

6 ANWENDUNG DES BEWERTUNGSSYSTEMS UND ENTWICKLUNG EINES LEITFADENS MIT BEWIRTSCHAFTUNGSREGELN

6.1 Übersicht

Das im vorigen Kapitel entwickelte stationäre Bewertungssystem wird bei der Entwicklung eines Leitfadens mit Bewirtschaftungsregeln erstmalig angewendet. Ziel des Leitfadens ist die Ermittlung von Optimierungspotenzialen für die Grundwasserbewirtschaftung auf der Grundlage systematischer Untersuchungen des Wasserhaushalts. Hierbei stehen nicht konkrete Entnahmeraten an den einzelnen Gewinnungsanlagen im Vordergrund, vielmehr sollen Aussagen darüber getroffen werden, welche Gewinnungsanlagen welche Auswirkung auf die Anforderungen der drei Nutzer verursachen. Daraus können Rückschlüsse bezüglich einer verbesserten Entnahmestrategie für das Gesamtsystem gezogen werden.

Tab. 6.1: Ausgewertete Modellläufe zur Entwicklung eines Bewirtschaftungsleitfadens

Modell-lauf Nr.	Betroffene Fassung(en)	Entnahmerate	Modell-lauf Nr.	Betroffene Fassung(en)	Entnahmerate
1	1 bis 6	0 („Nullentnahme“)	22	6	Maximalentnahme
2	1	Maximalentnahme	23	6	75% der Maximalentnahme
3	1	75% der Maximalentnahme	24	6	50% der Maximalentnahme
4	1	50% der Maximalentnahme	25	6	25% der Maximalentnahme
5	1	25% der Maximalentnahme	26	2, 3 und 4	200 l/s
6	2	Maximalentnahme	27	2, 3 und 4	400 l/s
7	2	75% der Maximalentnahme	28	2, 3 und 4	600 l/s
8	2	50% der Maximalentnahme	29	2, 3 und 4	800 l/s
9	2	25% der Maximalentnahme	30	2, 3 und 4	1000 l/s
10	3	Maximalentnahme	31	2, 3 und 4	1200 l/s
11	3	75% der Maximalentnahme	32	2, 3 und 4	1400 l/s
12	3	50% der Maximalentnahme	33	2, 3 und 4	Maximalentnahme
13	3	25% der Maximalentnahme	34	1 und 6	200 l/s
14	4	Maximalentnahme	35	1 und 6	400 l/s
15	4	75% der Maximalentnahme	36	1 und 6	600 l/s
16	4	50% der Maximalentnahme	37	1 und 6	800 l/s
17	4	25% der Maximalentnahme	38	1 und 6	1000 l/s
18	5	Maximalentnahme	39	1 und 6	1200 l/s
19	5	75% der Maximalentnahme	40	1 und 6	Maximalentnahme
20	5	50% der Maximalentnahme	41	1 bis 6	Maximalentnahme
21	5	25% der Maximalentnahme	42	1 bis 6	tatsächliche Entnahme

Der Leitfaden mit Bewirtschaftungsregeln wird am Beispiel des Donaurieds entwickelt. Die Ergebnisse der Untersuchungen für Mittelwasserverhältnisse (Normaljahr) sind nachfolgend zusammengefasst. Bei den dargestellten Untersuchungen wurde die Reaktion des Gebietswasserhaushalts im Donauried auf unterschiedliche Entnahmestrategien untersucht und bewertet. Hierzu wurden die Berechnungsergebnisse des numerischen Grundwassermodells

mit den Ansprüchen von Wasserversorgung, Landwirtschaft und Naturschutz verglichen und Zielerfüllungsgrade und Nutzwerte berechnet. Insgesamt wurden 42 Rechenläufe durchgeführt und ausgewertet (Tab. 6.1, LANG et al., 2002).

Die Piezometerhöhenverhältnisse der instationären Rechenläufe wurden zu drei Zeitpunkten ausgelesen, die die mittleren Verhältnisse

- eines Nassjahres (Auswertzeitpunkt: 30.7.1994),
- eines Normaljahres (19.6.1996) und
- eines Trockenjahres (9.6.1998) widerspiegeln.

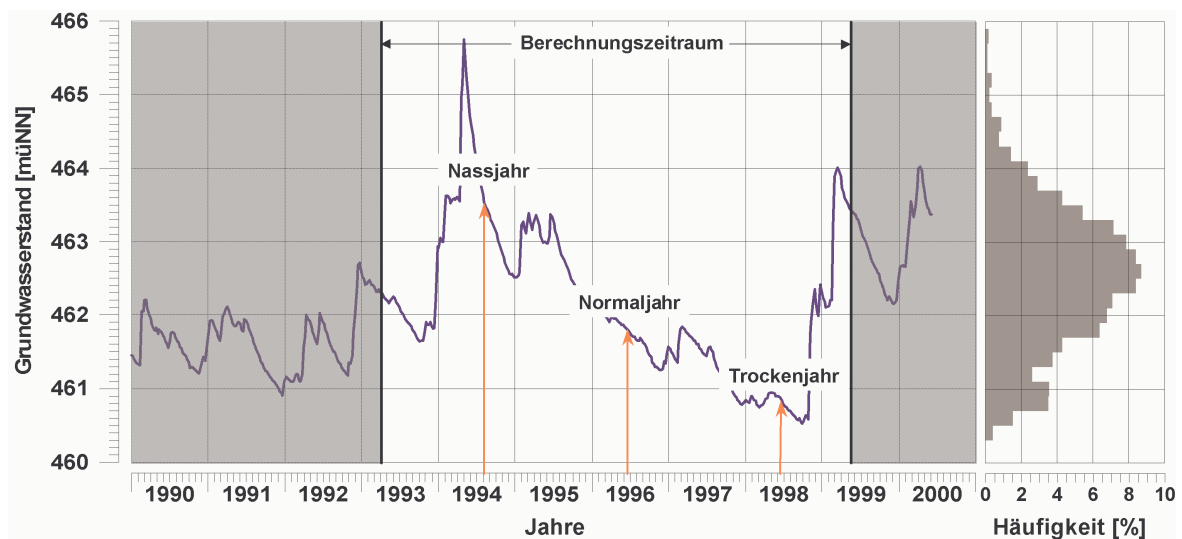


Abb. 6.1: Ganglinie der Messstelle Simontal mit Berechnungszeitraum und Auswertzeitpunkten für hohe, mittlere und niedrige Grundwasserstände

6.2 Festlegung von Ausschlusswerten

Zur Festlegung der Mindestentnahmemenge aus dem Donauried ist die Kenntnis der Gesamtbereitstellungsmenge im Wasserwerk Langenau, der Entnahmerate in Burgberg sowie der Aufbereitungskapazität der Donauwasseraufbereitung notwendig. Es ist zu klären, wie viel Grundwasser dem Donauried mindestens entnommen werden muss, um die notwendige Wassermenge bereitstellen zu können.

Die mittlere Bereitstellung im Wasserwerk Langenau lag zwischen dem 01.01.98 und 31.12.02 bei **2.162 l/s**. Für die weiteren Berechnungen wird dieser Wert als bereitzustellende Gesamtwassermenge zu Grunde gelegt. Die mittlere Förderrate im Vorpumpwerk Burgberg lag im selben Zeitraum bei **340 l/s**. Das Oberflächenwasser der Donau wird im Wasserwerk Langenau zusammen mit dem Grundwasser der Fassung 4 über die Donauwasseraufbereitung aufbereitet. Die maximale Aufbereitungskapazität dieser Anlage beträgt 1.300 l/s. Das Wasser aus der Fassung 4 muss in diesem Zusammenhang der Entnahme aus dem Donauried zugerechnet werden. Aufgrund des hohen Eisen- und Mangangehaltes des Rohwassers in der Fassung 4 wird seit Beendigung des Karst-Pumpversuchs nur noch die minimal mögliche Entnahmemenge an dieser Fassung (s.u.) von 50 l/s (Zeitraum: 1998 bis 2002) ent-

nommen. Damit war theoretisch eine Aufbereitung von maximal **1.250 l/s** Donauwasser möglich. Die Mindestentnahmemenge aus dem Donauried berechnet sich damit wie folgt:

$$\begin{aligned}
 Q_{\min, \text{Donauried}} &= Q_{\text{mittel, Gesamtbereitstellung}} - Q_{\text{mittel, Burgberg}} - Q_{\max, \text{Donauwasser}} \\
 &= 2.162 \text{ l/s} - 340 \text{ l/s} - 1.250 \text{ l/s} = \underline{572 \text{ l/s}}
 \end{aligned}$$

Die obere Grenze für die Grundwasserentnahmemenge aus dem Donauried gibt die maximale Ergiebigkeit bei gleichzeitigem Betrieb aller Fassungen vor. Die maximale Ergiebigkeit wurde im Rahmen der systematischen Modellbetrachtungen gemäß Tab. 6.1 bestimmt. Die Maximalentnahme bei gleichzeitigem Betrieb aller Fassungen ergibt sich aus Modelllauf 42. Durch die instationäre Modellbetrachtung ließen sich auch die Abhängigkeiten der Maximalentnahme von den vorherrschenden hydrologischen Situation auswerten.

Tab. 6.1: *Mindest- und Maximalentnahme aus dem Donauried (mittlere Werte)*

	Minimum [l/s]	Maximum [l/s]		
		HW	MW	NW
Gesamtentnahme Donauried	572	2120	1750	1420

(HW: Hochwasser = Nassjahr; MW: Mittelwasser = Normaljahr; NW: Niedrigwasser = Trockenjahr)

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der berechneten Mindestentnahmemenge aus dem Donauried um einen Mittelwert handelt, der auf Basis der Werte des Zeitraums von 1998 bis 2002 errechnet wurde. Die Mindestentnahme ist von der Gesamtbereitstellung abhängig, die infolge eines variablen Wasserverbrauchs und sich ändernder Abnehmerzahl einer starken Dynamik unterworfen ist.

Weiterhin wurden die Mindestentnahmemengen an den einzelnen Fassungen näher untersucht. Diese werden durch technische Untergrenzen vorgegeben, im Fall des Donaurieds durch die Pumpen in den sechs Vorpumpwerken. Diese müssen einen gewissen Druck (und damit eine bestimmte Förderrate) aufbringen, um die Rückschlagklappen zu öffnen. Die oberen Grenzen werden entweder durch die maximale Ergiebigkeit der Fassung im Einzelbetrieb oder (wenn diese die wasserrechtlich bewilligte Förderrate übersteigt) durch das Wasserrecht vorgegeben (vgl. Tab. 3.1). Die Maximalentnahmen der einzelnen Fassungen aus Tab. 6.2 wurden anhand der systematischen Modellbetrachtungen gemäß Tab. 6.1 bestimmt. Dabei wurde jeweils nur die Entnahme an einer Fassung angesetzt.

Tab. 6.2: *Mindest- und Höchstentnahmeraten aus den Einzelfassungen im Donauried*

	Minimum [l/s]	Maximum [l/s] ¹⁾		
		HW	MW	NW
Fassung 1	70	572	496	420
Fassung 2	50	750	703	643
Fassung 3	70	650	590	507
Fassung 4	50	158	149	135
Fassung 5 (Kies)	50	345	297	268
Fassung 6	70	334	229	178

¹⁾ die dargestellten Werte weichen von denen in Tab. 7.1 ab, da hier nur Einzelentnahmen und in Kap. 7 die Maximalentnahmen bei einem gleichzeitigem Betrieb aller Fassungen betrachtet werden

Die ermittelten Werte dienen als Ausschlusswerte für die Bewertung und Optimierung unter stationären Bedingungen für die Referenzszenarien Normal-, Trocken- und Nassjahr. Eine weitergehende Unterscheidung der Gesamt-Mindestentnahme zwischen Normal-, Trocken- und Nassjahr ist nicht möglich, da keine Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Hydrologie und Wasserbereitstellung im Wasserwerk Langenau vorliegen und die Abnehmerzahl (und damit die Gesamtbereitstellung) wie oben beschrieben seit Jahren stetig zunimmt.

6.3 Abgrenzung des Bewertungs- und Optimierungsraumes

Der Flurabstand als zentrales Bewertungskriterium muss nicht notwendigerweise für jede Fläche des Untersuchungsraumes optimierbar sein. Man denke nur an diejenigen Flächen, die außerhalb des Einflussbereichs der Fassungen liegen oder an jene, die bereits unter unbeeinflussten Bedingungen so große Flurabstände aufweisen, dass der Grundwasserstand keinen Einfluss auf den Bodenwasserhaushalt und damit die Vegetation an der Erdoberfläche ausüben kann. Diese Flächen erhalten unabhängig von der Bewirtschaftungsstrategie stets denselben Zielerfüllungsgrad und wirken sich somit nivellierend auf den Gesamtnutzwert aus. Dies kann zu Fehlinterpretationen beim Vergleich der Gesamtnutzwerte verschiedener Bewirtschaftungsstrategien führen: Die Bewertungen gleichen sich mit steigender Anzahl unveränderlicher Zielerfüllungsgrade einander an. Teilflächen, die unabhängig von der Grundwasserbewirtschaftung stets denselben Zielerfüllungsgrad besitzen, werden daher von der Bewertung ausgeschlossen.

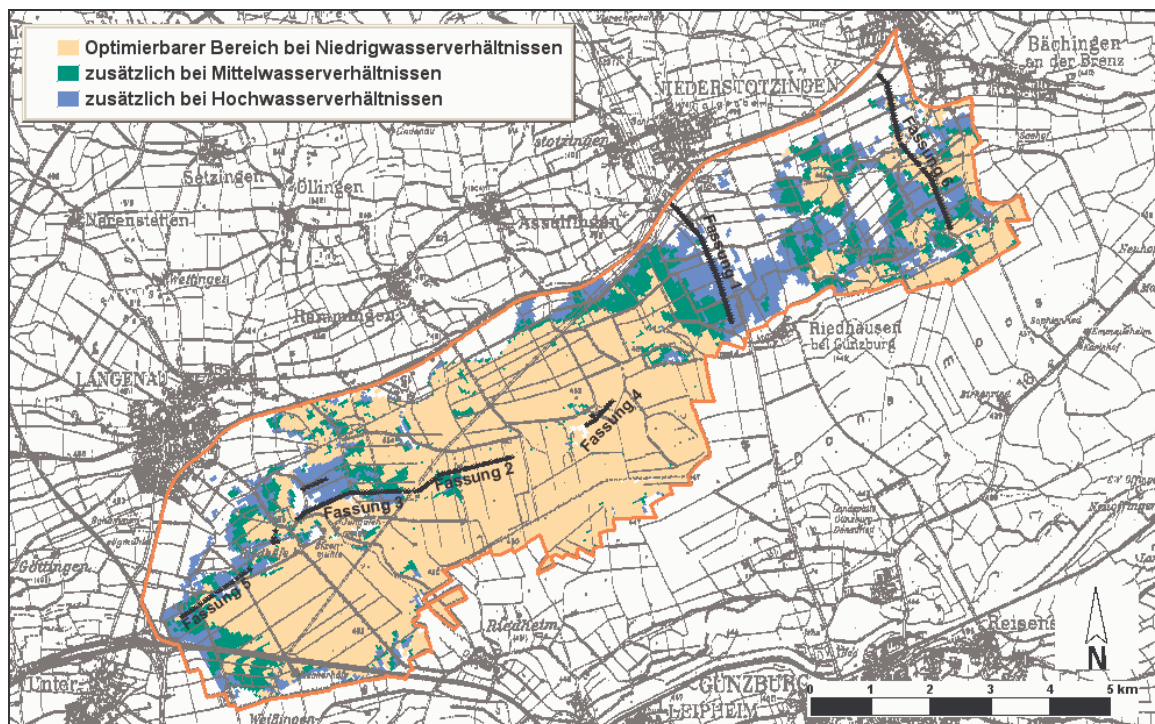


Abb. 6.1: Abgrenzung des Bewertungs- und Optimierungsraumes

Mit Hilfe eines Geo-Informationssystems wurden die vom Grundwassermodell für die „Nullentnahme“ berechneten Flurabstände mit denjenigen Flurabständen verglichen, bei denen

das Grundwasser über den kapillaren Aufstieg noch einen Einfluss auf die Pflanzen an der Oberfläche ausüben kann (SCHNECK, 2002). Nur in diesen Bereichen kann die Optimierung der Entnahmeraten den Wasserhaushalt für Landwirtschaft und Naturschutz verbessern. Alle anderen Teilflächen können nicht optimiert werden und werden deshalb von der Bewertung ausgeschlossen (Abb. 6.1).

6.4 Bewertungsergebnisse für den Flurabstand

Das Wassergewinnungsgebiet Donauried wird zunächst auf seine Sensitivität bezüglich der in Tab. 6.1 dargestellten Entnahmeszenarien untersucht. Mit Ausnahme der Modellläufe Nr. 41 und 42 stellt keines der untersuchten Szenarien eine mögliche Entnahmestrategie im Sinne der Optimierung der Grundwasserwirtschaftung im Donauried dar, da einerseits bei den meisten Entnahmeszenarien die in Kap. 0 bestimmte Mindestgesamtentnahme aus dem Donauried nicht erreicht wird, andererseits das Abschalten einzelner Fassungen gemäß Tab. 6.2 nicht möglich ist.

Die wasserwirtschaftlichen Bewertungsgrößen „Reduzierung der Nitratkonzentration im Mischwasser“, „Reduzierung der Gesamthärte im Mischwasser“ und „Minimierung der entstehenden Betriebskosten“ zielen auf das Zusammenspiel der einzelnen Fassungen ab. Es ist einsichtig, dass diese nur dann von Bedeutung sind, wenn alle Fassungen im Donauried in Betrieb sind. Die Berücksichtigung dieser Bewertungsgrößen im Rahmen der in diesem Kapitel durchgeführten Sensitivitätsanalyse würde zu Teilnutzwerten für die Wasserwirtschaft und Gesamtnutzwerten führen, die mit denen beim gemeinsamen Betrieb aller Fassungen nicht direkt vergleichbar wären. Für die Bewertung der Modellläufe Nr. 41 und 42 können diese wieder berücksichtigt und folglich vergleichbare Gesamtnutzwerte berechnet werden.

Im Mittelpunkt der nachfolgenden Ausführungen steht daher die Reaktion der Bewertungen für den Flurabstand auf die in Tab. 6.1 genannten Entnahmen. Da der Flurabstand für die Landwirtschaft und den Naturschutz die alleinige Bewertungsgröße darstellt, ist es zulässig, für diese beiden Nutzer ebenfalls den Teilnutzwert (TNW) auf der Zielebene 2 zu berechnen und genauer zu untersuchen (vgl. Abb. 5.1). Die Bewertungsergebnisse für den Flurabstand sind in Kap. 15.2 räumlich differenziert dargestellt.

Eine optimale Bewirtschaftungsstrategie kann aus den hier durchgeführten Untersuchungen nicht abgeleitet werden, es können jedoch wertvolle Erkenntnisse gesammelt werden, wie eine verbesserte Entnahmestrategie aussehen sollte.

6.4.1 Nullentnahme

Die Nullentnahme stellt neben der Maximalentnahme eines der untersuchten Extrem-Szenarien dar. Bei der Nullentnahme wird davon ausgegangen, dass alle sechs Grundwasserfassungen im Donauried außer Betrieb sind. Die Nullentnahme darf nicht mit jener Situation verwechselt werden, wie sie sich vor der Grundwasserentnahme durch die LW bis zum Jahr 1917 dargestellt hat. Durch Torfsetzungs- und Mineralisationsprozesse ist die Gelände-

oberkante seit jener Zeit abgesunken. Außerdem verhindern die heute existierenden Gräben und Dränagen ein zu starkes Ansteigen des Grundwasserspiegels. Die für die Nullentnahme berechneten ZEG stellen sich wie folgt dar:

Tab. 6.1: *Bewertungen bei Nullentnahme in einem Normaljahr*

Zielebene	Bewertungsgröße	ZEG / TNW [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	15
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	63
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	42
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	47
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	64
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	44
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	36
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	54
	Teilnutzwert Naturschutz	41

6.4.2 Entnahmen an Einzelfassungen

Im folgenden werden die Entnahmen an den einzelnen Fassungen im Donauried systematisch in 25%-Schritten von der Nullentnahme bis zur hydraulisch maximal möglichen Entnahme gesteigert. Die anderen Fassungen bleiben dabei außer Betrieb.

Tab. 6.1: *Bewertungen bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an der Fassung 1*

Zielebene	Bewertungsgröße	126 l/s ZEG [%]	251 l/s ZEG [%]	377 l/s ZEG [%]	496 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	15	15	16	17
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	65	67	68	68
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	40	42	45	46
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	39	35	39	37
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	63	63	65	65
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	42	43	43	46
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	37	38	36	31
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	53	54	57	57
	Teilnutzwert Naturschutz	40	41	40	40

Tab. 6.2: *Bewertungen bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an der Fassung 2*

Zielebene	Bewertungsgröße	172 l/s ZEG [%]	344 l/s ZEG [%]	516 l/s ZEG [%]	703 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deck- schichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	31	49	65	77
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	64	67	69	71
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	44	41	34	33
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	47	46	45	45
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	64	46	20	10
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	44	39	32	28
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	30	26	22	18
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	55	55	52	53
	Teilnutzwert Naturschutz	38	34	28	24

Tab. 6.3: *Bewertungen bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an der Fassung 3*

Zielebene	Bewertungsgröße	147 l/s ZEG [%]	293 l/s ZEG [%]	440 l/s ZEG [%]	590 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deck- schichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	26	32	36	43
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	63	65	62	54
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	38	42	31	30
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	47	46	44	44
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	36	15	1	1
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	43	43	41	37
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	27	18	15	12
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	52	52	47	43
	Teilnutzwert Naturschutz	36	33	31	27

Tab. 6.4: *Zielerfüllungsgrade bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an der Fassung 4*

Zielebene	Bewertungsgröße	37 l/s ZEG [%]	75 l/s ZEG [%]	112 l/s ZEG [%]	149 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deck- schichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	15	17	20	25
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	62	64	65	66
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	40	41	42	45
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	46	46	46	46
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	63	63	64	64

3	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	43	45	49	48
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	36	36	36	36
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	53	54	55	57
	Teilnutzwert Naturschutz	40	41	44	43

Tab. 6.5: Zielerfüllungsgrade bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an der Fassung 5 (Kies)

Zielebene	Bewertungsgröße	74 l/s ZEG [%]	148 l/s ZEG [%]	223 l/s ZEG [%]	297 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	20	22	24	26
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	62	62	57	53
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	38	37	37	37
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	47	47	47	46
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	42	36	33	23
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	42	42	42	43
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	28	21	18	18
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	52	51	48	46
	Teilnutzwert Naturschutz	36	34	33	33

Tab. 6.6: Zielerfüllungsgrade bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an der Fassung 6

Zielebene	Bewertungsgröße	57 l/s ZEG [%]	114 l/s ZEG [%]	172 l/s ZEG [%]	229 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	14	15	15	15
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	61	61	61	62
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	40	40	40	40
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	44	40	37	38
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	63	63	63	63
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	42	42	42	42
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	36	37	39	37
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	52	52	51	52
	Teilnutzwert Naturschutz	40	40	41	40

6.4.3 Diskussion der Bewertungsergebnisse für Entnahmen an einzelnen Fassungen

Die Untersuchungen liefern wertvolle Erkenntnisse bezüglich der Reaktion des Gesamtsystems auf Entnahmen an einzelnen Fassungen im Donauried. In den folgenden Abbildungen sind die Auswirkungen der Entnahmen auf die Nutzer Landwirtschaft und Naturschutz grafisch dargestellt.

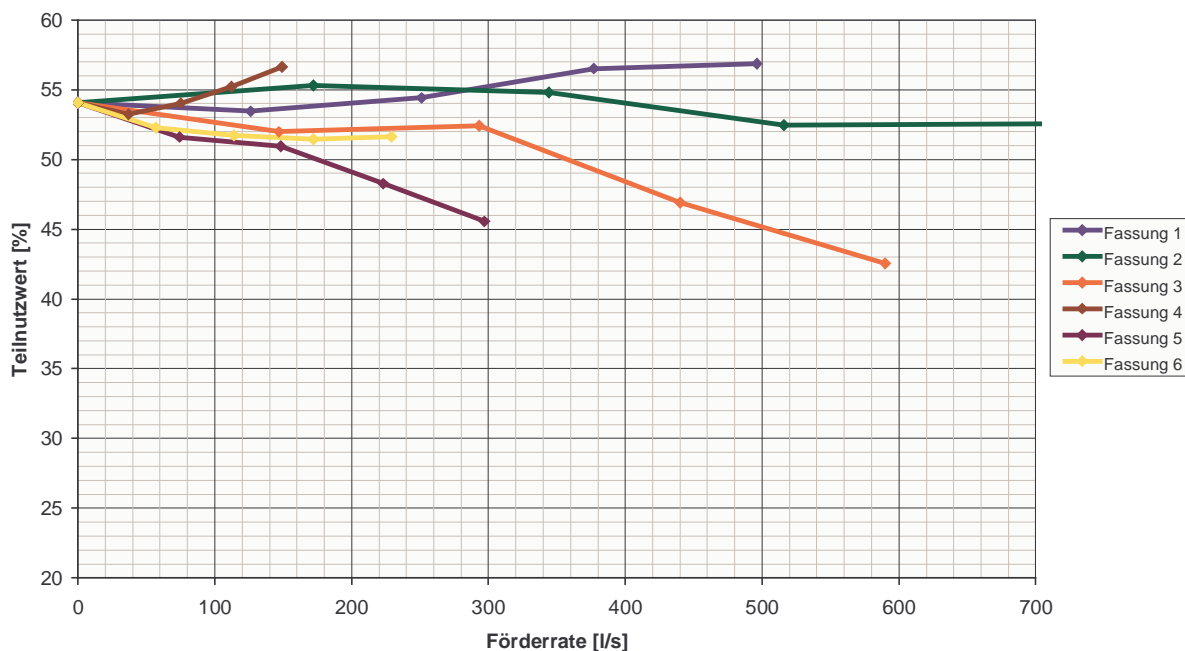


Abb. 6.1: Entwicklung der Teilnutzwerte für die Landwirtschaft bei Entnahmen an Einzelfassungen

- In Abb. 6.1 sind die Auswirkungen der Entnahmen auf die Landwirtschaft dargestellt. Hier sind insbesondere hohe Entnahmen an den Fassungen 1 und 4 als positiv zu bewerten. Dies ist auf eine verbesserte Bearbeitbarkeit der Flächen innerhalb der Wertstufe 1 durch abgesenkte Grundwasserverhältnisse zurückzuführen.
- Gleiches gilt für das Umfeld der Fassung 2, auch hier werden durch hohe Entnahmen die Standortbedingungen innerhalb der Wertstufe 1 verbessert. Gleichzeitig verlieren jedoch die grundwasserabhängigen Anmoor- und Niedermoorstandorte zunehmend den Kontakt mit dem Grundwasser, so dass sich aus landwirtschaftlicher Sicht eine Entnahmerate von 172 l/s an dieser Fassung als optimal darstellt.
- Durch die Entnahme an der Fassung 3 bleibt der Nutzwert für die Landwirtschaft bis zu einer Entnahme von 293 l/s nahezu konstant, wobei sich insbesondere im Bereich der typischen Vernässungsflächen westlich der Nau Verbesserungen ergeben. Höhere Entnahmen führen jedoch zu zu großen Absenkungen des Grundwasserspiegels unter den Anmoorbereichen im Westerried.
- Da es sich bei den landwirtschaftlich genutzten Flächen südöstlich der Fassung 5 um Anmoorbereiche handelt, wirken sich sinkende Grundwasserstände negativ auf den Nutzwert aus. Vernässungsflächen im Westerried sind ab einer Entnahme von 148 l/s nicht mehr vorhanden.
- Die Entnahme an der Fassung 6 wirkt sich nur gering auf die Landwirtschaft aus.

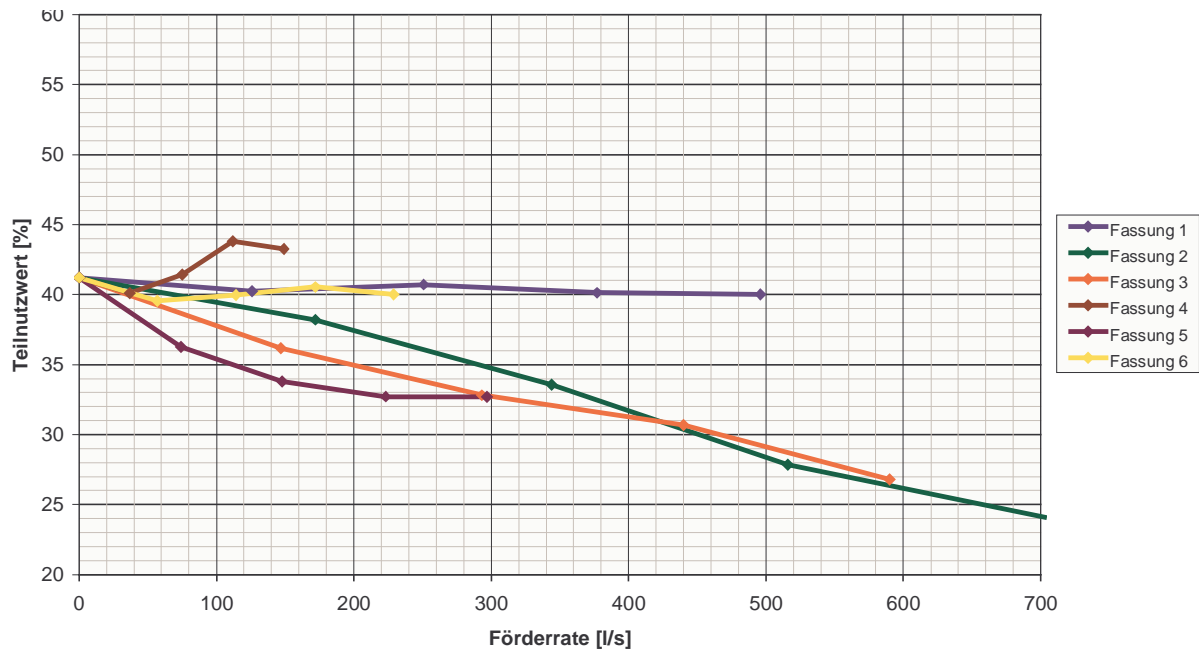


Abb. 6.2: Entwicklung der Teilnutzwerte für den Naturschutz bei Entnahmen an Einzelfassungen

- Die Auswirkungen der Entnahmen an den einzelnen Fassungen im Donauried auf den Naturschutz sind in Abb. 6.2 zu sehen. Erwartungsgemäß wirken sich die Entnahmen im westlichen Donauried (Fassungen 2, 3 und 5) mit zunehmender Förderrate negativ auf die Ökologie aus. Die Entnahmen an den Fassungen 3 und 5 wirken sich stark auf die dem Naturschutz zugeordnete Fläche zwischen diesen Fassungen aus. Bereits geringe Entnahmen verursachen einen Rückgang bei der Bewertungsgröße „Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2“, der sich deutlich auf den Teilnutzwert durchschlägt. Der Betrieb der Fassung 2 wirkt sich erst ab einer Entnahme von über 172 l/s auf die Bereiche innerhalb der Wertstufe 1 und damit die beiden Naturschutzgebiete aus.
- Unkritisch aus ökologischer Sicht stellen sich die Entnahmen an den Fassungen im östlichen Donauried dar (Fassungen 1 und 6).
- Ein überraschendes Ergebnis zeigt die Fassung 4, hier verbessert sich die Gesamtsituation bis zu einer Entnahme von 112 l/s. Dies ist auf den Bereich südlich der Fassung zurückzuführen. Dieser ist unter den Bedingungen der Nullentnahme nicht bewirtschaftbar. Die Entnahme an der Fassung 4 führt zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels in diesem Bereich und dient somit einer verbesserten Bewirtschaftbarkeit. Hier soll auch weiterhin eine extensive Grünlandbewirtschaftung möglich sein.
- Insgesamt ist festzustellen, dass die Teilnutzwerte für den Naturschutz um ca. 20 Prozentpunkte unter denen der Landwirtschaft liegen. Im Falle der Nullentnahme wird ein Teilnutzwert von 41% erreicht, der maximale Teilnutzwert für den Naturschutz wird bei einer Entnahme von 112 l/s an der Fassung 4 erzielt. Die räumlich stark differenzierten Anforderungen an den Grundwasserstand sind mit Hilfe der Entnahmesteuerung folglich nur teilweise zu erfüllen.

6.4.4 Entnahme an mehreren Fassungen

Bei den folgenden Untersuchungen werden die Entnahmen im westlichen (Fassungen 2, 3 und 4) und im östlichen Donauried (Fassungen 1 und 6) in 200 l/s-Schritten gesteigert. Die anderen Fassungen bleiben wiederum außer Betrieb. Wie groß der Anteil der einzelnen Fassungen dabei ist, hängt von den Ergebnissen der maximalen Einzelentnahmen ab. Beispielsweise beträgt die Maximalentnahme an der Fassung 1 unter Mittelwasserverhältnissen 496 l/s und an der Fassung 6 229 l/s. Die vorgegebene Gesamtentnahme teilt sich dann im Verhältnis 68,4% : 31,6% auf die beiden Fassungen auf. Die dargestellten Szenarien stellen somit vorab ausgewählte Entnahmeverteilungen dar.

Tab. 6.1: Entnahmeraten bei einer Wassergewinnung an mehreren Fassungen

	Fassung 1 (68,4%)	Fassung 6 (31,6%)
200 l/s	137	63
400 l/s	274	126
600 l/s (550 l/s ¹⁾)	410	140
800 l/s (590 l/s ¹⁾)	470	120

	Fassung 2 (48,8%)	Fassung 3 (40,9%)	Fassung 4 (10,3%)
200 l/s	98	82	20
400 l/s	195	164	41
600 l/s	293	245	62
800 l/s	390	327	83
1000 l/s (953 l/s ¹⁾)	450	400	103
1200 l/s (1064 l/s ¹⁾)	490	450	124
1400 l/s (1130 l/s ¹⁾)	520	460	150

¹⁾ Bei hohen Gesamtentnahmen können dem System die angesetzten Entnahmeraten nicht mehr entnommen werden. Dies ist auf die Vorgaben für die Modellrechnungen zurückzuführen, die besagen, dass die Mengen dem System über den ganzen Eichzeitraum 1993 bis 1999 entnommen werden sollen. Ist der Wasserhaushalt nicht mehr imstande, dies zu leisten, werden die Entnahmen vom Grundwassermodell reduziert

Tab. 6.2: Zielerfüllungsgrade bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an den Fassungen 1 und 6

Zielebene	Bewertungsgröße	200 l/s ZEG [%]	400 l/s ZEG [%]	550 l/s ZEG [%]	590 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	16	16	17	18
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	66	67	68	68
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	41	43	45	46
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	36	39	32	30
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	63	65	63	63
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	42	43	43	43
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	38	35	27	26
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	54	56	56	56
	Teilnutzwert Naturschutz	41	40	37	36

Tab. 6.3: Zielerfüllungsgrade bei einer stufenweisen Entnahmesteigerung an den Fassungen 2, 3 und 4

Zielebene	Bewertungsgröße	200 l/s ZEG [%]	400 l/s ZEG [%]	600 l/s ZEG [%]	800 l/s ZEG [%]	950 l/s ZEG [%]	1060 l/s ZEG [%]
3	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	30	45	55	69	83	91
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	64	67	68	67	62	58
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	41	39	31	33	35	35
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	47	46	43	43	43	46
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	49	25	2	1	1	1
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	44	43	41	39	36	33
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	28	19	15	14	12	12
2	Teilnutzwert Landwirtschaft	54	53	50	50	48	46
	Teilnutzwert Naturschutz	38	33	30	29	27	24

6.4.5 Diskussion der Bewertungsergebnisse für Entnahmen an mehreren Fassungen

Die Auswirkungen der Entnahmen aus dem östlichen und dem westlichen Donauried auf die Nutzer Landwirtschaft und Naturschutz sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Das Bewertungsergebnis der kombinierten Entnahmen an den Fassungen 1 und 6 (Tab. 6.2, Abb. 6.1) bestätigt im wesentlichen die Erkenntnisse, die bei den Einzelentnahmen gewonnen wurden: Für die Landwirtschaft ist die Entnahme an diesen Fassungen praktisch ohne Belang, die Entnahmesteigerung bewirkt einen geringfügigen Anstieg des Teilnutzwerts um 2 Prozentpunkte. Aus ökologischer Sicht ist im Hinblick auf die der Wertstufe 2 des Naturschutzes zugeordnete Fläche südlich der Fassung 6 eine Gesamtentnahme < 550 l/s anzustreben.

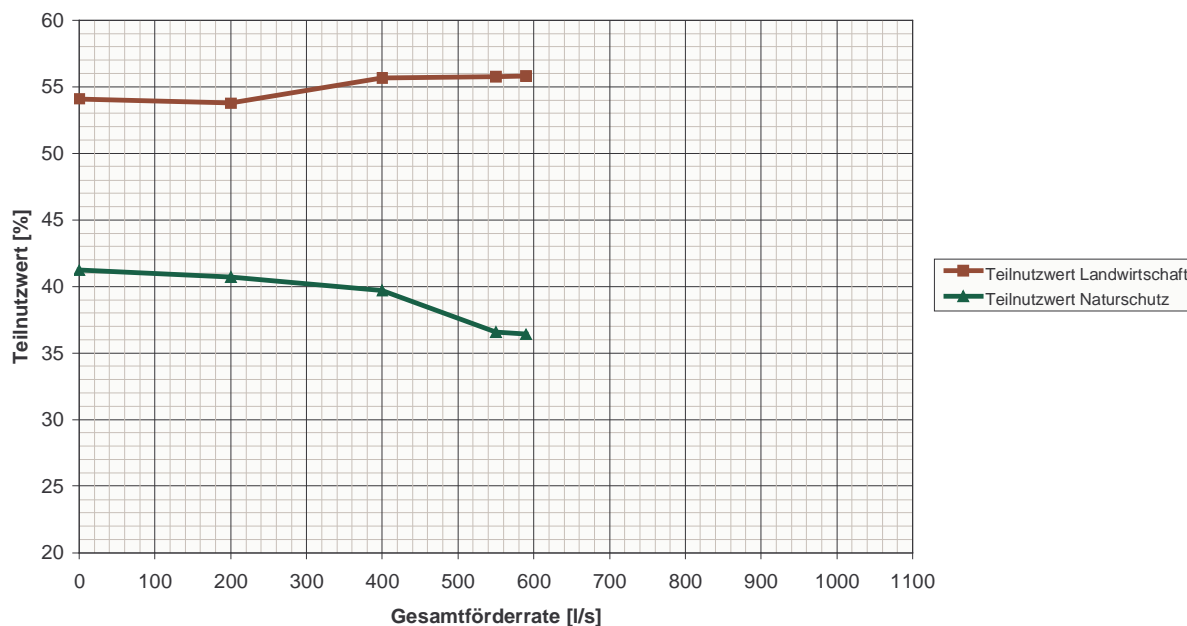


Abb. 6.1: Entwicklung der Teilnutzwerte bei einer kombinierten Entnahme aus dem östlichen Donauried (Fassungen 1 und 6)

Das westliche Donauried reagiert auf Entnahmen an den Fassungen 2, 3 und 4 sehr sensitiv. Da die Fassungen überwiegend von Böden mit nitratreichen Deckschichten umgeben sind, nimmt der Zielerfüllungsgrad der Bewertungsgröße „Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft“ mit steigender Gesamtentnahme zu (Tab. 6.3). Der Teilnutzwert der Landwirtschaft bleibt bis zu einer Gesamtentnahme von 400 l/s relativ konstant, nimmt dann aber aufgrund des starken Rückgangs des Zielerfüllungsgrads in der Wertstufe 4 ab (Abb. 6.2). Der Teilnutzwert für den Naturschutz nimmt erwartungsgemäß kontinuierlich ab, wobei zunächst die Flächen der Wertstufe 2, ab 600 l/s dann auch zunehmend die Flächen der Wertstufe 1 betroffen sind.

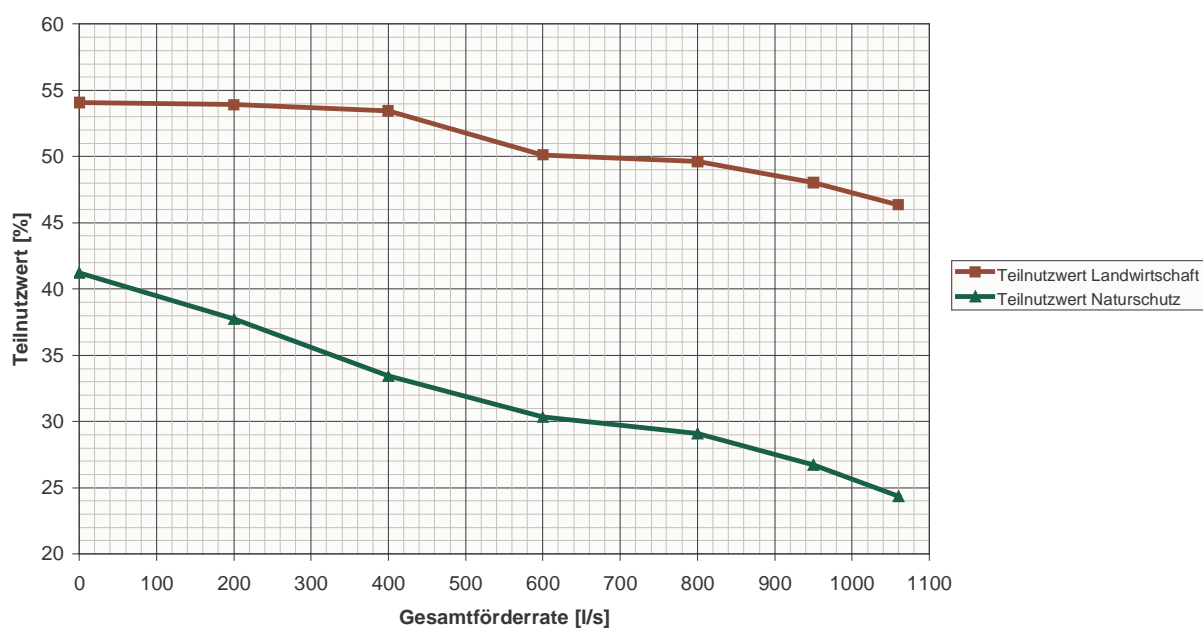


Abb. 6.2: Entwicklung der Teilnutzwerte und des Gesamtnutzwerts bei einer kombinierten Entnahme aus dem westlichen Donauried (Fassungen 2, 3 und 4)

6.4.6 Maximalentnahme

Tab. 6.1: Entnahmeraten bei einer maximalen Wassergewinnung an allen Fassungen

	Fassung 1	Fassung 2	Fassung 3	Fassung 4	Fassung 5	Fassung 6
Maximalentnahme	400	520	350	110	230	140

Abschließend wird die Situation bewertet, die sich im Falle der Maximalentnahme bei Mittelwasserverhältnissen an allen Fassungen einstellen würde. Dieses Szenario stellt eine mögliche Bewirtschaftungsstrategie im Sinne der Optimierung, da alle Fassungen im Donauried in Betrieb sind. Es ist daher zulässig, neben den Teilnutzwerten für die Landwirtschaft und den Naturschutz auch den Teilnutzwert Wasserwirtschaft sowie den Gesamtnutzwert zu berechnen.

Tab. 6.2: Zielerfüllungsgrade bei maximaler Entnahme an allen Fassungen

Zielebene	Bewertungsgröße	Maximalentnahme ZEG [%]
3	Minimierung der Nitratkonzentration im Mischwasser	0
	Minimierung der Gesamthärte im Mischwasser	0
	Vermeidung von Auswaschungen aus nitratreichen Deckschichten im Schwerpunktbereich Wasserwirtschaft	99
	Minimierung der entstehenden Betriebskosten	0
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 1	49
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 2	24
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 3	28
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Landwirtschaft 4	1
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 1	19
	Optimierung der Flurabstände im Schwerpunktbereich Naturschutz 2	1
2	Teilnutzwert Wasserwirtschaft	20
	Teilnutzwert Landwirtschaft	36
	Teilnutzwert Naturschutz	12
1	Gesamtnutzwert	21

Die Maximalentnahme ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht als sehr ungünstig zu beurteilen. Die nicht vom Flurabstand abhängigen Bewertungsgrößen nehmen hierbei einen Zielerfüllungsgrad von 0% an. Gleichzeitig sind die Flurabstände so groß, dass eine Gefahr von Nitrat-Auswaschungen nicht mehr gegeben ist (ZEG = 99%).

Die Maximalentnahme stellt für die Landwirtschaft und den Naturschutz die schlechteste aller bislang betrachteten Alternativen dar. Die erzielten Teilnutzwerte sind mit 36% bzw. 12% so gering wie bei keiner anderen Entnahmeverteilung.

6.5 Sensitivität der wasserwirtschaftlichen Bewertungsgrößen

Wie bereits oben beschrieben, zielen die nicht vom Flurabstand abhängigen wasserwirtschaftlichen Bewertungsgrößen auf die Qualität des Mischwassers und somit auf das Zusammenspiel der Rohwasserqualitäten der einzelnen Fassungen ab. Weiterhin sind bei der Berechnung die Donauwassergewinnung und die Karstgrundwasserentnahme in Burgberg sowie die EC-Anlage im Wasserwerk Langenau zu berücksichtigen.

Zur Darstellung der Sensitivität der wasserwirtschaftlichen Bewertungsgrößen werden die Fassungen entsprechend ihrer Mindestförderraten angesetzt und davon ausgehend die Entnahmen an den einzelnen Fassungen bis zur maximalen Förderrate (MW) gesteigert. Bei dieser Art der Darstellung muss in Kauf genommen werden, dass die Summe der Mindestförderraten (360 l/s) kleiner ist als die Mindestentnahme aus dem Donauried (572 l/s) und somit von einer unzulässigen Gesamtentnahme ausgegangen wird. Würde die Darstellung jedoch erst bei einer Gesamtentnahme von 572 l/s beginnen, müsste bereits eine Entnahmeverteilung als Startpunkt vorgegeben werden. Dies könnte u.U. zu einer Verzerrung des Gesamtbilds führen, wenn beispielsweise besonders nitratreiche Rohwässer einen übermäßig hohen Anteil an der Ausgangsverteilung einnehmen. Die hier gewählte Darstellung besitzt jedoch einen definierten und nachvollziehbaren Startpunkt, so dass die Auswirkungen der Einzelentnahmen auf die wasserwirtschaftlichen Bewertungsgrößen realistisch wiedergegeben werden. Die Zielerfüllungsgrade der drei untersuchten Bewertungsgrößen betragen bei Mindestentnahme jeweils 100%.

6.5.1 Nitratkonzentration im Mischwasser

Bei der Berechnung der Nitratkonzentration im Mischwasser wird der Anteil der Donauwassergewinnung reduziert, sobald die Gesamtentnahme aus dem Donauried 572 l/s überschreitet. Tab. 5.2 zeigt, dass mit Ausnahme der Fassung 4 alle Fassungen im Donauried einen Nitratkonzentration im Rohwasser über der Zielgröße von 22 mg/l aufweisen. Mit zunehmendem Anteil von Grundwasser im Mischwasser nimmt damit der Zielerfüllungsgrad für die Nitratkonzentration ab (Abb. 6.1).

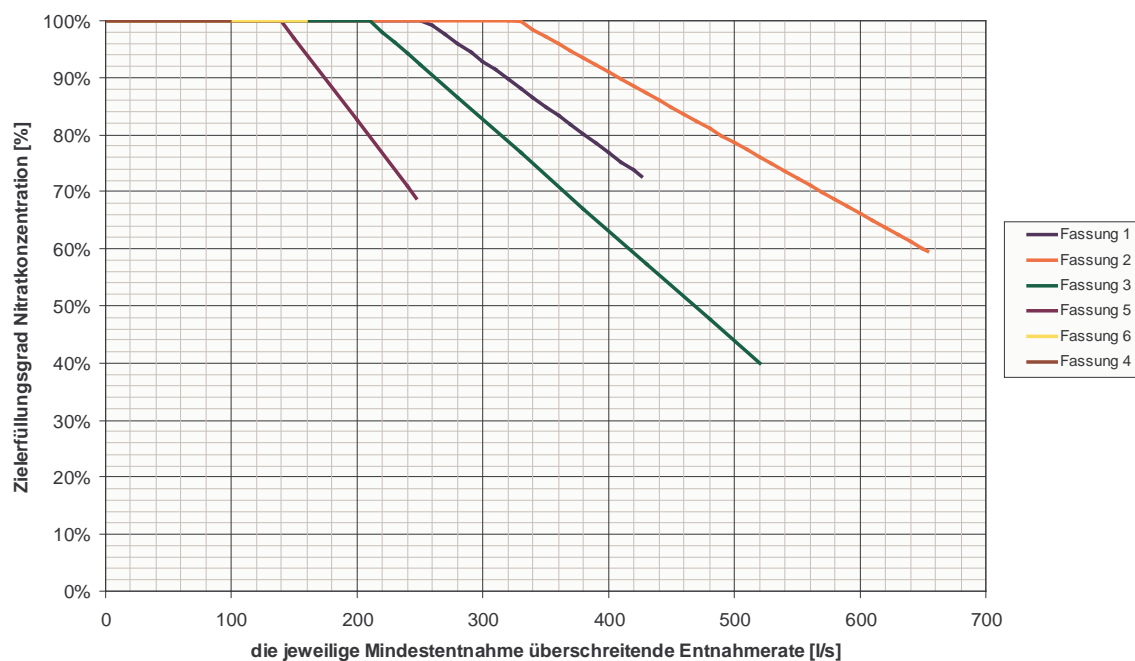


Abb. 6.1: Entwicklung des Zielerfüllungsgrades der Nitratkonzentration im Mischwasser bei einem steigendem Anteil von Grundwasser

Abb. 6.1 zeigt, dass beispielsweise an der Fassung 3 – ausgehend von einer Minimalentnahme an allen Fassungen – bis zu 280 l/s (70 l/s Mindestentnahme + 210 l/s) entnommen werden können, ohne dass die Zielgröße überschritten wird. Bei höheren Entnahmen nimmt der Zielerfüllungsgrad linear ab (lineare Erhöhung des Anteils des Rohwassers aus der Fassung 3). Der Rückgang des Zielerfüllungsgrads tritt umso früher ein und ist umso stärker, je höher die Nitratkonzentration im Rohwasser der jeweiligen Fassung ist. Die Fassungen 4 und 6 führen innerhalb ihrer Entnahmebandbreite zu keinem Rückgang des Zielerfüllungsgrads.

6.5.2 Gesamthärte des Mischwassers

Für die Darstellung der Sensitivität der wasserwirtschaftlichen Bewertungsgröße „Minimierung der Gesamthärte im Mischwasser“ wird dieselbe Art der Darstellung wie in Abb. 6.1 gewählt. Bei der Härte ist die im Berechnungsschema berücksichtigte Entcarbonierungsanlage von dominanter Bedeutung. Sie ist in der Lage, unter den in Kap. 5.3.2 formulierten Annahmen, stets eine Gesamthärte des Mischwassers unterhalb der Zielgröße von 13,5 dH zu erreichen. Einzige Ausnahme bildet die Fassung 2, deren Rohwasser nicht entcarbonisiert wird. Aus diesem Grund ist sie auch die einzige Fassung, die nicht durchgängig einen Zielerfüllungsgrad von 100% aufweist.

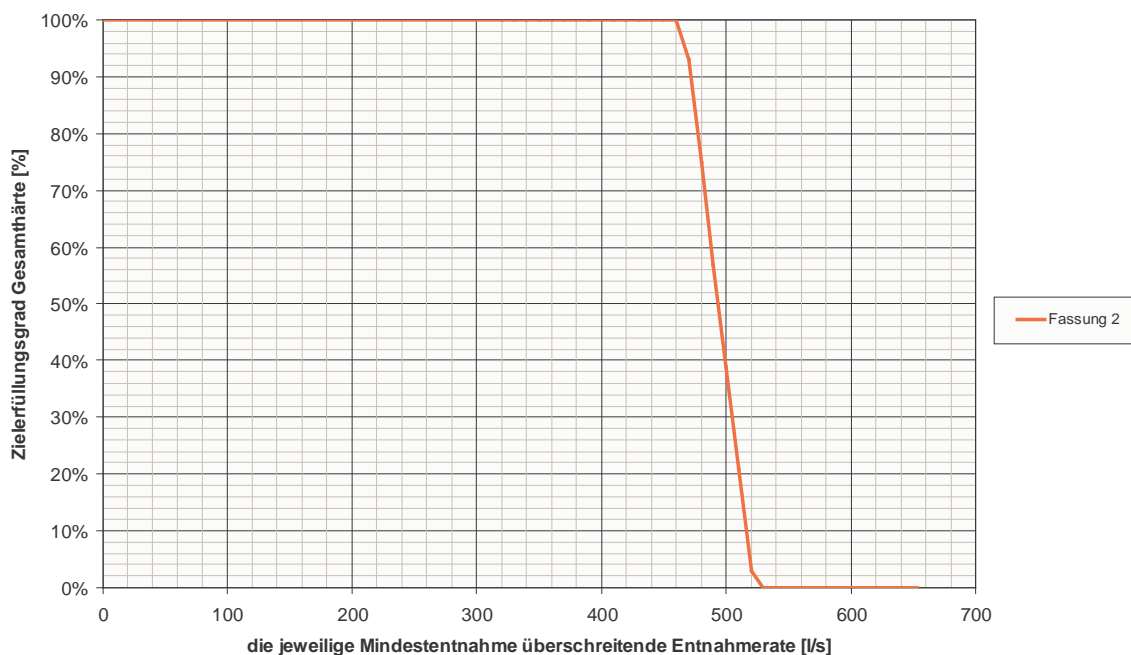


Abb. 6.1: Entwicklung des Zielerfüllungsgrades der Gesamthärte im Mischwasser bei einem steigendem Anteil von Grundwasser aus der Fassung 2

Ab einer Entnahme von 510 l/s (50 l/s Mindestentnahme + 460 l/s) fällt der Zielerfüllungsgrad schnell ab und erreicht bei 580 l/s 0%. Hohe Entnahmen an der Fassung 2 sind aus wasserwirtschaftlicher Sicht deshalb zu vermeiden.

6.5.3 Minimierung der entstehenden Betriebskosten

Die Zielfunktion für die bei der Wassergewinnung und -aufbereitung entstehenden Betriebskosten hängt nur von der Entnahme an der Fassung 4 ab (vgl. Kap. 5.3.3). Der Zielerfüllungsgrad für diese Bewertungsgröße nimmt demnach nur bei der Mindestentnahme (50 l/s) 100% an. Er fällt bis zu einer Entnahme von 100 l/s linear auf 0% ab (Abb. 6.1).

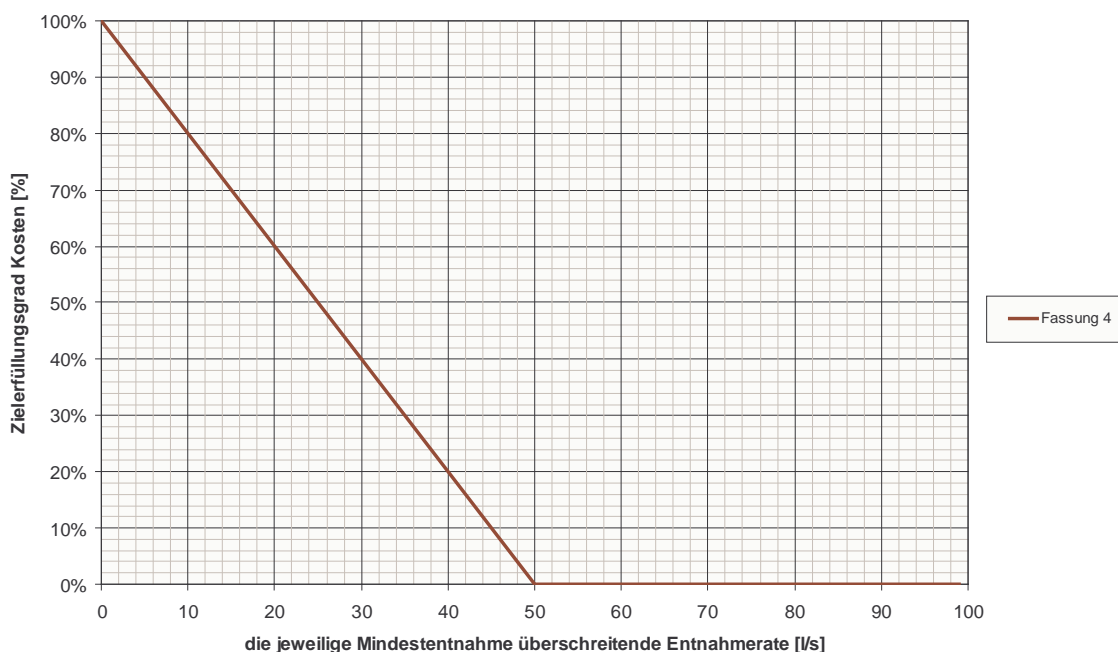


Abb. 6.1: *Entwicklung des Zielerfüllungsgrades der bei der Wassergewinnung und -aufbereitung entstehenden Betriebskosten*

6.6 Zusammenführung der Bewertungsergebnisse

Die Bewertungsergebnisse können nun zusammengeführt und daraus Rückschlüsse bezüglich einer verbesserten Entnahmeverteilung bei Mittelwasserverhältnissen gezogen werden. Es ist nicht möglich, an dieser Stelle bereits Angaben über exakte optimale Entnahmeraten an den einzelnen Fassungen oder die optimale Gesamtentnahme zu machen. Einerseits sind nur die Auswirkungen von einigen ausgewählten Szenarien bekannt, andererseits ist nicht abschätzbar, wie sich die hydraulisch möglichen Entnahmen an den Fassungen sowie die Wirkungsbereiche der Fassungen bei abweichender Verteilung der Entnahmen auf die Fassungen verändern. Die optimalen Entnahmeraten sind zudem von einer dynamischen Betrachtungsweise des Systems abhängig (Jahreszeit, Bodenfeuchte).

Dennoch können aus den Ergebnissen wesentliche Erkenntnisse abgeleitet werden, wie die optimierte Bewirtschaftungsstrategie (hier nur für Mittelwasserverhältnisse dargestellt) aussehen sollte. In Tab. 6.1 sind die wesentlichen Erkenntnisse, die aus den Bewertungen gewonnen werden können, zusammengestellt.

Tab. 6.1: Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den ausgewerteten Modellläufen

	Wasserwirtschaft	Landwirtschaft	Naturschutz	Ergebnis
Fassung 1	Erst sehr hohe Entnahmen führen zu einem leichten Rückgang des ZEG Nitrat, die Gefahr von Nitrat-Auswaschungen kann mit dieser Fassung nicht reduziert werden.	Eine hohe Entnahme führt insgesamt zu leichten Verbesserungen der Standortbedingungen, besonders in den Schwerpunktbereichen der Wertstufen 1 und 2	Entnahmen haben keine Auswirkungen auf die Belange des Naturschutzes	Sehr hohe Entnahmen möglich, ohne dass Beeinträchtigungen der drei Nutzer zu erwarten sind
Fassung 2	Die Nitrat-Auswaschungen können durch hohe Entnahmen effektiv vermieden werden, der ZEG Gesamthärte geht dabei auf 0% zurück.	Innerhalb der Wertstufe 1 führen höhere Entnahmen zu deutlichen Verbesserungen, Beeinträchtigungen ergeben sich für die Wertstufen 2 und 4	Entnahmesteigerungen wirken sich negativ auf die Wertstufen 1 und 2 aus, der Teilnutzwert sinkt ab 172 l/s stark ab.	Gegensätzliche Auswirkungen der Entnahme auf die drei Nutzer
Fassung 3	Reduzierung der Nitrat-Auswaschung bei steigender Entnahme, starker Rückgang des ZEG Nitrat bei hoher Entnahme	TNW nimmt ab 293 l/s deutlich ab, die negativen Auswirkungen verteilen sich auf alle Wertstufen	Starke Beeinträchtigung der Wertstufe 2 bereits bei geringen Entnahmen, die Wertstufe 1 ist ab 293 l/s beeinträchtigt	Gegensätzliche Auswirkungen der Entnahme auf die drei Nutzer
Fassung 4	Entnahmen über 50 l/s verursachen hohe Kosten, leichte Verbesserung bei Nitrat-Auswaschungen durch höhere Entnahmen	Hohe Entnahmen führen zu Verbesserungen innerhalb der Wertstufen 1 und 2	Verbesserungen durch hohe Entnahmen innerhalb der Wertstufe 1	Gegensätzliche Auswirkungen der Entnahme auf die drei Nutzer
Fassung 5 (Kies)	Hohe Nitratbelastung des Rohwassers führt zu Rückgang des ZEG Nitrat bei hohen Entnahmen	Entnahmen bis 148 l/s führen zu keinen Veränderungen innerhalb der Wertstufe 1, Flächen der Wertstufe 2 schon früher beeinträchtigt	Starke Beeinträchtigung der Wertstufe 2 bereits bei geringen Entnahmen, keine Auswirkungen auf die Wertstufe 1	Mittlere und hohe Entnahmen wirken sich negativ auf alle drei Nutzer aus
Fassung 6	Entnahmen haben keine Auswirkungen auf die Belange der Wasserwirtschaft	Entnahmen haben keine Auswirkungen auf die Belange der Landwirtschaft	Entnahmen haben keine Auswirkungen auf die Belange des Naturschutzes	Sehr hohe Entnahmen möglich, ohne dass Beeinträchtigungen der drei Nutzer zu erwarten sind

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse wird nun eine verbesserte Entnahmeverteilung entworfen und der Bewertung für den realen Fall am 19.06.1996 gegenübergestellt (Tab. 6.2). Auf diese Weise wird überprüft, ob sich die Schlussfolgerungen aus der systematischen Untersuchung auf eine gemeinsame Bewirtschaftung aller Fassungen übertragen lassen. Die hier dargestellte verbesserte Entnahmeverteilung ist nur eine Möglichkeit von vielen weiteren, die sich aus den Erkenntnissen in Tab. 6.1 ableiten lassen. Die schrittweise Annäherung an die optimale Entnahmeverteilung mit maximalem Gesamtnutzwert ist Gegenstand der Untersuchungen in Kap. 7.

Tab. 6.2: Entnahmen am 19.06.1996 und verbesserte Entnahmeverteilung

	Stichtag Normaljahr (19.06.1996)	Verbesserte Entnahmeverteilung für Mittelwasserverhältnisse
Entnahme Fassung 1	292 l/s	500 l/s
Entnahme Fassung 2	56 l/s	150 l/s
Entnahme Fassung 3	382 l/s	100 l/s
Entnahme Fassung 4	122 l/s ¹⁾	100 l/s
Entnahme Fassung 5	0 l/s ²⁾	50 l/s
Entnahme Fassung 6	137 l/s	100 l/s
Summe	989 l/s	1000 l/s

¹⁾ Entnahme aus dem Karstgrundwasserleiter: Die Entnahme kann dem Kiesaquifer zugerechnet werden

²⁾ Die Fassung 5 war im Betrachtungszeitraum kurzzeitig außer Betrieb

Tab. 6.3: Bewertung von zwei Entnahmeverteilungen mit gleicher Gesamtentnahme

Zielebene	Bewertungsgröße	ZEG (Stichtag 19.6.96)	ZEG (verb. Entnahmevert.)
3	Reduzierung der Nitratkonzentration	68	66
	Reduzierung der Gesamthärte	100	100
	Vermeidung von Auswaschungen	66	56
	Minimierung der Kosten	0	0
	Optimale Flurabstände Landwirtschaft 1	56	68
	Optimale Flurabstände Landwirtschaft 2	40	52
	Optimale Flurabstände Landwirtschaft 3	35	35
	Optimale Flurabstände Landwirtschaft 4	1	15
	Optimale Flurabstände Naturschutz 1	45	52
	Optimale Flurabstände Naturschutz 2	1	12
2	Teilnutzwert Wasserwirtschaft	64	61
	Teilnutzwert Landwirtschaft	45	56
	Teilnutzwert Naturschutz	28	36
1	Gesamtnutzwert	42	49

Tab. 6.3 zeigt, dass sich der Gesamtnutzwert um sieben Prozentpunkte erhöht hat. Während sich die Teilnutzwerte für die Landwirtschaft und den Naturschutz deutlich erhöht haben (11 bzw. 8 Prozentpunkte), hat sich der Teilnutzwert für die Wasserwirtschaft verringert (3 Prozentpunkte). Wengleich die verbesserte Entnahmeverteilung noch nicht das Optimum darstellt, so ist der Anstieg des Gesamtnutzwerts um 7% in Anbetracht der geringen Schwankungsbreite bereits als sehr gut einzustufen.

6.7 Zusammenfassung

Das in Kap. 5 neu entwickelte Bewertungssystem wurde erstmalig zur Erarbeitung eines Leitfadens mit Bewirtschaftungsregeln angewandt. Ziel des Leitfadens war die Ermittlung von Optimierungspotenzialen der Grundwasserbewirtschaftung auf der Grundlage systematischer Untersuchungen des Wasserhaushalts sowie der wasserwirtschaftlichen Bewertungsgrößen. Der Leitfaden wurde am Beispiel des Donaurieds entwickelt, die Vorgehensweise ist jedoch grundsätzlich auf andere Gebiete übertragbar (Abb. 6.1). Dazu wurden die Ergebnisse von 42 numerischen Modellsimulationen ausgewertet und die Flurabstände für jeweils drei Zeitpunkte, die die mittleren Verhältnisse eines Nass-, eines Normal- und eines Trok-

kenjahres repräsentieren, bewertet. Die Modellsimulationen wurden so ausgewählt, dass die Sensitivität der flurabstandsbezogenen Teilnutzwerte auf verschiedene Entnahmestrategien überprüft werden konnte. Die Bewertungsergebnisse wurden in einem GIS visualisiert und konnten so auf ihre Plausibilität hin begutachtet werden. Die vom Bewertungssystem errechneten Werte konnten gut nachvollzogen werden, so dass Gewissheit bestand, dass das System vernünftige Bewertungsergebnisse liefert, die im Umkehrschluss auch eine vernünftige Optimierung erlauben.

Ausgehend von Bewertungen der Entnahmen an Einzelfassungen sowie definierten Entnahmen an mehreren Fassungen im Donauried war es möglich, erste Trends zu erkennen, in welche Richtung die Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung führen wird. Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wurde eine gegenüber der tatsächlichen Entnahmeverteilung am 19.06.96 verbesserte Bewirtschaftungsstrategie entworfen.

Die Aussagekraft der wasserwirtschaftlichen Bewertungsgrößen war bei den untersuchten Alternativen stark eingeschränkt. Da sich die Zielfunktionen für Nitrat und Gesamthärte auf das Mischwasser beziehen, musste das Zusammenspiel der Fassungen stärker in den Mittelpunkt gerückt werden. Daher konnten nur in zwei Fällen aussagekräftige Gesamtnutzwerte berechnet werden. Die vollständige und gleichzeitige Berücksichtigung aller Bewertungsgrößen erfolgt im Rahmen der stationären Optimierungen in Kap. 7.

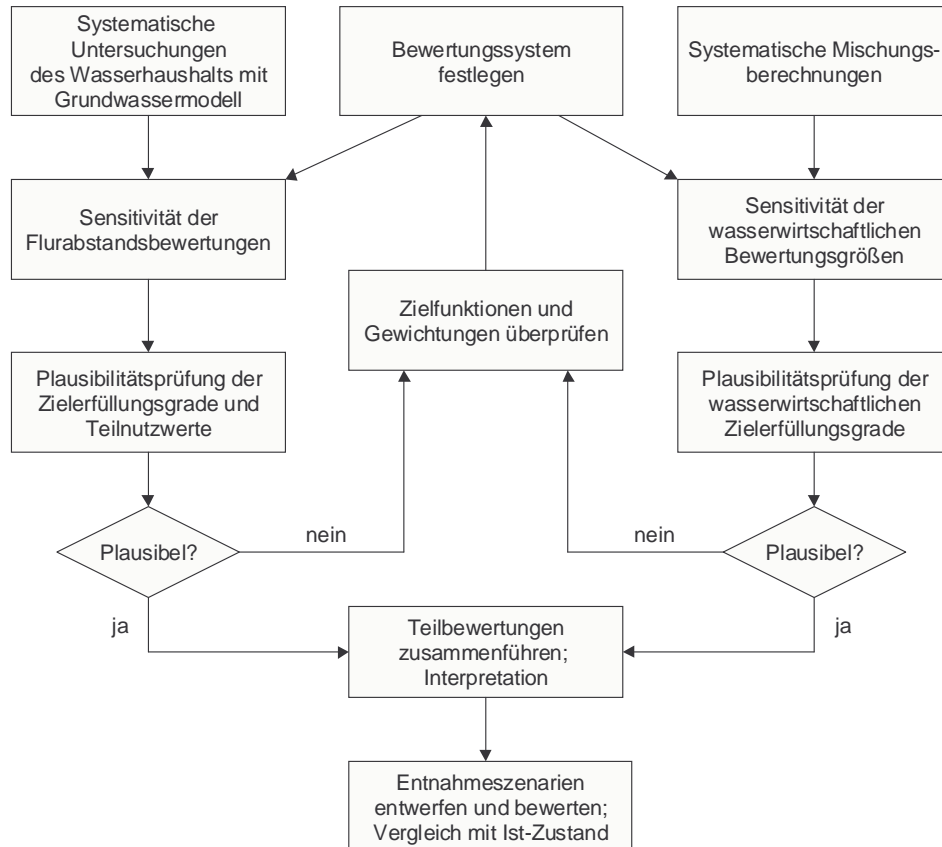


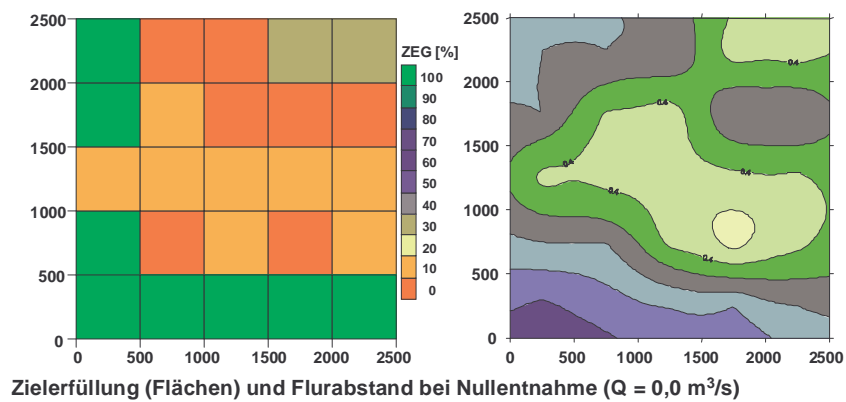
Abb. 6.1: Allgemeines Schema zur Entwicklung eines Leitfadens mit Bewirtschaftungsregeln

Berechnungsbeispiel III/IV (Fortsetzung von S. 123)

Bewertung unterschiedlicher Entnahmeszenarien für $Q = \text{const.}$

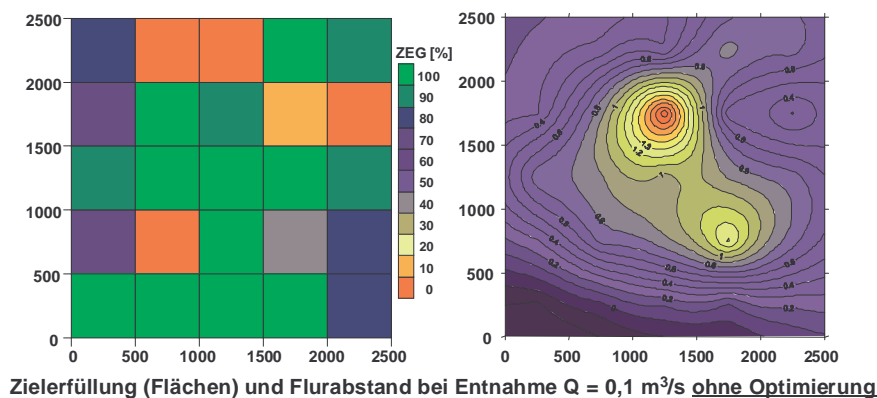
Mit den vorgestellten Eckwerten sind unterschiedliche Entnahmeszenarien hinsichtlich des Gesamtnutzwertes untersucht worden.

Das Szenario „Nullentnahme“ ($Q = 0$) zeigt den ungestörten Feuchtgebietscharakter. Während auf den Naturschutzflächen durchweg ein Zielerfüllungsgrad von 100 % erreicht wird, sind die Landwirtschaftsflächen zu „nass“, der Zielerfüllungsgrad beträgt dort im Mittel nur 10 %. Bei einer Nullentnahme entfällt der Teilnutzwert für die Wasserversorgung, der Gesamtnutzwert I erreicht damit nur 22,3 %. Bereits an dieser Stelle wird klar, dass eine Entnahmesteigerung zu Lasten des Teilnutzwertes „Naturschutz“ und zu Gunsten der Teilnutzwerte „Landwirtschaft“ und „Wasserversorgung“ führen wird.



Zielerfüllung (Flächen) und Flurabstand bei Nullentnahme ($Q = 0,0 \text{ m}^3/\text{s}$)

In einem nächsten Schritt wurde davon ausgegangen, dass die Wasserversorgung $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ benötigt. Um die Naturschutzinteressen zu wahren, werden die Brunnen ohne nähere Untersuchungen mit $Q_1 = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2 = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ und $Q_3 = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ bewirtschaftet. Der Gesamtnutzwert beträgt nun bereits 63,8 % ($I_N = 88,4\%$, $I_L = 68,5\%$, $I_W = 47,1 \%$). Die Auswertung für den Flurabstand zeigt den deutlichen Absenktrichter im Umfeld des Brunnens 3.



Zielerfüllung (Flächen) und Flurabstand bei Entnahme $Q = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Optimierung

Fortsetzung auf S. 180