

Maria Anna Meyer zu Mecklendorf

Antrag auf Änderung der Stauanlage Teutoburger Waldsee

- Hydrologische Untersuchungen -

Bearbeitet:

Braunschweig, den 09.11.2009

Prof. Dr.-Ing. W. Hartung + Partner

Ingenieurgesellschaft mbH



(Dr.-Ing- S. Lange)

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Problemstellung	3
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Durchgeführte Arbeiten	5
3.1	Niederschlag-Abfluss-Modell	5
3.1.1	Allgemeines	5
3.1.2	Eichung	7
3.1.3	Bemessungsereignisse	7
4	Ergebnisse	10
4.1	Abflüsse bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeiten	10
4.2	Gewöhnlicher Hochwasserschutzraum	12
4.3	Hochwasserentlastung	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Hochwasserspendenlängsschnitt des NLÖ	11
--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Niederschläge bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeiten nach DWD	8
Tabelle 3-2: Niederschlagshöhen mit $T > 100$ Jahren	8
Tabelle 4-1: Abflüsse bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeiten	10
Tabelle 4-2: W-Q-V-Beziehung des Teutoburger Waldsees (Bestand)	12
Tabelle 4-3: Stauziel des HQ100 (Bestand)	12
Tabelle 4-4: W-Q-V-Beziehung des Teutoburger Waldsees (Planung)	13
Tabelle 4-5: Stauziel des HQ100 (Planung)	13
Tabelle 4-6: W-Q-V-Beziehung des Teutoburger Waldsees (Planung – n-1)	14
Tabelle 4-7: Stauziele für die geplante Hochwasserentlastung (Planung)	15

1 Veranlassung und Problemstellung

Der Teutoburger Waldsee liegt an der Grenze zwischen NRW und Niedersachsen im Gemeindegebiet Hagen am Teutoburger Wald. Der See entstand über Jahrzehnte durch Anböschung eines Dammes in der Talsenke unterhalb des ehemaligen Zusammenflusses des Roter Baches und des Hönebaches. Auf dem Gelände des östlich gelegenen Campingplatzes erfolgt bei Hochwasserabflüssen ein Abschlag vom Hönebach entlang der vorhandenen Straße zum Grenzgraben. Zum Teutoburger Waldsee befindet sich eine Verwallung. Dadurch fließen im Hochwasserfall vom Hönebach maximal $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ dem Teutoburger Waldsee zu, die darüber hinausgehenden Wassermengen fließen oberflächlich in westliche Richtung in den Grenzgraben.

Für den Teutoburger Waldsee muß eine Hochwasserentlastung vorgesehen werden, die den Bemessungsrichtlinien nach DIN 19700 entspricht. Der maximale Stauwasserspiegel soll $94,30 \text{ mNN}$ nicht überschreiten. Wir wurden daher beauftragt, auf der Grundlage eines neu zu erstellenden Niederschlag-Abfluss-Modells (NAM) die dafür erforderlichen Nachweise zu führen.

2 **Verwendete Unterlagen**

Grundlage für die durchgeführten Untersuchungen sollte ein flächendeckendes NAM des Einzugsgebietes des Teutoburger Waldsees sein. Dafür standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Deutsche Topographische Karte im Maßstab 1:25.000 (TK 25) der LGN, Hannover
- Digitales Geländemodell im 12,5x12,5 m Raster der LGN, Hannover
- ATKIS Daten für das Untersuchungsgebiete der LGN, Hannover
- Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:50.000 (BÜK50) des LBEG, Hannover
- Planungsunterlagen mit Leistungskurven für den Teutoburger Waldsee von der IPW INGENIEURPLANUNG GmbH&Co.KG, Marie-Curie-Str. 4a, 49134 Wallenhorst

Die Berechnungen mit Stationsniederschlägen basieren auf

DWD (2005): KOSTRA-DWD-2000, DWD, Abteilung Hydrometeorologie,
Offenbach am Main

Als Grundlage für die Auswertung wurde die Software KOSTRA-DWD 2000 der itwh GmbH, Hannover, genutzt.

3 Durchgeführte Arbeiten

3.1 Niederschlag-Abfluss-Modell

3.1.1 Allgemeines

Mit einem NAM werden aus Niederschlägen über Simulation der hydrologischen Vorgänge wie Verdunstung, Abflussbildung sowie Ablauf und Verformung des Hochwassers auf der Fläche und im Vorfluter gültige Abflussganglinien im gesamten Einzugsgebiet berechnet. Dafür wird das Einzugsgebiet in Teilflächen eingeteilt, für die man von homogenen hydrologischen Parametern ausgehen kann.

Das Einzugsgebiet von $A_{E0} = 5,20 \text{ km}^2$ (Hönebach $3,3 \text{ km}^2$, Roter Bach $1,8 \text{ km}^2$, Teutoburger Waldsee $0,1 \text{ km}^2$) wurde in 8 Teilflächen bzw. Systemelemente aufgeteilt. Als Parameter gehen u. a. Gefälle und Länge von Vorflutern und Hangflächen, Größe und Form der Einzugsgebiete usw. ein. Für die Berechnung der Abflussbildung, also der Aufteilung des Niederschlages in seine abflusswirksamen Komponenten, wurde ein Ansatz in Anlehnung an das SCS-Verfahren verwendet, bei dem als weitere Parameter die Flächennutzung und die Bodenart eingehen. Mit diesem Verfahren könnten auch Veränderungen der Abflussbildung in Abhängigkeit von der Flächennutzung (z.B. zunehmende Bebauung oder auch Entsiegelung von Flächen, aber auch Aufforstung, Umwandlung von Acker in Wiesenflächen usw.) ermittelt werden.

Die Verformung der Hochwasserwellen wird durch lineare Speicher erfasst. Erfahrungen mit zahlreichen N-A-Modellen haben gezeigt, dass mit diesem Ansatz in Einzugsgebieten dieser Charakteristik gute Ergebnisse erzielt werden.

Hochwasserrückhaltebecken bzw. Polder werden mit ihren charakteristischen Kennwerten (Wasserstand-Abfluss-Volumen-Beziehung) eingegeben. Es können

unterschiedliche Betriebsregeln simuliert und die entsprechende Wirkung auf das Becken selber und für die Unterlieger aufgezeigt werden.

Die ermittelten Parameter werden entweder durch eine Eichung anhand von zeitgleich registrierten Niederschlags- und Abflussaufzeichnungen oder über Plausibilitätsüberprüfung an die speziellen Gebietsverhältnisse angepaßt. Als Ergebnis der Berechnungen des NAM kann man so die Hochwasserentstehung und den Hochwasserablauf im gesamten Einzugsgebiet verfolgen.

Ereignisse bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeit werden durch statistische Niederschläge des DWD berechnet. Da jedes einzelne Teilgebiet auf einen Niederschlag anderer Dauer mit einem maximalen Abfluß reagieren kann, werden bei jeder gewünschten Jährlichkeit Ereignisse der Dauerstufe zwischen 15 Minuten und 72 Stunden durchgerechnet. Damit kann an jedem Teilflächenendpunkt die charakteristische maximale Belastung ermittelt werden.

Mit dem Modell können neben dem Ist-Zustand sowohl verschärfende Veränderungen des Abflusses durch z.B. Versiegelungen, Änderung der Nutzung, usw. auch hochwassermindernde Veränderungen wie zusätzliche Retentionsräume, Überleitungen oder Optimierung von Steuerungen nachgewiesen werden.

Bei der hier verwendeten mittleren Teilflächengröße von rd. 0,7 km² und dem gebietsbedingten schnellen Ablauf der Hochwasser müssen die Berechnungen mit einem entsprechend kurzen Zeitschritt erfolgen. Die folgenden Berechnungen wurden daher in einem Zeitraster von 5 Minuten durchgeführt.

3.1.2 Eichung

Für das Einzugsgebiet des Teutoburger Waldsees liegen keine Pegelaufzeichnungen vor, so dass keine direkte Eichung vorgenommen werden konnte. Es wurden daher Parameter aus vergleichbaren Gebieten übernommen. Und über eine Plausibilitätsbetrachtung anhand des Hochwasserspendenlängsschnittes des NLÖ überprüft.

3.1.3 Bemessungsereignisse

Die Abflussereignisse bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeit werden aus synthetischen Niederschlagsereignissen ermittelt. Grundlage dafür sind die Niederschläge bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeit des Deutschen Wetterdienstes.

DWD (2005): KOSTRA-DWD-2000, DWD, Abteilung Hydrometeorologie, Offenbach am Main

Die Auswertungen des DWD liegen vor für Niederschlagsdauern zwischen 5 Minuten und 72 Stunden und Jährlichkeiten zwischen $T = 0,5$ und 100 Jahren vor (s. Tabelle 3-1).

Ereignisse mit Wiederkehrintervallen von $T > 100$ Jahren werden vom DWD nicht angegeben. Diese Ereignisse können jedoch aus den statistischen Parametern $u(D)$ und $w(D)$ abgeleitet werden, die sich aus den 1-jährlichen und 100-jährlichen Ereignissen des DWD für jede Dauerstufe D berechnen lassen. In der Tabelle 3-2 sind die Extrapolationen der Niederschläge für die Eintrittswahrscheinlichkeiten $T = 500$ und 5.000 Jahre dargestellt.

Verwendet werden Ereignisse mit Dauern zwischen 15 Minuten und 72 Stunden.



Deutscher Wetterdienst Abt. Hydrometeorologie
KOSTRA-DWD 2000

Niederschlagshöhen und -spenden für Lengerich, Westf

Zeitspanne : Januar - Dezember

Rasterfeld : Spalte: 18 Zeile: 39

T	0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	3,2	107,5	5,1	170,0	7,3	232,5	9,5	315,1	11,3	377,6	13,2	440,1	15,7	522,3	17,6	585,3
10,0 min	5,6	93,3	8,2	136,4	10,3	175,5	14,2	236,5	16,3	275,6	19,4	322,8	22,8	375,8	25,4	422,9
15,0 min	7,1	79,2	10,3	113,9	13,4	142,6	17,5	194,5	20,6	229,2	23,7	263,9	27,9	309,7	31,0	344,5
20,0 min	8,2	69,0	11,7	97,8	15,3	127,5	20,0	166,8	23,6	196,6	27,3	226,3	31,9	265,6	35,4	295,4
30,0 min	9,4	52,2	13,7	76,2	18,0	100,1	23,7	131,8	29,0	155,7	32,3	179,7	38,0	211,3	42,3	235,2
45,0 min	10,3	38,0	15,5	57,2	20,7	76,5	27,5	102,0	32,7	121,2	37,9	146,5	44,8	166,0	50,0	185,2
60,0 min	10,6	29,3	16,5	45,6	22,4	62,3	30,3	84,2	36,3	103,7	42,3	117,2	50,1	139,0	56,0	155,6
90,0 min	12,0	22,2	18,1	33,5	24,2	44,8	32,2	69,7	33,3	71,1	44,4	81,3	52,5	97,2	56,6	106,5
2,0 h	13,1	19,2	19,3	26,8	25,5	35,4	35,7	46,8	39,9	55,4	46,1	64,1	54,3	75,4	60,5	84,1
3,0 h	14,3	13,7	21,2	19,6	27,5	25,5	35,9	33,3	42,3	39,2	48,7	45,1	57,1	52,8	63,4	56,7
4,0 h	16,1	11,2	22,6	15,7	25,1	20,2	37,6	26,1	44,1	30,6	50,6	35,1	59,1	41,1	65,6	45,6
6,0 h	19,1	8,4	24,8	11,5	31,4	14,5	40,2	16,6	46,8	21,7	53,5	24,7	62,2	28,9	68,9	31,9
9,0 h	20,4	6,3	27,2	8,4	34,0	10,5	43,0	13,3	49,3	15,4	56,6	17,5	65,6	20,2	72,4	22,3
12,0 h	22,1	5,1	29,0	6,7	35,9	9,3	45,1	10,4	52,0	12,9	59,9	13,6	69,1	15,9	75,0	17,4
18,0 h	23,0	3,5	30,8	4,7	33,5	5,9	48,8	7,5	56,6	9,7	64,4	9,9	74,7	11,5	82,5	12,7
24,0 h	23,3	2,8	32,5	3,8	41,2	4,9	52,6	6,1	61,3	7,1	69,9	8,1	81,3	9,4	90,0	10,4
48,0 h	36,7	2,1	45,0	2,6	53,3	3,1	64,2	3,7	72,5	4,2	80,8	4,7	91,7	5,3	100,0	5,8
72,0 h	35,2	1,4	45,0	1,7	54,3	2,1	67,7	2,6	77,5	3,0	87,3	3,4	100,2	3,9	110,0	4,2

- T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])
- h - Niederschlagshöhe (in [mm])
- rN - Niederschlagsspende (in [l/(s*ha)])

Tabelle 3-1: Niederschläge bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeiten nach DWD

Niederschlagshöhen Lengerich (S 18/Z 39) nach DWD KOSTRA 2000						
Dauer	Wiederkehrintervall T in Jahren					
	u(D)	w(D)	1	100	500	5.000
	aus T=1 und 100 a		mm	mm	mm	mm
15 Min.	10,3000	4,4949	10,3	31,0	38,2	48,6
20 Min.	11,7000	5,1464	11,7	35,4	43,7	55,5
30 Min.	13,7000	6,2104	13,7	42,3	52,3	66,6
45 Min.	15,5000	7,4916	15,5	50,0	62,1	79,3
60 Std.	16,5000	8,5773	16,5	56,0	69,8	89,6
90 Std.	18,1000	8,7945	18,1	58,6	72,8	93,0
2 Std.	19,3000	8,9465	19,3	60,5	74,9	95,5
3 Std.	21,2000	9,1636	21,2	63,4	78,1	99,2
4 Std.	22,6000	9,3373	22,6	65,6	80,6	102,1
6 Std.	24,8000	9,5762	24,8	68,9	84,3	106,4
9 Std.	27,2000	9,8151	27,2	72,4	88,2	110,8
12 Std.	29,0000	9,9888	29,0	75,0	91,1	114,1
18 Std.	30,8000	11,2265	30,8	82,5	100,6	126,4
24 Std.	32,5000	12,4860	32,5	90,0	110,1	138,8
48 Std.	45,0000	11,9431	45,0	100,0	119,2	146,7
72 Std.	45,0000	14,1146	45,0	110,0	132,7	165,2

Tabelle 3-2: Niederschlagshöhen mit T > 100 Jahren

Da jedes Gebiet abhängig von Einzugsgebietsgröße, Gefälle, Nutzung usw. auf unterschiedliche Niederschlagsereignisse mit einem maximalen Scheitelabfluss oder maximalen Abflussvolumen reagiert, werden für die Ermittlung der Bemessungsgrößen alle Dauerstufen des Niederschlages in die Berechnung einbezogen und dann für die jeweilige Aufgabenstellung hinsichtlich der maßgeblichen Belastung ausgewertet.

Die Niederschlagsintensität für jedes Ereignis wird nach einem Vorschlag des DVWK folgendermaßen eingeführt:

1. Intervall: 20 % des Niederschlages in 30 % der Zeit
2. Intervall: 50 % des Niederschlages in 20 % der Zeit
3. Intervall: 30 % des Niederschlages in 50 % der Zeit

Es wird davon ausgegangen, dass bei der Verwendung von Parametern mittlerer Bodenfeuchteverhältnisse zu Beginn eines Ereignisses aus einem Niederschlag bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeit ein Abfluss mit derselben Eintrittswahrscheinlichkeit resultiert.

4 Ergebnisse

4.1 Abflüsse bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeiten

Mit dem NAM ergeben sich unter der Verwendung der Niederschläge nach Tabelle 3-2 Abflüsse bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeiten nach Tabelle 4-1.

T	Hönebach 3,32 km ² vor Ableitung		Teutoburger Waldsee 5,20 km ²		
			oh. Ableitung		mit Ableitung
Jahre	m ³ /s	l/s/km ²	m ³ /s	l/s/km ²	m ³ /s
100	2,13	642	3,31	637	2,64
500	3,17	955	4,86	935	3,21
5.000	4,70	1.416	7,23	1.390	4,13

Tabelle 4-1: Abflüsse bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeiten

Für das HQ100 ergibt sich am Teutoburger Waldsee ohne Berücksichtigung einer Ableitung des Hönebaches in den Grenzgraben ein Abfluss von 3,31 m³/s. Das entspricht eine Abflussspende von 637 l/s/km². Der Hochwasserabflussspendenlängsschnitt des NLÖ für das Osnabrücker Bergland (s. Abbildung 4-1) weist erst Spenden ab einer Einzugsgebietsgröße von 20 km² aus. Eine Extrapolation auf ein Einzugsgebiet von rd. 5 km² ergäbe Spenden von rd. 520 bis 600 l/s/km². Die berechneten Ergebnisse erscheinen daher plausibel.

Das HQ500 ist mit 4,86 m³/s um den Faktor 1,47 und das HQ5.000 mit 7,23 m³/s um den Faktor 2,18 größer als das HQ100. Für Einzugsgebiete < 50 km² wird in der Regel von mittleren Faktoren von 1,40 bzw. 2,15 ausgegangen. Daher sind auch diese Werte als plausibel anzunehmen.

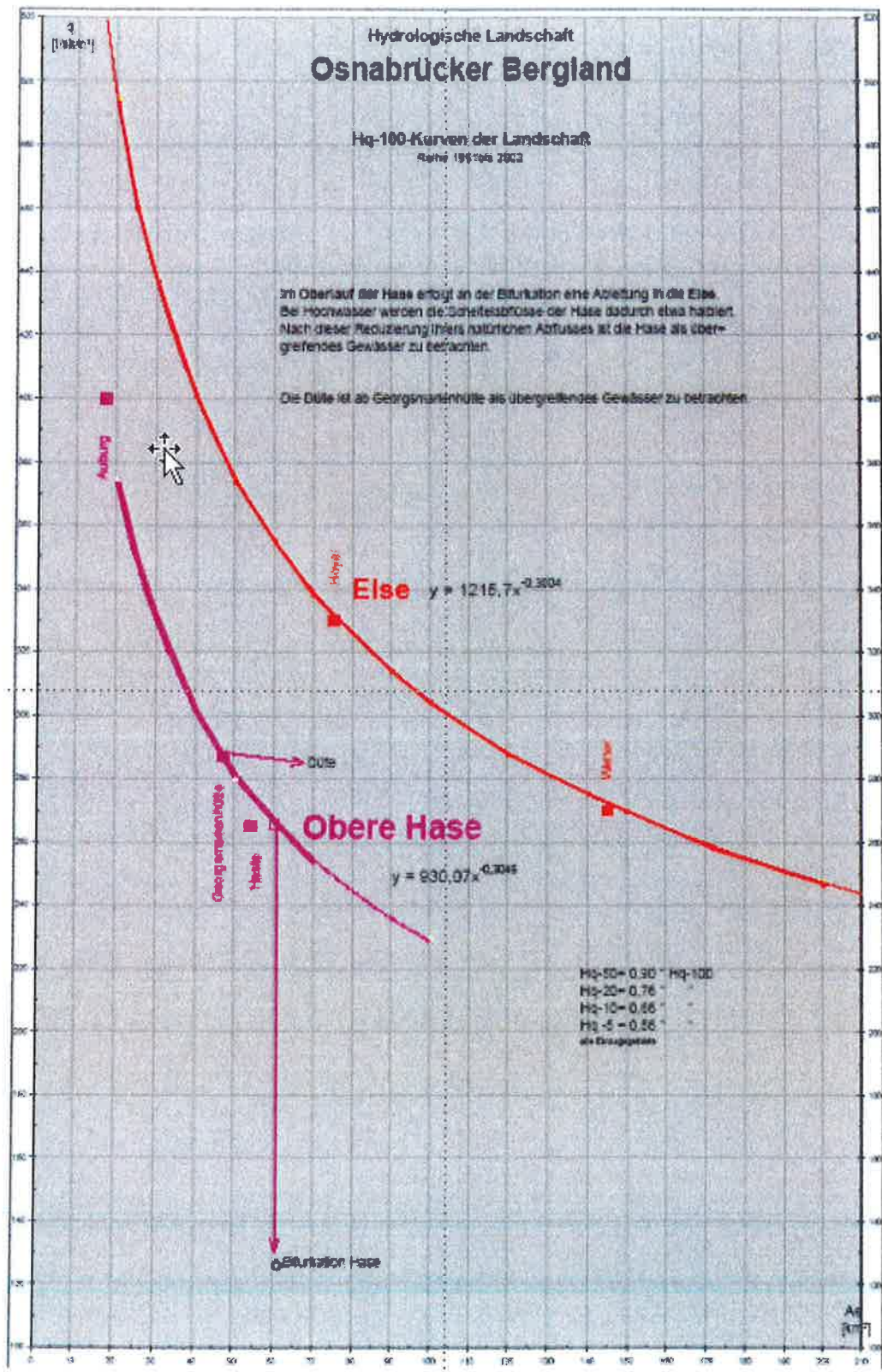


Abbildung 4-1: Hochwasserspendenlängsschnitt des NLÖ

Durch die Begrenzung des Abflusses aus dem Hönebach auf max. 1,4 m³/s durch die Ableitung in den Grenzgraben ergeben sich entsprechend geringere Zuflüsse zum Teutoburger Waldsee (s. Tabelle 4-1).

4.2 Gewöhnlicher Hochwasserschutzraum

Für die Berechnungen des gewöhnlichen Hochwasserschutzraumes wird der Grundablass nicht angesetzt. Gemäß der Unterlagen der IPW INGENIEURPLANUNG GmbH&Co.KG ergibt sich für die Berechnungen des Bestandes die Wasserstand-Abfluss-Volumen-(W-Q-V-) Beziehung nach Tabelle

Teutoburger Waldsee		Summe	Vorhandener Überlauf
W	V	Q	Q
mNN	m ³	m ³ /s	m ³ /s
92,00	0	0,00	0,000
92,50	3.136	0,00	0,000
93,00	15.828	0,00	0,000
93,50	36.872	0,00	0,000
93,74	48.860	0,00	0,000
93,85	55.100	0,00	0,000
93,86	55.718	0,01	0,010
94,00	64.375	0,19	0,187
94,05	67.700	0,32	0,315
94,20	78.884	0,76	0,755
94,30	86.400	1,03	1,033

4-2):

Tabelle 4-2: W-Q-V-Beziehung des Teutoburger Waldsees (Bestand)

Damit ergibt sich ein Stauziel für das HQ100 von 94,76 mNN (s. Tabelle 4-3). Das ist höher als das angestrebte höchste Stauziel von 94,30 mNN.

Teutoburger Waldsee		T	Qzmax	Qamax	Vmax	Wmax
mit Ableitung Grenzgraben		Jahre	m ³ /s	m ³ /s	m ³	mNN
Bestand	ohne GA	100	2,64	1,52	125.655	94,76

Tabelle 4-3: Stauziel des HQ100 (Bestand)

Aus diesem Grund wurde von der IPW INGENIEURPLANUNG GmbH&Co.KG für den Teutoburger Waldsee eine neue Hochwasserentlastungsanlage geplant (Beschreibung s. Bericht). Die W-Q-V-Beziehung dieser HWE ist in Tabelle 4-4 dargestellt.

Planung ohne GA	Rohr NW 800	Überfall: frei $Q = 2/3 \cdot m\ddot{u} \cdot b \cdot \sqrt{(2 \cdot g)^{0,5}}$ $m\ddot{u} = 0,520$ $b = 2,700$ $W0 = 93,85$	Überfall: frei $Q = 2/3 \cdot m\ddot{u} \cdot b \cdot \sqrt{(2 \cdot g)^{0,5}}$ $m\ddot{u} = 0,520$ $b = 30,000$ $W0 = 94,05$																																																																																																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Teutoburger Waldsee</th> <th>Summe</th> <th>Vorh. Überlauf</th> <th colspan="2">HWE</th> <th colspan="2">HWE</th> </tr> <tr> <th>W</th> <th>V</th> <th>Q</th> <th>Q</th> <th>h</th> <th>Q</th> <th>h</th> <th>Q</th> </tr> <tr> <th>mNN</th> <th>m³</th> <th>m³/s</th> <th>m³/s</th> <th>m</th> <th>m³/s</th> <th>m</th> <th>m³/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>92,00</td><td>0</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>92,50</td><td>3.136</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>93,00</td><td>15.828</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>93,50</td><td>36.872</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>93,74</td><td>48.860</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>93,85</td><td>55.100</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>93,86</td><td>55.718</td><td>0,01</td><td>0,010</td><td>0,01</td><td>0,004</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>94,00</td><td>64.375</td><td>0,43</td><td>0,187</td><td>0,15</td><td>0,241</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>94,05</td><td>67.700</td><td>0,69</td><td>0,315</td><td>0,20</td><td>0,371</td><td>0,00</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>94,20</td><td>78.884</td><td>3,80</td><td>0,755</td><td>0,35</td><td>0,371</td><td>0,15</td><td>2,676</td></tr> <tr><td>94,30</td><td>86.400</td><td>7,16</td><td>1,033</td><td>0,45</td><td>0,371</td><td>0,25</td><td>5,758</td></tr> </tbody> </table>			Teutoburger Waldsee		Summe	Vorh. Überlauf	HWE		HWE		W	V	Q	Q	h	Q	h	Q	mNN	m ³	m ³ /s	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m ³ /s	92,00	0	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	92,50	3.136	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	93,00	15.828	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	93,50	36.872	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	93,74	48.860	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	93,85	55.100	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	93,86	55.718	0,01	0,010	0,01	0,004	0,00	0,000	94,00	64.375	0,43	0,187	0,15	0,241	0,00	0,000	94,05	67.700	0,69	0,315	0,20	0,371	0,00	0,000	94,20	78.884	3,80	0,755	0,35	0,371	0,15	2,676	94,30	86.400	7,16	1,033	0,45	0,371	0,25
Teutoburger Waldsee		Summe	Vorh. Überlauf	HWE		HWE																																																																																																												
W	V	Q	Q	h	Q	h	Q																																																																																																											
mNN	m ³	m ³ /s	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m ³ /s																																																																																																											
92,00	0	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000																																																																																																											
92,50	3.136	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000																																																																																																											
93,00	15.828	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000																																																																																																											
93,50	36.872	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000																																																																																																											
93,74	48.860	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000																																																																																																											
93,85	55.100	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000																																																																																																											
93,86	55.718	0,01	0,010	0,01	0,004	0,00	0,000																																																																																																											
94,00	64.375	0,43	0,187	0,15	0,241	0,00	0,000																																																																																																											
94,05	67.700	0,69	0,315	0,20	0,371	0,00	0,000																																																																																																											
94,20	78.884	3,80	0,755	0,35	0,371	0,15	2,676																																																																																																											
94,30	86.400	7,16	1,033	0,45	0,371	0,25	5,758																																																																																																											

Tabelle 4-4: W-Q-V-Beziehung des Teutoburger Waldsees (Planung)

Mit diesen Leistungsdaten ergibt sich beim HQ100 ein Stauziel von 94,14 mNN (s. Tabelle 4-5).

Teutoburger Waldsee mit Ableitung Grenzgraben	T	Qzmax	Qamax	Vmax	Wmax
	Jahre	m ³ /s	m ³ /s	m ³	mNN
Planung ohne GA	100	2,64	2,49	74.162	94,14

Tabelle 4-5: Stauziel des HQ100 (Planung)

4.3 Hochwasserentlastung

Für die Bemessung der Hochwasserentlastungsanlage müssen nach DIN 19700 ein 500-jährliches und ein 5.000-jährliches Ereignis auf ein leeres Becken oberhalb des Dauerstaus herangezogen werden. Da der Teutoburger Waldsee nicht über den Grundablass gesteuert wird, wird dieser bei allen folgenden Varianten nicht berücksichtigt.

Beim 500-jährlichen Ereignis muß zusätzlich die n-1-Bedingung eingehalten werden, d.h., das leistungsfähigste Auslassorgan darf nicht angesetzt werden. Beim Teutoburger Waldsee bedeutet das, dass beim 500-jährlichen Ereignis nur eine Rohrleitung unterhalb der HWE angesetzt werden darf. Damit ergeben sich für diesen Lastfall die Leistungsdaten nach Tabelle 4-6:

Teutoburger Waldsee			Summe	Vorh. Überlauf	HWE		HWE	
W	V	Q	Q	h	Q	h	Q	
mNN	m³	m³/s	m³/s	m	m³/s	m	m³/s	
92,00	0	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	
92,50	3.136	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	
93,00	15.828	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	
93,50	36.872	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	
93,74	48.860	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	
93,85	55.100	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	
93,86	55.718	0,01	0,010	0,01	0,004	0,00	0,000	
94,00	64.375	0,43	0,187	0,15	0,241	0,00	0,000	
94,05	67.700	0,69	0,315	0,20	0,371	0,00	0,000	
94,20	78.884	3,80	0,755	0,35	0,371	0,15	2,676	
94,30	86.400	4,13	1,033	0,45	0,371	0,25	2,729	

Planung
ohne GA
(n-1)

Rohr	Überfall: frei	Überfall: frei
NW 800	$Q = 2/3 \cdot m\ddot{u} \cdot b \cdot \sqrt{(2 \cdot g)^{0,5}}$	$Q = 2/3 \cdot m\ddot{u} \cdot b \cdot \sqrt{(2 \cdot g)^{0,5}}$
	mü = 0,520	mü = 0,520
	b = 2,700	b = 30,000
	W0 = 93,85	W0 = 94,05

Tabelle 4-6: W-Q-V-Beziehung des Teutoburger Waldsees (Planung – n-1)

Unter diesen Randbedingungen ergeben sich die Stauziele nach Tabelle 4-7. Maßgeblich für die Bemessung der Hochwasserentlastung ist demnach das 5.000-jährliche Ereignis mit einem Stauziel von 94,20 mNN. Dieser Wasserstand liegt demnach unterhalb des angestrebten höchsten Stauziels von 94,30 mNN.

Teutoburger Waldsee mit Ableitung Grenzgraben		T	Qzmax	Qamax	Vmax	Wmax
		Jahre	m³/s	m³/s	m³	mNN
Planung	ohne GA	100	2,64	2,49	74.162	94,14
		500	3,21	3,00	76.022	94,16
		5.000	4,13	3,85	78.999	94,20

Tabelle 4-7: Stauziele für die geplante Hochwasserentlastung (Planung)

Damit beträgt die maximale Stauhöhe rd. $94,20 - 92,00 \text{ mNN} = 2,20 \text{ m}$. Zusammen mit den Stauvolumen von rd. 80.000 m^3 ist der Teutoburger Waldsee nach DIN 19700 als „Kleines Hochwasserrückhaltebecken“ einzustufen. Das hydrologische Gefahrenpotential kann als gering angesehen werden.