

# G

Gutachten

G 15

G 15.3 Hydrologisches u.  
hydrogeologisches Gutachten,  
Vorzugsvariante Nordwest

---

Erstellt von:

Institut Fresenius, Gb. Umwelt Consult  
65232 Taunusstein

---



# **Flughafenausbau Frankfurt/Main**

## **Fachgutachten G 15.3: Hydrologie / Hydrogeologie**

### **Planungsfall (2015) Vorzugsvariante Nordwest**

#### **Auftraggeber:**

Fraport AG  
Frankfurt Airport Services Worldwide

erstellt durch:

**Institut Fresenius**  
**Geschäftsbereich Fresenius Umwelt Consult**  
Im Maisel 14  
65232 Taunusstein

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Claus-Peter Große  
Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Langer  
Dipl.-Geol. Claudia Selle

**Taunusstein, 09. August 2001**

## Inhaltsverzeichnis

<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>III</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>III</b>
<b>1 VERANLASSUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2 LAGE UND NUTZUNG</b> .....	<b>2</b>
<b>3 GEOLOGIE / HYDROGEOLOGIE</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1 Allgemeine Darstellung</b> .....	<b>3</b>
<b>3.2 Differenzierung der Grundwasserstockwerke</b> .....	<b>5</b>
<b>3.3 Deckschichtenverhältnisse</b> .....	<b>8</b>
<b>3.4 Grundwasserstandsmessungen, Grundwassergleichen- und Flurabstandspläne</b> .....	<b>8</b>
<b>3.5 Hydraulische Gebirgseigenschaften</b> .....	<b>12</b>
<b>3.6 Chemismus des Grundwassers und der Gewässer</b> .....	<b>13</b>
<b>3.7 Grundwasserneubildung</b> .....	<b>14</b>
<b>3.8 Zusammenfassung und Bewertung</b> .....	<b>14</b>
<b>4 BESCHREIBUNG DER NUTZUNGSVERHÄLTNISSE</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1 Oberflächengewässer</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2 Öffentliche und private Grundwassernutzungen</b> .....	<b>16</b>
4.2.1 Trinkwassergewinnung .....	16
4.2.1.1 Allgemeines .....	16
4.2.1.2 Pumpwerk Hattersheim I.....	16
4.2.1.3 Pumpwerk Hattersheim II .....	17
4.2.1.4 Abschöpfbrunnen .....	17
4.2.2 Industrielle Entnahmen.....	17
4.2.2.1 InfraServ, Brunnenkette an der B 43 .....	17
4.2.2.2 Ticona .....	18
4.2.2.3 Akzo Faser (Enka).....	18
4.2.3 Grundwassersanierungen .....	18
4.2.3.1 Ehemaliges Caltex-Raffineriegelände .....	18
4.2.3.2 LCKW-Sanierung DLH.....	19
4.2.3.3 Nitratschaden.....	19
<b>4.3 Überschwemmungs- und Wasserschutzgebiete, Heilquellenschutzgebiete und wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Flächen</b> .....	<b>19</b>
4.3.1 Überschwemmungsgebiete/ Retentionsräume .....	19
4.3.2 Wasserschutzgebiete .....	20
4.3.3 Heilquellenschutzgebiete .....	20
4.3.4 Wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Flächen .....	20
<b>4.4 Zusammenfassung und Bewertung</b> .....	<b>20</b>
<b>5 AUSWIRKUNGEN DER GEPLANTEN MAßNAHMEN</b> .....	<b>21</b>
<b>5.1 Änderungen der Grundwasser- und Abflussverhältnisse</b> .....	<b>21</b>
<b>5.2 Abgrenzung und Bewertung der Eingriffe in Grund- und Oberflächengewässer durch Entwässerung und/ oder Aufstau bei Tunnelbauwerken</b> .....	<b>22</b>
<b>5.3 Gefährdungspotentiale durch Bau und Betrieb auf die genutzten Grundwasservorkommen</b> .....	<b>23</b>
<b>5.4 Beeinträchtigungen von wasserwirtschaftlichen Nutzungen</b> .....	<b>24</b>
<b>5.5 Aussagen zu Versickerungs- bzw. Entwässerungskonzepten</b> .....	<b>26</b>
<b>5.6 Aussagen zu Schutz- und Vorsorgekonzepten bezüglich des Schutzgutes Wasser</b> .....	<b>29</b>
<b>6 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>30</b>

<b>7</b>	<b>VERWENDETE UNTERLAGEN.....</b>	<b>33</b>
7.1	Literaturverzeichnis.....	33
7.2	Kartenverzeichnis.....	38
<b>8</b>	<b>ANHÄNGE.....</b>	<b>40</b>
8.1	Anhang 1: Kartografische Darstellung der Hydrogeologie .....	41
8.2	Anhang 2: Kartografische Darstellung der Grundwasserverunreinigungen sowie der Messstellen.....	42
8.3	Anhang 3: Darstellung der Grundwasserhöhen (Stand 1996).....	43
8.4	Anhang 4: Gerechnete Grundwasserströmung (2 Blätter).....	44
	Variante 1 Entnahmemenge 8 Mio m <sup>3</sup> /a .....	44
	Variante 2 Entnahmemenge 16 Mio m <sup>3</sup> /a.....	44

## Abkürzungsverzeichnis

BK	Bodenkarte von Hessen
DLH	Deutsche Lufthansa AG
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
FAG	Flughafen Frankfurt Main AG (seit 29.01.01 Fraport AG)
GK	Geologische Karte von Hessen
GOK	Geländeoberkante
GWM	Grundwassermessstelle
HLfB	Hessisches Landesamt für Bodenforschung (seit 01.01.2000 HLUG)
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
IF	Institut Fresenius Chemische und Biologische Laboratorien GmbH
LCKW	Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
NN	Normal Null (Meereshöhe)
RP Da	Regierungspräsidium Darmstadt
StUA	Staatliches Umweltamt
TGU	Technologieberatung Grundwasser und Umwelt GmbH
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundwasserleiter, Schluffschichten und Endteufen.....	6
---	---

## **1 Veranlassung**

Das Institut Fresenius, Chemische und Biologische Laboratorien GmbH, Geschäftsbereich Fresenius Umwelt Consult, Taunusstein, wurde mit Schreiben vom 20.06.2000 von der Flughafen Frankfurt Main AG (FAG, seit 29.01.2001 FRAPORT AG Frankfurt Airport Services International, kurz FRAPORT AG) beauftragt, ein hydrologisches und hydrogeologisches Gutachten hinsichtlich des geplanten Flughafenausbaus, auf der Basis der Anfrage der seinerzeitigen FAG vom 22.05.2000, zu erstellen. Der Untersuchungsumfang ergibt sich aus den nachfolgenden Kapiteln.

Durch die seinerzeitige FAG wurde am 21.06.2000 festgelegt, dass für jede der drei Varianten ein eigenes Gutachten erstellt werden soll. Diese werden durch einen Band für die variantenunabhängigen Erweiterungsflächen inklusive einer Tunneltrasse ergänzt. Dem vorangestellt wird ein Band mit allgemeinen Angaben zum Untersuchungsgebiet mit Aussagen, die für den gesamten Untersuchungsraum Gültigkeit haben. Das vorliegende Gutachten stellt die Ergebnisse für Variante Nordwest dar.

Der Gesamt-Untersuchungsraum wurde durch den UVS-Gutachter festgelegt und im Rahmen des Scoping-Verfahrens im Bereich der Vorzugsvariante Nordwest nach Westen über den Main erweitert. Er ist den relevanten Kartendarstellungen als rot markierter Bereich gekennzeichnet.

Darüber hinaus wurden in Absprache mit der seinerzeitigen FAG engere Bearbeitungsgrenzen definiert, die sich auf die einzelnen Varianten beziehen, und die in allen Kartendarstellungen blau markiert sind (vgl. Kap.8, Anhang 1).

Die Erweiterung im Rahmen des Scoping-Verfahrens erfolgte, um die möglichen Auswirkungen des Flughafenausbaus auf das Wasserwerk Hattersheim zu untersuchen, was in diesem Teilgutachten geschieht. Im Vorfeld hatten sich Hinweise ergeben, dass Grundwasser den Main in nordwestliche Richtung auf das o. g. Wasserwerk unterströmen könnte. Die westliche Grenze dieses detaillierter zu bearbeitenden Gebietes orientiert sich daher an der Bahnlinie Frankfurt-Wiesbaden, ergänzt um den Bereich der engeren Schutzzone (Zone II) des o. g. Wasserwerkes im Bereich der Ortslagen Hattersheim, Eddersheim und Okriftel.

## 2 Lage und Nutzung

Die Vorzugsvariante Nordwest liegt mit dem Westteil im Bereich des Kartenblattes TOPOGRAPHISCHE KARTE 1:25.000 BLATT 5916 HOCHHEIM und mit dem Ostteil im Bereich der TOPOGRAPHISCHE KARTE 1:25.000 Blatt 5917 KELSTERBACH. Sie besitzt folgende Kenngrößen:

- Landebahn 2.800 m x 60 m
- Abrollbahnen (einschl. Anbindung und Rollbrücken an das bestehende System)
- Parallelrollbahn
- Ringstraße

Quelle: Fraport AG (2001)/14/

Der Flächenverbrauch beträgt gemäß obiger Datengrundlage 244 ha. Im Planungsfall 2015 ist von einer versiegelten Fläche von 53 ha (21,7 %) und einer unversiegelten Fläche von 186 ha (76,3 %) auszugehen. Weitere 19 ha sind für die Verbindungsrollwege erforderlich. Der Waldverbrauch beträgt gemäß dem UVS-Gutachten (Baader/ Bosch 2001) /1/ 195 ha.

Die Anbindung an das bestehende System bei der Vorzugsvariante Nordwest erfolgt über zwei Brücken über die A3:

- ca. 500 m westlich der jetzigen nordwestlichen Flughafengrenze
- aus dem Bereich des jetzigen Umspannwerkes diagonal über die A3 nach Osten und mit Schwenk in das bestehende Betriebsgelände in den Bereich des Tores 35

Zwei mit der Vorzugsvariante Nordwest verknüpfte Bauwerke sind Straßentunnel:

- auf der Trasse der heutigen Okrifteler Straße (nordwestliche Grenze des Flughafens), die im Bereich der Kreuzung mit dem westlichen Rollweg in den Untergrund verlegt werden muss
- ebenfalls auf der Trasse der heutigen Okrifteler Straße, jedoch nördlich der A3; hier wird die Straßentrasse nach Westen verschwenkt, um mit dem Tunnel die Landebahntrasse und den Parallelrollweg senkrecht zu kreuzen. Daraus ergibt sich eine Straßenschleife südlich der Landebahn.

Diese Variante weist nach dem vorliegenden Plan (FAG 2000 b) /10/ von Ost nach West ein erhebliches Gefälle auf: 107, 25 m NN im Osten und 93 m NN im Westen. Ursache ist das Auskeilen der Terrasse T 4. Sie erfordert daher erhebliche Veränderungen der Topographie: Aufschüttungen im östlichen Teil von bis zu 2,5 m und Abtragungen im mittleren Teil in derselben Größenordnung.

### **3 Geologie / Hydrogeologie**

#### **3.1 Allgemeine Darstellung**

Die in (IF 2001d) /33/ geschilderten Verhältnisse gelten generell auch in diesem Teilbereich. Zur Ermittlung der lokalen Verhältnisse im oberflächennahen Nahbereich der Vorzugsvariante Nordwest (d. h. südöstlich des Mains) kann auf die Schichtenverzeichnisse einer Reihe von Grundwassermessstellen der Fraport AG und anderer Betreiber zurückgegriffen werden (von West nach Ost):

- HLB 69 (Bohrung der Hessischen Landesanstalt für Bodenforschung, GK 5916)
- HLB 205 (Bohrarchiv der Hessischen Landesanstalt für Bodenforschung ohne Jahr) /22/
- B 1, 2, 3, 5, 6 (Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie)
- HLB 814 (Bohrarchiv der Hessischen Landesanstalt für Bodenforschung)
- GWM 139, 149, 150 (Fraport AG-Grundwassergüteüberwachung)
- 507168 (Messstelle des Landesgrundwasserdienstes)
- HLB 945 (Bohrung der Hessischen Landesanstalt für Bodenforschung, GK 5917)
- LH 34 (Messstelle der Lufthansa Technik AG)
- HLB 106 (Bohrung der Hessischen Landesanstalt für Umwelt und Geologie) = LH 33
- LH 30, LH 32 (Messstellen der Lufthansa Technik AG)

Die unterstrichenen Messstellen liegen direkt im Trassenbereich oder innerhalb des definierten engeren Untersuchungsraumes. Die Abstände der weiteren Messstellen zur eigentlichen Landebahntrasse betragen bis zu 700 m (B 1, B 2, B 3, B 6 sowie GWM 139, 149, 150).

Die Grenze Pleistozän-Pliozän ist westlich des Mains in drei Bohrungen in unterschiedlichen Tiefenniveaus durch Tonlagen in etwas unterschiedlichen Tiefenlagen ersichtlich: HLB 814: 59 – 55 m NN; LH 32: 64,0 - 63,0 m NN; LH 34: 68,0 - 66,0 m NN. Die Pleistozänbasis befindet sich südöstlich des Mains somit auf ca. 60 bis 70 m NN, bedingt durch die Ausprägung

des altpleistozänen Mainlaufes. Daraus ergibt sich eine Pleistozänmächtigkeit von ca. 40 m und damit bei einem Flurabstand von ca. 10 m eine wassererfüllte Mächtigkeit von ca. 30 m.

Darüber hinaus sind ergänzende Informationen für den Bereich unmittelbar am Main und nordwestlich davon durch ein Gutachten der Firma TGU im Auftrag der Mainova AG (TGU 1999) /50/ verfügbar. Dieses Gutachten wurde durch eine Modellierung durch die Firma TGU im August 2000 (TGU 2000) /52/ ergänzt. Alle untenstehenden Ausführungen dieses Kapitels beziehen sich auf diese Gutachten.

Abweichend von der Situation südöstlich des Mains besteht nordwestlich davon die Struktur des „Hattersheimer Grabens“, einer lokalen Fortsetzung des Oberrheingrabens. Dabei handelt es sich um einen Bereich, in dem die Tertiärschichten um mehrere Hundert Meter abgesunken sind. Es gibt keinen scharfen Übergang von der Kelsterbacher Tiefscholle, die mehr auf Blatt 5917 Kelsterbach entwickelt ist, zu der Ostnordost-Westsudwest verlaufenden Grabenstruktur.

Die pleistozänen Ablagerungen sind hydrogeologisch weitgehend homogen und werden, analog zur „Kelsterbacher Tiefscholle“, überwiegend aus Sanden und Kiesen mit einem geringen Anteil feinkörniger Zwischenlagen aufgebaut. Im Bereich des Hattersheimer Grabens liegt ihre Basis auf ca. 80 m NN. Damit werden die sandig-kiesigen Sedimente nordwestlich des Mains überwiegend dem Pliozän zugeordnet, die pleistozäne Überdeckung ist mit ca. 4 – 11 m geringer mächtig (Bohrungen 74, 76 und 78 des Bohrverzeichnisses der Erläuterungen zur GK 5916).

Die pliozänen Schichten sind im Schnitt feinkörniger ausgebildet; hier sind oft zahlreiche Tonlagen und -linsen eingeschaltet, die mehr als die Hälfte der Gesamtmächtigkeit ausmachen können. An anderen Stellen herrscht der Sand- und Kiesanteil im Profil stark vor.

Die nur lückenhaft dokumentierte Pliozänbasis wird bei -30 m NN bis -80 m NN angenommen. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters ist jedoch nicht sicher zu bestimmen. Eine bis zu -48,72 m NN abgeteufte Bohrung der HlfB (HLB 1141) weist keine deutliche Abgrenzung des Grundwasserleiters zum Liegenden auf. Abschätzungen aufgrund von geoelektrischen Untersuchungen gehen dagegen von einer wirksamen Sohlfläche des Grundwasserlei-

ters zwischen 50 m und 140 m unter Gelände aus, wobei die Erkenntnisse lückenhaft und zum Teil widersprüchlich sind.

Die Tonschichten (siehe Kapitel 3.2) sind als Linsen ausgebildet, so dass trotz örtlicher Trennung in einzelne Grundwasserstockwerke die pleistozän-pliozäne Schichtenfolge insgesamt als hydraulische Einheit anzusehen ist, denn die einzelnen, gut durchlässigen sandig-kiesigen Schichten sind hydraulisch - zum Teil indirekt - miteinander verbunden.

### **3.2 Differenzierung der Grundwasserstockwerke**

Wie in Kapitel 3.1 ausgeführt, sind die Grundwasserstockwerke der pleistozän-pliozänen Schichtenfolge insgesamt als hydraulische Einheit anzusehen. Von besonderem Interesse sind darüber hinaus Schluff- oder Tonschichten, die aufgrund ihrer hydraulischen Trennwirkung möglicherweise lokal zur Ausbildung von separaten Grundwasserleitern geführt haben. Im engeren Bereich der Vorzugsvariante Nordwest stellt sich die Situation wie folgt dar:

**Tabelle 1: Grundwasserleiter, Schluff-/ Tonschichten und Endteufen**

Messstelle	Ansatz in m NN (gerundet)	Schluff-/ Tonschicht(en) in m NN bis 50 m NN (Pleistozängrenze)	Endteufe (m NN)
HLB 69	ca. 94	83,8 - 92,2; 78,8 - 67,5; 64,9 - 64,5	59,0
HLB 205	93,4	ohne	85,4
B 1	94	90,7 - 90,3	83,8
B 2	95	90,2 - 88,3	84,9
B 3	93,5	87,0 - 86,4	83,3
B 5	93	ohne	83,0
B 6	95	90,5 - 89,8	85,0
HLB 814	101,0	93,0-90,0; 87,0-84,0; 59,0-55,0	-40,0
B 139	100,6	84,3 - 81,5	80,8
B 149	100	ohne	69,0
B 150	105 (?)	81,5 - 81,0 (?)	69,5
507168 (neu)	ca. 101	87,5 - 87,0	83,0
HLB 945	105	66,5 - 66,0	66,0
LH 34	106	86,0 - 85,0; 68,0 - 66,0; 56,0 - 53,0	53,0
HLB 106	104	95,3 - 94,7; 91,6 - 91,4	84,0
LH 30	102	ohne	81,0
LH 32	ca. 104	64,0 - 63,0; 58,0 - 56,0	56,0

Quellen: GK 5916, GK 5917, HLUG 2000 a/23/, DLH 2000 /6/, Fraport AG ohne Jahr /15/, Bohrarchiv der HLfB ohne Jahr /22/

Eine einheitliche Tiefenlage von Ton- und Schlufflagen ist nicht ersichtlich. Auch in benachbarten Bohrungen ist nur teilweise ein einheitlicher geologischer Aufbau zu erkennen. Kleinstäumig ist im Bereich der Bohrungen B 1, B 2 und B 6 im Bereich um 90 m NN ein Schluffhorizont ausgebildet. Für den gesamten Bereich der Vorzugsvariante Nordwest ist keine Korrelation der Schluffhorizonte möglich.

Insgesamt liegt keine hydraulisch wirksame Trennschicht vor. Es existiert kein flächig ausgebildeter oberflächennaher Leiter. Lokal ist im Westen der Bahnvariante ein kleinerer Bereich mit Flurabständen zwischen 1 und 5 m dokumentiert (IF 2001d, Kapitel 8, Anhang 2) /33/. Hier ist möglicherweise ein lokaler schwebender Grundwasserleiter ausgebildet.

Aus den ausgewerteten Schichtenverzeichnissen der außerhalb des Teil-Untersuchungsraumes gelegenen Bohrungen B 1 bis B 6 (Lage der Bohrungen siehe Karten in Kapitel 8, Anhang 1) ist abzuleiten, dass das Grundwasser lokal unter einer oberflächennahen Schluffschicht gespannt sein kann. Es steigt beim Anbohren teilweise über einen Meter an.

Vertiefende örtliche Erkundungen im Bereich des südlichen Mainufers (Caltex-Gelände) sowie, im Zusammenhang mit den o. g. Gutachten der Firma TGU (TGU GmbH 1999) /50/ durchgeführte, Erkundungsbohrungen nördlich des Mains zeigen, dass mainnah hydraulisch teilweise wirksame Ton- und Schlufflagen vorliegen. In diesem Bereich ist von einer teilweisen Differenzierung des Grundwasserleiters durch eine Trennschicht auszugehen. Diese fehlt jedoch zwischen dem Main und den Mönchhofbrunnen I und II, so dass dort ein hydrogeologisches Fenster (d. h. Fehlen der Trennschicht) dokumentiert ist. Die Existenz weiterer Fenster ist nicht auszuschließen. Die Oberkante der Trennschicht wird mit 69 m NN bis 76 m NN angegeben.

Es ist davon auszugehen, dass die westliche Spitze der Vorzugsvariante Nordwest bis in den Bereich des geologischen Fensters ragt.

Die Durchlässigkeit der Trennschicht ist wesentlich geringer als die der Teil-Aquifere. Sie liegt zwischen  $10^{-8}$  und  $10^{-6}$ . Die geringsten Durchlässigkeiten bestehen im Bereich des ehemaligen Caltex-Geländes, parallel zur B 43 und der südmainischen Bahnlinie. Die Durchlässigkeit steigt zum Rand der Trennschicht nach Südosten hin an.

Nach Informationen der Mainova AG (Mainova AG 2000) /42/ finden im Bereich der Trennschicht vertikale Wasseraustauschprozesse statt, die über den Vergleich der Grundwasserspiegel im oberen und im unteren Leiter nachgewiesen werden können. Diese sind teilweise nach oben und teilweise nach unten gerichtet. Eine Bilanzierung liegt nicht vor.

Eine kartographische Darstellung erfolgt in Kap. 8, Anhang 3.

### **3.3 Deckschichtenverhältnisse**

Folgende Bodentypen treten im Bereich der Variante Nordost auf (INTERPRETATION BK 50 NÖRDLICHE OBERRHEINEBENE):

- Braunerde mit Bändern aus Decksediment über Flugsand in Gebieten der pleistozänen Terrassenflächen mit Flugsandauflagen, hohe bis sehr hohe Wasserdurchlässigkeit, geringe Sorptionskapazität, geringes Schwermetallfiltervermögen, geringes Nitratrückhaltevermögen
- Braunerde aus Decksediment über Terrassensand und –kies auf Terrassensandflächen, hohe bis sehr hohe Wasserdurchlässigkeit, geringe bis sehr geringe Sorptionskapazität, geringes Schwermetallfiltervermögen, geringes Nitratrückhaltevermögen
- untergeordnet (Reliktgley-) Parabraunerde, z. T. pseudovergleyt aus mehreren pleistozänen Hochflutlehmen über Terrassensand und –kies; geringe Wasserdurchlässigkeit, hohe Sorptionskapazität, großes Schwermetallfiltervermögen, mittleres Nitratrückhaltevermögen

Auch im Bereich dieser Variante gelten die im Band „Allgemeine Angaben“ getroffenen Angaben zur Geologie (IF 2001d) /33/. Unterhalb der Bodenbildungen folgen die sandig-kiesigen Terrassensedimente (T4 bzw. T 6) mit den in Kapitel 3.2 genannten schluffigen und tonigen Anteilen. Östlich der "Gelbe-Grund-Schneise“ gehören sie zur Terrasse T4, westlich davon zur Terrasse T6. Östlich der Okrifteler Straße sowie entlang der A3 sind flächenhaft Flugsanddünen oder deren Relikte verbreitet.

Die Mächtigkeit der nicht wassererfüllten Deckschichten kann aus den Angaben zum Flurabstand in Kapitel 3.4 entnommen werden.

### **3.4 Grundwasserstandsmessungen, Grundwassergleichen- und Flurabstandspläne**

Die Grundwasserfließrichtung des Hauptgrundwasserleiters verläuft im Osten der Variante generell von Südost nach Nordwest und schwenkt im Westen auf eine westliche Fließrichtung. Im äußersten Westen ist die Grundwasserfließrichtung durch den Entnahmetrichter der Brunnen der InfraServ beeinflusst. Hier ist ein mehr radialer Verlauf der Grundwassergleichen zu erkennen. (Kapitel 8, Anhang 1)

Aus den historischen Aufzeichnungen (für Blatt GK 5917: Aufnahme von 1884, für Blatt GK 5916: 1905) ergibt sich für das Gebiet der Vorzugsvariante Nordwest eine ähnliche Fließrichtung. Die Grundwasserhöhe für den „ungestörten“ Zustand liegt zwischen 91 m NN im Osten und 89 m NN im Westen der Variante. Dabei ist unklar, ob es sich um ein niederschlagsreiches Jahr handelte und ob die Aufnahme im hydrologischen Sommer- oder Winterhalbjahr stattfand.

Für den beobachteten Höchststand des Grundwassers im Jahr 1988 liegt die Grundwasseroberfläche im Osten der Variante bei 92,5 m NN (Bahnbeginn) und im Westen bei 87 m NN (Bahnende).

Langfristige Messungen der Grundwasserstände liegen für die im Mittelteil der Vorzugsvariante Nordwest befindliche Messstelle 507168 des Landesgrundwasserdienstes (HlfU 1996) /26/ vor. Der dort festgehaltene Maximalwert beträgt 91,47 m NN und der Minimalwert 90,22 m NN. Der langjährige Schwankungsbereich liegt gemäß den Beobachtungen an der Messstelle 507168 bei ca. 1,3 m. Bei einer Geländehöhe von 100,60 m ergeben sich Flurabstände zwischen minimal ca. 9,1 m und maximal ca. 10,4 m.

Aus der Auswertung der Daten des Grundwasserhochstandes von 1988 (RP Darmstadt 1999) /45/ ergibt sich ein Grundwasserflurabstand von ca. 11 m im Osten der Variante, der sich durch die geplante Lage der Bahnoberfläche von 107,5 m NN dort weiter auf ca. 13,5 m erhöhen wird. Im Westen liegt der Grundwasserflurabstand bei ca. 6 m. Lokal ist ein kleinerer Bereich mit Flurabständen zwischen 1 und 5 m dokumentiert. Hier ist möglicherweise ein lokaler schwebender Grundwasserleiter ausgebildet.

Falls die Brunnen der Firma InfraServ dauerhaft abgeschaltet würden, würde dies im Westen der Bahn zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels um ca. 0,75 bis 1,5 m führen. Der Flurabstand würde sich dann nach eigenen Abschätzungen auf minimal ca. 4,5 m (bezogen auf den Höchststand vom April 1988) verringern.

Grundwassergleichen- und Flurabstandskarten für hohe und niedrige Wasserstände im Maßstab 1:25.000 für das Gebiet östlich des Main liegen dem Band „Allgemeine Angaben“ bei (IF 2001d, Kapitel 8, Anhang 2, Blatt 1 und 2) /33/.

Die Daten des (RP Darmstadt 1999) /45/ lassen den Schluss zu, dass Grundwasser, vom westlichen Bahnteil kommend, den Main unterströmen und dann den Brunnen des Wasserwerkes Hattersheim zuströmen könnte. Daher wurden weitere Unterlagen zur Auswertung herangezogen.

Für ein Teil-Untersuchungsgebiet liegt im Rahmen eines Gutachtens für die Mainova AG (TGU 1999) /50/ ein Grundwassergleichenplan (teils gerechnet, teils gemessen und gerechnet) aus dem Jahr 1996 vor (Kapitel 8, Anhang 3). Er belegt die partielle Unterströmung des Mains oberhalb der Staustufe Eddersheim. Die Fließrichtung verläuft südlich des Mains generell von Südost nach Nordwest. Nördlich des Mains findet ein Umbiegen der Strömung über West nach Süd statt. Nordwestlich der Brunnenkette des Wasserwerkes Hattersheim strömt Grundwasser von Norden zu. Die Ergebnisse decken sich teilweise mit den Erkenntnissen der GEOLOGISCHEN KARTE 5916 Hochheim. Allerdings kann aus dem Verlauf der Grundwassergleichen geschlossen werden, dass zu diesem Zeitpunkt die Wasserentnahme im Wasserwerk Hattersheim auf einem wesentlich höheren Niveau als heute war.

Die Menge des unterströmenden Grundwassers und damit die Frage, ob das Grundwasser aus diesem Bereich die Förderbrunnen des Wasserwerkes Hattersheim erreicht, ist von einer Reihe von Faktoren, insbesondere jedoch von der Höhe der Förderung im Wasserwerk Hattersheim, abhängig. Hierzu existieren zwei Szenarien sowie die Betrachtung der Entnahmestufe „Grenzentnahme Uferfiltrat“ (größtmögliche Entnahme ohne Heranziehen von Uferfiltrat zur Sauganlage), die im Modell der Firma TGU (TGU 2000) /52/ bzw. in der Vorstudie (TGU 1999) /50/ betrachtet wurden. In Szenario 1 wurde die Förderung von 8 Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr über das Pumpwerk Hattersheim I, inklusive den beiden Zusatzanlagen betrachtet. Szenario 2 betrachtet die volle Ausnutzung der Förderrechte, geht also von einer Förderung von 16 Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr aus. Dies wäre eine Steigerung der Jahresförderung von 1996 um 220 % bzw. 445 %.

Die Betrachtung der „**Grenzentnahme Uferfiltrat**“ zeigt, dass bei einer Fördermenge von bis zu 3,0 Mio. m<sup>3</sup>/a in der Sauganlage (1996: 1,9 Mio. m<sup>3</sup>/a) überhaupt kein Uferfiltrat bzw. Grundwasser aus der Mainunterströmung die Sauganlage erreicht. Voraussetzung ist der Betrieb der Abschöpfbrunnen I und III. Die Zusatzanlage 2 erhält in dieser Betrachtung bereits einen starken Anteil von Uferfiltrat, aber nicht aus Wasser der Mainunterströmung (1,3 Mio.

m<sup>3</sup> von 3,5 Mio. m<sup>3</sup> Gesamtförderung; Förderung 1996: 1,7 Mio. m<sup>3</sup>). Diese Anlage erhält den restlichen Zustrom aus nordwestlicher Richtung.

**Szenario 1** geht von einer Verteilung der Entnahme auf die Sauganlage (3,5 Mio. m<sup>3</sup>/a), die Zusatzanlage 2 (3,5 Mio. m<sup>3</sup>/a) und die Zusatzanlage 1 (1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a) aus. Bei diesen Betriebsbedingungen erhält die überwiegende Anzahl der westlichen Brunnen des Wasserwerkes Hattersheim I neben dem Zustrom aus nördlicher Richtung („landseitig“) auch einen Zustromanteil an Uferfiltrat aus dem Main bzw. aus der Mainunterströmung. Diese beiden Anteile werden nicht weiter differenziert. Durch den Betrieb der Abschöpfbrunnen ASB I bis III mit der derzeitigen Fördermenge (0,54 Mio. m<sup>3</sup>/a) kann dieser Zustrom nur teilweise von den Förderbrunnen ferngehalten werden. Insgesamt strömen der Sauganlage 0,5 Mio. m<sup>3</sup> Uferfiltrat bzw. Grundwasser aus der Mainunterströmung bei einer Gesamtförderung von 3,5 Mio. m<sup>3</sup> zu. Die Zusatzanlage 2 erhält einen starken Anteil von Uferfiltrat bzw. Wasser aus der Mainunterströmung (1,8 Mio. m<sup>3</sup> von 3,5 Mio. m<sup>3</sup>), dass überwiegend aus einem Bereich südlich der A 3 stammt und somit nicht mit dem Ausbaubereich in Verbindung steht.

Die Fließzeiten vom Main bis zu den Hattersheimer Brunnen schwanken im Szenario 1 zwischen 20 und 40 Jahren. Im Oberstrom liegen im Bereich der Trennschicht die Fließgeschwindigkeiten bei 200 m/a im tieferen Leiter und bei unter 200 m/a im oberen Leiter (Information Mainova AG vom 26.01.01). Das Institut Fresenius postuliert, dass es - auch vor dem Hintergrund der bekannten vertikalen Strömungskomponenten und des Fensters in der Trennschicht - in dieser Zeit zu Vermischungseffekten zwischen dem Grundwasser aus der Mainunterströmung und dem Uferfiltrat kommt, so dass die Wasserqualität dieses Zustromanteils eher durch das Mainwasser als durch Grundwasser aus der Mainunterströmung bestimmt wird.

**Szenario 2** geht von einer Gesamtentnahme von 16 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr aus und würde die vollständige Ausschöpfung der vorhandenen Wasserrechte darstellen. Bei diesem Szenario beschränkt sich die Entnahme nicht nur auf die Sauganlage (5,5 Mio. m<sup>3</sup>/a), die Zusatzanlage 2 (5,5 Mio. m<sup>3</sup>/a) sowie die Zusatzanlage 1 (3,0 Mio. m<sup>3</sup>/a), sondern umfasst auch das Pumpwerk Hattersheim II (2,0 Mio. m<sup>3</sup>/a).

Bei diesem Szenario wird die zur Verfügung stehende Grundwassermenge aus niederschlagsbürtiger Grundwasserneubildung („landseitig“ und im „Vorfeld“, d. h. zum Main hin) mit

gesamt 7,1 Mio. m<sup>3</sup>/a abgeschätzt. Alle weiteren Wassermengen stammen aus dem Uferfiltrat bzw. der Mainunterströmung, wobei wiederum zwischen diesen beiden Teilmengen nicht weiter differenziert wird. Ein Zustrom von Mainuferfiltrat bzw. dem Wasser aus der Mainunterströmung erfolgt in breiter Front auf die Brunnen des Pumpwerkes Hinkelstein I sowie auf einen Teil der Zusatzanlage 2. Die Fließzeiten des Wassers vom Main zu diesen Pumpeinrichtungen liegen bei minimal 7 und maximal 15 Jahren.

Das Institut Fresenius postuliert, dass mit steigender Entnahmemenge, aufgrund der Dargebotslimitierung des Grundwassers, der Uferfiltratanteil überproportional anwächst. Damit strömt den Brunnen überwiegend Mainuferfiltrat zu, so dass die Wasserqualität an den Entnahmebrunnen des Wasserwerkes Hattersheim I und der Zusatzanlage 1 durch den Uferfiltratanteil gesteuert wird. Die Menge des Grundwassers von der Main-Südseite ist wahrscheinlich nur untergeordnet.

### **3.5 Hydraulische Gebirgseigenschaften**

Gemäß der GEOLOGISCHEN KARTE 5916 Hochheim (1969) weist der „Abschöpfbrunnen Ticona“ (Bohrung 69, Lage R 34 63 18, H 55 44 15) einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $1,1 \times 10^{-3}$  m/s auf. Der Wert für den Brunnen III im Wasserwerk Mönchhof der Farbwerke Hoechst (heute InfraServ) wird mit  $2,3 \times 10^{-4}$  angegeben. Die Werte entsprechen damit der üblichen Spanne für Brunnen in der Kelsterbacher Tiefscholle. Aufgrund des weitgehend einheitlichen Aufbaus des pleistozänen Aquifers ist davon auszugehen, dass die hydraulischen Gebirgseigenschaften den regionalen Angaben entsprechen.

Die im Bericht der TGU (TGU 1999) /50/ genannten Pumpversuchsauswertungen ergeben für die pleistozänen Schichten Durchlässigkeiten von  $2 \times 10^{-4}$  m/s bis  $1 \times 10^{-3}$  m/s, zum Teil bis  $2 \times 10^{-3}$  m/s. In den pliozänen Schichten des Hattersheimer Grabens treten verhältnismäßig gleichmäßige Durchlässigkeiten von 3 bis  $5 \times 10^{-4}$  m/s auf. Vergleichsweise wurden für den Bereich des Blattes Kelsterbach für die pliozänen Schichten geringere Durchlässigkeiten von  $6 \times 10^{-5}$  m/s bis  $4 \times 10^{-4}$  m/s ermittelt. Für die Trennschicht wird die Durchlässigkeit mit  $1 \times 10^{-8}$  bis  $1,1 \times 10^{-6}$  angegeben. Das Minimum der Durchlässigkeit liegt südlich des Mains (Caltex-Gelände und Tanklager).

Auch im Bereich des Hattersheimer Grabens ist, analog zur Kelsterbacher Tiefscholle, die Ergiebigkeit durch den hohen Anteil sandig-kiesiger Sedimente sehr hoch.

### 3.6 Chemismus des Grundwassers und der Gewässer

Grundwasseranalysen aus dem Untersuchungsbereich liegen nur in geringem Umfang vor. Der Chemismus des Grundwassers entspricht aufgrund der angetroffenen Untergrundverhältnisse grundsätzlich dem generell zu erwartenden Chemismus innerhalb eines sandig-kiesigen Aquifers (IF 2001d) /33/. Er ist als gering mineralisiert zu charakterisieren.

Folgende Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität sind bekannt:

Durch die Anwendung von harnstoffhaltigen Winterdienstmitteln kam es zu einer Belastung des Grundwassers im Bereich des Flughafens mit Nitrat. Ein Teil der Grundwasserfahne ist nach Ansicht des Institutes Fresenius jedoch nach Westen abgedriftet, obwohl für diesen Bereich kaum Belege durch Analytik aufgezeigt werden. Hinweise liegen punktuell durch die Untersuchungen der Grundwassergüteüberwachung der Fraport AG (Fraport AG ohne Jahr) /15/ (GWM 139, GWM 149) vor.

Aufgrund der konservativen Stoffeigenschaften von Nitrat ist ein unverzögertes Abströmen mit der Grundwasserfließrichtung wahrscheinlich.

Die Lage des Nitratschadens und die ungefähre Fahnenausdehnung östlich dieser Variante ist aus der Karte in Kapitel 8, Anhang 2, ersichtlich, die aus einer Darstellung der Firma Arcadis Trischler und Partner (2001) /2/ abgeleitet ist. Eine Begrenzung nach Westen kann jedoch aufgrund fehlender Daten nicht angegeben werden.

Der äußerste östliche Teil der Vorzugsvariante Nordwest wird von der Grundwasserfahne unterströmt, die dem LCKW-Schaden aus dem Bereich der DLH-Basis auf dem Flughafen entstammt. Die an der Kelsterbacher Flughafenstraße gelegenen Messstellen LH 32 und LH 33 wiesen im Oktober 1999 nur geringe LCKW-Konzentrationen auf. Laut einer Darstellung der Lufthansa Technik AG steigen die Konzentrationen nach Osten bis zum östlichen Rand des Untersuchungsraumes auf 63 µg/l (LH 33) an (DLH 2000) /6/.

Die Lage des LCKW-Schadens und die ungefähre Fahnengröße ist aus der Karte in Kapitel 8, Anhang 2, ersichtlich.

Unterstromig zur Lage der Vorzugsvariante Nordwest sind innerhalb des näheren Untersuchungsgebietes Grundwasserschäden aus dem Bereich der ehemaligen Caltex-Raffinerie bekannt. Diese werden durch Entnahme an 6 Brunnen mit anschließender Strippung und Filtration saniert. Die hydraulische Sanierung lief 1974 an. Die beschleunigte in-situ-Sanierung lief im Jahr 1992 an. Der Zeitbedarf für die Sanierung der noch verbliebenen Restbelastung wird auf ca. 10 Jahre geschätzt.

Angaben zu Konzentrationen liegen nicht vor (TGU GmbH 2000) /51/.

### **3.7 Grundwasserneubildung**

Das o. g. TGU-Gutachten (TGU 1999) /50/ nennt Messungen der seinerzeitigen Stadtwerke Frankfurt/Main per Lysimeter am Pumpwerk Hinkelstein. Für den Zeitraum 1959 bis 1978 wird eine mittlere Grundwasserneubildungsrate von  $7,1 \text{ l/s} \times \text{km}^2$  (entspricht ca. 223 mm/a) genannt. Für die Lößflächen am Pumpwerk Hattersheim gelten niedrigere Werte von  $4,4 \text{ l/s} \times \text{km}^2$  (entspricht ca. 139 mm/a; Mittelwerte 1967 bis 1979, inklusive Trockenperiode 1971 bis 1976). Die Werte werden im o. g. Gutachten als „zu hoch“ bewertet. Die Gutachter der TGU setzen Werte von  $4 \text{ l/s} \times \text{km}^2$  (ca. 126 mm/a) für die Gebiete nördlich des Mains und 5 bis  $6 \text{ l/s} \times \text{km}^2$  (ca. 158 bis 189 mm/a) für die Gebiete südlich davon an. Aufgrund der Waldnutzung südlich des Mains erscheinen diese Werte immer noch als überhöht.

Im Auftrag der Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt wurden durch die Cooperative Infrastruktur und Umwelt (Cooperative Infrastruktur und Umwelt 1999) /5/ die Auswirkungen der Ausbaumaßnahmen auf das Wasser abgeschätzt und dabei eine Ist-Grundwasserneubildung ermittelt. Die Gutachter der Mediation gehen dabei - auf einer nicht ganz identischen Fläche - in der Ist-Situation von im Mittel  $224.000 \text{ m}^3$  pro Jahr oder  $2,5 \text{ l/s} \times \text{km}^2$  aus.

### **3.8 Zusammenfassung und Bewertung**

Gemäss (IF 2001d) /33/ ist nach der zweidimensionalen Präferenzmatrix, die die Parameter „Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung“ und „Ausbildung des (Locker-) Gesteines“ berücksichtigt, ist im Westen der Bahn von einer hohen und im Osten der Bahn von einer mittleren Verschmutzungsempfindlichkeit auszugehen.

Das Institut Fresenius vergibt bei der Bewertung der Empfindlichkeit des Grundwassers gegenüber Stoffeinträgen einen Zuschlag für die natürlichen Böden, die meist eine hohe bis sehr

hohe Wasserdurchlässigkeit, eine geringe Sorptionskapazität, ein geringes Schwermetallfiltervermögen und ein geringes Nitratrückhaltevermögen aufweisen.

## **4 Beschreibung der Nutzungsverhältnisse**

### **4.1 Oberflächengewässer**

In einem Abstand von ca. 1,5 km nordwestlich der Bahnvariante verläuft der Main. Er ist der Hauptvorfluter für die oberirdischen Gewässer sowie für einen Teil des unterirdisch abfließenden Wassers. Sein Vorflutniveau ist seit 1886 durch Stauhaltung an Schleusen reguliert. Die Staustufe Eddersheim in der Höhe der ehemaligen Caltex-Raffinerie ist durch einen Normalstau von 87,53 m NN Oberwasser und 83,92 m NN Unterwasser charakterisiert (GEOLOGISCHE KARTE 5916 Hochheim, 1969). Im Unterwasser wird ein mittlerer Wasserstand von etwa 84,2 bis 84,3 m NN angegeben.

Der Bereich der Staustufe Eddersheim ist über eine Gesamtlänge von mehr als 1 km beidseitig des Mains abgespundet. Die Einbindetiefe der Spundwände beträgt 14,5 m, die Oberkante entspricht in etwa dem Normalstau Oberwasserspiegel (87,53 m NN) (Wasser- und Schiffsahrtsamt Aschaffenburg 2001) /54/. Der Austausch zwischen dem Grundwasserbereich und dem Main ist hierdurch im Bereich der Stauhaltung und insbesondere der Schleuse insofern behindert.

Je nach Höhe der Jahresförderung des Pumpwerkes Hattersheim infiltriert der Main nahezu über die gesamte Fließstrecke von Sindlingen bis Flörsheim Oberflächenwasser in den Grundwasserleiter.

Im erweiterten Untersuchungsbereich fließen 3 Bäche dem Main von Norden zu (von Nord nach Süd: Welsch-Graben, Schwarzbach und Weilbach/Ardelgraben). Für die betrachteten Fragestellungen besitzen sie keine Relevanz.

Am Nordrand des Untersuchungsbereiches der Vorzugsvariante Nordwest liegt in einer Entfernung von 200 m der Mönchwaldsee (Größe ca. 167.000 m<sup>2</sup>). Nördlich des Ostendes der Variante liegt der Staudenweiher (Größe ca. 77.000 m<sup>2</sup>). Beides sind Grundwasserblänken durch Sand- und Kiesabbau. Sonstige Gewässer sind nicht tangiert.

## 4.2 Öffentliche und private Grundwassernutzungen

### 4.2.1 Trinkwassergewinnung

#### 4.2.1.1 Allgemeines

Im Untersuchungsgebiet sind nördlich des Mains die Brunnenanlagen des Pumpwerkes Hattersheim der Mainova AG von Bedeutung. Die Anlagen bestehen aus den Komplexen PW Hattersheim I, PW Hattersheim II, Zusatzanlage 1, Zusatzanlage 2 und den Abschöpfbrunnen ASB I, II und III.

Für das gesamte Pumpwerk Hattersheim bestehen Wasserrechte in Höhe von 16 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Diese wurden im Jahr 1996 mit 3,6 Mio. m<sup>3</sup> nur zu einem kleinen Teil ausgenutzt (TGU 1999) /50/. Nach derselben Quelle beträgt die Leistungsfähigkeit der Anlagen Hattersheim I (Sauganlage und Zusatzanlage 2) zusammen ca. 39.000 m<sup>3</sup>/Tag, d. h. im Jahr maximal ca. 14,2 Mio. m<sup>3</sup>.

Die Frage des Zustroms aus dem Bereich der Vorzugsvariante Nordwest wird in Kapitel 3.4 betrachtet.

#### 4.2.1.2 Pumpwerk Hattersheim I

Die Sauganlage des Pumpwerkes Hattersheim I (Hebergalerie) mit einem Ost- und Westteil besteht aus 28 Brunnen (1 w bis 17 w und 19 w sowie 1 ö bis 10 ö) mit Tiefen zwischen 50 und 60 m. Die Anlage wurde bereits 1908 in Betrieb genommen. Aufgrund qualitativer Einschränkungen erfolgte 1988 die Stilllegung der Brunnen 14 w bis 17 w.

Die Zusatzanlage 1 besteht aus den drei östlichen Brunnen (11 ö bis 13 ö). Die Brunnentiefe beträgt 55 m. Die Anlage wird seit 1990 aufgrund qualitativer Beeinträchtigungen nicht mehr betrieben.

Die Zusatzanlage 2 befindet sich im Südwesten der Gewinnungsanlage, südlich der A 3. Die 5 Brunnen sind 70 bis 80 m tief. Die Filterstrecken liegen zwischen 20 m und 80 m unter GOK. Die Anlage wird seit 1953 betrieben.

#### 4.2.1.3 Pumpwerk Hattersheim II

Die Anlage Hattersheim II südöstlich von Hattersheim besteht aus drei Brunnen (14 ö bis 16 ö). Zwei dieser Brunnen wurden durch Neubohrungen ersetzt (14 ön und 15 ön). Die Tiefe der Brunnen beträgt 49 bis 75 m. Die Brunnen werden seit 1987 aufgrund qualitativer Beeinträchtigungen nicht mehr betrieben.

#### 4.2.1.4 Abschöpfbrunnen

Neben den in Kapiteln 4.2.1.2 und 4.2.1.3 genannten Anlagenteilen liegen im Nahbereich des Mains (westlich Okriftel) 3 Abschöpfbrunnen. Diese haben die Aufgabe, einen Teil des Mainuferfiltrates abzufangen. Dieses Wasser wird zurück in den Main geleitet. Die Abschöpfbrunnen ASB I und III sind ausschließlich im oberflächennahen Grundwasserbereich ausgebaut. Der Abschöpfbrunnen ASB II ist auch im tieferen Bereich verfiltert. Er wird seit 1982 nicht mehr betrieben.

### 4.2.2 Industrielle Entnahmen

#### 4.2.2.1 InfraServ, Brunnenkette an der B 43

Bedeutende Entnahmen für hochwertige industrielle Zwecke (VE-Wasser, Pharma, Trinkwasser) bestehen im Bereich zwischen Raunheim und Kelsterbach. Hier betreibt die Firma InfraServ (Ausgründung der ehemaligen Firma Hoechst) die Brunnen I a, II a, III und IV (Mönchhof). Die Brunnen liegen in einer Kette entlang der B 43 in der Nähe des Geländes der ehemaligen Caltex-Raffinerie. Es besteht eine gehobene wasserrechtliche Erlaubnis über eine Entnahme von 5,5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr. Eine früher vorhandene einfache Erlaubnis über weitere 1,5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr wurde zurückgegeben. Die tatsächlichen Entnahmemengen betragen im Jahr 1997 ca. 4,47 Mio. m<sup>3</sup>, im Jahr 1998 ca. 4,34 Mio. m<sup>3</sup> und im Jahr 1999 ca. 4,2 Mio. m<sup>3</sup>.

Die Brunnenkette liegt ca. 650 m bis 800 m westlich des westlichen Bahnendes der Vorzugsvariante Nordwest. Die Brunnen erfassen aufgrund ihres Ausbaus sowohl Bereiche des oberflächennahen Grundwassers als auch tiefergelegene Bereiche (TGU 1999) /50/. Der Zustrom erfolgt zu ca. 30 % aus Uferfiltrat; der Rest entstammt dem Grundwasserdargebot. Aufgrund der bekannten Grundwasserfließrichtungen ist – abhängig von den Entnahmemengen – mit einem unterschiedlich starken Zustrom aus dem Bereich der Vorzugsvariante Nordwest zu rechnen. Dieser Zustrom stellt aufgrund der dokumentierten Grundwasserfließrichtung (siehe Kartendarstellungen Kapitel 8, Anhänge 3 und 4) nur einen limitierten Anteil am Gesamtzustrom dar.

#### 4.2.2.2 Ticona

Eine weitere Entnahme, die von InfraServ betrieben wird, bezieht sich auf das Werksgelände der Ticona AG (1 Brunnen). Das Wasserrecht lautet jedoch auf die Hoechst AG. Das Wasserrecht beläuft sich auf eine Entnahme von 1 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Die tatsächliche Entnahme belief sich im Jahr 1999 auf ca. 123.000 m<sup>3</sup> (RP Darmstadt 2000) /46/.

Der Brunnen liegt ca. 1 km südwestlich des westlichen Bahnendes im Unterstrom der Vorzugsvariante Nordwest. Aufgrund der Grundwasserfließrichtung (siehe Kartendarstellungen Kapitel 8, Anhänge 3 und 4) ist nicht mit einem Zustrom aus dem Bereich der Vorzugsvariante Nordwest zu rechnen.

#### 4.2.2.3 Akzo Faser (Enka)

Die Firma AKZO Faser (früher Enka) betrieb auf ihrem Werksgelände im Stadtbereich von Kelsterbach Brunnen (Bezeichnungen 1, 4, 7, 8, 9, 10). Die Firma hält eine Bewilligung zur Entnahme von 4,5 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Die tatsächliche Entnahme belief sich im Jahr 1997 auf ca. 2,28 Mio. m<sup>3</sup> und im Jahr 1998 auf ca. 2,16 Mio. m<sup>3</sup>. Für 1999 liegen derzeit keine Informationen vor. Aufgrund der Einstellung der Produktion ist die Entnahme seit dem Jahr 2000 ausgesetzt.

Die Entnahmen liegen ca. 1 km nördlich des Ostteils der Vorzugsvariante Nordwest. Aufgrund der Grundwasserfließrichtung besteht jedoch kein oder nur ein geringer Zustrom aus dem Bereich der Ausbauvariante (RP Darmstadt 2000) /45/.

### 4.2.3 Grundwassersanierungen

#### 4.2.3.1 Ehemaliges Caltex-Raffineriegelände

Grundwasserschäden im Bereich der ehemaligen Caltex-Raffinerie werden durch Entnahme an 6 Brunnen mit anschließender Strippung und Filtration saniert. Gefördert werden hier ca. 1,4 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Hinzu kommen 0,35 Mio. m<sup>3</sup> aus dem Bereich des benachbarten Tanklagers, das jedoch außerhalb des Untersuchungsraumes liegt. Das gereinigte Grundwasser wird zum überwiegenden Teil reinfiltrierte. Von den insgesamt geförderten 1,75 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr werden 1,3 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr reinfiltrierte. Von der verbleibenden Nettoentnahme von 0,45 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr werden 10 % als Prozesswasser an die Ticona abgegeben (0,045 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr). Der Rest wird in den Main abgeleitet.

Die hydraulische Sanierung lief 1974 an. Die beschleunigte in-situ-Sanierung lief im Jahr 1992 an. Der Zeitbedarf für die Sanierung der noch verbliebenen Restbelastung wird auf ca. 10 Jahre geschätzt. (TGU GmbH 2000a) /51/. Da die Realisierung dieser Variante das Grundwasserdargebot nicht negativ verändert (siehe Kapitel 3.7), sind keine negativen Auswirkungen auf die Sanierungsmaßnahme zu erwarten.

#### 4.2.3.2 LCKW-Sanierung DLH

Zur Sanierung des LCKW-Schadens aus dem Bereich der DLH-Basis werden derzeit 5 Entnahmebrunnen (sowohl im Bereich der DLH-Basis als auch in Kelsterbach) betrieben, die jedoch den Bereich der Variante nicht tangieren und von der Ausbaumaßnahme nicht tangiert werden. Die Lage des LCKW-Schadens und die ungefähre Fahnengröße sind aus der Karte in Kapitel 8, Anhang 2, ersichtlich.

#### 4.2.3.3 Nitratschaden

Im Oberstrom der Vorzugsvariante Nordwest ist eine Verunreinigung des Grundwassers durch Nitrat bekannt (Arcadis Trischler und Partner 2001) /2/. Östlich des engeren Untersuchungsgebietes liegen die Förderbrunnen der hydraulischen Sanierung des Nitratschadens. Im Zusammenspiel mit einer weiter nördlich gelegenen Kette von Re-Infiltrationsbrunnen wurde ein hydraulischer Kreislauf aufgebaut, um nitratbelastetes Wasser entgegen der natürlichen Fließrichtung den Sanierungsbrunnen zuzuführen. Die Karte im Teilgutachten zur Variante Nordost (IF 2001c) /32/, Kapitel 8, Anhang 1, verdeutlicht die Fließrichtung. Derzeit werden ca. 300 m<sup>3</sup> pro Stunde umgesetzt (siehe auch IF 2001d, /33/ und Kapitel 8, Anhang 2). Inwieweit sich die Zone erhöhter Nitratkonzentrationen in den Bereich der Vorzugsvariante Nordwest erstreckt, ist nicht bekannt.

### **4.3 Überschwemmungs- und Wasserschutzgebiete, Heilquellenschutzgebiete und wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Flächen**

#### 4.3.1 Überschwemmungsgebiete/ Retentionsräume

In einer Entfernung von ca. 1.000 m nordwestlich der Bahnschulter verläuft der Main. Das nördliche Mainufer sowie der Mündungsbereich des Schwarzbaches sind teilweise als Überschwemmungsgebiete festgestellt (USG Schwarzbach, Verordnung vom 09.12.1910 und USG Main, Verordnung vom 15.07.1974 aus: Flächenschutzkarte L 5916). Eine kartografische Darstellung erfolgt im Gutachten G 15.1 (IF 2001d) /33/.

#### 4.3.2 Wasserschutzgebiete

Der hier betrachtete engere Untersuchungsraum der Vorzugsvariante Nordwest liegt teilweise innerhalb eines Wasserschutzgebietes, veröffentlicht im Staatsanzeiger 78/22/1605 (FLÄCHENSCHUTZKARTE L 5916). Innerhalb des betrachteten Untersuchungsraumes liegt der südöstliche Teil der Zone III sowie die Zonen II und I. Der Zufluss zu den Gewinnungsbrunnen aus nordwestlicher Richtung ist nicht untersuchungsrelevant.

Das Wasserschutzgebiet hat die Kenn-Nummer 23.005.

#### 4.3.3 Heilquellenschutzgebiete

Heilquellenschutzgebiete sind innerhalb des engeren Untersuchungsraumes nicht vorhanden.

#### 4.3.4 Wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Flächen

Wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Flächen im Sinne der Definition der Flächenschutzkarte sind innerhalb des engeren Untersuchungsraumes nicht vorhanden.

### **4.4 Zusammenfassung und Bewertung**

Der Teil-Untersuchungsbereich der Vorzugsvariante Nordwest wird wasserwirtschaftlich stark genutzt, wobei industrielle Nutzungen vorherrschen. Ein Zustrom von Grundwasser aus dem Bereich der Vorzugsvariante Nordwest zu den Trinkwassergewinnungsanlagen Hattersheim findet aufgrund der reduzierten Fördermengen in der Ist-Situation nicht statt. Die oberstromige Lage zu einer Trinkwassergewinnung ist demnach nur theoretisch gegeben.

Die mengenmäßig bedeutsame Entnahme der Firma InfraServ wird teilweise aus dem Bereich der Vorzugsvariante angeströmt. Die Entnahme der Firma InfraServ erfordert qualitativ hochwertiges Wasser. Der Abstand von westlicher Bahnspitze und dem nächstgelegenen Brunnen liegt bei minimal 650 m.

Aufgrund Qualität und der Quantität der Grundwassernutzung inklusive der Entnahme zu Trinkwasserzwecken wird ein nutzungsbezogener Zuschlag vergeben.

Aufgrund des Stoffinventars bei der geplanten Nutzung als reine Landebahn ergibt sich kein weiterer Zuschlag.

## **5 Auswirkungen der geplanten Maßnahmen**

### **5.1 Änderungen der Grundwasser- und Abflussverhältnisse**

Das engere Untersuchungsgebiet der Vorzugsvariante Nordwest ist derzeit, abgesehen vom kleineren bebauten Arealen und wenigen Verkehrsstraßen, vollständig mit Wald bedeckt. Aufgrund des geringen Versiegelungsgrades bei dieser Bahnvariante (23,7 %) ergibt sich im Planungsfall ein deutlich positives Grundwasserneubildungspotential. (IF 2001d) /33/. Breitere waldfreie Schutzstreifen als die geplanten würden diesen Effekt geringfügig weiter verstärken, eine höhere buschartige Vegetation und der damit verbundenen höheren Evapotranspiration den Effekt eher dämpfen.

Im Auftrag der Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt wurden durch die Cooperative Infrastruktur und Umwelt (Cooperative Infrastruktur und Umwelt 1999) /5/ die Auswirkungen der Ausbaumaßnahmen auf das Wasser abgeschätzt. Die Gutachter der Mediation gehen dabei - auf einer nicht ganz identischen Fläche und unter der Annahme eines jeweils 150 m hindernisfreien Streifens - von einer Ist-Grundwasserneubildung von 224.000 m<sup>3</sup> pro Jahr (bei „mittleren klimatischen Verhältnissen“) und einer künftigen Neubildung von 352.000 m<sup>3</sup> ohne Versickerung von den versiegelten Flächen und 598.000 m<sup>3</sup> mit Versickerung von den versiegelten Flächen aus.

Aufgrund des geringen geplanten Versiegelungsgrades und der Umnutzung der Freiflächen zu Grasland sind Grundwasserabsenkungen nicht zu befürchten.

Aufgrund der Erfahrungen aus dem Bau der Startbahn West ist bekannt, dass sich die Veränderungen in der Größenordnung von deutlich unter einem halben Meter bewegen (Hessisches Landesamt für Bodenforschung (HLfB 1997) /21/. Signifikante Anstiege des Grundwasserspiegels sind nicht zu erwarten. Dies gilt insbesondere, da der Anfall von neugebildetem Grundwasser über das gesamte hydrologische Winterhalbjahr und Teile des hydrologischen Sommerhalbjahres verteilt erfolgt.

Der Effekt der veränderten Grundwasserneubildung wird in der langfristigen Betrachtung von den niederschlagsabhängigen Schwankungen des Grundwasserspiegels unter den günstigen Bedingungen der Vorzugsvariante Nordwest (überwiegend hoher Flurabstand) vollständig überlagert.

Bezogen auf den Gesamt-Untersuchungsraum sind Auswirkungen auf die Grundwasser- und Abflussverhältnisse nicht zu erwarten.

## **5.2 Abgrenzung und Bewertung der Eingriffe in Grund- und Oberflächengewässer durch Entwässerung und/ oder Aufstau bei Tunnelbauwerken**

Die Frage der Entwässerung der versiegelten Oberfläche kann die Verhältnisse des Mains als Vorfluter nur unwesentlich tangieren, wenn er als Vorflut in Anspruch genommen werden sollte (siehe hierzu Abschnitt 5.5). Die hydraulische Belastung des Main durch den Wasseranfall kann als niedrig eingestuft werden.

Nach den Unterlagen der Fraport (Fraport AG 2001 bzw. FAG 2000 b) /10/, /14/ ist vorgesehen, im Falle einer Realisierung dieser Variante den Flughafenring im Kreuzungsbereich mit dem Rollweg in eine Tunnellage zu bringen. Das Bauwerk weist eine Gesamtlänge von ca. 420 m auf, wobei je 2×170 m auf die Tunnelrampen mit einer Längsneigung von 4 % entfallen. Das Tunnelbauwerk hat eine Höhe von 7,5 m bis GOK und eine Breite von 27 m. Bei einer mittleren Geländehöhe um 100 m NN würde die Tunnelsohle demnach bei 92,5 m liegen. Die maximale Grundwasserhöhe liegt in diesem Bereich bei 92 m NN, so dass dieser Tunnel das Grundwasser wahrscheinlich nicht anschneiden wird. Ein geringfügiger Anschnitt kann jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden. Bezogen auf die Gesamtmächtigkeit des Aquifers wären wahrscheinlich weniger als 10 % des Aquifer-Querschnittes betroffen. Der Eingriff ist daher als unbedeutend zu bewerten.

Ein weiterer Tunnel ist für die Unterquerung der Luftverkehrsanlagen im Bereich der Okrif-teler Straße (K 823) geplant. Diese Tunneleinrichtung hat eine Gesamtlänge von 1.200 m, wobei je 2×300 m auf die Tunnelrampen mit einer Längsneigung von 4 % entfallen. Nach (Fraport AG 2001) /14/ beträgt die Tunnellänge 620 m. Das Tunnelbauwerk hat eine Höhe von 9,5 m bis GOK und eine Breite von 15 m. Bei einer mittleren Geländehöhe um 100 m NN würde die Tunnelsohle demnach bei 90,5 m liegen. Die maximale Grundwasserhöhe liegt nach den langfristigen Beobachtungen an der Messstelle 507168 bei 90,22 bis 91,47 m NN, so dass dieser Tunnel mit seinem Fundament das Grundwasser wahrscheinlich anschneiden wird. Der Anschnitt bewegt sich in einer Größenordnung von ca. 1 Meter. Bezogen auf die Gesamtmächtigkeit des Aquifers sind wahrscheinlich weniger als 10 % des Querschnittes betroffen. Der Eingriff ist daher als unbedeutend zu bewerten.

### **5.3 Gefährdungspotentiale durch Bau und Betrieb auf die genutzten Grundwasservorkommen**

Ein Abtragen der Böden aus baulichen Gründen wird aufgrund des in der Regel feinkornärmeren Unterbodens die Wasserdurchlässigkeit tendenziell weiter erhöhen und das Schwermetall- und Nitratrückhaltevermögen weiter absenken. Potenzielle Stoffverlagerungen in das Grundwasser werden durch die höhere Grundwasserneubildung (siehe Kapitel 3.7) begünstigt.

Zeitlich limitierte Gefährdungspotentiale entstehen beim Bau der Betriebsflächen durch die Rodung (potenziell kurzfristig verstärkter Nitrateintrag in das Grundwasser), oberflächennahe Tiefbauarbeiten, ggf. tiefgreifenden Bodenaushub und Freilegung der Grundwasseroberfläche durch Grundwasserabsenkung in Teilbereichen (IF 2001d) /33/.

Diese Effekte sind aufgrund der Kürze der Einwirkung als nicht bedeutend zu bewerten.

Dauerhafte erhöhte stoffbezogene Gefährdungspotentiale durch den Betrieb der Landebahn entstehen nicht.

Der potenziellen Erhöhung der Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers kann durch die in Kapitel 5.6. genannten Maßnahmen begegnet werden.

Im Hinblick auf die Förderung im Wasserwerk Hattersheim sind sie aufgrund der langen Fließzeiten, der Verdünnung sowie der großen Entfernung zur untersuchten Förderanlage nach Ansicht des Institutes Fresenius nicht relevant. Aufgrund des Teilzustromes zu den Brunnen der Firma InfraServ (nördliche Mönchhofbrunnen) wird hinsichtlich dieser Förderung eine höhere Relevanz gesehen, obwohl der Zustrom zu diesen Brunnen nur zu einem Teil aus dem Bereich der Vorzugsvariante Nordwest erfolgt. Der Brunnen der Firma Ticona ist aufgrund der Anstromrichtung nicht tangiert.

Der quantitative Effekt auf die Trinkwassergewinnungsanlagen Hattersheim ist nach Ansicht des Institutes Fresenius vernachlässigbar, da nach den in den zitierten Gutachten der TGU festgehaltenen Beobachtungen (Basis Messungen 1996) in der Ist-Situation der Förderung kein Zufluss von der südmainischen Seite des Mains stattfindet. Im Szenario 1 findet ein schwacher Zufluss mit sehr langen Fließzeiten statt; im Szenario 2 steigt aufgrund Ausschöp-

fung des Grundwasserdargebotes der Uferfiltratanteil überproportional an. Das Dargebot aus dem Ausbaubereich spielt daher nach Ansicht des Institutes Fresenius in allen Szenarien lediglich eine untergeordnete Rolle. Ein qualitativer Effekt wird erscheint daher ebenso unwahrscheinlich.

Die laufenden Sanierungsmaßnahmen (LCKW und Nitrat im Oberstrom der Vorzugsvariante Nordwest sowie Caltex im Abstrom) werden durch den geplanten Bau und Betrieb nach Auffassung des Institutes Fresenius nicht beeinträchtigt.

Die o. g. Abholzung könnte aufgrund der festgestellten Fließrichtung die Grundwasserqualität der Grundwasserblänke Mönchwaldsee zeitweise beeinträchtigen. Dies ist aufgrund der Kürze der Einwirkung als nicht bedeutend zu bewerten.

Aufgrund der festgestellten Fließrichtung des Grundwassers wird eine potenzielle Beeinflussung des Staudenweihers und der beiden kleineren Wasserflächen für unwahrscheinlich erachtet.

#### **5.4 Beeinträchtigungen von wasserwirtschaftlichen Nutzungen**

Generell ergibt sich aus den in Kapitel 3.4 angestellten Betrachtungen, dass das im Normalbetrieb eingesetzte Stoffpotential nicht zu einer Konkretisierung der theoretischen potenziellen Grundwassergefährdung führt. Der Betrieb der Vorzugsvariante Nordwest als Landebahn wird vor dem Hintergrund des diskutierten Stoffspektrums nicht zu einer Grundwassergefährdung und damit zu keinen Qualitätseinbußen sowohl der Entnahmen der Firma InfraServ als auch im Wasserwerk Hattersheim führen.

Bezogen auf die Wassergewinnungsanlage Hattersheim ist davon auszugehen, dass bei allen Entnahmeszenarien lediglich mit einem untergeordneten Grundwasserzustrom aus dem Bereich der geplanten Landebahn der Vorzugsvariante Nordwest zu rechnen ist. Der Zustrom von der Südseite des Mainufers zu den Brunnen des Wasserwerkes Hattersheim der Mainova AG stellt bei allen Szenarien nur einen vergleichsweise kleinen Anteil am Gesamt-Zustrom dar. Die Wasserqualität wird wesentlich stärker durch die Beschaffenheit des Hauptzustromes, d. h. aus nördlicher Richtung sowie aus dem Uferfiltrat bestimmt. Hinzu kommen sehr lange Fließzeiten mit der Möglichkeit des Stoffabbaus in der gesättigten Zone. Potenzielle Qualitätsveränderungen des zuströmenden Grundwassers wirken sich demnach quantitativ

und qualitativ nur in geringem Umfang bei der Grundwasserförderung aus. Eine potenzielle Gefährdung dieser Wassergewinnungsanlage wird daher - auch in Relation zu der starken Verflechtung von Flughafenbetrieb und Trinkwassergewinnung im Frankfurter Stadtwald - als sehr unwahrscheinlich angesehen. Eine Beeinflussung des im Wasserwerk Hattersheim geförderten Grundwassers ist nach Ansicht des Institutes Fresenius daher nicht zu erwarten.

Die Brunnen der Firma InfraServ (außer Ticona) liegen teilweise im Zustrom von der Vorzugsvariante Nordwest. Im „worst-case“-Fall (d. h. bei Ausfall der präventiven Maßnahmen und der Grundwassergüteüberwachung) wären von einem geschädigten Grundwasservorkommen Teile des Einzugsgebietes der Brunnen der Firma „InfraServ“ betroffen. In diesem Fall müsste durch hydraulische Maßnahmen, zum Beispiel die Einrichtung einer hydraulischen Sperre durch Schutzinfiltration, die Entnahme durch Versickerung von aufbereitetem Mainwasser sichergestellt werden. Diese Technik wird seit langer Zeit erfolgreich im Schwanheimer Wald zur Abwehr des Nitrat- und LCKW-Schadens angewandt. Zur Positionierung der Schluckbrunnen und Dimensionierung der Versickerungsleistung sind detaillierte hydrogeologische Untersuchungen des betreffenden Gebietes erforderlich.

Falls hydraulische Maßnahmen nicht greifen sollten, müssten bedeutende Wasserrechte der Firma InfraServ (Mönchhofbrunnen, max. 5,5 Mio. m<sup>3</sup>/ Jahr) substituiert werden.

Die Brunnen liegen in einer Kette entlang der B 43 in der Nähe des Geländes der ehemaligen Caltex-Raffinerie bzw. auf dem Ticona-Werks Gelände. Hydrogeologisch wird der Zustrom aus dem Oberstrom durch Mainuferfiltrat unterstützt. Insofern ist die Substitution der Brunnen nur im Nahbereich denkbar. Nordwestlich der heutigen Brunnenlage befindet sich jedoch die ehemalige Caltex-Raffinerie, auf der weiterhin eine hydraulische Sanierung betrieben wird. Dies gilt auch für den Bereich des Tanklagers südlich der A 3. Eine mainnahe Substitution in Richtung Kelsterbach läge weiterhin abstromig der Vorzugsvariante Nordwest und würde darüber hinaus die Unterströmung des Mains in Richtung auf das Wasserwerk Hattersheim verändern.

Eine Substitution dieser Brunnen allein durch Grundwasser erscheint daher als nicht möglich. Denkbar wäre, analog zu den Verhältnissen im Frankfurter Stadtwald, eine Anreicherung des Grundwassers durch aufbereitetes Mainwasser und Förderung nach Bodenpassage. Dem steht die komplexe hydrogeologische Situation in der Nähe der Fördereinrichtungen entgegen. Eine

ersatzweise Einspeisung von gefördertem Grundwasser in der Größenordnung von ca. 4,4 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr, beispielsweise aus dem Ried, erscheint als nicht wünschenswert, da damit die Riedwasserförderung um ca. 4 % ausgeweitet werden müsste.

Hinsichtlich der laufenden Sanierungen der Grundwasserschäden Nitrat, LCKW und Caltex (siehe Kapitel 3.6) sind nach Auffassung des Institutes Fresenius keine Vorsorgekonzepte notwendig, da diese Sanierungen durch den geplanten Bau und Betrieb nicht beeinträchtigt werden.

### **5.5 Aussagen zu Versickerungs- bzw. Entwässerungskonzepten**

Es wird von der Annahme ausgegangen, dass Schmutzwasser im Bereich der Bahnen und der Infrastruktur nicht anfällt. Das die Qualität des abzuführenden Wassers steuernde Stoffpotential beim Betrieb einer Start- und Landebahn ist im Band „Allgemeine Angaben“ (IF 2001 d) /33/ beschrieben.

Folgende Möglichkeiten zur Ableitung des Niederschlagswassers stehen grundsätzlich zur Verfügung:

- 1 linien- bzw. flächenhafte Einleitung in das Grundwasser durch Versickerung
- 2 punktförmige Einleitung in das Grundwasser nach Qualitätskontrolle (z. B. Versickerungsanlage, Schluckbrunnen), ggf. mit Separierung und Behandlung der mit Enteisungsmitteln belasteten Niederschlagswässer, z. B. Indirekteinleitung in eine Kläranlage
- 3 Direkteinleitung in ein oberirdisches Gewässer, ggf. mit Separierung und Behandlung der mit Enteisungsmitteln belasteten Niederschlagswässer, z. B. Indirekteinleitung in eine Kläranlage

In allen Fällen wären wasserrechtliche Erlaubnisbescheide erforderlich. Im letzten Fall ist zusätzlich eine Genehmigung von den Betreibern der Abwasseranlagen (Kanalisation und Kläranlagen) einzuholen.

Zu 1: Aufgrund der in der Ist-Situation (2000) vorliegenden guten Erfahrungen mit der Abbaukontrolle im Sickerwasserschacht (IF 2001d) /33/ ist das Institut Fresenius der Ansicht, dass eine linien- bzw. flächenhafte Einleitung in das Grundwasser durch Versickerung eine

Lösung darstellt, die bei relativ geringen Aufwendungen einen hohen Nutzen für die Grundwasserbilanz darstellt.

Das bei der Bahnentwässerung anfallende Wasser wird im Winterbetrieb lediglich Reste von Bewegungsflächenenteisern aufgrund der Nutzung als reine Landebahn, aber keine Rückstände von Flugzeug-Vereisungsschutzmitteln enthalten.

Zu 2: Eine zentrale Versickerung für die nicht mit Enteisern kontaminierten Niederschlagswasser erscheint gleichfalls machbar. Der notwendige Flächenbedarf für eine zentrale Versickerungsanlage, ähnlich der des Betriebsbereiches Süd, ist aus der Sicht des Institutes Fresenius vorstellbar. Der ausreichende Flurabstand ließe dies zu. Die Schaffung der Möglichkeit der Separierung belasteten Niederschlagswassers erfordert Rückhaltebecken und Einrichtungen zur Qualitätskontrolle.

Zu 3: Die geringe Entfernung des Entwässerungsbereiches zu dem leistungsfähigen Vorfluter Main würde relativ geringe Aufwendungen zum Bau und Betrieb der entwässerungstechnischen Anlagen erfordern. Die Schaffung der Möglichkeit der Separierung belasteten Niederschlagswassers erfordert Rückhaltebecken und Einrichtungen zur Qualitätskontrolle.

Zu 2 und 3: Die Ableitung der mit Enteisern belasteten Niederschlagswässer in den Winterdienstzeiträumen zur Kläranlage Frankfurt-Sindlingen, unter Mitbenutzung der Entwässerungsanlagen der Stadt Kelsterbach, erscheint machbar.

Alle Entwässerungsanlagen erfordern gleichfalls ein sicheres Steuerungs- und Überwachungssystem, um Belastungen der Umwelt in den genehmigten Grenzen zu halten.

Zur Auswahl der optimalen Ableitungsmöglichkeit wird auf die Betrachtung des anfallenden Stoffpotentials (IF 2001d) /33/ zurückgegriffen. Vor diesem Hintergrund sowie aufgrund der großen Nähe dieser Variante zu Trinkwassergewinnungsanlagen hält das Institut Fresenius – unter Berücksichtigung der Nutzung des durch die Firma InfraServ geförderten Grundwassers auch zu Trinkwasserzwecken - folgende Entwässerungsarten für die Vorzugsvariante Nordwest für denkbar:

- prioritär linien- bzw. flächenhafte Einleitung in das Grundwasser durch Versickerung, gekoppelt mit einem Grundwassermonitoringsystem
- punktförmige Direkteinleitung in das Grundwasser nach Qualitätskontrolle, gekoppelt mit einem Grundwassermonitoringsystem mit Separierung und Behandlung der mit Enteisungsmitteln belasteten Niederschlagswässer, z. B. Indirekteinleitung in bestehenden Kläranlagen der Stadt Frankfurt
- Direkteinleitung in ein oberirdisches Gewässer mit Separierung und Behandlung der mit Enteisungsmitteln belasteten Niederschlagswässer, z. B. Indirekteinleitung in bestehenden Kläranlagen der Stadt Frankfurt

Aus der Sicht des Institutes Fresenius überwiegen bei einer linien- bzw. flächenhafte Einleitung in das Grundwasser durch Versickerung, gekoppelt mit einem Grundwassermonitoringsystem trotz der empfindlichen unterstromigen Nutzung die Vorteile. Durch die Nutzungsänderung von Wald in Grasland steigt bei dem geplanten geringen Versiegelungsgrad die Grundwasserneubildung an, was zumindest teilweise einen Ausgleich für die Entnahme darstellt.

Negative Auswirkungen auf die Grundwasserqualität sind aufgrund der Nutzung der Vorzugsvariante Nordwest als reine Landebahn im Analogieschluss zu den langjährigen Erfahrungen im Bereich des bestehenden Flughafengeländes nicht zu erwarten. Gegenüber dem Stoffpotential im bestehenden Start-/Landebahn-System entfallen die potenziellen Risiken durch Flugzeugenteisungsmittel und Kraftstoffüberläufe, da das im Bereich einer Landebahn zum Einsatz kommende Stoffinventar begrenzt ist (siehe IF 2001d) /33/. Zum Vergleich: aufgrund der guten Erfahrungen mit stickstofffreien Enteisungsmitteln ist deren Einsatz in der Ist-Situation 2000 auch im Südteil der Startbahn West, d. h. innerhalb einer Schutzzone III B, zulässig (Nachtragsbescheid 79.31.1 WW-138-93-Kö/msa vom 10.09.1997 der Unteren Wasserbehörde der Stadt Frankfurt).

Aus den Ergebnissen zur Deposition von Stickoxiden (siehe IF 2001d) /33/ kann auch abgeleitet werden, dass eine Nutzungsänderung von Wald zu Grünland im Nahbereich der Vorzugsvariante Nordwest aufgrund der starken Verringerung der trockenen Deposition in den direkt von der Nutzungsänderung betroffenen Bereichen zu einer starken Abnahme des Säu-

reeintrages in den Boden führen wird. Durch die oberstromige Lage der Vorzugsvariante Nordwest zu den Entnahmeeinrichtungen der Firma InfraServ kann sich dies ebenfalls positiv auf die Qualität des Grundwassers auswirken.

Dem Präventionsgedanken ist darüber hinaus durch die Kopplung der linien- bzw. flächenhaften Einleitung mit einem Grundwasser-Monitoringsystem Rechnung getragen.

### **5.6 Aussagen zu Schutz- und Vorsorgekonzepten bezüglich des Schutzgutes Wasser**

Wie in der obenstehenden Kapiteln dargestellt, sind wasserwirtschaftliche Nutzungen bei einem regulären Normalbetrieb weder qualitativ noch quantitativ gefährdet. Gleichwohl besteht eine Grundwasserverschmutzungsempfindlichkeit, der durch Präventionsmaßnahmen wirksam begegnet werden kann.

Daher sollte - analog zum umgesetzten Schutzkonzept im Oberstrom der Trinkwassergewinnung im Frankfurter Stadtwald - die Erweiterung des bestehenden Monitoringsystems (IF 2001d und Fraport AG ohne Jahr) /15/, /33/ durchgeführt werden.

Im „worst-case“-Fall (d. h. bei Ausfall der präventiven Maßnahmen und der Grundwassergüteüberwachung) wären von einem geschädigten Grundwasservorkommen - in Abhängigkeit von der Fördermenge - nur kleine Teile des Einzugsgebietes der Brunnen betroffen. In diesem Fall müsste durch hydraulische Maßnahmen nahe des potenziellen Schadenszentrums, zum Beispiel der Wasserentnahme aus vorhandenen Brunnen und Behandlung sowie Reversickerung oder aber der Einrichtung einer hydraulischen Sperre durch Schutzinfiltration, sichergestellt werden. Diese Techniken werden seit langer Zeit erfolgreich im Schwanheimer Wald zur Abwehr und Sanierung des Nitrat- und LCKW-Schadens angewandt.

Die Wasserqualität des Mönchwaldsees könnte aufgrund der Nitratproblematik bei Waldrodung kurzzeitig nachteilige Veränderungen erfahren. Es ist nicht auszuschließen, dass der Nitratgehalt in diesem Grundwasseraufschluss kurzzeitig ansteigt. Auch in diesem Zusammenhang wird die Installation eines Monitoringsystems, bestehend aus Überwachungsmessstellen und regelmäßigen Kontrollmessungen, für notwendig gehalten.

## 6 Zusammenfassung

Im Bereich der Vorzugsvariante Nordwest weisen die Böden geringe bis sehr geringe Sorptionskapazitäten, ein geringes Schwermetallrückhaltevermögen und ein geringes Nitratrückhaltevermögen auf. Die Wasserdurchlässigkeit ist im Allgemeinen als hoch einzustufen. Das überwiegend sandig-kiesige Ausgangssubstrat weist weitgehend hohe Durchlässigkeiten und geringe Puffer- und Filterfähigkeiten auf. Im Bereich der untergeordnet vorhandenen schluffig-tonigen Einlagerungen sind die Puffer- und Filterfähigkeiten als mittel zu beurteilen.

Der Grundwasserflurabstand liegt bei ca. 11 m im Osten der Variante. Im Westen liegt der Grundwasserflurabstand bei ca. 6 m. Lokal ist ein kleinerer Bereich mit Flurabständen zwischen 1 und 5 m dokumentiert. Hier ist möglicherweise ein lokaler schwebender Grundwasserleiter ausgebildet.

Hauptsächlich sind die in der Kelsterbacher Tiefscholle üblichen Sande und Kiese, untergeordnet Schluffe und Tone, verbreitet. Lokal treten im Bereich der Vorzugsvariante Nordwest Schluffhorizonte auf.

Insgesamt liegt keine durchgehende hydraulisch wirksame Trennschicht zwischen Pleistozän und Pliozän vor. Die Pleistozänmächtigkeiten sind nordwestlich des Mains wesentlich geringer als südöstlich des Mains. Die Pliozänmächtigkeiten sind entsprechend höher. Aufgrund des gleichartigen Materials ist ein einheitlicher, nur im direkten Nahbereich des Mains durch eine Trennschicht unterteilter Grundwasserleiter ausgebildet.

Das Grundwasser ist im Allgemeinen schwach mineralisiert. Peripher zur Vorzugsvariante Nordwest liegen drei in Sanierung befindliche Grundwasserschäden (Grundwasserverunreinigung mit Nitrat, Grundwasserverunreinigung mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen, Grundwasserverunreinigung mit Kohlenwasserstoffen).

Bedeutende Entnahmen für industrielle Zwecke bestehen im Bereich zwischen Raunheim und Kelsterbach. Hier betreibt die Firma InfraServ eine Förderanlage auch für Trinkwasserzwecke sowie eine weitere Entnahme auf dem Werksgelände der Ticona AG. Die Förderung auf dem ehemaligen Firmengelände der Firma AKZO Faser (früher Enka) im Stadtbereich von Kelsterbach ist eingestellt. Westlich des Main (Hattersheim) liegt eine Trinkwassergewinnung der Mainova AG.

Hinsichtlich der Grundwasserneubildung ergibt sich aufgrund eines relativ geringen Versiegelungsgrades, unabhängig von der Art der zukünftigen Bahnentwässerung, ein positives Grundwasserneubildungspotential. Aus den Erfahrungen im Bereich der Startbahn West geht hervor, dass sich die Erhöhung des Grundwasserspiegels in einer Größenordnung bewegt, die innerhalb der langjährigen natürlichen Schwankungen liegt.

Die geplanten Tunnelbauwerke würden in das Grundwasser eingreifen und den Grundwasserleiter, bezogen auf die registrierten langjährigen Grundwasserhöchststände, in seinem Querschnitt leicht verringern. Die Eingriffe werden aus Sicht des Institutes Fresenius als unbedeutend bewertet.

In der Bauphase ist durch die Abholzung des Waldes infolge der Unterbrechung des Stickstoffkreislaufes zeitweise mit verstärktem Nitratreintrag ins Grundwasser zu rechnen. Dies ist aufgrund der Kürze der Einwirkung als nicht bedeutend zu bewerten.

Dauerhafte erhöhte stoffbezogene Gefährdungspotentiale durch den Betrieb der Landebahn entstehen nicht.

Durch die Auswertung der vorliegenden Unterlagen zeigte sich, dass der Zustrom von der Südseite des Mainufers zu den Brunnen des Wasserwerkes Hattersheim der Mainova AG nur einen kleinen Anteil am Gesamt-Zustrom darstellt. Potenzielle Qualitätsveränderungen des zuströmenden Grundwassers wirken sich demnach quantitativ und qualitativ nur in geringem Umfang bei der Grundwasserförderung aus. Eine potenzielle Gefährdung dieser Wassergewinnungsanlage wird daher als sehr unwahrscheinlich angesehen. Eine quantitative und qualitative Beeinträchtigung der hier betrachteten Wassergewinnungsanlage Hattersheim ist bei einem regulären Normalbetrieb nicht zu erwarten.

Oberflächengewässer werden durch die Vorzugsvariante Nordwest nicht dauerhaft tangiert.

Eine Gefährdung der laufenden Sanierungsmaßnahmen durch Bau und Betrieb besteht nach Auffassung des Institutes Fresenius nicht.

Für die Entwässerung wird die linien- bzw. flächenhafte Einleitung in das Grundwasser durch Versickerung präferiert.

Aus Präventionsgründen ist nach Auffassung des Institutes Fresenius analog zum umgesetzten Schutzkonzept im Oberstrom der Trinkwassergewinnung im Frankfurter Stadtwald die Erweiterung des bestehenden Grundwassermonitoringsystems inklusive einer präventiven Grundwassergüteüberwachung notwendig.

**Institut Fresenius**

**Chemische und Biologische Laboratorien GmbH**

**Geschäftsbereich Fresenius Umwelt Consult**

Dipl.-Geol. Claus-Peter Große

Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Langer

Dipl.-Geol. Claudia Selle

## **7 Verwendete Unterlagen**

### **7.1 Literaturverzeichnis**

- /1/ **Arbeitsgemeinschaft Baader/ Bosch (2001):** Umweltverträglichkeitsstudie (UVS)
- /2/ **Arcadis Trischler und Partner (2001):** Nitratkonzentrationen im Grundwasser, Stand Oktober 2000
- /3/ **Brechtel, H. M. (1973):** Ein methodischer Beitrag zur Quantifizierung des Einflusses von Waldbeständen verschiedener Baumarten und Altersklassen auf die Grundwasserneubildung in der Rhein-Main-Ebene. Z. dt. geol. Ges., 124, S. 593-605.
- /4/ **Brechtel, H. m & v. Hoyningen-Huene, J. (1979):** Einfluss der Verdunstung verschiedener Vegetationsdecken auf den Gebietswasserhaushalt. Schr.-R. dt. Verb. Wasserwirtschaft u. Kulturbau, 40, S. 172-233.
- /5/ **Cooperative Infrastruktur und Umwelt (1999):** Auswirkungen der Ausbaumaßnahme auf das Wasser. Stellungnahme im Auftrag der Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt. Darmstadt, 22.09.1999.
- /6/ **Deutsche Lufthansa Technik AG (DLH) (2000):** Schriftliche Informationen der Lufthansa Technik AG, Hamburg vom 18.07. und 29.08.2000 (E-Mail).
- /7/ **Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK) (Hrsg.) (1999):** Grundwassergefährdung durch Baumaßnahmen. DVWK-Materialien 3/1999.
- /8/ **Ellenberg, H., Mayer, R., Schaueremann, J. (1986):** Ökosystemforschung; Ergebnisse des Sollingprojektes 1966-1986.
- /9/ **Flughafen Frankfurt/Main AG (FAG-APF) (2000 a):** Schriftliche Auskunft der FAG Juli/August 2000
- /10/ **Flughafen Frankfurt/Main AG (FAG-APF) (2000 b):** Planunterlagen zur Vorzugsvariante Nordwest. August 2000
- /11/ **Flughafen Frankfurt/Main AG (FAG-APF) (2000 c)** Planunterlagen auf CD vom 28.06.2000
- /12/ **Flughafen Frankfurt/ Main AG (FAG-APF) (2000 d),** APF-GP: Plandaten (Stand 15.12.2000)
- /13/ **Flughafen Frankfurt/Main AG (FAG-GTS) (2000 e):** Schriftliche Auskunft FAG-GTS Juli 2000

- /14/ **Fraport AG (2001):** ROV-Unterlagen, Band B: Vorhabensbeschreibung – Entwurf -
- /15/ **Fraport AG (PSL-A) (ohne Jahr):** Archiv der Grundwassergüteüberwachung
- /16/ **Forstamt Mörfelden-Walldorf (2000):** Schriftliche Auskunft des Forstamtes Mörfelden-Walldorf August 2000
- /17/ **Haertlé, T. und Josopait, V. (1982):** Methodik und Arbeitsweise zur Anfertigung von Karten über die natürlichen Grundwasserschutzbedingungen. In: Institut für Stadtbauwesen der TU Braunschweig (Hrsg.): Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen 34, Anthropogene Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit in Niedersachsen, S. 91 - 110.
- /18/ **Hauschulz, J. (1959):** Gewässerkundliches Kartenwerk Hessen, Wiesbaden.
- /19/ **Hessische Forstliche Versuchsanstalt (1993):** Forstlich-ökologisches Beweissicherungsverfahren im Raum der Startbahn West des Frankfurter Flughafens; Maßnahmen gemäß Bescheid des Hessischen Ministers für Wirtschaft und Technik vom 31.03.1982. Untersuchungsprogramm innerhalb des Wasserrechtsverfahrens.
- /20/ **Hessisches Landesamt für Bodenforschung (HLfB) (1986):** Hydrogeologisches Gutachten über den Einfluss von Start- und Landebahnabfluss auf die Beschaffenheit des Grundwassers im Gebiet des Flughafens Frankfurt Main. Im Auftrag der Flughafen Frankfurt Main AG, Bestell-Nr. 028592.
- /21/ **Hessisches Landesamt für Bodenforschung (HLfB) (1997):** Gutachten über das hydrogeologische Beweissicherungsprogramm im Gebiet der Startbahn West am Flughafen Frankfurt Main.
- /22/ **Hessisches Landesamt für Bodenforschung (HLfB) (ohne Jahr):** Daten aus dem Bohrarchiv zu den Blättern GK 5916 und 5917
- /23/ **Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) (2000 a):** schriftliche Mitteilung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Wiesbaden (Juli 2000).
- /24/ **Hessische Landesanstalt für Umwelt (HlfU) (1999):** Umweltatlas Hessen. Wiesbaden.
- /25/ **Hessische Landesanstalt für Umwelt (HlfU) (Hrsg.) (1997):** Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Hessen – Begleitbroschüre zur gleichnamigen Übersichtskarte.

Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt. Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 219/97, Wiesbaden.

- /26/ **Hessische Landesanstalt für Umwelt (HlfU) (1996) Hydrologie in Hessen, Handbuch Teil III;** Landesgrundwasserdienst, Verzeichnis der Grundwassermessstellen, Stammdaten, Stand Juli 1996
- /27/ **Höltling, B. (1984):** Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 2. Auflage, Enke-Verlag, Stuttgart.
- /28/ **igi Niedermeyer Institute Untersuchen Beraten Planen GmbH (2000):** Flughafen- ausbau Frankfurt/Main. Unterlagen zur Abstimmung des vorläufigen Untersuchungs- rahmens für UVS (Teil A) und FFH-Verträglichkeitsuntersuchungen (Teil B). West- heim.
- /29/ **igi Niedermeyer Institute Untersuchen Beraten Planen GmbH (2000b):** Flughafen- ausbau Frankfurt/Main. Unterlagen zur Abstimmung des vorläufigen Untersuchungs- rahmens für UVS (Teil A) und FFH-Verträglichkeitsuntersuchungen (Teil B). Ergän- zende Erläuterungen. Westheim.
- /30/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 a):** Flughafen- ausbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 15.4: Hydrologie und Hydrogeolo- gie, Variante Süd, Taunusstein.
- /31/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 b):** Flughafen- ausbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 15.2: Hydrologie und Hydrogeolo- gie, Variantenunabhängige Flächen und Tunnelbauwerk, Taunusstein.
- /32/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 c):** Flughafen- ausbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 15.5: Hydrologie und Hydrogeolo- gie, Variante Nordost, Taunusstein.
- /33/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 d):** Flughafen- ausbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 15.1: Hydrologie und Hydrogeolo- gie, Allgemeine Angaben, Taunusstein.
- /34/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 e):** Flughafen- ausbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 11.3: Dokumentation und Bewer- tung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenverunrei- nigungen und Grundwasserschadensfällen, Variante Süd, Taunusstein.

- /35/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 f):** Flughafenbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 11.4: Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenverunreinigungen und Grundwasserschadensfällen, Variante Nordost, Taunusstein.
- /36/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 g):** Flughafenbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 11.2: Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenverunreinigungen und Grundwasserschadensfällen, Vorzugsvariante Nordwest, Taunusstein.
- /37/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2001 h):** Flughafenbau Frankfurt/Main Fachgutachten G 11.1: Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenverunreinigungen und Grundwasserschadensfällen, Variantenunabhängige Flächen und Tunnel, Taunusstein.
- /38/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (2000 i):** Grundwasseruntersuchungen im Bereich des Cargo Center 2. 25.04.2000
- /39/ **Institut Fresenius (IF) Chemische und Biologische Laboratorien GmbH (1994):** Risikoabschätzung für die US-Air-Base Rhein Main.
- /40/ **Institut Fresenius Chemische und Biologische Laboratorien (2000):** Grundwassergüte- und Abwasserüberwachung auf dem Flughafen Frankfurt Main. Jahresbericht 1999/2000.
- /41/ **Institut für angewandte Ökologie (Öko-Institut e.V.) (Hrsg.) (2000):** Mediation Flughafen Frankfurt, Ergebnisse zu Ö 13: Auswirkungen im Bereich Luftschadstoffe, Beschluss der Mediationsgruppe am 14.01.2000.
- /42/ **Mainova AG (2000):** Schriftliche Mitteilung der Mainova AG vom 27.07.00.
- /43/ **Neumann, K. & Wolff, K. (1997):** Vermeidung von Vegetationsschäden bei Grundwasserentnahmen – Bauen im Grundwasser, 25. Seminar der FGU Berlin, 26.-27.02.1997. S 3 – 19.
- /44/ **Regierungspräsidium Darmstadt (RP Darmstadt) (2001):** Raumordnungsverfahren nach dem Hessischen Landesplanungsgesetz (HPLG) und dem Raumordnungsgesetz (ROG), hier: Ausbau des Flughafens Frankfurt. Scopingtermin vom 02. bis 04. November 2000 („Unterrichtungsschreiben“).

- /45/ **Regierungspräsidium Darmstadt (RP Da) (Hrsg.) (1999):** Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried. Textteil und Anlagen Teil A: Grundlagen und Begründung, Teil B: Grundwassermodell, Teil C: Fachbeiträge. Darmstadt.
- /46/ **Regierungspräsidium Darmstadt (RP Da-StUA Darmstadt) (2000):** Schriftliche Mitteilung des RP, Da, Abteilung StUA Darmstadt vom 20.07.2000.
- /47/ **Regierungspräsidium Darmstadt (RP Da-StUA Hanau) (2000):** Schriftliche Mitteilung des RP, Da, Abteilung StUA Hanau vom 31.07.2000.
- /48/ **Rieke, F. (1981):** Wurzeluntersuchungen an Bäumen in Berliner Parken und Wäldern. In: Berliner Naturschutzblätter 636 –643, 663 – 670, 703 – 705, Berlin.
- /49/ **Rothe, A; Kölling, Chr.; Moritz, K. (1998):** Waldbewirtschaftung und Grundwasserschutz. In: Allgemeine Forstzeitung, Der Wald, Heft 6, S. 291 – 295.
- /50/ **TGU GmbH (1999):** Neugestaltung des Pumpwerkes Hattersheim – Ermittlung der künftigen realistischen Fördermengen unter Beachtung ökonomischer, ökologischer und wasserwirtschaftlicher Kriterien – Orientierende Vorstudie im Auftrag der Mainova AG
- /51/ **TGU GmbH (2000 a):** Schreiben der Firma TGU an die RWE-DEA vom 6. September 2000
- /52/ **TGU GmbH (2000 b):** Neugestaltung des Pumpwerkes Hattersheim – Grundwassermodell vom August 2000 (Auszug)
- /53/ **Verband der Chemischen Industrie (1990):** Umweltbereich Wasser, Band 13, Frankfurt.
- /54/ **Wasser- und Schifffahrtsamt Aschaffenburg (2001):** Information durch Mitarbeiter
- /55/ **Wessolek, G. (1989):** Einsatz von Wasserhaushalts- und Photosynthesemodellen in der Ökosystemanalyse. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Nr. 61, Schriftenreihe des Fachbereiches Landschaftsentwicklung der TU-Berlin. Berlin.

## 7.2 Kartenverzeichnis

Hydrogeologisches Kartenwerk Hessen M. 1:300.000, (Geologische Abhandlungen Hessen, Bd. 95), Herausgeber: Hessische Landesanstalt für Bodenforschung, Wiesbaden 1991.

Geologische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 5916 Hochheim a. Main, Herausgeber: Hessische Landesanstalt für Bodenforschung, Ausgabe 1969.

Geologische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 5917 Kelsterbach, Herausgeber: Hessische Landesanstalt für Bodenforschung, Ausgabe 1980.

Geologische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 6016 Groß-Gerau, Herausgeber: Hessische Landesanstalt für Bodenforschung, Ausgabe 1974.

Geologische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 6017 Mörfelden, Herausgeber: Hessische Landesanstalt für Bodenforschung, Ausgabe 1994.

Geologische Karte des Großherzogtums Hessen M. 1:25.000, Blatt Mörfelden, Herausgeber: Hessische Landesanstalt für Bodenforschung, Ausgabe 1891.

Topographische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 5916 Hochheim a. Main, Herausgeber: Hessisches Landesvermessungsamt, Ausgabe 1995.

Topographische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 5917 Kelsterbach, Herausgeber: Hessisches Landesvermessungsamt, Ausgabe 1996.

Topographische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 6016 Groß-Gerau, Herausgeber: Hessisches Landesvermessungsamt, Ausgabe 1997.

Topographische Karte von Hessen M. 1:25.000, Blatt Nr. 6017 Mörfelden, Herausgeber: Hessisches Landesvermessungsamt, Ausgabe 1996.

INTERPRETATION BK 50 NÖRDLICHE OBERRHEINEBENE: Sonderkarten „Nitrat- auswaschung“ und „Schwermetallfiltervermögen“ M. 1:50.000, 2 Blätter Nord- und Südteil ohne Erläuterung, Herausgeber: Hessische Landesanstalt für Bodenforschung, Ausgabe 1992

Flächenschutzkarte Hessen M. 1:50.000, L 5916 Frankfurt/Main/West, Hessisches Landesamt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie Gießen, Ausgabe 1997.

Flächenschutzkarte Hessen M. 1:50.000, L 6116 Darmstadt, Hessisches Landesamt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie Gießen, Ausgabe 1999.

## **8**    **Anhänge**

## **8.1 Anhang 1: Kartografische Darstellung der Hydrogeologie**

**8.2 Anhang 2: Kartografische Darstellung der Grundwasserverunreinigungen  
sowie der Messstellen**

**8.3 Anhang 3: Darstellung der Grundwasserhöhen (Stand 1996)**

**8.4 Anhang 4: Gerechnete Grundwasserströmung (2 Blätter)**

Variante 1 Entnahmemenge 8 Mio m<sup>3</sup>/a

Variante 2 Entnahmemenge 16 Mio m<sup>3</sup>/a