



Landesbetrieb für Hochwasserschutz
und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

**Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit
Umgehungsgerinne an der Ilse („Ilsetunnel“)**

Vorplanung

**ZUSTANDSERFASSUNG UND
BEURTEILUNG ILSETUNNEL**

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung	3
2.	Unterlagen	3
3.	Bestandssituation	3
4.	Wasserwirtschaftliche Situation	7
5.	Geotechnische Situation	10
6.	Bauwerkszustand	13
6.1	Zustandserfassung von 1979	14
6.2	Ortstermin am 26.06.2012	14
7.	Schadensaufnahme und Beurteilung	29
8.	Sanierungsvorschläge	35
9.	Zusammenfassung und Bewertung	38

1. Aufgabenstellung

Das Land Sachsen-Anhalt - vertreten durch den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) - plant im Rahmen der Erreichung der Ziele der EG- Wasser-rahmenrichtlinie (RL 2000 /60/EG) die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Ilse auf dem Gelände der Ilsenburger Grobblech GmbH, Veckenstedter Weg 10, in 38871 Ilsenburg.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, inwieweit der Ilsetunnel noch den aktuellen Anforderungen aus Sicht der Gebrauchs- und Standsicherheit entspricht.

Nachfolgend wird die aktuelle Situation am Ilsetunnel aufgearbeitet und hinsichtlich der verschiedenen Sicherheitsaspekte beurteilt.

2. Unterlagen

- /1/ Ingenieurgeologisches Gutachten zum Bauvorhaben „Neubau einer Produktionshalle für die Ilsenburger Grobblech GmbH“; Systemanalyse und Umweltberatung GmbH, Wernigerode (2003)
- /2/ Ingenieurgeologisches Gutachten zur ergänzenden Baugrunduntersuchung für das Bauvorhaben „Neubau einer Produktionshalle für die Ilsenburger Grobblech GmbH“; Systemanalyse und Umweltberatung GmbH, Wernigerode; (2004)
- /3/ Rekonstruktion Ilsetunnel, Bautechnischer Erläuterungsbericht, VEB Wasserstraßen Berlin, Berlin (1979)
- /4/ Tragfähigkeit des Ilsetunnels, HHW Gesellschaft Beratender Ingenieure, Braunschweig (2012)
- /7/ Hochwasserrisiko- und –gefahrenkarten der Ilse, LHW Sachsen-Anhalt erstellt durch Prof. Hartung u. Partner GmbH, Braunschweig (2011)
- /8/ Hochwasserrisikomanagementkarten, LHW Sachsen-Anhalt erstellt durch Prof. Hartung u. Partner GmbH, Braunschweig (2012)
- /9/ Ufermauern in Ilsenburg, LHW Sachsen-Anhalt erstellt durch Prof. Hartung u. Partner GmbH, Braunschweig (2012)

3. Bestandssituation

Bei einer Beurteilung des Ilsetunnels ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht eine Gesamtbetrachtung aus Wehranlage Ilsenburger Grobblech GmbH und Ilsetunnel erforderlich.

Die Gesamtsituation ist in Anlage C.1 dargestellt.

Die Wehranlage dient dem Aufstau der Ilse zur Ableitung von Prozesswässern der Ilsenburger Grobblech GmbH. Gleichzeitig wird durch die Anlage der Wasserspiegel im Löschwasserteich gehalten. Die Sohlhöhe oberhalb des Wehres an Stat. km 32+469,05 m beträgt 223,74 mHN. Die Überfallhöhe ergibt sich mit 223,83 mHN. Unterhalb der Wehranlage an Stat. km 32+105 m wird eine Sohlhöhe von 217,79 mHN erreicht. Die Absturzhöhe beträgt ca. 6,0 m. Durch den Absturz mit den zum Ilsetunnel verlaufenden Ufermauern wird ein schachtartiger Einlauf für den Ilsetunnel geschaffen.

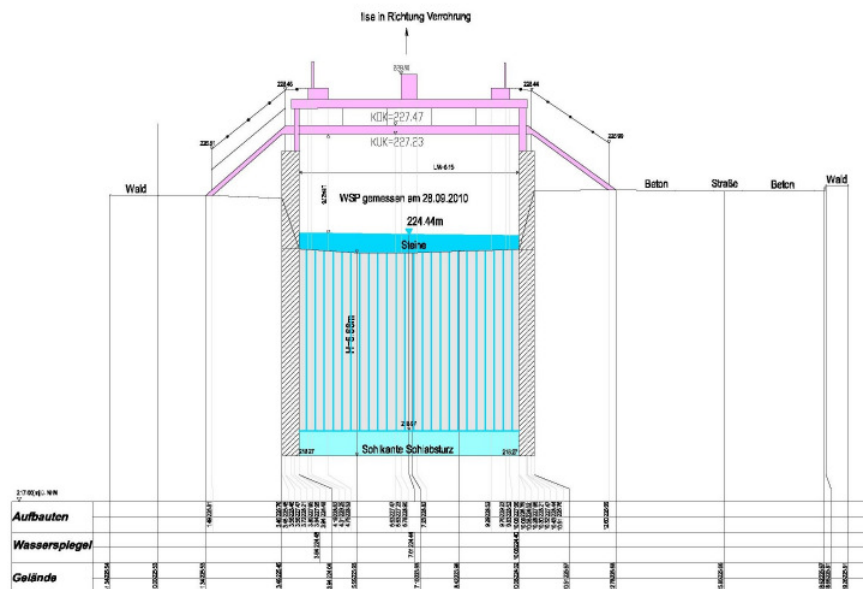
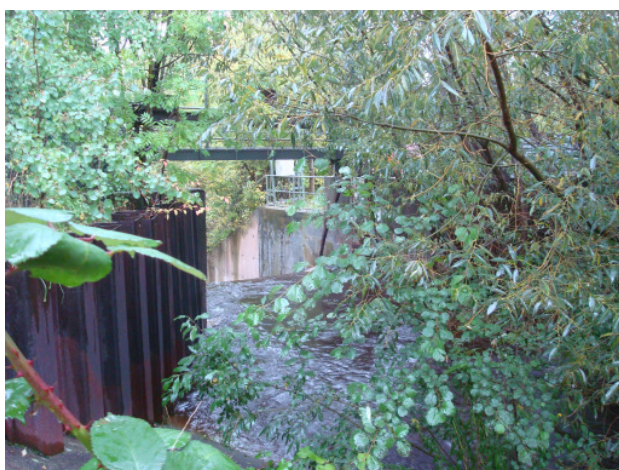


Abb. 3.1: Querprofil Wehranlage, Station km 32+165 m, /5/



Ilse oberhalb der Wehranlage Ilsenburger Grobblech



Ilse unterhalb der Wehranlage Ilsenburger Grobblech

Abb. 3.2: Fotos Wehranlage /5/

Die Ilse wird mittels eines Tunnels (Ilsetunnel) unter dem Werksgelände der Ilsenburger Grobblech geführt. Der Tunnel hat eine Länge von 360 m. Der Tunnelquerschnitt ist in Maulform ausgebildet: $d = 4,40 \text{ m}$. $h = 3,0 \text{ m}$. Das Längsgefälle beträgt etwa 1‰ /1/.

Am Einlaufbauwerk Stat. km 32+097 m liegt eine Sohlhöhe von 218,00 mHN vor, betreffend am Auslaufbauwerk an Stat. km 31+738 m eine Höhe von 214,39 mHN. Ein seitlicher Zulauf befindet sich bei der Einstiegsöffnung km 31+975 m. Durch die Tunnelanlage in den Jahren 1922 und 1923 war es möglich die Produktionsstätten in westliche Richtung zu erweitern.

Der Tunnel wurde in offener Bauweise auf dem Ilsebotter hergestellt und anschließend mit Auffüllungen unterschiedlichster Art unverdichtet überschüttet. Die Auffüllungen stellen sich praktisch als nichttragfähiger zu großen Setzungen neigender Baugrund dar.

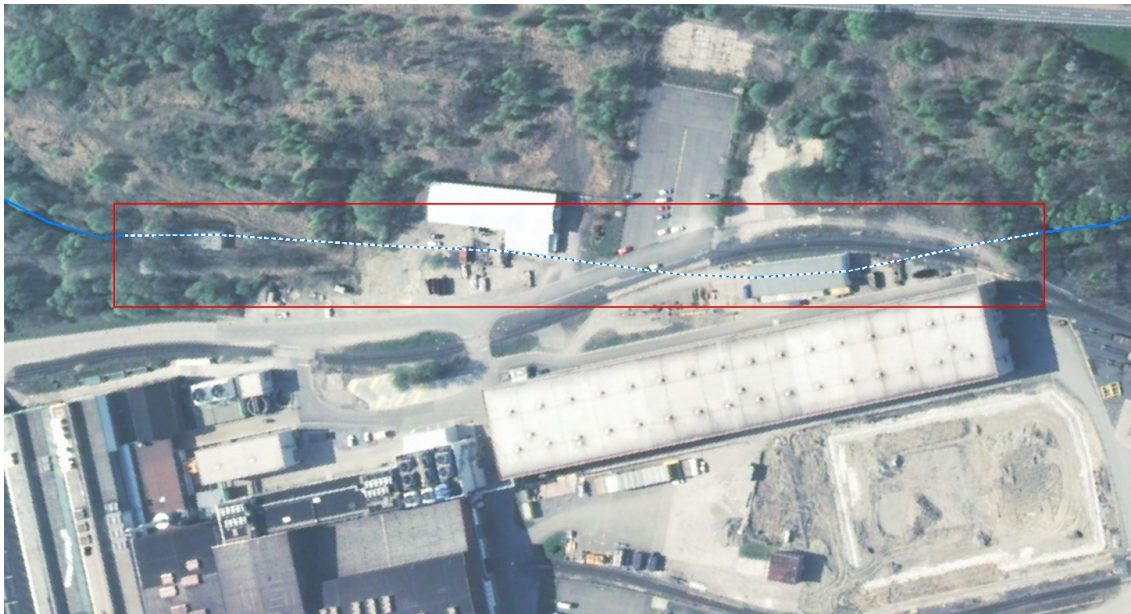


Abb. 3.3: Lage Ilsetunnel /5/

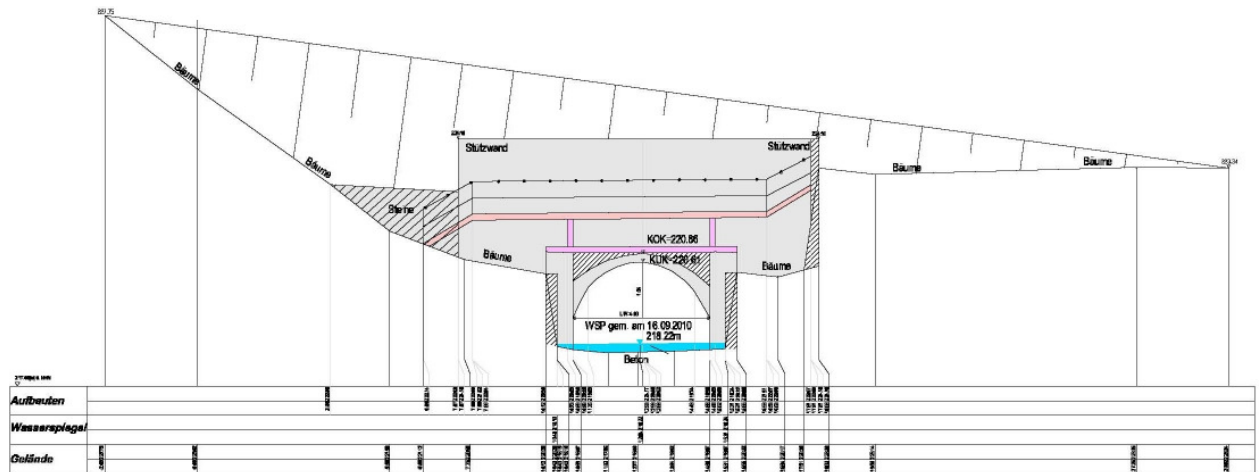


Abb. 3.4: Einlaufbauwerk Ilsetunnel /5/

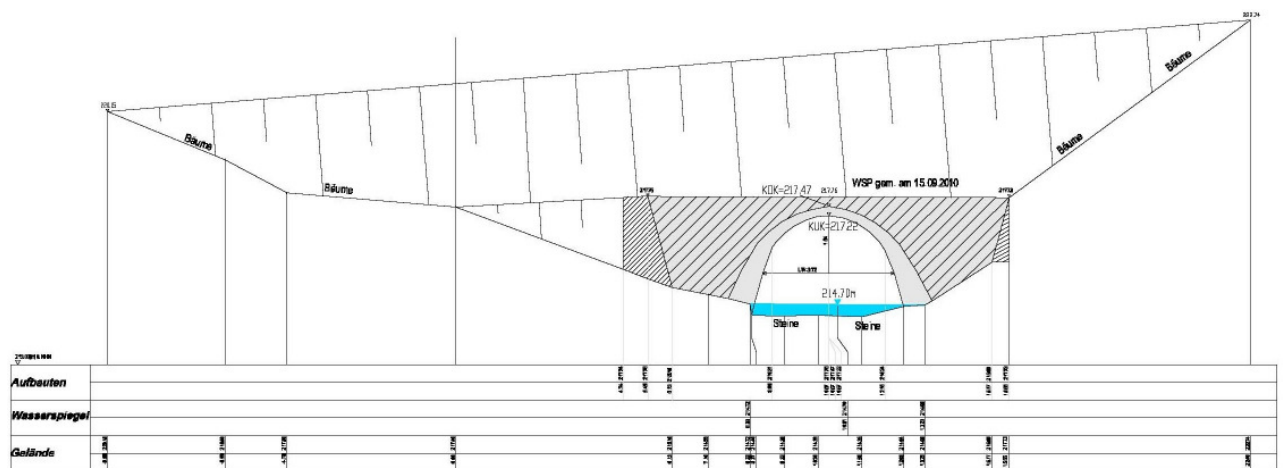


Abb. 3.5: Auslaufbauwerk Ilsetunnel /5/

Die Gebäude und Produktionsanlagen im Bereich des Ilsetunnels wurden mehrfach umgebaut. Insbesondere kreuzten zwei Kranbahnen die Tunneltrasse, die heute jedoch nicht mehr vorhanden sind.

Der Ilsetunnel ist derzeit insbesondere im nördlichen Bereich von den Infrastrukturanlagen (Wege, Lagerflächen und Gleisanlagen) der Ilsenburger Grobblech überbaut.

Bereits im Jahre 1978 gab es Bestandsuntersuchungen des Ilsetunnels. Es konnte festgestellt werden, dass das Tunnelgewölbe nur wenige Schadstellen aufwies, jedoch sich die Tunnelsohle in einem schon sehr schlechten Zustand befand. Eine geplante Instandsetzung kam allerdings nicht zur Ausführung /3/.

Insgesamt sind Kontroll- sowie Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen am Ilsetunnel nur schwierig durchzuführen, da der Tunnel nur bei Niedrigwasserständen begehbar ist. Ein

Rückhalten oder Umleiten des Ilseabflusses ist nicht möglich. Bei Arbeiten im Tunnel ist zudem dauerhaft zu gewährleisten, dass der Hochwasserabfluss ableitbar ist.

Bei einem Versatz der Ilsetunnels kann der Abfluss vor dem Einlauf austreten und mit der Topographie in Richtung Westen (Gewerbegebiet Ellerbach) abfließen.

4. Wasserwirtschaftliche Situation

Mit dem Ilsetunnel wird der Abfluss der Ilse durch den Bereich der Ilsenburger Grobblech GmbH geführt. Innerhalb des Tunnels werden Prozess- und Niederschlagswässer eingeleitet.

Es gelten für die Abführung des Ilseabflusses am Tunnel die hydrologischen Kenngrößen aus Tab. 4.1. für die Ortslage (OL) Ilsenburg.

Punkt	RW LS110	HW LS110	AE ₀ [km ²]	MQ [m ³ /s]	HQ(10) [m ³ /s]	Hq(10) [l/s*km ²]	HQ(100) [m ³ /s]	Hq(100) [l/s*km ²]	HQ(ex) [m ³ /s]	Hq(ex) [l/s*km ²]
Pegel Ilsenburg	4407410	5746440	21,4	0,537	16,3	762	34	1589	39,6	1850
o.h.Md. Mönchsgraben	4408979	5748111	23,9	0,55	16,5	690	34,5	1450	40	1675
Mönchsgraben	4409013	5748169	1,2	0,01	0,95	800	2,4	1960	3	2480
u.h. Md. Mönchsgraben	4409010	5748369	25,1	0,55	16,5	665	35,9	1430	41,5	1655
Md.Suenbeek	4409570	5749017	7,18	0,08	1,75	-	1,75	-	1,75	-
OL Ilsenburg	4409590	5749039	38,9	0,58	17,1	440	37,9	975	46,5	1115
vor Abzw eig MG Veckenstedt	4411971	5752300	43	0,65	18,2	425	40,2	935	47,2	1100
Md.Ellerbach	4412024	5752337	2,2	0,165	0,93	423	2,28	1035	2,88	1309
OL Veckenstedt	4412375	5752798	47,7	0,65	19	400	40,2	845	47,2	990
Md.Rammelsbach	4413371	5753413	27,6	0,16	6,89	250	16	580	20,7	750
vor Abschlag MG Wasserleben	4413887	5754370	75,3	0,68	20,4	272	42,5	565	49,5	660
OL Wasserleben	4414244	5754870	77,4	0,68	20,8	270	42,5	550	49,5	640
Md.Schneibecke	4414915	5755993	16	0,055	2	125	4,4	275	5,4	338
OL Berßel	4414839	5758133	108	0,9	21,6	200	43,2	400	50,8	470
OL Osterwieck	4410894	5760314	130	1	24,1	185	44,2	340	51,3	395
Pegel B-Hoppenst.	4407550	5763200	160	1,2	26,1	163	45,8	285	51,9	325
OL Rimbeck	4406300	5764048	168	1,25	26,1	155	45,8	270	51,9	324

Tab. 4.1 : Hydrologische Kenngrößen für die Ilse /5/

Auf Grundlage der Ergebnisse der Hochwassergefahrenkarten aus /5/ ist der Ilsetunnel in die Gefährdungsklasse 2 (Gefährdungsklasse 2 = Brückenfreibord von 50 cm wird bei $> HQ_{10}$ und $< HQ_{100}$ unterschritten) einzustufen.

Als Brückenfreibord wird dabei der Abstand vom Wasserstand zur Konstruktionsunterkante bezeichnet. Dieser Abstand sollte ebenfalls 0,50 m betragen, um Verklausungen durch Treibgut

vorzubeugen. Bogenbrücken und –durchlässe können zudem ein zusätzliches Risiko darstellen, da sich der Abflussquerschnitt nach oben stetig verengt. Dieses trifft auch auf den Ilsetunnel zu.

Station	Art	Bogenbrücke Mittelpfeiler Gefährdung	KUK	KOK	HQ10 mit HWSA			HQ20 mit HWSA			HQ50 mit HWSA			HQ100 mit HWSA			HQextrem mit HWSA						
					Wspl	Freibord		Wspl	Freibord		Wspl	Freibord		Wspl	Freibord		Wspl	Freibord					
					m NHN	m		m NHN	m		m NHN	m		m NHN	m		m NHN	m		m NHN	m		
EINSTUFUNG ANALOG // Mit Wasserspiegellagen ca. 5 bis 10 m von den Öffnungen entfernt																							
31.728	Auslaufbauwerk Verrohrung Ilse	x			217,22	217,47	215,75	1,47		216,00	1,22			216,18	1,04			216,26	0,96			216,25	0,97
32.105	Einlaufbauwerk Verrohrung Ilse	x	2		220,61	220,86	219,86	0,45		220,25	0,36			220,84	-0,23			221,27	-0,66			221,69	-1,08

EINSTUFUNG ANALOG // Mit Wasserspiegellagen ca. 5 bis 10 m von den Öffnungen entfernt

31.728	Auslaufbauwerk Verrohrung Ilse	x		217,22	217,47	215,75	1,47		216,00	1,22		216,18	1,04		216,26	0,96		216,25	0,97
32.105	Einlaufbauwerk Verrohrung Ilse	x	2	220,61	220,86	219,86	0,75		220,25	0,36		220,84	-0,23		221,27	-0,66		221,69	-1,08

- * 1 = Gefährdung bei < HQ10
2 = Gefährdung bei > HQ10 und < HQ100
3 = Gefährdung bei > HQ100 und < HQextrem

Tab. 4.2 : Querbauwerke und Gefährigungsdefizite an der Ilse

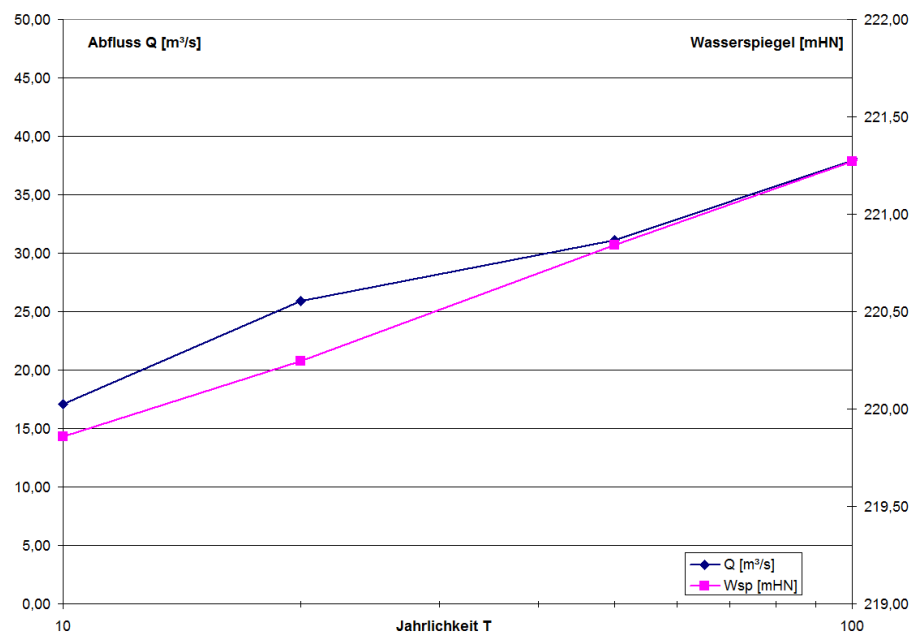


Abb. 4.1.: Abfluss und Wasserstand in Abhängigkeit der Jährlichkeit

Eine Gegenüberstellung von Wasserspiegellagen zu den Bauwerksdaten zeigt, dass der Ilsetunnel bereits bei Abflüssen unterhalb des HQ_{50} am Einlauf eingestaut wird. Nach der Abb. 4.1 kann durch Interpolation der Abfluss bei KUK = 220,61 mHN zu 29,1 m³/s (ca. HQ_{40}) und bei Ansatz eines Freibords KUK – 0,50 m = 220,11 mHN zu 22,75 m³/s (ca. HQ_{15}) ermittelt werden.

Der Ilsetunnel entspricht damit bei weitem nicht den hydraulischen Anforderungen. Bei Eintritt eines HQ_{100} und einem Abflussquerschnitt von etwa $A = 8,5 \text{ m}^2$ liegen rechnerisch Abflussgeschwindigkeiten von etwa $v = 4,50 \text{ m/s}$ vor. Dies liegt jenseits üblicher Bemessungsansätze. So sind z. B. die Abflussquerschnitte von Dükerrohren entsprechend den „Ergänzenden Festlegungen für den Ausbau des Mittellandkanals, WSD Mitte (1998)“ so zu bemessen, dass eine Abfluss-

geschwindigkeit von $v = 2,50 \text{ m/s}$, in Ausnahmefällen bis $v = 3,00 \text{ m/s}$, nicht überschritten wird. Dieser Bemessungsansatz wird hier um den Faktor 1,5 bis 1,8 überschritten.

Es waren jedoch bisher keine Probleme bei der Ausführung des Ilseabflusses dokumentiert. Dies ist wahrscheinlich darin begründet, dass diese Defizite in der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Ilsetunnels wurden bisher durch den hohen Sohlversatz von etwa 6 m zwischen dem oberhalb gelegenen Wehr der Ilsenburger Grobblech GmbH ($H_{S0} = 223,83 \text{ mHN}$) und dem Einlauf des Ilsetunnels ($H_{S0} = 218,00 \text{ mHN}$) kompensiert wurden. Es konnte sich also immer eine ausreichende Stauhöhe vor dem Ilsetunnel aufbauen um den Abfluss anzuführen (z. Vgl. $W_{sp-HQ_{extrem}} = 221,69 \text{ mHN}$).

Die in /6/ dargestellte Situation berücksichtigt jedoch noch nicht den gesamten Abfluss der Ilse von $HQ_{100} = 37,9 \text{ m}^3/\text{s}$, da derzeit ein Teilabfluss von etwa $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ oberhalb der Brücke K 1355 linksseitig ausfört und parallel westlich des Veckenstedter Wegs in Richtung Ellerbach fließt. Etwa weitere $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ des hydrologischen HQ_{100} fließen vom Suenbach zum Ellerbach. Der Bemessungsabfluss des Ilsetunnels beträgt daher in /6/ $Q = 35,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Im Zuge der Bearbeitung der Hochwasserrisikomanagementkarten /8/ für die Ilse wurde diese Ausuferung rechentechnisch verhindert. Dadurch erhöht sich der Bemessungsabfluss auf $Q = 36,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Zur Verdeutlichung sind die beiden Situationen in Abb. 4.1 dargestellt. Diese würde dann noch einmal zu einer Verschärfung der Abflusssituation am Ilsetunnel führen.

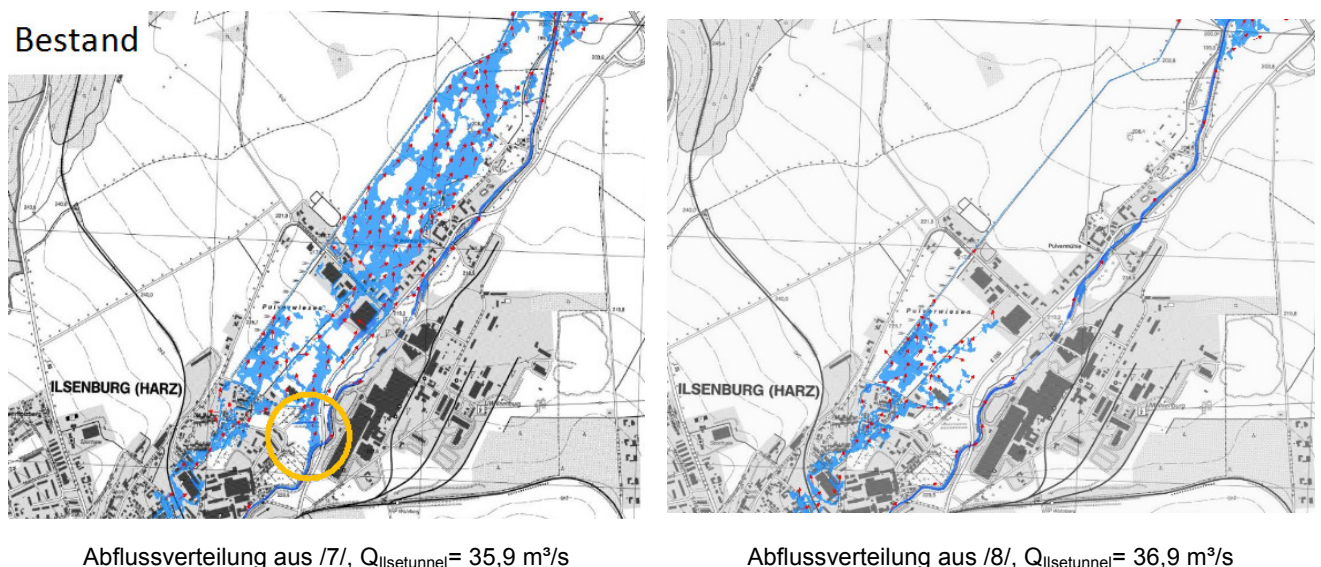


Abb. 4.2: Abflussverteilung am Ilsetunnel /6/,/7/

Zusammenfassend lässt sich die wasserwirtschaftliche Situation wie folgt beurteilen.

Die Beobachtungen am Ilsetunnel haben gezeigt, dass die Hochwasserereignisse 1994 und 2002 durch den Ilsetunnel abgeleitet wurden. Dieses wird durch die vorliegenden Berechnungen bestätigt. Die Begründung ist darin zu finden, dass sich direkt vor dem Einlauf des Ilsetunnels ein fast 6 m hoher Sohlabsturz befindet, der den Aufbau einer für den Abfluss ausreichenden Druckhöhe zu ließ, ohne dass es zu Problemen oberwasserseitig kam.

Die hydraulischen Fließzustände befinden sich bei der Abführung des Abflusses in Grenzbereichen zwischen Druck- und Freispiegelabfluss. Es ist von Fließgeschwindigkeiten von mehr als 4,50 m/s im Tunnel auszugehen.

Nach den vorliegenden hydraulischen Berechnungen liegt die Leistungsfähigkeit des Ilsetunnels je nach Ansatz mit oder ohne Freibord zwischen einem HQ_{15} und einem HQ_{40} . Die Leistungsfähigkeit des Tunnels kann zudem noch durch Versatz (Treibgut) auch schlagartig reduziert werden. Nach dem Hochwasserereignis 2002 konnte bereits die Ablagerung von Baumstämmen am Einlauf des Ilsetunnels beobachtet werden. Begünstigt wurde die Situation am Tunnel dadurch, dass erhebliche Anteile an Treibgut bereits an der oberwasserseitig gelegenen Brücke der K 1355 zurückgehalten wurden. Dort ist es dann durch den Versatz zu Abflussaustritten gekommen, die größer waren als in /7/ ermittelt.

5. Geotechnische Situation

In den Jahren 2003 und 2004 wurden für die direkt örtlich östlich des Ilsetunnels liegende Produktionshalle (Ilse-Stat. 20 bis 210 m) Baugrunduntersuchungen mit der Erarbeitung einer Gründungsempfehlung erarbeitet /1/, /2/. Die Ergebnisse lassen sich auch für eine Beurteilung der Baugrundverhältnisse im Bereich des Ilsetunnels heranziehen.

Danach ist davon auszugehen, dass im Bereich des Ilsetunnels flächendeckend Auffüllungen vorhanden sind. Diese Auffüllungen sind sehr heterogen zusammengesetzt. Ihre grundlegenden Bestandteile bestehen aus steinig-kiesig-sandigen Bauschuttmassen, Kohlegrus, Asche, Kohlebrandschlacke, glasigen Schmelzofenrückständen, schluffig-sandigen, teilweise humosen Bodenmassen. Von Ort zu Ort (sowohl horizontal als auch vertikal) variieren die Anteile dieser Stoffe beträchtlich.

Die geotechnischen Eigenschaften der Auffüllmassen sind durch ihre allgemein lockere Lagerung bestimmt. Offensichtlich wurden die verkippten Massen unverdichtet eingebaut. Die feinkornreicheren Auffüllmaterialien weisen zudem bei häufig vorhandener starker Wassersättigung der Schichten eine weichplastische Konsistenz auf. Diese genannten bodenmechanischen Eigenschaften, die die Auffüllmassen generell prägen, verleihen ihnen nur geringe Lastaufnahmefähigkeiten und ein hohes Setzungspotenzial für den Fall von konzentrierten Lasten.

Unter den beschriebenen Auffüllungen wurden steinig-sandige Kiese, in die hin und wieder schluffig-sandige Schichten eingelagert sind aufgeschlossen. Sie können den relativ jungen Ablagerungen der Ilse zugeordnet werden. Daneben wurden schluffig-kiesig-sandige Schichten in einem deutlich höheren Niveau als das der jüngeren Ilsekiese angetroffen. Bei dieser Schicht handelt es sich um eine alte, wahrscheinlich saaleeiszeitliche Flussterrasse der Ilse, die das Fließniveau des Flusses zu jener Zeit kennzeichnet.

Die Ablagerungen der Ilse werden von grünlichgelben bis grüngrauen, teilweise schluffigen Tonschichten unterlagert. Ihre Mächtigkeit beträgt mehrere Meter, variiert aber beträchtlich. In regionalgeologischer Hinsicht stellen diese Schichten die Verwitterungszone der Mergelsteinschichten des sogenannten Ilsenburgmergels dar, der im gesamten Gebiet des Nordharzvorlandes im Raum Ilsenburg in der Tiefe ansteht und hier Mächtigkeiten von über 100 m erreicht.

In den aufgeschlossenen Schichtenfolgen wurde bis etwa 217 mHN kein echter Grundwasserspiegel angetroffen. Lediglich einige der in unterschiedlicher Tiefe lagernden feinkornreichen und damit gering durchlässigen Auffüllschichten waren stark beim Aufschluss wassergesättigt ("nass"), aber offensichtlich handelte es sich dabei um Stauwasser aus infiltrierten Niederschlagswässern. Somit ist davon auszugehen, dass in diesem Bereich kein zusammenhängendes Grundwasser vorhanden ist. Des weiteren ist auch davon auszugehen, dass die durch die Auffüllungen gesickerten Niederschlagswässer auf der Oberfläche der unterlagernden Tonschichten aufgestaut werden, da diese kaum wasserdurchlässig sind. Diese infiltrierten Niederschläge fließen auf der Oberfläche der Tonschichten in Richtung Ilse ab.

Die aus Kohlerückständen, Schlacke oder humosem Boden bestehenden Komponenten der Auffüllungen müssen erfahrungsgemäß als potenziell stark stahl-, unter Umständen auch beton-aggressiv eingeschätzt werden. Daneben ist von erheblichen Bodenbelastungen auszugehen.

Grundsätzlich muss der Baugrund daher insgesamt in geotechnischer Hinsicht als sehr problematisch beurteilt werden. Dies begründet sich in den folgenden ungünstigen Eigenschaften des Baugrunds /1/, /2/:

Diese Beurteilung ergibt sich vor allem aus den folgend dargestellten ungünstigen geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes.

1. Geringe Lastaufnahmefähigkeit und großes, stark wechselndes Setzungspotential der oberen Baugrundzone (locker gelagerte Auffüllmassen von sehr großer Mächtigkeit)
2. teilweise starke Frost- und Wasserempfindlichkeit der oberen Baugrundsichten
3. teilweise schlechte Verdichtbarkeit der Auffüllmassen
4. teilweise Staunässeaufweichungsgefährdung der Auffüllmassen

5. wahrscheinlich starke Stahl- und Betonaggressivität der Auffüllungen
6. teilweise chemische Belastung der Auffüllmassen.

Einen Überblick über den Baugrundaufbau geben die beiden nachfolgend dargestellten Bodenprofile aus /1/, /2/.

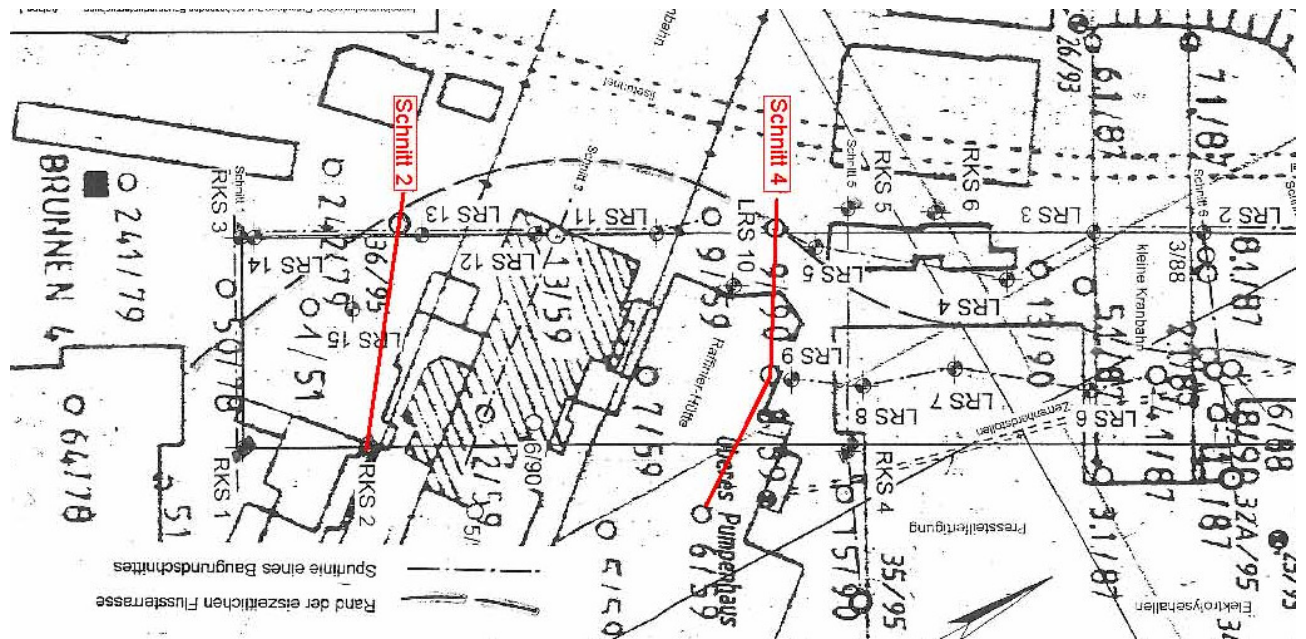


Abb. 5.1: Lageplan mit Schnittführung /1/, bearbeitet

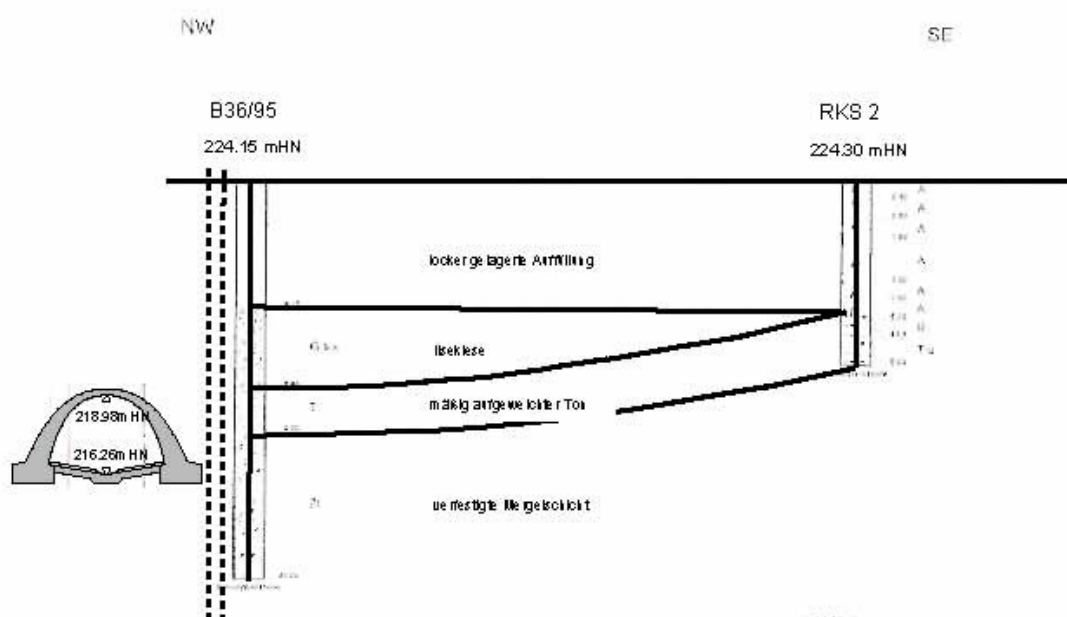
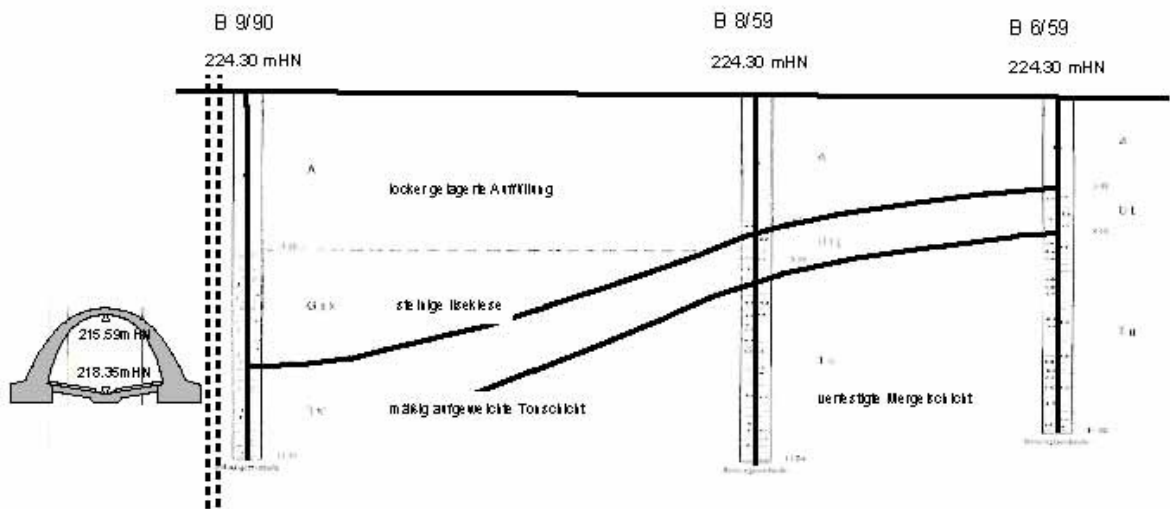


Abb. 5.2: Schnitt 2 mit Ilsetunnel /1/, bearbeitet**Abb. 5.3: Schnitt 4 mit Ilsetunnel /1/, bearbeitet**

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Ilsetunnel auf tragfähigen Untergrund (Ilse-schotter und Ilse-burgmergel) gegründet ist. Seitlich und oberhalb des Ilsetunnels befinden sich jedoch nur locker gelagerte setzungsempfindliche Böden, die zur Lastabtragung nicht geeignet sind. Eine Gründung von Bauwerken in diesen Auffüllungen ist nach /2/ nicht möglich. Für den Ilsetunnel bedeutet dies, dass Lasten, die in seiner Trasse wirken relativ direkt auf den Tunnel einwirken und wenig durch Lastausbreitung abgemindert werden.

6. Bauwerkszustand

Bei dem Tunnelquerschnitt handelt es sich um ein flaches Gewölbe, welches auf zwei Streifenfundamenten aufgelagert ist. Der Tunnel wurde als Stahlbetonkonstruktion in offener Bauweise hergestellt. Die Wanddicke beträgt im Scheitel 25 cm und an den Auflagern ca. 80 cm. Die Sohle wurde als Betonplatte zwischen die Streifenfundamente betoniert. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass in der Sohle ein Zugband ausgebildet wurde. Zu der vorhandenen Betongüte oder Bewehrung liegen keine Unterlagen vor /4/. Das Innere des Tunnelgewölbes ist mit einer Putzschicht versehen.

Der Ilsetunnel wurde etwa 1922/1923 hergestellt. Er hat eine Länge von 259 m, eine lichte Höhe von 3,00 m und eine lichte Breite von 4,40 m /5/. Die Einlauf- und Auslaufbauwerke bestehen aus betonierten Stirnwänden, davor bzw. dahinter wurde der Flussquerschnitt der Ilse gepflastert.

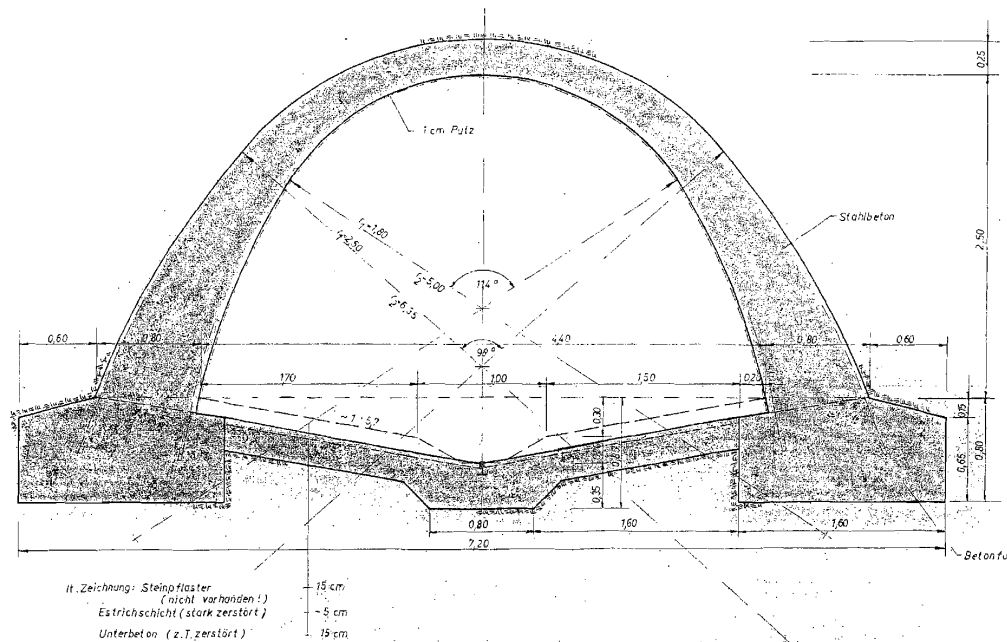


Abb. 6.1.: Tunnelquerschnitt /5/

6.1 Zustandserfassung von 1979

In einer Zustandsuntersuchung durch den VEB Baugrund Berlin, FB Berlin /3/, die am 27.09.1978 im Auftrag des VEB Walzwerk Ilsenburg ausgeführt wurde, konnte festgestellt werden, dass das Tunnelgewölbe nach einer Standzeit von damals mehr als 50 Jahren nur wenige Schadstellen aufweist. Die Tunnelsohle dagegen befand sich bereits in einem sehr schlechten Zustand. Zur weiteren schadlosen Nutzung wurde eine umfangreiche Sanierung gefordert. Es wurde zudem festgestellt, dass statt der Steinpflasterung eine Beton-Estrichschicht ausgeführt wurde. Diese war bereits zum großen Teil völlig zerstört bzw. stark gelockert. An den größten Schadstellen hat auch der darunter ausgeführte Unterbeton Beschädigungen aufgewiesen.

Eine Beseitigung der Schäden ist jedoch nicht durchgeführt worden. Die festgestellten Risse im Tunnelgewölbe wurden als Putzrisse ausgewiesen. Die Standfestigkeit des Gewölbes wurde als gewährleistet bezeichnet, wenn auch zukünftig keine größere Lasteintragungen erfolgen.

6.2 Ortstermin am 26.06.2012

Am 26.06.2012 wurde der Tunnel bei einem Ortstermin in Augenschein genommen.

Teilnehmer waren u.a.:

Herr Werner, LHW SA, FB Halberstadt

Frau Kleppisius, Ilsenburger Grobblech GmbH

Herr Gläser, Ilseburger Grobblech GmbH

Frau Schulz, Prof. Dr.-Ing. W. Hartung und Partner GmbH

Herr Dr. Schütte, HHW Gesellschaft Beratender Ingenieure mbH

Die Begehung des Ilsetunnels erfolgt von Unterwasser in Richtung Oberwasser. In Abb. 6.2 ist der Ilsetunnel mit einer Stationierung und Zuordnung der Bildaufnahmepunkte dargestellt.

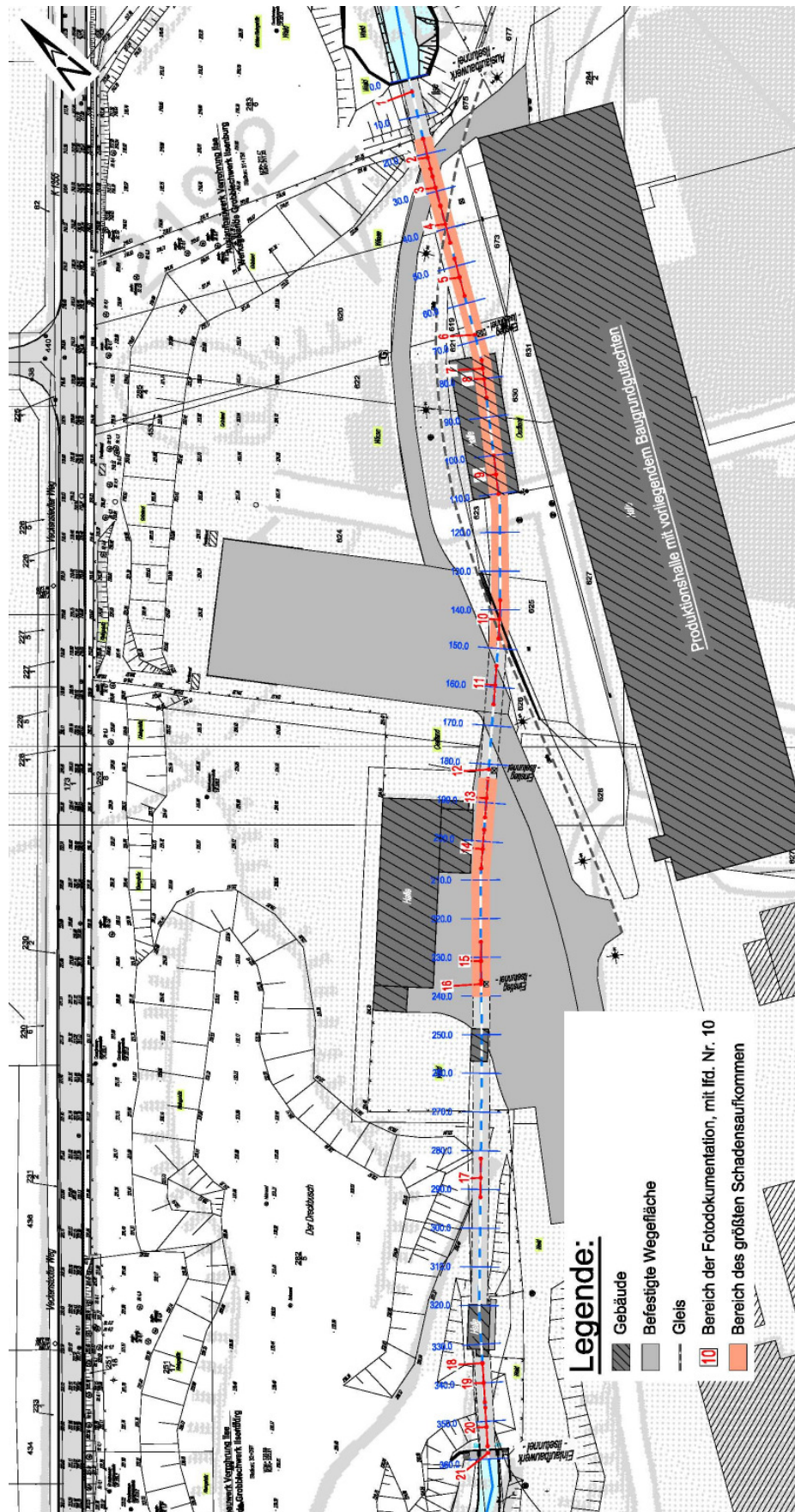


Abb. 6.2.: Lageplan mit Standpunkten der Fotodokumentation

Bei der dargestellten Fotodokumentation zur Begehung des Ilsetunnels erfolgt die Blickrichtung in den Bildabschnitten in Fließrichtung. Die Stationierung der Standpunkte erfolgte nach grober Einmessung ± 5 m.



1, Stat. km 0+005 m: a) Blick auf die linke Wandseite im Bereich des Auslaufbauwerkes



1, Stat. km 0+005 m: b) Rechte Betonwandseite



1, Stat. km 0+005 m: c) Betondecke



1, Stat. km 0+005 m: d) Betondecke mit Riss, rechtsseitig



2, Stat. km 0+020 m: a) Auskolkung der Gewässersohle



2, Stat. km 0+020 m: b) Linksseitige Wand



2, Stat. km 0+020 m: b) Linke Wandseite mit Betonabplatzung

2, Stat. km 0+020 m: c) Rechte Betonwand



3, Stat. km 0+030 m: a) Linke Wandseite mit Raumfuge

3, Stat. km 0+030 m: b) Betondecke



3, Stat. km 0+030 m: c) Rechte Wandseite



4, Stat. km 0+040 m: a) Linke Betonwand, Raumfuge mit freiliegender korrodierter Bewehrung



4, Stat. km 0+040 m: b) Rechte Wandseite



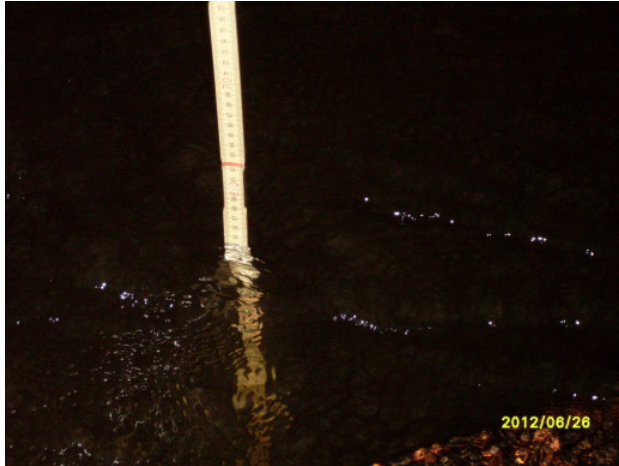
4, Stat. km 0+040 m: c) Sohlplatte mit starken Betonabbrüchen und Auskolkungen



5, Stat. km 0+055 m: a) Betonwand, rechts, mit Raumfuge und Sinterablagerungen



5, Stat. km 0+055 m: b) linke Betonwand



5, Stat. km 0+055 m: c) Auskolkungen bis unter die Gründungssohle mit z.T. über 0,60 m Tiefe



6, Stat. km 0+068 m: a) Betondecke



6, Stat. km 0+068 m: b) Einstiegsöffnung



6, Stat. km 0+068 m: c) Linke Betonseite mit Raumfuge und Betonabplatzungen



7, Stat. km 0+075 m: a) Rechte Wandseite



7, Stat. km 0+075 m: b) Grundwasseraustritt im Sohlenbereich



8, Stat. km 0+080 m: a) Betondecke mit Abplatzungen und Bewehrungskorrosion



8, Stat. km 0+080 m: b) Linksseitig, Raumfuge



8, Stat. km 0+080 m: c) Linksseitig, Raumfuge mit Betonabbrüchen



8, Stat. km 0+080 m: d) Gewässersohle



9, Stat. km 0+105 m: a) Betondecke mit starken Abplatzungen und freiliegender korrodierter Bewehrung



9, Stat. km 0+105 m: b) Rechtsseitig, Betonabbrüche und -abplatzungen mit Bewehrungskorrosion



9, Stat. km 0+105 m: c) Rechtsseitig, Betondecke mit Raumfuge



9, Stat. km 0+105 m: d) Linksseitige Betonwand, Raumfuge mit Wasseraustritt



9, Stat. km 0+105 m: e) Linksseitige Betonwand, Raumfuge mit Wasseraustritt und Sinterablagerungen



9, Stat. km 0+105 m: f) Starke Ausspülungen im Sohlenbereich



10, Stat. km 0+145 m: a) Rechtsseitig, Raumfuge mit Betonabplatzungen



10, Stat. km 0+145 m: b) Rechtsseitig, Raumfuge im unteren Bereich sehr feucht mit freiliegender korrodierter Bewehrung



10, Stat. km 0+145 m: c) Linke Wandseite



11, Stat. km 0+160 m: a) Betondecke mit Putzabplatzungen und Bewehrungskorrosion



11, Stat. km 0+160 m: b) Betondecke mit korrodierter Bewehrung



12, Stat. km 0+180 m: a) Linksseitige Betonwand mit Raumfuge



12, Stat. km 0+180 m: b) Linksseitige Betonwand, Raumfuge zieht sich bis in den oberen Bereich der Betondecke



12, Stat. km 0+180 m: c) Rechte Wandseite, Raumfuge mit Betonabplatzungen und Sinterablagerungen



12, Stat. km 0+180 m: d) Einstiegsöffnung, rechtsseitig



12, Stat. km 0+180 m: e) Hohlraum im Bereich der Einstiegsöffnung



13, Stat. km 0+190 m: a) Rissbildung und Abplatzungen in der linksseitigen Betonwand sowie in der Gewässersohle



13, Stat. km 0+190 m: b) Erkennbare Rissverläufe mit Putzabplatzungen, linksseitig



13, Stat. km 0+190 m: c) Linke Betonwand mit Raumfuge u. Abplatzungen sowie Feuchtigkeitsbildung im unteren Bereich.



14, Stat. km 0+200 m: a) Im Bereich der rechten Wand zeigen sich Abplatzungen im Beton und Sinterablagerungen.



14, Stat. km 0+200 m: b) Betondecke mit oberflächlichen Rissbildungen



15, Stat. km 0+230 m: a) Zulaufkanal



15, Stat. km 0+230 m: b) Erhebliche Schäden des Zulaufkanals



15, Stat. km 0+230 m: c) Das am Ende des Zulaufkanals einbindende Rohr ist teilweise eingebrochen.



16, Stat. km 0+235 m: a) Einstiegsöffnung, rechtsseitig



16, Stat. km 0+235 m: b) Rechte Betonwand mit Putzabplatzungen sowie Versinterung durch das Eindringen von Wasser.



16, Stat. km 0+235 m: c) Rissbildung in der Sohlplatte.



16, Stat. km 0+235 m: c) An der linken Betonwand zeigt sich die Raumfuge mit Betonabbrüchen, im unteren Bereich mit Wasseraustritt.



16, Stat. km 0+235 m: d) Betondecke mit Abplatzung und korrodierter Bewehrung



17, Stat. km 0+285 m: a) Raumfuge mit Betonabplatzungen und -abbrüchen in der linksseitigen Betonwand



17, Stat. km 0+285 m: b) Sohlplatte mit starken Abbrüchen und Auskolkungen des Betons



17, Stat. km 0+285 m: c) Einstiegsöffnung, rechtsseitig



18, Stat. km 0+335 m: a) Rechtsseitige Betonwand, Raumfuge Putzabplatzungen und hohem Feuchtigkeitsaustritt



19, Stat. km 0+340 m: a) Blick zum Einlaufbauwerk



20, Stat. km 0+350 m: a) Blick zur linksseitigen Betonwand



20, Stat. km 0+350 m: b) Blick zur rechtsseitigen Betonwand



Stp. 21, Stat. km 0+358 m: a) Betonabbrüche und Auskolkungen der Sohlplatte am Einlaufbauwerk



Stp. 21: b) Starke Betonabbrüche der Sohlplatte nahe dem Randbereich am Einlaufbauwerk

Es zeigt sich dabei, dass im nördlichen Abschnitt zwischen Stat. 0 und 200 m eine höhere Konzentration von Schadensbildern auftritt als im südlichen oberwasserseitigen Abschnitt 200 bis 360 m.

Bei Auswertung des Lageplans ist zu erkennen, dass es sich bei dem Abschnitt 0 – 200 m um den Bereich handelt, in dem durch die vorhandenen Lagerflächen, Verkehrswege einschl. Bahngleise sowie die vorhandenen Produktionshallen die größeren äußeren Lasten auf den Ilsetunnel einwirken.

7. Schadensaufnahme und Beurteilung

Bei der Begehung wurden die folgenden augenscheinlichen Schäden festgestellt und dokumentiert:

Tunnelsohle

In der Sohle des Ilsetunnels befinden sich zahlreiche Auskolkungen bis zu 60 cm Tiefe. Die Sohle ist stark geschädigt. Der Beton / Estrich weist starke Risse sowie Aus- und Abbrüche auf (s. Bild 1 und 2). Die Schäden konzentrieren sich auf den mittleren Bereich der Sohle zwischen den Fundamenten. Die Randbereiche weisen einen besseren Zustand auf. Es war im Zuge der Ortsbegehung nicht zu erkennen, ob sich die Auskolkungen in Richtung der Fundamente fortsetzen. Mitarbeiter der Ilsenburger Grobblech GmbH berichten, dass sich in den Kolken Astwerk und auch kleinere Baumstämme verfangen. Dies war jedoch zum Zeitpunkt der Ortsbesichtigung nicht der Fall.

Die Standsicherheit des Tunnels und die Tragfähigkeit der Konstruktion sind durch die festgestellten Schäden zur Zeit noch nicht unmittelbar beeinträchtigt. Die Sohlplatte muss allerdings dringend saniert werden, da ansonsten die Gefahr besteht, dass sich die vorhandenen Auskolkungen vergrößern und die Standsicherheit der Fundamente dadurch gefährdet wird.

An einigen Stellen tritt Sickerwasser aus der Fuge Sohlplatte – Wand aus. Die Wasseraustritte waren deutlich zu sehen (s. Bild 3). Auch diese Schäden haben keinen unmittelbaren Einfluss auf die Tragfähigkeit der Konstruktion, müssen aber ebenfalls kurzfristig saniert werden. /4/ Es ist nicht zu erkennen, ob das Sickerwasser aus der Sohle hochgedrückt wird oder bereits durch Wandrisse oberhalb des Fundaments seitlich Zutritt. Beide Möglichkeiten sind konstruktionsbedingt gegeben.

Es ist auf jeden Fall durch die Sickerwasserzutritte anzunehmen, dass auch Feinstbestandteile aus den Auffüllmassen ausgespült werden und somit die Bettung des Tunnelbauwerks in den umgebenden Boden noch verringert wird



Bild 1: Schäden im mittleren Bereich der Gewässersohle



Bild 2: Schäden im mittleren Bereich der Gewässersohle



Bild 3: Wasseraustritt in der Fuge Sohle - Wand

Raumfugen

An den Raumfugen des Tunnels sind Schäden in Form von Betonabplatzungen und –abbrüchen sowie Bewehrungskorrosion festzustellen (s. Bild 4 bis 7). Im unteren Bereich bis ca. 1,20 m Höhe sind die Fugen teilweise feucht. An einigen Stellen gibt es Sinterablagerungen, die infolge des eindringenden Sickerwassers entstanden sind (s. Bild 8). Fugenabdichtungen sind augenscheinlich nicht vorhanden.

Auch die Schäden an den Raumfugen haben zur Zeit noch keinen unmittelbaren Einfluss auf die Tragfähigkeit der Konstruktion. Eine Sanierung der Raufugen ist jedoch dringend erforderlich. Dabei ist es erforderlich, dass die Fugen als Dehnfugen mit Fugenabdichtungen ausgebildet werden. /4/



Bild 4: Raumfugen, unterer Bereich



Bild 5: Raumfuge, Firstbereich



Bild 6: Raumfuge, unterer Bereich



Bild 7: Raumfuge mit Wasseraustritt



Bild 8: Raumfuge mit Wasseraustritt und Sinterablagerungen

Risse und Abplatzungen

Außerhalb der Raumfugen sind durchgängig Risse in den Wand- und Firstbereichen zu sehen. Im Firstbereich sind Abplatzungen vorhanden. In diesen Bereichen ist die Bewehrung korrodiert (s. Bild 9 bis 12). Die Abplatzungen und die korrodierte Bewehrung müssen ebenfalls zeitnah saniert werden, um ein Fortschreiten der Korrosion zu verhindern. Es ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren weitere Korrosionsschäden auftreten. Nach Aussagen der Mitarbeiter der Ilsenburger Grobblech GmbH wurden am Verputz bereits Sanierungsmaßnahmen durchgeführt (Zeitpunkt ist unbekannt). Es muss also davon ausgegangen werden, dass die Bewehrungskorrosion in weiten Bereichen fortgeschritten ist. Großflächige Bewehrungskorrosion würde langfristig die Tragfähigkeit der Konstruktion reduzieren. /4/



Bild 9: Freiliegende korrodierte Bewehrung



Bild 10: Freiliegende korrodierte Bewehrung



Bild 11: Freiliegende korrodierte Bewehrung



Bild 12: Riss mit Putzabplatzung, Sinterablagerungen

Einstiege und Zuläufe

Bei Einstieg km 0+180 m befindet sich an der Ostseite des Tunnels ein unplanmäßiger Hohlraum von ca. 1 m Tiefe, 2 m Breite und 0,4 m Höhe. Im Hochwasserfall muss davon ausgegangen werden, dass sich dieser Hohlraum durch Auskolkung weiter vergrößert. Der Hohlraum muss geschlossen werden.

Die Decke des Zulaufkanals bei Einstieg km 0+230 m weist erhebliche Schäden auf. Die Bewehrung liegt vollständig frei und ist stark korrodiert. Die Tragfähigkeit der Decke ist auf Grund der Schäden reduziert. Das am Ende des Zulaufkanals einbindene Rohr ist teilweise eingebrochen. Der Zulaufkanal und die Rohrleitung müssen kurzfristig saniert bzw. Instand gesetzt werden.

Beton und Bewehrung

Die Betonqualität und die Art der eingebauten Bewehrung des Tragwerks des Ilsetunnels sind nicht bekannt. Untersuchungen zur Betonfestigkeit konnten während der Ortsbegehung nicht durchgeführt werden. Dieses wäre mit einem bereichsweisen Abtragen der Putzschicht verbunden. Hierauf wurde verzichtet um nicht unnötig den Bewehrungsstahl freizulegen, der unmittelbar unterhalb der Putzschicht anzutreffen ist. Aus den festgestellten Abplatzungen lässt sich aber schließen, dass die Betonüberdeckungen des Bewehrungsstahls eher gering sind und nicht den heute üblichen Anforderungen entsprechen.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass nach ca. 85 Jahren Standzeit der Beton bereits einen signifikanten Alterungsprozess durchlaufen hat. Der Beton ist von der Ilse her wechselfeucht belastet. Die Hinterfüllungen können zudem nach /1/ eine hohe Beton- und Stahlaggressivität aufweisen.

Es muss also davon ausgegangen werden, dass bei momentan noch vorhandener Standsicherheit der Tunnelanlage, die Dauerhaftigkeit bei der angetroffenen Situation nicht gegeben ist.

Bei Betonrohren nach DIN 4032 kann mit heutiger Technologie von einer Standzeit von mehr als 100 Jahren erreicht werden. Entsprechend ist für den nun ca. 85 Jahre alten Stahlbeton von einer verminderten Festigkeit auszugehen

Belastungen

Der Ilsetunnel ist zunächst durch die umgebenden Auffüllmassen belastet und gleichzeitig in diese eingebettet. Diese Ablagerungen sind sehr heterogen und dadurch nur schwer einzuschätzen. Wegen der lockeren Lagerung des Materials ist jedoch davon auszugehen, dass diese insbesondere mit dem Eigengewicht den Tunnel belasten und nur sehr untergeordnet für die Lastabtragung und Lastausbreitung der oberirdischen Lasten beitragen.

Die Trasse des Ilsetunnels ist durch die Infrastrukturanlagen der Ilsenburger Grobblech GmbH belastet. Hier ist insbesondere die Art der Gründung der Gleisanlagen nicht bekannt. An diesen Stellen kann es zu starken punktuellen Belastungen des Ilsetunnels kommen.

Die neuen Anlagen der Ilsenburger Grobblech GmbH sind tiefgegründet und belasten den Tunnel nicht.

Standsicherheit des Ilsetunnels und Erfordernisse

Die festgestellten Schäden haben noch keinen unmittelbaren Einfluss auf die Tragfähigkeit (Standsicherheit) der Konstruktion des Ilsetunnels /4/. Die Standsicherheit ist dabei die Anforderung, die vorhandenen äußeren und eigenen Lasten, aufzunehmen und sicher abzutragen.

Eine nachträgliche statische Berechnung der vorhandenen Standsicherheit des Ilsetunnels ist aufgrund der vorhandenen sehr heterogenen Auffüllmassen nur schwer möglich und würde die tatsächlichen Verhältnisse in Belastungsschnitt nicht darstellen können. Hier wären umfangreiche zusätzliche Baugrunderkundungen beidseitig des Ilsetunnels erforderlich. Aber auch dann wären die Nachweise wegen der unterschiedlichen Ablagerungen mit großen Unwägbarkeiten behaftet /4/.

Die äußeren Belastungen des Ilsetunnels haben bereichsweise abgenommen. Flach gegründete Gebäude und Anlagen wurden rückgebaut. Neuere Baugrunduntersuchungen haben gezeigt, dass die Auffüllungen, die den Ilsetunnel umgeben, nicht tragfähig sind. Anlagen wurden dann auf der Gründungsebene des Ilsetunnels tiefgegründet /2/.

Neben der Standsicherheit ist auch die Gebrauchssicherheit zu betrachten. Obwohl die Standsicherheit momentan noch gegeben ist, sind die festgestellten Schäden bei weiterem Fortschreiten doch geeignet, diese soweit herab zusetzen, dass ein Versagen des Bauwerks nicht ausgeschlossen werden kann. Dies betrifft insbesondere die fortschreitende Bewehrungskorrosion sowie die Auskolkungen in der Gewässersohle. Zur Herstellung einer dauerhaften Gebrauchssicherheit ist es daher erforderlich, diese Schäden kurzfristig zu beheben. Diese Schadenbeseitigung kann nur im Rahmen einer grundlegenden Sanierung der Anlage erfolgen. Diese ist dringlichst durchzuführen.

8. Sanierungsvorschläge

Die nachfolgend dargestellten Sanierungsvorschläge basieren auf folgende Erfordernissen:

- Erneuerung oder Sanierung der Tunnelsohlkonstruktion
- Verfüllung der Sohlauskolkungen, insbesondere im Gründungsbereich
- Sanierung der Raumfugen mit Ausbildung als Dehnungsfugen
- Entfernung der Putzschicht sowie der lockeren Betonschichten in den Wand- und Firstbereichen
- Sanierung und Stabilisierung der Wand- und Firstbereiche mittels Spritzbeton oder Inliner

Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass der Ilsetunnel nicht durch Gründungslasten und/ oder daraus begründeten Setzungen belastet wird. Hier wären zumindest dann im Einzelfall die erforderlichen Standsicherheitsnachweise unter lokaler Betrachtung der Verhältnisse zu führen.

Bei den Sanierungsvorschlägen ist ebenfalls zu beachten, dass der Ilseabfluss nicht rückgehalten oder umgeleitet werden kann. Diese bedeutet, dass der Abfluss durch die Sanierungsabschnitte

durchgeleitet werden muss. Im Hochwasserfall muss die Baustelle dann ggf. komplett geräumt werden. Es schließen sich damit alle Sanierungsmaßnahmen aus, die mit einer Einrüstung des Tunnelprofils einhergehen.

Weiterhin sind mögliche, aus konstruktiver Sicht sinnvolle Sanierungsmaßnahmen auf die wasserwirtschaftlichen Konsequenzen zu überprüfen.

Die Kosten für die Sanierungsvorschläge werden nachfolgend geschätzt.

Variante 1: Erneuerung der Sohle und Einbau einer Spritzbetonschale

- Abschnittsweise Erneuerung der Tunnelsohle mittels Fertigteilen
- Injektion von Beton in die Auskolkungen der Gründungsebene
- Sandstrahlen der Wand- und Firstbereiche des Tunnels
- Einbringen einer bewehrten Spritzbetonschale (Dicke ca. 0,20 m)
- Sanierung der Einläufe und Zugänge

Massenberechnung						Kostenberechnung				
Formel	Faktor	Wert 1	Wert 2	Wert 3	Wert 4	Masse	Einh.	EP (€ / E)	GP (€)	
<u>Sanierungsvorschlag mittels Spritzbetonschale</u>										
<u>Ausbau der vorhandenen Tunnelsohle</u>										
Rechteck	1,000 a	4,000 b	1,000			4,000	m2	125,00	500,00	
<u>Herstellung der neuen Tunnelsohle</u>										
Rechteck	1,000 a	4,000 b	1,000			4,000	m2	650,00	2 600,00	
<u>Vorbereiten der Oberflächen im Wand- und Firstbereich</u>										
Rechteck	1,000 a	8,000 b	1,000			8,000	m2	75,00	600,00	
<u>Herstellen von Dehnungsfugen (i. M. alle 8 m)</u>										
Länge	1,000 l	1,500				1,500	m	125,00	187,50	
<u>Einbau einer Spritzbetonschale (d=20 cm)</u>										
Quarder	1,000 a	8,000 b	0,200 l	1,000		1,600	m3	750,00	1 200,00	
						je lfd. m:			5.087,50	
<u>Sanierung des Ilsetunnels</u>										
Länge	1,000 l	360,000				360,000	m	5 087,50	1 831.500,00	
<u>Sanierung der Einläufe und Zugänge</u>										
Pauschal	1,000 P	1,000				1,000	Psch	200 000,00	200 000,00	
<u>Baustelleneinrichtung und vorbereitende Arbeiten, Wasserhaltung</u>										
Pauschal	0,150 P	1,000				0,150	Psch	2 031.500,00	304.725,00	
<u>Unvorhergesehenes</u>										
Pauschal	0,100 P	1,000				0,100	Psch	2 336.225,00	233 622,50	
Summe, netto									2.569.847,50	
Mehrwertsteuer (19%)									488.271,03	
Summe, brutto									3.058.118,53	

Bei der vorgeschlagenen Sanierung ist mit Kosten von gerundet 3.060.000,00 € (brutto) auszugeben. Nachteilig bei dem Einbau einer Spritzbetonschale ist jedoch der Verlust an

Abflussquerschnittsfläche, die durch den Einbau der Spritzbetonschale erfolgt. Hierdurch wird die schon eingeschränkte hydraulische Leistungsfähigkeit weiter verringert.

Variante 2: Stabilisierung der Sohle und Einbau eines Inliners im Wickelrohrverfahren

- Stabilisierung der Sohle und der Auskolkungen durch Injektion von Beton
- Sandstrahlen der Wand- und Firstbereiche des Tunnels
- Einbringen eines Inliners im Wickelrohrverfahren
- Sanierung der Einläufe und Zugänge

Massenberechnung							Kostenberechnung			
Pos	Formel	Faktor	Wert 1	Wert 2	Wert 3	Wert 4	Masse	Einh.	EP (€ / E)	GP (€)
<u>Sanierungsvorschlag mittels Inliner im Wickelrohrverfahren</u>										
<u>Stabilisierung der Tunnelsohle durch Injektion von Beton</u>										
Rechteck	1,000 a		4,000 b	1,000			4,000	m2	450,00	1.800,00
<u>Vorbereiten der Oberflächen im Wand- und Firstbereich</u>										
Rechteck	1,000 a		12,000 b	1,000			12,000	m2	75,00	900,00
<u>Herstellen von Dehnungsfugen (i. M. alle 8 m)</u>										
Länge	1,000 l		1,500				1,500	m	125,00	187,50
<u>Einbau eines Inliners im Wickelrohrverfahren</u>										
Rechteck	1,000 a		12,000 b	1,000			12,000	m2	400,00	4.800,00
							je lfd. m:			7.687,50
<u>Sanierung des Ilsetunnels</u>										
Länge	1,000 l		360,000				360,000	m	7.687,50	2.767.500,00
<u>Sanierung der Einläufe und Zugänge</u>										
Pauschal	1,000 P		1,000				1,000	Psch	200.000,00	200.000,00
<u>Baustelleneinrichtung und vorbereitende Arbeiten, Wasserhaltung</u>										
Pauschal	0,150 P		1,000				0,150	Psch	2.967.500,00	445.125,00
<u>Unvorhergesehenes</u>										
Pauschal	0,100 P		1,000				0,100	Psch	3.412.625,00	341.262,50
Summe, netto										3.753.887,50
Mehrwertsteuer (19%)										713.238,63
Summe, brutto										4.467.126,13

Bei der vorgeschlagenen Sanierung mittels Inliner im Wickelrohrverfahren ist mit Kosten von gerundet 4.470.000,00 € (brutto) auszugeben. Als Vorteil stellt sich hierbei dar, dass durch den Einbau des Inliners eine sehr glatte Oberfläche bei gleichzeitig sehr geringer Aufbauhöhe der Auskleidung (3 bis 4 cm) geschaffen wird. Durch die Verringerung der Oberflächenrauigkeiten gegenüber dem Bestand kann erfahrungsgemäß der Verlust an Querschnittsfläche rechnerisch ausgeglichen werden.

Ein Einbau unter Ilseabfluss wäre zu prüfen. Von den beiden vorgeschlagenen Sanierungsvarianten ist diese der Vorzug zu geben.

9. Zusammenfassung und Bewertung

Der Ilsetunnel wurde hinsichtlich seiner wasserwirtschaftlichen Eigenschaften, seiner Einbindung in den Untergrund sowie hinsichtlich des Bau- und Erhaltungszustands untersucht und bewertet. Darauf aufbauend wurden erforderliche Sanierungsmaßnahmen abgeleitet und kostenmäßig bewertet.

Die Anlage ist für die wasserwirtschaftliche Erfordernis, den Hochwasserabfluss sicher abzuführen, nur bedingt geeignet. Der Ilsetunnel ist bei den relevanten Lastfällen hydraulisch grenzwertig belastet. Geringe Störungen im Fließverhalten können zu einer Überlastung der Anlage führen.

Die den Tunnel umgebenden Auffüllungen sind sehr heterogen und in der Regel nicht oder nur gering tragfähig. Oberflächenlasten wirken durch große Setzungen tief in den Untergrund. Für die weitere Bebauung an der Oberfläche ist zu gewährleisten, dass die Tunnelanlage nicht direkt statisch belastet wird.

Die Anlage kann nur mit einem erheblichen Zustand wieder in einen gebrauchssicheren Zustand versetzt werden. Die anzusetzenden Kosten liegen bei etwa 4.470.000,00 € (brutto). Die wasserwirtschaftlichen Defizite können nicht ausgeglichen werden.