



**Dr.-Ing. Andreas Matheja Consulting Services**

Königsberger Str. 5  
30938 Burgwedel / OT Wettmar

fon: +49 511 / 762 - 3738  
mobil: +49 / 1607262809  
fax: +49 511 / 762 - 4002  
email: kontakt@matheja-consult.de

---

# **Operatives Monitoring und Integrative Mengenbewirtschaftung für den Grundwasserkörper Fuhse-Wietze**

-

## **Teilprojekt Wulbeck**

### **Kapitel 2**

#### **- Oberflächengewässer -**

**Auftraggeber:**

**Wasserverband Peine**

**Horst 6, 31226 Peine**

**Bericht Nr. 2006/2**

**Wettmar, Juli 2006**

## Inhaltsverzeichnis

|  | Seite |
|--|-------|
| 1 Darstellung des Untersuchungsgebietes.....   | 6     |
| 2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und des Gewässerverlaufs.....   | 6     |
| 2.2 Hydrologische Grundlagen .....   | 8     |
| 3 Ergebnisse der Grundlagenermittlung.....   | 13    |
| 3.1 Aufnahme von ausgewählten Querschnitten der Wulbeck.....   | 13    |
| 3.2 Aufnahme von Nebengewässern und Entwässerungsgräben.....   | 13    |
| 3.3 Überprüfung auf Sackungen auf ausgewählten Schlägen.....   | 14    |
| 3.4 Wasserstandsganglinien an ausgewählten Pegeln .....  | 15    |
| 3.5 Synoptische Aufnahme des Systemzustandes .....   | 19    |
| 4 Zusammenführung und Interpretation von Pegeldata (OF-Gewässer und Grundwasser).....                                  | 21    |
| 4.1 Zusammenführung von Wasserstandsganglinien und Grundwasserständen an ausgewählten Pegeln .....                     | 21    |
| 4.2 Ableitung trocken fallender Gewässerabschnitte und zeitliche Ausdehnung des Trockenfallens .....                   | 24    |
| 5 Aufbau des hydrodynamischen Modells.....   | 26    |
| 5.1 Allgemeines .....  | 26    |
| 5.2 Grundlagen des hydrodynamischen Modells .....  | 27    |
| 5.3 Aufbau der Systemgeometrie .....   | 28    |
| 5.3.1 Allgemeines .....  | 28    |
| 5.3.2 Zusätzliche Vermessung .....   | 28    |
| 5.4 Kalibrierung des hydrodynamischen Modells .....  | 28    |
| 6 Untersuchung von Maßnahmen zur Niedrigwasseraufhöhung der Wulbeck .....  | 30    |
| 6.1 Allgemeines .....  | 30    |
| 6.2 Auswirkungen der einzelnen GW-Maßnahmen auf den kumulativen Basisabfluss und die Wasserstände in der Wulbeck ..... | 32    |
| 6.3 Auswirkungen der einzelnen OF-Maßnahmen auf den kumulativen Basisabfluss und die Wasserstände in der Wulbeck ..... | 35    |
| 7 Integrative Mengenbewirtschaftung und Operatives Monitoring .....  | 39    |
| 7.1 Ableitung einer Integrativen Mengenbewirtschaftung.....  | 39    |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 7.2 | Konzeption eines operativen Monitorings.....      | 40 |
| 7.3 | Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse ..... | 41 |
| 8   | Verwendete Unterlagen.....                        | 43 |

## **Abbildungen und Tabellen**

|  | Seite |
|--|-------|
| Abbildung 2-1: Untersuchungsgebiet für die Ableitung einer Integrativen Mengenbewirtschaftung (Kartengrundlage: Topographische Karte 1:50.000, © LGN Hannover, 2004) | 7     |
| Tabelle 2-1: Berücksichtigung der Teileinzugsgebiete der Nebengewässer und Ermittlung des Direkteinzuges für verschiedene Abflüsse                                   | 10    |
| Abbildung 2-2: Q-h-Beziehung am Pegel Meitze (GEWÄSSERKUNDLICHER LANDESDIENST, 2004)   | 10    |
| Tabelle 3-1: Wasserstände an den Pegeln Nr. 11 und Pegel Nr. 12 im oberen Einzugsgebiet der Wulbeck  | 15    |
| Tabelle 3-2: Wasserstände an den Pegeln Nr. 15 und Pegel Nr. 26 im Bereich Trendelmoor - Hastbruch   | 16    |
| Tabelle 3-3: Wasserstände an Pegel Nr. 13, Pegel Nr. 3 und Pegel Nr. 7 an der Mündung des Tiefenbruchsgrabens  | 18    |
| Tabelle 3-4: Wasserstände am Pegel Nr. 1 oberhalb der Fassungen des WW Fuhrberg  | 19    |
| Abbildung 4-1: Abflüsse der Wulbeck am Pegel Fuhrberg im Zeitraum 06/2005 bis 12/2005 (ENERCITY AG, 2006)  | 23    |
| Abbildung 4-2: Abflüsse der Wulbeck am Pegel Fuhrberg im Zeitraum 01/2006 bis 06/2006 (ENERCITY AG, 2006)  | 24    |
| Tabelle 6-1: Kumulative Basisabflüsse für die untersuchten GW-Maßnahmen und den repräsentativen Niedrigwasserzustand   | 31    |
| Abbildung 6-1: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 1  | 33    |
| Abbildung 6-2: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 2 und die GW-Maßnahme 3  | 33    |
| Abbildung 6-3: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 4, die GW-Maßnahme 5 und die GW-Maßnahme 6                               | 34    |
| Abbildung 6-4: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 7  | 34    |
| Abbildung 6-6: Wasserstände in der Wulbeck für die OF-Maßnahmen 1 bis 5  | 36    |
| Tabelle 6-2: Abschätzung des maximalen Speichervolumens in Nebengewässern und Entwässerungsgräben bei bordvollem Einstau   | 37    |

Abbildung 6-7: Für die Ermittlung des Speichervolumen berücksichtigte Nebengewässer und Entwässerungsgräben entlang der Wulbeck (die Wulbeck wurde nur zur besseren Orientierung aufgenommen, in der Bilanzierung jedoch nicht berücksichtigt)

38

## **1 Darstellung des Untersuchungsgebietes**

### **2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und des Gewässerverlaufs**

Für die Ableitung einer Integrativen Mengenbewirtschaftung war es notwendig, das Untersuchungsgebiet entsprechend weit zu fassen (Abbildung 1-1), um auch die Möglichkeiten einer Erweiterung des heutigen Einzugsgebietes der Wulbeck abschätzen zu können.

Die Wulbeck entwässert Teile der Hannoverschen Moorgeest zwischen Neuwarmbüchen-Oldhorst (Oldhorster Moor) und Wieckenberg (Gemeinde Wietze). Sie durchfließt hierbei auf einer Länge von ca. 24 km die naturräumliche Region „Weser-Aller-Flachland“ (AGWA, 2003a).

Nebendem „natürlichen“ Gewässerverlauf wurden beidseits der Wulbeck ausgedehnte Grabensysteme zum Zwecke der Entwässerung geschaffen. Um die Vorflut sicherzustellen wurde auch das Gewässerprofil der Wulbeck maßgeblich verändert (Beseitigung von Mäandern, Aufweitung und Vertiefung der Sohle, Einführung eines Regelprofils etc.). Diese Maßnahmen begannen bereits im ausgehenden 19. Jahrhundert und dauerten bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts an. Teilweise ist der alte Verlauf der Wulbeck (z.B. im Sanderbereich zwischen Hastbruch und Fuhrberg) noch heute im Gelände erkennbar.

Die zum Zwecke der Entwässerung durchgeführten Umbaumaßnahmen wurden durch den Aufbruch der hier verbreiteten Rasen-Eisenstein-Schichten noch verstärkt. Hierdurch wurden Bereiche mit Staunässe konsequent trocken gelegt, was wiederum den Abfluss aus dem Einzugsgebiet beschleunigte.

Begehungen des Einzugsgebietes zeigen, dass die Entwässerung sehr konsequent und erfolgreich durchgeführt wurde. Die ehemals herrschenden Zustände haben sich somit deutlich verändert.

Dies zeigt sich bereits etwa 300 m oberhalb der L383, wo die Wulbeck nach der Vereinigung zweier größerer Gräben, die ihren Ursprung im Oldhorster Moor haben, beginnt. Schon im ausgehenden Winter sind die landwirtschaftlichen Flächen des Oldhorster Moores südlich der L383 relativ trocken und i.a. befahrbar.

Schon in diesem noch relativ unbeeinflussten Gewässerabschnitt unterhalb der L383 zeigt sich schon im Winter, dass nur noch ein begrenzter Abfluss zur Verfügung steht, der bei weiterer Abnahme im Frühjahr für die Sicherstellung einer Mindestwasserführung im Sommer nicht ausreichend ist. Diese rein subjektive Feststellung wurde durch die Abflussmessung der synoptischen Aufnahme bestätigt.

Unmittelbar unterhalb der L383 folgen in der Wulbeck mehrere Sohlabstürze, bevor von links aus Richtung Thönse/Oldhorst ein größerer Graben einmündet.

Die Wulbeck beschreibt dann einen weiten Linksbogen. Das hier noch relativ schmale Tal verläuft zwischen den umgebenden Sanderflächen. Die Wulbeck quert dann die K119

(Engensen-Schillerslage) und durchfließt bis zur K117 (Engensen-Ramlingen) ein durch einzelne Wiesen aufgelockertes Waldgebiet.



Abbildung 1-1: Untersuchungsgebiet für die Ableitung einer Integrativen Mengenbewirtschaftung (Kartengrundlage: Topographische Karte 1:50.000, © LGN Hannover, 2004)

Nach der Querung der K117 durchsticht die Wulbeck in einem engen Kerbtal den Sanderbereich Lahberg-Ramlingen, bevor sich ihr Tal im Bereich Fuchsberg aufweitet. Vor der Querung der DB-Strecke Hannover-Hamburg nimmt sie von rechts einen starken Zuleiter aus dem Trendelmoor auf.

Nach der DB-Strecke Hannover-Hamburg geht die Wulbeck in den Hastbruch über.

Nach der Durchquerung des Hastbruchs nimmt die Wulbeck den von links einmündenden Alten Graben und den Tiefenbruchsgraben ( $A_{E0} = 19,7 \text{ km}^2$ ) auf, um dann die anstehenden Sanderflächen in Richtung Fuhrberg zu durchstoßen.

Nach der Durchquerung der Fuhrberger Wälder (Fuhrenkampsgehege/Lindhorst) quert sie die L310 (Fuhrberg-Celle) und fließt ca. 1 km nordöstlich am Wasserwerk Fuhrberg vorbei. Die Wulbeck verläuft jetzt nahezu geradlinig in nordwestlicher Richtung.

Etwa 3 km südlich der Ortslage Wieckenberg (Gemeinde Wietze) verlässt die Wulbeck das ausgedehnte Waldgebiet des Bärenbruchs und wendet sich nach Norden in Richtung ihrer Mündung in die Wietze, die sie am südlichen Ortsrand von Wieckenberg erreicht.

Die Größe des Einzugsgebietes der Wulbeck beträgt  $A_{E0} = 107,6 \text{ km}^2$ .

Für die Sicherstellung ausreichender Grundwasserstände wurden im Rahmen der Ausbauplanung bzw. in den hierfür vorgelegten Konzepten an mehreren Punkten der Wulbeck Kulturwehre in Form von Dammbalkenverschlüssen vorgesehen. Diese sind heute noch sichtbar (z.B. an der Straßenbrücke Wettmar-Wulfshorst), werden jedoch nicht mehr unterhalten. Durch eine geschickte Ausnutzung derartiger Strukturen (z.B. zwei Dammbalken mit einer Höhe von jeweils 5 cm für einen temporären und biologisch vertretbaren Aufstau der Wulbeck) wäre eine Niedrigwasseraufhöhung sehr einfach möglich.

In die Grundlagenermittlung wurde das obere Einzugsgebiet des Adamsgrabens bis etwa 500 m unterhalb der DB-Strecke Hannover-Hamburg einbezogen, um die Möglichkeiten eines Anschlusses dieses Gebietes an die Wulbeck zu untersuchen. Der Adamsgraben entspringt am östlichen Rand der Ortschaft Dasselsbruch und fließt dann geradlinig in nordwestlicher Richtung in Richtung DB-Strecke Hannover-Hamburg.

## 2.2 Hydrologische Grundlagen

Für das in Kapitel 2.1 abgegrenzte Untersuchungsgebiet stehen die folgenden Pegel an den Gewässern Wulbeck und Wietze zur Verfügung:

### In der Wulbeck:

- Pegel Weide (HARZWASSERWERKE, 2006)
- Pegel Bennwiesen (HARZWASSERWERKE, 2006)
- Pegel Im Brand (HARZWASSERWERKE, 2006)
- Pegel Hastbruch (29005) (ENERCITY AG, 2006)

- Pegel Fuhrberg (29069) (ENERCITY AG, 2006)
- Pegel Wieckenberg (29002) (ENERCITY AG, 2006)

## In der Wietze:

- Pegel Reuterdamm (39008) (ENERCITY AG, 2006)
- Pegel Meitze (DGJ, 2002)
- Pegel Hellern (29001) (ENERCITY AG, 2006)
- Pegel Wieckenberg (DGJ, 1999)

Weitere gewässerkundliche Angaben zu den verwendeten Pegeln finden sich in Anlage 5. Um einen Eindruck über die Hydrologie des Untersuchungsgebietes zu vermitteln, sind im folgenden die Hauptwerte maßgebender Pegel aufgeführt.

## Pegel Reuterdamm (39008) ( $A_{E0} = 150 \text{ km}^2$ ):

Die am Pegel Reuterdamm eingesteuerten Abflüsse wurden aus den Angaben des Pegels Meitze berechnet (vergl. Tabelle 1-1), da am Pegel Reuterdamm infolge des kurzen Beobachtungszeitraumes (seit 1998 in Betrieb) noch keine Q-h-Beziehung vorliegt.

Die Hauptwerte der Wasserstände wurden aus den vorliegenden Messungen abgeleitet (ENERCITY AG, 2006):

$$\begin{aligned} \text{MNW}_{2001-2005} &= 46,94 \text{ mNN} \\ \text{MW}_{2001-2005} &= 47,16 \text{ mNN} \\ \text{MHW}_{2001-2005} &= 48,06 \text{ mNN} \end{aligned}$$

## Pegel Meitze ( $A_{E0} = 242 \text{ km}^2$ ):

Die am Pegel Meitze auftretenden Abflüsse wurden aus dem DEUTSCHEN GEWÄSSERKUNDLICHEN JAHRBUCH des Jahres 1998 (DGJ, 1998) entnommen bzw. aus den aktuellen Datenblättern des GEWÄSSERKUNDLICHEN LANDESDIENSTES (2004) gewonnen:

$$\begin{aligned} \text{MNQ}_{1966-2002} &= 0,454 \text{ m}^3/\text{s} && \text{(Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 2000)} \\ \text{MQ}_{1966-2002} &= 1,66 \text{ m}^3/\text{s} && \text{(Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 2000)} \\ \text{MHQ}_{1966-2002} &= 8,72 \text{ m}^3/\text{s} && \text{(Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 2000)} \end{aligned}$$

Der am Pegel Meitze ermittelte Abfluss wurde entsprechend der Größen der maßgeblichen Teileinzugsgebiete auf die Fließstrecke der Wietze aufgeteilt. Die Nebengewässer wurden jeweils an ihrer Mündung eingesteuert. Der Direkteinzug wurde linear auf die Fließstrecke des Direkteinzugsgebietes verteilt. Die Teileinzugsgebiete und die sich ergebenden Abflüsse sind in Tabelle 2-1 bzw. Tabelle 2-2 dargestellt. Die lineare Verteilung setzt eine gleichmäßige Reaktion des Einzugsgebietes voraus.

Tabelle 1-1: Berücksichtigung der Teileinzugsgebiete der Nebengewässer und Ermittlung des Direkteinzuges für verschiedene Abflüsse

| Pegel                | $A_{E0}$<br>[km <sup>2</sup> ] | MNQ<br>[m <sup>3</sup> /s] | MQ<br>[m <sup>3</sup> /s] | MHQ<br>[m <sup>3</sup> /s] | HQ <sub>5</sub><br>[m <sup>3</sup> /s] | HQ <sub>20</sub><br>[m <sup>3</sup> /s] |
|----------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|
| Wietze am Reuterdamm | 150,00                         | 0,28                       | 1,0                       | 5,40                       | 8,28                                   | 11,04                                   |
| Hengstbeeke          | 37,74                          | 0,07                       | 0,2                       | 1,36                       | 2,08                                   | 2,78                                    |
| Mühlengraben         | 39,72                          | 0,07                       | 0,2                       | 1,43                       | 2,19                                   | 2,92                                    |
| Pegel Meitze         | 242,00                         | 0,45                       | 1,6                       | 8,72                       | 13,36                                  | 17,81                                   |
| Wiesenbach           | 30,00                          | 0,06                       | 0,2                       | 1,18                       | 1,82                                   | 2,43                                    |
| Wietze*              | 18,46                          | 0,03                       | 0,1                       | 0,67                       | 1,02                                   | 1,36                                    |

\* Direkteinzugsgebiet der Wietze zwischen Pegel Reuterdamm und Pegel Meitze.

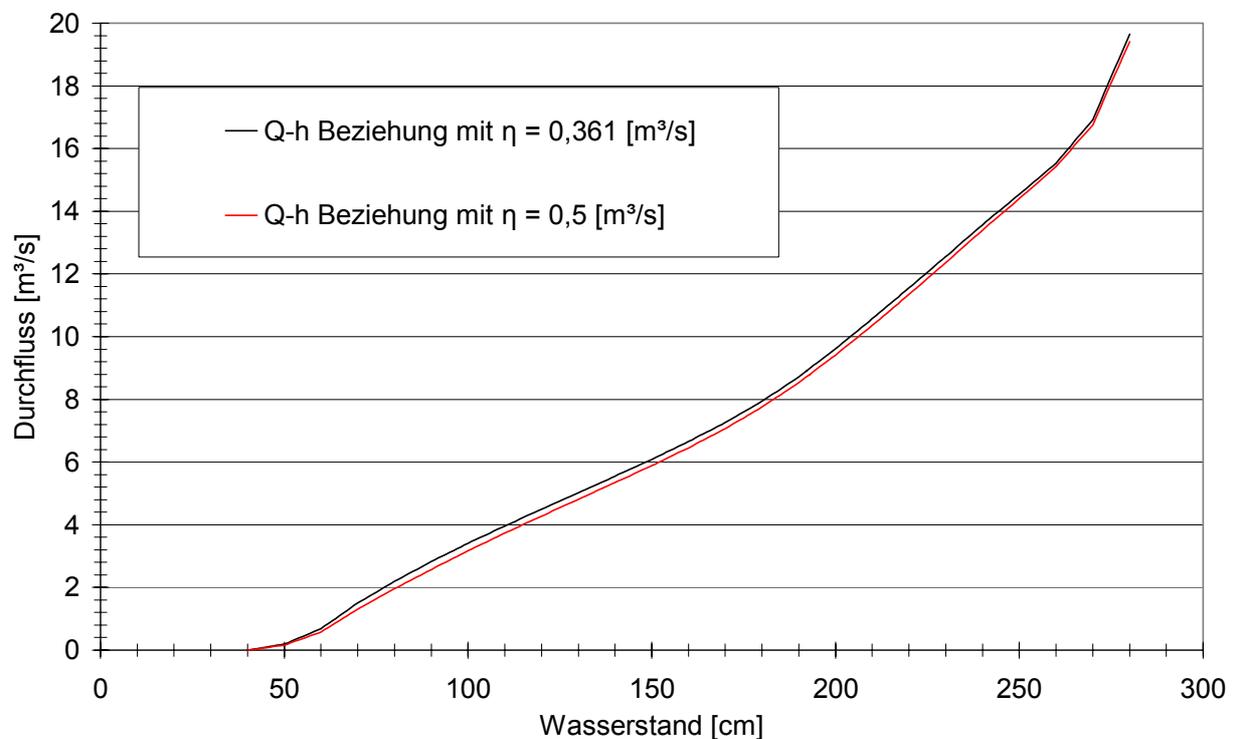


Abbildung 1-2: Q-h-Beziehung am Pegel Meitze  
(GEWÄSSERKUNDLICHER LANDESDIENST, 2004)

Als  $\eta$ -Wert wurde für Abflüsse unterhalb eines HQ<sub>5</sub> ein Wert von  $\eta = 0,361$  angesetzt. Oberhalb eines HQ<sub>5</sub> wurde ein Wert von  $\eta = 0,5$  (geringerer Einfluss der Verkräutung) angesetzt.

Pegel Hellern (29001) ( $A_{E0} = 262,04$  km<sup>2</sup>):

Die Hauptwerte der Wasserstände wurden aus den vorliegenden Messungen abgeleitet (ENERCITY AG, 2006):

$$MNW_{2001-2005} = 34,05 \text{ mNN}$$

$$MW_{2001-2005} = 34,23 \text{ mNN}$$

$$MHW_{2001-2005} = 34,80 \text{ mNN}$$

## Pegel Wieckenberg, Wietze ( $A_{E0} = 399 \text{ km}^2$ ):

Die Hauptwerte des Pegels Wieckenberg wurden aus dem GEWÄSSERKUNDLICHEN JAHRBUCH des Jahres 1999 entnommen. In neueren Auflagen ist der Pegel Wieckenberg nicht mehr enthalten.

$$MNQ_{1962-1999} = 0,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$MQ_{1962-1999} = 2,11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$MHQ_{1962-1999} = 10,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Es ist erkennbar, dass das MNQ geringer ist als am Pegel Meitze. Auch die Zunahme des MQ (Zunahme: 27%) entspricht nicht der Zunahme des Einzugsgebietes (Zunahme zwischen Meitze und Wieckenberg: 65%). Zwischen beiden Pegeln muss es daher zu einer Infiltration in den Grundwasserkörper kommen.

## Pegel Weide ( $A_{E0} = 12,44 \text{ km}^2$ ):

Die Hauptwerte der Wasserstände wurden aus den vorliegenden Messungen abgeleitet (HARZWASSERWERKE GMBH, 2006):

$$MNW_{1997-2001} = 55,04 \text{ mNN}$$

$$MW_{1997-2001} = 55,10 \text{ mNN}$$

$$MHW_{1997-2001} = 55,37 \text{ mNN}$$

## Pegel Bennwiesen ( $A_{E0} = 18,97 \text{ km}^2$ ):

Die Hauptwerte der Wasserstände wurden aus den vorliegenden Messungen abgeleitet (HARZWASSERWERKE GMBH, 2006):

$$MNW_{1997-2001} = 51,77 \text{ mNN}$$

$$MW_{1997-2001} = 51,89 \text{ mNN}$$

$$MHW_{1997-2001} = 52,43 \text{ mNN}$$

## Pegel Im Brand ( $A_{E0} = 37,63 \text{ km}^2$ ):

Die Hauptwerte der Wasserstände wurden aus den vorliegenden Messungen abgeleitet (HARZWASSERWERKE GMBH, 2006):

$$MNW_{1997-2001} = 39,43 \text{ mNN}$$

$$MW_{1997-2001} = 39,63 \text{ mNN}$$

$$MHW_{1997-2001} = 39,88 \text{ mNN}$$

Pegel Hastbruch (29006) ( $A_{E0} = 51,23 \text{ km}^2$ ):

Am Pegel Hastbruch wurden bisher noch keine Hauptwerte bestimmt.

Pegel Fuhrberg (29069) ( $A_{E0} = 86,51 \text{ km}^2$ ):

Am Pegel Fuhrberg liegt noch keine abgesicherte Q-h-Beziehung vor. Daher werden hier lediglich die Hauptwerte des Wasserstandes angegeben. Diese wurden aus den vorliegenden Messungen abgeleitet (ENERCITY AG, 2006):

$$\text{MNW}_{2001-2005} = 47,03 \text{ mNN}$$

$$\text{MW}_{2001-2005} = 47,38 \text{ mNN}$$

$$\text{MHW}_{2001-2005} = 47,98 \text{ mNN}$$

Pegel Wieckenberg, Wulbeck-Mündung (29002) ( $A_{E0} = 106,9 \text{ km}^2$ ):

Am Pegel Wieckenberg liegt noch keine abgesicherte Q-h-Beziehung vor. Daher werden hier lediglich die Hauptwerte des Wasserstandes angegeben. Diese wurden aus den vorliegenden Messungen abgeleitet (ENERCITY AG, 2006):

$$\text{MNW}_{2001-2005} = 31,69 \text{ mNN}$$

$$\text{MW}_{2001-2005} = 31,89 \text{ mNN}$$

$$\text{MHW}_{2001-2005} = 32,65 \text{ mNN}$$

Es ist erkennbar, dass in der Wulbeck an den Pegeln Fuhrberg und Wieckenberg die Unterschiede zwischen MW und MNW relativ gering ausfallen, was ebenfalls auf Infiltrationen in den Grundwasserkörper hindeutet.

### **3 Ergebnisse der Grundlagenermittlung**

#### **3.1 Aufnahme von ausgewählten Querschnitten der Wulbeck**

Die Aufnahme ausgewählter Querschnitte ist in Anlage 1 (Lage der Querschnitte – Übersicht und Detail) und Anlage 2 (Tiefenlage) dokumentiert.

Ein Vergleich mit den durch das INGENIEURBÜRO AGWA (AGWA, 2003a und 2003b) aufgenommenen Querschnitten zeigt Abweichungen in Höhe und Lage.

Die Abweichungen in der Lage sind hier weniger wichtig, da die für die Modellierung des Abflusses wichtigen Fließlängen durch einen Querversatz bzw. leichten Längsversatz der Profile nur unerheblich verändert werden.

Entscheidend sind die Abweichungen in Höhe und Durchflussquerschnitt. Die Abweichungen in der Höhe betragen bis zu 55 cm (Querschnitt 2 und Querschnitt 7).

Aufgrund der offensichtlichen Abweichungen wurden wichtige Teilabschnitte der Wulbeck und die im Nahbereich der Fassungen für die Ausbildung der Wasserspiegellage bei Niedrigwasser wichtigen Sohlgleiten und Absturzbauwerke neu eingemessen und in das Modell integriert.

Zwischen der L383 (Oldhorst – Schillerslage) und der K117 (Ramlingen) erfolgte eine Neuaufnahme von Querschnitten nur an ausgewählten Punkten (direkt unterhalb der L383 und im Bereich des Waldbads Ramlingen). Die Sohlgleiten wurden hier nicht neu aufgenommen. Daher kann das hydrodynamische Modell in diesem Bereich noch Abweichungen von ca. 10 cm (direkt an den Sohlgleiten auch mehr) aufweisen, die aufgrund der wenigen vorhandenen Pegel nicht genauer spezifizierbar sind. Die größten Abweichungen dürften jedoch unmittelbar an den Sohlgleiten bzw. –abstürzen auftreten.

Diese Abweichungen in der Wasserspiegellage haben auf die Prognose von Niedrigwasserständen im Bereich der Wasserwerke Ramlingen (HARZWASSERWERKE GMBH) und Fuhrberg (ENERCITY AG) keinen Einfluss.

#### **3.2 Aufnahme von Nebengewässern und Entwässerungsgräben**

Die im Zuge der Grundlagenermittlung aufgenommenen Nebengewässer und Entwässerungsgräben sind in Anlage 7 dargestellt.

Für den Rixförder Graben und die Hengstbeeke wurden nur wenige Querschnitte aufgenommen (Rixförder Graben: 3 Querschnitte, Hengstbeeke: 3 Querschnitte).

Die einzelnen Querschnitte der Nebengewässer der Wulbeck wurden nicht dokumentiert, stehen aber als Rohdaten für spätere Untersuchungen zur Verfügung.

Die Aufnahme berücksichtigt alle maßgebenden Nebengewässer und Entwässerungsgräben. Lediglich die von diesen abgehenden „Kleinstgräben“ wurden nicht berücksichtigt. In

ihrer Summation sollten diese „Kleinstgräben“ ca. 10% der insgesamt vorhandenen Gräben ausmachen.

### **3.3 Überprüfung auf Sackungen auf ausgewählten Schlägen**

Bei der Überprüfung auf Sackungen (Anlage 3) ergab sich ein differenziertes Bild der aktuellen Situation. Für die Aufnahme und Bewertung wurden bewusst freie Acker- bzw. Wiesenflächen ausgewählt, bei denen ersichtlich war, dass sie schon längere Zeit bewirtschaftet werden. Es ist daher unwahrscheinlich, dass die ausgewiesenen Differenzen auf ein fehlerhaftes DGM 5 der LGN zurückzuführen sind. Erfahrungsgemäß ist die Qualität des DGM 5 auf photogrammetrisch gut einsehbaren Flächen sehr gut (ca. +/- 10 cm).

In Anbetracht dieser möglichen Abweichungen wurde bei der Auswertung eine Mittelung der Differenzen über die gesamte Fläche durchgeführt. Nur die summative Differenz (Anlage 3, Blatt 1) wird hier diskutiert.

Es ist erkennbar, dass im unmittelbaren Bereich der Fassungen Sackungen eingetreten sind. Dies gilt sowohl für das WW Ramlingen (Fläche 14: -11,1 cm, Fläche 14\_2: -18,7 cm), als auch für das WW Fuhrberg (Fläche 8: -47 cm, Fläche 11: -22 cm). Die stärksten Sackungen liegen damit zweifelsohne im Bereich des WW Fuhrberg.

Entlang der Wulbeck beschränken sich Sackungen auf die nahe dem Gewässer gelegenen Flächen (Fläche 10 an der Mündung des Tiefenbruchsgrabens: -9,1 cm, Fläche 12 im Hastbruch: -15,1 cm, Fläche 6 im Brand: -9,2 cm).

Bei Fläche 6 zeigt sich noch deutlich der Einfluss des WW Ramlingen (vergl. Kap. 4: Pegel Im Brand). Gleichzeitig zeigt sich hier die starke Entwässerung landwirtschaftlicher Flächen (vergl. Anlage 6 und Anlage 8: Pegel 9 „Zuleiter Im Brand“ direkt an Fläche 6). Die in diesem Bereich vorhandenen Gräben haben nahe der Wulbeck eine Tiefe von 2 bis 2,5 m, wodurch sicher gestellt ist, dass sie auf der Sohlhöhe der Wulbeck einmünden. Dies wäre für die Entwässerung der Flächen nicht notwendig.

Fläche 10 und Fläche 12 dokumentieren ebenfalls die starke Entwässerung des Hastbruchs bzw. des Mündungsbereiches des Tiefenbruchsgrabens. Diese Feststellungen decken sich mit Beobachtungen der Forstverwaltung Fuhrberg (Gespräch mit Herrn Bremus, Leiter des Forstamtes Fuhrberg, am 03.06.2006). Es ist bekannt, dass es im Frühjahr zu einem schnellen Absink des Grundwasserstandes am Tiefenbruchsgraben kommt, der im Vergleich zu früheren Zuständen in seinem Absolutwert größer ist und schneller eintritt. Da dieser Bereich weit entfernt der Fassungen liegt, ist der sichtbare Absink und die resultierenden Sackungen allein auf den tiefen Ausbau des Grabensystems zurückzuführen.

Die im Bereich des Adamsgrabens aufgenommenen Bereiche wurden nicht ausgewertet, da das DGM 5 in diesen Bereichen nicht zur Verfügung stand.

### 3.4 Wasserstandsganglinien an ausgewählten Pegeln

Für die Beurteilung des Abflussverhaltens im Frühjahr und in der beginnenden Niedrigwasserperiode wurden entlang der Wulbeck und in maßgebenden Nebengewässern temporäre Pegel eingerichtet und im Abstand von ca. 2 Wochen Ablesungen der Wasserstände durchgeführt (Anlage 8).

An den Pegeln 12 und 11 des oberen Einzugsgebietes zeigen sich relativ konstante Wasserstände. In Oldhorst wird deutlich, dass infolge der starken Entwässerung des Oldhorster Moores die verfügbaren Abflüsse schon ab März zurückgehen. Die nach dem 20.05.2006 einsetzenden stärkeren Niederschläge werden sofort sichtbar.

Diese Niederschläge sind auch in Ramlingen noch erkennbar – jedoch etwas abgeschwächt, was auch auf den wesentlich breiteren Querschnitt zurückgeführt werden kann.

Tabelle 3-1: Wasserstände an den Pegeln Nr. 11 und Pegel Nr. 12 im oberen Einzugsgebiet der Wulbeck

| Pegel 12 „Oldhorst – Lattenpegel L383“ |       | Pegel 11 „Ramlingen Waldbad“ |       |
|--|-------|------------------------------|-------|
|  | mNN   |                              | mNN   |
| 26.03.2006 17:00                       | 55,31 | 26.02.2006 16:30             | 45,77 |
| 09.04.2006 12:20                       | 55,24 | 26.03.2006 17:15             | 45,87 |
| 23.04.2006 08:45                       | 55,24 | 09.04.2006 12:35             | 45,78 |
| 06.05.2006 08:20                       | 55,17 | 14.04.2006 19:45             | 45,77 |
| 20.05.2006 15:50                       | 55,15 | 23.04.2006 09:55             | 45,82 |
| 03.06.2006 11:00                       | 55,19 | 06.05.2006 08:30             | 45,71 |
|  |       | 21.05.2006 08:50             | 45,75 |
|  |       | 03.06.2006 12:20             | 45,78 |

Pegel Nr. 10 (Fuchsberg – Fischteiche) ist staubeeinflusst. Er wurde oberhalb der Sohlgleite platziert, um ein Absinken des Wasserstandes unter die Krone der Sohlgleite dokumentieren zu können. Dies ist jedoch nicht der Fall. Eine Nachbeobachtung am 02.07.2006 kam zu dem gleichen Ergebnis. Für zukünftige Untersuchungen kann der Pegel weiter oberhalb (z.B. an der Querung des Waldweges Lahberg/Parkplatz – Ramlingen) angeordnet werden, da dort kein Rückstau mehr zu erwarten ist. Es ist jedoch erkennbar, dass der Abfluss ab Anfang Mai stark zurückgeht und der Wasserstand nur noch durch den Stau gehalten wird. Unterhalb des Pegels Nr. 10 beginnt die Wulbeck ab Anfang Mai bis zum Pegel Im Brand (HARZWASSERWERKE GMBH) zu verschilfen. Das Schilf füllt das gesamte Gewässer aus, was darauf hindeutet, dass auch in vorangegangenen Jahren im Frühjahr/beginnenden Sommer nur noch geringe Abflüsse auftraten.

Der Pegel Nr. 9 (Zuleiter „Im Brand“, Anlage 8-9) führt beständig Wasser. Ab Mitte April geht der Abfluss merklich zurück. Der Wasserstand wird jetzt nur noch gehalten, weil der Graben zu verkrauten beginnt. Der Abfluss ist nahezu Null. Dieser Pegel zeigt, dass infolge des tiefen Querschnittes die Wasserstände im Gebiet auch im Winter nicht ansteigen können und Niederschläge (in dem viel zu großen Querschnitt) sofort abgeführt werden. Dies hat sicherlich einen Einfluss auf die südlich am Lahberg anschließenden Sanderflächen. Es wäre zu hinterfragen, ob dieser Entwässerungsgraben und die am Fuchsberg einmündenden Gräben an der Straße Lahberg – DB Strecke und an den Fischteichen (Entwässerung des nördlich der Wulbeck gelegenen Bereiches) eine derartige Tiefe aufweisen müssen. Schon ein Vergleich mit der nahe gelegenen Grundwassermeßstelle 20256 (Entfernung zum Pegel Nr. 9 ca. 150 m) zeigt für den Pegel 9 einen Gradienten von 0,8 m (40,2 mNN – 39,4 mNN) bis 1,1 m (39,3 mNN – 40,4 mNN) auf 150 m Fließlänge (vergl. Anlage 4-6 und Anlage 8-9), was sicherlich nicht notwendig ist, um die Entwässerung sicher zu stellen. Dass diese Entwässerung, auch wegen des relativ nahe gelegenen Brunnens 6 des WW Ramlingen, sehr schnell von statten geht, ist in Anlage 4-6 dokumentiert. Der Abfluss wird auch dann sicher gestellt sein, wenn die Unterhaltung des Grabens über einen längeren Zeitraum eingestellt wird.

Tabelle 3-2: Wasserstände an den Pegeln Nr. 15 und Pegel Nr. 26  
im Bereich Trendelmoor - Hastbruch

| Pegel 15<br>„Zuleiter Bahndamm“ |       | Pegel 26<br>„Wulfshorst – Lattenpegel“ |       |
|---------------------------------|-------|--|-------|
|                                 | mNN   |  | mNN   |
| 23.03.2006 18:35                | 38,37 | 17.02.2006 12:30                       | 38,15 |
| 09.04.2006 12:55                | 38,18 | 26.03.2006 18:20                       | 38,29 |
| 23.04.2006 09:15                | 38,32 | 09.04.2006 13:00                       | 38,02 |
| 06.05.2006 09:30                | 38,11 | 22.04.2006 09:05                       | 38,05 |
| 21.05.2006 09:17                | 38,13 | 06.05.2006 09:25                       | 37,90 |
| 05.06.2006 07:55                | 38,19 | 21.05.2006 09:26                       | 37,97 |
|                                 |       | 05.06.2006 07:50                       | 38,05 |

Der „Zuleiter Bahndamm“ (Pegel Nr. 15) entwässert das sog. Trendelmoor und den Bereich südlich der Fassungen des WW Ramlingen. Der lange Entwässerungsgraben südlich der Fassungen des WW Ramlingen war jedoch schon zum Zeitpunkt der Aufnahme im Februar trocken gefallen und könnte verfüllt werden. Ein ausreichender Flurabstand wird hier durch die Förderung sichergestellt. Kontrollbeobachtungen haben ergeben, dass er während der gesamten Beobachtungszeit (von 02/06 bis 07/06) kein Wasser führte. Am Pegel Nr. 15 (Tabelle 3-2) werden der Wulbeck im Vergleich zu anderen Zuleitern, erhebliche Abflüsse zugeführt (Bemerkung: Der „Zuleiter Bahndamm“ entspricht Zuleiter 2, vergl. Anlage 9, Blatt 2, rechtes Textfeld). Der Zufluss ist relativ konstant und auch dann noch gegeben, wenn

andere Zuleiter ihren Zufluss in die Wulbeck bereits deutlich reduziert haben. Die größeren Abflussmengen werden auch an dem relativ freien Abflussquerschnitt deutlich (unterhalb des Pegels bis zur Wulbeck wenig Verkräutung und kein Schilf). Da sich ein Großteil seines Einzugsgebietes, insbesondere die südlichen Teile in Richtung Moorgraben entlang der DB-Strecke Hannover–Hamburg (Einzugsgebiet des Adamsgrabens) in einem relativ unbeeinflussten Zustand befinden, dokumentiert dieser Pegel die Möglichkeiten eines höheren Rückhalts im Gebiet, was auch an dem o.g. Pegel Nr. 9 möglich wäre.

Der beschriebene stärkere Zufluss ist bereits am Pegel Nr. 26 „Wulfshorst – Lattenpegel“ spürbar. Zwei Abflussmessungen an der Brücke oberhalb des Zuleiters 2 haben gezeigt, dass es eine Exfiltration aus dem Grundwasserkörper in die Wulbeck zwischen der Sohlgleite Im Brand und dem Zuleiter 2 gibt.

Pegel Nr. 428b (Anlage 8-16) entwässert den südöstlichen Bereich des Hastbruchs und Bereiche nördlich von Texas. Die Beobachtungen haben gezeigt, dass die Speicherkapazität dieses begrenzten Gebietes relativ schnell erschöpft ist. Bei Starkniederschlägen im Frühjahr kommt es auf den südöstlich angrenzenden Flächen oft zu Staunässe. Ein weiterer Anstau wäre hier problematisch.

Der Pegel Nr. 8 „Wettmar“ führt beständig Wasser. Der Wasserstand fällt zwischen März und Juni um lediglich 9 cm. Auch am 02.07.2006 lag der Wasserstand noch bei 39,15 mNN und damit nur 2 cm unterhalb des Juni Wertes. Es war noch ein deutlicher Abfluss erkennbar. Dies zeigt, dass das WW Wettmar die vorhandenen Ressourcen nicht vollständig ausschöpft.

Da sich der Pegel Nr. 8 am oberen Ende des Einzugsgebietes des Entwässerungsgrabens befindet, wäre die erhebliche Einschnitttiefe von ca. 2 m sicherlich nicht notwendig, um die Entwässerung dieses Gebietes sicher zu stellen. Der Abfluss wird auch dann sicher gestellt sein, wenn die Unterhaltung des Grabens über einen längeren Zeitraum eingestellt wird.

Dies gilt auch für die Entwässerungsgräben am Pegel Nr. 13 „Alter Damm“ und Pegel Nr. 7 „Zuleiter Tiefenbruchsgraben“ (Tabelle 3-3). Die Querschnitte sind hier so üppig bemessen, dass die Einstellung der Unterhaltung über einen längeren Zeitraum keinen schädlichen Einfluss auf den Abfluss hätte.

Auch der Tiefenbruchsgraben (Pegel Nr. 3) hat auf die stärkeren Niederschläge im Mai reagiert. An den Zuleitern zeigt sich ein ähnliches Bild. Es wären zu prüfen, ob die langsame, aber kontinuierliche Reduktion des Abflusses aus den südlich angrenzenden Waldgebieten (im Falle des Pegels Nr. 13 bis zur südlich gelegenen DB Strecke Hannover – Hamburg bzw. für den „Zuleiter Tiefenbruchsgraben“ bis zur Verbindungsstraße Kienmoor – Alter Damm) vermindert werden könnte. Es wäre auch zu prüfen, ob das Entwässerungssystem am Tiefenbruchsgraben wirklich eine derartige Tiefe aufweisen muss, um die Befahrbarkeit der Flächen sicher zu stellen. Da es entlang des Tiefenbruchsgrabens nur einen relativ schmalen Streifen landwirtschaftlicher Nutzung gibt, bietet sich dieses Gebiet für einen intensiven Rückhalt im Grundwasserkörper an. Dies umso mehr, wenn man bedenkt, dass

der Tiefenbruchsgraben die Ortslagen Wettmar und Kleinburgwedel (Heideviertel) entwässert und daher ganzjährig ausreichend Wasser führt. Eine letzte Kontrolle am 03.07.2006 hat ergeben, dass beide Zuleiter noch über ausreichend Abfluss verfügen. Der Entwässerungsgraben am „Alten Damm“ war jedoch vollständig verkrautet. Der Tiefenbruchsgraben war unterhalb des Pegels Nr. 3 vollständig verkrautet.

Tabelle 3-3: Wasserstände an Pegel Nr. 13, Pegel Nr. 3 und Pegel Nr. 7 an der Mündung des Tiefenbruchsgrabens

| Pegel Nr. 13<br>„Alter Damm“ |       | Pegel Nr. 7<br>„Zuleiter Tiefenbruchsgraben“ |       | Pegel Nr. 3<br>„Tiefenbruchsgraben“ |       |
|------------------------------|-------|--|-------|-------------------------------------|-------|
|                              | mNN   |  | mNN   |                                     | mNN   |
| 26.03.2006 18:50             | 38,39 | 26.03.2006 18:55                             | 38,06 | 25.02.2006 07:30                    | 38,37 |
| 09.04.2006 14:00             | 38,27 | 27.03.2006 17:05                             | 38,40 | 27.03.2006 17:15                    | 38,50 |
| 22.04.2006 08:45             | 38,29 | 09.04.2006 14:05                             | 37,98 | 09.04.2006 14:10                    | 38,38 |
| 07.05.2006 17:40             | 38,13 | 22.04.2006 08:00                             | 38,00 | 22.04.2006 08:10                    | 38,38 |
| 21.05.2006 17:55             | 38,15 | 07.05.2006 17:45                             | 37,96 | 07.05.2006 17:50                    | 38,34 |
| 03.06.2006 09:45             | 38,17 | 21.05.2006 17:50                             | 38,04 | 21.05.2006 17:45                    | 38,43 |
|                              |       | 03.06.2006 09:40                             | 38,05 | 03.06.2006 09:35                    | 38,44 |

Vor den Fassungen des WW Fuhrberg dokumentiert der Pegel Nr. 1 „Wulbeck, Fuhrberg“ (Anlage 8-1, Tabelle 3-4) den verfügbaren Zufluss. Es ist deutlich erkennbar, dass die Wasserstände und damit auch der Zufluss bis Anfang Mai kontinuierlich abnehmen.

Danach haben stärkere Niederschläge und eine starke Verkrautung/Verschilfung des Querschnittes eingesetzt. Dies führte zu einer leichten Anhebung des Wasserstandes um 10 cm. Entscheidend ist die tendenziell starke Abnahme des verfügbaren Zuflusses.

Eine Kontrollmessung am 02.07.2006 mittels DGPS (der Pegel wurde zwischenzeitlich entwendet) ergab einen Wasserstand von 36,35 mNN, was auf die Fortsetzung der Anfang Mai unterbrochenen Tendenz hindeutet.

Aus heutiger Sicht ist es wahrscheinlich, dass es bereits zwischen der L310 (Fuhrberg – Celle) und dem Pegel 29001 zu einer Anreicherung des Grundwasserkörpers kommt.

Es ist davon auszugehen, dass dies bereits ab dem Pegel Nr. 1 (oder sogar schon etwas oberhalb) der Fall ist, was durch die ausgewiesenen Sackungen (Fläche 8: -47 cm) gestützt wird. Daher wäre für eine bessere Bilanzierung ein zusätzlicher Dauerpegel am Pegel Nr. 1 oder etwas oberstrom an geeigneter Stelle sinnvoll.

Tabelle 3-4: Wasserstände am Pegel Nr. 1 oberhalb der Fassungen des WW Fuhrberg

| Pegel Nr. 1<br>„Wulbeck, Fuhrberg“ |       |
|------------------------------------|-------|
|                                    | mNN   |
| 26.03.2006 19:15                   | 36,68 |
| 09.04.2006 14:15                   | 36,45 |
| 22.04.2006 08:20                   | 36,40 |
| 07.05.2006 17:55                   | 36,30 |
| 21.05.2006 17:40                   | 36,41 |
| 03.06.2006 09:25                   | 36,51 |

Das beiläufig betrachtete Einzugsgebiet des Adamsgrabens (Pegel Nr. 4 und Pegel Nr. 5) zeigte eine kontinuierliche Abnahme der Abflüsse. Dies wird durch Pegel Nr. 5 „Adamsgraben – oben“ nur ungenügend dokumentiert, da er bei Niedrigwasserständen durch die Sohle des Wehres beeinflusst wird. Es war jedoch nicht vorauszusehen, dass die Wasserstände hier derart niedrig liegen. In jedem Falle ist der Querschnitt sehr üppig bemessen. Es wäre zu prüfen, die Unterhaltung durch Mahd der Böschungen bei diesem Querschnitt zumindest bis zur Querung der DB-Strecke eingestellt werden kann. Es wäre lediglich dafür zu sorgen, dass umstürzende Bäume o.ä. den Querschnitt nicht verbauen. Dass die niedrigen Wasserstände hier schon zu einer bedenklichen Situation führen können, die u.U. im weiteren Verlauf der Bewirtschaftung im Sommer eine Beregnung erfordert, kann an der Tatsache abgelesen werden, dass vor dem Einsetzen der stärkeren Niederschläge im Mai das Wehr am Pegel Nr. 4 „Adamsgraben unten“ für einen Einstau von ca. 40 cm (auf 37,26 mNN) genutzt wurde. Nach der Aufgabe des Staus fiel der Wasserstand relativ schnell auf 37,05 mNN ab. An dieser Stelle sei anzumerken, dass der temporäre Pegel dreimal gestohlen/zerstört wurde. Danach wurden die Wasserstände mittels DGPS-Daueraufnahme (Genauigkeit bei einer Positionierungszeit von 10 min: +/- 1 cm) bestimmt.

Für eine instationäre Betrachtung der Abflussverhältnisse würden wir empfehlen, die Beobachtungen an den eingerichteten Pegeln fortzusetzen. Staubeeinflusste Pegel sollten versetzt werden. Wir würden auch empfehlen, den Gewässerzustand (Schilf, Verkräutung, Einrichtung temporärer Staus z.B. zum Zwecke der Bewässerung, die Ableitung in Fischteiche, die Einrichtung starker Beregnungsbrunnen etc.) zu dokumentieren.

### 3.5 Synoptische Aufnahme des Systemzustandes

Die synoptische Aufnahme von Wasserständen und Abflüssen ist in Anlage 6 (Blatt 1: Lage der Pegel und Abflussmessungen) und Anlage 9 (Blatt 1: Ausdehnung des Gewässernetzes und Blatt 2: Abflüsse) dokumentiert.

Die synoptische Aufnahme bietet ein vollständiges Datenensemble von Wasserständen und zugeordneter Abflüsse der Wulbeck und aller einmündenden Nebengewässer (außer dem aus Richtung Thönse/Oldhorst einmündenden Graben) und aller einmündenden Zuleiter an einem Stichtag. In dieser Aufnahme nicht berücksichtigte Zuleiter, wie zum Beispiel die nördlich der Fischteiche am Fuchsberg gelegenen Zuleiter, waren bereits trocken gefallen bzw. brachten keinen Zufluss mehr.

Die Aufnahme vom 18.03.2006 dokumentiert die bereits einsetzende Niedrigwasserperiode mit abnehmenden Abflüssen und Wasserständen. Sie zeigt, dass der Rückhalt im Einzugsgebiet schon zu diesem frühen Zeitpunkt nicht mehr ausreicht, um für höhere Wasserstände/Abflüsse zu sorgen.

Infolge der einsetzenden Niedrigwasserperiode war der aufgenommene Systemzustand für die Kalibrierung des hydrodynamischen Niedrigwassermodells und für die Überprüfung von Infiltrationen und Exfiltrationen im Grundwassermodell ideal. Daher wurden die im Zuge der Kalibrierung erhobenen und durch berechnete Werte ergänzten Wasserstände und Abflüsse an das INGENIEURBÜRO H.H. MEYER für den Einbau in das Grundwassermodell übergeben.

Die Aufnahme hat maßgeblich zum Systemverständnis des Niedrigwasserabflusses der Wulbeck beigetragen. Wir würden eine weitere Aufnahme in der Niedrigwasserphase empfehlen, um die hier gewonnenen Erkenntnisse abzusichern.

Weiterhin würden wir eine Aufnahme in der Phase mit reichem Wasserdargebot empfehlen, um die Verteilung der Infiltrationen/Exfiltrationen in diesem Zustand beurteilen zu können. Dies würde auch die notwendigen Daten für eine Kalibrierung des hydrodynamischen Modells bei Mittelwasserständen bzw. höheren Wasserständen und für die Kalibrierung des Grundwassermodells schaffen.

Diese beiden Erhebungen sollten durch mindestens je eine Aufnahme in den Folgejahren abgesichert werden.

Die für die synoptische Aufnahme genutzten Messquerschnitte und Pegel können auch für die Aufnahme von Wasserspiegellagen bei Extremhochwässern eingesetzt werden, da das hier entwickelte Messnetz das Systemverhalten vollständig abbildet. Zusätzlich aufzunehmen wären in einem derartigen Fall lediglich die o.g. Zuleiter und der Graben aus Oldhorst/Thönse. Viele dieser kleinen Zuleiter werden dann jedoch vollständig eingestaut sein. Die Messungen sind dann entsprechend nach oben zu verlegen.

## **4 Zusammenführung und Interpretation von Pegeldaten (OF-Gewässer und Grundwasser)**

### **4.1 Zusammenführung von Wasserstandsganglinien und Grundwasserständen an ausgewählten Pegeln**

Für die Zusammenführung von Pegeldaten der Wulbeck und Grundwasserständen in ihrem Nahbereich wurden die in Anlage 4-1 und Anlage 4-2 dargestellten Meßstellen ausgewählt und miteinander in Beziehung gesetzt (Anlage 4-4 ff.).

Anlage 4-3 verdeutlicht, dass die Ausfallzeiten der Pegel auf ein Minimum beschränkt werden konnten. Lediglich der Pegel Im Brand und die Grundwassermeßstelle 20657 zeigen längere Ausfallzeiten, was jedoch die grundlegenden Aussagen an diesen Meßstellen nicht in Frage stellt.

An den OF-Pegeln der HARZWASSERWERKE GMBH wurden bisher noch keine Q-h-Beziehungen abgeleitet. Dies wäre für die Aufstellung von langfristigen Bilanzen, eine noch schärfere Abgrenzung von Infiltrations- und Exfiltrationsbereichen in/aus dem Grundwasserkörper und die Beurteilung anderer Systemzustände (z.B. Phase reichen Wasserdargebots) sinnvoll.

Die Auswahl der Kombinationen von OF-Pegeln und Grundwassermeßstellen erfolgte in erster Linie entfernungsabhängig. Erst an zweiter Stelle wurde die Länge der verfügbaren Zeitreihen und die Vollständigkeit der Daten betrachtet.

Beginnend im oberen Einzugsgebiet, zeigt sich bereits am Pegel Weide (Anlage 4-4) eine deutliche Infiltration in den Grundwasserkörper. Der Gradient zum Grundwasser beträgt hier auf einer Entfernung von ca. 320 m etwa 2 m – in Nassjahren ca. 1 m. Es wird auch deutlich, dass der Pegel Weide infolge des verfügbaren Zuflusses aus dem Oldhorster Moor nicht trocken fällt. Wenn der Grundwasserkörper in diesem Bereich nicht durch undurchlässige Schichten abgeschirmt wird, muss die Zehrung in der Wulbeck gross sein. Wir empfehlen daher die Grundwasserstände in diesem Bereich, wenn möglich, zu erhöhen. Dies würde auch keine Betroffenheiten auslösen, da Ortslagen wie z.B. Oldhorst in ausreichender Entfernung liegen.

Am Pegel Bennwiesen hat sich die Situation deutlich verändert. Hier kommt es zu einer deutlichen Exfiltration aus dem Grundwasserkörper in die Wulbeck. Die mittleren jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwasserstände liegen hier bei ca. 0,6 m. In Nassjahren können sie auch höher sein (z.B. in den Jahren 2002/2003: ca. 1,2 m). Der Pegel Bennwiesen fällt nicht trocken. Auch die lange Ausfallzeit ändert wegen der beständigen Exfiltration aus dem Grundwasserkörper an dieser Aussage nichts.

Der Pegel Im Brand (Anlage 4-6) zeigt ein differenziertes Bild der Förderung im WW Ramlingen (wahrscheinlich vornehmlich Brunnen 6). In den Wintermonaten liegt der

Grundwasserstand hier ca. 50 cm über dem Wasserstand der Wulbeck (Entfernung zur Grundwassermeßstelle: 126 m). In Nassjahren kann die Differenz auch bis zu 80 cm betragen. Es wäre zu prüfen, ob die höheren Grundwasserstände in diesen Nassjahren Betroffenheiten ausgelöst haben. Ist dies nicht der Fall, so bestände hier die Möglichkeit, die Grundwasserstände in den Wintermonaten um mindesten 20 bis 30 cm anzuheben.

In den Sommermonaten macht sich die Grundwasserentnahme bzw. die Beregnung der Flächen zwischen dem Pegel Nr. 10 und dem Pegel Im Brand bemerkbar. Der Beregnung dürfte jedoch eine geringere Bedeutung zukommen. Die Grundwasserstände können in diesen Phasen auch unter die Wasserstände der Wulbeck abfallen (z.B. im August-September 1999 bzw. im August 2001). Es wird jedoch deutlich, dass die Wulbeck am Pegel Im Brand nicht trocken fällt. Wenn in diesen Zeiträumen am Pegel noch eine Wassertiefe von mindestens 20 cm existiert, so führt die Wulbeck auch oberhalb noch Wasser, da die niedrigen Grundwasserstände (unterhalb des Wasserstandes der Wulbeck) lediglich eine Abgabe in den Grundwasserkörper zulassen. Hieraus leiten wir ab, dass (a) die Wulbeck bis zum Pegel Im Brand nicht trocken fällt, (b) die minimalen Wassertiefen am Pegel Im Brand bei 15 bis 20 cm liegen dürften, (c) diese Wasserstände vornehmlich durch den Stau unterhalb des Pegels und die starke Verschilfung gehalten werden. Wie empfehlen daher zu prüfen, ob eine Erhöhung des Staus möglich ist.

Am Pegel Hastbruch (29005) liegen die Grundwasserstände immer über den Wasserständen der Wulbeck. Da der Flurabstand in den Wintermonaten an den betrachteten Grundwassermeßstellen (20428: Entfernung 314 m bzw. 125: Entfernung: 325 m) lediglich 0,5 bis 0,7 m beträgt, ist der Spielraum für eine zusätzliche Speicherung durch Erhöhung der Grundwasserstände im nördlichen Hastbruch nicht gegeben. Dies wäre durch eine detaillierte (zeitabhängige) Betrachtung der Flurabstände im Hastbruch zu überprüfen. Es zeigt jedoch auch das Potenzial dieses Gebietes. Es wäre daher zu prüfen, ob eine Umlegung des Hundegrabens bis zum Stau Wulfshorst (direkt an der Einmündung des Moorgrabens) in Richtung Wulbeck verfahrenstechnisch möglich ist. Die dann notwendige Aufhöhung der Wasserstände im Hundegraben, die technisch möglich ist, darf in diesem Falle nicht zu einer Beeinträchtigung von Gebäuden (bzw. ihrer Keller) im Bereich Wulfshorst führen. Wahrscheinlich unbedenklich ist eine Umlegung des Hundegrabens bis zur Verbindungsstraße Wettmar – Wulfshorst. Die Wulbeck fällt bis zum Pegel Hastbruch nicht trocken. Der minimale Wasserstand beträgt hier in Niedrigwasserphasen ca. 25 cm.

Am Pegel an der L310 (Fuhrberg – Celle) liegt der Wasserstand der Wulbeck immer über dem Grundwasserstand (Grundwassermeßstelle 20657: Entfernung: 159 m). Die Differenzen von bis zu 1,5 m (z.B. August 2001 bis September 2002) deuten auf starke Infiltrationen in den Grundwasserkörper hin. Die Flurabstände von bis zu 2,5 m erklären auch die in unmittelbarer Nähe nachgewiesenen Sackungen (vergl. Kap. 3.3. Fläche 8: -47 cm). Die mittlere Wassertiefe in Niedrigwasserphasen beträgt hier noch 10 bis 15 cm. Lediglich im September 2003 wurden diese Werte unterschritten. Die Schwankungen des Wasserstandes liegen hier bei etwa 50 bis 60 cm (in extremen Trockenjahren, wie 2003 auch bei 100 cm).

Es bietet sich an, das oberhalb der L310 gelegene Kulturwehr wieder in Betrieb zu nehmen, um den Grundwasserkörper in diesem Bereich gezielt anzureichern.

Die Wasserstände am Pegel Fuhrberg (29069) haben einen ähnlichen Verlauf. Da die Fassungen in unmittelbarer Nähe liegen, stand keine Grundwassermeßstelle zur Verfügung. Die Förderung schlägt sich hier in größeren Differenzen zwischen Winter- und Sommerhalbjahr nieder. Die Differenzen liegen zwischen 60 und 80 cm (im Jahre 2003 betrug die Differenz in einer Abfolge von Hochwasserabfluss und extremem Trockenjahr 1,10 m). Die minimalen Wassertiefen liegen hier bei ca. 8 cm (jeweils in den letzten beiden August Wochen und der ersten September Woche). Dieses Phänomen tritt regelmäßig auf und wird nur durch Sommerhochwässer (z.B. im Jahre 2002) unterbrochen. Die minimalen Wasserstände sind zeitlich auf die o.g. Periode beschränkt. Um natürliche Vorflutverhältnisse mit Wassertiefen von ca. 20 cm (abgeleitet aus unbeeinflussten Bereichen der Wulbeck, wie z.B. am Pegel Hastbruch) sicherzustellen, wäre somit ein Zeitraum von ca. 3 Wochen zu überbrücken. Die minimalen Wassertiefen und Abflüsse (Abbildung 4-1, Abbildung 4-2) in diesem Bereich deuten jedoch darauf hin, dass die Wulbeck unterhalb des Pegels mindestens in den besagten Zeiträumen trocken fällt. Es ist zu vermuten, dass der Zeitraum wesentlich länger ist. Die schon Anfang Juli nur noch minimalen Durchflüsse von 15 bis 20 l/s werden nicht ausreichen die Abgaben in den Grundwasserkörper zu kompensieren.

Es ist daher davon auszugehen, dass die Wulbeck einige hundert Meter unterhalb des Pegels Fuhrberg jährlich über einen unterschiedlich langen Zeitraum, jedoch mindesten in den letzten beiden August Wochen und der ersten Woche im September trocken fällt.

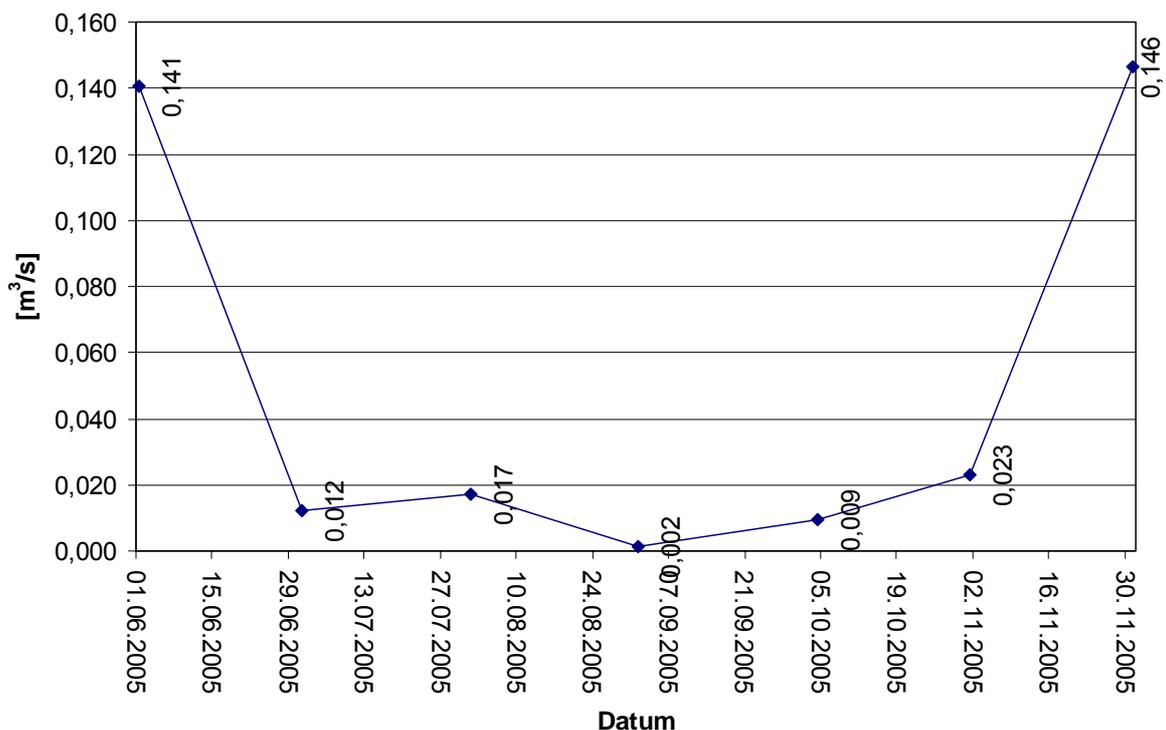


Abbildung 4-1: Abflüsse der Wulbeck am Pegel Fuhrberg im Zeitraum 06/2005 bis 12/2005 (ENERCITY AG, 2006)

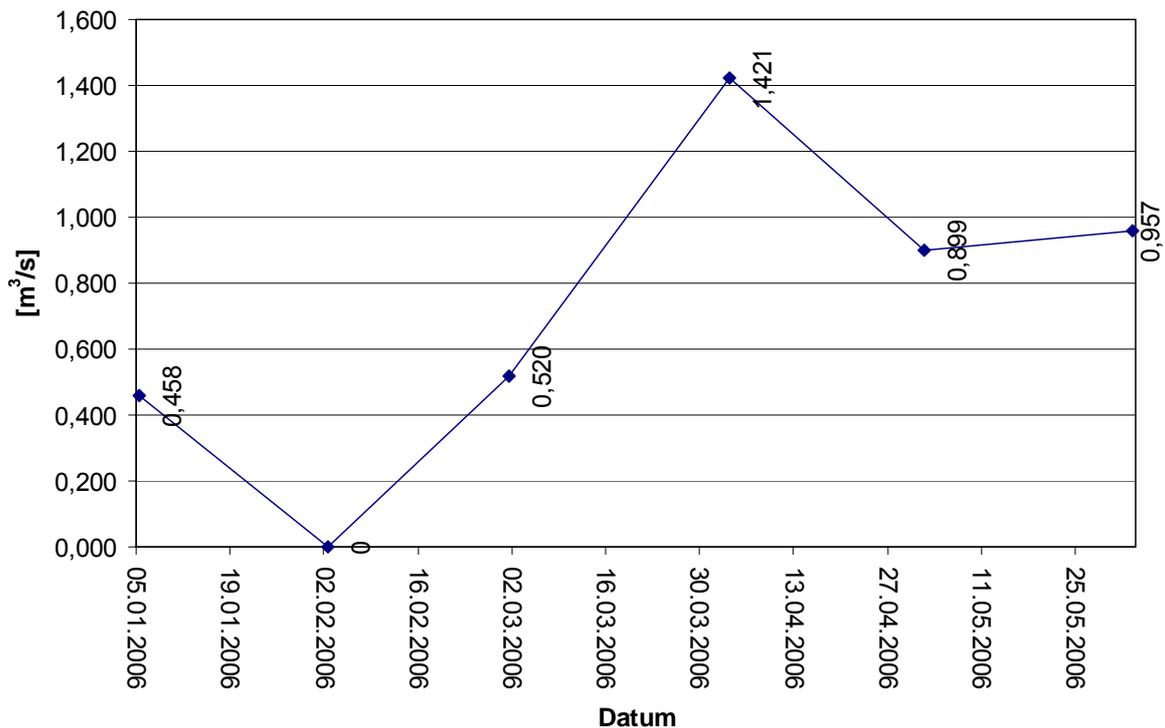


Abbildung 4-2: Abflüsse der Wulbeck am Pegel Fuhrberg im Zeitraum 01/2006 bis 06/2006 (ENERCITY AG, 2006)

Erst ab Anfang November sind die Abflüsse im Jahre 2005 wieder signifikant angestiegen. Da die in diesem Jahr erreichten Wasserstände auch in den Jahren 2003 und 2001 aufgetreten sind, gehen wir davon aus, dass sich das Trockenfallen jährlich wiederholt, wenn keine Sommerhochwässer mit entsprechenden Niederschlägen auftreten.

Da am Pegel Wieckenberg (Wulbeck) (Anlage 4-10) auch in Niedrigwasserphasen eine Wassertiefe von ca. 15 cm vorhanden ist, ist davon auszugehen, dass der trocken fallende Bereich der Wulbeck nach dem Austritt aus dem Bärenbruch sein Ende findet.

#### 4.2 Ableitung trocken fallender Gewässerabschnitte und zeitliche Ausdehnung des Trockenfallens

Die Zusammenführung von OF-Pegeln und Grundwasserganglinien hat das Systemverständnis des an die Wulbeck angeschlossenen Grundwasserkörpers maßgeblich verbessert, da erst auf der Grundlage der detailliert untersuchten Vorflutverhältnisse eine genaue Festlegung der infiltrierenden/exfiltrierenden Gewässerabschnitte und damit eine spätere Untersuchung im numerischen Modell möglich wurde.

Naturgemäß sind die im Nahbereich der Fassungen gelegenen Gewässerabschnitte besonders gefährdet. Daher sind die Bereiche „Im Brand“ (zwischen Pegel Im Brand und Pegel Nr. 10) wenige hundert Meter westlich des Brunnens 6 des WW Ramlingen und der Abschnitt der Wulbeck zwischen dem Pegel Fuhrberg (29069) und dem Austritt der Wulbeck aus dem Bärenbruch als potentiell gefährdete Bereiche zu nennen.

Der Gewässerabschnitt Im Brand fällt nicht trocken, da der unterhalb des Pegels gelegene Stau und die starke Verschilfung Wassertiefen von 15 bis 20 cm garantiert. Die Zuflüsse aus dem weitestgehend unbeeinflussten Gewässerabschnitt oberhalb des Pegels Nr. 10 (Bereich Ramlingen – Lahberg) reichen aus, um diesen Mindestwassertiefe aufrecht zu erhalten. Die Abflüsse über die unterhalb gelegene Sohlgleite dürften jedoch so gering sein, dass die Durchgängigkeit des Gewässers über die Sohlgleite nicht mehr gegeben ist. Dies gilt bei Niedrigwasserabflüssen auch für alle anderen Sohlgleiten.

Zwischen dem Pegel Fuhrberg und dem Austritt der Wulbeck aus dem Bärenbruch fällt das Gewässer zumindest in den letzten beiden August Wochen und der ersten Woche im September trocken. Die Zeitspanne des Trockenfallens kann sich in die Sommermonate ausdehnen, wenn die von oberhalb verfügbaren Zuflüsse nicht mehr ausreichen die Verluste der Wulbeck unterhalb des Pegels Fuhrberg zu kompensieren. Dieser Jahreszyklus wird nur durch Sommerhochwässer mit entsprechenden Niederschlägen unterbrochen.

Der für die Verhinderung des Trockenfallens notwendige Mindestdurchfluss am Pegel Fuhrberg kann hier nur auf der Grundlage vorliegender Abflussmessungen der Jahre 2005 und 2006 zu ca. 50 l/s abgeschätzt werden.

## **5 Aufbau des hydrodynamischen Modells**

### **5.1 Allgemeines**

Die Grundlage der Untersuchungen bilden hier die vorhandenen bzw. neu aufgenommenen Querschnitte der Wulbeck. Sie dienen der Generierung der Topographie des Flußschlauches, welcher die Basis des mathematischen Strömungsmodells darstellt. Da hier die Modellierung von Niedrigwasserabflüssen gefordert war, beschränkt sich der Modellaufbau auf den Flußschlauch und die angrenzenden Vorländer.

Zur Ermittlung der Wasserspiegellagen wurde das eindimensionale hydrodynamische Modell MIKE11 des DANISH HYDRAULIC INSTITUTE (2000, 2001, 2002) eingesetzt.

Die Topographie der Wulbeck wird im eindimensionalen Modell durch repräsentative Querprofile des Flußschlauchs in diskreten Abständen abgebildet, welche aus den aufgenommenen Querschnitten (AGWA, 2003) bzw. im Rahmen dieser Untersuchung aufgenommenen Querschnitten gewonnen wurden. Die Querschnittsmittelung der hydraulischen Parameter erfordert die Ausrichtung der Querprofile rechtwinklig zur angenommenen Strömungsrichtung.

Querschnittsveränderungen wie Sohlgleiten- und Brückenquerschnitte können einen Aufstau nach oberstrom der jeweiligen Struktur verursachen. Sie wurden daher in das hydrodynamische Modell integriert.

Der Rechenkern des Programmsystems MIKE11 löst iterativ die Energiebilanzgleichung für die innerhalb des Netzwerkes miteinander verbundenen Querprofile des Modellgebietes. Hierfür sind am unterstromigen Modellrand Randbedingungen in Form von Wasserständen über den gesamten Simulationszeitraum zu spezifizieren. Idealerweise wird der unterstromige Modellrand nahe eines Pegels mit entsprechenden Aufzeichnungen gewählt (in diesem Falle der Pegel Wieckenberg in der Wietze und der Pegel Reuterdamm). Da diese Pegel weit entfernt des Aussagegebietes liegen, ist eine Randbeeinflussung auszuschließen, wenn an diesen Rändern kommunizierende Abflüsse bzw. Wasserstände für Niedrigwasserperioden angesetzt werden (vergl. hierzu Anlage 5 und Kap. 2.2). An den oberstromigen Modellrändern sind als Randbedingungen die Abflüsse über den gesamten Simulationszeitraum vorzugeben. Sind diese nicht verfügbar, können alternativ Wasserspiegellagen vorgegeben werden.

An jedem Querschnitt können Infiltrationen bzw. Exfiltrationen im Einflussbereich des Querschnittes (bis mittig zum oberstrom bzw. unterstrom liegenden Querschnitt) in Form von Entnahmen (d.h. Entnahme aus der Wulbeck = Infiltration in den Grundwasserkörper) bzw. Zugaben (d.h. Zugabe in die Wulbeck = Exfiltration aus dem Grundwasserkörper) vorgegeben werden. Für die Simulation instationärer Fließvorgänge können diese „Entnahmen/Zugaben“ auch zeitlich differieren.

Im Verlauf der Modellkalibrierung erfolgt eine Anpassung der Rauigkeitsbeiwerte. Innerhalb eines Querschnittsprofils können die Rauigkeitsbeiwerte in verschiedenen Höhenlagen variiert werden. Sowohl die Höhenlage der Rauigkeitszone als auch die Rauigkeitsbeiwerte selbst können für jeden Querschnitt individuell gewählt werden.

Anhaltspunkte für die in Ansatz zu bringenden Rauigkeiten lieferte eine Ortsbegehung.

## 5.2 Grundlagen des hydrodynamischen Modells

MIKE11 ist ein hydronumerisches Programmsystem, das speziell für die eindimensionale Modellierung von Abflussvorgängen in ausgedehnten Flusssystemen entwickelt wurde.

Das hydrodynamische Modell (HD-Modul) löst die vollständigen Saint Venant'schen Bewegungsgleichungen mit Hilfe eines impliziten Finite Differenzen - Schemas. Dies ermöglicht die Betrachtung verzweigter und gekoppelter Netzwerke mit instationärem, unter- und überkritischem Strömungszustand, was für die naturähnliche Abbildung von Strömungsvorgängen in ausgedehnten Talauen von Flusssystemen notwendig ist.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad \text{Gl. 5-1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\beta \cdot Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{g \cdot Q \cdot |Q|}{C^2 \cdot A \cdot r_{hy}} = 0 \quad \text{Gl. 5-2}$$

$$C = K_{st} \cdot r_{hy}^{1/6} \quad \text{Gl. 5-3}$$

mit:

|                 |   |
|-----------------|---|
| Q               | Abfluss [m <sup>3</sup> /s]   |
| A               | durchströmte Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ]                                 |
| x               | Längskoordinate in Fließrichtung [m]  |
| r <sub>hy</sub> | hydraulischer Radius [m]  |
| β               | dimensionsloser Korrekturbeiwert [-]  |
| q               | gleichmäßig angenommene Zu- und Abflüsse pro Längeneinheit [m <sup>3</sup> /(sm)] |
| g               | Gravitationskonstante = 9,81 m/s <sup>2</sup>                                     |
| C               | CHEZY-Koeffizient [m <sup>1/2</sup> /s]   |
| K <sub>st</sub> | Rauheitsbeiwert nach MANNING-STRICKLER [m <sup>1/3</sup> /s]                      |

Die Berechnungsmethodik setzt ein vertikal stetiges Strömungsverhalten über den Querschnitt voraus.

Zwischen zwei benachbarten Querschnitten wird ein linearer Verlauf des Rauigkeitsbeiwertes angenommen. Der Unterschied zwischen der CHEZY und MANNING-Beschreibung des Rauigkeitsbeiwertes ist der Einfluss von r<sub>hy</sub>. Der Beiwert von MANNING kann so als unabhängig von der Wassertiefe verstanden werden, während der CHEZY-Beiwert mit der Wassertiefe variiert.

Um das Differentialgleichungssystem zu lösen, müssen alle Rand- und Anfangsbedingungen und die Systemgeometrie bekannt sein. Randbedingungen setzen sich aus Angaben über zeitliche Zuflüsse  $Q(t)$  am oberen Modellrand, Zuflüsse im Verlauf des Fließgewässers sowie von Wasserständen  $h(t)$  an der unteren Modellgrenze zusammen. Das Gleichungssystem wird für den in Teilabschnitte unterteilten Abflussquerschnitt vertikal integriert. Es erfolgt eine getrennte Integration für jeden dieser Streifen. Durch Addition über die Abflussstreifen werden die querschnittsgemittelten Werte bestimmt. Die Auflösung des Lösungsgitters wird durch die Vorgabe von Orts- und Zeitschritten bestimmt.

### **5.3 Aufbau der Systemgeometrie**

#### **5.3.1 Allgemeines**

Das DGM 5 (Qualitätsstufe 1) wurde hier nur in Randbereichen der Querschnitte eingesetzt, da für den Aufbau des Niedrigwassermodells nur die Abbildung des Flußschlauches notwendig war.

Für den Aufbau des numerischen hydrodynamischen Modells wurden hier die vorhandenen bzw. neu aufgenommenen Querschnitte der Wulbeck verwendet. Die Höhenlagen von einzelnen Bauwerken (Sohlgleiten, Brücken, Abstürze etc.) wurden zunächst aus der Aufnahme des INGENIEURBÜROS AGWA (2003) übernommen. Das aufgebaute Gewässernetz ist in Anlage 9-1 dargestellt.

#### **5.3.2 Zusätzliche Vermessung**

Zunächst wurde die Vermessung des Jahres 2003 an ausgewählten Querschnitten kontrolliert. Hierbei ergaben sich nicht zu vernachlässigende Abweichungen in der Höhenlage.

Um diese Abweichungen zu kompensieren, wurden einzelne Abschnitte der Wulbeck, insbesondere im Nahbereich der Fassungen, mit Hilfe eines hochgenauen DGPS-Systems (TRIMBLE 5700, horizontale Genauigkeit: 1,5 cm, vertikale Genauigkeit: 3 cm) unter Ausnutzung des SAPOS-Dienstes der LGN Hannover neu vermessen.

Die neu aufgenommenen Querschnitte wurden durch Ersatz alter Querschnitte in das Modell integriert.

### **5.4 Kalibrierung des hydrodynamischen Modells**

Für die Kalibrierung des hydrodynamischen Modells wurden die im Rahmen der synoptischen Vermessung gemessenen Wasserstände und Abflüsse verwendet (Anlage 6, Blatt 1 und Anlage 9, Blatt 2).

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind in Anlage 10 dargestellt. Die verwendeten Rauigkeiten liegen in den physikalisch plausiblen Bereichen und decken sich mit denen aus früheren

Untersuchungen bekannten Sohlrauhigkeiten der Wietze zwischen Reuterdamm und Pegel Wieckenberg.

Ein Vergleich zeigt, dass die gemessenen Wasserstände mit maximalen Abweichungen von +5,8 cm (Pegel Nr. 1) getroffen werden. Die mittleren Abweichungen über die gesamte Fließlänge liegen bei etwa +/-3 cm. Lediglich im oberen Einzugsgebiet sind Abweichungen von bis zu 4,9 cm zu verzeichnen. Es ist zu beachten, dass in diesem Bereich keine Neuvermessung erfolgte.

Die angesetzten Sohlrauhigkeiten variieren in bewaldeten Gebieten zwischen  $k_{st} = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  in den Fuhrberger Wälder zwischen der L310 und dem Austritt der Wulbeck aus dem Bärenbruch und  $k_{st} = 25$  bis  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  zwischen Pegel Nr. 10 und Pegel Nr. 11 (Bereich Lahberg – Ramlingen).

In geradlinigen und vollständig ausgebauten Bereichen zwischen dem Pegel Im Brand und dem Pegel Nr. 1 variiert die Sohlrauhigkeit zwischen  $k_{st} = 46 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  und  $k_{st} = 37 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Im oberen Einzugsgebiet mussten die Sohlrauhigkeiten in Richtung eines glatteren Zustandes ( $k_{st} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ) verschoben werden, was eigentlich nicht den örtlichen Verhältnissen einer hier noch relativ unbeeinflussten Wulbeck entspricht, wenn man die Sohlgleiten und –abstürze außer Acht lässt.

Die erzielten Genauigkeiten reichen für die zu beantwortenden Fragestellungen einer Niedrigwasseraufhöhung in jedem Falle aus.

Wir empfehlen in diesem Zusammenhang für die Pegel Weide, Bennwiesen und Im Brand belastbare Q-h-Beziehungen zu entwickeln, um Bilanzierungen und Vergleiche mit anderen Zeiträumen zu ermöglichen.

Für die Prognose von Hochwasserabflüssen wäre das Modell erneut zu kalibrieren.

## **6 Untersuchung von Maßnahmen zur Niedrigwasseraufhöhung der Wulbeck**

### **6.1 Allgemeines**

Für die Niedrigwasseraufhöhung der Wulbeck wurden die folgenden Maßnahmen an Oberflächengewässern untersucht:

- OF-Maßnahme 1: Aufstau der Wulbeck im Mündungsbereich durch Erhöhung des Sohlabsturzes SA 20 um 80 cm (km 24,14)
- OF-Maßnahme 2: Aufstau der Wulbeck am oberen Ende des Absenktrichters des WW Fuhrberg durch Einbau einer Sohlgleite mit einer Höhe von 80 cm (km 21,03)
- OF-Maßnahme 3: Aufstau der Wulbeck im Bereich Fuchsberg/Fischteiche durch Erhöhung des Sohlabsturzes SA 15 um 80 cm unterhalb des Pegels Nr. 10 (km 8,54)
- OF-Maßnahme 4: Rückstau in die Sanderflächen durch Einbau Sohlgleiten mit einer Höhe von jeweils 80 cm oberhalb von Fuhrberg (km 15,31) bzw. bei Ramlingen – Lahberg (km 6,55)
- OF-Maßnahme 5: Einstellung bzw. Reduzierung der Unterhaltung ( $k_{st} = 15 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ ) in der gesamten Wulbeck und allen Nebengewässern
- OF-Maßnahme 6: Umlegung des Einzugsgebietes des Adamsgrabens südlich der DB-Strecke Hannover – Hamburg und des Hundegrabens
- OF-Maßnahme 7: Aufstau des Tiefenbruchgrabens an seiner Mündung durch Einbau einer Sohlgleite mit einer Höhe von 100 cm

Zusätzlich wurden die folgenden hydrogeologischen Maßnahmen untersucht:

- GW-Maßnahme 1: Verminderung der Sohdurchlässigkeit der Wulbeck auf 1/10 des heutigen Werte zwischen Klintsgraben und Wietze
- GW-Maßnahme 2: Erhöhung der Grundwasserneubildung durch die Umwandlung von Nadelwäldern zu Laubwäldern (maximal möglicher Umbau)
- GW-Maßnahme 3: Erhöhung der Grundwasserneubildung durch die Umwandlung von Nadelwäldern zu Laubwäldern (Status quo)
- GW-Maßnahme 4: Entnahmeverlagerung im WW Fuhrberg - Reduktion der Fördermenge um 42% an den Brunnen 1, 2 und 5
- GW-Maßnahme 5: Entnahmeverlagerung im WW Fuhrberg – Aufgabe Brunnen 2

GW-Maßnahme 6: Entnahmeverlagerung im WW Ramlingen – Reduktion der Fördermenge um 50% an den Brunnen 5 und 6

GW-Maßnahme 7: Reduzierung der Feldberegnung – Aufgabe von allen an der Wulbeck gelegenen Brunnen

Für die Untersuchung der GW-Maßnahmen wurden durch das Grundwassermodell die Veränderungen der Exfiltrationen/Infiltrationen (Tabelle 6-1) bestimmt und an das hydrodynamische Modell übergeben, um die Auswirkungen der GW-Maßnahmen auf die Wasserstände in der Wulbeck zu prognostizieren.

Tabelle 6-1: Kumulative Basisabflüsse für die untersuchten GW-Maßnahmen und den repräsentativen Niedrigwasserzustand

| Wulbeck | repräs. Niedrigwasserzustand                  | Variante |     |    |     |    |    |    |    |
|---------|---|----------|-----|----|-----|----|----|----|----|
|         |   | 1        | 2   | 3  | 4   | 5  | 6  | 6a | 7  |
| [km]    | kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck [l/s] |          |     |    |     |    |    |    |    |
| 0       | 5   | 5        | 8   | 5  | 5   | 5  | 5  | 5  | 5  |
| 1       | 10  | 10       | 14  | 10 | 10  | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 2       | 13  | 13       | 18  | 13 | 13  | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 3       | 16  | 16       | 22  | 16 | 16  | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 4       | 18  | 18       | 25  | 18 | 18  | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 5       | 19  | 19       | 27  | 19 | 19  | 19 | 19 | 19 | 19 |
| 6       | 15  | 15       | 25  | 15 | 15  | 15 | 15 | 15 | 16 |
| 7       | 12  | 11       | 24  | 12 | 12  | 12 | 12 | 11 | 12 |
| 8       | 11  | 11       | 25  | 11 | 11  | 11 | 12 | 12 | 12 |
| 9       | 11  | 11       | 26  | 12 | 12  | 12 | 14 | 13 | 13 |
| 10      | 18  | 18       | 35  | 18 | 19  | 19 | 22 | 21 | 20 |
| 11      | 33  | 32       | 51  | 33 | 34  | 33 | 38 | 36 | 34 |
| 12      | 51  | 50       | 71  | 51 | 52  | 52 | 57 | 55 | 52 |
| 13      | 65  | 63       | 90  | 65 | 68  | 67 | 71 | 70 | 66 |
| 14      | 77  | 75       | 109 | 78 | 84  | 82 | 84 | 83 | 79 |
| 15      | 87  | 81       | 127 | 88 | 100 | 96 | 94 | 93 | 89 |
| 16      | 81  | 70       | 130 | 83 | 105 | 98 | 89 | 88 | 83 |
| 17      | 69  | 59       | 121 | 71 | 100 | 90 | 77 | 76 | 71 |
| 18      | 38  | 56       | 89  | 40 | 69  | 58 | 46 | 44 | 39 |
| 19      | 12  | 53       | 64  | 14 | 43  | 33 | 20 | 19 | 14 |
| 20      | 3   | 52       | 50  | 5  | 29  | 19 | 6  | 5  | 5  |
| 21      | 0   | 50       | 34  | 0  | 14  | 4  | 3  | 1  | 0  |
| 22      | 0   | 49       | 22  | 0  | 3   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 23      | 0   | 48       | 12  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 24      | 0   | 47       | 12  | 0  | 4   | 2  | 0  | 0  | 0  |
| 24,4    | 0   | 46       | 12  | 0  | 5   | 2  | 0  | 0  | 0  |

Für die Untersuchung der OF-Maßnahmen wurden im hydrodynamischen Modell die Systemgeometrien durch den Einbau von Sohlgleiten bzw. die Sohlrauigkeiten (Einstellung der Unterhaltung) verändert. Die Exfiltrationen/Infiltrationen wurden durch das Grundwassermodell aus dem repräsentativen Niedrigwasserzustand abgeleitet. Die mit Hilfe des

hydrodynamischen Modells ermittelten Wasserstände wurden an das Grundwassermodell übergeben, um die Auswirkungen der OF-Maßnahmen auf die Grundwasserstände entlang der Wulbeck zu prognostizieren.

## **6.2 Auswirkungen der einzelnen GW-Maßnahmen auf den kumulativen Basisabfluss und die Wasserstände in der Wulbeck**

Die Auswirkungen der untersuchten GW-Maßnahmen auf die Wasserstände in der Wulbeck sind in Abbildung 6-1 bis Abbildung 6-4 dargestellt. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt hier vor allem im Hinblick auf den für ein Trockenfallen besonders gefährdeten Bereich der Wulbeck entlang der Fassungen des WW Fuhrberg (ca. Wulbeck-km 19 bis Wulbeck-km 22,5). Bei der Bewertung der einzelnen Maßnahmen wurde ein zu erreichender Mindestwasserstand von 10 cm für die Zielerreichung angesetzt. Dies entspricht entlang der Fassungen des WW Fuhrberg (am Pegel 29069) einer Durchflussmenge von ca. 50 l/s. Dieser Wasserstand entspricht in etwa den Wasserständen die im Bereich des Wasserwerkes Ramlingen zwischen dem Pegel Nr. 10 und dem Pegel Im Brand bzw. in relativ unbeeinflussten Abschnitten der Wulbeck im oberen Einzugsgebiet (zwischen Einmündung des Graben aus Oldhorst/Thöne dem Waldbad Ramlingen) während der Niedrigwasserperiode noch erreicht werden.

Die Untersuchungen zeigen, dass eine Aufgabe von Beregnungsbrunnen im Nahbereich der Wulbeck (Abbildung 6-4) nicht den gewünschten Effekt hat.

Auch die Rücknahme der Fördermengen (Abbildung 6-3) muss erheblich sein, um eine Niedrigwasseraufhöhung o.g. Größe zu erzielen. Selbst eine Reduktion der Fördermenge um 42% in den Brunnen 1, 2 und 5 erreicht mit Wassertiefen von 5-6 cm das Ziel nur annähernd.

Die Umwandlung von Nadelwaldbeständen in Laubwaldbestände (Abbildung 6-2) würde nur bei einer vollständigen Umwandlung aller Flächen (Variante: maximal mögliche Umwandlung) eine spürbare Veränderung bewirken. Die dann möglichen Wassertiefen in der Wulbeck betragen im o.g. Bereich etwa 7-8 cm. Bis zur Mündung in die Wietze wird die Aufhöhung etwas stärker und kann Werte von 10 cm oder leicht darüber erreichen.

Ein probates Mittel die angestrebte Niedrigwasseraufhöhung von 10 cm zu erreichen, ist eine Teilabdichtung der Gewässersohle (Abbildung 6-1). In diesem Fall werden im gefährdeten Bereich Wassertiefen von bis zu 20 cm erreicht. Lediglich im direkten Nahbereich der Fassungen liegen die Wassertiefen bei 8 bis 10 cm. Zu beachten ist, dass diese Maßnahme auch in Zeiten reichen Wasserdargebots die Infiltrationen in den Grundwasserkörper und die Ausnutzung von Überschüssen (Wassertiefe größer 10 cm) einschränkt, was durchaus als eine gewisse „Verschwendung“ der hier knappen Ressourcen bezeichnet werden kann.

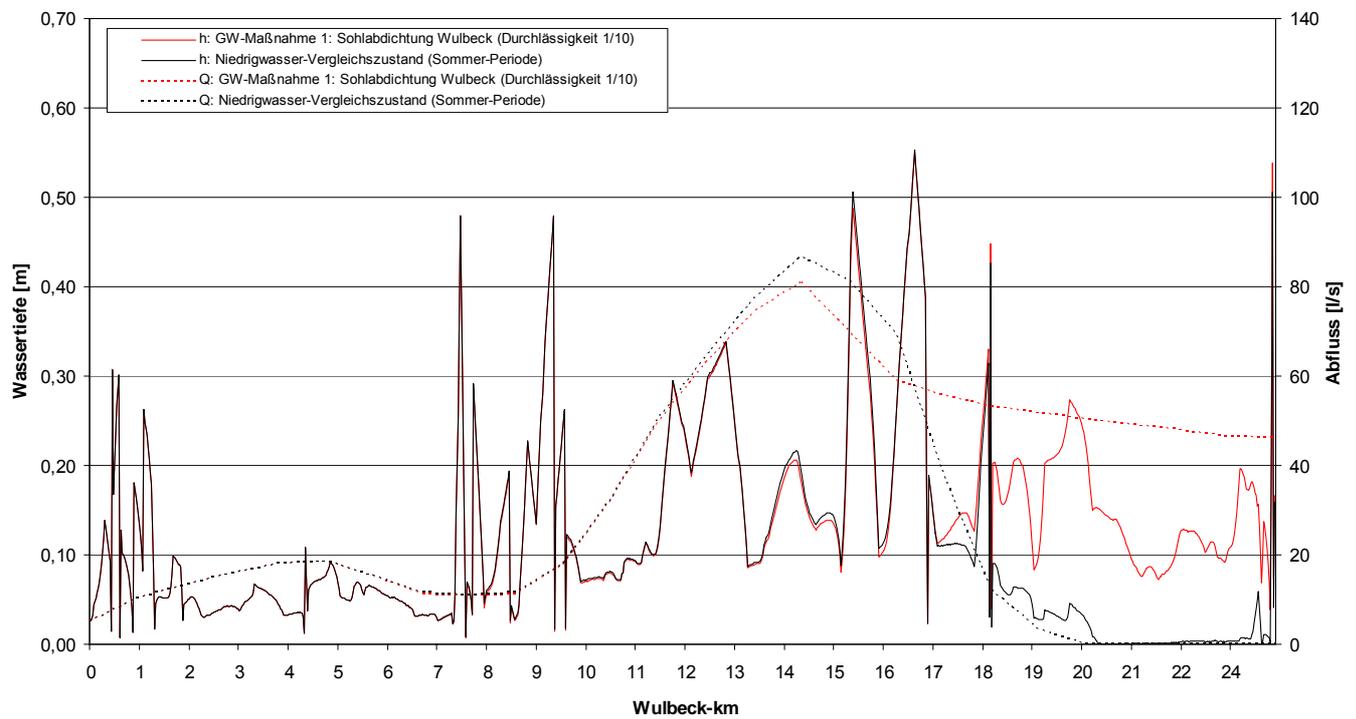


Abbildung 6-1: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 1

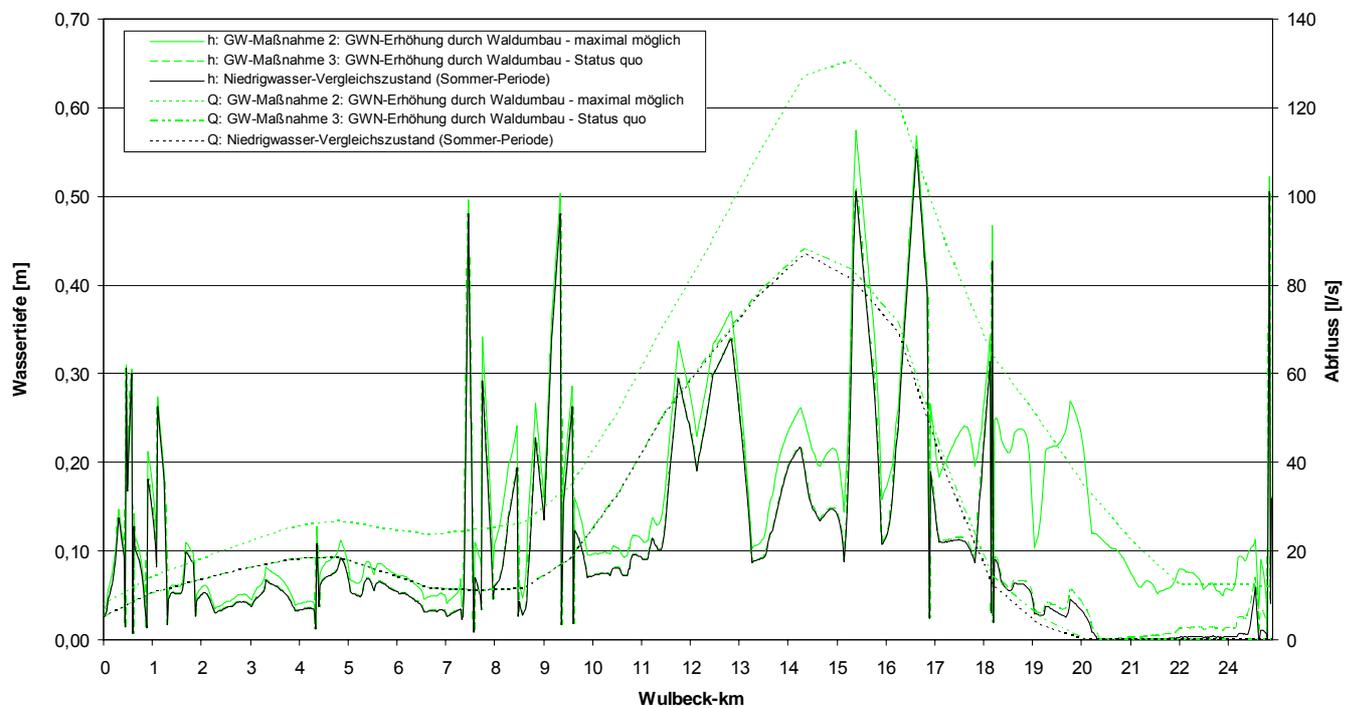


Abbildung 6-2: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 2 und die GW-Maßnahme 3

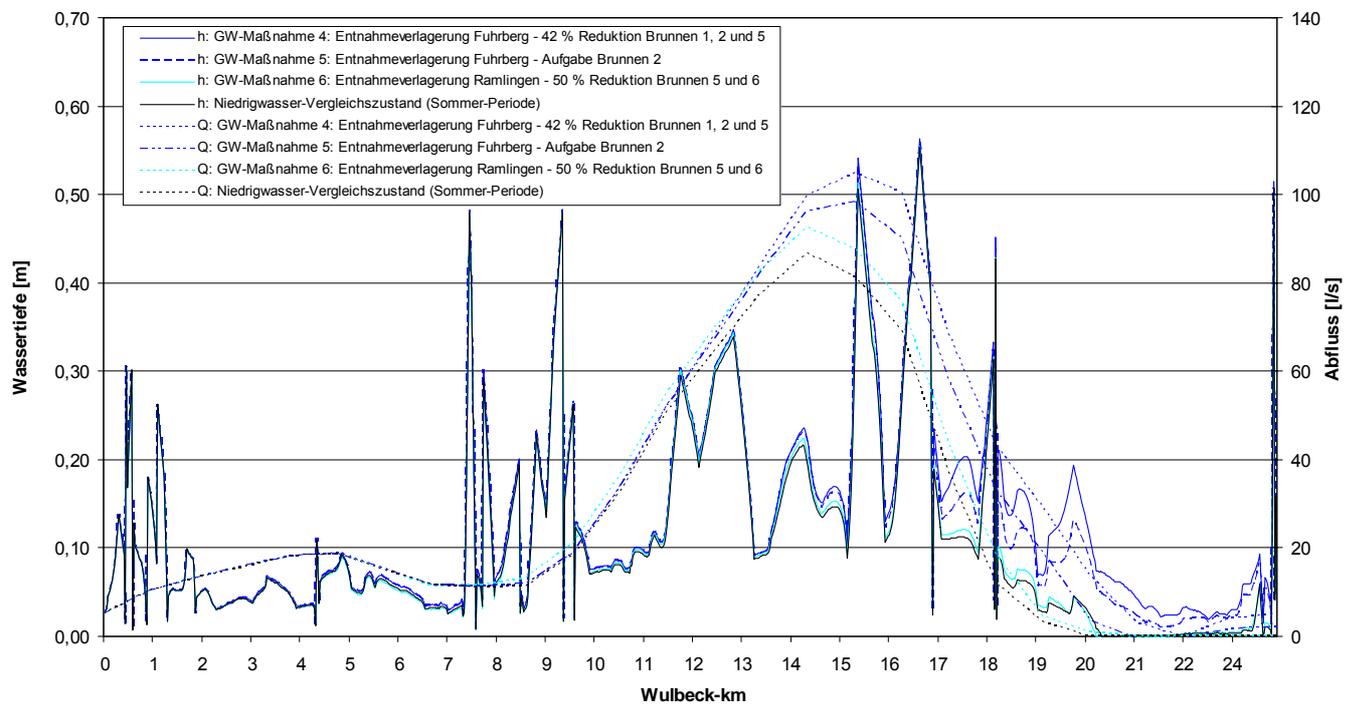


Abbildung 6-3: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 4, die GW-Maßnahme 5 und die GW-Maßnahme 6

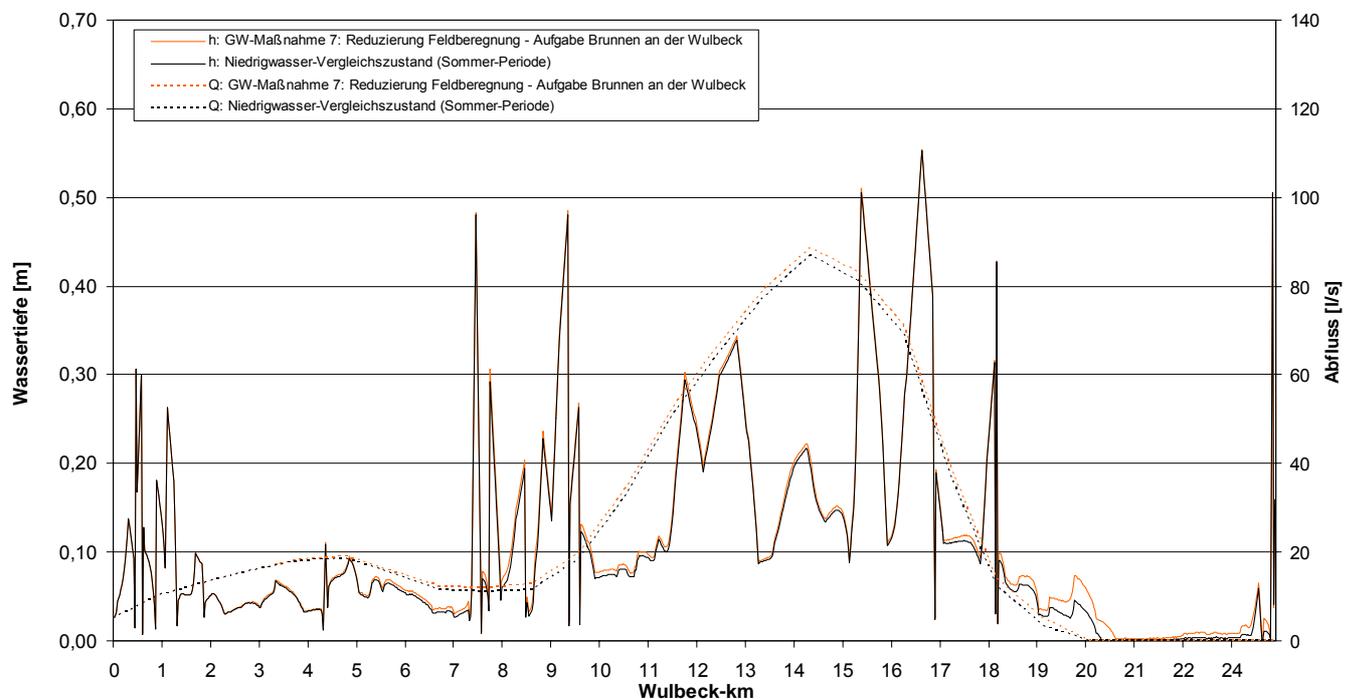


Abbildung 6-4: Wasserstände und kumulativer Basisabfluss in der Wulbeck für die GW-Maßnahme 7

### **6.3 Auswirkungen der einzelnen OF-Maßnahmen auf den kumulativen Basisabfluss und die Wasserstände in der Wulbeck**

Die Auswirkungen der untersuchten OF-Maßnahmen auf die Wasserstände in der Wulbeck sind in Abbildung 6-5 dargestellt.

Die Untersuchungen zeigen, dass eine Niedrigwasseraufhöhung durch eine Einstellung der Unterhaltung nur dann sinnvoll ist, wenn ein Mindestabfluss zur Verfügung steht. So werden die Wasserstände im Bereich des WW Fuhrberg nur minimal angehoben, weil dieser Durchfluss hier bereits nicht mehr vorhanden ist. Zwischen Wulbeck-km 11 und Wulbeck-km 13 ist dies jedoch noch der Fall. Hier beträgt die Aufhöhung dann 8 bis 10 cm (bei einem Ausgangswasserstand von 20 bis 30 cm).

Um den o.g. Mindestabfluss sicherzustellen, könnten Nebengewässer und Entwässerungsgräben eingestaut werden. Bei einem bordvollen Einstau aller Nebengewässer und Entwässerungsgräben entstände ein Rückhaltevolumen von ca. 106.000 m<sup>3</sup>. Bei einem aufrecht zu erhaltenden Mindestabfluss am Pegel Fuhrberg von 0,05 m<sup>3</sup>/s (MQ<sub>Fuhrberg</sub>, Juli 2005 – September 2005 = 0,043 m<sup>3</sup>/s; MQ<sub>Wieckenberg</sub>, Juni 2005 – September 2005 ≅ 0 m<sup>3</sup>/s ) könnte in den Monaten Juli, August und September an nur wenigen Tagen eine Aufhöhung im notwendigen Umfang betrieben werden. Unter der Voraussetzung, dass oberstrom des Pegels Fuhrberg nach den Einspeisungen aus den Nebengewässern und Entwässerungsgräben in der Wulbeck keine weiteren Verluste eintreten (Einspeisungen kommen dem Pegel Fuhrberg 100% zugute), wäre das zurückgehaltene Volumen nach ca. 25 Tagen aufgezehrt. Ein Aufstau der Nebengewässer und Entwässerungsgräben bietet daher nur begrenzte Möglichkeiten für die Erhöhung der Niedrigwasserabflüsse in der Wulbeck.

Unter den gegebenen Gefälleverhältnissen hat der Einsatz von 80 cm hohen Sohlgleiten (Maßnahmen 1 bis 4) bis etwa 1,5 km oberstrom der Maßnahme einen Einfluss auf die Wasserstände in der Wulbeck. Die mögliche Speicherung in der Wulbeck selbst liegt bei etwa 13.000 m<sup>3</sup>. Dies setzt voraus, dass ein Mindestzufluss aus dem oberen Einzugsgebiet sichergestellt wird. Dieser kann durch die Maßnahmen 1 bis 4 nicht sichergestellt werden. Die möglichen Wassertiefen entsprechen im wesentlichen der Differenz zwischen Stauwasserstand und Gewässersohle, was voraussetzt, dass der von oberstrom zugeführte Minimalzufluss durch die im Falle eines Aufstaus auch erhöhten Infiltrationen in den Grundwasserkörper nicht aufgezehrt wird. Im Extremfall würde dann ein Einstau bis zur Sohlgleite entstehen, jedoch kein Abfluss über die Sohlgleite erfolgen.

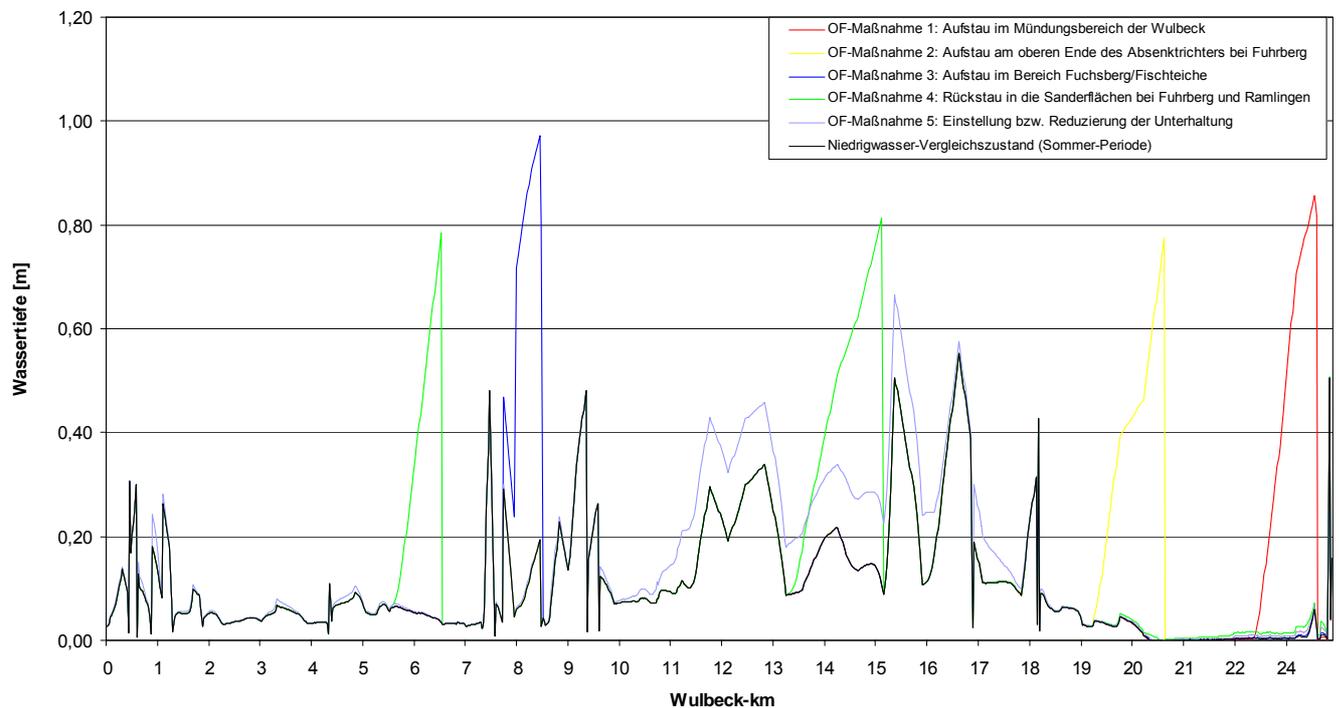


Abbildung 6-5: Wasserstände in der Wulbeck für die OF-Maßnahmen 1 bis 5

Die OF-Maßnahme 7 wurde hier nicht dargestellt, zeigt jedoch prinzipiell die gleichen Auswirkungen im Tiefenbruchsgraben.

**Nach Aussage des INGENIEURBÜROS H.H. MEYER würde die während der Wintermonate speicherbare Wassermenge (OF-Maßnahmen 1 bis 4 und die OF-Maßnahme 7 im Grundwasserleiter) in summa etwa 1 Mio. m<sup>3</sup> betragen. Einen Mindestabfluss von 50 l/s am Pegel 29069 vorausgesetzt, würde dies eine Aufhöhung an ca. 230 Tagen des Jahres ermöglichen. Dies setzt voraus, dass keine weiteren Verluste bis zum gefährdeten Bereich an den Fassungen des WW Fuhrberg auftreten, was aus heutiger Sicht relativ unwahrscheinlich ist. Eine genaue Beurteilung der nicht unerheblichen Speichermöglichkeiten und der anschließenden Speicherzehrung ist nur mit Hilfe eines instationären Modells möglich.**

Eine Auswertung der aufgenommenen Nebengewässer und Gräben (exkl. Wulbeck) ergab für den Fall eines bordvollen Einstaus ein Speichervolumen von 106.000 m<sup>3</sup> (Tabelle 6-2).

Die durch die OF-Maßnahmen 1-4 und 7 speicherbare Menge beträgt ca. 13.000 m<sup>3</sup> (OF-Maßnahme 1: 1.900 m<sup>3</sup>; OF-Maßnahme 2: 1.950 m<sup>3</sup>; OF-Maßnahme 3: 1.450 m<sup>3</sup>; OF-Maßnahme 4: 5.750 m<sup>3</sup>; OF-Maßnahme 7: 1.950 m<sup>3</sup>).

Dies zeigt, dass die Möglichkeiten in OF-Gewässern (hier etwa 10% bis 13% der Speicherung im Grundwasserkörper) begrenzt sind. Es bleibt anzumerken, dass dieser Wert noch abzumindern ist, da ein bordvoller Einstau nur in den seltensten Fällen operativ möglich bzw. durchsetzbar sein wird. Trotzdem sollte auf eine Aufhöhung der Wasserstände in den

OF-Gewässern nicht verzichtet werden, denn nur so kann die Grundwasseranreicherung verstärkt werden.

Tabelle 6-2: Abschätzung des maximalen Speichervolumens in Nebengewässern und Entwässerungsgräben bei bordvollem Einstau

| Graben              | Länge<br>[m] | Fläche Mündung<br>[m <sup>2</sup> ] | Fläche Ende<br>[m <sup>2</sup> ] | Volumen Gesamt<br>[m <sup>3</sup> ] |
|---------------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Allerhopswiesen1    | 303          | 3,5                                 | 0,95                             | 673,57                              |
| Allerhopswiesen2    | 223          | 2,03                                | 1,52                             | 395,66                              |
| Allerhopswiesen3    | 876          | 3,96                                | 1,35                             | 2325,81                             |
| Alterdamm1          | 2972         | 3,42                                | 0,97                             | 6524,47                             |
| Alterdamm2          | 1852         | 3,83                                | 0,54                             | 4046,57                             |
| Hastbruch1          | 1263         | 2,96                                | 1,96                             | 3107,37                             |
| Hastbruch2          | 718          | 2,33                                | 1,38                             | 1332,16                             |
| Hauptdamm3          | 1099         | 2,59                                | 2,13                             | 2594,78                             |
| Hauptdamm4          | 1087         | 2,65                                | 1,98                             | 2517,30                             |
| ImBrand1            | 864          | 3,08                                | 1,7                              | 2063,89                             |
| ImBrand2            | 215          | 3,89                                | 1,53                             | 583,03                              |
| ImBrand3            | 1163         | 5,31                                | 1,48                             | 3948,86                             |
| ImBrand4            | 572          | 4,13                                | 1,22                             | 1530,12                             |
| InderDicke          | 866          | 3,74                                | 4,97                             | 3773,54                             |
| Klintsgraben        | 2005         | 2,89                                | 3,64                             | 6547,54                             |
| Rabengehege         | 524          | 3                                   | 2                                | 1310,52                             |
| Schreiberei1        | 1275         | 4,49                                | 1,13                             | 3582,60                             |
| Schreiberei2        | 563          | 3                                   | 1,27                             | 1200,98                             |
| Texas1              | 2847         | 2,62                                | 2,42                             | 7173,42                             |
| Texas2              | 2842         | 2,17                                | 2,42                             | 6523,46                             |
| Tiefenbruchsgraben  | 2087         | 4,49                                | 4,26                             | 9130,62                             |
| Trendelmoor1        | 1734         | 1,53                                | 2,25                             | 3277,50                             |
| Trendelmoor2        | 1979         | 3,36                                | 2,25                             | 5552,43                             |
| Trendelmoor3        | 323          | 1,54                                | 2,34                             | 626,40                              |
| Trendelmoor4        | 347          | 2,83                                | 2                                | 837,32                              |
| Trendelmoor5        | 1149         | 2,82                                | 1,35                             | 2395,46                             |
| Trendelmoor6        | 1330         | 4,38                                | 1,49                             | 3903,08                             |
| Tuetmoor1           | 921          | 6,58                                | 0,3                              | 3169,85                             |
| Tuetmoor2           | 195          | 4,58                                | 0,57                             | 501,04                              |
| Tuetmoor3           | 1674         | 1,87                                | 0,97                             | 2377,47                             |
| Tuetmoor4           | 693          | 4,58                                | 1                                | 1933,57                             |
| Verbindung1         | 892          | 5,81                                | 2,76                             | 3823,34                             |
| Wellmoor1           | 1120         | 3,44                                | 0,61                             | 2268,55                             |
| Wellmoor2           | 868          | 1,89                                | 0,77                             | 1154,20                             |
| Zum_Texas           | 385          | 3,758                               | 0,17                             | 756,74                              |
| Hundegraben_Wulbeck | 866          | 2,05                                | 2,91                             | 2148,31                             |
| Gesamt:             | 40695        |                                     |                                  | 105611,60                           |

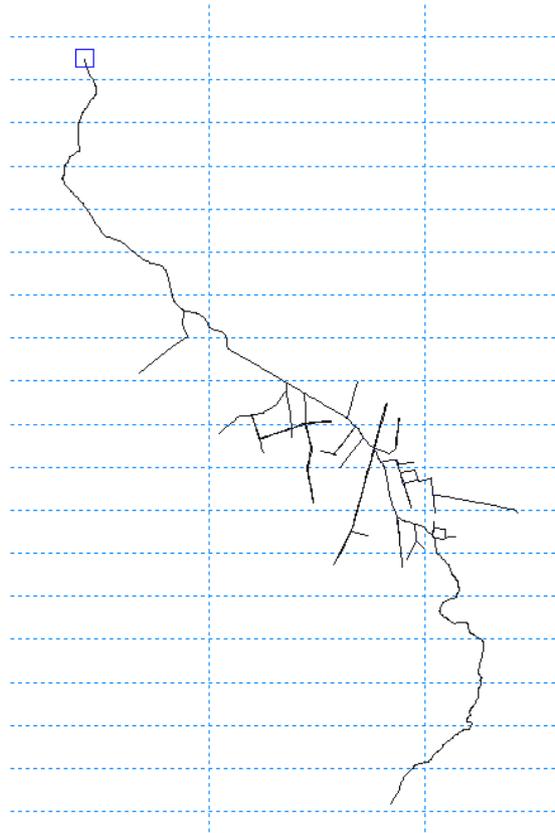


Abbildung 6-6: Für die Ermittlung des Speichervolumen berücksichtigte Nebengewässer und Entwässerungsgräben entlang der Wulbeck (die Wulbeck wurde nur zur besseren Orientierung aufgenommen, in der Bilanzierung jedoch nicht berücksichtigt)

Eine Umlegung der Einzugsgebiete des Adamsgrabens oberhalb der DB-Strecke Hannover – Hamburg und des Hundesgrabens ab der Einmündung des Moorgrabens ist nur möglich, wenn ein fast bordvoller Einstau (Freibord nur ca. 20 cm) erfolgt. Dies ist technisch möglich (altes Kulturwehr am Adamsgraben und verschließbarer Durchlass am Hundegraben an der Einmündung Moorgraben). In diesem Falle würde ein Gradient von jeweils etwa 1,2 bis 1,5 m in Richtung Wulbeck (zum Trendelmoor/Pegel Nr. 15 auf einer Länge von ca. 5,5 km bzw. zum Pegel Fuhrberg (29005) auf einer Fließlänge von ca. 3,6 km) entstehen (Anlage 11, Blatt 1). Für eine eingehende Beurteilung der Effizienz und die Betrachtung von Betroffenheiten wäre der Anstieg der Grundwasserstände zu überprüfen. Es bleibt festzuhalten, dass eine Umleitung des Adamsgrabens und des Hundegrabens schon infolge der Gefälleverhältnisse schwierig ist.

## **7 Integrative Mengenbewirtschaftung und Operatives Monitoring**

### **7.1 Ableitung einer Integrativen Mengenbewirtschaftung**

Die Untersuchung von Maßnahmen hat gezeigt, dass **keine der skizzierten Lösungen eine vollständige Lösung des Problems bietet.**

Es wird offenkundig, dass

- (a) Das Wasserdargebot infolge des begrenzten Einzugsgebietes der Wulbeck und infolge der niedrigen Niederschläge begrenzt ist.
- (b) Eine Überleitung aus anderen Einzugsgebieten sich schwierig gestaltet und bzgl. der zu erwartenden Betroffenheiten bei einem Aufstau der benachbarten Gewässer detaillierter Untersuchungen bedarf.
- (c) Die Möglichkeiten eines Rückhaltes in den OF-Gewässern selbst begrenzt sind.
- (d) Demzufolge für einen Rückhalt notwendiger Größe eine Speicherung im an die OF-Gewässer angrenzenden Grundwasserkörper zwingend notwendig ist.
- (e) Nur ein Verbau der Gewässersohle zwischen Klintsgraben und Mündung in die Wietze wirkliche Abhilfe bietet, was jedoch wegen der notwendigen Aufwendungen und dem auch in den Wintermonaten wirksamen Verbau und den daraus resultierenden Einbußen an Grundwasseranreicherung nicht sinnvoll erscheint.
- (f) Eine Reduktion/Verlagerung der Entnahmen erhebliche Ausmaße (42% Reduktion der Brunnen 1,2 und 5) annehmen muss, die letztendlich auch bei abnehmenden Verbräuchen unwahrscheinlich sind.
- (g) Auch die Wassertiefen im Bereich des WW Ramlingen mit ca. 10 cm an der unteren noch tolerierbaren Grenze liegen. Auch hier ist das Gewässer infolge des sehr starken Schilfbewuchses für Fische nicht mehr passierbar.
- (h) Auch in noch nahezu unbeeinflussten Bereichen der Wulbeck die Wassertiefen in der Niedrigwasserphase nicht wesentlich mehr als 20 cm betragen.
- (i) Eine integrative Mengenbewirtschaftung nur erfolgen kann, wenn Mengen zur Verfügung stehen, was hier nicht mehr der Fall ist.

**Oberstes Prinzip einer Integrativen Mengenbewirtschaftung muss daher eine Steigerung des Rückhaltes im Gebiet bzw. die Erhöhung der Grundwasserneubildung sein. Der Schwerpunkt der Bemühungen sollte auf einer Anreicherung des während der Niedrigwasserphase langsamer entwässernden Grundwasserkörpers liegen.**

**Eine Speicherung in den OF-Gewässern bietet nur begrenzte Aussichten auf Erfolg.**

Dies kann geschehen durch:

- (a) Eine Wiedervernässung des Oldhorster Moores.
- (b) Die Einrichtung von Sohlgleiten oder anderer den Wasserstand erhöhender Strukturen (z.B. Dammbalkentreppen) an den skizzierten Stellen mit einer Mindesthöhe von 80 cm.
- (c) Die Einstellung der Unterhaltung in der Wulbeck und ihren Nebengewässern und den angeschlossenen Entwässerungsgräben.
- (d) Einen teilweisen Rückbau von trocken gefallenem Entwässerungsgräben.
- (e) Eine Umwandlung von Nadelholzbeständen in Laubwälder.
- (f) Eine natürliche Wiedervernässung über den Absenktrichtern in den Wintermonaten.

Ergänzend können flankierende Maßnahmen, wie z.B. die Verlagerung der Förderung auf entfernte Fassungen oder die Einengung des Niedrigwasserquerschnittes, wirksam werden.

Ein Verbau der Gewässersohle erscheint uns in diesem Zusammenhang kontraproduktiv, da in den Wintermonaten wertvolles Volumen über einen Bereich mit hohem Gradienten zum Grundwasser und hohen Durchlässigkeiten hinweggeleitet wird. Es steht auch zu befürchten, dass im Absenktrichter in diesem Falle wesentlich größere Flurabstände entstehen.

**Es bleibt festzuhalten, dass die Wasserstände der Wulbeck – ebenso wie die der benachbarten Wietze – in Niedrigwasserphasen naturgemäß bei ca. 20 cm liegen. Dies war auch im unbeeinflussten Zustand vor Einsetzen der Grundwasserförderung der Fall und verdeutlicht den bei den gegebenen Untergrundverhältnissen natürlicherweise großen Schwankungsbereich der Wasserstände.**

## **7.2 Konzeption eines operativen Monitorings**

Für die Umsetzung der grob skizzierten Integrativen Mengenbewirtschaftung sollte die Bilanzierung von Abflussmengen in der Wulbeck und ihrer Nebengewässern verbessert werden. Hierzu wäre es zunächst wichtig, an den Pegel Weide, Bennwiesen und Im Brand belastbare Q-h-Beziehungen aufzubauen, in denen der Einfluss der Verkräutung Berücksichtigung findet.

Die Beobachtung der maßgebenden Nebengewässer – hier wäre der Tiefenbruchsgraben zu nennen – und der Zuleiter, sollte für mindestens zwei Jahre fortgesetzt werden, um ein geschlossenes Bild des Jahresganges der Wasserstände zu erhalten, Verkräutungszeiten zu dokumentieren und ihren Einfluss auf den Abfluss zu identifizieren bzw. den Beginn der Niedrigwasserphase besser abzuschätzen. Dies konnte auf der Grundlage der durchgeführten Messungen nur ansatzweise gelingen, wird jedoch für die spätere Integrative Mengenbewirtschaftung von entscheidender Bedeutung sein, da sich hieraus der Zeitpunkt für die Aufgabe der in den Wintermonaten aufrecht erhaltenen Staue ableitet.

Für eine bessere räumliche Abgrenzung trocken fallender Bereiche und eine detaillierte Dokumentation von Abflussmengen in diesen Bereichen, empfiehlt sich die Einrichtung von drei weiteren OF-Pegeln in der Wulbeck. Einer sollte oberhalb des Pegels Nr. 10 an der Querung des Waldweges Lahberg – Ramlingen eingerichtet werden. Der zweite und dritte sollte unterhalb des Pegels 29069 am Austritt der Wulbeck aus dem Bärenbruch angeordnet werden.

Für den Tiefenbruchsgraben, als größtem Nebengewässer, empfehlen wir die Einrichtung eines OF-Pegels im Dauerbetrieb am Austritt aus dem Kienmoor.

Die Messungen an den temporären Pegeln haben gezeigt, dass der Räumung und Unterhaltung des Entwässerungssystems eine starke Bedeutung zukommt. Diese kann aus unserer Sicht zurückgefahren werden, was den Abfluss verlangsamen, aber die Entwässerung nicht in Frage stellen würde. Es wäre intensiv zu diskutieren, ob die zur Zeit vorgehaltenen Grabentiefen von bis zu 2,5 m wirklich notwendig sind. Für die Sicherstellung des Abflusses und der Entwässerung ist dies sicherlich nicht der Fall.

Für die Schaffung einer verbesserten Systemsicht empfehlen wir die Aufnahme weiterer Systemzustände (a) in einer extremen Niedrigwasserphase, (b) bei mittleren Abflussverhältnissen und (c) im Falle eines Hochwassers mit mindesten bordvollem Abfluss.

### **7.3 Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse**

#### (a) Übertragbarkeit der methodischen Ansätze:

Aus heutiger Sicht, können die angewendeten Methodenbausteine – hier ein numerisches Modell für die Beschreibung der Fließvorgänge im Grundwasserkörper und ein hydronumerisches Modell für die Beschreibung des Abflussvorganges in den OF-Gewässern – für die Untersuchung ähnlicher Fragestellungen eingesetzt werden.

Die erzielte Genauigkeit der Simulationsergebnisse reicht für die Simulation von Wasserständen und die Beurteilung von Maßnahmen bei der Ableitung einer Integrativen Mengenbewirtschaftung in jedem Falle aus. Hierfür ist es im Bereich der OF-Gewässer notwendig, über ein ausgebautes und über längere Zeiträume unterhaltenes Pegelnetz zu verfügen, das auch die maßgeblichen Nebengewässer abdeckt. An den Pegeln müssen belastbare Q-h-Beziehungen vorliegen. Diese können heute durch die Einrichtung von Dauerabflußmeßstellen (Ultraschallmeßstellen) über einen Zeitraum von ca. zwei Jahren schnell erzeugt werden.

Hydronumerische Modelle höherer Dimension sind im Niedrigwasserbereich nicht notwendig. Entscheidend ist die Möglichkeit auch instationäre Abflussvorgänge, eventuell über ganze Niedrigwasserphasen, simulieren zu können und über eine Kopplung bzw. die Möglichkeit eines automatisierten Austausches von Simulationsergebnissen mit dem Grundwassermodell zu verfügen.

Infolge der unterschiedlichen Zeitskalen beider Strömungsprozesse ist eine direkte Kopplung beider Modelle (OF-Gewässer/Grundwasser) nicht unbedingt erforderlich. Auch der instationäre Verlauf einer repräsentativen Niedrigwasserphase kann im hydronumerischen Modell des OF-Gewässers auf der Grundlage von drei bis vier abgesicherten Niedrigwasserzuständen simuliert werden. Zwischen diesen Zuständen können die Exfiltrationen/Infiltrationen linear interpoliert werden, ohne einen signifikanten Fehler zu begehen.

Entscheidend ist eine hochgenaue Aufnahme der Systemgeometrie (Querschnitte und Bauwerke) und die möglichst genaue Aufnahme des Systemzustandes (Wasserstände und Durchflüsse) an einem Stichtag im Rahmen einer synoptischen Vermessung (gleichzeitige Erhebung der Systemgeometrie).

(b) Übertragbarkeit der fachlichen Erkenntnisse:

Die gewonnenen Erkenntnisse bzgl. Systemreaktion und Maßnahmeneffizienz des Grundwasserkörpers bzw. Abflussverhalten und Speichereffizienz der OF-Gewässer können auf andere Einzugsgebiete mit ähnlichen Gefälleverhältnissen, gleichen Bodeneigenschaften und vergleichbarem Aufbau des Untergrundes übertragen werden.

Da sich die Maßnahmeneffizienz auch aus der Fördermenge ableitet, bei der hier sicherlich ein Sonderfall vorliegt, können die erzielbaren Erhöhungen der Wasserspiegellage an anderer Stelle durchaus größer ausfallen.

Hieraus kann geschlossen werden, dass im Falle einer Integrativen Mengenbewirtschaftung bei begrenzten Ressourcen dem Rückhalt im System – und hier vornehmlich im Grundwasserkörper - und der Verlangsamung des Abflussvorganges in OF-Gewässer eine besondere Bedeutung zukommt.

Der Erhöhung der Grundwasserneubildung durch eine Umwandlung von Nadelwäldern in Laubwälder sind aufgrund der Flächenverfügbarkeit räumliche und zeitliche Grenzen gesetzt. Es wäre daher zu prüfen, ob durch eine intensive Anreicherung im Nahbereich der Fassungen der gleiche Effekt erzielt werden kann. Dies setzt jedoch eine stabile Wasserqualität voraus.

Übertragbar ist sicherlich auch die Möglichkeit durch die Einengung von Niedrigwasserquerschnitten eine Anhebung der Wasserstände zu bewirken. Dies ist zumindest im Falle der Wulbeck unbedenklich, in anderen Fällen jedoch für den Hochwasserfall zu hinterfragen.

Wettmar, den 06.07.2006

(Dr.-Ing. Andreas Matheja)

## **8 Verwendete Unterlagen**

AGWA (2003a): Gewässerentwicklungsplan Wulbeck. Teil 1: Bestandsaufnahme.

AGWA (2003b): Gewässerentwicklungsplan Wulbeck. Teil 2: Ziel- und Maßnahmenkonzept.

BEZIRKSREGIERUNG LÜNEBURG (1968): Hochwasserregelung der Wietze im Landkreis Celle. Antrag auf Planfeststellung. Aufbauend auf dem Entwurf des Wasserwirtschaftsamtes Celle zur Hochwasserregelung in der Wietze vom 28.12.1966.

DANISH HYDRAULIC INSTITUTE ,DHI (2000): MIKE11: A Modelling System for Rivers and Channels, User Guide.

DANISH HYDRAULIC INSTITUTE (2001): MIKE View: User Guide and Tutorial.

DANISH HYDRAULIC INSTITUTE, DHI (2002): MIKE11: A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual.

DGJ (1998): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Weser- und Emsgebiet.

DGJ (1999): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Weser- und Emsgebiet.

DGJ (2002): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Weser- und Emsgebiet.

ENERCITY AG (2006): Im Zuge der Beweissicherung erhobene Wasserstände und Durchflüsse an den Pegeln Reuterdamm (39008), Hellern (29001), Fuhrberg (29069) und Wieckenberg (29002).

ENERCITY AG (2006): Grundwasserstände an den Grundwassermeßstellen der ENERCITY AG. Korrespondenz mit Frau Fürstenberg und Herrn Hoppe.

GEWÄSSERKUNDLICHER LANDESDIENST (2004): Korrespondenz mit dem Gewässerkundlichen Landesdienst, Herrn Böhmert.

HARZWASSERWERKE (2006): Grundwasserstände an den Grundwassermeßstellen XXX. Korrespondenz mit Herrn Wöltje.

REGION HANNOVER (2006): Datensätze des digitalen Geländemodells DGM 5 (Qualitätsstufe 1) für das gesamte Untersuchungsgebiet.

REGION HANNOVER (2006): Digitale Blattsschnitte der DGK5 für das gesamte Untersuchungsgebiet.

Wasserstände und Durchflussmengen am Pegel Reuterdamm (39008). Korrespondenz mit Herrn Dr. Thiem, Herrn Hoppe, Herrn Michaelis, enercity AG, Hannover.

GEWÄSSERKUNDLICHER LANDESDIENST (2004): Korrespondenz mit dem Gewässerkundlichen Landesdienst, Herrn Böhmert.

UNTERHALTUNGSVERBAND WIETZE (2004): Korrespondenz mit dem Unterhaltungsverband Wietze, Verbandsingenieur Herrn Teßmann.