

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUSGANGSWERTE / VORBEMERKUNG	3
1.1	Bodenkennwerte	3
1.2	Hydraulische Lastannahmen	3
2	NACHWEIS FISCHAUFSTIEGSANLAGE	4
3	NACHWEIS FILTERSTABILITÄT BÖSCHUNGSSICHERUNG	6
4	NACHWEIS HYDRAULIK	7
4.1	Hydraulisches Modell	7
4.1.1	Modellanpassungen	7
4.1.2	Berechnungssoftware	8
4.1.3	Randbedingungen	8
4.1.4	Modellkalibrierung / Auswertung Abflussmessung	12
4.2	Hydraulische Berechnungen	13
4.2.1	Szenario 1 und 2 (Formeller Ist-Zustand; MNQ, MQ)	15
4.2.2	Szenario 3 und 4 (Plan-Zustand Variante 1; MNQ, MQ)	18
4.2.3	Szenario 5 und 6 (Plan-Zustand Variante 2; MNQ, MQ)	23
5	QUELLENVERZEICHNIS	24

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage		Seitenzahl
B1	Nachweis Fischaufstiegsanlage	4
B2	Nachweis Filterstabilität	5

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1.1: Bodenkennwerte.....	3
Tabelle 2.1: Dimensionierungsgrößen Raugerinne.....	5
Tabelle 3.1: Schichtenaufbau Böschungssicherung	6
Tabelle 4.1: Hydrologische Angaben der Zuflüsse zum Oberspreewald (LfU)	9
Tabelle 4.2: Vorgabe Abflussverteilung Staugürtel VI.....	11
Tabelle 4.3: Fachbaumhöhen Stauanlagen Staugürtel V / VI (Betrachtungsraum)	11
Tabelle 4.4: Auswertung Fließgeschwindigkeits-/Abflussmessung Staugürtel VI (03.09.2016)	13
Tabelle 4.5: Berechnungsszenarien	14
Tabelle 4.6: Ergebnisse Szenarien 1 und 2	15
Tabelle 4.7: Erreichbare Stauziele bei verschiedenen Prioritäten	16
Tabelle 4.8: Mittlere Fließgeschwindigkeiten Szenario 1 und 2	16
Tabelle 4.9: Ergebnisse Szenarien 3 und 4	18
Tabelle 4.10: Wehrangaben und WSP bei MNQ.....	19
Tabelle 4.11: Wehrangaben und WSP bei MNQ.....	19
Tabelle 4.12: Mittlere Fließgeschwindigkeiten Szenario 3 und 4	20

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 4.1: Hydraulisches Teilmodell Oberspreewald (Staugürtel VI)	7
Abbildung 4.2: Prinzipielle Abflussverteilung im Oberspreewald bei MNQ (LfU)	9
Abbildung 4.3: Prinzipielle Abflussverteilung im Oberspreewald bei MQ (LfU)	10
Abbildung 4.4: Obere Randbedingungen – Zuflüsse Staugürtel VI	10
Abbildung 4.5: Feldskizze Abflussmessung Staugürtel VI (03.09.2015)	12
Abbildung 4.6: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 1 (MNQ-So, Stg. VI offen)	17
Abbildung 4.7: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 2 (MQ-So, Stg. VI offen)	17
Abbildung 4.8: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 3 (MNQ-So, Stg. VI geschl.)	21
Abbildung 4.9: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 4 (MQ-So, Stg. VI geschl.)	21
Abbildung 4.10: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen [m/s] MNQ (Szenario 1 / 3)	22
Abbildung 4.11: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen [m/s] MQ (Szenario 2 / 4)	22

1 AUSGANGSWERTE / VORBEMERKUNG

In der Vorplanung des Vorhabens „Oberspreewald – Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserverhältnisse am Staugürtel VI“ wurden verschiedene Varianten für den Ersatzneubau des Wehrbauwerkes untersucht. Mit den Festlegungen des Arbeitskreistreffens am 25.04.2017 sieht die abgeleitete Vorzugsvariante einen Rückbau des vorhandenen Wehrbauwerkes und den Neubau einer Fischaufstiegsanlage als Raugerinne mit Beckenstruktur vor. Mit der Ausbildung des ersten Riegels als Einlaufbauwerk in Spundwandbauweise (Spundwand mit Schlitz und Staubohlenführung), besteht die Möglichkeit einer Abflusserhöhung durch das Ziehen von Staubohlen.

1.1 Bodenkennwerte

Die verwendeten Daten sind dem Baugrunduntersuchungen vom Ingenieur- und Baugrundbüro Kunze aus Peitz vom Juni 2008/ März 2011 entnommen.

Tabelle 1.1: Bodenkennwerte

UK Schicht [mNHN]	Bodenschicht	cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]	cal ϕ' [°]	cal c' [kN/m ²]	cal k [m/s]
bis 50,10	Mutterboden(Moorerde)	12,0	2,0	15	0	-
bis 49,00	Schluff, tonig, organisch	17,5	10,0	30	0	$6 \cdot 10^{-5}$
darunter bis Endteufe 10 m u. GOK	Mittelsand, feinsandig (Fs, ms, mitteldicht/ dicht gelagert)	18,0	11,0	32,0	0	$1,7 \cdot 10^{-4}$

Die Untersuchungen an den durchgeführten Boden- und Wasserproben ergaben:

Das die freie Korrosion im Unterwasserbereich nach der Mulden- und Lochkorrosion sowie der Flächenkorrosion mittel aggressiv ist.

Das die Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze hinsichtlich Mulden- und Lochkorrosion sowie der Flächenkorrosion hoch aggressiv ist.

1.2 Hydraulische Lastannahmen

Für die geohydraulischen Berechnungen werden die ober- und unterwasserseitigen Wasserstände in ihrer ungünstigsten, praktisch möglichen, Anordnung berücksichtigt.

Oberwasser (maximales Stauziel): 51,11 mNHN

Unterwasser (MNQ): 50,74 mNHN

2 NACHWEIS FISCHAUFSTIEGSANLAGE

Für die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit ist für das Wehr 45 eine Fischaufstiegsanlage als Raugerinne mit Beckenstruktur geplant. Raugerinne sind Bauwerke, bei denen mittels felsiger und kiesiger Bodenmaterialien Wanderkorridore geschaffen werden, die den Fischen sowie benthalen Wirbellosen den Aufstieg ermöglichen.

Für die Beckenabmessungen und insbesondere die Beckenlänge sind die Fischfauna, die hydraulischen Verhältnissen oder die zulässige Leistungsdichte von Bedeutung, von denen der jeweils größte Wert relevant ist.

Die Wasserstände sowie Abflusswerte für die Bemessung wurden im Rahmen der Vorplanung und nachfolgenden Beratungen mit dem Auftraggeber und dem LfU Brandenburg ermittelt bzw. abgestimmt und sind anschließend aufgeführt. Die ermittelten Größen sind theoretisch ermittelt worden. Es konnten daher nicht alle Eventualitäten (Krautung, Wehrsteuerung etc.) die im späteren Betrieb des Fließsystems „Dlugybuschfließ“ auftreten können berücksichtigt werden. Um die Funktion der FAA trotzdem zu gewährleisten, wurde konstruktiv ein Sicherheitsbeiwert auf die erforderlichen Größen gegeben. Zudem wurden die wahrscheinlichsten Szenarien nachgewiesen.

Die Fischaufstiegsanlage ist so auszulegen, dass sie bei maximalem Oberwasserspiegel und Q_{30} -Unterwasserspiegel nicht überlastet ist. Die Grenzwerte des DWA-M 509 hinsichtlich der Fließgeschwindigkeiten in den Engstellen sind auch dann einzuhalten und dürfen nicht überschritten werden. Die Wasserspiegeldifferenzen in den Becken wurden so gewählt, dass es zu keiner Überlastung der Anlage kommen kann.

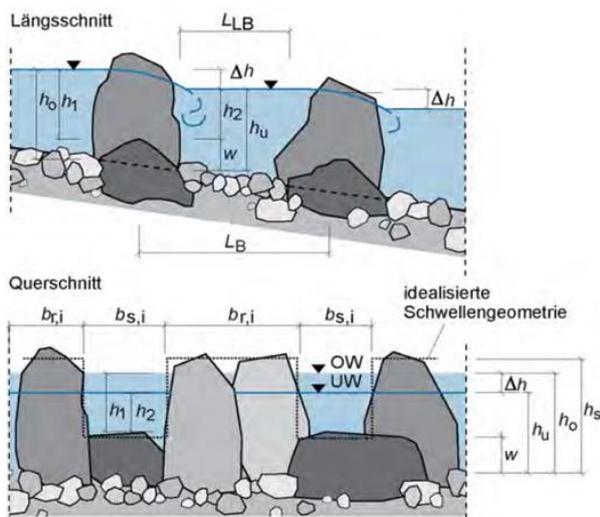
Eingangsparameter:

- $MNQ = 0,20 \text{ m}^3/\text{s}$
- OW: 51,11 mNHN (Stauziel = Wasserstand OW bei Q_{30}), Sohle: 50,54 mNHN
- UW: 50,74 mNHN (MNW = Wasserstand UW bei Q_{30}), Sohle: 50,24 mNHN
- $\Delta h \text{ WSP OW} - \text{UW} = 37 \text{ cm}$
- $\Delta h \text{ WSP zwischen den Becken: } 0,07 \text{ m}$

Die Bemessung des Raugerinnes mit Beckenstruktur erfolgt nach DWA M 509. Es ergeben sich folgende Dimensionierungsgrößen:

Tabelle 2.1: Dimensionierungsgrößen Raugerinne

Art der Fischaufstiegsanlage		Raugerinne mit Beckenstruktur
Leitfisch		Hecht, Brachse
Anzahl d. Riegel	n	5
Anzahl der Becken	n	4
Lichte Länge der Becken	LB	3,80 m
Riegellänge	LR	0,37 m
Gesamtlänge der Becken	LLB	4,17 m
Bemessungsdurchfluss	Q	Q30 = 0,20 m³/s
Lichte Breite der Becken	b	3,0 m
Riegelbreite	bR	5,01 m
Böschungsneigung	1:m	1:2
Beckentiefe	hu,eff	0,57 m
Min. Tiefe im Durchlass	hD,min	0,35 m (Hecht/Brachse nicht erfüllt)
Schlitzbreite	s	0,40 m (Hecht/Brachse nicht erfüllt)
Anzahl der Durchgangsbereiche	nschl.	5
Versatzmaß	ys	0,80 m
planer. Absturzhöhe zw. den Becken	Δh_{Bem}	0,07 m
Bemessungsoberwasserstand bei Q30	HOW,Q30	51,11 mNHN
Unterwasserstand bei Q30	HUW,Q30	50,74 mNHN
Gesamtlänge der FAA	L	17,87
Sohlhöhe Einlauf FAA		50,54 mNHN
Sohlhöhe Auslauf FAA		50,24 mNHN
Bemessungsfließgeschwindigkeit	v _{bem}	1,53 [m/s]
Leistungsdichte	p _D	23,97 W/m³



Die Berechnungen für das Raugerinne zeigen auf, dass die Grenzwerte für Fließgeschwindigkeit (1,70 m/s) und Leistungsdichte (90,00 W/m³) eingehalten werden. Die Funktionsfähigkeit der Anlage ist von Q₃₀ bis Q₃₃₀ nachgewiesen. Die Berechnung befindet sich in der Anlage A1.

3 NACHWEIS FILTERSTABILITÄT BÖSCHUNGSSICHERUNG

Für den Einbau der Wasserbausteine CP 45/125 (mit eingespülter Grobflussskiesmischung) als Sohl- und Böschungssicherung sowie als Deckschicht des Raugerinnes wurde der Nachweis der Filterstabilität (nach MAK BAW) zum anstehenden Boden geführt. Aufgrund der feinen Bestandteile des Sandes sind 2 Filterschichten (Kiessand 0/16, Kiessand 8/63) notwendig. Der Nachweis ist als Anlage A2 der technischen Berechnung beigelegt.

Die Dicke der einzelnen Schichten soll nach MAR BAW größer sein als $2,5 \times d_{50}$ der jeweiligen Schicht sein:

Tabelle 3.1: Schichtenaufbau Böschungssicherung

Schicht Nr.	Beschreibung	Siebdurchgang	erforderliche Mindestschichtdicke [mm]	gewählt
		d_{50} [mm]	$d_{\min} (\geq 2,5 * d_{50})$ [mm]	d [mm]
I	anst. Erdstoff			
II	Filter A (0/16)	6	15	300
III	Filter B (8/63)	24	60	300
V	CP 45/125	90	225	500

4 NACHWEIS HYDRAULIK

4.1 Hydraulisches Modell

4.1.1 Modellanpassungen

Laut Protokoll [12] sind für die hydraulischen Nachweise keine Aktualisierung und Neuberechnung des Gesamtmodells Oberspreewald notwendig. Die Berechnung des Gesamtmodells Oberspreewald ist vor dem Hintergrund des großen Zeitaufwandes und der Möglichkeit die Abflüsse über die Staugürtel steuern zu können unverhältnismäßig.

Als Grundlage wird daher das vorhandene hydraulische Teil-Modell aus der bisherigen Planung verwendet (vgl. Abbildung 4.1).

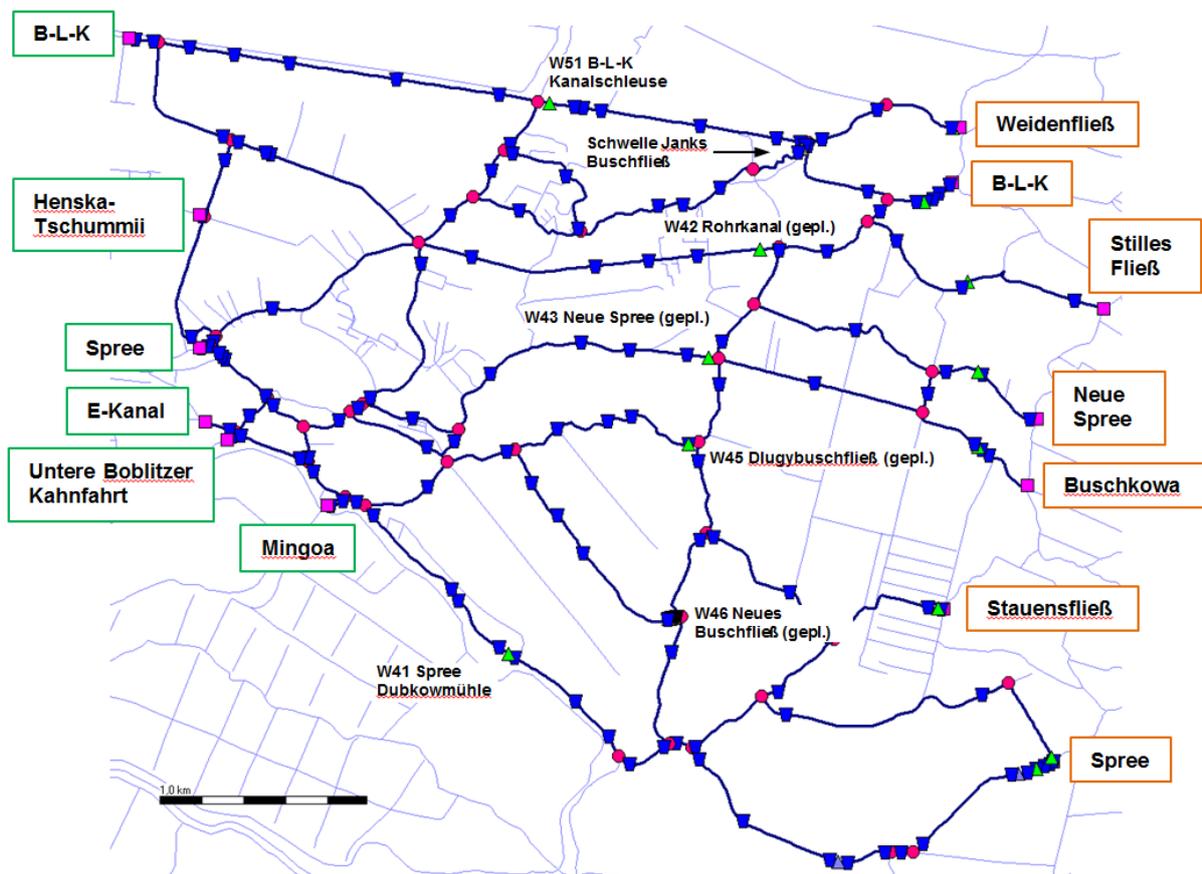


Abbildung 4.1: Hydraulisches Teilmodell Oberspreewald (Staugürtel VI)

4.1.2 Berechnungssoftware

SOBEK ist ein Produkt des Institutes DELTARES (NL), das eine Einrichtung für angewandte Forschung und spezielle Anwendungen im Bereich Wasser und Boden ist. SOBEK dient der Strömungssimulation in vernetzten hydraulischen Systemen. Es ermöglicht stationäre oder instationäre Betrachtungen von stark verzweigten Gewässernetzen und Kanalsystemen im 1D-Bereich und im 2D-Bereich. Die Möglichkeit einer kombinierten 1D/2D-Simulation wird im Besonderen bei Hochwasser- / Überschwemmungsberechnungen eingesetzt. Hierbei wird durch die Einbeziehung des Vor- und Hinterlandes eine bessere Abbildung von Strömungsprozessen bei überschwemmten Flächen erreicht.

Die Abflussberechnungen von SOBEK beruhen auf den vollständigen Saint-Venant-Gleichungen. In diesen partiellen Differentialgleichungen zur Ermittlung der Wasserspiegellinie werden Kontinuitätsgleichung und Bewegungsgleichung numerisch über die Finite-Differenzen-Methode nach dem Preissmann-Box-Verfahren (WL | Delft Hydraulics, 2001) gelöst. Mit SOBEK können Abflüsse, Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten ermittelt werden. SOBEK hat ein sehr breites Anwendungsspektrum mit vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, so wird es bei Berechnungen auf den Gebieten der Gewässerbewirtschaftung, des Hochwasserschutzes und der Gerinneplanung sowie bei Belangen von Bewässerungssystemen, Gewässergütestudien bis hin zur Echtzeitregelung von Wasserwirtschaftssystemen verwendet. Das Modell stellt eine Auswahl und Kombination von Teilsystemen zur Verfügung, auf deren Basis unterschiedliche praxis- und wissenschaftsorientierte Fragestellungen bearbeitet werden können. Der modulare Aufbau des Programms ermöglicht dem Benutzer eine individuelle Modellgestaltung, die direkt auf seinen Anwendungsbereich zugeschnitten ist. Im Rahmen der vorliegenden Nachweisführung wurde SOBEK-Rural in der aktuellen Version 2.14.001 eingesetzt.

4.1.3 Randbedingungen

4.1.3.1 Gewässerrauheit

Die Gewässerrauheit, als Maß für die Widerstandskraft und Ungleichmäßigkeit im untersuchten Gewässerbett, ist von den herrschenden Abflussverhältnissen und dem Bewuchs abhängig. Ein klassischer Verlustbeiwert, der als Maß für die Gewässerrauheit hergezogen wird, ist der Strickler-Beiwert k_{st} .

Bei den Spreewaldgewässern wird generell von einem Zustand mit submersen Bewuchs ausgegangen. Die Gewässerrauheit wurde daher pauschal für alle Gewässerabschnitte mit $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (Manning-Strickler) gewählt.

4.1.3.2 Obere / Untere Randbedingung

Obere Randbedingung (Modellzufluss)

Als Obere Randbedingung gelten die Modellzuflüsse (s. orange gerahmte Gewässer in Abbildung 4.1). Da die Zuflüsse der untergeordneten Gewässer nicht bekannt sind, werden diese vernachlässigt und auf 0 m³/s gesetzt. Dies betrifft die Gewässer Weidenfließ, Stilles Fließ, Buschkowa und Stauensfließ. Die Zuflüsse für die Gewässer Spree, B-L-K und Neues Fließ ergeben sich aus den vom LfU übergebenen Abflüssen/Verteilungen für den Oberspreewald (vgl. [10] und Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Hydrologische Angaben der Zuflüsse zum Oberspreewald (LfU)

Reihe von 2001 bis 2010 (So: Sommerhalbjahr)				
Pegel	Schmogrow		Fehrow	Summe
	Wehr VII UP Spree	Wehr VI UP Nordumfluter	Großes Fließ	Wehr VII UP, Wehr VI, Fehrow
	m³/s		m³/s	m³/s
MNQ So	2,2	0,00	1,8	4,0
MQ So	3,6	2,0	3,8	9,4

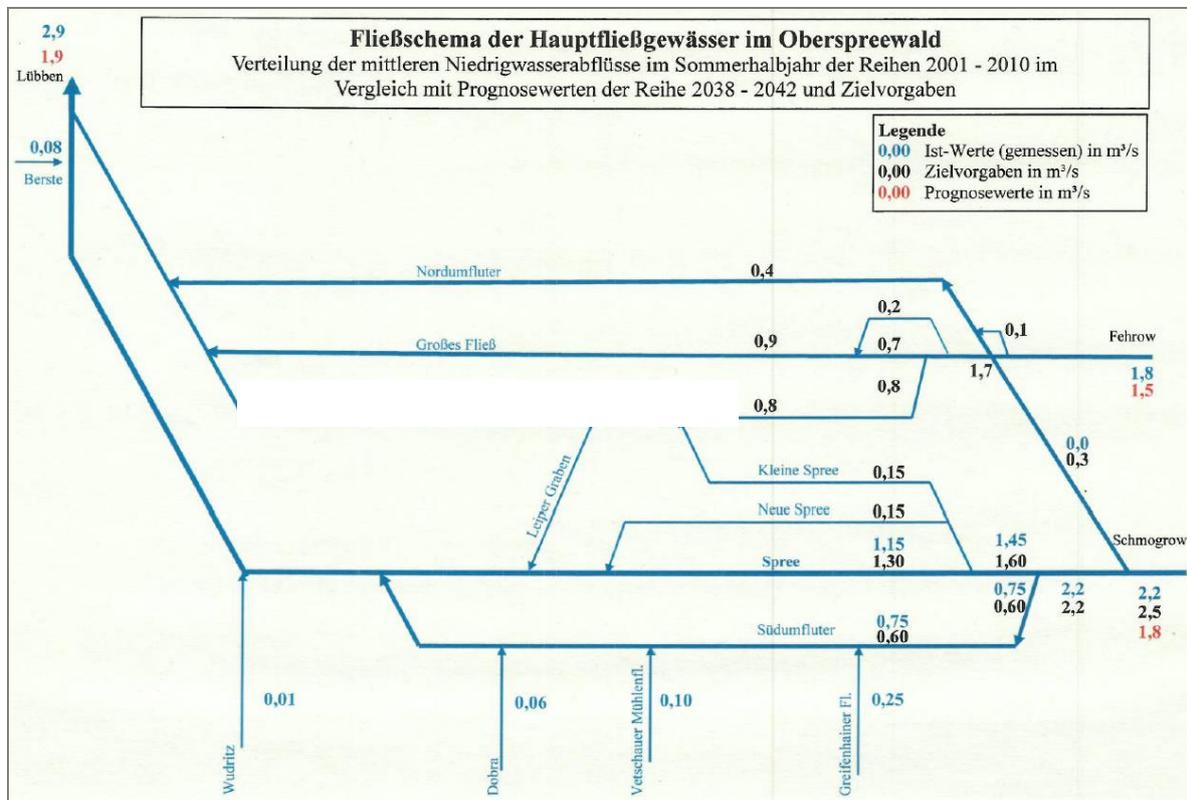


Abbildung 4.2: Prinzipielle Abflussverteilung im Oberspreewald bei MNQ (LfU)

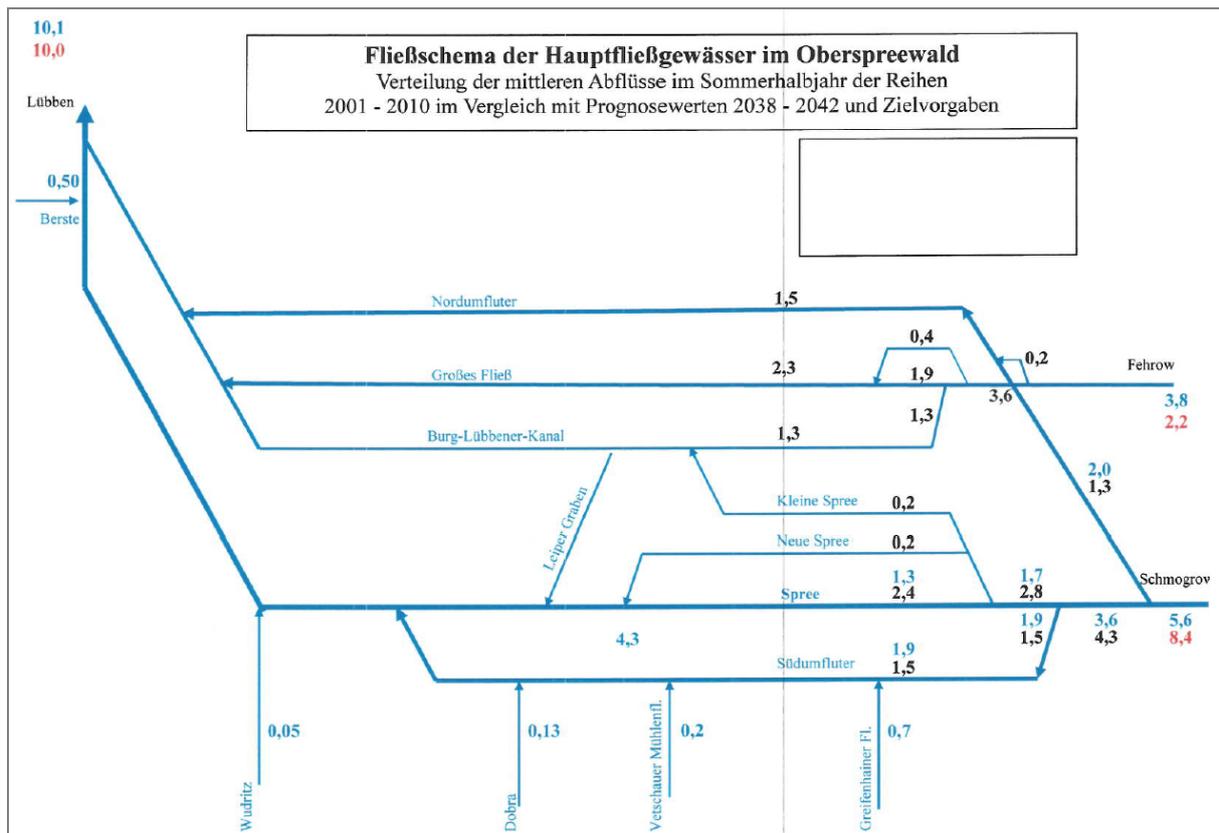


Abbildung 4.3: Prinzipielle Abflussverteilung im Oberspreewald bei MQ (LfU)

Aus den Prinzipverteilungen im Oberspreewald gemäß Abbildung 4.2 und Abbildung 4.3 ergeben sich für den Staugürtel VI nachstehende Zuflüsse als Obere Randbedingung.

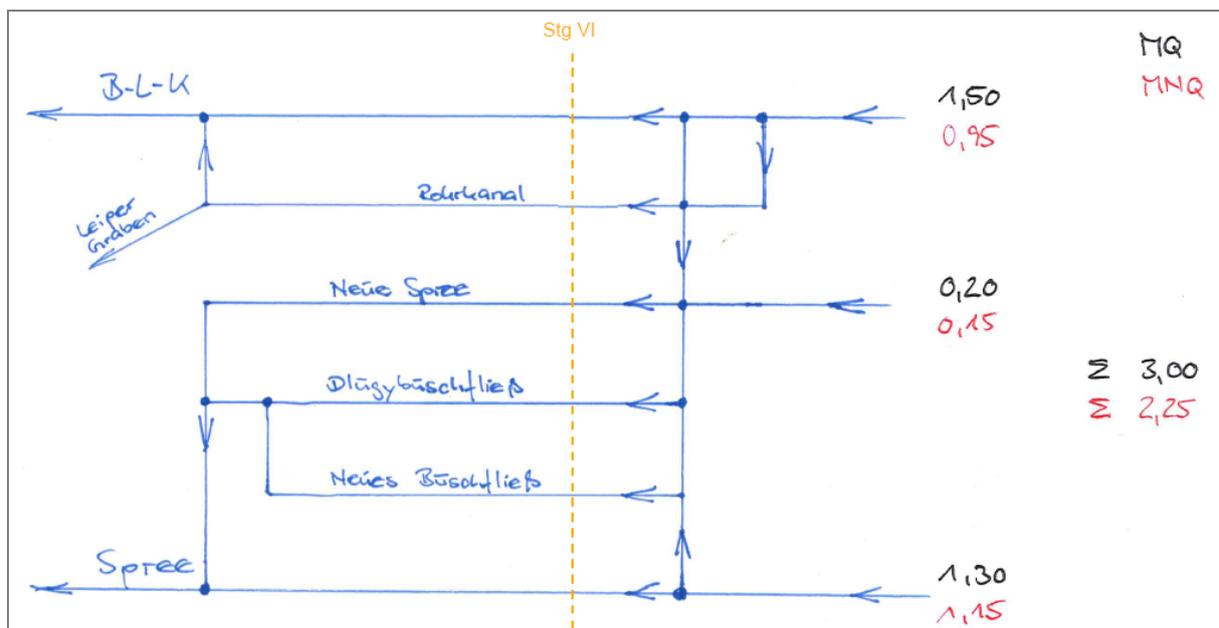


Abbildung 4.4: Obere Randbedingungen – Zuflüsse Staugürtel VI

Die maßgebenden Abflüsse werden durch den B-L-K, die Spree und die Neue Spree „bereitgestellt“ ($\sum \text{MQ-So} = 3,00 \text{ m}^3/\text{s}$; $\sum \text{MNQ-So} = 2,25 \text{ m}^3/\text{s}$). Welche Abflüsse auf die Gewässer Rohrkanal, Janks Buschfließ, Neue Spree, Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ verteilt werden können, ist von der Reduzierung der Abflüsse im B-L-K und in der Spree abhängig. Letztlich muss darüber entschieden werden, welche Mindestabflüsse im B-L-K und in der Spree gewährleistet werden müssen. Im Besonderen sind die Randbedingungen der FAA vom Wehr Dubkowmühle (Spree) und der Kanalschleuse (B-L-K) zu berücksichtigen. In Abstimmung mit dem LfU wurde nachstehende Abflussverteilung festgelegt (vgl. Protokoll vom 14.09.2016 und Ergänzung vom 17.11.2016). Diese Abflussverteilung ist Grundlage aller weiteren Betrachtungen/Planungen.

Tabelle 4.2: Vorgabe Abflussverteilung Staugürtel VI

Abflussverteilung	MNQ-So	MQ-So
	[m³/s]	[m³/s]
B-L-K	0,40	0,70
Janks Buschfließ	0,15	0,15
Rohrkanal	0,25	0,35
Neue Spree	0,30	0,40
Dlugybuschfließ	0,20	0,20
Neues Buschfließ	0,20	0,20
Spree	0,75	1,00
Summe	2,25	3,00

Untere Randbedingung (Wasserstand am Modellausgang)

Für die Modellausgänge ist die Stauhaltung des Staugürtel V (s. grün gerahmte Gewässer in Abbildung 4.1) maßgebend. Das Stauziel des Staugürtel V liegt bei 50,70 mNHN (Sommerhalbjahr) bzw. 50,80 mNHN (Winterhalbjahr). Für die hydraulischen Berechnungen wird das Stauziel des Sommerhalbjahres als maßgebende Untere Randbedingung gewählt. Der Wasserspiegel wird daher am Modellausgang auf das entsprechende Stauziel (50,70 mNHN) gesetzt. Bei Hochwasser werden die regulierbaren Stauanlagen gezogen. Die sich nunmehr einstellenden Wasserspiegel resultieren aus dem dynamischen Gefälle.

Tabelle 4.3: Fachbaumhöhen Stauanlagen Staugürtel V / VI (Betrachtungsraum)

Gewässer	Bauwerk	Fachbaum [mNHN]
B-L-K	W51 (Kanalschleuse)	49,53
Henska Tschummi	Schwelle 47a	-
Leiper Schleuse	Leiper Schleuse W47	49,39
E-Kanal	W49a	n.b.
Untere Boblitzer Kahnfahrt	Jeschoe W49	49,70
Mingoa	W35g	n.b.
Spree	W41 (Dubkowmühle)	49,92

4.1.3.3 Hydraulischer Ansatz

Die hydronumerischen Berechnungen erfolgen 1-dimensional und stationär. Mathematische Grundlage der Berechnung ist die St. Venant'sche Gleichung. Hochwasserereignisse, die über den bordvollen Abfluss hinausgehen und zu Überschwemmungen führen, werden nicht betrachtet.

4.1.4 Modellkalibrierung / Auswertung Abflussmessung

Das verwendete Modell wurde bereits im Zuge der Erstellung kalibriert. Das ausgeschnittene Teilmodell wurde deshalb nur auf Plausibilität geprüft. Eine separate Kalibrierung des Teilmodells ist aufgrund nicht vorliegender W-Q-Beziehungen nicht möglich.

Zur Untersetzung der hydrologischen Randbedingungen (Abflüsse) wurde am 03.09.2015 eine Fließgeschwindigkeits-/Abflussmessung am Staugürtel VI sowie am Verteilwerwehr VI/VII, am Großen Fließ (Düker) und an den südlichen Zuflüssen (oh. Stg. VI) durchgeführt. Die Messungen erfolgten durch den WBV „Oberland Calau“. Die Messungen wurden, bezogen auf den Gesamtabfluss (Wehr VI/VII und Großes Fließ), bei MQ-Verhältnissen durchgeführt (~7 m³/s). Da jedoch ein großer Anteil über den Nordumfluter (Wehr VI) abgeschlagen wurde (~2,7 m³/s) kann für den Oberspreewald von annähernden MNQ-Verhältnissen ausgegangen werden.

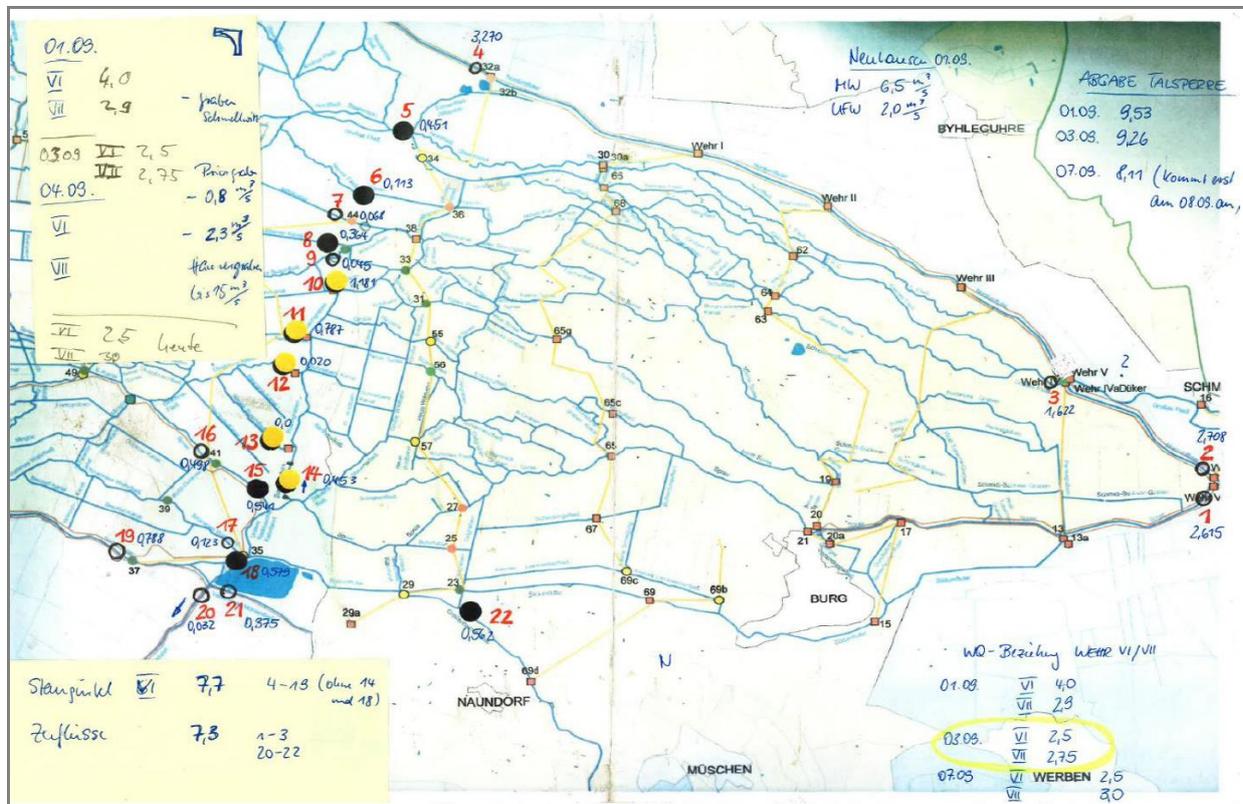


Abbildung 4.5: Feldskizze Abflussmessung Staugürtel VI (03.09.2015)

Tabelle 4.4: Auswertung Fließgeschwindigkeits-/Abflussmessung Staugürtel VI (03.09.2016)

Gewässer	Mess-ID	Q [m³/s]	Gewässer	Mess-ID	Q [m³/s]
Spree	1	2,708	Nordumfluter	4	3,270
Nordumfluter	2	2,615	Gr. Fließ	5	0,451
Gr. Fließ	3	1,622	Neues Fließ	6	0,113
Summe		6,945	Mittelkanal	7	0,068
			B-L-K	8	0,364
Vetschauer MF	21	0,375	Janks Buschfließ	9	0,045
Greifenhainer Fl.	22	0,562	Rohrkanal	10	1,181
Radduscher KF	20	-0,032	Neue Spree	11	0,787
Summe		0,905	Dlugybuschfließ	12	0,020
			Neues Buschfließ	13	0,000
			Spree	15	0,541
			Krummes Wehrfließ	17	0,123
			Südumfluter	19	0,788
Summe		7,850	Summe		7,751
Buschgraben	14	0,453			
Südumfluter oh. Radduscher KF	18	0,579			

Der Bilanzvergleich (Abfluss) zwischen „Spreewald-Eingang“ + südliche Zuflüsse und Staugürtel VI ist plausibel (7,85 m³/s bzw. 7,75 m³/s). Auffällig ist der verhältnismäßig hohe Abfluss über den Nordumfluter (2,6 m³/s). Die Radduscher Kahnfahrt ist mit einem negativen Abfluss (-0,03 m³/s) angegeben. Möglicherweise ist dies auf Messungenauigkeiten oder Quersströmungen zurückzuführen. Grundsätzlich ergeben sich keine neuen Erkenntnisse aus den Messergebnissen in Bezug auf die geplante Staugürtelschließung. Von den für die Staugürtelschließung vorgesehenen Gewässer (Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ, Neues Buschfließ) sind der Rohrkanal und die Neue Spree bekanntermaßen, aufgrund der örtlichen Verhältnisse (Gewässerstrukturen, Gefälle, Bauwerke), die Gewässer mit dem größten Abfluss (1,18 m³/s bzw. 0,79 m³/s).

4.2 Hydraulische Berechnungen

Das Stauziel des Staugürtel VI liegt bei 51,10 mNHN (vgl. Protokolle Staubeirat Oberspreewald). Eine Differenzierung des Stauzieles in Bezug auf Sommer-/Winterhalbjahr ist nicht gegeben.

In den nachstenden Szenarien wird durch Regulierung der Bauwerke bzw. durch die Bauwerksgestaltung versucht das avisierte Stauziel einzustellen und gleichermaßen die Abflussverteilung gemäß Tabelle 4.2 zu erreichen.

Die Berechnungen beziehen sich auf die Szenarien Mittelwasser (MQ) und mittleres Niedrigwasser (MNQ). Hochwasserszenarien wurden nicht berechnet, da es sich bei den Gewässern (Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ, Neues Buschfließ) nicht um relevante Hochwasserableiter handelt. Auf die Wasserspiegellage bei Hochwasser haben diese Gewässer keinen maßgeblichen Einfluss.

Tabelle 4.5: Berechnungsszenarien

Nr.	Szenario	Bemerkungen
1	MNQ-So	<u>Formeller Ist-Zustand:</u> Keine Bauwerke in Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ Wehr 41 (Spree) und Wehr 51 (B-L-K) - Regulierung in Abhängigkeit der Abflussvorgaben bzw. Stauziel
2	MQ-So	<u>Formeller Ist-Zustand:</u> Keine Bauwerke in Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ Wehr 41 (Spree) und Wehr 51 (B-L-K) - Regulierung in Abhängigkeit der Abflussvorgaben bzw. Stauziel
3	MNQ-So	<u>Plan-Zustand Variante 1:</u> Regulierbare Staubauwerke in Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ Wehr 41 (Spree) und Wehr 51 (B-L-K) - Regulierung in Abhängigkeit der Abflussvorgaben bzw. Stauziel
4	MQ-So	<u>Plan-Zustand Variante 1:</u> Regulierbare Staubauwerke in Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ Wehr 41 (Spree) und Wehr 51 (B-L-K) - Regulierung in Abhängigkeit der Abflussvorgaben bzw. Stauziel
5	MNQ-So	<u>Plan-Zustand Variante 2:</u> Regulierbare Staubauwerke in Rohrkanal, Neue Spree Nicht regulierbare Bauwerke in Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ Wehr 41 (Spree) und Wehr 51 (B-L-K) - Regulierung in Abhängigkeit der Abflussvorgaben bzw. Stauziel
6	MQ-So	<u>Plan-Zustand Variante 2:</u> Regulierbare Staubauwerke in Rohrkanal, Neue Spree Nicht regulierbare Bauwerke in Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ Wehr 41 (Spree) und Wehr 51 (B-L-K) - Regulierung in Abhängigkeit der Abflussvorgaben bzw. Stauziel

4.2.1 Szenario 1 und 2 (Formeller Ist-Zustand; MNQ, MQ)

Die Szenarien 1 und 2 gehen von einem formellen Ist-Zustand aus. D.h., dass ungeachtet der 2003 eingebrachten Notstau davon ausgegangen wird, dass die Gewässer (Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ und Neues Buschfließ) über keine Staubawerke verfügen. In Janks Buschfließ wurde 2008 über das „Gewässerrandstreifenprojekt Spreewald“ bereits eine Schwelle errichtet. Diese wurde im hydraulischen Modell berücksichtigt.

Beide Szenarien wurde sowohl unter der Priorität der vorgegebenen Abflussverteilung als auch unter der Priorität des Stauzieles berechnet.

Tabelle 4.6: Ergebnisse Szenarien 1 und 2

Abflussverteilung	MNQ-So (Vorgabe)	MNQ-So *1)	MNQ-So *2)	MQ-So (Vorgabe)	MQ-So *1)	MQ-So *2)
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
B-L-K	0,40	0,40	0,00	0,70	0,70	0,00
Janks Buschfließ	0,15	0,00	0,00	0,15	0,00	0,12
Rohrkanal	0,25	0,42	0,80	0,35	0,51	1,05
Neue Spree	0,30	0,34	0,66	0,40	0,40	0,86
Dlugybuschfließ	0,20	0,15	0,29	0,20	0,19	0,38
Neues Buschfließ	0,20	0,19	0,50	0,20	0,20	0,59
Spree	0,75	0,75	0,00	1,00	1,00	0,00
Summe	2,25	2,25	2,25	3,00	3,00	3,00

*1) Priorität liegt auf der Verteilung

*2) Priorität liegt auf dem Stauziel

Aufgrund dessen, dass der Staugürtel VI über die Gewässer mit den nicht vorhandenen Bauwerken umläufig ist, ist auch nur eine Annäherung an die Abflussverteilungsvorgabe möglich (Priorität *1). Insbesondere beim Rohrkanal wurde ein erhöhter Abflussanteil ermittelt (vgl. Tabelle 4.6). Dies deckt sich mit den örtlichen Erfahrungen und Messungen. Die resultierenden Stauhöhen liegen bei 50,74 – 50,83 mNHN (MQ) bzw. 50,73 – 50,76 mNHN (MNQ) und damit deutlich unter dem avisierten Stauziel von 51,10 mNHN (vgl. Tabelle 4.7). Janks Buschfließ erhält unter diesen Verhältnissen gar keinen Zufluss.

Eine Anhebung der Stauhöhe (Priorität *2) ist nur durch Schließen der Wehre in der Spree (W41) und im B-L-K (W51) möglich (Abfluss = 0 m³/s). Diese Berechnungen sind nur informativ zu werten, um die theoretisch maximal mögliche Stauhöhe nachzuweisen. Demnach sind maximale Stauhöhen von 50,80 – 50,98 mNHN (MNQ) bzw. 50,85 – 51,08 mNHN (MQ) erreichbar (vgl. Tabelle 4.7). Diese liegen aber i. M. immer noch unter dem avisierten Stauziel von 51,10 mNHN. Der auf Null gesetzte Abfluss von Spree und B-L-K verteilt sich nunmehr auf die anderen Gewässer. Die Abflüsse liegen damit erwartungsgemäß deutlich über den Vorgaben (vgl. Tabelle 4.6).

Tabelle 4.7: Erreichbare Stauziele bei verschiedenen Prioritäten

Szenario	Priorität	Wehrkoten [mNHN]		Stauhöhen Stg. VI [mNHN]
		W41 (Spree)	W51 (B-L-K)	
MNQ	Verteilung *1)	50,62	50,67	50,73 – 50,76
	Stauziel *2)	52,00	52,00	50,80 – 50,98
MQ	Verteilung *1)	50,46	50,63	50,74 – 50,83
	Stauziel *2)	52,00	52,00	50,85 – 51,08

Für die Auswertung der Fließgeschwindigkeiten wurden die Ergebnisse nach Priorität 1 herangezogen. Bei der Spree und dem B-L-K wurden die Fließgeschwindigkeiten ober- und unterhalb des Staugürtel VI ausgewertet. Bei den Betrachtungsgewässern zwischen Spree und B-L-K bezieht sich die Auswertung nur auf die Abschnitte unterhalb des Buschgrabens bzw. unterhalb der geplanten Bauwerke. Sowohl für MNQ als auch MQ liegen die Fließgeschwindigkeiten, mit Ausnahme der Spree (Abschnitt: Buschgraben bis W41) unter 0,1 m/s. Die Reduzierung der Fließgeschwindigkeit in der Spree unterhalb des Wehres 41 resultiert aus der tieferen Sohllage (größerer Abflusssquerschnitt) sowie aus dem Rückstau einfluss durch den Staugürtel V. Die deutliche Verringerung der Fließgeschwindigkeit im B-L-K unterhalb des Wehres 51 hängt mit dem Abzweig des Leiper Grabens und der einhergehenden Abflussreduzierung zusammen. In den Betrachtungsgewässern zwischen B-L-K und Spree liegen die Fließgeschwindigkeiten bei 0,05 – 0,08 m/s, wobei Rohrkanal und Neue Spree im Vergleich zum Dlugybuschfließ und Neuen Buschfließ aufgrund der höheren Abflüsse auch etwas höhere Fließgeschwindigkeiten aufweisen.

Tabelle 4.8: Mittlere Fließgeschwindigkeiten Szenario 1 und 2

Fließgeschwindigkeitsverteilung	MNQ-So *1)	MQ-So *1)	Abschnitt
	[m/s]	[m/s]	
B-L-K	0,04/0,02	0,08/0,03	Janks Buschfließ bis W 51 / W 51 bis Rohrkanal
Janks Buschfließ	0,00	0,00	B-L-K bis Leiper Graben
Rohrkanal	0,07	0,08	Buschgraben bis Leiper Graben
Neue Spree	0,06	0,07	Buschgraben bis Verbindungsgraben Dlugybuschfließ
Dlugybuschfließ	0,05	0,06	Buschgraben bis Verbindungsgraben Neue Spree
Neues Buschfließ	0,05	0,05	Buschgraben bis Dlugybuschfließ
Spree	0,10/0,06	0,11/0,06	Buschgraben bis W41 / W41 bis Bitschnikfließ

Die Abbildung 4.6 und Abbildung 4.7 zeigen die Fließgeschwindigkeitsverteilung für die Szenarien MNQ und MQ (Priorität 1) in einer 6-stufigen Klassifizierung.

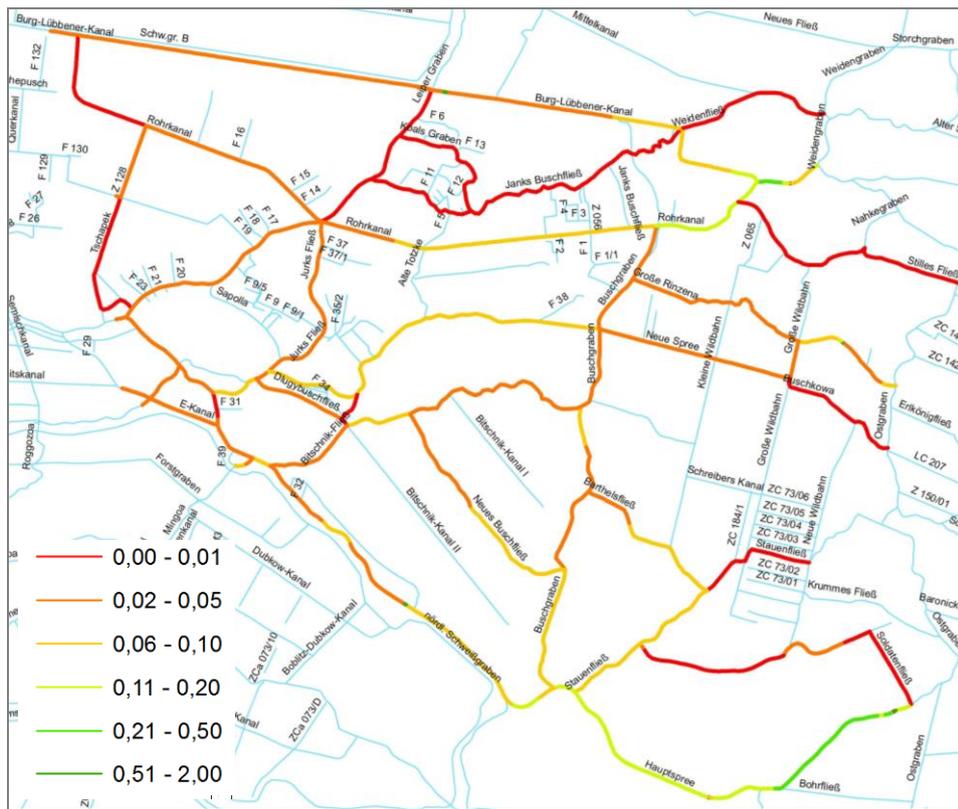


Abbildung 4.6: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 1 (MNQ-So, Stg. VI offen)

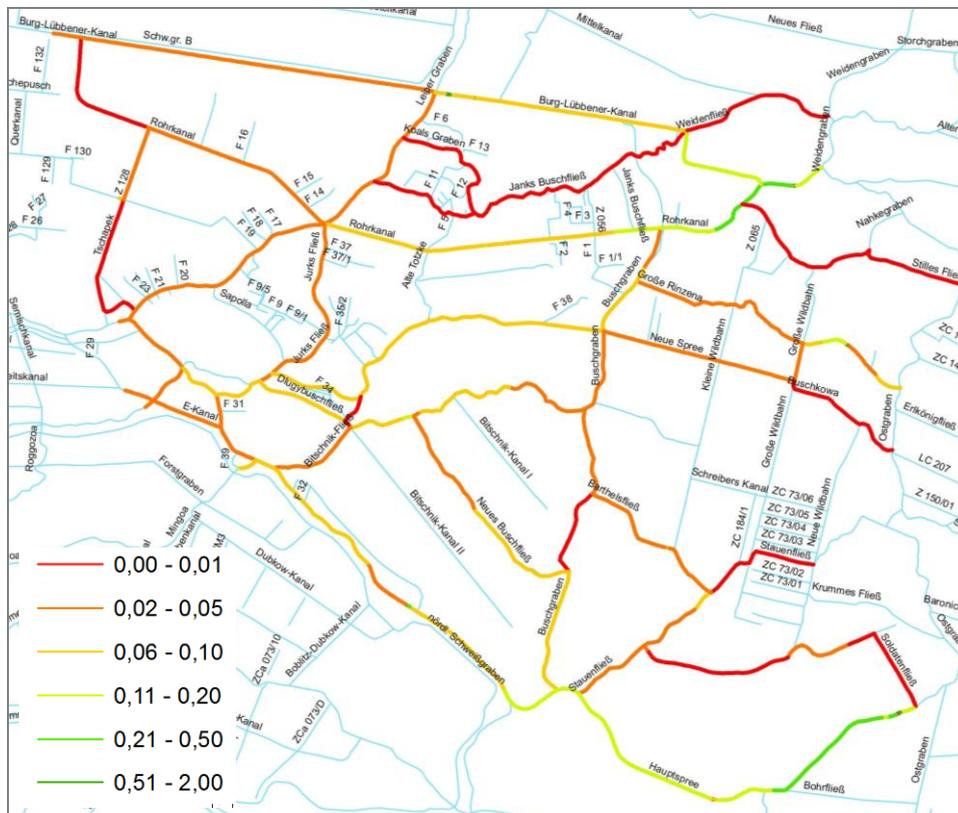


Abbildung 4.7: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 2 (MQ-So, Stg. VI offen)

4.2.2 Szenario 3 und 4 (Plan-Zustand Variante 1; MNQ, MQ)

Die Szenarien 3 und 4 gehen vom bisherigen Plan-Zustand aus. Demnach werden in den Gewässern (Rohrkanal, Neue Spree, Dlugybuschfließ, Neues Buschfließ) regulierbare Bauwerke vorgesehen. Entsprechend der bisherigen Planung sind die Wehbreiten mit 2 m für das Neue Buschfließ und das Dlugybuschfließ bzw. 3 m für die Neue Spree und den Rohrkanal avisiert. Parallel zu den Staueinrichtungen sind FAA (Schlitzpass) angeordnet. Die FAA wurden im Modell nicht berücksichtigt, da im Modell die Regulierung des Abflusses über das Wehr erfolgt. In der weiterführenden Planung ist aber eine Differenzierung zwischen Wehr und FAA möglich.

In den Szenarien wurden die Bauwerke des Staugürtel VI so eingestellt, dass sowohl Stauziel als auch Abfluss den Vorgaben entsprechen (vgl. Tabelle 4.9 ff).

Tabelle 4.9: Ergebnisse Szenarien 3 und 4

Abflussverteilung	MNQ-So (Vorgabe)	MNQ-So	MQ-So (Vorgabe)	MQ-So
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
B-L-K	0,40	0,41	0,70	0,70
Janks Buschfließ	0,15	0,15	0,15	0,15
Rohrkanal	0,25	0,25	0,35	0,35
Neue Spree	0,30	0,29	0,40	0,40
Dlugybuschfließ	0,20	0,20	0,20	0,20
Neues Buschfließ	0,20	0,20	0,20	0,20
Spree	0,75	0,75	1,00	1,00
Summe	2,25	2,25	3,00	3,00

Mit den regulierbaren Bauwerken ist eine Einstellung des avisierten Stauziels von 51,10 mNHN im Staugürtel VI problemlos möglich. Die Tabelle 4.10 und Tabelle 4.11 geben die Modelleinstellungen der Wehre (Wehrbreite, Wehrkote) sowie die Ergebnisse (WSP) für die Szenarien MNQ und MQ wieder. Gleichmaßen wurden informativ auch die WSP-Differenzen zwischen Ober- und Unterwasser angegeben. Bei Janks Buschfließ wurde aus modelltechnischen Gründen eine theoretische Sohle (Wehrkote) als Mittel zwischen tatsächlicher Sohle (50,70 mNHN) und dem Einfluss der Störsteine ermittelt. Entscheidend war hierbei nur, dass der resultierende Abfluss (0,15 m³/s) den örtlichen Gegebenheiten und letztlich damit der Abflussvorgabe entspricht. Die Wassertiefe über der Schwelle berechnet sich demnach aus der tatsächlichen Sohle und dem Unterwasserstand (WT = 0,4 m für beide Szenarien). Bei den anderen Bauwerken ergibt sich die Überfallhöhe aus den Differenzen zwischen Oberwasserstand und Wehrkote. Diese liegt i. M. bei 0,13 m.

Tabelle 4.10: Wehrangaben und WSP bei MNQ

	Wehr	Breite	Wehrkoten	WSP OW	WSP UW	Delta WSP
		[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[m]
B-L-K	51	4,5	50,970	51,10	50,70	0,40
Janks Buschfließ	Schwelle	0,6	50,955*	51,10	50,74	0,36
Rohrkanal	42	3	50,985	51,11	50,71	0,40
Neue Spree	43	3	50,970	51,11	50,72	0,39
Dlugybuschfließ	45	2	50,970	51,11	50,74	0,37
Neues Buschfließ	46	2	50,970	51,11	50,74	0,37
Spree	41	8	50,975	51,11	50,71	0,40

* mittlere Höhe unter Berücksichtigung der tatsächlichen Sohle 50,70 mNHN und den Störsteinen

Tabelle 4.11: Wehrangaben und WSP bei MNQ

	Wehr	Breite	Wehrkoten	WSP OW	WSP UW	Delta WSP
		[m]	[mNHN]	[mNHN]	[mNHN]	[m]
B-L-K	51	4,5	50,905	51,09	50,71	0,38
Janks Buschfließ	Schwelle	0,6	50,955*	51,10	50,75	0,35
Rohrkanal	42	3	50,950	51,10	50,72	0,38
Neue Spree	43	3	50,935	51,10	50,74	0,36
Dlugybuschfließ	45	2	50,960	51,10	50,75	0,35
Neues Buschfließ	46	2	50,960	51,10	50,74	0,36
Spree	41	8	50,930	51,09	50,71	0,38

* mittlere Höhe unter Berücksichtigung der tatsächlichen Sohle 50,70 mNHN und den Störsteinen

Aus den Differenzen der Unterwasserstände und dem Stauziel des Staugürtel V (50,70 mNHN) lässt sich bezogen auf die Gewässerlängen das Gefälle ableiten. In Abhängigkeit des Abflussquerschnittes und der Sohlbeschaffenheit (Rauheit) ist dies maßgeblich für die Fließgeschwindigkeit in den Gewässern. Für die Auswertung der Fließgeschwindigkeiten gelten die gleichen Abschnitte wie bei den Szenarien 1 und 2.

Das Schließen des Staugürtels respektive das nunmehr mögliche Anheben des Stauzieles auf 51,10 mNHN führt in Spree und B-L-K oberhalb der Wehre zu einer Reduzierung der Fließgeschwindigkeit (Verschiebung der Stauwurzel). Unterhalb der Wehre verändert sich die Fließgeschwindigkeit nicht. Im Rohrkanal, bei welchem sich im Szenario 1 und 2 ein höherer Abfluss als in der vorgegebenen Abflussverteilung ergab, reduziert sich die Geschwindigkeit um ca. 0,03 m/s. Janks Buschfließ erhält mit der Anhebung des Wasserstandes auf das avisierte Stauziel einen Abfluss von 0,15 m³/s (in Szenario 1 und 2 = 0,00 m³/s) und damit auch eine mittlere Fließgeschwindigkeit von 0,06 m/s. Die anderen Gewässer (Neue Spree, Dlugybuschfließ, Neues Buschfließ) verändern sich im Vergleich zum formellen Ist-Zustand (Szenario 1 und 2) nur marginal, da sich auch die Abflussverhältnisse nicht maßgeblich ändern (vgl. Tabelle 4.12).

Tabelle 4.12: Mittlere Fließgeschwindigkeiten Szenario 3 und 4

Fließgeschwindigkeitsverteilung	MNQ-So *1)	MQ-So *1)	Abschnitt
	[m/s]	[m/s]	
B-L-K	0,05/0,02	0,06/0,03	Janks Buschfließ bis W 51 / W 51 bis Rohrkanal
Janks Buschfließ	0,06	0,06	B-L-K bis Leiper Graben
Rohrkanal	0,04	0,05	Buschgraben bis Leiper Graben
Neue Spree	0,07	0,08	Buschgraben bis Verbindungsgraben Dlugybuschfließ
Dlugybuschfließ	0,06	0,07	Buschgraben bis Verbindungsgraben Neue Spree
Neues Buschfließ	0,05	0,05	Buschgraben bis Dlugybuschfließ
Spree	0,07/0,04	0,07/0,06	Buschgraben bis W41 / W41 bis Bitschnikfließ

Die Abbildung 4.8 und Abbildung 4.9 zeigen die Fließgeschwindigkeitsverteilung für die Szenarien MNQ und MQ in einer 6-stufigen Klassifizierung.

Die darauf folgende Abbildung 4.10 und Abbildung 4.11 geben die Fließgeschwindigkeitsdifferenzen zwischen dem formellen Ist Zustand und dem Plan-Zustand jeweils für MNQ (Szenario 1 und 3) und MQ (Szenario 2 und 4) wieder. Für die Darstellung wurde eine 8-stufige Klassifizierung verwendet. Die negativen Werte geben hierbei eine Verringerung der Fließgeschwindigkeit und die positiven Werte eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit an.

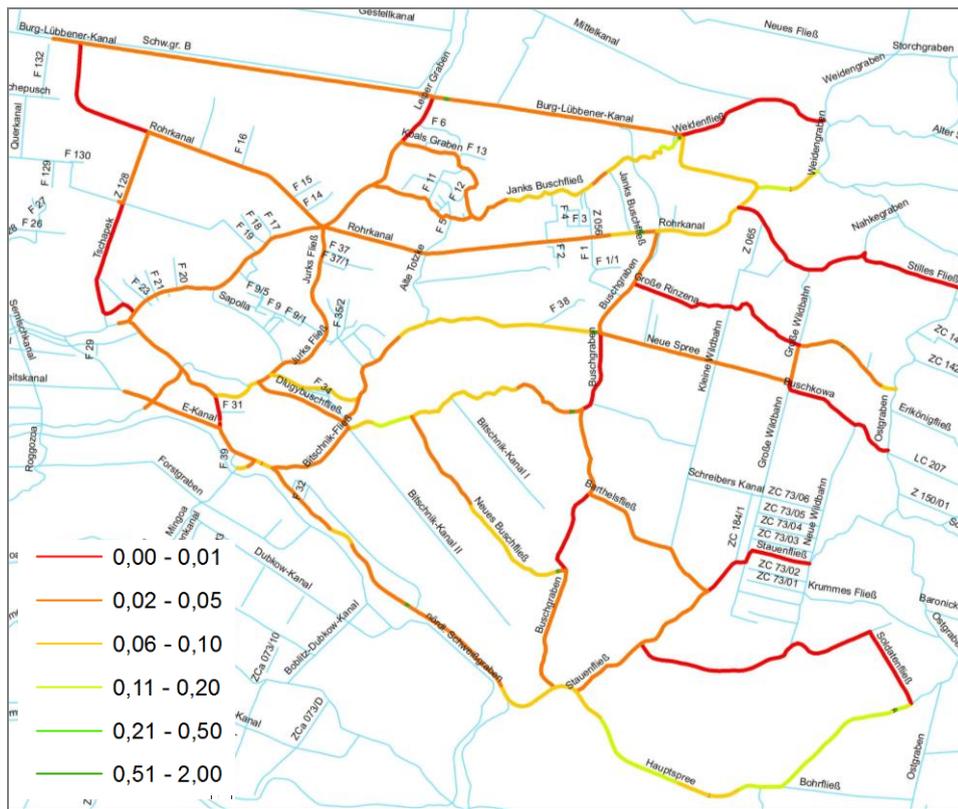


Abbildung 4.8: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 3 (MNQ-So, Stg. VI geschl.)

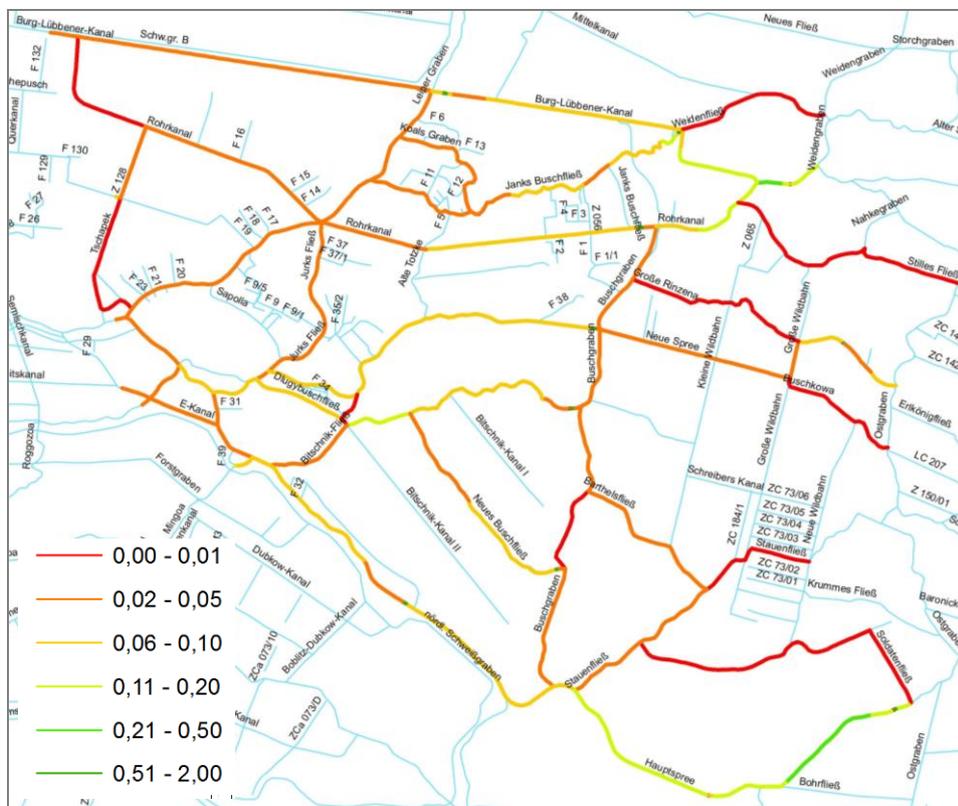


Abbildung 4.9: Fließgeschwindigkeitsverteilung [m/s] Szenario 4 (MQ-So, Stg. VI geschl.)

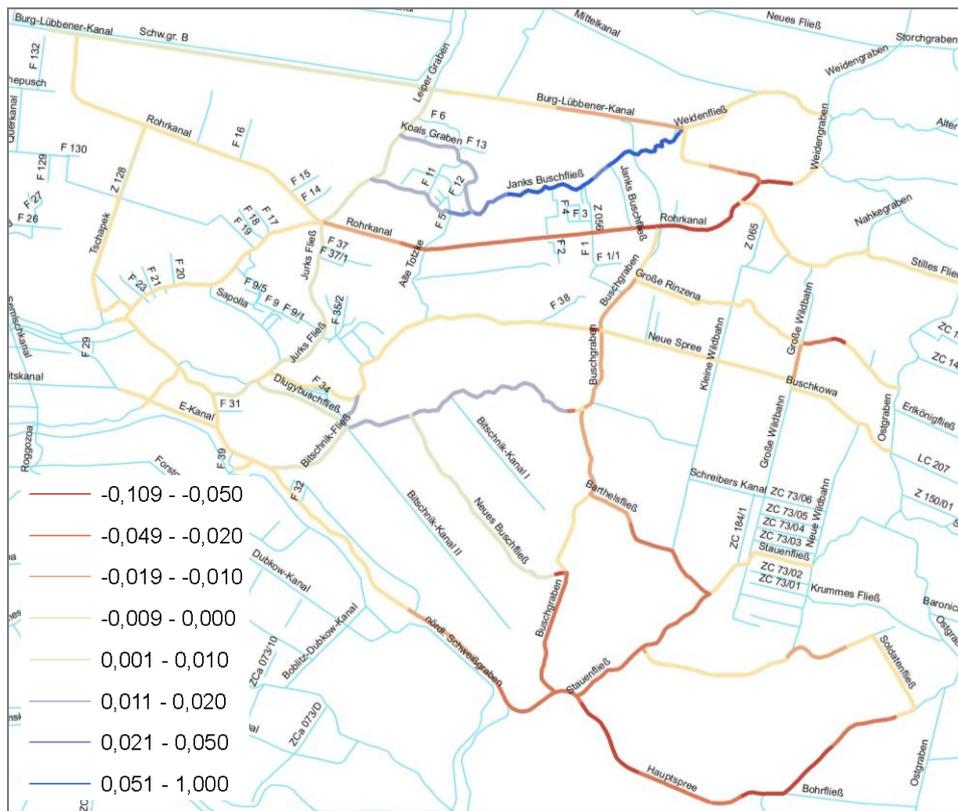


Abbildung 4.10: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen [m/s] MNQ (Szenario 1 / 3)

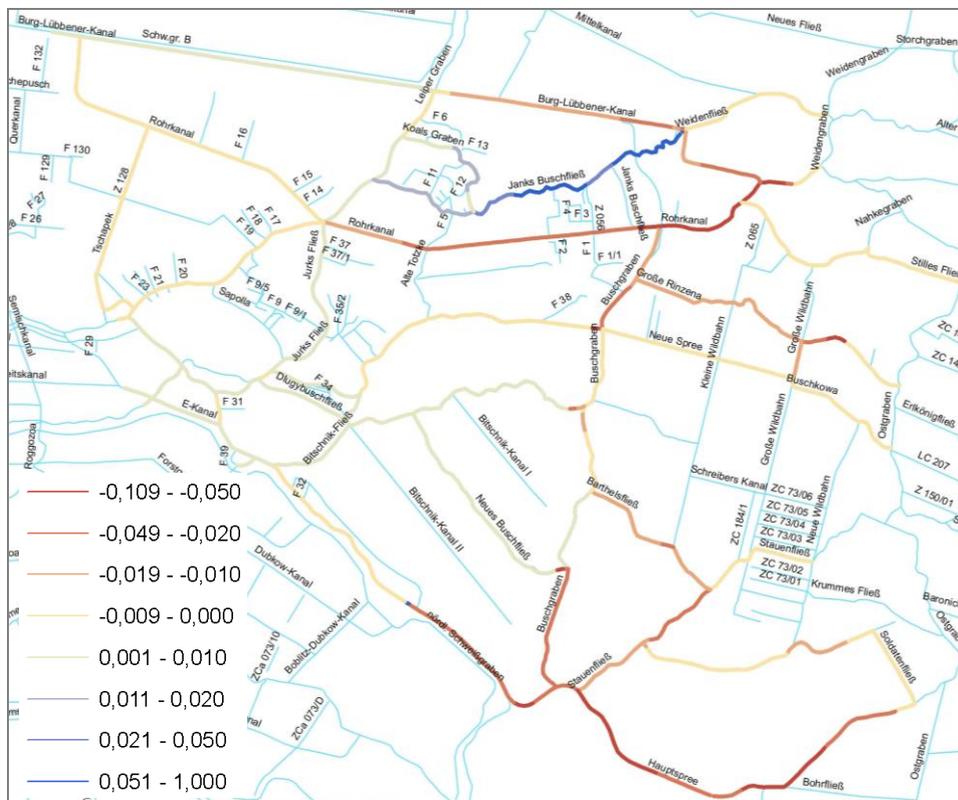


Abbildung 4.11: Fließgeschwindigkeitsdifferenzen [m/s] MQ (Szenario 2 / 4)

4.2.3 Szenario 5 und 6 (Plan-Zustand Variante 2; MNQ, MQ)

Die Szenarien 5 und 6 respektive der Plan-Zustand Variante 2 greifen die Vorstellung des Landesamtes für Umwelt Brandenburg (LfU BB) auf, nur im Rohrkanal und in der Neuen Spree regulierbare Bauwerke herzustellen. Die Bauwerke im Dlugybuschfließ und im Neuen Buschfließ sind nach Möglichkeit als feste Schwellen bzw. als FAA (Raugerinne mit Beckenstruktur) auszubilden. Mit der entsprechenden Auslegung der FAA (s.u.) wird beim avisierten Abfluss von 0,2 m³/s auch das Stauziel (51,10 mNHN) gehalten. Formal ergibt sich somit kein hydraulischer Unterschied zu den Szenarien 3 und 4. Auf die hydraulische Berechnung kann daher verzichtet werden. Die Szenarien 5 und 6 befassen sich daher vorrangig mit der baulichen Gestaltung der Bauwerke und der FAA.

Aufgestellt:	Cottbus, Stand: 15.07.2020	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. A. Ziesch	Technische Planung
	Dipl.-Ing. A. Pfeifer	Nachweis Hydraulik
Prüfung:	Dipl.-Ing. F. Geppert	

5 QUELLENVERZEICHNIS

- [1]. DWA M 509, Fischaufstiegsanlagen - Bemessung, Gestaltung, Qualitätssicherung (Entwurf, 2010)
- [2]. BAW - MAK 1989 Bundesanstalt für Wasserbau, Merkblatt - Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen
- [3]. BAW - MAR 2008 Bundesanstalt für Wasserbau, Merkblatt - Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen
- [4]. Planfeststellungsunterlage zum Vorhaben „Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserverhältnisse am Staugürtel VI“; Stand 09/2013
- [5]. Teilmodell Staugürtel VI (SOBEK); iHC; Stand 2012
- [6]. Verfahrensmitteilung zum PFV „Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserverhältnisse am Staugürtel VI“ an den WBV „Oberland Calau“; LUGV RS1; 01.04.2015
- [7]. Stellungnahme zur Verfahrensmitteilung des PFV Reg.-Nr. OWB/027/12/PFRS an das LUGV RS1; WBV „Oberland Calau“; 16.04.2015
- [8]. Schreiben mit Übergabe der neuen hydrologischen Randbedingungen für den Oberspreewals an den WBV „Oberland Calau“; LUGV RS5; 01.07.2015
- [9]. Schreiben mit Information zur Aussetzung des PFV Reg.-Nr. OWB/027/12/PFRS an den WBV „Oberland Calau“; LUGV RW7; 15.07.2015
- [10]. Übergabe aktualisierter hydrologischer Daten an den WBV „Oberland Calau“; LUGV RS5; 14.07.2015 (die Daten vom 01.07.2015 sind damit ungültig)
- [11]. Bestandsunterlagen Schwelle Janks Buschfließ (2008), übergeben von PROKON (Lübben)
- [12]. Protokoll Nr. 11 vom 16.02.2016 (LfU, iHC)
- [13]. Protokoll Nr. 12 vom 14.09.2016, einschl. Ergänzung vom 17.11.2016 (LfU, WBV „Oberland Calau“, iHC)
- [14]. Protokoll Nr. 13 vom 22.11.2016 (LfU, iHC)