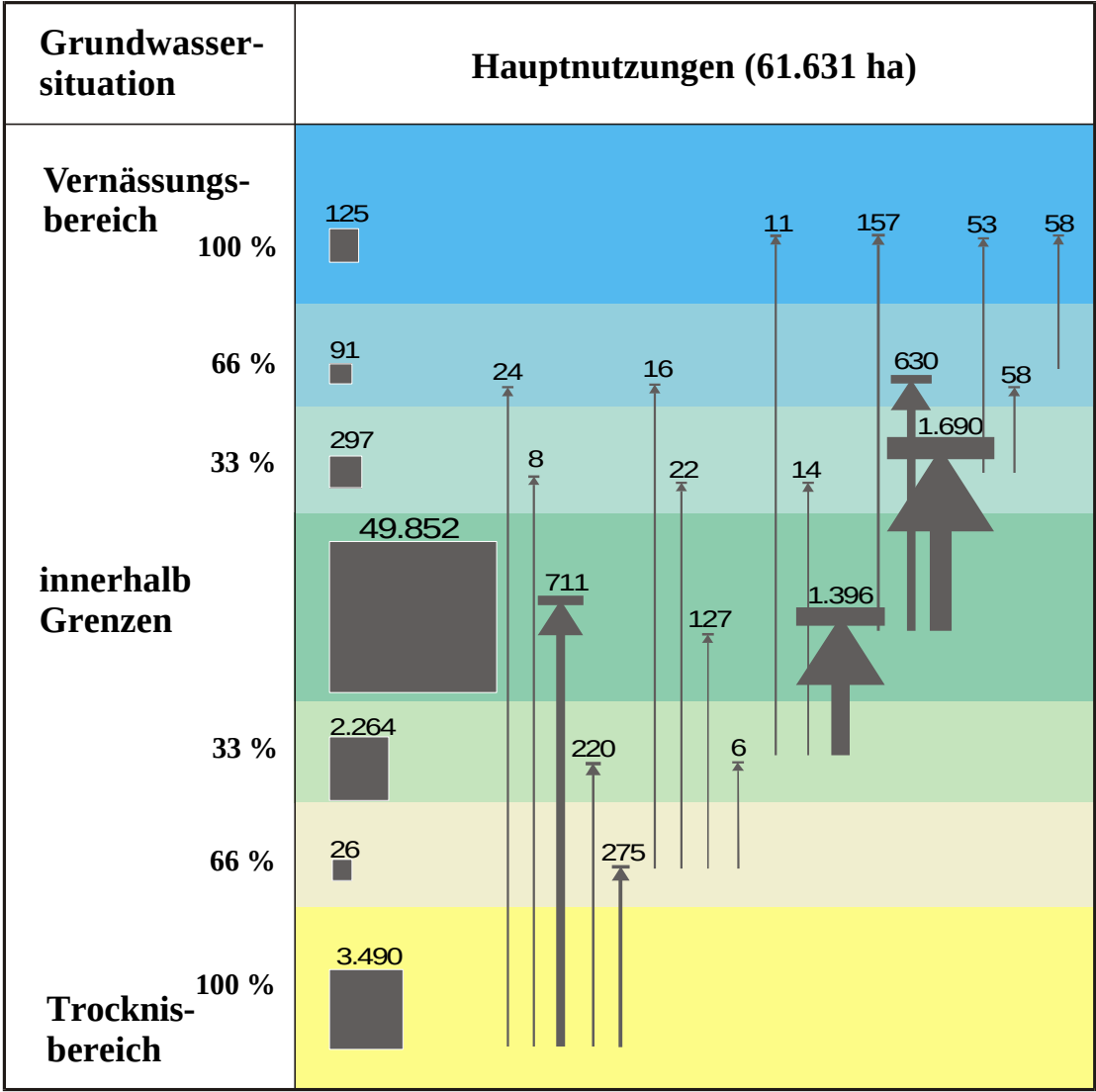


Bewirtschaftungsplan Hessisches Ried

Flankierende Maßnahmen

Teil 4:

Wirtschaftliche Analyse und Bewertung der Grundwassernutzung



Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried

Flankierende Maßnahmen

Teil 4:

Wirtschaftliche Analyse und Bewertung der Grundwassernutzung

Bearbeitung: *Dipl.-Ing. Thomas Heinzelmann-Ekoos*
Dr.-Ing. Bernhard Michel

Darmstadt, den 9. Mai 2000

1. Einführung

(1) Grundlage der Erstellung des Grundwasserbewirtschaftungsplanes Hessisches Ried ist die **Konkretisierung naturräumlicher und nutzungsspezifischer Anforderungen** an den Grundwasserhaushalt und die Grundwasserqualität. Zur Festsetzung zulässiger Grundwasserentnahmen und der Bedingungen der Grundwasseranreicherung werden im Grundwasserbewirtschaftungsplan **Grenzgrundwasser-Flurabstände** definiert, die sich an den teilräumlichen und nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt orientieren.

(2) Diese naturräumlichen und nutzungsspezifischen Anforderungen sind in den Fachbeiträgen zum Grundwasserbewirtschaftungsplan (Anlagen Teil C des Planes) dokumentiert. Sie bilden fachspezifisch begründete Idealvorstellungen und Ziele ab, die untereinander nicht abgestimmt sind. Sie beruhen einerseits auf Leitbildern zur zukünftigen räumlichen Entwicklung, andererseits dokumentieren sie die Ergebnisse der Entwicklung der räumlichen Nutzung in der Vergangenheit. Zwischen den fachspezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt treten in allen Teilräumen Widersprüche auf, die eine konfliktfreie Grundwasserbewirtschaftung verhindern.

(3) Für ausgewählte Referenz-Grundwassermeßstellen wurden **Richtwerte mittlerer Grundwasserstände** festgelegt. Die Richtwerte stellen das Abwägungsergebnis zwischen den spezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt dar. Die Abwägung erfolgte anhand verschiedener Szenarien auf Grundlage der Ergebnisse der Simulation des Grundwasserhaushaltes mit einem mathematisch-numerischen regionalen Grundwassermodell. Die Abwägung der Auswirkungen zeigte, daß es **keine konfliktfreie Lösung der Grundwasserbewirtschaftung** im Hessischen Ried gibt; Unterschreitungen von Mindestflurabständen (Trocknis) stehen Überschreitungen von Höchstgrundwasserständen (Vernässungen) gegenüber.

(4) Auf der Grundlage dieser Abwägungsergebnisse wurde ein Bewirtschaftungskonzept entwickelt, das die **konfliktärmste Lösung der Grundwasserbewirtschaftung** darstellt. Die Auswirkungen dieser Bewirtschaftungskonzeption wurden dann bilanziert und mit Hilfe eines **mehrdimensionalen Bewertungsverfahrens** bewertet.

(5) Wesentliche Voraussetzung zur **Bewertung der Bewirtschaftungsmaßnahmen** unter optionalen Bedingungen war eine exakte und parzellenscharfe **Bestandsaufnahme** des Flächeninventars der Auswirkungsräume. Die Flächenstrukturierung des Hessischen Rieds weist die typischen Züge einer stark anthropogen genutzten und überprägten Landschaft auf, deren Naturraumpotential durch vielseitige und markante morphologische Einheiten auch kleinräumig bestimmt wird. Die anthropogene Nutzung strebt einerseits nach großräumiger „Homogenisierung“ spezifischer Flächenmerkmale, z.B. durch ausgedehnte landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung oder auch durch Rektifikationsmaßnahmen, andererseits stehen und wirken die kleinräumig ausgebildeten Charakteristika des Naturraumpotentials (Geologie, Böden, Wasserhaushalt, Morphologie, Vegetation etc.) diesen Einwirkungen entgegen.

(6) So bildete sich unter dem anthropogenen Einfluß im Hessischen Ried auf engem Raum ein vielgestaltiges und -strukturiertes Mosaik aus Flächennutzungen heraus, das teilweise noch die Spuren des „historischen Rieds“ erkennen läßt, vielerorts jedoch bereits die jahrzehntelange (nicht selten bis in die vergangenen Jahrhunderte reichende) intensive anthropogene Prägung ausdrückt. Das führte zur Ausbildung von nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt, die auf engstem Raume mit den verschiedenen Nutzungen nicht nur wechseln, sondern auch **untereinander konfligieren**.

(7) Die Fachbeiträge wurden vor dem Hintergrund des spezifischen Anforderungskataloges an den Grundwasserhaushalt für jede der verschiedenen Nutzungsgruppen unabhängig entwickelt. Die Fachbeiträge stellen eigenständige fachliche Kompendien dar, die gegenüber den Anforderungen anderer Fachbeiträge nicht abgestimmt wurden. Diese Abstimmung erfolgte erst im Zuge des Abwägungsverfahrens. Insbesondere die kleinräumige Nutzungsdifferenzierung und die konfligierenden Anforderungen an den Grundwasserhaushalt begründen, daß es in jedem Teilraum durch die Maßnahmen der Grundwasserbewirtschaftung gleichzeitig „Gewinne“ und „Verluste“ geben wird. Die Notwendigkeit zur Entwicklung eines speziellen Flächenbilanzierungs- und -bewertungsverfahrens (nach 4-Konten-System) ergab sich aus der erforderlichen **Bilanzrechnung**, bezogen auf spezifische Wirkungsgrößen des Grundwasserhaushaltes, die auf die Grundwasserspiegellage wirken und somit in direkter Wechselwirkung mit den nutzungsspezifischen Anforderungen in qualitativer Entsprechung (Ziel erreicht/nicht erreicht/teilweise erreicht) und in räumlicher Wirkung (räumlicher Wirkungsbereich) stehen.

2. Genereller Ansatz der 4-Konten-Systematik

(1) Die von dem US Water Resources Council bereits vor 2 Jahrzehnten formulierten „Principles and Standards“ legen fest, daß die Wirkungsanalyse und Bewertung wasserwirtschaftlicher Projektalternativen unter Bezug auf ein Zielsystem erfolgt, das auf vier unterschiedliche Zielaspekte abstellt:

- **Gesamtwirtschaftliche Effizienz**
- **Umweltqualität**
- **Regionale Entwicklung**
- **Soziales Wohlbefinden**

(2) Dieses sogenannte **4-Konten-System** ist auch in den „Grundzügen der Nutzen-Kosten-Untersuchungen“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser als Bewertungsgerüst enthalten (LAWA 1981). In der Bundesrepublik wurden entsprechend diesem System bereits mehrfach Bilanzrechnungen für wasserwirtschaftliche Projekte durchgeführt.

(3) Die positiven und negativen Effekte der Alternativen werden in einem entsprechenden Rechensystem verbucht, wie es mit den jeweiligen Untergliederungen in der folgenden Übersicht (s. Abbildung 1) exemplarisch dargestellt ist. Selbstverständlich ist für jede konkrete Planungsproblematik ein spezifischer Zuschnitt erforderlich.

(4) Generelle Meßvorschriften für die Zielwerte der einzelnen Konten lassen sich beispielhaft nach folgendem Schema auflisten:

1. Monetäre Bewertung der volkswirtschaftlichen Effizienz (Bereich der traditionellen Nutzen-Kosten-Analyse)

- Nutzen der Wirtschaftssubjekte gemessen an ihrer Zahlungsbereitschaft (z.B. für Trink- und Brauchwasserversorgung)
- Einkommensänderungen (z.B. Verbesserte bzw. reduzierte Erträge in der Landwirtschaft, Auftreten bzw. Vermeidung von Setzungs- und Vernässungsschäden)
- Ersparte Alternativkosten (z.B. Reisekosten)

2. Nicht-monetäre Messung der Umweltwirkungen

- Relevante physische und ökologische Kriterien
- Verbale qualitative Beschreibung

3. Erfassung der regionalen Wirkungen

- Regionale Einkommenseffekte
- Regionale Bevölkerungsentwicklung
- Regionale Beschäftigungseffekte
- Regionale Umweltbedingungen

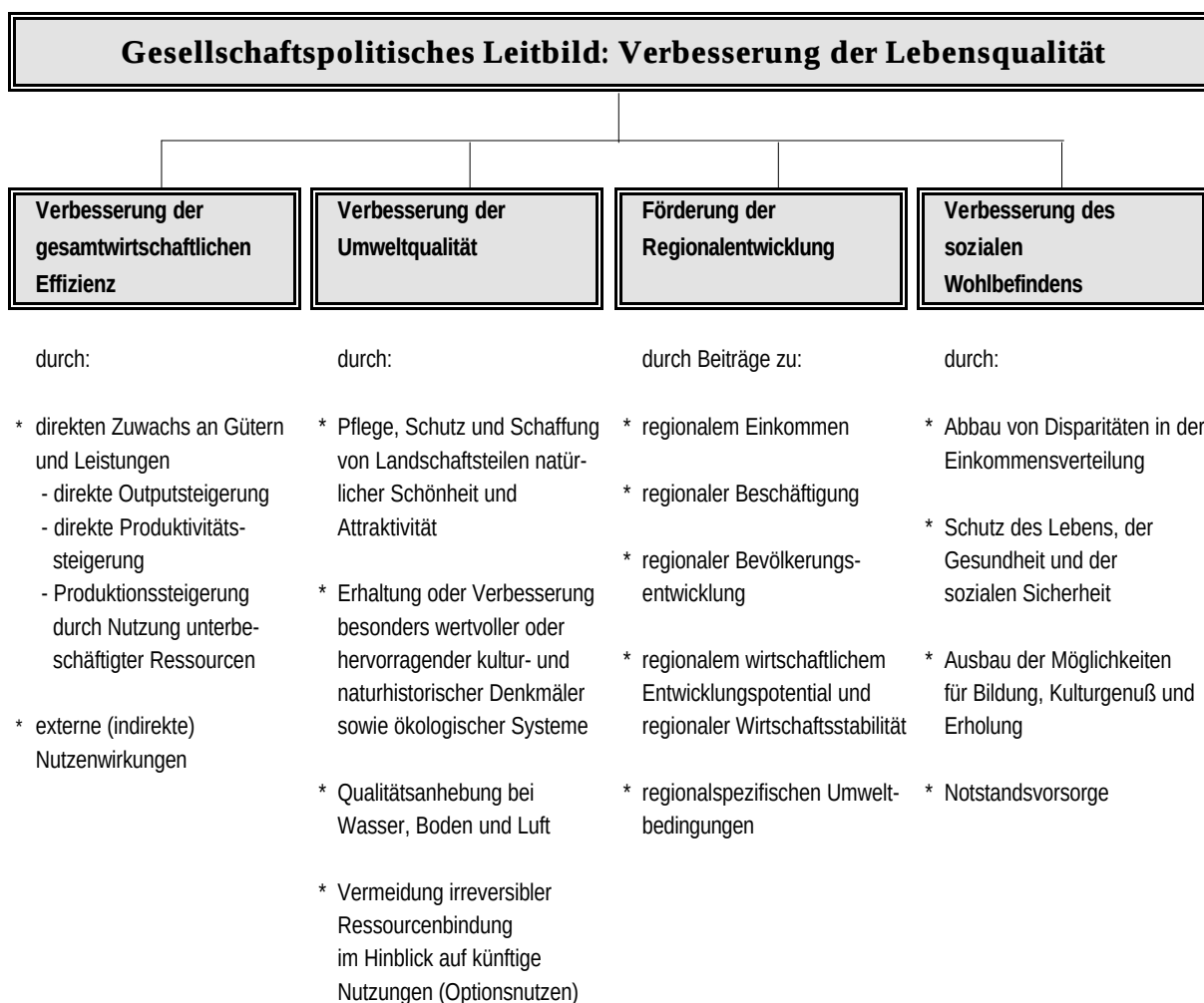


Abbildung 1: Übersicht über die Zielaspekte des 4-Konten-Systems (schematisch)

4. Einschätzung sozialer Entwicklungen und Nutzungschancen

- Bedeutungswandel der Landwirtschaft
- Verbesserung regionalspezifischer Erholungsmöglichkeiten

(5) Der Verzicht auf eine Zusammenfassung der Zielwerte charakterisiert den vorliegenden Ansatz als **offenes Entscheidungsmodell**. Die Lösung des Auswahlproblems ist daher letztlich dem Planer entzogen und einem politischen Entscheidungsprozeß unterworfen.

(6) Abseits von konkreten Fragestellungen bezüglich der Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried sind folgende Besonderheiten zu beachten:

Im **regionalen Entwicklungskonto** werden die Projekteffekte im Gegensatz zu dem **gesamtwirtschaftlichen Konto** unter spezifisch teilsräumlichen Aspekten betrachtet. Wenn beispielsweise im Rahmen eines Wassertransferprojektes die Einkommensgewinne der Nehmer-Region den Einkommenseinbußen der Geber-Region entsprechen, ergibt der gesamtwirtschaftliche Saldo Null; **teilsräumlich** betrachtet entstehen dagegen **Einkommenseffekte in unterschiedlicher Höhe**.

(7) Neben den regionalisierten Positionen Einkommen, Beschäftigung und Umwelt sind noch Auswirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung und das wirtschaftliche Potential zu verbuchen. Hinsichtlich der Bevölkerungsentwicklung besteht die Zielsetzung, daß Entleerungseffekte vor allem ländlich strukturierter Räume zugunsten der Agglomerationsräume vermieden werden sollten.

(8) Im Rahmen des **regionalen Entwicklungspotentials** werden Nutzen erfaßt, die aus dem Abbau konjunkturell anfälliger Monostrukturen (Verbesserung des Industrie-Mix) resultieren.

(9) Das **Konto Soziale Wohlfahrt** behandelt vor allem Verteilungswirkungen, d.h. beispielsweise die Frage, welchen Einkommensklassen in welcher Höhe **projektbedingte Mehreinkommen** zufließen. Daneben werden eine Reihe von Wirkungen beurteilt, die neben den bereits erfaßten Effekten die Entwicklungsmöglichkeiten wichtiger Sektoren (z.B. der Landwirtschaft) tangieren.

3. Zuschnitt des Vier-Konten-Systems auf die Bewertungserfordernisse des Grundwasserbewirtschaftungsplanes Hessisches Ried

(1) Der Notwendigkeit, auf die Problematik des GWBP zugeschnittene Rechenschemata aus dem generellen 4-Konten-Schema herzuleiten und auf die Szenarien-Bewertung zuzuschneiden, kann unmittelbar Rechnung getragen werden. Eine auf dieser Basis konkretisierte Liste der Bewertungspositionen wird in der folgenden Übersicht den einzelnen Konten zugeordnet.



Abbildung 2: Zuschnitt des Vier-Konten-Systems auf die Bewertungserfordernisse des Grundwasserbewirtschaftungsplanes Hessisches Ried

(2) Die Positionen beziehen sich, wie aus den Überlegungen zum grundsätzlichen Aufbau des Gesamtbewertungssystems hervorgeht, sowohl auf die Kosten bzw. Nutzen der Erreichung der gewünschten Pegelstände des Grundwassers als auch auf die Kosten bzw. Nutzen, die mit den Pegelwirkungen verbunden sind.

(3) Die verschiedenen Möglichkeiten der Grundwasserbewirtschaftung wurden in Szenarien beschrieben, die durch unterschiedliche gesamt- und teilträumliche Zielpräferenzen gekennzeichnet sind. Aus den Zielpräferenzen leiten sich naturräumlich (Natur- und Landschaftsschutz, Waldökologie) und naturspezifisch (Wasserversorgung, Land- und Forstwirtschaft, Besiedlung, Wirtschaftsentwicklung) bestimmte Grenzflurabstände ab.

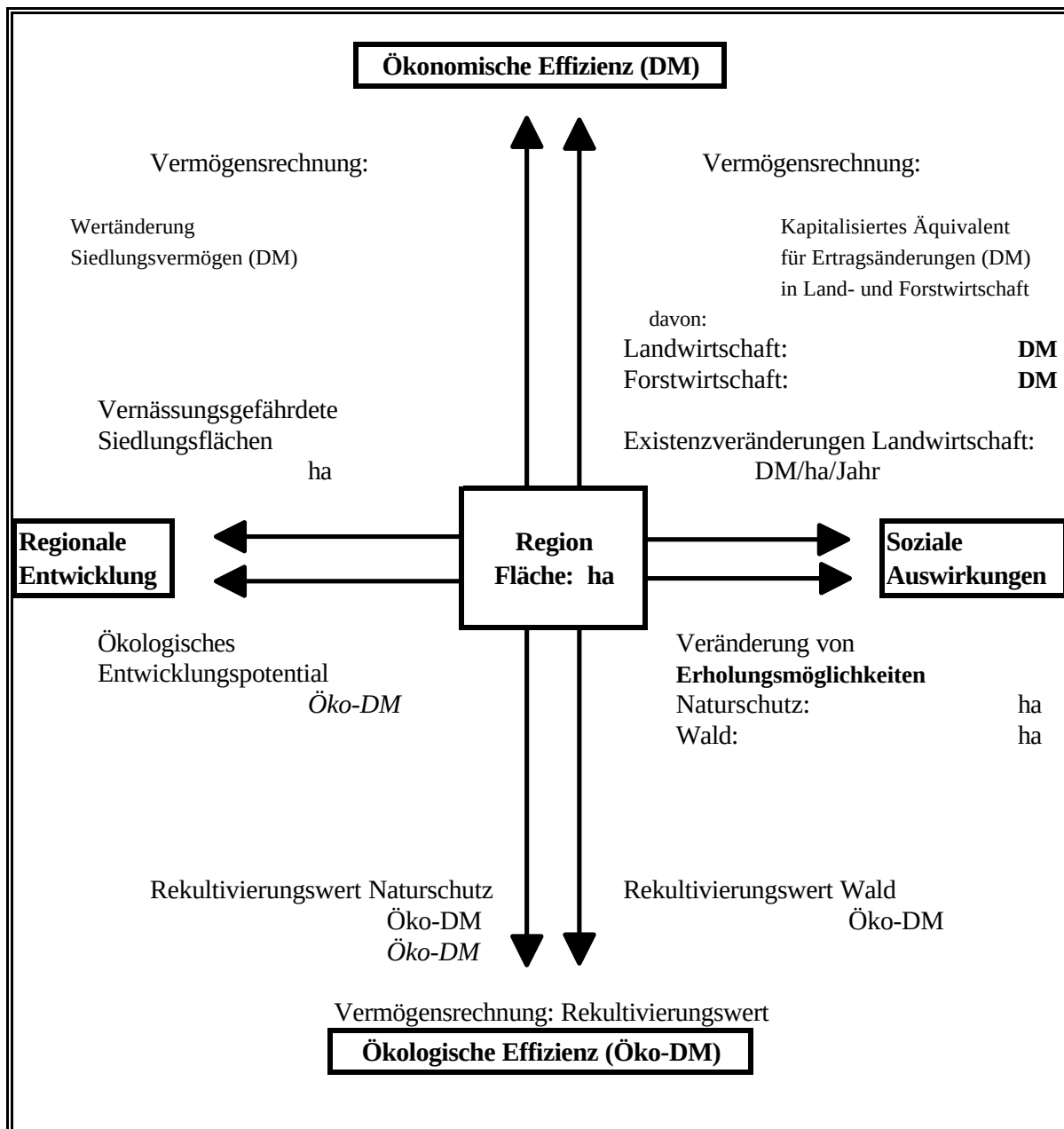
(4) Im Rahmen des Abwägungsverfahrens wurden zur Konfliktoptimierung verschiedene Szenarien (Bewirtschaftungsoptionen) mit dem Grundwassermodell berechnet. In Tabelle 1 sind die Optionen der Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried aufgeführt, deren Entnahme- und Infiltrationskonfigurationen in die Modellszenarien eingingen. Im Verlaufe der Abwägung wurden die optionalen Bewirtschaftungsgrundsätze dann in zahlreichen Zwischenschritten bis zur Entnahme- und Infiltrationskonfiguration der Richtwerte mittlerer Grundwasserstände des Bewirtschaftungsplanes optimiert.

Tabelle 1: Optionen der Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried

Optionen		Grundwasserförderung (Mio. m ³ /Jahr)				Grundwasseranreicherung (Mio. m ³ /Jahr)
Nr.	Bezeichnung	Öffentliche Wasserversorgung	Industrielle Eigenförderung	Landwirtschaftliche Beregnung	Gesamt	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Wasserrechte 1995	99,9	35,8	31,0	166,7	38,1
2	Örtlicher Wasserbedarf 2000	48,6	24,5	17,1	90,2	0,0
3	Vorrang Ökologie	65,1	23,3	13,8	102,2	22,2
4	Stand 1990	98,0	34,8	26,0	158,8	4,4
5	Bewirtschaftungskonzept	96,1	34,2	17,7	148,0	25,2
6	Bewirtschaftungsoption 2000	89,8	25,2	26,0	141,0	18,5

4. Grundsätze der Bewertung gewichtiger Auswirkungen veränderter Grundwasserpegelstände

(1) Der spezifische Zuschnitt des 4-Konten-Systems auf die Auswirkungen veränderter Grundwasserpegelstände im Hessischen Ried zeigt die Abbildung 3.



Kursiv: aus "Überlagenden Nutzungen"

Abbildung 3: Darstellung (Schema) von Bewertungsergebnissen im 4-Konten-System

(2) Zur Entscheidung zwischen alternativen Strategien zur Veränderung (im Hessischen Ried fast ausnahmslos Erhöhung) des Grundwasserstandes mußte ein Mengengerüst aus den Positionen des Grundwasserhaushaltes und der Wasserbilanz im Sinne einer Kombinatorik unterschiedlicher Maßnahmen- und Maßnahmenbündel entwickelt werden.

(3) Nach der Feststellung (Formulierung) der flächenbezogenen Struktur der beiden im Hessischen Ried wesentlichen Zielpräferenzen Ökologie und Ökonomie wird die flächenquantitative Konfliktstruktur zwischen diesen Zielen anhand eines spezifischen Suchverfahrens ermittelt. Das Verfahren zur Identifikation der unterschiedlichen Typen von Konfliktsituationen im Hessischen Ried hatte die Differenzierung der Konflikttypen „**Ökologie-Typus**“ (ausschließliche Veränderungswünsche der Zielpräferenz Ökologie), „**Disharmonie-Typus**“ (Veränderungswünsche der Zielpräferenzen mit gleicher Richtung, aber unterschiedlicher Stärke), „**Gleichschritt-Typus**“ (Veränderungswünsche beider Zielpräferenzen mit gleicher Richtung und Stärke) sowie „**Stationär-Typus**“ (im wesentlichen allgemeine Zufriedenheit mit dem bestehenden Zustand) zum Ergebnis. Diese verschiedenen Konflikttypen sind im Ried in **sehr unterschiedlicher Häufigkeit und Verteilung** auf die betroffenen Nutzungen anzutreffen. Es zeigt sich, daß im Hessischen Ried hinsichtlich der **Betroffenheit der verschiedenen Flächennutzungen alle Kombinationen** auftreten.

(4) Bezüglich der Ausrichtung der Kosten-Nutzen-Überlegungen muß eine spezifische Analytische Struktur entwickelt werden, die sowohl der realen wasserwirtschaftlichen als auch der ökonomischen Situation und Entscheidungslage Rechnung trägt. Ein Untersuchungsgerüst muß daher auf der Kostenseite im wasserwirtschaftlichen Bereich sowohl die Kosten zur Gewährleistung eines ökologisch angestrebten Grundwasserstandes berücksichtigen, als auch die Kosten, die sich aus den negativen Effekten eines hohen Grundwasserstandes ergeben. Die Analyse ist somit auf den Grundpositionen der Grundwasserstands-Sicherungskosten und -Wirkungskosten zu erstellen. Ein in der Wasserwirtschaft anerkanntes Bewertungssystem ist das 4-Kontenschema, dessen Konten nachfolgend erläutert werden.

4.1 Ökonomische Effizienz

(1) Unter der Position „Wertänderung des Siedlungsvermögens“ ist die Höhe der Kosten aufzulisten, die zur Vermeidung von Gebäudeschäden aufzuwenden sind. Unter der Position „**Ertragsrechnung**“ erscheinen die Veränderungen der Jahreserträge in Land- und Forstwirtschaft.

schaft. Letztere können auch mit Hilfe des volkswirtschaftlich relevanten Zinssatzes kapitalisiert werden und bilden dann ein Vermögensäquivalent. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, den Kostenwert der Schadensvermeidung beim Siedlungsvermögen zu periodisieren und damit ebenfalls Vergleichbarkeit mit den monetären Wirkungen bei Land- und Forstwirtschaft herzustellen.

4.2 Ökologische Effizienz

(1) Unter der Position „Rekultivierungswert“ sind die Gesamt-Rekultivierungskosten für Wald und Naturschutz als Vermeidungskosten von Umweltbeeinträchtigungen aufzuführen. Sie errechnen sich, in Anlehnung an die Hessische Ausgleichsabgabenverordnung, jeweils aus einem Basis-Geldbetrag multipliziert mit nach ökologischen Kriterien festgelegten Wertpunkten.

4.3 Verrechenbarkeit von ökonomischer und ökologischer Effizienz

(1) Während hinsichtlich der Bewertungskomponenten innerhalb der Achsen „Ökonomische Effizienz“ und „Ökologische Effizienz“ Verrechenbarkeit besteht, ist sie zwischen ihnen nicht gegeben. Das hat seinen Grund darin, daß es sich bei den Teilwerten der ökonomischen Effizienz um Marktwerte handelt, die aufgrund der Interaktion zwischen Anbietern und Nachfragern zustande kommen, während der Wertansatz für die Rekultivierung lediglich kostenorientiert ist; eine Einbeziehung der Nachfrager-Präferenzen bestenfalls politisch-administrativ erfolgt.

4.4 Regionale Entwicklung

(1) Die Werte auf der Bewertungsachse „Regionale Entwicklung“ betreffen die Relevanz des Projektes für das Potential an Siedlungsflächen in seiner Eigenschaft als Entwicklungsfaktor. Da hierbei der Vermögenswert nicht im Vordergrund steht, werden sie nicht in Geld - sondern in realen Einheiten ausgedrückt. Sie sind deshalb nicht mit den monetären Werten in den Konten „Ökonomische Effizienz“ und „Ökologische Effizienz“ verrechenbar.

4.5 Soziale Auswirkungen

(1) Dasselbe gilt auch für das Konto „Soziale Auswirkungen“, das sich in diesem Fall auf die Veränderung der Existenzbedingungen der Landwirte sowie Verbesserung bzw. Verschlechterung von Erholungsmöglichkeiten als Tatbestände des sozialen Wohlbefindens bezieht.

5. Grundlagen der Bewertung

5.1 Empirische Erhebung des zentralen Einwirkungsbereiches

(1) Der in Abbildung 2 wiedergegebenen Aufbau des Gesamtbewertungssystems erfordert eine **analytische Erfassung und Beschreibung** des von der Grundwasserbewirtschaftung bzw. von den Auswirkungen der Maßnahmen betroffenen Raumes. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Wirkungen und die Wirkungsrichtungen sowohl direkten als auch indirekten, mittelbaren und unmittelbaren räumlichen und zeitlichen Effekten unterliegen.

(2) Die Beschreibung des Raumes wurde mit der Zielsetzung der Herstellung einer empirischen Datengrundlage vorgenommen. Die Datenerhebung wurde auf die 2 generellen Aspekte der räumlichen Betrachtung fokussiert; den **Einwirkungsbereich** (die grundwasserabhängige oder -beeinflusste Flächennutzung) und das **Wirkungsmedium** (den Grundwasserstand).

(3) Die Erhebung des Einwirkungsbereiches erfolgte mit einer Differenzierung der Flächennutzung bis zur **kleinsten homogenen Flächeneinheit**, d.h. Flächen, denen noch eindeutig und signifikant **grundwasserbezogene Ausprägungen** zugeordnet werden können. Die Notwendigkeit der Unterscheidung ökonomisch relevanter Kriterien erforderte die Berücksichtigung von Merkmalsausprägungen der Einzelflächen, die über die spezifischen Ansprüche der Flächennutzung an den Grundwasserhaushalt hinausgehen.

(4) Die Erhebung des **Wirkungsmediums Grundwasser** erfolgte zum einen anhand der Messungen (Meßstellen des Landesgrundwasserdienstes) und Auswertung (Interpolation) der **Pegelstände** (Meßstellen des Landesgrundwasserdienstes sowie Dritter, z.B. Wasserwerke) durch die Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU), zum anderen anhand der **Berechnungen** des mathematisch-numerischen Landesgrundwassermodells Hessisches Ried.

(5) Die Auswertung von 1.727 Pegelmessungen (HLfU; Stichtagsmessung am 4. Oktober 1990) bildete die Grundlage zur Beschreibung des **mittleren Grundwasserstandes** (überwiegende Anzahl der Meßstellen weist zum Stichtag mittlere Verhältnisse auf) als **Status-Quo-Variante** zu den berechneten Simulationen. Diese Simulationen stellen **prüf- und vergleichbare Wirkungsszenarien** mit unterschiedlichen Optionen hinsichtlich der Wirkungsqualität, also Höhe und Positionierung der Grundwasserförderungen sowie der Infiltrationen dar.

(6) Folgende fachlichen und informellen Grundlagen wurden im wesentlichen der empirischen Erfassung zugrundegelegt:

1. Informationen aus den **aktuellen topographischen Kartenwerken** (TK 25),
2. **Fachbeiträge** (Anlage Teil C) des Grundwasserbewirtschaftungsplanes,
3. **Standortkarte von Hessen** - Natürliche Standorteignung für landbauliche Nutzung, Maßstab 1:50.000,
4. RP Darmstadt: **Regionaler Raumordnungsplan** - Planungsregion Südhessen,
5. RP Darmstadt: **Forstwirtschaftlicher Rahmenplan** Südhessen,
6. Lahmeyer International: Mathematisch-numerisches **Grundwassermodell** Hessisches Ried.

(7) Die Positionen 1 bis 5 waren wesentliche Grundlage der Beschreibung des Einwirkungsbereiches *Flächennutzung*, die Position 6 die wesentliche Grundlage der Beschreibung des Wirkungsmediums *Grundwasser*. Der Grundwasserbewirtschaftungsplan definiert das Hessische Ried konsequent nach seinem **Geltungsbereich** mit einer Fläche von **1.238 km²**. Das Grundwassermodell bildet nach dem Finite-Elemente-Verfahren mit 17.072 Netzknoten eine **1.332 km²** umfassende **Gesamtfläche** ab.

(8) Die Maßnahmen des Grundwasserbewirtschaftungsplanes wirken in den Teilbereichen des Hessischen Rieds unterschiedlich intensiv auf die Grundwasserhaushaltsgrößen, insbesondere den Grundwasserstand, ein. Die Abgrenzung des Einwirkungsbereiches wird im Grundwassermodell herbeigeführt durch die **Linie veränderter Grundwasserstände** mit Überschreitung der (absoluten) **Differenz des Pegelstandes von 0,25 m**. Unterhalb dieser Pegelstandsänderung findet keine signifikante oder wesentliche Beeinflussung des Grundwasserstandes durch die Grundwassernutzung statt.

(9) Der durch die **Linie der Pegelstandsveränderungen > 0,25 m** abgegrenzte **zentrale Einwirkungsbereich** umfaßt mit einer Fläche von knapp **620 km²** etwa die **Hälfte des Geltungsbereiches** des Grundwasserbewirtschaftungsplanes. Der Einwirkungsbereich wird entsprechend der vorliegenden spezifischen hydraulischen Gegebenheiten und der lokalen Einwirkungen durch die Grundwassernutzung in **8 Teilräume** untergliedert. Die Teilräume sind mit den jeweiligen Flächendaten und mit Angaben zum empirischen Grundinventar in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2: Übersicht der Flächenstrukturierung in den Teilräumen des zentralen Einwirkungsbereiches der Grundwassernutzung im Hessischen Ried

Hessisches Ried Teilräume des Einwirkungsbereiches	Flächen- größe	Teil- flächen > 1 ha	Teilflächen < 1 ha	Mittlere Teilflächen- größe	Modell- Knoten	Mittlere Fläche/ Knoten
Nr. Bezeichnung	(ha)	(Anzahl)	(Anzahl)	Anteil (%)	(Anzahl)	(ha)
(1) (2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8) (9)
1 Schönauer Hof	4.988	157	44	28,0	24,8	648 7,7
2 Gerauer Land	5.132	168	29	17,3	26,0	696 7,4
5 Darmstadt-West	10.134	276	76	27,5	28,8	1.206 8,4
6 Pfungstadt	7.855	153	81	52,9	33,6	1.212 6,5
7 Biebesheim	2.053	51	5	9,8	36,7	407 5,0
8/9 Allmendfeld/ Jägersburger Wald	16.776	391	125	32,0	32,5	2.193 7,6
10 Lorscher Wald	11.096	160	79	49,4	46,4	1.283 8,6
11 Heppenheim	3.597	129	33	25,6	22,2	556 6,5
Summe aller Teilräume	61.631	1.485	472	31,8	31,5	8.201 7,5

(10) Die Teilräume weisen sehr unterschiedliche flächenhafte Ausdehnungen auf. Zwar wird dies auch durch die hydrogeologischen Voraussetzungen des Teilraumes mit bestimmt, überwiegend jedoch bestimmt der **Umfang und die Intensität der Grundwassernutzung** die Größenordnung des Einwirkungsbereiches. Die Teilräume können jedoch nicht völlig isoliert voneinander betrachtet und bewertet werden. Die flächenhafte Grundwassernutzung bewirkt im großenteils dem Vorflutersystem des Rheines zuströmenden Grundwasserkörper großräumig veränderte Strömungsverhältnisse.

(11) Die „oberstromigen“ Einwirkungen eines Teilraumes werden durch dessen Grundwassernutzung überlagert und letztendlich überzeichnet; in der Wirkung jedoch nicht ausschließlich durch diesen begründet. Die teilräumliche Betrachtung ist eine methodische Voraussetzung zur Durchführung der Analyse und Bewertung der Grundwassernutzung; bei der über die Datenschnittstelle zum Grundwassermodell bzw. den Grundwassermeßstellen der jeweilige hydraulische Gesamtbezug beibehalten wird.

(12) In Tabelle 2 ist das **Ergebnis der Flächeninventur** (Flächengrößen) sowie die teilräumliche Zuordnung der Modellknoten für die einzelnen Teilräume wiedergegeben. Der zentrale Einwirkungsbereich wurde nach nutzungsspezifischen Kriterien in **1.957 Teilflächen** differenziert. **Im Mittel** weisen die Teilflächen eine **Größe von 31,5 ha** auf. Diese flächenhafte

Präzisierung war die notwendige Grundlage der Bewertung, da nur dadurch die kleinräumig wechselnde Nutzungsart und Nutzungsqualität der Flächen erfaßt werden konnte.

(13) Über den **zentralen Einwirkungsbereich der Grundwassernutzung** sind 8.201 Netzknoten des Landesgrundwassermodells verteilt. Im Mittel liefert **ein Knoten** somit für eine **Fläche von 7,5 ha** die zur Bewertung erforderlichen Strukturinformationen wie z.B. die **Geländehöhe** (in NN+m), **Grundwasserdaten** wie **Pegelstand** (in NN+m) und abgeleitet daraus den **Flurabstand** (m uGOK). **Eine Teilfläche** wird hinsichtlich des Datenbackgrounds des Modells **im Mittel von 4 Knoten** beschrieben. Der Bewertung liegt somit ein außerordentlich **hoher Differenzierungsgrad der Flächennutzung** und der **spezifischen Nutzungsansprüche** sowie eine **dichte Netzstruktur** als Träger der Meß- und Berechnungsergebnisse der Grundwasserinformationen zugrunde.

(14) Dennoch reicht auch diese für regionale Modelle und regionale Ansprüche vergleichsweise dichte Netzstruktur nicht aus, der **hohen vorherrschenden Flächendifferenzierung** der Nutzungsstruktur im Hessischen Ried **ausreichend gerecht** zu werden. In der Tabelle 2 ist eine Differenzierung der Teilflächen in Flächengrößen > 1 ha (Spalte 4) und < 1 ha (Spalte 5) vorgenommen worden, um diese **teilräumliche Charakteristik bezüglich kleinflächiger Strukturen** abzubilden. Das Verhältnis der beiden Größenklassen zueinander (Spalte 6) gibt insbesondere **Hinweise** auf die Existenz **unzusammenhängender Besiedlungsparzellen** (Einzelhöfe, technische Anlagen etc.), aber auch auf das Vorhandensein **historisch begründeter Kleinstrukturen** aus dem Naturraumpotential, die sich über die anthropogenen Einflüsse hinweg zumindest teilweise noch erhalten haben.

(15) Da von diesen **kleinflächigen Flächenobjekten** häufig nutzungsspezifische Anforderungen an den Grundwasserstand gestellt werden, sie darüberhinaus nicht selten innerhalb eines sensiblen Anforderungsumfeldes aus der Landwirtschaft oder dem Naturschutz liegen, kommt ihnen ein **Konfliktpotential** zu, daß mit der „normalen“ Auflösung des Modells nicht ausreichend erfaßt werden kann. Hier mußten durch **mathematische Interpolationen** innerhalb der Modell-Datensätze die Voraussetzungen zur späteren **Bewertung der Wirkungsfelder** und der **Monetarisierung der Auswirkung** der Grundwasserbewirtschaftung hergestellt werden.

5.2 Nutzungsinventur im zentralen Einwirkungsbereich des Bewirtschaftungsplanes

(1) Die Flächennutzungen im Hessischen Ried wurden entsprechend der in Tabelle 3 wiedergegebenen Kategorisierung in 5 Grundnutzungen sowie die Kategorie Sonstige Nutzungen unterschieden (siehe auch „Dokumentation der Codierung“ im Anhang).

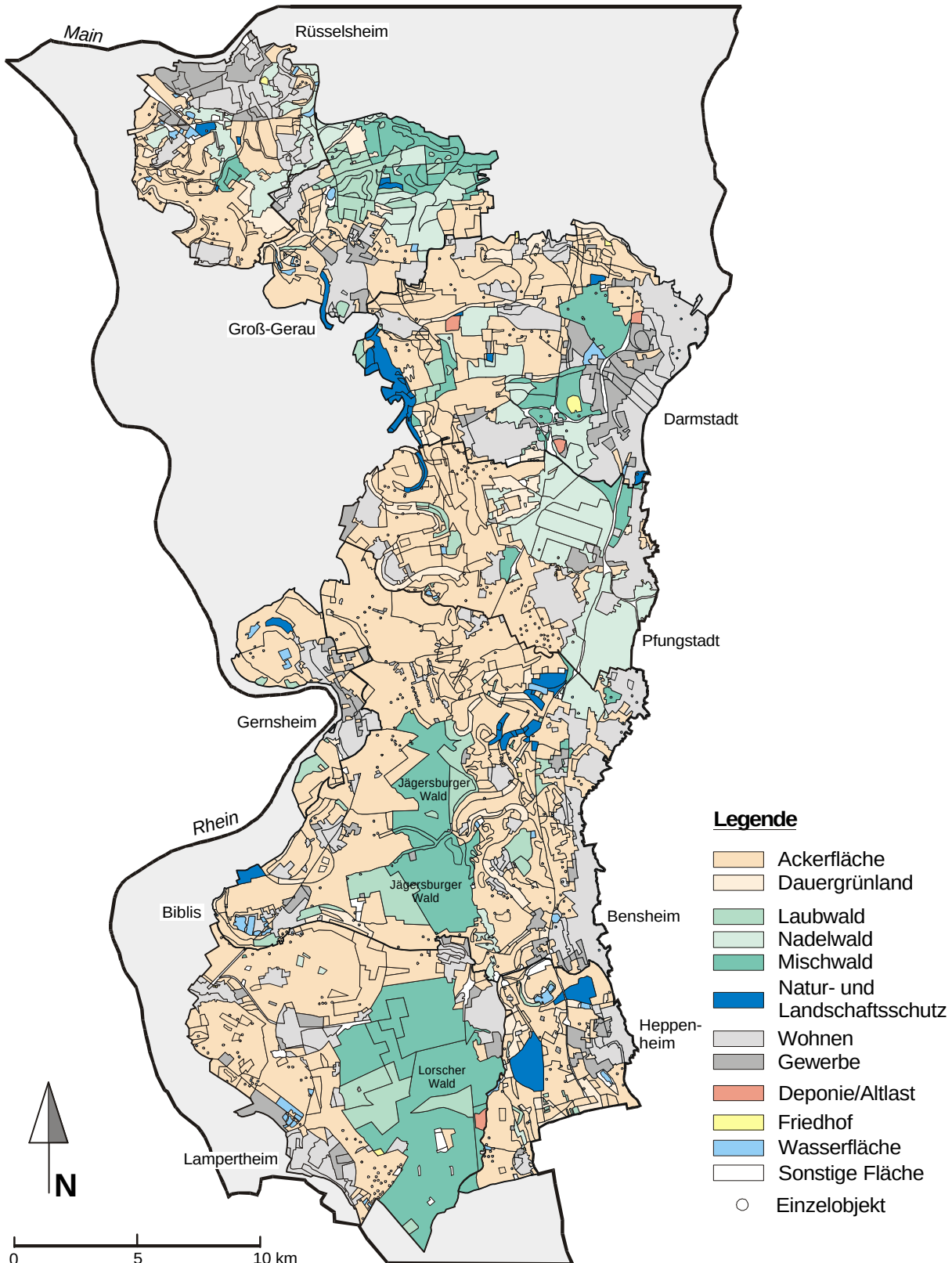
Tabelle 3: Haupt- und Überlagernde Nutzungen in den Teilräumen des Hessischen Rieds

Flächenbilanz aller Teilräume Nutzungen	Flächengröße Hauptnutzung		Flächengröße Überlagerung	
	ha	%	ha	%
Alle	61.631	100,0	18.840	100,0
Wald	15.099	24,5	843	4,5
Landwirtschaft	31.251	50,7	0	0,0
Besiedlung	13.545	22,0	1.076	5,7
Deponien etc.	104	0,2	0	0,0
Naturschutz	1.130	1,8	16.922	89,8
Sonstige	502	0,8	0	0,0

(2) Mit über **50 % des Flächenanteils** der Hauptnutzungen dominiert die **Landwirtschaft** bei weitem den heutigen Nutzungscharakter des Rieds. Der Wald folgt mit etwa 25 % Nutzungsanteil, die besiedelten Flächen (einschließlich Industrie) nehmen mit 22 % einen vergleichsweise hohen Anteil ein; die anderen Nutzungskategorien weisen untergeordnete Flächenanteile auf. In Abbildung 4 ist die Verteilung der Hauptnutzungen, differenziert nach den Hauptkategorien, in den Teilräumen dargestellt. Landwirtschaftliche Nutzung erfolgt in weitem Flächenzusammenhang praktisch über alle naturräumlichen Strukturmerkmale hinweg; auch die Waldnutzung ist noch in großem Flächenzusammenhalt existent. Die Besiedlungsflächen erstrecken sich vielerorts weit in das Ried hinein.

(3) In Abbildung 5 sind die **Überlagernden Nutzungen** dargestellt, die zu **90 %** durch den **Natur- und Landschaftsschutz** bestimmt werden. Die Abgrenzung der Naturschutzflächen folgt sehr oft den naturräumlichen Strukturmerkmalen. Die „Homogenisierung“ dieser Struk-

turen durch die Hauptnutzungen begründet ein **wesentliches Konfliktfeld** im Hessischen Ried.



**Abbildung 4: Hessisches Ried - Flächen mit Grundwasserspiegeldifferenz $> 0,25$ m
Flächennutzung durch Hauptnutzungen**

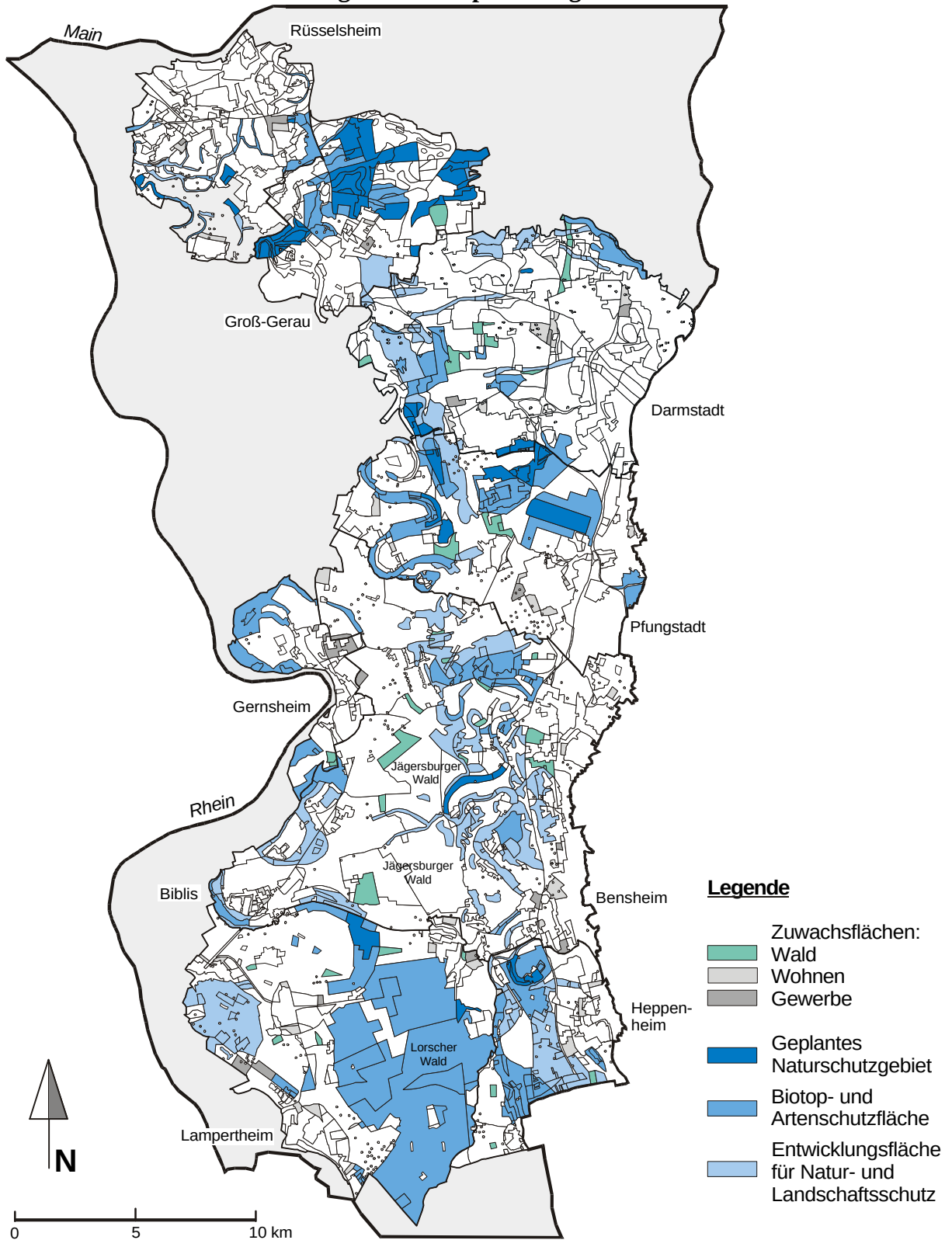


Abbildung 5: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen $> 0,25$ m

Flächennutzung durch die Hauptnutzung überlagernde Nutzungen

5.3 Naturräumliche und nutzungsspezifische Anforderungen an den Grundwasserhaushalt

(1) Über den **Mindestanspruch einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung** im Sinne einer ausgeglichenen Bilanz aus Grundwasserneubildung und Grundwasserförderung hinaus wird das **nutzbare Grundwasserdargebot** durch **Anforderungen an den Grundwasserstand** teilträumlich konkretisiert und in vielen Fällen **spürbar verringert**. In den Anlagen (Teil C: Fachbeiträge) des Grundwasserbewirtschaftungsplanes wurden die spezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt in Form von **oberen und unteren Grundwasserflurabständen** (Grenzflurabstände) für die verschiedenen Wirkungsbereiche konkretisiert (siehe Tabelle 5).

(2) In Tabelle 4 sind für die Teilräume die **Flächenanteile mit Anforderungen** ausschließlich aus den Haupt- bzw. Überlagernden Nutzungen dargestellt. Flächen die zugleich Anforderungen aus den Haupt- und Überlagernden Nutzungen aufweisen, sind ebenso ausgewiesen wie die Flächen ohne jeden fachspezifisch formulierten Anspruch an den Grundwasserstand.

Tabelle 4: Nutzungsspezifische Anforderungen in den Teilräumen des Rieds

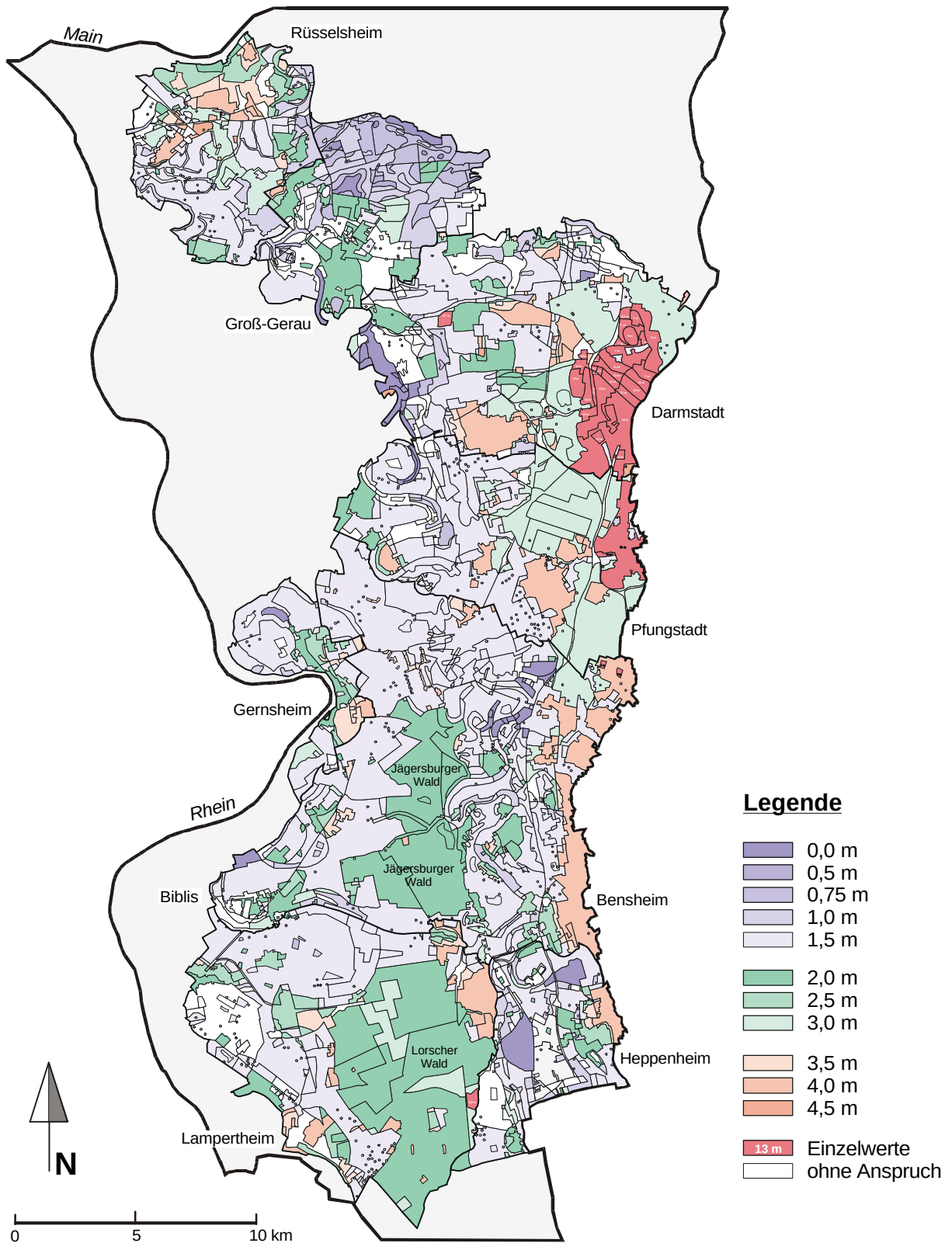
Hessisches Ried Teilraum		Flächen- größe	Flächennutzung und Grenzgrundwasserstände							
Nr.	Bezeichnung		Nutzungsspezifischer Grenzgrundwasserstand aus der Hauptnutzung		Überlagernden Nutzung		Haupt- und Über- lagernden Nutzung		Flächen ohne Anspruch an den Grundwasserstand	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1	Schönauer Hof	4.988	4.238	85,0	2	0,0	502	10,1	246	4,9
2	Gerauer Land	5.132	3.242	63,2	166	3,2	1.647	32,1	76	1,5
5	Darmstadt-West	10.134	6.290	62,1	364	3,6	1.023	10,1	2.457	24,2
6	Pfungstadt	7.855	6.477	82,5	133	1,7	927	11,8	318	4,0
7	Biebesheim	2.053	1.491	72,6	14	0,7	493	24,0	55	2,7
8/9	Allmendfeld/ Jägersburger Wald	16.776	13.343	79,5	45	0,3	3.195	19,0	193	1,2
10	Lorscher Wald	11.096	9.587	86,4	10	0,1	1.158	10,4	342	3,1
11	Heppenheim	3.597	2.055	57,1	49	1,4	1.434	39,9	59	1,6
Summe aller Teilräume		61.631	46.723	75,8	785	1,3	10.379	16,8	3.744	6,1

(3) Die in Tabelle 5 wiedergegebenen Anforderungen stellen fachspezifische Idealvorstellungen und Ziele dar, die untereinander nicht abgestimmt sind. Sie beruhen einerseits auf den Leitbildern zur zukünftigen räumlichen Entwicklung des Rieds, andererseits dokumentieren die Anforderungen die historische Entwicklung des Raumes und seiner Nutzungen.

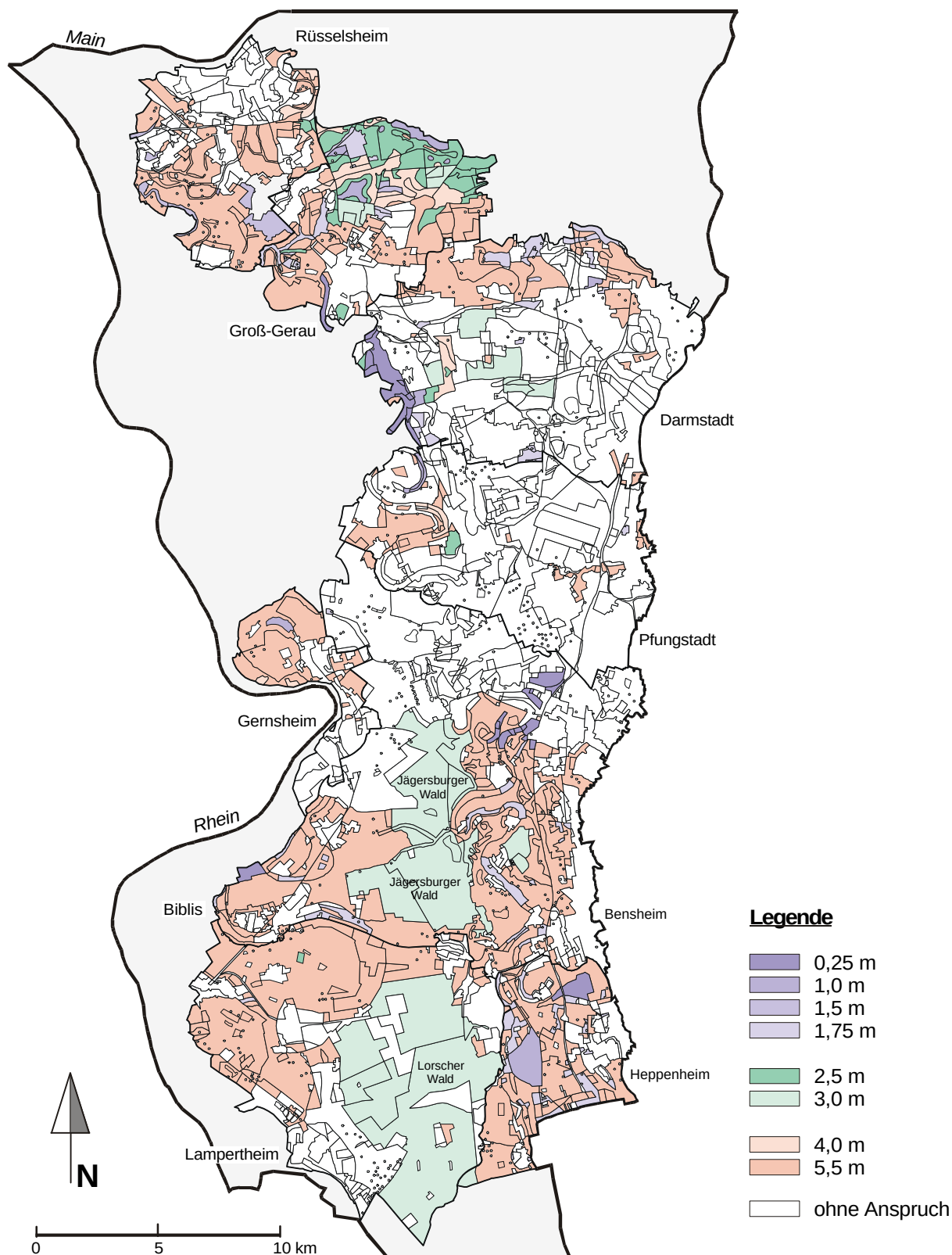
(4) In den Abbildungen 6 und 7 sind die Anforderungen aus den Hauptnutzungen teilträumlich zugeordnet dargestellt, die Abbildungen 8 und 9 zeigen die Anforderungen der Überlagernden Nutzungen. Aus den Abbildungen ist zu ersehen, daß **kleinräumig sehr unterschiedliche Grenzflurabstände** definiert sind. Daraus treten in den Teilräumen zwangsläufig **Widersprüche** auf, die einer **konfliktfreien Grundwasserbewirtschaftung** entgegenstehen.

Tabelle 5: Naturräumliche und nutzungsspezifische Anforderungen an den Grundwasserstand im Hessischen Ried

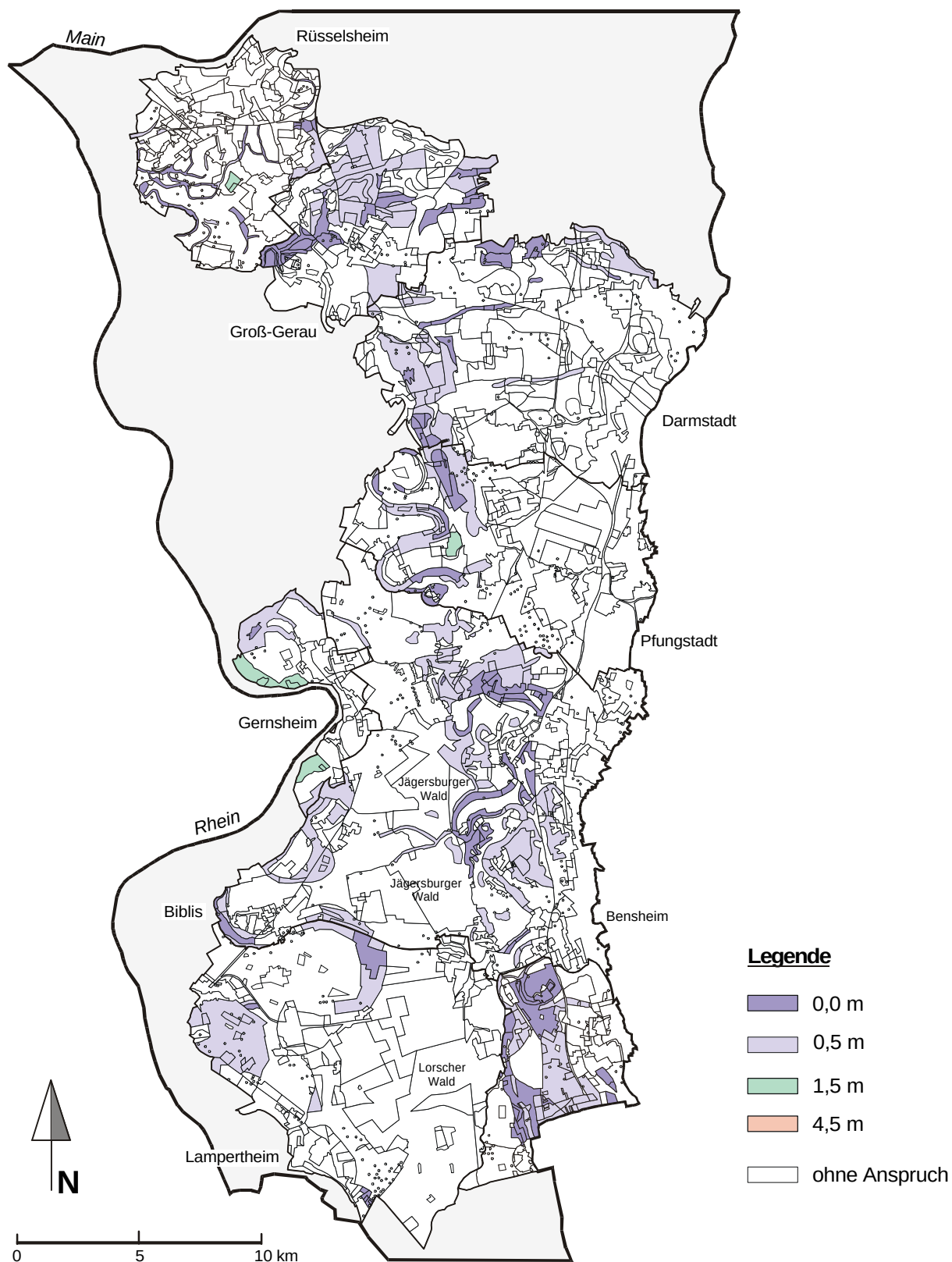
Nutzung Bereich; Bedingung	Grenzflur- abstände (m)
1. Natur und Landschaft	
Niedermoore; Auengleyböden; Vernetzungsbereiche zu Bruch- und Sumpfwaldgesellschaften	0,0 - 0,5
Auen-, Naß- und Anmoorgley	0,0 - 1,0
Entwicklungsflächen zu Naturschutzgebieten	
Auengebiete mit semiterrestrischen Böden	0,5 - 1,5
Entwicklungsflächen zu Feuchtwiesen	
Entwicklungsflächen zu Stieleichen-Hainbuchenwäldern	
Hartholzauestandorte mit Übergängen	1,5 - 3,0
Abgrabungsstandorte	4,5 - 6,0
2. Wald: a) "Tabuflächen"	
Erlen-, Traubenkirschen-Eschen-Erlenwald (naß)	0,0 - 1,0
Stieleichen-Hainbuchenwälder (feucht)	0,5 - 2,5
Stieleichen-Hainbuchenwälder (frisch-feucht)	1,5 - 3,5
Andere Wälder (frisch-feucht)	2,5 - 5,0
b) "Sanierungsflächen"	
Kurz-, mittel-, langfristig	3,5 / 2,5 / 1,5
c) "Grundwasserunabhängige Waldgebiete"	> 3,5
3. Landwirtschaft	
Flurabstand 10/1990 > 2,0 m; Teilortsfeste Beregnung	≥ 2,0
Flurabstand 10/1990 > 2,0 m; Flachbrunnen	2,0 - 5,0
Flurabstand 10/1990 < 2,0 m; Grünland	< 2,0
4. Siedlungsflächen	
Flurabstand 4/1988: < 4,0 m	≥ 10/1988
Flurabstand 4/1988: > 4,0 m	≥ 4,0
Gründungstiefe Gebäude (T): > 3,0 m	T + 1,0
Mindestgrundwasserstände unter setzungsempfindlichen Siedlungsflächen sowie Höchstgrundwasserstände unter Abfallanlagen und Altlasten	Nachweis



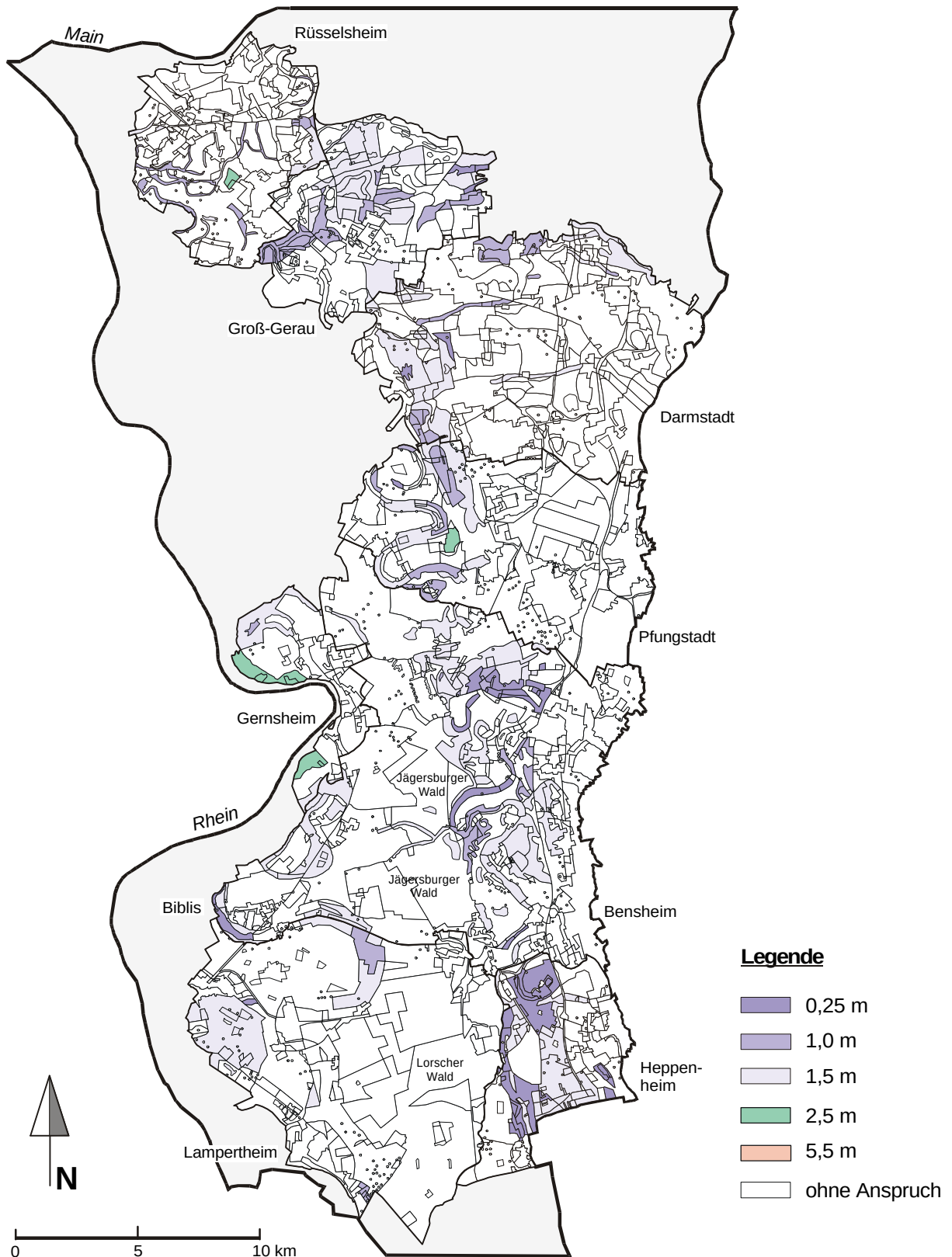
**Abbildung 6: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen > 0,25 m
Obere Grenzflurabstände der Hauptnutzungen**



**Abbildung 7: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen > 0,25 m
Untere Grenzflurabstände der Hauptnutzungen**



**Abbildung 8: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen > 0,25 m
Obere Grenzflurabstände der Überlagernden Nutzungen**



**Abbildung 9: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen > 0,25 m
Untere Grenzflurabstände der überlagernden Nutzungen**

5.4 Regelungen des Grundwasserbewirtschaftungsplanes - Richtwerte mittlerer Grundwasserstände

(1) Die Festlegung von **Richtwerten mittlerer Grundwasserstände** an ausgewählten Grundwassermeßstellen, als zentrales Instrument der zukünftigen Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried, erfolgte unter **Berücksichtigung teilträumlicher Gegebenheiten** sowie nach **Abwägung der maßgeblichen naturräumlichen und nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt**. Bei der Überlagerung der fachspezifisch definierten Zielsetzungen im Rahmen des Abwägungsverfahrens bei der Erstellung des Grundwasserbewirtschaftungsplanes hat sich gezeigt, daß nahezu flächendeckend **Zielkonflikte** auftreten, die lediglich eine Konfliktminimierung, nicht jedoch eine Konfliktvermeidung erlauben.

(2) Für 46 ausgewählte Meßstellen (sogenannte Referenz-Grundwassermeßstellen) des Landesgrundwasserdienstes Hessen werden **Richtwerte mittlerer Grundwasserstände** festgelegt. Sie berücksichtigen die fachspezifisch orientierten, naturräumlichen und nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserflurabstand sowie die örtlichen Gegebenheiten des Grundwasserhaushaltes. Dazu zählen insbesondere die **zulässigen Abweichungen** (siehe Abbildung 10) von den festgesetzten Richtwerten mittlerer Grundwasserstände, die, großenteils klimatisch bedingt, aus langjährig beobachteten natürlichen Veränderungen des Grundwasserhaushaltes abgeleitet werden.

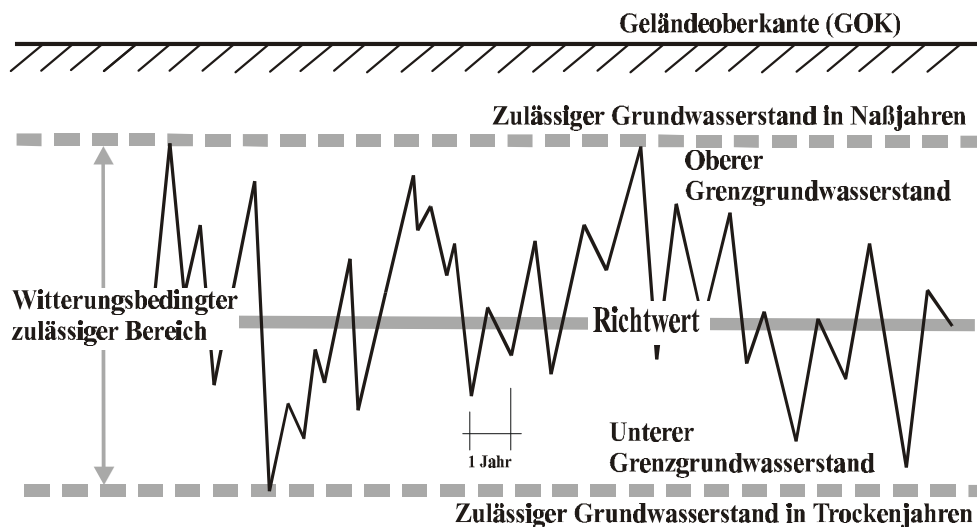


Abbildung 10: Schema der Richtwerte mittlerer Grundwasserstände

(3) Die Richtwerte mittlerer Grundwasserstände stellen das **Abwägungsergebnis** zwischen den **verschiedenen spezifischen Anforderungen** an den Grundwasserhaushalt dar, die in den Fachbeiträgen (Anlagen, Teil C) des Grundwasserbewirtschaftungsplanes dokumentiert und begründet werden.

(4) Zwischen den fachspezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt treten in allen Teilräumen **Widersprüche** auf, die eine **konfliktfreie Grundwasserbewirtschaftung** verhindern. Die auftretenden Konflikte erfordern eine **Bewertung der Auswirkungen**, die sich aus den Regelungen des Grundwasserbewirtschaftungsplanes ergeben. Die Abwägung zwischen verschiedenen Szenarien der Grundwasserbewirtschaftung erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse der Simulation des Grundwasserhaushaltes mit einem regionalen Grundwassermodell.

(5) Als Ausgangslage wurde den Berechnungen die Grundwasseroberfläche im Oktober 1990 und die mittleren Bilanzmengen des Grundwasserhaushaltes im Jahr 1990 zugrundegelegt. Die Differenz der berechneten Veränderungen zu den gemessenen Grundwasserständen am Stichtag Oktober 1990 muß auf einen für den Mittelwert repräsentativen Zeitraum bezogen werden. In der Regel zeigen die Ganglinien der Grundwasserstände im Hessischen Ried eine Absenkung durch Entnahmen Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre an. Seit Ende der 70er Jahre haben sich die Grundwasserstände auf ein niedrigeres Niveau eingestellt, wobei jahreszeitlich bedingte Schwankungen der Wasserspiegellagen weiterhin von den Auswirkungen trockener und feuchter Perioden überlagert werden. Das arithmetische Mittel aller Meßdaten der jeweiligen Meßstelle auf dem abgesenkten Niveau ist die Basis, zu der die berechnete Änderung der Grundwasserspiegellage hinzugezählt wird. Der um den neuen Mittelwert zu erwartende Schwankungsbereich wird aus früheren Meßreihen abgeleitet.

(6) Die in der Tabelle 6 angegebenen Richtwerte mittlerer Grundwasserstände sind verbindlich, soweit im Rahmen der jeweiligen Wasserrechtsverfahren und der fachtechnischen Überprüfung keine anderen Sachverhalte wie z.B. Geländehöhen, Gründungstiefen von Gebäuden, geohydrologische Gegebenheiten, örtliche Auswirkungen von Grundwasserentnahmen und -

anreicherungen etc. nachgewiesen werden. Die Lage der Referenzmeßstellen ist aus Abbildung 11 ersichtlich.

Tabelle 6: Richtwerte mittlerer Grundwasserstände an den Referenzmeßstellen

Teilraum Nr. Bezeichnung (1) (2)	Grundwassermeßstelle Gelände- höhe Lage Koordinaten (NN+m) (Rechts/Hochwert) (3) (4) (5)			Mittlerer GW-Stand (NN+m) Repräsen- tativer Zeitraum (6)	Richtwert Bewirtschaftungs- plan (7)	Zulässiger Bereich Oberer Unterer Grenzgrundwasser- stand (NN+m) (8) (9)	
1 Schönauer Hof	527.057	87,04	3457 850 / 5536 150	80,3	82,3	83,1	81,5
	527.079	88,35	3459 900 / 5537 470	83,0	83,7	84,5	83,0
	527.174	84,75	3457 770 / 5535 120	81,6	82,6	83,4	81,9
	527.295	84,64	3456 870 / 5537 540	80,7	82,3	83,3	81,3
2 Gerauer Land	527.017	91,93	3465 190 / 5535 920	90,1	90,1	91,0	89,0
	527.051	89,76	3464 100 / 5534 540	87,9	87,9	89,0	86,9
	527.169	89,35	3463 220 / 5536 070	87,9	87,9	88,6	87,1
	527.209	88,08	3462 890 / 5532 910	86,2	86,2	86,8	85,8
3 Mörfelden	527.010	96,04	3467 680 / 5536 410	94,3	94,2	95,0	93,7
	527.039	91,11	3464 900 / 5538 010	90,4	90,4	90,8	89,8
	527.285	101,55	3469 750 / 5534 270	98,6	98,6	99,8	97,8
4 Dornheim	527.157	84,75	3458 890 / 5527 990	83,1	83,1	83,8	82,6
	527.254	85,71	3460 220 / 5527 840	82,9	82,9	83,7	82,3
5 Darmstadt West	527.003	109,25	3471 170 / 5529 300	100,6	104,0	105,0	103,0
	527.161	99,01	3468 860 / 5528 000	91,7	93,9	94,9	93,0
	527.182	94,51	3466 970 / 5531 980	91,7	92,2	93,2	91,0
	527.184	106,22	3471 040 / 5531 980	102,0	103,6	104,8	102,4
	527.252	109,94	3471 200 / 5526 270	100,5	103,6	104,2	103,0
6 Pfungstadt	527.021	93,93	3468 450 / 5523 020	85,7	86,8	87,8	85,8
	527.022	90,28	3467 860 / 5521 330	86,1	87,2	87,9	86,5
	527.149	88,29	3465 760 / 5522 840	86,4	87,1	87,7	86,5
	527.150	89,79	3467 830 / 5522 730	86,2	87,3	88,0	86,6
7 Biebesheim	527.112	90,32	3463 080 / 5512 920	85,0	85,5	86,6	84,4
	527.256	88,52	3463 460 / 5516 360	85,0	85,7	86,8	84,6
	527.278	89,26	3463 630 / 5514 060	84,7	85,2	86,5	84,1
8 Allmendfeld	544.045	91,60	3466 840 / 5511 700	86,5	88,5	89,5	87,5
	544.138	92,79	3469 580 / 5511 240	90,0	90,5	91,0	90,0
	527.145	92,18	3469 130 / 5516 280	88,1	89,8	90,5	89,1
	527.253	90,83	3467 270 / 5516 390	86,4	87,9	88,9	86,9
	527.260	91,25	3466 930 / 5513 990	86,3	87,9	88,3	86,3
9 Jägersburger Wald	544.002	91,26	3464 810 / 5507 740	85,8	87,3	88,3	86,3
	544.018	92,47	3467 170 / 5507 590	87,7	89,1	90,1	88,1
	544.052	92,55	3466 640 / 5505 490	87,9	89,3	90,3	88,3
10 Lorscher Wald	544.007	89,70	3461 010 / 5501 950	87,2	88,1	88,8	87,4
	544.008	89,91	3463 200 / 5501 940	87,0	88,2	89,2	87,2
	544.010	93,50	3466 950 / 5501 970	89,2	90,5	91,5	89,5
	544.044	94,77	3466 620 / 5498 490	90,3	91,4	92,1	90,6
	544.049	95,72	3466 290 / 5495 630	90,2	91,0	91,7	90,3
	544.062	92,51	3466 950 / 5503 490	89,2	90,5	91,2	89,8
	544.170	94,64	3467 730 / 5500 600	90,6	91,7	92,5	90,9
	544.178	94,13	3463 560 / 5495 680	88,0	88,8	89,5	88,1
	544.190	90,88	3460 910 / 5498 990	86,6	87,4	88,3	86,5
11 Heppenheim	544.023	94,26	3471 780 / 5501 980	92,5	92,8	93,6	92,3
	544.032	95,86	3472 090 / 5498 140	93,7	94,0	94,8	93,5
	544.040	96,02	3472 310 / 5500 710	92,9	93,2	93,8	92,5
	544.174	94,36	3469 910 / 5500 910	92,6	93,2	94,1	92,3

- Anmerkungen:
- (6) Arithmetische Mittelwerte aus Grundwasserganglinien für meßstellenspezifische repräsentative Zeiträume
 - (7) Die angegebenen Grundwasserstände an den Referenzmeßstellen ergeben sich aus den berechneten Grundwasserspiegeldifferenzen gegenüber den Mittelwerten



Abbildung 11: Lage der ausgewählten Referenzmeßstellen im Hessischen Ried

6. Grundlagen und Ansätze der ökonomischen Bewertung

(1) Eine wesentliche Grundvoraussetzung der Bewertung war die Tatsache, daß der Entscheidungs- und Handlungskorridor für konfliktoptimierende Maßnahmen aus den verschiedenen Flächennutzungen und den spezifischen Anforderungen an den Grundwasserstand heraus nur sehr schmal ist. Bei der Umsetzung von Bewirtschaftungsmaßnahmen muß fein abgestimmt werden zwischen dem Risiko von Flächenvernässungen und -trocknis.

(2) Die mit der Umsetzung der Bewirtschaftungsmaßnahmen verbundenen Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt, insbesondere die Spiegellage, wurden für verschiedene Bewirtschaftungsszenarien mit unterschiedlichen Ziel-Optionen mittels eines Grundwassermodells berechnet. Die Berechnungsergebnisse waren Grundlage des Abwägungsverfahrens des Bewirtschaftungsplanes, das quasi „iterativ“ den angestrebten konfliktoptimalen Zustand anstrebte.

(3) Aus den Grundlagendaten der Modellrechnungen war zum Zeitpunkt der Erstellung des Grundwasserbewirtschaftungsplanes ersichtlich, daß insbesondere bezüglich

- des Geländehöhenmodells,
- der Verifikation der nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserhaushalt,
- der optimalen Netzstruktur des Modells,
- der Positionierung und Dimensionierung von Instrumenten der Grundwasserbewirtschaftung und
- der Datengrundlage aufgrund des Maßstabes der Auflösung der Raumstruktur

zum Teil beträchtliche Defizite in der Handhabung des Modells und in der Aussagefähigkeit der Rechenergebnisse zu erwarten sind. Einen Teil der besonders kritischen Defizite konnte durch gezielte Nacherhebungen in Siedlungsbereichen (Geländehöhen, Einbindetiefen der Gebäude, Geländedaten der Friedhöfe) vermindert werden. Die Abwägung der verschiedenen nutzungsspezifischen Anforderungen zeigte jedoch, daß die Auswirkungen der Bewirtschaftung auf engstem Raume miteinander konfliktieren. Eine Abwägung ohne Unterstützung durch

ein rechnergestütztes Datenbank-, Flächenbilanzierungs- und -bewertungssystem ist im Hessischen Ried nicht möglich bzw. nicht zielführend.

(4) Auf der Basis des vorliegenden empirischen Materials ergibt sich hinsichtlich der quantitativen Pegelstandswirkungen folgende Vorgehensweise:

Schritt 1 (Hauptnutzungen):

Entsprechend den Veränderungen des Grundwasserpegels werden die jeweiligen **Veränderungen der Nutzungsqualität** von Flächen der **unterschiedlichen Nutzungsarten** festgestellt (siehe Abbildung 12). Dies geschieht über sogenannte **Verbesserungs- bzw. Verschlechterungsfaktoren**, die für die jeweiligen Wanderungen der Einzelflächen in neue Qualitätszonen relevant sind. Diese Faktoren werden mit den **maximal möglichen Ertrags- bzw. Vermögenswerten** der betreffenden Flächen multipliziert (siehe Abbildung 13). Um die Ergebnisgrößen zu vereinheitlichen, werden die Ertragswerte mittels Division durch den langfristigen realen Zinssatz in Höhe von 3 % in **Vermögenswerte** umgerechnet. Die Ertrags- und Vermögenswerte pro Flächeneinheit in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzungsart sind der nachfolgenden Übersicht (Tabelle 7) zu entnehmen:

(5) Schritt 2 (Überlagernde Nutzungen):

Bei den Überlagernden Nutzungen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- a) Für den Fall, daß sich eine **Verbesserung für den Naturschutz** auf einer Fläche ergibt, die **keiner Reduzierung der Ertrags- und Vermögenswerte** in der bestehenden Hauptnutzungsart unterliegt, werden 50 % der Verbesserung beim Naturschutz als **ökologisches Entwicklungspotential** in Ansatz gebracht.
- b) Für den Fall, daß sich eine **Verbesserung für den Naturschutz** auf einer Fläche ergibt, die eine **bereits verbuchte Reduzierung der Ertrags- und Vermögenswerte** in der bestehenden Hauptnutzungsart erfährt, werden 25 % der Verbesserung dem **Rekultivierungswert Naturschutz** zugerechnet, während weitere 25 % als **ökologisches Entwicklungspotential** verbucht werden.

(6) Es zeigt sich, daß **Höhe und Struktur der Vor- und Nachteile** gemäß den Natur- und Siedlungsbedingungen **starke Unterschiede** aufweisen. Darüber hinaus läßt sich ein aussage-

fähiges Bild hinsichtlich der **Betroffenheit** der einzelnen Bereiche von **Ökonomie und Ökologie** durch die Veränderung der Pegelstände im Hessischen Ried gewinnen.

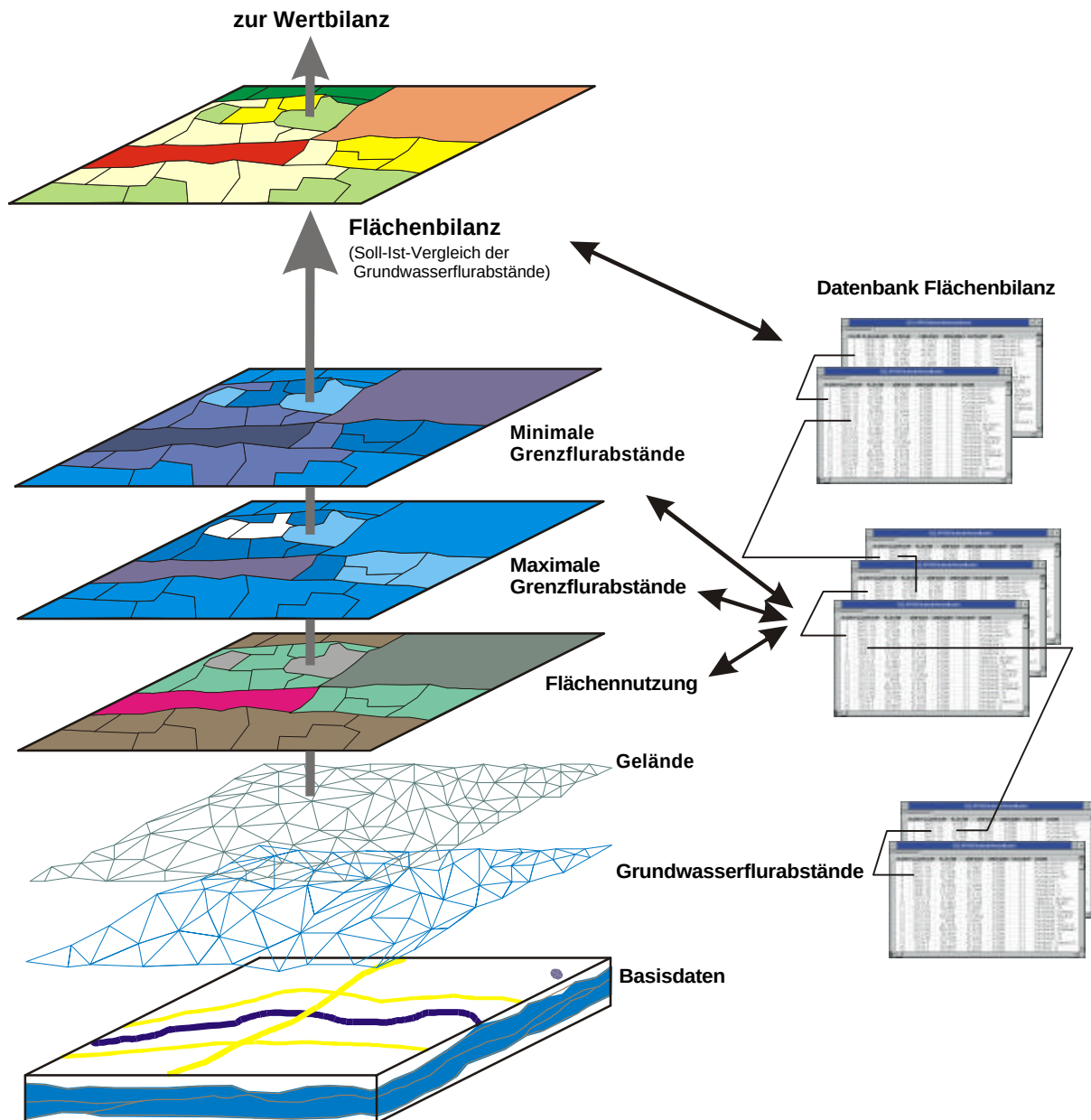


Abbildung 12: Schematischer Aufbau der Flächenbilanz

(7) In den Abbildungen 12 und 13 ist das Schema des zur Umsetzung des Grundwasserbewirtschaftungsplanes entwickelten und angewendeten **Simulationsmodells** zur Bilanzierung und Bewertung der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen von Eingriffen in den Grundwasserhaushalt wiedergegeben. Das Modell berücksichtigt den erforderlichen spezifischen Zuschnitt des Rechenschemas wie auch die methodische Problematik der zur Bewertung er-

forderlichen Vielzahl zu beachtender Flächendaten und -informationen. Die Ergebnisse der Bilanzierung und Bewertung sind in Kapitel 7 beschrieben.

Tabelle 7: Spezifische Ertrags- und Vermögenswerte

Nutzung (-) (1)	Oberer Unterer Grenzflurabstand (m unter GOK) (2) (3)		Zul. Abweichung Oberer Unterer Grenzflurabstand (m) (4) (5)		Spezifisches Standort- potential (DM/ha; DM/ha/Jahr) (6)	Spezifische Schadensver- meidungskosten (7)
Landwirtschaft					(DM/ha/Jahr)	
* Acker (leicht)	2,0	5,0	1,5	5,5	4.000	
* Acker (schwer)	2,0	5,0	1,5	5,5	1.800	
* Grünland	1,25	1,5	1,0	1,75	500	
Natur- und Landschaftsschutz					(DM/ha)	
* Niedermoore	0,0	0,0	0,0	0,25	40 * 6.200	
* Anmoorgley	0,5	0,5	0,0	1,0	30 * 6.200	
* Auengley	1,0	1,0	0,5	1,5	25 * 6.200	
* Br. Auenboden	2,0	2,0	1,5	2,5	20 * 6.200	
* Sonderstandorte	5,0	5,0	4,5	5,5	10 * 6.200	
Entwicklungsflächen aus landwirtschaftlichen Flächen					aus Acker	
* zu Feuchtwiesen	1,0	1,0	0,5	1,5	25 * 6.200	
					aus Grünland	
					20 * 6.200	
* zwischen NSG	0,5	0,5	0,0	1,0	10 * 6.200	
Entwicklungsflächen aus Waldflächen						
* Feuchter Wald	1,0	1,0	0,5	1,5	25 * 6.200	
* Bruchwald	0,5	0,5	0,0	1,0	30 * 6.200	
Wald - Tabuflächen (Standortpotential vorrangig ökologisch bestimmt)						
* Naß	0,0	1,0	0,0	1,0	30 * 6.200	
* Feucht	0,5	2,0	1,0	2,5	20 * 6.200	
Wald - Tabuflächen (Standortpotential ökologisch und ökonomisch bestimmt)						
* Frisch-feucht	1,5	3,5	1,0	4,0	15 * 6.200 DM/ha	600 DM/ha/Jahr
* andere	2,5	5,0	2,0	5,5	5 * 6.200 DM/ha	600 DM/ha/Jahr
Wald - Sanierungsflächen						
(mittelfristig)	2,5	2,5	2,0	3,0	20 * 6.200 DM/ha	600 DM/ha/Jahr
Grundwasserunabhängige Waldstandorte (Standortpotential vorrangig ökonomisch bestimmt)						
* alle	3,5	-	3,0	-	900 DM/ha/Jahr	
Siedlungsgebiete						DM/ha
Vernässung:						500.000
Punktuelle Werte	bleiben erhalten und sind örtlich zu prüfen				Einzelnachweise erforderlich	
Setzung:						500.000
Punktuelle Werte	bleiben erhalten und sind örtlich zu prüfen				Einzelnachweise erforderlich	
Schadstoffquellen						
Punktuelle Werte	bleiben erhalten und sind örtlich zu prüfen				Einzelnachweise erforderlich	

Anmerkungen:

(2)(3) Angaben der entsprechenden Fachbeiträge

(4)(5) Spezifisches Standortpotential im Rahmen der zulässigen Abweichungen vom Grenzflurabstand 100 %

(4)(5) Die zulässigen Abweichungen (oben und unten) ergeben sich aus topographischen Gründen (Geländere relief)

Landwirtschaft: Natürliche Standorteignung; Ertragspotential

Wald: Teilweise vorrangig ökologisch bzw. ökonomisch bestimmtes Standortpotential, teilweise Überlagerung

Natur- und Landschaftsschutz: Wertdifferenzen aus der Ausgleichsabgabenverordnung (vereinfacht)

Das ökologische Standortpotential orientiert sich an der Hess. Ausgleichsabgabenverordnung (AAV): Ökolog. Wertindex (ÖWI)

Ökologischer Wertindex - ÖWI: Differenz mittlerer Wertpunkte nach AAV in Abhängigkeit vom Grundwasserstand

Ökonomischer Flächenwert: 6.200 DM/ha/Wertpunkt (ÖWI)

Siedlungsgebiete: Schadensvermeidungskosten (bauliche und wasserwirtschaftliche Maßnahmen)

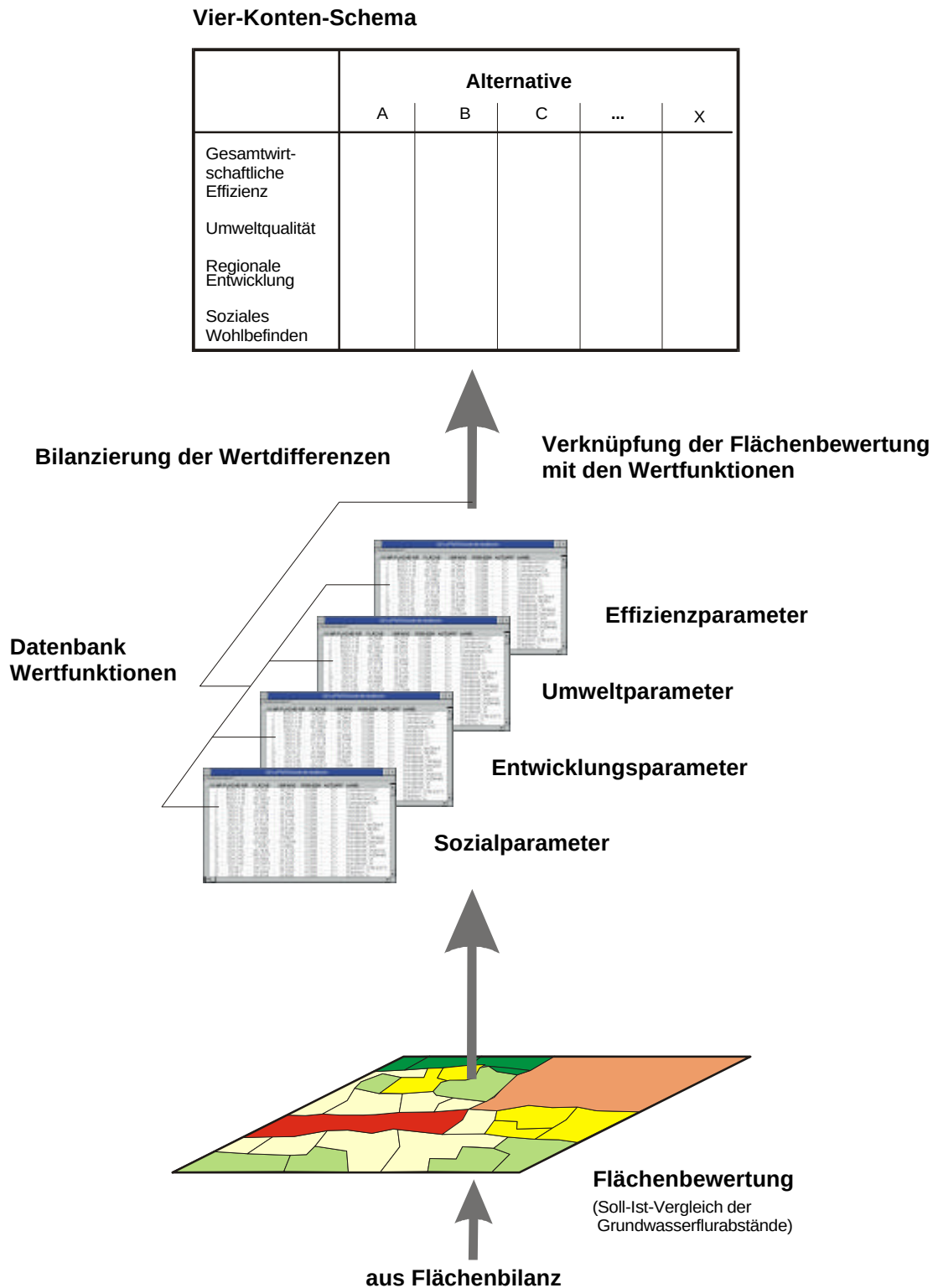


Abbildung 13: Schematischer Aufbau der Wertbilanz

7. Ergebnisse der Bewertung

7. Ergebnisse der Bewertung

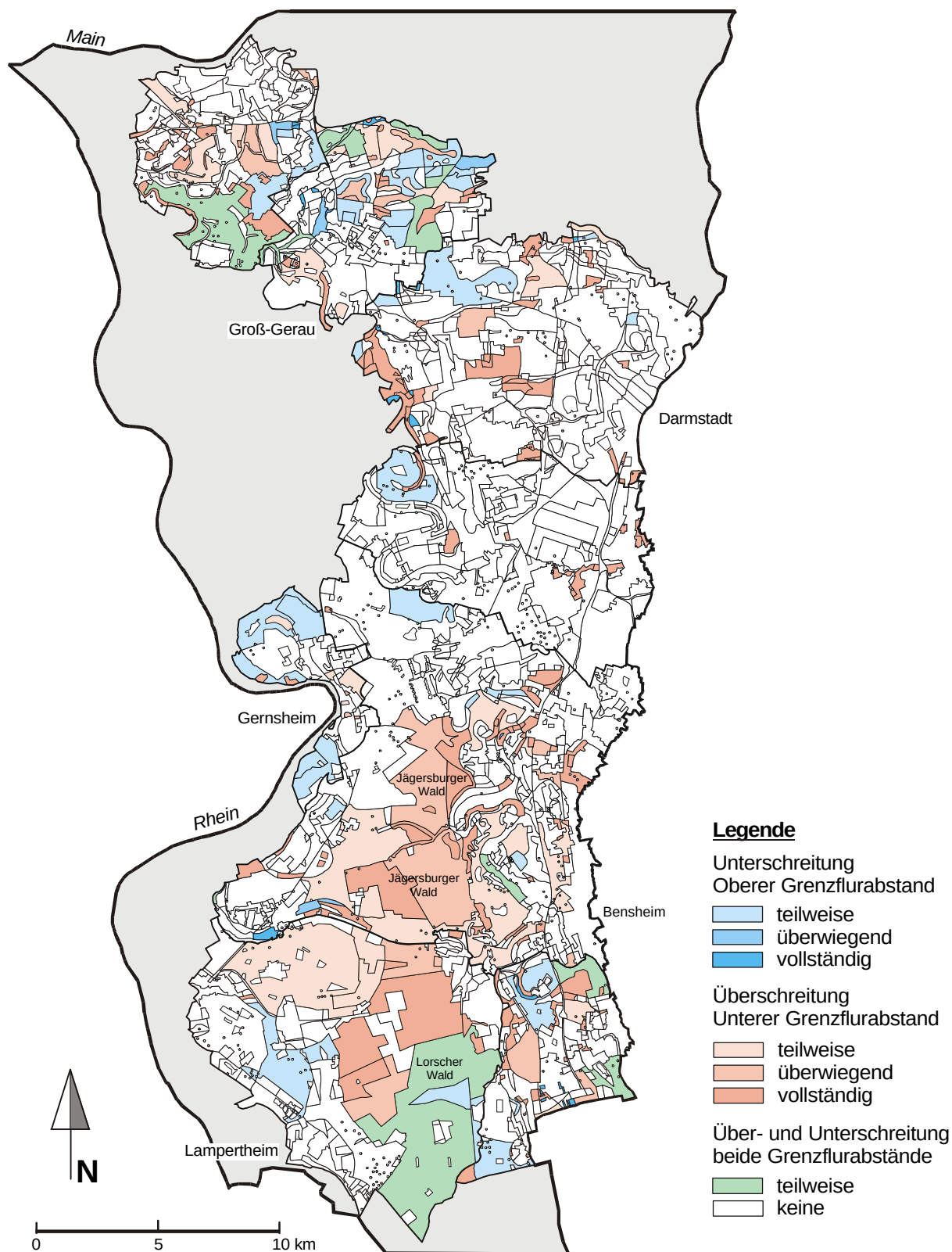
7.1 Konfliktpotentiale und Bilanz der Flächenwanderungen

(1) In Verbindung mit der **Umsetzung des Grundwasserbewirtschaftungsplans** wurden die Veränderungen des **Grundwasserflurabstandes** sowie die entsprechenden Veränderungen der **Nutzungsqualität von Flächen** verschiedener Nutzungsarten festgestellt. Dies geschieht über **Verbesserungs- und Verschlechterungsfaktoren**, die für die jeweiligen Wanderungen der Einzelflächen in **neue Qualitätsbereiche** relevant sind. Die ermittelten Flächen- wie auch die Wertbilanzen werden nachfolgend dokumentiert.

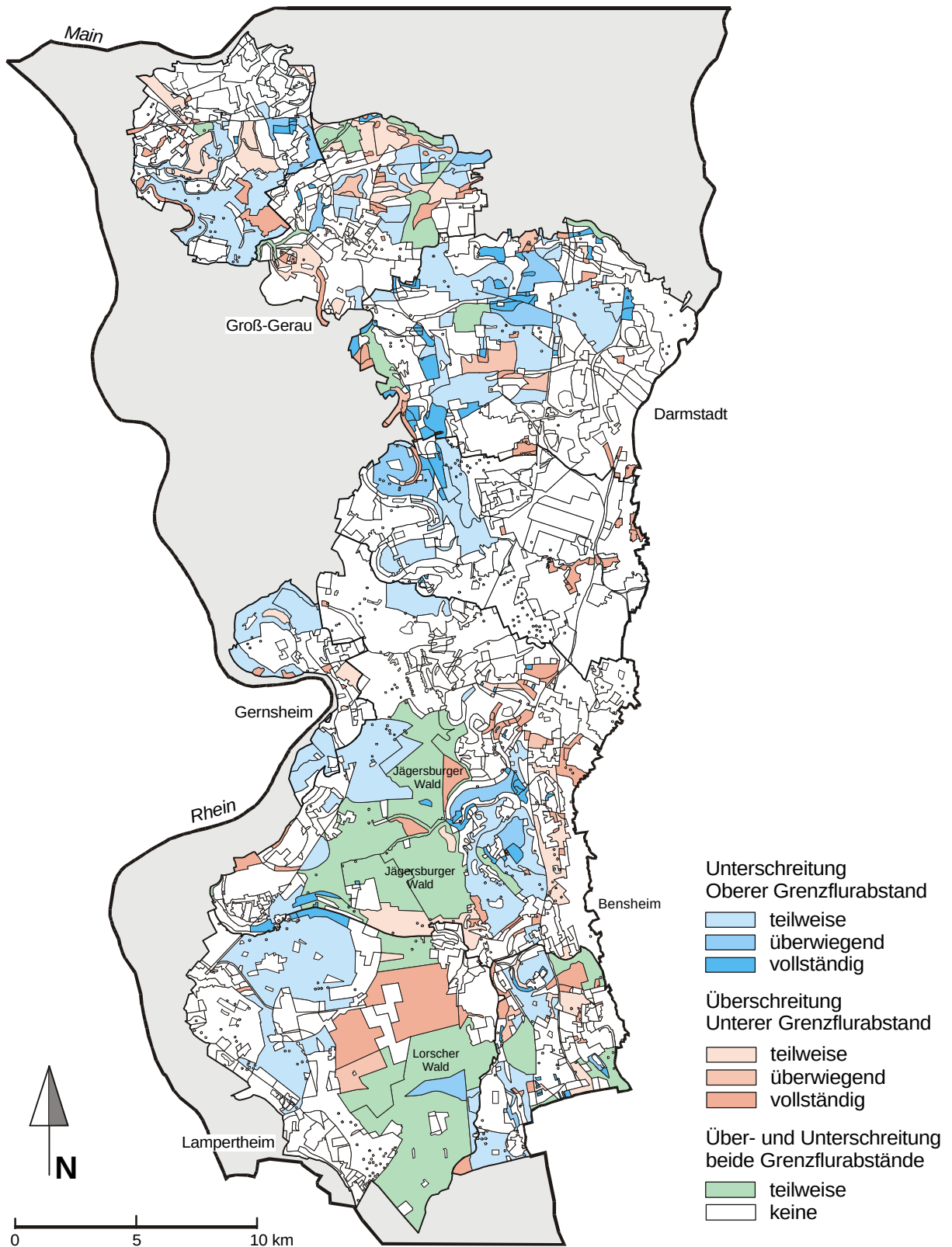
(2) In den Abbildungen 14 bis 17 sind die aus der Flächenbilanz der Teilräume **resultierenden Konfliktsituationen** für die Haupt- und die Überlagernden Nutzungen des Referenzzeitraumes Oktober 1990 und des Bewirtschaftungsplanes nach dessen Umsetzung dargestellt. Die einzelnen Flächen geben die entsprechend der nutzungsspezifischen Anforderungen an den Grundwasserstand vorgenommene Konflikteinstufung nach den Kategorien: zu naß, zu trocken (mit den Abstufungen: teilweise, überwiegend, vollständig), gleichzeitig zu naß und zu trocken und ohne Konflikt wieder. Die Flächenveränderungen (Wanderungen in andere Qualitätszonen) zwischen den beiden Vergleichszuständen begründen den Umfang und die Qualität des mit der Umsetzung des Bewirtschaftungspotentials einhergehenden Konfliktpotentials.

(3) In Tabelle 8 ist die Veränderung der Flächenqualität in Bezug auf die **spezifischen Anforderungen der Hauptnutzungen** wiedergegeben. Der zentrale Einwirkungsbereich der Grundwasserförderung und -infiltration umfaßt 61.631 ha. Die Tabelle gibt die Summe aller **teilräumlichen Veränderungen** wieder. Die Flächenveränderungen der einzelnen Teilräume sind tabellarisch im Anhang dokumentiert.

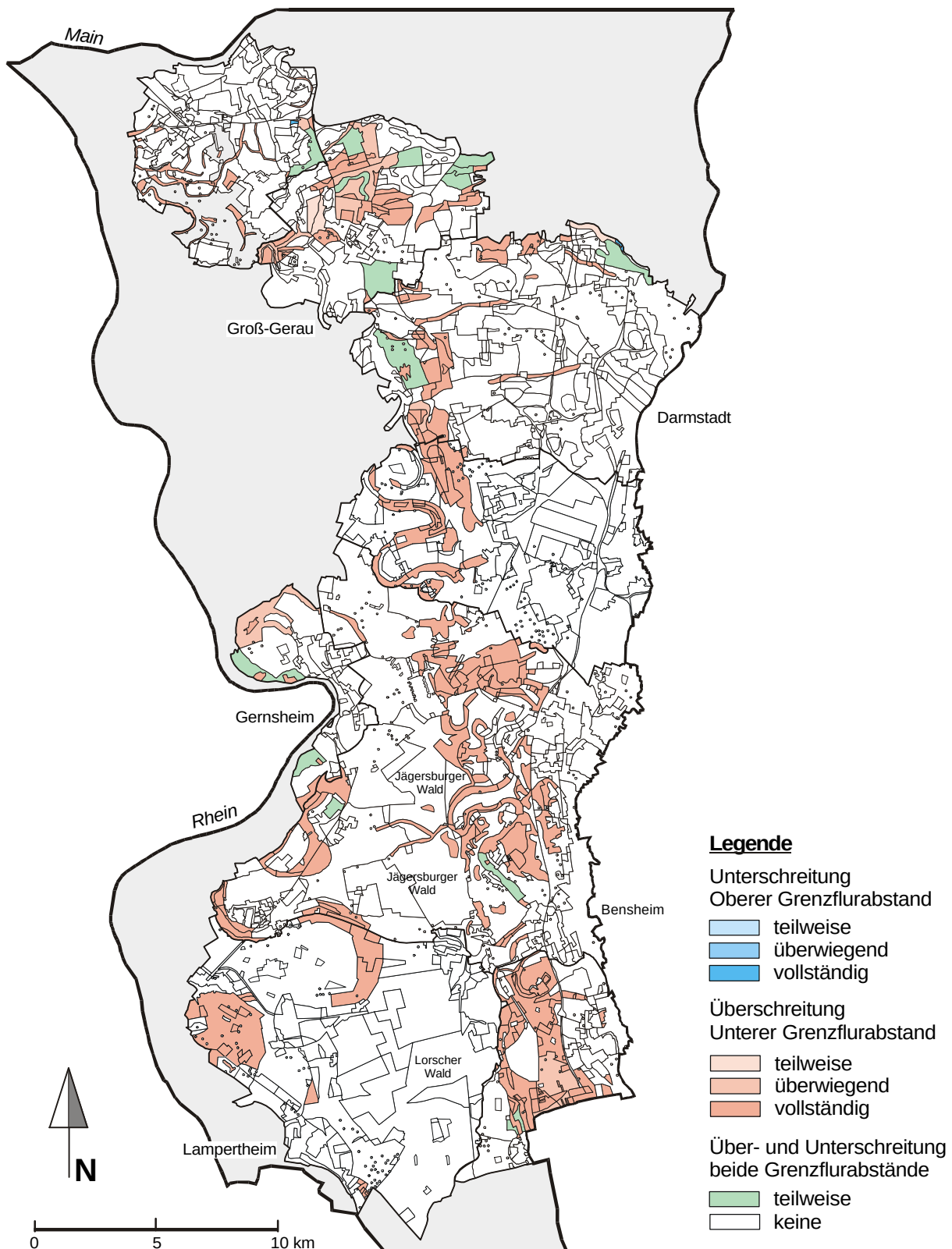
(4) Nach Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes werden unter 52.087 ha (84,5 %) die Grundwasserstände innerhalb der von den verschiedenen **Hauptnutzungen** geforderten mittleren Grundwasserstände liegen. Gegenüber dem Referenzzeitraum Oktober 1990 bedeutet dies eine Abnahme um 251 ha (0,4 %). Die Flächen mit insgesamt oder teilweise zu niedrigen Grundwasserständen (Trocknis) **nehmen** von 8.609 ha (14,0 %) um 2.317 ha (3,8 %) auf 6.292 ha (10,2 %) **ab**.



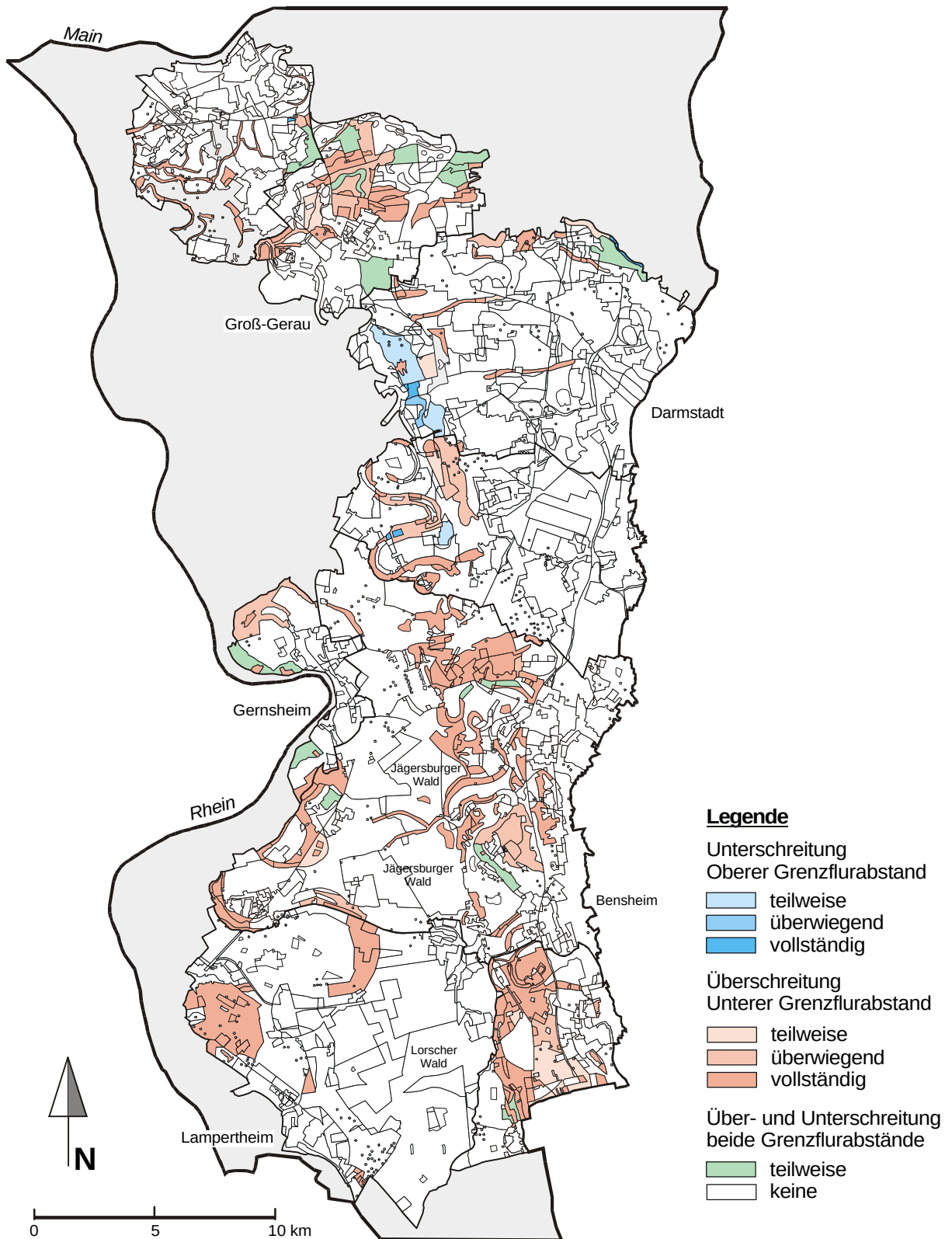
**Abbildung 14: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen > 0,25 m
Konfliktflächen der Hauptnutzung (Oktober 1990)**



**Abbildung 15: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen $> 0,25$ m
Konfliktflächen der Hauptnutzung (Bewirtschaftungsplan)**



**Abbildung 16: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen > 0,25 m
Konfliktflächen der Überlagernden Nutzung (Oktober 1990)**



**Abbildung 17: Teilräume mit Grundwasserspiegeldifferenzen > 0,25 m
Konfliktflächen der Überlagernden Nutzung (Bewirtschaftungsplan)**

Tabelle 8: Veränderung der Grundwasserverhältnisse mit Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes (Flächenbilanz aller Hauptnutzungen)

nach			Bewirtschaftungsplan							Summe
von Stand	Nr.	Bereich	Vernässungsbereich			innerhalb Grenzen	Trocknisbereich			
			100%	66%	33%		33%	66%	100%	
			7	5	3		1	2	4	
Stand Oktober 1990	7	100%	125	0	0	0	0	0	0	125
	5	Vernässungs-	58	91	0	0	0	0	0	149
	3	bereich	53	58	297	1	0	0	0	409
	1	innerhalb Grenzen	157	630	1.690	49.852	10	0	0	52.338
	2	33%	11	0	14	1.396	2.264	0	0	3.684
	4	Trocknis-	0	16	22	127	6	26	0	197
	6	bereich	0	24	8	711	220	275	3.490	4.728
Summe aller Teilflächen:			404	818	2.030	52.087	2.501	301	3.490	61.631

(5) Die **vernässungsgefährdeten Flächen** (teilweise oder insgesamt zu hoher Grundwasserstand) nehmen hingegen von 682 ha (1,1 %) im Oktober 1990 auf 2.569 ha (5,3 %) **deutlich zu**. In Tabelle 9 ist die Veränderung der Flächenqualität in Bezug auf die spezifischen Anforderungen der Überlagernden Nutzungen wiedergegeben.

Tabelle 9: Veränderung der Grundwasserverhältnisse mit Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes (Flächenbilanz aller Überlagernden Nutzungen)

von Stand Nr. Bereich			Bewirtschaftungsplan							Summe
			Vernässungsbereich			innerhalb Grenzen	Trocknisbereich			
			100%	66%	33%		33%	66%	100%	
			7	5	3	1	2	4	6	
Stand Oktober 1990	7	100%	4	0	0	0	0	0	0	4
	5	Vernässungs-	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	bereich	0	0	6	0	0	0	0	6
	1	innerhalb Grenzen	0	14	41	8.607	0	0	0	8.662
	2		0	0	0	619	423	0	0	1.042
	4	Trocknis-	0	0	0	650	308	1.159	0	2.116
	6	bereich	0	0	0	313	657	1.305	4.736	7.011
Summe aller Teilflächen:			4	14	46	10.188	1.387	2.464	4.736	18.840

(6) Nur auf 18.840 ha (30,6 % der Hauptnutzungsfläche des zentralen Einwirkungsbereiches) sind Überlagernde Nutzungen ausgewiesen. Die größtenteils vom Natur- und Landschaftsschutz bestimmten Anforderungen an den Grundwasserstand haben zu überwiegenden Anteilen höhere Grundwasserstände zum Ziel. Die **Vernässungspotentiale** sind dementsprechend den Hauptnutzungen gegenüber **geringer** ausgebildet.

(7) Der Flächenanteil der **Überlagernden Nutzungen**, die innerhalb der geforderten mittleren Grundwasserstände liegen, steigt **bei Umsetzung** des Bewirtschaftungsplans von 8.662 ha (46 %) auf 10.188 ha (54,1 %). Die **Vernässungspotentiale steigen** von 10 ha (0,1 %) auf 64 ha (0,3 %). Die Flächen von trocknisgefährdeten Bereichen (insgesamt oder teilweise zu niedrige Grundwasserstände) nimmt von 10.169 ha (54 %) auf 8.587 ha (45,6 %) ab.

(8) In den Abbildungen 18 und 19 sind die als Folge der Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes eintretenden Veränderungen der **Flächenqualität** (Flächenwanderungen) graphisch dargestellt. Der Grundwasserspiegel im Hessischen Ried an keiner Stelle abgesenkt, sondern bleibt entweder gleich oder wird angehoben. Die mittlere Anhebung des Grundwasserspiegels beträgt für den zentralen Einwirkungsbereich 1,20 m. In Abbildung 18 sind die mittleren Anstiege für die Teilräume aufgeführt. In den Abbildungen 19 und 20 ist die Anhebungstendenz an der gleichförmigen Pfeilrichtung der Flächenveränderungen erkennbar. Das bedeutet für die Bewertung, daß **vier generelle Zustände** unterschieden werden können:

1. Die Fläche bleibt auch nach Umsetzung der Maßnahmen in der bestehenden Wert-Kategorie (bleibt zu trocken, bleibt zu naß oder bleibt innerhalb der Anforderungen).
2. Das flächenhafte Vernässungspotential nimmt zu.
3. Das flächenhafte Trocknispotential nimmt ab.
4. Das flächenhafte Trocknispotential nimmt ab, gleichzeitig steigt jedoch das Vernässungspotential an.

(9) Die **Zunahme** von Flächen mit **Vernässungspotential** fällt für die Hauptnutzungen mit 2.569 ha **etwas höher** aus als die **flächenhafte Abnahme** des **Trocknispotentials** (2.317 ha). Die Überlagernden Nutzungen zeigen hier deutlich abweichende Entwicklungen der Flächenqualität. Während für eine Fläche von 54 ha eine Zunahme des Vernässungspotentials festgestellt wird, nehmen die Trocknispotentiale mit 1.582 ha um ein **Vielfaches** ab.

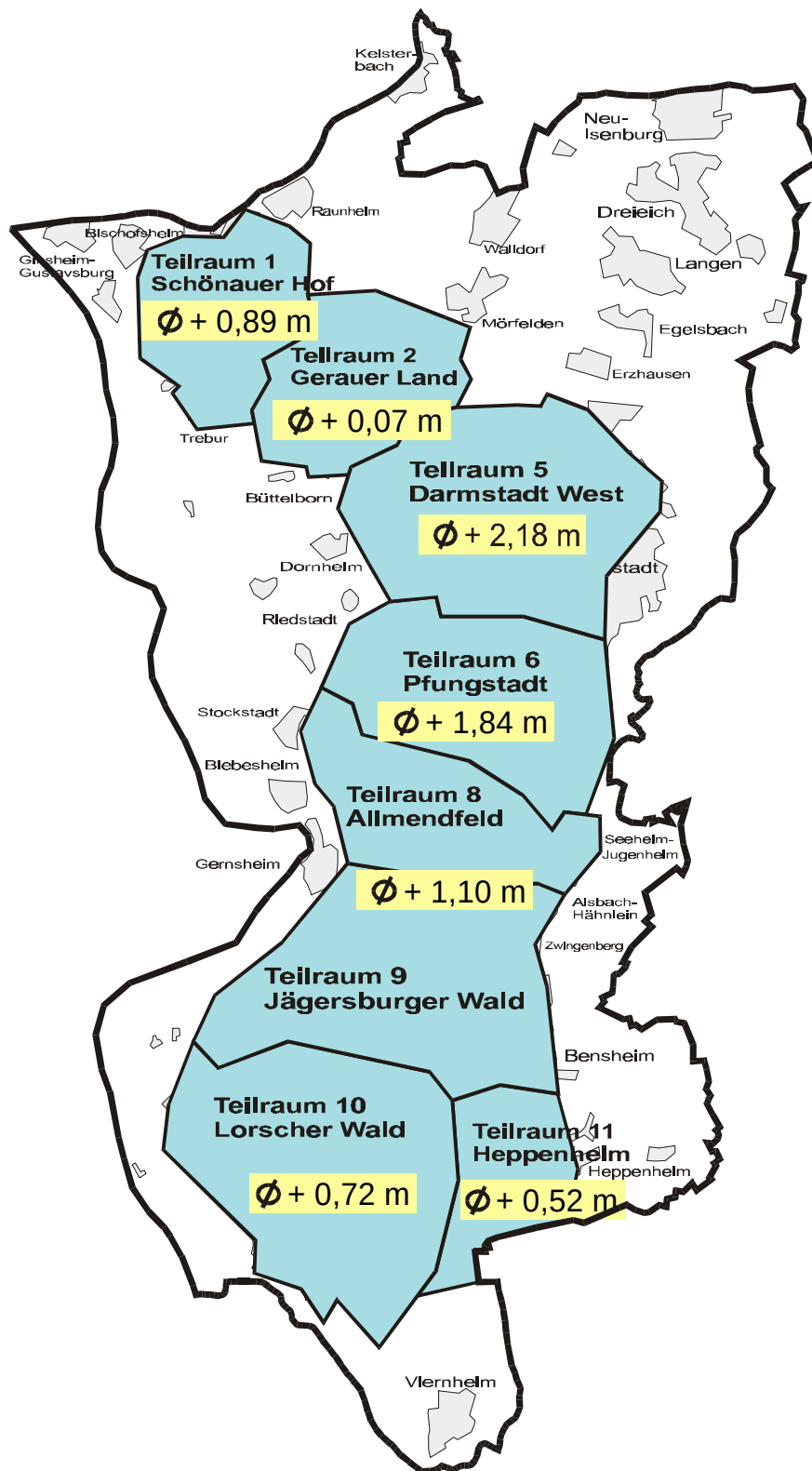
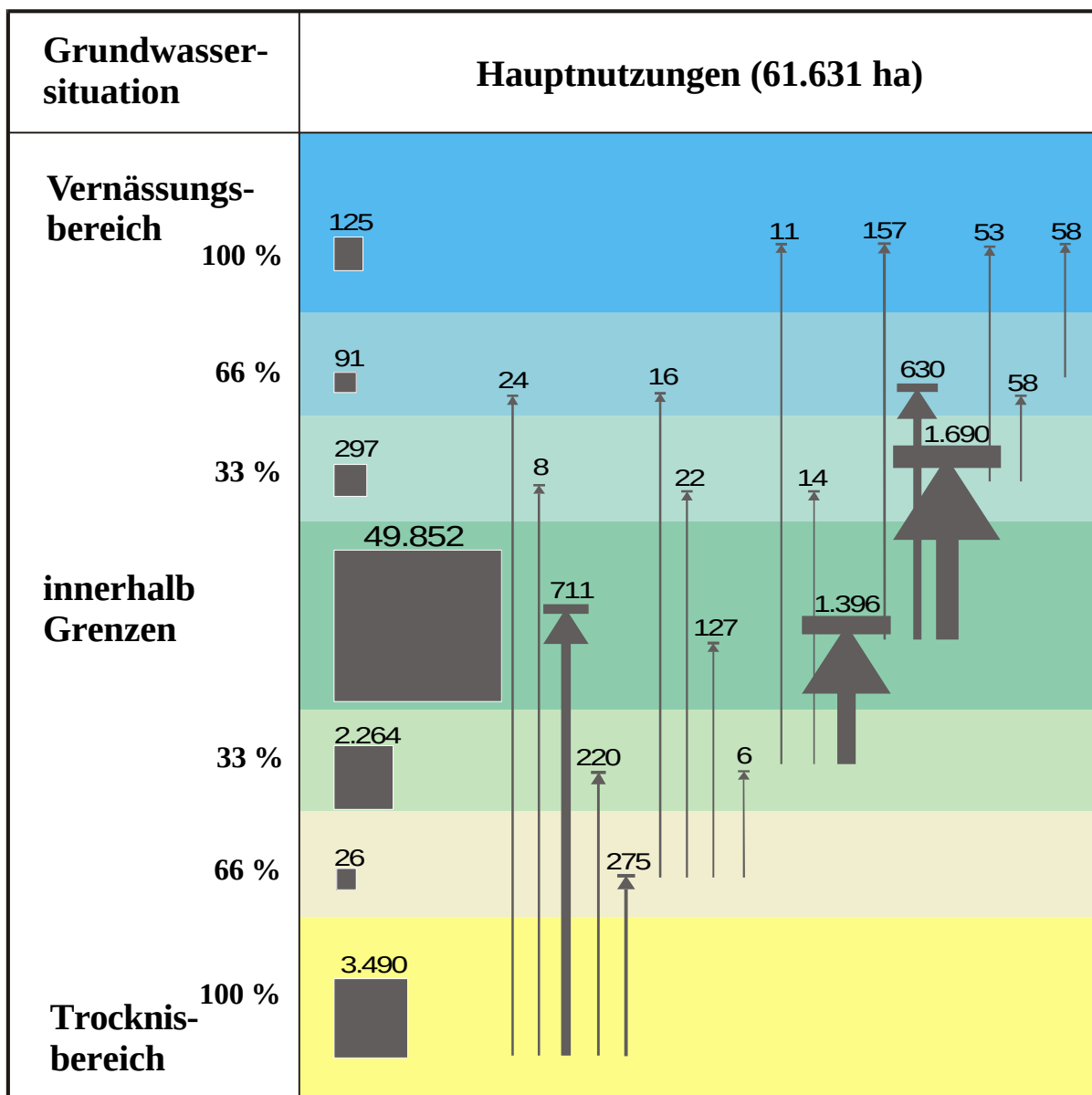
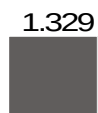


Abbildung 18: Anstieg des mittleren Grundwasserstandes in den Teilräumen unter Berücksichtigung der angestrebten Grenzflurabstände



Erläuterungen:

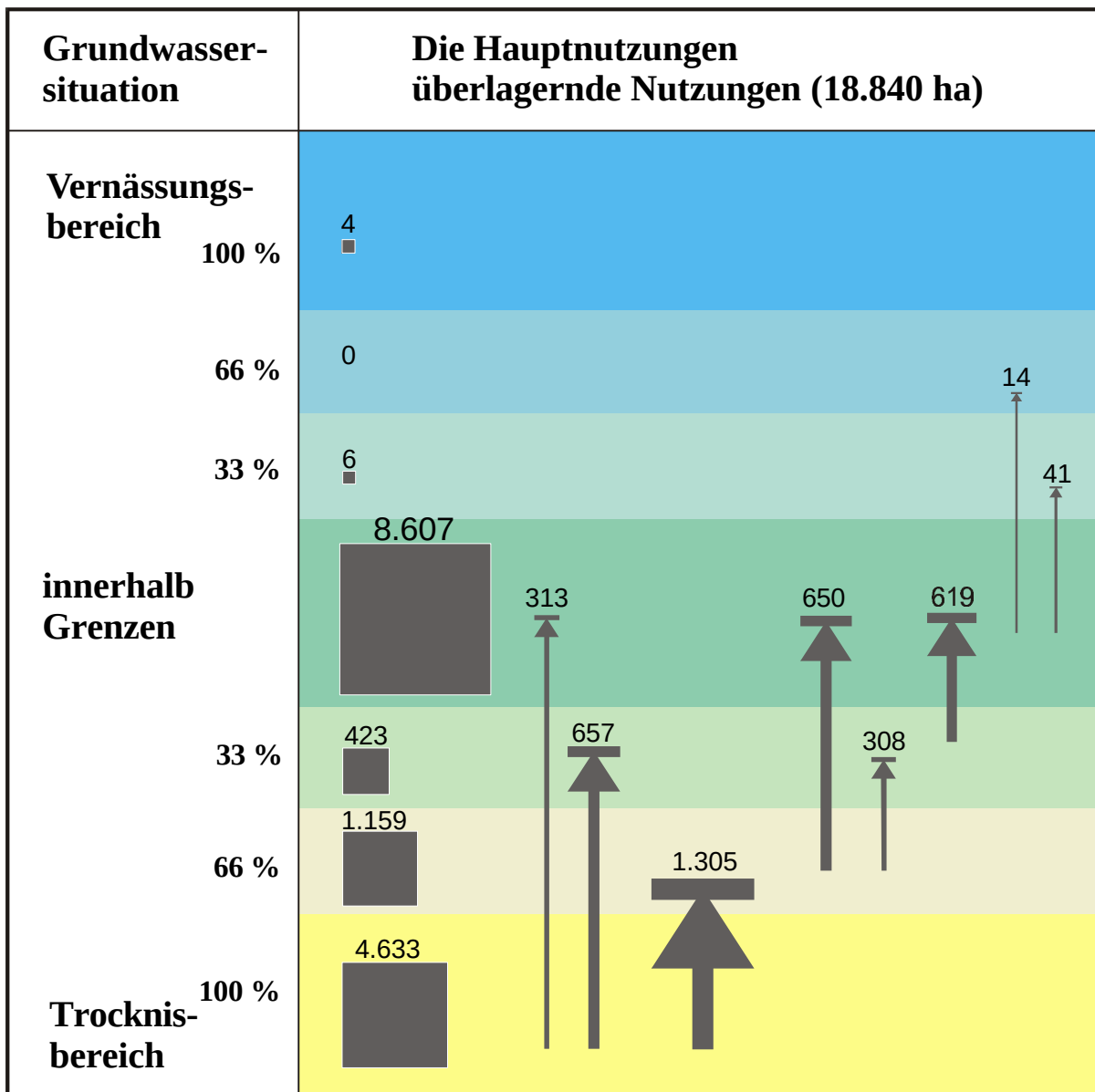


Flächen, die in der gleichen Situation bleiben (ha)



Flächen, die ihre Situation verändern (ha)

Abbildung 19: Veränderung der Flächenqualität (Hauptnutzung) durch die Umsetzung des Grundwasserbewirtschaftungsplanes im Hessischen Ried



Erläuterungen:



Flächen, die in der gleichen Situation bleiben (ha)



Flächen, die ihre Situation verändern (ha)

Abbildung 20: Veränderung der Flächenqualität (Überlagernde Nutzung) durch die Umsetzung des Grundwasserbewirtschaftungsplanes im Hessischen Ried

7.2 Ökonomische Bewertung der Auswirkungen der Maßnahmen des Grundwasserbewirtschaftungsplanes Hessisches Ried

(1) Die Wanderungsbilanzen der **Einzelflächen in neue Qualitätszonen** sind in Kapitel 7.1 aufgeführt. Die Monetarisierung der Qualitätsveränderungen erfolgt analog der in Kapitel 4 dokumentierten Vorgehensweise auf der Basis der Flächenwanderungen. Entsprechend der veränderten Grundwasserstände werden die jeweiligen Veränderungen der Nutzungsqualität in ihrem flächenhaften Ausmaß für die verschiedenen Nutzungsgruppen festgestellt. Die Wanderung zwischen den Qualitätszonen wird in **Verbesserungs- oder Verschlechterungsfaktoren** umgerechnet, die dann mit den **spezifischen Ertrags- bzw. Vermögenswerten** der betroffenen Flächen multipliziert werden. Aus der Flächenbilanz kann so das **Mengengerüst der Sicherungs- und Wirkungskosten** erarbeitet werden.

(2) Das **Mengengerüst** berücksichtigt kostenseitig im wasserwirtschaftlichen Bereich sowohl die Kosten zur Gewährleistung eines ökologisch wünschenswerten Grundwasserstandes (**Grundwasserstands-Sicherungskosten**) als auch die Kosten, die sich aus den negativen Effekten eines Grundwasserstandes ergeben (**Grundwasserstands-Wirkungskosten**). Die Wirkungskosten bilden das Saldo aus den **wirtschaftlichen Vor- und Nachteilen**, die sich aus den Veränderungen des Grundwasserstandes ergeben. In Tabelle 10 sind die **ökonomischen Wirkungskosten** (ökonomische Effizienz) aufgeführt, die für die Hauptnutzungen ermittelt wurden. Aus den Überlagernden Nutzungen resultieren keine ökonomischen Wirkungskosten.

Tabelle 10: Flächenbilanz der ökonomischen Effizienz (Wert in DM)
Veränderung der Teilflächen; Summe der Hauptnutzungen

nach			Bewirtschaftungsplan							Summe
von			Vernässungsbereich			innerhalb	Trocknisbereich			
Stand	Nr.	Bereich	100%	66%	33%	Grenzen	33%	66%	100%	
			7	5	3	1	2	4	6	
Stand Oktober 1990	7	100%	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	Vernässungs-	66%	-20.645	0	0	0	0	0	-20.645
	3	bereich	33%	-4.192.960	-1.805.340	0	24.750	0	0	-5.973.550
	1	innerhalb Grenzen		-2.604.473	-6.142.067	-20.204.513	0	-5.892	0	0
	2		33%	0	0	0	956.086	0	0	0
	4	Trocknis-	66%	0	0	3.569	168.516	3.777	0	0
	6	bereich	100%	0	3.904	2.605	323.176	10.423	64.084	0
Summe aller Teilflächen:			-6.818.078	-7.943.504	-20.198.340	1.472.529	8.308	64.084	0	-33.415.001

(3) Die **Analyse der Kostenverteilung** nach einem Nutzen-Kosten-Schema in Tabelle 10 zeigt, daß in der Summe aller Hauptnutzungen **kein ökonomischer Vorteil** (Gewinne) aus dem Bewirtschaftungsplan gegenüber dem Referenzzeitraum Oktober 1990 (Status quo der Berechnungen) entsteht. Die Kosten-Nutzen-Rechnung ergibt für die ökonomische Effizienz der Hauptnutzungen des Bewirtschaftungsplanes mit -33,4 Mio. DM ein **eindeutig negatives Ergebnis** (Verluste).

(4) Im Anhang ist die **ökonomische Effizienz** für die Summe der Teilräume differenziert nach den **spezifischen Hauptnutzungen** wiedergegeben. Der weitaus größte Kostenanteil (31,0 Mio. DM) entfällt auf die **Sicherungskosten** gegen unzulässige Vernässungen in den **besiedelten Flächen**; die Abwehr vernässungsbedingter Gefährdungen im **Deponiebereich** umfaßt Kosten von 2,7 Mio. DM.

(5) Für die Hauptnutzungen Wald (ca. 44.000 DM) und die Landwirtschaft (ca. 240.000 DM) werden für den Bewirtschaftungsplan gegenüber der Referenzsituation Oktober 1990 **positive Wirkungskosten** berechnet, d.h., die ökonomische Situation verbessert sich. Die ökonomische Effizienz der einzelnen Teilräume ist im Anhang ausführlich dokumentiert.

(6) Die **Flächenbilanz der ökologischen Effizienz** ist für die Hauptnutzungen des Bewirtschaftungsplanes in Tabelle 11 wiedergegeben, für die Überlagernden Nutzungen in Tabelle 12. Die **monetarierten Nutzen- und Kostenkategorien** der ökologischen Effizienz stammen aus dem Natur- und Landschaftsschutz sowie der Waldökologie. Die ökologischen Leitbilder im Hessischen Ried zielen in großen Flächenbereichen auf die **Wiederherstellung** (Restauration durch Rekultivierung) der „**natürlichen**“ **Standortverhältnisse** ab oder auf Annäherung an diese.

(7) Die mit dem Bewirtschaftungsplan einhergehende Wanderung der Flächen in „**feuchtere**“ **Qualitätszonen** (siehe Abbildungen 19 und 20) bedeutet vor dem Hintergrund des **ökologischen Leitbildes** „nasses Ried“ eine **grundsätzliche Verbesserung** des Status quo. Dieser Sachverhalt läßt sich aus Tabelle 11 ablesen. Die ökologische Effizienz der Hauptnutzungen kann für den Bewirtschaftungsplan gegenüber dem Status Oktober 1990 mit ca. 71,0 Mio. DM als **sehr positiv bewertet** werden.

Tabelle 11: Flächenbilanz der ökologischen Effizienz (Wert in DM)
Veränderung der Teilflächen; Summe der Hauptnutzungen

nach			Bewirtschaftungsplan							Summe
von			Vernässungsbereich			innerhalb	Trocknisbereich			
Stand	Nr.	Bereich	100%	66%	33%	Grenzen	33%	66%	100%	
			7	5	3	1	2	4	6	
Stand Oktober 1990	7	100%	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	Vernässungs-	66%	0	0	0	0	0	0	0
	3	bereich	33%	-61.355	0	0	0	0	0	-61.355
	1	innerhalb Grenzen		-11.693.118	-22.830.549	-2.853.122	0	0	0	-37.376.790
	2		33%	-1.781.853	0	0	16.366.367	0	0	0
	4	Trocknis-	66%	0	0	0	1.578.104	0	0	0
	6	bereich	100%	0	0	0	56.264.093	29.941.003	6.052.854	0
Summe aller Teilflächen:			-13.536.327	-22.830.549	-2.853.122	74.208.564	29.941.003	6.052.854	0	70.982.423

(8) Die Tabelle 11 zeigt aber auch, daß mit dem hohen Zugewinn an ökologischem Nutzen auch **ökologische Nachteile** (Minuszahlen in Tabelle 11; gleichzusetzen mit Kosten und Verlusten an ökologischer Qualität) durch **zu nasse Verhältnisse** verbunden sind. Da im Hessischen Ried keine flächenhaft „nasseren“ Grund- und Bodenwasserverhältnisse als vor dem Zustand der flächenhaften Grundwasserabsenkungen und Meliorationen angestrebt oder erreicht werden können (punktuell können die Infiltrationsstandorte Ausnahmen darstellen), geben die vernässungsbedingten Verluste an ökologischer Effizienz in Tabelle 11 Hinweise auf **unstimmige oder inkonsequente regionale ökologische Zielhorizonte** (Leitbilder).

(9) Aus den Tabellen 0.15 bis 0.19 (Anhang) ist ersichtlich, daß die **Verluste** in den **ökologischen Werten** zu großen Teilen aus der **Waldökologie** stammen, die offenbar nicht oder nicht in gleichem Maße wie der Naturschutz das Leitbild des feuchten Rieds anstrebt. Hier fließen andere Komponenten (wirtschaftliche oder politisch-administrative) in die Gestaltung des Leitbildes ein. In Tabelle 10 ist die **ökologische Effizienz für die Überlagernden Nutzungen** berechnet und dargestellt worden. Was bereits für die Hauptnutzungen zu erkennen war, gilt in **weitaus stärkerem Maße** auch für die Überlagernden Nutzungen. Der **Zugewinn an ökologischer Wertigkeit** (Rekultivierungswert) fällt mit **301,5 Mio. DM** sehr hoch aus.

(10) Es sei an dieser Stelle nochmals darauf verwiesen, daß die **Verrechenbarkeit** der monetarisierten Verluste und Gewinne **nur innerhalb der Bilanzkonten** (ökologisches Effizienzkonto; ökonomisches Effizienzkonto) erfolgen kann, nicht jedoch untereinander. Daher sind

in Kapitel 7.3 im 4-Konten-Schema (Abbildung 21) den **DM-Beträgen** (Marktwerten) der ökonomischen Effizienz die **Öko-DM-Beträge** der ökologischen Effizienz gegenübergestellt worden.

Tabelle 12: Flächenbilanz der ökologischen Effizienz (Wert in DM)
Veränderung der Teilflächen; Summe der Überlagernden Nutzungen

nach			Bewirtschaftungsplan							Summe
von Stand	Nr.	Bereich	Vernässungsbereich			innerhalb Grenzen	Trocknisbereich			
			100%	66%	33%		33%	66%	100%	
			7	5	3	1	2	4	6	
Stand Oktober 1990	7	100%	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	Vernässungs-	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	bereich	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	innerhalb Grenzen	0	-1.462.890	-2.076.444	0	0	0	0	-3.539.334
	2	33%	0	0	0	31.791.819	0	0	0	31.791.819
	4	Trocknis-	0	0	0	66.890.202	15.734.180	0	0	82.624.382
6	bereich	0	0	0	52.330.672	71.275.071	66.968.275	0	190.574.018	
Summe aller Teilflächen:			0	-1.462.890	-2.076.444	151.012.693	87.009.251	66.968.275	0	301.450.884

7.3 Ergebnis der Bewertung mit dem 4-Konten-Modell

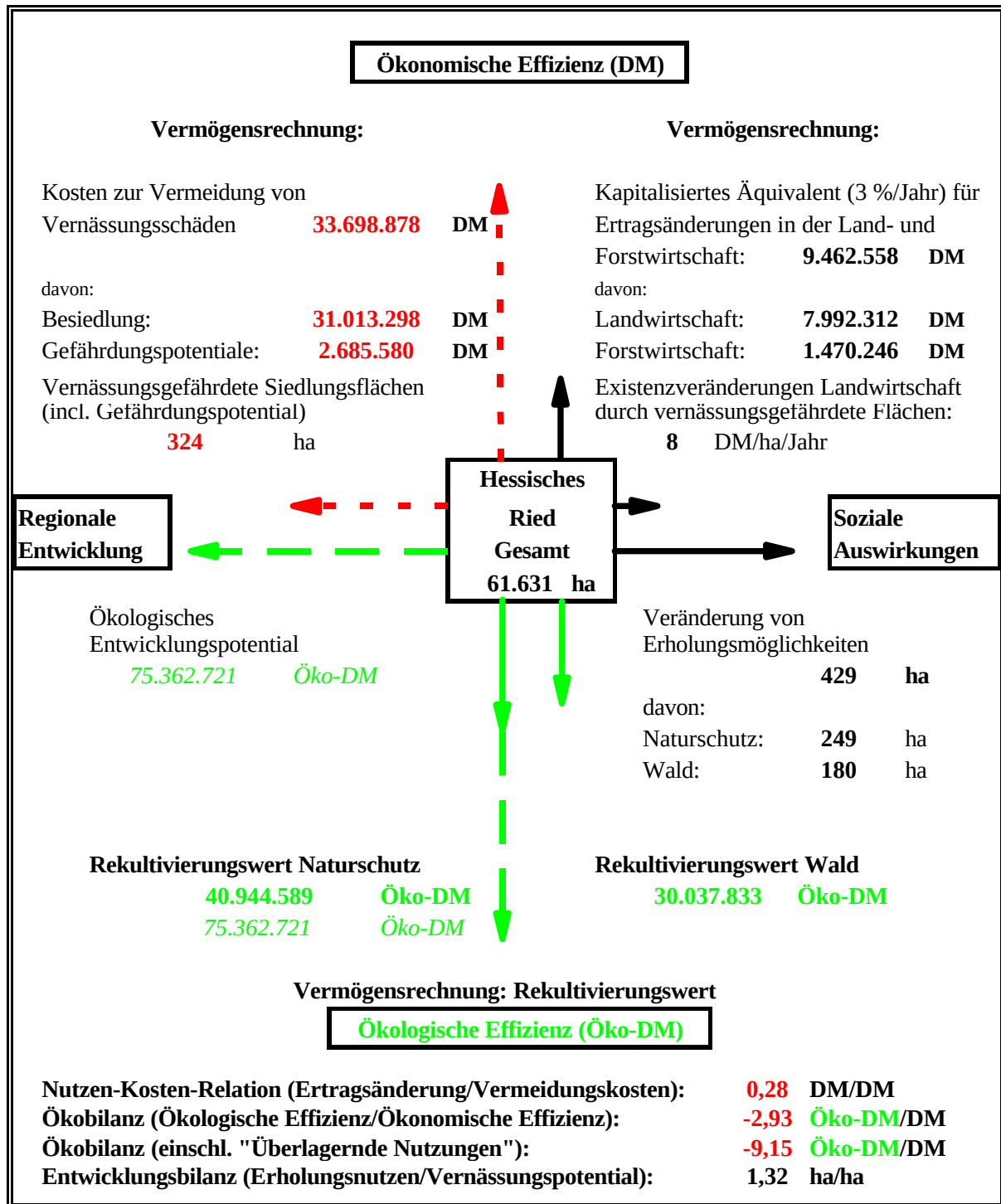
(1) Die unterschiedlichen Wirkungsfelder der Maßnahmen des Bewirtschaftungsplanes sind zur besseren Analyse der verschiedenen Auswirkungen in ein **4-Kontenschema** (Abbildung 21) übertragen worden. Neben dem gesamtwirtschaftlich orientierten Konto der **Ökonomischen Effizienz** und dem Konto der **Ökologischen Effizienz** enthält das 4-Kontenschema noch die Konten **Regionalentwicklung** und **Soziale Auswirkungen**.

(2) Bei einem kapitalisierten Äquivalent der **Ertragsverbesserungen** in der **Forstwirtschaft** von rund 1,5 Mio. DM und 8,0 Mio. DM in der **Landwirtschaft** wird in der Vermögensrechnung für die Land- und Forstwirtschaft insgesamt eine Ertragsverbesserung von 9,5 Mio. DM ermittelt. Unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Kosten für die Vermeidung von Vernässungsschäden in Siedlungsbereichen und Gefährdungsquellen (Deponien, Altlasten etc.) in Höhe von 33,7 Mio. DM ergibt die Bewertung der Maßnahmen der Grundwasserbewirtschaftungsplans mit Hilfe des 4-Konten-Modells eine Nutzen-Kosten-Relation von 0,28 DM/DM und somit eine **negative Ökonomische Effizienz** (siehe Abbildung 21).

(3) Die **Ökobilanz** aus der Ökologischen und der Ökonomischen Effizienz nimmt aufgrund der die Vermögenszugewinne aus Land- und Forstwirtschaft übersteigende Kosten ein Ergebnis mit negativen Vorzeichen an. Mit (absoluten) **2,93 Öko-DM/DM** übersteigen die ökologischen Effekte die ökonomischen Kosten um das Dreifache; unter Berücksichtigung der Überlagernden Nutzungen (**9,15 Öko-DM/DM**) sogar um das Neunfache. Die **Entwicklungsbi-lanz** (Veränderung der Erholungs- und Vernässungspotentiale) ist mit **1,32 ha/ha positiv**.

(4) Der Vergleich der Veränderungen der Flächenqualität für die verschiedenen Nutzungstypen (siehe Tabelle 0.1 - 0.12 im Anhang) mit den monetarisierten Wertänderungen (ökologische Effizienz: Tabellen 0.15 - 0.18 im Anhang; ökonomische Effizienz: Tabellen 0.21 - 0.28 im Anhang) zeigt, daß die Gewinne und Verluste nicht linear im Mengengerüst der Wertänderungen auftreten. Das ist im wesentlichen auf **unterschiedliche spezifische Flächenwerte** im zentralen Einwirkungsbereich der Maßnahmen zurückzuführen.

(5) Die flächenhafte Monetarisierung des erreichten Nutzens sowie der erforderlichen Kosten für Kompensationsmaßnahmen weist in seiner räumlichen Verteilung eine zumeist **sehr hohe Ungleichmäßigkeit** auf.



Kursiv: aus "Überlagernden Nutzungen": jeweils 25 % des ausgewiesenen Realwertes verbucht als "Ökologisches Entwicklungspotential" und "Rekultivierungswert"

- Realnutzung: Positiver Wert
- Realnutzung: Negativer Wert
- Potentialwert aus "Überlagernden Nutzungen"

Abbildung 21: Ergebnis der 4-Konten-Berechnung (Auswirkungen des Bewirtschaftungsplanes) für die Teilräume des Hessischen Rieds

(6) Diese Ungleichverteilung muß bei der **Optimierung konfligierender räumlicher Wertsysteme** im besonderen Maße berücksichtigt werden, da der Entscheidungsspielraum für bestimmte Maßnahmen bzw. für das Ausmaß und die Intensität von Maßnahmen nicht mehr in dem „**Entweder/oder-Prinzip**“ begründet liegt. In einem derart nutzungsverdichteten Raum wie dem Hessischen Ried, insbesondere vor dessen dem Naturraumpotential großflächig konträr verlaufender historischer Raumentwicklung, ist grundsätzlich von einer **Überlagerung der Wirkungsfelder** der Bewirtschaftungsstrategien und -maßnahmen auszugehen. Aufgrund der Konfliktstärke der Ausgangssituation (Referenzzustand Oktober 1990) steht die Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried somit immer unter dem **Diktat einer Kosten-Nutzen-Abwägung**.

(7) Die einzelnen Teilräume weisen zudem **starke Abweichungen** hinsichtlich ihrer **spezifischen Konfliktstruktur** auf. Dies liegt in den **unterschiedlichen flächenbezogenen (flächenwirksamen) Strukturen der beiden generellen Zielpräferenzen** Ökologie und Bewirtschaftung (im weitesten Ökonomie) sowie in der **quantitativen Konfliktstruktur zwischen diesen Zielen** begründet.

(8) Für die **Bewertung der Bewirtschaftungsmaßnahmen** des Hessischen Rieds auf der Grundlage der Maßgaben des Bewirtschaftungsplanes wurde anhand eines **Suchverfahrens** eine **Typisierung der unterschiedlichen auftretenden Konfliktsituationen** an den Referenzmeßstellen vorgenommen. Die Auswahl der 46 Referenzmeßstellen, für die im Bewirtschaftungsplan verbindliche Richtwerte mittlerer Grundwasserstände genannt werden, erfolgte durch die Ersteller des Planes in Positionen mit für die jeweiligen Teilräume **typischen Konfliktstrukturen und -konstellationen**.

(9) Das Suchverfahren ergab, daß die Konfliktstruktur von sehr verschiedenen Konflikttypen bestimmt wird, insbesondere jedoch (zu 60 %) durch den „**Disharmonie-Typus**“, der durch nutzungsspezifische Anforderungen (Veränderungswünsche zum Status quo) in **Richtung beider Zielpräferenzen** gekennzeichnet ist.

(10) Dieser „Disharmonie-Typus“ bestimmt großenteils die **Konfliktstruktur des zentralen Einwirkungsbereiches** der Maßnahmen des Bewirtschaftungsplanes und erfordert eine **sensible Abwägung** der verschiedenen nutzungsspezifischen Anforderungen. Der Bewirtschaft-

tungsplan dokumentiert mit den Richtwerten mittlerer Grundwasserstände die **konfliktoptimierte Abwägung** zwischen den konfligierenden Anforderungen an den Grundwasserstand.

(11) In Tabelle 13 sind die Ergebnisse aus den Berechnungen nach dem 4-Konten-Modell für die verschiedenen Teilräume dargestellt. Die Ergebnisse entstammen den teilräumlichen 4-Konten-Schemata (Abbildungen 01 - 0.8) im Anhang und geben die in den Richtwerten mittlerer Grundwasserstände manifestierte Abwägung der verschiedenen Anforderungen und Konflikte wieder. Die Pluszahlen in der Tabelle geben eine Verbesserung gegenüber dem Status quo wieder, die Minuszahlen eine Verschlechterung.

Tabelle 13: Teilräumliche Ergebnisse der 4-Konten-Berechnungen

Vermögensrechnung (1)	Werteinheit (2)	Teilräume im Hessischen Ried							
		1 (3)	2 (4)	5 (5)	6 (6)	7 (7)	89 (8)	10 (9)	11 (10)
Zielpräferenz Ökonomie									
Nutzen-Kosten-Relation	(DM/DM)	6,1	0	-0,6	-6,5		1,9	231,3	6,7
Entwicklungsbilanz	(ha/ha)	1,8	0	1,1	5,7		5,65	-258,0	-1,2
Bewertung: Ökonomie		+	(-)	-	-	(-)	+	+	+
Zielpräferenz Ökologie									
Ökobilanz	(Öko-DM/DM)	0,2	-77,8	-1,2	-1,2	0,0	8,9	-1,4	0,0
Ökobilanz	(Öko-DM/DM)	0,3	-259,0	-2,0	-3,4	-9,3	33,0	-0,4	4,9
Bewertung: Ökologie		(+)	+	+	+	(+)	+	-	(+)

Erläuterung der Bewertungssymbole (Veränderung des Bewirtschaftungsplanes gegenüber Status quo)

- + deutliche Verbesserung
- (+) geringfügige Verbesserung
- 0 keine Veränderung
- (-) geringfügige Verschlechterung
- deutliche Verschlechterung

(12) Die **Kosten-Nutzen-Relationen** sowie die **Vermögens- und Entwicklungsbilanzen** drücken für jeden Teilraum das Integral der Konfliktstruktur aus; letztendlich die Verrechnung von Gewinnen und Verlusten. Eine Bewertung kann nur innerhalb der jeweiligen Teilräume erfolgen; eine vergleichende Bewertung oder eine Summenbildung aus den teilräumlichen Ergebnissen ist aufgrund der spezifischen teilräumlichen Flächencharakteristika nicht zulässig. Bei der Bewertung der ökonomischen wie auch der ökologischen Relationen ist zudem die Höhe der zugrundeliegenden Verhältniszahlen zu berücksichtigen.

(13) Das in Abbildung 21 wiedergegebene Gesamtergebnis der 4-Konten-Berechnung für das Hessische Ried ist bezüglich der Ableitung einer typischen Konfliktstruktur für die einzelnen

Teilräume nicht geeignet. Die spezifischen Unterschiede in der Flächengröße, der Konfliktypen und Konfliktstärke sind zwischen den Teilräumen verhältnismäßig groß. Die mittels der Konfliktabwägung angestrebte Konfliktoptimierung führte in 4 von 8 Teilräumen (auf 59 % der teilräumlichen Flächen) zu positiven Kosten-Nutzen-Relationen (siehe Tabelle 13). In 2 Teilräumen (Teilraum 2 und 7) sind die Vermögensverluste von geringem Ausmaß.

Tabelle 14: Darstellung der teilräumlichen Kosten und Nutzen

		Teilräume im Hessischen Ried							
Vermögensrechnung (1)	Werteinheit (2)	1 (3)	2 (4)	5 (5)	6 (6)	7 (7)	89 (8)	10 (9)	11 (10)
Zielpräferenz Ökonomie									
Vermeidungskosten	(Mio. DM)	2,4	0,03	26,9	1,4	0,0	2,4	0,05	0,7
Ertragsänderungen	(Mio. DM)	14,6	0,0	-14,8	-9,1	-0,8	4,4	10,7	4,4
Bilanz	(Mio. DM)	12,2	0,0	-41,7	-10,5	-0,8	2,10	10,6	3,7
Zielpräferenz Ökologie (Rekultivierungswerte; ohne Überlagernde Nutzungen)									
Naturschutz	(Mio. Öko-DM)	1,3	0,0	33,2	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Wald	(Mio. Öko-DM)	0,7	1,9	17,9	5,7	0,0	18,6	-14,8	0,0
Bilanz	(Mio. Öko-DM)	2,0	1,9	51,1	12,1	0,0	18,6	-14,8	0,0

(14) In 2 Teilräumen, Teilraum 5 Darmstadt-West und 6 Pfungstadt, sind jedoch mit der Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes signifikante Einbußen der Vermögensverhältnisse (Verluste) gegenüber dem Status quo verbunden. Aus diesen beiden Teilräumen resultiert das insgesamt verhältnismäßig schlecht erscheinende ökonomische Gesamtergebnis für das Hessische Ried. Allein der Teilraum 5 Darmstadt-West (siehe Tabelle 14) belastet das Gesamtergebnis mit Kosten von über 41 Mio. DM (Kosten zur Vermeidung von Vernässungen im Siedlungsbereich 26,9 Mio. DM, Kosten aus Ertragsänderungen in Land- und Forstwirtschaft 14,8 Mio. DM).

(15) Die Zielpräferenz Ökologie verzeichnet in 5 Teilräumen (wesentlich in den 3 Teilräumen 5, 6 und 89) Zugewinne; im Teilraum 10 Lorscher Wald jedoch auch Verluste. Auch wenn die teilräumlichen Gewinne und Verluste entsprechend der in Tabelle 14 wiedergegebenen Gegenüberstellung zwischen der ökonomischen und der ökologischen Zielpräferenz nicht verrechenbar ist, so läßt die Tabelle 14 einerseits die Zielsetzungen des Bewirtschaftungsplanes erkennen, andererseits den schmalen Korridor der Konfliktoptimierung der Bewirtschaftungsmaßnahmen.

(16) Eine Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried nach den Maßgaben des Bewirtschaftungsplanes führt zu einer Verbesserung der Grundwasserverhältnisse. Die aus den Zielen und Vorgaben des Bewirtschaftungsplans folgernden Maßnahmen zur Umsetzung müssen aufgrund der teilsräumlichen Konfliktstruktur und Konfliktstärke sehr exakt mit den teilsräumlichen Zielpräferenzen abgeglichen werden. Die Verschiedenheit der gleichzeitig auftretenden Konflikt-Typen erfordert eine abgewogene Kombinatorik unterschiedlicher Maßnahmen und Maßnahmenbündel.

(17) Die Abwägung innerhalb dieser Maßnahmenbündel kann nur anhand eines datenbankgestützten Werkzeuges erfolgen, das in einem Mengengerüst die Positionen des Grundwasserhaushaltes, die nutzungsspezifischen Flächenanforderungen an den Grundwasserstand sowie die spezifischen Sicherungs- und Wirkungskosten vereinigt. Die Bewertung der Umsetzung des Bewirtschaftungsplanes zeigt, daß ein sehr **sensibler Korridor des konfliktoptimierten Zustandes** gegenüber dem Status quo besteht. Die Modifikationen von Bewirtschaftungsmaßnahmen dürfen daher in der vorherrschenden Konfliktstruktur nicht durch Veränderungswünsche Einzelner bestimmt werden, da deren spezifische Gewinne innerhalb der Kosten-Nutzen-Relation zu Verlusten Vieler werden können. Die Modifikationen sind im Rahmen der Flankierenden Maßnahmen nach den Maßgaben des Bewirtschaftungsplanes vorzunehmen.