

FREISTAAT SACHSEN - Landesamt für Straßenbau und Verkehr

S 81 / Dresden-Flughafen - Großenhain; NK 4747 057, Stat. 2,449 bis NK 4747 057, Stat. 0,382

S 81 - Anbau eines Radwegs zwischen Zschautz und Lenz

MaViS-Nr.: M 0000 5331

Feststellungsentwurf

- Machbarkeitsstudie zur Grabenöffnung Mühlgraben -

aufgestellt: Landesamt für Straßenbau und Verkehr Niederlassung Meißen 03. MAI 2021 Meißen, den	 Holger Wohsmann Niederlassungsleiter

AUFTRAGGEBER:

**Landesamt
für Straßenbau und Verkehr
NL Meißen
Heinrich-Heine-Str. 23c
01662 Meißen**



PROJEKT:

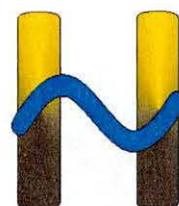
S 81

**Anbau eines Radweges zwischen
Zschautz und Lenz**

**Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zur
Kompensationsmaßnahme
Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

BEARBEITUNG:

**Büro für Hydrologie und Bodenkunde
Gert Hammer
Beethovenstraße 3
01465 Dresden OT Langebrück**



Ergebnisbericht

Vorhaben: S 81 – ANBAU EINES RADWEGES ZWISCHEN ZSCHAUITZ
UND LENZ
ERARBEITUNG EINER MACHBARKEITSSTUDIE ZUR
KOMPENSATIONSMAßNAHME GRABENÖFFNUNG
(BERÄUMUNG) MÜHLGRABEN

AUFTRAGGEBER: LANDESAMT FÜR STRAßENBAU UND VERKEHR
NL MEIßEN
HEINRICH-HEINE-STR. 23C
01662 MEIßEN

AUFTRAGNEHMER: BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE
GERT HAMMER
BEETHOVENSTR. 3
01465 DRESDEN OT LANGEBRÜCK

DRESDEN, 12. APRIL 2017



VERFASSER
GERT HAMMER

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	4
1 Problematik und Vorbemerkungen	5
2 Untersucher Gewässerabschnitt und morphologische Verhältnisse.....	8
3 Hydrogeologische und bodenkundliche Verhältnisse im Modellgebiet.....	10
4 Klimatologische Verhältnisse	11
5 Landnutzung.....	11
6 Das Programm WaSiM-ETH.....	12
6.1 Eingangsdaten und angewendete Modelle	15
6.2 Ergebnisse der hydrologischen Berechnungen.....	16
7 Hydraulische und geohydraulische Tausalzberechnungen	18
7.1 Geohydraulische Tausalzberechnungen.....	18
7.1.1 Programmsystem MODFLOW / MT3DMS	18
7.1.2 Modellaufbau zur geohydraulischen Tausalzberechnung	19
7.2 Das Programm SWMM 5.....	20
7.3 Modellaufbau Programm SWMM 5.....	21
7.4 Ergebnisse der hydraulischen und Tausalzberechnungen.....	24
7.4.1 Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sowie der Chlorid-Gehalt im Ist-Zustand	24
7.4.2 Ergebnisse der geohydraulischen und Tracerausbreitungsberechnung (Variante 1)	26
7.4.3 Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sowie des Chlorid-Eintrages bei Öffnung des Mühlgrabens und Anschluss an den Hopfenbach (Variante 2)	26
8 Vor- und Nachteile der Varianten 1 und 2.....	28
9 Literatur	30

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Durchlassfähigkeit der Brücken auf dem Gewässerabschnitt km 3+827 bis km 5+139 des Hopfenbaches	9
Tab. 2: Sohlgefälle Hopfenbach Gewässer-km 3+827 bis 5+139	9
Tab. 3: Durchlässigkeit der Bodenarten im Modellgebiet	11
Tab. 4: Tausalzverbrauchsmengen SM Großenhain 2003 bis 2016	20

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Historische Karte des Untersuchungsgebietes (Quelle: Topographische Karte (Meßtischblätter) Sachsen. Abteilung für Landesaufnahme des Königl. Sächs. Generalstabes. - 1:25000. - 156 Blatt, versch. Auflagen 1905-1942. - Leipzig. - Je Bl. 48 x 45 cm)	6
Abb. 2: Übersichtskarte	8
Abb. 3: Modellstruktur WaSiM-ETH (aus SCHULLA & JASPER 1998)	13
Abb. 4: Modellaufbau im Ist-Zustand (Mühlgraben ist verfüllt)	22
Abb. 5: Variante 1: Öffnung (Beräumung) des Mühlgrabens mit Versickerung und ohne Anbindung an den Hopfenbach	22
Abb. 6: Variante 2: Öffnung (Beräumung) des Mühlgrabens mit Anbindung an den Hopfenbach	23
Abb. 7: Chlorid-Vorbelastung im Hopfenbach (Quelle: LfULG)	25

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

1 Problematik und Vorbemerkungen

Das Landesamt für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Meißen plant als Kompensationsmaßnahme im Zusammenhang mit dem Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz (Ortsteil von Großenhain) und Lenz (Ortsteil der Gemeinde Priestewitz) die Öffnung des derzeit mit Abfall gefüllten Mühlgrabens. Die Maßnahme soll die Grundlage zur Entwässerung des Abschnittes IV der S 81 zwischen Zschautitz und Lenz bilden.

In der Vergangenheit wurde zwischen der Ortslage Lenz und der ca. 500 m westlich am Hopfenbach gelegenen Hopfenmühle ein umfangreiches Grabensystem angelegt. Der Mühlgraben zum Betrieb der Hopfenmühle war Bestandteil dieses Grabensystemes (Abb. 1). Da die Sohle des Mühlgrabens ca. 1 m höher liegt als die des Hopfenbaches, konnte der Abfluss im Mühlgraben nicht aus dem Hopfenbach zufließen. Um den zum Betrieb der Mühle notwendigen Abfluss im Mühlgraben zu erhalten, wurde deshalb das Wasser des Grabensystems nordöstlich der Ortslage Lenz (Abb. 1, im nachfolgenden Feldgraben genannt) umgeleitet. Der Feldgraben führte ursprünglich nur während Niederschlagsereignissen Abfluss. Durch die durchgeführte Eintiefung konnten die landwirtschaftlichen Flächen entwässert und eine kontinuierliche Wasserführung erreicht werden. Damit war die Speisung des Mühlgrabens möglich. Gleichzeitig bestand durch ein Wehr eine Verbindung zum Hopfenbach (Abb. 1). Bei Mittelwasser- und Niedrigwasser- verhältnissen floss das gesamte Wasser des Feldgrabens über den Mühlgraben zur Hopfenmühle. Bei Hochwasserverhältnissen erfolgte hingegen über das Wehr ein Abschlag in den Hopfenbach. Durch diese Maßnahme konnte der Hochwasserabfluss des Feldgrabens mit hohen Abflussspitzen aufgeteilt werden. Ein Teil floss in den Mühlgraben und der andere Teil in den Hopfenbach ab.

Durch das geringere Gefälle des Mühlgrabens und einer damit einhergehenden geringen Fließgeschwindigkeit trafen die beiden Abflussscheitel am Zusammenfluss nicht mehr aufeinander. Hieraus erfolgte eine Reduzierung des Hochwasserscheitels im Hopfenbach. Nachdem die Hopfenmühle nicht mehr in Betrieb war, wurde der Mühlgraben westlich der S 81 geschlossen. Geöffnet blieb nur ein kleiner Abschnitt östlich der S 81 sowie der Straßendurchlass. Zugleich erfolgte die Beseitigung des Wehres und damit eine Umleitung des Feldgrabens in den Hopfenbach.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben

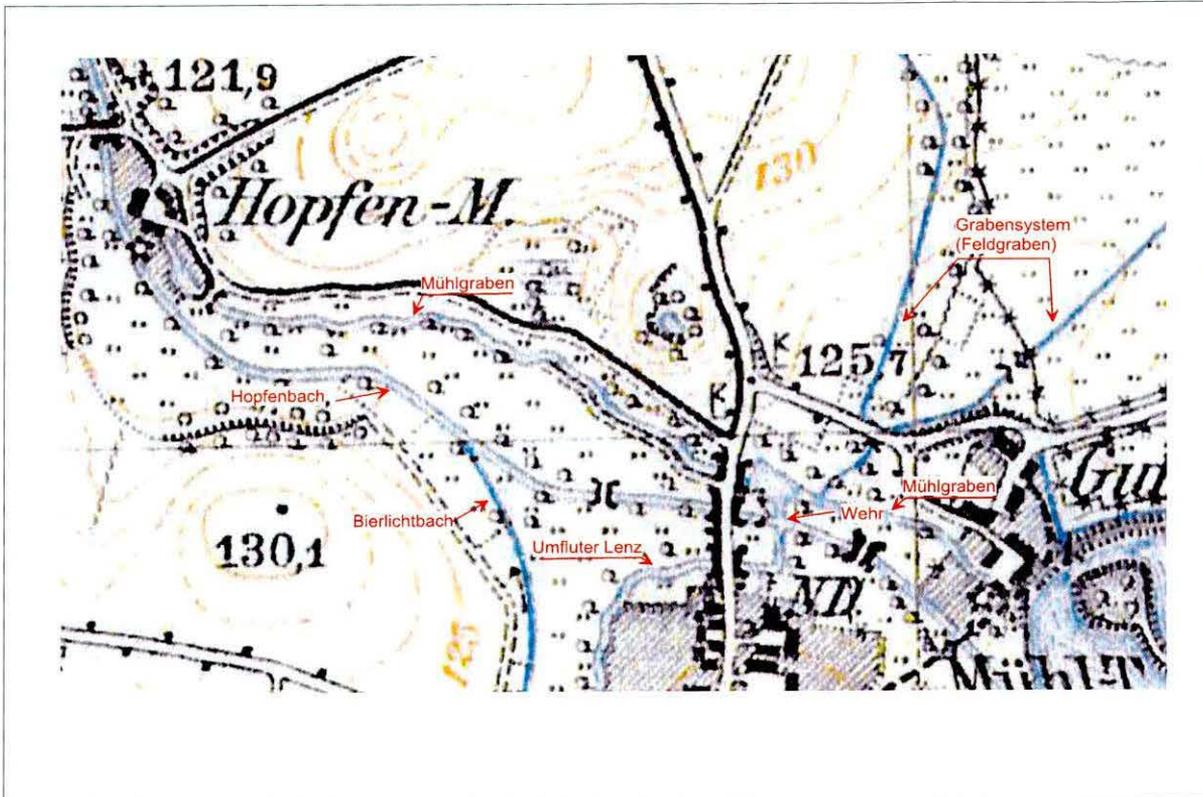


Abb. 1: Historische Karte des Untersuchungsgebietes (Quelle: Topographische Karte (Meßtischblätter) Sachsen. Abteilung für Landesaufnahme des Königl. Sächs. Generalstabes. - 1:25000. - 156 Blatt, versch. Auflagen 1905-1942. - Leipzig. - Je Bl. 48 x 45 cm)

In der Folgezeit traten häufiger Überflutungen in der Aue des Hopfenbaches, besonders an der Brücke in unmittelbarer Nähe zur Hopfenmühle auf.

Zur Ableitung bzw. zur Versickerung von Niederschlagswasser des Abschnittes IV der S 81 soll der Mühlgraben wieder geöffnet werden. In diesem Zusammenhang wurden 2 Varianten untersucht.

Variante 1 beinhaltet die Öffnung des Mühlgrabens als Sickergraben. Ein Abfluss in den Hopfenbach ist nicht vorgesehen.

Bei der Variante 2 ist neben der Versickerung des zufließenden Wassers im Mühlgraben auch die Ableitung in den Hopfenbach geplant. Die Ableitung ist jedoch nur möglich, wenn einerseits im Hopfenbach keine ökologischen Beeinträchtigungen durch erhöhte Salzkonzentrationen für die Fischfauna und/oder weitere geschützte Arten eintreten und andererseits die Hochwassersituation nicht verschlechtert wird. Mit der 2. Variante würde eine Wiederherstellung des Zustands vor der Verfüllung des Mühlgrabens erfolgen.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Zur Bewertung der beiden Varianten wurden zunächst Modellrechnungen mit dem Programm WaSiM-ETH durchgeführt, um festzustellen, welche Wassermengen bei Starkniederschlägen dem Hopfenbach im betrachteten Abschnitt zwischen Lenz und der Hopfenmühle zufließen. Allerdings sind die Ermittlungen der Abflüsse des Umfluters westlich der Ortslage Lenz sowie des Bierlichtbaches nicht Gegenstand der Untersuchung. Für diese Gewässer erfolgten keine modelltechnischen Betrachtungen.

Weiterhin setzen die Untersuchungen voraus, dass genaue Angaben über die Versickerungsfähigkeit der Böden sowie des Mühlgrabens vorliegen. Diese Angaben konnten durch Baugrunduntersuchungen und durch Versickerungstests erhalten werden.

Da die Abflusssysteme von Hopfenbach und Mühlgraben sich gegenseitig beeinflussen und von einer Reihe von Faktoren abhängig sind, können realistische Aussagen über Abflüsse und Wasserstände nur durch Berechnungen mit hydraulischen Modellen erhalten werden. Angewendet wurde dabei das Programm SWMM 5.1.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz und Lenz
hier: Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben

2 Untersuchter Gewässerabschnitt und morphologische Verhältnisse

Der untersuchte Gewässerabschnitt des Hopfenbaches von Gew.-km 3+827 bis Gew.-km 5+139 sowie die morphologischen Verhältnisse sind in Abbildung 2 sowie in Anlage 1 dargestellt.

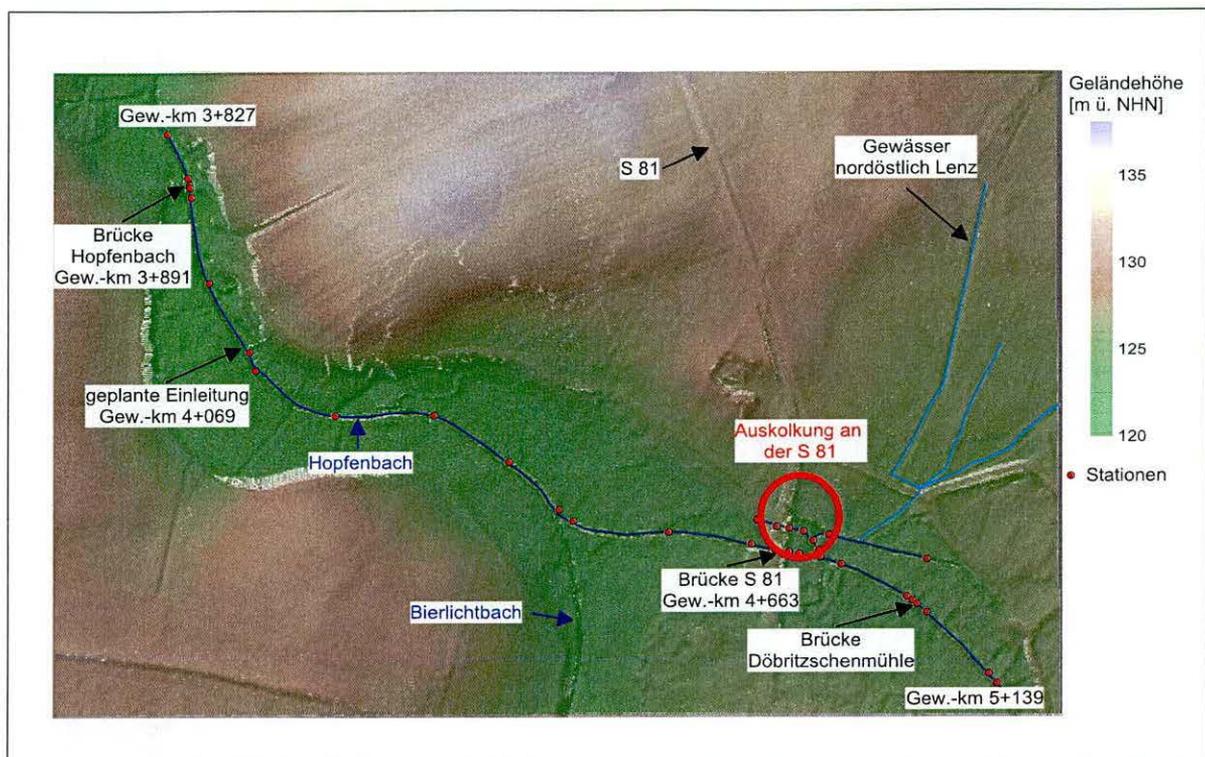


Abb. 2: Übersichtskarte

Der ehemalige Mühlgraben verlief ursprünglich nördlich des Hopfenbaches von Gew.-km 3+891 bis Gew.-km 4+663 von der Hopfenmühle bis östlich der Staatsstraße S 81 (Abb. 1 und 2). Hier erstreckt sich das Tal des Hopfenbaches mit Geländehöhen von 120 m ü. NHN und 125 m ü. NHN. Nördlich und südlich schließen sich Erhebungen von 130 m ü. NHN bis 135 m ü. NHN an. Östlich des Abschnittes befinden sich die Gebäude der Döbritzchenmühle und der Mühlteich des Ortsteils Lenz. Die Hopfenmühle als weitere Mühle liegt ca. 800 m unterhalb am Hopfenbach (Abb. 2). Bei beiden Mühlen sind die zum Betrieb notwendigen Gräben geschlossen.

Der Gewässerabschnitt zwischen der Döbritzchen- und Hopfenmühle wird durch die Zuflüsse des Feldgrabens, des Umfluters um Lenz sowie des Bierlichtbaches geprägt, wobei der Feldgraben früher den Mühlgraben speiste (Kapitel 1), der nach Querung der

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

S 81 zur Hopfenmühle führte. Da der Mühlgraben heute geschlossen ist, fließt der Feldgraben direkt in den Hopfenbach. Oberhalb der Mündung kommt es bei Hochwasserabfluss zum Rückstau, was an der benachbarten Böschung der S 81 zu Auskolkungen führte (Abb. 2). Außerdem ist der Abschnitt des Hopfenbaches durch 3 Brücken bzw. Durchlässe (Abb. 2) mit folgenden Durchlasskapazitäten gekennzeichnet (Kapazitäten wurden durch hydraulische Modellierung ermittelt):

Durchlass	Durchlasskapazität [m ³ /s]
Brücke an der Döbritzschenmühle	2,0
Brücke über die S 81	6,75
Brücke an der Hopfenmühle	2,3

Tab. 1: Durchlassfähigkeit der Brücken auf dem Gewässerabschnitt km 3+827 bis km 5+139 des Hopfenbaches

Der Abschnitt des Hopfenbaches ist durch unterschiedliche Gefälle gekennzeichnet, die für einzelne Abschnitte in Tab. 2 dargestellt sind.

Gewässer-km	Sohl-Gefälle [%]
5+139 bis 4+ 663	0,07
4+663 bis 4+562	1,13
4+562 bis 4+281	0,11
4+281 bis 3+827	0,18

Tab. 2: Sohlgefälle Hopfenbach Gewässer-km 3+827 bis 5+139

Auffällig ist das große Gefälle auf dem Abschnitt Gew.-km 4+562 bis Gew.-km 4+663 unterhalb des Durchlasses der S 81 mit 1,13 %. Hier tritt eine Beschleunigung des Abflusses ein, der zu dem relativ großen Durchlassvermögen der Brücke der Staatsstraße S 81 führt.

Ungünstiger sind die Verhältnisse an den Brücken an der Döbritzschenmühle bzw. an der Hopfenmühle. Infolge des geringen Sohlgefälles von 0,07 % und 0,18 % sind hier die Durchlassfähigkeiten deutlich geringer (Tab. 1).

Im Gegensatz zum Hopfenbach besaß der ehemalige Mühlgraben ein wesentlich geringeres Gefälle. Er wurde rechtsseitig, nördlich des Hopfenbaches auf einer Höhenlinie von 123,15 m ü. NHN mit einem Gefälle von 0,0021 % angelegt. Aufgrund dieses Gefälles

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

treten hier wesentlich kleinere Fließgeschwindigkeiten auf als in dem parallel laufenden Abschnitt des Hopfenbaches.

3 Hydrogeologische und bodenkundliche Verhältnisse im Modellgebiet

Um Aussagen über die Abflüsse im Mühlgraben nach der Öffnung (Beräumung) zu erhalten, wurden neben dem Gewässerabschnitt auch die hydrologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet betrachtet.

Das Einzugsgebiet des Mühlgrabens befindet sich rechtsseitig und wird durch die S 81 in 2 Bereiche getrennt (Anlage 1).

Regionalmorphologisch liegt das Gebiet zwischen Elbtalzone und Lausitz. Hier wird die Morphologie durch die Oberflächengestalt des Festgesteines aus Zweiglimmergranodiorit gebildet, der zum Teil oberflächennah ansteht. Neben dem Festgestein werden die geologischen Verhältnisse an der Oberfläche durch das Pleistozän, insbesondere durch die Vereisung während der Elster-II- und Saaleperiode bestimmt. Die Sedimente der Elster-II-Periode (glazifluviatile Nachschüttungsedimente) bestehen aus Sanden und Kiesen, die westlich der S 81 abgelagert wurden. Hier stehen sie über dem Festgestein flächendeckend an. Östlich der S 81 dominiert dagegen Geschiebemergel, der als Grundmoräne während der Saalevereisung entstand.

Die Aue des Hopfenbaches wird durch Auenlehm- und sande gebildet, die im Holozän entstanden sind.

Entsprechend der abgelagerten Lockergesteine erfolgte die Bodenbildung. Während im westlichen Teil sandige Böden überwiegen, wurden östlich der S 81 wegen des vorhandenen Geschiebemergels schluffige Böden gebildet. Im Auenbereich überwiegen die Auenböden aus Lehmen und Sanden.

Da die Abflussverhältnisse einen Schwerpunkt bei der Einschätzung über die zu erwartenden Auswirkungen durch die Öffnung des Mühlgrabens darstellen, wurde deren Bestimmung besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die langjährige Grundwasserneubildung wird, wie auch der Oberflächenflächenabfluss im Hochwasserfall, durch die Durchlässigkeit der Böden bestimmt. Um für diesen Parameter realistische Werte zu erhalten, wurden Baugrunduntersuchungen sowie Infiltrationstests vorgenommen. In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die gesättigten Durchlässigkeiten der Böden sowie das Versickerungsvermögen dargestellt:

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben

Bodenart	Durchlässigkeit	Versickerungsvermögen bei gesättigten Verhältnissen
	[m/s]	[mm/min]
Böden aus sandigen Nachschütt- sedimenten westlich der S 81	$1 \cdot 10^{-4}$	6,00
schluffiger Lehm östlich der S 81	$5 \cdot 10^{-7}$	0,03
Boden über Festgesteinzersatz	$1 \cdot 10^{-5}$	
Auenböden (Auenlehm)	$7 \cdot 10^{-7}$	0,03
(Auensand)	$1 \cdot 10^{-4}$	6,00

Tab. 3: Durchlässigkeiten der Bodenarten im Modellgebiet

Da die während der Elster-II- und Saalekaltzeit abgelagerten Sedimente sehr unterschiedliche Durchlässigkeitswerte besitzen, variieren auch die Durchlässigkeiten der daraus entstandenen Böden, wie Tabelle 3 verdeutlicht. Die schluffigen Lehmböden östlich der S 81 besitzen Durchlässigkeitswerte von $5 \cdot 10^{-7}$ m/s. Niederschläge mit größerer Intensität als 0,03 mm/min werden nicht versickern, sondern oberflächlich abfließen. Westlich der S 81 werden dagegen Niederschläge bis 6 mm/min noch versickern. Ebenso gute Versickerungsmöglichkeiten bis 6 mm/min existieren auch für die sandigen Auenbereiche.

4 Klimatologische Verhältnisse

Das Klima im Bereich der Ortsteile Lenz und Zschautz ist durch relativ milde Winter und warme Sommer gekennzeichnet. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge sind mit 500 mm bis 600 mm gering (Agrarmeteorologische Station Lampertswalde des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie). Zur Berechnung der Hochwasserabflüsse wurden die Starkniederschläge dem KOSTRA-Atlas (2005) entnommen.

5 Landnutzung

Die Flächen südlich von Großenhain werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Somit besteht das Modellgebiet zu ca. 70 % aus Ackerland und 20 % aus Grünland (Anlage 5). Nur 10 % des Gebietes nehmen urbane Flächen ein. Intensiv landwirtschaftlich werden die

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Flächen östlich der S 81 mit schluffig lehmigen Böden genutzt, während die Grünlandflächen besonders Gebiete mit geringer Lockersteinbedeckung darstellen.

Die Landnutzung, die morphologischen, klimatologischen sowie die bodenhydrologischen Parameter stellen die Ausgangsdaten für die Bestimmung der Abflüsse des Programmes WaSiM-ETH dar.

6 Das Programm WaSiM-ETH

Das Programm WaSiM-ETH kann langjährig den Wasserhaushalt sowie kurzzeitige Hochwasserabflüsse nachbilden. Es ist prädestiniert zur Untersuchung von Abfluss und Verdunstung, insbesondere zur Bestimmung des Abflusses in der ungesättigten Zone sowie des Grundwassers. Es können Einzugsgebiete des Hochgebirges bis zum Flachland berücksichtigt werden.

Zur Projektbearbeitung fand die Version II Anwendung, welche auf der Basis von Rasterelementen arbeitet. Die Abflüsse werden innerhalb einzelner Raster ermittelt bzw. die Abflüsse zwischen den Rastern betrachtet. Damit lässt sich der Abfluss auf bestimmten Bahnen auf der Geländeoberfläche sowie im Boden nachverfolgen.

Im Boden bzw. der ungesättigten Zone erfolgt die Nachbildung der Wasserbewegung auf der Grundlage der RICHARDS-Gleichung. Bei Anwendung dieser Beziehung wird die Wasserbewegung im Boden entscheidend durch die Durchlässigkeit bestimmt.

Ebenso wird im Boden der Abfluss auf der Landoberfläche durch deterministische hydraulische Verfahren beschrieben. Die notwendigen Parameter können mit Hilfe von Geografischen Informationssystem bzw. mit dem Programm TANALYS (SCHULLA 1997, 2013) ermittelt werden.

Die weiteren Module des Programms WaSiM-ETH II sollen im Folgenden nur kurz beschrieben werden, da das Programm ausführlich in SCHULLA & JASPER (1998) und SCHULLA (1997, 2013) bzw. die Modellstruktur in Abbildung 3 dargestellt ist.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
 hier: Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben

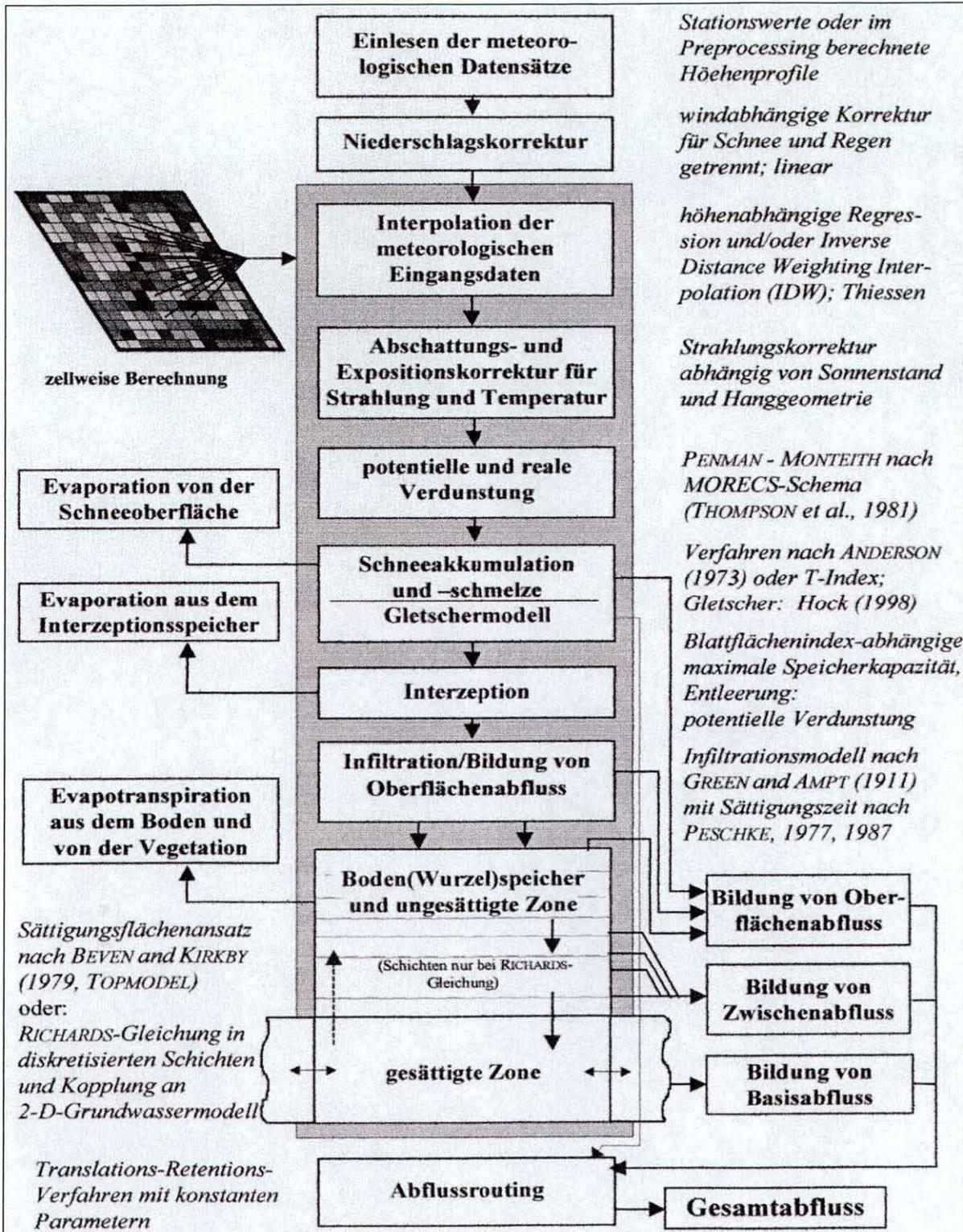


Abb. 3: Modellstruktur WaSiM-ETH (aus SCHULLA & JASPER 1998)

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Mit dem Programm kann die räumliche Verteilung der physiografischen Gebietseigenschaften durch Diskretisierung des Einzugsgebietes in ein regelmäßiges Gitter berücksichtigt werden. Bei der praktischen Anwendung ist vorteilhaft, dass die Simulation der räumlichen Verteilung der klimatologischen Größen entsprechend der Geländetopografie und der vorhandenen Messwerte möglich ist. Der Niederschlag wird zusätzlich windabhängig linear korrigiert, wobei die Ausgangswerte für die Strahlung und Temperatur entsprechend des digitalen Geländemodells und des Sonnenstandes variiert werden.

Außerdem können mit dem Programm nahezu alle hydrologischen Prozesse berücksichtigt werden, z. B. Interzeption (Niederschlag, der durch die Vegetation zurückgehalten wird). Die Größe dieses Speichers wird entsprechend des Blattflächenindex (Blattgröße) ermittelt (HOYNINGEN-HUENE 1981). Die Entleerung erfolgt durch die potenzielle Verdunstung.

Die potenzielle und reale Verdunstung von Wasser auf Landflächen wurde nach der Beziehung von PENMAN-MONTEITH in das Programm implementiert. Die potentielle Verdunstung wird durch die Parameter Strahlung, Temperatur, Luftfeuchte und Wind beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass das Feuchteangebot maximal ist, wie es z. B. bei Teichen und Feuchtf Flächen der Fall ist. Die reale Verdunstung basiert zunächst auf den gleichen Parametern, wird aber durch den Wassergehalt des Bodens begrenzt.

Die Parameter für diese Prozesse werden entsprechend der Landnutzung ermittelt (Kap. 5). Neben der Kopplung mit dem Programm MODFLOW besitzt das Programm ein eigenes Modul zur Nachbildung der Grundwasserströmung. Dieses Modul wurde für das Einzugsgebiet des Gewässersystems eingesetzt, um den Basis- oder Grundwasserabfluss berücksichtigen zu können. Der Basisabfluss besitzt bei Hochwasserabflüssen geringe Bedeutung. Wenn Trockenperioden betrachtet werden, ist er jedoch entscheidend, da er während dieser Perioden die einzige aktive Abflusskomponente darstellt.

Bei der Berechnung der Abflusskonzentration auf der Landoberfläche wird im Programm davon ausgegangen, dass die Abflüsse aus den einzelnen Rasterzellen im Einzugsgebiet unterschiedliche Fließzeiten zum Gewässer benötigen bzw. um den Auslass des Einzugsgebietes bzw. Teileinzugsgebietes zu erreichen.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Die dafür notwendige Berechnung wird in drei Schritten entsprechend der kinematischen Welle durchgeführt:

1. Berechnung der zeitlichen Translation der Abflüsse auf der Geländeoberfläche in den Teileinzugsgebieten.
2. Berechnung der Wellenabflachung durch Überflutung von Vorländern mit Hilfe von hydrologischen Verfahren.
3. Überlagerung der Abflüsse aus den Teileinzugsgebieten.

Während für den Abfluss auf der Landoberfläche die Beschreibung durch Translation unter Anwendung der kinematischen Welle realistische Ergebnisse liefert, muss die Anwendung dieses Verfahrens für Fließgewässer als kritisch betrachtet werden. Insbesondere wenn Rückstauerscheinungen an Bauwerken oder Mündungen von Gewässern und Fließpfaden auftreten, ist die Anwendung des Verfahrens der kinematischen Welle nicht möglich, da zur Anwendung des Verfahrens ein endliches Gefälle der Wasserspiegellinie in Fließrichtung Voraussetzung ist. Kritisch ist auch die Anwendung von hydrologischen Verfahren mit Speicherkonstanten bei Ausuferung eines Fließgewässers. Der Einsatz von Speicherkonstanten setzt wiederum eine Modellkalibrierung mit gemessenen Abflüssen voraus, die für einzelne Flussabschnitte nicht vorliegen.

6.1 Eingangsdaten und angewendete Modelle

Zur Abflussberechnung benötigt das Programm WaSiM-ETH neben den klimatologischen Parametern folgende Eingangsdaten als flächenverteiltes Raster (Grid):

- Digitales Geländemodell (Anlage 2)
- Teileinzugsgebiete (Anlage 3)
- Bodenarten (Anlage 4)
- Landnutzung (Anlage 5)
- Geländegefälle (Anlage 6)
- Geländeaspekt
- Fließzeiten auf der Landoberfläche (Anlage 7)

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Die drei Raster Geländegefälle, Geländeaspekt und Fließzeiten auf der Landoberfläche konnten mit Hilfe des Programmes TANALYS aus dem digitalen Geländemodell (DGM) erzeugt werden, welches, bestehend aus Höheninformationen des ATKIS-DGM2, mit einer Auflösung von 2 m x 2 m Anwendung fand. Das DGM besitzt eine Höhengenaugigkeit von +/- 0,2 m. Im Rahmen des Preprocessings wurden die Daten anschließend in ein 5 m x 5 m Raster transformiert. Für die Interpolation von Höhendaten stehen im GIS verschiedene Interpolationsverfahren zur Verfügung. Im vorliegenden Fall wurde das Interpolationsverfahren Nearest Neighbour gewählt. Die Rasterweite von 5 m stellt für die vorhandenen Daten den besten Kompromiss zwischen der Auflösung der weiteren Eingangsdaten (neben dem DGM) und dem zu erwartenden Rechenaufwand der rasterbezogenen Niederschlags-Abfluss-Modellierung dar. Weiterhin stellt das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) die Daten für die Landnutzung (Biotoptypen- und Landnutzungskartierung Sachsen 2005) und Bodenarten (Digitale Bodenkarte des Freistaates Sachsen bzw. Bodenkzeptkarte 50) zur Verfügung. Die Erstellung der Karten erfolgte mit dem Geografischen Informationssystem Quantum GIS. Für die in Anlage 4 dargestellten Bodenarten wurden die Durchlässigkeitsparameter entsprechend Tabelle 3 definiert.

6.2 Ergebnisse der hydrologischen Berechnungen

Mittels topografischer Analyse konnte zunächst festgestellt werden, dass die Flächen östlich der S 81 ein Einzugsgebiet bilden, welches über den Feldgraben ehemals in den Mühlgraben, jetzt aber in den Hopfenbach entwässert (Teileinzugsgebiet 123, Anlagen 3 und 8). Das Einzugsgebiet mit einer Größe von 1,1 km² stellte ursprünglich den Zufluss zum Mühlgraben dar. Weiterhin existieren westlich der S 81 vier weitere Einzugsgebiete (Teileinzugsgebiete 103, 109, 112 und 111) sowie östlich der S 81 ein Einzugsgebiet (Teileinzugsgebiet 122, Anlagen 3 und 8), deren Abflüsse ehemals dem Mühlgraben zugeflossen sind. Sie besitzen im Vergleich zum Teileinzugsgebiet 123 eine wesentlich geringere Ausdehnung als auch niedrigere Abflüsse.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Um die Zeitdauer des Niederschlages zu erhalten, bei dem die größten Abflüsse entstehen, wurden zunächst Regenereignisse mit 100-jährigem Wiederkehrintervall und folgenden Dauern betrachtet:

- 5 min, 10 min, 30 min, 60 min sowie
- 2 h, 6 h, 12 h, 24 h, 48 h.

Die Ergebnisse sind in Anlage 8.2 dargestellt. Sie verdeutlichen, dass die größten Abflüsse bei **Niederschlägen von 5 Minuten Dauer** auftreten. Die Abflüsse für diese Zeitdauer sollen deshalb nachfolgend näher betrachtet werden.

Im Einzugsgebiet 123 östlich der S 81 (Anlage 3) können bei Ereignissen mit 100-jährigem Wiederkehrintervall Abflussspitzen von über 10 m³/s auftreten (Anlage 8.2.1a). Diese Werte sind plausibel, wenn von einem Einzugsgebiet von 1,1 km², einer Durchlässigkeit der schluffigen Böden von unter 1*10⁻⁶ m/s (Tab. 3) sowie einer Regenspende von 115 l/s/ha ausgegangen wird.

Neben den Abflusswerten mit 100-jährigem Wiederkehrintervall wurden für Niederschlagsdauern von 5 min Abflüsse für die nachfolgend genannten Wiederkehrintervalle ermittelt (Ergebnisse in Anlagen 8.1.):

- 1 Jahr
- 2 Jahre
- 5 Jahre
- 10 Jahre
- 20 Jahre
- 50 Jahre

Entsprechend der Ergebnisse treten ab Wiederkehrintervallen von 2 a (Niederschlagsdauer 5 min) Abflussspitzen von über 1 m³/s im Feldgraben auf (Anlage 8.1.2.b) und erreichen bei Ereignissen mit 50-jährigem Wiederkehrintervall Spitzenwerte über 8 m³/s (Anlage 8.1.6b).

Anders sind die Verhältnisse für die Einzugsgebiete westlich der S 81. Hier fließen nur bei Ereignissen von 5 min Dauer nennenswerte Abflüsse im Hochwasserfall ab. Der geringe Abfluss resultiert aus der größeren Versickerungsrate der durchlässigeren Böden (siehe Tabelle 3). Allerdings sind in diesem Gebiet die Grundwasserneubildung und der Grundwasserabfluss größer, sodass ein Returnflow (Quellenbildung) und langfristig ein Basisabfluss von 2 l/s für den Mühlgraben entsprechend der Berechnungsergebnisse möglich ist.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass für den Abfluss des Hopfenbaches während eines Hochwasserereignisses sowie für die Überflutungen an der Hopfenmühle der Abfluss des Feldgrabens (Teileinzugsgebiet 123 östlich der S 81) eine bestimmende Komponente darstellt. Weitere wichtige Komponenten sind die Abflüsse des Umfluters um Lenz sowie des Bierlichtbaches. Die Betrachtung dieser Gewässer ist allerdings nicht Gegenstand des Gutachtens.

Im Gegensatz dazu können Abflüsse im Hopfenbach unterhalb des Speichers Nauleis nicht primär die Ursache für Überflutungen an der Brücke Hopfenmühle sein, da der Durchlass Brücke Döbritzschenmühle (Tab. 1) den Abfluss auf maximal 2 m³/s begrenzt.

Um unter diesen komplexen hydrologischen Bedingungen Wasserstände und Abflüsse im Hopfenbach ermitteln zu können, wurde das hydraulische Programm SWMM 5 sowie das geohydraulische Programm MODFLOW / MT3DMS angewendet.

7 Hydraulische und geohydraulische Tausalzberechnungen

7.1 Geohydraulische Tausalzberechnungen

7.1.1 Programmsystem MODFLOW / MT3DMS

In Variante 1 wird die Versickerung von Niederschlagswasser des Entwässerungsabschnittes IV der S 81 im Mühlgraben ohne Anschluss an den Hopfenbach betrachtet. Die Anwendung dieser Variante setzt voraus, dass Aussagen über die Ausbreitung von Schadstoffen, insbesondere des Chlorids im Grundwasserleiter, bzw. Aussagen über die Exfiltration in den Hopfenbach bekannt sind. Um diese Aussagen zu erhalten, wurde der Transport eines konservativen Tracers (Chlorid) mit dem Programmsystem MODFLOW / MT3DMS im Grundwasserleiter nachvollzogen.

Das Programm MODFLOW ist ein Finite-Differenzen-Modell, das von McDONALD & HARBAUGH (1988) am U.S. Geological Survey entwickelt wurde und eines der weltweit am häufigsten verwendeten Grundwassersimulationsmodelle darstellt. Es berechnet die dreidimensionale gesättigte Grundwasserströmung. Die Diskretisierung erfolgt dabei über rechteckige Zellen (SCHÄFER o. J.). Parallel kann der Einfluss der Grundwasserneubildung sowie die In- und Exfiltration von Gewässern berücksichtigt werden.

Begrenzt wird das Modellgebiet durch verschiedene Randbedingungen. Damit werden die Wasserstände sowie die Zu- und Abflüsse am Modellrand berücksichtigt.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Das Modell erlaubt außerdem die Modellierung des Abflusses in Fließgewässern, die mit dem Grundwasser in Kontakt stehen und die damit verbundene Ex- und Infiltration.

Der eigentliche Transport eines Tracers (Chlorid) wird mit dem Modul MT3DMS durchgeführt, welches auf der Charakteristiken-Methode (MOC), d. h. der Trennung von konvektivem und dispersivem Transport beruht. Zum einen wird die konvektive Bewegung (Bewegung mit dem Grundwasserstrom) der Teilchen nachvollzogen, zum anderen erfolgen Konzentrationsänderungen innerhalb der Zellen durch Dispersion, Quell- und Senkenterme und Reaktionen. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt in einer geringen numerischen Dispersion.

7.1.2 Modellaufbau zur geohydraulischen Tausalzberechnung

Der Modellaufbau zur Ermittlung der Chlorid-Ausbreitung bei Versickerung (Variante 1) ist in Anlage 9.2.1 dargestellt. Es wurde davon ausgegangen, dass die Nachschüttssedimente der Elster-II-Kaltzeit westlich der S 81 einen Grundwasserleiter mit einem k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-4}$ m/s bilden. Dieser Grundwasserleiter entwässert in den Hopfenbach, der im Modell eine Randbedingung darstellt (RIV-Modul des Programmes MODFLOW). Weitere Randbedingungen sind die Grundwasserneubildung (120 mm/Jahr, RCH-Modul des Programmes MODFLOW) sowie Wasserstände am nördlichen Rand des Modellgebietes (CHD-Modul des Programmes MODFLOW). Letztlich wurde die Versickerung im Mühlgraben (Anlage 9.2.1) als Speisung (Randbedingung 2. Art) im Modell nachgebildet. Ausgegangen wurde von einer zu entwässernden Fläche des Entwässerungsabschnittes IV der S 81 von 3.718 m^2 , eines mittleren jährlichen Niederschlages von 550 mm und einem mittleren jährlichen Tausalzeintrag von 558 g/m^2 (Tab. 4, Jahreswerte des Tausalzeinsatzes von 2003 bis 2016) mit rund 61 % Chlorid-Anteil.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben

Jahr	Tausalzverbrauchsmengen SM Großenhain [g/m ²]
2002/2003	700
2003/2004	730
2004/2005	887
2005/2006	1226
2006/2007	334
2007/2008	363
2008/2009	719
2009/2010	601
2010/2011	605
2011/2012	159
2012/2013	679
2013/2014	222
2014/2015	243
2015/2016	347

Tab. 4: Tausalzverbrauchsmengen SM Großenhain 2003 bis 2016

Für den 400 m langen Graben ergibt sich eine durchschnittliche Speisung von $1,78 \cdot 10^{-3}$ l/s/m mit einer durchschnittlichen Chlorid-Konzentration von 0,547 g/l.

7.2 Das Programm SWMM 5

Zur Nachbildung der hydraulischen Verhältnisse im Ist-Zustand sowie für die Varianten 1 und 2 wurde das Programm SWMM 5 angewendet. Dieses Programm wurde in den 70er Jahren ursprünglich als Niederschlags-Abfluss-Modell zur Beschreibung der Prozesse Niederschlag, Verdunstung und Infiltration von versiegelten und unversiegelten Flächen in urbanen Gebieten entwickelt. Durch Kopplung mit dem Programm EXTRAN zur hydrodynamischen Nachbildung des Kanalnetzabflusses können komplexe hydrologisch-hydraulische Prozesse in urbanen Gebieten nachgebildet werden. Mithilfe des Programmes EXTRAN kann der Abfluss für eine Vielzahl an Kanalformen durch Lösung der Saint-Venant-Gleichung abgebildet werden. Um unter instationären Verhältnissen für einzelne Kanalabschnitte bzw. -knotenpunkte die gesuchten Parameter Wasserstand und Abfluss zu ermitteln, erfolgte die Lösung von 2 Gleichungssystemen (Wasserstand und Abfluss).

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Zunächst werden mit konstanten Abflüssen die Wasserstände an den Knoten berechnet. Im nächsten Schritt wird der Abfluss auf den Gewässerstrecken entsprechend der ermittelten Wasserstände an den Knoten bestimmt. Dieser Prozess wird iterativ so lange wiederholt, bis die Änderung der Parameter definierte Schranken unterschreitet. Das Verfahren hat den Vorteil, dass auch bei Prozessen wie Rückstau, Fließwechsel, Kehrströmung usw., die vor allem an Bauwerken und Mündungen auftreten, stabile Ergebnisse erzielt werden.

Ein besonderes Einsatzgebiet besitzt das Programm für hydrologische Berechnungen in Flussgebieten, da neben der Ermittlung von Abflüssen in Kanalnetzen auch instationäre Berechnungen in Fließgewässersystemen unter Einbeziehung von Gewässerprofilen möglich sind. Ebenso gestattet das Programm die Einbeziehung von unterschiedlichen Rauigkeiten entsprechend Flussprofilen und Vorländern sowie Durchlässen und Wehren mit verschiedenen Konstruktionen.

Zur Berechnung der Abflüsse und Wasserstände von einzelnen Fließgewässerstrecken und Knotenpunkten werden ebenfalls 2 Gleichungssysteme gelöst. Somit können mit dem Programm stabile Ergebnisse bei Strömungsproblemen auch bei unterschiedlichen Froude- und Reynoldszahlen (Fließverhalten und Turbulenz) erreicht werden.

7.3 Modellaufbau Programm SWMM 5

Der Modellaufbau im Ist-Zustand sowie für die Variante 2 erfolgte entsprechend den Abbildungen 4, 5 und 6. Die Profile für die Gewässerabschnitte und Bauwerke wurden von der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Betrieb Oberes Elbtal (LTV) zur Verfügung gestellt.

Die Nachbildung des Mühlgrabens erfolgte mit Trapezprofilen mit einer Sohlbreite von 1 m, einer Böschungsneigung von 1:2 und einer Grabentiefe von 0,95 m.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

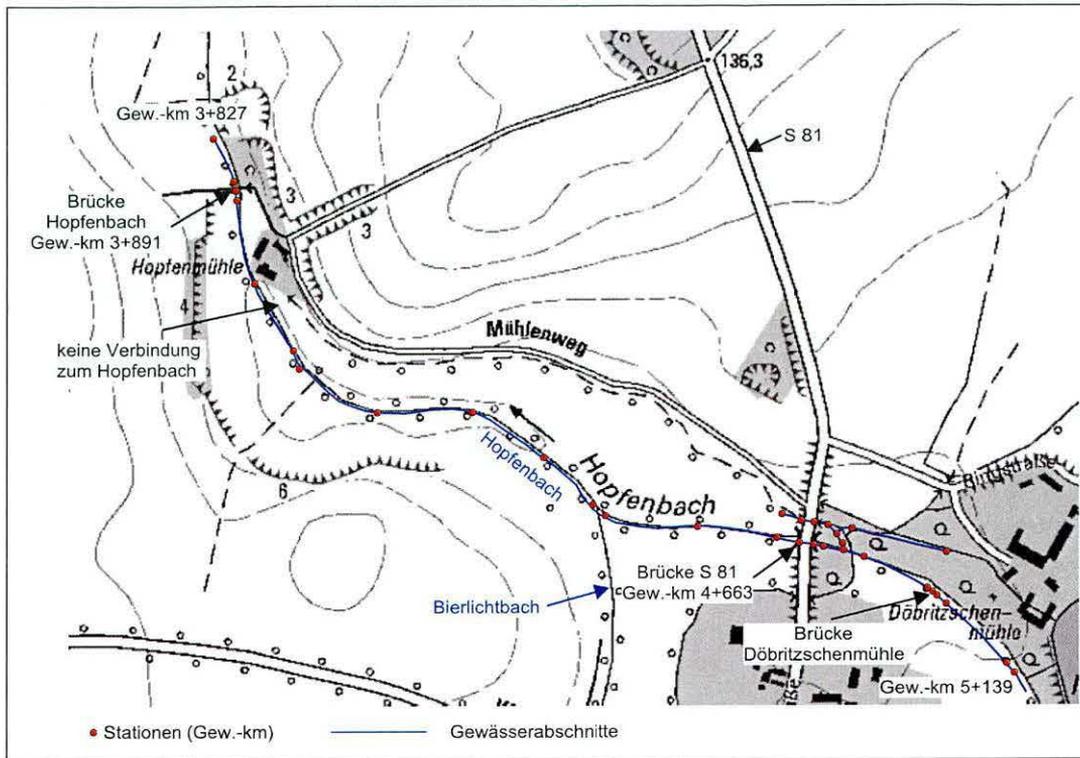


Abb. 4: *Modellaufbau im Ist-Zustand (Mühlgraben ist verfüllt)*

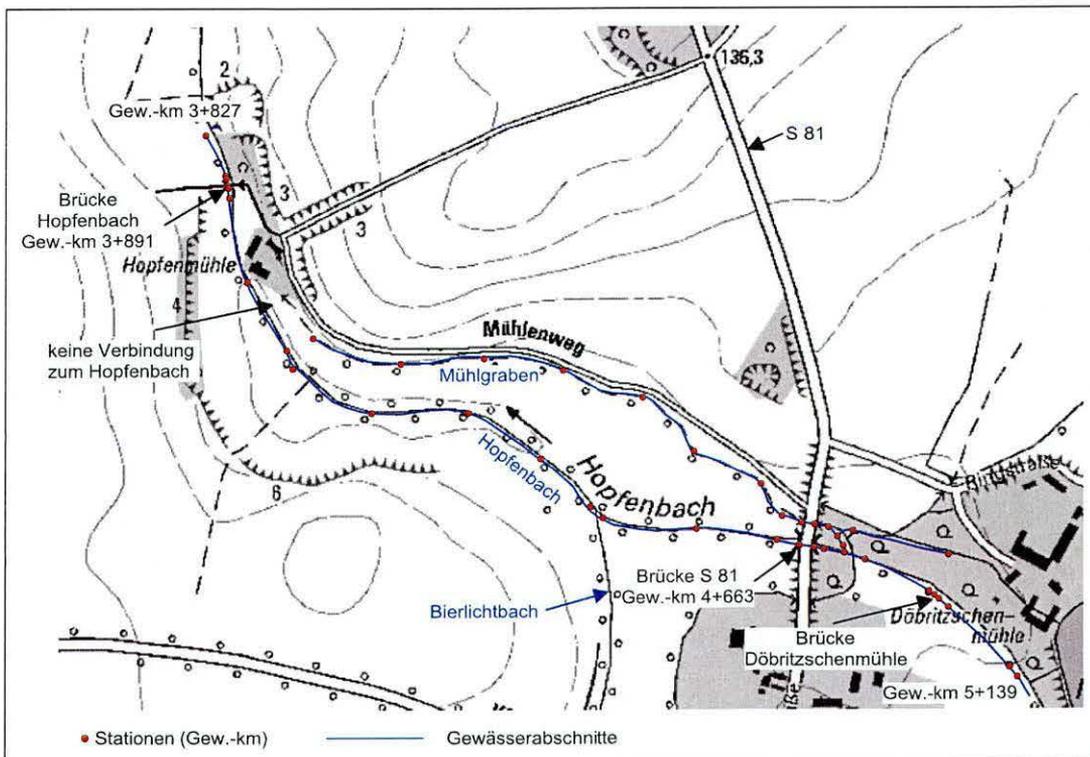


Abb. 5: *Variante 1: Öffnung (Beräumung) des Mühlgrabens mit Versickerung und ohne Anbindung an den Hopfenbach*

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz und Lenz
 hier: Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben

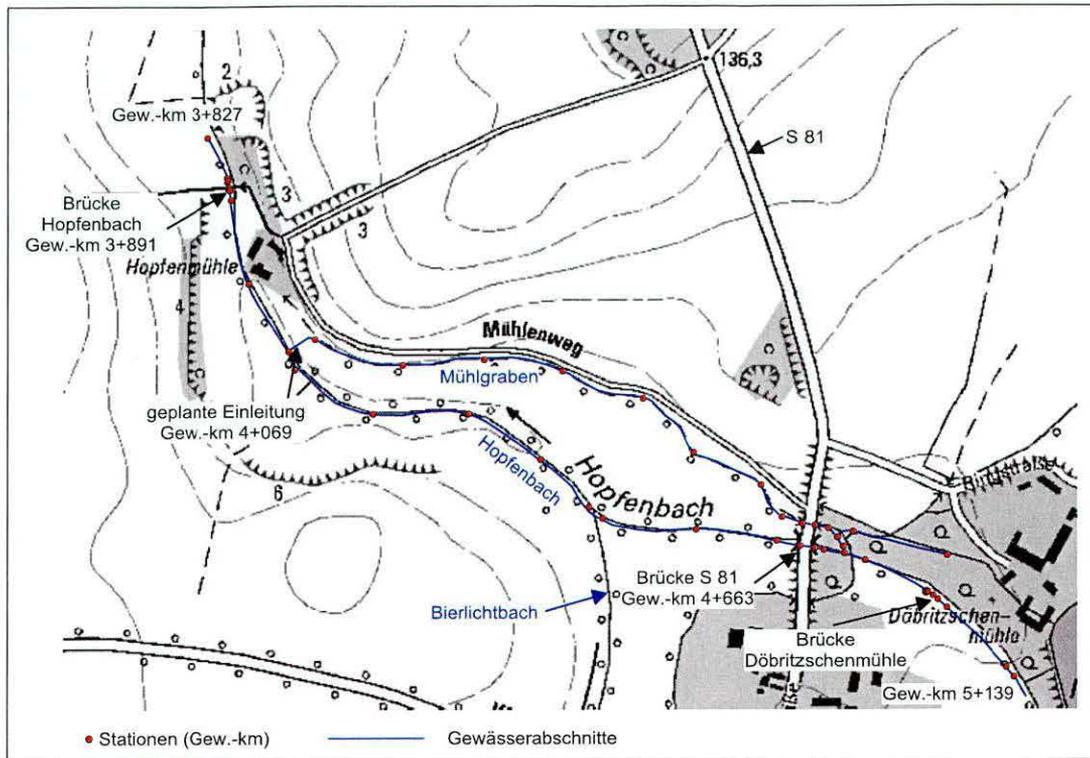


Abb. 6: Variante 2: Öffnung (Beräumung) des Mühlgrabens mit Anbindung an den Hopfenbach

Als Rauigkeitsparameter fanden STRICKLER-Werte von $33 \text{ m}^{0,33}/\text{s}$ bzw. $20 \text{ m}^{0,33}/\text{s}$ für die Flussprofile bzw. für die Vorländer Anwendung.

Zunächst wurden die Auswirkungen von Hochwasserabflüssen für Ereignisse mit einer Niederschlagsdauer von 5 min und 2-jährigem Wiederkehrintervall des Feldgrabens nachgebildet.

Des Weiteren wurden Abflüsse des Hopfen- und Bierlichtbaches für Mittelwasser- und mittlere Niedrigwasserverhältnisse dem Wasserhaushaltsportal Sachsen (unter Zugrundelegung der Aufzeichnungen am Pegel Mündung Nauleis) entnommen:

Hopfenbach	MQ	345 l/s
	MNQ	140 l/s
Bierlichtbach	MQ	159 l/s
	MNQ	33 l/s

Als hydraulische Längsschnitte und für ausgewählte Profile sind die Ergebnisse für den Ist-Zustand in Anlage 9.1 und Variante 1 in Anlage 9.2 sowie für Variante 2 in Anlage 9.3 dargestellt.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Auf der Grundlage der Ergebnisse wurde eingeschätzt, ob die Öffnung des Mühlgrabens Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss im Hopfenbach hat.

Weiterhin wurden Modellrechnungen für Mittelwasserverhältnisse unter Berücksichtigung der 2 Varianten durchgeführt, um Aussagen über die Salzbelastung des Hopfenbaches durch die Einleitung von Straßenwasser von der S 81 zu erhalten.

Bei Anwendung von Variante 1 soll der derzeit geschlossene Abschnitt des Mühlgrabens ab Höhe Einleitstelle Hopfenbach (Gew.-km 4+069) bis zu der Brücke der S 81 (Gew.-km 4+663) geöffnet werden. Eine Einleitung in den Hopfenbach bei dieser Variante ist nicht vorgesehen (Abb. 4). Demzufolge muss der bisher offene Abschnitt des Mühlgrabens östlich der S 81 einschließlich des Durchlasses geschlossen werden.

Die Untersuchungen zur Variante 2 erfolgten ebenfalls mit geöffneten Mühlgraben (Abb. 5). Bei dieser Variante besteht eine Verbindung zwischen Hopfenbach und Mühlgraben bei Gew.-km 4+069. Außerdem muss das ehemalige Wehr an der Mündung Feldgraben/Hopfenbach (Gew.-km 4+663) wiedererrichtet werden, um den Mittelwasserabfluss des Feldgrabens in den Mühlgraben zu leiten und die Spitzen von Hochwasserabflüssen in den Hopfenbach ableiten zu können.

Da bei Variante 2 die direkte Ableitung des Niederschlagswassers über den Mühlgraben in den Hopfenbach erfolgt, wurde für dieses Szenario neben der Betrachtung des Hochwasserabflusses des Feldgrabens eine Abfluss- und Konzentrationsberechnung (Chlorid) im Zeitraum vom 01.01.2013 bis 30.04.2013 in Tagesschrittweiten durchgeführt. Für die Berechnung wurden die täglichen Klimadaten der Station Lampertswalde verwendet sowie eine Tausalzmenge von 679 g/m² (Tab. 4, Tausalzeinsatz 2013) auf die Streusalztage aufgeteilt. Neben den Mittelwasserabflüssen von Hopfen- und Bierlichtbach wurden besonders die Abflüsse des Entwässerungsabschnitt IV der S 81 sowie des Einzugsgebietes des Feldgrabens (Teileinzugsgebiet 123) berücksichtigt.

7.4 Ergebnisse der hydraulischen und Tausalzberechnungen

7.4.1 Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sowie der Chlorid-Gehalt im Ist-Zustand

Unter der Voraussetzung, dass im Feldgraben ein Hochwasser mit einer Niederschlagsdauer von 5 min und einem Wiederkehrintervall von 2 Jahren auftritt (Anlage 9.1.2) und zum Hopfenbach fließt, sind die Wasserstände im Hopfenbach auf dem

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Gew.-Abschnitt 3+891 bis 5+139 als hydraulischer Längsschnitt in Anlage 9.1.1 dargestellt. Der Längsschnitt verdeutlicht, dass das Abflussprofil bei der Brücke an der Hopfenmühle gefüllt ist und Überflutungen auftreten. Die Abflusskapazität der Brücke ist nicht ausreichend (Tab. 1), um Abflüsse von $3 \text{ m}^3/\text{s}$ aufzunehmen.

An der Brücke der S 81 (Gew.-km 4+663) sind die Wasserstände dagegen infolge des relativ großen Gefälles des Hopfenbaches gering.

Weiterhin liefern die hydraulischen Berechnungen im Ist-Zustand folgende Ergebnisse:

- Vor der Mündung in den Hopfenbach wird der Feldgraben zurückgestaut, sodass hier bis zur Böschung an der S 81 Wasserstände von bis zu 0,3 m auftreten (Anlage 9.1.3), die hier zur Auskolkung und Unterspülung des Dammes führen.
- Für die Brücke an der Döbritzschenmühle wurde eine maximale Durchlassfähigkeit von $2,0 \text{ m}^3$ ermittelt (Anlage 9.1.4). Der maximale Abfluss im Hopfenbach oberhalb der Mündung Feldgraben kann damit $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ nicht überschreiten.

Bevor die Auswirkungen durch den Chlorid-Eintrag bei den einzelnen Varianten erläutert werden, soll zunächst die Vorbelastung dargestellt werden (Abb. 7).

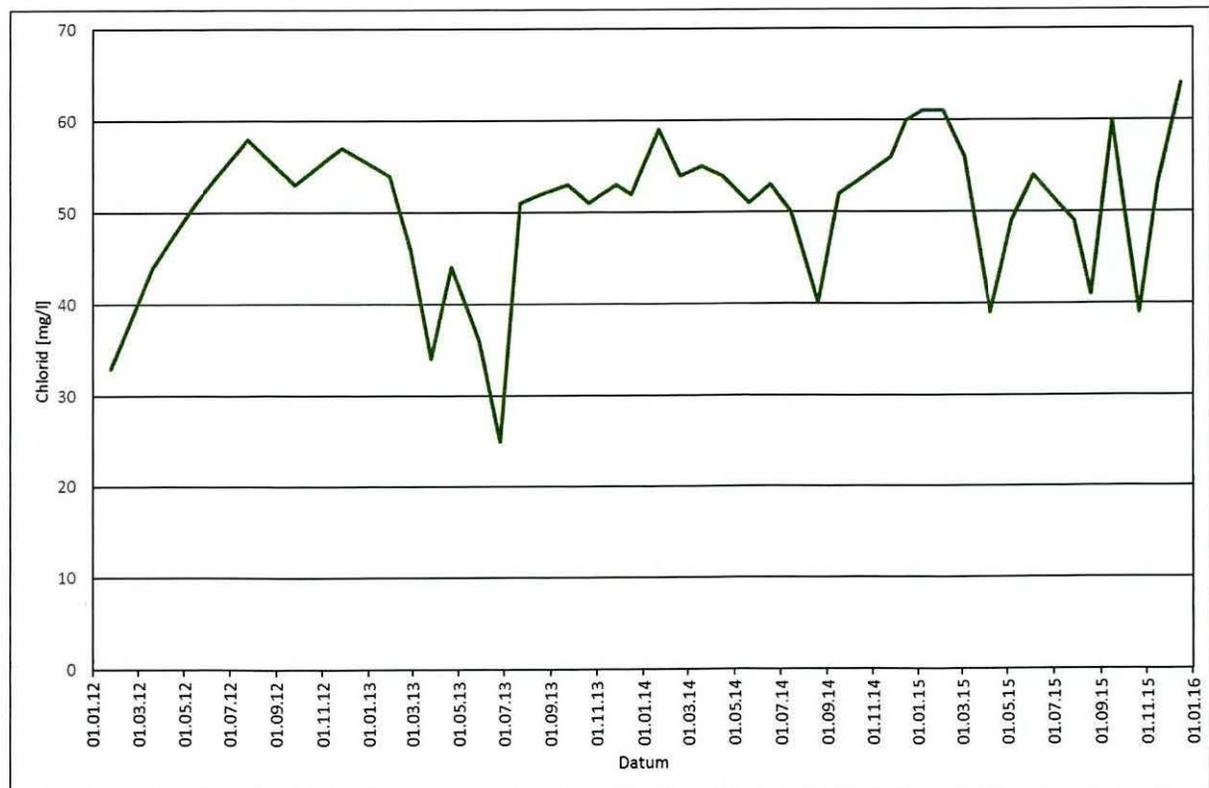


Abb. 7: Chlorid-Vorbelastung im Hopfenbach (Quelle: LfULG)

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Aus der Darstellung wird deutlich, dass derzeit von einer Chlorid-Belastung im Hopfenbach von 40 mg/l bis 60 mg/l auszugehen ist.

7.4.2 Ergebnisse der geohydraulischen und Tracerausbreitungsberechnung (Variante 1)

Zunächst muss erwähnt werden, dass die hydrologischen Bedingungen infolge der Verbreitung der sandigen Nachschütt-sedimente (siehe Tab. 3) sowie des Verwitterungsgruses geeignet sind, um die anfallenden Wassermengen aus dem Entwässerungsabschnitt IV der S 81 versickern zu können.

Allerdings wurde im Ergebnis der geohydraulischen und Tracerausbreitungsberechnungen (Chlorid) nachgewiesen, dass die Stoffe, die über den Mühlgraben in den Grundwasserleiter eingeleitet werden, bereits nach einem Jahr den Hopfenbach erreichen und dort zu Konzentrationserhöhungen führen. Diese sind aber wesentlich geringer als im Grundwasserleiter (Anl. 9.2.2). Der schnelle Transport wird möglich durch die relativ gute Durchlässigkeit des Grundwasserleiters (k_f -Wert = $1 \cdot 10^{-4}$ m/s), dem großen Grundwassergefälle (1,8 %) sowie der geringen Mächtigkeit des Grundwasserleiters. Infolge des permanenten Eintrages ergeben sich für Variante 1 folgende Konzentrationserhöhungen der Chlorid-Konzentrationen im Hopfenbach:

MQ	Chlorid-Konzentrationserhöhung: 0,794 mg/l
MNQ	Chlorid-Konzentrationserhöhung: 3,571 mg/l

7.4.3 Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sowie des Chlorid-Eintrages bei Öffnung des Mühlgrabens und Anschluss an den Hopfenbach (Variante 2)

Für diese Variante wurde sowohl der Abfluss bei einem Hochwasserereignis im Feldgraben (Niederschlagsdauer 5 min, Wiederkehrintervall 2 a) als auch die Abflüsse während der Winterdienstperiode 2013 (01.01. - 30.04.) unter Anwendung der Tausalzverbrauchsmengen der Straßenmeisterei Großenhain untersucht.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Die berechneten Wasserstände im Hopfenbach während eines Hochwasserereignisses im Feldgraben sind als hydraulischer Längsschnitt in Anlage 9.3.1 dargestellt, während in Anlage 9.3.2 die Aufteilung der Abflüsse im Mühlgraben und Hopfenbach dargestellt sind.

Die Wasserstände in Anlage 9.3.1 sowie die Abflusskurve in Anlage 9.1.5 verdeutlichen, dass durch die Teilung des Hochwasserabflusses in den Mühlgraben und Hopfenbach und der damit verbundenen unterschiedlichen Laufzeiten der Hochwasserscheitel eine Reduzierung der Hochwasserspitzen an der Hopfenmühle möglich ist. Allerdings tritt dieser Effekt nur bei kurzen Starkniederschlägen ein, die aber die größten Überflutungen erzeugen.

Da diese Variante dem ehemaligen Zustand des Mühlgrabens entspricht, konnte damit nachgewiesen werden, dass der Mühlgraben nicht ausschließlich zum Betrieb der Hopfenmühle angelegt wurde, sondern auch für den Hochwasserschutz von Bedeutung war.

Um Veränderungen der Gewässergüte im Hopfenbach durch den Tausalzmitteleintrag zu bestimmen, wurden die Abflüsse und Chlorid-Konzentrationen während der Winterdienstperiode 2013 (01.01. - 30.04.) unter Berücksichtigung der Öffnung des Mühlgrabens sowie des Anschlusses an den Hopfenbach ermittelt. Der in Anlage 9.3.3 dargestellte Abfluss des Mühlgrabens setzt sich sowohl aus dem Abfluss aus dem Entwässerungsabschnitt IV der S 81 als auch aus dem Abfluss des Feldgrabens zusammen. Da der unbelastete Abfluss des Feldgrabens deutlich größer ist als der chloridbelastete Abfluss von der S 81 sind die Chlorid-Konzentrationen im Mühlgraben gegenüber der Ausgangskonzentration im ablaufenden Straßenwasser bereits wesentlich reduziert (Anlage 9.3.3). Für den Hopfenbach hingegen sind maximale Chlorid-Konzentrationen um 1 mg/l zu erwarten (siehe Anlage 9.3.4), da der Abfluss des Hopfenbaches in den Wintermonaten zumindest Mittelwasserniveau erreicht. Unter den Bedingungen der Winterdienstperiode 2013 (01.01. - 30.04.) konnten folgende maximale Konzentrationserhöhungen in den beiden Gewässern prognostiziert werden:

Chlorid-Konzentrationserhöhung Mühlgraben: 100 - 300 mg/l

Chlorid-Konzentrationserhöhung Hopfenbach: 0,7 – 1,2 mg/l

In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass die Konzentrationserhöhungen nicht permanent sind, sondern maximal 3 bis 4 Tage andauern.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

8 Vor- und Nachteile der Varianten 1 und 2

Die Tausalzberechnungen verdeutlichen, dass die Erhöhungen der Chlorid-Konzentrationen im Hopfenbach durch Einleitung von Niederschlagswasser des Entwässerungsabschnittes IV der S 81 sowohl bei Umsetzung von Variante 1 als auch bei Variante 2 gering sind.

Entsprechend der hydrogeologischen Verhältnisse ist die Versickerung des Niederschlagswassers des Abschnittes IV der S 81 möglich (Variante 1), ohne dass größere zusätzliche Überflutungen entstehen. Das Ziel, die Ableitung des Straßenabwassers der S 81, wird demzufolge mit beiden Varianten erreicht. Bei Anwendung von Variante 1 muss der Boden in den Bereichen mit bindigen Deckschichten ausgetauscht werden, während für Variante 2 die Rekonstruktion des Wehres erforderlich ist.

Beide Varianten haben unterschiedliche Vor- und Nachteile im Hinblick auf die ökologischen und rechtlichen Verhältnisse, den Hochwasserschutz sowie die Kosten für die Errichtung und Wartung, die nachfolgend dargestellt werden sollen.

Variante 1:

Vorteile:

- kein Wasserrechtsverfahren erforderlich
- geringere Herstellungskosten
- kein Wehr erforderlich
- keine Ufersicherung des Mühlgrabens erforderlich, da nur sehr geringe Fließbewegung und Erosion

Nachteile:

- höhere Wartungskosten, da kein Abfluss vorhanden; Sedimente im Straßenabwasser werden komplett zurückgehalten und müssen entsorgt werden.
- keine Ausbildung einer Fließgewässerfauna im Mühlgraben
- keine Reduzierung von Abflussspitzen bei kurzen Starkniederschlägen
- geringer, aber permanenter Chlorid-Eintrag in den Hopfenbach
- Schließung des derzeit vorhandenen Mühlgrabens östlich der S 81
- Bodenaustausch bindiger Deckschichten

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Variante 2:

Vorteile:

- geringere Wartungskosten, da geringe Rückhaltung von Sedimente im Straßenabwasser
- Reduzierung von Abflussspitzen bei kurzen Starkniederschlägen
- Ausbildung einer Fließgewässerfauna im Mühlgraben

Nachteile:

- Wasserrechtsverfahren notwendig
- höhere Herstellungskosten
- Wiederherstellung des Wehres an der Mündung des Feldgrabens in den Hopfenbach (da es sich um ein Verteilerwehr handelt, das nur im Hochwasserfall anspringt, wird die Durchgängigkeit der Fließgewässer nicht beeinträchtigt)
- Ufersicherung des Mühlgrabens, da Fließbewegung und Erosion
- geringer, kurzzeitiger (3 - 4 Tage) Chlorid-Eintrag in Hopfenbach

Unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile wird seitens des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Meißen die Variante 1 favorisiert.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

9 Literatur

HOYNINGEN-HUENE, J. v. (1981): Die Interzeption des Niederschlags in landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen. - Schr. D. DVWK, Hamburg.

KOSTRA-ATLAS (2005): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000), - Fortschreibungsbericht -; Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, Offenbach a.M., 2005.

MCDONALD UND HARBAUGH (1988): A modular three-dimensional finite-difference ground water flow model. - Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey, Book 6, Chapter A1.

SCHÄFER, W. (o.J.): Modellierung der Grundwasserströmung.

SCHULLA, J. (1997, 2013): Hydrogeologische Modellierung von Flussgebieten zur Abschätzung der Folge von Klimaänderungen. -ETH Zürich.

SCHULLA, J. (2013): Model Description WaSiM - ETH Zürich.

SCHULLA, J. & JASPER, K. (1998): Modellbeschreibung WaSiM-ETH. - ETH Zürich.

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Übersichtslageplan
- Anlage 2: Digitales Geländemodell [m ü. NHN]
- Anlage 3: Teileinzugsgebiete und Fließwege des Oberflächenwassers
- Anlage 4: Klassifizierung der Bodenarten entsprechend WaSiM-ETH
- Anlage 5: Klassifizierung der Landnutzung entsprechend WaSiM-ETH
- Anlage 6: Geländegefälle [%]
- Anlage 7: Fließzeiten [min] des Oberflächenwassers
- Anlage 8: Abflüsse in den TEZG mit unterschiedlichen Niederschlagsdauern, Hochwasserereignissen und Wiederkehrintervallen**
- Anlage 8.1: Abflüsse bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min und verschiedenen Wiederkehrintervallen**
- Anlage 8.1.1: Abflüsse [m³/s] bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 1 a
- Anlage 8.1.2a: Abflüsse [m³/s] im TEZG 122 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 2 a
- Anlage 8.1.2b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 2 a
- Anlage 8.1.3a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 5 a
- Anlage 8.1.3b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 5 a
- Anlage 8.1.4a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 10 a
- Anlage 8.1.4b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 10 a

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Anlage 8.1.5a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 20 a

Anlage 8.1.5b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 20 a

Anlage 8.1.6a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 50 a

Anlage 8.1.6b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 50 a

Anlage 8.2: Abflüsse bei Hochwasserereignis HQ100 und verschiedenen Niederschlagsdauern

Anlage 8.2.1a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 103, 109, 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 5 min

Anlage 8.2.1b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 5 min

Anlage 8.2.2a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 10 min

Anlage 8.2.2b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 10 min

Anlage 8.2.3a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 15 min

Anlage 8.2.3b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 15 min

Anlage 8.2.4a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 30 min

Anlage 8.2.4b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 30 min

Anlage 8.2.5a: Abflüsse [m³/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 60 min

Anlage 8.2.5b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 2 h

Anlage 8.2.6a: Abflüsse [m³/s] im TEZG 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 2 h

Anlage 8.2.6b: Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 2 h

Projekt: S 81 – Anbau eines Radweges zwischen Zschauitz und Lenz
hier: **Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben**

Anlage 8.2.7: Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 6 h

Anlage 8.2.8: Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 12 h

Anlage 8.2.9: Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 24 h

Anlage 8.2.10: Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 48 h

Anlage 9: Abflüsse und Wasserstand im Ist-Zustand des Mühlgrabens (vor Grabenöffnung) und im Hopfenbach bzw. bei Variante 1 (Öffnung (Beräumung) des Mühlgrabens mit Versickerung und ohne Anbindung an den Hopfenbach) und bei Variante 2 (Öffnung (Beräumung) des Mühlgrabens mit Anbindung an den Hopfenbach) bei einem Hochwasserereignis D = 5 min, Wiederkehrintervall 2 Jahre

Anlage 9.1: Ist-Zustand des Mühlgrabens (vor Grabenöffnung)

Anlage 9.1.1: Längsschnitt des Hopfenbaches im Ist-Zustand des Mühlgrabens

Anlage 9.1.2: Abfluss [m^3/s] aus Feldgraben im Ist-Zustand; Hochwasserereignis D = 5 min, Wiederkehrintervall 2 Jahre

Anlage 9.1.3: Wasserstand [m] im Mühlgraben oberhalb der S 81 im Ist-Zustand; Hochwasserereignis D = 5 min, Wiederkehrintervall 2 Jahre

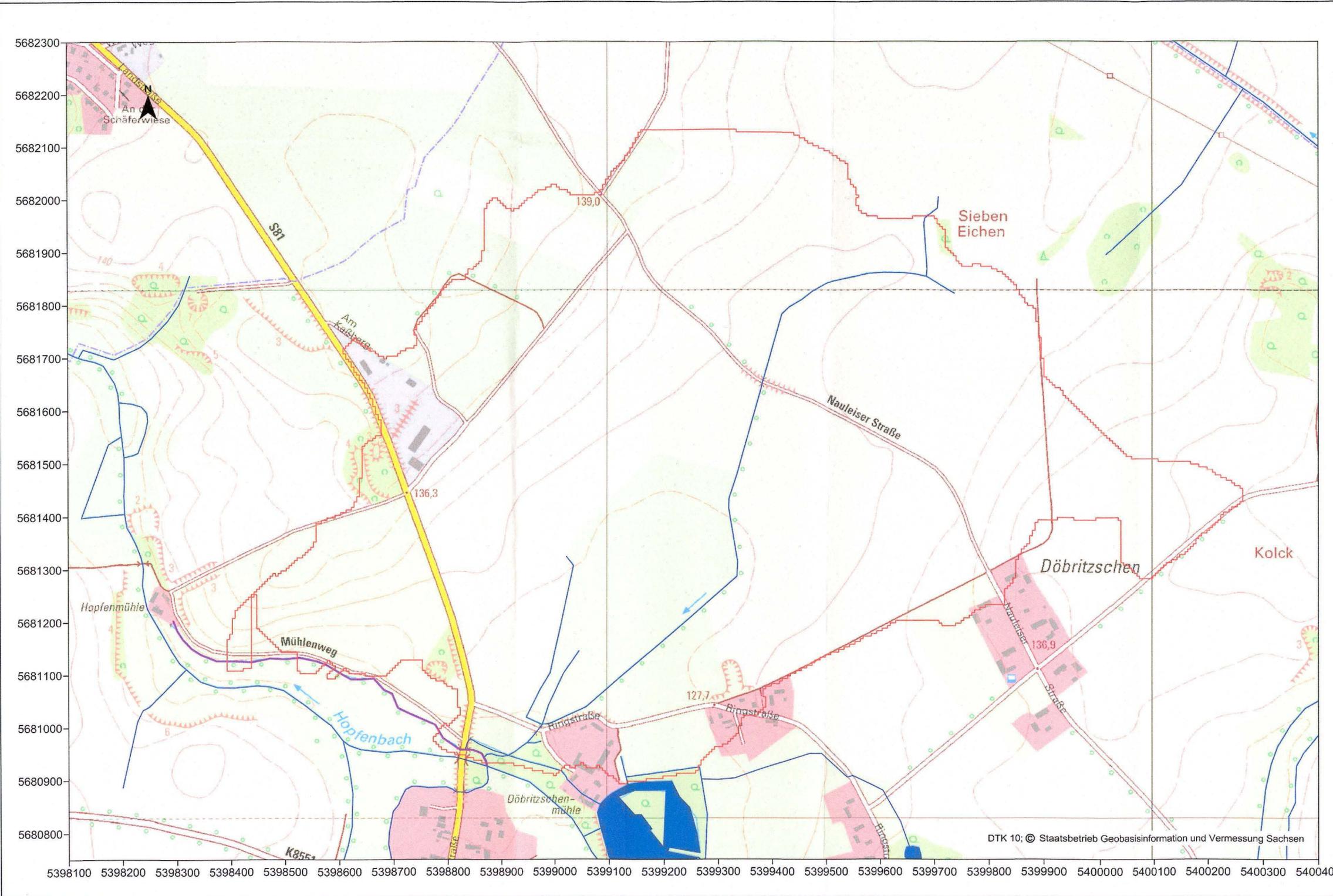
Anlage 9.1.4: Abfluss [m^3/s] im Hopfenbach uh. Brücke Döbritzschenmühle bei max. Abgabe aus Speicher Naulais

Anlage 9.1.5: Abfluss [m^3/s] im Hopfenbach unterhalb der Hopfenmühle im Ist-Zustand des Mühlgrabens und bei Variante 2; Hochwasserereignis D = 5 min, Wiederkehrintervall 2 Jahre

Anlage 9.2: Variante 1 (Öffnung (Beräumung) des Mühlgrabens mit Versickerung und Anbindung an den Hopfenbach)

Anlage 9.2.1: Modellaufbau und berechnete Hydroisohypsen [m ü. NHN] im Ist-Zustand

Anlage 9.2.2: Berechnete Hydroisohypsen [m ü. NHN] und Chlorid-Ausbreitung nach 1 Jahr



- Legende
- Fließgewässer
 - Mühlgraben
 - Modellgebiet

Topografische Grundlagen DTK10:
4747 SW, 4747 NW, 4747 SO, 4747 NO

Datenstand:
11.11.2013 Standgewässer
14.07.2015 Fließgewässernetz

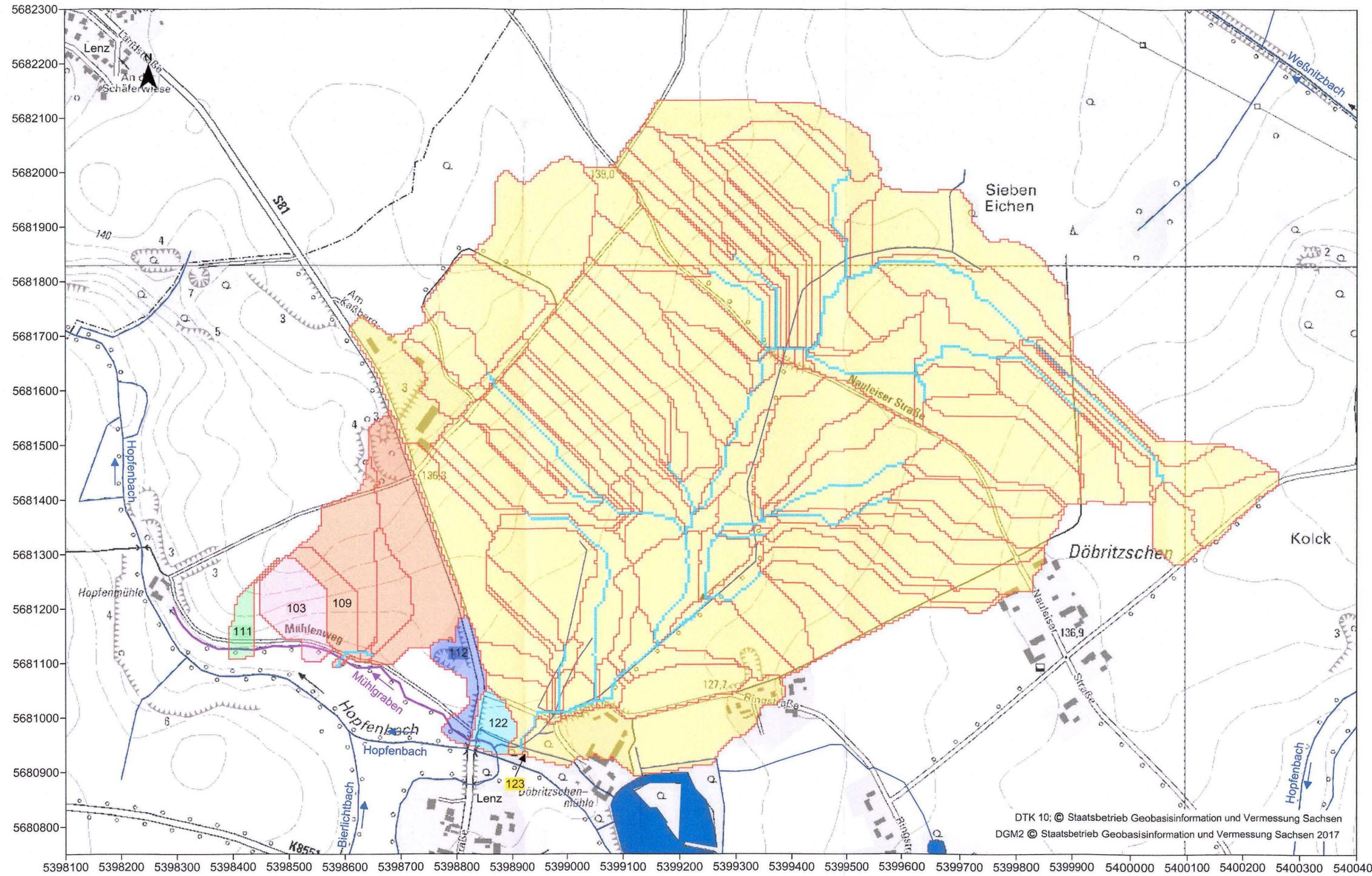
Darstellung auf der Grundlage von Daten und mit Erlaubnis
des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie.

DTK 10; © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen

Nr.	Datum	Name	Art der Änderung

 Büro für Hydrologie und Bodenkunde Gert Hammer Beethovenstr. 3 01465 Dresden OT Langebrück Tel. 035201/71065 Fax 035201/71085	bearbeitet:	02.02.2017	Zeichen: Thiel
	gezeichnet:	03.02.2017	Einert
	geprüft:	 14.03.2017 Hammer	

Freistaat Sachsen Landesamt für Straßenbau und Verkehr Niederlassung Meißen	 Anlage: 1 Blatt Nr.: Datum: Zeichen:
S 81 - Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben	Reg.Nr.: Übersichtslageplan Maßstab: 1 : 5.000



- Legende**
- Fließgewässer
 - Mühlgraben
 - Fließwege des Oberflächenwassers
 - Teileinzugsgebiete (TEZG)
 - Abfluss aus dem TEZG 103 in den Mühlgraben
 - Abflüsse aus den zugehörigen TEZG in das TEZG 109 zum Mühlgraben
 - Abfluss aus dem TEZG 111 in den Mühlgraben
 - Abfluss aus dem TEZG 112 in den Mühlgraben
 - Abfluss aus dem TEZG 122 in den Mühlgraben
 - Abflüsse aus den TEZG in das TEZG 123 zum Mühlgraben

Topografische Grundlagen DTK10:
4747 SW, 4747 NW, 4747 SO, 4747 NO

Datenstand:
11.11.2013 Standgewässer
14.07.2015 Fließgewässernetz

Darstellung auf der Grundlage von Daten und mit Erlaubnis
des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie.

Datengrundlage DGM:
DGM2 (Stand: 2010)

Erlaubnis-Nr. 274/2017 des Staatsbetriebes
Geobasisinformation und Vermessung Sachsen.

DTK 10; © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen
DGM2 © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2017

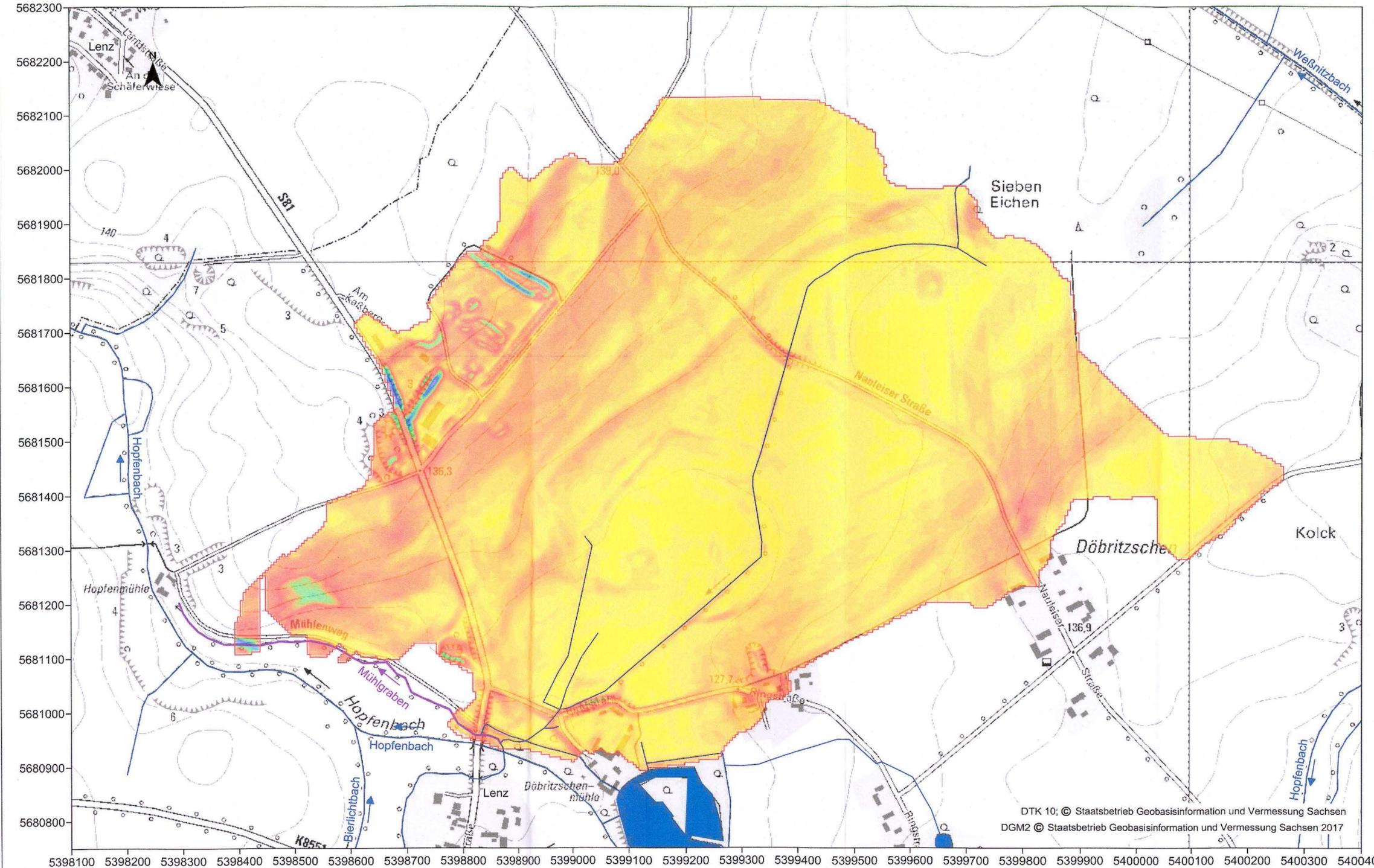
Nr.	Datum	Name	Art der Änderung

	Büro für Hydrologie und Bodenkunde Gert Hammer Beethovenstr. 3 01465 Dresden OT Langebrück Tel. 035201/71065 Fax 035201/71085		Datum 02.02.2017 Zeichen Thiel
	bearbeitet: gezeichnet: geprüft:	03.02.2017 Einert	
	14.03.2017 Hammer		

Freistaat Sachsen Landesamt für Straßenbau und Verkehr Niederlassung Meißen			Anlage: 3
			Blatt Nr.:
bearbeitet gezeichnet geprüft Reg.Nr.			

**S 81 - Anbau eines Radweges
 zwischen Zschautitz und Lenz**
 Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie
 zur Kompensationsmaßnahme
 Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben

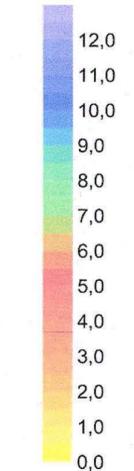
Teileinzugsgebiete und
 Fließwege des Oberflächenwassers
 Maßstab: 1 : 5.000



Legende

- Fließgewässer
- Mühlgraben
- Modellgebiet

Geländegefälle [%]



Topografische Grundlagen DTK10:
4747 SW, 4747 NW, 4747 SO, 4747 NO

Datenstand:
11.11.2013 Standgewässer
14.07.2015 Fließgewässernetz

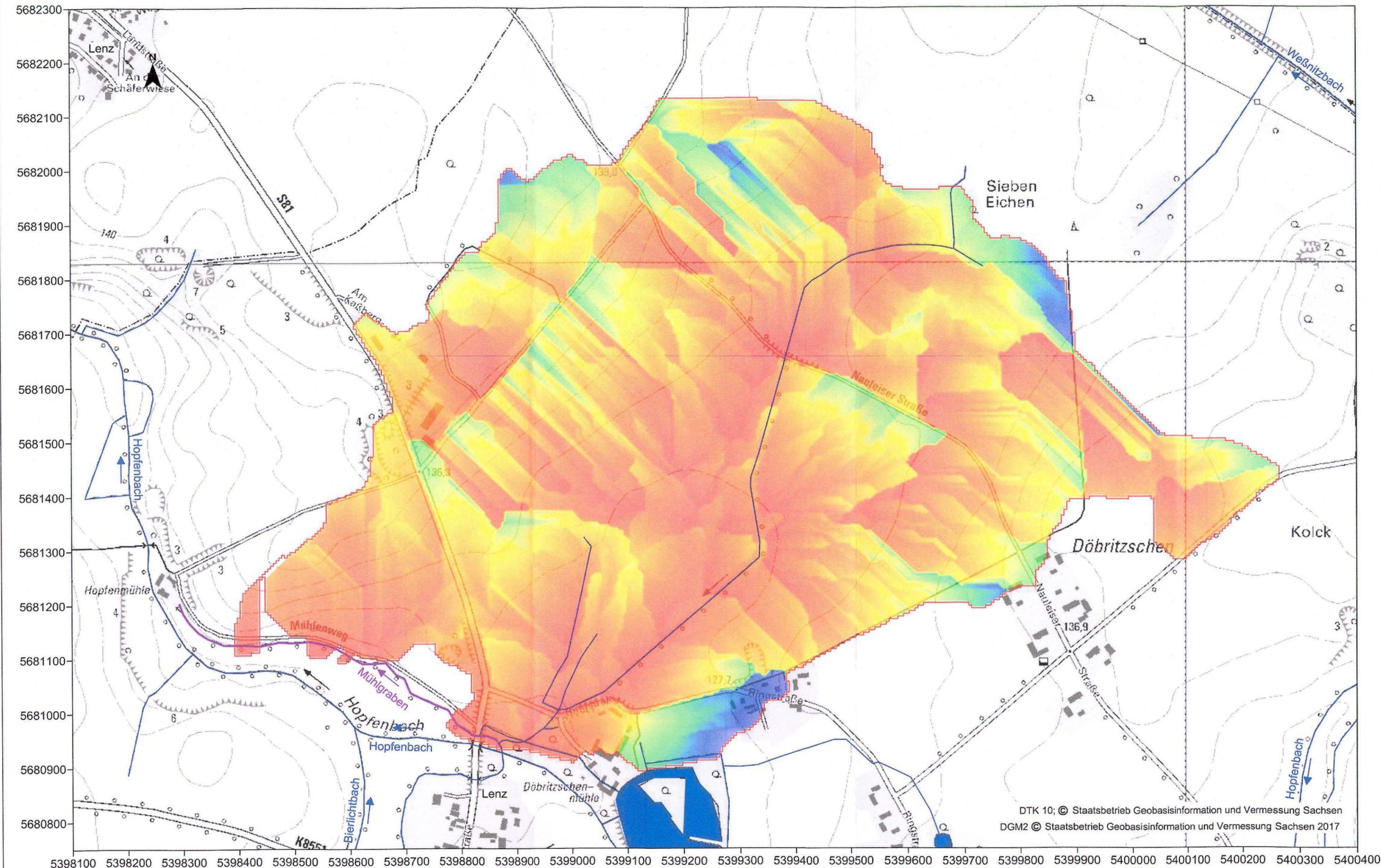
Darstellung auf der Grundlage von Daten und mit Erlaubnis
des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie.

Datengrundlage Geländegefälle:
berechnet entsprechend DGM2 (Stand: 2010)

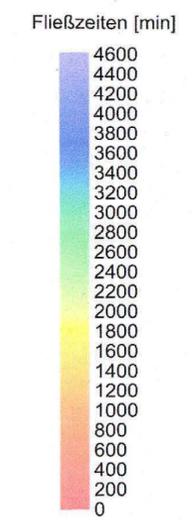
Erlaubnis-Nr. 274/2017 des Staatsbetriebes
Geobasisinformation und Vermessung Sachsen.

DTK 10; © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen
DGM2 © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2017

Nr.				Datum				Name				Art der Änderung							
Büro für Hydrologie und Bodenkunde Gert Hammer Beethovenstr. 3 01465 Dresden OT Langebrück Tel. 035201/71065 Fax 035201/71085				bearbeitet:				Datum				Zeichen							
				gezeichnet:				02.02.2017				Thiel							
				geprüft:				03.02.2017				Einert							
				14.03.2017				Hammer											
Freistaat Sachsen Landesamt für Straßenbau und Verkehr Niederlassung Meißen								Anlage: 6 Blatt Nr.:				bearbeitet							
												gezeichnet							
S 81 - Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben								geprüft											
								Reg.Nr.											
								Geländegefälle [%]											
												Maßstab: 1 : 5.000							



- Legende
- Fließgewässer
 - Mühlgraben
 - Modellgebiet



Topografische Grundlagen DTK10:
4747 SW, 4747 NW, 4747 SO, 4747 NO

Datenstand:
11.11.2013 Standgewässer
14.07.2015 Fließgewässernetz

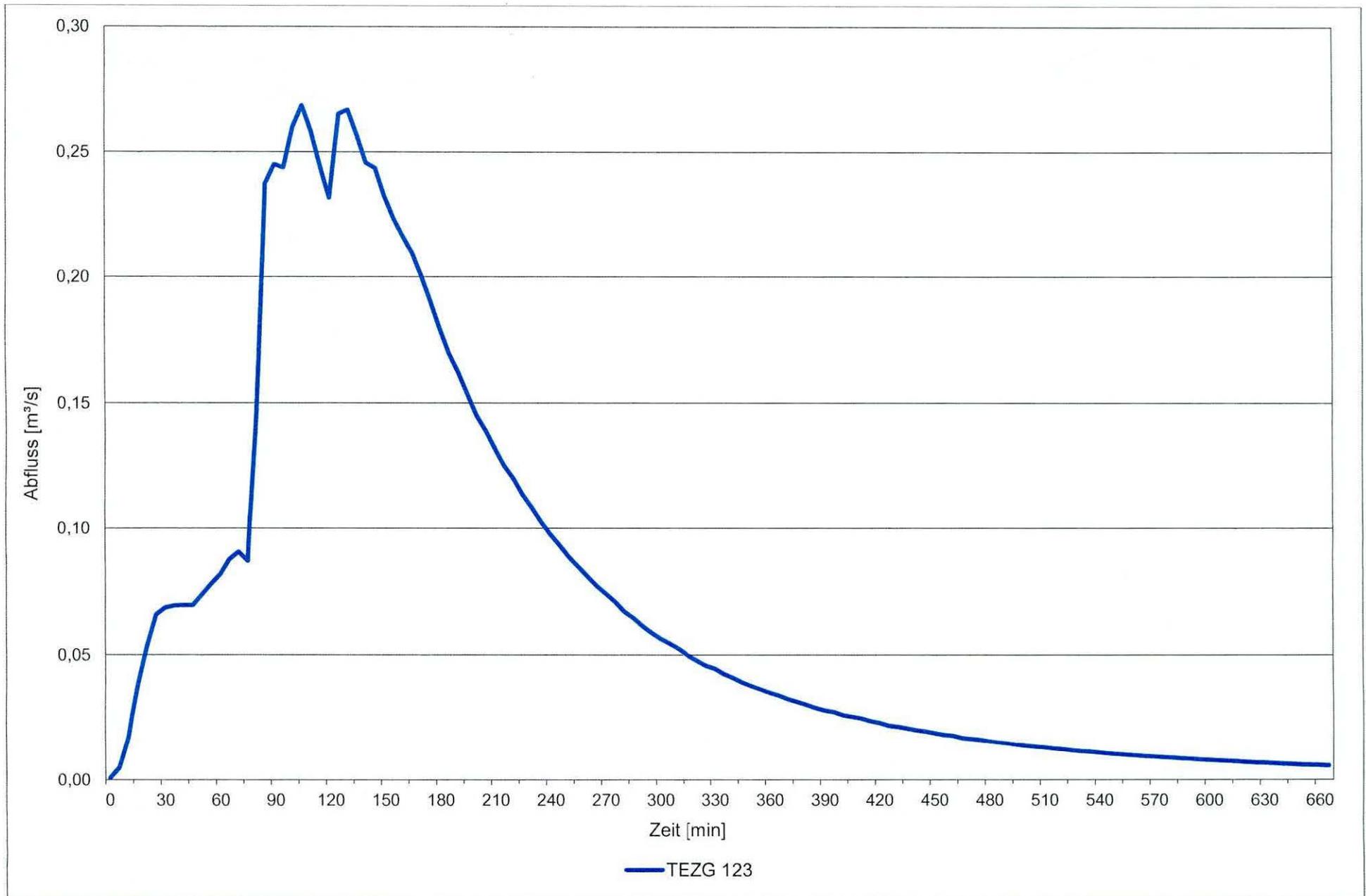
Darstellung auf der Grundlage von Daten und mit Erlaubnis
des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie.

Datengrundlage Fließzeiten:
berechnet entsprechend DGM2 (Stand: 2010)

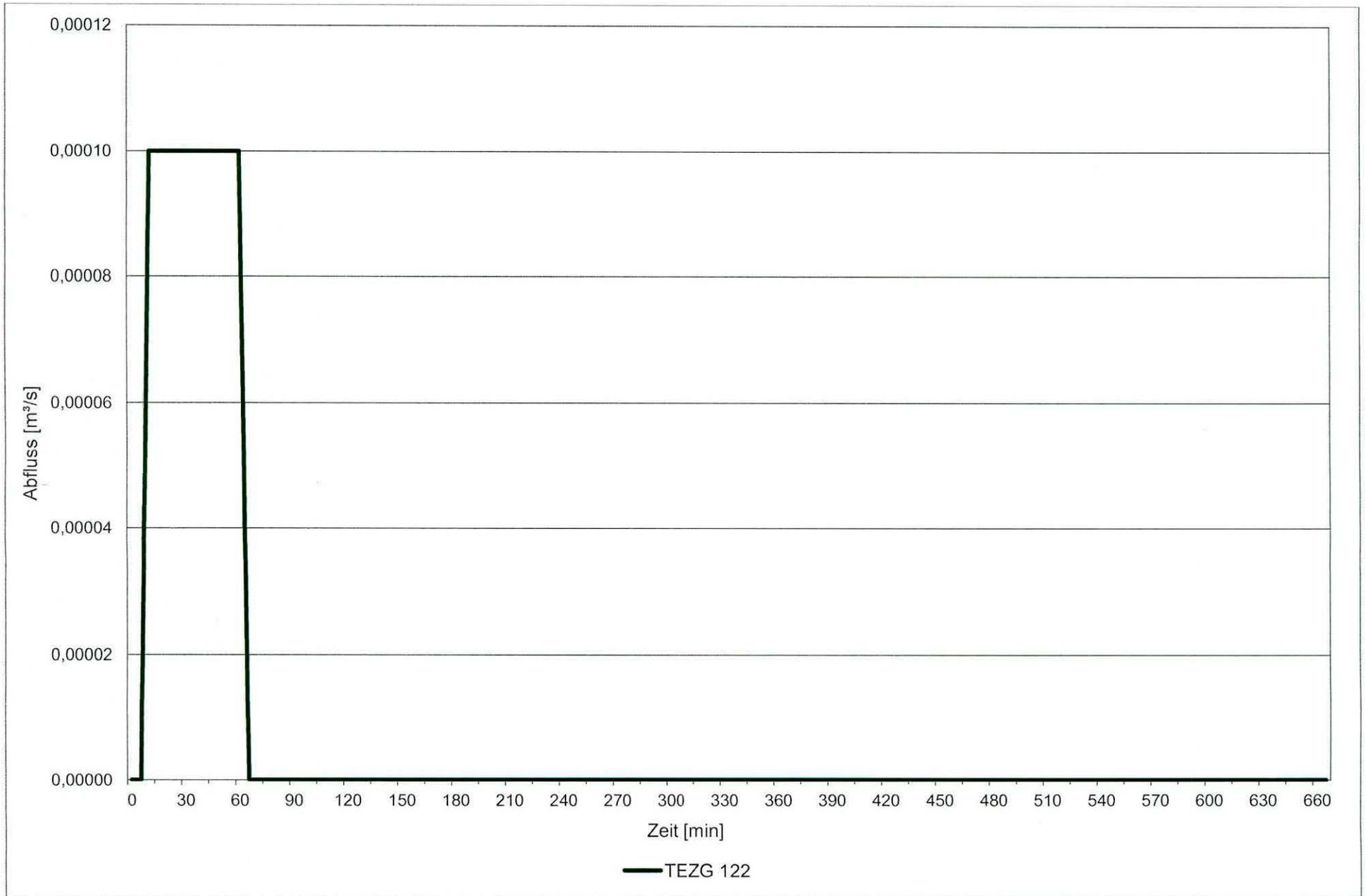
Erlaubnis-Nr. 274/2017 des Staatsbetriebes
Geobasisinformation und Vermessung Sachsen.

DTK 10; © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen
DGM2 © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen 2017

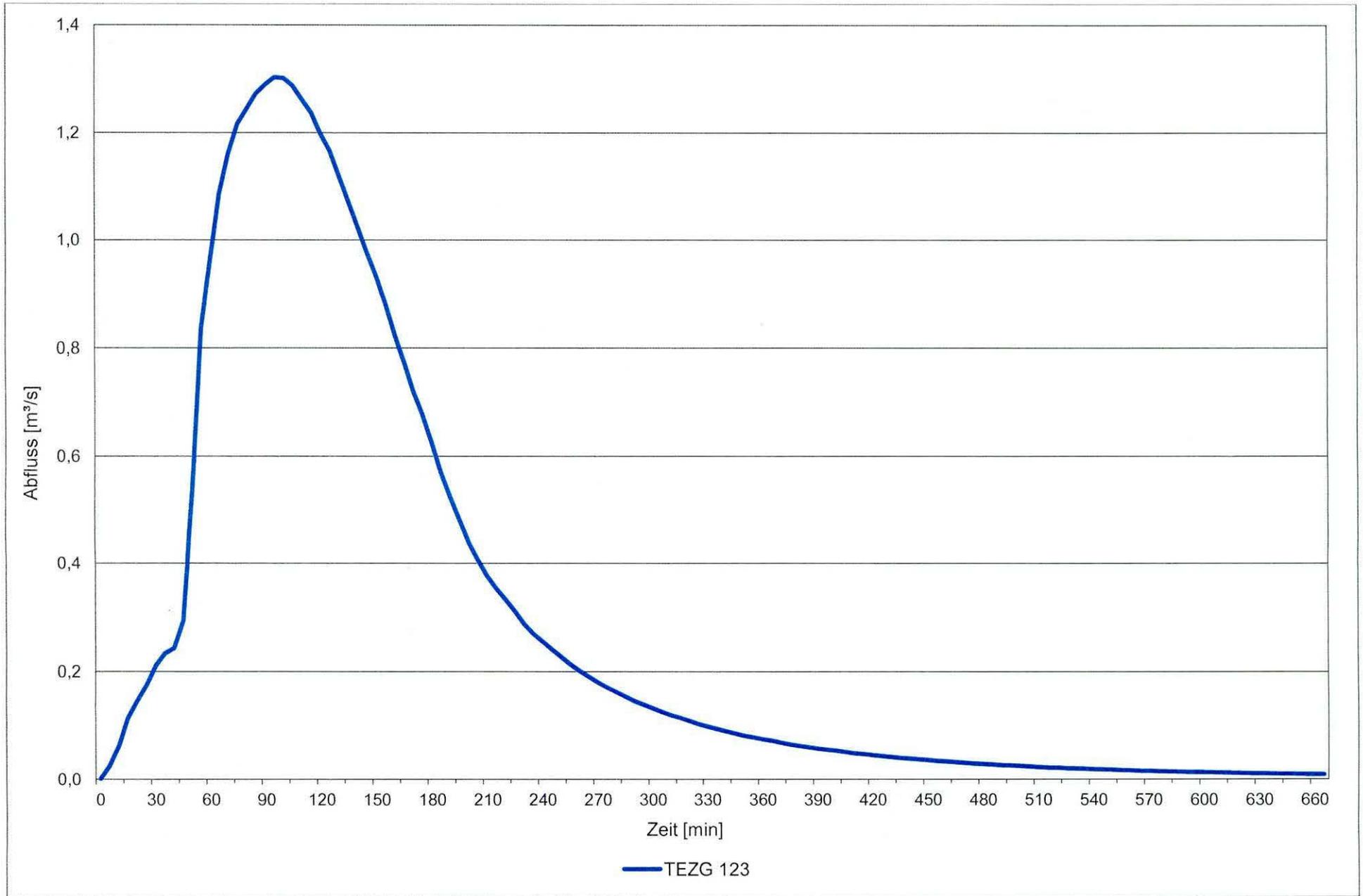
Nr.	Datum	Name	Art der Änderung
Büro für Hydrologie und Bodenkunde Gert Hammer Beethovenstr. 3 01465 Dresden OT Langebrück Tel. 035201/71065 Fax 035201/71085			
bearbeitet:	02.02.2017	Thiel	Datum
gezeichnet:	03.02.2017	Einert	Zeichen
geprüft:			
14.03.2017		Hammer	
Freistaat Sachsen Landesamt für Straßenbau und Verkehr Niederlassung Meißen		Anlage: 7 Blatt Nr.:	
bearbeitet			Datum
gezeichnet			Zeichen
geprüft			
Reg.Nr.			
S 81 - Anbau eines Radweges zwischen Zschautz und Lenz Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zur Kompensationsmaßnahme Grabenöffnung (Beräumung) Mühlgraben			
Fließzeiten [min] des Oberflächenwassers			
Maßstab: 1 : 5.000			
820 mm x 360 mm			



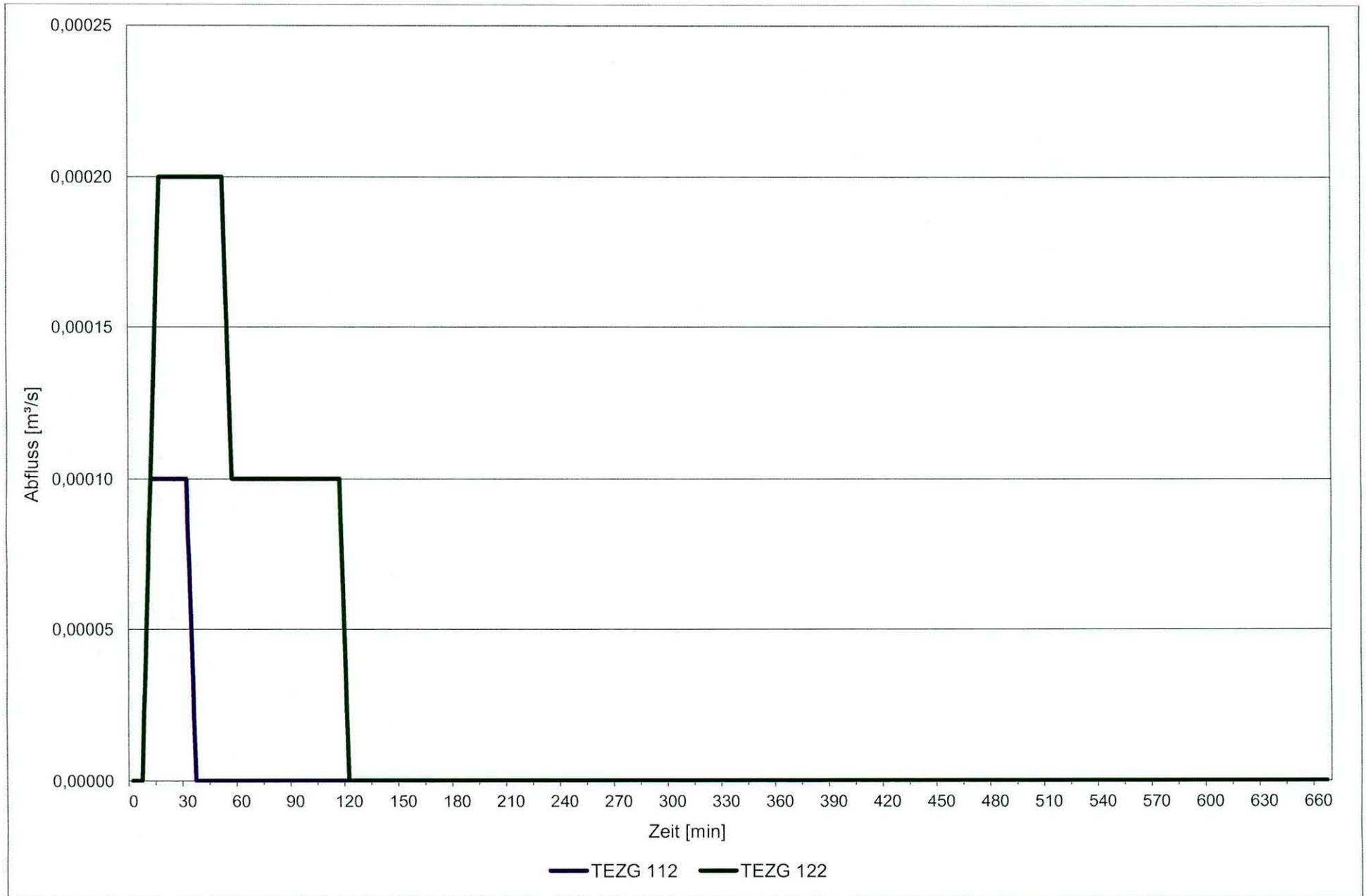
Anlage 8.1.1:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 1 a



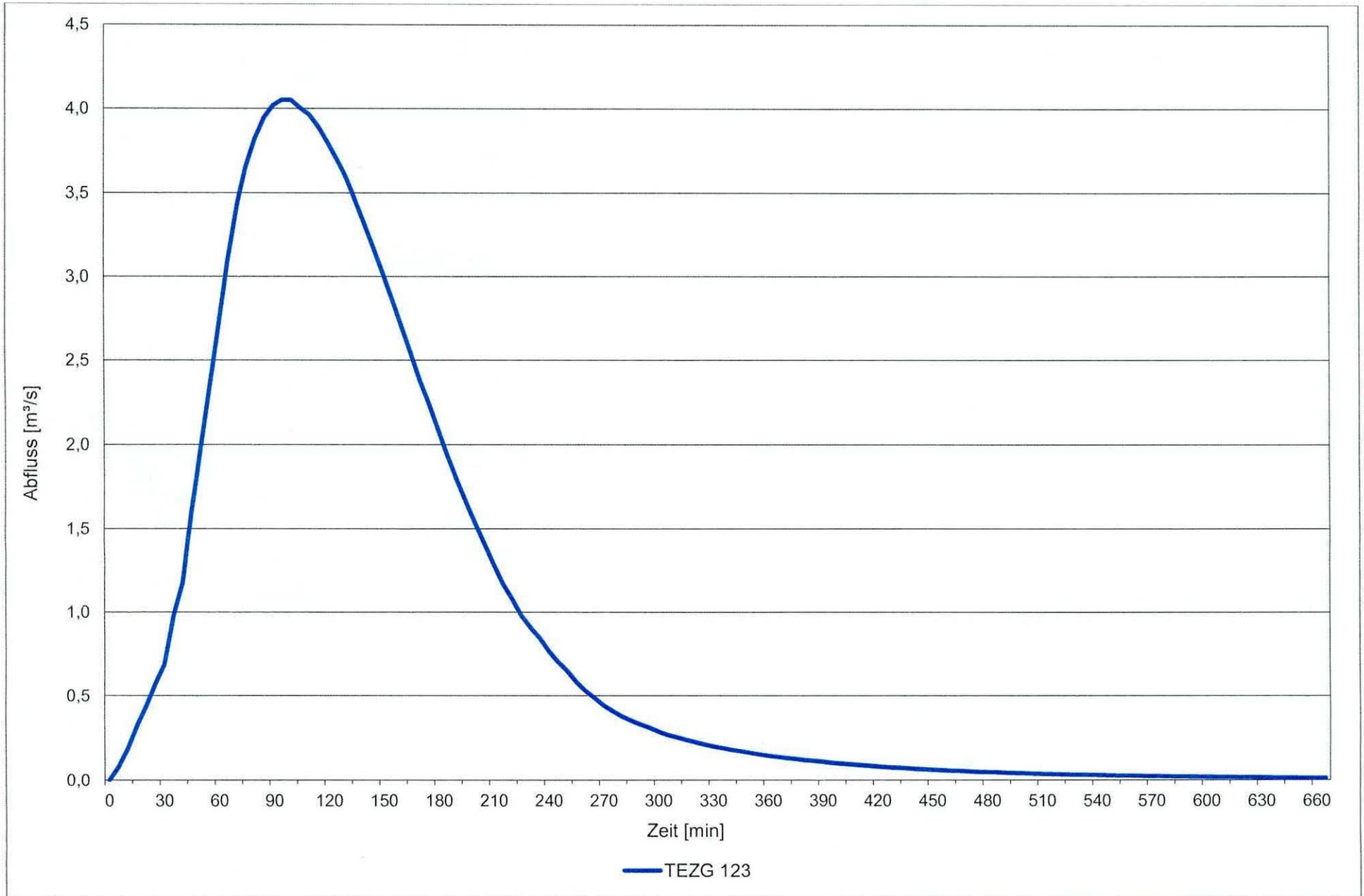
Anlage 8.1.2a:
Abfluss [m^3/s] im TEZG 122 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 2 a



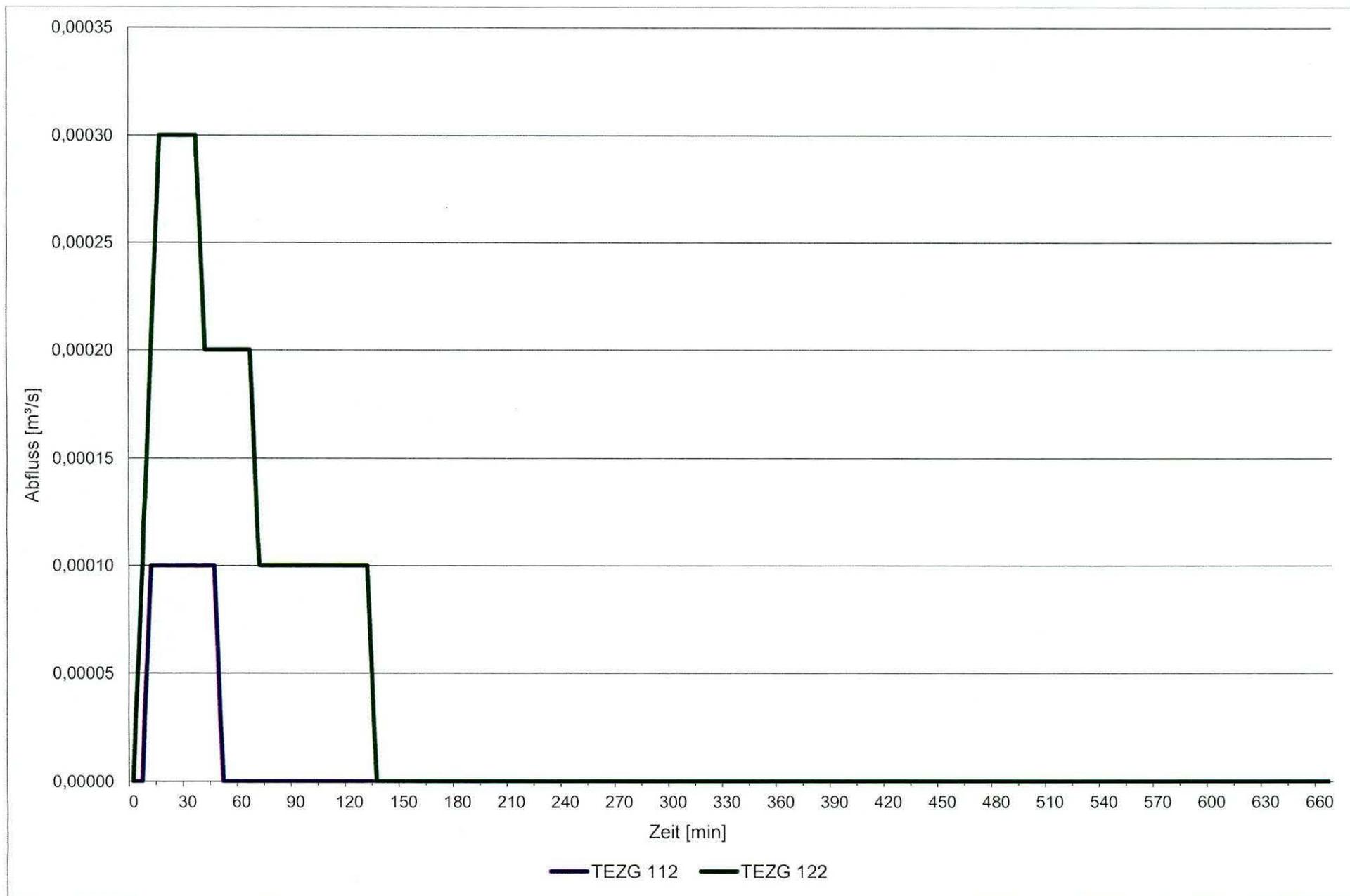
Anlage 8.1.2b:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 2 a



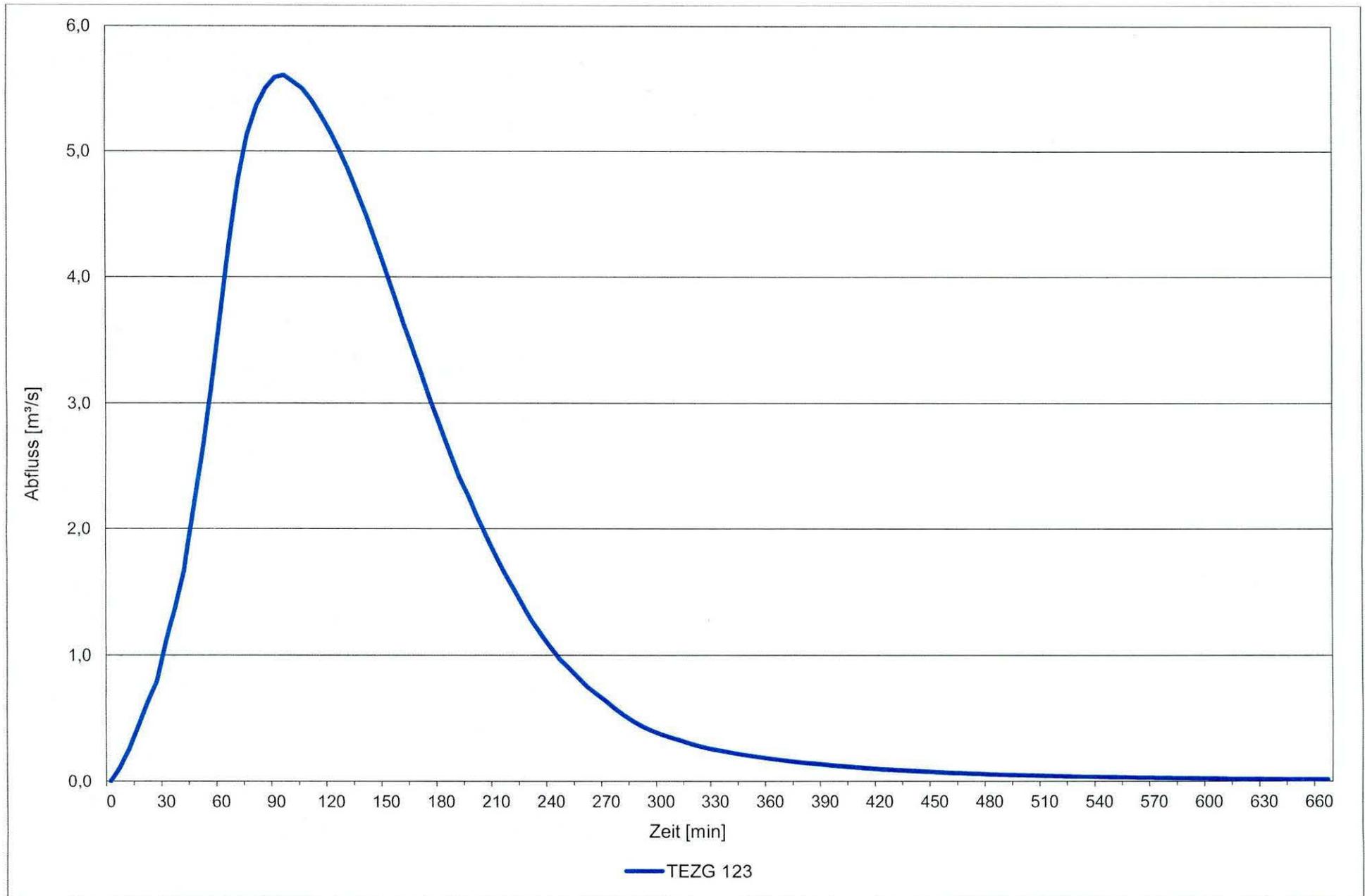
Anlage 8.1.3a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 5 a



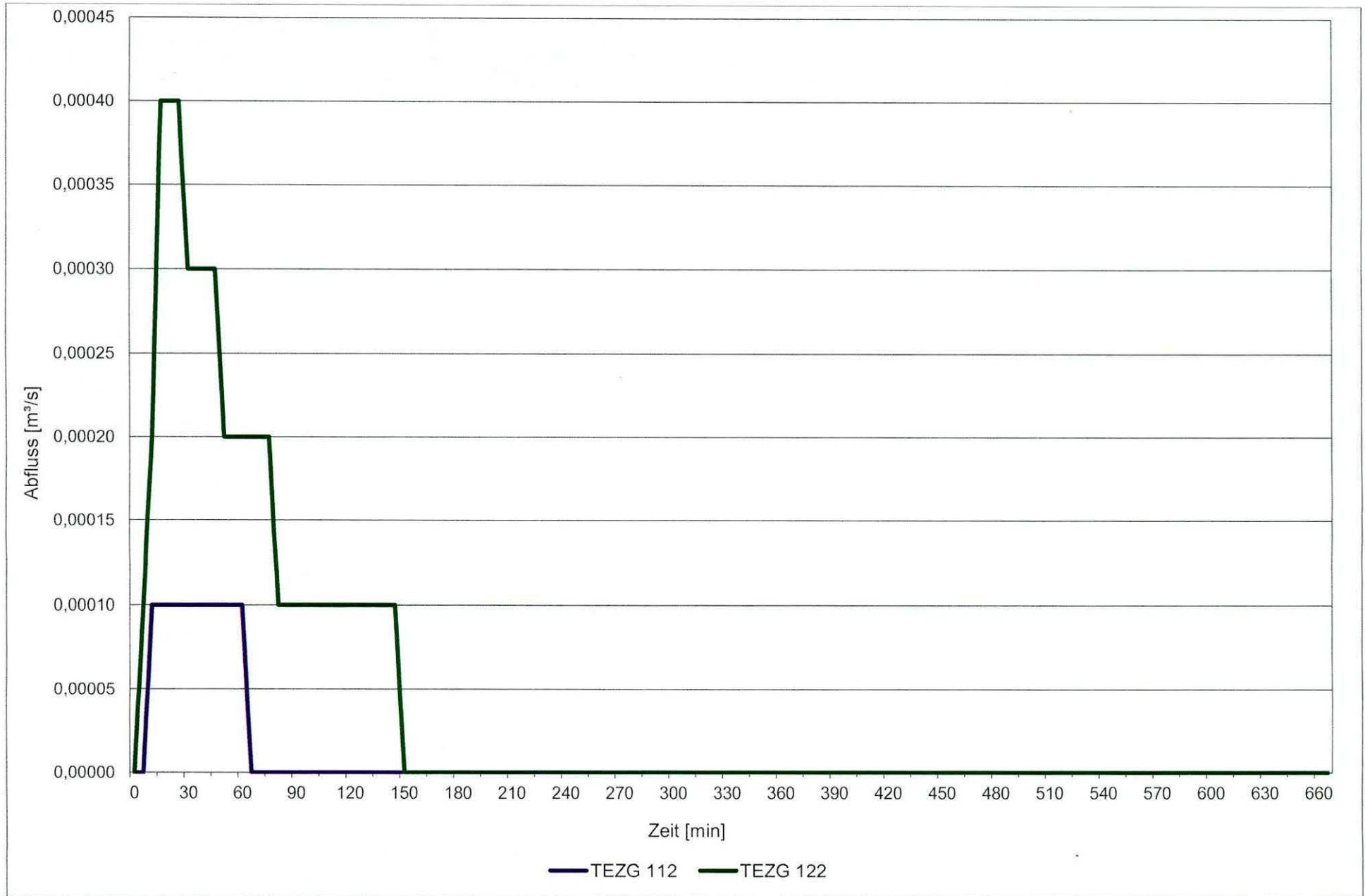
Anlage 8.1.3a:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 5 a



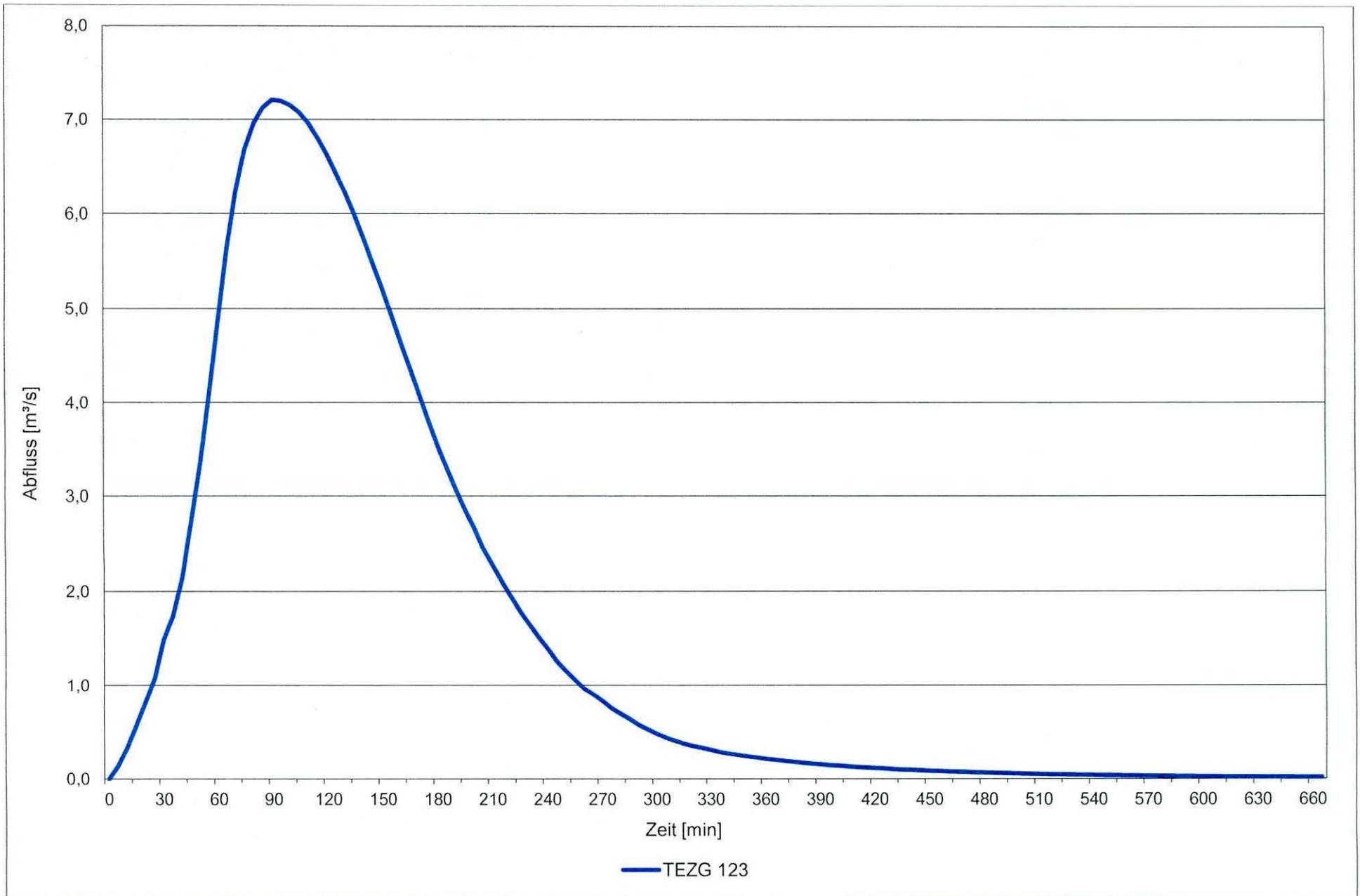
Anlage 8.1.4a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 10 a



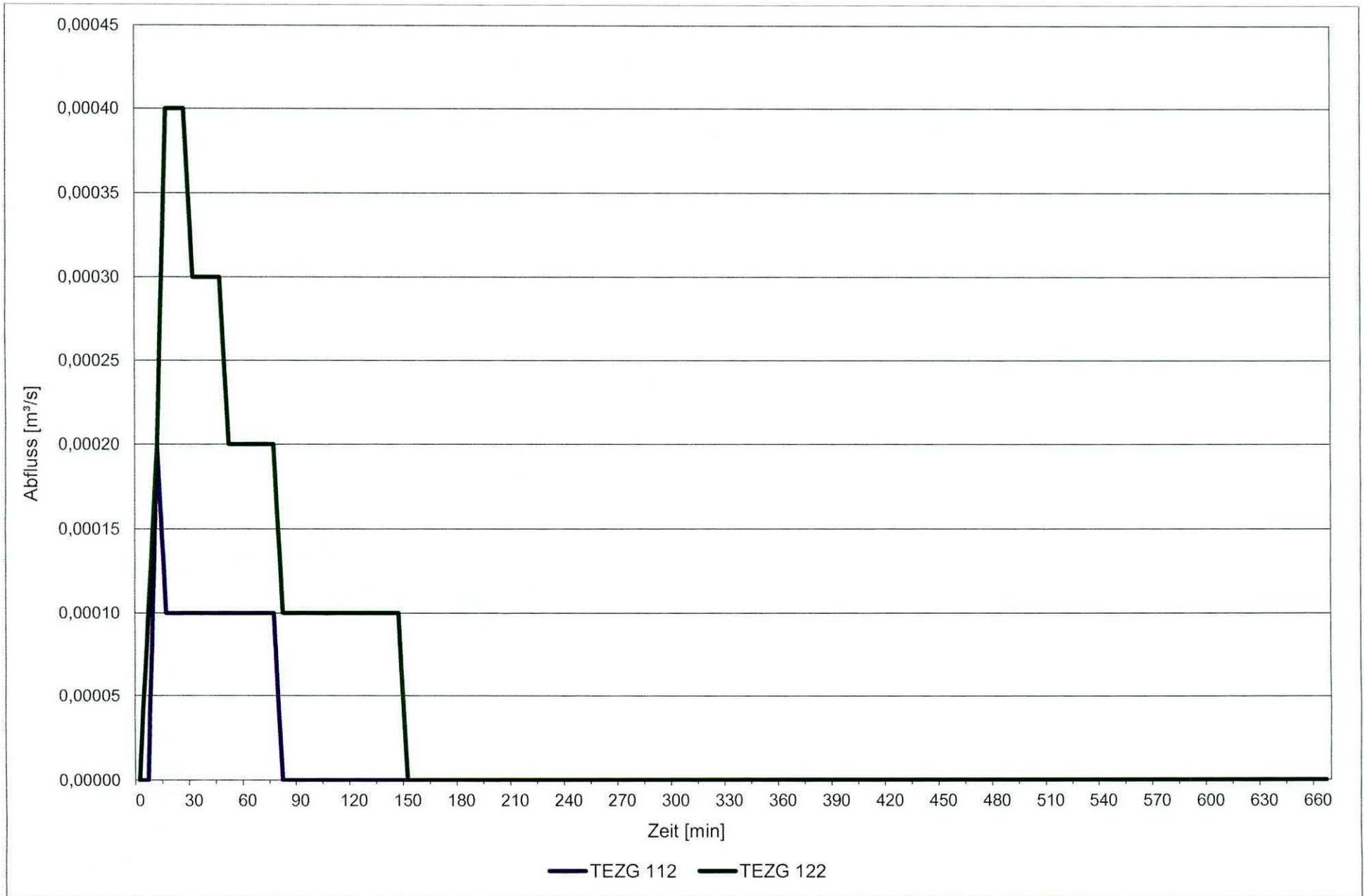
Anlage 8.1.4b:
Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 10 a



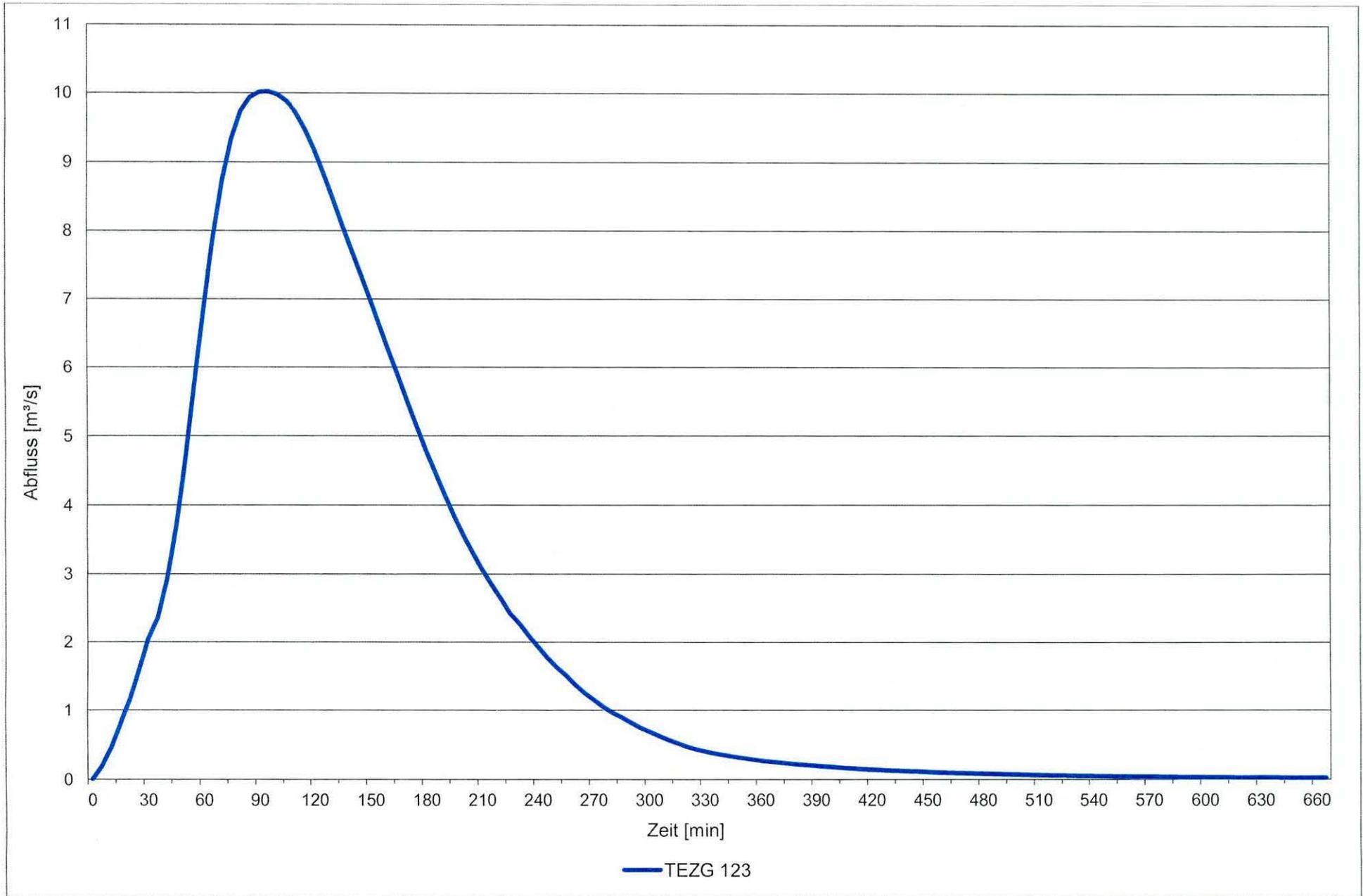
Anlage 8.1.5a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 20 a



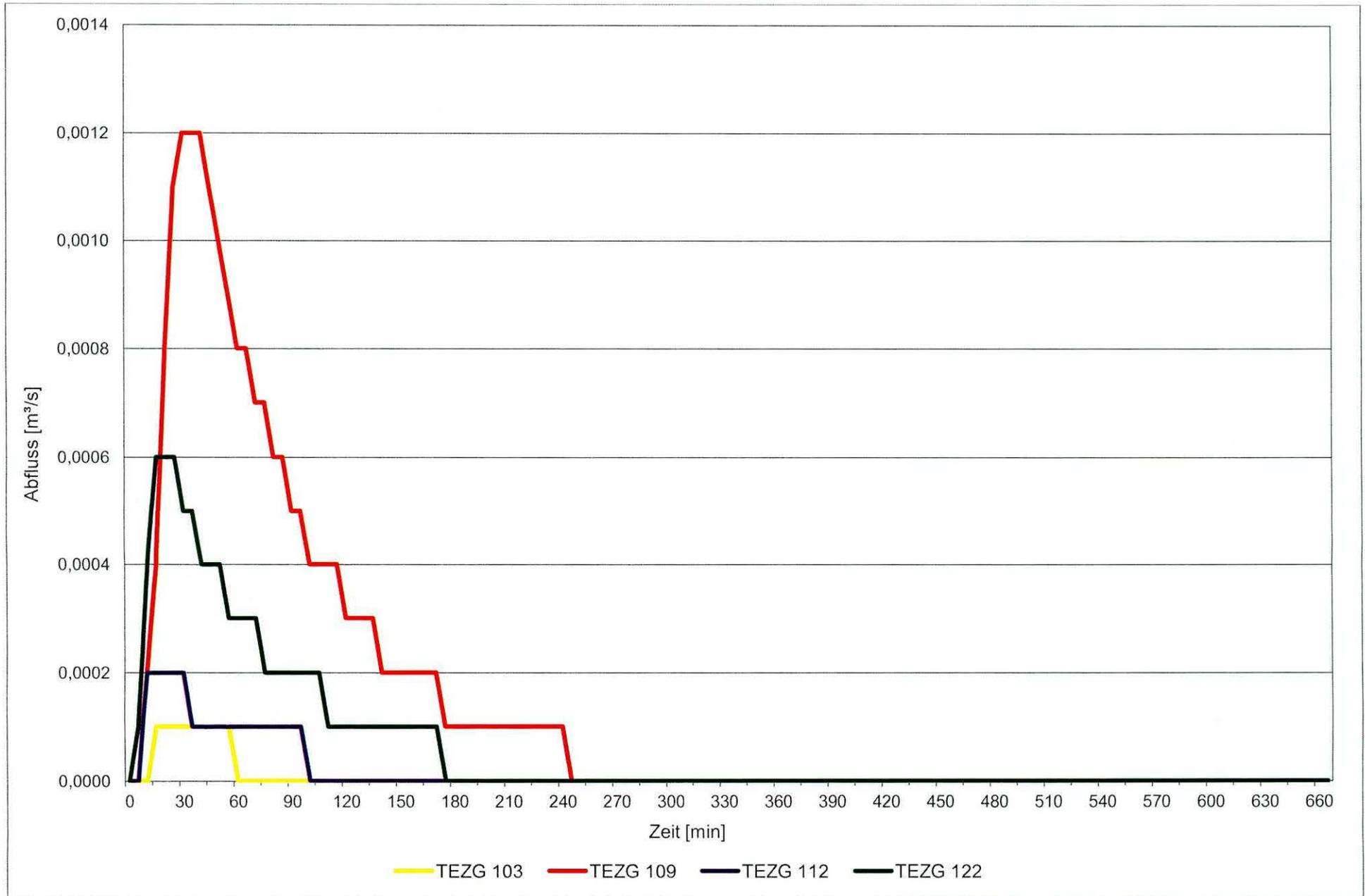
Anlage 8.1.5b:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 20 a



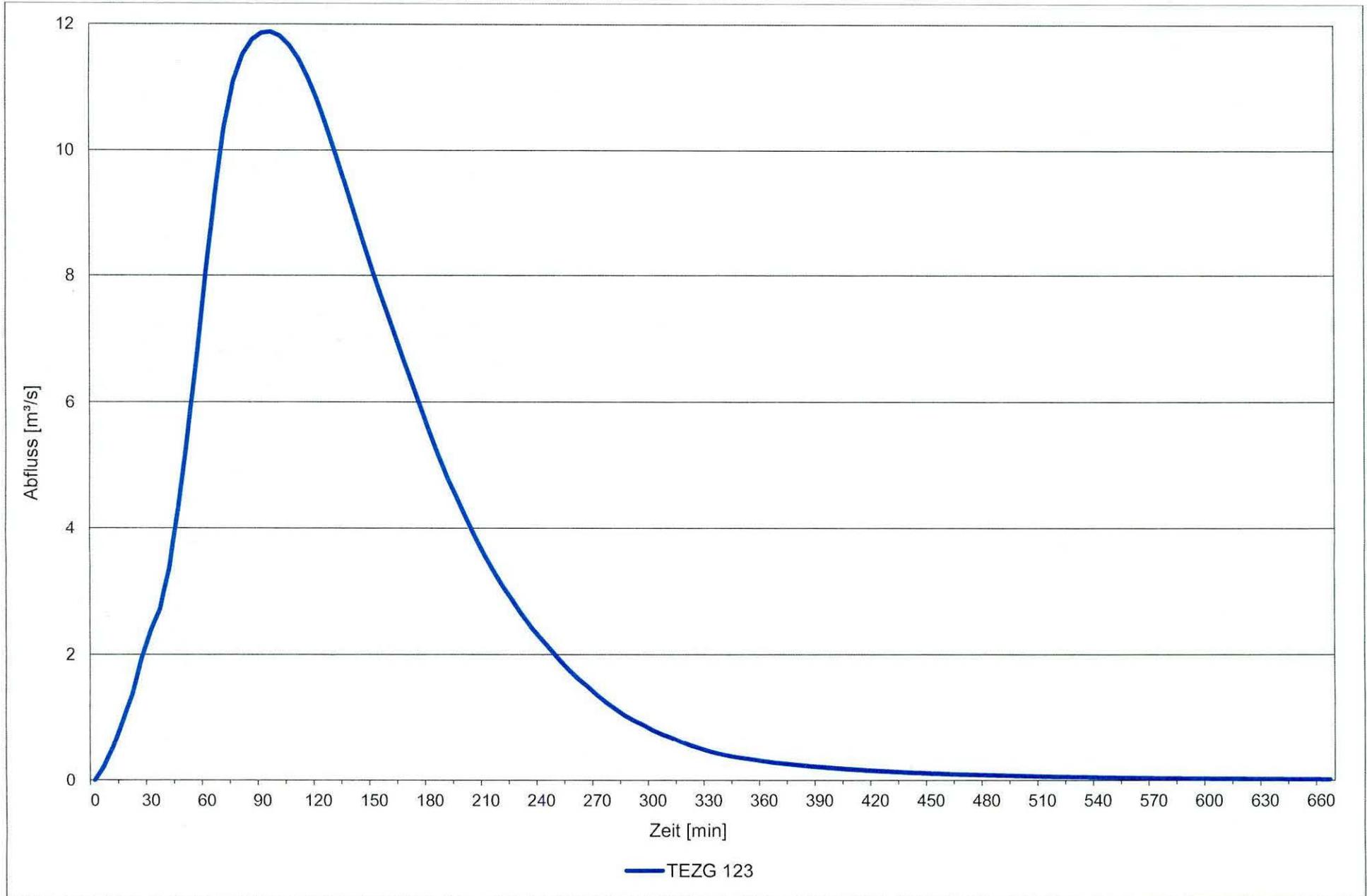
Anlage 8.1.6a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Niederschlagsereignis mit $D = 5$ min, Wiederkehrintervall 50 a



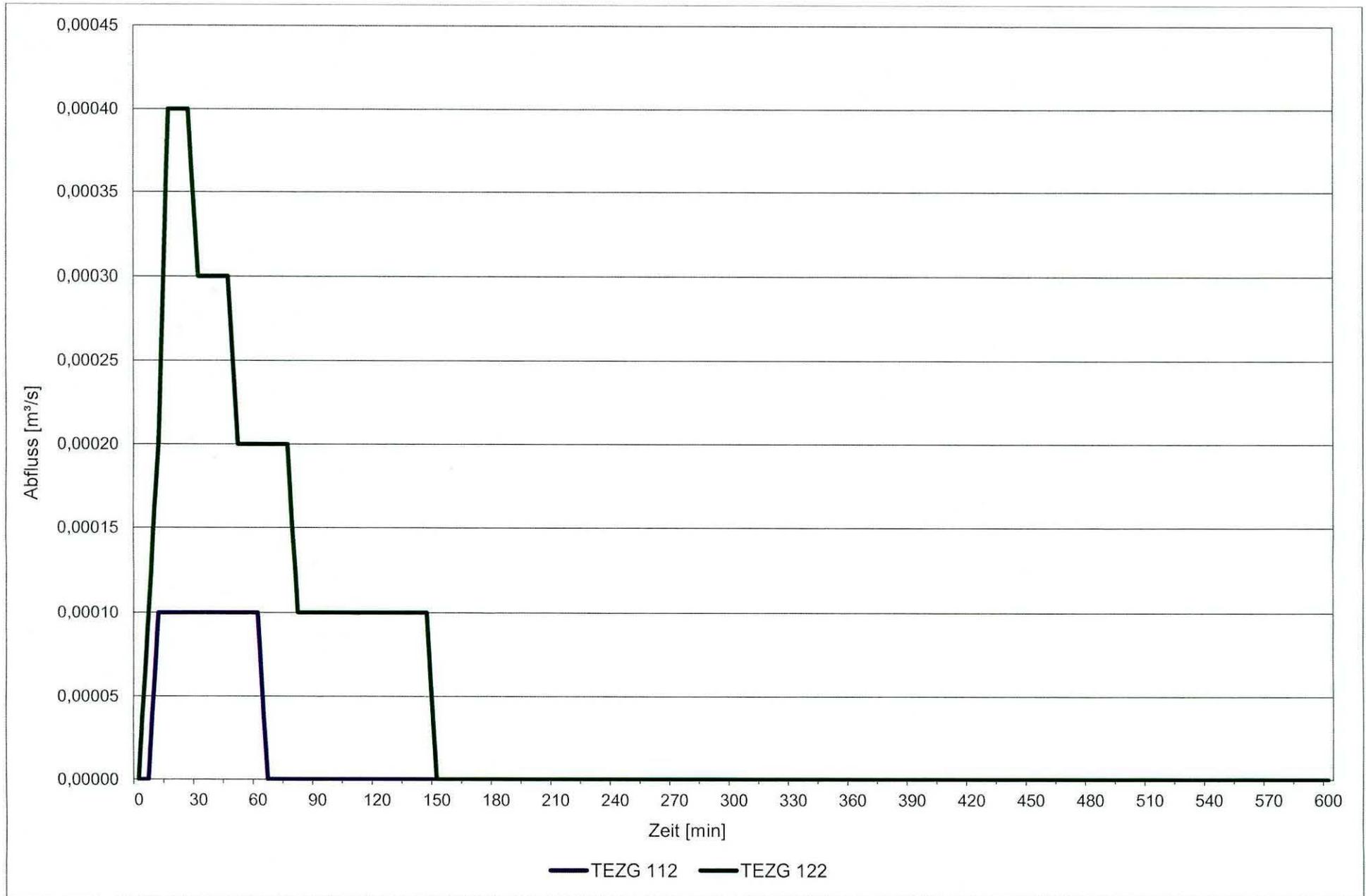
Anlage 8.1.6b:
Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Niederschlagsereignis mit D = 5 min, Wiederkehrintervall 50 a



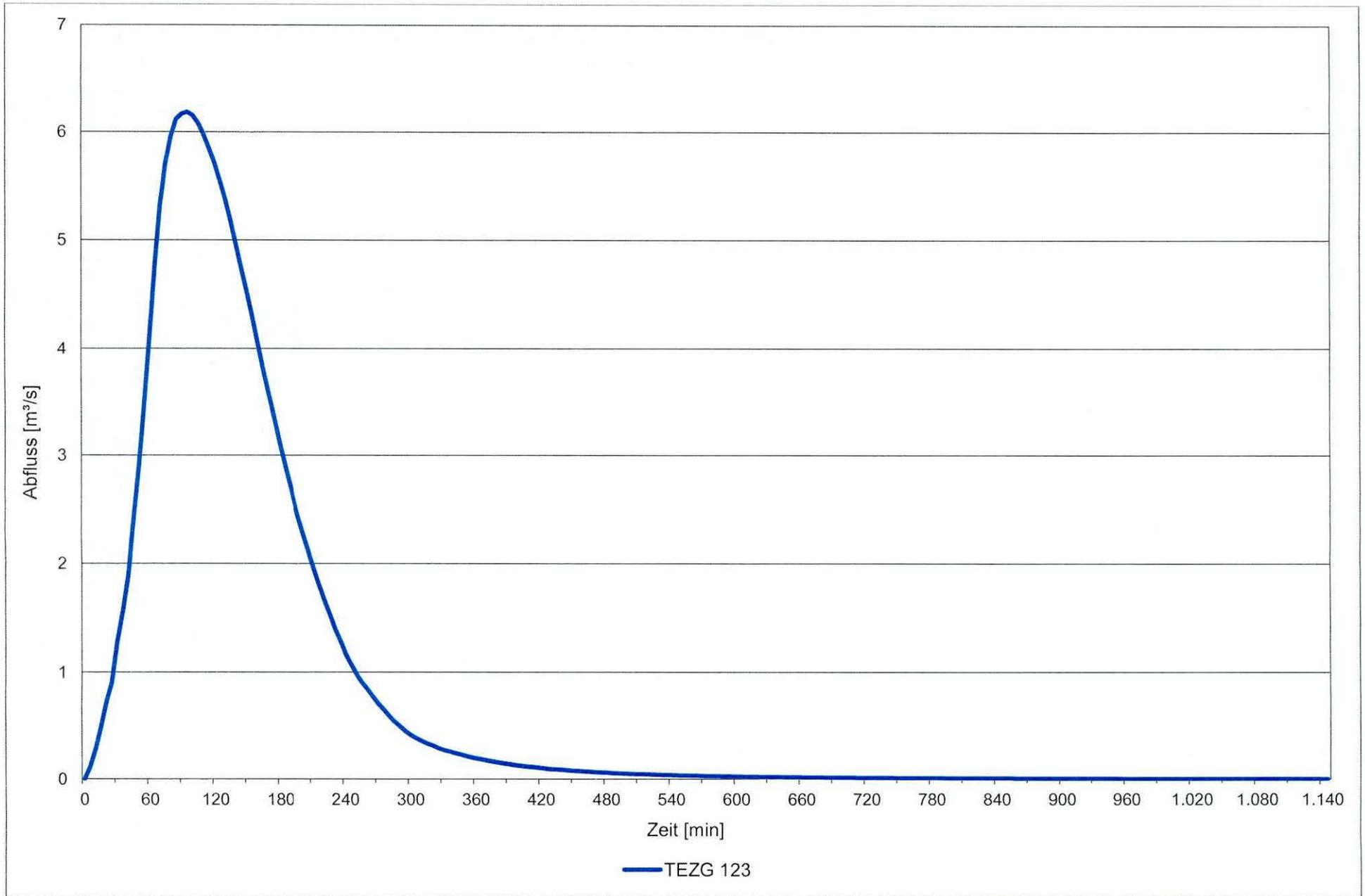
Anlage 8.2.1a:
 Abflüsse [m³/s] in den TEZG 103, 109, 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 5 min



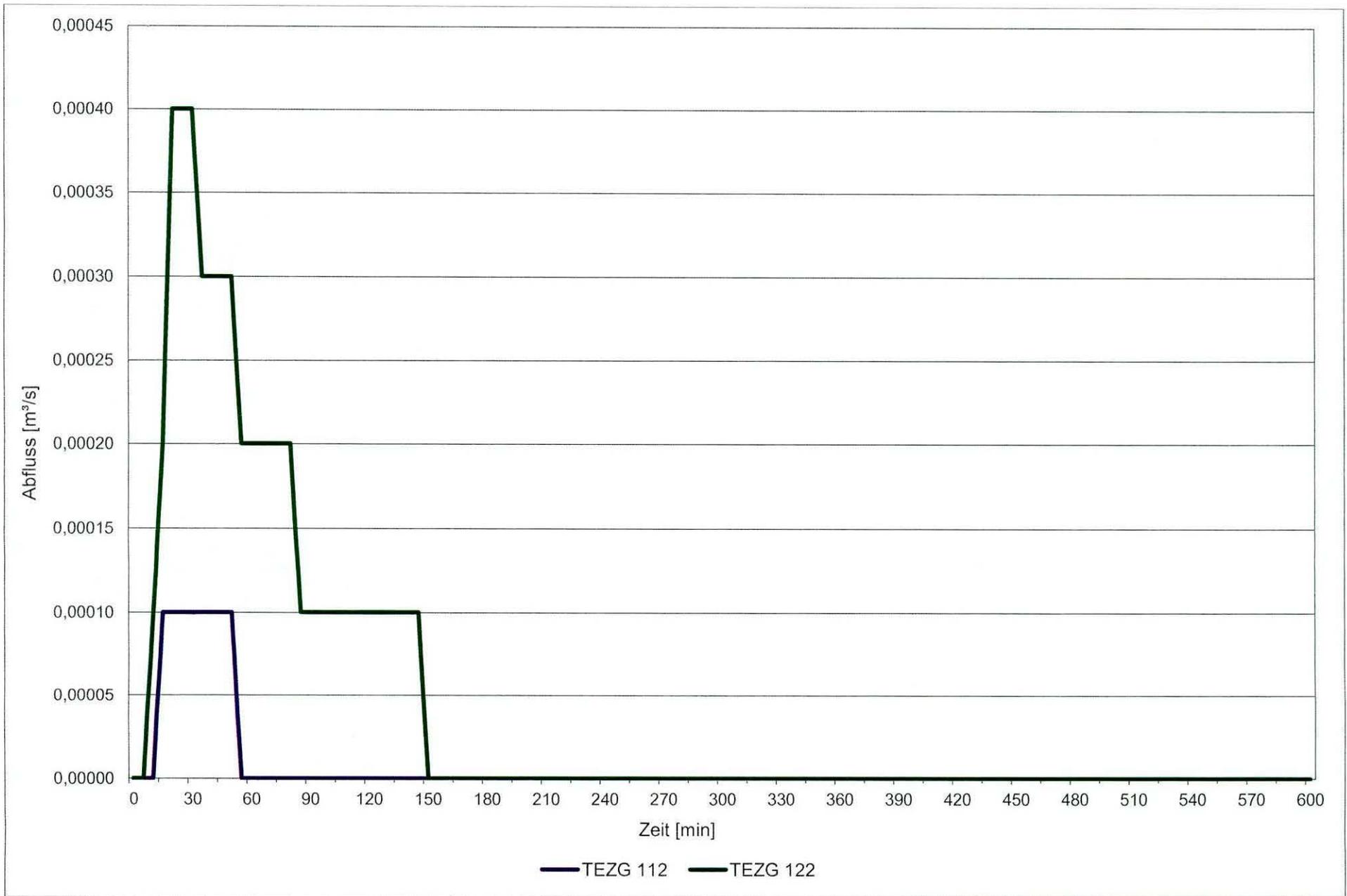
Anlage 8.2.1a:
Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 5 min



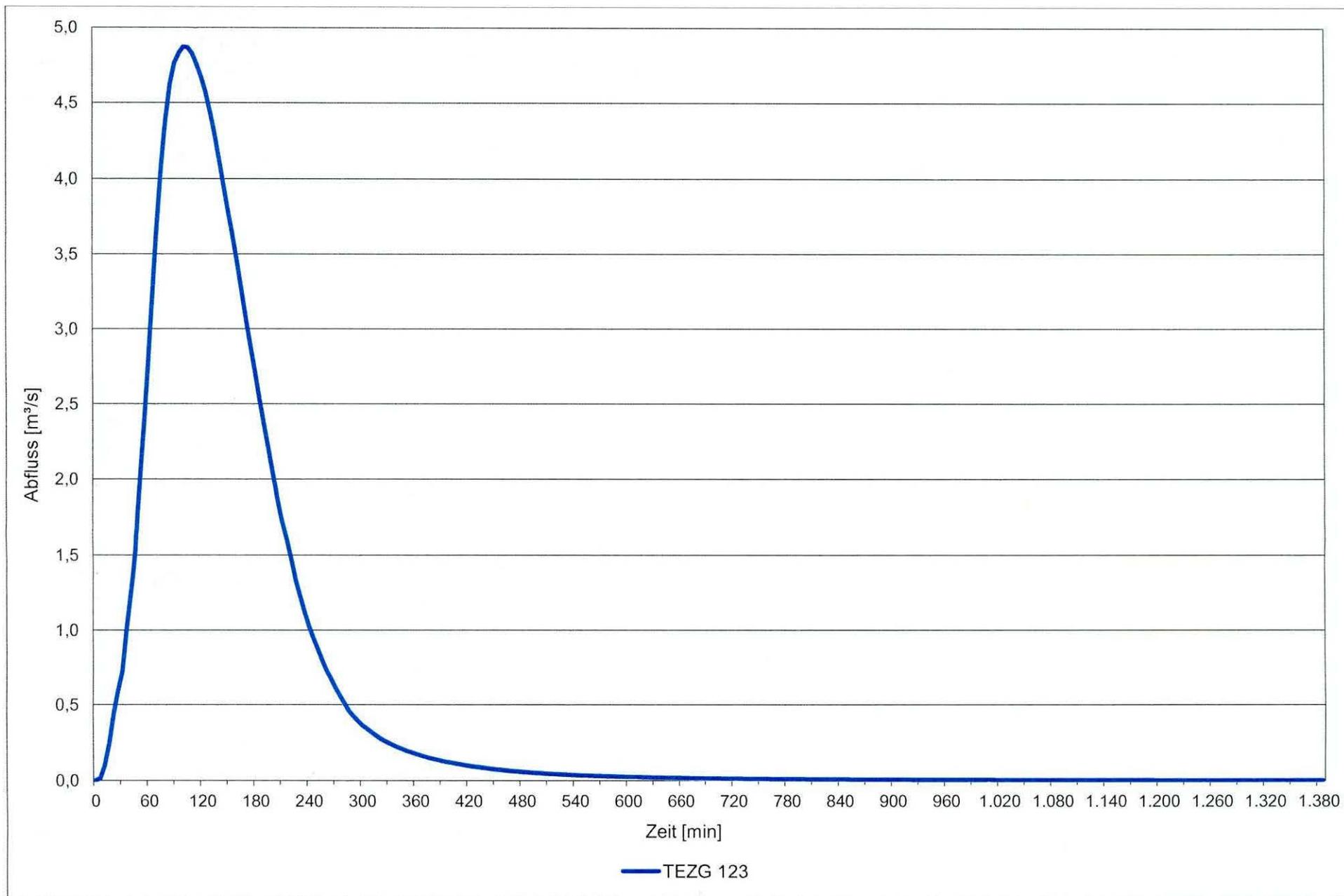
Anlage 8.2.2a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 10 min



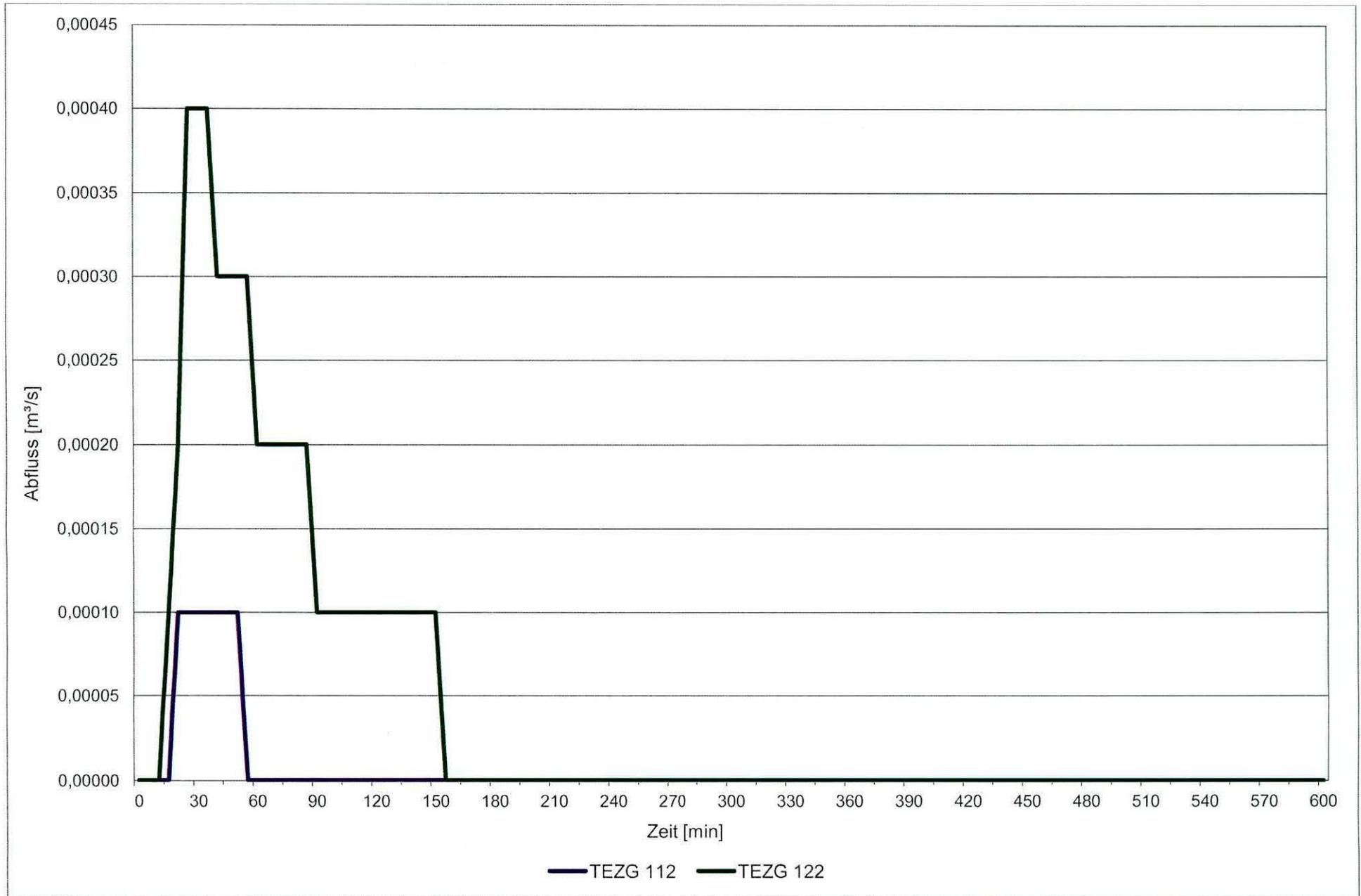
Anlage 8.2.2b:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 10 min



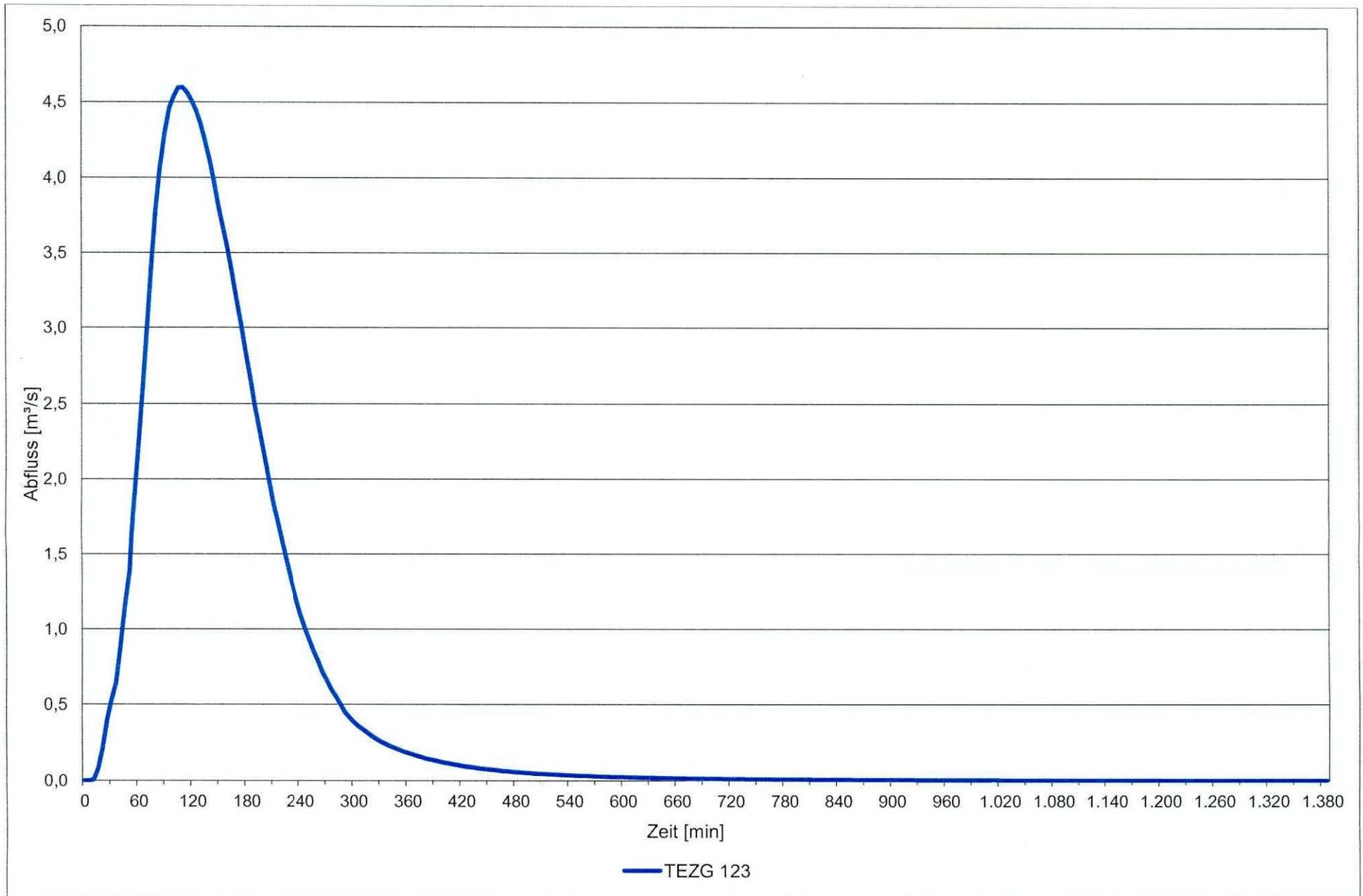
Anlage 8.2.3a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 15 min



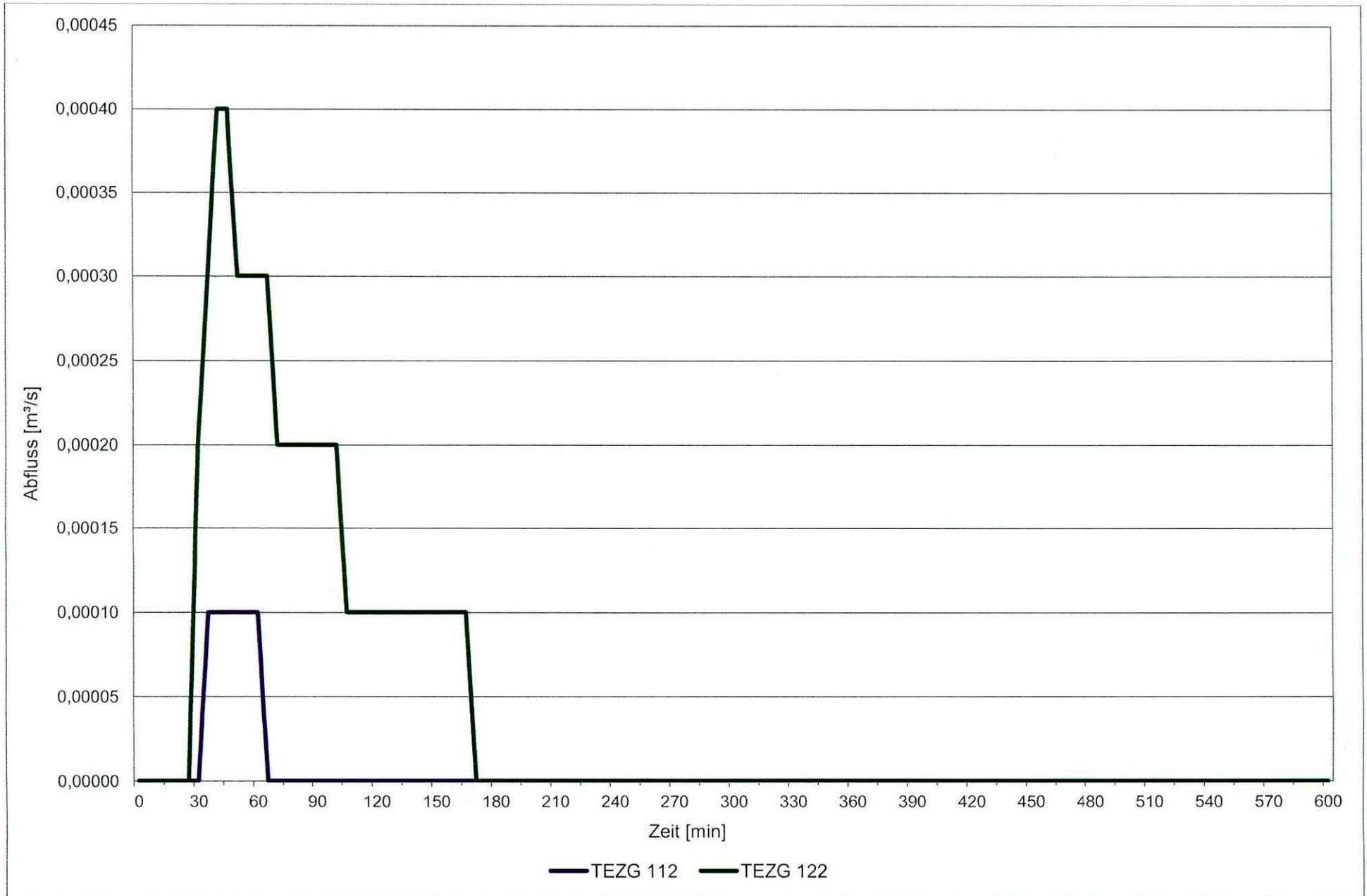
Anlage 8.2.3b:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 15 min



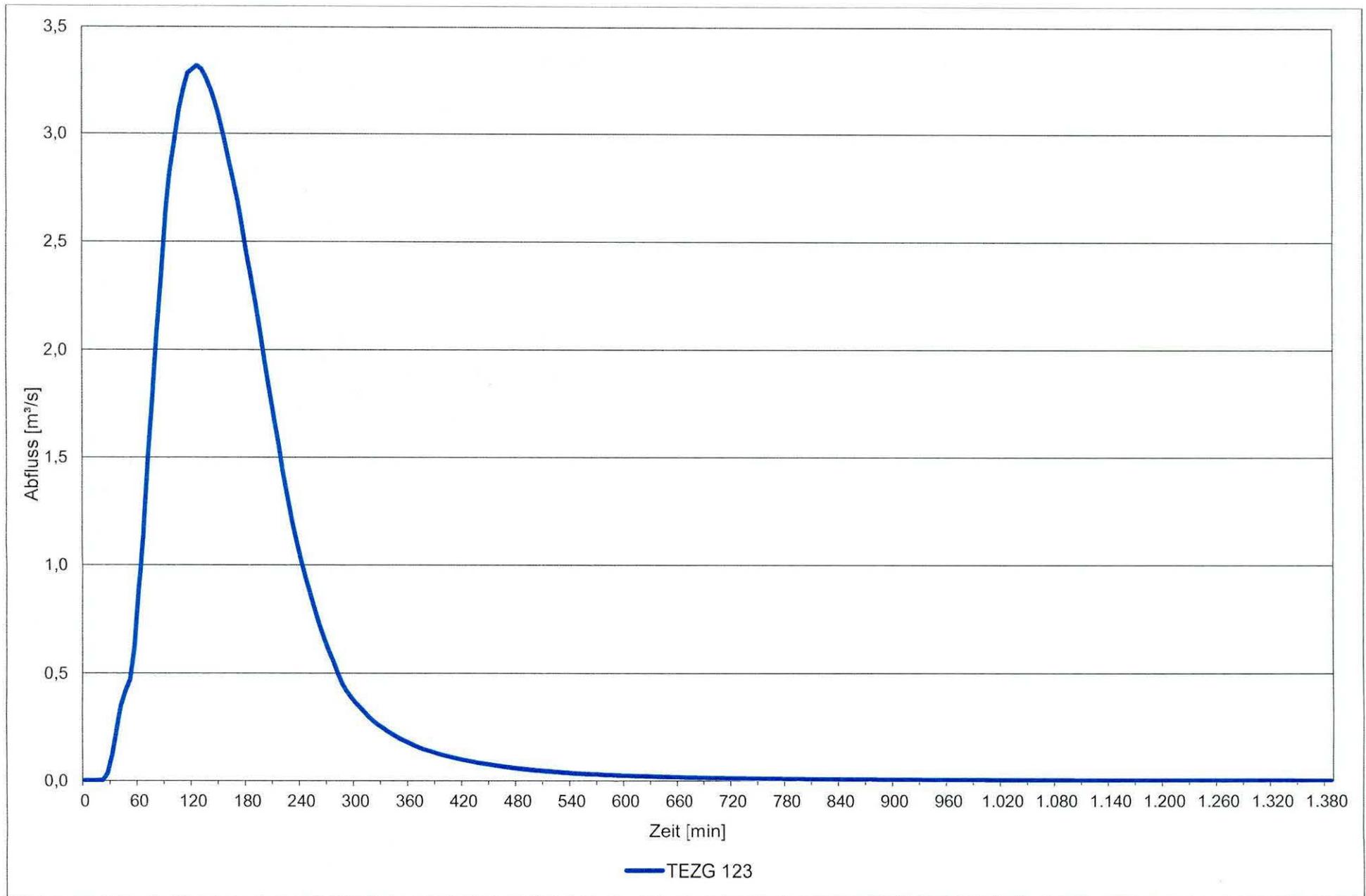
Anlage 8.2.4a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 30 min



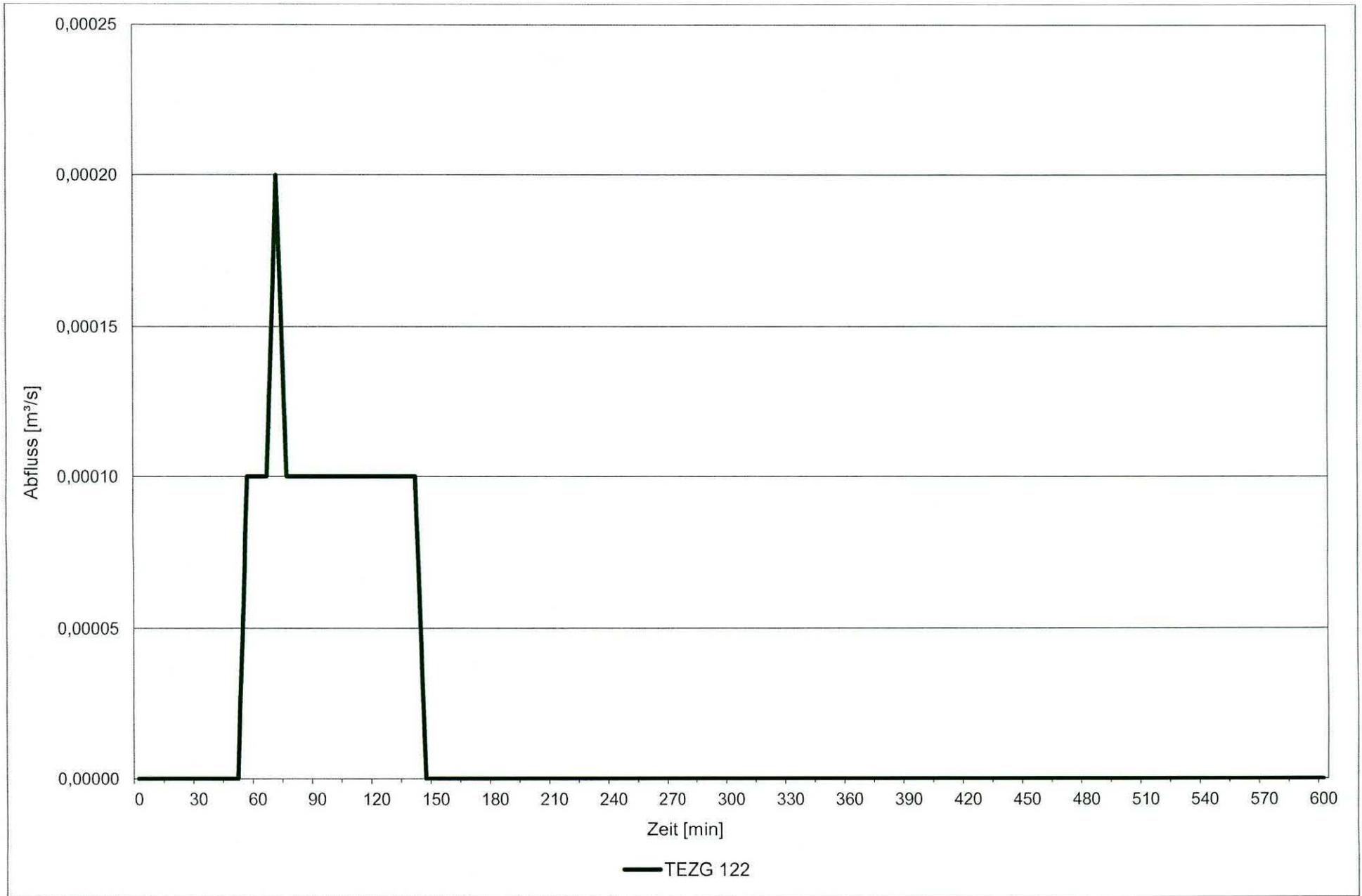
Anlage 8.2.4b:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 30 min



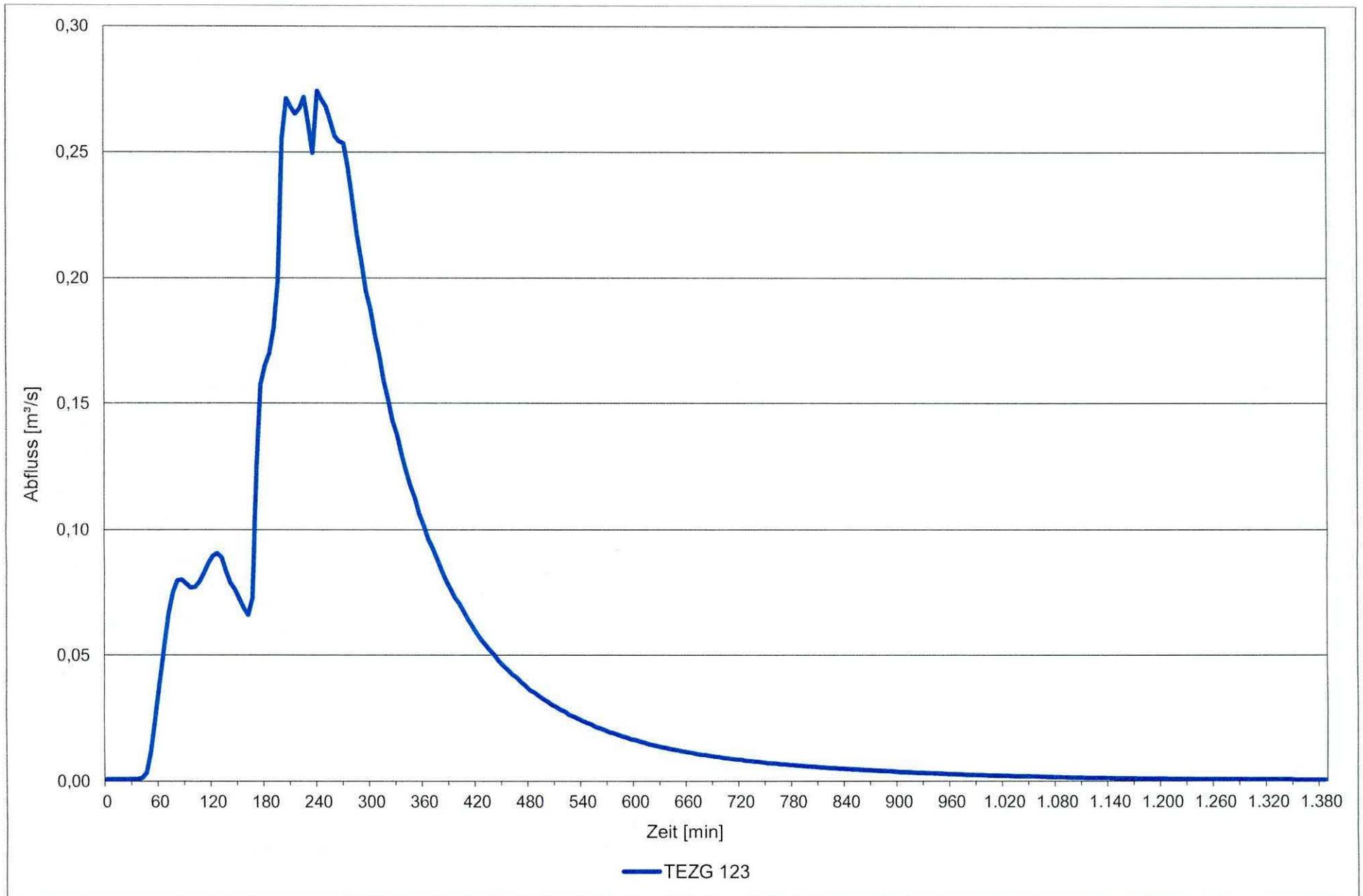
Anlage 8.2.5a:
Abflüsse [m^3/s] in den TEZG 112 und 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 60 min



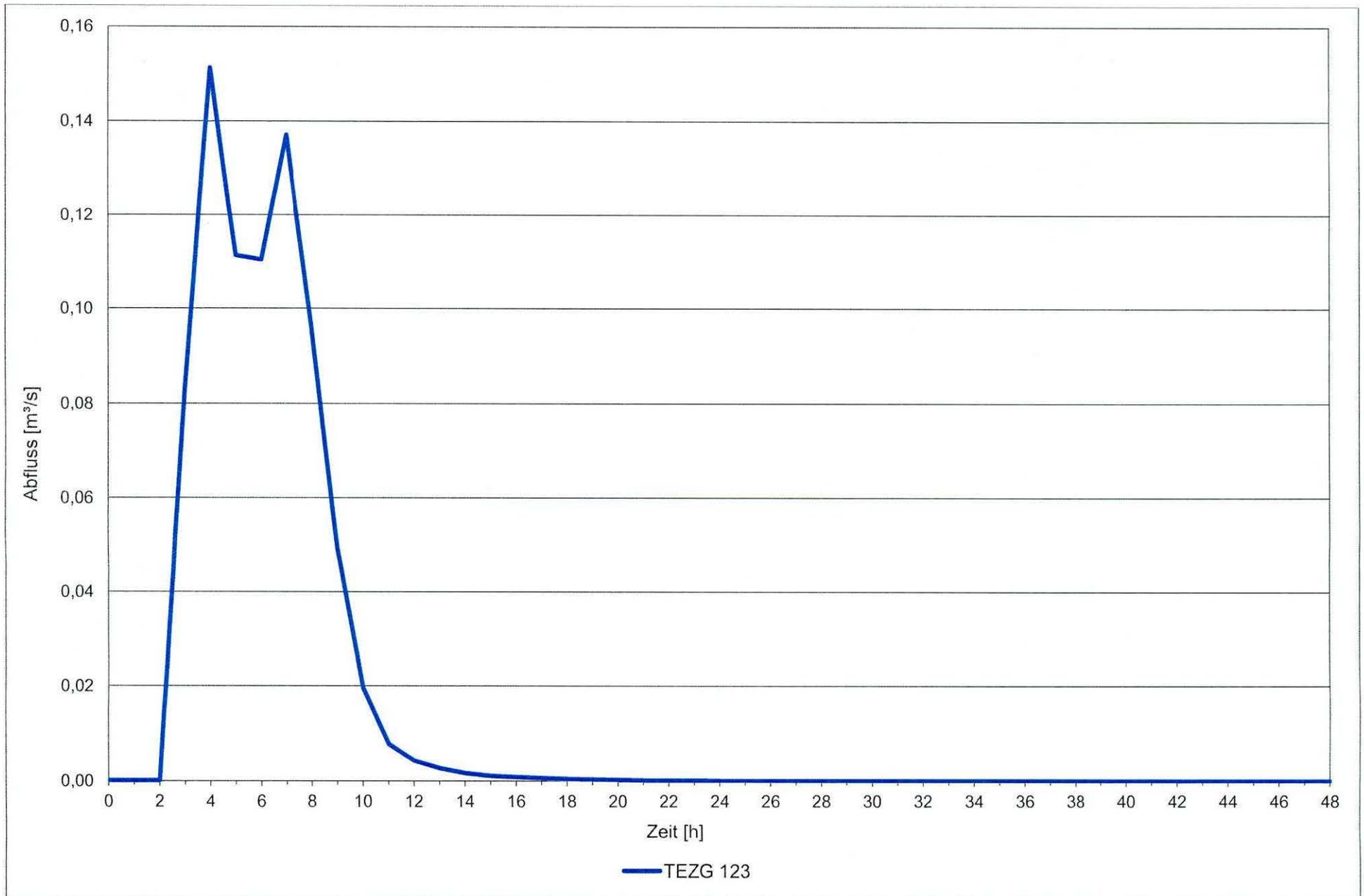
Anlage 8.2.5b:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 60 min



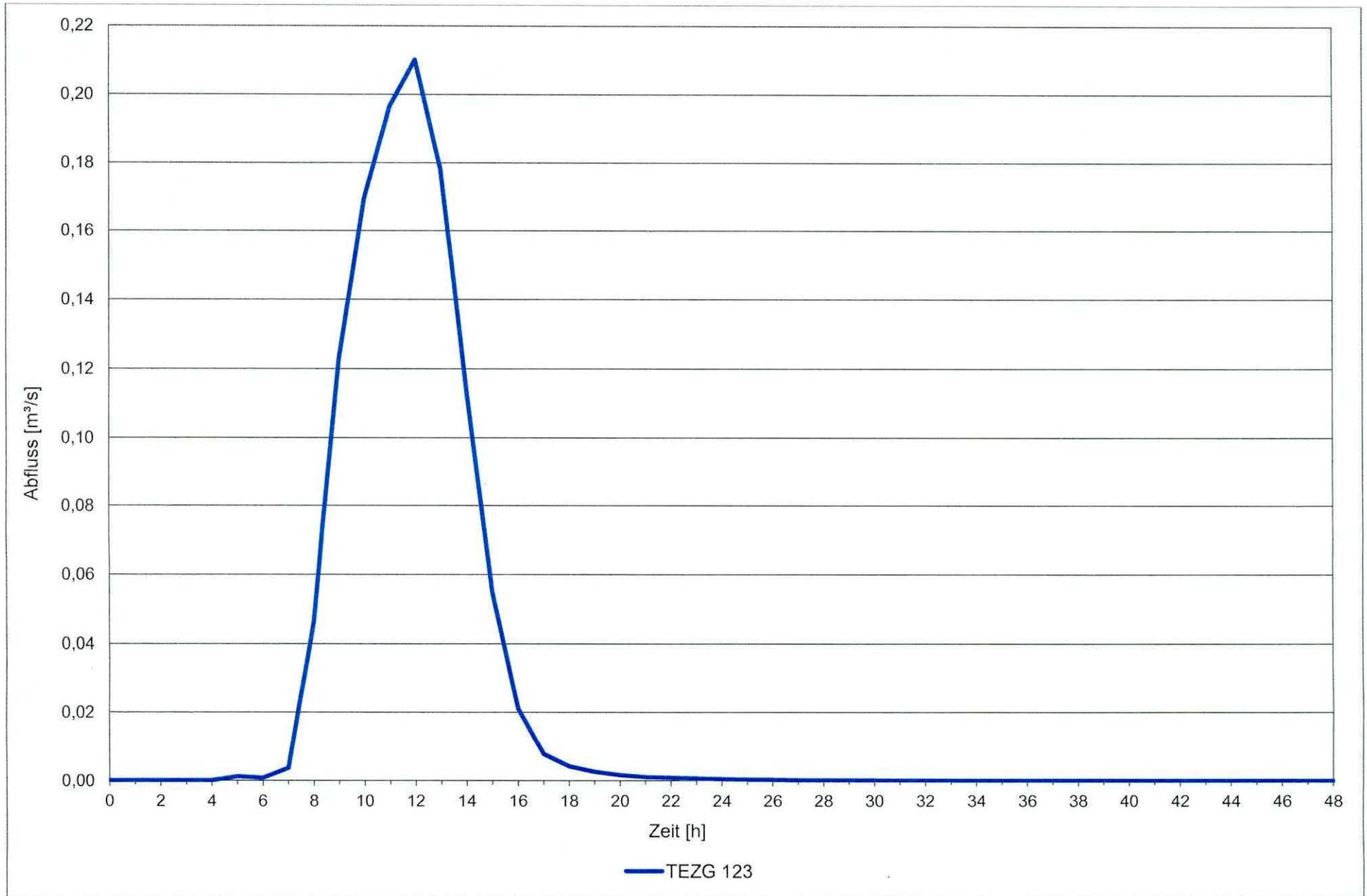
Anlage 8.2.6a:
Abflüsse [m³/s] im TEZG 122 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 2 h



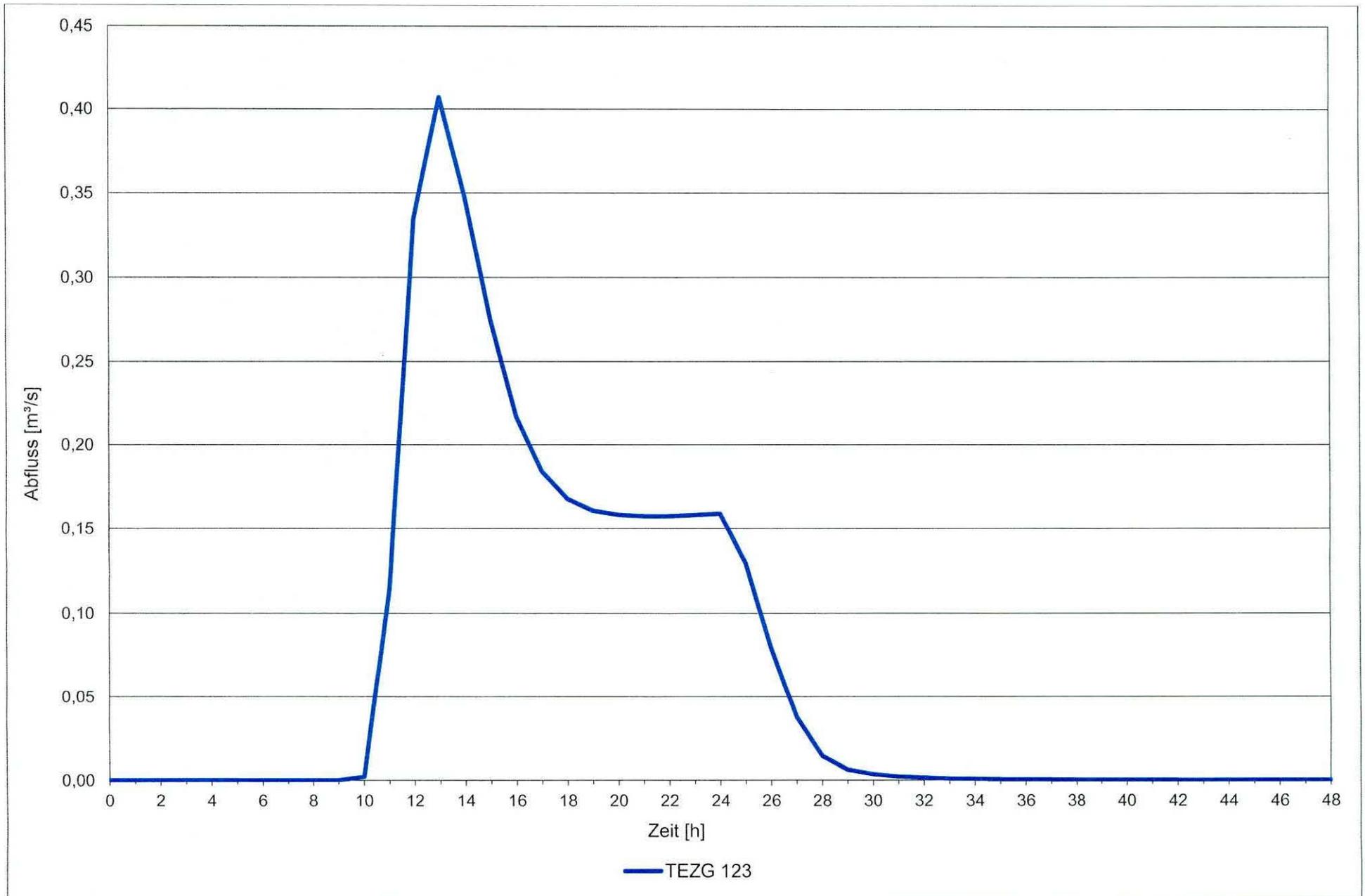
Anlage 8.2.6b:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 2 h



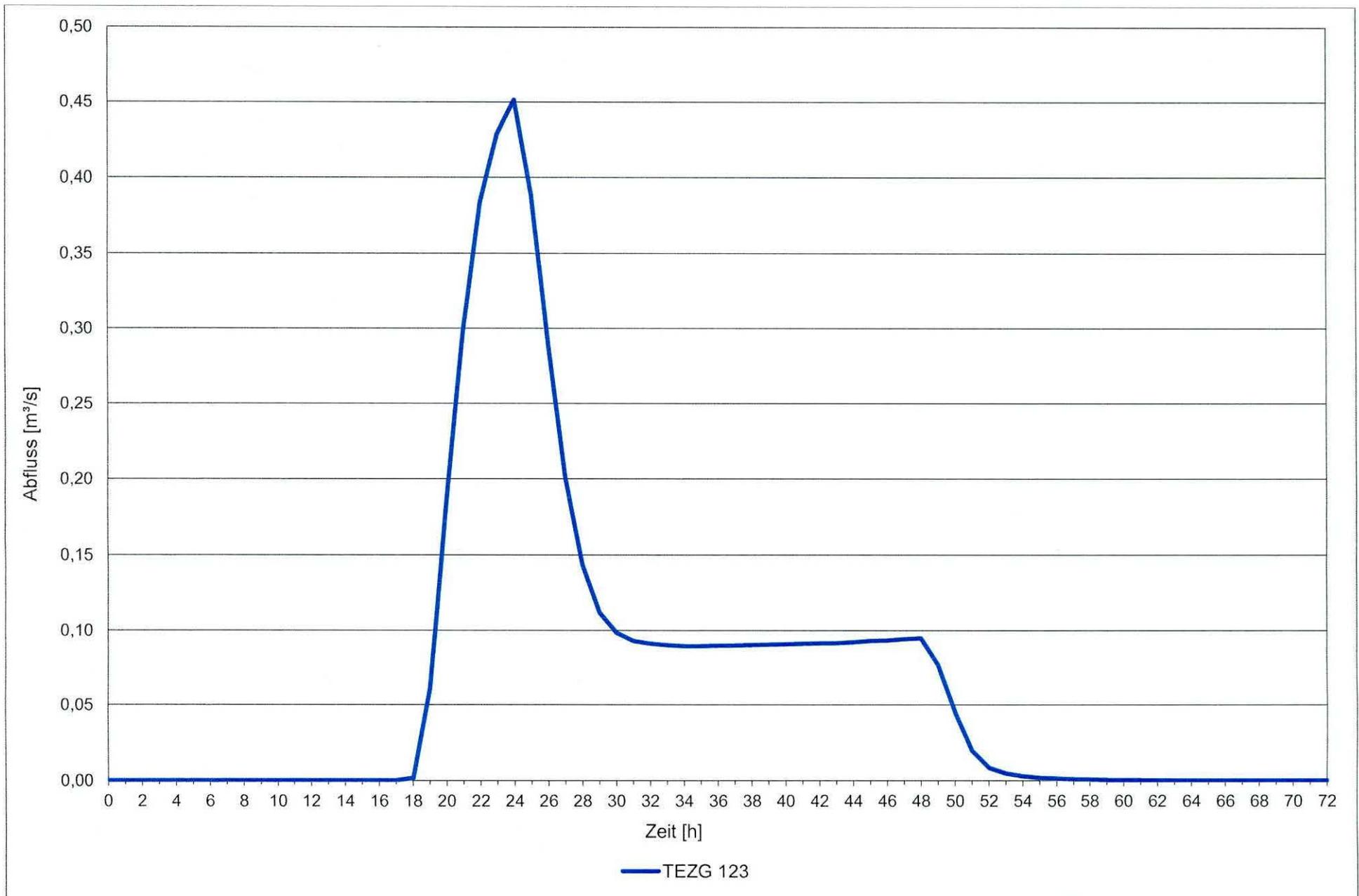
Anlage 8.2.7:
Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 6 h



Anlage 8.2.8:
Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 12 h



Anlage 8.2.9:
Abflüsse [m³/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 24 h



Anlage 8.2.10:
Abflüsse [m^3/s] im TEZG 123 bei Hochwasserereignis HQ100, Niederschlagsdauer 48 h