten durch Ausrüstung des Pumpwerks mit einer Fischechleuse zur Gewährleistung der Durchgängigkeit des Landgrabens.*
- *Abhängig vom Prüfergebnis weitere Schutzmaßnahmen zum Siedlungsschutz und zum Schutz angrenzender landwirtschaftlicher Flächen.*
- *Mehrbedarf zur Ausbalancierung des Siedlungs- und Landwirtschaftsschutzes mit unmittelbar benachbarten grundwasserabhängigen Schutzgebieten.*

4. Nutzen-Analyse

4.1. Methodik

4.1.1. Informationsquellen

Den aufzubringenden ökobilanziellen Aufwendungen und den Kosten stehen verschiedene Nutzenarten und Nutzfunktionen der Wälder gegenüber, die durch die vorgesehenen Maßnahmen positiv beeinflusst werden sollen.

Im Rahmen der Untersuchung konnten zu den Nutzfunktionen des Waldes keine Daten neu erhoben werden. Die Untersuchung war daher auf vorhandenes Datenmaterial abzustimmen. In Abstimmungsgesprächen mit den maßgeblichen Inhabern flächen- und qualitätsbezogener Daten, dem Landesbetrieb Hessenforst mit seiner Projektgruppe Grundwasser und seinem Servicezentrum für Forsteinrichtung und Naturschutz (FENA) sowie der Nordwestdeutschen forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) wurde der verfügbare Informationsstand abgefragt. Im Ergebnis wurde die Vereinbarung getroffen, dass die NW-FVA aus ihrem Datenbestand unter Nutzung ihrer in [NWF 2013b] beschriebenen Methodik und der dort hinterlegten Szenarien "GW0" und "GW+" eine Auswertung speziell für die Gebietskulisse der Machbarkeitsstudie vornimmt und daraus für die im Datensatz der NW-FVA ebenfalls hinterlegten Nutzungskategorien Angaben zu Flächenbezügen und Baumartenzusammensetzung übermittelt. Die folgenden Angaben zu den Nutzfunktionen beruhen i. W. auf einer Auswertung dieser Simulationen der NW-FVA. Die Daten hierzu wurden Mitte Juni 2014 übergeben. Es handelt sich dabei um einen Datenbankauszug betreffend die Gebietskulisse der Machbarkeitsstudie sowie um eine Ergebnistabelle und Lagepläne zu den in der Forsteinrichtung definierten Waldfunktionsflächen. Die Ergebnistabelle und die Lagepläne sind in Anlage 2 dokumentiert.

Die Modellierungen der NW-FVA beschreiben, ausgehend von einem Ausgangszustand im Jahr 2007, die Entwicklung in einem Zeitraum von 96 Jahren in den Szenarien "GW0" und "GW+". Als klimatischer Hintergrund wurde aus den von der NW-FVA berücksichtigten Klimaszenarien das trockene Klimaszenario Wettreg A1Bt festgelegt, welches in Bezug auf die Wälder ungünstige klimatischen Randbedingungen beschreibt. Die Randbedingungen stimmen also mit denjenigen der von der NW-FVA in [NWF 2013b] untersuchten Szenarien "A1Bt GW0" und "A1Bt GW+" überein.

Grundlagen der Simulationen der NW-FVA sind Erhebungsdaten sowie Annahmen und Schätzungen auf der Basis derzeitiger waldbaulicher Behandlungsregeln und üblicher Vorgehensweisen. Neben natürlichen und künstlich veränderten Standortfaktoren spielt in den Berechnungen auch das forstliche Handeln entsprechend den in [NWF 2013b] hinterlegten waldbaulichen Regelsätzen eine Rolle. Diese Regelsätze wurden für den Betrachtungsraum hessisches Ried definiert und für die Teilmenge der Wälder der Machbarkeitsstudie über einen Modellzeitraum von 96 Jahren angewendet.

Im Modell der NW-FVA ist dabei jeweils ein Regelsatz dem Szenario "GW0" und ein anderer Regelsatz dem Szenario "GW+" fest zugeordnet. Die waldbaulichen Regeln orientierten sich gem. [NWF 2013b] *"an den Vorgaben der HAFEA, der Waldbaufibel von HESSEN-FORST, dem Erfahrungswissen der örtlichen Forstbediensteten sowie an Versuchsergebnissen der NW-FVA"*. Sie bilden somit die forstliche Praxis im hessischen Ried ab. Da sie von vorne herein berücksichtigen, ob sich der Grundwasseranschluss für die Bestände verändert (hier "GW+") oder

nicht (hier: "GW0"), hat die Auswahl der waldbaulichen Behandlungsregeln einen spezifischen Einfluss auf das Modellergebnis. Nach [NWF 2013b] führt dieser Effekt auch *"zu einer Nivellierung der Unterschiede zwischen den Szenarien"*. Die Zuordnung spezifischer waldbaulicher Regelsätze demonstriert andererseits, dass Anpassungsmöglichkeiten der Forstbetriebe bestehen, die es bis zu einem gewissen Grad ermöglichen, unabhängig von den betrachteten Szenarien den sich verändernden ökologischen Rahmenbedingungen waldbaulich Rechnung zu tragen (s.a. [NWF 2011]).

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Methodik seitens der Naturschutzverbände durchaus kritisch hinterfragt wird ([BUND 2014], [NAB 2014]). Dabei wird insbesondere die standortsbezogene Baumartenwahl kritisiert und dabei besonders eine Benachteiligung der Eiche und eine Bevorzugung des Nadelholzes beklagt. Unabhängig davon sind die Annahmen und Berechnungen der Studie der NW-FVA für die hier anzustellenden Betrachtungen eine unverzichtbare Informationsquelle. Variationen der den Szenarien zugeordneten waldbaulichen Verjüngungs- und Nutzungsregeln, die zu anderen Bestandsstrukturen führen würden, wurde in der Studie der NW-FVA nicht untersucht. Auch versteht sich die Studie der NW-FVA als Entscheidungsunterstützung, nimmt also die de facto zu treffenden Entscheidungen nicht vorweg.

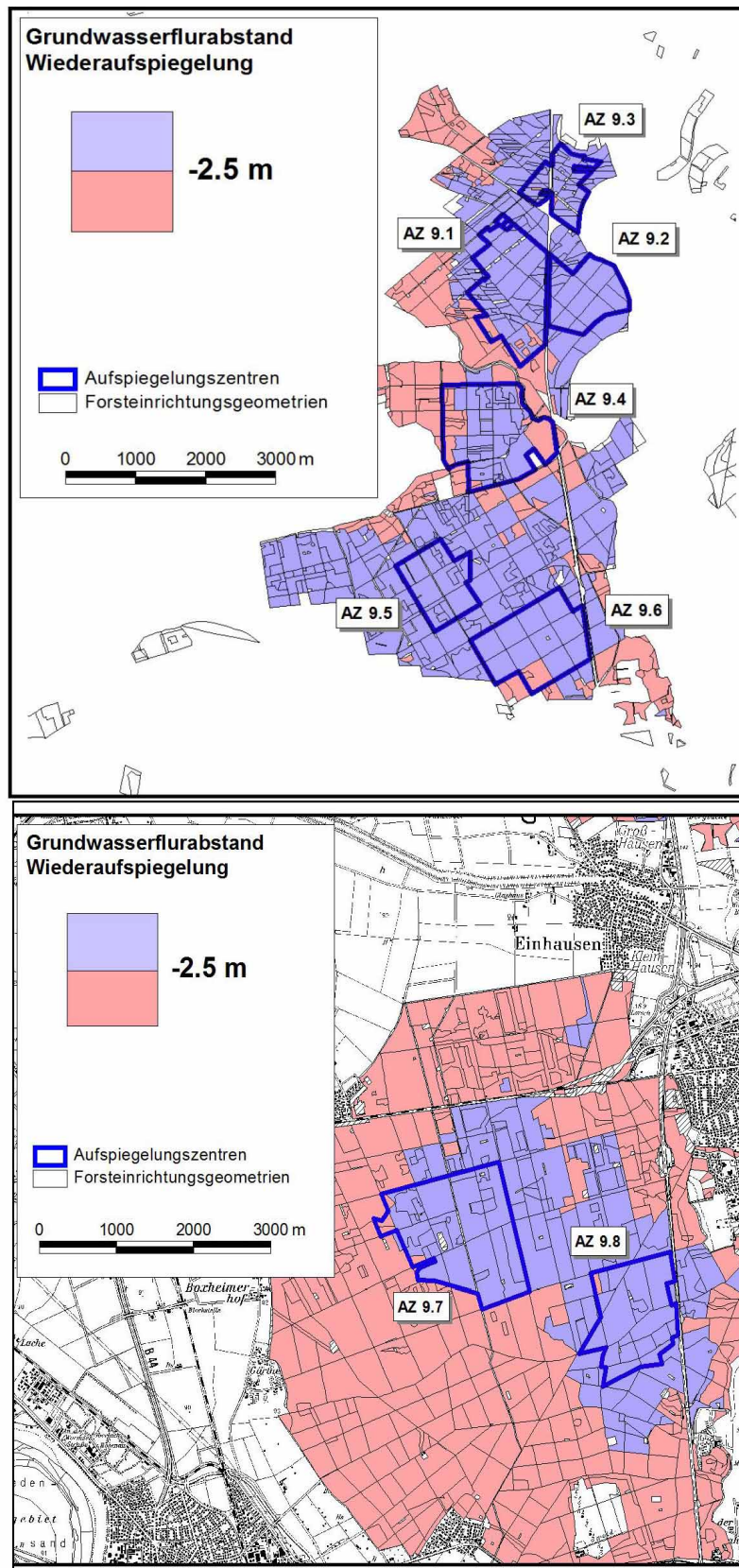
Als weitere zentrale Informationsquelle hat Hessen-Forst für die drei Waldgebiete Maßnahmen zur Anpassung des Baumbestands an die jeweiligen Standortbedingungen auf Basis einer Aufspiegelung des Grundwassers vorgeschlagen und zusammen mit anderen für die Waldgebiete charakteristischen Informationen in Waldsteckbriefen zusammengefasst. Diese Waldsteckbriefe sind in Anlage 3 dokumentiert. Hessen-Forst hat außerdem diesbezüglich am 25. November 2014 für das Gesamtgebiet der drei Wälder noch einen neuen Vorschlag zur Baumartenzusammensetzung nach Aufspiegelung übermittelt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Modellberechnungen der NW-FVA zu den Waldentwicklungsszenarien und die von Hessen-Forst vorgeschlagenen Waldstrukturprognosen deutlich unterschiedliche Angaben zur Baumartenzusammensetzung enthalten. Es ist nicht Aufgabe der hier vorgelegten Untersuchung, diese Unterschiede zu erklären, sie dokumentiert die Unterschiede aber als Grundlage für weiterführende Diskussionen (s. Kap. 4.4.2.1).

4.1.2. Flächenwirksamkeit

Im Zusammenhang mit der Bewertung der zu beobachtenden Veränderungen ist auch festzustellen, welchen Waldbereichen die in den Szenarien abgebildeten Maßnahmen zugutekommen. Ausgangspunkt ist dabei die Gesamtfläche der drei Waldbereiche (5.314 ha). Als zentraler Aspekt und Unterschied zwischen "GW0" und GW+" gilt dabei die Wirkung einer Grundwasseraufspiegelung in der Fläche der betrachteten Waldgebiete. Diesbezüglich wurde durch die Arbeitsgruppe 1 des Runden Tisches [RT 2014] die Flächenwirksamkeit als diejenige Fläche definiert, bei der ein mittlerer Flurabstand von weniger als 2,5 m erreicht wird. Bei mittleren Flurabständen von weniger als 2,5 m kann von einem maßgeblichen Einfluss des Grundwassers auf den Wald ausgegangen werden. Auch wenn Hessen-Forst und BUND in diesem Zusammenhang in der Arbeitsgruppe 1 darauf hingewiesen haben, dass substrat- und standortabhängig auch ein mittlerer Flurabstand von 2,5 m im Einzelfall bereits zu tief sein kann, wurde der Wert " $\leq 2,5$ m" als Konvention und Richtgröße für die weiteren Überlegungen akzeptiert und auch den Berechnungen der NW-FVA zur Ausweisung des Grundwasseranschlusses zugrunde gelegt. Die nachfolgende Abbildung stammt aus der Dokumentation von Hessen-Forst zur Ermittlung der Waldsanierungskosten, die in Anlage 3 beigelegt ist.

Abbildung 4-1: Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung (mittlerer Flurabstand $\leq 2,5$ m)



Quelle: Hessen-Forst, s.a. Anlage 3

Auf dieser Grundlage ergeben sich für den Aspekt der Flächenwirksamkeit folgende Aussagen:

- Zum Bezugszeitpunkt 2007 hatten nach dem Datensatz der NW-FVA lediglich ca. 83 ha des Betrachtungsraums Grundwasseranschluss
- Für das Szenario "GW+" beträgt die Fläche, auf der innerhalb des Gebiets der Machbarkeitsstudie ein mittlerer Grundwasserflurabstand von mindestens 2,5 m erreicht wird ca. 2.499 ha (s. Anlage 3). Dies entspricht etwa 47 % des Betrachtungsgebietes. Definitionsgemäß kommt die Grundwasseraufspiegelung dieser Fläche zugute, außerhalb hat sie keine Wirkung auf die Waldentwicklung.
- Gleiches gilt für die hiermit verbundenen spezifischen waldbaulichen Maßnahmen ("Waldgestaltung").
- Außerhalb dieses Bereichs sind in beiden Szenarien identische Maßnahmen ("Waldumbau") vorgesehen, die demzufolge im Szenario "GW+" auf einer Fläche von ca. 2.815 ha wirksam werden.
- Im Szenario "GW0" betreffen die Maßnahmen ("Waldumbau", ausschließlich waldbauliche Maßnahme) die gesamte Fläche der drei Waldgebiete (ca. 5.314 ha).

4.1.3. Indikatoren für die nichtmonetäre Bewertung der Nutzfunktionen

Bezüglich der Nutzenarten wird der zu erwartende Effekt weitgehend als Änderungen gegenüber dem Ausgangszustand beschrieben. Diesbezüglich liegen Informationen aus den Simulationen der NW-FVA für die drei Waldgebiete vor, die ausgewertet und verglichen werden können. Dabei handelt es sich um Angaben zu Flächen und zur Baumartenzusammensetzung, die entsprechend der jeweiligen Nutzenkategorie interpretiert werden müssen. Die Simulation der NW-FVA berücksichtigt den im Jahr 2007 erhobenen Ausgangszustand sowie die durch Anwendung spezifischer Waldbauregeln (jeweils mit und ohne Aufspiegelung) erzielten Zustände nach 96 Jahren. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind die Grundlage für die anzustellenden Betrachtungen; zusätzliche quantitative oder qualitative Informationen zur Entwicklung der Wälder innerhalb der beiden Szenarien liegen nicht vor.

Im Einzelnen wurden für die hier anzustellenden Betrachtungen folgende Nutzfunktionen betrachtet und Indikatoren definiert:

Tabelle 4-1: Indikatoren für die Bewertung der Nutzfunktionen

Leistungskennwerte	Indikatoren
Forstliche Erträge	Gesamtwuchsleistung, Nutzungsanteil
Grundwasserschutz	Fläche Wasserschutzwald, GW-Neubildung
Biodiversität (Waldbiotope)	Baumartenverteilung, potentielle Fläche von LRT9160 bzw. LRT 9130, Eichen-, bzw. Nadelholzanteil der Waldbiotope,
Erholung	Fläche Erholungswald Stufe I Allgemeiner Erholungswert
Bodenschutz	Fläche Bodenschutzwald Stufe I Nadelholzanteil
Immissionsschutz	Fläche Immissionsschutzwald Stufe I
Klimaschutz	Fläche Klimaschutzwald Stufe I Kohlendioxidspeicherung (allg. Klimaschutzfunktion)
Lärmschutz	Fläche Lärmschutzwald Stufe I Nadelholz- und Eichenanteil
Sichtschutz	Fläche Sichtschutzwald Stufe I

Die gewählten Indikatoren werden in den folgenden Unterkapiteln zu den jeweiligen Nutzfunktionen erläutert.

Die mit dem Zusatz "Stufe 1" bezeichneten Indikatoren beschreiben diejenigen Flächen, in denen die jeweilige Nutzenkategorie gemäß der Forsteinrichtung wirtschaftsbestimmend sind. Entsprechende Daten wurden aus dem Datensatz der NW-FVA für die Untersuchung zur Verfügung gestellt. Flächen mit Nutzenkategorien der "Stufe 2" (wirtschaftsbeeinflussend gem. Forsteinrichtung) sind in den Datensätzen der NW-FVA nicht gesondert ausgewiesen. Die Herleitung entsprechender Flächenbezüge erfolgt daher, soweit erforderlich, hilfsweise über die Angaben zu Waldfunktionen aus den Gebietssteckbriefen von Hessen-Forst (Anlage 3).

Für jeden Nutzenaspekt wurde anhand der Indikatoren der Zustand im Jahr 2007 mit dem simulierten Endzustand in den Szenarien "GW+" und "GW0" sowie die Endzustände der beiden Szenarien untereinander verglichen. Die hierbei zu beobachtenden Unterschiede wurden analysiert und bewertet:

- Um wie viel besser oder schlechter stellt sich ein Nutzenparameter gegenüber dem Ausgangszustand dar, wenn nach dem Szenario GW0 verfahren wird?
- Um wie viel besser oder schlechter stellt sich ein Nutzenparameter gegenüber dem Ausgangszustand dar, wenn nach dem Szenario GW+ verfahren wird?
- Welchen zusätzlichen Nutzen erzeugt Szenario GW+ gegenüber dem Szenario GW0?

Darüber hinaus erfolgt eine (allerdings nur qualitative) Betrachtung möglicher Synergien zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen und Siedlungsflächen.

4.1.4. Methodische Grenzen

Zentrales Kriterium für die Auswahl der Indikatoren war, dass sie sich aus dem vorhandenen Informationsstand herleiten lassen. Eine Vielzahl anderer Indikatoren wäre grundsätzlich denkbar, für deren Betrachtung aber keine gebietsspezifischen Informationen verfügbar waren.

Dies gilt insbesondere auch für Informationen zu Qualitätsunterschieden der Bestände bei unterschiedlichen Grundwasserständen. In [NWF 2011] werden die positiven Auswirkungen einer Grundwasseraufspiegelung im Betrachtungsraum durch verbesserte Standortbedingungen (Frischestufen) erläutert. Die Wiederaufspiegelung verbessert demnach allgemein das Standortpotenzial für die Baumartenwahl und die Wuchsleistung der Bestände. Die Mehrzahl der Böden innerhalb ihrer Flächenwirksamkeit entwickelt sich unter Annahme des Klimaszenarios A1Bt von der Frishestufe „mäßig trocken“ zu „betont frisch“ bzw. „feucht“. Durch die Wiederaufspiegelung sollen außerdem die Auswirkungen des Klimawandels im Szenario A1Bt zu einem kleineren Teil kompensiert werden.

Die hier durchgeführten Vergleiche der beiden Szenarien GW0 und GW+ können qualitative Unterschiede (z.B. Struktureichtum, Vitalität der Baumindividuen, Resilienz gegenüber Schadfaktoren) nicht abbilden, hierzu fehlen entsprechende Indikatoren. Diese methodische Einschränkung wirkt zuungunsten der Beurteilung einer Grundwasseraufspiegelung, weil ein verbesserter Bodenwasserhaushalt sich grundsätzlich qualitätssteigernd auf alle davon betroffenen Bestände auswirkt, sich dieser positive Effekt aber im Szenarienvergleich nicht abbilden lässt.

Ebenso wenig berücksichtigt sind Vorschädigungen, die in den Modellrechnungen der NW-FVA aus methodischen Gründen nicht dargestellt werden konnten, so dass für die in den Modellen simulierten Baumarten keine Schädigungscharakteristika in die Prognosen einfließen konnten. Diesbezüglich überschätzen die Prognoserechnungen systematisch die tatsächlich vorhandenen Potenziale bzw. unterschätzen die aus den Vorschädigungen entstehenden waldbaulichen Behinderungen.

4.1.5. Monetisierung der Nutzfunktionen

Ziel der Nutzen-Analyse ist es, die sich zwischen den Entwicklungsszenarien GW0 und GW+ ergebenden Unterschiede hinsichtlich der betrachteten Nutzenkategorien aufzuzeigen. Dabei ist in beiden Szenarien die Existenz von Wäldern im bisherigen Flächenumfang vorausgesetzt. Es ist explizit nicht Ziel dieser Nutzenanalyse, einen Wert des Waldes absolut zu bestimmen: Dies verbietet sich schon aus der Tatsache heraus, dass in Abhängigkeit der Datenlage vereinfachte Ansätze und Indikatoren für die Nutzenkategorien abgeleitet wurden, die sich, da sie für beide Szenarien gleich anzuwenden sind, zur Charakterisierung von Unterschieden eignen, die aber keine umfassende Wertermittlung im Sinne der gesamtgesellschaftlichen Bedeutung von Waldgebieten darstellen können.

Bis auf direkte forstliche Erträge (Holznutzung) lassen sich die verschiedenen Nutzenarten nicht oder nicht unstrittig mit monetären Werten belegen. Hierzu gibt es zwar unterschiedlichste methodische Ansätze, die zum Einen aber für gleiche Nutzfaktoren unterschiedliche Ergebnisse liefern und für deren Anwendung zum Anderen standortspezifische Daten ermittelt werden müssten die derzeit nicht vorliegen.

Darüber hinaus befassen sich derartige Studien in der Regel nicht mit dem Vergleich verschiedener Entwicklungsmöglichkeiten des Waldes, sondern stellen den potenziellen Wert des Waldes in einem volkswirtschaftlichen Zusammenhang, in Konkurrenz zu anderen (Flächen-) Nutzungen oder hinsichtlich seiner Schutzwürdigkeit dar. Die Existenz der hier betrachteten Wälder und ihr Erhalt stehen in den betrachteten Szenarien aber nicht in Frage, vielmehr sollen zwei qualitativ unterschiedliche Waldentwicklungsszenarien verglichen werden. Aus den vorhandenen Methoden lassen sich hierfür, abgesehen von der fehlenden Datengrundlage, für den vorliegenden Fall streng genommen keine belastbaren Umrechnungen in Geldbeträge ableiten.

Für den hier zu betrachtenden Fall, in dem es nicht primär um die Rechtfertigung von Kosten durch geldwerten Gegenwert geht, erscheint eine solche Betrachtung auch nicht zwingend erforderlich. Teilweise (wie z.B. im Hinblick auf rechtliche Zwänge, besonders im Zusammenhang mit Schutzgebietsausweisungen) dürfen Kosten für die Erreichung eines verpflichtenden Ziels auch keine Rolle spielen, oder nur insoweit, als unterschiedliche Handlungsoption zum gleichen Ziel führen und dabei unterschiedliche Kosten verursachen. Die Rechtfertigung eines Aufwands ergibt sich hier aus einer Verpflichtung heraus, nicht aus einem zu erwartenden Nutzen.

Um dennoch den bestehenden Erwartungen hinsichtlich monetarisierter Nutzeneffekte gerecht zu werden und zumindest Größenordnungen angeben zu können, werden in den einzelnen Kapiteln in der Diskussion der Nutzfunktionen entsprechende Ansätze zur Monetisierung vorgestellt. Dabei werden, wo ohne spezifische Datengrundlage möglich, anhand von Gedankenexperimenten und Analogieschlüssen Bandbreiten aufgezeigt und die Relevanz einer Monetisierung im Hinblick auf den Szenariovergleich diskutiert.

4.2. Forstliche Erträge

4.2.1. Methodik

Der Verkauf von Holz ist nach wie vor die Haupteinnahmequelle des Forstes. Die potenziellen Erträge durch Holzgewinnung lassen sich in den betrachteten Szenarien aus dem Vorratszuwachs ableiten, der sich gegenüber dem Ausgangszustand ergibt. Für die Erträge ist dabei der genutzte Anteil des Zuwachses relevant. Die Modellrechnungen der NW-FVA weisen diesbezüglich in den Szenarien GW0 und GW+ jeweils die Gesamtwuchsleistung und genutzten Anteil ab 2007 über einen Zeitraum von 96 Jahren aus.

Die Angaben zu Gesamtwuchsleistung und Nutzungsanteil erfolgten als Vorratsfestmeter (Vfm). Für den hier anzustellenden Vergleich wurde der Nutzungsanteil in Erntefestmeter (Efm) umgerechnet, wobei ein Vorratsfestmeter überschlägig 0,8 Erntefestmetern entspricht.

Hinsichtlich des monetären Wertes wurde als Mittelwert für derzeit erzielbare Erlöse ein Verkaufserlös von 65 €/Efm (netto) angesetzt. Erntekosten wurden mit 20 €/Efm (netto) berücksichtigt, woraus sich ein erntekostenfreier Erlös von 45 €/Efm (netto) ergibt.

Die hiermit vorgenommene Abschätzung basiert auf der heutigen Marktsituation und heutigen Preisen. Eine Befragung ergab hier mittlere Preise für Eiche, Buche und Kiefer, die um 60-65 €/Efm schwanken. Entsprechend dem langfristigen Trend und der Entwicklung der Weltnachfrage nach Holz wird für die Zukunft eine deutliche Erhöhung des Preis/Kaufkraftverhältnisses erwartet. Es ist außerdem zu erwarten dass stabilisierende Waldbaumaßnahmen zu einer Erhöhung der Stückmasse und damit auch der Efm-Preises führen.

Daher wurde mit einem im oberen Bereich der derzeitigen Durchschnittspreise liegendem Preis von 65,-€ gerechnet.

Für weitere Erträge aus Waldprodukten wie Wild, Beeren und Pilze (s.a. [HMI 1997]) liegen keine Daten vor.

4.2.2. Befunde

Aus der Differenz der beiden Szenarien ergibt sich ein Schätzwert für den durch das Szenario GW+ zusätzlich erzielbaren Ertrag. Dabei ist es sinnvoll, zwischen Gesamtgebiet (Tabelle 4-2) und dem Gebiet, welches im Szenario GW0 Grundwasseranschluss erhält, zu unterscheiden (Tabelle 4-3).

Tabelle 4-2: Forstliche Erträge Holzverkauf, Gesamtgebiet

	"GW0"	"GW+"	Differenz
Gesamtwuchsleistung [Mio. Vfm]	5,86	6,02	0,16
davon Nutzung [Mio. Efm]	2,99	3,13	0,14
erntekostenfreier Erlös [Mio. €], netto	134,6	140,9	6,3
flächennormierter jährlicher Erlös [€/ha*a], netto	264	276	12

Tabelle 4-3: Forstliche Erträge Holzverkauf, Gebiet mit Grundwasseranschluss im Szenario GW+

	"GW0"	"GW+"	Differenz
Gesamtwuchsleistung [Mio. Vfm]	3,03	3,18	0,15
davon Nutzung [Mio. Efm]	1,74	1,86	0,12
erntekostenfreier Erlös [Mio. €], netto	78,3	83,7	5,4
flächennormierter jährlicher Erlös [€/ha*a], netto	326	349	23

4.2.3. Diskussion und Bewertung

Die Schätzung zeigt, dass das Szenario GW+ gegenüber dem Szenario GW0 eine Steigerung der Erträge aus dem Holzverkauf erwarten lässt, die über den Betrachtungszeitraum von 96 Jahren einen Mehrerlös (nach heutigen Preisen) von etwa 6,3 Mio. € (netto) verspricht.

Eine genauere Betrachtung desjenigen Gebietes mit Grundwasseranschluss im Szenario GW+ führt zu dem Ergebnis, dass der Mehrerlös tatsächlich zum größten Teil diesem Gebiet zuzuordnen ist. Insofern kann der Grundwasseraufspiegelung und den damit einhergehenden waldbaulichen Maßnahmen im Szenario GW+ ein potenzieller Zusatznutzen von 5,4 Mio. € zugerechnet werden.

Umgerechnet entsprächen die Mehrerlöse im Szenario GW+ Deckungsbeiträgen ca. 66.000 €/a (oder 12 €/ha*a), wovon ca. 56.000 €/a im Bereich der Flächenwirksamkeit bei einem deutlichen höheren Flächenerlös von 23 €/ha*a erwirtschaftet werden.

Eine genauere Sortimentsanalyse wurde nicht vorgenommen. Sie würde die Genauigkeit der Abschätzung zwar verbessern, nach den erfragten Preisunterscheiden würden sich die Angaben dadurch aber nur um wenige Prozent verändern, was mit Blick auf das Schätzergebnis und seine Bedeutung für eine Gesamtbetrachtung wahrscheinlich nicht signifikant ist.

4.3. Grundwasserschutz

4.3.1. Methodik

Die drei Waldgebiete im Betrachtungsraum sind zum großen Teil Bestandteil von Wasserschutzgebieten und erfüllen diesbezüglich Funktionen für den Grundwasserschutz, z.B. beim Schutz vor Stoffeinträgen. Wald kann je nach Zusammensetzung und Bewirtschaftung diese Aufgaben mehr oder weniger gut leisten, er leistet sie grundsätzlich aber immer besser als andere bewirtschaftete Flächen (z.B. Landwirtschaft, Siedlungen, Verkehrsflächen). Die Grundwasserneubildung in Waldgebieten ist demgegenüber im Vergleich mit anderen unversiegelten Flächen allerdings geringer, was i. W. in der erhöhten Interzeption begründet ist.

Einflussfaktoren auf die Grundwasserschutzfunktion des Waldes sind

1. Platzhalterfunktion: Der Wasserschutz im Betrachtungsgebiet besteht hauptsächlich in der Platzhalterfunktion des Waldes gegenüber potentiell weniger geschützten Flächennutzungen. Der Wald schützt das unter seiner Fläche vorliegende Grundwasser durch den biologischen Filter der sich ständig erneuernden Humusschicht mit ihrem Bodenleben, das Schadstoffe sorbiert, abbaut oder mineralisiert. Pflanzen nehmen außerdem Nährstoffe (z.B. Nitrat, Phosphat) auf und verhindern damit eine Verlagerung ins Grundwasser.

Die Grundwasserschutzfunktion kann als Platzhalterfunktion einfach über die Waldfläche dargestellt werden. Sie ist also an die Existenz oder Nichtexistenz von Wald auf der betrachteten Fläche gebunden. Im Hinblick auf die Waldentwicklungsszenarien "GW0" und "GW+" ist dieser Faktor allerdings keiner Veränderung unterworfen, da eine gegenüber dem Ausgangszustand zukünftig anders lautende Schutzgebietszuweisung nicht abzusehen ist und sich auch die Größe der Waldflächen zukünftig nicht ändern soll.

2. Grundwasserneubildung: Wald verbessert die Qualität des Wassers und die Stetigkeit der Grundwasserspende, nicht aber die natürliche Infiltrationsrate. Interzeptionsverluste verringern dabei die Grundwasserneubildung auf einer Fläche. Waldflächen weisen gegenüber anderen unversiegelten Flächen höhere Interzeptionsverluste auf, da Waldflächen einen größeren Anteil an Niederschlagswasser verdunsten. Die Grundwasserneubildung ist daher unter bewirtschaftetem Freiland, wie Wiesen und Äckern, bis zu dreimal so hoch [HLU 2013a]. Innerhalb einer Waldfläche ergeben sich dabei Unterschiede, die auf die Baumarten, und hier hauptsächlich auf Unterschiede zwischen Nadel- und Laubbaumarten zurückzuführen sind.

Die Interzeption bei Nadelwäldern liegt zwischen 28-42% höher als bei Laubwäldern [Pec 2004]. Das bedeutet für die hier anzustellende Betrachtung, dass sich die Grundwasserneubildung mit Ansteigen des Nadelholzanteils tendenziell verschlechtert. Der Einfluss des Nadelholzanteils auf die Grundwasserneubildung wird im vorliegenden Fall aus den Daten zur führenden Baumart, Niederschlagsdaten und potenziellem Interzeptionsverlust abgeschätzt. Eine genauere Bestimmung wäre anhand von Klima- und Vegetationsmodellen möglich, ist aber nicht Gegenstand der Aufgabenstellung.

3. Nadelholzanteil und Stoffrückhalt: Böden unter Nadelholz neigen zur Akkumulation von Auflagehumus, der sich unter Wald nur langsam zersetzt. Im Falle von Auflichtungen mineralisiert er beschleunigt und führt dann zu erhöhten Stoffeinträgen, vor allem von Nitrat. Eine Verringerung des Nadelholzanteils wirkt sich also positiv auf die natürliche Grundwasserneubildung aus. Aus Veränderung des Nadelholzanteils kann demzufolge eine zusätzliche Information hinsichtlich der Qualität des Nitratrückhalts generiert werden.
4. Flurabstand und Stoffrückhalt: Die ungesättigte Bodenzone dient als Puffer gegenüber Stoffeinträgen in das Grundwasser. Ein niedriger Flurabstand führt zu einer Verringerung der Pufferfunktion. Sehr geringe Flurabstände sind daher unter dem Aspekt des Grundwasserschutzes eher ungünstig. In der Arbeitsgruppe 1 des Runden Tisches wurden diesbezüglich auch Bedenken hinsichtlich von einer Rücklöseprozessen vorgetragen die sich aus hohen Grundwasserständen ergeben können.
5. Dauerwald: Die Art und Weise der Waldbewirtschaftung kann die Grundwasserschutzfunktion beeinflussen. Dauerwald, d.h. Wald ohne Phasen mit Kahlfächen, stellt bezüglich des Grundwasserschutzes die Idealform der Waldbewirtschaftung dar. Dabei werden starke Auflichtungen oder Kahlschläge vermieden und so die Humusschicht vor Mineralisierung und Nährstofffreisetzung ins Grundwasser geschützt. Das Bodenleben inkl. der Baumwurzeln zur biologischen Filterung von Schadstoffeinträgen ist dauerhaft aktiv. Dauerwald setzt eine einzelstammweise Nutzung der vorhandenen Baumarten (gegenüber Flächenkahlschlag) und eine effektive Verjüngung der Bestände in mehreren Schichten voraus.
Die Dauerwaldeigenschaft eines Waldgebietes ist i. W. unabhängig von der Grundwasserschutzfunktion steuerbar, indem forstseitig für eine entsprechende Bewirtschaftung (Vermeidung von Kahlschlag) und für ausreichende Verjüngung, möglichst in mehreren Schichten, gesorgt wird. Die Dauerwaldeigenschaft ist in den vorhandenen Daten allerdings nicht abgebildet, daher kommt sie als Indikator für die Waldentwicklung im Hinblick auf Grundwasserschutz nicht in Frage.

Im Hinblick auf die verfügbaren, flächenbezogenen Informationen lassen sich hieraus folgende Indikatoren definieren, die die Unterschiede der betrachteten Szenarien "GW0" und "GW+" verdeutlichen.

- Wasserschutzwald: Fläche des mit der Schutzfunktion "Wasserschutz" belegten Waldes
- Nadelholzfläche: Fläche des mit Nadelholz als führenden Baumarten bestandenen Waldes
- Grundwasserneubildung

4.3.2. Befunde

Die beschriebenen Indikatoren stellen sich bezogen auf den Betrachtungsraum und die von NW-FVA durchgeführten Modellrechnungen wie folgt dar:

Tabelle 4-4: Indikatoren für die Nutzfunktion Grundwasserschutz

	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
Wasserschutzwald [ha]	3.950	3.950	3.950
Nadelholzfläche [ha]	2.488	1.936	1.767
Grundwasserneubildung [Mio. m ³ /a]	3,49	3,60	3,63

3.950 ha oder 74 % des Betrachtungsraums sind mit der Funktion "Wasserschutz" belegt. Dieser Anteil ändert sich in den Entwicklungsszenarien nicht.

In beiden Entwicklungsszenarien gelingt es nach der Modellierung der NW-FVA offenbar, den Anteil an Nadelholz im Betrachtungsraum zu verringern, was sich positiv auf die potenzielle die Grundwasserneubildung und auf die Pufferqualität des Bodens auswirkt. Gegenüber dem Ausgangszustand nimmt der Anteil an Nadelholz im Entwicklungsszenario "GW0" um 552 ha ab, im Entwicklungsszenario "GW+" um 721 ha. Der Unterschied zwischen den beiden Entwicklungsszenarien "GW+" gegenüber "GW0" beträgt dabei 169 ha. Bezogen auf das Betrachtungsgebiet wird damit auf etwa 10 % der Fläche eine Verbesserung erreicht. Im Szenario GW+ gelingt dies auf etwa 13 % der Fläche des Betrachtungsraums (721 ha). Der Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber dem Szenario GW0 beträgt demzufolge ca. 3 %-Punkte (169 ha).

Für die Abschätzung der Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von der Bestockung wurde vereinfacht von heutigen Randbedingungen ausgegangen. Seitens HLUG wurde in diesem Zusammenhang am Runden Tisch die mittlere Grundwasserneubildung unter Nadelwald im Hessischen Ried mit ca. 55 l/m²a angegeben [HLU 2013a]. Der Interzeptionsverlust bei Nadelwäldern liegt nach [Pec 2004] zwischen 28% und 42% höher als bei Laubwäldern. Im Umkehrschluss lässt sich daraus ableiten, dass die mittlere Grundwasserneubildung unter Laubwald im Hessischen Ried unter ansonsten identischen Bedingungen zwischen 70 und 85 l/m²a liegen müsste.

Mit der vorgenommenen Abschätzung und den genannten Einschränkungen sowie den bekannten Flächenanteilen ergeben sich die in Tabelle 4-4 abgeleiteten Werte für die langjährige mittlere Grundwasserneubildung. Die Modellrechnungen der NW-FVA weisen dabei einen Rückgang der Nadelholzflächen in den betrachteten Entwicklungsszenarien aus. Es zeigt sich, dass gegenüber dem Ausgangszustand (2007) durch den Rückgang des Nadelholzanteils im Szenario GW0 eine Erhöhung der Grundwasserneubildung um ca. 110.000 m³/a zu erwarten ist. Im Szenario GW+ erhöht sich die Grundwasserneubildung um ca. 140.000 m³/a.

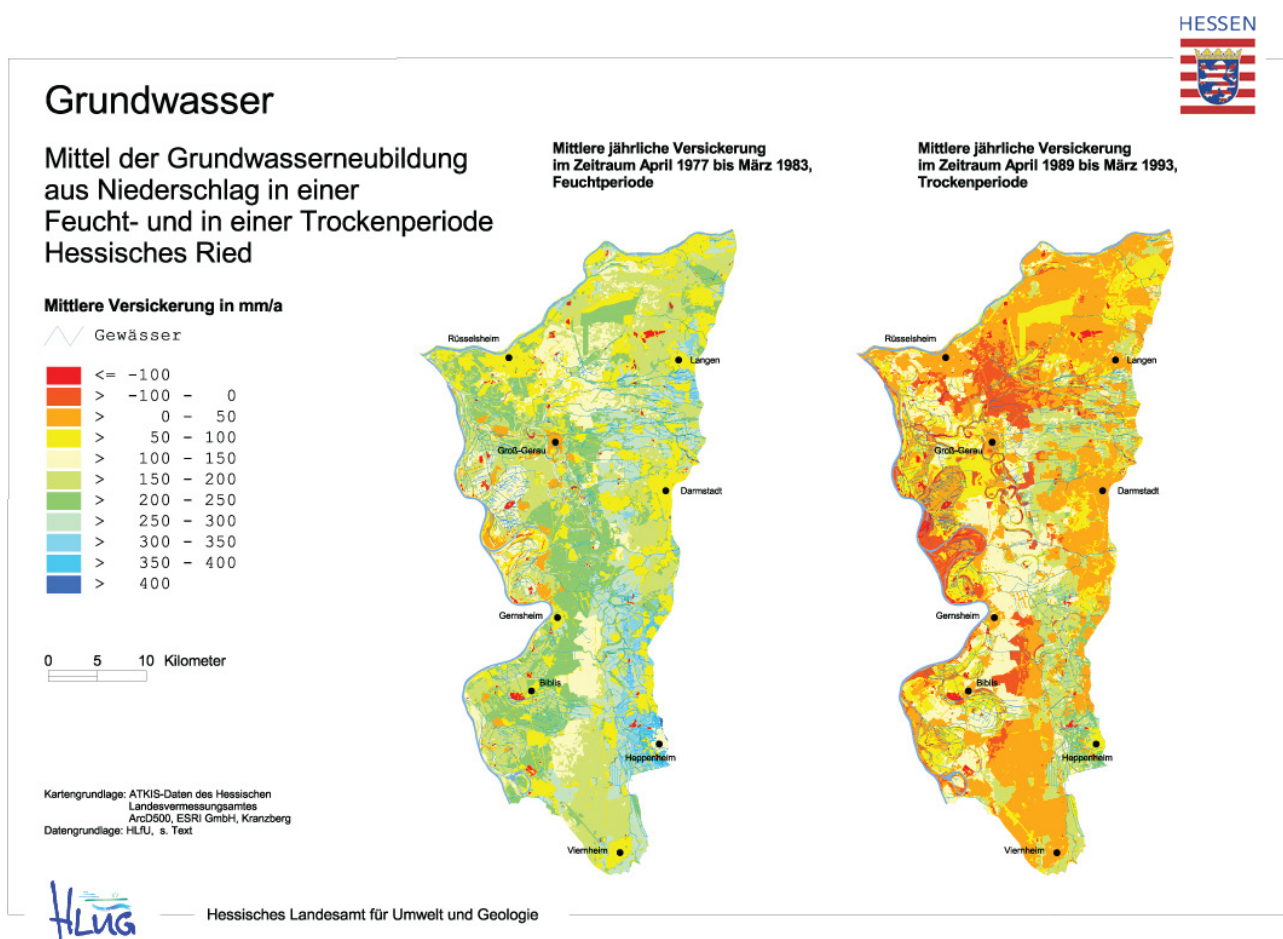
Bei den Schätzgrundlagen handelt es sich um langjährige Mittelwerte. Der Unterschied in der Grundwasserneubildung zwischen den beiden Entwicklungsszenarien läge demzufolge bei 30.000 m³/a. Dieser Betrag liegt innerhalb der methodischen Unsicherheiten von Grundwasserneubildungsberechnungen. Auch angesichts einer natürlichen Grundwasserneubildung im Hessischen Ried von 161,3 Mio. m³/a [RPD 1999] erscheint dieser Beitrag irrelevant.

Auf eine Differenzierung der Grundwasserneubildung nach Nass- und Trockenjahren muss an dieser Stelle verzichtet werden, es sei aber ergänzend darauf hingewiesen, dass insbesondere in Trockenjahren auch negative Beiträge zur Grundwasserneubildung auftreten, wenn der Wald ein Defizit des Bodenwasserhaushalts durch Zugriff auf Grundwasser deckt. In Abbildung 4-2 treten

die Wälder der Machbarkeitsstudie im südlichen hessischen Ried deutlich hervor. Schon in der dargestellten Feuchtperiode ist die Grundwasserneubildung mit Werten zwischen 100 und 150 mm/a niedriger als im Umland. In Trockenperioden verdunstet die Waldvegetation mehr Wasser als über Niederschläge dargeboten wird. Bei Grundwasseranschluss wird dieses Defizit durch die Baumwurzeln ausgeglichen: Der Wald nutzt Grundwasser für die eigene Versorgung, es ergeben sich negative Neubildungsraten zwischen ± 0 und -100 mm/a. Bei fehlendem Grundwasseranschluss gerät der Wald in einer solchen Situation in massiven Trockenstress, verbunden mit dem Auftreten von Schädigungen.

Das Szenario GW+ würde demzufolge in Kombination mit einem wärmeren, trockeneren Klima eher zu einem dauerhaften Netto-Grundwasserkonsum der Waldflächen als zu einem nennenswerten Beitrag zur Grundwasserneubildung führen, da das durch die Aufspiegelung angebotene Grundwasser in Trockenperioden dazu genutzt würde, klimatisch bedingte Niederschlagsdefizite auszugleichen. Dies wäre auch der eigentliche Zweck der hier betrachteten Grundwasseraufspiegelung.

Abbildung 4-2: Mittlere Grundwasserneubildung im Hessischen Ried, Feucht- und Trockenperiode



Quelle: HLUG, Umweltatlas Hessen [HLU 2014]

4.3.3. Monetisierung

Das Hessische Ministerium des Innern und für Landwirtschaft Forsten und Naturschutz hat in seiner Broschüre "Nutzen des Waldes für die Gesellschaft" [HMI 1997] zum Zweck der Monetisierung einen Ansatz zur Abschätzung des Wertes dieser Dienstleistung verfolgt, bei dem die vermiedenen Aufbereitungskosten durch die Filterwirkung des Waldes mit ca. 0,1 DM/m³ angenommen wurden. Kaufkraftbereinigt entspräche dieser Wert heute etwa 0,07 €/m³. Diese in [HMI 1997] angenommene "Ersparnis" hat aber, hierauf haben die Vertreter der Wasserversorger mehrfach hingewiesen, im vorliegenden Fall keinerlei technischen Hintergrund. Sie kann daher bestenfalls als Rechenexempel zur Veranschaulichung der Größenordnung verstanden werden, NICHT als tatsächlich vorhandenes Einsparpotenzial. Konsequenter Weise wird dieser Ansatz seitens der Wasserversorger auch nicht geteilt. Die sich aus der Grundwasserneubildung herleitende theoretische "Vermischung" mit dem anstehenden und für Trinkwasserversorgung entnommenen Grundwasser lässt aufgrund des geringen Beitrags der Grundwasserneubildung auch keinerlei Rückschluss auf anlagentechnische Vorteile bei der Trinkwasseraufbereitung zu.

Da die Grundwasseraufspiegelung ohnehin der Wasserversorgung der Wälder gewidmet ist, würde der durch die Grundwasseraufspiegelung ermöglichte Grundwasserkonsum der Wälder auch monetär zu negativen Beträgen führen. Insgesamt kann eine Monetisierung der Grundwasserschutzfunktion im vorliegenden Fall keinen sinnvollen Beitrag zur Nutzenbewertung leisten.

4.3.4. Diskussion und Bewertung

Die Unterschiede zwischen den betrachteten Szenarien sind nicht zwingend und nicht ausschließlich vom Grundwasserstand im Betrachtungsgebiet abhängig. Der Trend zu weniger Nadelholz in den Modellrechnungen spiegelt auch die waldbaulichen Vorgaben und Annahmen wieder, die der Simulation der NW-FVA zugrunde liegen. Diese sind bis dato aber selbst nicht Gegenstand der Szenarioanalyse, sondern sind den Szenarien fest zugeordnet. Von Natur aus handelt es sich beim Betrachtungsgebiet inzwischen i. W. um Laubmischwald-Standorte, weshalb der Rückgang des Nadelholzanteils in der Modellierung konsequent und der relativ kleine Unterschied zwischen den Entwicklungsszenarien vor diesem Hintergrund recht gut nachvollziehbar ist.

Insbesondere für die bestehenden Verhältnisse im Hessischen Ried ist aber festzustellen, dass sowohl hinsichtlich der Grundwassermenge, als auch der Grundwasserqualität für die Grundwassergewinnung derzeit keine signifikanten Unterschiede zwischen Aufspiegelung und Nichtaufspiegelung zu erwarten sind. Die Unterschiede, die sich zwischen dem Szenario G0 und GW+ ergeben, und die den Zusatznutzen einer Grundwasseraufspiegelung beschreiben, erscheinen im Hinblick auf den Grundwasserschutz nicht signifikant oder, mit Blick auf das trockenere Klimaszenario A1Bt, sogar negativ. Der Versuch einer Monetisierung ergibt vor diesem Hintergrund ebenfalls keinen sinnvollen Beitrag, zumal der aus [HMI 1997] übernommene Ansatz nach Auffassung der Wasserversorger keinerlei technischen Hintergrund Rechtfertigung hat sondern auf einer reinen Annahme beruht.

4.4. Biodiversität

4.4.1. Methodik

Wälder können grundsätzlich auch dem Schutz der Artenvielfalt, des genetischen Erbes und der Biodiversität dienen. Ein Großteil des Betrachtungsgebiets steht unter dem Schutz der Natura

2000 Verordnung: 1.227 ha sind als FFH-Gebiet, 3.961ha sind Vogelschutzgebiete (VSG) ausgewiesen (s.a. Anlage 3), wobei sich die Flächen von VSG- und FFH-Gebieten überlagern. Während Vogelschutzgebiete in allen drei Waldgebieten großflächig ausgewiesen sind, finden sich FFH-Gebiete ausschließlich im Gernsheimer und Jägersburger Wald. Innerhalb der FFH-Gebiete sind besonders die Lebensraumtypen des Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes (LRT 9160) und des Waldmeister-Buchenwalds (LRT 9130) relevant. Dabei ist neben der definierten Baumartenausstattung auch wichtig, ob der Bestand mehrere Entwicklungsphasen, also Altersklassen ("Schichtung") aufweist, bei der Nachwuchs Bäume in der Zerfallsphase fortlaufend ersetzen kann.

Die Modellierung der NW-FVA weist im Ausgangszustand und in den Entwicklungsszenarien diejenigen Flächen aus, deren Standortbedingungen die Existenz eines der beiden Lebensraumtypen LRT 9160 und LRT 9130 ermöglichen, und bezeichnet diese Flächen als potenzielle Lebensraumtypen. Für den Ausgangszustand sind darin Daten der hessischen Biotopkartierung genutzt worden. Die tatsächliche Existenz des LRT zu einem gegebenen späteren Zeitpunkt am ausgewiesenen Ort wird in den Modellierungen nicht unterstellt, es handelt sich um Potenziale deren Realisierung waldbaulichen Entscheidungen unterliegt.

Innerhalb der LRT-Flächen werden höherwertige Anteile als "LRT+" ausgewiesen. Hierbei gilt eine Ausprägung mit einem lebensraumtypischen Baumartenanteil über 70 % und mindestens zwei Entwicklungsphasen einschließlich der Reifephase als Kriterium. Diese Definition folgt der im Rahmen der Machbarkeitsstudie (dort in "Position 6", s. [NWF 2011]) eingeführten Systematik.

Darüber hinaus werden besonders wertvolle Flächen für die Lebensgemeinschaften der Alters- und Zerfallsphase von Buchen- und Eichenwäldern (Hotspots) als Waldbiotope der Stufe I und Stufe II ausgewiesen, wobei auch hier die Stufe I einer wirtschaftsbestimmenden, Stufe II einer wirtschaftsbeeinflussenden Bedeutung der jeweiligen Biotope entspricht. Es handelt sich dabei um relativ kleine Flächen (in Summe etwa 137 ha). Innerhalb dieser besonderen Biotope kann die Entwicklung des Eichen- und Nadelholzanteil als Indikator für die Qualität der Baumartenzusammensetzung in den besonders wertvollen Biotopen betrachtet werden.

Zur Untersuchung der unterschiedlichen Auswirkungen der Entwicklungsszenarien lassen sich aus den gegebenen Daten insbesondere die ausgewiesenen LRT-Flächen und ihre Änderungen auswerten. Hieraus ergeben sich die in Tabelle 4-5 dargestellten Indikatoren und zugeordneten Flächen.

Die Baumartenzusammensetzung ist ein weiterer Indikator, der auch und gerade unter dem Aspekt der waldbaulichen Optionen und der Biodiversität am Runden Tisch und in seinen Arbeitsgruppen 1 und 2 diskutiert wurde. Aus dem Datensatz der NW-FVA lassen sich diesbezüglich die potenziellen Baumartenspektren der Entwicklungsszenarien ausweisen und mit dem Ausgangszustand, aber auch mit den Waldstrukturprognosen von Hessen-Forst vergleichen.

4.4.2. Befunde

Aus vorliegenden Informationen ergeben sich die in Tabelle 4-5 dargestellten Indikatoren und zugeordneten Flächen. Hinzuweisen ist darauf, dass die Angaben zum Betrachtungsraum, den FFH- und Vogelschutzgebieten sowie zu den Waldstrukturprognosen den Gebietssteckbriefen von Hessen-Forst entnommen wurden (s.a. Anlage 3). Die Angaben zu den potenziellen Lebensraumtypen und den Waldbiotopen stammen aus dem Datensatz der NW-FVA. In Kap. 1.1 wurde bereits auf Unterschiede der beiden Ansätze hinsichtlich der berücksichtigten Flächen

hingewiesen. Für die Betrachtungen zum Thema Biodiversität sind diese Unterschiede vernachlässigbar.

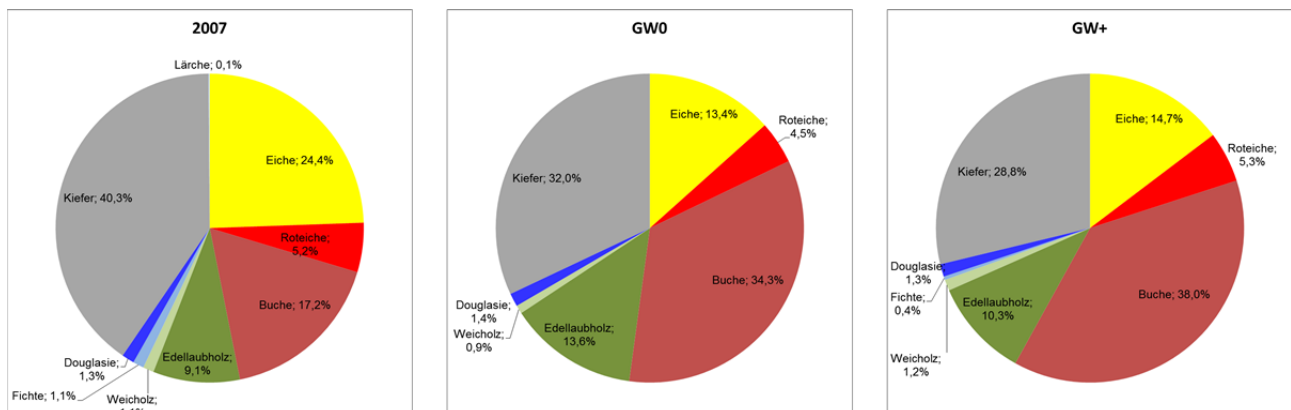
Tabelle 4-5: Indikatoren für die Nutzfunktion Biodiversität

	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
FFH-Gebiete [ha]	1227	-offen-	-offen-
Vogelschutzgebiete [ha]	3961	-offen-	-offen-
Potentieller Lebensraumtyp 9160 [ha]	891	565	702
davon pot. LRT 9160+	86	147	219
Potentieller Lebensraumtyp 9130 [ha]	441	1577	1752
davon pot. LRT 9130+	0	85	206
Biotop der Alters- u. Zerfallsphase [ha]	137	137	137

4.4.2.1. Baumartenzusammensetzung

Abbildung 4-3 zeigt die sich aus den Daten der NW-FVA ergebende Zusammensetzung der Hauptbaumarten für den Betrachtungsraum dieser Studie. Der Vergleich der beiden Entwicklungsszenarien GW0 und GW+ mit dem Ausgangszustand 2007 zeigt einen in beiden Entwicklungsszenarien gleichen Trend: Eiche und Kiefer nehmen deutlich ab, Buche tritt stark in den Vordergrund. Der Vergleich untereinander führt zu dem Eindruck dass sich die beiden Entwicklungsszenarien in diesem Aspekt kaum voneinander unterscheiden. Die einzelnen Hauptbaumarten differieren zwischen GW0 und GW+ um niedrige einstellige Prozentpunkte oder Bruchteile davon.

Abbildung 4-3: Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Betrachtungsraum

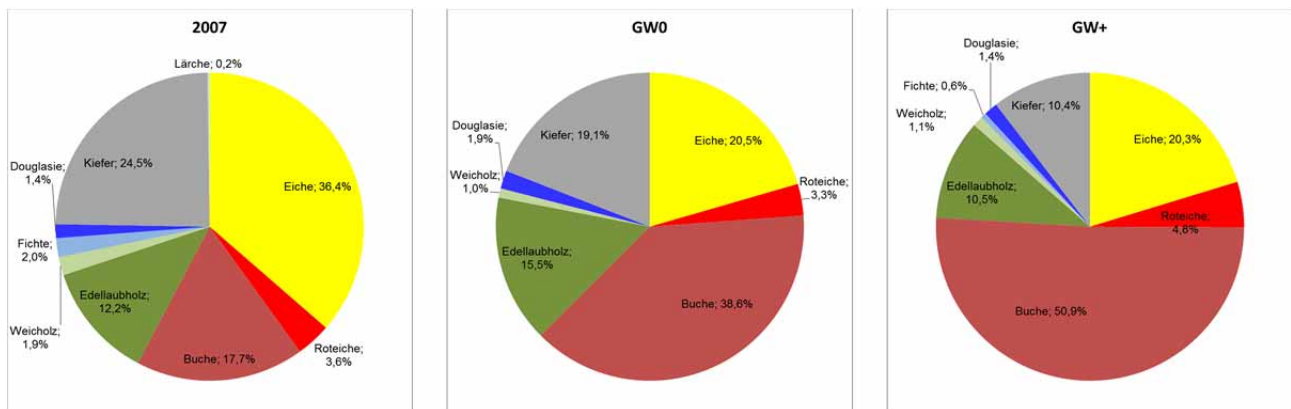


Quelle: Daten: NW-FVA, Abbildung Öko-Institut e.V.

Abbildung 4-4 zeigt die Zusammensetzung der Hauptbaumarten für den Teilbereich des Betrachtungsraums innerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung. Der bereits für das Gesamtgebiet vorhandene Trend des Rückgangs von Kiefer und Eiche und der deutlichen Zunahme der Buche zeigt sich auch hier sehr deutlich. Der Rückgang von Kiefer und Eiche ist im Vergleich zum Ausgangszustand sogar noch ausgeprägter, und der sich im Modell einstellende Anteil der Buche noch größer.

Der Vergleich der beiden Entwicklungsszenarien untereinander zeigt markantere Unterschiede: Im Szenario GW+ wird gegenüber dem Szenario GW0 die Kiefer weiter zurückgedrängt, auch Edellaubholz nimmt deutlich ab. Beides erfolgt ausschließlich zugunsten der Buche, während der Eichenanteil praktisch konstant bleibt.

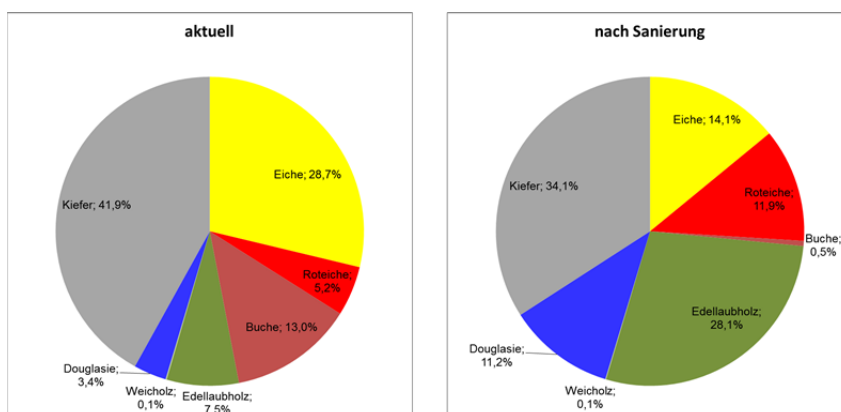
Abbildung 4-4: Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Bereich der Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung



Quelle: Daten: NW-FVA, Abbildung Öko-Institut e.V., Flächenwirksamkeit gem. Hessen-Forst 2014

Die hier als Ergebnis der Modellierung der NW-FVA dargestellte Baumartenzusammensetzung ist eine andere als Hessen-Forst sie in den Waldgebietssteckbriefen (s.a. Anlage 3) vorschlägt. Addiert über die drei Waldgebiete ergibt sich nach der Waldstrukturprognose von Hessen-Forst die in Abbildung 4-5 gezeigte Baumartenverteilung im Gesamtbetrachtungsraum.

Abbildung 4-5: Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Betrachtungsraum: Waldstrukturprognose Hessen-Forst, Stand Mai 2014



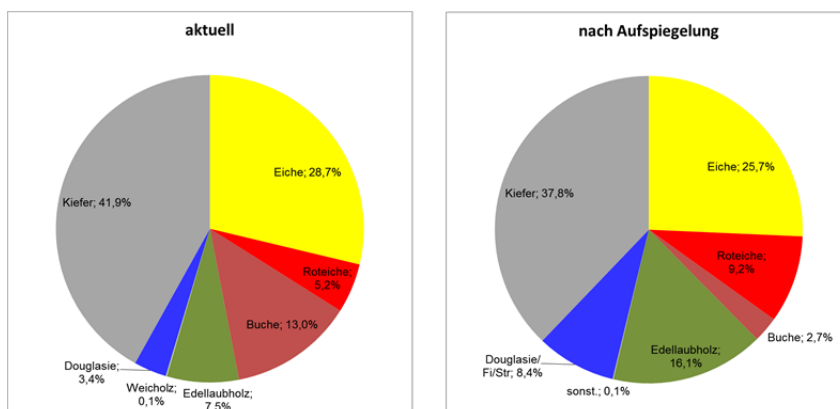
Quelle: Daten Hessen-Forst (s. Anlage 3), Abbildung Öko-Institut e.V.

Nach dem Vorschlag von Hessen-Forst sollen die sich aus der Modellierung der NW-FVA ableitenden Potenziale zugunsten der Buche offenbar nicht genutzt werden, statt dessen bleibt in der Nadelholzanteil bei einer Verschiebung zugunsten der Douglasie insgesamt gleich, während die Buche im Gegensatz zur Modellierung der NW-FVA praktisch verschwindet und auch der Eichenanteil weiter zurückgeht. Roteiche, Edellaubholz und Douglasie werden nach dieser Prognose zukünftig etwa die Hälfte der Bestände ausmachen. Begründet wurde dieser Unterschied durch die auf Basis der örtlichen Detailkenntnis des Forstbetriebs abgeleitete Einstufung der Buche als Risikobaumart und darauf aufbauenden forstlichen Entscheidungen zuungunsten der Buchenverjüngung und zugunsten weniger risikobehafteter Baumarten. Für Kiefer und Eiche ergeben sich dabei, bezogen auf den Betrachtungsraum, keine maßgeblichen Unterschiede zwischen Modellergebnis und Waldstrukturprognose.

Hessen-Forst hat im Nachgang zur 12. Sitzung des Runden Tisches und einem am 18.11.2014 stattgefundenen Fachgespräch bei HMUKLV einen neuen Vorschlag zur Baumartenzusammensetzung nach Aufspiegelung vorgelegt (s. Abbildung 4-6).

Auch der neue Vorschlag weicht deutlich von den Modellergebnissen der NW-FVA ab: Neben der Reduzierung der Risikobaumart Buche ist nunmehr vorgesehen, den Eichen- und Kiefernanteil bei Durchführung der Grundwasseraufspiegelung weitgehend zu erhalten. Dieser Vorschlag konnte in der hier vorgelegten Studie leider nicht mehr vertieft in die Analyse einbezogen werden, er soll aber als Beitrag für zukünftige weiterführende Diskussionen an diese Stelle zur Kenntnis gegeben werden. Ein Erhalt der Eichenanteile würde gegenüber dem Szenario GW0 einen echten Mehrwert darstellen, da ansonsten von einem Rückgang der Flächenanteile der Eiche auf ca. 60 % des Ausgangswertes auszugehen wäre.

Abbildung 4-6: Entwicklung der Zusammensetzung der Hauptbaumarten im Betrachtungsraum: Waldstrukturprognose Hessen-Forst, Stand 25. November 2014



Quelle: Daten Hessen-Forst⁸, Abbildung Öko-Institut e.V.

4.4.2.2. FFH- und VSG-Gebiete

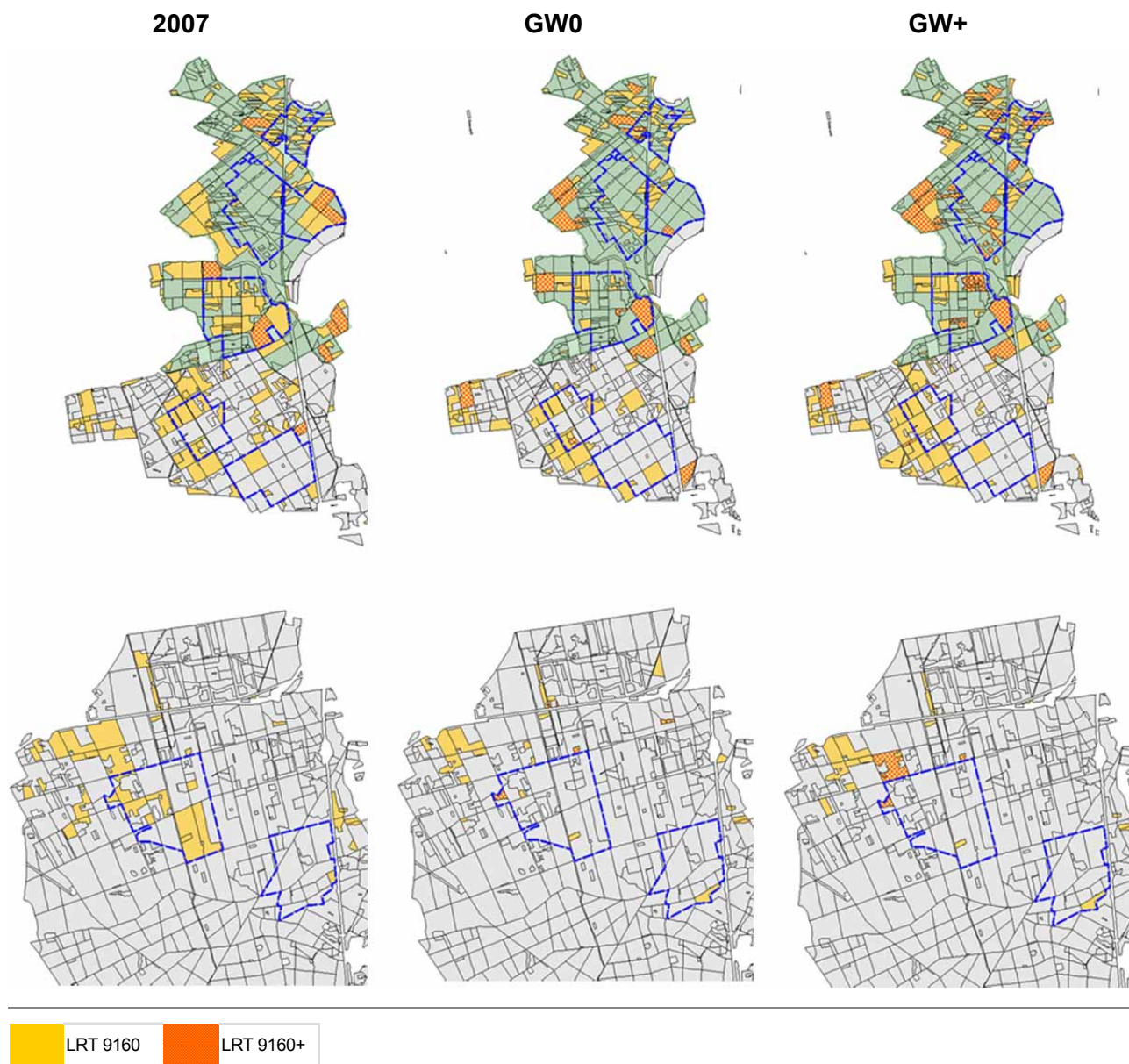
Die Flächenzuordnungen der **FFH- und VSG-Gebiete** in Tabelle 4-5 bleiben in den Szenarien GW0 und GW+ bewusst offen, da aus den Modellrechnungen nicht unmittelbar auf die per Verwaltungsakt eingeführten Gebietsausweisungen rückgeschlossen werden kann.

⁸ per E-Mail übermittelt am 25.11.2014

4.4.2.3. Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald (LRT 9160)

Abbildung 4-7 zeigt die Verbreitung von potenziell für den LRT 9160 geeigneten Flächen nach den Modellrechnungen der NW-FVA.

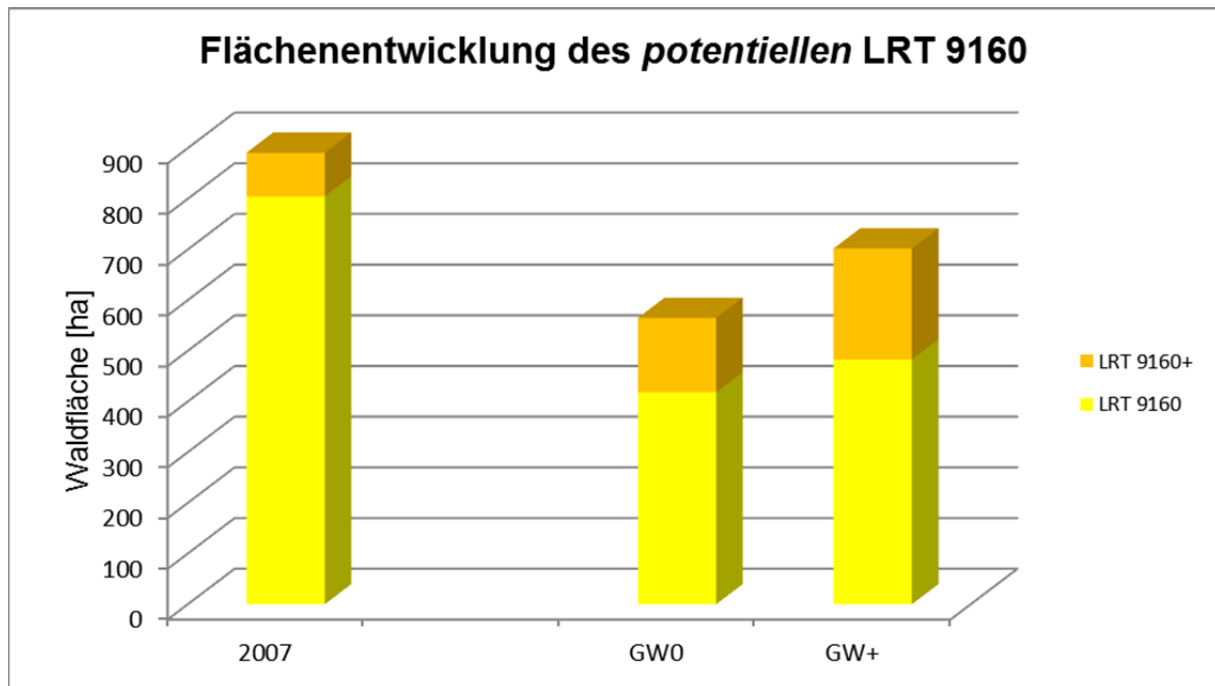
Abbildung 4-7: Verbreitung potenziell für den Lebensraumtyp 9160 geeigneter Flächen, Vergleich 2007 mit den Entwicklungsszenarien GW0 und GW+



Quelle: NW-FVA

Die Fläche, auf denen ein Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald (LRT 9160) potenziell entstehen bzw. existieren könnte, nimmt in den Modellrechnungen gegenüber dem Ausgangszustand 2007 deutlich ab. Waren 2007 noch 891 ha als potenzieller LRT 9160 ausgewiesen, so sind es im Szenario GW0 nach 96 Jahren nur noch 565 ha (ein Minus von 326 ha). Im Szenario GW+ ist der Rückgang in der Fläche schwächer ausgeprägt, aber auch hier zeichnet sich ein Rückgang um 189 ha auf 702 ha ab. Der Unterschied zwischen den Szenarien GW0 und GW+ beträgt 137 ha.

Abbildung 4-8: Entwicklung der potenziellen Flächen des Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes



Quelle: Daten NW-FVA, Abbildung Öko-Institut e.V.

Abbildung 4-8 stellt diese Entwicklung grafisch dar. Neben der Gesamtfläche des potenziellen LRT9160 wird noch eine Teilmenge als "LRT 9160+" ausgewiesen. Diese Teilmenge bezeichnet in Analogie zu der im Rahmen der Machbarkeitsstudie (dort in "Position 6", s. [NWF 2011]) vorgenommenen Definition Flächen, die sich besonders auszeichnen, indem hier die lebensraumtypische Baumart Eiche mit mindestens 70 % zum Bestand beiträgt und mindestens zwei Entwicklungsphasen einschließlich der Reifephase vorhanden sind.

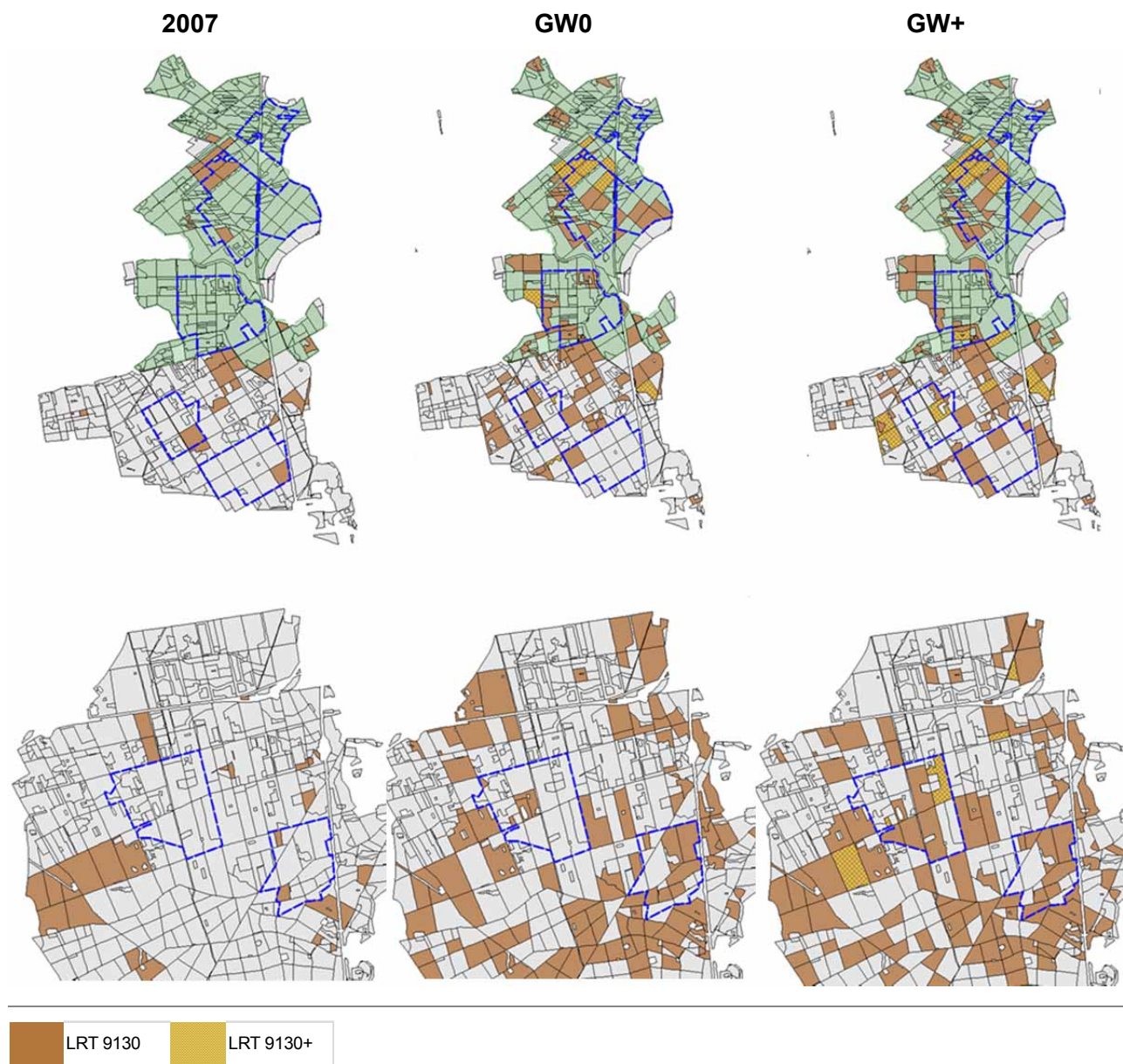
In beiden Entwicklungsszenarien nimmt der Anteil dieser höherwertigen LRT-Flächen gegenüber dem Ausgangszustand zu. 2007 gehörten 86 ha diesem Typus an, im Szenario GW0 werden nach 96 Jahren 147 ha erreicht (ein Plus von 61 ha), im Szenario GW+ 219 ha (ein Plus von 133 ha). Der Unterschied zwischen GW0 und GW+ beträgt 72 ha.

Die für "LRT9160+" beschriebene positive Entwicklung wird also etwa zur Hälfte bereits im Szenario GW0 erreicht, die im Szenario GW+ zu ergreifenden Maßnahmen verbessern das Ergebnis. Der Effekt dürfte dabei auch auf eine sich im Betrachtungszeitraum vom 96 Jahren entwickelnde Altersstruktur und zusätzlichem Verzicht auf eine vorzeitige Nutzung im Szenario GW+ zurückzuführen sein.

4.4.2.4. Waldmeister-Buchenwald (LRT 9130)

Abbildung 4-9 zeigt die Verbreitung von potenziell für den LRT 9160 geeigneten Flächen nach den Modellrechnungen der NW-FVA.

Abbildung 4-9: Verbreitung potenziell für den Lebensraumtyp 9130 geeigneter Flächen, Vergleich 2007 mit den Entwicklungsszenarien GW0 und GW+



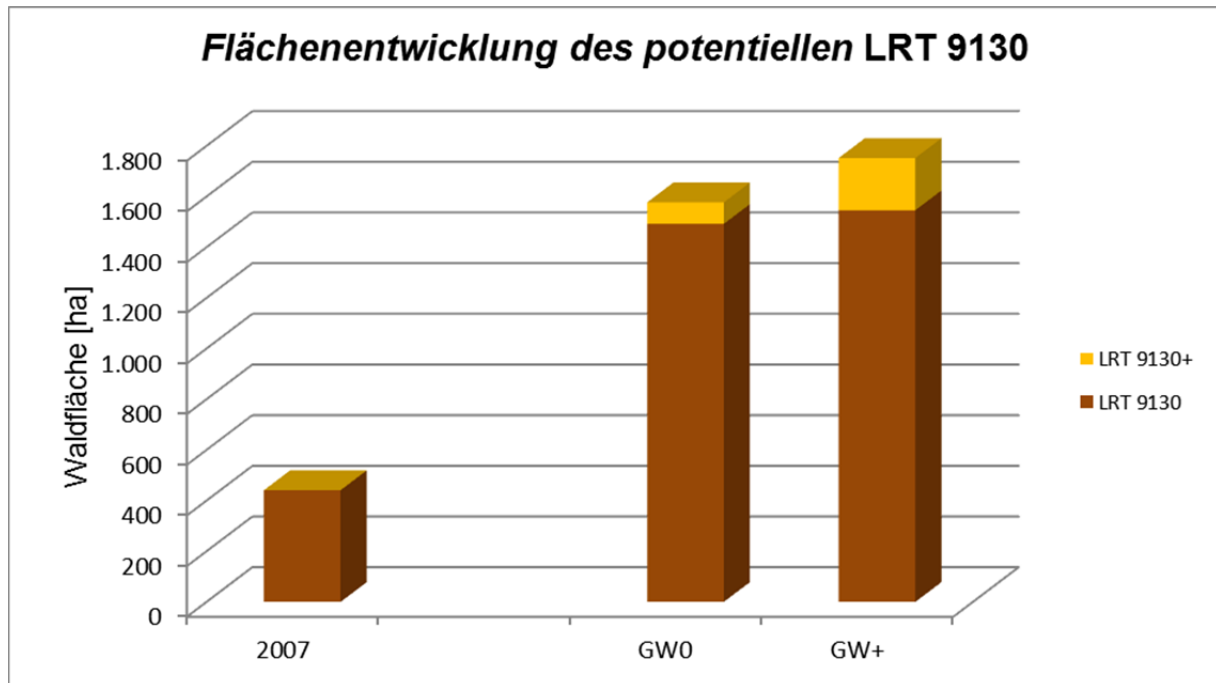
Quelle: NW-FVA

Die Fläche, auf der potenziell ein Waldmeister-Buchenwald entstehen bzw. existieren könnte, nimmt in den Modellrechnungen gegenüber dem Ausgangszustand deutlich zu. Der größte Potenzialzuwachs zeichnet sich dabei im südlichen der drei Waldgebiete, dem Lorsche Wald, ab.

2007 werden dem potenziellen LRT 9130 Flächen von in Summe 441 ha zugeordnet, im Szenario GW0 wird nach 96 Jahren mit 1.577 ha etwa das 3,6-fache an Fläche erreicht. Im Szenario GW+ vervierfacht sich die Fläche sogar auf 1.752 ha. Die diesbezüglich ausgewiesenen Flächen liegen i. W. im Gernsheimer und Jägersburger Wald und betreffen hauptsächlich Buchenbestände, die bereits 2007 als potenzieller LRT 9130 ausgewiesen sind. Auch hier zeigt sich also in der höheren naturschutzfachlichen Wertigkeit offenbar i. W. die Altersentwicklung über den Betrachtungszeitraum von 96 Jahren.

Der Unterschied zwischen GW0 und GW+ und somit der zusätzliche Beitrag des Aufspiegelungsszenarios zu dem beobachteten Trend beträgt allerdings nur 175 ha.

Abbildung 4-10: Entwicklung der potenziellen Flächen des Waldmeister-Buchenwalds



Quelle: Daten NW-FVA, Abbildung Öko-Institut e.V.

Die NW-FVA (s.a. [NWF 2011]) erklärt die starke Zunahmen der Buchen-LRTs vor allem mit dem 2007 bereits vorhandenen Buchen- Unter- und Zwischenstand in den Eichen- und Kiefernbeständen. Die Konkurrenzkraft der Buche, eine höheres Maß an Vorverjüngungen sowie ein hohes Potenzial zur Naturverjüngung führt demzufolge dazu, dass sich die Buche gegenüber Eiche und Kiefer in den Modellierungen langfristig durchsetzt.

Flächen des Lebensraumtypus "LRT9130+", also besonders geeignete Standorte mit mindestens 70 % Buche und mindestens zwei Entwicklungsphasen einschließlich der Reifephase, sind 2007 nicht vorhanden, nehmen aber im Szenario GW0 innerhalb der betrachteten 96 Jahre auf 85 ha, im Szenario GW+ auf 206 ha zu. Der durch das Szenario GW+ erreichte Zusatznutzen läge demzufolge bei 121 ha.

4.4.2.5. Biotope der Alters- und Zerfallsphase

Die in der Datenbasis der NW-FVA definierte Gruppe der Waldbiotobe der Alters- und Zerfallsphase zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Eichen und Totholz aus, deren Vorhandensein besonders wertvolle Lebensgemeinschaften ermöglicht. Zwar handelt es sich hierbei um vergleichsweise kleine Flächen (In Summe 137 ha, was bei einem Betrachtungsraum von 5.314 ha lediglich etwa 2,6 % der Fläche ausmacht), die i. W. im Gernsheimer und Lorsche Wald liegen. Aufgrund ihres hohen naturschutzfachlichen Wertes sind hier aber auch kleine Änderungsbeträge von großer Bedeutung, zumal diese Flächen sich nur langsam entwickeln (s.a. [NWF 2011]).

Abbildung 4-11: Verbreitung von Waldbiotopen der Alters- und Zerfallsphase (Stufe I und II)

Quelle: NW-FVA

Tabelle 4-6 zeigt die Entwicklung des Grundwasseranschlusses innerhalb der Waldbiotope. Im Ausgangsjahr 2007 haben 43 ha der Waldbiotope noch Grundwasseranschluss, der im Szenario GW0 aufgrund der Konstanz des Grundwasserbewirtschaftungsplans auch erhalten bleibt. Dabei handelt es sich um Waldflächen im Bereich Rohrlache/Holzlake im südöstlichen Gernsheimer Wald. Im Szenario GW+ erhalten weitere 52 ha Wald den Grundwasseranschluss zurück, so dass die Gesamtfläche auf 93 ha ansteigt.

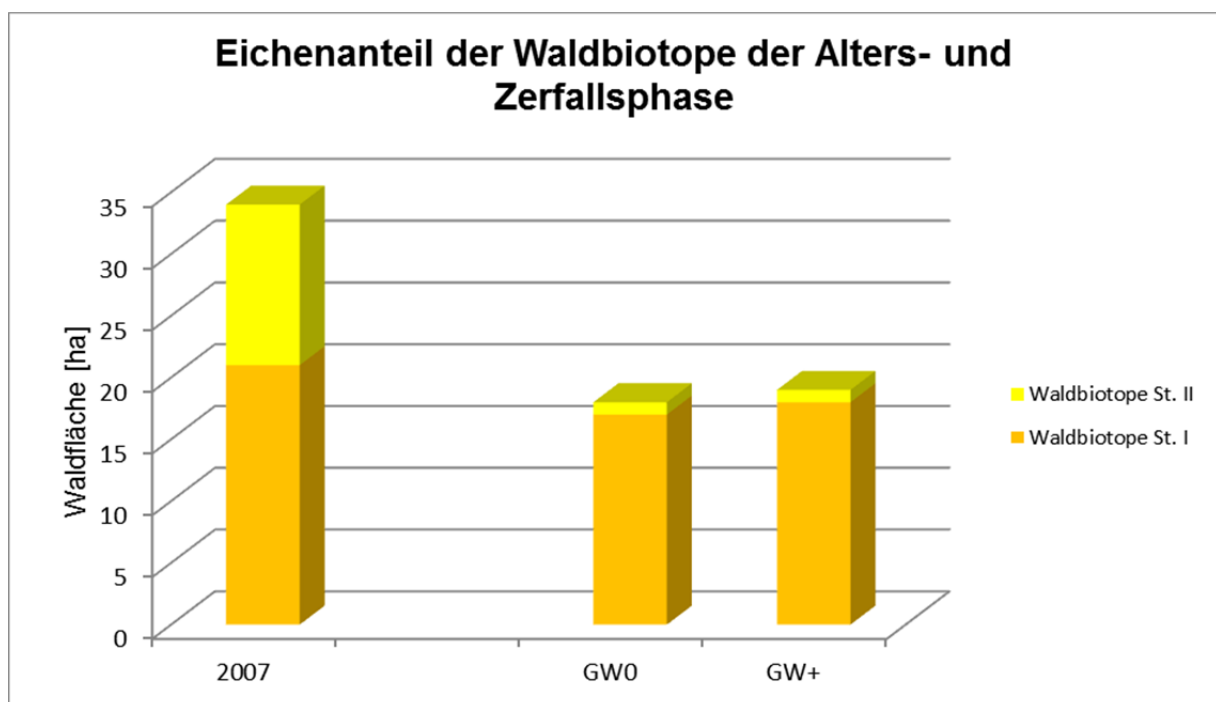
Tabelle 4-6: Waldbiotope und Grundwasseranschluss (Flurabstand $\leq 2,5$ m)

	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
Biotope der Alters- u. Zerfallsphase [ha]	137	137	137
davon mit Grundwasseranschluss [ha]	43	43	95
davon Eichenfläche der Biotope [ha]	34	17	18

Auch bei den Waldbiotopen wird in den Daten der NV-FVA zwischen den Stufen 1 (wirtschaftsbestimmend) und Stufe II (wirtschaftsbeeinflussend) unterschieden. Von den ausgewiesenen 137 ha werden 122 ha der Stufe I und 15 ha der Stufe II zugeordnet. Die in 2007 ausgewiesenen Flächen der Waldbiotope ändern sich dabei in den Entwicklungsszenarien nicht, wohl aber die Baumartenzusammensetzung.

Im Szenario GW0 vergrößert sich gegenüber dem Ausgangszustand der Anteil der Nadelholzflächen (s.a. Tabelle 4-5), i. W. bedingt durch das Einbringen von Douglasie, für die in diesem Szenario im Modell der NW-FVA 22 ha Fläche ausgewiesen werden. Letzteres ist sicherlich eine Folge der dem Szenario zugeordneten waldbaulichen Regelsatzes. Im Szenario GW+ bleibt hingegen der Nadelholzanteil durch den Erhalt der vorhandenen Kiefernbestockung konstant. Weiterhin geht in den beiden Entwicklungsszenarien der Anteil der Eichenfläche von 37 ha in 2007 auf 17 ha (GW0) bzw. 18 ha (GW+) zurück. Eine zusätzliche Grundwasseraufspiegelung hat auf diesen Trend offenbar nur minimalen Einfluss: der Unterschied zwischen GW0 und GW+ beträgt lediglich 1 ha. Dabei verschwinden hauptsächlich Eichenanteile in den Waldbiotopen der Stufe II, was wahrscheinlich an der forstlichen Nutzung gegenüber den Biotopen der Stufe I liegt (s. Abbildung 4-12).

Abbildung 4-12: Entwicklung des Eichenanteils der Waldbiotope der Alters- und Zerfallsphase



Quelle: Daten NW-FVA, Abbildung Öko-Institut e.V.

Eine räumliche Neubestimmung von Biotopen der Alters- und Zerfallsphase anhand einer fortschreitenden Waldentwicklung ist in den der Abbildung 4-11 zugrunde gelegten Forsteinrichtungsdaten nicht angelegt, was bei dem hier zu betrachtenden langen Zeitraum und den dem gegenüber kurzen 10-jährigen Forsteinrichtungsperioden sicherlich auch nicht sinnvoll durchführbar wäre. Insofern ist nachvollziehbar, dass sich die Flächenumgriffe bei dieser Betrachtung zunächst nicht ändern.

Die NW-FVA hat diesbezüglich in [NWF 2011] die potenzielle Habitateignung für die Alters- und Zerfallsphase mit Schwerpunkt der Laubwald-Lebensgemeinschaften gesondert betrachtet. Dabei wurde bestandscharf zwischen den Kategorien "ungeeignet", "grenzwertig", "geeignet" und "optimal" unterschieden. Relevante Flächen finden sich dabei ausschließlich im Gernsheimer und Jägersburger Wald. Nur in diesen Wäldern kommen Flächen vor, die potenziell eine optimale Habitateignung besitzen, was vor allem auf die gute Ausstattung mit alten Laubholzbeständen und einer langen Laubholztradition zurückgeführt wird. Dem Lorsche Wald fehlen solche optimal geeigneten Flächen.

Abbildung 4-13 stellt die Entwicklung der Flächen mit Habitateignung "geeignet" und "optimal" im Gernsheimer und Jägersburger Wald dar. Abbildung 4-14 zeigt die Flächenänderungen als Balkengrafik, die zugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle 4-7 aufgeführt.

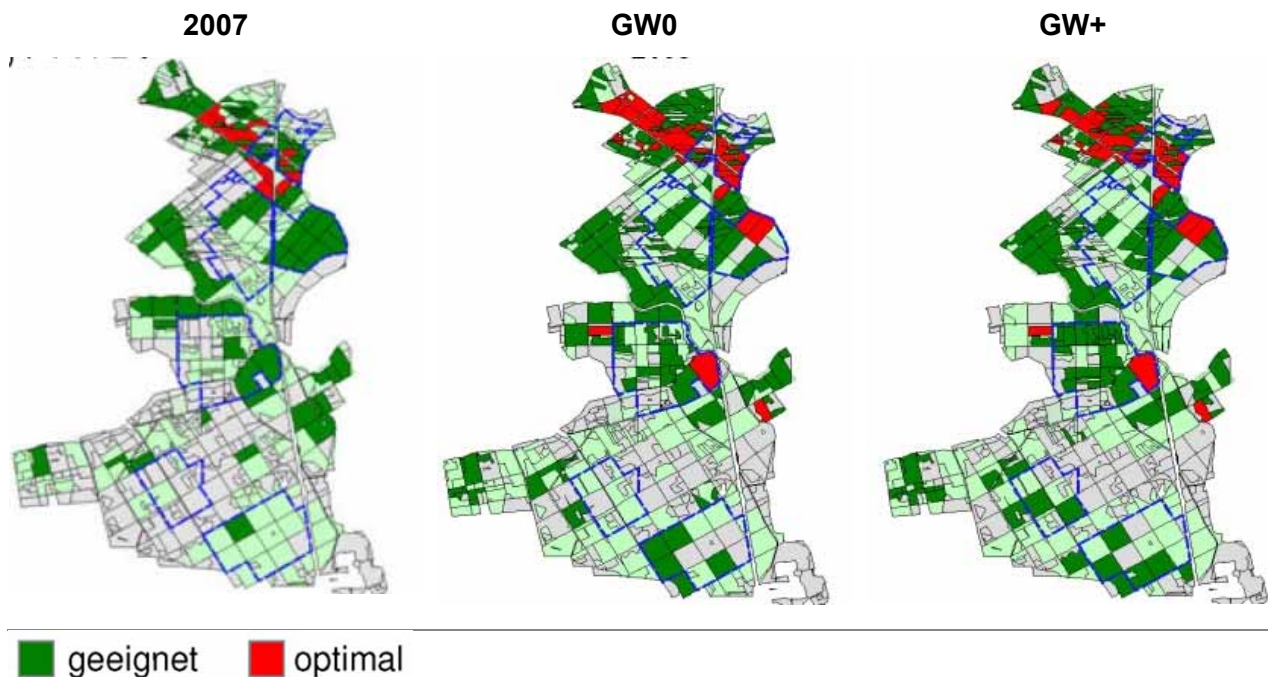
In beiden Szenarien vergrößern sich die Flächenanteile mit geeigneten oder optimalen Eignungsmerkmalen deutlich gegenüber den Ausgangszustand 2007: In GW0 wird eine Steigerung der "geeigneten" Potenziale um 98 ha erreicht, in GW+ um 149 ha. Die optimale Habitateignung steigt in GW0 und GW+ um den gleichen Betrag von 91 ha. Obwohl kleinere Unterschiede in der Flächenentwicklung zu erkennen sind, bleibt die Flächengröße der optimalen Habitateignung in beiden Szenarien also konstant.

Insgesamt ergäbe sich bei einer Grundwasseraufspiegelung im Szenario GW+ gegenüber dem Szenario GW0 ein Plus von 51 ha.

Tabelle 4-7: Flächenanteile der Laubwald-Habitateignung in der Alters- und Zerfallshase

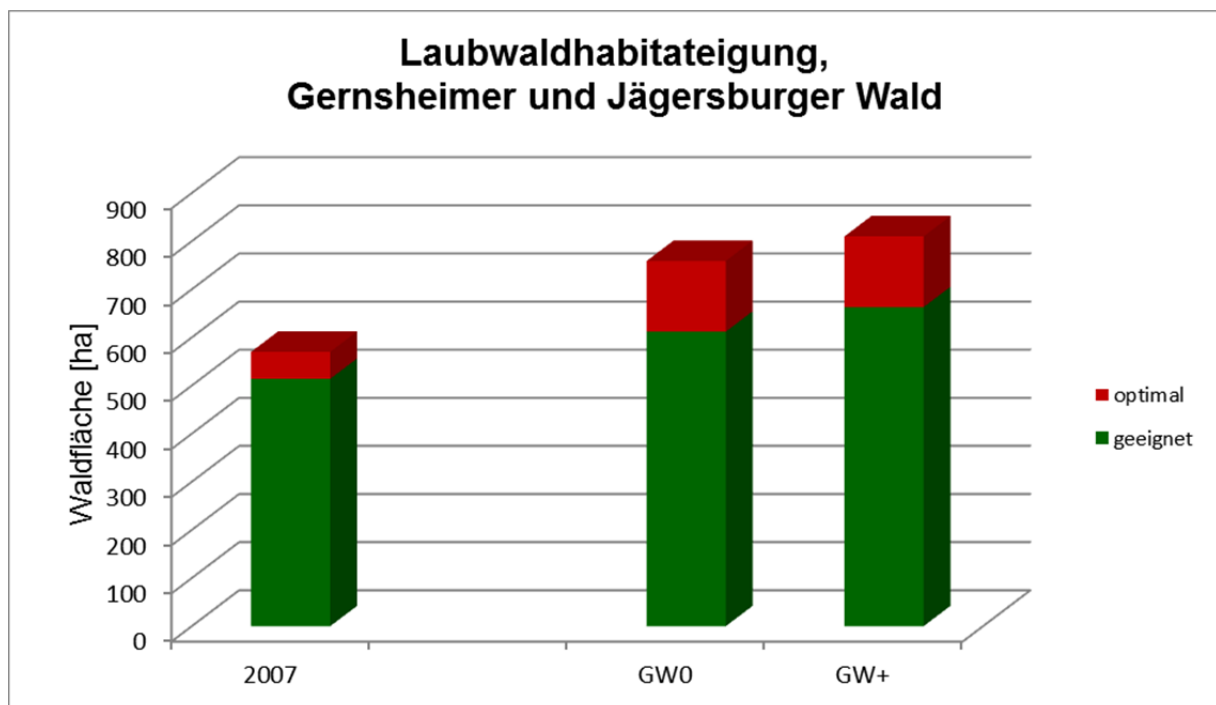
	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
Habitateignung (Laubbaumhabitate), "geeignet" [ha]	514	612	663
Habitateignung (Laubbaumhabitate), "optimal" [ha]	56	147	147

Abbildung 4-13: Laubwald-Habitateignung "geeignet" und "optimal", Gernsheimer und Jägersburger Wald



Quelle: NW-FVA (Ausschnitte aus [NWF 2011], s.d. Abbildung 44a)

Abbildung 4-14: Flächenänderungen der Laubwald-Habitateignung (Alters und Zerfallsphase) im Gernsheimer und Jägersburger Wald



Quelle: Daten NW-FVA, Abbildung Öko-Institut e.V

4.4.3. Monetisierung

Eine Monetisierung des naturschutzfachlichen Wertes der hier betrachteten Lebensraumtypen und Biotope der Alters- und Zerfallsphase wäre denkbar, wenn als Kohärenzmaßnahme der Aufwand für den Ersatz verloren gegangener Flächenanteil an anderer Stelle bilanziert würde. Hierfür liegen derzeit keine Prognosen vor, weshalb an dieser Stelle lediglich methodische Betrachtungen und die Randbedingungen eines solchen Ansatzes diskutiert werden können. Hierbei geht es ausschließlich um die Ableitung eines Wertes für die Monetisierungsbetrachtung und ausdrücklich nicht um die konkrete Umsetzbarkeit im vorliegenden Fall. Naheliegender wären natürlich die Erhaltung von Eichenaltbeständen und die Einleitung von LRT-typischen Verjüngungen auf geeigneten Standorten innerhalb der Wälder.

Hinsichtlich der Lebensgemeinschaften der Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder (LRT 9160) ist festzustellen, dass in den betrachteten Entwicklungsszenarien zwischen 326 ha (GW0) und 189 ha (GW+) an potenzieller LRT-Fläche verloren gehen. Setzt man voraus, dass diese zunächst nur als potenziell geeignet ausgewiesenen Flächen auch de Facto den Lebensraumtyp 9160 beherbergen, dann könnten ggf. bei einem Verlust entsprechende Flächen an anderer Stelle neu begründet und durch Verjüngung, Strukturpflege und Nutzungsverzicht mit der Zeit in einen äquivalenten Zustand überführt werden.

Im Szenario GW0 müssten auf diese Weise also 326 ha LRT-Fläche ersetzt werden, im Szenario GW+ 189 ha. Das Szenario GW+ würde also zu ersparten Kohärenzkosten für die Differenz von 137 ha führen.

Entsprechende Konzepte und daraus abgeleitete Kostenansätze liegen nicht vor. Lagen sie in einer Größenordnung von etwa 50.000 €/ha (aufsummiert über den Gesamtbetrachtungszeitraum von 96 Jahren), ergäbe sich durch das Szenario GW+ eine Einsparung gegenüber GW0 von etwa 6,85 Mio. €. Bei einem Aufwand von 100.000 €/ha wären entsprechend ca. 13,7 Mio. € anzusetzen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass eine genauere Kostenermittlung für Kohärenzmaßnahmen auf einen zwischen diesen Eckwerten liegenden Betrag käme.

Hinsichtlich der Lebensgemeinschaften des Waldmeister-Buchenwaldes (LRT 9130) weisen die Modellrechnungen der NV-VA bereits im Szenario GW0 eine deutliche Vergrößerung der potenziellen LRT-Flächen aus. Hier ergäbe sich also aus einem Verzicht auf die Grundwasseraufspiegelung keine Notwendigkeit an Kohärenzmaßnahmen, es bedürfte lediglich der waldbaulichen Nutzung der vorhandenen Potenziale.

Hinsichtlich der Biotope der Alters- und Zerfallsphase ist darauf hinzuweisen, dass diese zu einem nicht geringen Teil eine Folge der Schädigung der Bestände und des dadurch anfallenden Totholzes sind, soweit die hier ausgewiesenen Bestände noch existieren und durch Nutzungsverzicht (Kernflächenausweisung) im Betrachtungszeitraum erhalten bleiben. Folgerichtig würde ein Rückgängigmachen der Schadprozesse gerade diese Biotope eher in Frage stellen. Die Frage nach Kohärenzmaßnahmen stellt sich daher nicht oder nur insofern, als Totholz-Lebensgemeinschaften keine statisch an eine bestimmte Fläche gebundenen Phänomene sind sondern mit dem Auftreten von Totholz und einer entsprechenden Altersstruktur des Baumbestandes verknüpft sind. Solche Strukturen lassen sich theoretisch neu schaffen, allerdings entwickeln sich Biotope der Alters- und Zerfallsphase langsam.

Würde man mit Restitutionskosten für die Ausgangsbestände arbeiten, bezögen sich entsprechende Geldwerte auf das Rückgängig-machen der (Schad-)Prozesse, die andererseits aber die ökologische Wertsteigerung der Waldbiotope der Alters- und Zerfallsphase bewirkt haben. Für den Erhalt dieser wertvollen Waldbiotope wäre ein solcher Ansatz also kontraproduktiv.

Es ließen sich ggf. Kosten errechnen, die anfielen, würde man waldbaulich entsprechende Waldbilder durch Baumartenwahl, Verjüngung, Strukturpflege und Belassen alter Bäume schaffen. Die Kosten hierfür ergäben sich aus Waldbau und Nutzungsverzicht. Hierfür fehlen derzeit entsprechende Prognosen, die daher zukünftigen Bearbeitern der Thematik vorbehalten werden müssen.

Es handelt sich bei den besonders wertvollen Biotopen grundsätzlich um zwar relativ kleine Flächen (in Summe 137 ha), die aufgrund der darin lebenden seltenen Arten aber einen enormen naturschutzfachlichen Wert repräsentieren. Für ihren Erhalt ist nicht die Höhe der Kosten ausschlaggebend sondern die Auswahl der Maßnahmen zugunsten des Überlebens seltener Arten. Es erscheint an dieser Stelle nicht sinnvoll, den Wert der Waldbiotope mit einem gleichwie gearteten Kostenansatz zu monetarisieren, zumal eine reine Kostenbetrachtung den tatsächlichen ökologischen Wert derartiger Biotope nicht ansatzweise wiedergeben kann.

4.4.4. Diskussion und Bewertung

Hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung ergeben sich aus der Modellierung der NW-FVA nur geringe Unterschiede zwischen den Szenarien GW0 und GW+. Ein Zusatznutzen des Aufspiegelungsszenarios ist auf dieser Grundlage nicht auszumachen.

Die Unterschiede zwischen den Modellierungen der NW-FVA und der Waldstrukturprognose von Hessen-Forst für die drei hier betrachteten Waldgebiete können im Rahmen der beauftragten Untersuchung nicht erklärt werden, insbesondere nicht die weiteren Hindernisse, die nach dem Vorschlag von Hessen-Forst einer Nutzung der von der NW-FVA dargestellten Potenziale entgegenstehen.

In den beiden betrachteten Entwicklungsszenarien ergeben sich Unterschiede in der Verbreitung der potenziellen Lebensraumtypen 9160 und 9130.

Der Lebensraumtyp des Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes würde ohne Aufspiegelung (GW0) um 326 ha, und mit Aufspiegelung (GW+) um 189 ha abnehmen. In seiner heutigen Flächenausdehnung zu halten ist er nach den Modellrechnungen der NW-FVA offenbar nicht. Eine Grundwasseraufspiegelung könnte den Effekt lediglich abmildern, den allgemeinen Trend aber nicht umkehren. Dem LRT 9160 gehen in beiden Szenarien also Flächen verloren, wobei das Szenario GW+ diese Entwicklung abschwächt.

Hingegen gewinnt der LRT 9130 in beiden Szenarien deutlich an potenziell geeigneten Flächen hinzu: Die Konkurrenzkraft der Buche, ein höheres Maß an Vorverjüngungen sowie ein hohes Potenzial zur Naturverjüngung führt in den Modellrechnungen dazu, dass sich die Buche gegenüber Eiche und Kiefer durchsetzt, auch auf Kosten des Eichen-Lebensraumtyps.

Eine weitere Förderung der Eiche würde Maßnahmen zum Zurücknehmen der Buche erfordern. In der Definition des Lebensraumtyps 9160 wird die Unterdrückung der Buche in primären Eichen-Hainbuchenwäldern durch periodisch hochstehendes Grund- oder Stauwasser bewirkt (*"zeitweise vernässte, für Buche ungeeignete Standorte"*). Sekundäre Wäldern diesen Typs gelten hingegen *"als Ersatzgesellschaften 1. Grades von Buchenwäldern aufgrund der historischen Nutzung"*. Sie *"bedürfen einer gezielten Pflege bzw. einem forstlichen Management."*⁹

Aus der Definition des LRT 9160 ist abzuleiten, dass bezogen auf die Wälder der Machbarkeitsstudie zwei Wege zu ihrem Erhalt beschritten werden können: Die Erhöhung der

⁹ s. hierzu Bundesamt für Naturschutz: http://www.bfn.de/0316_typ9160.html

Grundwasserstände durch Aufspiegelung und die gezielte Pflege und Förderung durch forstliches Management. Dabei dient die Grundwasseraufspiegelung nicht primär der Versorgung der erwünschten Baumarten Eiche und Hainbuche, sondern der Verdrängung der Buche. Das gleiche Ziel müsste auch eine gezielte forstliche Pflege zum Erhalt der LRT-Flächen verfolgen. Ein Vergleich der Grundwasseraufspiegelung mit der Wirkung entsprechender Pflegemaßnahmen wurde in den Szenarien bisher noch nicht betrachtet, könnte aber durch entsprechende Modifikation der waldbaulichen Regelsätze in der von der NW-FVA entworfenen Modellumgebung untersucht werden.

Ein mittlerer Flurabstand von weniger als 1 m, der als günstig für den Erhalt des Lebensraumtyps 9160 in seiner primären Ausprägung anzusehen wäre und in [NWF 2013b]¹⁰ auch als Bedingungen für ihren Erhalt genannt wird, wird durch die Aufspiegelung nur unter kleinen Flächen erreicht: die Daten der NW-FVA weisen diesbezüglich 65 ha Waldfläche nach Aufspiegelung aus, Berechnungen des Büros BGS in Summe etwa 168 ha, der weitaus größte Teil hiervon im Lorscher Wald und im Bereich Rohrlache/Holzliche. Die für den LRT 9160 eigentlich prädestinierten Bereiche im Gernsheimer und Jägersburger Wald profitieren demnach praktisch nicht von mittleren Flurabständen $\leq 1\text{m}$: Die Berechnung von BGS weisen abzüglich Rohrlache/Holzliche (die als Erlenbruchwald eine anderen Waldtypus darstellt) für den Gernsheimer und Jägersburger Wald lediglich 7 ha aus.

Es ist daher offensichtlich, dass die für den LRT 9160 potenziell geeigneten Flächen, soweit heute auf ihnen auch dieser Waldtypus existiert, auch nach erfolgter Aufspiegelung als sekundäre Eichen-Hainbuchenwälder anzusprechen sind, die sich ohne intensive Pflegemaßnahmen nicht gegen die Konkurrenz der Buche durchsetzen können. Der durch die Aufspiegelung erzielbare höhere Grundwasserstand kann hier allgemein die Standortbedingungen für alle Baumarten verbessern, ein besonderer Vorteil für den LRT 9160 lässt sich hieraus aber nicht ableiten.

In [NWF 2013b] wurden besonders wertvolle Biotope oder potentielle Biotopflächen durch die Überlagerung von naturschutzrelevanten Kriterien identifiziert: Mindestanteil von LRT-typischen Baumarten, Altersstruktur, Bestandsstruktur, Vorhandensein von stehendem und liegendem starken Totholz, Vorhandensein besonders seltener Arten, Laubwaldkontinuität in den letzten Jahrhunderten etc. Diese geographischen Informationen liegen für die Untersuchung des Nutzeneffekts als Datenbankauszug, summarische Flächenangaben und in einer Kartendarstellung vor.

Die verwendeten Kriterien charakterisieren einen naturschutzfachlichen Wert der betrachteten Flächen im Sinne der vorgenommenen Modellierungen. Sie können allerdings nicht oder nicht ausschließlich in direkten kausalen Zusammenhang mit dem Grundwasserstand gebracht werden. Eine Ausnahme bilden die während der Zeit der massiven Grundwasserabsenkungen im vorigen Jahrhundert induzierten Schäden, insbesondere an Altbäumen, die z. T. bis heute wirken und über Absterbeprozesse und Totholzbildung mit dazu geführt haben, dass solche Bestände als naturschutzfachlich besonders wertvoll eingestuft werden.

Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang darauf, dass sich in den Modellierungen der NW-FVA innerhalb dieser Fläche im Szenario GW0 ein Verlust von 22 ha Laubwald dadurch ergibt, dass hier als Modellergebnis das Einbringen von Douglasie als führender Baumart in einem vormals als Buchenbestand ausgewiesenen Waldbiotop der Stufe I dargestellt wird (s. Abbildung 4-11). Im Szenario GW+ bleibt eben dieser Bestand als Buche erhalten. Es ist sicher empfehlenswert zu

¹⁰ s. d. S. 290

prüfen, ob die damit verknüpften Flächen der Waldbiotope durch andersartige waldbaulichen Entscheidungen in ihrem ursprünglichen naturschutzfachlich hohen Wert erhalten werden können. Dann wären die Ergebnisse der Modelrechnungen zu den Waldbiotopen in beiden betrachteten Szenarien gleichwertig und es ergäbe sich kein der Grundwasseraufspiegelung zuzuordnender Unterschied.

Eine zusätzliche Betrachtung der Habitateignung für Laubwaldhabitate der Alters- und Zerfallsphase führt zu dem Schluss, dass sich durch eine Grundwasseraufspiegelung die Fläche an als "geeignet" eingestuften Arealen um 51 ha steigern ließe, während sich für Flächen mit optimaler Habitateignung zwar kleinere räumliche Verschiebungen, aber in Summe keine Änderungen ergäben.

Noch ungeklärt in diesem Zusammenhang ist auch die Wechselwirkung der im Szenario GW+ zu errichtenden Aufspiegelungs-Infrastruktur mit den Lebensgemeinschaften der Waldbiotope. Diese Wechselwirkungen sind zusammen genommen ein Effekt, der ausschließlich dem Szenario GW+ zuzuordnen ist. Als Infrastruktur für die Aufspiegelung sind laut bisheriger Konzeption 489 neue Kiesbohrlöcher erforderlich, sowie etwa 12 km unterirdisch verlegte Rohrleitungen. Die Kiesbohrlöcher sind alle 20 Jahre zu erneuern, die Rohrleitung alle 40 Jahre. Ersterrichtung und Erneuerung erfordern also wiederkehrende Eingriffe in die Waldflächen. Im Betrachtungszeitraum werden über 2.400 einzelne Bohrmaßnahmen mit Materialhaufen, Fahrspuren, Bodenverdichtung und der Gefahr von Eutrophierungen regelmäßig Stress auf die lokalen Lebensgemeinschaften ausüben. Es könnte, je nach Lage der Infiltrationsorgane, lokal zu dauerhaften Bodenverdichtungen mit starken Verschlechterungen der nutzbaren Feldkapazität, Wurzel- und Stammschädigungen, Rodungen, Beunruhigung und Vergrämung empfindlicher Arten oder Deckungsverlust kommen. Da die Planung nicht ausgearbeitet ist, ist eine Lokalisierung und genaue Störungsflächenbetrachtung derzeit nicht möglich. Die Auswirkungen der Baumaßnahmen auf den Baumbestand und die Lebensgemeinschaften haben, sind bisher nicht untersucht.

Weitergehende Betrachtungen zum Thema Biodiversität, beispielsweise zur heutigen und potenziellen zukünftigen Verbreitung des charakteristischen Arten-Inventars sind anhand der vorliegenden Informationen nicht möglich. Aus den betrachteten Indikatoren bleibt festzuhalten, dass der positive Effekt des Szenarios GW+ auf die potenziell für den LRT 9160 geeigneten Flächen daraufhin zu prüfen wäre, inwiefern, bzw. wo, forstliches Management gegen die Konkurrenz der Buche (entsprechend einem sekundären LRT 9160) zu einer wirkungsgleichen Förderung dieses Lebensraumtyps führen könnte. Die Unterschiede in den verschiedenen Szenarien der NW-FVA und den beiden Szenarien von Hessenforst geben dabei bereits einen Hinweis auf die grundwasserunabhängige Bandbreite waldbaulicher Einflussmöglichkeiten, gerade auch im Zusammenhang mit der Schaffung von Lebensräumen. Ähnliche Maßnahmen werden beispielsweise in [NLW 2009] beschrieben. Dabei handelt es sich im Prinzip um klassische Eichenförderung mit einem Schwerpunkt auf der Erhaltung von Habitatbäumen und dem Schutz aufkommender Eichenverjüngung. Diese Maßnahmen ähneln Mittelwaldhieben und gehören in das Repertoire normalen forstlichen Handelns, auch ohne dass außergewöhnliche Kosten generiert würden.

Der Buchenwald des LRT 9130 bedarf gemäß der Modell-Ergebnisse keiner Grundwasseraufspiegelung, seine Verbreitung lässt sich bereits im Szenario GW0 deutlich steigern. Für die besonders wertvollen Waldbiotope hingegen wäre zunächst die im Modell vorgesehene Einbringung der Douglasie als Fremdbauart kritisch zu prüfen, ansonsten ergab sich in den betrachteten Szenarien kein signifikanter Unterschied.

4.5. Erholung

4.5.1. Methodik

Waldflächen, soweit sie nicht mit einem Betretungsverbot belegt sind, stellen grundsätzlich auch ein Angebot für Erholungssuchende dar. Dieses Angebot ist zunächst ein Wert an sich, den es zu erhalten gilt.

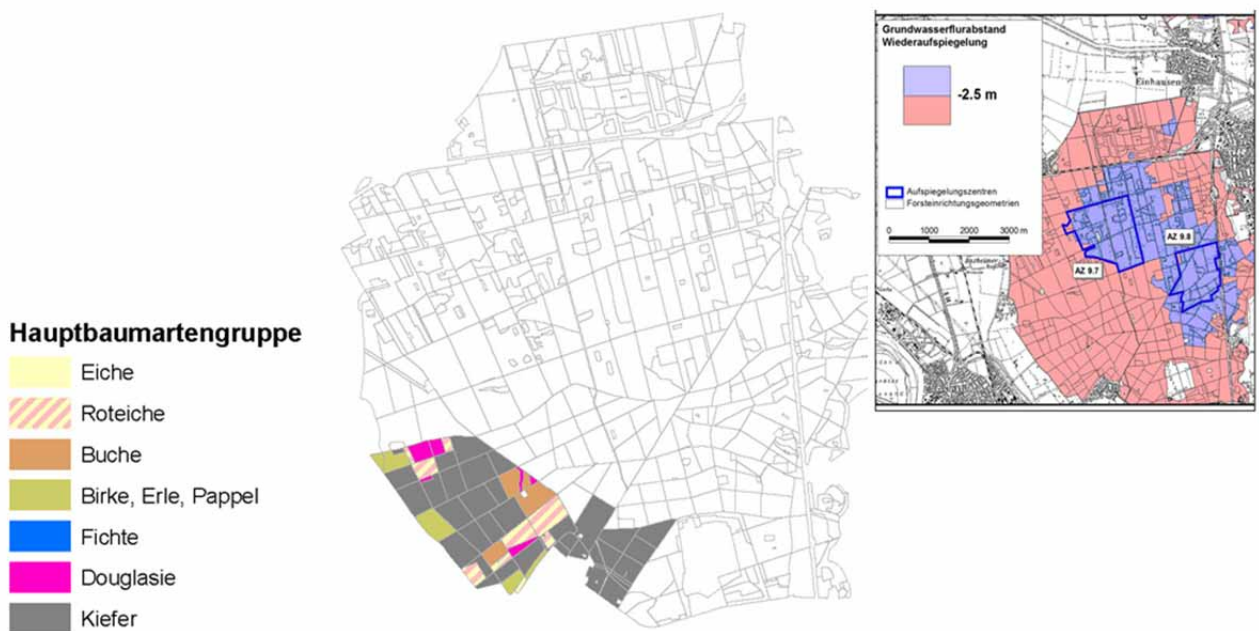
Der Erhalt der Erholungsfunktion ist dabei auch mit einer besonderen Verpflichtung zur Verkehrssicherung für den Forstbetrieb verbunden, der im Auftrag des Waldeigentümers die notwendigen und zumutbaren Vorkehrungen zu treffen hat, um die Schädigung anderer (hier der Waldbesucher) möglichst zu verhindern. Dabei sind grundsätzlich keine Vorkehrungen gegen die typischen Gefahren des Waldes verpflichtend, sondern Schutz oder Warnung vor atypischen Waldgefahren. Abgestorbene oder geschädigte Bäume in unmittelbarer Nähe zu Wegen oder Freizeiteinrichtungen sind diesbezüglich Probleme, denen der Forstbetrieb mit entsprechendem Aufwand begegnen muss, auch wenn dabei besonders wertvolle Habitatbäume mit Löchern, Faulstellen und Totholz, die über ihre eigentliche Länge hinaus eine Gefahr für Wegbenutzer darstellen, aus Gründen der Gefahrenprophylaxe und zur Vermeidung von Haftung gefällt werden müssen. Bei hieraus erwachsenden Konfliktsituationen zwischen Verkehrssicherungspflicht für Wegbenutzer und Naturschutz muss regelmäßig zugunsten der Verkehrssicherungspflicht entschieden werden.

In den drei Waldgebieten der Machbarkeitsstudie ist die allgemeine Erholungsfunktion in der Forsteinrichtung (s.a. Gebietssteckbriefe in Anlage 3) weit verbreitet ausgewiesen. Im Gernsheimer und Jägersburger Wald beträgt die Funktionszuordnung "Erholungswald" jeweils 99 % der Fläche (Gernsheimer Wald: 822 von 831 ha, Jägersburger Wald: 1.356 von 13.66 ha). Im Lorsche Wald ist diese Funktion eingeschränkt: von den 3.117 ha Wald sind lediglich 532 ha mit der Erholungsfunktion belegt. Hinzu kommen 288 ha mit der Bezeichnung "Ausgewiesener Erholungswald", in Summe sind dies mithin 820 ha oder 26 %.

Insgesamt ergeben sich also aus den Gebietssteckbriefen 2.710 ha Erholungswald Stufe 2 (wirtschaftsbeeinflussend) und 288 ha Erholungswald Stufe 1 (wirtschaftsbestimmend).

Die Datensätze der NW-FVA beinhalten ebenfalls eine Ausweisung von Flächen der Erholungsstufe I. Es handelt sich hierbei um ein einzelnes Waldgebiet im Südwesten des Lorsche Waldes, vom direkten Umfeld von Lampertheim-Neuschloß bis zur Bürstädter Gärtnersiedlung (s. Abbildung 4-15). Die Lagepläne in Anlage 2 weisen darüber hinaus auch ein Gebiet westlich des Jägersburger Waldes aus. Bei diesem Gebiet handelt es sich allerdings um das Waldgebiet "Lampertheim 6" außerhalb des Betrachtungsraums der Machbarkeitsstudie, weshalb es in der hier vorzunehmenden Betrachtung nicht berücksichtigt wird. Mit dieser Einschränkung stimmen die Angaben der NW-FVA mit der Einstufung "Ausgewiesener Erholungswald" in den Gebietssteckbriefen von Hessen-Forst überein.

Abbildung 4-15: Erholungsgebiet Stufe I, Lorscher Wald, Zustand 2007



Quelle: NW-FVA

4.5.2. Befunde

Grundsätzlich ergeben sich aus den verfügbaren Flächeninformationen keine Unterschiede der ausgewiesenen Erholungsfunktionen, weshalb an dieser Stelle lediglich die Grunddaten wiedergegeben seien:

Tabelle 4-8: Erholungsfunktion Stufe 1 und 2

	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
Erholungswald Stufe 2 [ha]	2.710	2.710	2.710
Erholungswald Stufe 1 [ha]	288	288	288

Faktoren, die den Erholungswert positiv beeinflussen sind u. a. Ruhe, saubere Luft [HMI 1997], geringe Störungen, eine sich an der natürlichen Vegetation orientierende Bestockung und dicke, alte Bäume [Bieb 1980], sowie Baumarten- und Altersmischung und Ausstattung mit Freizeiteinrichtungen [AGL 1982] und Infrastruktur. Hierzu liegen keine spezifischen Informationen vor.

Das Betrachtungsgebiet der Erholungsfunktion Stufe I im Lorsch Wald liegt vollständig außerhalb der als Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung definierten Flächen mit mittlerem Flurabstand $\leq 2,5$ m (s.a. Abbildung 4-1). Änderungen der Baumartenzusammensetzungen zwischen den beiden Entwicklungsszenarien GW0 und GW+ können in diesem Gebiet nicht auf einen zusätzlichen Einfluss unterschiedlicher Grundwasserstände zurückgeführt werden.

Hinsichtlich der allgemeinen Erholungsfunktion (Stufe II), wird auf den Erholungswert im Kapitel "Monetisierung" (Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) näher eingegangen.

4.5.3. Monetisierung

Ansätze einer monetären Bewertung des Erholungswertes sind häufig, aber immer mit stark unterschiedlichen Ergebnissen versucht worden. An zwei Beispielen mit unterschiedlicher Methodik und deren Kombination soll hier demonstriert werden, welche Bandbreite an Beträgen sich für die Wälder im Bereich der Machbarkeitsstudie bei einer solchen Betrachtung ergeben kann. Dabei ist vorzuschicken, dass es diesbezüglich keine standortspezifischen Daten gibt. Es ist aber möglich, mit naheliegenden Annahmen entsprechende Gedankenexperimente durchführen um die wahrscheinliche Größenordnung der Effekte zu verdeutlichen:

"Eintrittsgeldmethode"

Das Hessische Ministerium des Innern und für Landwirtschaft Forsten und Naturschutz hat in seiner Broschüre "Nutzen des Waldes für die Gesellschaft" 1997 einen Ansatz zur Abschätzung des Erholungswertes über einen virtuellen Eintrittspreis in Höhe von 3 DM je Besuch beschrieben und auf den Frankfurter Stadtwald angewendet [HMI 1997]. Bei dort dokumentierten 5 bis 6 Millionen Besuchern pro Jahr (das entspricht etwa 8 Waldbesuchen je Einwohner) ergaben sich so 15 bis 18 Millionen DM pro Jahr als Kennzahl für den Erholungswert.

Erhebungen über die Anzahl der Besucher und Befragungen über denkbare Eintrittspreise in den drei Wäldern der Machbarkeitsstudie wurden bis dato nicht durchgeführt. Ein entsprechendes Gedankenexperiment könnte aber auf den folgenden Annahmen aufbauen.

Die Wälder der Machbarkeitsstudie stellen hinsichtlich ihrer allgemeinen Erholungsfunktion ein Naherholungsangebot für die Bewohner der umliegenden Gemeinden dar. Von überregionaler touristischer Bedeutung sind sie nicht. Grundlage der Schätzung sei daher die Naherholung der Anwohner. Die Einwohnerzahl der umliegenden Gemeinden liegt in Summe bei etwa 97.000.

Die Anzahl der Waldbesuche je Einwohner sei dabei gleich der für Frankfurt am Main und den Frankfurter Stadtwald, was wahrscheinlich bei einem Vergleich des ländlichen Raums im Hessischen Ried gegenüber dem städtischen Frankfurt zu hoch angesetzt ist.

Unterstellt man dennoch im Durchschnitt 8 Waldbesuche je Einwohner und Jahr, und setzt man ein "Eintrittsgeld" von 2 € je Besuch an (was kaufkraftbereinigt den 3 DM in [HMI 1997] entspricht), erhält man einen Wert von etwa 1,6 Mio. €/a.

"Reisekostenmethode"

Eine Studie des Schweizer Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft aus dem Jahr 2005 [Ott 2005] hat den Ansatz verfolgt, den Erholungsnutzen des Waldes für die Gesamtschweiz anhand von Befragungen von Schweizer Bürgern zu Reisekosten und Aufenthaltszeiten bei Waldbesuchen abzuschätzen. Die dabei erhobenen Daten erlaubten eine Schätzung des durchschnittlichen Erholungsnutzens, indem der durchschnittliche Zeitaufwand für die Reise zum Wald und zurück, die Transportkosten sowie die Zeit, die im Wald selbst verbracht wird, bewertet

wurden. Hierbei wurde u.a. festgestellt, dass sich Waldbesucher im Durchschnitt 106 Minuten im Wald aufhalten und Reisekosten von durchschnittlich ca. 12 CHF (rd. 10 €) aufwenden.

Es gibt auch für einen derartigen Ansatz keine standortspezifischen Daten zum Besucherverhalten bezüglich der Wälder der Machbarkeitsstudie, also kann auch mit dieser Methode nur ein Gedankenexperiment gewagt werden.

Auch hierbei gelte die Naherholungsfunktion für die Anwohner als Schätzgrundlage. Von überregionaler touristischer Bedeutung sind die Wälder nicht, daher scheidet ein touristisch geprägter Ansatz aus.

Unterstellt seien auch hier im Durchschnitt 8 Waldbesuche je Einwohner und Jahr, bei insgesamt 97.000 Einwohnern.

Die dabei zurückgelegte einfache Anreiseentfernung betrage mit Blick auf die vergleichsweise kleinräumigen Bezüge zwischen Siedlungen und Wald im Durchschnitt etwa 3 km. Reisekosten (hin und zurück) für 6 km zu je 0,30 € ergäben entsprechend 1,80 € je Waldbesuch oder eine Summe von 1,4 Mio. €/a.

Bei einer Aufenthaltsdauer von etwa 2 Stunden und Opportunitätskosten in Höhe des Mindestlohns (8,5 €/h brutto) erhält man einen jährlichen Wert für die im Wald verbrachte Zeit von etwa 13,2 Mio. €/a.

Ersetzt man den Mindestlohn durch den durchschnittlichen Stundenlohn von Erwerbstätigen in den alten Bundesländern, der vom statistischen Bundesamt z.B. für 2010 mit 17,66 €/h brutto angegeben wird, erhält man auf gleicher Grundlage einen jährlichen Wert von etwa 27,4 Mio. €/a.

Aus Reisekosten und Opportunitätskosten zusammen lassen sich also Werte zwischen 14,6 und 28,8 Mio. €/a errechnen.

Kombination der Methoden

Eintrittsgeldmethode und Reisekostenmethode lassen sich widerspruchsfrei miteinander kombinieren: Die Frage nachdem Eintrittsgeld setzt An- und Abreise sowie einen Aufenthalt im Wald voraus. In der Kombination ergeben sich so Werte zwischen 16,2 und 30,4 Mio. €/a.

Bereits die einfache Anwendung der Methoden führt zu stark unterschiedlichen Ergebnissen. Variiert man die Annahmen zur Anzahl der Waldbesuche oder zur Aufenthaltszeit, lassen sich die Ergebnisse unmittelbar um ganzzahlige Faktoren verändern. Halbiert sich die z.B. Aufenthaltszeit, vielleicht weil als Ergebnis einer Befragung eher kürzere Aktivitäten (Waldspaziergänge, Radfahren, Jogging, Hunde ausführen) eine Rolle spielen als längere (Wanderungen, Picknick, Gastronomie oder Nutzung von konkreten Freizeitangeboten) hat das direkte Auswirkung auf das Ergebnis. Reisekosten haben dem gegenüber aufgrund der geringen Entfernungen einen kleineren Einfluss, ebenso das Eintrittsgeld. Die Beispiele zeigen also, dass das Ergebnis einer solchen Betrachtung zum Erholungswert mindestens ebenso stark von der gewählten Methodik abhängt wie von den zu treffenden Annahmen bzw. den zu erhebenden Grunddaten.

Die eigentliche Aufgabe der Untersuchung, nämlich Unterschiede zwischen den Grundwasserszenarien "GW0" und "GW+" zu untersuchen, ist mit einer Betrachtung wie oben vorgestellt noch nicht erreicht. Hierbei käme es darauf an, qualitative Unterschiede im

Naherholungsangebot und im Besucherverhalten herauszuarbeiten, die auf das Wirken oder Nichtwirken einer Grundwasseraufspiegelung zurückzuführen wären.

Die verfügbaren Informationen lassen solche Rückschlüsse allerdings nicht zu: die Existenz der Wälder steht in beiden Szenarien nicht in Frage, und die Frage nach der Attraktivität unterschiedlicher Waldbilder lässt sich ohne entsprechende Datengrundlage nicht belastbar beantworten. Bei der Frage nach der Attraktivität der Wälder für den Erholungssuchenden wären außerdem Entwicklungen mit zu bewerten, die keinen Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von Grundwasser für die Versorgung des Baumbestands haben, wie die vorhandene Infrastruktur (Parkplätze, Wegenetz, Freizeitangebote, Lehrpfade, Ausflugsziele usw.) oder den Einfluss der Infrastruktur und der Forst-Bewirtschaftung auf das Waldbild (Vielfalt der Baumarten, Altersstruktur, erlebbare Waldbiotop, Einschränkungen durch Verkehrssicherung, durch Infiltrationsorgane oder umzäunte Wasserschutzzone I usw.). Ein Unterschied ergäbe sich daher immer nur in Kombination von Infrastruktur, Standortbedingungen (inkl. Grundwasser) und forstlichem Handeln, deren Einzelbeiträge aber nicht bekannt sind.

Da sich also anhand der verfügbaren Informationen zwischen den beiden Szenarien kein Unterschied in der allgemeinen Erholungsfunktion ausweisen lässt, kommt eine Prüfung des monetarisierten Erholungsnutzens zum jetzigen Zeitpunkt, unabhängig von der angewandten Bestimmungsmethode, zu dem Ergebnis, dass kein monetarisierter Zusatznutzen der Grundwasseraufspiegelung gegenüber dem ansonsten vorgesehenen Waldumbau zu erkennen ist.

4.5.4. Diskussion und Bewertung

Hinsichtlich der Erholungsfunktion Stufe I, also der wirtschaftsbestimmenden Widmung des Waldbereichs im südwestlichen Lorsche Wald, fällt auf, dass die in der Modellierung vorgesehenen Maßnahmen bereits ohne Grundwasseraufspiegelung zu einem deutlichen Unterschied gegenüber dem Bezugsjahr 2007 führen. Die GW-Aufspiegelung ist aber nur scheinbar die Ursache für die Veränderungen, da die zu betrachtende Fläche nicht von einer Grundwasseraufspiegelung profitiert.

Der allgemeine Erholungswert der drei Wälder der Machbarkeitsstudie ist unbestreitbar vorhanden und repräsentiert einen Wert an sich, den es zu erhalten gilt. Er steht in den beiden betrachteten Entwicklungsszenarien GW0 und GW+ aber auch nicht in Frage, die Existenz der Waldgebiete ist in beiden Fällen gewährleistet. Die Einflussfaktoren auf die Attraktivität des Waldes als Erholungsangebot sind unabhängig vom Grundwasserstand durch waldbauliche Maßnahmen zu fördern und zu erhalten, weshalb sich konsequenter Weise für die Szenarien auch kein Unterschied in der Entwicklung der Erholungsfunktion zeigt.

Es ist demzufolge kein zusätzlicher Nutzen des "Aufspiegelungsszenarios" GW+ gegenüber dem "Waldumbauszenario" GW0 zu erkennen.

4.6. Bodenschutz

4.6.1. Methodik

Die Datensätze der NW-FVA enthalten eine Auswertung der Flächen mit der Ausweisung als Bodenschutzwald der Stufe I. In diesen Flächen ist die Bodenschutzfunktion mithin wirtschaftsbestimmend. Solche Flächen treten im Betrachtungsraum ausschließlich im südlichen Waldgebiet, dem Lorsche Wald auf.

Bei der Bodenschutzfunktion handelt es sich dabei i. W. um die Verhinderung von Erosion durch eine geschlossene Vegetationsdecke. Bodenschutzwald der Stufe I wird dort ausgewiesen, wo besonders erosionsempfindliche Böden zu schützen sind. Im hier betrachteten Abschnitt des Hessischen Rieds sind dies hauptsächlich ehemalige Flugsanddünen. Werden Sie freigelegt, können Sie nach wie vor durch Windverdriftung verlagert werden. Derartige Sandverwehungen waren auf entwaldeten, beweideten Standorten noch in den dreißiger Jahren des letzten Jahrhunderts zu beobachten ([HMI 1997]).

Flugsand muss durch eine dauerhafte Vegetation festgelegt werden um Schäden durch Sandverwehungen zu vermeiden. Die meisten geschlossenen Vegetationsformen vermögen dies. Auch Bodenschutzwald der Stufe I erfüllt diese Aufgabe im Sinne einer dauerhaften Bodenbedeckung

- durch Festlegung des Sandes im Wurzelwerk und durch Bedeckung mit Bodenvegetation.
- durch Bedeckung des Mineralbodens mit einer Humusschicht, Bildung von Humuskomplexen und Kolloidbildung über mikrobielle Aktivität.
- durch Windberuhigung durch bodennahe Vegetation und innerhalb von Waldbeständen im Zusammenhang mit der Ausbildung eines Waldinnenklimas.

Dabei sind Verletzungen der Vegetationsdecke durch Tritt- oder Befahrungsschäden zu vermeiden, um einer Mobilisierung von Flugsand vorzubeugen.

Im Betrachtungsraum finden sich Dünenzüge aus feinkörnigem Sand insbesondere im Bereich des Lorscher Waldes. Als Bodenschutzwald der Stufe I ausgewiesene Flächen finden sich daher auch nahezu ausschließlich hier (Abbildung 4-16).

Je nach der Verfügbarkeit von Karbonaten im tieferen Untergrund und der Funktion der Bäume als „Nährstoffpumpe“, durch welche tiefliegende Nährstoffe durch Baumwurzel erschlossen und über die Baumstreu dem Oberboden zugeführt werden, eignen sich die Standorte für verschiedene Baumarten. Natürlicherweise handelt es sich bei den ärmeren und trockeneren Standorten im Lorscher Wald um Standorte für Eichenmischwälder aus Stiel- und Traubeneiche, Buche, Feldahorn, Spitzahorn, Aspe, Eberesche, Birke und Kiefer.

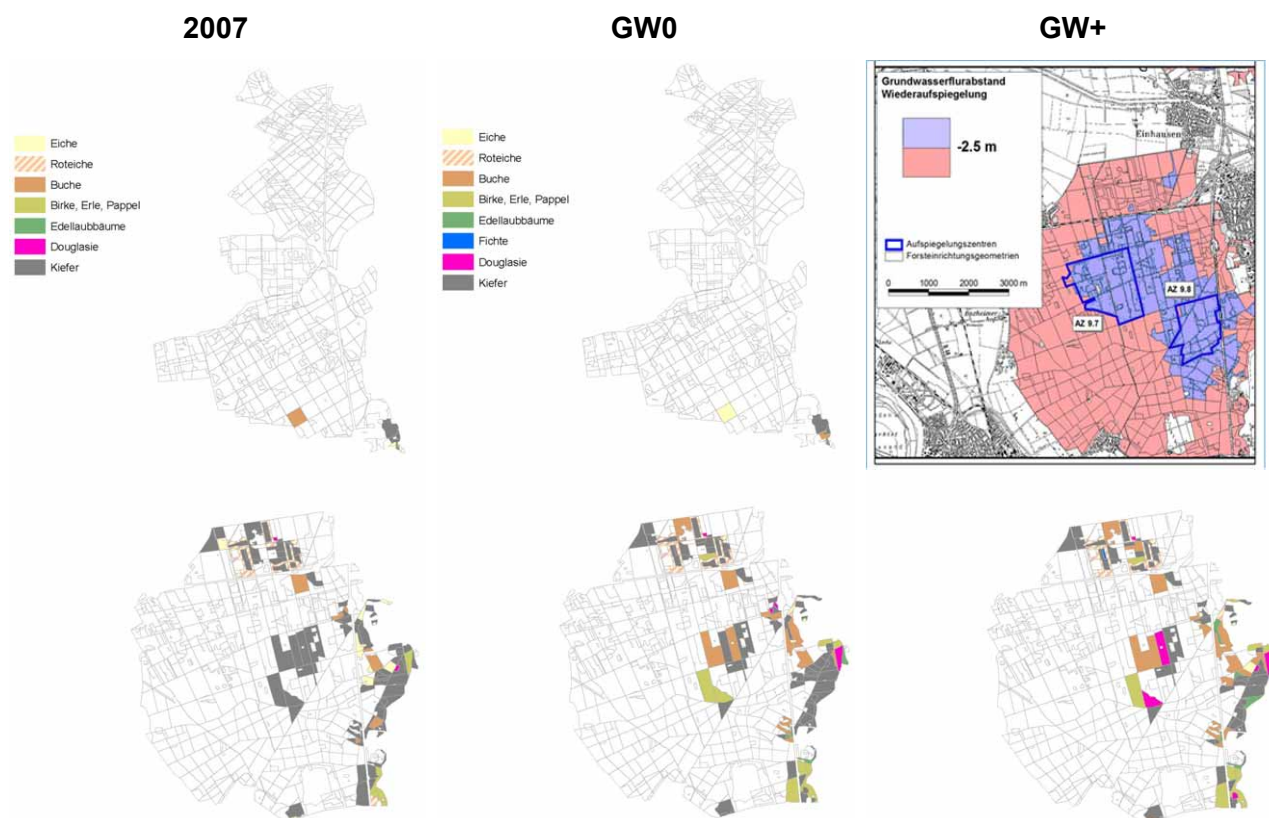
Dabei ist die Kiefer im Hinblick auf die Bodenschutzfunktion nicht die ideale Baumart: Sie führt gegenüber einer Laubwaldbedeckung zu einer Minderung der Bodenqualität durch saure Baumstreu und, daraus folgend, im Vergleich saure Sickerwässer mit der Tendenz zur Nährstoffverlusten. Diese wiederum führen zu einer Minderung der Bodenschutzfunktion durch eine verringerte Humusaktivität und Beeinträchtigung der bodendeckenden Vegetation.

Der Kiefern- oder allgemein Nadelholzanteil in der Bestockung kann daher als Indikator für die Qualität der Bodenschutzfunktion herangezogen werden.

Im Hinblick auf den Effekt einer Grundwasseraufspiegelung ist außerdem die Lage der ausgewiesenen Bodenschutzflächen im Bezug zur Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung zu betrachten.

4.6.2. Befunde

Abbildung 4-16 zeigt die Verbreitung der als Bodenschutzwald ausgewiesenen Flächen im Betrachtungsraum. Zum Vergleich ist zusätzlich für das Szenario GW+ die Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung dargestellt (Ausschnitt aus Abbildung 4-1). In Tabelle 4-9 sind die wesentlichen Kenndaten zur Bodenschutzfunktion zusammengestellt.

Abbildung 4-16: Verbreitung von Bodenschutzwald der Stufe I

Quelle: NW-FVA, Hessen-Forst

Tabelle 4-9: Indikatoren für die Nutzfunktion Bodenschutz

	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
Bodenschutzwald [ha]	620	620	620
davon Nadelholzfläche [ha]	460	336	300
Bodenschutzwald innerhalb der Flächenwirksamkeit [ha]			148

Im Betrachtungsraum sind 620 ha Wald der Bodenschutzfunktion Stufe 1 zugeordnet. Diese Flächenzuweisung ändert sich innerhalb der Szenarien konsequenter Weise nicht: Die Funktion ist wirtschaftsbestimmend, ihr Erhalt ist also Aufgabe des forstlichen Handelns.

Im Lorsche Wald finden sich auf den hier zu betrachtenden Böden heute überwiegend Kiefern. Das Szenario GW0 zeigt dem gegenüber die Möglichkeit auf, einen Teil der Flächen im Rahmen der waldbaulichen Behandlung zu Buchen- oder Edellaubholzbeständen zu entwickeln. Hierdurch könnten 124 ha Laubbaumbestände hinzugewonnen werden. Das Szenario GW+ erweitert diese Option um weitere 36 ha. Es fällt allerdings auf, dass im Szenario GW+ Bestände, die im Szenario GW0 als zusätzliche Buchen- oder Edellaubholzbestände angesprochen werden, nun zu Douglasie entwickelt werden sollen.

Von den 620 ha an Bodenschutzwald liegen ca. 148 ha innerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung. Sie befinden sich i. W. im zentralen Teil des Lorscher Waldes. Diese heute ausschließlich mit Kiefer bestandene Fläche würde bereits im Szenario GW0 teilweise zu Buche entwickelt. Hier würde sich die Bodenschutzfunktion also tendenziell verbessern. Bei einer Grundwasseraufspiegelung sieht das Szenario GW+ hingegen auch das Einbringen von Douglasie vor. Für den hiervon betroffenen Bestand würde sich die Bodenschutzfunktion daher nicht wesentlich verbessern.

4.6.3. Monetisierung

Aufgrund der Vielfalt der möglichen gleichwertigen Ersatzmaßnahmen (andere Bodendeckende Vegetation, im extremsten Fall Abtrag oder bautechnische Sicherung) ist eine Monetisierung hier nicht zielführend und aufgrund der kleinen betroffenen Fläche ohnehin nicht ergebnisrelevant.

4.6.4. Diskussion und Bewertung

Hinsichtlich der Bodenschutzfunktion ist mit 148 ha nur eine vergleichsweise kleine Fläche von einer möglichen Grundwasseraufspiegelung betroffen. Der Zusatznutzen gegenüber dem Szenario GW0 läge in einem zusätzlichen Entwicklungspotenzial für eine 36 ha große Teilfläche, in der die Bodenschutzfunktion durch eine Entwicklung von Nadel- zu Laubwald verbessert werden könnte.

Im Hinblick auf die im Modell der NW-FVA sich ergebende Einführung der Douglasie im Zusammenhang mit der Grundwasseraufspiegelung wäre zu prüfen warum an dieser Stelle das im Szenario GW0 gesehene Laubwaldpotenzial bei höherem Grundwasserstand nicht genutzt werden soll.

4.7. Klimaschutz

4.7.1. Methodik und Bewertungskriterien

Die Datensätze der NW-FVA enthalten eine Auswertung der Flächen mit der Ausweisung als Klimaschutzwald der Stufe I. In diesen Flächen ist die Klimaschutzfunktion mithin wirtschaftsbestimmend. Solche Flächen treten im Betrachtungsraum ausschließlich im südlichen Waldgebiet, dem Lorscher Wald auf.

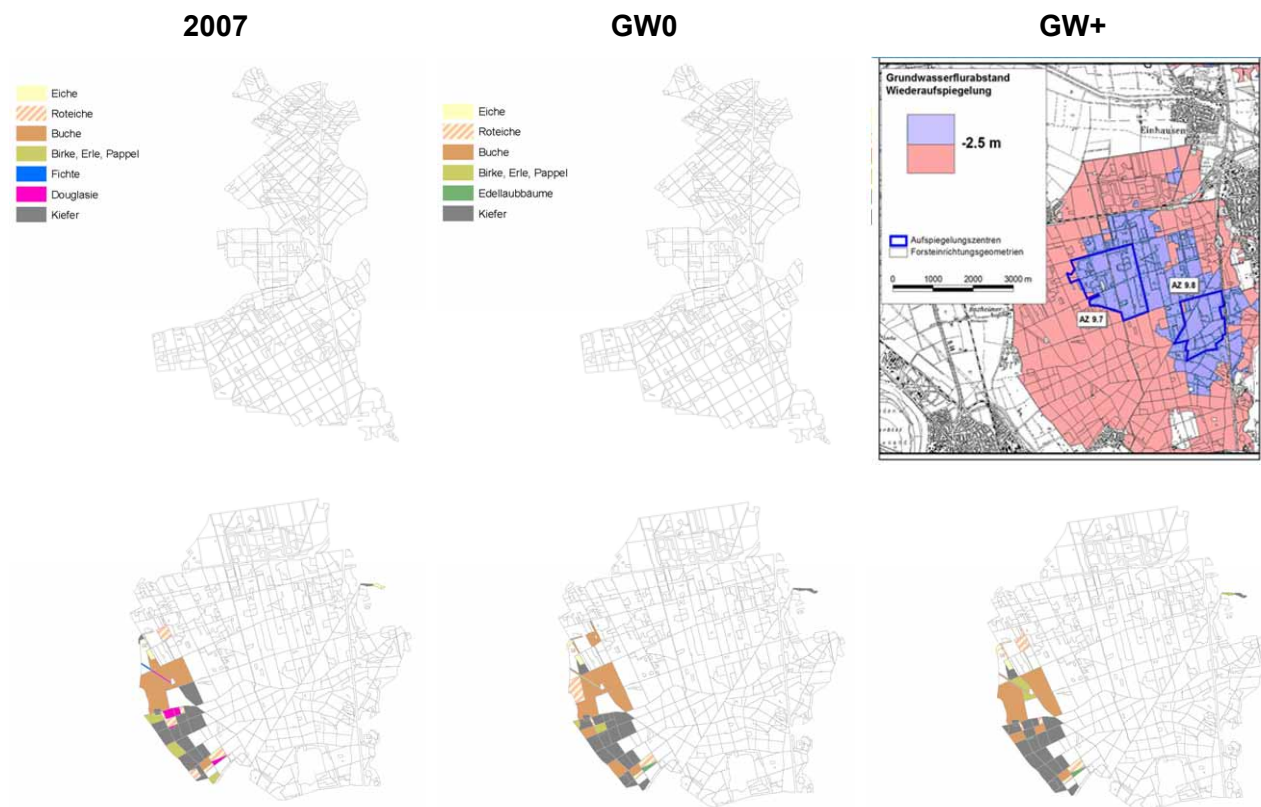
Gemeint ist mit der Flächenausweisung "Klimaschutz Stufe 1" die Funktion des Waldes für das lokale bzw. regionale Klima. Lokaler Klimaschutzwald schützt benachbarte Siedlungsflächen und Erholungsanlagen vor nachteiligen Windeinwirkungen. Klimaschutzwald kann landwirtschaftliche Nutzflächen und Sonderkulturen vor Kaltluftschäden schützen, die Luftqualität allgemein verbessern, Lufttemperatur und Luftfeuchte regulieren und das Waldesinnere gegenüber Wind abschirmen. Für den regionalen Klimaschutz kann Wald das Klima angrenzender Siedlungs- und Freiflächen verbessern helfen, indem er den Luftmassenaustausch durch Temperaturunterschiede fördert.

Als Kohlendioxidsenke leistet Wald, außerdem einen Beitrag zum globalen Klimaschutz, der für die beiden Szenarien GW0 und GW+ über die Gesamtwuchsleistung abgeschätzt und miteinander verglichen werden kann. Dies gilt für den Wald in seiner Gesamtheit, ist also als Indikator für das gesamte Betrachtungsgebiet anwendbar.

4.7.2. Befunde

Abbildung 4-17 zeigt die Verbreitung der als Klimaschutzwald ausgewiesenen Flächen im Betrachtungsraum. Zum Vergleich ist zusätzlich für das Szenario GW+ die Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung dargestellt (Ausschnitt aus Abbildung 4-1). In Tabelle 4-10 sind die wesentlichen Kenndaten zur Klimaschutzfunktion zusammengestellt.

Abbildung 4-17: Verbreitung von Klimaschutzwald der Stufe I



Quelle: NW-FVA, Hessen-Forst

Wie Abbildung 4-17 zeigt liegen Flächen mit Klimaschutzfunktion der Stufe I vollständig außerhalb der als Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung definierten Flächen mit mittlerem Flurabstand $\leq 2,5$ m. Änderungen der Baumartenzusammensetzungen zwischen den beiden Entwicklungsszenarien GW0 und GW+ können daher nicht auf einen zusätzlichen Einfluss unterschiedlicher Grundwasserstände zurückgeführt werden. Für eine Betrachtung des Zusatznutzens einer Grundwasseraufspiegelung sind sie nicht signifikant.

Tabelle 4-10: Indikatoren für die Nutzfunktion Klimaschutz

	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
Klimaschutzwald Stufe I [ha]	320	320	320
davon Klimaschutzwald innerhalb der Flächenwirksamkeit [ha]			0
Kohlendioxidspeicherung aus der Gesamtwuchsleistung im Betrachtungszeitraum [kg CO ₂]		7,20E+09	7,42E+09
Kohlendioxidspeicherung pro Jahr [kg CO ₂ /a]		7,50E+07	7,73E+07

Das Potenzial zur Speicherung von Kohlendioxid zur Darstellung der Senkenfunktion für Kohlendioxid ergibt sich aus der Gesamtwuchsleistung im Betrachtungsraum, bezogen auf die Anteile der einzelnen Baumarten, ihre Holzdichte und den im Holz enthaltenen Kohlenstoff. Es wurde bereits in Kap. 2.3.3 im Rahmen der Ökobilanz hergeleitet (s. d.).

Über den gesamten Betrachtungszeitraum von 96 Jahren werden demzufolge im Szenario GW0 etwa 7,20 Millionen Tonnen an CO₂ im Wald gebunden, im Szenario GW+ etwa 7,42 Millionen Tonnen. Als jährlicher Beitrag zur CO₂-Minderung errechnen sich ca. 75.000 t/a CO₂-Speicherung im Szenario GW0 und etwa 77.300 t/a im Szenario GW+.

Die Differenz, also der Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber GW0, beträgt im Betrachtungszeitraum ca. 220.000 t bzw. etwa 2.300 t/a.

Dem gegenüber steht das Treibhausgas-Potenzial, das in der Öko-Bilanz für die Grundwasseraufspiegelung mit 1,26 Millionen Tonnen CO₂ Eq im Betrachtungszeitraum ermittelt wurde (s.a. Kap. 2.3.1), so dass sich in der Bilanz für das Szenario GW+ eine potenzielle Treibhausgasemission von ca. 1,04 Mio. Tonnen im Betrachtungszeitraum (oder im Mittel ca. 11.000 t pro Jahr) ergibt. Eine Kompensierung des Treibhausgaspotenzials durch Biomassezuwachs wird also nicht erreicht.

4.7.3. Monetisierung

Als alleiniger Ansatzpunkt für eine Monetisierung der Klimaschutzfunktion bietet sich die CO₂-Minderung durch Festlegung in der Wald-Biomasse an. CO₂-Emissionserifikate werden derzeit mit Preisen unter 6 €/t gehandelt. Der Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber GW0 wäre demzufolge mit etwa 1,3 Mio. € über den Gesamtbetrachtungszeitraum oder einem aktuellen Jahresbetrag von etwa 14.000 €/a zu monetarisieren.

Allerdings muss das Gesamtsystem im Szenario GW+ als Treibhausgasemittent angesehen werden. Zur Kompensation der Netto-Emissionen von 1,05 Mio. t wäre bei dem genannten Preis der Erwerb von CO₂-Zertifikaten im heutigen Wert von ca. 6,3 Mio. € (oder ca. 66.000 €/a) erforderlich. Insgesamt führt eine Monetisierung des Klimanutzens also im vorliegenden Fall zu einem negativen Beitrag.

Es sei angemerkt, dass der derzeitige Marktpreis für CO₂-Emissionsrechte bekanntermaßen klimapolitisch unwirksam ist. Sollte es durch entsprechende Maßnahmen zu einer deutlichen Verteuerung, beispielsweise einer Verzehnfachung kommen, würde der monetarisierte Wert zu

einem Negativ-Beitrag von 63 Mio. € im Betrachtungszeitraum bzw. durchschnittlich 660.000 € pro Jahr führen.

4.7.4. Diskussion und Bewertung

Auswirkungen auf die lokale Klimaschutzfunktionen sind im Betrachtungsraum nicht signifikant. Die Speicherung von CO₂ in der Wald-Biomasse leistet einen Beitrag zum Nutzen der hier betrachteten Wälder, wobei aber der Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber dem Szenario GW0 nicht sehr groß ist. Vergleicht man ihn darüber hinaus mit den Treibhausgasemissionen einer Grundwasseraufspiegelung so deckt der Zusatznutzen nur einen Bruchteil dieser ökobilanziellen Last ab. Der Nutzen verschwindet so nicht nur vollständig, die Maßnahme ist bilanziell sogar als CO₂-Emittent anzusehen, denn trotz eines Mehrzuwachses an Holz im Aufspiegelungsszenario belastet die Ökobilanz das System im Szenario GW+ mit dem 5-fachen an potenzieller Treibhausgas-Emission.

4.8. Lärmschutz

4.8.1. Methodik und Bewertungskriterien

Die Datensätze der NW-FVA enthalten eine Auswertung der Flächen mit der Ausweisung als Lärmschutzwald der Stufe I. In diesen Flächen ist die Lärmschutzfunktion mithin wirtschaftsbestimmend. Die ausgewiesenen Flächen finden sich beidseitig entlang der A67, entlang der Bundesstraße B47 zwischen Riedrode und Lorsch sowie entlang der Landesstraße L3112 Gernsheim-Hähnlein.

Der Wald erfüllt entlang der genannten Strecken die Funktion der Minderung des durch den Straßenverkehr erzeugten Lärms, und zwar in der gesamten Flächenausweisung bezogen auf die Lärmquelle Straßenverkehr. Der tatsächlich vorhandene Bedarf zum Schutz von Anwohnern vor Lärmbelästigungen ist eine nicht näher zu spezifizierende Teilmenge hiervon.

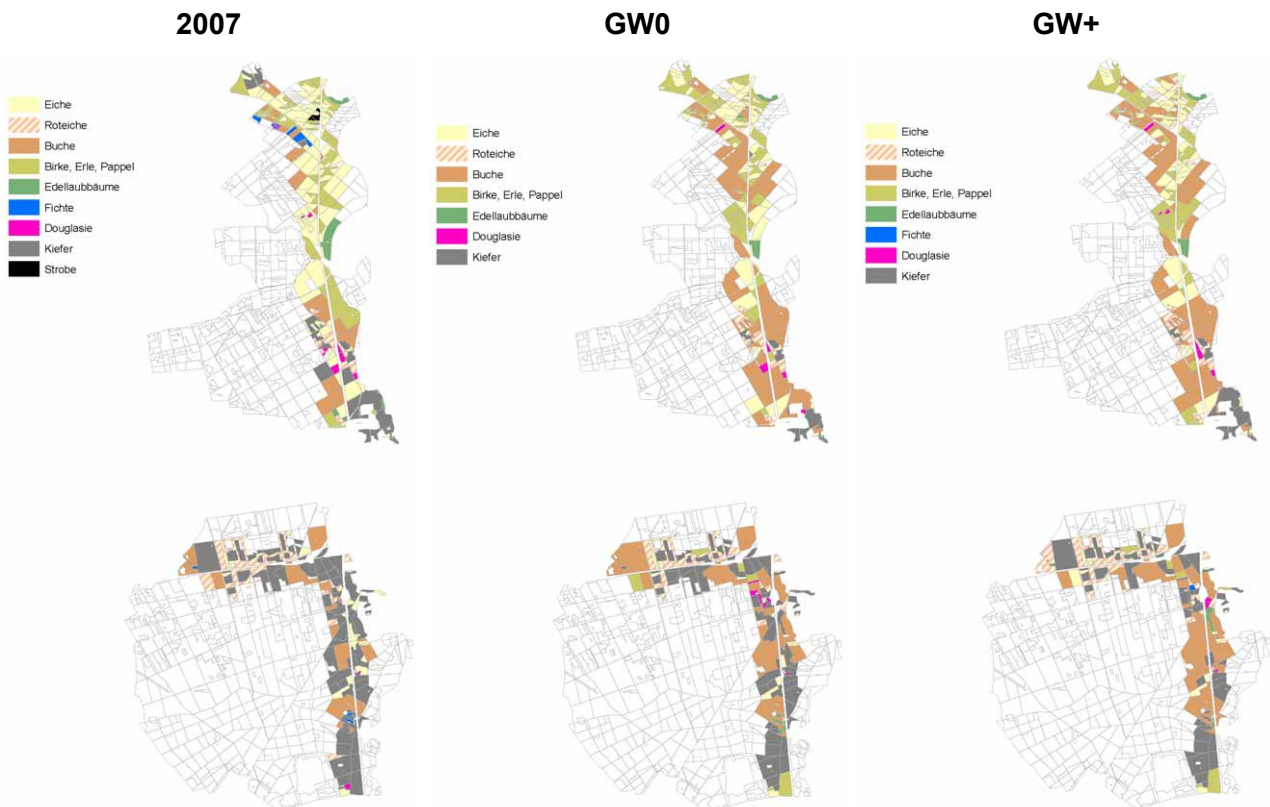
Die Lärmschutzleistung ergibt sich aus der Breite und der Dichte des Waldbestandes. Dabei hängt die Dichte außer am aufstockenden Holzvolumen hauptsächlich an der Waldstruktur und der Belaubung. Die Struktur ist idealerweise von dichtem Unter- und Zwischenstand geprägt, die Belaubung hängt von der Baumart ab, wobei Nadelholz im jährlichen Durchschnitt am besten dämpft, aber auch Eiche und Hainbuche, die ihr Laub bis tief in den Winter hinein behalten, Lärm mindernd wirken.

Für die Baumartenzusammensetzung liegen Daten der NW-FVA vor. Die verwendeten Indikatoren sind daher die Flächenanteile von Nadelholz und Eiche als Indikatoren für Unterschiede in der Lärmschutzleistung, die sich in den Szenarien ergeben. Da die Hainbuche in den Datensätzen nicht gesondert ausgewiesen sondern gemeinsam mit der Buche dargestellt wird, kann ihr Anteil hier nicht gesondert berücksichtigt werden.

4.8.2. Befunde

Abbildung 4-18 zeigt die Verbreitung der als Lärmschutzwald ausgewiesenen Flächen im Betrachtungsraum. In Tabelle 4-11 sind die wesentlichen Kenndaten zusammengestellt.

Abbildung 4-18: Verbreitung von Lärmschutzwald der Stufe I



Quelle: NW-FVA, Hessen-Forst

Tabelle 4-11: Indikatoren für die Nutzfunktion Lärmschutz

	2007	"GW0"	"GW+"
Betrachtungsraum [ha]	5.314	5.314	5.314
Lärmschutzwald Stufe I [ha]	1.653	1.653	1.653
davon Lärmschutzwald innerhalb der Flächenwirksamkeit [ha]	870	870	870
Nadelholzfläche [ha]	609	390	357
Eichenfläche	398	240	232

1.653 ha sind als Lärmschutzwald Stufe 1 ausgewiesen. Diese Flächenzuweisung bleibt über den Betrachtungszeitraum konstant. Etwa 870 ha liegen innerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung.

In beiden Szenarien nimmt der Anteil stärker Lärm dämpfender Bestockung aus Nadelholz und Eiche deutlich ab, wobei sich das Szenario GW+ hinsichtlich des Lärmschutzes aufgrund des höheren Laubholzanteils sogar ungünstiger auswirkt. Im Szenario GW0 fällt der Anteil von Eiche und Nadelholz gegenüber dem Bezugsjahr 2007 auf insgesamt ca. 630 ha. Entsprechend der o.g. Bedeutung der Bestockung für den Lärmschutz würde sich die Qualität der Lärmschutzfunktion

demzufolge verringern. Bei Durchführung der GW-Aufspiegelung im Szenario GW0 fällt der Anteil von Eiche und Nadelholz gegenüber dem Bezugsjahr 2007 auf 589ha, die Qualitätseinbuße beim Lärmschutz würde also im Szenario GW+ sogar noch größer ausfallen, wobei hiervon lediglich die Differenz der Szenarien (41 ha) bewertungsrelevant ist.

4.8.3. Monetisierung

Üblicherweise wird im Rahmen einer Monetisierung der Wert einer Lärmschutzfunktion des Waldes durch den Wert einer Ersatzmaßnahme abgebildet. Im vorliegenden Fall kann die Lärm- und Sichtschutzfunktion des Waldes über die Kosten für alternative Maßnahmen wie Lärmschutzwände oder Lärmschutzwälle monetarisiert werden.

Lärmschutzwald ist in Abhängigkeit von der geforderten Schallreduzierungsnotwendigkeit und dem Platzangebot ca. 200 bis 400m breit. Abstandsflächen zwischen den Lärmemittenten (Straßenverkehr) und den vor Lärm zu schützenden Siedlungs- und ggf. Waldflächen sind im Betrachtungsraum ausreichend vorhanden, so dass bei einer Ersatzmaßnahme kein Bedarf an teureren, kurzlebigen Lärmschutzwänden bestünde. Daher wird der kostengünstigere und langlebigere Lärmschutzwall als Berechnungsgrundlage herangezogen.

In Anlehnung an [BMV 2011] ergab sich in 2010 bei einer Wallhöhe von 4 m für 1 m² wirksamer Abschirmfläche ein durchschnittlicher Preis von 77,- €/m² (einschließlich Grunderwerb). Bei einer Wallhöhe von 6 m werden 110,- €/m² und bei einer Wallhöhe von 8 m 143,- €/m² angegeben.

Entsprechend der ausgewiesenen Lärmschutzflächen wären im Betrachtungsraum ersatzweise etwa 21 km an Lärmschutzwällen zu errichten, wobei diese Zahl lediglich die derzeitige Flächenausweisung abdeckt. Bei einer mittleren Wallhöhe von 6 m entspräche diese einer Abschirmfläche von 126.000 m², deren Wert bei 110 €/m² demzufolge mit etwa 13,9 Mio. € anzusetzen wäre. Eine Wallhöhe von 4 m würde einen Wert von ca. 6,5 Mio. € repräsentieren, bei 8 m Wallhöhe stünden ca. 24 Mio. € zu Buche.

Der Wert der Lärmschutzfunktion ließe sich demzufolge mit Beträgen zwischen 6,5 und 24 Mio. € abschätzen. Bei einer Ersatzmaßnahmen wäre zusätzlich der tatsächliche Bedarf in Bezug auf die vorhandenen Siedlungsflächen zu ermitteln. Dies würde absehbar zu einer deutlichen Reduzierung der Walllängen, insbesondere entlang der B47 und der L3112 führen.

Die eigentliche Aufgabe der Untersuchung, nämlich Unterschiede zwischen den Grundwasserszenarien "GW0" und "GW+" zu untersuchen, ist mit einer Betrachtung wie oben vorgestellt noch nicht erreicht. Hierbei käme es darauf an, qualitative Unterschiede im Lärmschutz herauszuarbeiten, die auf das Wirken oder Nichtwirken einer Grundwasseraufspiegelung zurückzuführen wären. Die verfügbaren Informationen lassen solche Rückschlüsse allerdings nicht zu: die Existenz der Wälder steht in beiden Szenarien nicht in Frage, und die Änderungen in der Bestockung betreffen nur eine kleine Fläche von 41 ha. Eine Bewertung dieses Unterschieds läge im Bereich der Fehlertoleranzen der hier anzustellenden Betrachtungen; sie würde darüber hinaus zuungunsten einer Grundwasseraufspiegelung ausfallen. Sie wäre auch sinnlos, da die aus dem Modell der NW-FVA hervorgehenden Änderungen i. W. forstlich zu beeinflussen sind und daher nur anteilig dem Grundwasserstand zuzurechnen wären.

Ein bewertungsrelevanter Unterschied zwischen den Szenarien GW0 und GW+ ist auf dieser Grundlage nicht zu erkennen.

4.8.4. Diskussion und Bewertung

Da der Lärmschutzwald als solcher keine Flächenänderung erfährt und die sich ändernde Waldstruktur neben dem Grundwassereinfluss sehr stark durch Pflegemaßnahmen beeinflusst werden kann, bilden die hier betrachteten Indikatoren Eiche und Nadelholz den Grundwassereinfluss nicht unabhängig von waldbaulichen Einflussnahmen ab. Auch hier gilt, dass ein mögliches Gegensteuern, zumindest, was die Bestandesstruktur und den Eichenanteil angeht, einen stärkeren Einfluss auf die Qualität des Lärmschutzes ausüben kann.

Der Einfluss einer Grundwasseraufspiegelung auf die Lärmschutzqualität des Waldes erscheint demgegenüber eher gering, zumal ein dem Lärmschutz zuträglicher Unter- und Zwischenstand aus jüngeren Bäumen zunächst nicht von höheren Grundwasserständen abhängig wäre. Ohne jemals Grundwasseranschluss gehabt zu haben, würde der Unter- und Zwischenstand, anders als der Altbestand, auch keine Schäden durch fehlendes Grundwasser erleiden.

Ohnehin würde lediglich die Hälfte der Lärmschutzflächen durch eine Grundwasseraufspiegelung begünstigt. Unterschiede, die sich zwischen dem Szenario GW0 und GW+ ergeben, sind im Hinblick auf den Lärmschutz nicht zu erkennen oder mit Blick auf die modellierte Änderung der Bestockung, sogar leicht negativ.

Der Versuch einer Monetisierung ergibt vor diesem Hintergrund zwar einen Wert der Lärmschutzfunktion an sich, leistet aber mangels Unterschied zwischen den Szenarien keinen signifikanten Beitrag zur Bewertung.

4.9. Immissionsschutz

4.9.1. Methodik und Bewertungskriterien

Die Datensätze der NW-FVA enthalten eine Auswertung der Flächen mit der Ausweisung als Immissionsschutzwald der Stufe I. In diesen Flächen ist die Immissionsschutzfunktion mithin wirtschaftsbestimmend. Solche Flächen treten im Betrachtungsraum ausschließlich im südlichen Waldgebiet, dem Lorsche Wald, und dort auch nur in einem schmalen Streifen im östlichen Randgebiet zwischen der Autobahn A67 (inkl. Raststätte Lorsch) und der Ortslage Lorsch auf.

Gemeint ist mit der Flächenausweisung "Immissionsschutzwald Stufe 1" die Funktion des Waldes als lokal wirkender Filter gegen Staub und Luftschadstoffe. Potenzieller Emittent, der zur Ausweisung der Flächen im Lorsche führt, ist offenbar die Autobahnraststätte Lorsch; der Immissionsschutzwald dient dem Schutz der östlich angrenzenden Ortslage mit Freizeiteinrichtungen und Wohngebieten.

4.9.2. Befunde

Abbildung 4-19 zeigt die Verbreitung der als Immissionsschutzwald ausgewiesenen Flächen im Betrachtungsraum. Zum Vergleich ist zusätzlich für das Szenario GW+ die Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung dargestellt (Ausschnitt aus Abbildung 4-1).

Abbildung 4-19: Verbreitung von Immissionsschutzwald der Stufe I

Quelle: NW-FVA, Hessen-Forst

4.9.3. Monetisierung

Eine Monetisierung, z.B. auf Basis einer Ersatzmaßnahme, kommt hier nicht in Betracht. Sie ergäbe nur einen Wert für den Fall des Verlustes der Immissionsschutzfunktion. Die Existenz des Waldes steht aber in beiden Szenarien nicht in Frage und qualitative Unterschiede könnten ohnehin nicht auf die Wirkung des Grundwasserstandes zurückgeführt werden.

4.9.4. Ergebnisanalyse und Bewertung

Im Lorsche Wald sind lediglich etwa 55 ha Wald als Immissionsschutzwald ausgewiesen. Diese Flächen liegen vollständig außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung, sind von dieser also nicht beeinflussbar. Insofern können auch die in den Szenarien zu beobachtenden Änderungen in der Baumartenzusammensetzung nicht mit dem Grundwasserstand korreliert werden.

Insgesamt leistet die Immissionsschutzfunktion also keinen Beitrag zur vergleichenden Nutzenbewertung.

4.10. Sichtschutz

4.10.1. Methodik und Bewertungskriterien

Die Datensätze der NW-FVA enthalten eine Auswertung der Flächen mit der Ausweisung als Sichtschutz der Stufe I. In diesen Flächen ist die Immissionsschutzfunktion mithin wirtschaftsbestimmend. Solche Flächen treten im Betrachtungsraum ausschließlich im südlichen Lorscheider Wald auf.

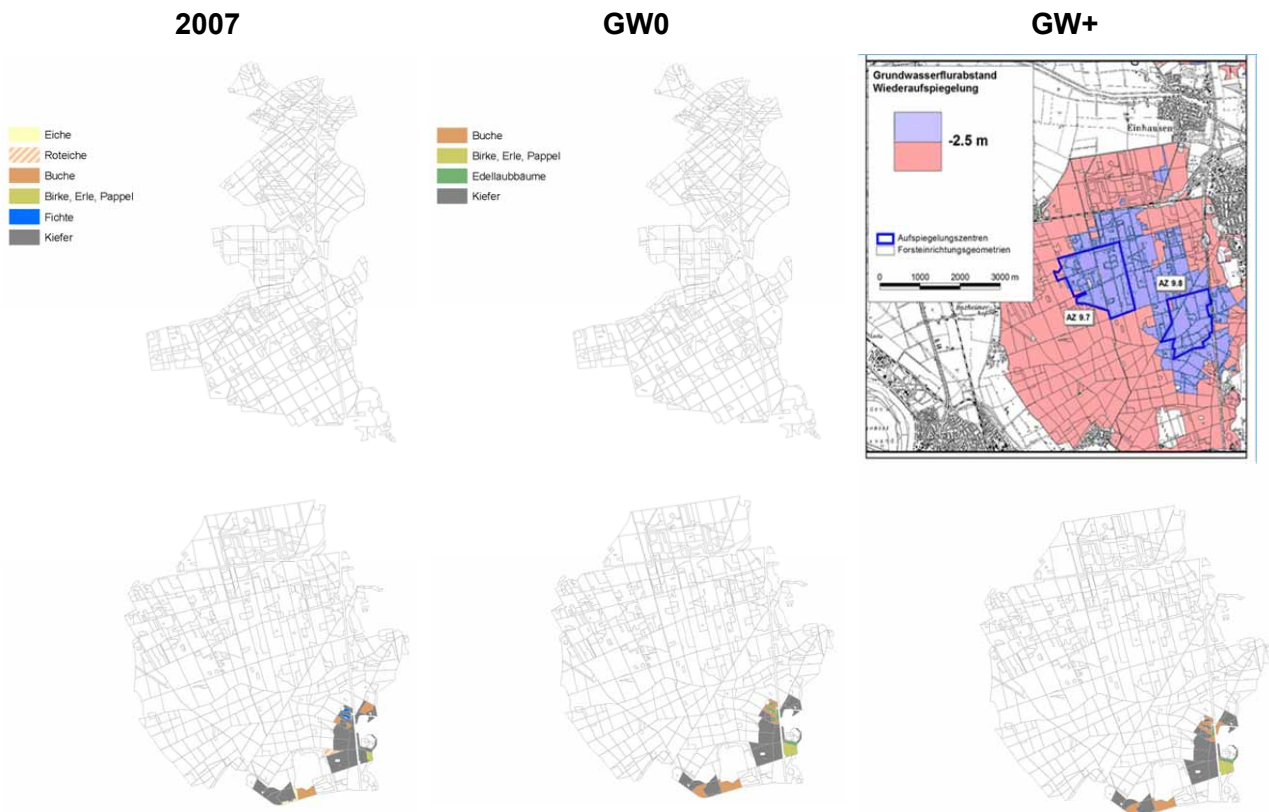
Gemeint ist mit der Flächenausweisung "Sichtschutzwald Stufe 1" die Funktion des Waldes als "Vorhang", um die ungewollte Sichtbarkeit von Objekten oder Flächen zu kaschieren, beispielsweise aus ästhetischen Gründen. In [HMI 1997] heißt es beispielsweise hierzu:

"Hässliche Objekte und Landschaftsschäden, die ein harmonisches Landschaftsbild stören, können das Wohlbefinden beeinträchtigen. Wald kann hier landschaftliche Gegensätze verbinden oder aufheben."

Im vorliegenden Fall dient der Sichtschutzwald der Kaschierung einer Kurzwellen-Antennenanlage des US-Amerikanischen International Broadcasting Bureau auf einer Freifläche im südlichen Lorscheider Wald.

4.10.2. Befunde

Abbildung 4-20 zeigt die Verbreitung der als Sichtschutzwald ausgewiesenen Flächen im Betrachtungsraum. Zum Vergleich ist zusätzlich für das Szenario GW+ die Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung dargestellt (Ausschnitt aus Abbildung 4-1).

Abbildung 4-20: Verbreitung von Sichtschutzwald der Stufe I

Quelle: NW-FVA, Hessen-Forst

4.10.3. Monetisierung

Eine Monetisierung, z.B. auf Basis einer Ersatzmaßnahme (Sichtschutzwand o.ä.), kommt hier nicht in Betracht. Sie ergäbe nur einen Wert für den Fall des Verlustes der Sichtschuttfunktion. Die Existenz des Waldes und somit die Aufrechterhaltung der Sichtschuttfunktion steht aber in beiden Szenarien nicht in Frage und die geringfügigen qualitativen Unterschiede in der potenziellen Baumartenzusammensetzung könnten ohnehin nicht auf die Wirkung des Grundwasserstandes zurückgeführt werden.

4.10.4. Diskussion und Bewertung

Im Lorsch Wald sind etwa 160 ha Wald als Immissionsschutzwald ausgewiesen. Diese Flächen liegen vollständig außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung, sind von dieser also nicht beeinflussbar. Insofern können auch die in den Szenarien zu beobachtenden geringfügigen Änderungen in der Baumartenzusammensetzung nicht mit dem Grundwasserstand korreliert werden.

Insgesamt leistet die Immissionsschuttfunktion also keinen Beitrag zur vergleichenden Nutzenbewertung.

4.11. Synergien zu außerhalb des Waldes liegenden Schutzgütern

Grundsätzlich wurden die nachfolgenden Ausführungen bereits in der Arbeit der Arbeitsgruppe 1 des Runden Tisches erörtert und für den Bereich des Gernsheimer Waldes beschrieben [RT 2014]. Die dort aufgeführten Zusammenhänge gelten in verallgemeinerter Form auch für das Gesamtbetrachtungsgebiet der vorliegenden Studie.

4.11.1. Vernässungsschäden in Siedlungsbereichen

Maßnahmen zum Siedlungsschutz, die durch die Grundwasseraufspiegelung veranlasst werden, können auch Schutz vor Vernässungen bieten, wie sie in der Vergangenheit in Siedlungsbereichen bereits OHNE Grundwasseraufspiegelung in Nassjahren vorgekommen sind.

Eine Grundwasserstands-abhängige Steuerung könnte dafür sorgen, dass derartige Grundwasserstände in Siedlungsbereichen nicht mehr vorkommen. Insofern kann die Errichtung einer entsprechenden Infrastruktur zum Siedlungsschutz im Zuge einer Grundwasseraufspiegelung einen Synergieeffekt gegenüber den bereits unter den heutigen Randbedingungen bestehenden Risiken von grundwasserbedingten Vernässungsschäden beinhalten.

Die komplexen Zusammenhänge zwischen Siedlungsschutz und ggf. angrenzenden Schutzgebieten mit grundwasserabhängigen Lebensräumen wären bei der Detailplanung allerdings zu beachten und im Genehmigungsverfahren auch in Bezug auf mögliche Synergieeffekte oder Zielkonflikte zu prüfen.

4.11.2. Vernässungsschäden auf produktiven landwirtschaftlichen Flächen

Tiefliegende produktive landwirtschaftliche Flächen sind per se als besonders vernässungsgefährdet bei hohen Grundwasserständen anzusehen und daher hinsichtlich ggf. erforderlicher Schutzmaßnahmen bei einer Realisierung der Grundwasseraufspiegelung zu berücksichtigen.

Zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutzflächen unmittelbar östlich und nordöstlich des Gernsheimer Waldes wurde in der Machbarkeitsstudie (Modul 3, s. [BGS 2011]) bereits der Vorschlag der Ertüchtigung des Grabensystems am östlichen Waldrand (Holzlachgraben) und des Landgrabens formuliert, verbunden mit dem Vorschlag zum Bau eines Pumpwerks im Bereich der Einmündung des Rotgrabens, um die Vorflut über den dann folgenden Fanggraben sicherzustellen.

Für den Jägersburger und Lorscheer fehlen derzeit entsprechende Konzepte, in der Machbarkeitsstudie und in den Mengen- und Kostenansätzen [BGS 2014] wurden entsprechende Maßnahmen daher pauschal verdreifacht, ohne konkrete räumliche Zusammenhänge zu benennen.

Die Ertüchtigung von Gräben und die Sicherstellung der Vorflut kann zukünftig grundsätzlich auch dazu beitragen Flächenvernässungen zu vermeiden, wie sie bereits unter den heutigen Randbedingungen auf landwirtschaftlichen Flächen vorkommen. Auch hier zeigt sich ein möglicher Synergieeffekt, der aber, wie auch im Bereich des Siedlungsschutzes, im Rahmen der Detailplanung und im Genehmigungsverfahren einer Prüfung zu unterziehen ist. Das Grabensystem zur Drainage der landwirtschaftlichen Flächen selbst sollte dann aber auch allgemein überprüft und ggf. ertüchtigt werden, um die Gesamtfunktionalität des Drainagesystems sicherzustellen.

4.11.3. Vernässung von randlichen Feuchtgebieten und nicht produktiven landwirtschaftlichen Flächen

Es ist zu erwarten, dass sich die Aufspiegelung im Umfeld des Gernsheimer Waldes nicht nur im direkten Betrachtungsbereich bemerkbar macht, sondern dass sich positive Steuerungsmöglichkeiten für naturschutzfachlich relevante Bereiche auch außerhalb ergeben. In dem Maße wie die Aufspiegelung sich in den randlichen Feuchtgebieten des Gernsheimer Waldes auswirkt (Rohrlache/Holzliche, Rödenfeld) kann hier ggf. mit einer naturschutzfachlichen Aufwertung durch die Wiederansiedlung seltener Arten gerechnet werden.

Für den Jägersburger und Lorsche Wald liegen diesbezüglich derzeit keine Erkenntnisse oder Vermutungen vor.

Auch für derartige Synergieeffekte gilt aber, dass Wechselwirkungen mit dem Umland (Landwirtschaft, Siedlungen) bei einer zukünftigen Bewertung zu prüfen und mit abzuwägen sind.

4.12. Zusammenfassende Bewertung der betrachteten Effekte einer Grundwasseraufspiegelung auf die Schutz- und Nutzfunktionen

Der im Szenario GW+ gegenüber dem Szenario GW0 generierte zusätzliche Nutzen lässt sich für die hier betrachteten Indikatoren wie folgt zusammenfassen:

- **Forstliche Erträge:**
Als Folge einer Grundwasseraufspiegelung ist im Betrachtungszeitraum mit einem Zuwachs bei der Gesamtwuchsleistung von ca. 160.000 Vfm zu rechnen, was für den Nutzungsanteil ein Plus von 140.000 Efm ergibt. der größte Teil hiervon ist auf Zuwachs im Bereich der Flächenwirksamkeit der Grundwasseraufspiegelung zurückzuführen. Hieraus ergibt sich ein für die Grundwasseraufspiegelung spezifischer Mehrwert von 5,4 Mio. €.
- **Grundwasserschutz:**
Die Betrachtungen zum Grundwasserschutz führen zu dem Ergebnis, dass unter Berücksichtigung des aufgespiegelten Grundwasserdargebots und im Klimaszenario A1Bt vorhergesagter Niederschlagsdefizite mit hoher Wahrscheinlichkeit eher mit einem dauerhaften Netto-Grundwasserkonsum der Waldflächen als mit einem nennenswerten Beitrag zur Grundwasserneubildung zu rechnen ist, da das durch die Aufspiegelung angebotene Grundwasser in Trockenperioden dazu genutzt würde, klimatisch bedingte Niederschlagsdefizite auszugleichen. Positive Effekte auf den Grundwasserschutz sind nicht erkennbar.
- **Biodiversität:**
Hinsichtlich der zukünftigen Baumartenzusammensetzung im Betrachtungsraum liegen drei unterschiedliche Waldstrukturprognosen vor, die neben der modellgestützten Prognose der NW-FVA i. W. auf forstlichen Entscheidungen zu Ungunsten der als Risikobaumart eingestuftten Buche und zugunsten weniger risikobehafteter Baumarten beruht. Hinsichtlich des Erhalts der Eichenanteile variieren die Prognosen zur Grundwasseraufspiegelung zwischen einem Rückgang auf etwa 60 % des Ausgangszustands und einem weitgehenden Erhalt der Eichenanteile. Letzteres würde einen echten Mehrwert gegenüber der Prognose für das Szenario GW0 darstellen, in dem ein Rückgang des Eichenanteils auf ebenfalls ca. 60 % des Ausgangswerts prognostiziert wird.
Weitere Vorteile einer Grundwasseraufspiegelung ergeben sich aus
 - einer Vergrößerung der potenziellen Flächen für struktureichere Eichen-Hainbuchen-Lebensräume (LRT9160+) um 72 ha.

- einer Vergrößerung der potenziellen Flächen für strukturreichere Waldmeister-Buchen-Lebensräume (LRT9130+) um 121 ha.
- einer Vergrößerung der als Laubbaumhabitate der Alters- und Zerfallsphase geeigneten Flächen um ca. 41 ha.
- Erholungswert
Die im Betrachtungsraum als Erholungswald (Stufe I) explizit ausgewiesenen Waldflächen liegen außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung, sind von den Effekten des Szenarios GW+ also nicht zu beeinflussen. Der allgemeine Erholungswert der drei Wälder der Machbarkeitsstudie ist ein Wert an sich, der allen Wäldern eigenen ist und den es zu erhalten gilt. Er steht in den beiden betrachteten Entwicklungsszenarien GW0 und GW+ aber auch nicht in Frage: die Existenz der Waldgebiete ist in beiden Fällen gewährleistet, es konnten keine spezifisch auf das Wirken einer Grundwasseraufspiegelung zurückzuführenden Effekte herausgearbeitet werden. Die Einflussfaktoren auf die Attraktivität des Waldes als Erholungsangebots können unabhängig vom Grundwasserstand gefördert und erhalten werden, weshalb sich konsequenter Weise auch kein Unterschied in der Entwicklung der Erholungsfunktion zeigt.
- Bodenschutz:
Ausgewiesen Bodenschutzflächen dienen im Betrachtungsraum dem Schutz erosionsempfindlicher Dünenzüge vor Deflation. Von den als Bodenschutzwald explizit ausgewiesenen 620 ha Waldflächen liegen 148 ha innerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung. Der Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber dem Szenario GW0 läge in einem zusätzlichen Entwicklungspotenzial für eine 36 ha große Teilfläche, in der die Bodenschutzfunktion durch eine Entwicklung von Nadel- zu Laubwald verbessert werden könnte.
- Klimaschutz:
Die im Betrachtungsraum ausgewiesenen ca. 320 ha Klimaschutzwald liegen außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung, sind von dieser also nicht beeinflussbar. Hinsichtlich der allgemeinen Klimaschutzfunktion des Waldes im Hinblick auf die Bindung von Kohlendioxid wurde gezeigt, dass durch die im Szenario GW+ vorgesehenen technischen Maßnahmen etwa das fünffache an Treibhausgaspotenzial freigesetzt wird als durch den Biomassezuwachs der Atmosphäre entzogen würde.
- Immissionsschutz, Sichtschutz:
Die im Betrachtungsraum ausgewiesenen ca. 55 ha Immissionsschutzwald und ca. 160 ha Sichtschutzwald und liegen ebenfalls außerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung, sind von dieser also nicht beeinflussbar.
- Lärmschutz:
1.653 ha Wald sind im Betrachtungsraum als Lärmschutzwald ausgewiesen. Davon liegen etwa 870 ha innerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung. Der Einfluss einer Grundwasseraufspiegelung auf die Lärmschutzqualität des Waldes erscheint allerdings gering: eine Erhöhung der Laubwaldanteile würde theoretisch den Lärmschutz sogar verringern, und ein dem Lärmschutz zuträglicher Unter- und Zwischenstand aus jüngeren Bäumen wäre zunächst nicht von höheren Grundwasserständen abhängig.
- Synergien außerhalb der Wälder:
Unter den heutigen Randbedingungen des Grundwasserbewirtschaftungsplans gehören zu niedrige Grundwasserstände die zu Setzungsschäden an Bauwerken führen könnten, der Vergangenheit an. In besonders nassen Jahren oder Jahreszeiten treten aber nach wie vor Vernässungsphänomene auf tiefliegenden landwirtschaftlichen Flächen und unterkellerten

Gebäuden auf. Eine Grundwasseraufspiegelung ist vor diesem Hintergrund zwingend mit begleitenden Maßnahmen zur Begrenzung des Grundwasseranstiegs außerhalb der Wälder verbunden. Diese Maßnahmen können aufgrund ihrer kontinuierlichen Steuerung Vorteile mit sich bringen, indem hohe Grundwasserstände in vernässungssensiblen Gebieten zukünftig grundsätzlich vermieden werden können, unabhängig von witterungs- oder aufspiegelungsbedingten Ursachen. Anforderungen an den Schutz außerhalb der Wälder liegender grundwasserabhängiger Schutzgebiete sind hierbei allerdings mit zu berücksichtigen. In unmittelbarer Nähe zu den Wäldern gelegene Feuchtgebiete könnten von einer Grundwasseraufspiegelung direkt profitieren.

In der Zusammenschau aller betrachteten Nutzenindikatoren ergibt sich der Gesamteindruck, dass der durch eine Grundwasseraufspiegelung hervorgerufene Zusatznutzen im Betrachtungsraum begrenzt ist. Die betrachteten Indikatoren leisten in der Fläche nur geringe oder gar keine Beiträge zu einer Rechtfertigung des mit einer Grundwasseraufspiegelung verbundenen Aufwands. In diesem Zusammenhang ist allerdings auch darauf hinzuweisen, dass in der vorliegenden Studie der Grad der Verbesserung des Bodenwasserhaushalts und damit die Qualität der Bestände hinsichtlich Wuchsleistung und Stabilität nicht abgebildet werden konnte, und dass daher möglicherweise positiv wirkende qualitative Unterschiede zwischen den beiden hier betrachteten Szenarien in der Nutzenbewertung nicht zur Geltung kommen.

Deutlichere Vorteile des Szenarios GW+ gegenüber dem Szenario GW0 lassen sich ausschließlich unter dem Aspekt der Förderung der Biodiversität erkennen, und dort speziell im Erhalt und Ausbau von potenziellen Flächen des Lebensraumtyps Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald. Die Flächengewinne oder vermiedenen Flächenverluste sind allerdings gering. Es ist dabei unbestritten, dass der Erhalt der im Betrachtungsraum vorkommenden sekundären Ausprägungen des Lebensraumtyps 9160 nur durch pflegerische Maßnahmen zu gewährleisten ist. Die Charakteristik der Haupteichenstandorte im Gernsheimer Wald besteht nach wie vor in einem stark schwankenden Wasserregime, das aber grundwasserunabhängig von niederschlagsbedingter Staufeuchte und -nässe im Frühjahr geprägt ist. Ob eine Grundwasseraufspiegelung im vorgesehenen Umfang vor diesem Hintergrund als zwingende Voraussetzung für den Erhalt des Lebensraumtyps 9160 im Betrachtungsraum angesehen werden kann, muss angesichts der geringen sichtbaren Effekte und der multifaktoriellen Prozessursachen allerdings in Frage gestellt werden.

5. Weitere Wirkfaktoren

Die hier vorgestellten Betrachtungen zeigen, dass das Szenario GW+ in seiner spezifischen Kombination aus Grundwasseraufspiegelung und waldbaulichen Maßnahmen bei den betrachteten Indikatoren nur vergleichsweise geringen Zusatznutzen gegenüber dem ausschließlich waldbaulich definierten Szenario GW0 aufweist.

Die Unterschiede zwischen dem Szenario GW0 und dem Ausgangszustand im Jahr 2007 sind bei allen betrachteten Parametern größer als die Unterschiede zwischen GW0 und GW+. Diese Beobachtung gibt Anlass zu der Vermutung, dass der Einfluss anderer Faktoren insgesamt größer ist als der Einfluss eines höheren Grundwasserstands. Die Grundwasseraufspiegelung ist damit einer von mehreren Wirkfaktoren, die sich positiv oder negativ auf den Wald auswirken können, aber vielleicht nicht der entscheidende. Im Folgenden sollen daher auch andere Faktoren auf ihren Einfluss auf das Waldbild hin diskutiert werden. Mangels entsprechender Daten bleibt diese Betrachtung qualitativ, sie mag aber verdeutlichen, welche "Stellschrauben" am System Wald außer dem Grundwasserstand bestehen. Auch Boden- und Grundwasser wird dabei in allgemeiner Form noch einmal thematisiert.

5.1. Das Hessische Ried als Eichen-Lebensraum

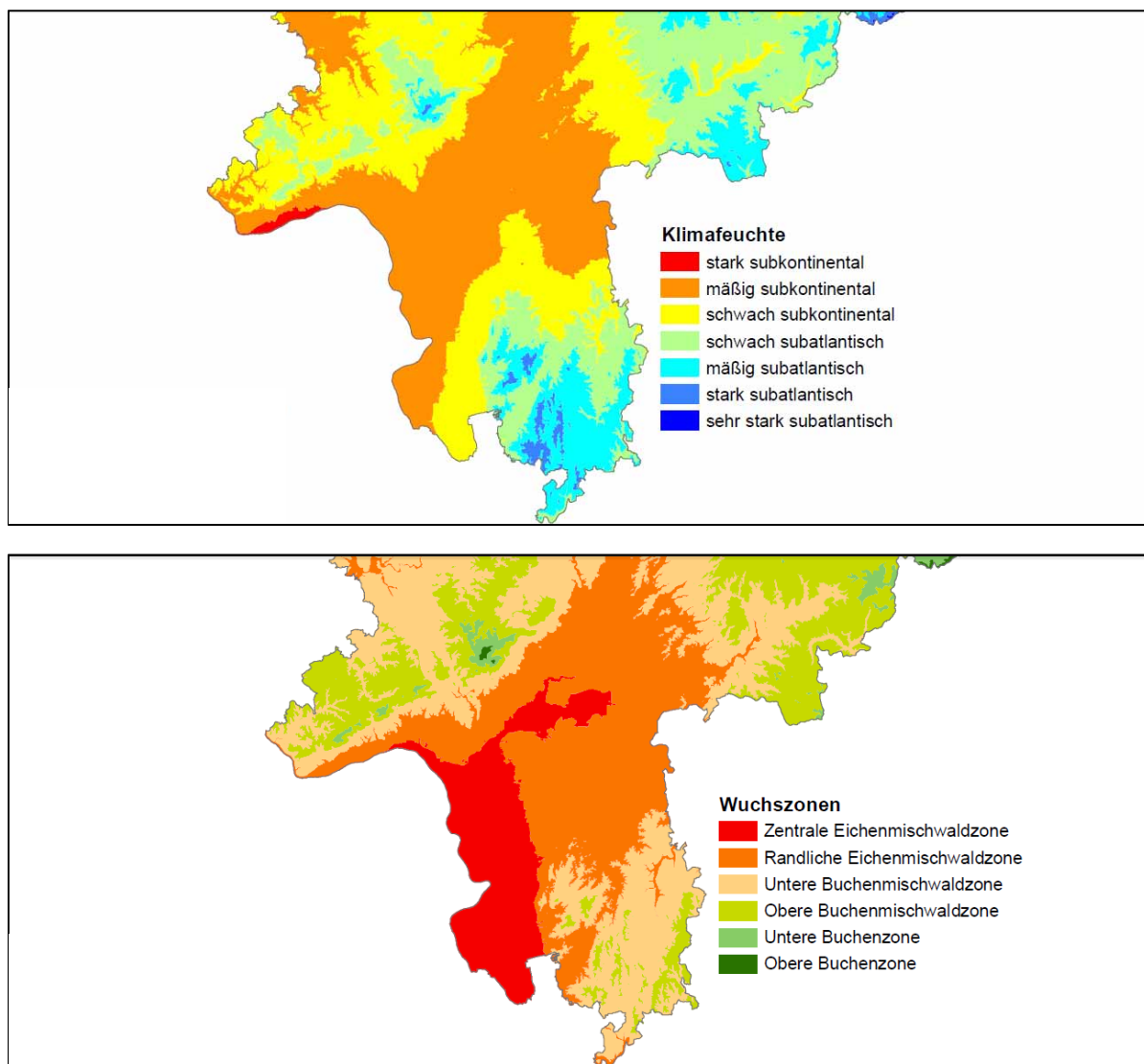
Eichen haben eine sehr große ökologische Amplitude, d. h. sie können zeitweise nasse, sauerstoffarme, Böden ebenso besiedeln wie trockene, saure und nährstoffarme Standorte und besonders solche mit extremen Schwankungen zwischen Nässe und Trockenheit. Die Eiche unterliegt hingegen meist auf Standorten auf denen sie mit Baumarten wie der Buche konkurrieren muss. Die Eiche kommt daher von Natur aus meist auf schwierigeren, für die Konkurrenzart Buche feindlichen Standorten vor [Ell 1982].

Durch sein Klima und die prognostizierte Klimaentwicklung ist das Hessische Ried für den Eichenanbau prädestiniert und wird in forstlichen Wuchszonenkarten daher auch als „Zentrale Eichenmischwaldzone“ ausgewiesen (s. Abbildung 5-1).

Bei der derzeitigen Klima- und Grundwassersituation im hessischen Ried fehlen im Betrachtungsgebiet extreme Standorte weitgehend, was die Konkurrenz von Buche und Edellaubholz fördert. Stickstoffeinträge über die Luft und Karbonate im tieferen Untergrund von Sandböden stärken die Konkurrenz der Buche auch im Süden des Betrachtungsgebietes.

Die Baumart Eiche ist *das* kritische Element der Baumartenzusammensetzung im Hessischen Ried. Die alten Eichen sind wirtschaftlich attraktiv, sie sind aber auch der Schlüssel für die Biodiversität und versprechen vor allem auf schwierigen Standorten, als naturverjüngte oder gesäte Mischbestände, Stabilität.

Wichtiger als statische Stabilität ist die Anpassungsfähigkeit eines Bestandes. Ein wichtiger Faktor für diese Flexibilität gegen über sich ändernden Standortbedingungen ist dabei die Baumartenmischung und andauernde Verjüngungsbereitschaft. Das Problem der Eiche ist in diesem Zusammenhang, dass sie sich im Betrachtungsgebiet fast nicht mehr natürlich verjüngt [NWF 2011] und Kunstverjüngung kostenintensiv und qualitativ meist schlechter ist als eine natürliche Verjüngung.

Abbildung 5-1: Klimafeuchte und Wuchszonen in Südhessen

Quelle: Hessenforst, FENA [FEN 2013]

Unabhängig von einer Grundwasseraufspiegelung geht die Eiche in den Modellrechnungen der NW-FVA deutlich zurück. Der Hauptgrund dafür ist die Verdrängung der Alteichen durch Nutzung und die Konkurrenzkraft der Buche, das Unterlaufen von Eichenbeständen durch Buche und Edellaubholz und die Übernahme der konkurrenzstärkeren Buchen- und Edellaubverjüngung anstatt einer Förderung der Eiche [HMU 2014]. Diese Ursachen sind zunächst forstlicher Art. Der Grundwasserstand spielt hierbei eine Rolle, indem ein größerer Grundwasserflurabstand die Buche fördert, ein geringer Flurabstand (ab ca. 1 m unter Flur) sie tendenziell behindert.

Außerdem spielt das Geschlossen-halten der Bestände eine Rolle. Eine auf die Förderung der Eiche ausgerichtete adäquate Wirtschaftsweise bedingt das konsequente Ausnutzen des Lichtungszuwachses. Wird hingegen wird der Kronenschirm dicht gehalten bis zum raschen Abtrieb des gesamten Bestandes, werden Lichtbauarten wie die Eiche zugunsten der Buche behindert. Dies geschieht einerseits durch das Ausbleiben von Eichenverjüngung im dunklen Altbestand und stattdessen eventuell Hainbuchen-, Buchen- (Ahorn-, Eschen-)verjüngung,

andererseits durch das Kümmern von Eichen im Hauptbestand, wenn sie der Lichtkonkurrenz der Buche unterliegen.

Das Dichthalten des Kronenschirms ist eine forstliche Strategie gegen Lichteinfall, Vergrasung und Verwilderung. Diese ungünstigen Faktoren kommt zum Tragen, wenn der natürliche Baumnachwuchs ausfällt und statt der Baumverjüngung hemmende Gräser, Brombeeren und Neophyten wachsen, was wiederum gute Lebensbedingungen für Mäuse und Maikäferengerlinge schafft.

Normalerweise erlaubt der lichte Schirm von Eichen einen Unter- und Zwischenstand. Die Eiche wird von durchwachsenden bedrängenden Buchen befreit und weniger hohe Hainbuchen beschatten die Stämme der Eichen und schützen den Boden vor Verwilderung. Dies ist durch Pflegemaßnahmen in der Eichenwirtschaft zu erreichen, die allerdings mit erhöhtem Aufwand und ggf. erhöhtem Mittelbedarf verbunden sind.

Ein Ausfall der Eichenverjüngung (aus welchen Gründen auch immer) bei mangelnder Pflege der Alteichen führt hingegen zum Heranwachsen eines Hainbuchen- oder Buchenunterstandes, zumal bei Verdrängung und Entnahme von Alteichen. Während eine Zunahme des Unterstandes grundsätzlich positiv zu bewerten ist und gepflegte Buchen auf besseren Standorten sicher auch zukünftig vital bleiben können, ist das Zurückdrängen der Eichenlebensräume in mehrerlei Hinsicht kritisch zu bewerten (s.a. [NWF 2013b], [Pri 1999]).

5.2. Boden- und Grundwasser

Eine Grundwasseraufspiegelung hätte mehrere ökologische Effekte. Der entscheidende Effekt ist die „Versicherungsfunktion“ gegenüber Niederschlagsdefiziten, die in den meist im Jahrzehnterhythmus stattfindenden mehrjährigen Perioden mit niederschlagsarmen Sommern [Rui 2009] wirksam wird. Während in Normal-, und Nassjahren die Bodenfeuchtigkeit, das Haftwasser, bzw. die Feldkapazität für die meisten Bäume ausreicht, kommt es in den, für das Ried typischen, Trockenphasen auf Standorten ohne Grundwasseranschluss zu Trockenstress, erhöhter Atmung und verminderter Assimilation.

Passiert das öfter, produziert der Baum weniger Früchte, wächst langsamer, wirft schließlich vorzeitig sein Laub ab und kann seine symbiontischen Pilze und Baumnachbarn nicht mehr versorgen. Im Extremfall können sich symbiontische oder indifferente Pilze in parasitäre Formen verwandeln¹¹ und ganze Baumgruppen und Bodenbereiche verlieren die normale Resistenz und erkranken. Bäume reagieren mit der Verkleinerung ihrer Kronen bei Aufgabe ihrer hohen und peripheren Äste. „Die Krone rutscht nach unten“ und man sieht die typische Zopftrocknis mit dünnen Ästen in der oberen Krone. Die Mortalität steigt.

Der Einfluss des Bodenwassers zeigt sich besonders klar bei Eiche und Buche, deren Mortalität klar mit höherer Wasserverfügbarkeit sinkt [NWF 2013b]. Das gilt sowohl für Bodenfeuchtigkeit, als auch für Grundwasser, wobei der Einfluss häufig bis in mehrere Meter Tiefe zu erkennen ist. Sehr hohe Grundwasserstände bewirken hingegen auch eine Begrenzung des Wurzelwachstums. Der normalerweise größerkronigen Eiche reicht dann im Fall einer Grundwasserabsenkung das an geringeren Flurabstand gewöhnte Wurzelwerk nicht aus, um sich mit Wasser zu versorgen.

Bei der Kiefer ist die Auswirkung der Wasserversorgung geringer ausgeprägt. Ihr kommt mehr Wasser nicht so deutlich zugute. Im Gegenteil steigt ihre Mortalität anscheinend sogar bei moderatem Grundwasseranstieg deutlich, während ihr eine Absenkung um 2 m wenig ausmacht.

¹¹ Peter Keth, Pilzsachverständiger, Deutsche Gesellschaft für Mykologie, fernmündliche Auskunft vom 17.02.2014

Das bedeutet, dass Grundwasserstands-Änderungen Bäume umso mehr treffen, je höher das Grundwasser vorher stand und je älter sie sind. Die Schädigungen im Zuge der Grundwasserabsenkungen Anfang der 70er Jahre sind hierfür ein gutes Beispiel.

Es bedeutet aber auch, dass Buchen und Eichen tief liegendes Wasser erreichen können, wenn sie Zeit zur Anpassung haben. Die Kiefer kann sich grundsätzlich an viele Standorte anpassen, aber nur in der frühen Jugend, danach verliert sie ihre Reagibilität weitgehend.

Der Prozess der Grundwasserveränderung ist dabei gefährlicher als dauerhaft tiefe oder dauerhaft hohe Grundwasserstände. Dies gilt sowohl für Phasen der Absenkung als auch des Anstiegs, denn auch Erhöhungen des Grundwasserstandes führen zu erhöhter Mortalität, z.B. durch das Erstickender Wurzeln und Bodenpilze¹¹ bei zu hoch anstehendem Grundwasser.

Vor diesem Hintergrund ist es auch konsistent, wenn, wie im vierten Bericht zur forstökologischen Beweissicherung [HF 2010], festgestellt wird, dass die Grundwasserabsenkung *"als der entscheidende äußere Anstoß"* für die in den Wäldern des Hessischen Rieds zu beobachtenden Schadprozesse anzusehen ist. Es wird weiterhin ausgeführt, dass *"zahlreiche Schadfaktoren direkt oder indirekt durch die Grundwasserabsenkung und die mit ihr verbundenen Absterbe- bzw. Auflichtungsprozesse begünstigt wurden (Massenvermehrungen von Insekten, Vergrasung der Bestände). Durch diese entstand ein trocken-warmes Waldinnenklima, was zu einer Störung und damit Destabilisierung des synökologischen Gleichgewichtes zwischen den Waldbeständen und den Schaderregern zugunsten zuletzt genannter führte."* Die Grundwasserabsenkung ist daher wahrscheinlich zurecht an den Beginn der Störungskette zu stellen wie sie in [HF 2010] beschrieben wird.

Dies gilt sicher für den Prozess der Grundwasserabsenkung und den Verlust des Grundwasseranschlusses für *"die zum Zeitpunkt der Grundwasserabsenkung vorhandene Bestockung, die in Stamm und Kronenausformung, Wüchsigkeit und Bestandesdichte nicht an die negative Wasserbilanz der Standorte ohne Grundwasseranschluss angepasst war."*

Es wäre aber zu prüfen, ob die seither *"andauernde Grundwasserabsenkung"*, derzeit auf dem Niveau des Grundwasserbewirtschaftungsplans [RPD 1999], die Standortbedingungen tatsächlich in einem Maße prägt, dass eine Anpassung der Bestockung ausgeschlossen wäre und das Vergrasung, Schadorganismen, Neophyten und gestörtes Waldinnenklima Konsequenzen wären, die nur durch oder nach einer Wiederherstellung der ursprünglichen Grundwasserstände behoben werden könnten.

In jedem Fall brauchen Bäume, Böden und Bestände Zeit sich länger andauernden Zuständen anzupassen. Das geschieht bei entsprechender artspezifischer Fähigkeit durch Anpassung des Wurzelsystems an geänderte Bedingungen. So reagieren Buchen, Ulmen und Stieleichen auch im hohen Alter noch auf langsame Veränderungen des Grundwasserstandes. Kiefern verlieren ihre Anpassungsfähigkeit schon früh (vgl. auch [NWF 2013b]). Buchen vertragen grundsätzlich keinen andauernden Luftmangel im Boden, also keine Nässe. Hainbuchen, Ulmen und Stieleichen kommen damit hingegen gut zurecht.

Ein anderer Faktor ist das Verhältnis der Höhe des Baums zur Größe seiner Wurzeln. Je nährstoffreicher der Boden und je kleiner die Krone, bzw. je dünner der Stamm, desto kleiner ist tendenziell auch das Wurzelsystem eines Baumes. Je vorherrschender ein Baum im Bestand ist, desto exponierter ist er den Extremen des Freilandklimas, aber desto mehr Licht bekommt er auch für die Photosynthese. Solche produktiven Bäume können waldbaulich vitalisiert und stabilisiert werden, indem sie behutsam aber kontinuierlich vor durchwachsenden, schlechteren Konkurrenten geschützt werden. Die Voraussetzung für solche Kronenpflege, die für die Eiche unerlässlich ist, ist

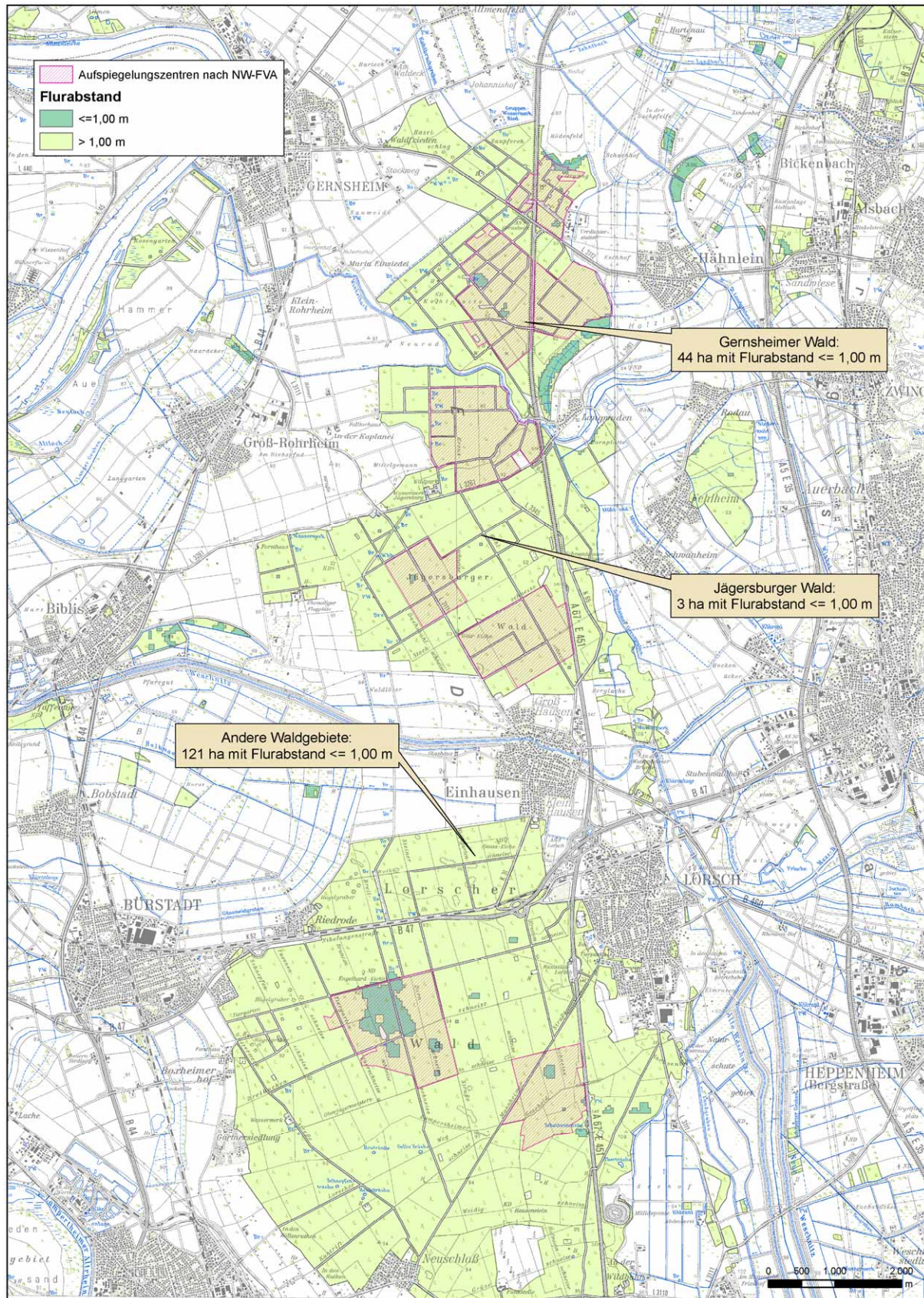
ein Unter- und Zwischenstand, der das Bestandesklima erhält und den Boden vor Verwilderung schützt. Dieser Zwischenstand kann durch forstliche und jagdliche Maßnahmen herangezogen bzw. positiv beeinflusst werden. Der Erhalt der Eichengesellschaften ist hierdurch möglich und auch gerechtfertigt, wenngleich dazu ein erhöhter Aufwand an Verjüngungs- und Pflegemaßnahmen inklusive Wildmanagement notwendig sein wird.

Durch den Verlust des Grundwasseranschlusses, auch wenn dies nur zeitweilig in Trockenphasen eintritt oder wirksam wird, kann der Standort Produktionskapazität in der Größenordnung von einer Ertragsklasse verlieren [NWF 2013b]. Außerdem kann sich die Vitalität und Stabilität der Bestände vermindern.

Ein dauerhafter Grundwasseranschluss hingegen bewirkt eine verbesserte Wachstumsleistung und fördert Vitalität, und ist insofern qualitäts- und mengensteigernd. Bei einer Umsetzung der Grundwasseraufspiegelung wie im Szenario GW+ erreichen etwa 2.500 ha Waldfläche einen hierfür als ausreichend angesehenen mittleren Flurabstand von 2,5 m oder weniger.

In [NWF 2013b] wird *"unterstellt, dass die standörtlichen Grundvoraussetzungen für den Lebensraumtyp „Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald“ bei einem Flurabstand des Grundwassers von mehr als 100 cm mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erfüllt sind."* Ein mittlerer Flurabstand von weniger als 1 m wird aber nur unter kleinen Flächen erreicht: die Daten der NW-FVA weisen diesbezüglich 65 ha Waldfläche nach Aufspiegelung aus, Berechnungen des Büros BGS in Summe etwa 168 ha, der weitaus größte Teil hiervon im Lorsche Wald und im Bereich Rohrlache/Holzliche (Abbildung 5-2). Hier befindet sich aber kein LRT 9160, sondern ein, allerdings ebenfalls schutzwürdiger, Erlenbruchreliktwald.

Abbildung 5-2: Mittlere Flurabstände $\leq 1,0$ m, Berechnung gem. Modul 2-2 der Machbarkeitsstudie



Das Grundwasserkriterium eines primären Eichen-Hainbuchenwalds entsprechend der Definition des LRT 9160 ist also durch die Grundwasseraufspiegelung nur auf wenigen ha Fläche erreichbar. Der Charakter des LRT 9160 kann daher nur durch pflegerische Maßnahmen erhalten werden (sekundärer Eichen-Hainbuchenwald). Da das Verhältnis von Eiche und Buche aber durchaus auch waldbaulich herbeigeführt werden kann und die Artenausstattung weitgehend unabhängig davon ist, ob der Oberboden durch Staunässe oder durch hoch stehendes Grundwasser periodisch beeinflusst wird, ist diese Betrachtung eher von juristischer, als von naturschutzfachlicher oder praktischer Bedeutung. Der vom Runden Tisch beauftragte Rechtsgutachter Prof. Meßerschmidt vertrat diesbezüglich auf Nachfrage¹² auch die Auffassung dass es sich bei der Erwähnung der Grundwassernähe eher um die Beschreibung des Normalfalles dieses LRT handelte, als um eine essenzielle Bedingung für den Lebensraumtyp. In jedem Fall sei die Artenausstattung essenziell und daher zu schützen. Diese Einschätzung wird auch vom Pflanzensoziologen Rainer Cezanne¹³ geeilt.

5.3. Maikäfer

In [NWF 2013b] wird unter dem Kapitel Waldschutz ausschließlich der Maikäfer als Schadfaktor näher betrachtet. Ausgangspunkt der Modellierung der NW-FVA sind Grabungsdaten aus dem Jahr 2009. Im Modell der NW-FVA wird eine bei den Grabungen beobachtete Korrelation zwischen Tongehalt der Böden und Engerlingdichte methodisch berücksichtigt und simuliert. Außerdem wurde eine statistisch ebenfalls zu beobachtende Korrelation zum Grundwasserflurabstand im Modell berücksichtigt: Flurabstände zwischen 0 und 4 m implizieren im Modell einen Rückgang in der Maikäferpopulation. Der Effekt zwischen 1 und 4 m unter Flur wird dahingehend interpretiert, dass von diesem mittleren Flurabstand aus einzelne Ereignisse mit höheren Grundwasserständen die Engerlingdichte beeinflussen, selbst wenn der mittlere Flurabstand eigentlich schon außerhalb des Engerling-Lebensraums liegt.

Zwar führt die Berücksichtigung von Tongehalt und Flurabstand als Mortalitätsfaktor der Engerlinge zu einer Verbesserung der Modellergebnisse. Eine Gegenprüfung von Grundwasserstands-Ganglinien von Messstellen im Jägersburger¹⁴ und Lorsche¹⁵ Wald ergab allerdings, dass in den dort hinterlegten Zeitreihen keine Grundwasserhochstände belegt sind die den Engerling-Lebensraum erreichen. Insofern bestätigen veröffentlichte Grundwasserstandsdaten nicht, dass die Interpretation hier einen realen Zusammenhang beschreibt.

Aus der Korrelation von Flurabstand und Maikäfermortalität ergibt sich in der Simulation automatisch ein Kulturerschweren für nicht aufgespiegelte, in 2009 stark Engerling-verseuchte Böden, verbunden mit entsprechenden zeitlichen Verzögerungen für Kulturen und Mehrbelastungen durch Mehrpflanzungen. Umgekehrt profitieren Bereiche innerhalb der Flächenwirksamkeit einer Grundwasseraufspiegelung modellmethodisch von diesem Zusammenhang. Die Mächtigkeit von Tonschichten hat im Modell ebenfalls einen Einfluss auf die Engerlingsdichte, was den Zusammenhang zwischen bevorzugt sandigem Substrat und mit dem Tongehalt stetig ungünstiger werdenden Lebensbedingungen beschreibt. Engerlingsbefall beeinflusst im Modell darüber hinaus die Baumartenwahl, u. a. zulasten der Eiche.

¹² Prof. Dr. Klaus Meßerschmidt, FAU Erlangen/Nürnberg u. Humboldt-Universität Berlin. mündliche Mitteilung anlässlich der Sitzung des Runden Tisches am 07.11.2014

¹³ Rainer Cezanne, Institut für angewandte Vegetationskunde und Landschaftsökologie (Darmstadt), mündliche Mitteilung vom 11. November 2014

¹⁴ s. z. B. www.grundwasser-online.de, Messstellen WBV-JB-024 und WBV-JB-035, Landesgrundwasserdienst beim HLUG, Messstelle Nr. 544018 Einhausen

¹⁵ s. z. B. www.grundwasser-online.de, Messstelle WBV-JB-058, Landesgrundwasserdienst beim HLUG, Messstelle Nr. 544044 Lorsch

Maikäferengerlinge sind Kulturschädlinge, die besonders in lockeren Böden leben und Pflanzenwurzeln abfressen. Der Blattfraß der ausgewachsenen Käfer in den Maikäfer-Flugjahren führt dabei selten zu gravierenden Forstschäden, während der Wurzelfraß der Engerlingen großen Schaden anrichten kann. Die Engerlinge unterliegen einem vierjährigen Entwicklungszyklus, außerdem entwickelt sich die Population in ca. 30- bis 40-jährigen Zyklen, sog. Gradationen, die mit einem Anwachsen der Population beginnen und mit deren weitgehendem Zusammenbruch enden. Das kann räumlich und zeitlich unterschiedlich geschehen, dabei können sich die Populationsmaxima örtlich verlagern.

Engerlinge leben in Bodentiefen bis etwa 1 m. Der Bodenbefall mit Engerlingen korreliert in der Regel negativ mit Tongehalt: sandige Böden sind für Engerlinge günstigere Lebensräume als tonreiche. Die Feuchte des Oberbodens kann für die Temperaturleitfähigkeit im Winter eine gewisse Rolle spielen. Ein Durchfrieren des Bodens im Winter reduziert die Anzahl der Engerlinge. Ein Zusammenhang zwischen Maikäfermortalität und hohem Grundwasserstand wird vermutet, ist jedoch offenbar nicht eindeutig belegbar. So finden sich beispielsweise hohe Maikäferpopulationen in Hanau-Wolfgang auf Grundwasser versorgten, vernässten Böden.

Vergrasung fördert Maikäferbefall, weil Engerlinge in ihrem ersten Lebensjahr Graswurzeln bevorzugen und weil aufgelichtete, vergraste Flächen der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und die daraus erhaltene Wärme Engerlingsbefall fördert. Eiche, besonders Roteiche dient bevorzugt dem Reifungsfraß. Bei hohem Populationsdruck wandern Maikäfer auch in geschlossene Bestände ein. Altbäume können allerdings eine Belastung auch bei extremen Engerlingsbefall ihrer Wurzeln jahrzehntelang überleben.

Naturgemäßer Waldbau kann Engerlingsbefall dämpfen: Bei geringem Verbissdruck (d.h. bei wirksamem Wildmanagement) bildet sich auf Bestandeslücken und an Rändern eine Bodenbeschattung aus naturverjüngtem Unter- und Zwischenstand, bzw. ein Waldmantel aus, der Vergrasung und Untersonnung von Beständen reduziert¹⁶ und damit Engerlingskalamitäten vorbeugt. Pflanzenreiche Naturverjüngungen reagieren dabei wegen der Pflanzenzahl, der Bodenbeschirmung und der Form der Wurzeln deutlich robuster auf Engerlingsbefall als Pflanzungen.

Im Hessischen Ried war seit dem Beginn der 1980er Jahre, von Lampertheim ausgehend, eine Gradation der Maikäferpopulation festzustellen. Die Maikäferproblematik hat seither erheblich zu den Schädigungen beigetragen. Grabungen im Jahr 2009 ergaben Hinweise auf z. T. sehr hohe Engerlingsdichten, im Betrachtungsraum insbesondere im Jägersburger und Lorscher Wald [NWF 2013a]. Nach aktueller Auskunft der NW-FVA¹⁷ hat sich die Population seit Winter 2013/14 nun durchschnittlich um 90% verringert. Im Lorscher-, und besonders im Lampertheimer Wald liegen die Zahlen 2014 nach aktuellen Grabungen bei weniger als einem Engerling pro m². Bei lehmigeren Böden ist die Population ebenfalls zusammengebrochen, liegt aber teilweise noch auf Schaden bringendem Niveau von 1-3 Engerlingen/m². Der Höhepunkt der Gradation hat sich aber von Pfungstadt über Groß Gerau und Weiterstadt zur Umgebung der Startbahn West des Frankfurter Flughafens hin verlagert.

Nach jahrzehntelanger Progradation wurde damit erstmals wieder ein Rückgang festgestellt. Umweltverbände werten den Rückgang als den natürlichen, insofern erwartbaren (weil bereits

¹⁶ mündliche Mitteilung Forstamt Dieburg, 29.07.2014

¹⁷ fernmündliche Auskunft von Herrn Dr. Hurling am 30.06.2014

überfälligen) Zusammenbruch der Population, der etwa alle 30-40 Jahre auftritt und oft durch natürliche Antagonisten (Pilzbefall, Parasiten) bei zu dichter Population ausgelöst wird.

Sollte sich der Befund des Zusammenbruchs der Population in den kommenden Jahren bewahrheiten, ergibt sich eine besondere Chance für den Waldbau: Der aktuelle Zusammenbruch der Engerlingspopulation im Süden des Rieds schafft Entlastung gegenüber Schädlingen und bietet erstmalig seit Jahren wieder ein Zeitfenster, das genutzt werden sollte, um die standortgemäße Wiederaufforstung verwilderter Flächen ohne schädlichen Maikäfereinfluss intensiv voranzutreiben und damit Vergrasung und Verwilderung wirksam zurückzudrängen.

5.4. Verbissdruck

In [NWF 2013b] wird Wildverbiss zwar als Phänomen erwähnt, wird aber im Modell nur indirekt darüber abgebildet, dass die natürliche Verjüngung der Eiche weiterhin ausgeschlossen wird. Angesichts hoher Umbau- und Verjüngungskosten soll hier daher auf die grundsätzliche Bedeutung hoher Schalenwildbestände bzw. ihrer Regulierung hingewiesen werden.

Konkrete Angaben zu Wildbestand oder Schalenwild-Abschusszahlen für den Bereich der Machbarkeitsstudie konnten für die hier vorgelegte Studien nicht verfügbar gemacht werden. Nach Auskunft von Hessen-Forst existieren in diesem Bereich auch keine Weiserzäune, so dass keine standortspezifischen Vergleichsflächen existieren.

Laurenz Pries [Pri 1999] beschreibt in einer Publikation des hessischen Umweltministerium 1999 den Zusammenhang von Walderhaltung, Vergrasung und Wildverbiss wie folgt:

"Überhöhte Reh- und Damwildbestände minimieren durch den Verbiss der Triebe junger Bäume die natürlichen Regenerationsmöglichkeit der Wälder oder schalten sie ganz aus. Natürliche Sukzessionsabläufe werden hierdurch verzögert oder behindert, und die Vegetationszusammensetzung verschoben. Die massive Ausbreitung des vom Wild verschmähten Landreitgrases wird auch durch den selektiven Verbiss von Kräutern, Pionierstrauch- und -baumarten (z. B. Himbeeren, Birken) gefördert. Kulturen müssen bei überhöhten Wildbeständen immer noch mit teuren Gattern geschützt werden."

Diese Feststellung gilt auch heute noch. Angaben zu den Schalenwildbeständen und Abschusszahlen in den Wäldern des Hessischen Rieds wurden für die hier vorgelegte Studie nicht zur Verfügung gestellt, weshalb quantitative Aussagen zum Wildbestand nicht möglich sind.

Wildverbiss wirkt sich allgemein über Entmischung, Förderung von verjüngungsfeindlicher Verwilderung, Kultur- und Forstschuttkosten ungünstig auf die Wälder und ihre Leistungsfähigkeit aus ([Pri 1999], [HF 2011a], [Amr 2010]). Eine nicht oder schlecht funktionierende Naturverjüngung und aufwändige Zäunungsmaßnahmen für Jungbestände erzeugen hohe Kosten auf der Betriebsebene.

Hessen-Forst stellt diesbezüglich in [HF 2011a] fest: *„Insbesondere die Schalenwildarten, aber auch einige andere Wildarten können den Waldzustand direkt oder mittelbar mehr oder minder stark beeinflussen, beziehungsweise können von diesem in ihrer Population beeinflusst werden. Der einzige, über längere Zeiträume verfügbare, sehr grobe Indikator über die Populationen dieser Arten sind deren Jagdstrecken über mehrere Jahre. Die tatsächliche Größe der Population bleibt unbekannt“.*

Die Rehwildstrecke steigt in Hessen seit den 70er Jahren kontinuierlich an [NWF 2013b], was allerdings nicht auf ein erfolgreiches Wildmanagement, sondern auf das übermäßige Wachstum der Wildbestände zurückzuführen ist.

Phänomenologisch ist in vielen Beständen, auch im Betrachtungsgebiet, das Vorhandensein von Verbiss-Schäden und das bereichsweise völlige Ausbleiben der Naturverjüngung deutlich zu beobachten. Beides sind Indikatoren für einen zu hohen Wildbesatz. Da die Baumarten unterschiedlich stark unter dem Verbissdruck leiden, kommt es außerdem zu einer Entmischung der Baumartenzusammensetzung in den Verjüngungen, häufig einhergehend mit einer steigenden Dominanz der Buche auf Kosten anderer, deutlich stärker verbissener Laubbaumarten [NWF 2013b].

Insbesondere die Eiche verjüngt sich in den Wäldern des Hessischen Rieds auf natürlichem Wege offenbar praktisch nicht mehr (s.a. [NWF 2011]). Dabei spielen der Wildverbiss und die dadurch geförderte Vergrasung [Pri 1999] eine entscheidende Rolle. Mangel an Licht oder Vergrasung, die häufig ebenfalls als Ursachen für eine ausbleibende Eichennaturverjüngung genannt werden, lassen sich waldbaulich beeinflussen. Vergrasung stellt in Wäldern in Mitteleuropa unter natürlichen Bedingungen nur ein Übergangsstadium dar, dessen Dauerhaftigkeit aber häufig ein Anzeiger für hohen Verbissdruck ist ([Mos 1991], [Prz 2008]). Der Zusammenhang zwischen Auflichtung und nachfolgender Vergrasung ist damit nur dann von Dauer, wenn eine natürliche Verjüngung der Baumarten durch Wildverbiss verhindert wird. Eine eingetretene Vergrasung lässt sich in der Regel waldbaulich durch Pflanzung rasch beheben. Voraussetzung dafür sind jedoch angepasste Wildbestände, die die Pflanzung nicht gefährden [Amr 2010]. Gelingt dies nicht, muss häufig selbst die Verjüngung der Hauptbaumarten durch Einzelschutz oder Zaun vor dem Wild geschützt werden ([Amr 2010], [Rei 2007a]).

Hessenforst schreibt dazu in [HF 2011a]: *"Die starke Dominanz der Buche in den Verjüngungen lenkt den Blick auf die Baumartenentmischung durch Wildverbiss. Die anderen Laubbaumarten werden mehr als doppelt so stark verbissen wie die Buche. Dieser Zustand auf hohem Niveau entspricht noch nicht den Forderungen des Jagd-, Forst- und Naturschutzrechts."*

Die Eiche als für die hier betrachteten Waldgebiete entscheidendes Bestockungselement, gerade für die nach Natura 2000 relevanten LRT 9160, lässt sich unter hohem Verbissdruck also offenbar nicht natürlich verjüngen. Kunstverjüngungen hingegen, die aufgrund von Vorgaben zur Saatgutherkunft mit teilweise standortfremdem Saatgut und Setzlingen durchgeführt werden, nutzen das genetische Potential der Altbestände nicht aus, führen zu Verlust an genetischer Anpassung an die Standorte und sind neben den hohen Kosten auch qualitativ häufig schlechter als naturverjüngte Eichen aus standortangepasster Herkunft. Hohe Pflanzenzahlen, wie sie in Naturverjüngungen unter waldangepassten Wildbeständen normal sind, sind bei Kunstverjüngungen, wenn überhaupt, nur mit hohem finanziellem Aufwand zu erreichen. Eine Situation, in der die natürliche Verjüngung der Hauptbaumarten nicht ohne Schutz vor Wildverbiss möglich ist, erfüllt nicht die heutigen Anforderungen an die Forstwirtschaft [HF 2011a] und würde auch eine FSC-Zertifizierung, wie sie für den hessischen Staatswald vorgesehen ist, für die betroffenen Wälder in Frage stellen, oder sie sogar ausschließen [FSC 2013]. Außerdem wird sie von den Naturschutzverbänden beklagt [BUND 2014] und stimmt nicht mit den Naturschutzleitlinien [HF 2011b], und der Waldbaufibel [HF 2009] von Hessen-Forst überein.

Die häufig gestellte Frage, ob in Zukunft eventuell wieder einwandernde Großprädatoren, wie Bär, Wolf oder Luchs die Schalenwildbestände kontrollieren könnten muss für das dichtbesiedelte Rhein-Main-Gebiet natürlich verneint werden. Die Reviere der Fleischfresser sind zu groß, die

Mortalität der Beutegreifer im Straßenverkehr zu hoch. Derzeit wäre auch das Bestandesniveau der Beutepopulationen weit oberhalb dessen, was Prädatoren zu regulieren in der Lage wären [vgl. Slz 2014]. Allerdings bewirkt die Anwesenheit solcher Tiere anscheinend eine bessere Verteilung des Schalenwildes über Raum und Aktivitätszeiten und einer Verminderung der Aufenthaltszeiten in dichten Einständen, was die Bejagung der Pflanzenfresser durch den Menschen erleichtern würde. Die derzeitige Begrenztheit, Isoliertheit, und Zerschneidung der Riedwälder bietet allerdings keinen Anlass zur Hoffnung auf nennenswerten Beutegreiferbesatz. Insofern wird die Regulierung der Wildbestände im Hessischen Ried im Allgemeinen und in den Wäldern der Machbarkeitsstudie im Besonderen auch weiterhin weitestgehend Aufgabe der Jägerschaft bleiben.

Eine effektive Regulierung der Schalenwildbestände fördert also die Naturverjüngung bei verbissempfindlichen Baumarten wie der Eiche. Eine Waldauflösung ist bei ausreichender Naturverjüngung nicht möglich. So zeigen z.B. auch große Sturmwurfflächen mit hektarweisem Verlust z. T. auch dunkler, bis dahin fast verjüngungsfreier Fichtenforste in Hümmler (Eifel), oder nach Unterbau in den Hatzfeldt'schen Privatwäldern im Westerwald und Brandenburg durch entsprechende, naturnahe Bejagung flächendeckende, gemischte und zielgemäße Verjüngungen.

Die Schädigung und der Verlust von Altbäumen ist dem gegenüber ein auf grundsätzlich anderen Ursachen (i.e.: Verlust des Grundwasseranschlusses als auslösender Faktor) beruhendes Phänomen, als das Ausbleiben von Naturverjüngung. So verheerend sich die Veränderung des Grundwasserstandes auf die Vitalität vieler Altbäume ausgewirkt hat, das Ausbleiben geeigneter Verjüngung ist damit nicht zu erklären und dementsprechend durch eine Anhebung des Grundwasserstands auch nicht zu beheben.

Für die Gesundheit der Wälder ist aber die Verjüngung der Bestände essenziell. Die zielgerichtete Regulierung der Wildbestände könnte hierzu einen maßgeblichen Beitrag leisten. Die Möglichkeiten einer effektiven Reduzierung der Schalenwildbestände sollten daher in Zukunft intensiv geprüft und die Intensivierung der Jagd vorangetrieben werden.

Dabei wirkt sich eine zu leichte Erhöhung eventuell sogar kontraproduktiv aus, in dem sie zwar Naturverjüngung flächenhaft fördert und damit auch manchen Bewirtschafter zufrieden stellt, nicht aber die Verjüngung besonders verbissgefährdeter Baumarten erlaubt und so vollendete Tatsachen schafft. Einmal mit verbissunempfindlichen Baumarten verjüngt, sind die Flächen dann für seltene Baumarten verloren. Wildmanagement bedarf also ebenfalls einer effektiven Planung und Steuerung. Intensive Jagd oberhalb der Effektivitätsschwelle stellt den Schlüssel dar für Biodiversität, Stabilität und Rentabilität und ist die notwendige Voraussetzung für naturgemäßen Waldbau und die Erreichung eines Dauerwaldziels. Im Allgemeinen sind sich dabei Naturschutzverbände, die Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft, der Ökologische Jagdverband, die Waldbesitzer inklusive der Landesforstbetriebe, FSC und sogar der deutsche Tierschutzbund über die Notwendigkeit der effektiven Kontrolle der Schalenwildbestände bis zur Erreichung der natürlichen Verjüngung aller Baumarten ohne Schutz einig.

5.5. Waldbau

Auch im Fall einer grundsätzlichen Entscheidung für eine großräumige Grundwasseraufspiegelung zugunsten des Waldes werden Jahrzehnte vergehen bis die entsprechenden hydraulischen Ziele erreicht sind und für eine neue Baumgeneration als wuchsfördernde Randbedingung wirksam werden.

Die Zwischenzeit muss in jedem Fall auch dafür genutzt werden alle anderen beeinflussbaren Waldstressoren zu minimieren. Ob mit- oder ohne zusätzliche Grundwasseraufspiegelung, ob innerhalb oder außerhalb ihrer Flächenwirksamkeit: das zentrale Handlungsfeld für die Stabilisierung der Wälder im Betrachtungsraum sind waldbauliche Maßnahmen. Neben den standörtlichen Einflüssen unterliegt die Entwicklung des Waldes daher weitgehend dem Einfluss forstlichen Handelns. FörsterInnen können waldbaulich und jagdlich viele Verbesserungen herbeiführen, auch wenn notwendige Änderungen im forstlichen Handeln teilweise, zumindest anfänglich, erhöhte Anstrengungen und damit erhöhte Kapazitäten und Mittelausstattung erforderlich machen.

Die alten, dicken, aber durch den Verlust des Grundwasseranschlusses irreversibel geschädigten Bäume können dabei, soweit sie im Wald belassen werden, noch für einige Zeit auf vielerlei Weise nützlich bleiben:

1. Sie verhindern durch ihren Schatten eine Verwilderung
2. Sie schaffen ein günstiges Verjüngungsklima
3. Sie dienen den selten gewordenen, wenig mobilen Arten der Alters- und Zerfallsphase noch eine Zeit lang als Lebensraum
4. Sie können als Mutterbäume für die Saat, Mykorrhizierung und Ausformung der Naturverjüngung dienen

In Fällen, in denen sich die vorherrschende Bestockung nicht auf Veränderungen der Standortbedingungen einstellen kann, sei es aus Alters- oder Altersstrukturgründen oder wegen nicht mehr kompatibler artspezifischer Ansprüche, geschieht Anpassung über die Verjüngung des Bestandes, also durch einen Generationswechsel über Jungbäume, Unter- und Zwischenstand oder, wenn dieser ausfällt oder nicht zielgerecht ist, durch einen Wechsel in der Baumartenzusammensetzung.

Laut Hessischer Waldbaufibel [HF 2009] ist dabei, wo möglich, Naturverjüngung anzustreben. Auch wegen des verwilderungsfördernden Verbissdrucks (s.a. Kap. 5.4) und dem daraus entstehenden Zeitdruck gelingt das aber selten. Gerade im Hessischen Ried werden Umbaumaßnahmen daher oft nicht mit naturnahen Methoden und naturgemäßer Bestockung vorgenommen, sondern durch künstliche Verjüngung und passiven Schutz (Zäunung oder Einzelbaumschutz) der Pflanzungen vor Wild, verbunden mit hohen Kosten. Nadelholz und Roteiche werden dabei der anspruchsvolleren Eiche bisher oft vorgezogen.

Im Zusammenhang mit einer angestrebten FSC-Zertifizierung der hessischen Staatsforsten wäre dies zukünftig allerdings in zertifizierten Beständen grundsätzlich nicht mehr unbegrenzt zulässig [FSC 2013].

Die Habitate z.B. von Gelbbauchunke, Heldbock, Mittelspecht und veilchenblauem Wurzelhalsschnellkäfer (*Limoniscus violaceus*), die besonders in den FFH-Gebieten geschützt sind, hängen vom Unterlassen von Fällung und Holzentnahme, bzw. vom naturnahen Waldbau ab, der ein Mosaik aus lichten und dunkleren Waldbereichen schafft und geschädigte, alte, sowie, tote Bäume in ausreichendem Maß im Wald belässt.

Die besonders wertvollen Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder (LRT 9160) lassen sich dabei im Betrachtungsraum grundsätzlich nur mit Hilfe waldbaulicher Maßnahmen erhalten. Dazu gehört die aktive Erhaltung und natürliche Nachzucht der Eiche und damit automatisch auch ihrer Begleitflora und -fauna. Umbau von Eichen- in Nadelholz- oder Edellaubholzbestände verbieten sich für

gesetzlich geschützte Habitate, ebenso die Entnahme alter, dicker Eichen, oder anderen Laubholzes, sofern das nicht für die Kronenpflege eines noch wertvolleren Baumindividuums geboten ist. Dies sollte als Bewirtschaftungsprinzip solange gelten bis das derzeit gestörte Alters- bzw. Durchmessergefüge der Bestände wieder ausgeglichen ist. Momentan mangelt es in geschädigten Beständen gerade an dickeren Stärkekassen, weil sie mit dem Ziel der Nutzung entnommen und nicht stehen gelassen wurden.

Lichtungsmaßnahmen verbessern den Bruterfolg von Amphibien und einigen seltenen Arten der Alters und Zerfallsphase. Sollen solche Auflichtungen des Kronendachs nicht wieder mit Vergrasung, Verwilderung und Bestandesauflösung enden, müssen sich Altbäume fortpflanzen können. Sobald Naturverjüngung für sofortige Deckung von Lücken sorgt, kann Vergrasung und Verwilderung vermieden werden. Das gelingt, wenn der Verbissdruck das Überleben auch von Eiche, Eibe, Elsbeere, Vogelbeere, Wildapfel, Wildbirne, (Wildkirsche), Speierling und Stechpalme, zulässt. Dies ist im Betrachtungsraum aber seit Jahrzehnten praktisch nicht mehr der Fall.

Mit einem merklich positiven Einfluss ist bereits durch naturgemäßen Waldbau und die Ermöglichung natürlicher Verjüngung aller Baumarten durch Verminderung des Verbissdrucks zu rechnen. Dabei erscheint die Betonung des Waldbaus zur Vitalisierung und Stabilisierung der Bestände nicht als *Ersatz* für eine Grundwasseraufspiegelung, sondern als ohnehin notwendige, komplementäre Maßnahme, für die es mit oder ohne Grundwasseraufspiegelung jahrzehntelang keine Alternative geben wird.

Erweisen sich Jagd und Waldbau als zielführend und erfolgreich, kann ggf. die Realisierung von zusätzlichen Aufspiegelungsmaßnahmen reduziert oder sogar unterlassen werden. Falls sie nicht ausreichen wäre hinreichend bewiesen, dass naturgemäßer Waldbau und konsequentes Jagdregime die Aufspiegelung nicht vollständig ersetzen könnten. Da die technische Machbarkeit von Maßnahmen zur Grundwasseraufspiegelung grundsätzlich nachgewiesen ist, können Maßnahmen zur Verbesserung des Bodenwasserhaushalts in dem dann zur Zielerreichung erforderlichen Umfang zusätzlich durchgeführt werden.

Im Zuge der Recherchen zu dieser Studie wurden eine Reihe von Beispielen aus deutschen Kommunal-, Staats- und Privatwäldern ermittelt, in denen ein bewusst naturnaher Waldbau inkl. eines angepassten Wildmanagements, aber mit durchaus unterschiedlichen betrieblichen Fokussierungen mit Erfolg betrieben werden. Im Rahmen der hier vorgelegten Studie können sie nicht im Detail vorgestellt werden, sie seien aber benannt und als Informationsquelle für weiterführende Hinweise empfohlen:

- Die Hatzfeldt-Wildenburgische Verwaltung betreibt in ihren Wäldern im Westerwald (ca. 7.700 ha) und in Brandenburg (ca. 6.700 ha) naturgemäßen Waldbau wirtschaftlicher Prägung, wobei insbesondere die brandenburgischen Vorhaben zur Entwicklung von ursprünglich als Kiefern-Reinbestände in Kahlschlagwirtschaft angelegten Wäldern in Kiefern-Eichen oder Kiefern-Birken-Michwäldern einige Gemeinsamkeiten mit dem hessischen Ried aufweisen. Wesentliche Prinzipien sind der Verzicht auf Forstschutzmaßnahmen und die Förderung der Naturverjüngung statt flächiger Pflanzungen. Der Betrieb errechnet, unterstützt von Expertisen der Universitäten Göttingen und Dresden, aus der Anpassung der Schalenwildbestände an waldverträgliche Größenordnungen eine Schadensminderung von 125,- €/ha*a. Die nachhaltige, jährliche Strecke von 10-20 Rehen pro 100 ha ermöglicht hier die zaunfreie Verjüngung von Eiche, Tanne und anderen Baumarten und hat darüber hinaus den Nebeneffekt, dass Wildunfälle im Straßenverkehr praktisch nicht mehr vorkommen [Str 2014]. Beobachtet werden ein massiver Rückgang der Verbissbelastung, aber auch ein gesunder, weil angepasster Wildbestand,

verbunden mit einem vollständigen Rückgang wildbedingter Forstschutzkosten (0 €) und Netto-Erlöse aus dem Jagdbetrieb.

Gegenüber den in Kap. 4.2 (Tabelle 4-2, Tabelle 4-3) abgeschätzten forstlichen Erträgen im Betrachtungsraum liegt dieser Wert in etwa bei der Hälfte bis einem Drittel der jährlichen Erträge insgesamt (ca. 260 bis 350 €/ha*a) und beim 5- bis 10-fachen des Zusatznutzens über Holzmehrertrag, den das Szenario GW+ gegenüber dem Szenario GW0 leistet (12 bzw. 23 €/ha*a).

- Das Forstamt Dieburg wurde als erstes hessisches Staatsforstamt FSC-zertifiziert. Das Forstamt ist auf gutem Wege, und ist dabei, nach Möglichkeit vollen Einfluss auf die Jagd zu erlangen. Bisher leidet Dieburg, trotz großer Anstrengungen immer noch unter dem übermäßigen Eindringen von Rehen von außen in seine, vielfach inselförmig in der Feldflur gelegenen, Wälder.
- Die Stadt Rüsselsheim hat festgelegt, dass im Stadtwald grundsätzlich keine alten Eichen mehr gefällt werden. Die übliche Pflanzenzahl für die Eichenverjüngung wurde drastisch gesenkt, insgesamt wird aber auf die Eiche gesetzt und der Umbau zu Nadelwald hin gestoppt. Als Bewirtschaftungsziel ist der Erholungswald prioritär, darüber hinaus wird eine die jährlichen Kosten deckende Ertragslage angestrebt, die sich aus Aufwandsminimierung einerseits und forstlichen sowie jagdlichen Einnahmen andererseits speist. Darüber hinaus werden Aufforstungen und ökologische Wertsteigerungen als Ökopunkte vermarktet.
- Der Bayerische Staatsforst Ebrach setzt auf Extensivierung und Stilllegung mit einer Fokussierung auf Belange des Naturschutzes. Mit durchschnittlich 550-600 mm Niederschlag pro Jahr und bei einer Gesamtgröße von 17.000 ha wurde auf 980 ha die Waldfläche stillgelegt, entweder in Naturwaldreservaten (430 ha), in Flächen die als Trittsteine freiwillig aus der Nutzung entnommen wurden (510 ha) oder in stillgelegten Waldrändern (40 ha). Je ha Waldfläche werden ansonsten zehn Biotopbäume angestrebt, alle Buchen mit BHD > 80 cm und alle Eichen, Fichten, Kiefern etc. >100 cm bleiben ungenutzt. Der Totholzanteil soll schrittweise erhöht werden.

Im Wirtschaftswald bleiben nach Störungen Sukzessionsflächen liegen, die sich aufgrund des offenbar effektiven Jagdregimes (hier etwa 8 Rehe pro 100 ha) in reicher Mischung bewalden und in der Übergangszeit artenreiche, Kraut- und Strauchreiche Sukzessionshabitate bieten. Der Betrieb erwirtschaftet im Wirtschaftswald einen jährlichen Erlös von ca. 64 €/ha.

- Die Freiherr von Rotenhan'sche Forstverwaltung in Rentweinsdorf, in geografisch und klimatisch ähnlicher Situation wie in Ebrach, setzt auf effektive Jagd und verjüngt u. a. Tanne, Eiche, und Elsbeere erfolgreich unter Schirm und ohne Zaun. Gepflanzt wird grundsätzlich nicht. Inzwischen versucht der Betrieb die Jagd auf allen seiner Flächen zurückzubekommen. Nach den Erfahrungen des Betriebs reduziert sich bei entsprechenden Wildständen die Frage des unterschiedlichen Wuchsverhaltens verschiedener Baumarten auf die Frage der Pflege. Das Wuchsverhalten der Bäume ohne Wildverbiss führt dazu, dass die Eiche dort ohne Verbiss-Stress sogar unter Schirm die Tanne überwachsen kann. Sogar schwächere, mittelalte Eichen zeigen eine hohe Kronenelastizität nach einzelstammweisem Herauspflügen. Für den privaten Forstbetrieb zählt dabei prioritär der wirtschaftliche Erfolg. Der Tot- oder Restholzanteil im Wald ist daher gering, Gesellschaften der Alters- und Zerfallsphase selten. Die Verjüngung ist hingegen sehr artenreich und besteht aus Buche, vorwüchsiger Eiche, Elsbeere, Weide, Pappel etc. Die Tanne ersetzt zunehmend die Fichte und wird unter Schirm ohne Zaunschutz gepflanzt.
- Der 750 ha große Gemeindeforst Hümmel (Eifel) wird seit 2006 von Peter Wohlleben mit veränderter Zielsetzung bewirtschaftet. Seitdem sind 15% des Waldes aus der Nutzung genommen worden. Kränkelnde dicke Bäume werden z. T. von Baumsteigern aus Gründen der

Verkehrssicherung entkront und können so als Habitatbäume stehen bleiben. "Käferbäume" werden entrindet und als starkes Totholz im Bestand belassen.

Der Forstbetrieb erzielt Holzpreise zwischen 60,- und 70,- €/fm und weitere Einnahmen über andere Nutzungskonzepte im Freizeitbereich (z.B. Erlaubnisse für Survival-Camps) oder als Bestattungswald. Nach defizitären Vorjahren erzielt der Forstbetrieb mit allen Aktivitäten mittlerweile einen Erlös von etwa 400 €/ha*a.

Die Befahrung der Bestände ist strikt untersagt. Rückegassen befinden sich alle 40 m. Dazwischen kommen Pferde zum Einsatz. Fehlverhalten von Unternehmern bei der Holzernte wird konsequent mit Strafzahlungen belegt.

Sturmwurfflächen werden sich selbst überlassen. Dort entsteht durch effektive Schalenwildkontrolle mit hohen Abschusszahlen (aktuell 18 Rehe und 4-5 Hirschen /100ha) ein gut gemischter Jungbestand. Kirmung und Wildfütterung sind verboten.

- Auch im Revier Bensheim des Forstamts Lampertheim kann, um ein Beispiel aus dem Ried zu nehmen, in der Gemarkung Schwanheim eine gelungene Eichenkultur besichtigt werden. Der ansonsten hauptsächlich im Odenwald naturgemäß wirtschaftende Revierförster hat es hier trotz hohen Verbissdrucks geschafft (die Jagd ist von der Kommune an einen Privatjäger verpachtet) den Kulturzaun lange genug von Rehen freizuhalten oder zu befreien, sodass inzwischen sogar eine vitale Naturverjüngung die gepflanzten Bäumchen ergänzt. Dabei ist besonders eindrucksvoll zu sehen wie der Eichelhäher von hundert Meter entfernten einzelnen Alteichen Eichen in das gezäunte Areal gesät hat. Trotz des Vorsprungs der gepflanzten Eichen, haben die Hähereichen, die man an ihrer guten feinastigen Form leicht zwischen den Reihen weniger gerader, stärker astiger Baumschuleichen erkennen kann, diese inzwischen in jeder Hinsicht überholt bzw. übertroffen.

5.6. Dauerwald als Zielvorstellung

In Dauerwäldern gibt es per se keine räumlich voneinander abgegrenzten Altersklassen und keine Bestände: Alte Bäume wachsen so lange, bis ein besserer das Weichen des bis dahin besten notwendig macht. Tendenziell werden dabei nur die Besten waldbaulich gefördert in dem man sie von der Konkurrenz der Zweitbesten befreit. Man erntet tendenziell hauptsächlich profitable dickere Bäume, aber nicht die besten, die meistens die dicksten sind. Durch permanente Kronenpflege fördert man das Dickenwachstum, die Vitalität und Stabilität der Individuen. Auch diese Struktur setzt natürliche Verjüngung auf ganzer Fläche voraus, denn die einzelbaumweise Entnahme und Nutzung führt zu einem kleinteiligen Mosaik von Ernte und Verjüngung im gesamten Betrieb. Großflächige Verjüngungshiebe bzw. Kahlschläge entfallen. Die theoretisch notwendige Zäunung der gesamten Fläche wäre aber unmöglich und unsinnig. Daher bleibt als Schutz für die unerlässliche Naturverjüngung im naturnahen Dauerwald nur die intensive Jagd.

Durch einzelstammweise oder gruppenweise Baumentnahme lässt sich auch der Lichteinfall nach dem Bedarf der zu verjüngenden Baumart steuern. Diese Form der Verjüngung der Lichtbaumarten, wie der Eiche, verlangt wiederum eine strikte Kontrolle der Schalenwildbestände, da sonst Verwilderung, oder das Ausschatten der Eiche durch die Verjüngung von konkurrenzstärkeren Arten wie Buche, Hainbuche, Hasel oder Ahorn droht.

Bei Biotopen der Alters- und Zerfallsphase rückt im besten Fall für jedes zersetzte Totholz ortsnah neues Totholz nach. Das Problem der Biodiversitäts-Hotspots im Betrachtungsraum ist hingegen oft, dass den alten Eichen oder Buchen nichts Gleichartiges folgt und das Altersgefüge teilweise seit Jahrzehnten eine oder zwei Lücken aufweist [NWF 2013b]. Seit Jahrzehnten erfolgt keine geeignete Verjüngung, und noch verwertbare dicke Bäume werden geerntet. Alte Habitatbäume wie in Abbildung 5-3 sind dann häufig die letzten, die einen wertvollen Lebensraum

charakterisieren. Das in Abbildung 5-3 im Hintergrund vorhandene Edellaubholz kann die Habitatfunktion nicht übernehmen.

Gerade die Alters- und Zerfallsphase hängt von den ältesten Stärkeklassen ab. Werden nachfolgende Klassen geerntet und kommen in der Jugendklasse keine Bäume nach, besteht die Gefahr, dass das Habitat mit den ältesten Bäumen abstirbt, wenn diese sich nicht noch sehr viele Jahrzehnte erhalten werden bis ggf. wieder starke Habitatbäume nachgewachsen sind.

Abbildung 5-3: Nördlicher Gernsheimer Wald: Habitatbaum mit abgestorbenem Eichen-Hainbuchenwald im Umfeld, Edellaubholz im Hintergrund



Quelle: Öko-Institut e.V., Aufnahme vom 29.10.2014

Aktuell verhindert im Betrachtungsraum ein jahrzehntealter Mangel an Verjüngung eine kontinuierliche Dauerwaldbewirtschaftung. Grundsätzlich lässt sich ein gestörtes Altersgefüge nur sukzessive wieder herstellen indem man wartet bis die fehlenden Generationen nachgewachsen sind. Bis dahin sollte der vorhandene Altbestand erhalten bleiben. Es muss also waldbaulich eine Lösung gefunden werden, das Altholz zeitlich „zu strecken“ und durch sofortigen Beginn von natürlichen Verjüngungsmaßnahmen inklusive der Saat, wo immer möglich, räumlich angrenzend an heutige Habitate der Alters- und Zerfallsphase Nachfolgehabitate heranwachsen zulassen.

Eventuell könnte man in starkholzreichen, differenzierten Eichenmischbeständen eine sukzessive Überführung in Dauerwaldstrukturen herbeiführen und diese durch konsequentes Belassen von Altbäumen oder andere Habitat-Verbesserungsmaßnahmen auch in geeignete dauerhafte Habitate im Sinne der FFH-Gebietsausweisungen überführen. Probleme entstehen aber dann, wenn diese Flächen aufgrund ihrer Distanz zu den Vorkommen relevanter, ortstreuer Arten nicht rechtzeitig besiedelt werden. Ein neu entstehendes Habitat kommt zu spät, wenn das alte Habitat zersetzt ist, bevor das potentielle neue die Qualität erreicht, besiedelt zu werden.

Gleichalte Reinbestände ohne Überhälter (s. Abbildung 5-4) oder weit entfernt von wertvollen strukturreichen LRT-Fläche dienen der Kontinuität der LRT zunächst nicht, sind aber nicht zu Unrecht in den Modellierungen der NW-FVA als potenzielle, weil ggf. zukünftige LRT-Flächen in der Simulation ausgewiesen, denn immerhin wächst hier bei entsprechender Pflege das zukünftige Eichenstarkholz. Eingezwängte jüngere Eichen können durch frühzeitige behutsame, aber konsequente Kronenpflege schnell an Dicke zunehmen. So würde der Zeitraum bis zum Schließen der Altersklassenlücke im Starkholz schneller geschlossen.

Abbildung 5-4: Nördlicher Gernsheimer Wald: Flächiges Eichenstangenholz aus Pflanzung



Quelle: Öko-Institut e.V., Aufnahme vom 29.10.2014

Räumungs- oder Lichtungshiebe über unverjüngtem Boden (s.a. Abbildung 5-5) sind hingegen nicht zielführend. Kahlschläge oder Plünderungshiebe im Starkholz führen zu Stockungen in der Kontinuität des Generationswechsels im Wald und bewirken örtlich auch den Zusammenbruch der Schutz-, Nutz-, und Erholungsfunktion, weshalb für alle Waldfunktionen grundsätzlich die Dauerwaldbewirtschaftung am zielführendsten ist. Der Erhalt dicker Eichen, die Abkehr vom Zieldurchmesser in FFH-Gebieten, und ein waldbaulicher Schwerpunkt auf der natürlichen Nachzucht von Eichen bietet hier eine Chance, den Erhalt der Eichengesellschaften waldbaulich erreichen zu können.

Abbildung 5-5: Nördlicher Gernsheimer Wald: Fällung einer Starkeiche ohne ausreichende Verjüngung im Umfeld



Quelle: Öko-Institut e.V., Aufnahme vom 29.10.2014

5.7. Stickstoffeintrag

Die Beeinflussung von Stickstoffeinträgen liegt außerhalb der Handlungsmöglichkeiten der Akteure am Runden Tisch, stellt aber über die Bemühungen zur Luftreinhaltung eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe dar, deren Lösung auch Einfluss auf die Qualität der Wälder nimmt.

Einträge von Stickoxiden und Ammoniak über die Luft führen dem Wald auch heutzutage Stickstoff zu großer Menge zu. Dies wirkt sich in Form von Überdüngung der Bestände aus. Im Wald findet eine starke Akkumulation von Stickstoff im Humus und der Streu statt, die dann in der konventionellen, schlagweisen Wirtschaft nach dem „Abtrieb“ des Bestandes durch Mineralisierung freigesetzt werden kann. Dies kann auch zu Nitrateinträgen ins Grundwasser führen.

Eine Überdüngung mit Stickstoff führt zu einem unnatürlich starken Wachstum zulasten des Wurzelsystems, seiner Verankerung und seiner Trockenheitsresistenz. Sie vermindert die Mykorrhizierung, verändert die Bodenflora und –Fauna, schwächt die Gewebestrukturen und macht den Baum damit anfällig gegen abiotische und biotische Gefährdungen. Trockenstress, Sturmwurfgefährdung und Schädlingsbefall sind daher auch Symptome einer Überdüngung des Einzelbaums. Stickstoff regt Bäume außerdem zur vermehrten Fruchtproduktion an. Viele Kronenverlichtungen sind auf sogenannte Masten, also vermehrte Produktion von Eicheln oder Bucheckern zurückzuführen, bei denen sich die Bäume zeitweilig verausgaben und dadurch an Vitalität einbüßen.

Darüber hinaus fördert der Stickstoffeintrag das Wachstum verjüngungshemmender nitrophiler Schlagflora und verschiebt das Artengefüge in Richtung bestimmter, nicht standortgerechter Baumarten. Zu den Eutrophierungseffekten des Stickstoffeintrags zählt daher auch die Begünstigung von Edellaubholzverjüngung und eine Benachteiligung von Eichenverjüngung. Auf zur Wechsell Trockenheit neigenden Böden kann sich dabei der Ersatz der Eiche durch Edellaubholz auch katastrophal auswirken, indem mittelalte Edellaubholzbestände in Trockenstress flächig zusammenbrechen. Entsprechende Erfahrungen wurden auch im Hessischen Ried gemacht. Die Tragfähigkeit des Rehhabitats wird durch Stickstoff liebende solche Pflanzen im Sommer verbessert und trägt zum Wachstum des Rehwildbestandes bei. Im Winter und Frühjahr weichen die zahlreichen Rehe dann auf Knospen der jungen Bäume und Sträucher aus und schädigen oder verhindern die Waldverjüngung.

6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Analyse der Ökobilanz, der Kosten und der Nutzenfaktoren führt zu einer differenzierten Sicht hinsichtlich der Auswirkungen einer Grundwasseraufspiegelung im Gernsheimer, Jägersburger und Lorscher Wald.

Im Hinblick auf die Flächenwirkung würde das hier betrachtete Aufspiegelungsszenario weniger als der Hälfte der drei Waldgebiete und etwas weniger als einem Fünftel der vom Runden Tisch betrachteten Schadgebiete im Hessischen Ried zugutekommen. Die beiden betrachteten Szenarien "Waldumbauszenario GW0" und "Aufspiegelungsszenario GW+" führen dabei in ihrer Zielsetzung beide zu einem Erhalt der betrachteten Wälder, allerdings von unterschiedlicher Qualität. Die vollständige Auflösung und damit der Verlust der Wälder ist nicht vorgesehen. Während die waldbaulichen Maßnahmen in beiden betrachteten Szenarien nach einer Zeitspanne von 96 Jahren mit deutlich erhöhtem waldbaulichem Aufwand wieder in einen normalen Bewirtschaftungsaufwand einmünden sollen, ist die Grundwasseraufspiegelung (inkl. Schutz von außerhalb liegenden Siedlungen und landwirtschaftlichen Flächen) als Daueraufgabe angelegt, die nach Beginn und erfolgreicher Anpassung der Waldbestände nicht ohne Inkaufnahme erneuter Schäden wieder eingestellt werden kann, und die daher auch über des Ende des Betrachtungszeitraums hinaus entsprechende Aufwendungen erforderlich machen wird.

Die Ökobilanz wird bei weitem überwiegend von der Rheinwasseraufbereitungsanlage und der Infiltrations-Infrastruktur bestimmt. Dabei wird insbesondere deutlich, dass der direkte Vergleich des Treibhausgaspotenzials einerseits und der CO₂-Bindung durch Biomassezuwachs andererseits zu Ungunsten der Grundwasseraufspiegelung ausgeht: Es wird eine etwa fünffach höhere potenzielle Treibhausgasfreisetzung gegenüber der als Kohlenstoffsенке betrachteten Gesamtwuchsleistung der betroffenen Wälder ausgewiesen.

Die zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten der Grundwasseraufspiegelung im Betrachtungszeitraum sind beträchtlich. Sie variieren je nach betrachtetem Diskontsatz erheblich, liegen aber auch im günstigsten betrachten Fall (Betrachtungszeitraum 96 Jahre, Diskontsatz 2 %) bei in Summe etwa 994 Mio. €. Flächen- und zeitnormiert kann eine anfängliche Rate von rd. 3.400 €/ha*a angegeben werden. Dabei sind insbesondere der lange Betrachtungszeitraum und die regelmäßig wiederkehrenden Ersatzinvestitionen maßgebliche Faktoren. Für das Szenario GW0 lägen die Kosten zwischen 44 Mio. € und 99 Mio. €, bei einer anfänglichen jährlichen Rate von 200 €/ha*a.

Zu Struktur und Stabilität der Bestände geben die ausgewerteten Daten keine Auskunft. Daher ist es möglich, dass weitere positive Einflüsse einer Grundwasseraufspiegelung nicht abgebildet werden konnten. Obwohl grundsätzlich für Wälder mit Grundwasseranschluss mit einer höheren Waldqualität gerechnet werden kann, können die untersuchten Indikatoren nur einen begrenzten Zusatznutzen des Szenarios GW+ gegenüber dem Szenario GW0 darstellen. Der Qualitätszugewinn durch eine Grundwasseraufspiegelung war im Rahmen der hier vorgelegten Betrachtung nicht quantifizierbar.

Die Unterschiede zwischen dem Szenario GW0 und dem Ausgangszustand im Jahr 2007 sind bei allen betrachteten Parametern größer als die Unterschiede zwischen GW0 und GW+, was zu der Vermutung führt, dass die Summe anderer Wirkfaktoren einen größeren Einfluss auf die Entwicklung der Wälder nimmt als der Grundwasserstand. Für eine Rechtfertigung des ökobilanziellen und finanziellen Aufwands fehlen Argumente: Die positiven Effekte einer Grundwasseraufspiegelung sind für die betrachteten Indikatoren überschaubar, zumal die erreichbaren Effekte eben nicht überwiegend auf das Wirken eines höheren Grundwasserstands zurückzuführen sind. Vielmehr nehmen in dem hier vorliegenden multifaktoriellen Umfeld eine

ganze Reihe von Faktoren Einfluss auf die Qualität der Wälder, von denen etliche zugunsten der Wälder und ihrer Funktionen positiv beeinflusst werden können.

Eine Grundwasseraufspiegelung kann nach den vorliegenden Erkenntnissen nicht als unabdingbare Voraussetzung für eine wirksame und allen Interessen gerecht werdende Sanierung der drei hier betrachteten Waldbereiche empfohlen werden. Sie ist einer von mehreren Wirkfaktoren, die sich positiv oder negativ auf den Wald auswirken können. Hierzu gehören neben dem Bodenwasserhaushalt und den klimatischen Veränderungen auch die für das Hessische Ried charakteristische Maikäferproblematik, der Verbissdruck und die waldbaulichen Einflussmöglichkeiten. Die Auflösung der Wälder wurde durch Grundwasserabsenkungen ausgelöst und begünstigt, irreversible Schäden an Altbäumen, also auch die sichtbar abgestorbenen Kronenteile, werden durch eine Grundwasseraufspiegelung aber nicht geheilt. Stark geschädigte und sehr alte Bäume und wenig reagible Baumarten, wie die Kiefer, kämen im Gegenteil sogar in Gefahr, von einer Aufspiegelung geschädigt zu werden. Hingegen kann die betrachtete Grundwasseraufspiegelung zur Lösung der vorhandenen Verjüngungsprobleme keinen wirksamen Beitrag leisten.

In jedem Fall dürfte und könnte auch eine Anhebung des Grundwasserstandes nur sehr langsam über viele Jahre herbeigeführt werden. Daher wäre eine Wirksamkeit auf den hiervon begünstigten 2.499 ha Waldfläche erst nach einer langen Übergangsperiode, wahrscheinlich erst nach zwei oder mehr Jahrzehnten zu erwarten. So lange bliebe der Wald nach wie vor ausschließlich auf den Waldbau nach bisherigen oder aber neuen Verfahren angewiesen. Die Modellrechnungen der NW-FVA, die Prognosen von Hessen-Forst sowie alternative Vorstellungen des Verbandsnaturschutzes lassen dabei eine sehr große Bandbreite möglicher waldbaulicher Optionen erkennen.

Die Reihenfolge der Prioritäten muss daher überdacht werden: Eine Grundwasseraufspiegelung ist nicht das erste zu ergreifende Mittel, prioritär sollten zunächst waldbauliche Optionen und die Möglichkeiten des Wildmanagements genutzt werden um eine zielgerichtete Verjüngung in Gang zu setzen. Die Zielvorstellung muss dabei neben dem grundsätzlichen Walderhalt in besonderem Maß den Schutz der Natura-2000-Gebiete berücksichtigen. Dabei kann auch der nach derzeitigen Anzeichen stattfindende Zusammenbruch der Maikäferpopulation im Lorsche und Jägersburger Wald als Chance begriffen werden. Eine Beeinflussung oder Nutzung dieser Optionen zugunsten der Waldentwicklung im Sinne der Nutzung der natürlichen Populationsdynamik des Maikäfers, eines effektiven Wildmanagements und einer kreativen Nutzung waldbaulicher Handlungsoptionen, aber auch zeitweiliger Verzicht auf die Entnahme der noch vorhandenen alten Bäume, eröffnet Möglichkeiten für eine erfolgreiche Entwicklung der Waldgebiete, bei gleichzeitiger Ausbalancierung ökonomischer und ökologischer Ansprüche. Es war nicht Aufgabe der hier vorgelegten Studie, hierfür alternative Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, eine vertiefte Überprüfung der sich hieraus ergebenden Möglichkeiten wird aber dringend empfohlen.

Wenn es gelingt die direkt beeinflussbaren Wirkfaktoren zu optimieren wäre dann außerdem zu prüfen, ob und wo eine Verbesserung des Bodenwasserhaushalts waldbauliche Vitalisierungsmaßnahmen in Trockenperioden, insbesondere auf strengen Hochflutlehm-Standorten im Gernsheimer Wald, unterstützen könnte. Derartige Maßnahmen wirken dann grundsätzlich qualitätssteigernd. Die Werkzeuge des Aufspiegelungsszenarios sind durch die Machbarkeitsstudie als grundsätzlich geeignet nachgewiesen um den Grundwasserstand zu erhöhen. Alternative Maßnahmen zur Verbesserung des Bodenwasserhaushalts könnten weiter geprüft werden.

Literaturverzeichnis

- [Amr 2010] Ammer C, Vor T, Knoke T, Wagner S (2010): Der Wald-Wild-Konflikt. Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge. Göttinger Forstwissenschaften, Band 5, 184 pp.
- [AGL 1982] Arbeitsgruppe Landespflege: Leitfaden zur Kartierung der Schutz und Erholungsfunktionen des Waldes (Waldfunktionskartierung) J.D. Sauerländers Verlag, Frankfurt am Main 1982.
- [BGS 2008] Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH: Wasserwirtschaftliche Prüfung der Realisierbarkeit des Aufspiegelungskonzeptes von Hessen – Forst für die Wälder im südlichen und mittleren Hessischen Ried; Modul 1 Bericht -; Darmstadt, Juni 2008
- [BGS 2009] Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH: Wasserwirtschaftliche Prüfung der Realisierbarkeit des Aufspiegelungskonzeptes von Hessen – Forst für die Wälder im südlichen und mittleren Hessischen Ried; Modul 2 - Teil 1 - Bericht -; Darmstadt, März 2009
- [BGS 2010a] Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH: Wasserwirtschaftliche Prüfung der Realisierbarkeit des Aufspiegelungskonzeptes von Hessen – Forst für die Wälder im südlichen und mittleren Hessischen Ried; Modul 2 - Teil 2 - Bericht -; Darmstadt, Juni 2010
- [BGS 2010b] Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH: Wasserwirtschaftliche Prüfung der Realisierbarkeit des Aufspiegelungskonzeptes von Hessen – Forst für die Wälder im südlichen und mittleren Hessischen Ried; Modul 2 - Teil 2 - Nachtrag - Bewertung der Auswirkungen auf landwirtschaftliche Nutzflächen; Darmstadt, Juni 2010
- [BGS 2011] Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH: Wasserwirtschaftliche Prüfung der Realisierbarkeit des Aufspiegelungskonzeptes von Hessen – Forst für die Wälder im südlichen und mittleren Hessischen Ried; Modul 3 - Bericht -; Darmstadt, Februar 2011
- [BGS 2014] Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH: "Runder Tisch - Wälder im Hessischen Ried" - Massenansätze - Kostenschätzungen; Juni 2014
- [Bieb 1980] Biebelriether, H., Burschel, P., Plochmann, R., Schulz, H., Schröder, W., Stern, H.: Rettet den Wald, Kindler Verlag, München, 1980
- [BMV 2011] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2010; Bonn 2011
- [BUND 2014] BUND Hessen e.V. (Hrsg.): Chancen und Risiken der Waldentwicklung im Hessischen Ried. Ein Beitrag des BUND Landesverbandes Hessen zum Projekt der Machbarkeitsstudie zur Verbesserung der Grundwasserverhältnisse in ausgewählten Waldbereichen des Hessischen Ried – von Henner Gonnermann und Jörg Nitsch unter Mitarbeit von Thomas Norgall, Herwig Winter und den BUND-Kreisverbänden Bergstraße und Groß-Gerau;- Frankfurt, August 2014 (<http://www.bund-hessen.de/riedb2>)

- [Eil 1982] Ellenberg, H.: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Verlag Ulmer, Stuttgart, 1982
- [FSC 2013] Forestry Stewardship Council, Arbeitsgruppe Deutschland: FSC im Wald, ein Leitfaden für Praktiker, 2013 FSC Deutschland www.fsc-deutschland.de
- [FEN 2013] Abiy, M. Ullrich, T.: Die neuen Wuchszonen- und Klimafeuchtekarten für Hessen; in: Hessen-Forst: FENA Jahresbericht 2012 - Servicezentrum Forsteinrichtung und Naturschutz, Gießen 2013
- [HF 2009] Hessen-Forst: Hessische Waldbaufibel - Grundsätze und Leitlinien zur naturnahen Wirtschaftsweise im hessischen Staatswald, 2008
- [HF 2010] Hessen-Forst und Naturschutz Fachbüro für Waldhydrologie Hessen: Forstökologische Beweissicherung Hessisches Ried, Vierter Bericht – Wiesbaden 2010
- [HF 2011a] Hessen-Forst: Facetten des Waldes - Der hessische Wald in Zahlen, Grafiken und Text - Vergleich 1994 und 2009 FENA-Skripte Band 2, Volker Grundmann: Gießen, 2011
- [HF 2011b] Hessen-Forst: Naturschutzleitlinie für den Hessischen Staatswald; Kassel, 2011
- [HF 2014] Hessen-Forst: Runder Tisch im hessischen Ried - Herleitung der Waldumbau- und Waldgestaltungskosten -Dokumentation- gefertigt durch die Projektgruppe Grundwasser des Landesbetriebs Hessen-Forst; 02.Mai 2014
- [HLU 2013a] Berthold, Dr. G., HLU: Der Klimawandel und seine Auswirkung auf die Landwirtschaft, den Bewässerungsbedarf, den Wald und die Grundwasserstände im Hessischen Ried, Vortrag am Runden Tisch Hessisches Ried, Darmstadt, 21.07.2013.
- [HLU 2014] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Umweltatlas Hessen, Mittel der Grundwasserneubildung aus Niederschlag in einer Feucht- und in einer Trockenperiode Hessisches Ried, Wiesbaden 2014
(http://atlas.umwelt.hessen.de/servlet/Frame/atlas/wasser/grundwasser/planung_txt.htm)
- [HLU 2013b] Hübner, H., HLU: Klimawandel in Hessen – Vortrag anlässlich der 6. Sitzung des Runden Tisches am 21.06.2013 in Darmstadt
- [HMI 1997] Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft Forsten und Naturschutz: Nutzen des Waldes für die Gesellschaft - Leistungen der Waldbewirtschaftung in Hessen.- aktualisierter Nachdruck Juni 1997
- [HMU 2014] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Runder Tisch "Verbesserung der Grundwassersituation im Hessischen Ried": Ergebnisse der Machbarkeitsstudie zur Aufspiegelung des Grundwasserleiters in ausgesuchten Waldbereichen des südlichen und mittleren Hessischen Rieds, Zusammenstellung des HMUELV, August 2012
- [Klöß 2012] Klöß, W.; Grahl, B.: Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf, Wiley 2012

- [Mos 1991] Mosandl, R. (1991): Die Steuerung von Waldökosystemen mit waldbaulichen Mitteln, dargestellt am Beispiel des Bergmischwaldes. Habilitationsschrift, Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität München; in: Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Band 46: 246 S.
- [NAB 2014] NABU Hessen: Anmerkungen zur Studie „Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried“ und zu Fragen der Waldsanierung, Präsentation am Runden Tisch vom 13.05.2014, Gerhard Eppler
- [NLW 2009] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: Vollzugshinweise zum Schutz der FFH-Lebensraumtypen sowie weiterer Biotoptypen mit landesweiter Bedeutung in Niedersachsen; Teil 1: FFH-Lebensraumtypen und Biotoptypen mit höchster Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen - Feuchter Eichen- und Hainbuchen-Mischwald (9160); Hannover 2009
- [NWF 2011] Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Göttingen (NW-FVA): Machbarkeitsstudie zur Aufspiegelung des Grundwasserleiters in ausgesuchten Waldbereichen des südlichen Hessischen Rieds, Position 6: Betrachtung der Auswirkungen der angestrebten Aufspiegelungen auf den Wald, die Lebensraumtypen gemäß Natura 2000-Verordnung und die geschützten Arten, 2011
- [NWF 2013a] Hurling, R.: Der Waldmaikäfer im Klimawandel - neue Auswirkungen auf den Massenwechsel? Beitrag der Nordwestdeutschen Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, zum Workshop „Der Waldmaikäfer - ein weiteres Klimarisiko?“ Forschungszentrum Biodiversität und Klima & Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt am Main, 1. März 2013
- [NWF 2013b] Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA): Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried - Entscheidungsunterstützung vor dem Hintergrund sich beschleunigt ändernder Wasserhaushalts- und Klimabedingungen und den Anforderungen aus dem europäischen Schutzgebietssystem Natura 2000, Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt Band 10, Universitätsverlag Göttingen 2013.
- [Ott 2005] Ott W., Baur M. 2005: Der monetäre Erholungswert des Waldes. Umwelt-Materialien Nr. 193. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, CH.
- [Pec 2004] Peck, A. K.: Hydrometeorologische und mikroklimatische Kennzeichen von Buchenwäldern; Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg Nr. 10, Freiburg, Juni 2004.
- [Pri 1999] Pries, L.; Altstädt, N.; Velbecker, K. et. al.: Gefährdung der Wälder im Rhein-Main-Gebiet - Konzepte zur Walderhaltung und Waldstabilisierung- Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, Band 35, Nachdruck Hessisches Ministerium für Umwelt Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden 1999, Nachdruck 2012
- [Prz 2008] Prietzel, J. und Ammer, C. (2008): Montane Bergmischwälder der Bayerischen Kalkalpen: Reduktion der Schalenwildsdichte steigert nicht nur den

Verjüngungserfolg, sondern auch die Bodenfruchtbarkeit. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 179: 104-112.

- [Rei 2007a] Reif, A. und Gärtner, S. (2007): Die natürliche Verjüngung der laubabwerfenden Eichenarten Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) – eine Literaturstudie mit besonderer Berücksichtigung der Waldweide. Waldökologie online 5: 79-116.
- [RPD 1999] Regierungspräsidium Darmstadt, Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried, Darmstadt 1999
- [Rui 2009] Ruis-Eckhardt, D., Kluge, W.: Die Eiche im FFH-Gebiet Jägersburger und Gernsheimer Wald , Forstamt Lampertheim, Revierförsterei Bensheim - ANW Landesgruppe Hessen, Exkursionsführer, Unveröffentlicht 2009
- [RT 2014] Runder Tisch "Verbesserung der Grundwassersituation im Hessischen Ried" - Aufspiegelungskonzept Gernsheimer Wald, Konkretisierung der Randbedingungen für eine Realisierung der Grundwasseraufspiegelung in den Aufspiegelungszentren 9.1 bis 9.3. Bericht der Arbeitsgruppe 1 (AG1) an den Runden Tisch, 29.09.2014
- [Str 2014] Straubinger, Franz, : Exkursionsführer und mündliche Informationen anlässlich der Exkursion des Öko-Institut e.V. Darmstadt am 30. April 2014 in die Hatzfeldt-Wildenburg'sche Verwaltung zum Thema „Naturgemäßer Waldbau-Scharnier zwischen Ökonomie und Ökologie“ Schloss Schönstein, 57537 Wissen
- [Slz 2014] E.D. Schulze, E.D.; Bouriaud, O.; Wäldchen, J. Eisenhauer, N.; Walentowski, H.; Seele, C.; Heinze, E.; Pruschitzki, U.; Dănilă, G.; Martin, G.; Hessenmöller, D.; Bouriaud, L.; Teodosiu, U.: Ungulate browsing causes species loss in deciduous forests independent of community dynamics and silvicultural management in Central and Southeastern Europe Annals of Forest Research, 27. November 2014
- [UBA 2012] Umweltbundesamt, Ökonomische Bewertung von Umweltschäden - Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten, August 2012

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Hessen-Forst: Waldgebietssteckbriefe für die Gebiete "Groß Gerau 8" (Gernsheimer Wald), "Lampertheim 4" (Lorscher Wald) und Lampertheim 5 (Jägersburger Wald)
- Anlage 2 Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt: Ergebnistabelle und Lagepläne
- Anlage 3 Hessen-Forst: Runder Tisch im hessischen Ried - Herleitung der Waldumbau- und Waldgestaltungskosten -Dokumentation- gefertigt durch die Projektgruppe Grundwasser des Landesbetriebs Hessen-Forst; 02.Mai 2014, mit Ergänzung vom 28.11.2014
- Anlage 4 Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH: "Runder Tisch - Wälder im Hessischen Ried" - Massenansätze - Kostenschätzungen; Juni 2014
- Anlage 5 Öko-Institut e.V.: verwendete Datensätze, Ökobilanzdatenbank ecoinvent, Version 3.01