



Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 5 – Referat 53.1

Angewandte Geologie

h₇drag

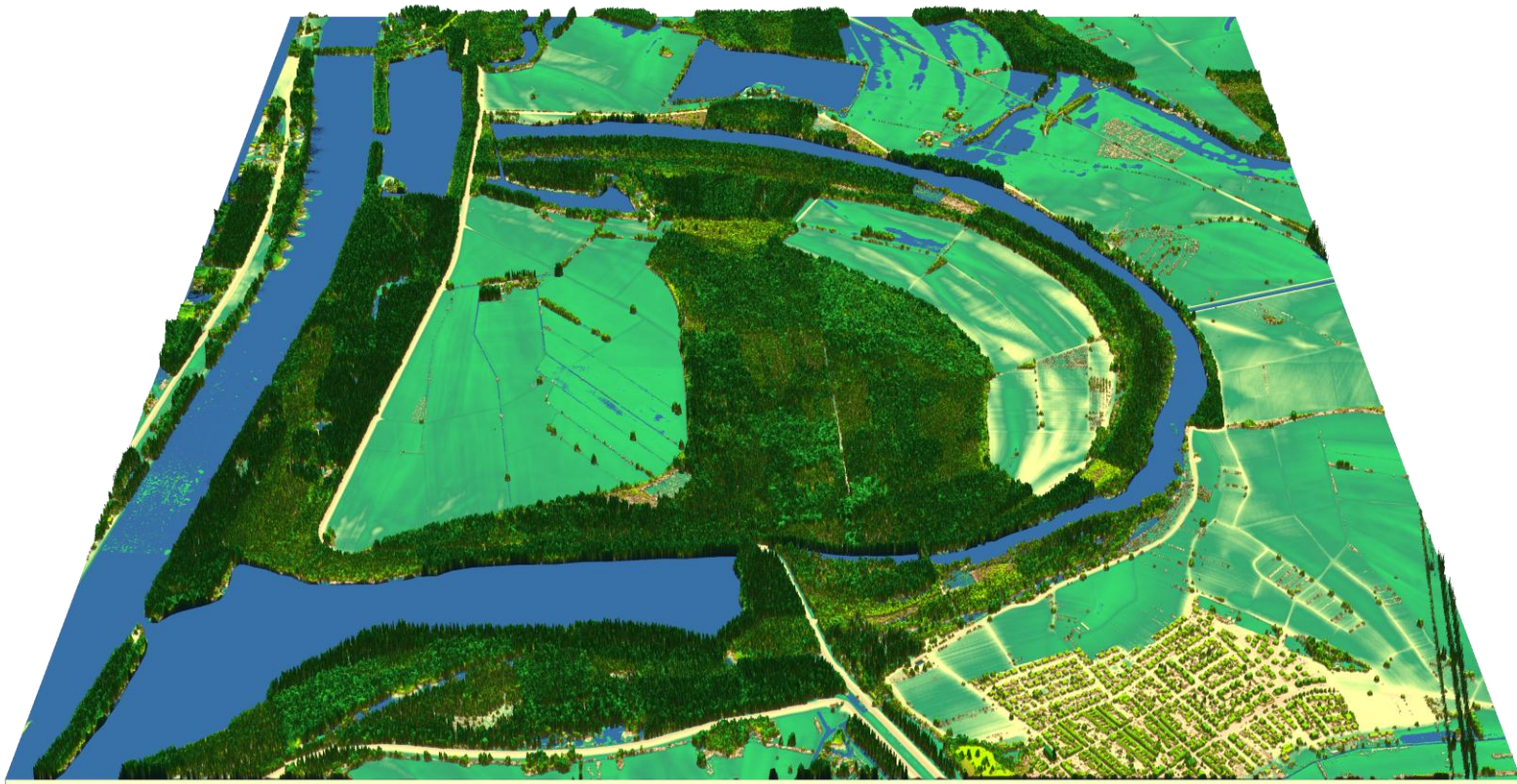
Hydrologischer Datendienst

Rainer Stephan,
Diplom-Geologe.
Von der Industrie- und Handels-
kammer Karlsruhe öffentlich
bestellter und vereidigter Sach-
verständiger für Hydrogeologie
und Grundwasserfragen.
Benzstraße 15
76185 Karlsruhe
Telefon (0721) 9 85 95-0
Telefax (0721) 9 85 95-99

Rückhalteraum Elisabethenwört

Variantenuntersuchung

Grundwasserhydraulische Modelluntersuchungen



Karlsruhe, im Februar 2018



Auftraggeber:

Regierungspräsidium Karlsruhe

Abteilung 5 – Referat 53.1

Rückhalteraum Elisabethenwört

Variantenuntersuchung

Grundwasserhydraulische Modelluntersuchungen

Karlsruhe, den 23.02.2018

.....
Dipl.-Geol. R. Stephan

.....
Dipl.-Geol. N. Förster

.....
Dipl.-Geol. C. Kretzer

.....
Dipl.-Ing. K. Eckert

Rückhalteraum Elisabethenwört

Variantenuntersuchung

Grundwasserhydraulische Modelluntersuchungen

Inhalt	Seite
1 VERANLASSUNG, ZIEL UND VORGEHEN	6
2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETS	7
2.1 LAGE UND ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	7
2.2 TOPOGRAPHIE	8
2.3 GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE	8
2.3.1 Grundwasserbeobachtung	9
2.3.2 Oberirdische Gewässer	9
2.3.3 Hydrometeorologische Verhältnisse	13
2.4 SCHÖPFWERK PHILIPPSBURG	14
3 AUFSTELLUNG DES MODELLSYSTEMS	15
3.1 HORIZONTALE MODELLGEOMETRIE UND DISKRETISIERUNG	15
3.2 DATENGRUNDLAGE UND MODELLAUFBAU	15
3.2.1 Eingangsparmeter	16
3.2.1.1 Grundwassersituation bei Rheinhochwasser	16
3.2.1.2 Grundwasserentnahmen	16
3.2.1.3 Grundwasserneubildung aus Niederschlag	17
3.2.1.4 Modellrelevante Gewässer	17
3.2.1.5 Speicherkoeffizient	17
4 KALIBRIERUNG	18
4.1 KALIBRIERUNG UNTER STATIONÄREN BEDINGUNGEN (AUSGANGSSITUATION)	18
4.2 KALIBRIERUNG UNTER INSTATIONÄREN BEDINGUNGEN (HOCHWASSER 2013 - , ZEITRAUM 13.5.2013 BIS 29.6.2013)	19
4.2.1 Berechnete Gw-Höhen bei Rheinscheitel (1.6.2013)	19
4.2.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	19
4.2.3 Austauschvorgänge mit oberirdischen Gewässern	20
4.3 MODELLTEST MIT DEN GW-SITUATIONEN ZWISCHEN 01/1999 BIS 07/2001	20
5 UNTERSUCHUNG VON PLANUNGSVARIANTEN DES RÜCKHALTERAUMES	22
5.1 MODELLHOCHWASSER UND BEMESSUNGSBEDINGUNGEN	22
5.2 AUSWERTUNGEN	24
5.2.1 Gw-Flurabstände	24
5.2.2 Ermittlung von Betroffenheiten (Keller-vernässung)	24
5.2.3 Gw- Bilanzgrößen	25
5.3 ISTZUSTAND	26
5.3.1 Grundwassersituation	26
5.3.1.1 Gw-Stände in bebauten Gebieten und potenzielle Kellervernässung	26
5.3.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	27
5.3.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	29

5.4	PLANUNGSVARIANTEN	29
5.4.1	Grundlagen der Planungsvarianten.....	30
5.5	KLEINE DAMMRÜCKVERLEGUNG ("DRV-KLEIN")	31
5.5.1	Grundwassersituation.....	31
5.5.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	32
5.5.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	33
5.5.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	34
5.6	MITTLERE DAMMRÜCKVERLEGUNG ("DRV-MITTEL")	35
5.6.1	Grundwassersituation.....	36
5.6.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	36
5.6.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	37
5.6.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	38
5.7	GROßE DAMMRÜCKVERLEGUNG ("DRV-GROß")	39
5.7.1	Grundwassersituation.....	39
5.7.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	40
5.7.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	41
5.7.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	42
5.8	KLEINE POLDERVARIANTE ("POLDER-KLEIN")	43
5.8.1	Grundwassersituation.....	43
5.8.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	44
5.8.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	45
5.8.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	46
5.9	MITTLERE POLDERVARIANTE ("POLDER-MITTEL")	47
5.9.1	Grundwassersituation.....	48
5.9.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	48
5.9.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	49
5.9.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	50
5.10	GROßE POLDERVARIANTE ("POLDER-GROß")	51
5.10.1	Grundwassersituation.....	52
5.10.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	52
5.10.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	53
5.10.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	54
5.11	KLEINE KOMBIVARIANTE (DRV/POLDER-VARIANTE KLEIN")	55
5.11.1	Grundwassersituation.....	56
5.11.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	56
5.11.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	57
5.11.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	58
5.12	MITTLERE KOMBIVARIANTE ("DRV/POLDER-VARIANTE-MITTEL")	59
5.12.1	Grundwassersituation.....	60
5.12.2	Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten	60
5.12.3	Gw-Austausch mit fließenden Gewässern	61
5.12.4	Erforderliche Anpassungsmaßnahmen	62
5.13	WEITERES VORGEHEN	62
6	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	63
7	VERWENDETE UNTERLAGEN UND SCHRIFTEN	64

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1:	Rohstoffgewinnungsstellen/Baggerseen im Untersuchungsgebiet (Stand 2016)	12
Tab. 2:	Zusammenstellung der Modellebenen mit Angabe der Leitereigenschaften	15
Tab. 3:	Zusammenstellung der Planungsvarianten, die grundwasserhydraulisch berechnet wurden	30

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	Lage des Untersuchungsgebietes mit Gemeinde- und Gemarkungsgrenzen	7
Abb. 2:	Schematischer geologischer Schnitt durch die Rheinebene (Quelle: /2/)	8
Abb. 3:	Übersicht über die Rohstoffgewinnungsgebiete (Stand 1986; Abbau z.T. eingestellt)	13
Abb. 4:	Ergebnis der gemessenen und der berechneten Grundwasserpotenziale bei der stationären Voreichung für den Referenzzeitpunkt 13.5.2013	18
Abb. 5:	Modelltest: Simulationszeitspanne vom Januar 1999 bis Juni 2001 (30 Monate) mit berechneten (blaue Signatur) und gemessenen (rote Signatur) an der Grundwassermessstelle 110/257-4 (oben: Lage der Messstelle)	21
Abb. 6:	Zugrundeliegendes Modellhochwasser für ein 200-jährliches Rheinhochwasser am Pegel Maxau; berücksichtigt wurden vorhandene und geplante Maßnahmen (Quelle: LUBW/HVZ)	22
Abb. 7:	Modellhochwasser im Vergleich zum HW 2013 im Bereich der Eisenbahnbrücke Germersheim-Philippsburg (km 384) mit Angabe der Zeitspanne für den 2-tägigen Bemessungsniederschlag (BN)	23
Abb. 8:	Schemaskizze zur Ermittlung der Kellervernässung	24
Abb. 9:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Bezugsvariante Istzustand	28
Abb. 10:	Übersichtsplan kleine Dammrückverlegung	31
Abb. 11:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante DRV klein	33
Abb. 12:	Übersichtsplan mittlere Dammrückverlegung	35
Abb. 13:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante DRV mittel	37
Abb. 14:	Übersichtsplan große Dammrückverlegung	39
Abb. 15:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante DRV groß	41
Abb. 16:	Übersichtsplan kleine Poldervariante	43
Abb. 17:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante Polder klein	45
Abb. 18:	Übersichtsplan mittlere Poldervariante	47
Abb. 19:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante Polder mittel	49
Abb. 20:	Übersichtsplan große Poldervariante	51
Abb. 21:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante Polder groß	53
Abb. 22:	Übersichtsplan für die kleine Kombivariante	55
Abb. 23:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der kleinen Kombivariante	57
Abb. 24:	Übersichtsplan mittlere Kombivariante	59
Abb. 25:	Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Kombi-Variante Polder mittel	61

Rückhalteraum Elisabethenwört

Variantenuntersuchung

Grundwasserhydraulische Modelluntersuchungen

1 VERANLASSUNG UND ZIEL

Das Land Baden-Württemberg errichtet im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms (IRP) an 13 Standorten Hochwasserrückhalteräume. Entlang des Oberrheins soll damit ein 200- bzw. 220-jähriger Hochwasserschutz wieder hergestellt werden. Eine tragende Rolle spielen die gesteuerten und ungesteuerten Hochwasserrückhalteräume, mit denen bei entsprechend hohen Rheinabflüssen der Rheinscheitel wirksam herabgemindert werden kann. Im Regierungsbezirk Karlsruhe sollen vier Rückhalteräume zum Einsatz kommen. Der Rückhalteraum Elisabethenwört ist einer davon.

Für die Umsetzung des Rückhalterausms werden drei verschiedene Trassenführungen des rückwärtigen Rheinhochwasserdamms in Erwägung gezogen und untersucht. Die Trassenführungen führen jeweils zu Rückhalteräumen mit verschiedenen Größen (klein, mittel, groß). Dazu werden jeweils zwei Betriebsweisen - die gesteuerte (Polder) und die ungesteuerte Rückhaltung (Dammrückverlegung) betrachtet. Somit ergeben sich insgesamt sechs Grundvarianten zur Untersuchung. Im Verlauf der Planung wurden diese durch zwei weitere Varianten ergänzt, bei welchen eine kombinierte Betriebsweise aus Dammrückverlegung und Polder vorgesehen ist (kleine und mittlere Kombivariante).

Durch die Inbetriebnahme des Rückhalterausms sind in Abhängigkeit der Variante verschiedene Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu erwarten. Diese sind grundwasserhydraulisch nachzuweisen und zu bewerten. Deshalb wurden mit Hilfe eines mathematisch-numerischen Grundwassermodells die Veränderungen der Grundwassersituation infolge dieser wasserwirtschaftlichen Planungen berechnet.

Hierzu wurde auf Grundlage des aktualisierten länderübergreifenden stationären großräumigen Modells „Karlsruhe-Speyer“ (LUBW) sowie auf Basis der detaillierten Auswertungen des Landesamts für Geologie, Rohstoff und Bergbau Baden-Württemberg /1, 2, 3, 4/ für das Gebiet zwischen Graben-Neudorf im Süden und Oberhausen-Rheinhausen im Norden ein numerisches Grundwassermodell mit erhöhter Detailauflösung erstellt.

Das vorliegende mathematisch-numerische 3-dimensionale Grundwassermodell für den Rückhaltestandort Elisabethenwört schließt großräumig den Polder Rheinschanzinsel ein.

Das Modell wurde an die Systemzustände, wie sie durch das Hochwasserereignis Mai/Juni 2013 belegt sind, instationär angepasst (Kalibrierung). Darüber hinaus wurde im Rahmen eines Modelltests die Reproduzierbarkeit des Modells überprüft. Dazu wurde über mehrere hydrologische Zyklen derselbe Parametersatz unter Berücksichtigung der veränderlichen Daten der Zeitspanne Januar 1999 bis Juli 2001 getestet und hat über den gesamten Zeitraum eine gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und modellierten Daten erreicht.

Anschließend wurden die Reaktionen des Grundwasserregimes auf ein Modell-Rheinhochwasser ermittelt (Istzustand). Dieser Systemzustand wird als Bezugsgröße für die Prognoseberechnung der Varianten (6 Grundvarianten und 2 Kombivarianten) herangezogen.

In bebauten Gebieten gilt das Verschlechterungsverbot, das heißt es darf dort unabhängig von der Variante zu keinen zusätzlichen schadbringenden Grundwasseranstiegen kommen. Im Bedarfsfall ist dies durch entsprechende Schutzmaßnahmen nachzuweisen.

Die vorliegende Untersuchung dient dem Vorhabenträger als Grundlage für den Variantenentscheid aus grundwasserhydrologischer Sicht.

2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETS

2.1 LAGE UND ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Das Gebiet liegt im Bereich der rechtsrheinischen oberrheinischen Tiefebene zwischen Rheinkilometer 378 bis 394.

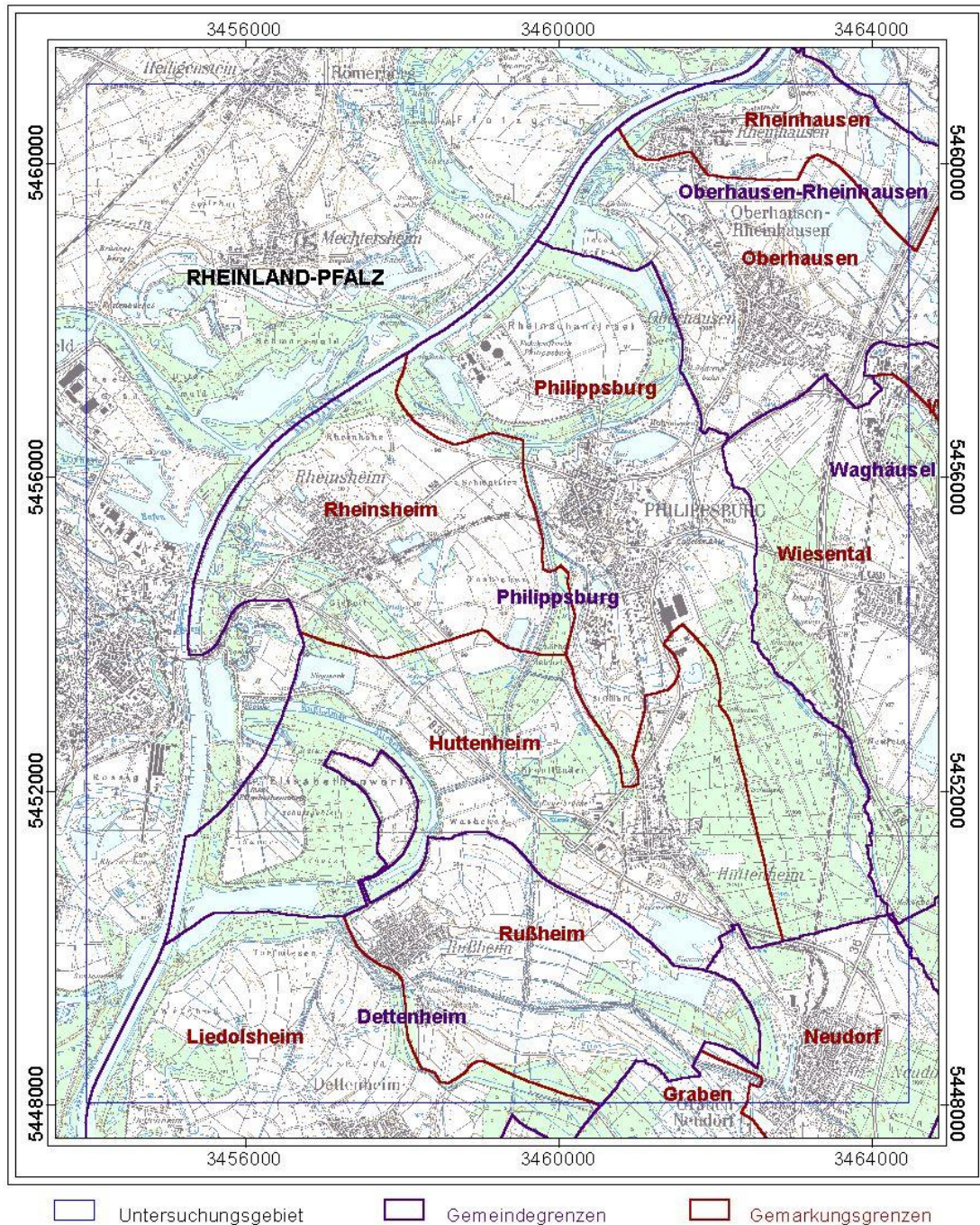


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes mit Gemeinde- und Gemarkungsgrenzen

Die nördliche Begrenzung verläuft bei der Ortschaft Rheinhausen. Dettenheim und Graben sind die Ortschaften an der südlichen Peripherie des Untersuchungsgebietes. Das Gebiet ist dicht besiedelt und wird weitgehend landwirtschaftlich genutzt. Weiträumige Gebiete werden für die Kiesgewinnung genutzt, beson-

ders im Bereich der Wagbachniederung östlich von Oberhausen- Rheinhausen. Das Untersuchungsgebiet umfasst die Gemarkungen: Rheinhausen, Oberhausen, Wiesental, Philippsburg, Rheinsheim, Huttenheim, Russheim und Bereiche von Liedolsheim, Graben und Neudorf. Ein Bereich um den Baggersee Minthe süd-östlich Rheinsheim liegt bereits auf der rheinland-pfälzischen Gemarkung von Germersheim.

Das Gebiet erstreckt sich im Wesentlichen über die Messtischblätter 6716 und 6816 der Baden-Württembergischen Topographischen Karten 1: 25000.

2.2 TOPOGRAPHIE

Geomorphologisch liegt das Untersuchungsgebiet in der Rheinniederung. Die aus der Zeit vor der Rheinkorrektion stammenden Altrheinarme sind charakteristisch für die Rheinniederung. Durch Verkürzung des Rheinlaufs sind die Inseln Elisabethenwört und die Rheinschanzinsel entstanden.

Die Geländehöhen betragen auf der Insel Elisabethenwört Werte zwischen 97 mNN und 99,5 mNN, wobei die Feldlage gegenüber der Waldlage durchweg niedrigere Höhen aufweist. Die gleiche Wertespanne wird auch außerhalb in der Feldflur angetroffen. In der Ortsbebauung von Rußheim liegen die Geländehöhen meist um 100 mNN und darüber. Lediglich in den westlichen und östlichen Randlage treten niedrigere Geländehöhen auf.

Nach Osten zu wird die Rheinniederung vom Hochgestade begrenzt; auf dem Hochgestade steigen die Geländehöhen rasch auf Höhen zwischen 104 m NN und 107 m NN an.

2.3 GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet werden durch die Zugehörigkeit zum hydrogeologischen System des Oberrheingraben mit seiner mächtigen Lockergesteinsfüllung gekennzeichnet. Der gegenwärtige Kenntnisstand der geologischen und hydrogeologischen Gliederung wurde anhand vieler Einzelaufschlüsse insbesondere in der Fortschreibung /1/ der Hydrogeologischen Kartierung (HGK) Karlsruhe-Speyer /2/ zusammengefasst.

Anhand eines schematischen geologischen Querschnittes durch den Oberrheingraben /2/ kann die Situation für das Untersuchungsgebiet und die unmittelbar daran angrenzenden Gebiete veranschaulicht werden.

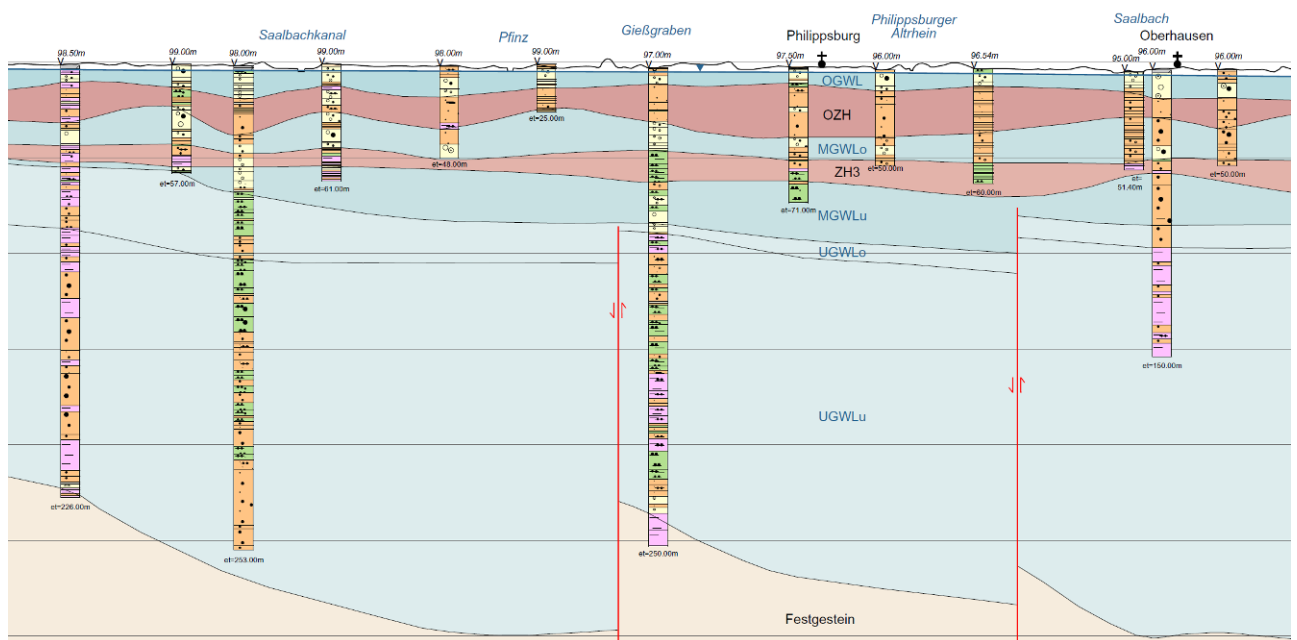


Abb. 2: Schematischer geologischer Schnitt durch die Rheinebene (Quelle: /2/)

Die Lockergesteinsfüllung kann grob in die wasserwirtschaftlich bedeutenden quartären und in die weniger ergiebigen pliozänen Ablagerungen unterteilt werden. Die Unterlage wird vom geringdurchlässigen Miozän gebildet.

Die quartären Schichten reichen im Süden des Untersuchungsgebietes bis in Tiefenlagen von ungefähr Normal-Null; im Norden bis ungefähr 20 m unter Normalnull. Darunter liegen die insgesamt wesentlich weniger durchlässigen, rund 150 m mächtigen pliozänen Ablagerungen. In einer Teufe von 160 m bis 170 m unter Normalnull wird im Untersuchungsgebiet mit den Hydrobien-Schichten das Miozän angetroffen.

Entsprechend der Lage in der Rheinniederung weist das Obere Kieslager eine wechselnd mächtige Überdeckung mit weniger durchlässigen Deckschichten auf, die als Folge der periodischen Hochwässer vom Rhein im Holozän abgelagert wurden.

Insgesamt ergibt sich bezüglich des hydrogeologischen Aufbaus der maßgeblichen Schichten im Untersuchungsraum bis zum unterlagerndem Miozän von oben nach unten folgendes Bild:

- **Deckschichten**, vorwiegend schluffig, bereichsweise sandig, ca. 2 m bis 4 m mächtig
- **Obere kiesig-sandige Abfolge (OksA)** im Junquartär, kiesig/sandig, ca. 5 m bis 15 m mächtig
- **Obere Zwischenhorizont (OZH)** im Jungquartär, überwiegend feinsandig mit wechselnd mächtigen bereichsweise bis zu 25 m mächtig schluffig/tonigen über weite Gebiete anhaltende Einschaltungen, ca. 20 m bis 25 m mächtig
- **Mittlere sandige kiesige Abfolge oben (MksAo)** im Jungquartär, kiesig/sandig, ca. 20 m und 40 m mächtig (von Süd nach Nord abnehmend)
- **Mittlere sandige kiesige Abfolge unten (MksAu)** im Jungquartär, kiesig/sandig, ca. 8 m und 30 m mächtig (von Süd nach Nord abnehmend)
- **Untere sandig-schluffige Abfolge oben (UssAo)**, sandig/schluffig mit kiesigen Einschaltungen, ca. 10 m bis 70 m mächtig
- **Untere sandig-schluffige Abfolge unten (UssAu)** sandig/schluffig/tonige Wechselfolge, 30 m - 50 m mächtig

Der vielschichtige geologische Aufbau der weitgehend wassererfüllten Schichten kann regional in bis zu vier Grundwasserleiter zusammengefasst werden:

- Oberer Grundwasserleiter (Obere kiesig-sandige Abfolge)
- Mittlerer Grundwasserleiter (Mittlere sandige kiesige Abfolge oben)
- Unterer Grundwasserleiter (Mittlere sandige kiesige Abfolge unten und Untere sandig-schluffige Abfolge oben)
- Tiefer Grundwasserleiter (Pliozän) (Untere sandig-schluffige Abfolge unten)

Die einzelnen Grundwasserleiter werden durch geringer durchlässige, vorwiegend schluffig-tonige Schichten voneinander getrennt. Von großer wasserwirtschaftlicher Bedeutung ist der bereichsweise bis zu 25 m mächtige Obere Zwischenhorizont, der die Obere kiesig-sandige Abfolge von der darunter liegenden Mittlere sandige kiesige Abfolge oben trennt. Fehlen die Trennhorizonte, so können zwei Grundwasserleiter gebietsweise ein hydraulisches Stockwerk bilden. Zwischen den Grundwasserstockwerken findet abhängig von der Wirksamkeit der Trennhorizonte und einem bestehenden Potentialunterschied ein entsprechender Grundwasseraustausch statt.

2.3.1 Grundwasserbeobachtung

Im Modellgebiet befinden sich über 80 Grundwassermessstellen, die im amtlichen Grundwasserstandsmessnetz des Landes Baden-Württemberg wöchentlich beobachtet werden. Mehrere davon sind in tieferen Stockwerken verfiltert, sodass für die Überprüfung der erzielten Modellergebnisse rund 40 Messstellen für das 1. Grundwasserstockwerk zur Verfügung stehen.

2.3.2 Oberirdische Gewässer

Anhand der Fließrichtung lassen sich zwei Gewässertypen unterscheiden:

- Rheinparallele Gewässer

- Gewässer mit Ost-West verlaufender Fließrichtung, die aus der Niederterrasse kommen

Hauptvorfluter für die Gewässer innerhalb des Untersuchungsgebietes ist der Rhein. Der mittlere Abfluss wird am Pegel Maxau für die Zeitspanne 1931 - 1983 mit 1230 m³/s angegeben /2/. Zu Mittelwasserzeiten findet das Grundwasser im Rhein überwiegend seine Vorflut, während bei Hochwasserperioden der Rhein in starkem Maße infiltriert bzw. Uferspeicherung bewirkt.

Der Rheinniederungskanal im nördlichen Landkreis Karlsruhe ist in der Anlage zum WG Baden-Württemberg als Gewässer 1. Ordnung aufgeführt. Er beginnt an der Hafendamm Schleuse bei Leopoldshafen und bekommt dort Wasser vom Bachkanal und Weißen Graben aus Gemarkung Karlsruhe-Neureut. Im Bereich des Einleitungsbauwerks des KFK/FZK ist der RNK kanalartig aufgebaut und durchfließt anschließend den Linkenheimer Altrhein, den er über die Dyckerhoff-Schleuse im Hochwasserdamm (HWD) XXIX wieder verlässt. Von dort fließt er zunächst nord- dann nordostwärts und nimmt dabei das Wasser des Östlichen Herrenwassers auf. In seinem weiteren Verlauf nimmt er die Pfinz auf, dükert den Saalbachkanal und durchfließt den Rußheimer Altrhein, den er über den Jägerschrittkanal Richtung Philippsburger Altrhein wieder verlässt. Hier erhält er rechtsseitig Zufluss vom Verlängerten Pfinzkanal. Nach Passieren des Philippsburger Schöpfwerks (HWD XXXIIIb) mündet der RNK auf Gemarkung Rheinhausen-Oberhausen in den Rhein. Unmittelbar vor dem Schöpfwerk erhält er rechtsseitig die Zuflüsse des Sickenauer Grabens (Kleinfeldgraben/Saalbach). Die genannte Fließstrecke umfasst ca. 24,5 km, die im Rahmen der Pfinz-Saalbach-Korrektion mit Ausnahme der Altrheinbereiche ausgebaut wurden.

Ursprünglich ist der Rheinniederungskanal auf der genannten Strecke als Hauptvorfluter für das Grundwasser in der Rheinniederung angelegt worden und nimmt in seinem Verlauf mehrere ausschließlich grund- und druckwassergespeiste Gewässer, die am Hochgestade entspringen, sowie Entwässerungsgräben, wie der Graben Gottesacker, Pfinzgraben, Bruchgraben, den Erlengraben, die Teilstücke der alten Pfinz, die alle südlich von Philippsburg in den RNK münden, aus der Niederung auf. Zwischenzeitlich kam zunehmend die Funktion als Vorfluter für Kläranlagen und Regenentlastungen aus Baugebieten hinzu.

Bei Rheinwasserständen bis ca. 5,5 m am Pegel Maxau fließt der Rheinniederungskanal vom Rußheimer Altrhein durch die Kurfürstenbauschleuse im HWD XXXI teilweise bereits hier in den Rhein (Rhein-km 383,5). Bei höheren Rheinwasserständen (ab ca. 6,5 m Pegel Maxau) wird diese Schleuse geschlossen und das gesamte Wasser des Rheinniederungskanal fließt dem Philippsburger Altrhein zu, der wiederum über das Schöpfwerk Philippsburg in den Rhein entwässert.

Der Rheinniederungskanal mündet ca. 200 m nördlich der Sternschanzbrücke in den Philippsburger Altrhein. Nach einer Strecke von ca. 3 km quert das Schöpfwerk Philippsburg das Fließgewässer. Der Philippsburger Altrhein endet bei km 391,9 im Rhein. Im Normalbetrieb ist ein Haltewasserspiegel < 96,45 m+NN durch den Schöpfbetrieb einzuhalten, der bis heute aus betrieblichen Gründen zwischen 95,5 m+NN und 96,0 m+NN geführt wird.

Der Saalbachkanal, der im Rahmen der in den 30 Jahren erfolgten Pfinz-Saalbach-Korrektion (PfiSaKo) erbaut wurde, bildet die Verbindung zwischen Saalbach, Pfinzkanal und Rheinniederungskanal. Er nimmt die Hochwasserabflüsse des Saalbachs auf und führt sie bei Rußheim über den Kiessee 'Großer Minthe' bei km 380,8 direkt in den Rhein. In Hochwasserzeiten staut sich der Saalbachkanal bis zu einem Absturzbauwerk bei Graben-Neudorf zurück. Auf dieser Strecke wird er von Hochwasserdämmen gesäumt. Im Bereich der Niederung regulieren feste Wehre die Entwässerung zum Rhein.

Die Pfinz, die ebenfalls die Niederterrasse entwässert und am südlichen Modellrand die Heglach aufnimmt, mündet nordöstlich von Rußheim in den Rheinniederungskanal. Im Süden des Modellgebietes überquert sie den Verlängerten Pfinzkanal, nimmt auf der linken Seite den Scheidgraben auf und mündet beim Saalbachkanal-Düker in den Rheinniederungskanal.

Saalbach/Kleinfeldgraben/Sickenauer Graben: Der Saalbach ist ein weiteres Gewässer, das dem Untersuchungsgebiet von der Niederterrasse zufließt. Er entspringt im Kraichgau an den westlichen Ausläufern des Stromberges und tritt bei Bruchsal in die Oberrheinebene über. Etwa 2 km südlich der Engelsmühle bei Philippsburg nimmt er kurz vor Eintritt ins Modellgebiet den Saugraben auf. Der Saugraben bildete bis Anfang der 80er Jahre den Entwässerungsgraben für den Saalbachkanal, der zur Bewässerung benutzt wurde /2/. Auf seinem weiteren Verlauf geht er östlich Philippsburg in den Kleinfeldgraben über, der nach kurzem Verlauf seinerseits in den Sickenauer Graben übergeht, um schließlich rund 400 m oberhalb des Schöpfwerks Philippsburg in den Philippsburger Altrhein zu münden. Das Einzugsgebiet des Saalbachs von der Quelle bis zur Mündung wird mit rund 260 km² angegeben. Die Ausbauwassermenge beträgt rund 5 m³/s.

Der Verlängerte Pfinzkanal bildet die Erweiterung des Pfinzkanals auf einer ca. 2 km langen Strecke östlich von Huttenheim und mündet ca. 700 m in nordwestlicher Richtung entfernt von der Engelsbrücke in den Rheinniederungskanal. Auf seinem Weg nimmt er auf Höhe von Huttenheim den Landgraben auf. Der Verlängerte Pfinzkanal weist eine durchschnittliche Breite von ca. 5 m auf.

Der Landgraben mündet südwestlich von Huttenheim in den Pfinzkanal. Es handelt sich auch um ein von der Niederterrasse kommendes Gewässer, das nur eine Gewässerbreite von 2 m auf etwa 4 km Länge aufweist /2/. Der Landgraben fließt durch vorwiegend landwirtschaftlich geprägtes Gebiet.

Der Bruch- und Gießgraben bilden die Hauptvorflut für den Bereich der Niederung bei Rheinsheim. Das Stillgewässer Großes Loch entwässert in den Bruchgraben der über ein weiteres Stillgewässer "Pfaffenloch" in den Gießgraben mündet. In diese Gräben münden weitere im Distrikt Gießseit gelegenen kleinere Entwässerungsgräben, wie der südlich liegende Hoflachgraben oder die nördlich verlaufende Feldlach, als auch weitere Entwässerungsgräben (ohne Namen), die Druckwasser aus dem teils sumpfigen Gebiet nördlich des Baggersee Brecht aufnehmen. Der Bruch-/Gießgraben mündet über eine Dammschleuse bei km 385.4 in den Rhein etwa 100 m westlich der Kläranlage von Rheinsheim. Da der Bruchgraben auch den Ablauf der Kläranlage aufnimmt, wird bei Rheinhochwasserständen (ab 95.8 m NN an der Mündung) ein Schöpfwerk eingesetzt. /2/.

Zolldenbach West/Zolldenbach Ost nimmt das Druckwasser aus dem tiefliegenden Gebiet südlich bzw. südöstlich von Rußheim (Gewann "Kühläger", "Weidfeld" und "Zwischenbachwiesen") auf. In den Grabenteilstück Zolldenbach West mündet ein von Süden kommendes verzweigtes Grabensystem, wie der "Kleine Bach", als auch der Mühlbach, das das anfallende Druckwasser in den Rheinniederungskanal entwässert.

Weiter Abzugsgräben durchziehen die landwirtschaftlich genutzten Flächen auf der Insel Elisabethenwört in den Gewannen Kümmelwiesen, Pfaffenhorst und Kühweid, die das durch den Rhein beeinflusste Druckwasser in den nördlich gelegenen See bzw. in den Rußheimer Altrhein leiten.

Nordöstlich von Rheinsheim bzw. um Philippsburg verlaufen im Norden des Modellgebiets weitere Entwässerungsgräben, wie die Ausclut, der Schanzen- bzw. der Mähbruchgraben.

Die Ausclut verläuft nordöstlich von Rheinsheim etwa parallel zum südlich der Rheinschanzinsel gelegenen HWD XXXI (ca. Damm-km 16,0 bis Damm-km 18,5), und mündet im Philippsburger Altrhein. Die Ausclut nimmt insbesondere im Oberlauf Druckwasser bei Rheinhochwasser auf /15/.

Schanzengraben, Mähbruchgraben: Nordöstlich von Philippsburg bzw. westlich von Oberhausen wird das Gewann Mähbruch durch den Mähbruchgraben auf einer Länge von ca. 1,5 km entwässert. Das Grabensystem im tiefliegenden Gebiet zwischen Mähbruchgraben und Philippsburger Altrhein mündet in diesen. Nördlich des Mähbruchgrabens fließt der Schanzengraben in nordnordwestlicher Richtung, der den Vorfluter für Gewässer im Bereich Oberhausen-Rheinhausen bildet. Er nimmt ca. 300 m östlich von Rheinhausen den Hühnerhorstgraben, den Gabelgraben und in südlicher Richtung den Scheidgraben auf. Der Gabelgraben bildet eine Verbindung zu den Baggerseen der Firma Krieger in der Wagbachniederung. Vergleichbar dem bei Rheinsheim gelegenen Bruchgraben wird der Schanzengraben auch über eine Dammschleuse bei km 392,6 in den Rhein geleitet. Da er wie dieser auch Vorfluter für das Klärwerk ist, wirkt bei Rheinhochwasserständen (ab 94.50 m NN) ein Schöpfwerk regulierend /2/.

Östlich des Freyersees verlaufen weiterer Abzugsgraben im Gewann Hohwiesen und Neustücker, die entweder direkt oder über die Hohwiesenschließe in den Sickenauer Graben entwässern.

Darüber hinaus befinden sich zahlreiche stehende Gewässer, welche infolge der Kiesgewinnung entstanden (s. Tab. 1 und Abb. 3). und zur Regulierung der Grundwasserstände dienen.

Tab. 1: Rohstoffgewinnungsstellen/Baggerseen im Untersuchungsgebiet (Stand 2016)

Gewässer- nummer	Gemeinde	Name/Betreiber	Wassertiefe [m]	Fläche [ha]
1	Philippsburg	Fa. Krieger	k.A.	51.29
2	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	13.50	9.40
3	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	12.00	20.90
4	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	9.00	2.11
5	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	8.00	20.91
6	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	10.50	21.01
7	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	10.00	31.42
8	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	9.00	32.12
9	Oberhausen-Rheinhausen	Fa. Krieger	12.00	8.58
10	Philippsburg	Fa. Weisenburger	k.A.	18.13
11	Phillipsburg	Fa. Freyer	7.00	21.43
12	Philippsburg-Rheinsheim	ASV Rheinsheim	5.00	2.16
13	Philippsburg-Rheinsheim	Fa. Vetter	5.50	6.75
14	Philippsburg-Rheinsheim	Fa. Schäfer	9.00	8.45
15	Phillipsburg	Fa. Walther	12.00	4.15
16	Philippsburg-Rheinsheim	Fa. Vetter	11.00	8.59
17	Philippsburg-Huttenheim	Fa. Hebel	15.00	5.37
18	Philippsburg-Huttenheim	Fa. Brecht	20.00	24.95
19	Philippsburg-Huttenheim	Fa. Wittemann	6.00	0.68
20	Phillipsburg	Fa. Minthe	k.A.	64.15
21	Philippsburg-Huttenheim	Fa. Ruf/Fa. Philipp	23.00	48.96
22	Dettenheim-Rußheim	Fa. Pfander	23.00	29.92
23	Dettenheim-Rußheim	Fa Philipp	ca. 18.50	ca. 10.20

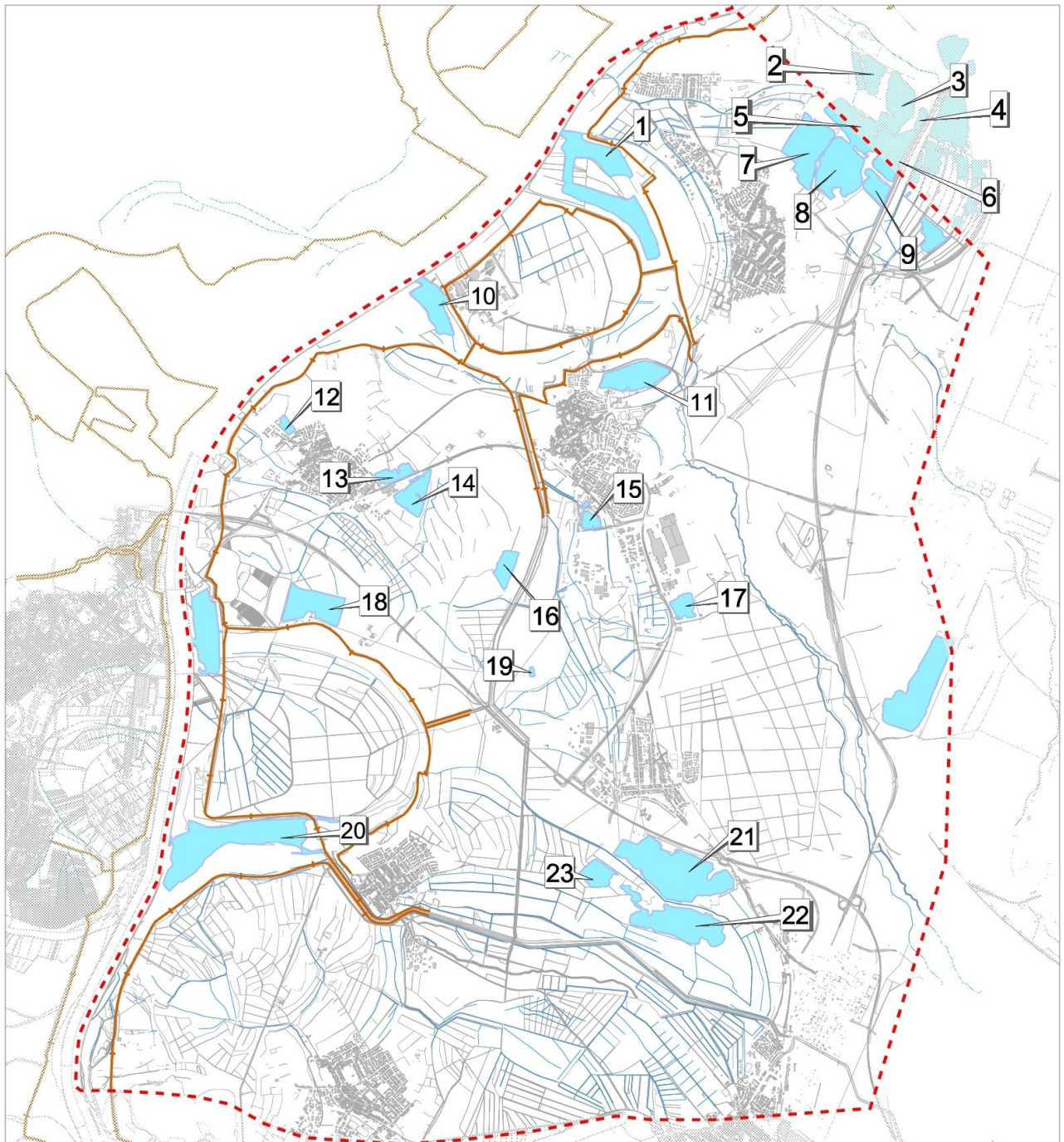


Abb. 3: Übersicht über die Rohstoffgewinnungsgebiete (Stand 1986; Abbau z.T. eingestellt)

2.3.3 Hydrometeorologische Verhältnisse

Bei mittleren Gebietsniederschlägen (1961-1990) zwischen 808 mm in Bad Bergzabern, 767 mm in Karlsruhe und 553 mm in Neustadt a.W. und entsprechenden Lufttemperaturen von 10,2 °C (Karlsruhe) bzw. 10,1 °C (Neustadt a.W.) herrschen im Untersuchungsgebiet feucht-warme Verhältnisse vor.

Obwohl die Sommerniederschläge über 60 % der jährlichen Niederschlagssumme betragen, findet die Grundwasserneubildung überwiegend in der vegetationslosen Zeit des Winterhalbjahres statt.

Folgen von niederschlagsarmen Wintern und heißen Sommern wie beispielsweise 1971 bis 1976 oder 1989 bis 1993 führen daher zu langanhaltenden Grundwassertiefständen. Andererseits führen hohe Niederschlä-

ge verbunden mit Rheinhochwasser, trotz des weitverzweigten Entwässerungssystems zu zeitweise flächenhaften Austritten von Grundwasser.

2.4 SCHÖPFWERK PHILIPPSBURG

Mit der Inbetriebnahme des Schöpfwerks Philippsburg im Jahre 1962 haben sich die Abflussverhältnisse – insbesondere im Rheinniederungskanal stark verbessert. Während früher sich nahezu jährlich ablaufende Hochwasserereignisse in der Rheinniederung und vor allem im Rhein selbst durch Rückstau in die Fließgewässer der Niederung - und daran gekoppelt - auf die Grundwassersituation auswirkten, wird seitdem durch Schöpfungsbetrieb eine ausreichende binnenseitige Vorflut sichergestellt.

Im Herbst 1994 wurde das Schöpfwerk umfassend modernisiert und gerätetechnisch aufgerüstet. Die Pumpen wurden für einen Rheinhochwasserstand, gemessen am Schöpfwerk Philippsburg, bei 5 000 m³/s am Pegel Maxau ausgelegt, wobei der zu haltende Binnenwasserspiegel im Philippsburger Altrhein bei maximal 96,45 m NN unverändert blieb.

Im Zeitraum von 2011 bis 2015 wurde das Schöpfwerk im Zuge des Polderbaus der Rheinschanzinsel umgebaut. Zusätzlich bekam es die Aufgabe zusammen mit zusätzlichen Anpassungsmaßnahmen (2 Binnenpumpwerke am Freyensee und am Walthersee) bei Hochwasserbetrieb mit Poldereinsatz, das Stadtgebiet Philippsburg vor schädlichem Grundwasseranstieg zu schützen. Bei Retentionsbetrieb ist dabei der Wasserstand im Philippsburger Altrhein auf ein Niveau von bis zu 94,5 m abzusenken.

3 AUFSTELLUNG DES MODELLSYSTEMS

3.1 HORIZONTALE MODELLGEOMETRIE UND DISKRETISIERUNG

Das nach Norden ausgerichtete Gw-Modellgebiet liegt innerhalb der o.g. großräumigen Modellmatrix und umfasst bei einer West-Ost-Ausdehnung von 11,25 km und einer Nord-Süd-Erstreckung von 14,25 km eine aktive Fläche von 147,8 km².

Zwischen den Modellkoordinaten

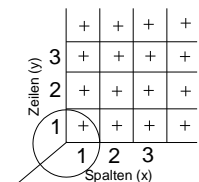
Ecke unten links: Rechtswert: 3454066 Hochwert: 5446776

Ecke oben rechts : Rechtswert: 3465316 Hochwert: 5461025

werden je Modellschicht 256 500 Rechenknoten mit einer einheitlichen Rastergröße von 25 m Kantenlänge in die Berechnungen einbezogen. Die unten genannten Koordinaten ergeben folgende Modellmatrix:

Anzahl Spalten (x-Richtung): 450

Anzahl Zeilen (y-Richtung): 570



3.2 DATENGRUNDLAGE UND MODELLAUFBAU

Im Zuge der Modellbearbeitung wurden verschiedene Datenquellen berücksichtigt (/1/, /2/, /3/, /4/). Eine detaillierte Beschreibung der geologischen, hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Betrachtungsraum lag in Form der Bearbeitung "Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg)" /2/ als Aktualisierung der „Hydrogeologischen Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Karlsruhe-Speyer /1/ neben dem Datensatz des großräumigen mathematischen Modells der LUBW vor. Damit konnten die auf den neuesten Stand gebrachten Vorstellungen über die vertikalen Untergrundverhältnisse (Mächtigkeiten der einzelnen Schichten) eingearbeitet werden.

Im Einzelnen wurden daraus als erste Anhaltswerte für den Modellaufbau die entsprechenden Angaben zur Topographie, zur Geometrie und Transmissivitäten der Grundwasserleiter und Trennhorizonte, sowie der geometrischen und hydraulischen Eigenschaften der Fließgewässer abgeleitet. Neben diesen (unveränderlichen) Systemgrößen standen die zeitlich veränderlichen Angaben zu den Grundwasserständen bzw. zu den Wasserständen der oberirdischen Gewässer für die entsprechenden Referenzsituationen zur Verfügung (/6/ /7/).

Aus den vorliegenden Daten ergibt sich die vertikale Gliederung des 11-schichtigen Modell in **6 modellwirksame Grundwasserleiter** und die dazwischenliegenden **5 Trennhorizonte**:

Tab. 2: Zusammenstellung der Modellebenen mit Angabe der Leitereigenschaften

Modellschicht	hydrogeologische Einheit	Grundwasserleiter
1	OGWL oben	Grundwasserleiter
2	ZH 1	Geringleiter
3	OGWL unten	Grundwasserleiter
4	OZH	Geringleiter
5	MGWL oben	Grundwasserleiter
6	ZH 2	Geringleiter
7	MGWL mitte	Grundwasserleiter
8	ZH 3	Geringleiter
9	MGWL unten	Grundwasserleiter
10	UZH	Geringleiter
11	UGWL	Grundwasserleiter

Nachfolgend wird auf die Parametrisierung der wesentlichen Modelleingangsdaten eingegangen:

Geometrien: Die Ermittlung der Top- und Basislagen der einzelnen Modellschichten wurden auf Grundlage der Fortschreibung /1/ bzw. der HGK Karlsruhe-Speyer mittels Interpolationsverfahren und GIS vorgenommen. Da bei dem zugrundeliegenden Modellsystem (MODFLOW) keine auskeilenden Schichten berücksichtigt werden können, wurde bei nicht nachgewiesenem OZH eine fiktive Schicht von 0,5 m beibehalten. Im Bereich der Fenster wurde ohne Anpassung der Geometrie die entsprechenden Durchlässigkeiten der darüber liegenden Schicht zugrundegelegt.

Für die 5. Zwischenschicht (zwischen UGWL (Altquartär) und TGWL und (Pliozän) wurde in Anlehnung an die HGK eine einheitliche Mächtigkeit von 4 m angenommen.

Kf-Werte 1. und 3. Modellstockwerk: Die kf-Werte für das Obere und Mittlere Grundwasser wurden unter entsprechender Zugrundelegung der LGRB-Bearbeitungen /1, 2, 3/ angesetzt, welche sich mit den „Durchlässigkeiten im Quartär des Oberrheingrabens zwischen Basel und der Nordgrenze des LKR. Karlsruhe“ befassen. Darin sind die Leitereigenschaften der gut durchlässigen Schichten aufgeführt. Bezogen auf die vorliegende Bearbeitung wurden diese Angaben auf die zugrundeliegenden Modellmächtigkeiten umgerechnet.

Für die hydrogeologisch abgegrenzte Einheit des Altquartärs (Unterer Grundwasserleiter) wurden als Startverteilung halb so große kf-Werte entsprechend der Verteilung des MGWL zugrundegelegt.

Randzuströme: Die Randzuströme für die 5 Grundwasserleiter wurden zunächst aus der großräumigen Modellbearbeitung übernommen und im Zuge der Modellkalibrierung weiter angepasst.

3.2.1 Eingangparameter

3.2.1.1 Grundwassersituation bei Rheinhochwasser

Während bei Niedrig- und weitgehend auch bei Mittelwasserständen der Rhein die Vorflut für das Grundwasser darstellt, verhindern schnell steigende Rheinwasserstände eine weitere Gw-Vorflut. Da der Randzustrom aus angrenzenden Bereichen (Niederterrasse) unvermindert fort dauert, der Abstrom aber gehindert wird, steigen landseits der Dämme die Grundwasserstände an.

Hier kommt es auch zu einer regelrechten Infiltration von Rheinwasser und bereichsweise zu Druckwasseraustritten, das sich in tiefliegendem Gelände sammelt. Bleiben die Rheinwasserstände hoch oder steigen weiter, bildet sich zwangsläufig ein Grundwassertalweg etwa entlang des Rheinniederungskanal aus. Infolge der dann aber auch hohen Wasserstände im Rheinniederungskanal verliert dieser Vorfluter zeitweise seine ansonsten grundwasserabziehende Wirkung.

3.2.1.2 Grundwasserentnahmen

Im Untersuchungsgebiete liegen die Fassungsgebiete für die Öffentliche Wasserversorgungen der Gemeinden Philippsburg (3 Fassungen), Oberhausen-Rheinhausen (3 Fassungen, seit 1973 nur noch TB 3 in Betrieb) sowie Neudorf-Huttenheim (2 Fassungen). Die Gewinnungsgebiete liegen auf der Niederterrasse.

Östlich der Gemeinde Dettenheim, OT Liedolsheim, betreibt das Wasserwerk Dettenheim drei Brunnen für die öffentliche Trinkwasserversorgung. Aus zwei 17 m und 19 m tiefen Brunnen wird das OGWL genutzt und seit 1982 ergänzt ein ca. 50 m tiefer Brunnen, der den MGWL erschließt, die jährliche Grundwasserförderung von ca. 360 000 m³.

Vorhabenbedingte Auswirkungen auf die genannten Öffentliche Wasserversorgungen werden ausgeschlossen.

Weitere nennenswerte betriebliche Brauchwasserversorgungen befinden sich auf dem Gelände des Kernkraftwerk Philippsburg (4 Fassungsanlagen) sowie auf dem Gelände der Fa. Goodyear (3 Fassungen).

Mit ca. 125 l/s im Jahre 2013 wirken sich die im Gebiet geförderten Gw-Entnahmen der o.g. Gewinnungsstellen kaum nennenswert auf die Grundwasserströmung im OKL aus.

3.2.1.3 Grundwasserneubildung aus Niederschlag

Die flächenhafte Verteilung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag wurde aus dem HGK-Modell übernommen (langjähriges Mittel) und entsprechend der Wintersituation angepasst. Demnach beträgt die Basisverteilung der Grundwasserneubildung zwischen 0 l/s*km² (Wasserflächen) und 9,5 l/s*km². Dies entspricht im Mittel etwa 4 l/s*km².

Die größten Neubildungsspenden wurden auf der Niederterrasse angesetzt; über den grundwassernahen Standorten in der Rheinniederung beträgt die Flächenspende zwischen 2 l/s*km² und 3 l/s*km².

Über offenen Wasserflächen (Baggerseen, Rhein) wurde keine Neubildung eingerechnet.

3.2.1.4 Modellrelevante Gewässer

Die Gewässer stehen in hydraulischem Kontakt mit dem Grundwasser. Dabei kommt es je nach Wasserspiegel der Gewässer und des Grundwasserspiegels zu Infiltrations- bzw. Exfiltrationsvorgängen. Der Betrag des Austausches zwischen Fließgewässer und Aquifer wird aus der Potenzialdifferenz und dem Leakagefaktor bestimmt. Diese Faktoren sind praktisch nicht direkt messbar und wurden deshalb zunächst aus dem geeichten HGK-Modell übernommen (sofern die Gewässer darin berücksichtigt wurden) und im Rahmen der Kalibrierung modifiziert.

Für eine große Anzahl der Gewässer ohne entsprechende Abbildung im vorliegenden Datensatz, wurden Erfahrungswerte in der gleichen Größenordnung eingerechnet (Wertebereich zwischen $1 \cdot 10^{-5}$ 1/s und $5 \cdot 10^{-6}$ 1/s).

Die Rheinwasserstände im Modellgebiet wurde von Hydrotec /8/ ermittelt und im Gw-Modell berücksichtigt. Für Zeitspannen ohne 2D-Simulation wurden diese durch lineare Interpolation der gemessenen Rheinwasserstände an den Pegeln Maxau, (Rhein-km 362,33), Sondernheim (Rhein-km 380,5) Philippsburg (Rhein-km 389,33) und Speyer (Rhein-km 400,61) den Berechnungen zugrunde gelegt.

3.2.1.5 Speicherkoeffizient

Im 1. Modellstockwerk wurden vier verschiedene Speicherkoeffizienten entsprechend der morphologischen Situation angesetzt. Im Rheinvorland bis zu den Dämmen und bereichsweise darüber hinaus treten vorwiegend gespannte Gw-Verhältnisse (1%) auf. Daran schließt sich ein Bereich mit einem speicherwirksamen Hohlraumanteil von 5 % an, der auch am Rande zum Hochgestade angesetzt wurde. Im zentralen Bereich der Insel Elisabethenwört und Rheinschanzinsel sowie zwischen Rhein und Rheinniederungskanal wurden 10 % angesetzt. Dem Gebiet auf der Niederterrasse wurde einheitlich ein Wert von 20 % zugewiesen.

In den tieferen Stockwerke wurde für den Speicherkoeffizient 0.1 % eingerechnet.

4 KALIBRIERUNG

Ein wesentlicher Bestandteil der modellmäßigen Simulation von hydrologischen Systemen ist die Anpassung des Modells an die speziellen Naturgegebenheiten, d.h. die Eichung. Sie stellt das Bindeglied zwischen Aufstellung eines mathematisch-physikalischen Rechensystems und seiner Anwendung zur Nachbildung im praktischen Fall dar. Erst nach durchgeführter Eichung können mit dem Modell nicht messbare Planungsfälle berechnet und mit ausreichender Sicherheit der Wirklichkeit entsprechende Ergebnisse erwartet werden.

In Anbetracht des zeitlich stark veränderlichen Charakters der Abfluss- und Grundwasserverhältnisse während der zugrundezulegenden Hochwasserperioden (historische Hochwasser/Bemessungsereignisse), steht die instationäre Eichung im Vordergrund. Aus methodischen Gründen basiert diese auf einer stationären Voreichung des Modells.

Für die stationäre Eichung wurde der Stichtag 13.5.2013 und für die instationäre Zeitspanne (15.5.2013 bis 29.06.2015) und somit das Hochwasser Mai/Juni2013 ausgewählt.

4.1 KALIBRIERUNG UNTER STATIONÄREN BEDINGUNGEN (AUSGANGSSITUATION)

Der Eichprozess selbst beinhaltet die systematische Veränderung der Modellparameter mit laufenden Plausibilitätskontrollen, um eine möglichst gute Annäherung zwischen gerechneten und gemessenen Verhältnissen zu erzielen.

Die Anpassung des Grundwassermodells erfolgte stationär für die Ausgangssituation anhand der Referenzsituation mit gemessenen Grundwasserständen vom 13.05.2013.

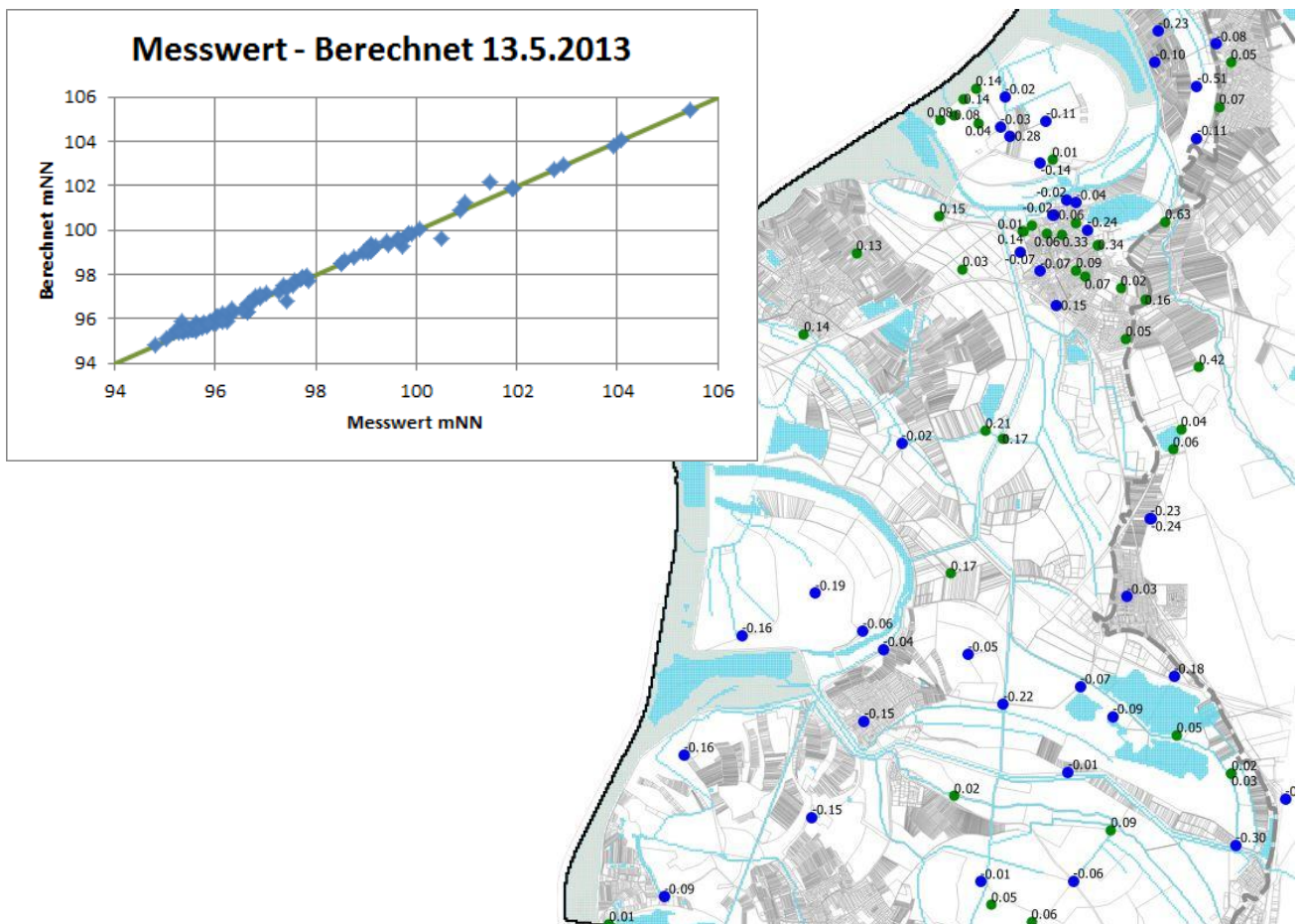


Abb. 4: Ergebnis der gemessenen und der berechneten Grundwasserpotenziale bei der stationären Voreichung für den Referenzzeitpunkt 13.5.2013

Eine erfolgreiche Modellanpassung wird mittels sogenannter cross-plots überprüft. Hierzu werden die gemessenen Grundwasserstände und die berechneten Grundwasserpotenziale gegeneinander aufgetragen. Liegen die Punkte mehr oder weniger auf einer Geraden kann man von einer gelungenen Anpassung (Kalibrierung) ausgehen (s. Abb. 5).

Im vorliegenden Untersuchungsbeispiel, das weit über den erwarteten Auswirkungsbereich hinaus geht, werden damit auch Bereiche abgebildet, bei welchen die Anpassung ggf. noch verbesserungsfähig erscheint. Für die Güte der Modellberechnungen ergeben sich aber daraus keine Einschränkungen, da darauf geachtet wurde, dass die Situation im engeren Untersuchungsraum zutreffend wiedergegeben wird.

4.2 KALIBRIERUNG UNTER INSTATIONÄREN BEDINGUNGEN (HOCHWASSER 2013, ZEITRAUM 13.5.2013 BIS 29.6.2013)

Dem zur Kalibrierung herangezogene HW-Ereignis vom Mai/Juni 2013 ist ein ausgesprochen nasser Mai vorangegangen. Bei nahezu 200 mm Monatsniederschlag an der DWD Station Rheinstetten (199,6 mm) geht der Mai 2013 als einer der nassesten in die Geschichte der Karlsruher Klimareihe ein. Es fielen 218 % der üblicherweise in einem Mai auftretenden Regenmenge. Der Mai 2013 liegt an fünfter Stelle der nassesten Monate seit der ersten Wetteraufzeichnung im Jahr 1876.

Durch die enorme Niederschlagsmenge lagen die Gw-Stände vielerorts mehrere Dezimeter über den vieljährigen Mittelwerten. Die Wasserstände im Rhein liegen bereits 4 Wochen vor dem Simulationsbeginn am 13.5.2013 rund 1 m bis 1,5 m über dem Mittelwert am Pegel Maxau. Die Wasserstände verbleiben weitere 2 Wochen auf diesem erhöhten Niveau bevor mit sprunghaftem Anstieg ab dem 31.5.2013 eine rund 3 wöchige HW-Periode sich einstellte. Der Scheitelwert in Maxau wurde am 02.06. um 12:15 Uhr mit 8,69 m erreicht, was ungefähr einer Jährlichkeit von 10 bis 20 Jahren entspricht /9/.

4.2.1 Berechnete Gw-Höhen bei Rheinscheitel (1.6.2013)

Der Zeitpunkt liegt kurz nach dem Hochwasserscheitel. Das Rheinvorland ist nunmehr vollständig überflutet. Die vermehrte Grundwasserinfiltration durch den Rhein wird durch das hohe Gefälle der Isolinien zur Landseite verdeutlicht. Die Zuflüsse aus der Niederterrasse bleiben dagegen konstant, was sich in einer mehr oder minder ortsstabilen Lage der Grundwassergleichen ausdrückt. Landseitig nehmen die Altrheinarme vermehrt das ansteigende Grundwasser auf

4.2.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Welche Bedeutung die Insel Elisabethenwört für die Druckwasserentlastung bei Rheinhochwasser einnimmt, erkennt man an der nennenswerten Gw-Aussickerungsrate über Gelände 269 l/s (Werte gem. Modellkalibrierung), mit der das über das Rheinvorland infiltrierende Rheinwasser nach kurzer Untergrundpassage wieder zu Tage tritt und die oben beschriebenen ausgedehnten Vernässungsflächen bildet.

Gleiches gilt für die Uferbereiche sowie tiefliegende Bereiche angrenzend zum Rußheimer Altrhein und der Pfinz, die mit 140 l/s bzw. 37 l/s zur Gw-Entlastung beitragen. Südöstlich der Gemeinde Rußheim werden im Bruchgebiet des Zoldenbachs rund 50 l/s Gw-Austritte ermittelt. Nördlich und östlich der Gemeinde fällt mit ca. 3 l/s nur eine vergleichsweise geringe Druckwasserrate an. In der Bebauung von Rußheim werden für das HW-Ereignis keine Druckwasseraustritte festgestellt.

Im Bereich der Aussiedlergehöfte wird eine Gw-Aussickerungsrate von rund 1 l/s ermittelt. Eine häufig nach Regenperioden dort angrenzend zur Kolonnenstraße sich einstellende Wasserfläche ist Folge der Tagwasserzuflüsse aus den befestigten Hofflächen bzw. den befestigten Flächen vor den Betriebsstätten und dem allgemeinen Geländegefälle nach Süden. Das westlich sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz bis zum Rheinhauptdamm erhält Druckwasserzuflüsse in Höhe von ca. 7 l/s. Nennenswerte Gw-Austritte über Gelände von 75 l/s werden im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug ermittelt.

4.2.3 Austauschvorgänge mit oberirdischen Gewässern

Die zu Zwecken der Melioration auf Elisabethenwört angelegten Gräben in den Gewannen Kümmeleisen und Pfaffenhorst ziehen zum Rheinwasserscheitel ca. 60 l/s ab (Werte gem. Modellkalibrierung). Nach und nach nehmen die Gewässer auch das zufließende Druckwasser auf (in der Bilanzgröße nicht enthalten).

Der Rußheimer Altrhein, der über den Jägerschrittkanal abgeschlagen wird (im Hochwasserfall ist die Kurfürstenbauschleuse geschlossen) weist sowohl Grundwasserzuflüsse als auch Bereiche mit Grundwasser-
austritten auf. Insgesamt überwiegt mit 49 l/s der Grundwasserabzug. Die Pfinz - im Abschnitt des Rußheimer Altrheins - nimmt zudem 60 l/s an Grundwasser auf. Der Zoldenbach an der Südostseite von Rußheim führt rund 11 l/s ab und aus dem Grundwasser fließen dem Jägerschrittkanal ca. 10 l/s zu. Die tiefliegenden Bereiche (östlich der Aussiedlerhöfe) durchzieht ein von Süd nach Nord führender Gewässerzug, der rund 3 l/s aufnimmt und die Wassermengen im weiteren Verlauf nach Norden dem Gießgraben-
Bruchgraben zuführt. Der vernetzte Gewässerzug des Gieß-/Bruchgrabensystems führt rund 93 l/s an Grundwasser ab.

4.3 MODELLTEST MIT DEN GW-SITUATIONEN ZWISCHEN 01/1999 BIS 07/2001

Ein numerisches Gw-Modellsystem gilt als bestätigt und bereit andere Planungssituationen zu prognostizieren, wenn unter Beibehaltung der unveränderlichen System-Parameter eine oder mehrere andere hydrometeorologische Situation zutreffend nachgebildet werden. Ziel ist eine Einschätzung der Prognosefähigkeit des Modells.

"Der gebräuchliche Begriff Validierung impliziert eine abschließende Gültigkeit, die bei der Grundwassermodellierung nicht zu erreichen ist und dem Gedanken einer kontinuierlichen Verbesserung und Pflege des Modells widerspricht. Er wurde daher durch den Begriff Modelltest ersetzt" (DVGW 107).

Als Zeitspanne für den Modelltest wurden die veränderlichen Eingangsdaten (Wasserstände, Niederschlagsgeschehen etc.) der 30-monatigen Zeitreihe vom Januar 1999 bis Juni 2001 entsprechend aufbereitet. Wichtig für die Auswahl dafür war, dass auch andere bedeutende Hochwasserereignisse in der Region berücksichtigt werden konnten. Mit den beiden HW-Ereignissen 1999 (Februar bzw. Mai) beinhaltet das Datenkollektiv - bezogen auf den Wasserstand - mit 8,84 m den bisher höchsten gemessenen Wasserstand am Pegel Maxau.

Als Belegbeispiel für die berechneten und gemessenen Grundwasserstände des Modelltests können die Ergebnisse der Grundwassersmessstelle 110/257-4 auf der Insel Elisabethenwört herangezogen werden (s. Abb. 5).

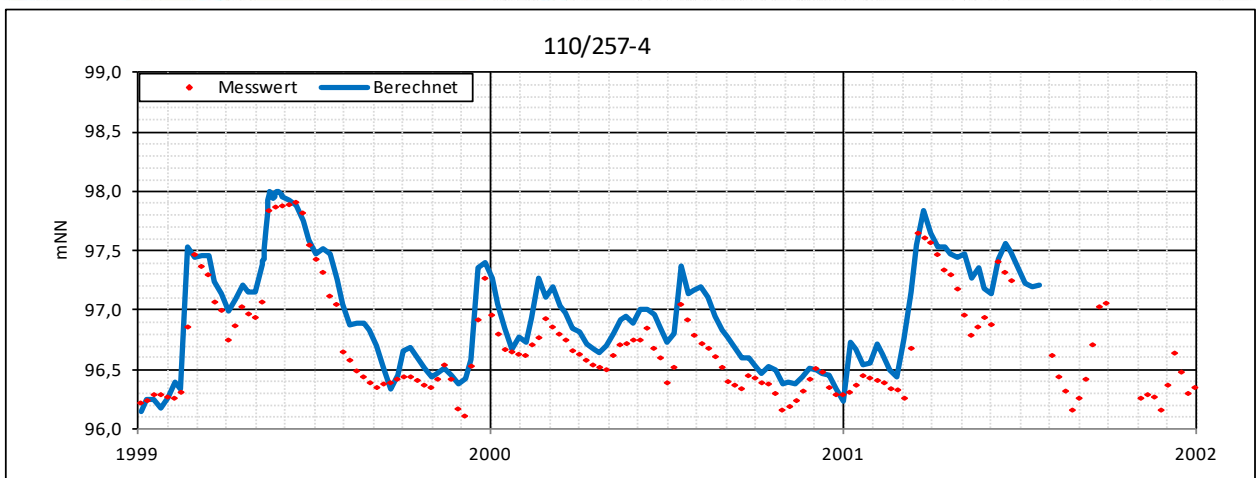
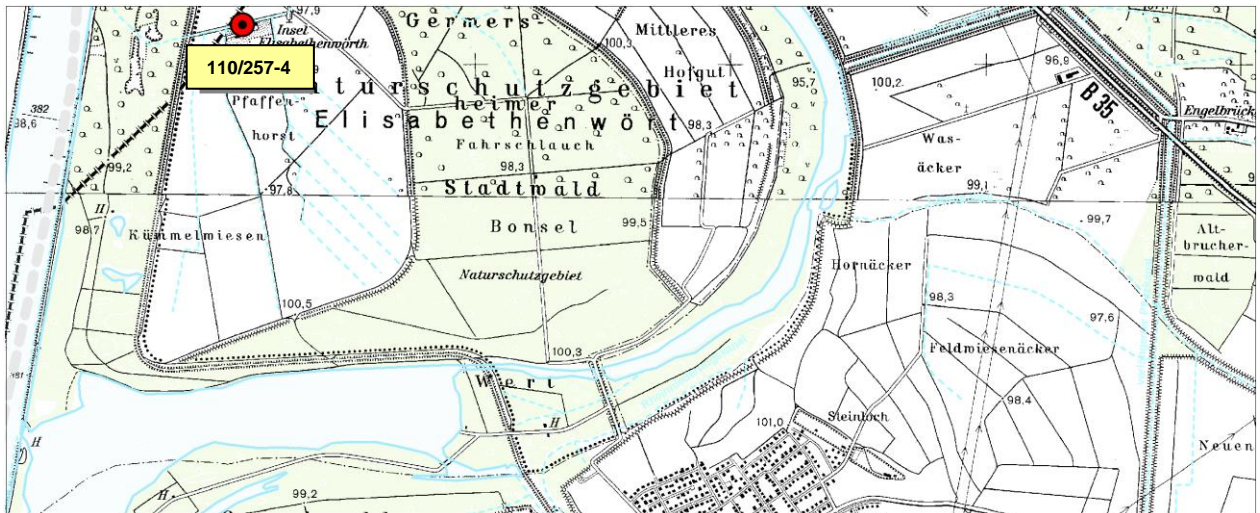


Abb. 5: Modelltest: Simulationszeitspanne vom Januar 1999 bis Juni 2001 (30 Monate) mit berechneten (blaue Signatur) und gemessenen (rote Signatur) an der Grundwassermessstelle 110/257-4 (oben: Lage der Messstelle)

5 UNTERSUCHUNG VON PLANUNGSVARIANTEN DES RÜCKHALTE- RAUMES

Das Grundwassermodell RHR Elisabethenwört dient der Prognose der Grundwasserverhältnisse bei Flutung des Retentionsraumes. Daneben sollen die durch die Planungsvorhaben in Abhängigkeit der zugrundeliegenden Variante ggf. einhergehenden schadwirkenden Veränderungen der grundwasserseitigen Verhältnisse im bebauten Bereich erkannt und bestimmt werden. Im Bedarfsfall werden Schutzmaßnahmen entwickelt, mit Hilfe des Modells bemessen werden, die den Ausgangsbereich wieder herstellen und einem schadbringenden Grundwasseranstieg im bebauten Bereich wirkungsvoll und nachhaltig entgegenwirken.

Als Bezugsgröße für das Erfordernis von Anpassungsmaßnahmen wurde zunächst die aktuelle Situation im Grundwasserregime berechnet, die sich bei dem zugrundeliegenden Modellhochwasser und den Bemessungsbedingungen ohne Rückhalteraum ergeben. Dieser sogenannte **Istzustand** stellt damit die Bezugsgrundlage für alle weiteren Planungsansätze dar.

5.1 MODELLHOCHWASSER UND BEMESSUNGSBEDINGUNGEN

Die für den Istzustand berechneten Grundwasserstände verdeutlichen den dominierenden Einfluss der zugrundeliegenden extremen Rheinwasserstände. Diese Wasserstände im Rhein entsprechen einem nicht durch Maßnahmen abgeminderten Abfluss am Pegel Maxau von 5700 m³/s, der statistisch gesehen, sehr selten auftritt (ca. alle 200 Jahre) (Quelle: UM B-W; Das Integrierte Rheinprogramm).

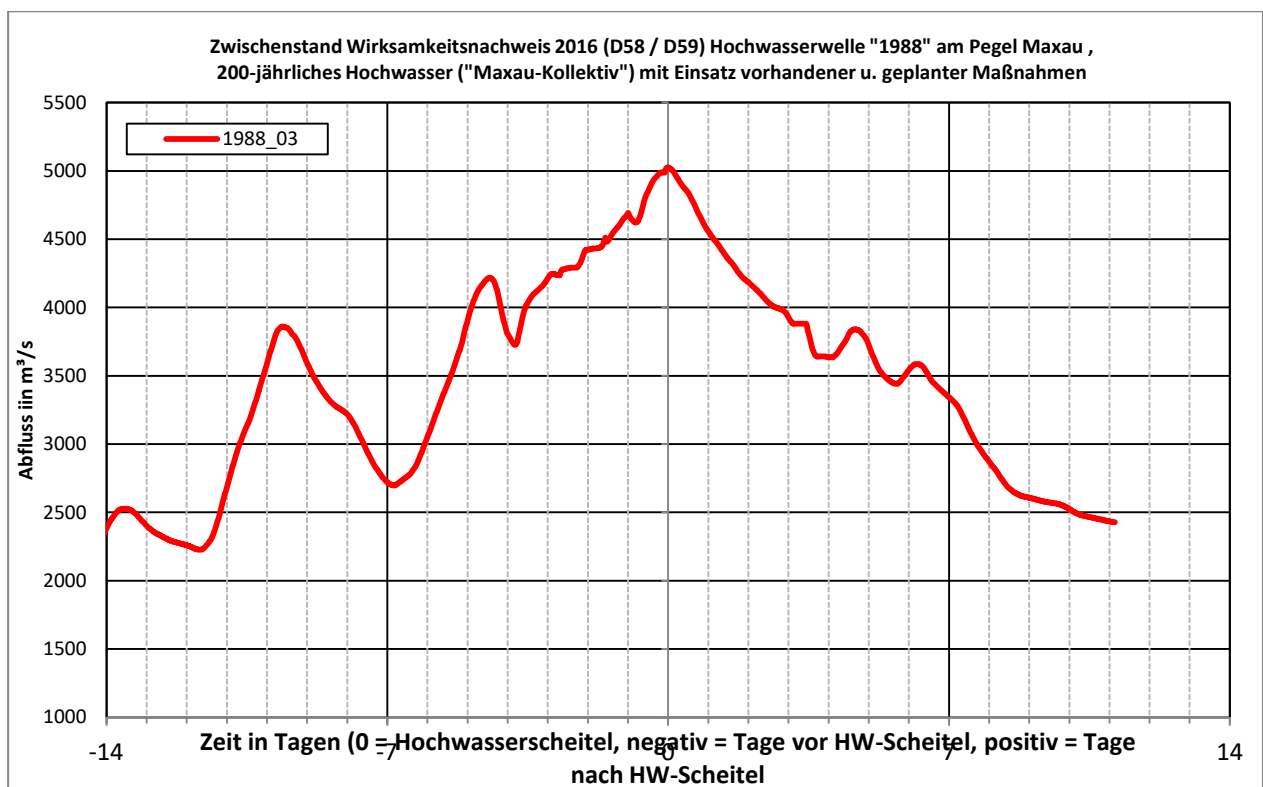


Abb. 6: Zugrundeliegendes Modellhochwasser für ein 200-jährliches Rheinhochwasser am Pegel Maxau; berücksichtigt wurden vorhandene und geplante Maßnahmen (Quelle: LUBW/HVZ)

Rheinwelle: Die für die Berechnungen verwandte Hochwasserwelle wurde aus dem Maxau-Kollektiv gewählt. Grundlage des Kollektivs ist eine Gruppe historischer Rheinhochwasserereignisse mit unterschiedlichen Wellenformen. Diese wurden auf ein 200-jährliches Ereignis hochgerechnet, so dass bei allen ein maximaler Abfluss von 5 000 m³/s erreicht wird; hierbei wurde der Einsatz von umgesetzten und sich in Planung befindenden Retentionsräume in den Berechnungen integriert, wodurch der Verlauf der Welle mitgeprägt wird (HVZ/LUBW 2016).

Ausgangslage für das verwendete Modellhochwasser (= Bemessungshochwasser (BHQ)) ist das historische HW-Ereignis 1988 (s. Abb. 6). Es ist aufgrund seiner Charakteristik (Höhe und Dauer) gut geeignet und wurde mit einem Bemessungsabfluss überlagert. Die Berechnungen wurden von der Hochwasservorhersagezentrale der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg durchgeführt und zur Verfügung gestellt.

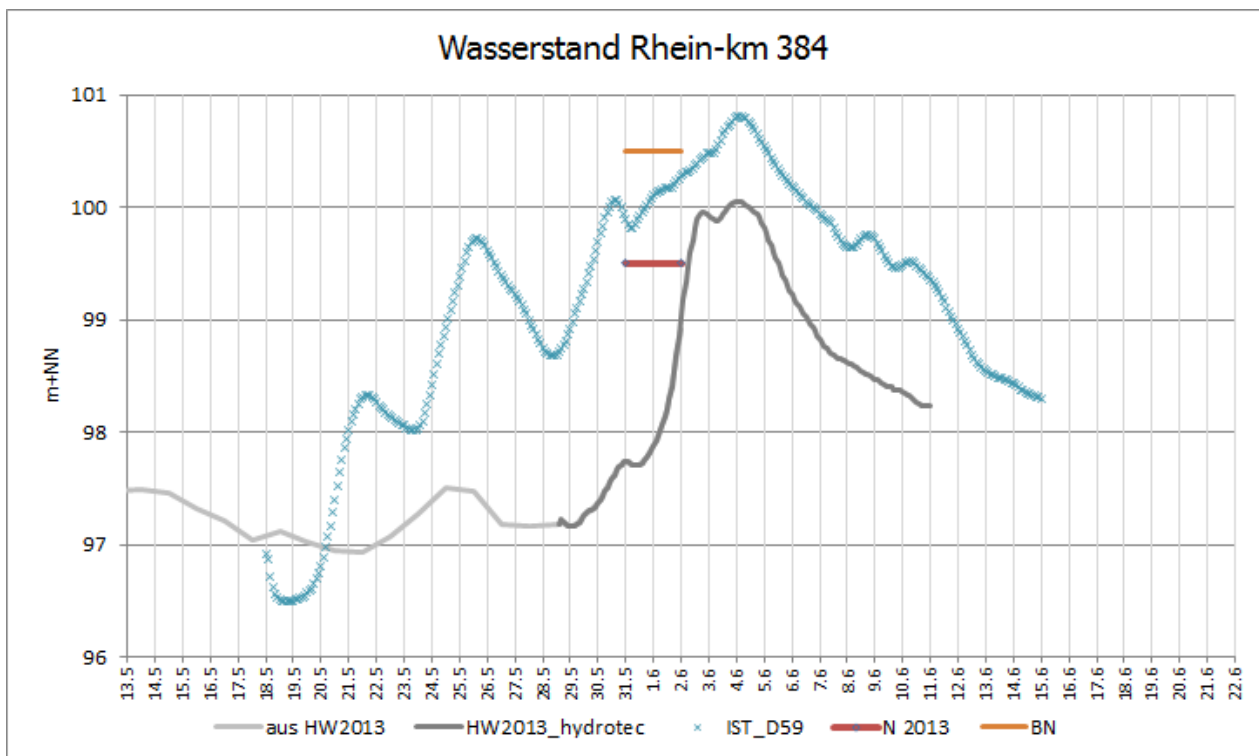


Abb. 7: Modellhochwasser im Vergleich zum HW 2013 im Bereich der Eisenbahnbrücke Gernersheim-Philippsburg (km 384) mit Angabe der Zeitspanne für den 2-tägigen Bemessungsniederschlag (BN)

Anhand dieser Eingangsdaten berechnete Fa. hyrotec GmbH /8/ in einer 2-dimensionalen Strömungsrechnung die entsprechenden Wasserspiegellagen und übermittelte im verwendeten Rasterabstand von 25 m die jeweiligen zeitabhängigen Wasserstandsdaten im Rhein/Rheinvorland sowie im Rückhalteraum.

Bemessungsniederschlag: Darüber hinaus wurde ein 48-stündiger Niederschlag mit einer Niederschlags-summe von 104 mm entsprechend grundwasserneubildungswirksam in der Variante Istzustand angesetzt. Diese Niederschlagssumme entspricht in der Region etwa einem 20-jährlichen Ereignis. Der Bemessungsniederschlag beginnt 4 Tage vor und endet 2 Tage vor dem Rheinhochwasserscheitel. Bei dem zugrundeliegenden Bemessungsabfluss mit einer Jährlichkeit von ca. 200 Jahren würde ein Zusammentreffen beider Ereignisse sich zu einem Gesamt ereignis mit einer Jährlichkeiten von mehreren 100 Jahren addieren (s. Abb.2).

Randzuflüsse: Parallel zu der Erhöhung der Grundwasserneubildung durch einen Bemessungsregen wurden auch die Randzuflüsse angehoben. Die Ausgangsdaten basieren auf den in der Kalibrierung ermittelten Randzuflüssen, die für die Berechnungen pauschal um 25 % erhöht wurden.

Schöpfwerk Philippsburg: Die binnenseitige Entwässerung der Zuflüsse aus der Niederung bzw. der Niederterrasse werden über das Schöpfwerk Philippsburg gewährleistet. Die Pumpen wurden für einen Rheinhochwasserstand, gemessen am Schöpfwerk Philippsburg, bei 5 000 m³/s am Pegel Maxau ausgelegt, wobei der zu haltende Binnenwasserspiegel im Philippsburger Altrhein bei maximal 96,45 mNN unverändert blieb.

Für den Istzustand wurde über die Zeitspanne des Schöpfwerkeinsatzes dieser Normalbetrieb zugrundegelegt. Demgegenüber wurden bei den untersuchten Planungsvarianten zunächst ebenfalls der Normalbetrieb durchgeführt und ab dem Einsatz der Rückhaltung zum Sonderbetrieb übergegangen. Über eine rund 8-

stündige Zeitspanne wird hierzu der Binnenwasserspiegel auf bis zu 94,5 m NN abgesenkt und anschließend konstant gehalten.

Hinsichtlich der hydrologischen Randbedingungen im Gewässersystem Rußheimer Altrhein-Rheinniederungskanal-Philippsburger Altrhein wurden hydrologisch ungünstige Annahmen mit einem Abfluss von 25 m³/s angesetzt, um mit den grundwasserseitigen Berechnungen auf der „sicheren Seite“ zu sein.

5.2 AUSWERTUNGEN

Die durchgeführten Variantenuntersuchungen wurden mit dem Ziel ausgewertet, belastbare Grundlagendaten für die vergleichende Beurteilung zum Variantenentscheid zu erhalten. Dazu wurden Grundwasserflurabstandskarten zum Zeitpunkt des Rheinwasserscheitels erstellt, wodurch sich die variantenbedingten Veränderungen leicht verständlich dokumentieren lassen.

Auf diesen Auswertungen aufbauend, wurde als wesentliches Beurteilungsmerkmal die variantenbezogene Betroffenheit hinsichtlich einer möglichen Kellervernässung in der Wohnbebauung herangezogen.

5.2.1 Gw-Flurabstände

Als wichtige Informationsquelle können Gw-Flurabstandskarten herangezogen werden. Damit wird der Abstand von der Geländeoberfläche bis zum anstehenden Grundwasser bezeichnet. In der Rheinniederung bestehen bereits von Natur aus geringe Gw-Flurabstände zwischen weniger als 1 m und 3 m. Kommen Hochwasserereignisse oder anhaltende Niederschläge hinzu, kann das Grundwasser offen zutage treten und sich bevorzugt in tiefliegenden Bereichen sammeln. Deshalb sind die Gw-Austrittsbereiche häufig nicht deckungsgleich mit den Bereichen mit sich ansammelndem Wasser.

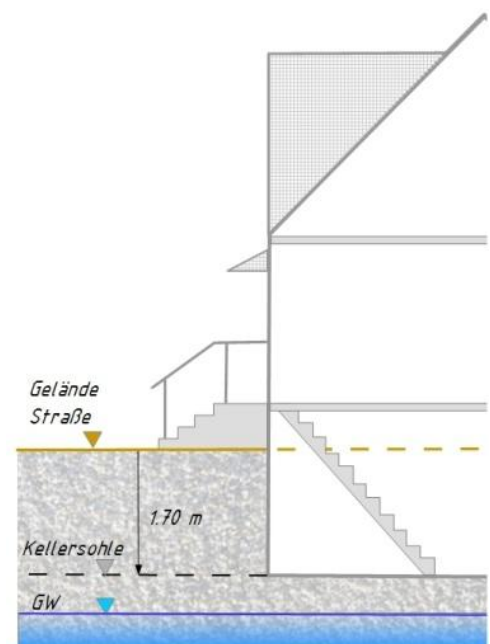
Rein technisch wird die Gw-Flurabstandskarte dadurch erzeugt, indem die Höheninformationen aus dem Geländemodell (Rasterweite 1 m) mit den berechneten Grundwasserständen überlagert wird. Hierzu ist es zunächst erforderlich, die im regelmäßigen Gitterabstand von 25 m berechneten Gw-Stände auf die gleiche Auflösung des Digitalen Gelände Modells (DGM), die einer Rasterweite von 1 m entspricht, zu interpolieren. Da die Deckschichten in der Raumschaft in Natura kleinräumig jedoch unterschiedlich mächtig und unterschiedlich durchlässig ausgebildet sind, können die Ergebnisse nicht die Realität widerspiegeln. Deswegen sprechen wir bei Gw-Verhältnissen die rechnerisch über der Geländeoberfläche zu liegen kommen von potenziellen Vernässungsbereichen. **Bei den Planungsvarianten werden die variantenbedingten Vernässungsbereiche mit einem dunkleren Blauton gekennzeichnet, damit diese von den bereits beim Istzustand auftretenden Bereichen (hellblau) unterschieden werden können (s. Abb. 16).**

5.2.2 Ermittlung von Betroffenheiten (Kellervernässung)

In bebauten Gebieten gilt das Verschlechterungsverbot, das heißt durch den Betrieb des Rückhalteraus dürfen keine zusätzlichen schadbringenden Grundwasseranstiege entstehen. Im Bedarfsfall müssen entsprechende Schutzmaßnahmen umgesetzt werden.

Deswegen werden die Betroffenheiten in der Bebauung ermittelt. Hier ist von Interesse, ob die sich variantenbedingt einstellenden Gw-Höhen unterhalb der Kellersohlen der Gebäudeverbleiben. Für die Bezugsgröße der Kellersohle wurde zu diesem Zeitpunkt der Untersuchungen die vereinfachte Annahme unterstellt, dass sich die Kellersohle 1,7 m unter dem Straßenniveau befindet (s. Abb. 8). In einer späteren Untersuchungsphase sind geodätische Kellervermessungen vorgesehen, um detaillierte Aussagen machen zu können.

Abb. 8: Schemaskizze zur Ermittlung der Kellervernässung



5.2.3 Gw- Bilanzgrößen

Ermittlung von Grundwasserbilanzgrößen wie Austausch mit Gewässern oder Aussickerungen ins Gelände runden eine gw-hydraulische Modelluntersuchung ab. Darüber hinaus wird die Bilanzwerte benötigt, um die Bemessung von landseitigen Anpassungsmaßnahmen zu quantifizieren. Beispielsweise kann dadurch ermittelt werden, welche Wasserraten zu schöpfen oder abzuleiten (Dränage) sind, um Grenzgrundwasserstände nicht zu überschreiten.

Die entsprechenden Angaben der Bilanzgrößen (Infiltration bzw. Exfiltration sowie Aussickerung über Gelände) bezieht sich auf die dargestellte Gw-Situation bei Scheitelwassertand im Rhein und der jeweiligen Variante (HW 2013 oder Variante mit Modellhochwasser).

5.3 ISTZUSTAND

Um nachzuweisen, welche Auswirkungen ursächlich der Hochwasserrückhaltung zuzuschreiben sind und welche Auswirkungen bereits die extremen Bemessungsbedingungen auf die Grundwassersituation im heutigen Zustand herbeiführen, wurde die Rechenvariante Istzustand durchgeführt.

Grundlage dieser Berechnung sind die gleichen Randbedingungen wie bei den anschließend durchgeführten Berechnungen der Planungsvarianten, jedoch ohne Einsatz des Rückhalteriums Elisabethenwört.

In der nachstehenden Aufzählung werden die Bemessungsbedingungen für diesen Rechenlauf stichwortartig zusammengefasst:

- Modellhochwasser mit Scheitelabfluss $Q = 5\,000\text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Maxau
- Erhöhung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag durch GWN-wirksame Berücksichtigung einer Niederschlagsereignissen von 104 mm Niederschlag (dieser Niederschlag wird auf 2 Tage gleichmäßig verteilt und endet 2 Tage vor Rheinwasserscheitel)
- Erhöhung der kalibrierten Randzuflüsse um 25 %
- Normalbetrieb am Schöpfwerk Philippsburg
- Extremes binnenseitiges Hochwasser mit einem Spitzenabfluss von $25\text{ m}^3/\text{s}$ im Rheinniederungskanal

5.3.1 Grundwassersituation

Grundsätzlich ist die gleiche Grundwassersituation wie bei hohen Rheinhochwasserereignissen zu verzeichnen. Sowohl von der Rheinseite wie auch von der Niederterrasse sind die Grundwasserfließrichtungen mehr oder minder auf den RNK ausgerichtet, wobei vorhandene Kiesecken dämpfend auf die Grundwasserumgebung wirken.

Erwartungsgemäß führen die gegenüber dem HW 2013 höheren Bemessungsrheinwasserstände sowie die Erhöhungen der o.g. Bemessungsbedingungen (Kap. 5.1.1) zu deutlich höheren Grundwasserstandsverhältnissen. In unmittelbarer Rheinnähe nimmt die Rheinwasserinfiltration deutlich zu. Dort sind auch ausgiebige Druckwassergebiete bzw. in tiefliegenden Bereichen potenzielle Vernässungszonen anzutreffen.

5.3.1.1 Gw-Stände in bebauten Gebieten und potenzielle Kellernässung

Die ermittelten höchsten Grundwasserstände fallen nicht mit den Scheitelwasserständen im Rhein zusammen, sondern treten durch den vorauslaufenden hohen Bemessungsniederschlag früher ein.

Rußheim: Bereits bei den hydrometeorologischen Bedingungen beim HW 2013 treten im Ortsteil Rußheim der Gemeinde Dettenheim an verschiedenen Stellen Bereiche mit vernässungsgefährdeten Kellern auf. Sowohl dem Rußheimer Altrhein zugewandt als auch im Bereich des ggf. im Rückstau sich befindenden Zoldenbachs im Südosten der Ortschaft werden mit dem in Kapitel 2.2.4 beschriebenen Ansatz (Kellersohle = Straßenhöhe minus 1,7 m) Stellen ermittelt, in welchen es rechnerisch zu Kellernässungen kommen kann.

Aussiedlergehöfte: Die drei Aussiedlergehöfte Wendelinushof, Marienhof und Klausenhof liegen mit ihren Wohngebäuden auf relativen Hochlagen. Ohne geodätische Einmessung der entsprechenden Kellersohlen kann bei den Aussiedlerhöfen keine verlässliche Aussage getroffen werden. Es ist aber davon auszugehen, dass die Wohngebäude nicht betroffen sind.

In den Liegenschaften mit mehreren Gebäuden (Wohnhäuser, Betriebsstätten etc.) ergaben sich Gw-Flurabstände um einen Meter, wodurch bereits unter den Bedingungen des Istzustands von einer Vernässungsproblematik auszugehen ist. Die genaue Ermittlung der jeweiligen Kellersohle in den Wohngebäuden (Betriebsstätten sind nicht unterkellert) wird nach der Variantenentscheidung mit geodätischen Methoden durchgeführt. Hinzu kommt, dass bei großen Niederschlagsereignissen das Tagwasser aus den Hofflächen sich auf dem z. T. versiegelten Boden sammelt (mit Gefälle zur Kolonnenstraße) und zusätzlich ins Grundwasser einspeist.

Erweitertes Brechtgelände: Hier sieht man die dämpfende Wirkung des Brechtsees, bei dem zufließendes Grundwasser infolge seines großen Speichervermögens zu nur kleinen, aber stetigen Wasserstandsanstiegen führt.

Unter den Bedingungen beim Istzustand sind bei den Liegenschaften im Bereich des Brechtsees (Angelheim, Campingplatz, Betriebsgebäude) keine Vernässungen zu besorgen.

Rheinsheim: Es ist ein deutliches Gw-Gefälle vom Rhein weg in die Niederung zu erkennen, wobei die Stillgewässer "Störloch" und Baggersee Vetter für die untersuchte Hochwasserperiode eine gw-senkende Wirkung aufweisen. Gleichzeitig wirkt im Süden der Ortslage der Gewässerzug Gießgraben-Bruchgraben grundwasserabziehend, da dessen Wasserstände über das Pumpwerk Rheinsheim bewirtschaftet werden.

Wie bereits bei den hydrometeorologischen Bedingungen beim HW 2013 treten beim Istzustand im Ortsteil Rheinsheim der Stadt Philippsburg an zahlreichen Stellen Bereiche mit vernässungsgefährdeten Kellern auf. Diese häufen sich am südlichen Ortsrand in Annäherung zur Gießgraben-Bruchgraben-Niederung.

In Bezug auf den vorliegenden Istzustand werden aus gw-hydrologischer Sicht zahlreiche Betroffenheiten ermittelt, die sich nahezu über den gesamten Ortskern verteilen.

5.3.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Nahezu bei jedem Hochwasser sind insbesondere die "West-Gewanne" auf der Insel Elisabethenwört von zusammenlaufendem Niederschlagswasser und auch von Druckwasser betroffen. Nicht alle "blau" markierten Flächen stehen dabei auch tatsächlich unter Wasser.

Häufig ist es vor Ort dann so, dass das Druckwasser an einer Stelle austritt und dem Geländegefälle folgend sich in Tieflagen sammelt. Erwartungsgemäß sind im Bereich der Kümmelwiesen, Pfaffenhorst und Kühweid aufgrund der Rheinnähe und der morphologischen Tieflage stärker und auch häufigere Vernässungserscheinungen festzustellen als im Waldbereich oder in den Ostgewannen. In den letztgenannten Bereichen Rheinbau, Fahrschlauch Bonsel (Wald) bzw. Unteres, Mittleres und Oberes Hofgut (Ostgewanne) sind anhand der Gw-Flurabstände deutlich der ehemalige Rheinverlauf anhand der verlandeten Schluten zu erkennen.

Außerhalb der Insel Elisabethenwört zeigen sich hochwasserbedingte Vernässungen naturgemäß entlang der Rheinhauptdämme XXX bzw. XXXI (RHD). Hinzu kommen die Bruchgebiete mit ihrem südlichen Ableger östlich der Aussiedlergehöfte und südöstlich der Gemeinde Rußheim angrenzend an den Zoldenbach (West) im Gewann Weidfeld sowie Flächen beidseits des Saalbachkanals.

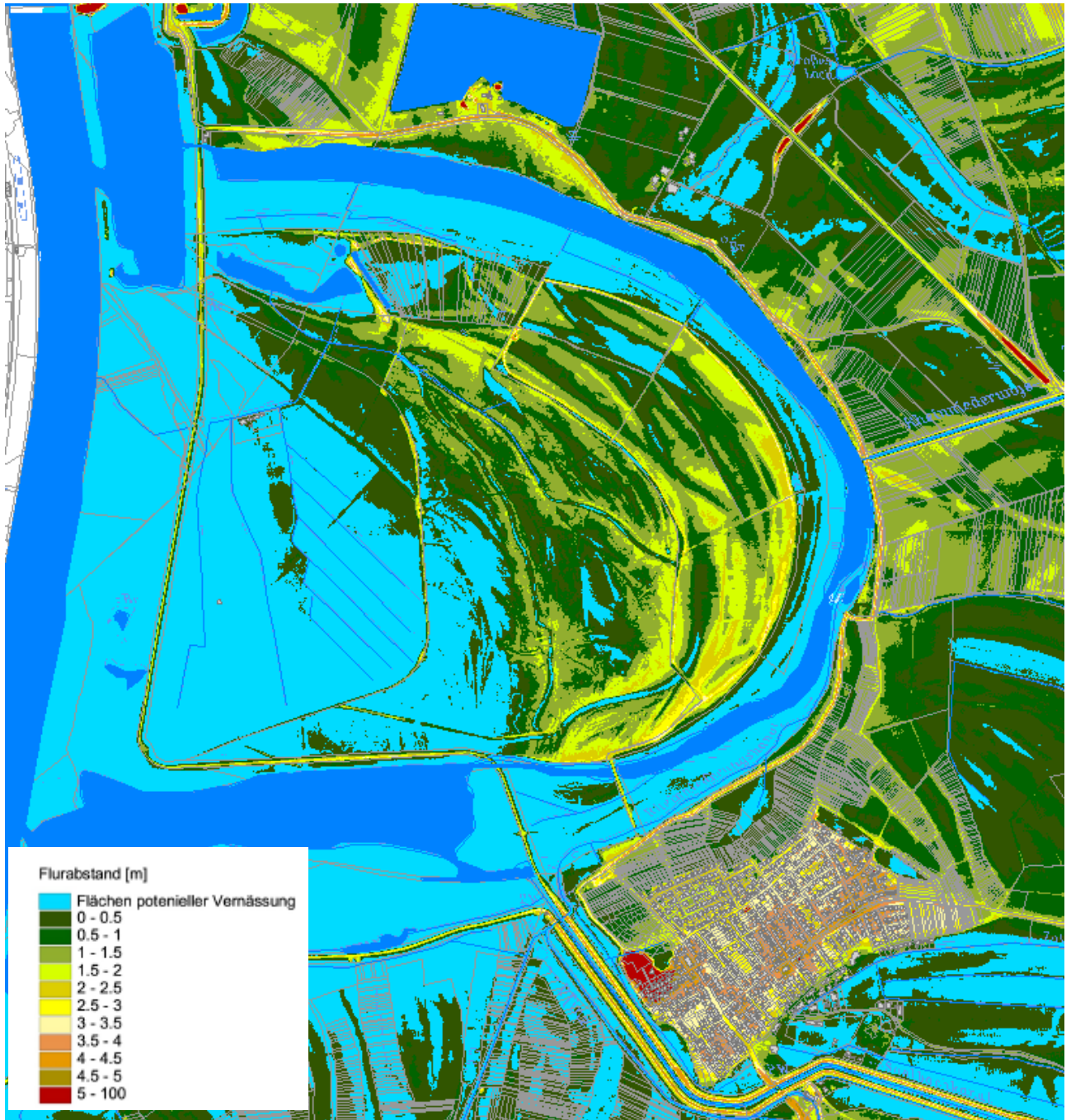


Abb. 9: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Bezugsvariante Istzustand

Die Impulse aus den Bemessungsbedingungen (Niederschlag und erhöhter Rheinwasserstand) schlagen sich augenfällig bei der vermehrten Druckwasserentlastung beim Modellhochwasser nieder. Mit einer maximalen Aussickerungsrate über Gelände von 464 l/s tritt das infiltrierte Rheinwasser landseits der Dämme (im gesamten Modellgebiet) wieder zu Tage und sammelt sich in den Senken, was zu einer Ausdehnung der Vernässungsbereiche führt.

Auch erhöhen sich beim Istzustand die Gw-Aussickerungsraten gegenüber dem Hochwasser 2013 im Uferanschluss sowie den tiefliegenden Bereichen angrenzend zum Rußheimer Altrhein (172 l/s) und der Pfnz (42 l/s). Südöstlich der Gmd. Rußheim werden im Bruchgebiet des Zoldenbachs rund 79 l/s an Gw-Austritten ermittelt. Nördlich und östlich der Gemeinde fällt mit ca. 8 l/s bereits eine nennenswerte Druckwasserrate an. Im Bebauungsgebiet von Rußheim werden auf Grundlage des Istzustands errechnete Druckwasseraustritte von insgesamt ca. 1 l/s ermittelt.

Im Bereich der Aussiedlergehöfte wird eine Gw-Aussickerungsrate von rund 5 l/s ermittelt, was sich nachteilig auf die dort als Folge der Tagwasserzuflüsse von den befestigten Hofflächen bzw. den Betriebsstätten auftretende Wasserfläche auswirkt.

Das westlich sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz (Nr. 18) erhält Druckwasserraten von ca. 13 l/s. hauptsächlich in der Nähe zum Rheinhauptdamm. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug (Nr. 20) steigern sich die Gw-Austritte über Gelände auf 153 l/s.

5.3.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Die Abzugsgräben auf Elisabethenwört - hauptsächlich in den Gewannen Kümmelwiesen und Pfaffenhorst - ziehen zum Rheinwasserscheitel ca. 90 l/s ab. Nicht enthalten ist darin das verzögert aus den Aussickerungsflächen nach und nach zufließende Druckwasser.

In den Rußheimer Altrhein entlastet das Grundwasser mit ca. 205 l/s, wobei um unterliegenden Teil (Jägerschrittkanal bis Kurfürstenbauschleuse) wieder 56 l/s dem Grundwasser zufließen. Insgesamt überwiegt mit 148 l/s der Grundwasserabzug. Die Pfinz nimmt im Bereich des Rußheimer Altrheins 99 l/s an Grundwasser auf. Die Abzugsleistung des Zoldenbachs an der Südostseite von Rußheim steigert sich auf rund 15 l/s ab und dem Jägerschrittkanal fließen aus dem Grundwasser ca. 30 l/s zu. Der mehr oder minder aufgelassene Gewässerzug östlich der Aussiedlerhöfe nimmt bei Zugrundelegung der Randbedingungen des Istzustands jetzt rund 4 l/s auf. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug fallen 139 l/s an aussickerndem Grundwasser an.

5.4 PLANUNGSVARIANTEN

Entsprechend den drei unterschiedlichen Trassenführungen (klein, mittel, groß) wurde der Rückhalteraum in gesteuerter (Polder) und ungesteuerter Betriebsweise (Dammrückverlegung (DRV)) untersucht. Zu den insgesamt sechs Grundvarianten kamen zwei weitere Variantenvorschläge hinzu, bei welchen eine Kombination von DRV und Polder zum Tragen kommt (Kombivarianten).

In der Betriebsweise als Polder finden ökologische Flutungen statt (ÖF), die bei hinreichender Vorwarnzeit für einen bevorstehenden Retentionseinsatz abgebrochen werden.

Tab. 3: Zusammenstellung der Planungsvarianten, die grundwasserhydraulisch berechnet wurden

Lfd. Nr.	Variante	Kurzbezeichnung (gem. 2D-Hydraulik)	Bemerkungen
1a	Untervariante DRV-klein mit Teilabtrag RHWD XXXI	DRV-klein Teilabtrag (D_k_04)	mit Teilabtrag RHWD XXXI zur Erhaltung ökologisch besonders relevanter Dammschnitt- abschnitte
2	Dammrück- verlegung mittel	DRV-mittel (D_m_04)	Grundvariante mit Annahme Komplettabtrag RHWD XXXI
3	Dammrück- verlegung groß	DRV-groß (D_g_03)	Grundvariante mit Annahme Komplettabtrag RHWD XXXI
4	Polder klein	Polder-klein (P_k_02)	Grundvariante mit Ökologischen Flutungen (ÖF)
5	Polder mittel	Polder-mittel (P_m_02)	Grundvariante mit ÖF
6	Polder groß	Polder-groß (P_g_02)	Grundvariante mit ÖF
7	DRV/Polder- Variante klein	DRV/Polder-Variante klein (DP_k_01)	Kombination DRV/Polder: 1. DRV westlich des Stadtwaldes 2. Polder im Waldbereich und östlichem Bereich
8	DRV/Polder- Variante mittel	DRV/Polder-Variante mittel (DP_m_01)	Kombination DRV/Polder: 1. DRV unter Einbeziehung des Germersheimer Rheinwaldes 2. Taschenpolder im Bereich des Rußheimer Altrheins

Auf die zahlreichen Untervarianten aus den Optimierungsläufen der 2D-Hydraulik konnte in den grundwasserhydraulischen Untersuchungen verzichtet werden, da deren wesentlichen Charakteristiken in den Hauptvarianten (s. Tab. 3) bereits erfasst wurden.

5.4.1 Grundlagen der Planungsvarianten

Diese Rechenfälle stellen die eigentlichen Prognosefälle mit folgenden Haupteinflüssen dar:

- Bemessungsrheinwelle mit Abfluss $Q = 5\,000\text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Maxau
- Erhöhung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag durch Grundwasserneubildungswirksame Berücksichtigung einer Niederschlagsereignissen von 104 mm Niederschlag (dieser Niederschlag wird auf 2 Tage gleichmäßig verteilt und endet 2 Tage vor Rheinwasserscheitel)
- Erhöhung der kalibrierten Randzuflüsse um 25 %
- Extremes binnenseitiges Hochwasser mit einem Spitzenabfluss von $25\text{ m}^3/\text{s}$ im Rheinniederungskanal
- Dauerbetrieb am Schöpfwerk (ab Retentionseinsatz), um einen Binnenwasserstand im Philippsburger Altrhein von bis zu 94,5 m NN zu halten
- Einsatz des Rückhalteriums Elisabethenwört

5.5 KLEINE DAMMRÜCKVERLEGUNG ("DRV-KLEIN")

Die kleine Dammrückverlegung ist im Wesentlichen gekennzeichnet durch die Errichtung des Hochwasserschutzdammes auf der Insel linksseitig des Rußheimer Altrheins, teilweise auf Trasse des vorhandenen Sommerdammes. Der Rußheimer Altrhein befindet sich somit außerhalb des Rückhalterumes und bleibt unverändert bestehen. Die Vorflut des Rheinniederungskanals wird nicht verändert (s. Abb. 10:).

Der vorhandene Hochwasserschutzdamm XXXI wird auf gesamter Länge vollständig abgetragen. Auf der nördlichen Seite wird in den bis auf Geländeneiveau abgetragenen HWD XXXI eine Flutmulde mit Flutbrücke vorgesehen, die den Baggersee Minthe I mit dem Schrankenwasser verbindet.

Den gw-hydraulischen Untersuchungen liegt die Variante D_k_04 aus den Untersuchungen zur Oberflächenwasserhydraulik zugrunde.

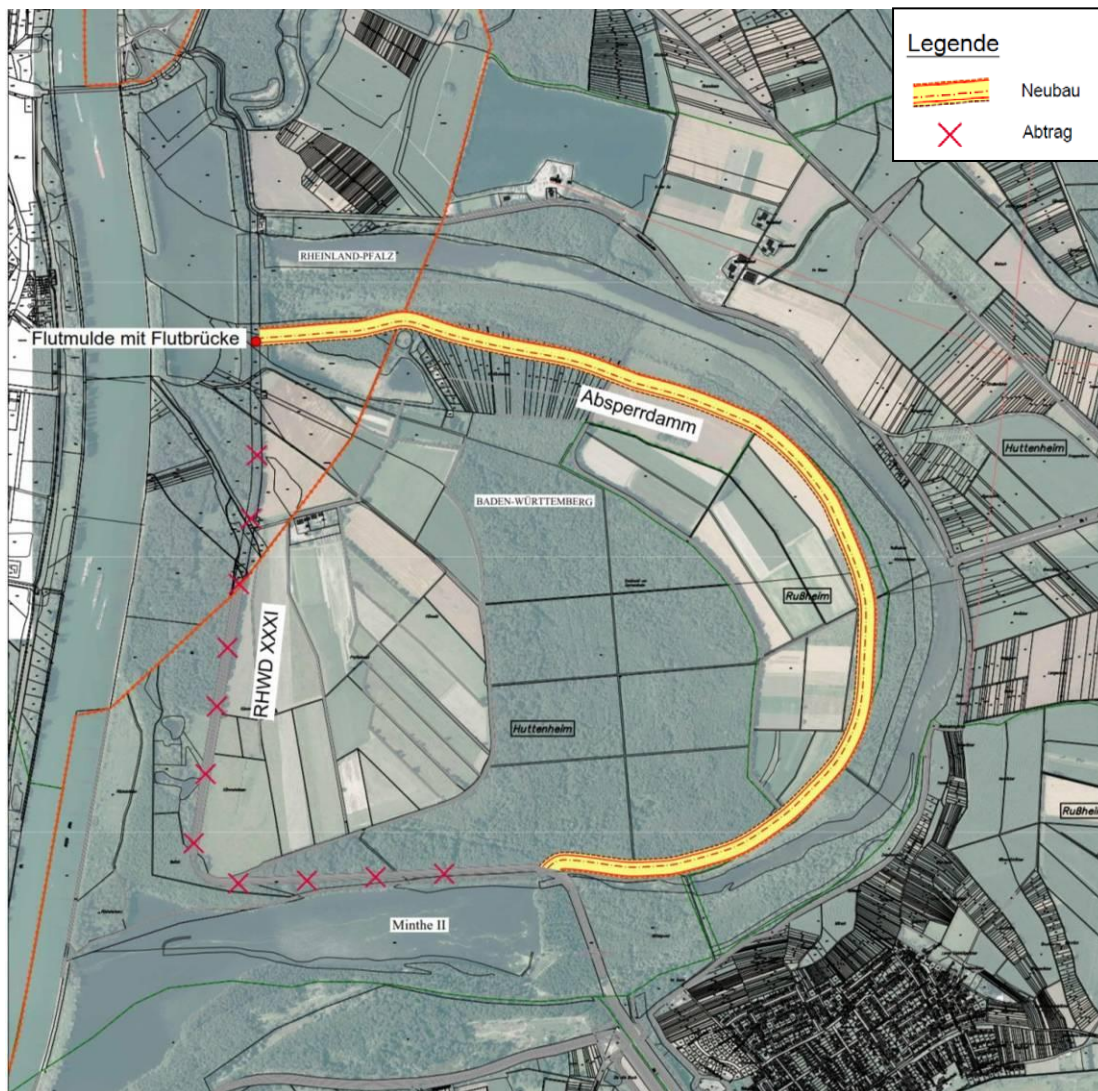


Abb. 10: Übersichtsplan kleine Dammrückverlegung

5.5.1 Grundwassersituation

Infolge der Flutung des Rückhalterums steht diese Fläche als Aussickerungsgebiet für Rheindruckwasser nicht mehr zur Verfügung. Dadurch wird die landseitige Grundwasservorflut behindert und verlagert sich geringfügig nach gw-oberstrom zurück. Darüber hinaus infiltrieren vom Rückhalteraum entsprechende Wasserraten, die aber weitgehend vom bewirtschafteten Rußheimer Altrhein und dessen Vorländer aufgenommen werden. Für das Wasser aus dem Rückhalteraum stellt der Rußheimer Altrhein eine hydraulische Barriere dar.

Durch den Betrieb des Rückhalterumes kommt es zu Wechselwirkungen zwischen dem im Raum zurückgehaltenen Hochwasser und dem Grundwasser. Die Berechnungen mit dem numerischen Grundwassermodell ergeben für die Variante "DRV-klein" beim 200-jährlichen Modellhochwasser im Vergleich zum Ist-Zustand geringfügige zusätzliche Grundwasseranstiege in bebauten Gebieten, die im Zentimeter-Bereich liegen. Bei den Berechnungen wurde hierbei in einem ersten vereinfachten Ansatz eine gleiche Kellertiefe der Kellersohlhöhen unter dem Gelände angenommen

5.5.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Bei den Planungsvarianten steht der Rückhalteraum Elisabethenwört nicht mehr zur Druckwasserentlastung zur Verfügung; vielmehr trägt die überflutete Fläche zur massiven Grundwasserinfiltration bei, wovon ein Großteil davon wieder unmittelbar in den Niederungsbereich des Rußheimer Altrheins (672 l/s) und der Pfinz (48 l/s) austritt. Diese Wassermengen sickern verzögert den genannten Gewässerläufen zu.

Im Bruchgebiet des Zoldenbachs fallen rund 80 l/s an Gw-Austritten an. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim (Nr. 16) nehmen die Aussickerungsraten über Gelände auf ca. 12 l/s zu. Als Folge der Flutung des Retentionsraums nehmen bei der zugrundeliegenden Variante die errechneten Druckwasseraustritte leicht auf ca. 3 l/s in der Bebauung von Rußheim zu.

Im Bereich der Aussiedlergehöfte) wird eine Gw-Aussickerungsrate von rund 13 l/s ermittelt, was die dort unbefriedigende Binnenentwässerung weiter nachteilig beeinflusst.

Das westlich sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz erfährt Druckwasserzuflüsse im Dammbereich von ca. 14 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug steigern sich die Gw-Austritte über Gelände auf 157 l/s.

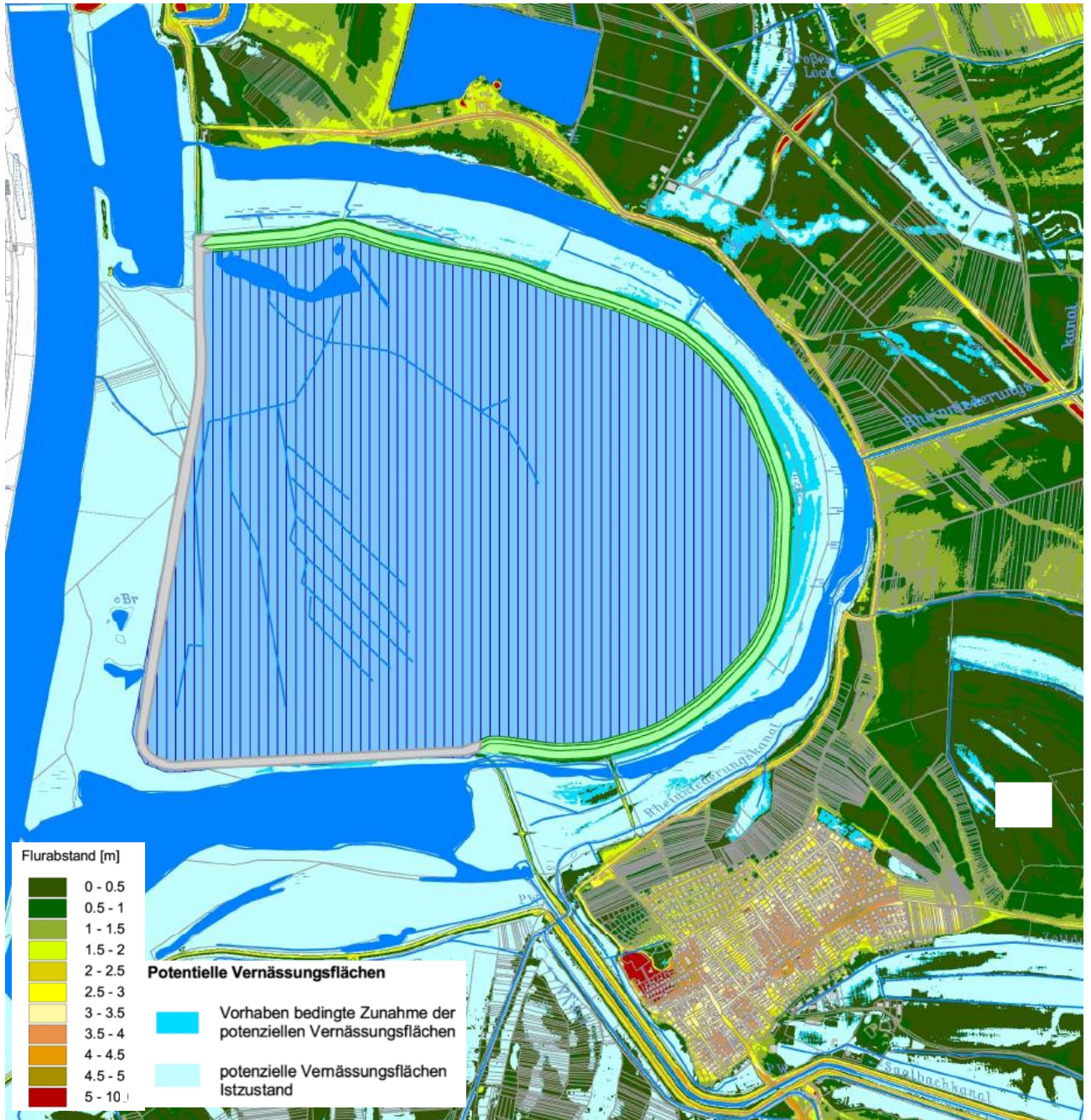


Abb. 11: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante DRV klein

5.5.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Für den Zeitpunkt mit dem Scheitelwasserstand im Rhein wird eine Zustromrate aus dem überfluteten Retentionsraum (Nr. 4) in den Grundwasserleiter von 2 178 l/s ermittelt.

Neben den Niederungsgebieten treten ca. 895 l/s in den Rußheimer Altrhein sowie 153 l/s an Grundwasser in die Pfingz (im Bereich des Rußheimer Altrheins) aus. Die Abzugsleistung des Zoldenbachs an der Südostseite von Rußheim bleibt unverändert bei ca. 15 l/s und dem Jägerschrittkanal fließen nun ca. 41 l/s aus dem Grundwasser zu. Das Gewässerrelikt östlich der Aussiedlerhöfe nimmt bei dieser Variante unverändert rund 4 l/s auf. Die Grundwasserzutritte in das vernetzte Gieß-/Bruchgraben-System steigern sich auf 145 l/s.

5.5.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Die Berechnungen mit dem numerischen Grundwassermodell ergeben für diese Variante geringfügige zusätzliche Grundwasseranstiege außerhalb des Retentionsraums im Zentimeter-Bereich bis lokal wenige Dezimeter. Diese Veränderungen sind darauf zurückzuführen, dass die natürliche Grundwasser-Vorflut im Bereich der Insel Elisabethenwört bei Retention nicht zur Verfügung steht und sich dadurch die landseits nachdrängenden Grundwasserströme zurückstauen.

Vorhabenbedingter Druckwasserandrang führt auch zur randlichen Vergrößerung von Vernässungsflächen, bei welchen bereits im Istzustand das Grundwasser offen zu Tage tritt. Das betrifft ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Das vom Retentionsraum ausgehende Uferfiltrat tritt unmittelbar in den ausgedeichten und bereichsweise tiefliegenden Überflutungsraum des Rußheimer Altrheins bzw. der Pfinz aus.

Diese zusätzlichen Sickerraten werden zusammen mit der Binnenentwässerung (Pfinz, Rheinniederungskanal) über die Jägerschrittschleuse abgeschlagen und dem Schöpfwerk Philippsburg zugeführt. Mit der dort installierten Pumpenleistung können die zusätzlichen Aussickerungsraten aus dem Rückhalteraum leicht bewältigt werden. Diese verändern auch im Spitzenwert nicht nennenswert die Wasserspiegellagen im Rußheimer Altrhein, so dass dieser zuverlässig als hydraulische Barriere zwischen Überflutungsfläche und Dammhinterland wirkt.

Nach derzeitigem Stand sind bei dieser Variante keine Schutzmaßnahmen im Binnenland erforderlich. Die ermittelten geringen zusätzlichen Grundwasseranstiege in der Ortslage von Rußheim und in den anderen betroffenen Bebauungen (Aussiedlerhöfe, Angelverein und Brechtgelände) führen auf Grundlage des bisher vorläufigen und vereinfachten Ermittlungsansatzes für die Kellersohlhöhen von 1,70 m unter Gelände zu keinen neuen Betroffenheiten. Im Rahmen der Entwurfsplanung für die ausgewählte Variante werden die Kellersohlhöhen geodätisch eingemessen. Mit diesen genaueren Daten erfolgt ein Vergleich des Ist- mit dem Planzustand. Sollte sich dabei herausstellen, dass das Verschlechterungsverbot (Grundsatz der Vermeidung von zusätzlichen schadbringenden Grundwasseranstiegen in bebauten Bereichen) nicht eingehalten werden kann, so sind zur Vermeidung Schutzmaßnahmen vorzusehen.

5.6 MITTLERE DAMMRÜCKVERLEGUNG ("DRV-MITTEL")

Die mittlere Dammrückverlegungsvariante ist gekennzeichnet durch die Errichtung des Hochwasserschutzdammes im südlichen Teil auf der Insel linksseitig des Rußheimer Altrheins bis auf Höhe der Jägerschrittschleuse und verschwenkt dann auf die östliche Altrheinseite. Somit stellt der Trassenverlauf eine Kombination der kleinen und großen Dammrückverlegung dar. Der Rußheimer Altrhein wird durch einen Damm gekreuzt und mit einem regulierbaren Durchlassbauwerk ausgestattet (s. Abb. 12:).

Der vorhandene Hochwasserschutzdamm XXXIa wird im Bereich des neuen Absperrdammes teilweise oder ganz beseitigt. Der vorhandene Hochwasserschutzdamm XXXI wird auf gesamter Länge vollständig abgetragen. Im nördlichen Bereich werden in den bis auf Geländeneiveau abgetragenen HWD XXXI zwei Flutmulden jeweils mit Flutbrücken vorgesehen, die den Baggersee Minthe I mit dem Schrankenwasser und dem Rußheimer Altrhein verbinden.

Die Vorflut des Rheinniederungskanal wird nicht verändert. Der Rußheimer Altrhein wird im nördlichen Bereich oberhalb der Jägerschrittschleuse Bestandteil des RHR.

Den Untersuchungen liegt die Variante D_m_04 aus den Untersuchungen zur Oberflächenhydraulik zugrunde.

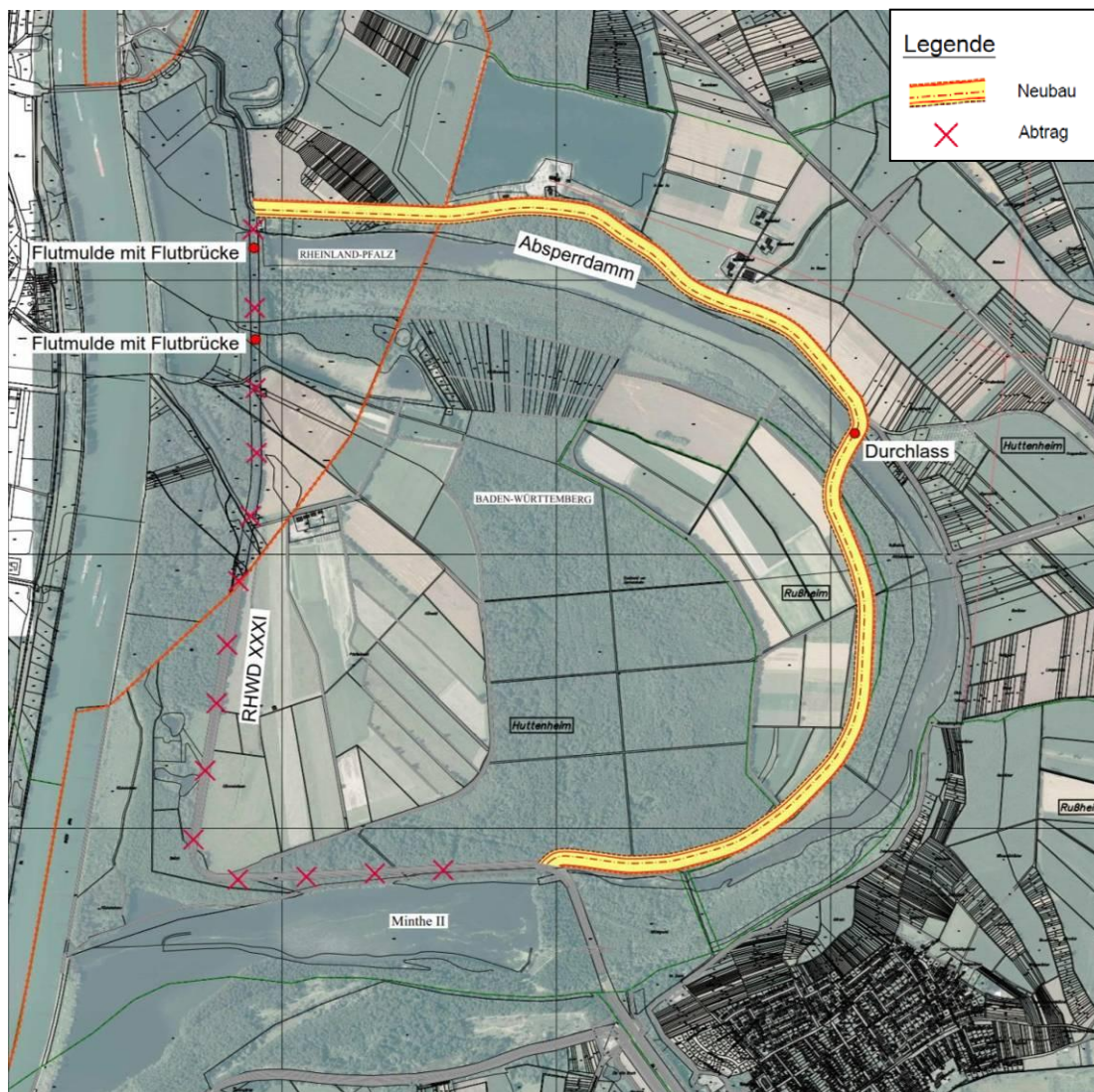


Abb. 12: Übersichtsplan mittlere Dammrückverlegung

5.6.1 Grundwassersituation

Bei der ungesteuerten Flutung der Rückhaltefläche in der Variante mittlere Dammrückverlegung sind die größten Auswirkungen nördlich des neuen Dammes entlang der Kolonnenstraße (In der Au) zu verzeichnen. Durch den Wechsel des Trassenverlaufs auf die Nordseite des Rußheimer Altrheins wird dieser Abschnitt des Gewässerzugs in die Überflutungsfläche einbezogen. Dadurch entfällt hier die Barrierewirkung für das Grundwasser, wodurch große Potenzialunterschiede zwischen der Überflutungsfläche und dem "Hinterland" entstehen mit der Folge, dass ein verstärkter Druckwasserandrang zu großflächigen Vernässungen führt. Während im Bereich des Brechtsees das Druckwasser seine Vorflut findet, wodurch der See langsam ansteigt, entstehen im westlich wie östlich angrenzenden hauptsächlich landwirtschaftlich genutzten Gebieten ausgedehnte Wasserflächen, die z.T. mit dem allgemeinen Geländegefälle nach Norden sich ausdehnen. Davon betroffen sind auch die verschiedenen Entwässerungsgräben, die dem Bruchgraben-/Gießgrabensystem zufließen und zu einem erhöhten Förderbedarf am Pumpwerk Rheinsheim führen. Die landseitigen Vernässungen nehmen nach Osten hin nach und nach ab und finden im Jägerschrittkanal eine entsprechende Begrenzung.

Das sich unmittelbar zwischen Baggersee und rückverlegtem Damm befindende Gelände mit Bebauung (Fischerheim Huttenheim und verschiedenen Betriebsgebäuden der Fa. Brecht etc.) wird von starke Vernässungen mit breitflächen Grundwasseraustritten betroffen sein, die anschließend oberflächlich dem See zufließen. Gleiches gilt für die drei Aussiedlergehöfte, wo technische Maßnahmen vor schadbringenden Grundwasseranstiegen erforderlich werden.

Die Ortslage von Rußheim ist - wie bei der kleinen Dammrückverlegung auch - nicht von direkten Auswirkungen aus dem überfluteten Rückhalteraum betroffen. Trotzdem steigen auch dort geringfügig die Grundwasserstände, weil die Insel Elisabethenwört für die von der Landseite nachdrängende Gw-Vorflut nicht mehr zur Verfügung steht

5.6.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Bei den mittleren Planungsvarianten steht der Rückhalteraum Elisabethenwört nicht mehr zur Druckwasserentlastung zur Verfügung; vielmehr trägt die überflutete Fläche zu einer erhöhten Grundwasserinfiltration bei, wovon ein Teil wieder unmittelbar in den Niederungen um den Rußheimer Altrhein (284 l/s) und der Pfinz (48 l/s) austritt. Bei der mittleren Variante steht ein reduzierter Niederungsbereich zur Verfügung, wodurch auch eine geringere Wassermenge den genannten Gewässerläufen zusickert.

Im Bruchgebiet des Zoldenbachs fallen rund 79 l/s an Gw-Austritten an. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim nehmen die Aussickerungsraten über Gelände auf ca. 13 l/s zu. Als Folge der Flutung des Retentionsraums verharren bei der zugrundeliegenden Variante die errechneten Druckwasseraustritte bei ca. 3 l/s in der Bebauung von Rußheim.

Bei den mittleren und großen Varianten grenzt der Rückhalteraum unmittelbar an die Kolonnenstraße, wodurch im Bereich der Aussiedlergehöfte die Gw-Aussickerungsrate deutlich auf 175 l/s zunimmt.

Das westlich sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz erfährt deshalb auch eine deutliche Steigerung und erhält Druckwasserraten von ca. 103 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug steigern sich die Gw-Austritte über Gelände auf 185 l/s.

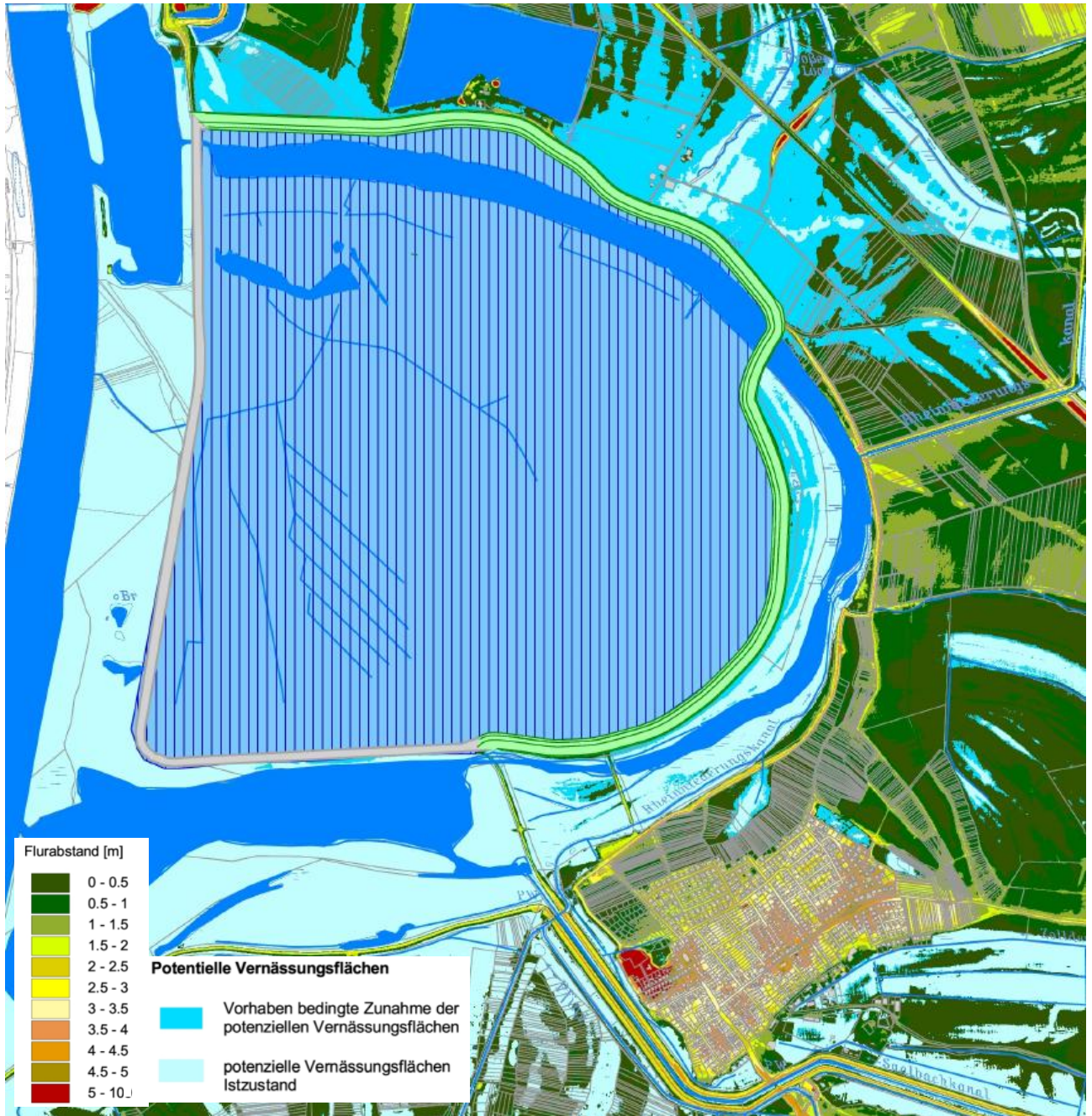


Abb. 13: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante DRV mittel

5.6.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Aus dem überfluteten Retentionsraum wird infolge der Flächenzunahme ein Grundwasserzustrom in den Grundwasserleiter von 2 501 l/s ermittelt.

Der Rußheimer Altrhein nimmt auf verringerter Fläche davon ca. 597 l/s auf und in die Pfinz (im Bereich des Rußheimer Altrheins) sickert an Uferfiltrat ca. 155 l/s aus. Der Grundwasserabzug über den Zoldenbach südöstlich von Rußheim steigert sich auf ca. 58 l/s und dem Jägerschrittkanal fließen bei dieser Variante nun ca. 48 l/s aus dem Grundwasser zu. Das Gewässerrelikt östlich der Aussiedlerhöfe nimmt bei dieser Variante rund 7 l/s auf, da die weitaus größeren Anteile über Gelände aussickern. Die Grundwasserzutritte in die Gräben des vernetzten Gieß-/Bruchgraben-System steigern sich auf 175 l/s.

5.6.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Bei der mittleren Dammrückverlegungsvariante verändern sich maßgeblich die landseitigen Grundwasserhältnisse nördlich der Altrheinquerung. Während bisher der Rußheimer Altrhein mit seinem Anschluss über den Jägerschrittkanal an das Schöpfwerk Philippsburg eine lokale GW-Senke darstellte, reichen die oberflächigen Überflutungen nun an den entlang der Kolonnenstraße rückverlegten Damm heran. Beginnend mit den ungesteuerten Flutungen in Abhängigkeit des Rheinwasserstands sind deshalb steigende Grundwasserstände bis hin zu flächigen Druckwasseraustritten beim Modellhochwasser zu erwarten. Die angrenzende Bebauung und deren Betriebs- und Funktionsanlagen (Hallen, Sickergrube) sind deshalb vor steigenden Grundwasserständen zu schützen. Dies betrifft insbesondere die drei Aussiedlergehöfte (Wendelinus-, Klausen- und Marienhof), deren Wohngebäude zwar in lokaler Hochlage liegen, aber z.T. zu Wohnzwecken unterkellert sind. Zudem würde das am Dammfuss bevorzugt austretende Druckwasser anschließend oberflächlich über die Betriebsflächen fließen. Abhängig von dem Schutzkonzept werden Wasserhaltungsmaßnahmen je nach Absenkziel in der Spitze von bis zu ca. 400 l/s erforderlich. Entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen werden im Bereich des Angelvereins und des angrenzenden Campingplatzes erforderlich. Die noch vorhandenen Betriebsgebäude des Kieswerks sind auch durch lokale Objektschutzmaßnahmen zu sichern.

Die landwirtschaftlich genutzten Flächen nördlich des Rückhalteraaums werden bei dieser Variante beim Modellhochwasser unter massiven Druckwassereinfluss geraten, wobei die Wasseraustritte bevorzugt in Dammnähe erfolgen und anschließend mit dem allgemeinen Geländegefälle nach Norden abfließen. Ein Teil dieses Oberflächenabflusses gelangt über ehemalige Schlutenläufe in das Entwässerungsgebiet des Bruchgrabens, wodurch am Pumpwerk Rheinsheim größere Pumpraten anfallen.

Durch umläufige Gw-Fließvorgänge sind auch die landwirtschaftlich genutzten Fläche südöstlich der Altrheinquerung bis zum Jägerschrittkanal von Druckwasseraustritten betroffen.

Wie zuvor ausgeführt, sind bei der Grundvariante „DRV-mittel“ zur Vermeidung schadbringender Grundwasseranstiege Anpassungsmaßnahmen für die Bebauung erforderlich. Anhand einer Machbarkeitsuntersuchung wurden verschiedene Möglichkeiten betrachtet. Nachfolgend sind die für den Variantenvergleich berücksichtigten technischen Lösungen beschrieben.

Im Bereich der nördlich des Rückhalteraaums gelegenen Aussiedlerhöfe Wendelinushof, Klausenhof und Marienhof wird zur Reduzierung des Grundwasserandrangs eine Dichtwand in Form einer Spundwand in den Absperrdamm HWD XXXIa eingebracht. Des Weiteren ist der Einbau von Drainage- und Sammelleitungen, sowohl auf öffentlichen als auch auf privaten Grundstücken notwendig. Das anfallende Grundwasser wird über ein Pumpwerk in den Rückhalteraum gefördert.

Die auch nördlich des Rückhalteraaums gelegenen Einrichtungen am Brechtsee erhalten zur Reduzierung des Grundwasserandrangs ebenfalls eine Dichtwand in Form einer Spundwand in den Absperrdamm HWD XXXIa. Des Weiteren ist der Einbau von Drainage- und Sammelleitungen mit Pumpwerk auf privaten Grundstücken notwendig. Das anfallende Grundwasser wird in den Rückhalteraum gefördert. Im Brechtsee ist zudem ein Pumpwerk mit Einleitung in den Rückhalteraum vorgesehen, um den Wasserspiegel halten zu können.

Nach derzeitigem Stand führen die ermittelten geringfügigen zusätzlichen Grundwasseranstiege im Bereich der Bebauung von Rußheim entsprechend den Ausführungen im Kap. 5.5.4 zu keinen neuen Betroffenheiten.

5.7 GROÙE DAMMRÜCKVERLEGUNG ("DRV-GROÙ")

Die große Dammrückverlegung ist dadurch gekennzeichnet, dass nunmehr der gesamte Rußheimer Altrhein und der darin liegende Abschnitt der Pfinz (Rheinniederungskanal) in den Rückhalteraum einbezogen ist. Der Hochwasserschutzdamm wird auf der Trasse des teilweise bestehenden rechtseitigen Damm des Altrheins (Tulladamm, RHWD XXXIa) errichtet. Der vorhandene Hochwasserschutzdamm XXXIa wird im Bereich des neuen Absperrdammes teilweise oder ganz beseitigt. Für den Rheinniederungskanal und die Pfinz wird die Errichtung eines neuen Schöpfwerkes erforderlich (s. Abb. 14:).

Der vorhandene Hochwasserschutzdamm XXXI wird auf gesamter Länge vollständig abgetragen. Eine Flutmulde wird im Süden zur Verbindung zwischen dem Baggersee Minthe II und dem Rußheimer Altrhein angeordnet. Im nördlichen Bereich werden in den bis auf Geländeneiveau abgetragenen HWD XXXI zwei Flutmulden jeweils mit Flutbrücken vorgesehen, die den Baggersee Minthe I mit dem Schrankenwasser und dem Rußheimer Altrhein verbinden.

Den Untersuchungen liegt die Variante D_g_03 aus den Untersuchungen zur Oberflächenhydraulik zugrunde.

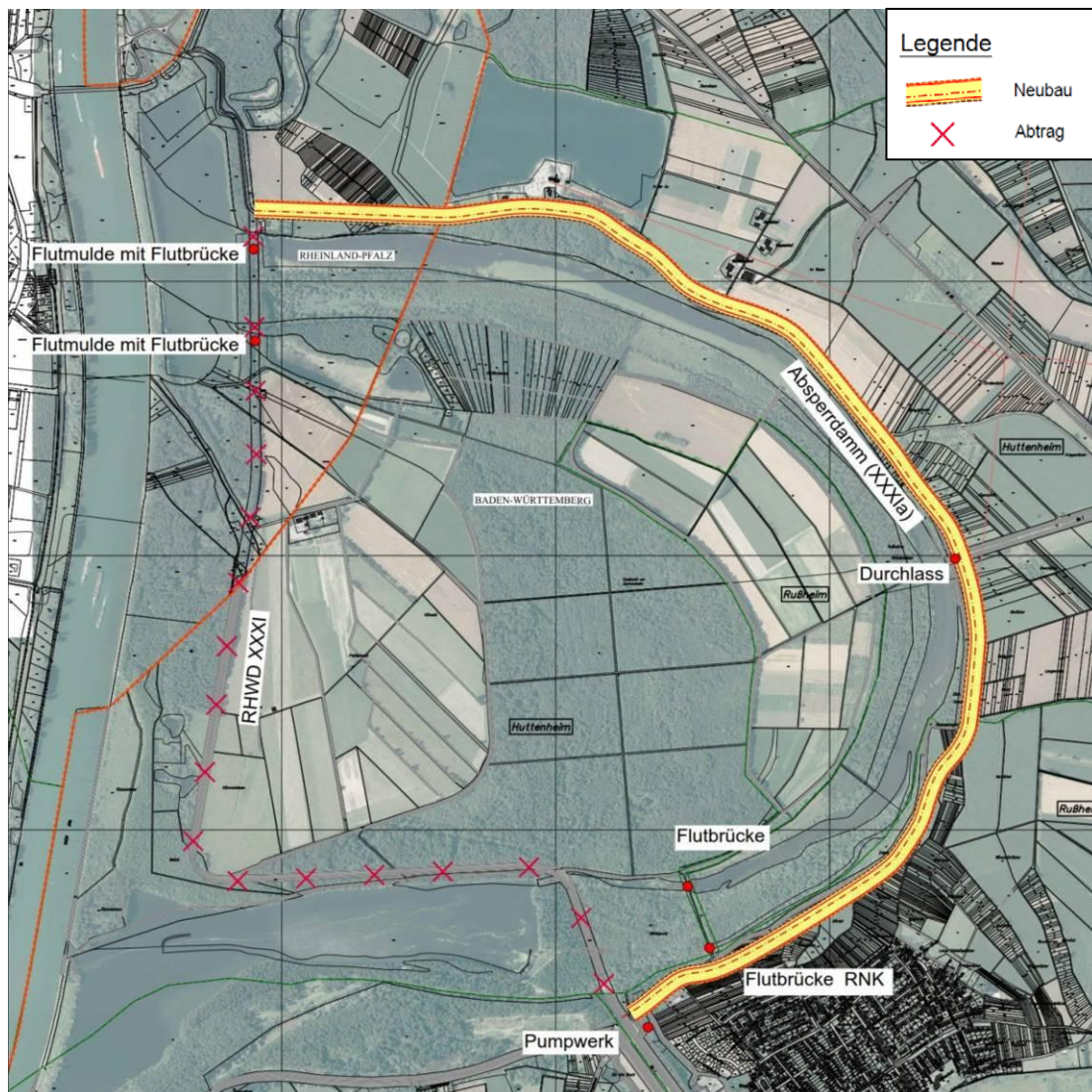


Abb. 14: Übersichtsplan große Dammrückverlegung

5.7.1 Grundwassersituation

Bei der großen Dammrückverlegung und einer ungesteuerten Flutung der Rückhaltefläche bewirkt aus gw-hydraulischer Sicht die vollständige Einbeziehung der Niederungs- und Wasserfläche des Rußheimer Alt-

rheins und der Pfinz, dass die vom Rückhalteraum ausgehende Untergrundinfiltration nicht mehr vom Altrhein zug kompensiert wird, sondern direkt ans Hinterland weitergegeben wird. Dadurch kommt es allseitig um den Rückhalteraum herum zu nennenswerten Grundwasseranstiegen mit flächigen Grundwasseraustritten. Wie bereits bei der mittleren Variante ist davon nicht nur der nördliche Geländestreifen zwischen Rhein und Aussiedlergehöfte betroffen, sondern reicht nun weit in Ortslage von Rußheim hinein und wird nach Süden vom Saalbachentlastungskanal begrenzt.

Im Bereich der Jägerschrittschließe findet eine verstärkte Druckwasserumläufigkeit statt, wodurch ein Teil des Druckwassers wieder direkt in den Jägerschrittkanal (Rheinniederungskanal) aussickert.

Im Norden entfaltet das Speicherpotenzial des Brechtsees eine gewisse Druckwasserentlastung; die Flächen westlich und östlich davon profitieren aber nicht davon, so dass es dort zu großflächigen Vernässungen kommt, die zum größten Teil dem natürlichen Geländegefälle folgend - über die Entwässerungsgräben zum Pumpwerk Rheinsheim abfließen.

Südlich des Jägerschrittkanals in den Gewannen Flachwiesen-/Feldwiesenäcker und Krautgärten sammelt sich das Druckwasser in einem Tiefgebiet (ehemalige Altrheinschlinge) in dem früher der Landgraben in den Rußheimer Altrhein entwässerte. Somit läuft das ausgetretene Druckwasser von Norden auf die Bebauung von Rußheim. Von Westen reicht der rückverlegt Rheinhauptdeich rund 120 m an die Bebauung heran und veranlasst mit der Untergrundinfiltration aus dem Retentionsraum die Grundwasserstände zu steigen. Durch die verhinderte Gw-Vorflut für den landseitigen Gw-Zufluss (durch Entfall des Altrheins und der Insel Elisabethenwört) entlastet dieses Wasser im Bruchgebiet des Zoldenbachs, was möglicherweise dort auch zu einer Vernässungsgefährdung führt.

Auch das unmittelbar zwischen Baggersee und rückverlegtem Damm sich befindende und bebaute Gelände (Fischerheim Huttenheim und verschiedenen Betriebsgebäuden der Fa. Brecht etc.) wird von starke Vernässungen mit breitflächigen Grundwasseraustritten betroffen sein, die anschließend oberflächlich dem See zufließen. Gleiches gilt für die drei Aussiedlergehöfte, wo technische Maßnahmen vor schadbringenden Grundwasseranstiegen erforderlich werden. Auch die Ortslage von Rußheim ist mit technischen Maßnahmen vor den zu erwartenden Grundwasseranstiegen zu schützen.

5.7.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Bei der großen Dammrückverlegungsvariante mit Flutung der gesamten Insel Elisabethenwört und vollständiger Einbeziehung des Rußheim Altrheins und der Pfinz treten Druckwasseraustritte nur außerhalb der rückverlegten Dämme auf.

Im Bruchgebiet des Zoldenbachs fallen rund 90 l/s an Gw-Austritten an. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim nehmen die Aussickerungsraten über Gelände auf ca. 96 l/s zu. Als Folge des Heranrückens des Retentionsraums unmittelbar vor die Bebauung von Rußheim belaufen sich dort die errechneten Druckwasseraustritte auf ca. 171 l/s.

Im Bereich der Aussiedlergehöfte steigern sich die Gw-Aussickerungsrate gegenüber der mittleren Dammrückverlegungsvariante nochmal auf 182 l/s.

Das westlich bis zum Rheinhauptdamm sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz erhält Druckwasserraten in Höhe von ca. 105 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug steigern sich die Gw-Austritte über Gelände auf 190 l/s.

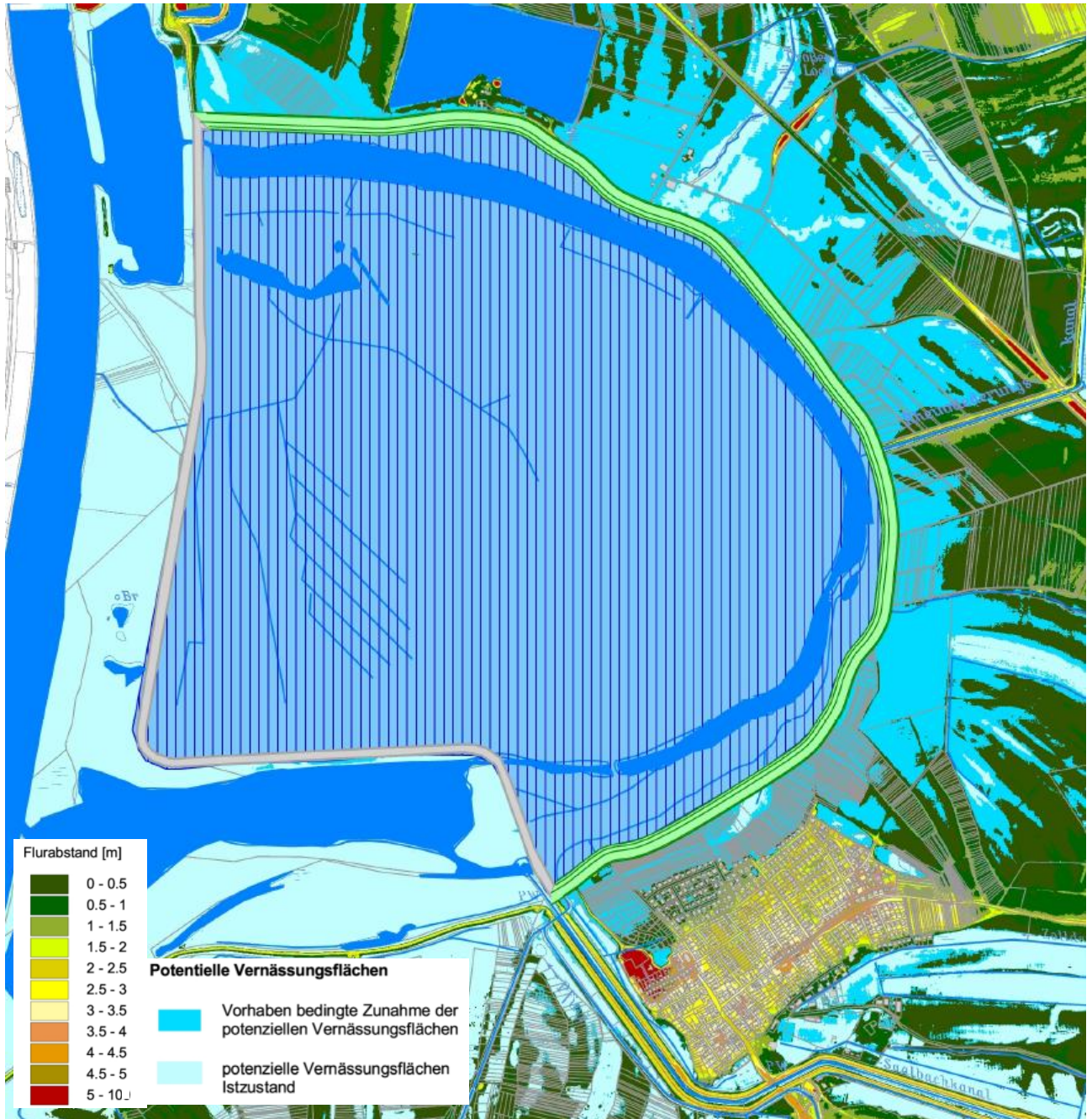


Abb. 15: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante DRV groß

5.7.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Aus dem überfluteten Retentionsraum wird ein Grundwasserzustrom in den Grundwasserleiter von 2 482 l/s ermittelt.

Der Rußheimer Altrhein und die Pfinz (im Bereich des Rußheimer Altrheins) sind bei dieser Variante Bestandteil des Rückhalterausms.

Der Grundwasserabzug über den Zoldenbach südöstlich von Rußheim beträgt ca. 19 l/s und dem Jägerschrittkanal fließen bei dieser Variante nun ca. 111 l/s aus dem Grundwasser zu. Der Graben östlich der Aussiedlerhöfe nimmt rund 7 l/s vergleichsweise wenig auf, da die weitaus größeren Anteile über Gelände aussickern. Die Grundwasserzutritte in die Gräben des vernetzten Gieß-/Bruchgraben-System addieren sich auf insgesamt 177 l/s.

5.7.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Bei der großen Dammrückverlegungsvariante reichen die Überflutungen im Rückhalteraum bei entsprechend hohen Rheinwasserständen und insbesondere beim Modellhochwasser vollständig an das Ost- bzw. Nordufer des Rußheimer Altrheins. Damit entfällt gegenüber dem Istzustand in Hochwasserzeiten die durch den Altrhein gebildete Grundwassersenkung mit der Folge, dass ausgehend vom Retentionsraum Uferfiltrat in den angrenzenden Grundwasserkörper übertritt. Die Folge sind allseits steigende Grundwasserstände und flächig austretendes Grundwasser, das dem morphologischen Gefälle folgend, sich in Tieflagen sammelt und ausgedehnte Wasserflächen bildet.

Gemäß dem Verschlechterungsverbot sind zum Schutz vor schadbringenden Grundwasseranstiegen bei der großen Variantengruppe in der Bebauung von Rußheim und hier hauptsächlich im Neubaugebiet Nordwest, aber auch in den dahinter liegenden Straßen umfangreiche Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Vorläufige Berechnungen mit dem Ziel, die beim Istzustand erreichten Gw-Stände auch beim Einsatz des Retentionsraums nicht zu übersteigen, ergaben entsprechende Wasserentnahmen von ca. 600 l/s.

Ebenso sind Anpassungsmaßnahmen bei den nördlich des Rückhalterumes gelegenen Aussiedlerhöfen und den Einrichtungen am Brechtsee erforderlich.

Zur Aufrechterhaltung der Binnentwässerung der aus dem Süden zufließenden oberirdischen Gewässer Pfinz und Rheinniederungskanal wird ein Schöpfwerk auf der Dükernordseite erforderlich, das auch anfallende Wasserraten aus den Anpassungsmaßnahmen Rußheim aufnehmen und in den Rückhalteraum entlasten kann.

Wie zuvor ausgeführt sind bei der Grundvariante „DRV-groß“ zur Vermeidung schadbringender Grundwasseranstiege Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Anhand einer Machbarkeitsuntersuchung wurden verschiedene Möglichkeiten betrachtet. Nachfolgend sind die für den Variantenvergleich berücksichtigten, technischen Lösungen beschrieben.

Für die Ortslage Rußheim ist der Einbau von Drainage- und Sammelleitungen überwiegend auf öffentlichen Grundstücken erforderlich. Das in den Sammelleitungen anfallende Grundwasser wird zum neu zu errichtenden Pumpwerk Rußheim am Rheinniederungskanal geleitet. Dieses Pumpwerk nimmt außer dem Drainagewasser aus der Ortslage Rußheim hauptsächlich den Zufluss von Rheinniederungskanal und der Pfinz auf. Die Abflussleitung aus dem vorhandenen RÜB Rußheim wird ebenfalls zum Pumpwerk geleitet. Die gesamten anfallenden Wasserzuflüsse werden in den Rückhalteraum gefördert.

Die Anpassungsmaßnahmen bei den nördlich des Rückhalterumes gelegenen Aussiedlerhöfen Wendelinushof, Klausenhof und Marienhof, dem Angelverein und den Einrichtungen am Brechtsee entsprechen denen der Variante „DRV-mittel“.

5.8 KLEINE POLDERVARIANTE ("POLDER-KLEIN")

Die Variante "Polder-klein" ist im Wesentlichen gekennzeichnet durch die Errichtung des rückwärtigen Ab-sperrdamms auf der Insel linksseitig des Rußheimer Altrheins, teilweise auf bestehender Trasse des vor-handenen Sommerdamms. Der Rußheimer Altrhein verbleibt somit außerhalb des Rückhalteraums (s. Abb. 16:).

Der Hochwasserschutzdamm XXXI wird ertüchtigt. Die Flutung und Entleerung des Rückhalteraumes erfolgt über gesteuerte Ein- und Auslaufbauwerke im HWD XXXI.

Im Süden erfolgt der Anschluss über den Baggersee Minthe II an vorhandene Schluten im Rückhalteraum. Im Norden ist eine Verbindung Baggersee Minthe I mit dem Schrankenwasser vorgesehen.

Den Untersuchungen liegt die Variante P_k_02 aus den Untersuchungen zur Oberflächenhydraulik zugrun-de.

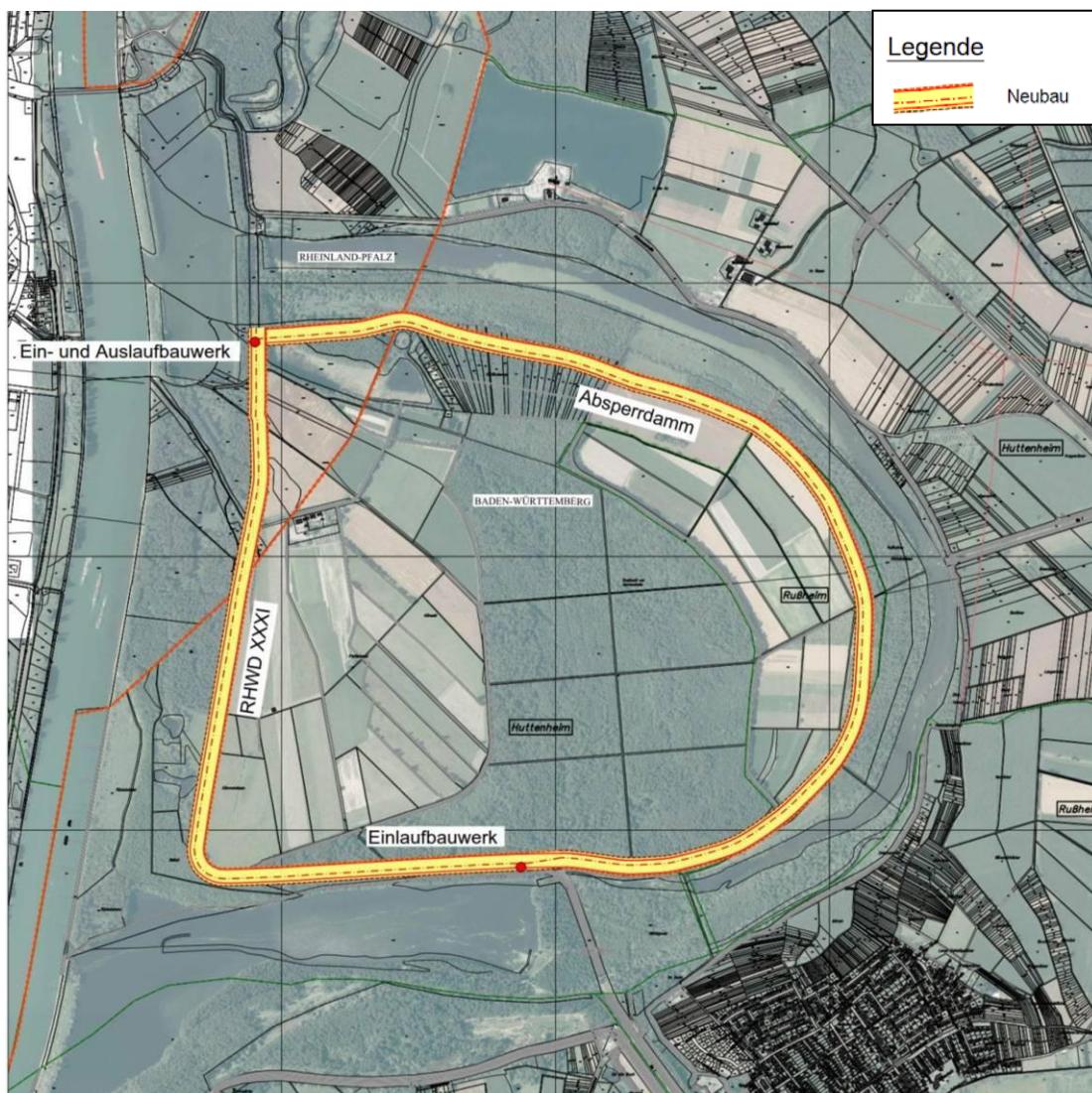


Abb. 16: Übersichtsplan kleine Poldervariante

5.8.1 Grundwassersituation

Wie bei der "DRV-klein" steht infolge der Flutung des Rückhalteraums dieser als Aussickerungsgebiet für Rheindruckwasser nicht mehr zur Verfügung. Dadurch wird die landseitige Grundwasservorflut behindert und verlagert sich geringfügig nach gw-oberstrom zurück. Darüber hinaus infiltrieren vom Rückhalteraum entsprechende Wasserraten, die aber weitgehend vom bewirtschafteten Rußheimer Altrhein und dessen

Vorländer aufgenommen werden. Für das Wasser aus dem Rückhalteraum stellt der Rußheimer Altrhein eine hydraulische Barriere dar.

Die aus den gw-hydraulischen Berechnungen auf der Landseite festgestellten geringfügigen Abweichungen der Ergebnisse im Vergleich zur Dammrückverlegung sind in der unterschiedlichen Betriebsweise des Retentionsraums als DRV oder als Polder begründet. Bei dem zugrundeliegendem Modellhochwasser kommt es bei den Poldervarianten zu einem Abbruch der ökologischen Flutungen, wodurch die Retentionsflutungen etwas später beginnen. Bezüglich der Bemessung von ggf. erforderlichen Anpassungsmaßnahmen ergeben sich dadurch keine Änderungen.

5.8.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Bei der kleinen Poldervariante wird der Rückhalteraum Elisabethenwört vollständig überflutet und dadurch infiltriert Rheinwasser ins Grundwasser. Wie bei der Dammrückverlegungs-Variante tritt nach kurzer Untergrundpassage das Uferfiltrat wieder in den Niederungen des Rußheimer Altrheins (658 l/s) und der Pfinz (47 l/s) aus, wo es z.T. ausgedehnte, offene Wasserflächen bildet. Zeitlich verzögert sickern diese Wassermengen den Fließgewässern zu.

Im Bruchgebiet des Zoldenbachs fallen (wie bei DRV-klein) rund 80 l/s an Gw-Austritten an. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim betragen die Aussickerungsraten über Gelände ca. 11 l/s. Die ermittelten Druckwasseraustritte von ca. 3 l/s in der Bebauung von Rußheim sind als Folge des Wegfalls der Insel Elisabethenwörth als bevorzugter Entlastungs- und Vorflutbereich für das Grundwasser zu sehen.

Im Bereich der Aussiedlergehöfte wird eine Gw-Aussickerungsrate über Gelände von rund 13 l/s ermittelt. Das westlich bis zum Rheinhauptdamm sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz (Nr. 18) erhält nun vorhabenbedingt eine geringe Steigerung der Druckwasserraten von ca. 14 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug betragen die Gw-Austritte über Gelände rund 157 l/s.

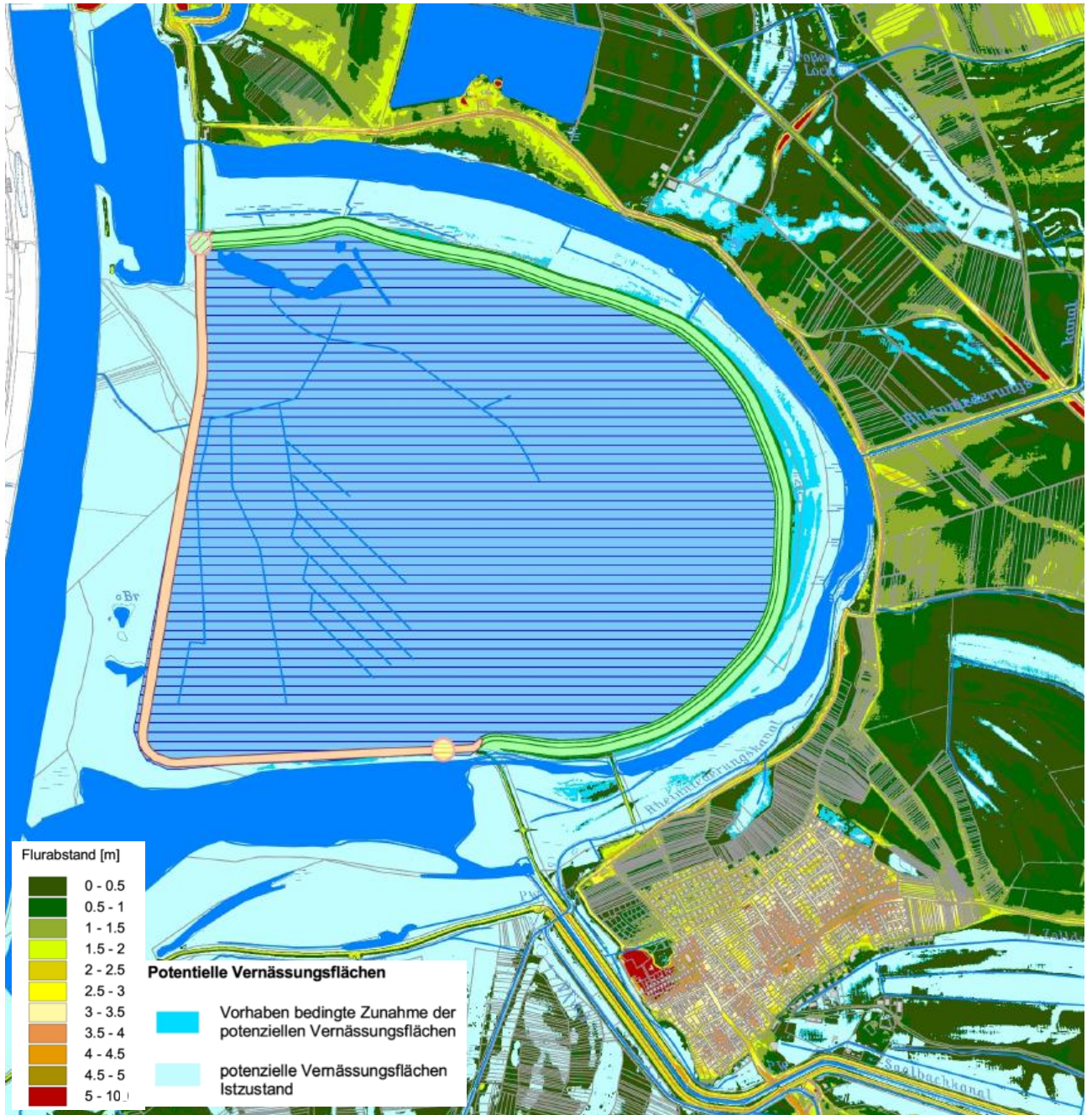


Abb. 17: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante Polder klein

5.8.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Für den Zeitpunkt mit dem Scheitelwasserstand im Rhein wird eine Zustromrate aus dem überfluteten Retentionsraum in den Grundwasserleiter von 1 653 l/s ermittelt.

Davon treten unmittelbar danach ca. 876 l/s in den Rußheimer Altrhein sowie 148 l/s in die Pfinz (im Bereich des Rußheimer Altrheins) aus. Der Zoldenbach nimmt ca. 15 l/s an aussickerndem Grundwasser auf und dem Jägerschrittkanal fließen wie bei DRV-klein ca. 37 l/s aus dem Grundwasser zu. Der Graben östlich der Aussiedlerhöfe führt bei dieser Variante rund 4 l/s ab. Die Grundwasserzutritte in das vernetzte Gieß-/Bruchgraben-System belaufen sich auf 145 l/s.

5.8.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Für die kleine Poldervariante ergeben die Berechnungen mit dem numerischen Grundwassermodell geringfügige zusätzliche Grundwasseranstiege außerhalb des Retentionsraums im Zentimeter-Bereich bis lokal wenige Dezimeter. Diese Veränderungen sind darauf zurückzuführen, dass die natürliche Grundwasser-Vorflut im Bereich der Insel Elisabethenwört bei Retention nicht zur Verfügung steht und sich dadurch die landseits nachdrängenden Grundwasserströme zurückstauen.

Ebenso führt der durch das Vorhaben bedingte Druckwasserandrang zur randlichen Vergrößerung von Vernässungsflächen, bei welchen bereits im Istzustand das Grundwasser offen zu Tage tritt. Das betrifft ausschließlich landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Das vom Retentionsraum ausgehende Uferfiltrat tritt unmittelbar in den ausgedeichten und bereichsweise tiefliegenden Überflutungsraum des Rußheimer Altrheins bzw. der Pfinz aus.

Diese zusätzlichen Sickerraten werden zusammen mit der Binnenentwässerung (Pfinz, Rheinniederungskanal) über die Jägerschrittschleuse abgeschlagen und dem Schöpfwerk Philippsburg zugeführt. Mit der dort installierten Pumpenleistung können die zusätzlichen Aussickerungsraten aus dem Rückhalteraum leicht bewältigt werden. Diese verändern auch im Spitzenwert nicht nennenswert die Wasserspiegellagen im Rußheimer Altrhein, so dass dieser zuverlässig als hydraulische Barriere zwischen Überflutungsfläche und Dammhinterland wirkt.

Nach derzeitigem Stand der Untersuchungen sind bei dieser Variante keine Schutzmaßnahmen im Binnenland erforderlich. Die ermittelten geringen zusätzlichen Grundwasseranstiege in der Ortslage von Rußheim und in den anderen betroffenen Bebauungen (Aussiedlerhöfe, Angelverein und Brechtgelände) führen auf Grundlage des bisher vorläufigen und vereinfachten Ermittlungsansatzes für die Kellersohlhöhen von 1,70 m unter Gelände zu keinen neuen Betroffenheiten. Im Rahmen der Entwurfsplanung für die ausgewählte Variante werden die Kellersohlhöhen geodätisch eingemessen. Mit diesen genaueren Daten erfolgt ein Vergleich des Ist- mit dem Planzustand. Sollte sich dabei herausstellen, dass das Verschlechterungsverbot (Grundsatz der Vermeidung von zusätzlichen schadbringenden Grundwasseranstiegen in bebauten Bereichen) nicht eingehalten werden kann, so sind zur Vermeidung Schutzmaßnahmen vorzusehen.

Aus grundwasserhydraulischer Sicht wurden bezüglich der Betriebsweise (Polder bzw. Dammrückverlegung) keine nennenswerten Unterschiede ermittelt.

5.9 MITTLERE POLDERVARIANTE ("POLDER-MITTEL")

Sie ist im Wesentlichen gekennzeichnet durch die Errichtung des rückwärtigen Absperrdammes im südlichen Teil auf der Insel linksseitig des Rußheimer Altrheins bis auf Höhe der Jägerschrittschleuse, der dann auf die rechte Altrheinseite verschwenkt. Somit stellt die Trasse eine Kombination der kleinen und großen Polderlösung dar. Der Rußheimer Altrhein wird durch einen Damm gekreuzt und mit einem regulierbaren Durchlassbauwerk ausgestattet.

Die Vorflut des Rheinniederungskanales wird nicht verändert. Der Rußheimer Altrhein wird im nördlichen Bereich oberhalb der Jägerschrittschleuse Bestandteil des Rückhalterumes.

Der Hochwasserschutzdamm XXXI wird ertüchtigt. Der vorhandene Hochwasserschutzdamm XXXIa wird im Bereich des neuen Absperrdammes teilweise oder ganz beseitigt. Die Flutung und Entleerung des Rückhalterumes erfolgt über gesteuerte Ein- und Auslaufbauwerke im HWD XXXI. Im Süden erfolgt der Anschluss über den Baggersee Minthe II an vorhandene Schluten im Rückhalteraum. Im Norden sind zwei Verbindungen vom Baggersee Minthe I in das Schrankenwasser und den Rußheimer Altrhein vorgesehen.

Den Untersuchungen liegt die Variante P_m_02 aus den Untersuchungen zur Oberflächenhydraulik zugrunde.

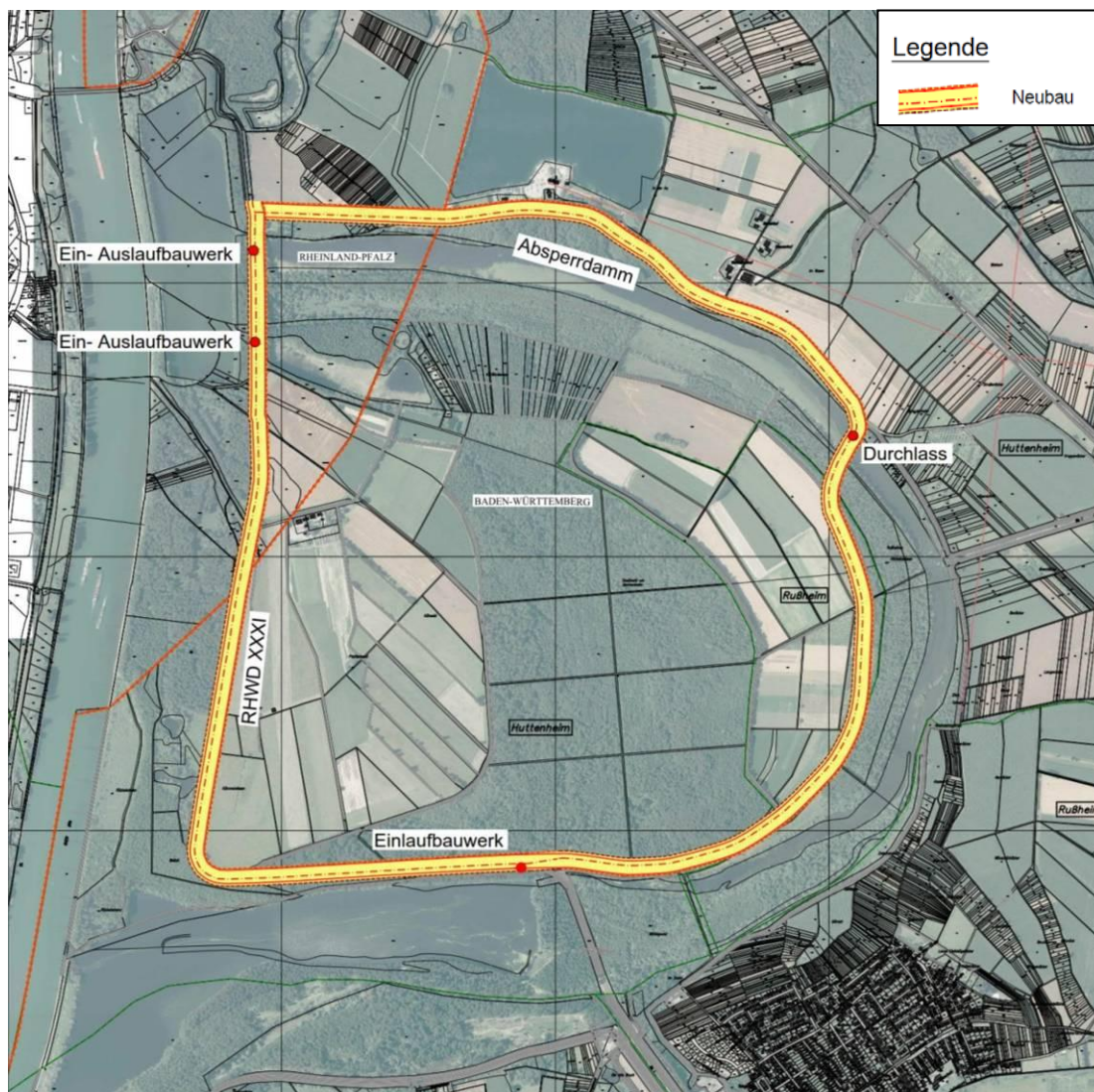


Abb. 18: Übersichtsplan mittlere Poldervariante

5.9.1 Grundwassersituation

Bei der Flutung der Rückhaltefläche in der Variante der "Polder-mittel" sind die größten Auswirkungen nördlich des neuen Dammes entlang der Kolonnenstraße (In der Au) zu verzeichnen. Durch den Wechsel des Trassenverlaufs auf die Nordseite des Rußheimer Altrheins wird dieser Abschnitt des Gewässerzugs in die Überflutungsfläche einbezogen. Dadurch entfällt die Barrierewirkung für das Grundwasser, wodurch große Potenzialunterschiede zwischen der Überflutungsfläche und dem "Hinterland" entstehen mit der Folge, dass ein verstärkter Druckwasserandrang zu großflächigen Vernässungen führt. Während im Bereich des Brechtsees das Druckwasser seine Vorflut findet, wodurch der See langsam ansteigt, entstehen im westlich wie östlich angrenzenden hauptsächlich landwirtschaftlich genutzten Gebieten ausgedehnte Wasserflächen, die z.T. mit dem allgemeinen Geländegefälle nach Norden sich ausdehnen. Davon betroffen sind auch die verschiedenen Entwässerungsgräben, die dem Bruchgraben-/Gießgrabensystem zufließen und zu einem erhöhten Förderbedarf am Pumpwerk Rheinsheim führen. Die landseitigen Vernässungen nehmen nach Osten hin nach und nach ab und finden im Jägerschrittkanal eine entsprechende Begrenzung.

Das unmittelbar zwischen Baggersee und rückverlegtem Damm sich befindende Gelände mit Bebauung (Fischerheim Huttenheim und verschiedenen Betriebsgebäuden der Fa. Brecht etc.) wird von starke Vernässungen mit breitflächigen Grundwasseraustritten betroffen sein, die anschließend oberflächlich dem See zufließen. Gleiches gilt für die drei Aussiedlergehöfte, wo technische Maßnahmen vor schadbringenden Grundwasseranstiegen erforderlich werden.

Die Ortslage von Rußheim ist - wie bei der kleinen Dammrückverlegung auch - nicht von direkten Auswirkungen aus dem überfluteten Rückhalteraum betroffen. Trotzdem steigen auch dort geringfügig die Grundwasserstände, weil die Insel Elisabethenwört für die von der Landseite nachdrängende Gw-Vorflut nicht mehr zur Verfügung steht.

Die aus den gw-hydraulischen Berechnungen auf der Landseite festgestellten geringfügigen Abweichungen der Ergebnisse im Vergleich zur Dammrückverlegung sind in der unterschiedlichen Betriebsweise des Retentionsraums als DRV oder als Polder begründet. Bei dem zugrundeliegendem Modellhochwasser kommt es bei den Poldervarianten zu einem Abbruch der ökologischen Flutungen, wodurch die Retentionsflutungen etwas später beginnen. Bezüglich der Bemessung von ggf. erforderlichen Anpassungsmaßnahmen ergeben sich dadurch keine Änderungen.

5.9.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Infolge der Flutung des Rückhalteraus Elisabethenwört kann dort keine Druckwasserentlastung für das Grundwasser/Uferfiltrat mehr stattfinden. Vielmehr trägt die überflutete Fläche zur massiven Grundwasserinfiltration bei.

Daran anschließend, in den Niederungen von Rußheimer Altrhein und Pfinz, tritt ein Teil des versickerten Wassers wieder aus. Infolge der variantenbedingt geringeren Niederungsfläche beträgt die dort aussickernde Uferfiltratsrate im Bereich des Rußheimer Altrhein rund 281 l/s und im Umfeld der Pfinz rund 47 l/s. Diese Wassermengen bilden zunächst ausgedehnte Wasserflächen bevor sie verzögert den Fließgewässern zusickern und anschließen abgeführt werden.

Im Bruchgebiet des Zoldenbachs fallen rund 81 l/s an Gw-Austritten an. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim fallen über Gelände ca. 12 l/s an Aussickerungsraten an. Als Folge der Flutung des Retentionsraums verharren bei der zugrundeliegenden Variante die errechneten Druckwasseraustritte bei ca. 3 l/s in der Bebauung von Rußheim.

Bei den mittleren und großen Varianten grenzt der Rückhalteraum unmittelbar an die Kolonnenstraße, wodurch im Bereich der Aussiedlergehöfte die Gw-Aussickerungsrate auf 177 l/s anwachsen.

Vom Rheinhauptdamm bis an das Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz erhält variantenbedingt entsprechende Druckwasserraten von ca. 102 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug steigern sich die Gw-Austritte über Gelände auf 185 l/s.

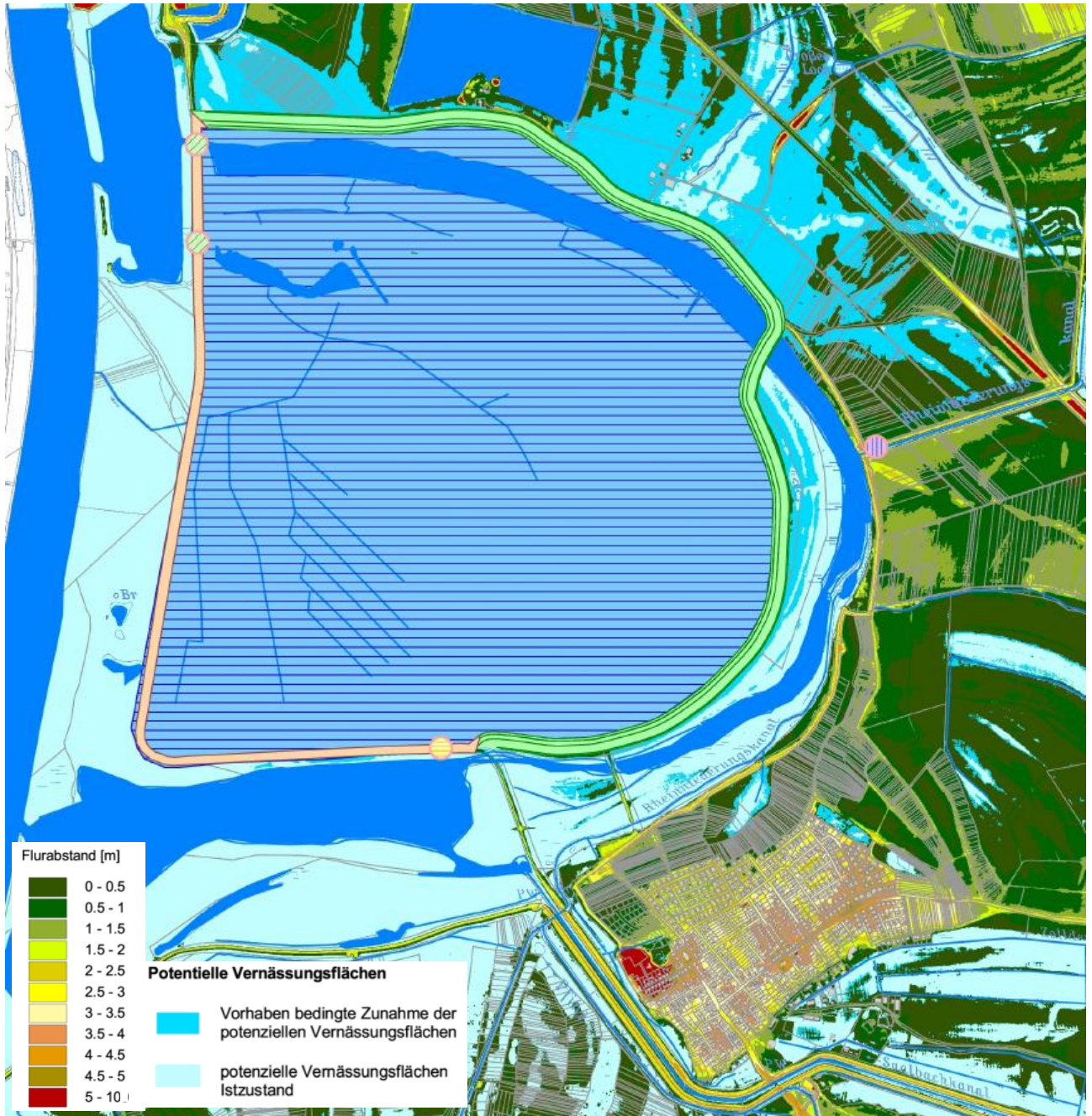


Abb. 19: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante Polder mittel

5.9.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Aus dem überfluteten Retentionsraum wird für den Scheitelwasserstand des Modellhochwassers eine Grundwasserzuzusicherung von 2 043 l/s ermittelt.

Der Rußheimer Altrhein nimmt auf der variantenbedingt verringerte Fläche ca. 592 l/s auf und in die Pfingz (im Bereich des Rußheimer Altrheins) sickert an Uferfiltrat ca. 153 l/s aus. Der Grundwasserabzug über den Zoldenbach südöstlich von Rußheim beläuft sich auf ca. 54 l/s und dem Jägerschrittkanal fließen bei dieser Variante nun ca. 43 l/s aus dem Grundwasser zu. Der aufgelassene Abzugsgraben östlich der Aussiedlerhöfe nimmt bei dieser Variante rund 8 l/s auf, da dort die weitaus größeren Anteile über Gelände aussickern. Die Grundwasserzutritte in die Gräben des vernetzten Gieß-/Bruchgraben-System belaufen sich auf 171 l/s.

5.9.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Für die mittlere Polder-Variante sind vergleichbare landseitige Auswirkungen wie bei der mittleren Dammrückverlegungsvariante festzustellen, die auch die gleichen Anpassungsmaßnahmen nach sich ziehen (s. 5.6.4). Die geringen Unterschiede in der Wasserhöhe und in der Wasserbeaufschlagung infolge der Steuerung der Poldervariante (z.B. durch Abbruch der Ökologischen Flutung im Vorfeld des Poldereinsatzes) führen landseits nicht zu unterschiedlicher Beurteilung der Grundwassersituation.

5.10 GROÙE POLDERVARIANTE ("POLDER-GROÙ")

Die Variante "Polder-groÙ" ist im Wesentlichen gekennzeichnet durch die komplette Einbeziehung des RuÙheimer Altrheins mit dem Rheinniederungskanal in den Rückhalteraum. Der rückwärtige Absperrdamm wird auf der Trasse des teilweise bestehenden rechtseitigen Damms des Altrheins (HWD XXXIa) errichtet. Der vorhandene Hochwasserschutzdamm XXXIa wird im Bereich des neuen Absperrdamms teilweise oder ganz beseitigt. Für den Rheinniederungskanal und die Pfinz wird die Errichtung eines neuen Schöpfwerkes erforderlich (s. Abb. 20:).

Der vorhandene RHWD XXXI wird ertüchtigt. Die Flutung und Entleerung des Rückhalteraaumes erfolgt über gesteuerte Ein- und Auslassbauwerke im HWD XXXI.

Im Süden erfolgt der Anschluss über den Baggersee Minthe II an den RuÙheimer Alt-rhein. Im Norden sind zwei Verbindungen vom Baggersee Minthe I in das Schrankenwasser und den RuÙheimer Altrhein vorgesehen.

Zur Erhaltung von Wegebeziehungen ist im südlichen Bereich die Errichtung von zwei Flutbrücken über den RuÙheimer Altrhein und den Rheinniederungskanal erforderlich.

Den Untersuchungen liegt die Variante P_g_03 aus den Untersuchungen zur Oberflächenhydraulik zugrunde.

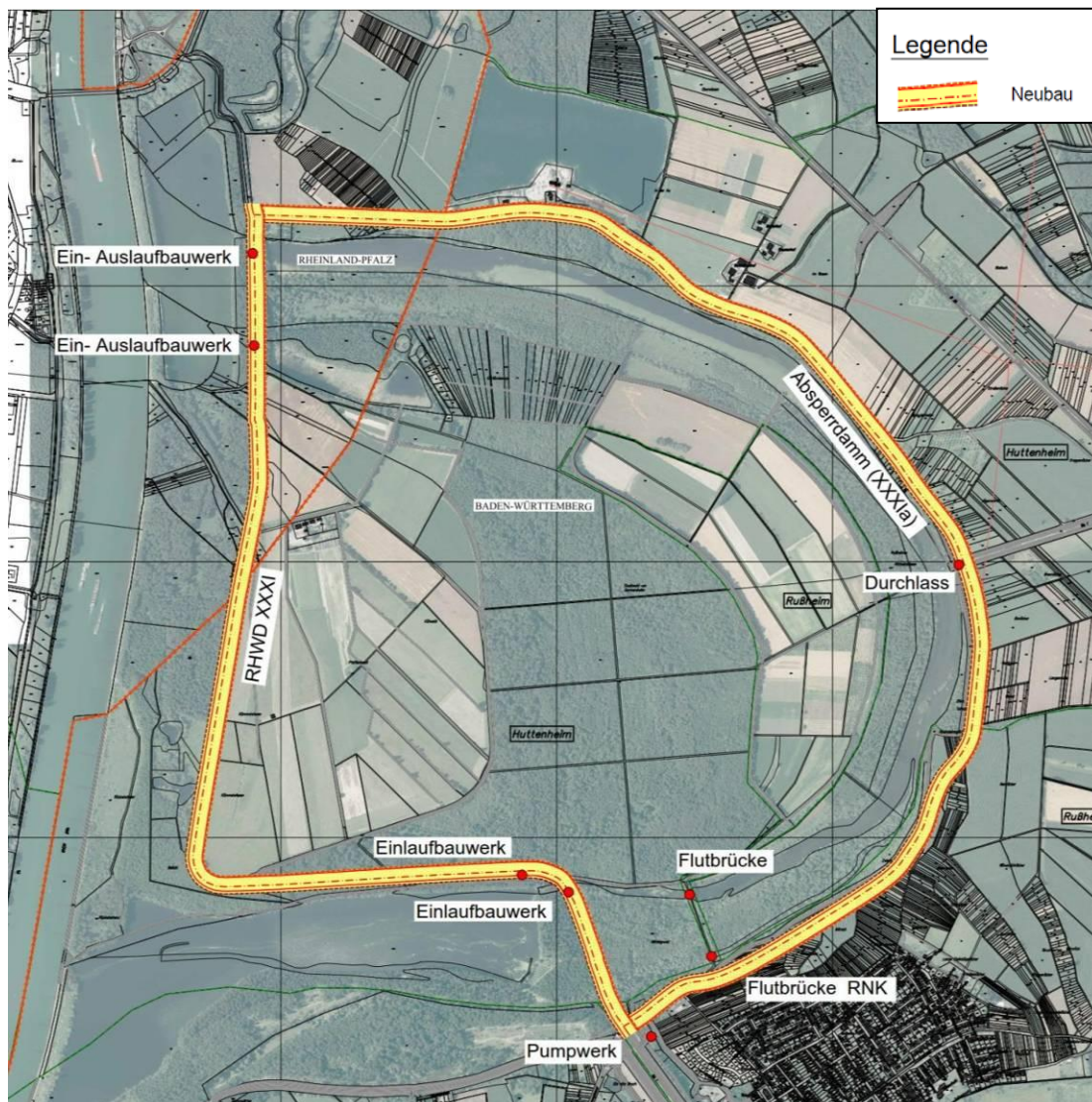


Abb. 20: Übersichtsplan große Poldervariante

5.10.1 Grundwassersituation

Durch die vollständige Einbeziehung der Niederungs- und Wasserfläche des Rußheimer Altrheins und der Pfinz in den Rückhalteraum kann dieser Bereich die in den Untergrund einspeisenden Infiltrationsraten nicht mehr aufnehmen.

Dadurch kommt es allseitig um den Rückhalteraum herum zu nennenswerten Grundwasseranstiegen mit flächigen Grundwasseraustritten. Wie bereits bei den mittleren Varianten ist davon nicht nur der nördliche Geländestreifen zwischen Rhein und Aussiedlergehöfte betroffen, sondern reicht nun weit in Ortslage von Rußheim hinein und wird nach Süden vom Saalbachentlastungskanal begrenzt.

Im Bereich der Jägerschrittschließe findet eine verstärkte Druckwasserumläufigkeit statt, wodurch ein Teil des Druckwassers wieder direkt in den Jägerschrittkanal (Rheinniederungskanal) aussickert.

Im Norden entfaltet das Speicherpotenzial des Brechtsees eine gewisse Druckwasserentlastung; die Flächen westlich und östlich davon profitieren aber nicht davon, so dass es dort zu großflächigen Vernässungen kommt, die mehr oder minder - dem natürlichen Geländegefälle folgend - über die Entwässerungsgräben zum Pumpwerk Rheinsheim abfließen.

Südlich des Jägerschrittkanals in den Gewannen Flachwiesen-/Feldwiesenäcker und Krautgärten sammelt sich das Druckwasser in einem Tiefgebiet (ehemalige Altrheinschlinge) in dem früher der Landgraben in den Rußheimer Altrhein entwässerte. Somit läuft das ausgetretene Druckwasser von Norden auf die Bebauung von Rußheim. Von Westen reicht der rückverlegt Rheinhauptdeich rund 120 m an die Bebauung heran und veranlasst mit der Untergrundinfiltration aus dem Retentionsraum die Grundwasserstände zu steigen. Durch die verhinderte Gw-Vorflut für den landseitigen Gw-Zufluss (durch Entfall des Altrheins und der Insel Elisabethenwört) entlastet dieses Wasser im Bruchgebiet des Zoldenbachs, was möglicherweise dort auch zu einer Vernässungsgefährdung führt.

Auch das unmittelbar zwischen Baggersee und rückverlegtem Damm sich befindende und bebaute Gelände (Fischerheim Huttenheim und verschiedenen Betriebsgebäuden der Fa. Brecht etc.) wird von starke Vernässungen mit breitflächigen Grundwasseraustritten betroffen sein, die anschließend oberflächlich dem See zufließen. Gleiches gilt für die drei Aussiedlergehöfte, wo technische Maßnahmen vor schadbringenden Grundwasseranstiegen erforderlich werden. Auch die Ortslage von Rußheim ist mit technischen Maßnahmen vor den zu erwartenden Grundwasseranstiegen zu schützen.

Die aus den gw-hydraulischen Berechnungen auf der Landseite festgestellten geringfügigen Abweichungen der Ergebnisse im Vergleich zur Dammrückverlegung sind in der unterschiedlichen Betriebsweise des Retentionsraums als DRV oder als Polder begründet. Bei dem zugrundeliegendem Modellhochwasser kommt es bei den Poldervarianten zu einem Abbruch der ökologischen Flutungen, wodurch die Retentionsflutungen etwas später beginnen. Bezüglich der Bemessung von ggf. erforderlichen Anpassungsmaßnahmen ergeben sich dadurch keine Änderungen.

5.10.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Bei der großen Poldervarianten wird die gesamte Insel Elisabethenwört sowie der vollständige Rußheim Altrhein als Flutungsraum genutzt, so dass Druckwasser nur außerhalb der rückverlegten Dämme auftritt.

Im Bruchgebiet des Zoldenbachs fallen rund 90 l/s an Gw-Austritten an. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim betragen die Aussickerungsraten über Gelände ca. 94 l/s. Als Folge des Heranrückens des Retentionsraums unmittelbar vor die Bebauung von Rußheim belaufen sich dort die errechneten Druckwasseraustritte auf ca. 169 l/s.

Im Bereich der Aussiedlergehöfte werden Gw-Aussickerungsraten von ca. 180 l/s ermittelt.

Das westlich bis zum Rheinhauptdamm sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz erhält Druckwasserraten in Höhe von ca. 103 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug fallen Gw-Austritte über Gelände in Höhe von 183 l/s an.

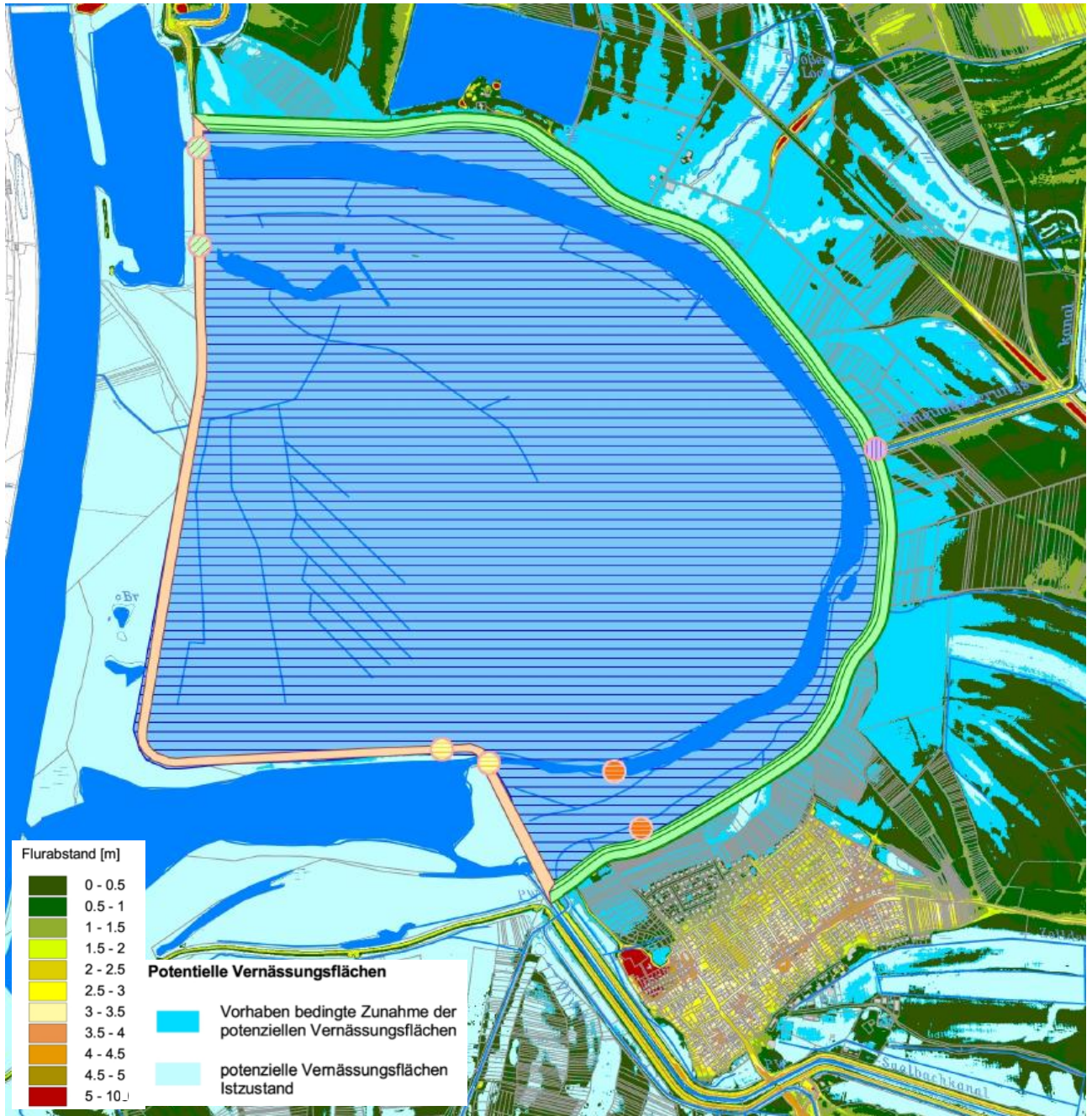


Abb. 21: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Variante Polder groß

5.10.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Aus dem überfluteten Retentionsraum (Nr. 4) fließen insgesamt 1 945 l/s dem Grundwasser zu, wobei an anderer Stelle im Rückhalteraum 169 l/s bereits wieder zurücksickern.

Der Rußheimer Altrhein und die Pfinz (im Bereich des Rußheimer Altrheins) sind bei dieser Variante Bestandteil des Rückhalterums.

Der Grundwasserabzug über den Zoldenbach südöstlich von Rußheim beträgt ca. 19 l/s und dem Jägerschrittkanal fließen bei dieser Variante ca. 108 l/s aus dem Grundwasser zu. Der Graben östlich der Aus-siedlerhöfe nimmt rund 7 l/s auf. Die Grundwasserzutritte in die Gräben des vernetzten Gieß-/Bruchgraben-System addieren sich auf insgesamt 171 l/s.

5.10.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Für die große Polder-Variante sind vergleichbare landseitige Auswirkungen wie bei der großen Dammrückverlegungsvariante festzustellen, die auch die gleichen Anpassungsmaßnahmen nach sich ziehen (s. 5.7.4). Die geringen Unterschiede in der Wasserhöhe und in der Wasserbeaufschlagung infolge der Steuerung der Poldervariante (z.B. durch Abbruch der Ökologischen Flutung im Vorfeld des Poldereinsatzes) führen landseits nicht zu unterschiedlicher Beurteilung der Grundwassersituation.

5.11 KLEINE KOMBIVARIANTE (DRV/POLDER-VARIANTE KLEIN")

Die kleine Kombi-Variante ist gekennzeichnet durch die Aufteilung der Insel Elisabethenwört als Rückhalteraum in zwei Teilgebiete und geht auf einen Vorschlag der Bürgerinitiative (BI) „Rußheimer Altrhein“ zurück. Die nachstehend beschriebene Variante wurde in Anlehnung an den Vorschlag der Bürgerinitiative entwickelt.

Die westlich des Waldes gelegenen landwirtschaftlichen Flächen werden als Dammrückverlegung mit ungesteuerter Flutung für naturnahe Entwicklung vorgeschlagen. Die Fläche des Philippsburger Stadtwaldes und die östlichen landwirtschaftlichen Flächen (Rußheimer Hoffeld) werden zu einem gesteuerten Polder umgewandelt. Dazu wird ein neuer Trenndamm wie dargestellt errichtet. Dieser verläuft im Süden zuerst durch eine Waldfläche und im weiteren Verlauf auf landwirtschaftlichen Flächen, bevor er wieder auf der Trasse des bestehenden HWD XXXI fortgeführt wird. Der Hochwasserschutzdamm XXXI wird auf Teilstrecken abgetragen. Ökologisch sensible Dammschnitte werden erhalten. Ferner wird ein neuer Absperrdamm für die Polderfläche entlang des Rußheimer Altrheines angelegt (analog zu den kleinen Varianten) erstellt. Der Rußheimer Altrhein befindet sich somit außerhalb des Rückhalterumes und bleibt unverändert bestehen. Die Vorflut des Rheinniederungskanales wird nicht verändert.

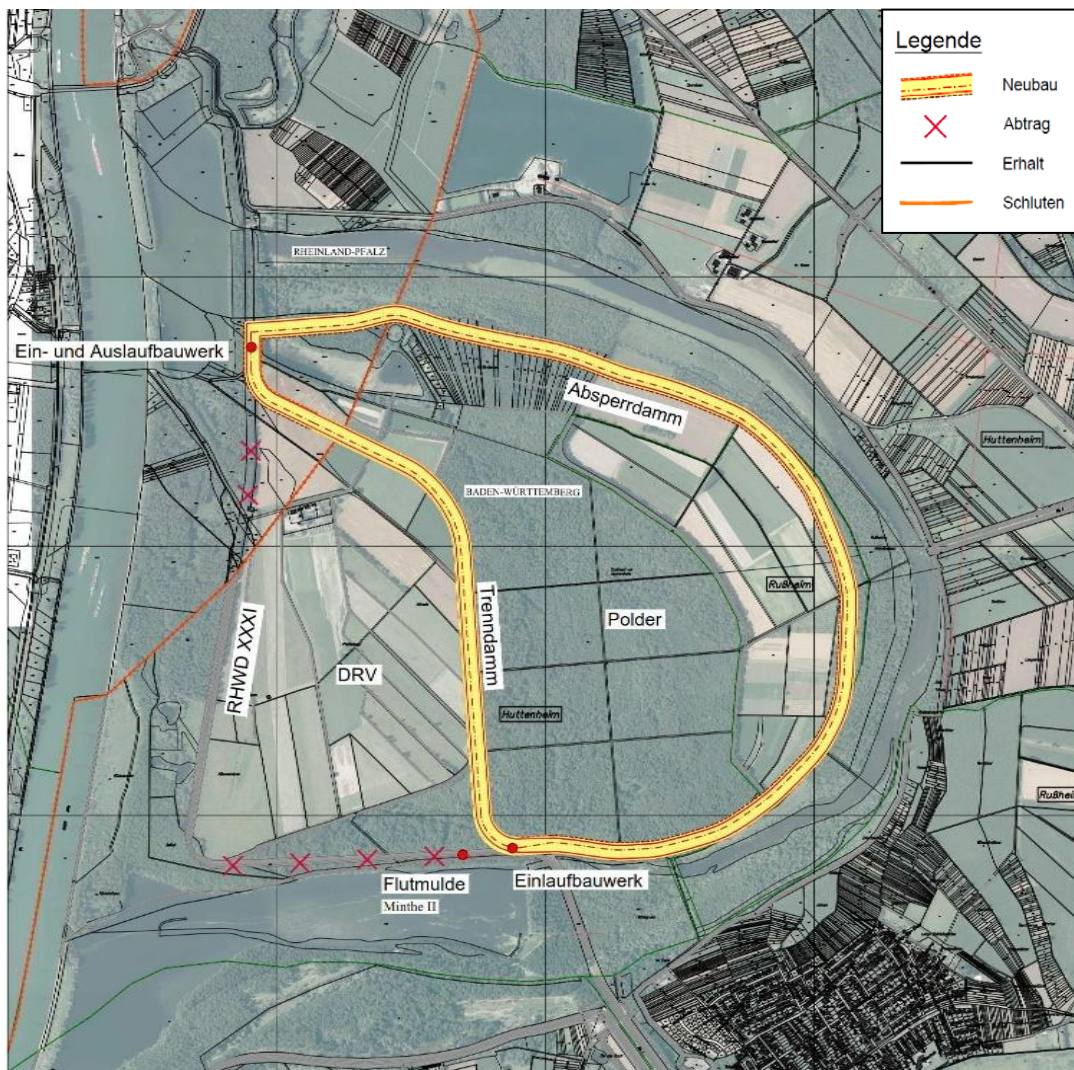


Abb. 22: Übersichtsplan für die kleine Kombivariante

Im Trenndamm ist im Süden ein Einlaufbauwerk und im Norden ein Ein- und Auslaufbauwerk - wie bei der Untervariante „Polder-klein mit optimierten Schluten“ - südlich des Schrankenwassers angeordnet. Ebenso ist aus der o.g. Untervariante das weiterentwickelte Schlutensystem mit berücksichtigt. Die vorliegende Variante „DRV/Polder-klein“ (in Hydraulik: DP_k_02) ist daher hydraulisch hinsichtlich des Schlutensystems und

der Lage der nördlichen Auslassöffnung mit den weiter entwickelten Untervarianten Nr. 1c (DRV: D_k_08) und Nr. 4c (Polder: P_k_08) vergleichbar, die im Folgenden als Vergleichsvarianten bezeichnet werden.

Die Flutung und Entleerung des ungesteuerten Rückhalteraubereiches erfolgt zum Einen über die teilweise niedergelegten Dammabschnitte des HWD XXXI. Damit eine vollständige Entleerung der im Dammrückverlegungsbereich liegenden landwirtschaftlichen Flächen erfolgen kann, ist noch ein Entleerungsbauwerk im neuen Trenndamm erforderlich.

5.11.1 Grundwassersituation

Gemessen an den gw-seitigen Auswirkungen ist die kleine Kombivariante mit den Varianten "Polder-klein" bzw. "DRV-klein" vergleichbar. Die festgestellten geringfügigen Unterschiede sind auf die kombinierte Betriebsweise und den dadurch unterschiedlichen Flutungszeitpunkten und -höhen zurückzuführen.

Aus gw-hydraulischer Sicht ist bei dieser Variante wesentlich, dass das Niederungsgebiet des Rußheimer Altrheins und der Pfinz als bevorzugtes Entlastungsgebiet für die im Retentionsraum versickernden Wasserraten nach wie vor zur Verfügung steht. Durch diese gw-hydraulische Barriere werden die variantenbedingten Auswirkungen zuverlässig begrenzt.

Die bei dieser Variante festgestellten geringfügigen Grundwassererhöhungen werden durch den landseitigen Grundwasserzufluss bewirkt, der nun nicht mehr in dem Maß seine Vorflut findet und sich dadurch zurückstaut.

Nach den vorläufigen Berechnungsergebnisse sind keine technischen Anpassungsmaßnahmen vor schadbringenden Grundwasseranstiegen erforderlich.

5.11.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Nennenswerte Druckwasseraustritte finden infolge der Flutung der Insel Elisabethenwört außerhalb in den Niederungen des Rußheimer Altrheins statt. Dort fallen - bezogen auf den Scheitelwasserstand - 656 l/s und im Bereich der Pfinz weitere 46 l/s an.

Im Bruchgebiet des Zoldenbachs belaufen sich Gw-Austritte auf rund 80 l/s. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim betragen wie bei der kleinen Poldervariante die Aussickerungsraten über Gelände ca. 11 l/s. Im Bereich der Bebauung von Rußheim belaufen sich dort die errechneten Druckwasseraustritte auf ca. 3 l/s.

Im Bereich der Aussiedlergehöfte wurde eine Gw-Aussickerungsrate von 13 l/s ermittelt.

Das westlich bis zum Rheinhauptdamm sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz erhält Druckwasserraten in Höhe von ca. 14 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug belaufen sich die Gw-Austritte über Gelände auf 150 l/s.

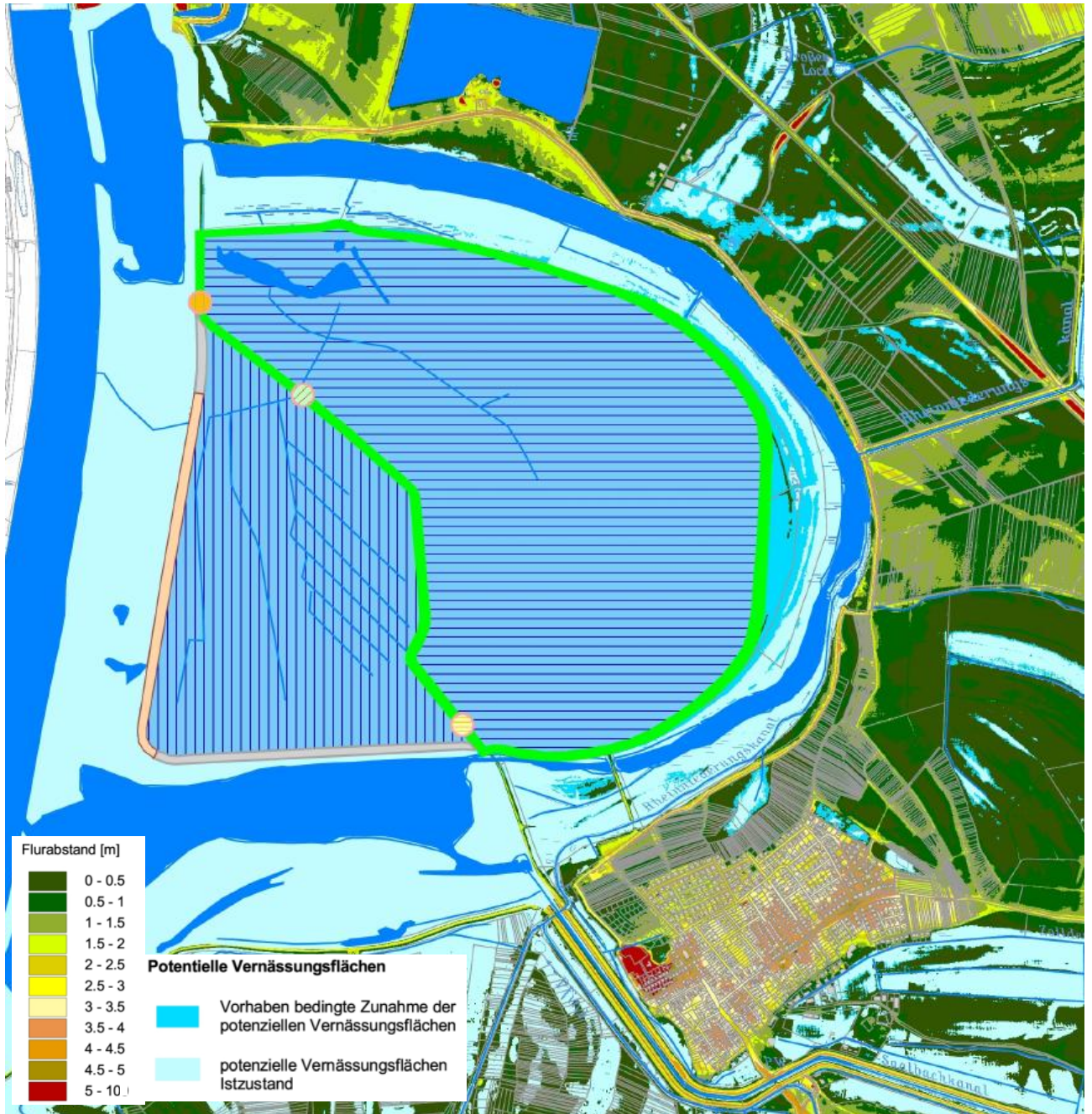


Abb. 23: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der kleinen Kombivariante

5.11.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Bei der kleinen Kombivariante speisen aus dem ungesteuerten Bereich ca. 338 l/s in den Untergrund ein, während aus dem gesteuerten Bereich ca. 1 537 l/s dem Grundwasser zufließen.

Der Rußheimer Altrhein außerhalb der Rückhaltung nimmt davon als Uferfiltrat 875 l/s auf und in die Pfinz sickert ein Grundwasseranteil von ca. 143 l/s .

Der Grundwasserabzug über den Zoldenbach südöstlich von Rußheim beträgt ca. 15 l/s und dem Jägerschrittkanal fließen bei dieser Variante nun ca. 108 l/s aus dem Grundwasser zu. Der Graben östlich der Aussiedlerhöfe nimmt aus dem Grundwasser mit rund 7 l/s vergleichsweise wenig auf, da die weitaus größeren Anteile über Gelände aussickern (und verzögert dem Gewässer zusickern). Die Grundwasserzutritte in die Gräben des vernetzten Gieß-/Bruchgraben-System addieren sich auf insgesamt 146 l/s.

5.11.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Bei der kleinen Kombivariante werden wie bei den Grundvarianten „DRV-klein“ und „Polder-klein“ in der Wohnbebauung Rußheim, bei den Aussiedlerhöfen und bei den Einrichtungen am Brechtsee keine neuen Betroffenheiten ermittelt. Daher sind nach derzeitigem Stand keine technischen Schutzmaßnahmen vor zusätzlich schadbringenden Grundwasseranstiegen erforderlich.

5.12 MITTLERE KOMBIVARIANTE ("DRV/POLDER-VARIANTE-MITTEL")

Diese Variante ist wie die „DRV/Polder-klein“ gekennzeichnet durch die Aufteilung des Rückhalterumes in zwei Teilbereiche. Der mittlere Teil (Fläche Germersheimer Rheinwald) und westliche Teil (Kümmelwiesen, landwirtschaftliche Flächen) bilden eine Dammrückverlegung (s. Abb. 24:).

Die östlichen landwirtschaftlichen Flächen (Rußheimer Hoffeld) und der Rußheimer Altrhein sollen zu einem gesteuerten Taschenpolder umgewandelt werden, welcher über eine Öffnung im Nordwesten geflutet und geleert würde. Wie in dargestellt wird am Ostrand der Waldfläche ein neuer Trenndamm errichtet. Der Trenndamm kommt auf der Insel in weiten Teilen auf der Lage des östlichen Sommerdammes zu liegen. Überwiegend außerhalb des Rußheimer Altrheines wird ein neuer Absperrdamm für die Polderfläche angelegt (analog zu der mittleren Grundvariante). Im Süden erfolgt die Anbindung zum Trenndamm quer durch den Rußheimer Altrhein hindurch, noch oberstrom der Jägerschrittschleuse. Für den Rheinniederungskanal wird deshalb die Errichtung eines neuen Schöpfwerkes erforderlich. Die Trasse liegt nördlich von Rußheim, so dass durch den Rückhalteraum kein Einfluss auf die Grundwassersituation in der Ortslage Rußheim zu erwarten ist.

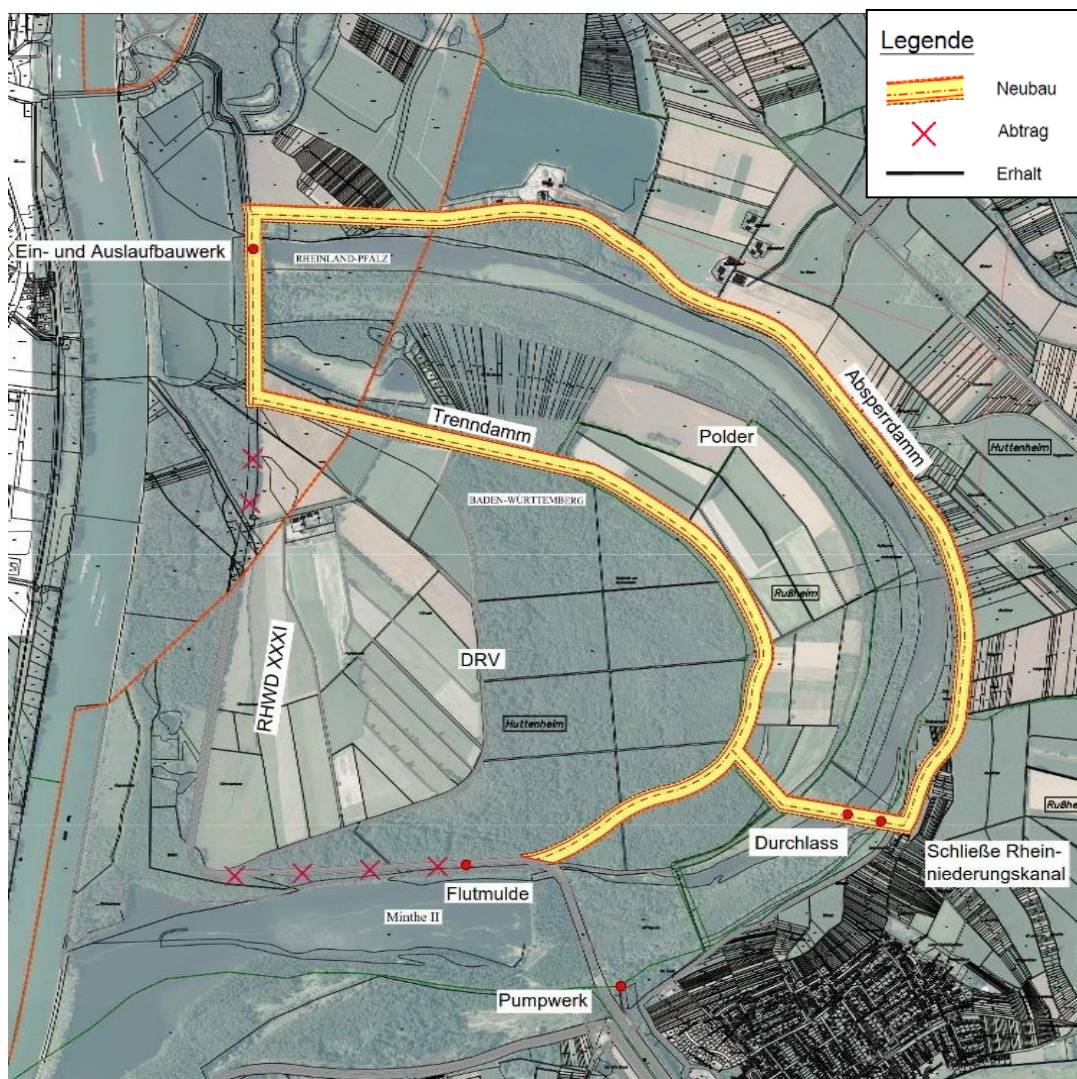


Abb. 24: Übersichtsplan mittlere Kombivariante

Der Hochwasserschutzdamm XXXI wird auf Teilstrecken abgetragen. Ökologisch besonders sensible Dammschnitte werden erhalten.

Die Flutung und Entleerung des ungesteuerten Rückhalteraubereiches erfolgt über eine Flutmulde im Süden mit Anschluss an den Baggersee Minthe II und über die teilweise niedergelegten Dammschnitte des HWD XXXI. Die Flutung und Entleerung des gesteuerten Rückhalteraubereiches erfolgt über ein kombi-

nirtes Ein- und Auslaufbauwerk im sanierten Hochwasserschutzdamm XXXI, das den Anschluss vom Rußheimer Altrhein an den Baggersee Minthe I gewährleistet. Durch die Funktionsweise des Polderbereichs als Taschenpolder käme es im Polderbereich bei Einstau nicht zu einer Durchströmung, sondern zu nahezu stagnierenden Verhältnissen.

Den Untersuchungen liegt die Variante DP_m_01 aus den Untersuchungen zur Oberflächenhydraulik zugrunde.

5.12.1 Grundwassersituation

Die mittlere Kombivariante ("DRV/Polder-mittel") weist über den Jägerschrittkanal hinaus bis nahe an die Bebauung von Rußheim Züge der großen Varianten auf (DRV bzw. Polder). Nennenswerte Grundwassererhöhungen und -austritte finden landseits des rückverlegten neuen Rheinhauptdeichs entlang der Kolonnenstraße statt. Somit ist in diesen Bereichen mit den selben gw-hydraulischen Vernässungserscheinungen zu rechnen, welche auch die selben technischen Anpassungsmaßnahmen nach sich ziehen.

In den ausgedeichte Bereich mit tiefliegendem Rußheimer Altrhein tritt nach kurzer Untergrundpassage das im Rückhalteraum versickerte Oberflächenwasser wieder aus. Durch die Neuerrichtung eines Schöpfwerks wird der bisher bei Rheinhochwasser herrschende Wasserstand im Altrhein bzw. in diesem Pfinzabschnitt sichergestellt. Die Wasserhaltungsmaßnahmen auf bestehender Höhenkote reichen aber nicht aus, um die Grundwassererhöhungen von der Bebauung fernzuhalten. Ausgehend vom Südrand des gesteuerten Bereichs sind nennenswerte Grundwassererhöhungen bis an den Südrand der Ortslage festzustellen

5.12.2 Druckwassersituation in landwirtschaftlichen Gebieten

Bei der mittleren Kombivariante mit Einbeziehung des nördlichen Rußheimer Altrheins in den gesteuerten Rückhaltebereich finden bei Flutung der Rückhaltung in den Niederungen des Rußheimer Altrheins Druckwasseraustritte statt. Dort fallen - bezogen auf den Scheitelwasserstand - 88 l/s und im Bereich der Pfinz weitere 48 l/s an.

Die Niederungen im Zoldenbach-Bruchgebiet nehmen rund 81 l/s an aussickerndem Grundwasser auf. Wie nennenswert bei den großen und mittleren Varianten nimmt das angrenzende Gelände um den Jägerschrittkanal (Böschungen) bei dieser Variante rund 142 l/s auf und leitet sich dem Kanal zu. Nördlich und östlich der Gemeinde Rußheim belaufen sich die Aussickerungsraten über Gelände auf ca. 63 l/s. Im Bereich der Bebauung von Rußheim werden an Druckwasseraustritten ca. 3 l/s ermittelt..

Im Bereich der Aussiedlergehöfte fallen Gw-Aussickerungsraten über Gelände von bis zu 162 l/s an.

Das westlich bis zum Rheinhauptdamm sich anschließende Gelände um den Brechtsee mit Angelverein und Campingplatz erhält Druckwasserraten in Höhe von ca. 90 l/s. Im Gießgraben-Bruchgraben-Gewässerzug werden Gw-Austritte über Gelände von ca. 150 l/s errechnet.

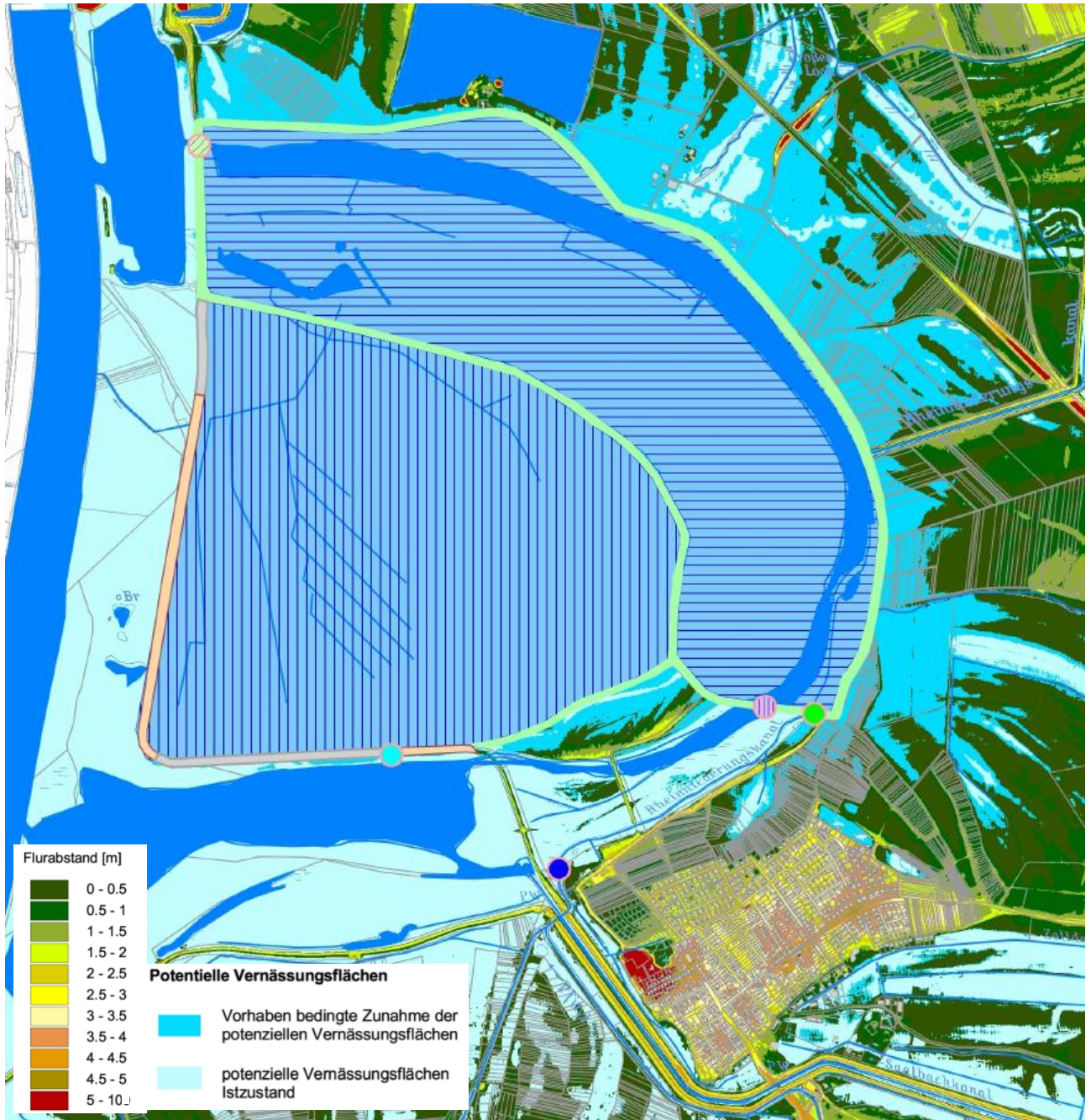


Abb. 25: Ermittelte Grundwasserflurabstände bei der Kombi-Variante Polder mittel

5.12.3 Gw-Austausch mit fließenden Gewässern

Bei der mittleren Kombivariante fließen aus dem ungesteuerten Teil des Rückhalteriums (Nr. 45) rund 431 l/s in den Grundwasserleiter von ermittelt. Hinzu treten aus dem gesteuerten Teil rund 1 502 l/s.

Davon nehmen der außerhalb liegende Teil des Rußheimer Altrheins ca. 298 l/s sowie die Pfinz (im Bereich des Rußheimer Altrheins) ca. 153 l/s wieder auf.

Der Grundwasserabzug über den Zoldenbach südöstlich von Rußheim beträgt ca. 19 l/s und dem Jägerschrittkanal fließen bei dieser Variante über das Bachbett nun ca. 87 l/s aus dem Grundwasser zu. Der Graben östlich der Aussiedlerhöfe nimmt rund 6 l/s vergleichsweise wenig auf, da größere Anteile über dort über Gelände aussickern. Die Grundwasserzutritte in die Gräben des vernetzten Gieß-/Bruchgraben-System addieren sich auf insgesamt 170 l/s.

5.12.4 Erforderliche Anpassungsmaßnahmen

Mit der Ausweisung eines Dammrückverlegungsbereichs und eines abgetrennten Polderbereichs wurden in dieser Variante die Betriebsweisen kombiniert. Der Bereich der DRV liegt dem Rhein zugewandt und geht zur Landseite in den Polderbereich über. Unmittelbar der Ortslage von Rußheim vorgelagert, wird der Rußheimer Altrhein ausgespart. Diese Variante ähnelt daher den mittleren Lösungen.

Bei Überschreitung von Grenz-Wasserständen muss ein dort neugebautes Schöpfwerk die Binnenentwässerung sicherstellen, da der Unterlauf in Richtung Jäger-schrittschleuse durch Absperrbauwerke abgeriegelt wird. Mit Hilfe des Schöpfwerks könnte auch ein gegenüber der vorliegenden Rechenvariante niedrigerer Wasserstand eingerechnet werden, welche vorhabenbedingte Veränderungen vollständig kompensieren würden. Wie bei den kleinen und mittleren Varianten sind nach derzeitigem Stand für diese Kombivariante keine Anpassungsmaßnahmen in der Bebauung von Rußheim erforderlich.

Nach Maßgabe der 2D-Berechnungen setzen die Flutungen im Polderbereich deutlich später ein und erreichen auch nicht die Wasserstandshöhen der mittleren und großen Varianten. Dadurch werden landseits des Rückhalteriums in Höhe der Aussiedlerhöfe geringfügig niedrigere Grundwasserhöhen erreicht, die aber dennoch Anpassungsmaßnahmen erforderlich machen. Ohne dies explizit berechnet zu haben, kann daraus abgeleitet werden, dass in der Spitzenbelastung leicht geringere Wasserraten anfallen werden und auch die Dauer, in der die Maßnahmen greifen müssen, etwas kürzer ausfallen wird.

Im Wesentlichen sind bei den Aussiedlergehöften und den Liegenschaften im Bereich Brechtsee technische Anpassungsmaßnahmen bzw. eine Kombination von Maßnahmen in der gleichen Größenordnung wie bei den mittleren und großen Varianten erforderlich.

Zusätzlich ist zur Vorflutsicherung des Rheinniederungskanals und der Pfinz im neuen Absperrdamm ein Pumpwerk erforderlich. Die gesamt anfallenden Wasserzuflüsse aus Rheinniederungskanal, Pfinz, RÜB-Rußheim und Grundwasser aus der Ortslage Rußheim werden in den Polderraum gefördert.

5.13 WEITERES VORGEHEN

Nach erfolgtem Variantenentscheid sind aus gw-hydraulischer Sicht zunächst folgende Untersuchungsschritte erforderlich:

- Geodätische Kellereinmessung
- Detailuntersuchung der Ausführungsvariante für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung im Hinblick auf das Verschlechterungsverbot (Überprüfung der Erfordernis von Schutzmaßnahmen)
- Ggf. Bemessung von Anpassungsmaßnahmen
- Kombinierte Berechnungen der Vorzugsvariante mit Einsatz des Polders Rheinschanzinsel

6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Im Zusammenhang mit der Wiederherstellung eines 200- bzw 220-jährlichen Hochwasserschutzes am Oberrhein untersucht das Land Baden-Württemberg am Standort Elisabethenwört die Errichtung eines Rückhalteraums. Drei Trassenvorschläge aus einer Voruntersuchung aus dem Jahr 1992 wurden aufgenommen und weiterentwickelt. Bezogen auf die Betriebsweise als gesteuerte (=Polder) bzw. ungesteuerte (=Dammrückverlegung) Hochwasserrückhaltung ergeben sich somit sechs Grundvarianten, die um zwei Kombivarianten ergänzt wurden, welche die kombinierte Betriebsweise mit einem Dammrückverlegungs- und einem Polderbereich vorsehen.

Bei Einsatz einer Hochwasserrückhaltung herrschen dann landseits des rückverlegten Damms Verhältnisse, wie sie heute entlang der Rheinhauptdämme bei Rheinhochwasser auftreten. Nach mehr oder minder langer Untergrundpassage sickert das Druckwasser bevorzugt an Schwächezonen auf der Landseite zutage mit der häufigen Folge von Vernässungen und Ausbildung von offenen Wasserflächen. Um diese Fließprozesse nachzuweisen und ggf. entgegen zu steuern, wurde eine grundwasserhydraulische Modelluntersuchung durchgeführt.

Das vorliegende mathematisch-numerische 3-dimensionale Grundwassermodell für den Rückhaltestandort Elisabethenwört wurde weit über den Auswirkungsbereich der Planungsmaßnahmen hinausreichend angelegt und schließt großräumig den Polder Rheinschanzinsel ein. Mit einem Rasterabstand von einheitlich 25 m Kantenlänge weist das Standortmodell sowohl in der lateralen als auch durch Einbeziehung der hydraulisch getrennten Grundwasserleiter in der vertikalen Gliederung einen hohen Diskretisierungsgrad auf.

Das Modell wurde an die Systemzustände, wie sie durch das Hochwasserereignis Mai/Juni 2013 belegt sind, instationär angepasst (kalibriert). Die Vorgänge im Grundwasser werden durch das Modell gut reproduziert. Darüber hinaus reproduziert das Modell mit demselben Parametersatz unter Veränderung der hydrologischen Randbedingungen gut die gw-hydrologischen Verhältnisse zwischen 01/1999 und 07/2001 (Modelltest).

Anschließend wurden die Reaktionen des Grundwasserregimes auf ein Bemessungs-Rheinhochwasser mit einem Scheitelabfluss von 5 000 m³/s ermittelt (Istzustand). Dieser Systemzustand ist durch Einhaltung von Zielwasserständen aus der 2-D Oberflächenhydraulik für den Rhein/Rheinvorland sowie des jeweils hydraulisch zusammenhängenden binnenseitigen Entwässerungssystems gekennzeichnet und wird als Bezugsgröße für die nachfolgenden Prognoseberechnung (6 Grundvarianten und 2 Kombivarianten) herangezogen.

Mit dem die Rückhaltefläche umgebenden Rußheimer Altrhein, dessen Wasserstand über den Abschlag in den Jägerschrittkanal nach oben begrenzt wird, besteht zum Hinterland eine zuverlässige hydraulische Barriere, wodurch die Sickerraten aufgenommen und zum Schöpfwerk abgeleitet werden. Deshalb kann für die kleinen Varianten zusammenfassend festgehalten werden, dass nach derzeitigen Kenntnisstand mit Blick auf ein Verschlechterungsverbot - basierend auf einer vereinfachten Ermittlung der Kellersohlen - in der Bebauung keine schadbringenden Gw-Anstiege zu verzeichnen sind und deshalb auch keine Anpassungsmaßnahmen (Brunnen, Drainage etc.) erforderlich werden.

Bei den mittleren Varianten müssen im Retentionsfall beim Bemessungshochwasser für die Aussiedlergehöfte und für die Liegenschaften auf dem Brechtgelände entsprechende wasserwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen zum Schutz vor aufgehendem Grundwasser vorgehalten werden. Darüber hinaus treten großflächige Bereiche in dem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Gebiet mit potenzieller Vernässung auf, für die keine Anpassungsmaßnahmen vorgesehen werden.

Bei den großen Varianten erweitern sich im Retentionsfall diese Aufwendungen auch auf die Ortslage von Rußheim, wo erste Überschlagsrechnungen Haltungsmaßnahmen mit einer abzuführenden Leistungsspitze von ca. 600 l/s Grundwasser ergaben. Diese Förderraten können sich noch erhöhen, wenn durch eine nicht optimale Flächenverfügbarkeit sich ein größerer Abstand zu den zu schützenden Objekten ergibt.

Aus Gw-hydraulischer Sicht besteht anhand der ermittelten Auswirkungen kein nennenswerter Unterschied hinsichtlich der Betriebsweise als Dammrückverlegung oder als Polder. Insofern werden die Varianten gleicher Größe als gleichwertig eingeschätzt.

7 VERWENDETE UNTERLAGEN UND SCHRIFTEN

- / 1 / Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer – Fortschreibung 1986 - 2005 – Beschreibung der geologischen, hydrogeologischen und hydrologischen Situation (2007): Hrsg: Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Gesundheit, Rheinland-Pfalz, 111 S., 11 Anl., Stuttgart-Mainz.
- / 2 / Landesamt für Geologie Rohstoffe und Bergbau, RP Freiburg (2007): Hydrogeologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg), LGRB-Informationen, Heft 19.
- / 3 / Hydrogeologische Kartierung Karlsruhe-Speyer - Fortschreibung des hydrogeologischen Baus im baden-württembergischen Teil (Az: 3531.01/96-4763); Geologisches Landesamt Freiburg 1997, Freiburg i. B.
- / 4 / Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe-Speyer - Analyse des Ist-Zustands, Aufbau eines mathematischen Grundwassermodells (1988): Hrsg: Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Gesundheit, Rheinland-Pfalz, 111 S., 11 Anl., Stuttgart-Mainz.
- / 5 / McDonald, M.G. & Harbaugh, A.W. (1988): A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model. - U.S.Geological Survey; Open-File Report 83-875
- / 6 / Landratsamt Karlsruhe (2013): Grundwasserstammdaten und Reihendaten. Karlsruhe.
- / 7 / Landesanstalt für Umwelt, Naturschutz und Messungen (2013): Stamm- und Reihendaten von Grundwassermessstellen, Karlsruhe.
- / 8 / hydrotec GmbH (2017): Rückhalteraum Elisabethenwört - 2-Dimensionale Wasserspiegellageberechnungen. Aachen.
- / 9 / Bericht der Hochwasserzentralen am Rhein (2013: Das Rheinhochwasser Juni 2013 (Stand: 7.11.2013)