



## Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis	II
Planungsgrundlagen	III
Untersuchungsunterlagen	IV
<b>1. Vorbemerkung</b>	<b>1</b>
<b>2. Städtebauliche Situation</b>	<b>1</b>
<b>3. Entwurfsbeschreibung</b>	<b>2</b>
<b>4. Überflutungsprüfung</b>	<b>2</b>
4.1. Anlass und Aufgabenstellung	2
4.2. Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung	3
4.3. Methodische Ansätze und Arbeitsschritte der Gefährdungsanalyse	4
4.4. 2D-Simulation des Oberflächenabflusses	4
4.5. Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation – bidirektionale Kopplung	5
4.6. Aufbau und Parametrisierung der Simulationsebene	5
4.7. Niederschlagsbelastung und Niederschlagsauswahl	6
4.8. Berechnung unter Berücksichtigung des Versickerungsansatzes	6
<b>5. Überflutungsgefährdungsanalyse</b>	<b>7</b>
5.1. Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung	7
5.2. Mittels 2D-Simulation	8
Zusammenfassung der Berechnung:	9
5.3. Mittels gekoppelter 1D/2D-Abflusssimulation	11
Zusammenfassung der Berechnung:	12
5.4. Auswertung und Analyse der 2D und 1D/2D-Simulationen	13
Fließwege	13
Wasserstände	13
<b>6. Empfehlungen</b>	<b>14</b>
6.1. Überschwemmungsbereiche	14
6.2. Unbebaute Überflutungsflächen	14
6.3. Planungshinweise und Maßnahmen	14
<b>7. Fazit</b>	<b>16</b>

### Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 2-1: Übersichtskarte, Quelle Bezirksregierung Köln, TIM-online	1
Abbildung 5-1: Messpunkt 01	8
Abbildung 5-2: Messpunkt 06	8
Abbildung 5-3: Messpunkt 10	8
Abbildung 5-4: Messpunkt 11	9
Abbildung 5-5: Messpunkt 07	11
Abbildung 5-6: Messpunkt 15	11
Abbildung 6-1: Überschwemmungsbereiche	14
Abbildung 6-2: Achse 2	14
Abbildung 6-3: Achse 7	14

### Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 4-1: DWA-M 119 – Tabelle 2	3
Tabelle 4-2: Gefahrenklassen in Abhängigkeit ermittelter Wasserstände gemäß DWA-M-119 – Tabelle 4	3
Tabelle 4-3: Versickerungsansätze	6
Tabelle 5-1: Messwerte der 2D-Simulation	9
Tabelle 5-2: 2D-Simulation, Zusammenfassung der Berechnung	10
Tabelle 5-3: Messwerte der gekoppelten 1D/2D-Abflusssimulation	12
Tabelle 5-4: 1D/2D-Abflusssimulation, Zusammenfassung der Berechnung	12

### Diagrammverzeichnis

---

Diagramm 4-1: Modellregen nach DVWK-Verteilung [20-50-15-15] für HQ100	5
--	---

## Literaturverzeichnis

- DWA-Regelwerke, Arbeitsblatt DWA-A 118  
*Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Verfasser ATV-DVWK-Regelwerk, Ausgabe März 2006.*
- Merkblatt DWA-M 119  
*Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, Ausgabe November 2016*
- DIN EN 752  
*Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement, Deutsche Fassung EN 752, Ausgabe Juli 2017*
- Die angewendeten Programme:  
*Wasserwirtschaft: Tandler.com GmbH / Pecher Software GmbH, ++SYSTEMS Version 14 / 2023*  
*Autodesk 2023*  
*Microsoft Office 2021*

## Planungsgrundlagen

Für die Bearbeitung wurden die folgenden Grundlagendaten verwendet:

- Katasterplan, Bebauungsplan und Vermessungsunterlagen,  
Verfasser ÖbVi Ulrich Epp, Stand 02.07. und 01.09.2020
- Örtliche Regendaten der Gemeinde Alfter aus KOSTRA Atlas 2020
- Straßenplanung mit dem Höhenkonzept der Planstraßen im Baugebiet,  
Verfasser: Ing.-Büro Kohlenbach + Sander, Bonn
- Geobasisdaten  
Geländepunkte als DGM 1m Raster, die Luftbilder und digitales  
Liegenschaftskataster des Landes NRW, Quelle Bezirksregion Köln,  
Geobasis NRW Stand 2023

## Untersuchungsunterlagen

### Dokumentationen:

---

Erläuterungsbericht

### Themenpläne:

---

	<b>Maßstab</b>	<b>Anl. / Bl.</b>
– 2D-Simulation des Oberflächenabflusses Überflutungsprüfung und -analyse Teil (1)	1:1000	18.1 / 1
– Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation Überflutungsprüfung und -analyse Teil (2)	1:1000	18.1 / 2

### Diagrammen:

---

	<b>Nummer</b>
– Durchflusskurve 2D-Simulation des Oberflächenabflusses Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation	S 01 bis 20 S 01 bis 20
– Messpunkte 2D-Simulation des Oberflächenabflusses Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation	M 01 bis 17 M 01 bis 17

### Animationen:

---

2D-Simulation des Oberflächenabflusses.AVI  
Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation.AVI

## 1. Vorbemerkung

Die "Wirtschaftsförderung Alfter GmbH" beabsichtigt die Erschließung des "Gewerbegebiet-Teilbereich II" in "Alfter Nord".

Der Plangeltungsbereich wird im Wesentlichen wie folgt begrenzt:

- Im Norden durch das Gewerbegebiet Bornheim Süd.
- Im Nordosten durch die L 183n.
- Im Südwesten durch die Gleisanlagen der Deutschen Bahn (Strecke Köln-Bonn) mit angrenzender Bebauung.
- Im Nordwesten durch ein bestehendes Gewerbegebiet mit vorhandener Bebauung.

Starkregenereignisse machen die Aufstellung einer Überflutungsprüfung notwendig. Gleichmaßen gewinnen Themen wie nachhaltige Bewirtschaftung des Niederschlagswassers und die Bewältigung von Sturzflutereignissen an Bedeutung.

Weiterhin haben sich im Laufe der letzten Jahre die gesetzlichen und technischen Anforderungen an die Entwässerungseinrichtungen erheblich geändert.

Das Ingenieurbüro KOHLNBACH & SANDER GMBH & CO. KG wurde von der "Wirtschaftsförderung Alfter GmbH" mit der Überflutungsprüfung und -analyse für das geplante Baugebiet "Gewerbegebiet-Teilbereich II" beauftragt.

Für das Baugebiet liegt derzeit die Überflutungsgefährdungsanalyse im IST-Zustand vor mit Stand vom 11.01.2021.

Die Untersuchung im Planungszustand wird mittels Überflutungssimulation unter Berücksichtigung der geplanten Entwässerungsanlagen, Straßen und Gebäude durch 2D-Simulation des Oberflächenabflusses und gekoppelter 1D/2D-Abflusssimulation (bidirektionale Kopplung) durchgeführt.

## 2. Städtebauliche Situation

Das geplante Baugebiet liegt im nördlichen Bereich der Gemeinde Alfter im Rhein-Sieg-Kreis. Auf dem rd. 46,186 ha großem Gebiet ist eine Gewerbebebauung vorgesehen.

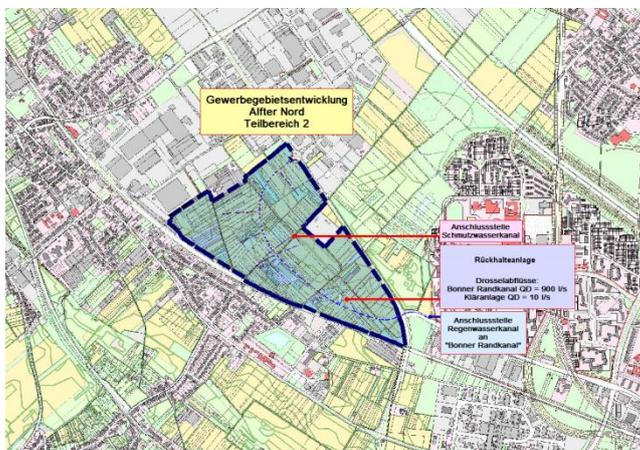


Abbildung 2-1: Übersichtskarte, Quelle Bezirksregierung Köln, TIM-online

### 3. Entwurfsbeschreibung

---

Die Erschließungsplanung des Gebietes wurde unter Beachtung der Ökologie, der Topografie und der angeführten Planungsgrundlagen, insbesondere nach den Festsetzungen des Bebauungsplans sowie nach den anerkannten Regeln der Abwassertechnik erstellt.

Das gesamte Gebiet liegt innerhalb einer Wasserschutzzone IIIB.

Das Plangebiet, das als reines Gewerbegebiet ausgewiesen ist, soll im Trennsystem entwässert werden.

Die geplanten Trassen der Hauptsammler liegen innerhalb der im Bebauungsplan ausgewiesenen öffentlichen Verkehrsflächen. Die Tiefenlage der neuen Kanäle wurde so gewählt, dass die öffentlichen und privaten Verkehrsflächen, Stellplätze und Außenanlagen auf den Baugrundstücken im freien Gefälle an die Entwässerungsanlagen angeschlossen werden können.

Die Einzelheiten der geplanten Schmutz- und Regenwasserkanäle sowie der Regenrückhaltebehandlungs- und Rückhalteanlagen werden in der Entwurfsplanung ausführlich beschrieben.

### 4. Überflutungsprüfung

---

#### 4.1. Anlass und Aufgabenstellung

---

Die detaillierte Überflutungsberechnung für das Baugebiet wurde nach DIN EN 752 und DWA Merkblatt M 119 durchgeführt.

Die gekoppelten Modelle bieten die Möglichkeit, auch die Prozesse von Abflussbildung und Abflusskonzentration auf Grundlage der 2D-Oberflächenabflussmodelle detailliert nachzubilden (z. B. "direkte Beregnung" nicht befestigter Freiflächen oder befestigter Grundstücks- und Straßenflächen).

Als Bewertungskriterien wurden die errechneten Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten herangezogen.

Die Aufgabenstellungen waren:

- die Identifikation von Überflutungsschwerpunkten innerhalb des Baugebiets,
- die Erarbeitung urbaner Gefahren- und Risikokarten,
- Maßnahmenplanungen.

Im Bereich der hydrodynamischen Berechnung (2D-Überflutungsberechnungen) wird hier zwischen den Methoden "2D-Simulation des Oberflächenabflusses" und "gekoppelter 1D/2D-Abflussimulation" unterschieden.

Die Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgt über die Vorgabe von Bemessungsregen bzw. -abflüssen mit entsprechenden Wiederkehrzeiten.

Für die Bewertung der hydraulischen Situation und die Überflutungsprüfung wurden Niederschläge mit einer Wiederkehrhäufigkeit von HQ100 (1-mal in 100 Jahren) angesetzt. Auf Basis einer Gefährdungsanalyse mittels "2D-Abflussmodellierung" und "gekoppelter 1D/2D-Abflusssimulation" sollen die Gefährdungsbereiche an der bestehenden und geplanten Geländeoberfläche lokalisiert werden. Die Wasserspiegellagen wurden für den Planungszustand mit einem HQ100-Abfluss ermittelt.

#### 4.2. Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung

Zur Ermittlung der maßgebenden Abflüsse wurde für das Baugebiet "Alfter Nord-Teilbereich II" ein hydrologisches Wasserhaushaltsmodell mit der Software ++SYSTEMS, Tandler.com, GeoCPM erstellt. Bei der Modellerstellung wurde besonderen Wert auf einen Abgleich mit dem Modell für die Siedlungsentwässerung gelegt. Einzugsgebietsgrenzen und versiegelte Flächen sind in das hydrologische Wasserhaushaltsmodell eingeflossen.

Grundvoraussetzung für das Einleiten, Planen und Umsetzen von Vorsorgemaßnahmen ist es, kritische Gefährdungspunkte zu erkennen bzw. zu bestimmen.

Zielgröße der Nachweisführung war die Einhaltung einer "weitgehenden Vermeidung von Schäden durch Überflutungen und Vernässungen infolge von Niederschlagsabflüssen" [DWA-A 118 und M 119] innerhalb des Baugebietes. Der Nachweis wurde als Überflutungsgefährdungsanalyse geführt.

Zur Ermittlung der Überflutungsgefährdung kommen verschiedene Herangehensweisen in Betracht, die sich hinsichtlich der Datengrundlage und Berechnungsweise unterscheiden.

#### 4.3. Methodische Ansätze und Arbeitsschritte der Gefährdungsanalyse

Methoden und mögliche Arbeitsschritte der Analyse gemäß DWA-M 119

Hydraulische Analyse Entwässerungssystem
– Ergebnisse Generalentwässerungsplanung
– Auswertung Überstaubrechnung
Topografische Analyse Oberfläche
– Kartenauswertung Topografie, Infrastruktur etc.
– GIS-Analyse Fließwege und Senken
Vereinfachte Überflutungsberechnung
– Statische Volumenbetrachtung
– Straßenprofilmethode
Überflutungssimulation
– 2D-Simulation des Oberflächenabflusses
– Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation

Tabelle 4-1: DWA-M 119 – Tabelle 2

Einstufung der Überflutungsgefahr gemäß DWA-M 119 – Tabelle 4

Gefahrenklasse	Überflutungsgefahr	Wasserstand
1	gering	< 10 cm
2	mäßig	10 cm – 30 cm
3	hoch	30 cm – 50 cm
4	sehr hoch	> 50 cm

Tabelle 4-2: Gefahrenklassen in Abhängigkeit ermittelter Wasserstände gemäß DWA-M-119 – Tabelle 4

Zur Beschreibung der Verfahren wird auf die entsprechenden Ausführungen im Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge der DWA-Themen, insbesondere auf das Merkblatt DWA -M 119 verwiesen.

---

#### 4.4. 2D-Simulation des Oberflächenabflusses

---

Im Bereich der hydrodynamischen Berechnung wird hier zwischen den Methoden "2D-Simulation des Oberflächenabflusses" und "gekoppelter 1D/2D-Abflussimulation" unterschieden.

Die 2D-Oberflächenabflussmodelle bieten die Möglichkeit, die Prozesse von Abflussbildung und Abflusskonzentration detailliert nachzubilden (z. B. durch "direkte Berechnung" nicht befestigter Freiflächen oder befestigter Grundstücks- und Straßenflächen).

2D-Modelle zur Oberflächenabflusssimulation beschreiben ausschließlich die Abflussvorgänge auf der Geländeoberfläche.

Für die detaillierte hydrodynamische Überflutungsberechnung ist die Erstellung eines zweidimensionalen Berechnungsmodells erforderlich.

Diese detaillierte Betrachtung und Modellerstellung wurde auf Basis der vorhandenen Straßen, Wege, Gebäude, Außenanlagen und angrenzenden Nachbargrundstücke für den "IST-Zustand" aufgebaut.

Für den "Planungszustand" wurden die geplanten Straßen, Wege, Gebäude, Außenanlagen und das Regenwasserrückhaltebecken innerhalb des Bebauungsplanes modelliert und in das Berechnungsmodell implementiert.

Das Grundstück gemäß Bebauungsplan und seine angrenzenden Nachbargrundstücke wurden hier rein von der Oberfläche beregnet, um die Fließwege mit den Wassertiefen auf der Oberfläche und den gefährdeten Bereichen zu ermitteln. Hierbei wurde auch das statische Volumen des Einzugsgebietes für Starkregenbelastungen ermittelt und die hieraus resultierenden Wasseransammlungen ausgewiesen.

---

#### 4.5. Gekoppelte 1D/2D-Abflussimulation – bidirektionale Kopplung

---

Bei der gekoppelten 1D/2D-Simulation erfolgt eine gemeinsame Berechnung der Abflussvorgänge im Kanalnetz (1D) und der Abflusssituation auf der Oberfläche (2D). Dies ermöglicht den modellinternen, bi-direktionalen Austausch von Wasservolumen zwischen Oberfläche und Kanalnetz (Interaktion).

Die Koppelung des Simulationsmodells erfolgt an den Schächten und/oder Straßeneinläufen sowie an Ein- und Auslaufbauwerken als Austauschpunkte zwischen Kanalnetz und Oberfläche.

Hierzu wurden nur die geplanten Entwässerungsanlagen innerhalb des Bebauungsplanes und deren Anschlussstellen an das vorhandene öffentliche Kanalnetz in das Berechnungsmodell implementiert.

Das Simulationsmodell läuft simultan, das heißt sobald das Wasser bei Überstau aus dem Kanalnetz austritt, wird seine Ausbreitung auf der Oberfläche direkt durch das 2D-Oberflächenmodell berechnet. Sind im Bereich der Oberflächenüberflutung Schächte und/oder Straßeneinläufe mit Wasserständen unterhalb der Geländehöhe vorhanden, kann das Wasser wieder in das Kanalnetz eintreten.<sup>1</sup>

---

#### 4.6. Aufbau und Parametrisierung der Simulationsebene

---

In erstem Bearbeitungsschritt wurde das Untersuchungsgebiet festgelegt, für das im Anschluss die Überflutungsprüfung durchgeführt wurde.

---

<sup>1</sup> Merkblatt DWA-M 119

Im Berechnungsgeländemodell wurden zunächst die Höhendaten und die Bruchkanten für den definierten Bereich importiert. Durch die Bruchkanten wurde die Kontinuität und Glattheit der Simulationsebene definiert.

Im Anschluss erfolgte eine Triangulation auf Basis der zuvor importierten Höhenpunkte verbunden mit einer Ausdünnung der Geländemodell Daten zur Reduktion des Datenumfangs.

Nach der Einbindung aller wichtigen Flächendaten erfolgte im Anschluss eine Parametrisierung der Berechnungselemente (Dreiecke), wobei zwischen befestigten und unbefestigten Flächen unterschieden wurde.

Nach der Erstellung des Berechnungsgeländemodells und der Festlegung der zu berücksichtigenden Niederschläge wurde die 2D-Simulation des Oberflächenabflusses und die gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation durchgeführt. Die maximalen Wasserstände, Fließwege und Fließgeschwindigkeiten auf der Geländeoberfläche für das Regenereignis  $T=100$  a,  $D=60$  min sind in den Themenplänen farblich differenziert dargestellt.

Bei der hier modellierten Berechnung der Oberfläche weisen prinzipiell alle Dreieckselemente einen, wenn auch minimalen Wasserstand, auf. Die farbliche Darstellung beginnt mit hellblau ab einer Wasserstandshöhe von 4 cm.

#### 4.7. Niederschlagsbelastung und Niederschlagsauswahl

Der Überflutungsnachweis auf Grundlage einer hydrodynamischen Einzelsimulation wurde unter Belastung von Modellregen  $T_N=100$ a mit  $D=60$  min durchgeführt. Die Auswahl des Modellregens für die Untersuchung der Überflutungswahrscheinlichkeiten sowie der Überstauvolumina richtet sich nach Grundlage der [DIN EN 752] beziehungsweise des [DWA-A 118].

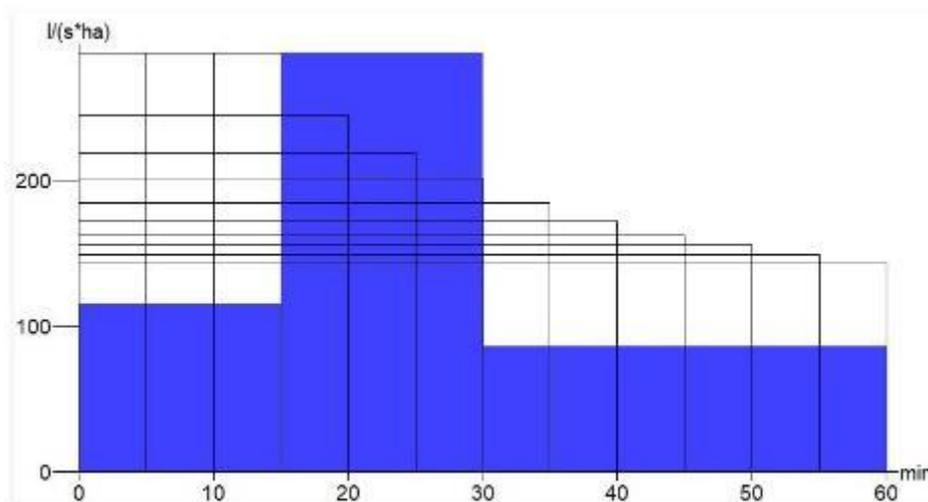


Diagramm 4-1: Modellregen nach DVWK-Verteilung [20-50-15-15] für HQ100

- Niederschlagshöhen und -spenden aus KOSTRA-DWD 2020 in der Zeitspanne Januar - Dezember
- Rasterfeld = Spalte: 102, Zeile: 145
- Hochwasserereignis HQ100 (1-mal in 100 Jahren)  
Regendauer  $D=60$  [min]  
Zeitintervall 5 [min]  
Anzahl Intervalle/Stufen 12 [-]  
Niederschlagssumme  $h_N=51,60$  [mm]  
Mittlere Intensität  $r_N=143,34$  [l/(s\*ha)]

#### 4.8. Berechnung unter Berücksichtigung des Versickerungsansatzes

Zur Durchführung der Oberflächenabflussberechnung werden die Oberflächenbeschaffenheit der Elemente (Rauheit) und die entstehenden Verluste (Dauerverlust und Versickerung) auf den einzelnen Oberflächenelementen benötigt.

Die Verluste bei der Abflussbildung, die sich hauptsächlich infolge von Versickerung einstellen und die unterschiedlichen Rauigkeiten der Gebietsoberfläche wurden wie folgt festgelegt:

– Rauheit		0,10 bis 160,00	mm
<i>Straßen</i>	0,10 - 0,30		mm
<i>Dächer</i>	0,50 - 1,00		mm
<i>Wege</i>	10,00		mm
<i>Grünflächen</i>	50 - 75,00		mm
<i>Ackerflächen</i>	120,00		mm
<i>Waldflächen</i>	160,00		mm

Bei einer Oberflächenabflussberechnung unter Berücksichtigung des detaillierteren Versickerungsansatzes werden Bodenkapazität/Bodenspeicher in mm für den Oberflächenabfluss in Betracht gezogen. Die Bodenkapazität wird durch folgende Versickerungsparameter (nach Horton für verschiedene Bodenarten) definiert:

– Anfangsversickerung			
<i>Straßen, Dächer</i>		0,00	l/(s*ha)
<i>Gründächer</i>		> 160,00	l/(s*ha)
<i>Außenanlagen, Ackerflächen, etc.</i>		50,00 - 150,00	l/(s*ha)
– Endversickerung			
<i>Straßen, Dächer</i>		0,00	l/(s*ha)
<i>Gepfl. Außenanlagen, Ackerflächen, etc.</i>		12,00 - 20,00	l/(s*ha)
<i>Vorh. Außenanlagen, Ackerflächen, etc.</i>		5,00 - 12,00	l/(s*ha)
– Rückgangskonstante		0,05 - 0,056	[-]
– Bodenspeicher		5,40 - 15,00	mm

Tabelle 4-3: Versickerungsansätze

Anmerkung:

Anfangs- und Endversickerung wurden je nach Flächenklasse, Flächengröße, Undurchlässigkeit und Neigung festgelegt.

Die gewählten Ansätze entsprechen den Ton bzw. den lehmigen Bodeneigenschaften mit einer Durchlässigkeit von ca.  $K_f=10^{-6}$  bis  $10^{-8}$  m/s, ein Bodenspeicher von 5 bis 15 mm und eine Entleerungszeit von 160 bis 210 min.

## 5. Überflutungsgefährdungsanalyse

---

Die Überflutungsgefährdungsanalyse für das Baugebiet wurde durch hydraulische Überflutungssimulation gemäß Pkt. 4.4 bis 4.5 durchgeführt.

### 5.1. Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung

---

Die Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgt über die Vorgabe von Bemessungsregen bzw. Abflüssen mit entsprechenden Wiederkehrzeiten. Die resultierenden Wasserstände im Baugebiet bzw. die Überflutungen wurden mit einem hydraulischen Wasserspiegellagenmodell berechnet.

Zur Ermittlung der maßgebenden Abflüsse wurde für das Einzugsgebiet ein hydrologisches Wasserhaushaltsmodell mit der Software ++SYSYSTEMS, Tandler.com, DYNA/GeoCPM erstellt. Bei der Modellerstellung wurde großen Wert auf einen Abgleich mit dem Modell für die Oberflächenentwässerung gelegt. Einzugsgebietsgrenzen und versiegelte Flächen sind in das hydrologische Wasserhaushaltsmodell eingeflossen.

Die detaillierte Überflutungsberechnung für das Baugebiet wurde nach DIN EN 752 und DWA Merkblatt M 119 durchgeführt.

Untersuchungsziel war die Identifikation von Überflutungsschwerpunkten. Für die Berechnung wurde der 100-jährige Modellregen mit einer Dauer von 60 min zugrunde gelegt.

Anmerkung:

Die privaten Außenanlagen sind derzeit noch nicht beplant. Die Oberflächenhöhen wurden den "IST-Höhen" aus der Vermessungsunterlagen entnommen.

#### Provisorium Wendeanlage Bereich RRB:

Die provisorische Wendeanlage wurde bei der Simulation nicht berücksichtigt. Die Wendeanlage ist im Zielzustand mit Anbindung an die Hohe Straße nicht erforderlich und wird wieder rückgebaut.

Damit wird hier das „Worst-Case-Szenario“ abgemildert und simuliert.

Insgesamt entsteht im jetzigen Modell zunächst der ungünstigste Fall.

Nach der Planung der vollständigen Außenanlagen und Freiflächen mit Anordnung von Sinkkästen und Linienentwässerung (z.B. innerhalb den Gewerbeflächen etc.) wird sich das Gesamtbild noch günstiger darstellen.

## 5.2. Mittels 2D-Simulation

Die Auswertung der Berechnungsergebnisse macht deutlich, dass die geplanten Straßen und Gebäude durch zulaufendes Oberflächenwasser weder positiv noch negativ beeinträchtigt werden.

Dies begründet sich durch eine Vielzahl von Tiefpunkten innerhalb des Areals. Diese Geländetiefpunkte bewirken, dass sich partielle Rückhalteräume in Form von Mulden und Vertiefungen ausbilden.

Planungszustand

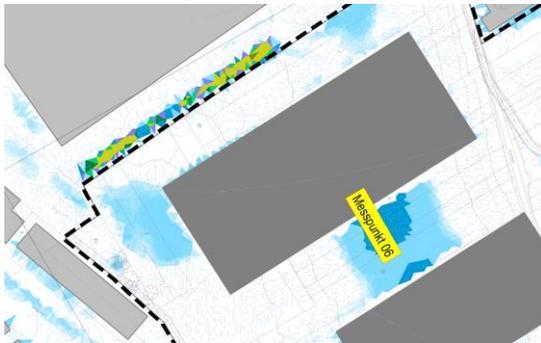


IST-Zustand



Abbildung 5-1: Messpunkt 01

Planungszustand



IST-Zustand

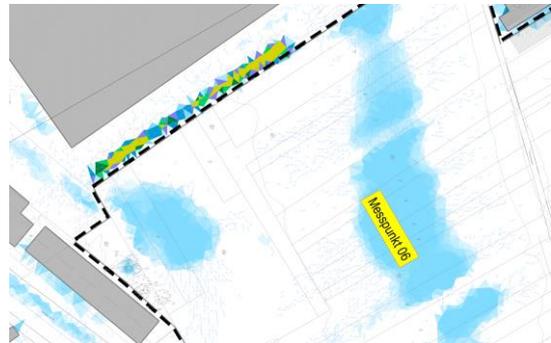
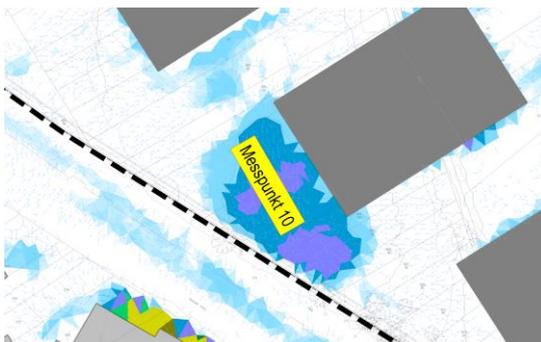


Abbildung 5-2: Messpunkt 06

Planungszustand



IST-Zustand

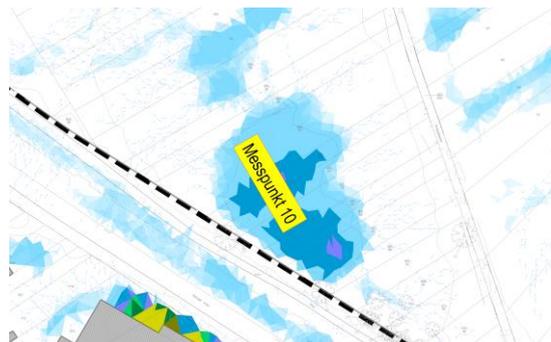


Abbildung 5-3: Messpunkt 10

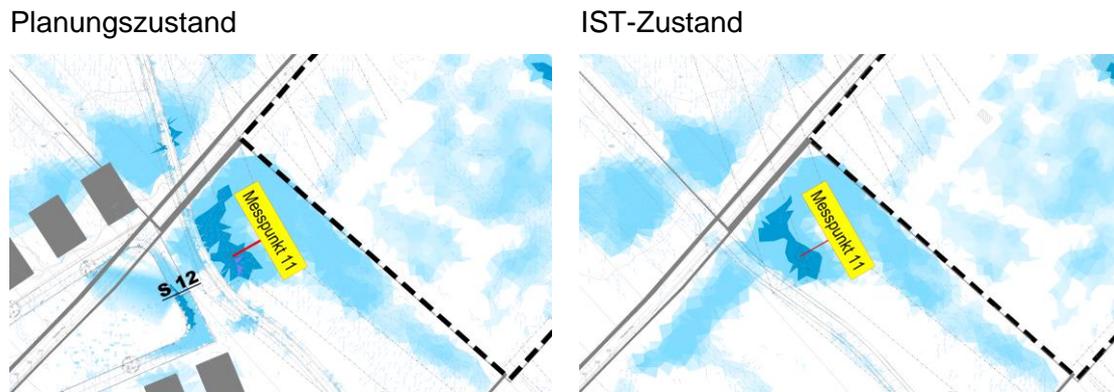


Abbildung 5-4: Messpunkt 11

Die Wasserstände in den Überstaubereichen des zukünftigen Baugebietes sind für die "Überflutungsgefahr" / "Gefahrenklasse" wie folgt einzustufen.

Bezeichnung	Flächennummer	Wasserstand [cm]		Gefahrenklasse	Überflutungsgefahr
		mittlere	maximal		
Messpunkt 01	Element 334802	21,85	43,65	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 02	Element 196374	12,03	23,65	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 03	Element 194005	12,14	22,70	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 04	Element 122292	8,50	16,74	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 05	Element 116951	8,90	17,75	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 06	Element 103662	11,53	22,94	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 07	Element 152934	21,37	42,56	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 08	Element 86859	17,31	34,38	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 09	Element 81689	11,42	21,61	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 10	Element 35208	16,07	32,13	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 11	Element 313591	14,82	29,18	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 12	Element 64496	21,85	43,65	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 13	Element 303273	12,30	24,42	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 14	Element 67181	12,54	25,06	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 15	Element 228498	26,90	53,66	4 => sehr hoch	> 50 cm
Messpunkt 16	Element 318739	13,05	26,06	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 17	Element 240428	5,96	11,56	2 => mäßig	10 - 30 cm

Tabelle 5-1: Messwerte der 2D-Simulation

Zusammenfassung der Berechnung:

Berechnungsinformationen des Oberflächenabflusses

**Überblick**

Anzahl Elemente	402.017,00
Anzahl Kanten	600.442,00
Anzahl Berechnungsschritte	43.742,00
Gesamtfläche in m <sup>2</sup>	1.752.109,87
Berechnungsdauer in s	46.472,95

**Regendaten**

Mittlere Regenhöhe auf Oberflächenelemente GeoCPM in mm	50,14
---	-------

Berechnete Gesamtfläche in m <sup>2</sup>	1.467.668,09
Gesamtregenmenge in m <sup>3</sup>	73.587,20
Gesamtabflussmenge OAK in m <sup>3</sup>	-
<b>Volumenbilanz</b>	
Auslaufvolumen am Rand in m <sup>3</sup>	7.346,34
Gesamtvolumen auf allen Oberflächenelementen am Ende der Simulation in m <sup>3</sup>	38.261,51
Verlustvolumen auf allen Oberflächenelementen in m <sup>3</sup>	27.980,38
Volumenaustausch DYNA (Kanalnetzberechnung) -> GeoCPM in m <sup>3</sup>	-
Volumenaustausch GeoCPM (Oberflächenabflusssimulation) -> DYNA in m <sup>3</sup>	-
Gesamtvolumen der Quellen in m <sup>3</sup>	-
Gesamtbilanz in %	-

*Tabelle 5-2: 2D-Simulation, Zusammenfassung der Berechnung*

Die Berechnungsergebnisse "Wassertiefen mit Fließwegen und -geschwindigkeiten" und die Lage der Messstellen (Wasserstands- und Durchflusskurven) wurden in den Themenplänen grafisch abgebildet.

Den genauen Verlauf der Wasserstands- / Durchflusskurven und die Fließwege können den beigefügten Themenplänen, Diagrammen und Animationen entnommen werden.

Anlagen:

Animation:

2D-Simulation des Oberflächenabflusses

Diagrammen:

2D-Simulation, Durchflusskurve - S 01 bis S 20

2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve - M 01 bis M 17

Themenpläne:

Anl. 18.1 -Bl. 1, 2D-Simulation im Planungszustand

### 5.3. Mittels gekoppelter 1D/2D-Abflusssimulation

In dieser Simulation wurden alle geplanten öffentlichen Verkehrsflächen über Sinkkästen an den geplanten Regenwasserkanal angeschlossen.

Laut Bebauungsplan Nr.092 soll das anfallende Niederschlagswasser auf den geplanten Dachflächen innerhalb des jeweiligen Grundstückes zurückgehalten, behandelt und versickert werden.

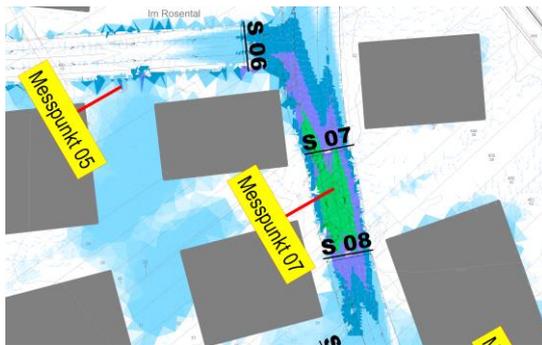
Die Auswertung der Berechnungen ergab, dass die geplanten Straßen und Gebäude des Neubaugebietes durch das zulaufende Oberflächenwasser weder positiv noch negativ beeinträchtigt werden. Dies begründet sich durch die Topografie des Geländes.

Die geplante Straße besitzt eine Bordsteineinfassung mit einer Straßenentwässerung über integrierte Sinkkästen, die normale Regenereignisse (3 bis 10 jährliche Regenhäufigkeiten) bewältigen kann.

Durch dieses System sowie durch das Regenrückhaltebecken wurde die Überschwemmungssituation des Neubaugebietes deutlich entschärft, insbesondere in den Straßentiefpunkten.

Planungszustand

2D-Simulation

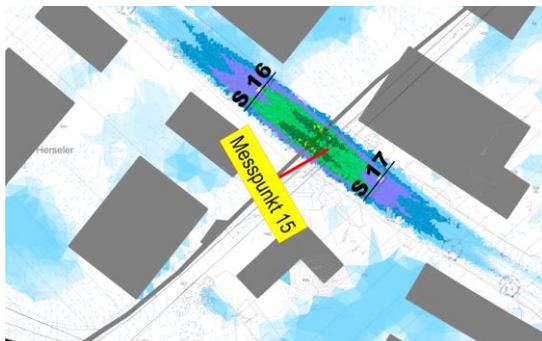


1D/2D-Abflusssimulation



Abbildung 5-5: Messpunkt 07

2D-Simulation



1D/2D-Abflusssimulation



Abbildung 5-6: Messpunkt 15

Die Wasserstände in den Überstaubereichen des zukünftigen Baugebietes sind für die "Überflutungsgefahr" / "Gefahrenklasse" wie folgt einzustufen.

Bezeichnung	Flächennummer	Wasserstand [cm]		Gefahrenklasse	Überflutungsgefahr
		mittlere	maximal		
Messpunkt 01	Element 334802	20,42	41,39	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 02	Element 196374	11,81	23,65	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 03	Element 194005	11,76	22,37	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 04	Element 122292	8,32	16,75	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 05	Element 116951	9,27	17,76	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 06	Element 103662	11,21	22,96	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 07	Element 152934	5,49	9,67	1 => gering	< 10 cm
Messpunkt 08	Element 86859	16,69	34,19	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 09	Element 81689	11,79	21,74	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 10	Element 35208	15,73	32,19	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 11	Element 313591	13,60	26,30	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 12	Element 64496	20,42	41,39	3 => hoch	30 - 50 cm
Messpunkt 13	Element 303273	11,03	20,73	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 14	Element 67181	12,36	25,08	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 15	Element 228498	8,90	15,66	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 16	Element 318739	12,99	26,06	2 => mäßig	10 - 30 cm
Messpunkt 17	Element 240428	97,06	200,59	4 => sehr hoch	> 50 cm (Sohle RRB)

*Tabelle 5-3: Messwerte der gekoppelten 1D/2D-Abflusssimulation*

Zusammenfassung der Berechnung:

Berechnungsinformationen des Oberflächenabflusses

**Überblick**

Anzahl Elemente	402.017,00
Anzahl Kanten	600.442,00
Anzahl Berechnungsschritte	46.574,00
Gesamtfläche in m <sup>2</sup>	1.752.109,87
Berechnungsdauer in s	10.027,42

**Regendaten**

Mittlere Regenhöhe auf Oberflächenelemente GeoCPM in mm	50,14
Berechnete Gesamtfläche in m <sup>2</sup>	1.467.668,09
Gesamtregenmenge in m <sup>3</sup>	73.587,20
Gesamtabflussmenge OAK in m <sup>3</sup>	-

**Volumenbilanz**

Auslaufvolumen am Rand in m <sup>3</sup>	7.370,41
Gesamtvolumen auf allen Oberflächenelementen am Ende der Simulation in m <sup>3</sup>	37.692,67
Verlustvolumen auf allen Oberflächenelementen in m <sup>3</sup>	28.088,36
Volumenaustausch DYNA (Kanalnetzrechnung) -> GeoCPM in m <sup>3</sup>	1.840,39
Volumenaustausch GeoCPM (Oberflächenabflusssimulation) -> DYNA in m <sup>3</sup>	2.277,41
Gesamtvolumen der Quellen in m <sup>3</sup>	-
Gesamtbilanz in %	-

*Tabelle 5-4: 1D/2D-Abflusssimulation, Zusammenfassung der Berechnung*

Die Berechnungsergebnisse "Wassertiefen mit Fließwegen und -geschwindigkeiten" und die Lage der Messpunkte wurden in den Themenplänen grafisch abgebildet.

Den genauen Verlauf der Wasserstands- / Durchflusskurven und die Fließwege können den beigefügten Themenplänen, Diagrammen und Animationen entnommen werden.

Animation:

Gekoppelte 1D2D-Abflusssimulation

Diagrammen:

1D&2D-Abflusssimulation, Durchflusskurve - S 01 bis S 17

1D&2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve - M 01 bis M 20

Themenpläne:

Anl. 18.1 -Bl. 2, 1D&2D-Abflusssimulation im Planungszustand

---

#### 5.4. Auswertung und Analyse der 2D und 1D/2D-Simulation

---

Die Auswertung der Simulation wird zunächst in den Analyseplänen anhand der Fließwege und der Wasserstände ersichtlich.

##### Fließwege

Bei der 2D-Simulation, also ohne Einbeziehung des Kanalnetz und der Straßenabläufe, ist zu beobachten, dass aus dem Bereich der Straßentiefpunkte Wasseraustritte erfolgen könnten. Siehe beigefügte Diagramme "Durchflusskurven":

2D-Simulation, Durchflusskurve - S 01 bis S 20

2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve - M 01 bis M 17

1D&2D-Abflusssimulation, Durchflusskurve - S 01 bis S 17

1D&2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve - M 01 bis M 20

Durch die Platzierung von Sinkkästen im gesamten Straßenbereich und insbesondere an den Tiefpunkten der Straße entschärft sich diese Situation für ein 10 jährliches Regenereignis gänzlich. Das 1D/2D-Modell belegt, dass für ein 100 jährliches Regenereignis bereichsweise kein Wasser mehr austritt, sondern durch die Sinkkästen abgeleitet wird.

##### Wasserstände

Die 2D-Simulation zeigt erwartungsgemäß höhere Wassereinstauhöhen als die 1D/2D-Simulation. Die Einstauhöhen sind unter Punkten 5.2 und 5.3 im Detail dargestellt.

Es zeigen sich bei dem 1D/2D-Modell partiell noch Bereiche mit höheren Wasserständen, denen durch gezielte Eingriffe des Bauherrn / Landschaftsarchitekten entgegenzuwirken ist.

Ersichtlich wird damit, dass die geplanten Sinkkästen die Einstauhöhen der Straße reduzieren und die Gefahr der Überflutung von anliegenden Grundstücken erheblich senken.

## 6. Empfehlungen

### 6.1. Überschwemmungsbereiche

Überschwemmungsbereiche innerhalb des Baugebietes sind möglichst für den Abfluss und die Retention von Hochwasser zu erhalten, besser noch im Zuge von Neubauplanungen zu entwickeln und zu gestalten.

Die Überschwemmungsbereiche sind von hochwasserempfindlichen oder den Abfluss behindernden Nutzungen, insbesondere von zusätzlichen Bauflächen, freizuhalten.

Überschwemmungsbereiche

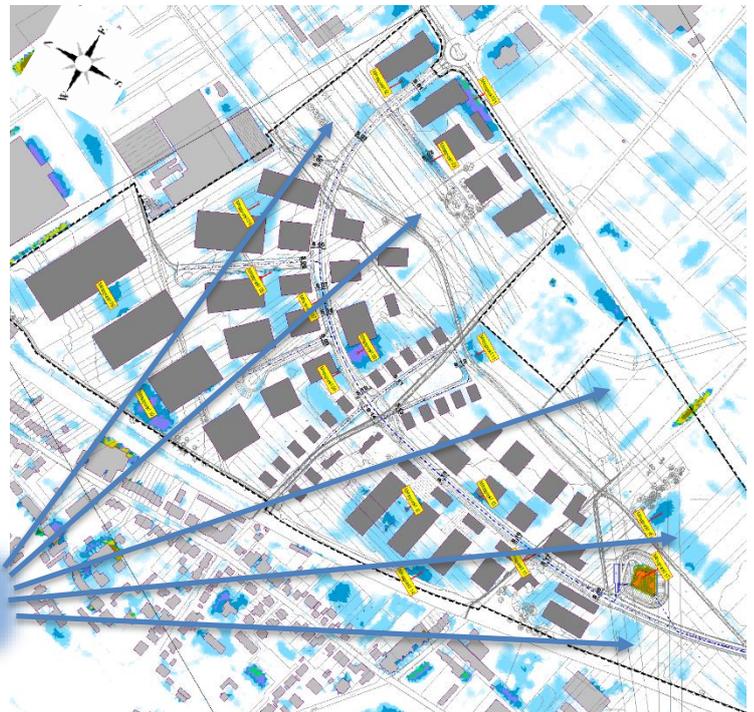


Abbildung 6-1: Überschwemmungsbereiche  
\* Der zweite Pfeil von oben in der Darstellung ist zunächst inkorrekt. Hier soll eine Modellierung des Geländes erfolgen.

### 6.2. Unbebaute Überflutungsflächen unter Hochspannungsfreileitungen und in Bereichen öffentlicher Parkanlagen

Für die Entwicklung der Überflutungsflächen sowie auch bei der Planung bestehender Grün- und Freianlagen sollte eine Nutzung als Retentionsraum angestrebt werden.

Hier besteht die Möglichkeit, aufgrund der Freiflächenkapazität Rückhalteräume für Starkregen anzubieten und ggf. eine Versickerung / Verdunstung des Regenwassers in Form von Mulden vor Ort zu ermöglichen. Dies soll dazu beitragen unkontrolliertes Abfließen und daraus resultierende Schäden zu vermeiden. Maßgebende Faktoren sind u. a. Lage, Topografie, Flächengröße und Bodenverhältnisse.

Derartige Maßnahmen leisten auch einen signifikanten Beitrag zum Hochwasserschutz.

### 6.3. Planungshinweise und Maßnahmen

Zur Verbesserung der Überflutungsvorsorge empfehlen wir, dass Gebäudeeingänge stets 30 - 50 cm über dem entsprechenden Straßenniveau bzw. Tiefpunkte liegen sollten.

Empfohlen werden auch, private Zufahrtswege (auch die Feuerwehzufahrten) gesondert im Einzelfall zu betrachten und gegebenenfalls mit situationsabhängiger Längs- und Querneigung zu versehen, um das oberflächlich zufließende Niederschlagswasser von den Gebäuden und Tiefgarazenzufahrten fernzuhalten.

Insbesondere weisen wir darauf hin die planungsrechtlichen Festsetzungen zu beachten.

### Messpunkt 03 / Achse 2

Anhand der im Themenplan aufgezeigten Zuflüsse sollten zwingend die Freiflächen unter der Hochspannungsfreileitung Bereich: „Messpunkt 03“ vertieft werden, um Oberflächenabflüsse auf den Straßenkörper zu verhindern oder auch die Straße vom Oberflächenwasser über die „Schulter“ zu entlasten.



Abbildung 6-2: Achse 2

### Achse 7

Im Unteren Bereich der Achse 7 ist zu erkennen, dass Oberflächenwasser vom Straßenkörper auf das Privatgelände abfließt. Maßnahme im nächsten Planungsschritt: Drehen des Quergefälles der Straße in Richtung öffentlicher Parkanlage; Parkanlage modellieren bzw. vertiefen, max Tiefe 0,30 m.

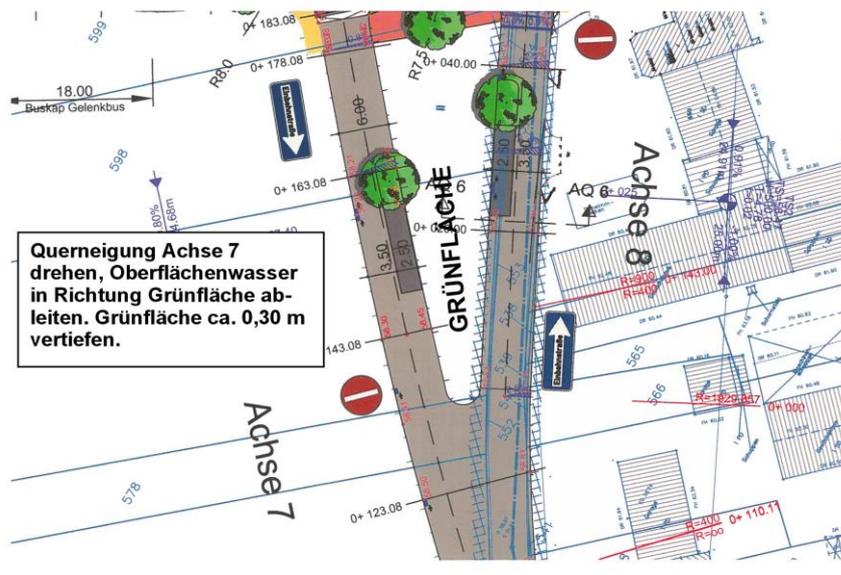


Abbildung 6-3: Achse 7

## 7. Fazit

Die Straßen und Entwässerungsanlagen mit Planungshöhen und Planungskanten wurden in das Geländemodell implementiert.

Die geplanten Gebäude konnten wegen fehlenden Planungshöhen nur fiktiv berücksichtigt werden ( $H_{\text{fiktiv}} = 15 \text{ m}$ ). Die privaten Außenanlagen wurden aus dem gleichen Grund mit vorhandenen Geländehöhen in das Geländemodell aufgenommen.

Deren Versickerungsansätze wurden entsprechend des Bauplanes neu ermittelt. Die Überflutungsberechnung wurde nach der "2D-Simulationen" und der "gekoppelten 1D/2D Abflusssimulations-Methode" für den "Planungszustand" durchgeführt. Deren Auswirkung bzw. Schadenspotenzial wurde analysiert und bewertet.

Die Auswertungen der Oberflächensimulationen im "Planungszustand" im Vergleich von der 2D-Simulation zur 1D/2D-Simulation weisen nach, dass das zukünftige Gewerbegebiet die Überflutungssituation bei Berücksichtigung der Planungsempfehlungen, sowohl innerhalb des Gebietes als auch zu den angrenzenden Bereichen, wesentlich verbessert.

Aufgestellt, Bonn, den 10.10.2023  
Dipl.-Ing. Abraham Ghassemian

Ingenieurbüro Kohlenbach & Sander GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing.  
Ingo Wohleben

17.10.2023



**LEGENDE**

**GeoCPM-Oberfläche**  
 Ergebnisdarstellung des Oberflächenabflusses  
 Gefährd. nach Eigenschaft:

Wasserstand in m

- 0.020 <= Eigenschaft < 0.100
- 0.100 <= Eigenschaft < 0.200
- 0.200 <= Eigenschaft < 0.300
- 0.300 <= Eigenschaft < 0.400
- 0.400 <= Eigenschaft < 0.500
- 0.500 <= Eigenschaft < 0.550
- 0.550 <= Eigenschaft < 1.000
- 1.000 <= Eigenschaft < 2.000
- 2.000 <= Eigenschaft < 3.000
- 3.000 <= Eigenschaft

Geschwindigkeit in m/s

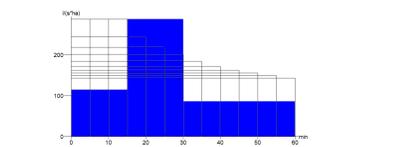
- 0.00 <= Eigenschaft < 0.50
- 0.50 <= Eigenschaft < 1.00
- 1.00 <= Eigenschaft < 2.00
- 2.00 <= Eigenschaft

**Niederschlagsbelastung HQ100**

Blockregen nach DVWK  
 Aufteilung 20-50-15-15

Rasterfeld: Alter (NW), Spalte 102, Zeile 145  
 Häufigkeit: T=100a (n=0,01 1/a)  
 Zeitintervall: 5 (min)  
 Dauer: 60,0 min  
 Niederschlagssumme: 51,60 mm  
 Mittlere Intensität: 143,34 [(s\*ha)]

Stützstellen nach KOSTRA 2020  
 Regenspende (Dauer: 15 min, Häufigkeit 1,0): 102,222 [(s\*ha)]  
 bestehend aus 12 Staffeln



Datum	Geändert	Geprüft	Entburtung

ANDERUNGEN

**Gemeinde Alter**  
 Wirtschaftsförderung Alter GmbH

**Gewerbegebietsentwicklung**  
 "Alter Nord" - Teilbereich 2  
 2D-Simulation des Oberflächenabflusses  
 Überflutungsprüfung und -analyse im Planungszustand

Fließwege mit Fließgeschwindigkeiten - Themenplan Teil 1  
 Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung

PROJEKTNUMMER: <b>1423-20</b>	ANLAGE: 18.1	GESEHEN:
M.D.L.: 1:1250	BLATTNUMMER: 1	
M.D.H.:	GRÖSSE: ISO A0	
BEARBEITET: 10.10.2023 GHASSEMAN	TAG 10.10.2023	NAME GHASSEMAN
GEZEICHNET: 10.10.2023 GHASSEMAN		
GEPRÜFT: 10.10.2023 WOHLLEBENGHASSEMAN		

**KOHLBACH + SANDER**  
 INHABER: VALLENDER, WOHLLEBEN GbR  
 BERATENDE INGENIEURE VbI DVWA  
 ROCHUSSTRASSE 230-234, 53123 BONN - DUISDORF  
 TEL. (0228) 625896 u. 612606, FAX. (0228) 624230



**LEGENDE**

**GeoCPM-Oberfläche**  
 Ergebnisdarstellung des Oberflächenabflusses  
 Gefährd. nach Eigenschaft:

Wasserstand in m

- 0.020 <= Eigenschaft < 0.100
- 0.100 <= Eigenschaft < 0.200
- 0.200 <= Eigenschaft < 0.300
- 0.300 <= Eigenschaft < 0.400
- 0.400 <= Eigenschaft < 0.500
- 0.500 <= Eigenschaft < 0.550
- 0.550 <= Eigenschaft < 1.000
- 1.000 <= Eigenschaft < 2.000
- 2.000 <= Eigenschaft < 3.000
- 3.000 <= Eigenschaft

Geschwindigkeit in m/s

- 0.00 <= Eigenschaft < 0.50
- 0.50 <= Eigenschaft < 1.00
- 1.00 <= Eigenschaft < 2.00
- 2.00 <= Eigenschaft

**Niederschlagsbelastung HQ100**

Blockregen nach DVWK  
 Aufteilung 20-50-15-15

Rasterfeld: Alter (NW), Spalte 102, Zeile 145  
 Häufigkeit: T=100a (n=0,01 1/a)  
 Zeitintervall: 5 [min]  
 Dauer: 60,0 min  
 Niederschlagssumme: 51,60 mm  
 Mittlere Intensität: 143,34 [(s\*ha)]

Stützstellen nach KOSTRA 2020  
 Regenspende (Dauer 15 min, Häufigkeit 1,0): 102,222 [(s\*ha)]  
 bestehend aus 12 Staffeln

Datum	Geändert	Geprüft	Entburtung

ANDERUNGEN

**Gemeinde Alter**  
 Wirtschaftsförderung Alter GmbH

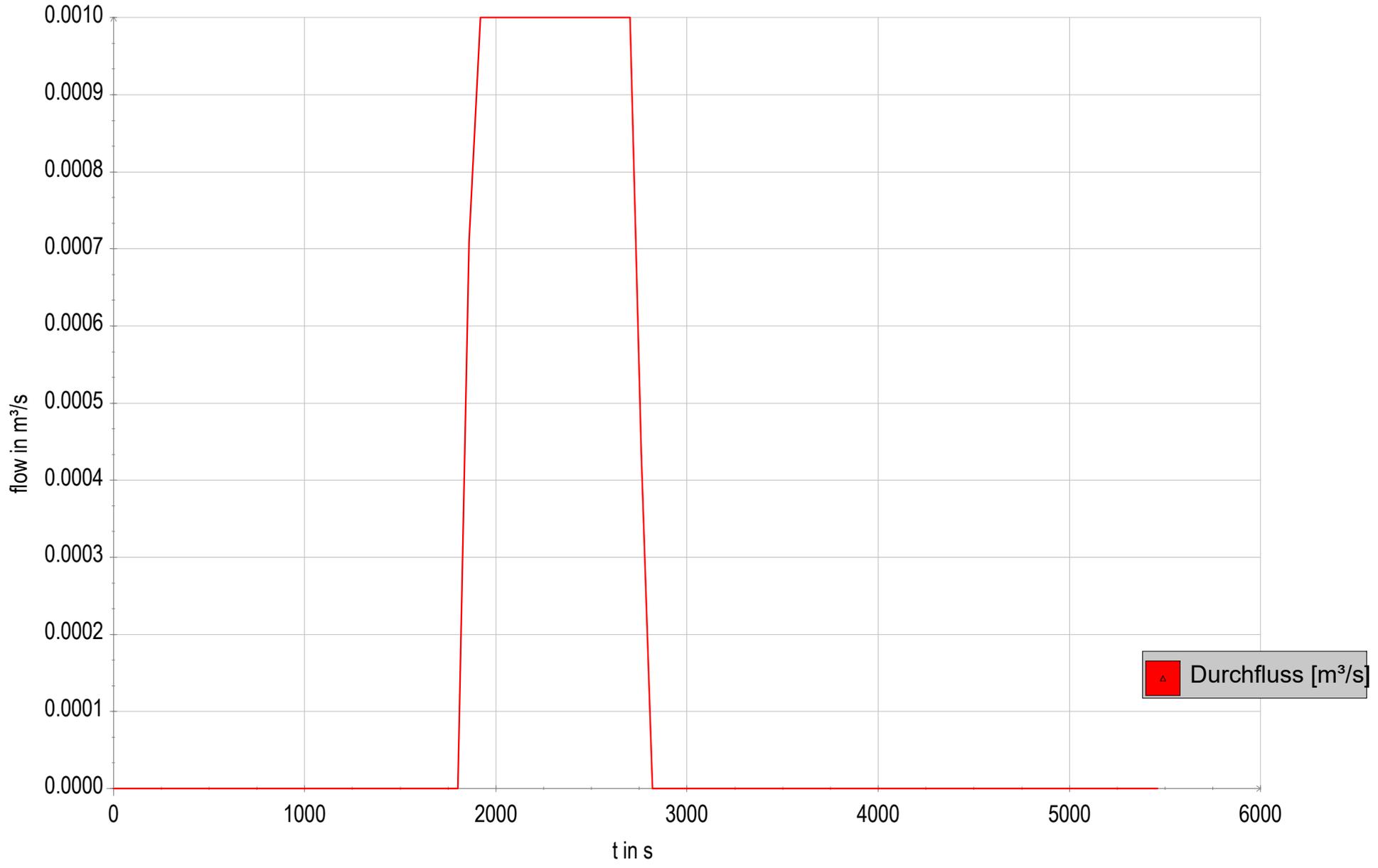
**Gewerbegebietsentwicklung  
 "Alter Nord" - Teilbereich 2  
 Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation  
 Überflutungsprüfung und -analyse im Planungszustand**

**Fließwege mit Fließgeschwindigkeiten - Themenplan Teil 2**  
 Analyse zur Überflutungsgefährdung und Risikoabschätzung

PROJEKTNUMMER: <b>1423-20</b>	ANLAGE: 18.1	GESEHEN:
M.D.L.: 1:1250	BLATTNUMMER: 2	
M.D.H.:	GRÖSSE: ISO A0	
BEARBEITET: 10.10.2023 GHASSEMAN	TAG 10.10.2023	NAME GHASSEMAN
GEZEICHNET: 10.10.2023 GHASSEMAN		
GEPRÜFT: 10.10.2023 WOHLLEBENGHASSEMAN		
GEÄNDERT:		

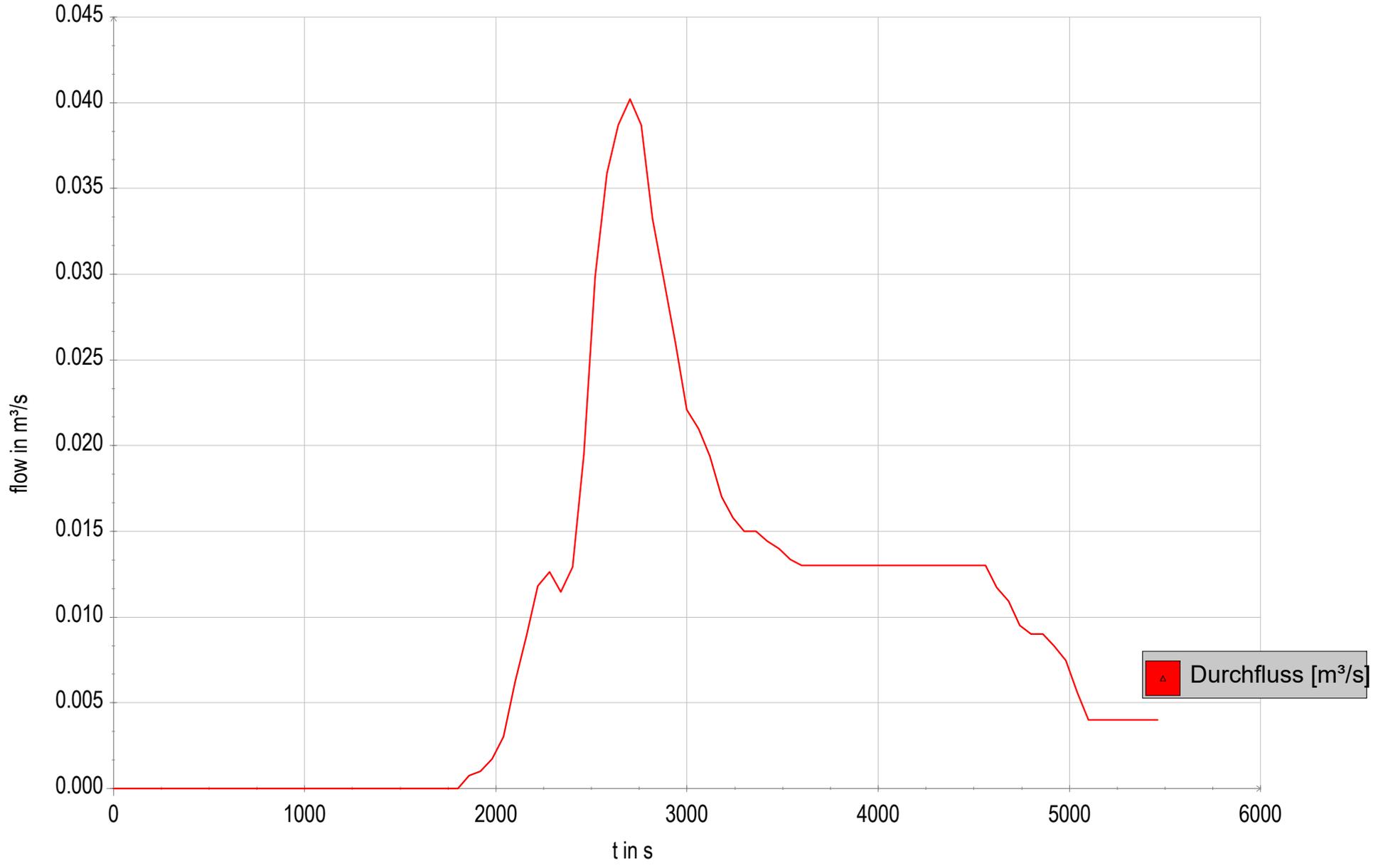
**KOHLBACH + SANDER**  
 INHABER: VALLENDER, WOHLLEBEN GbR  
 BERATENDE INGENIEURE VbI DVWA  
 ROCHUSSTRASSE 230-234, 51123 BONN - DUISDORF  
 TEL. (0228) 625896 u. 612606, FAX. (0228) 624230

Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 01  
Durchflusskurve

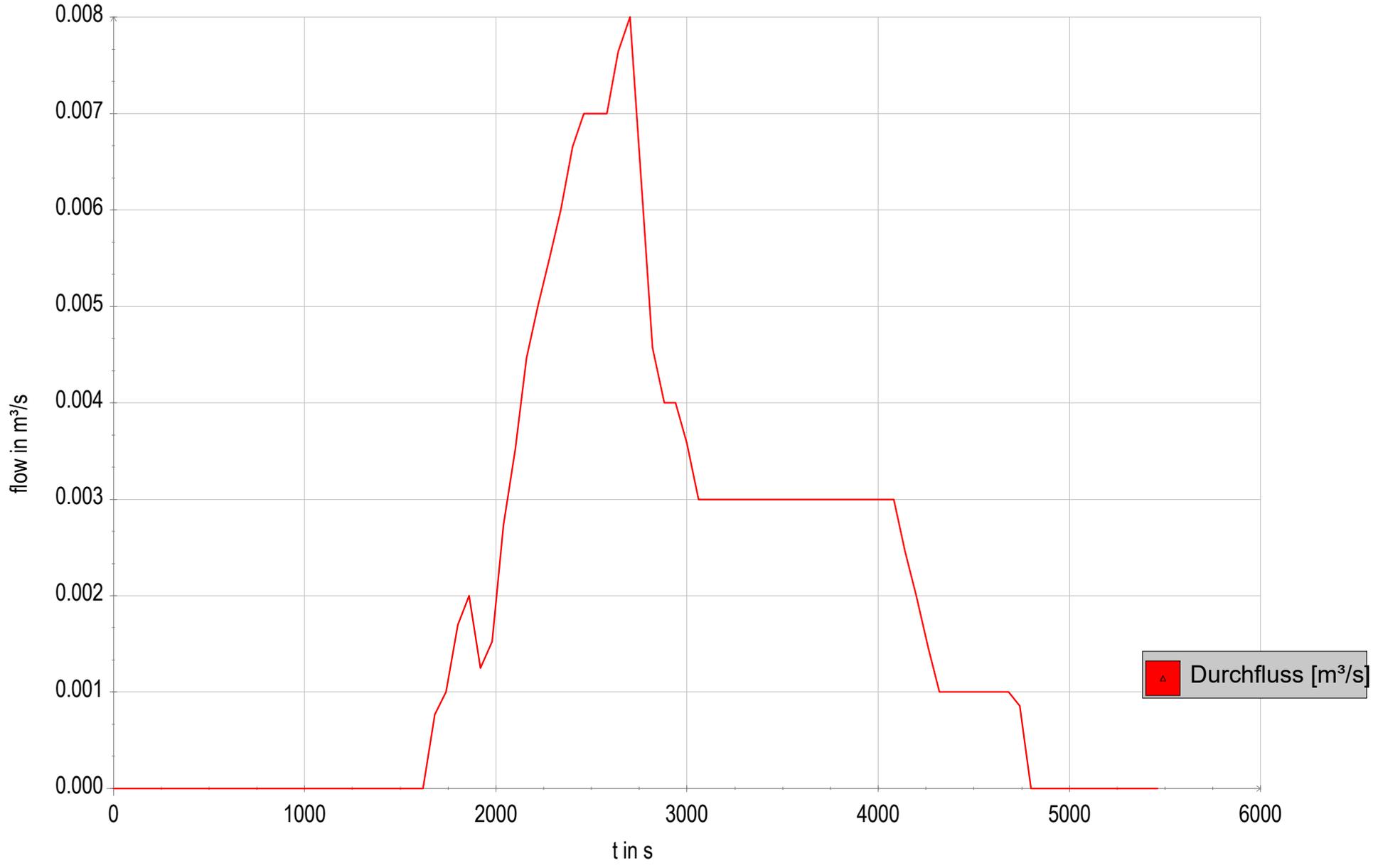


Durchfluss [m³/s]

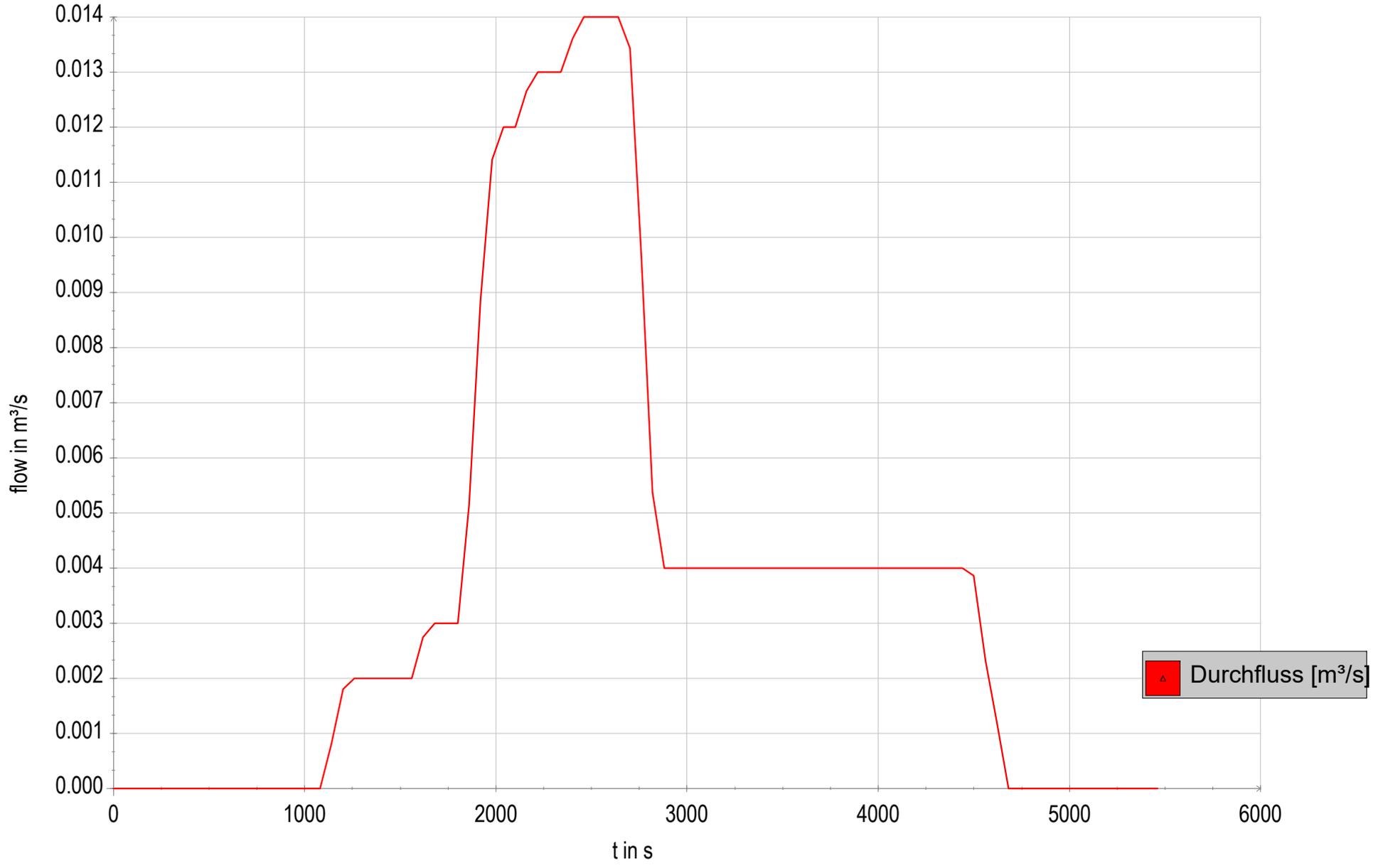
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 02  
Durchflusskurve



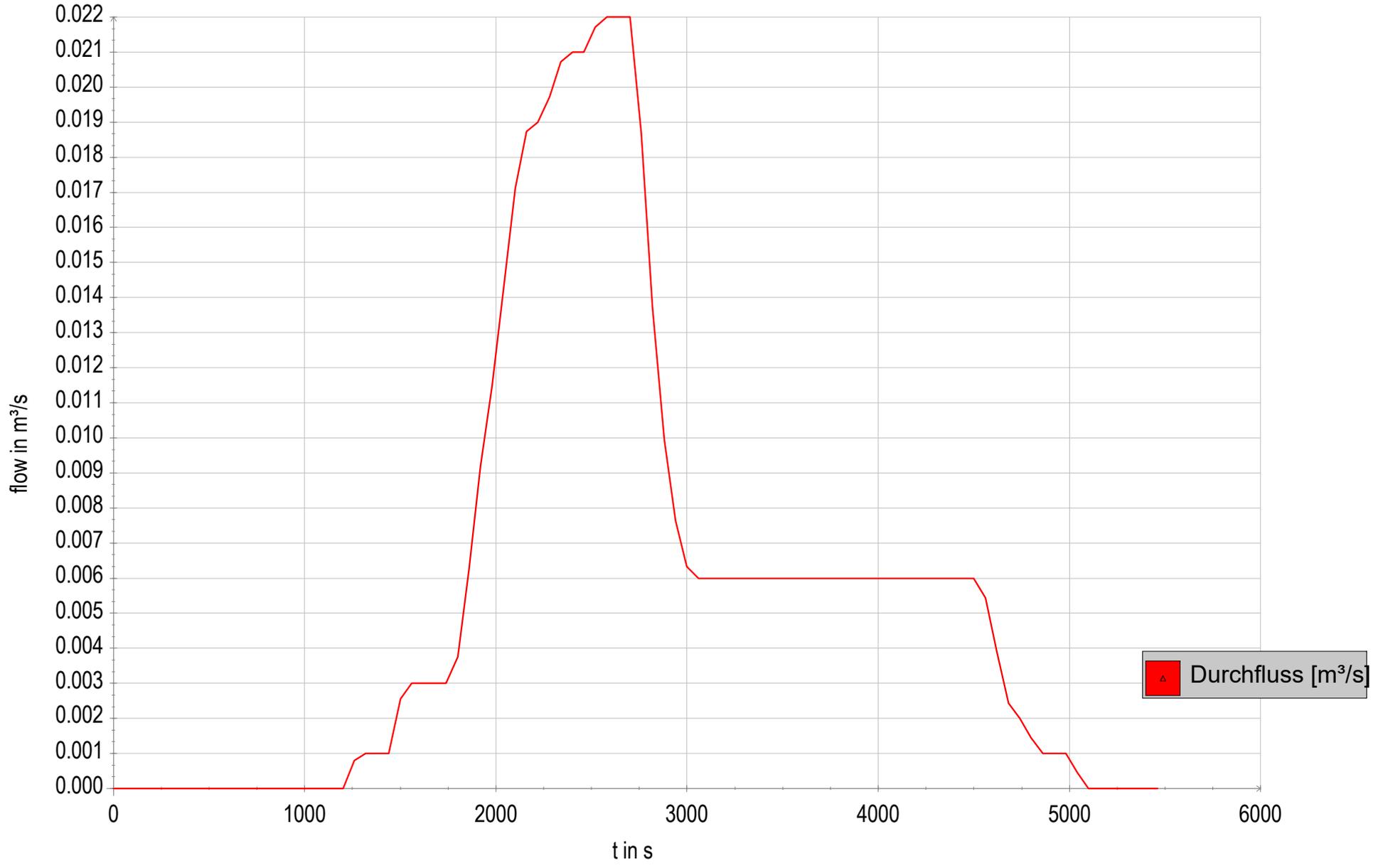
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 03  
Durchflusskurve



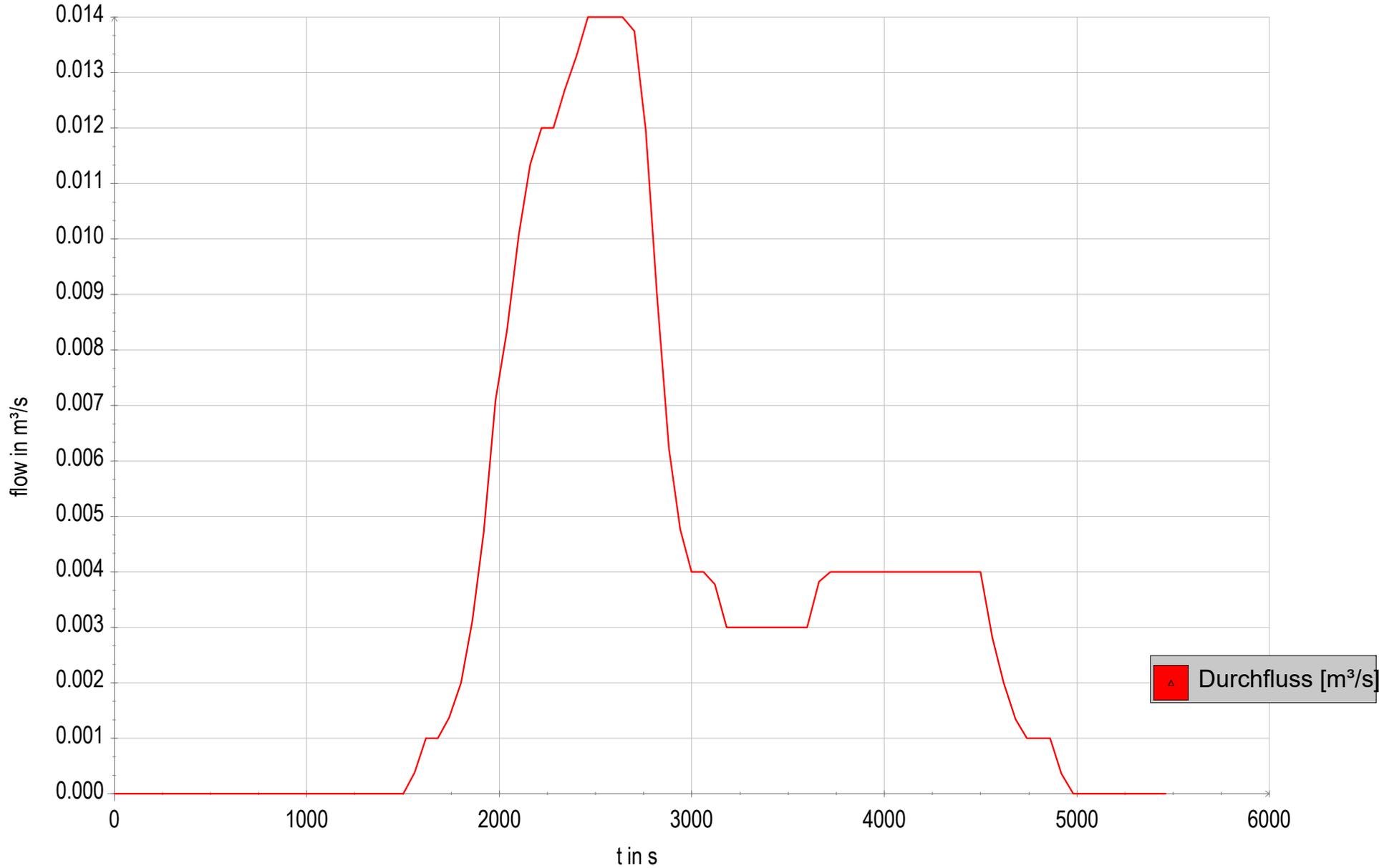
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 04  
Durchflusskurve



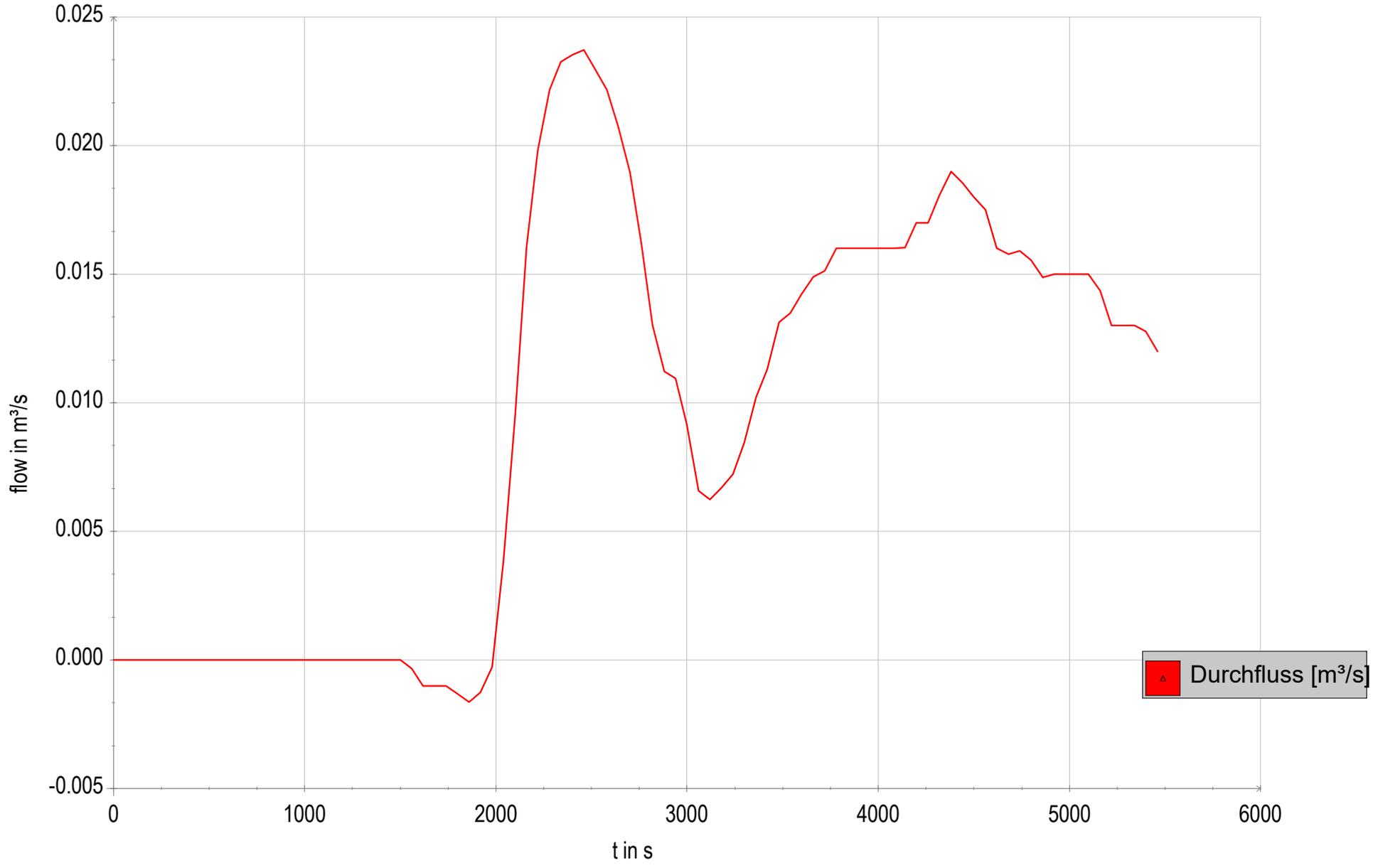
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 05  
Durchflusskurve



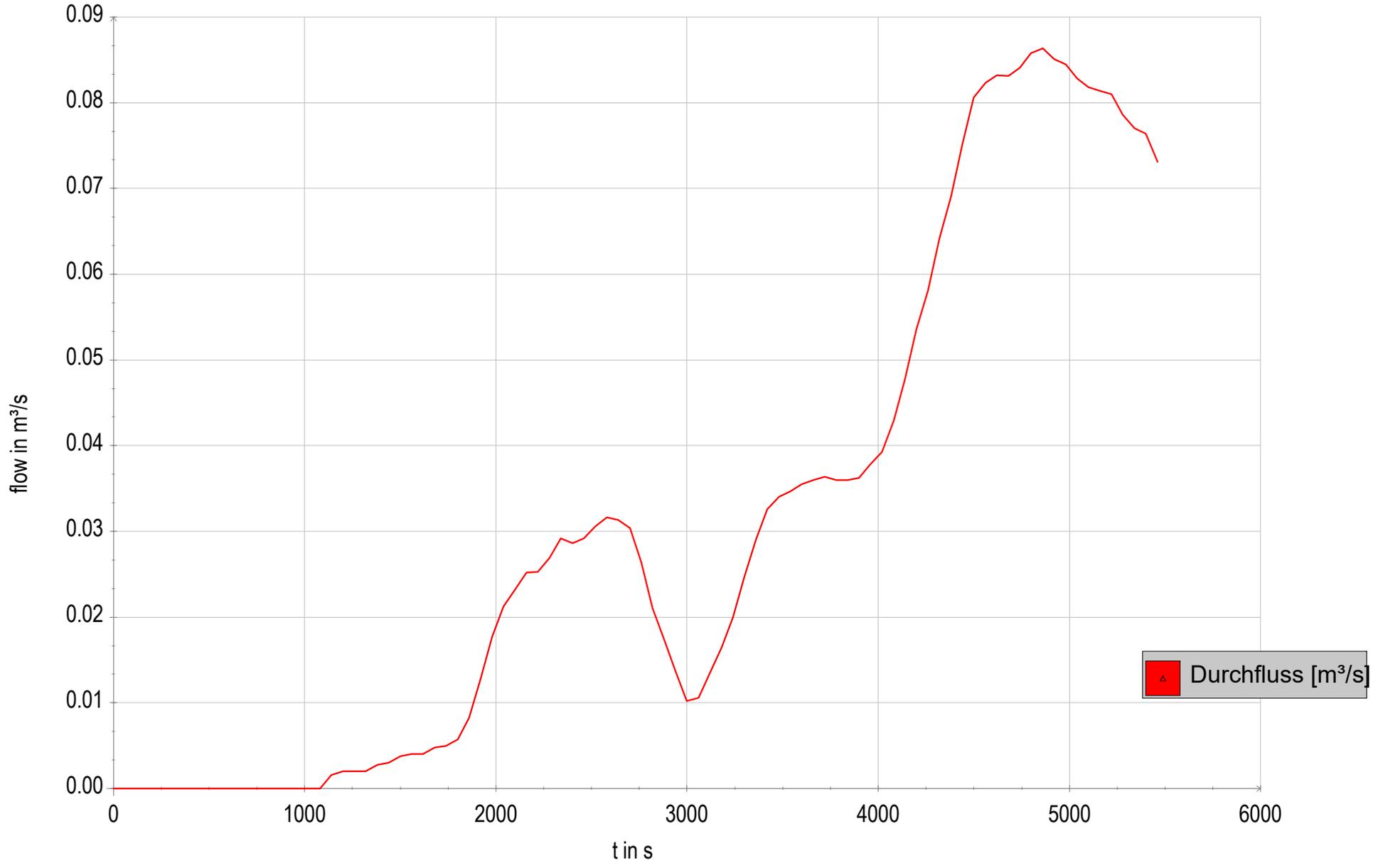
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 06  
Durchflusskurve



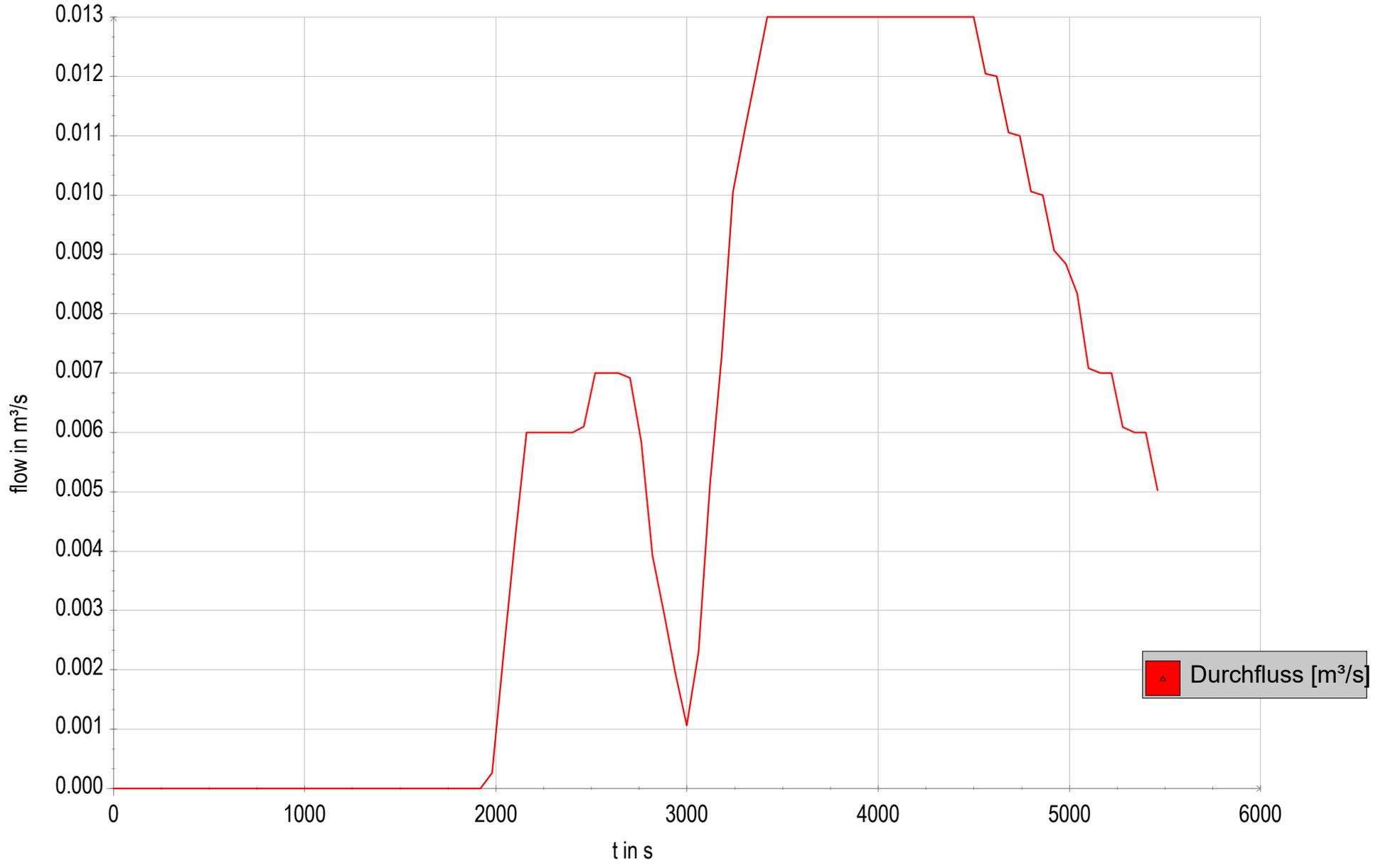
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 07  
Durchflusskurve



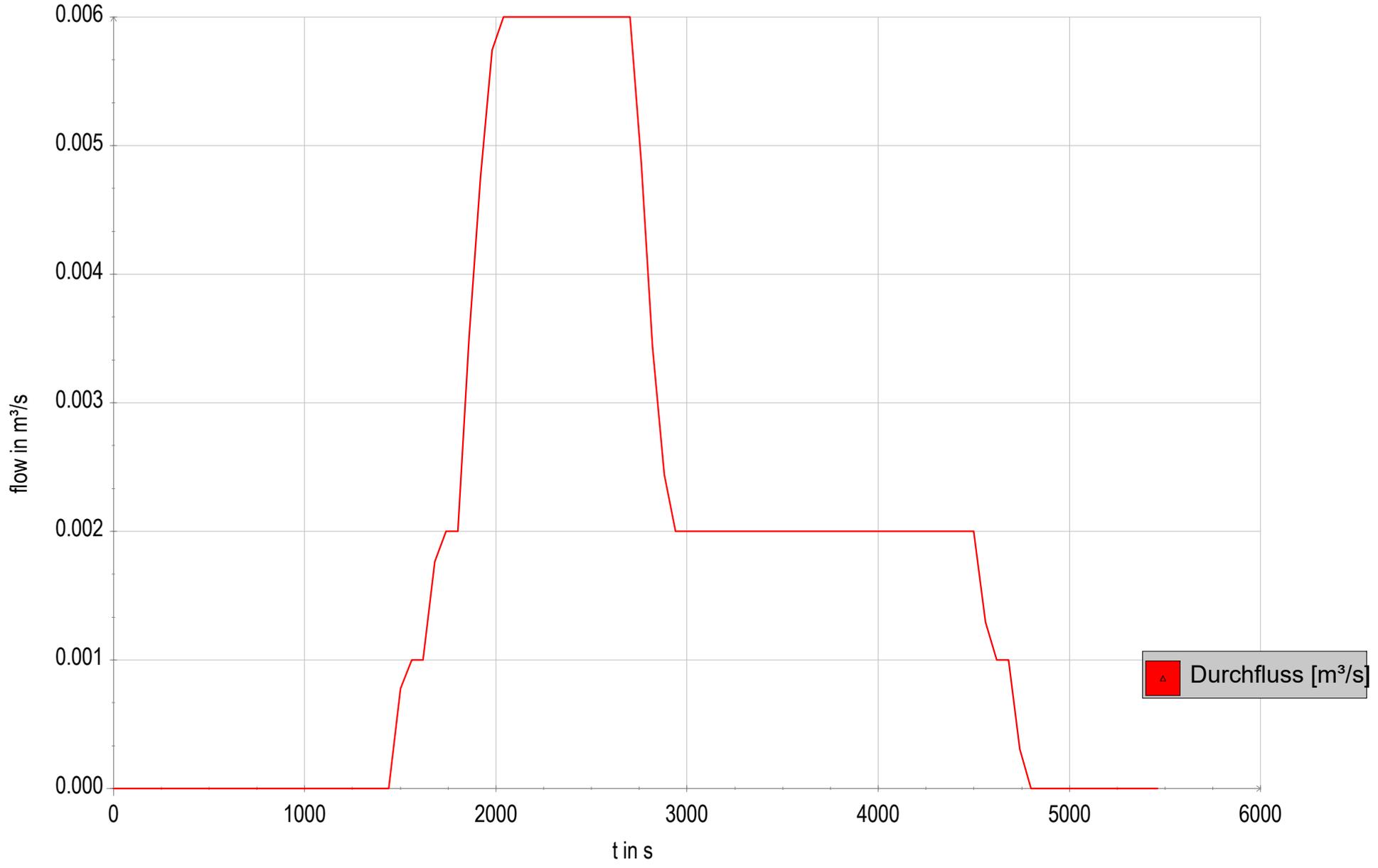
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 08  
Durchflusskurve



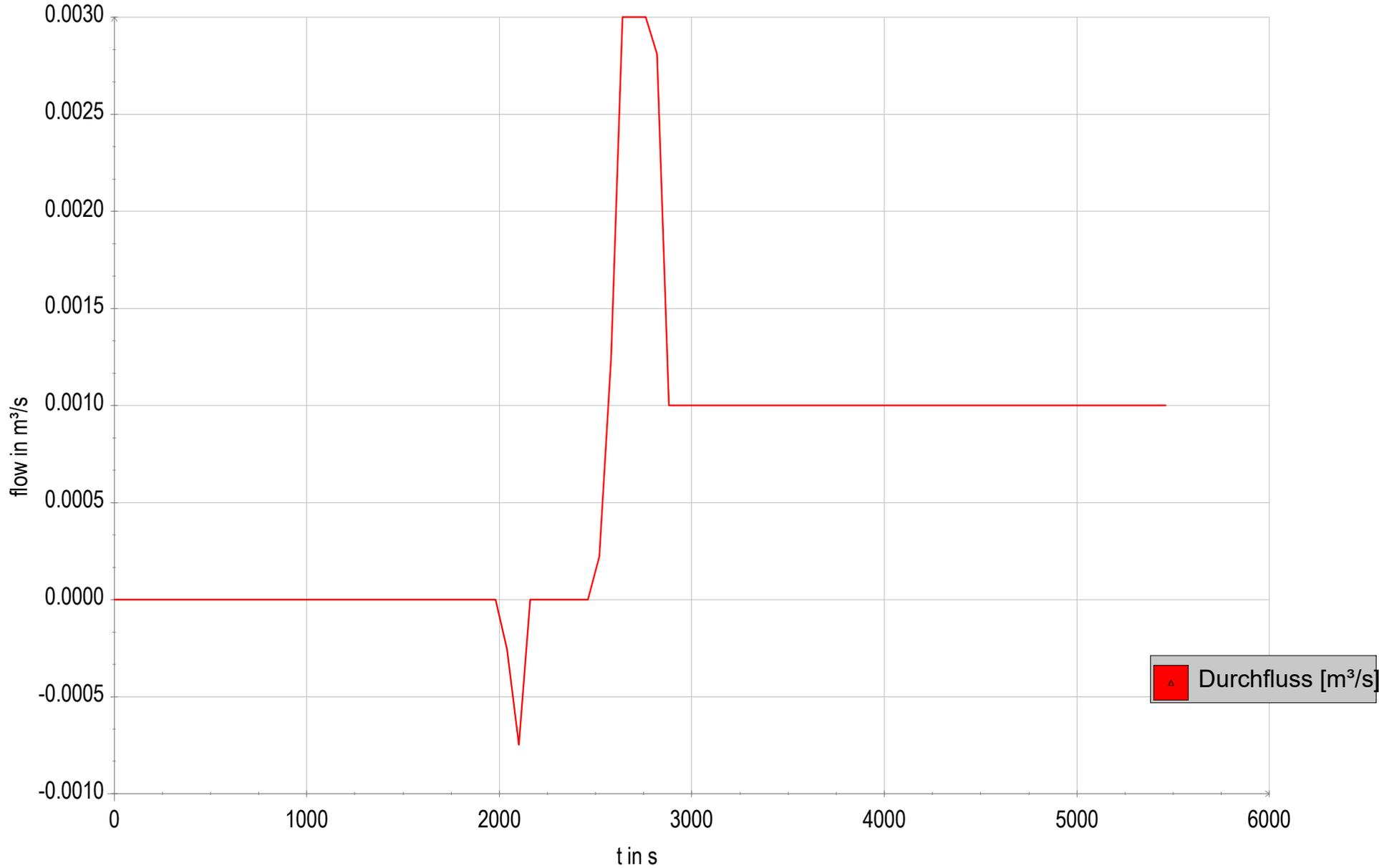
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 09  
Durchflusskurve



Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 10  
Durchflusskurve

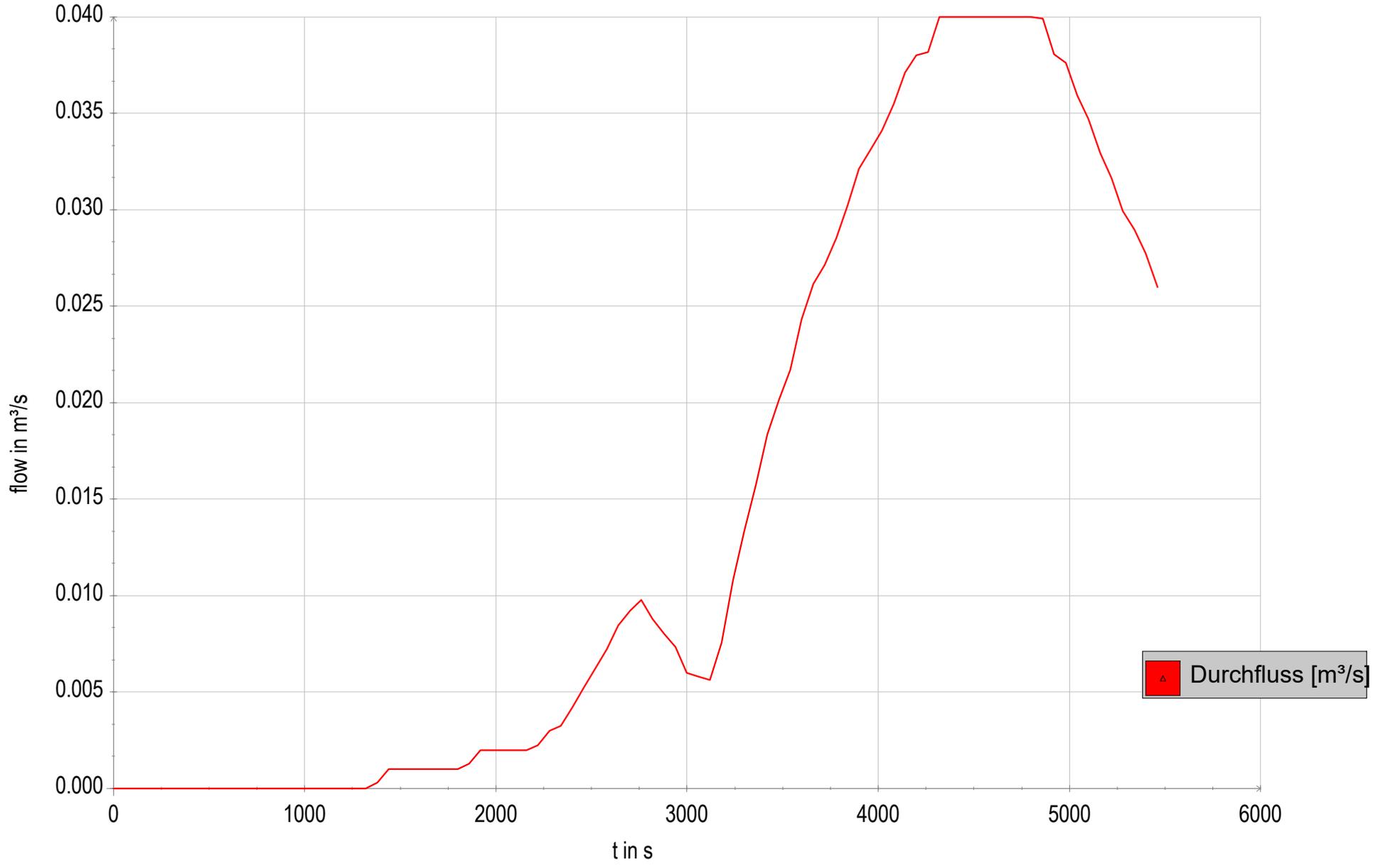


Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 11  
Durchflusskurve

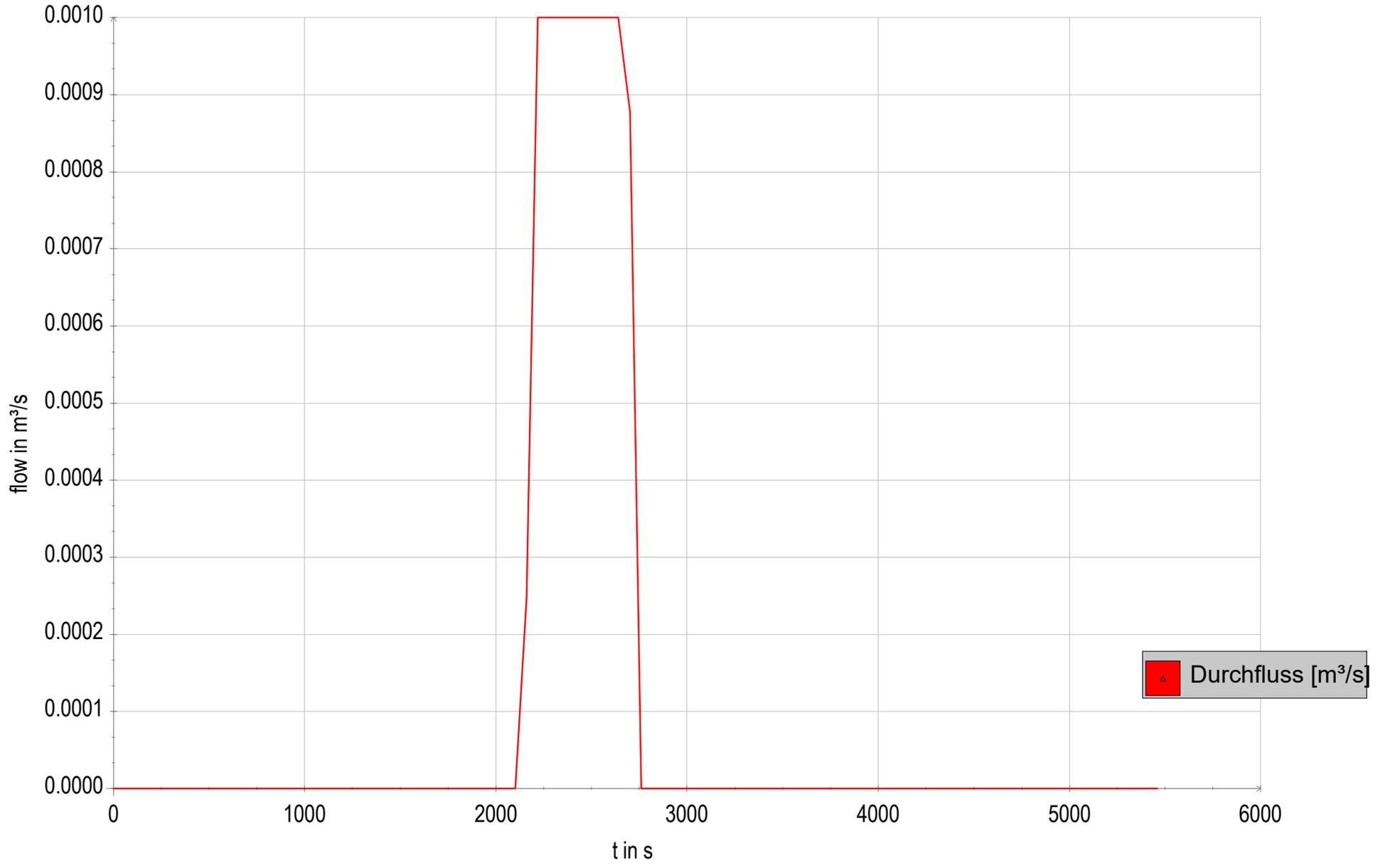


Durchfluss [m³/s]

Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 12  
Durchflusskurve

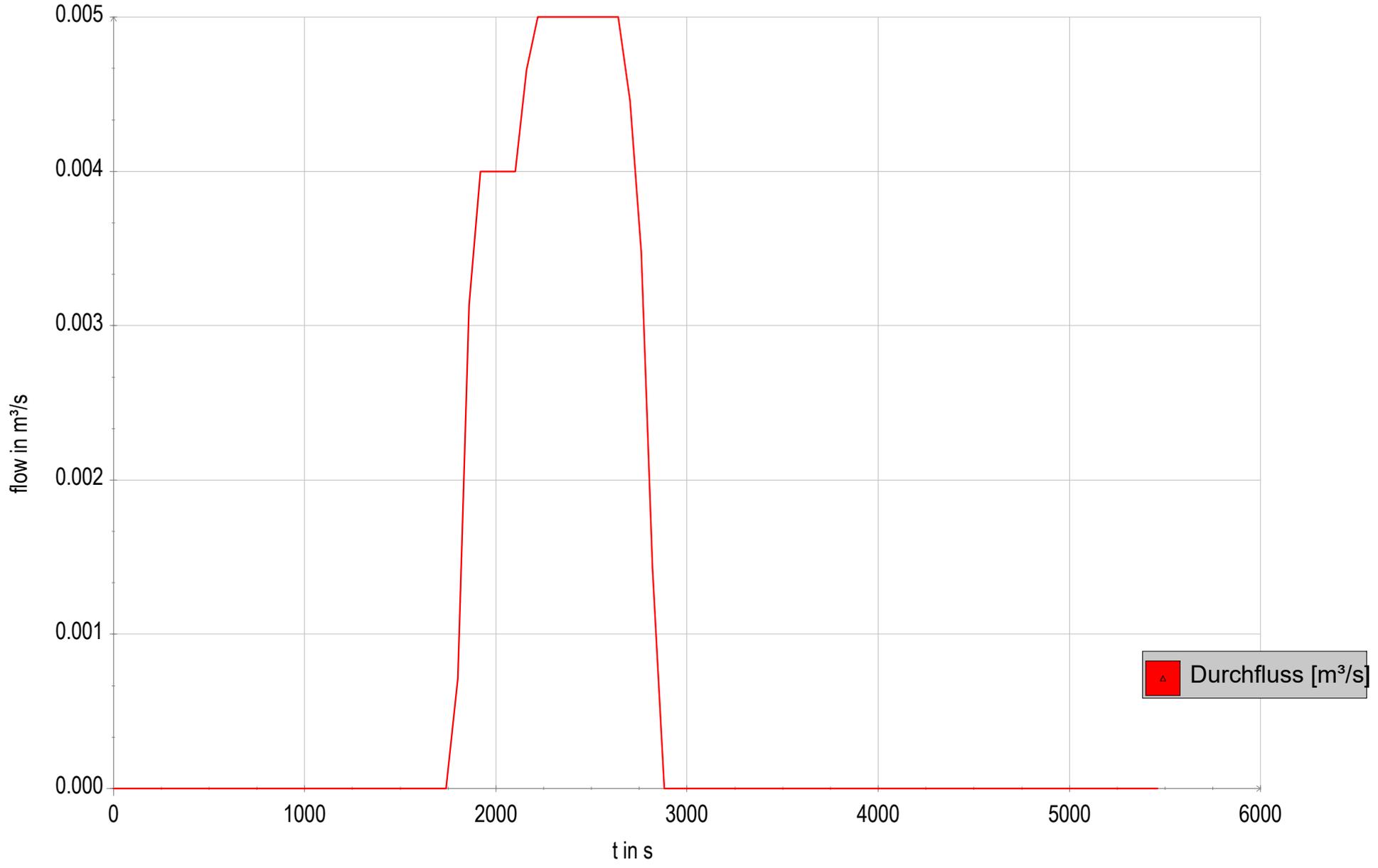


Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 13  
Durchflusskurve

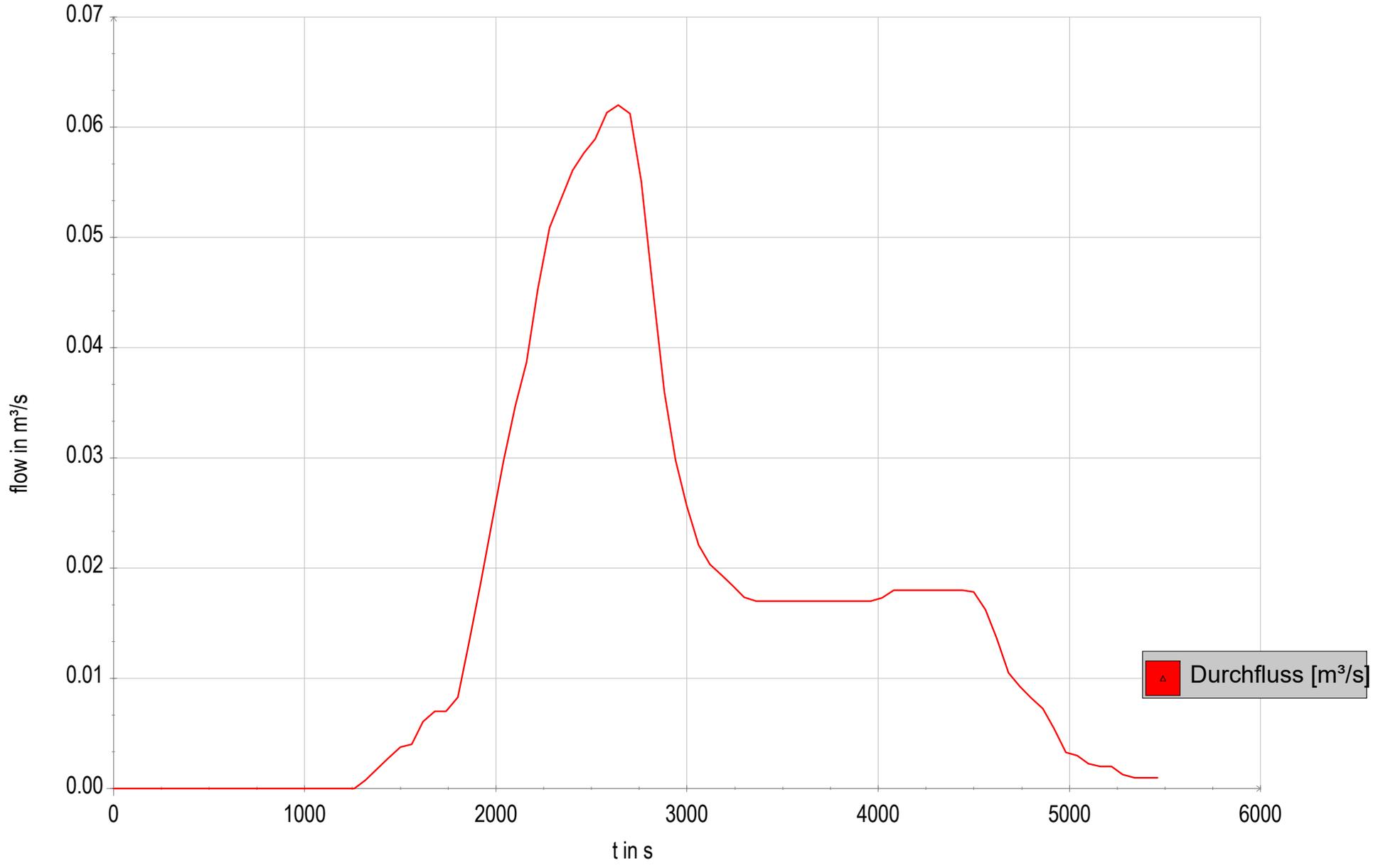


Durchfluss [m³/s]

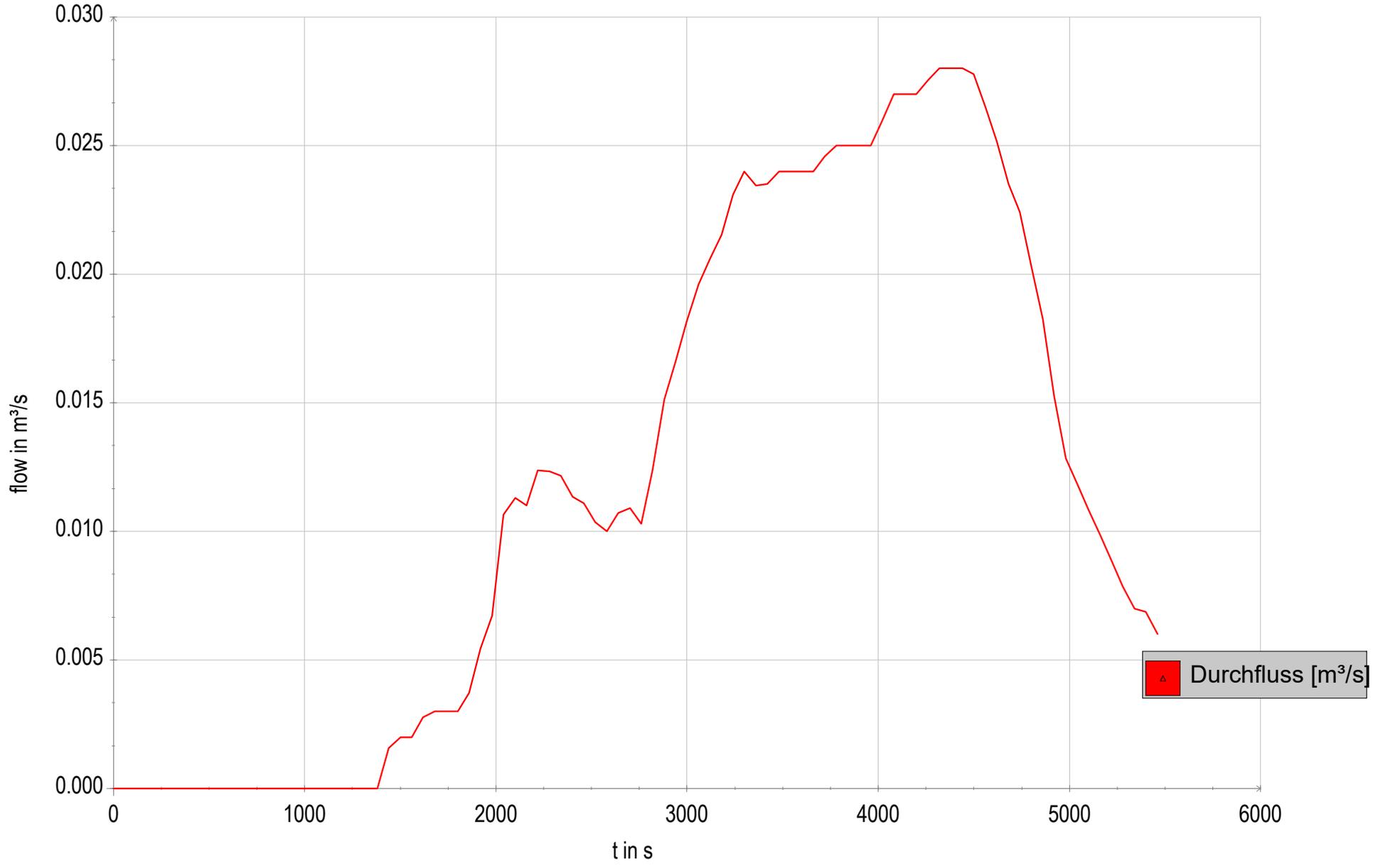
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 14  
Durchflusskurve



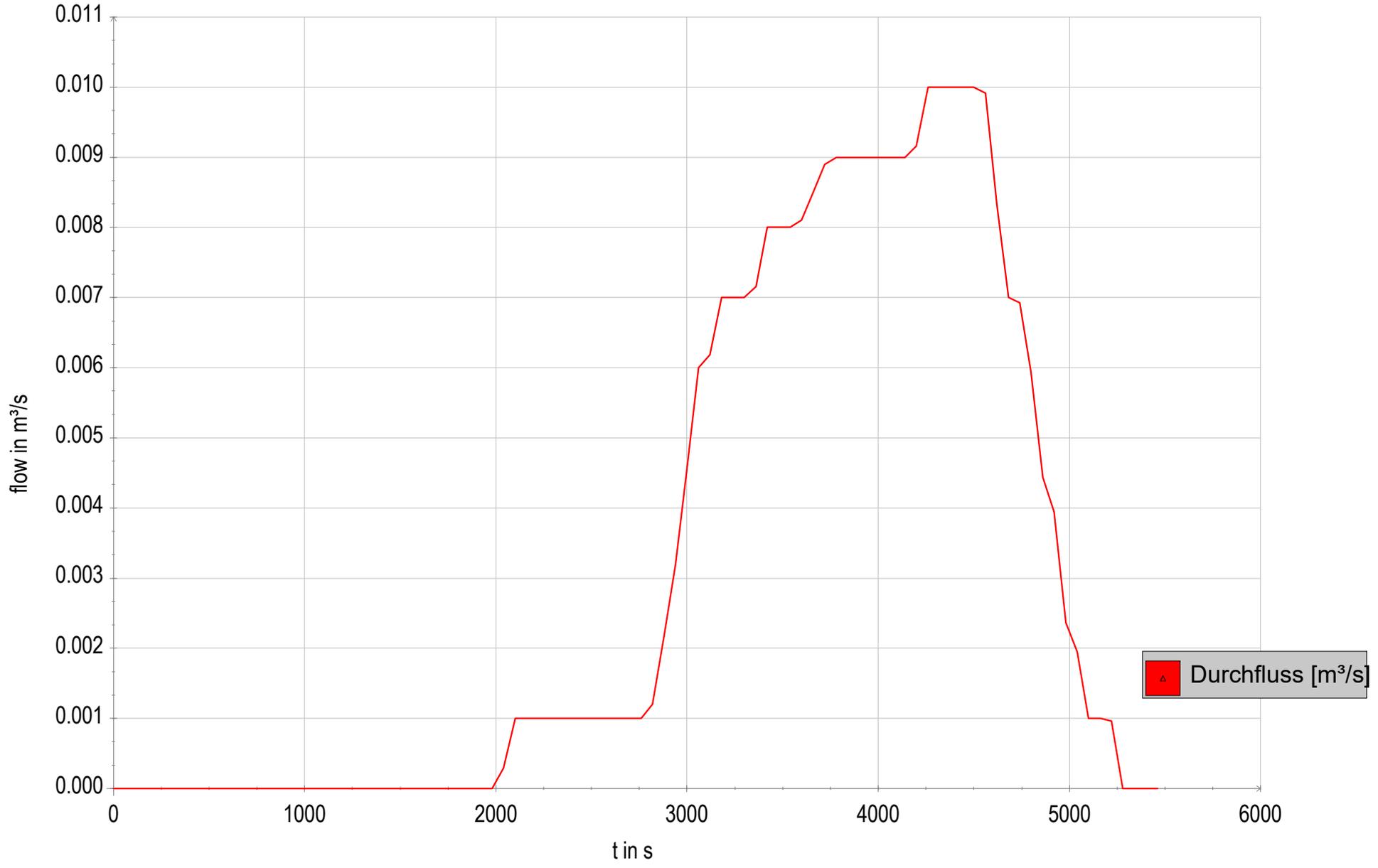
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 15  
Durchflusskurve



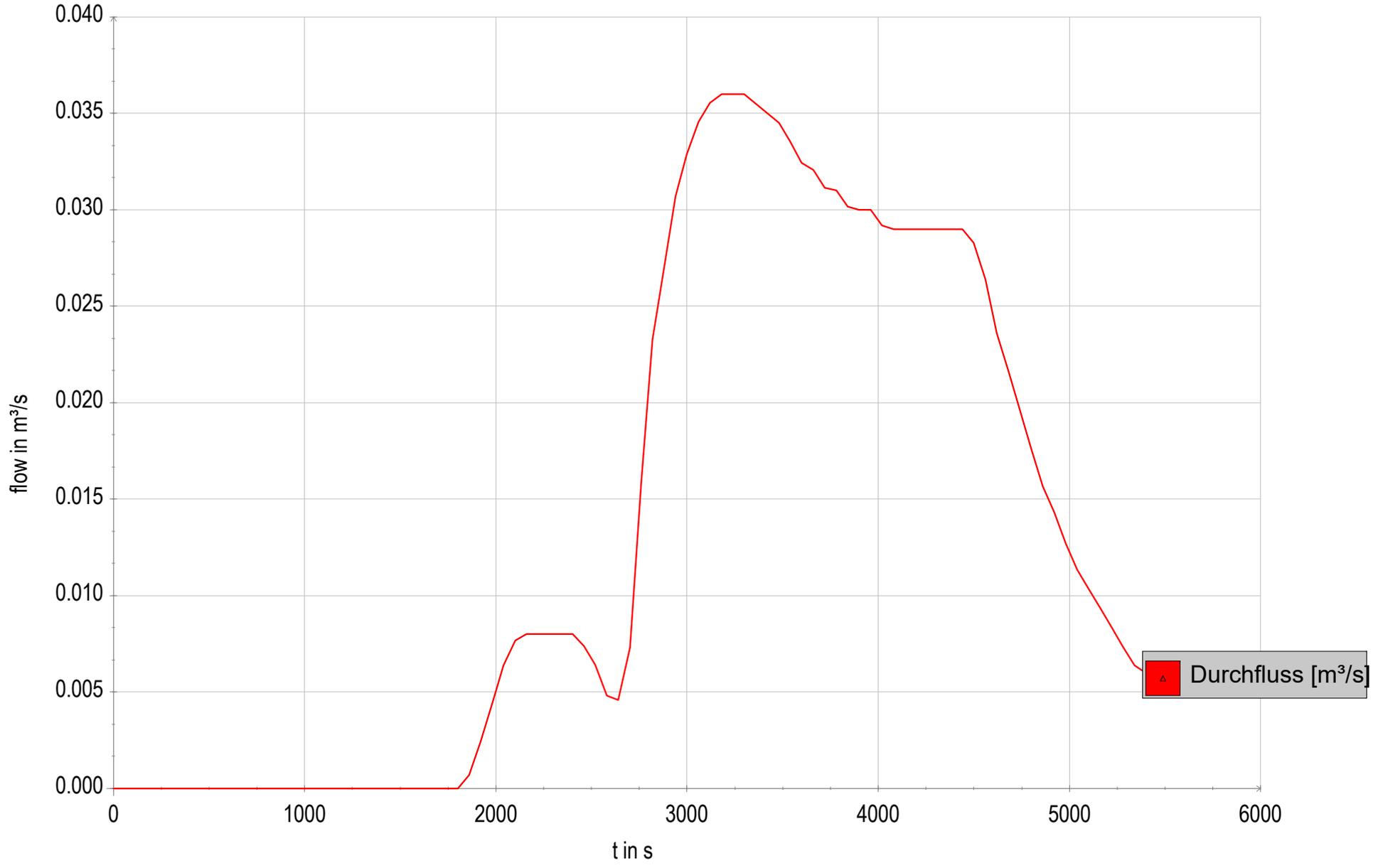
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 16  
Durchflusskurve



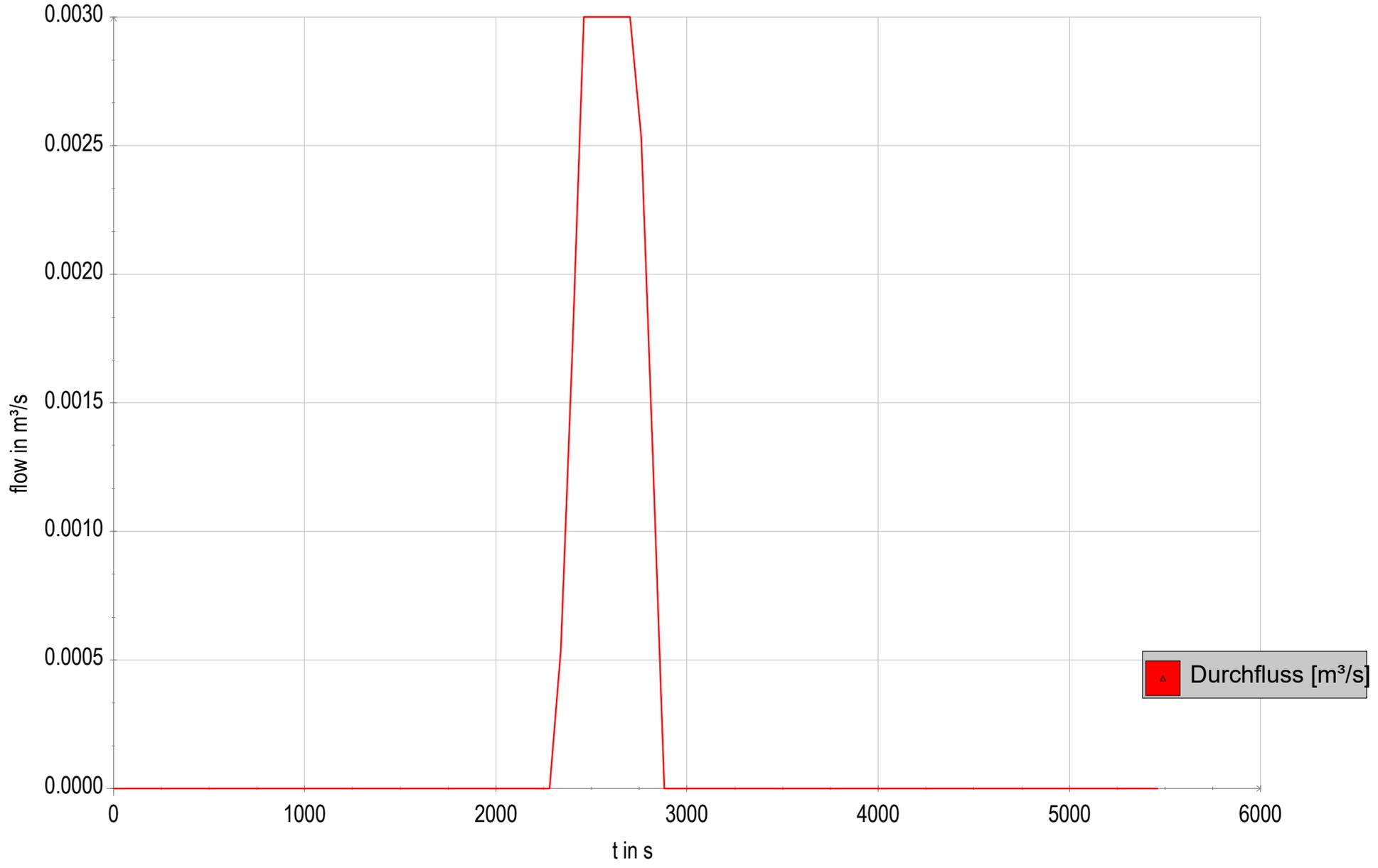
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 17  
Durchflusskurve



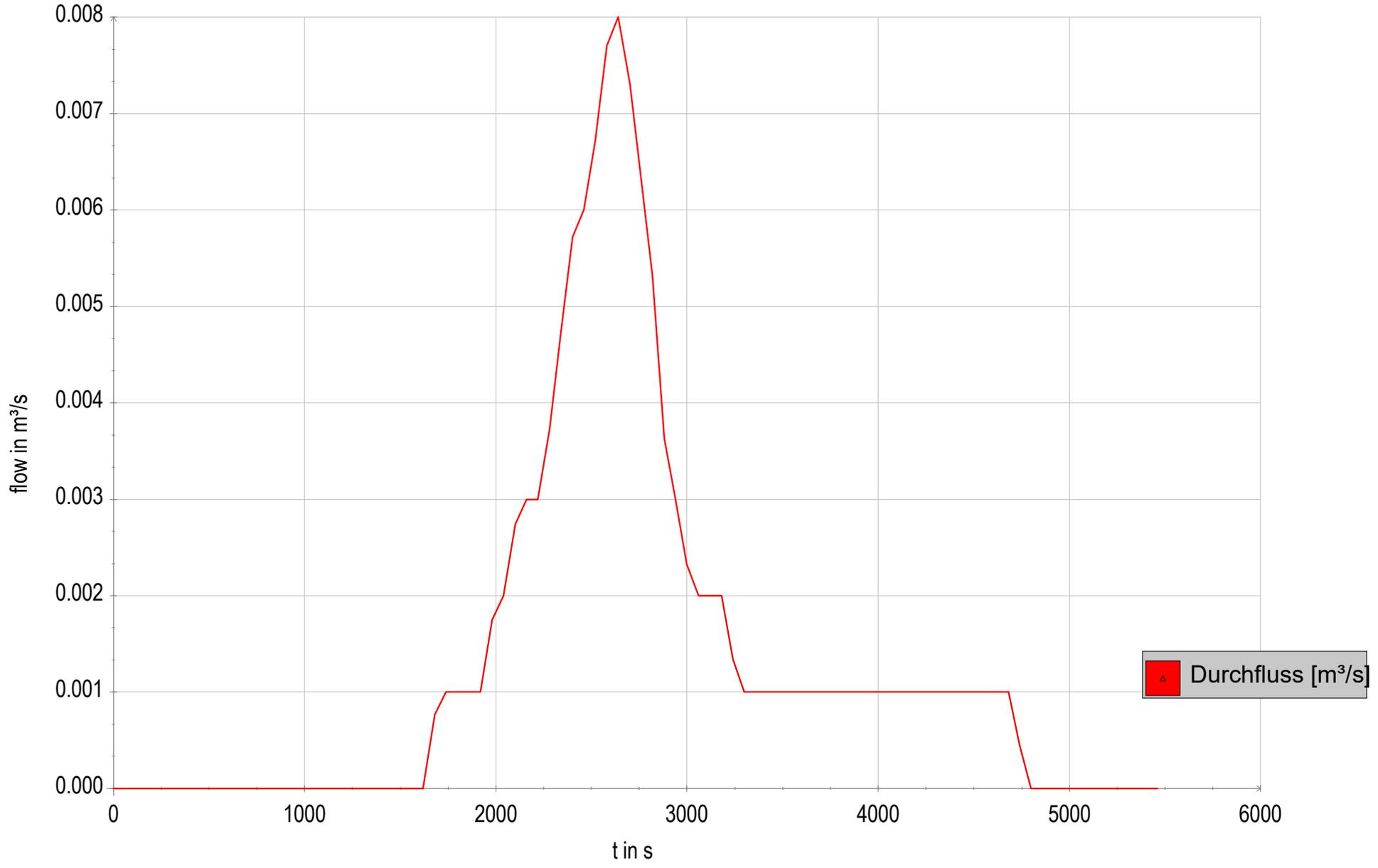
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 18  
Durchflusskurve



Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 19  
Durchflusskurve

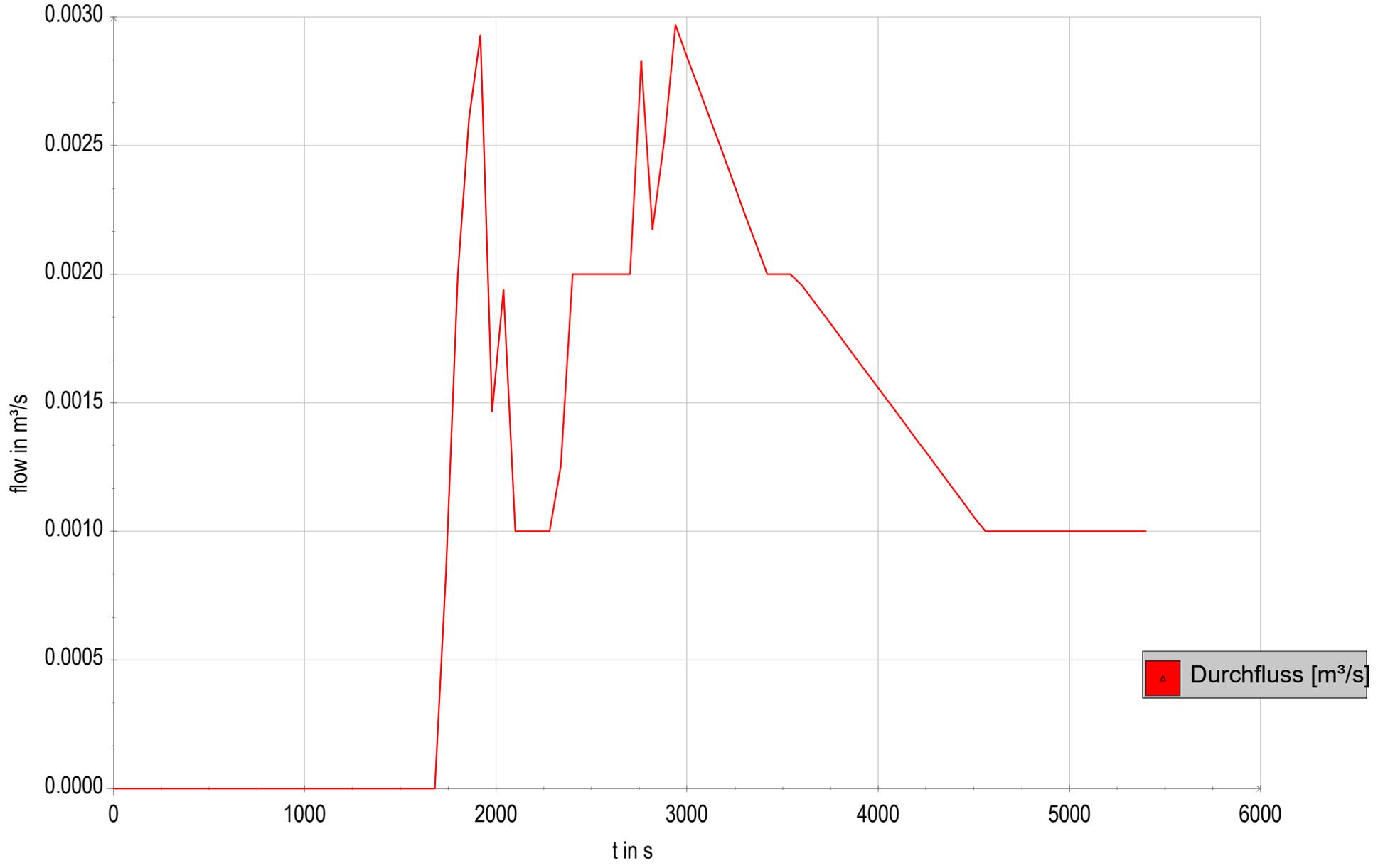


Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, Gekoppelte 1D/2D-Abflusssimulation; Kontrollquerschnitt: S 20  
Durchflusskurve



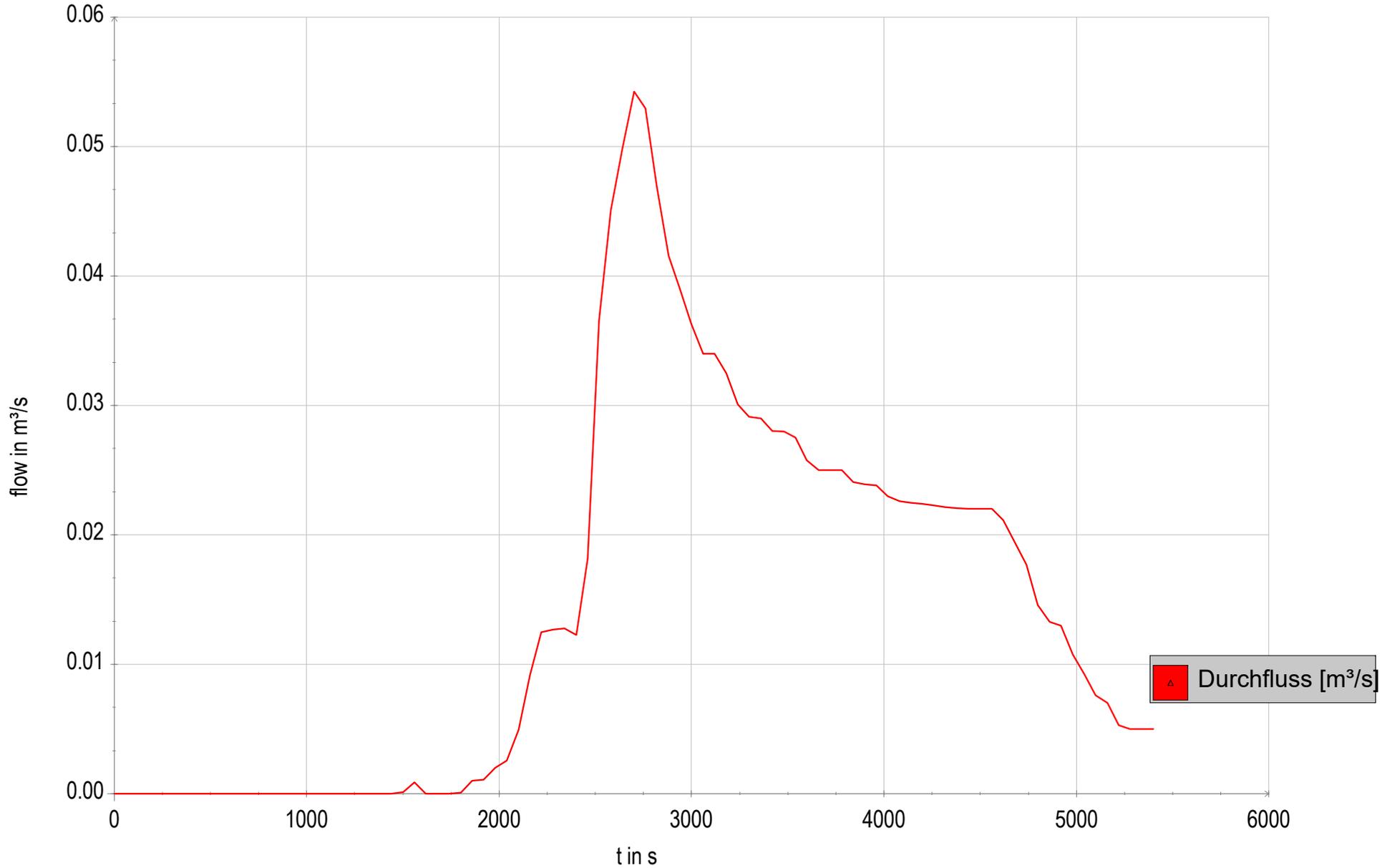
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 01

Durchflusskurve



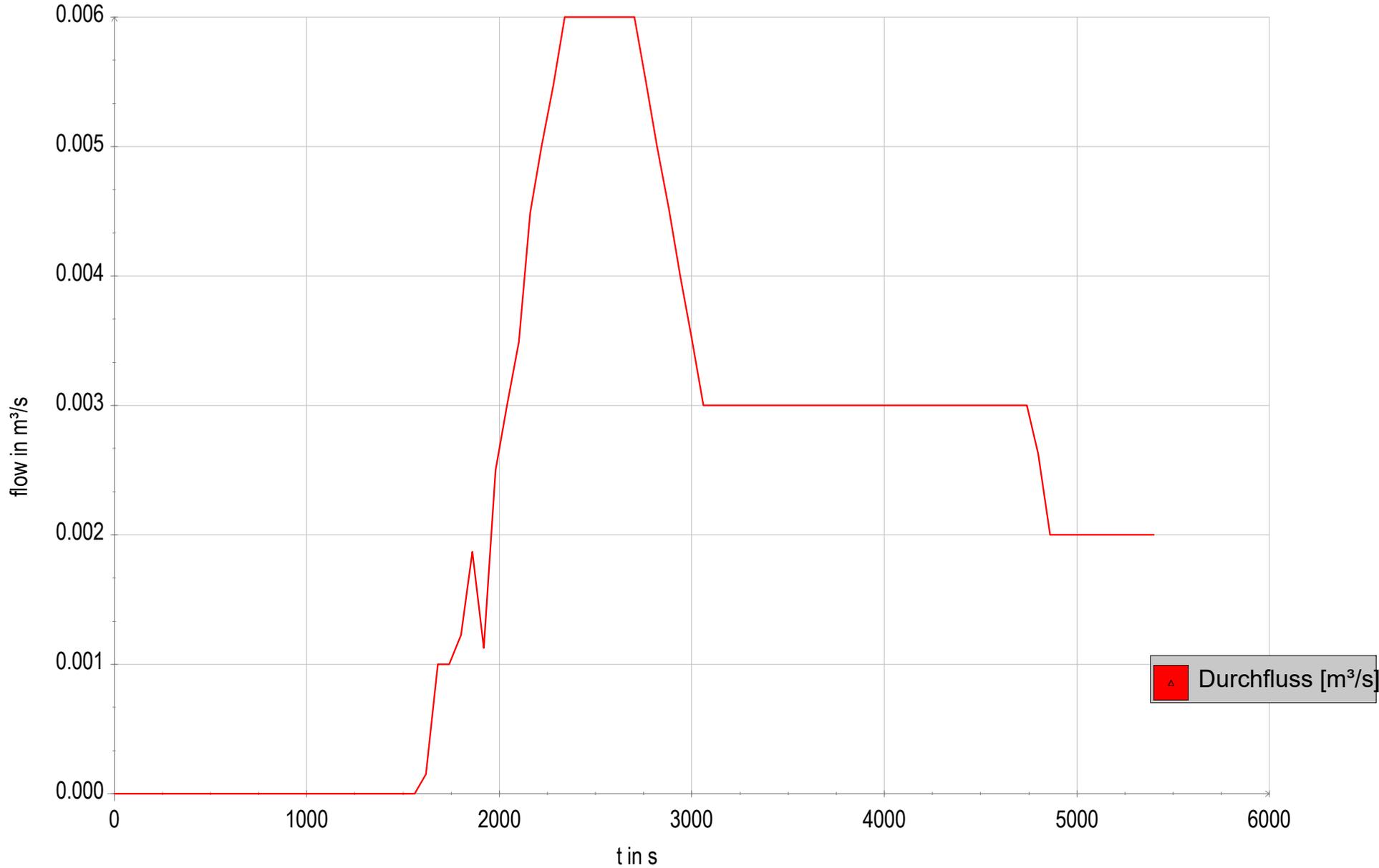
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 02

Durchflussskurve



Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 03

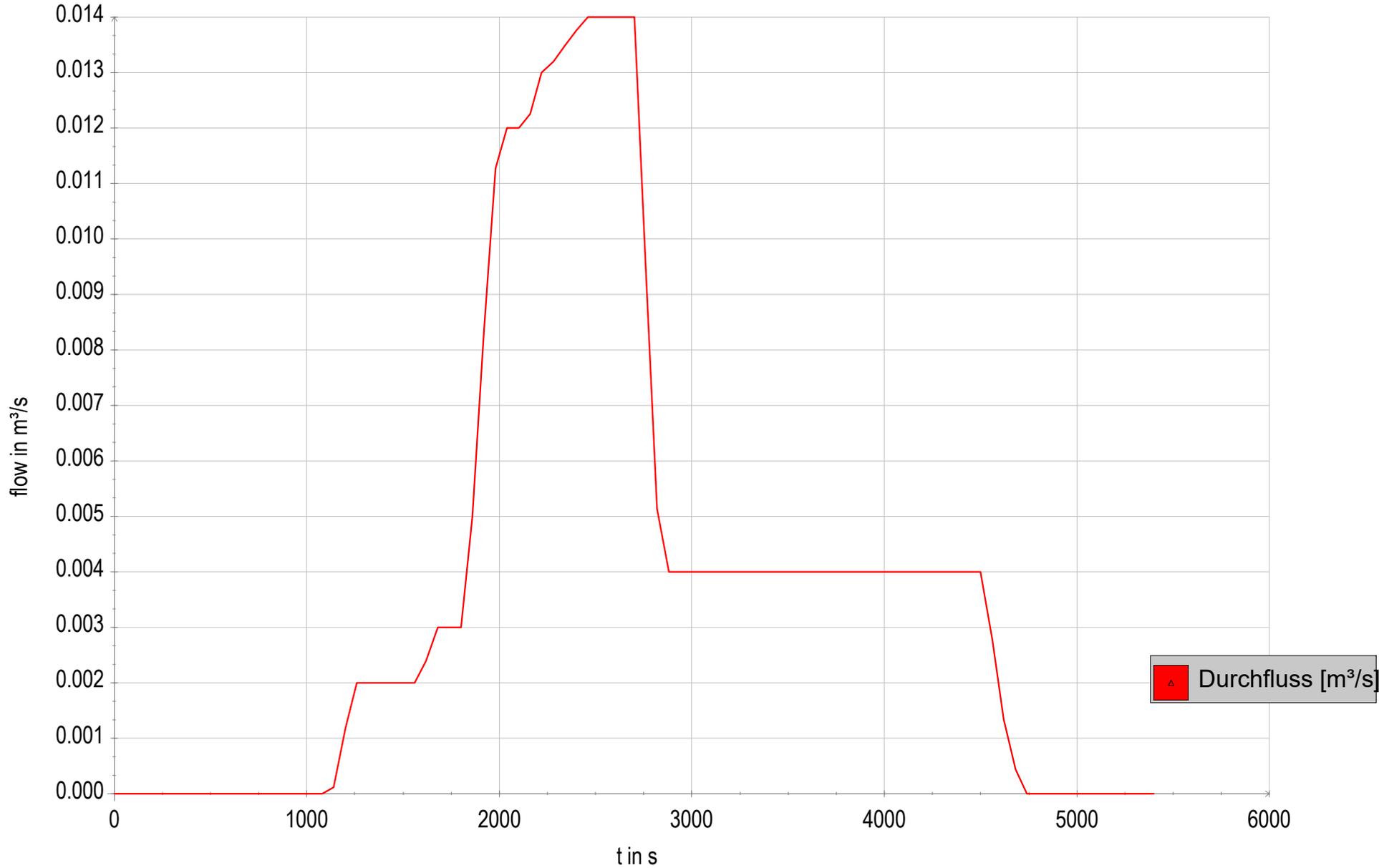
Durchflusskurve



Durchfluss [m³/s]

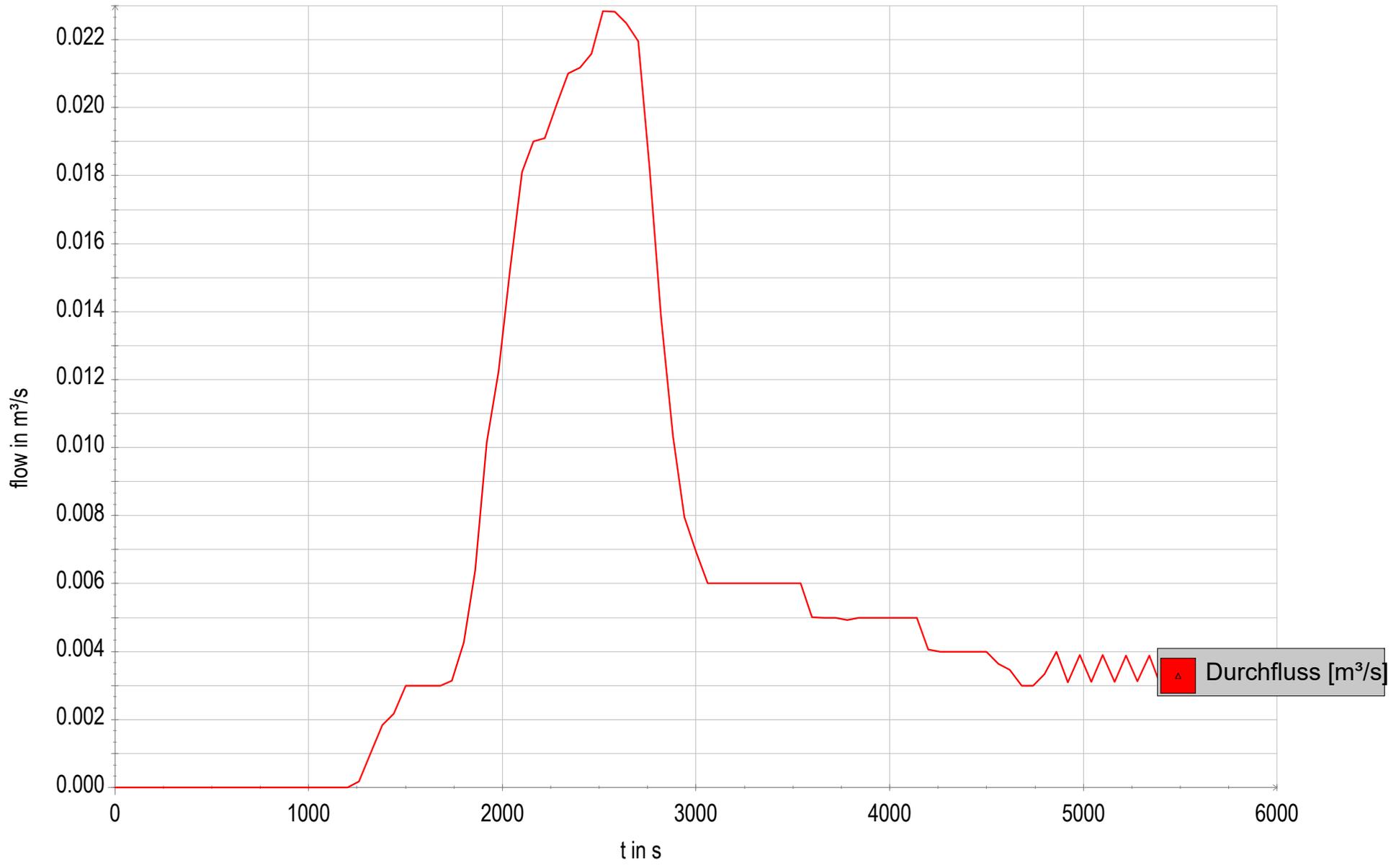
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 04

Durchflussskurve



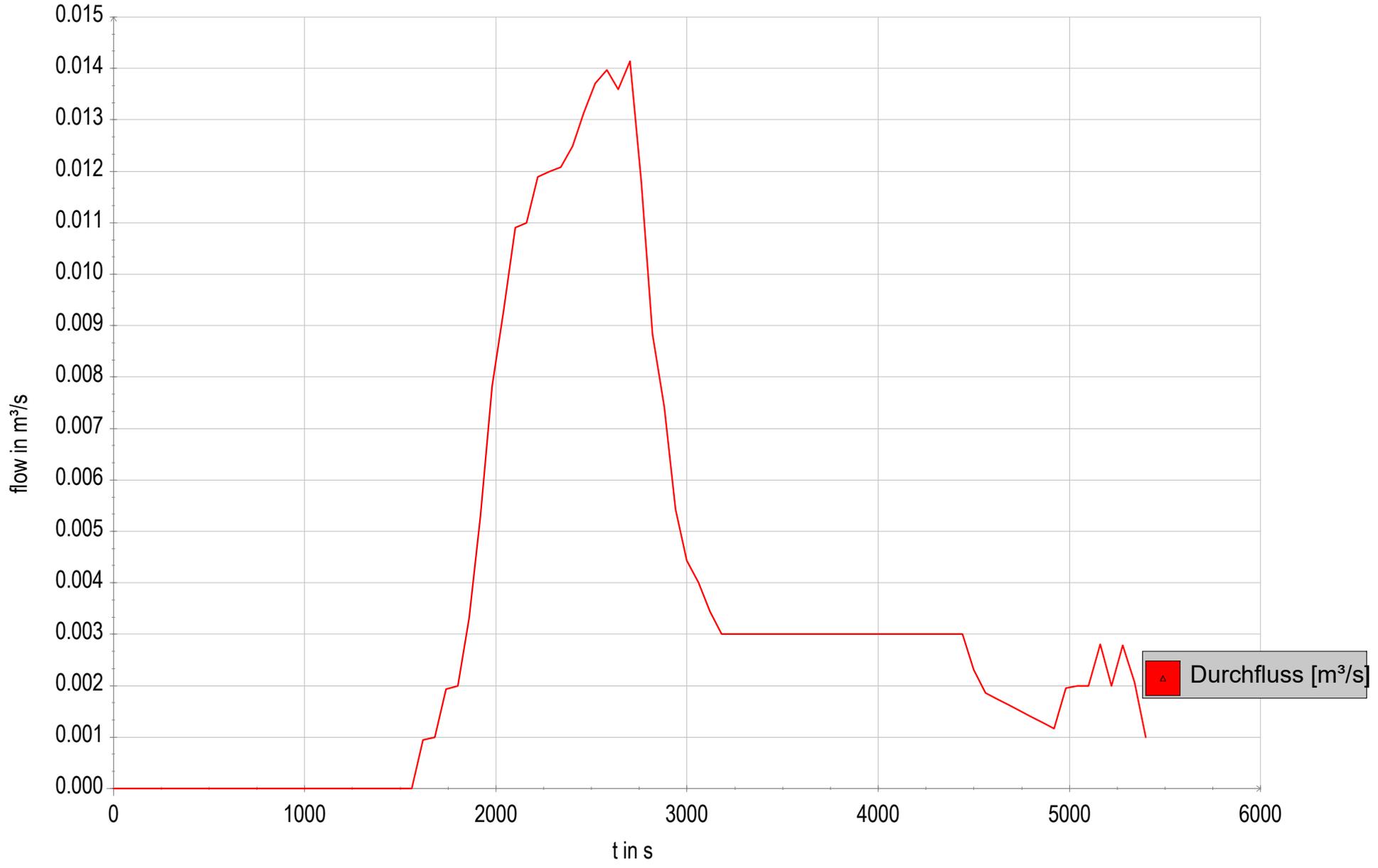
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 05

Durchflussskurve



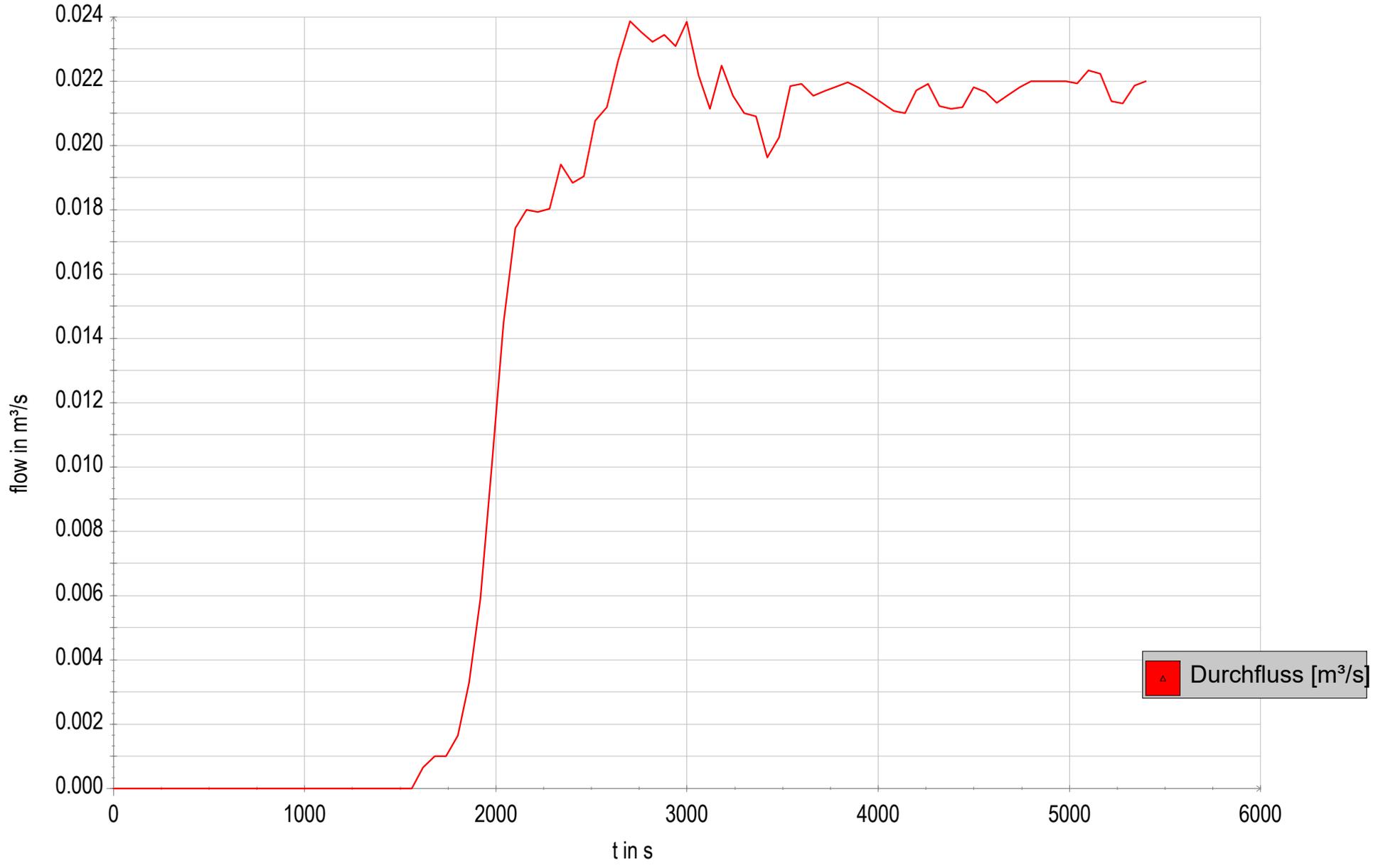
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 06

Durchflussskurve



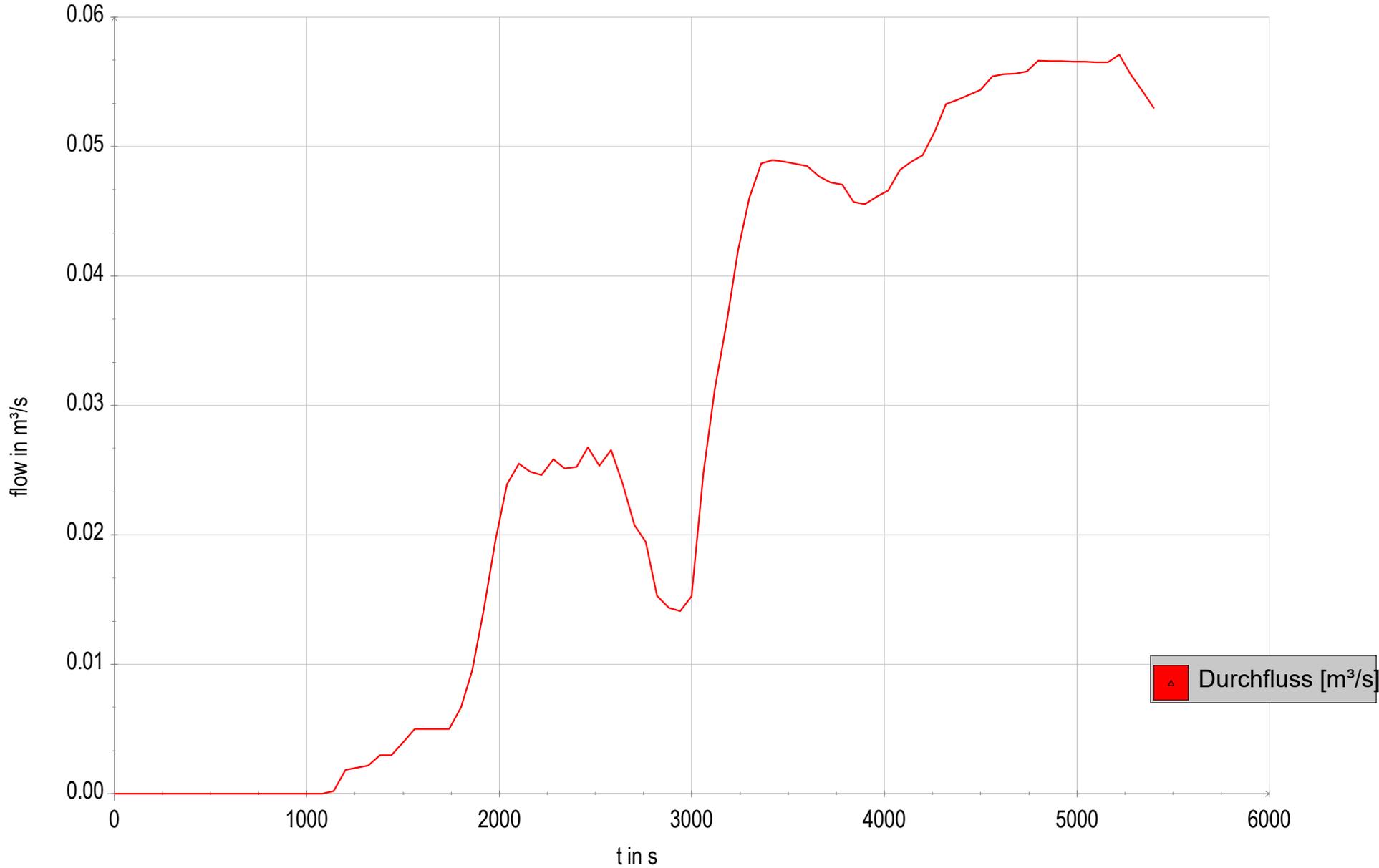
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 07

Durchflussskurve



Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 08

Durchflussskurve



Durchfluss [m³/s]

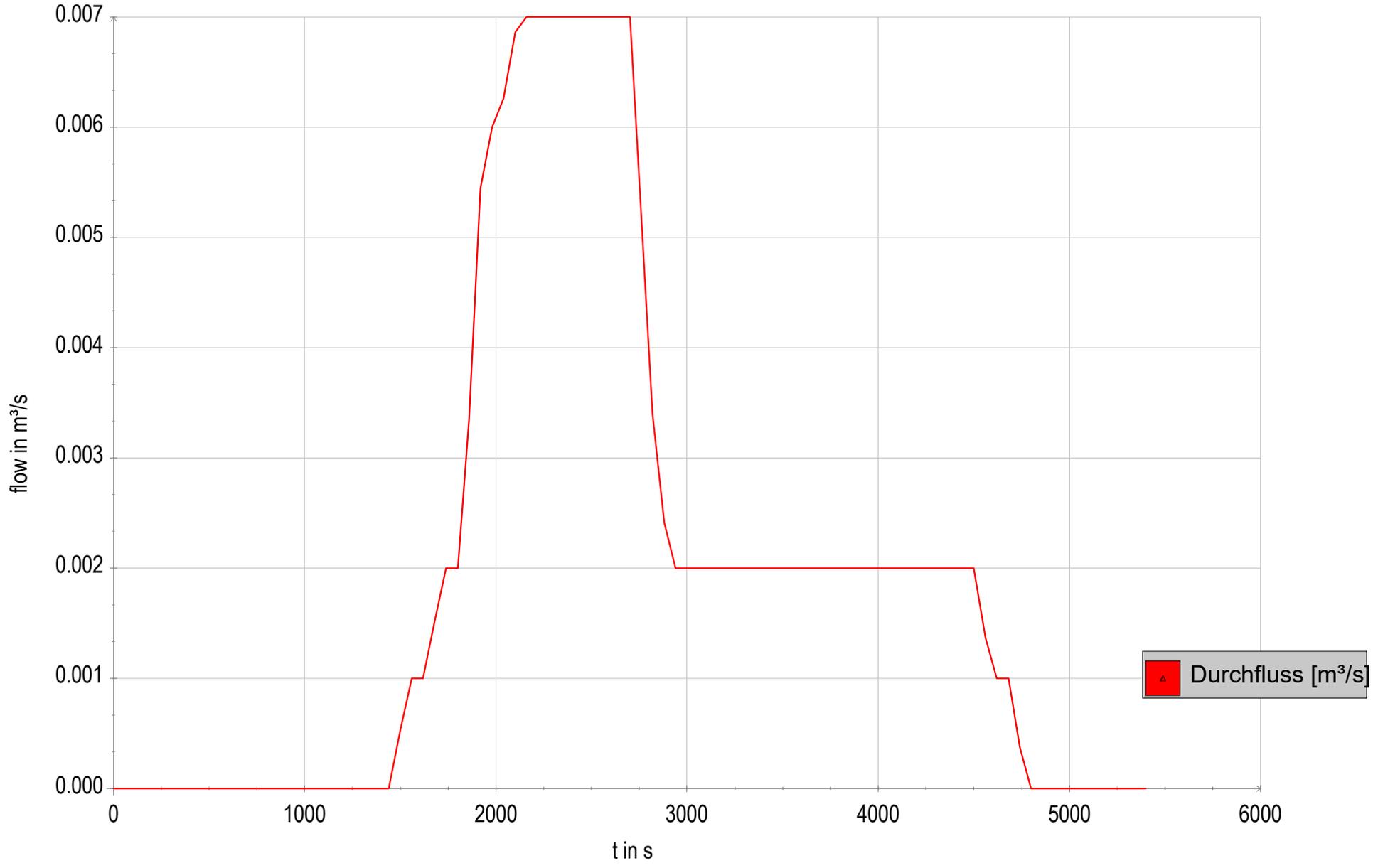
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 09

Durchflussskurve



Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 10

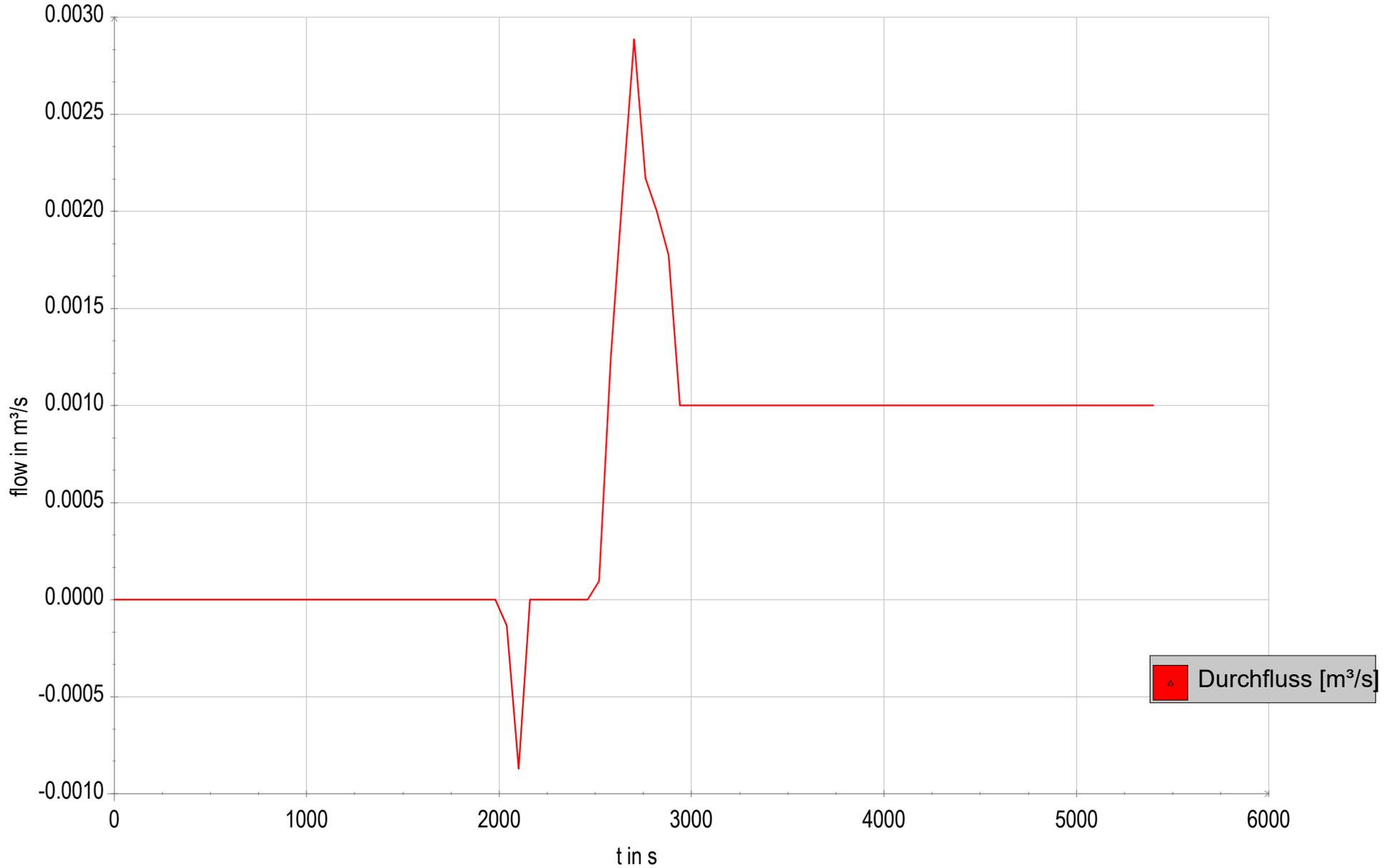
Durchflusskurve



Durchfluss [m³/s]

Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 11

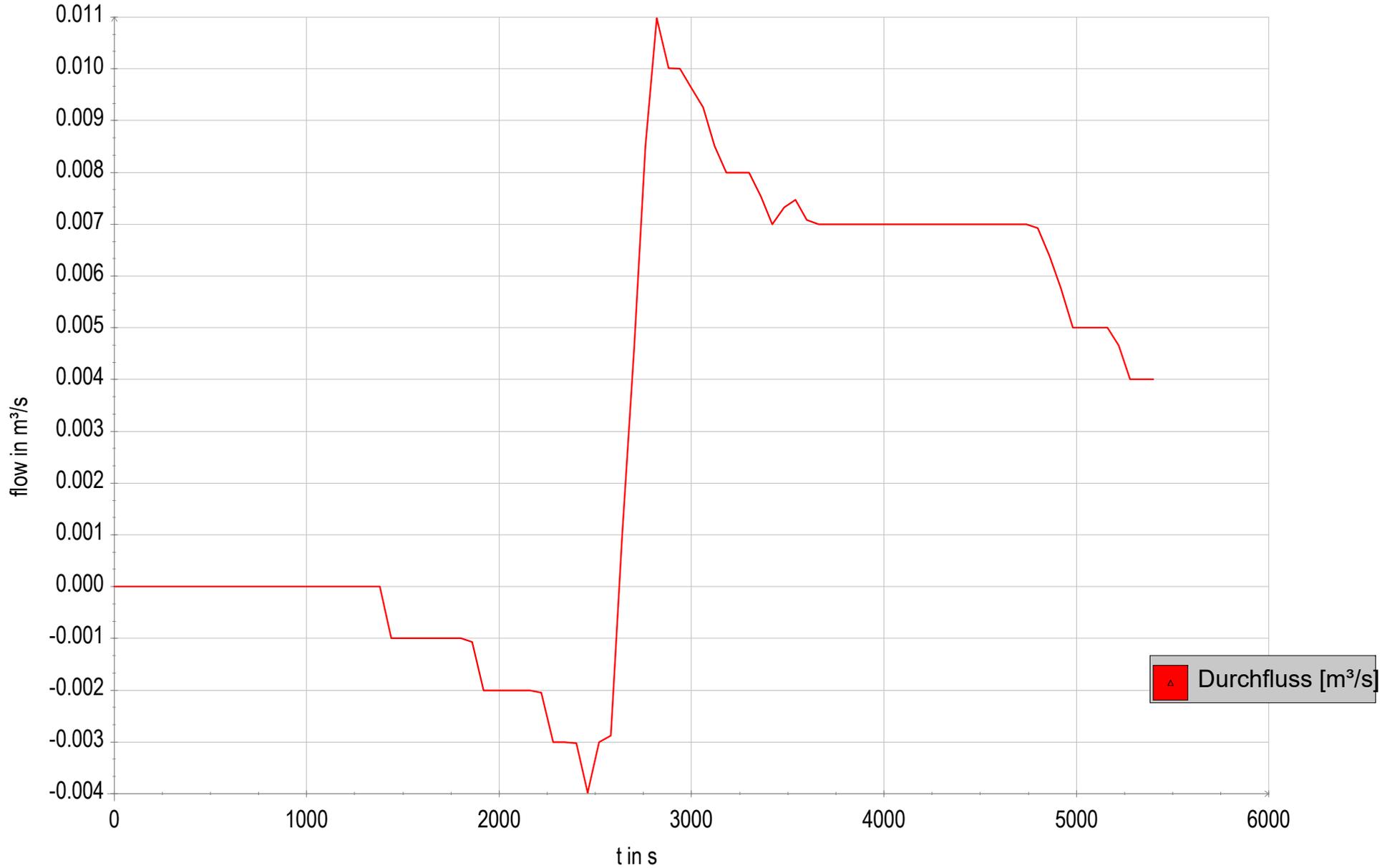
Durchflusskurve



Durchfluss [m³/s]

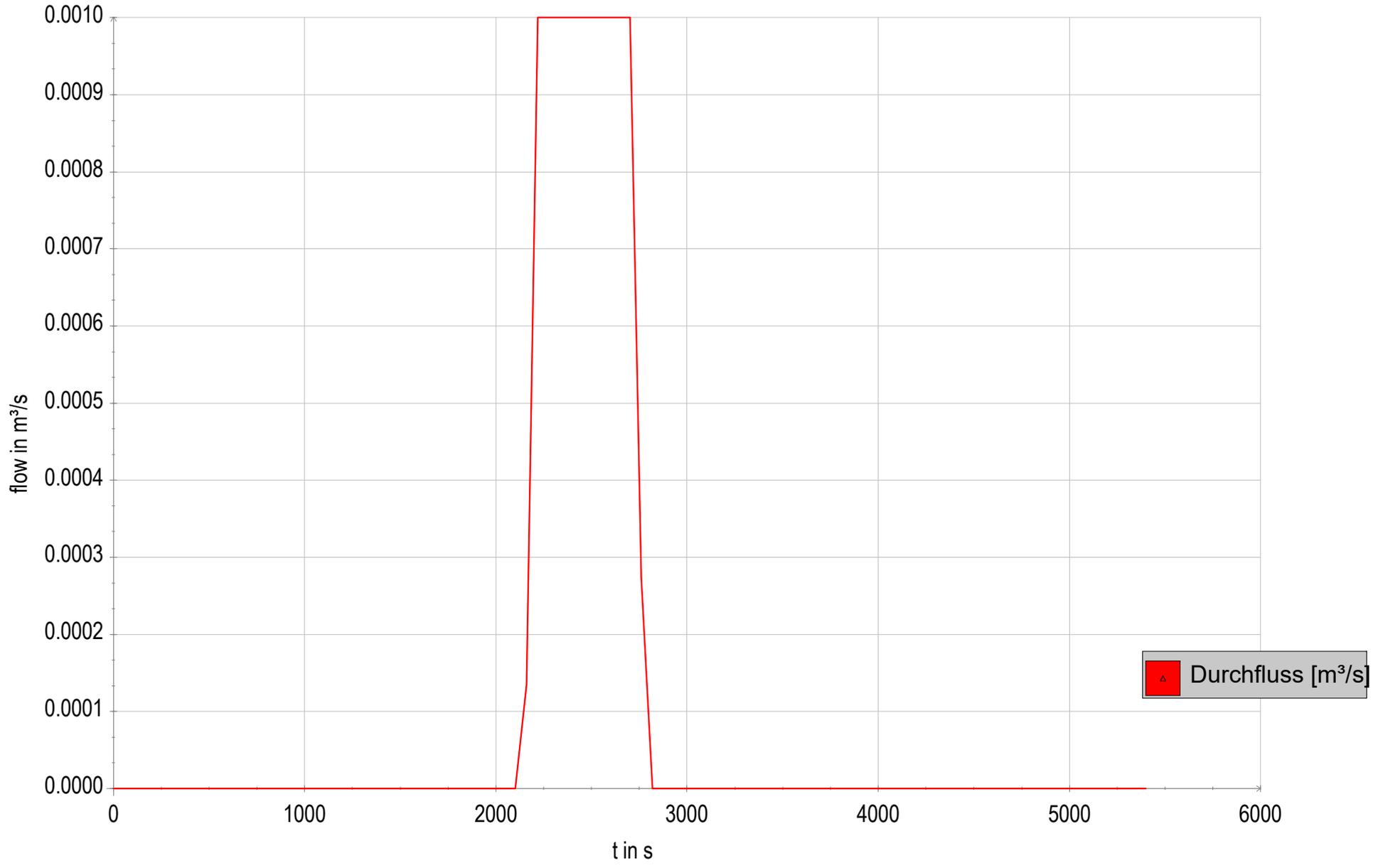
# Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 12

## Durchflusskurve



Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 13

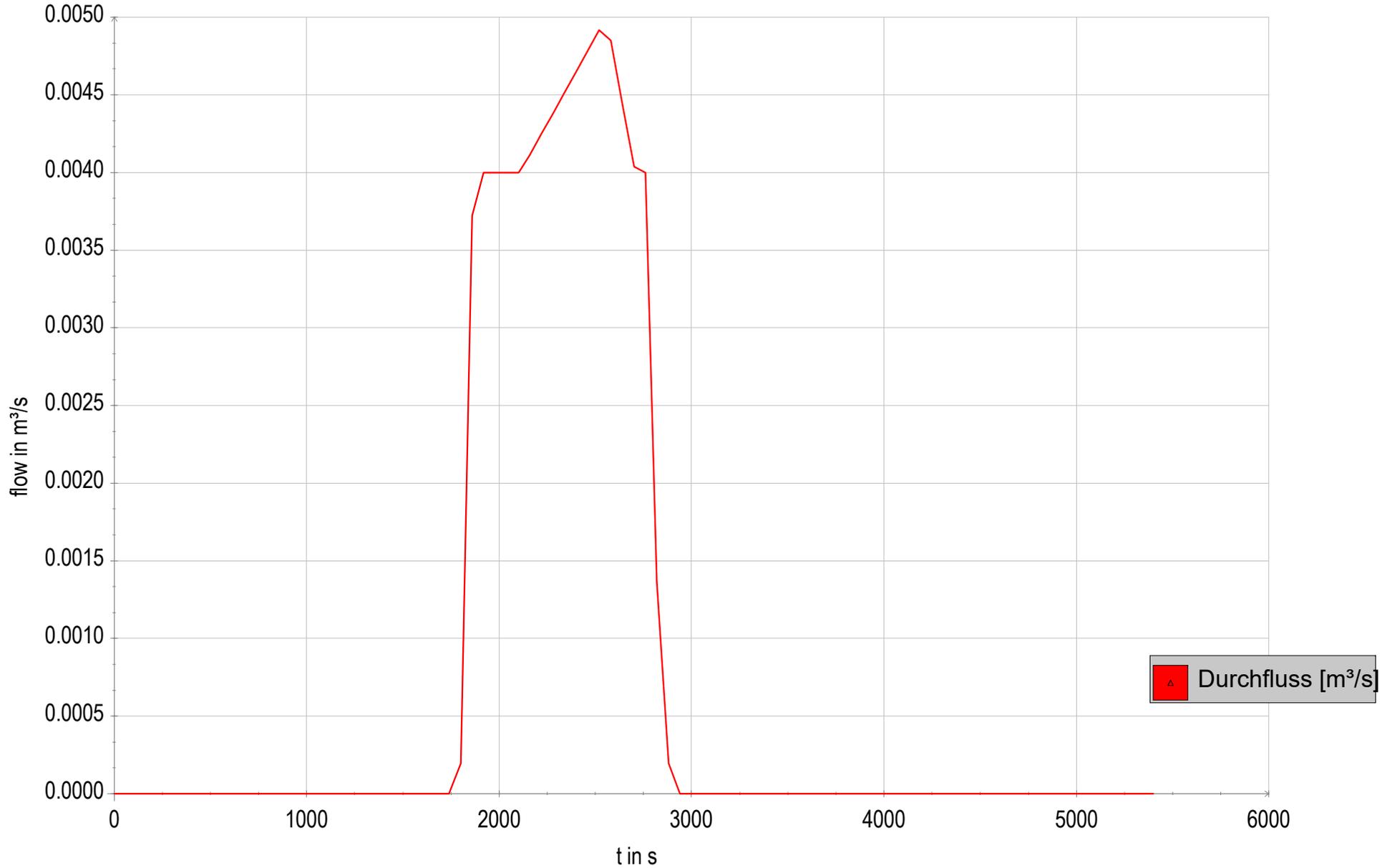
Durchflussskurve



Durchfluss [m³/s]

Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 14

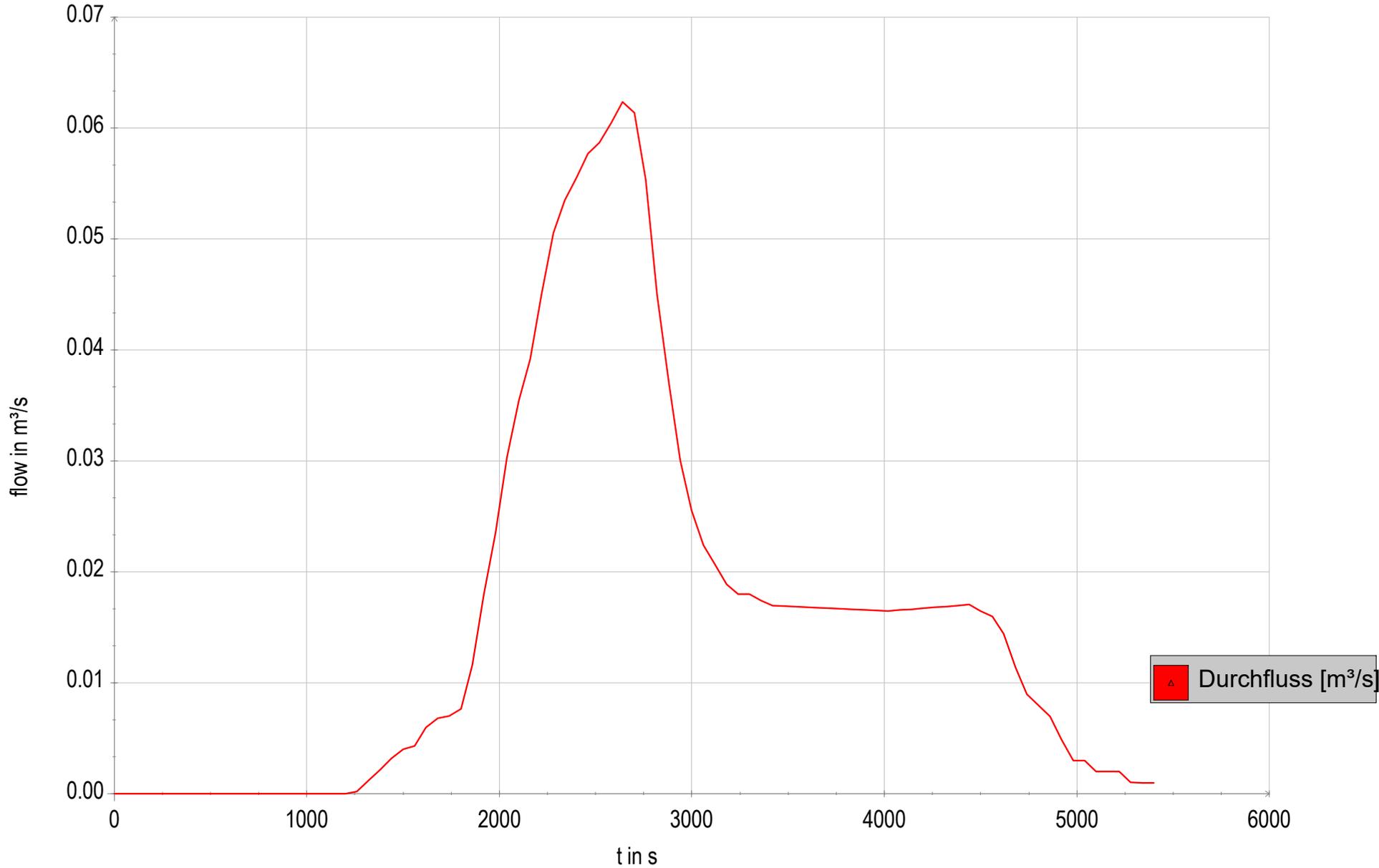
Durchflusskurve



Durchfluss [m³/s]

Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 15

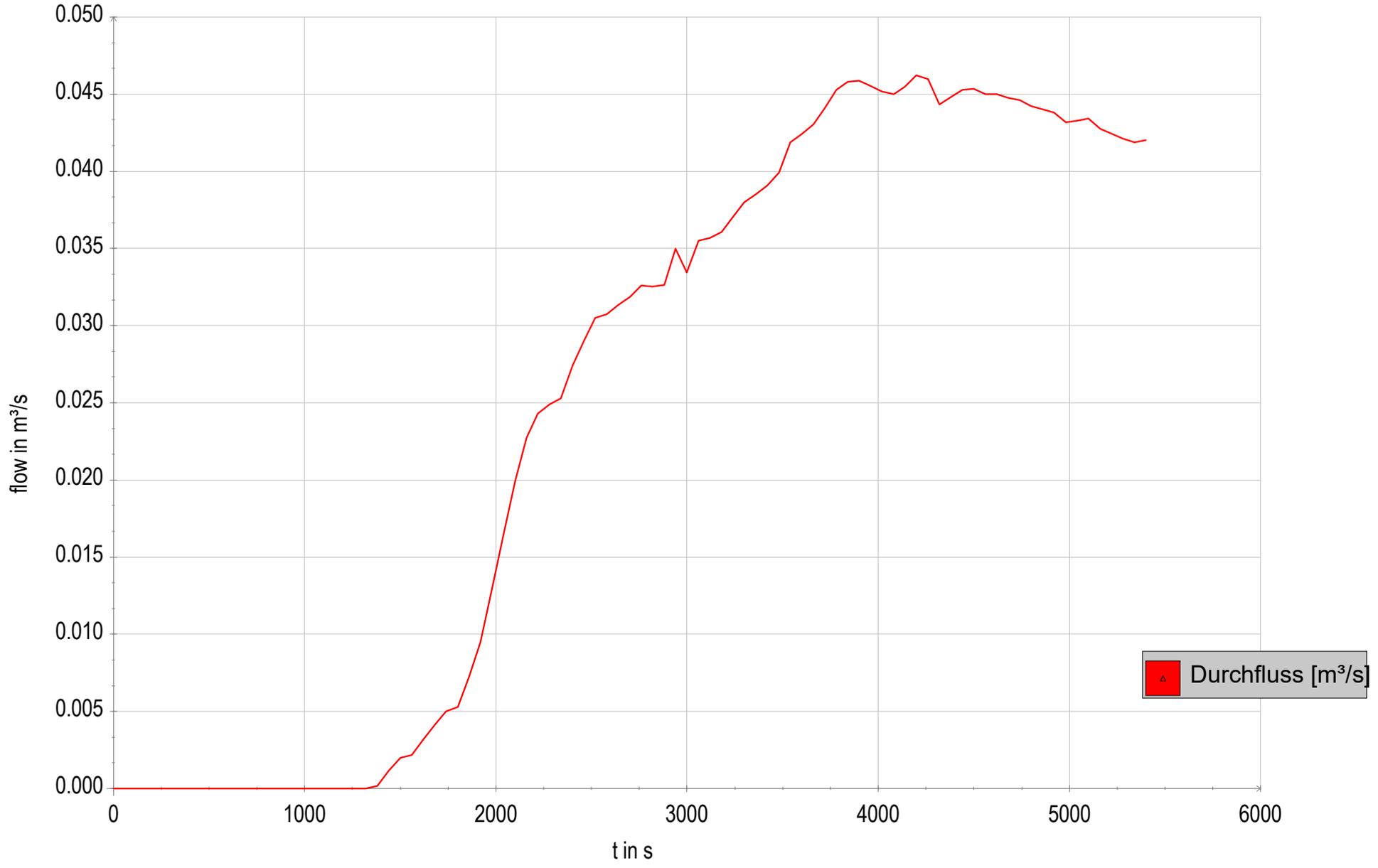
Durchflussskurve



Durchfluss [m³/s]

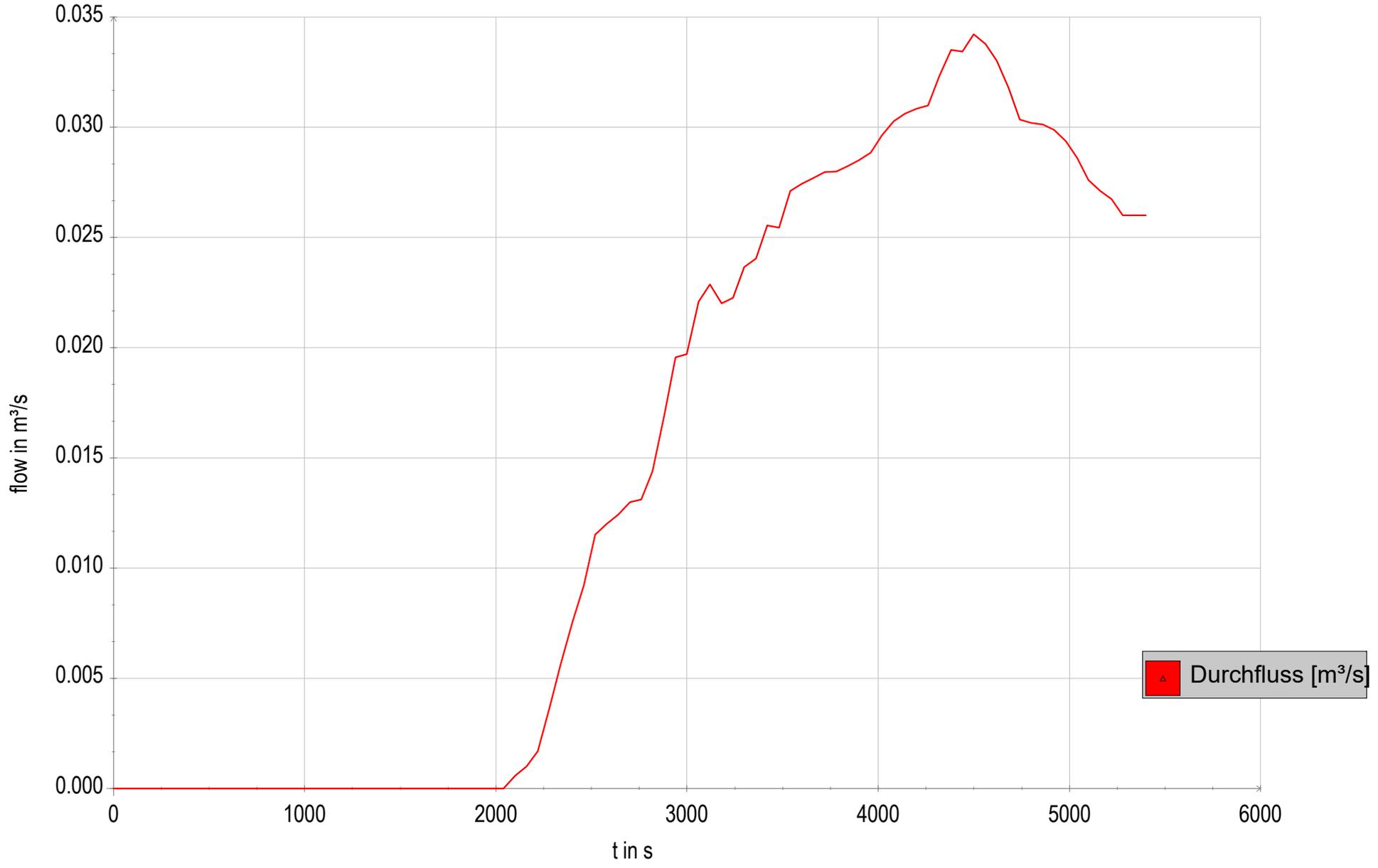
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 16

Durchflussskurve



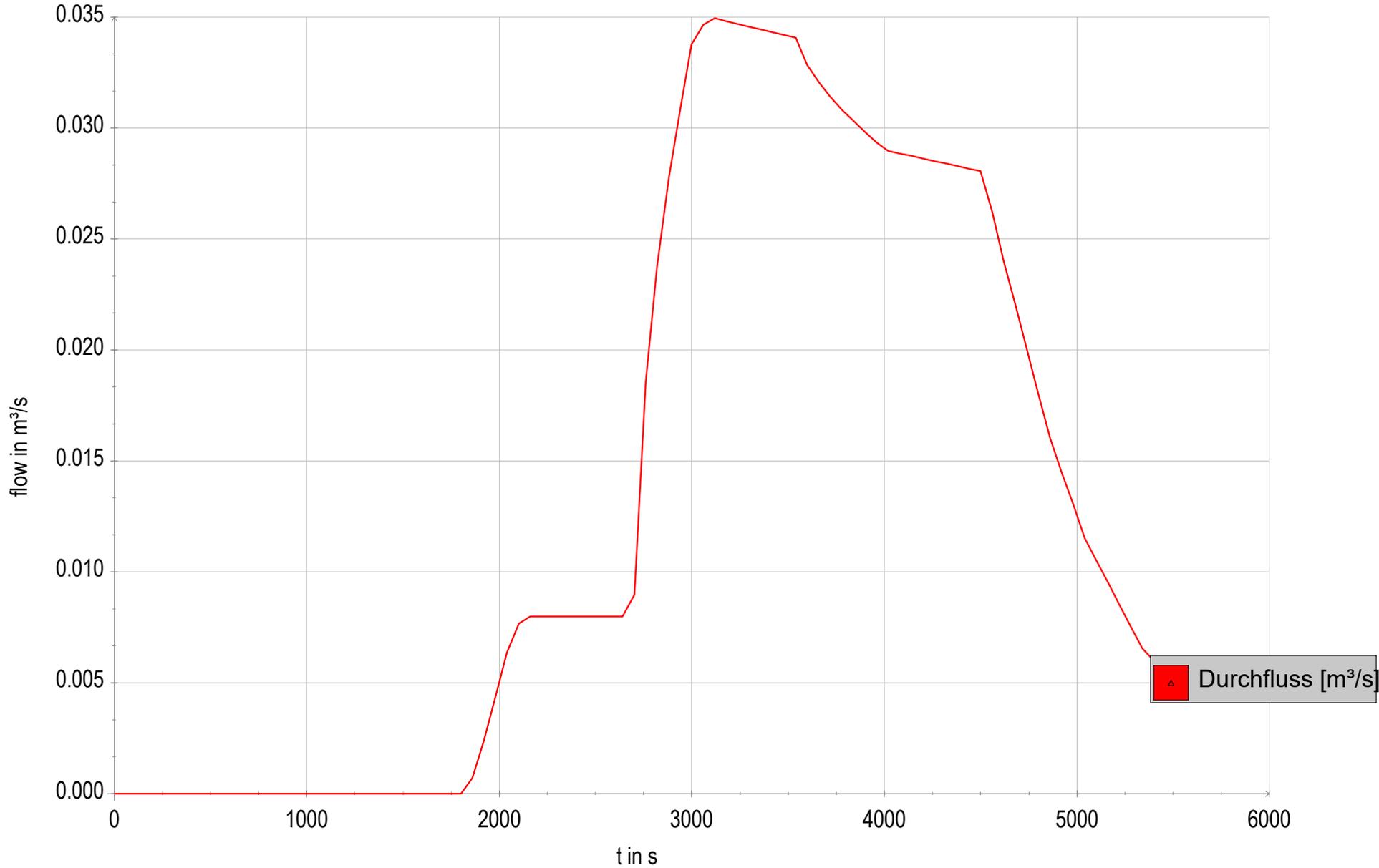
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 17

Durchflussskurve



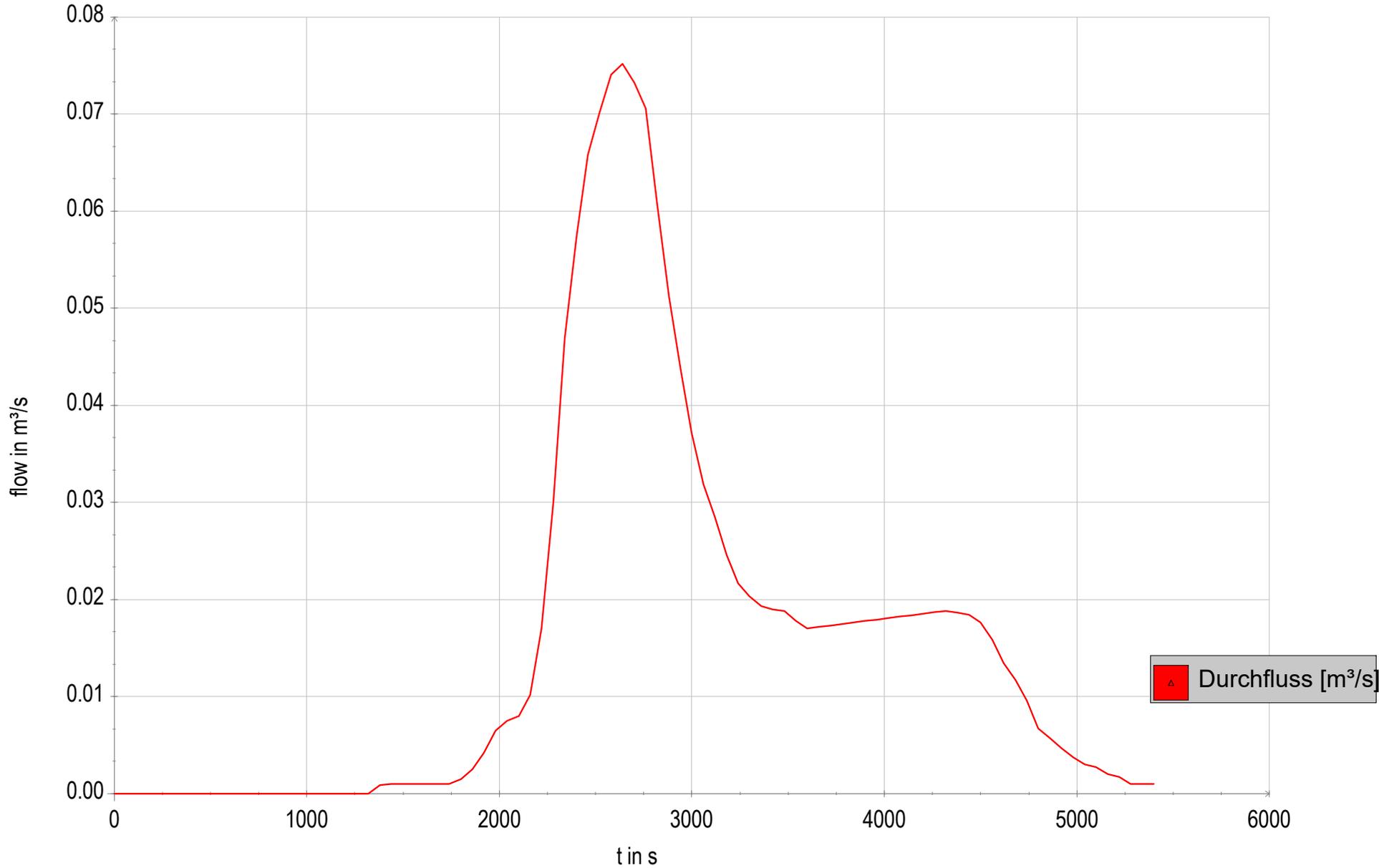
Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 18

Durchflussskurve



Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 19

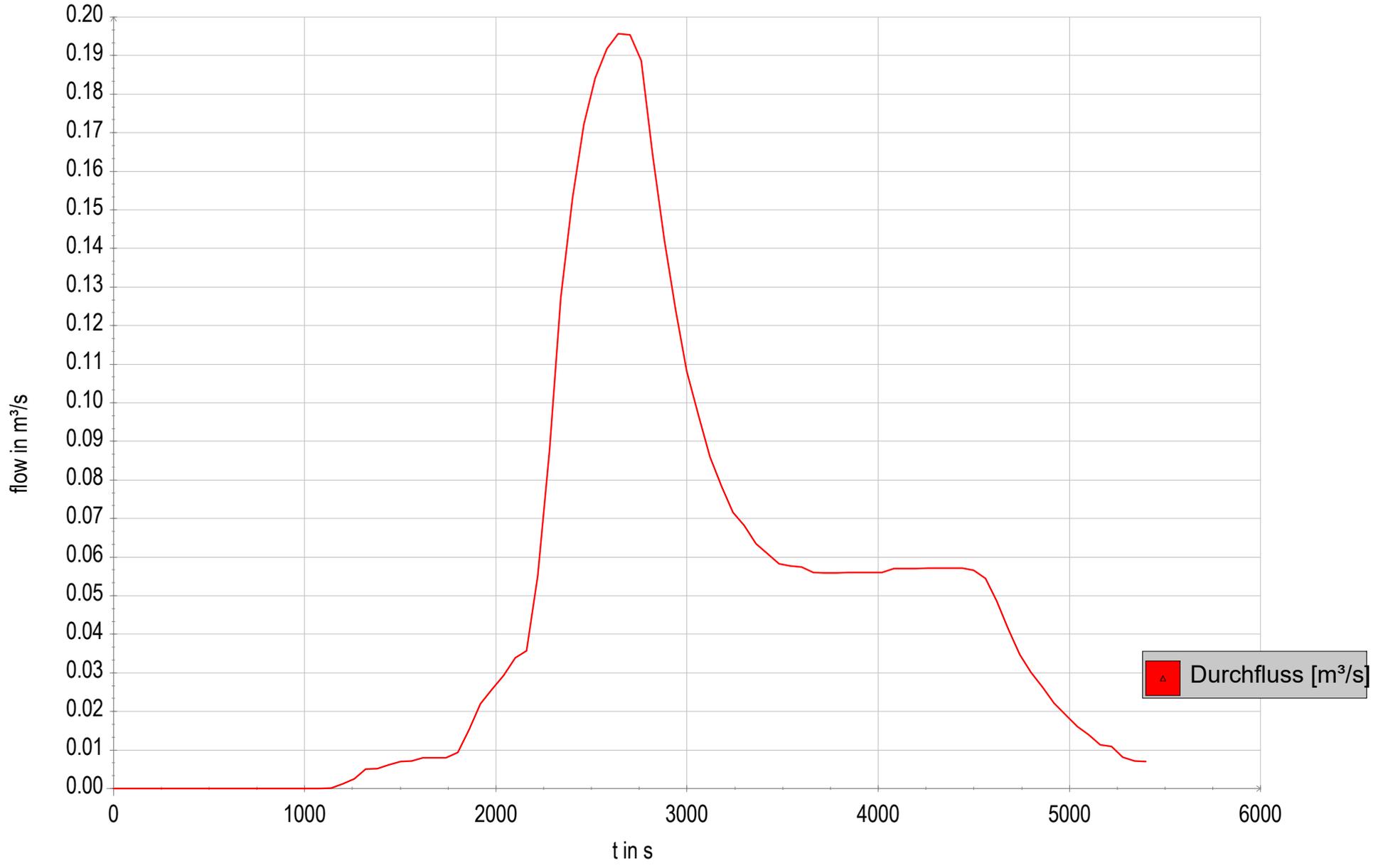
Durchflusskurve



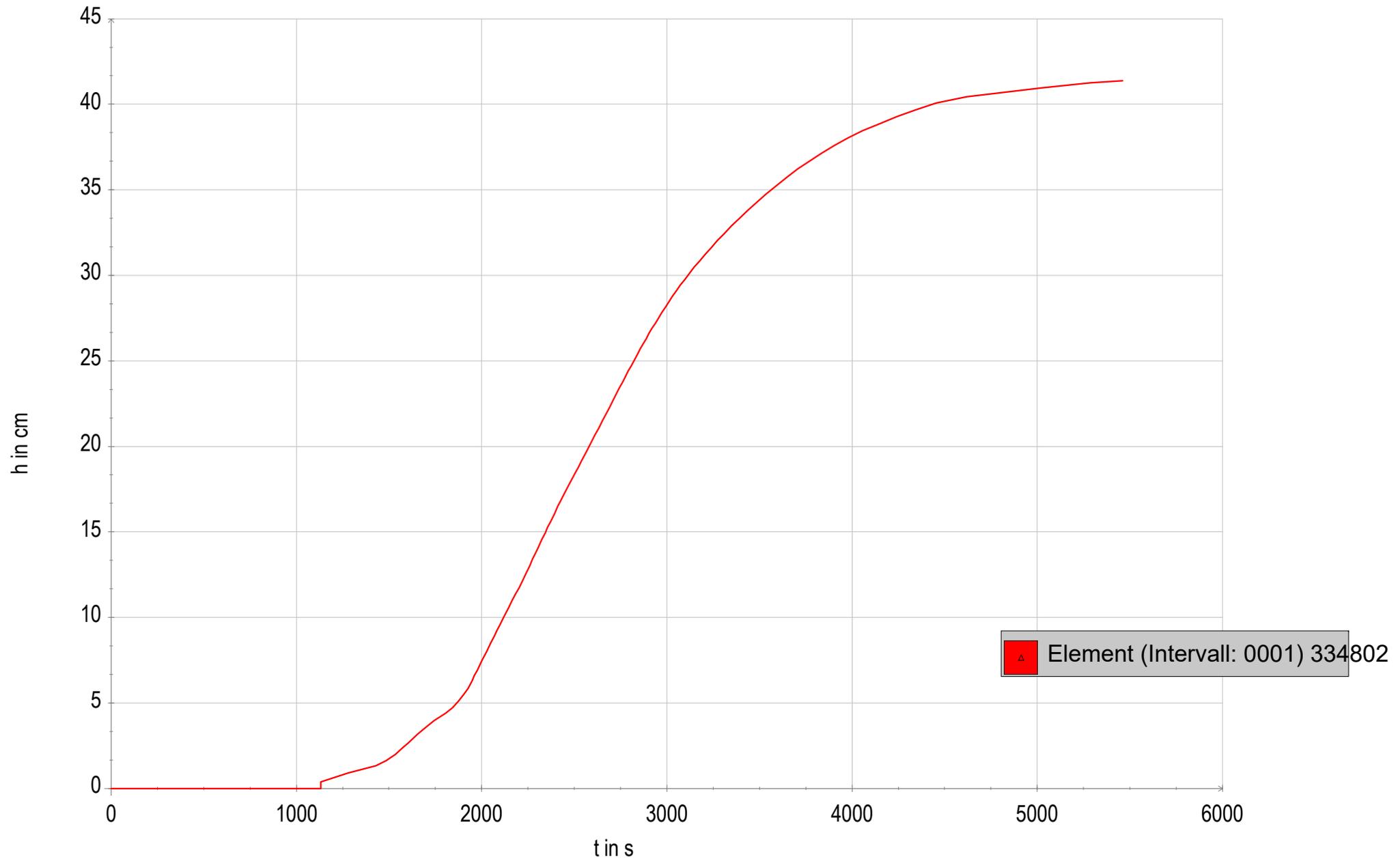
Durchfluss [m³/s]

Gewerbebebietsentwicklung - "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation; Kontrollquerschnitt: S 20

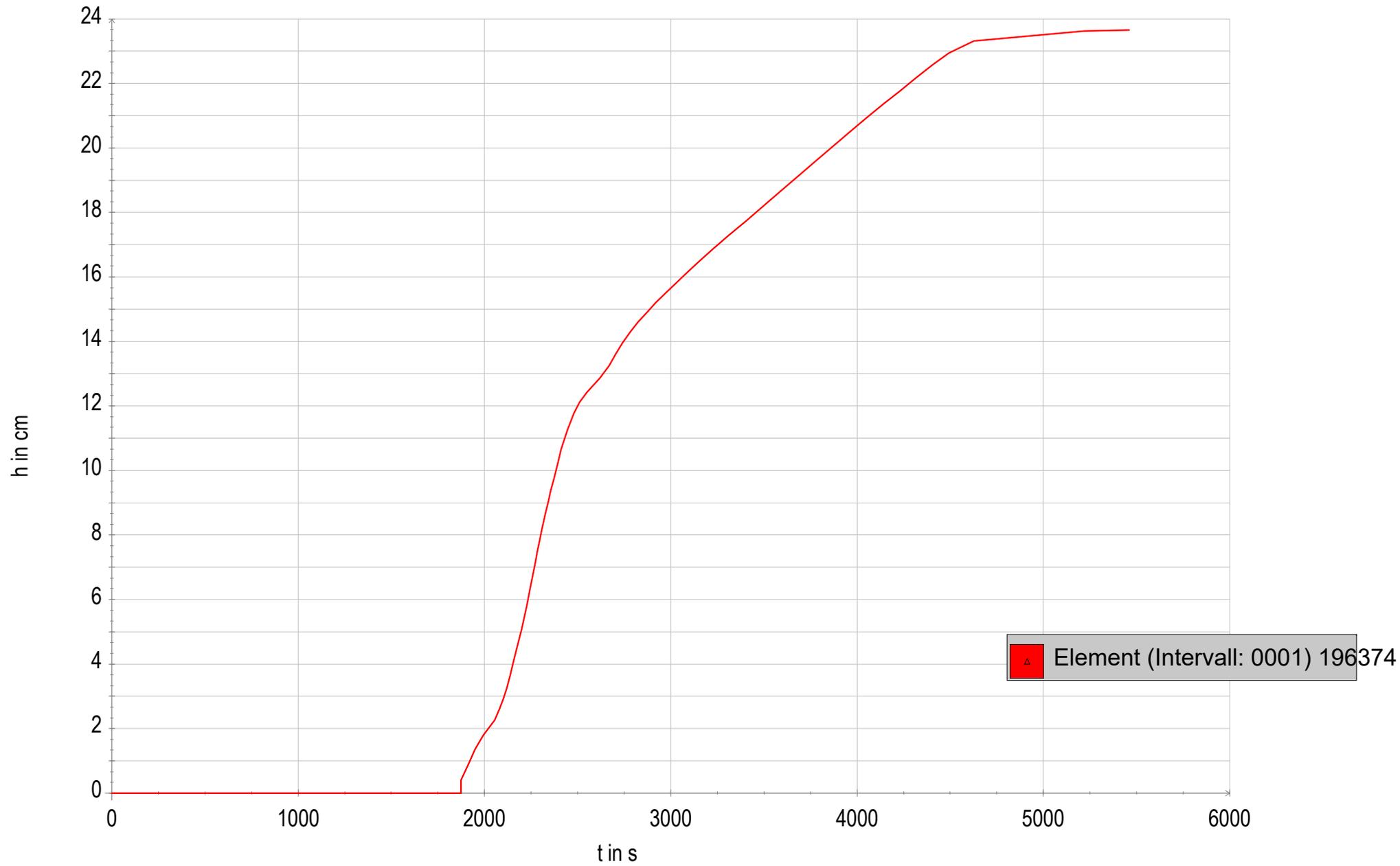
Durchflussskurve



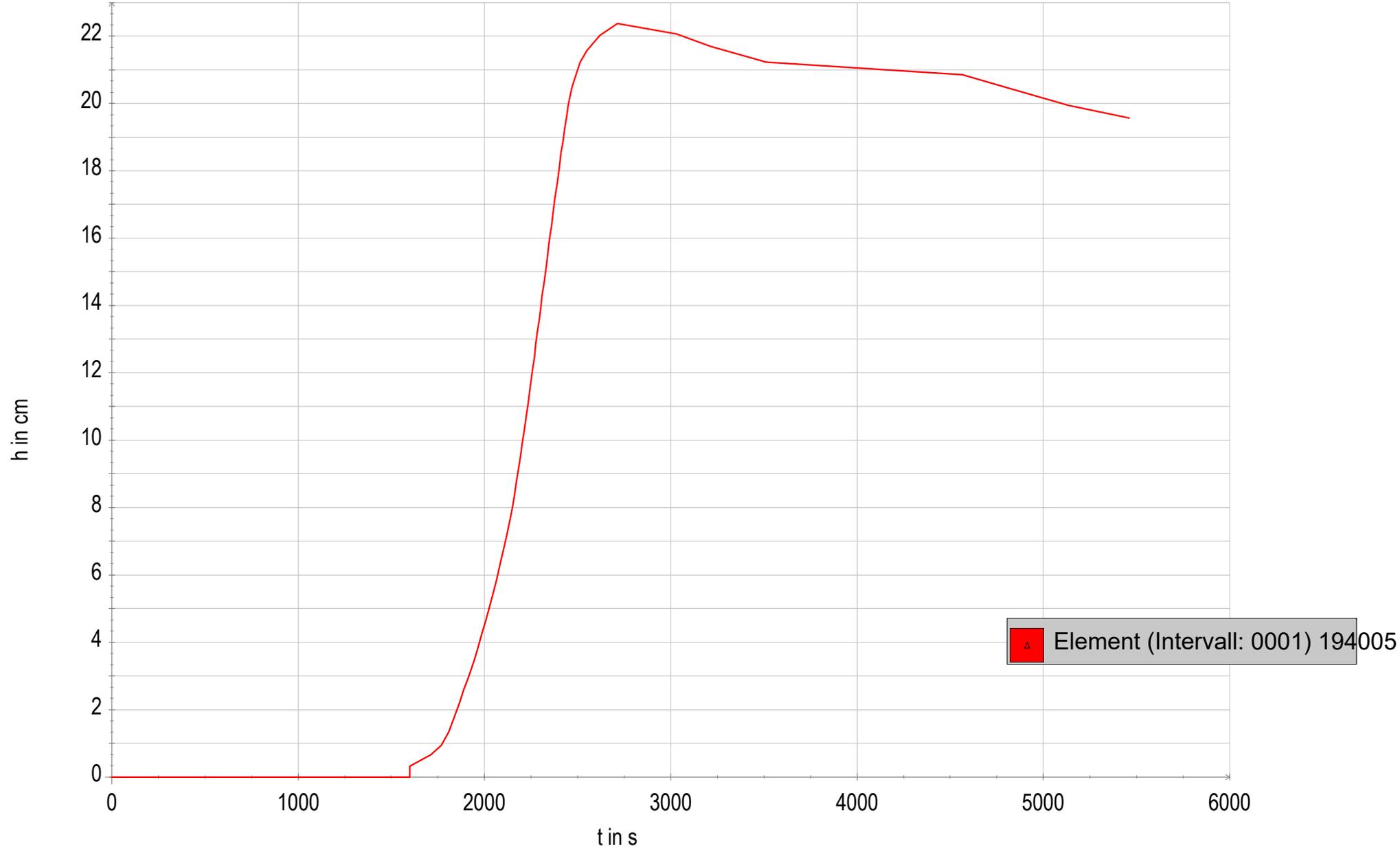
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 01



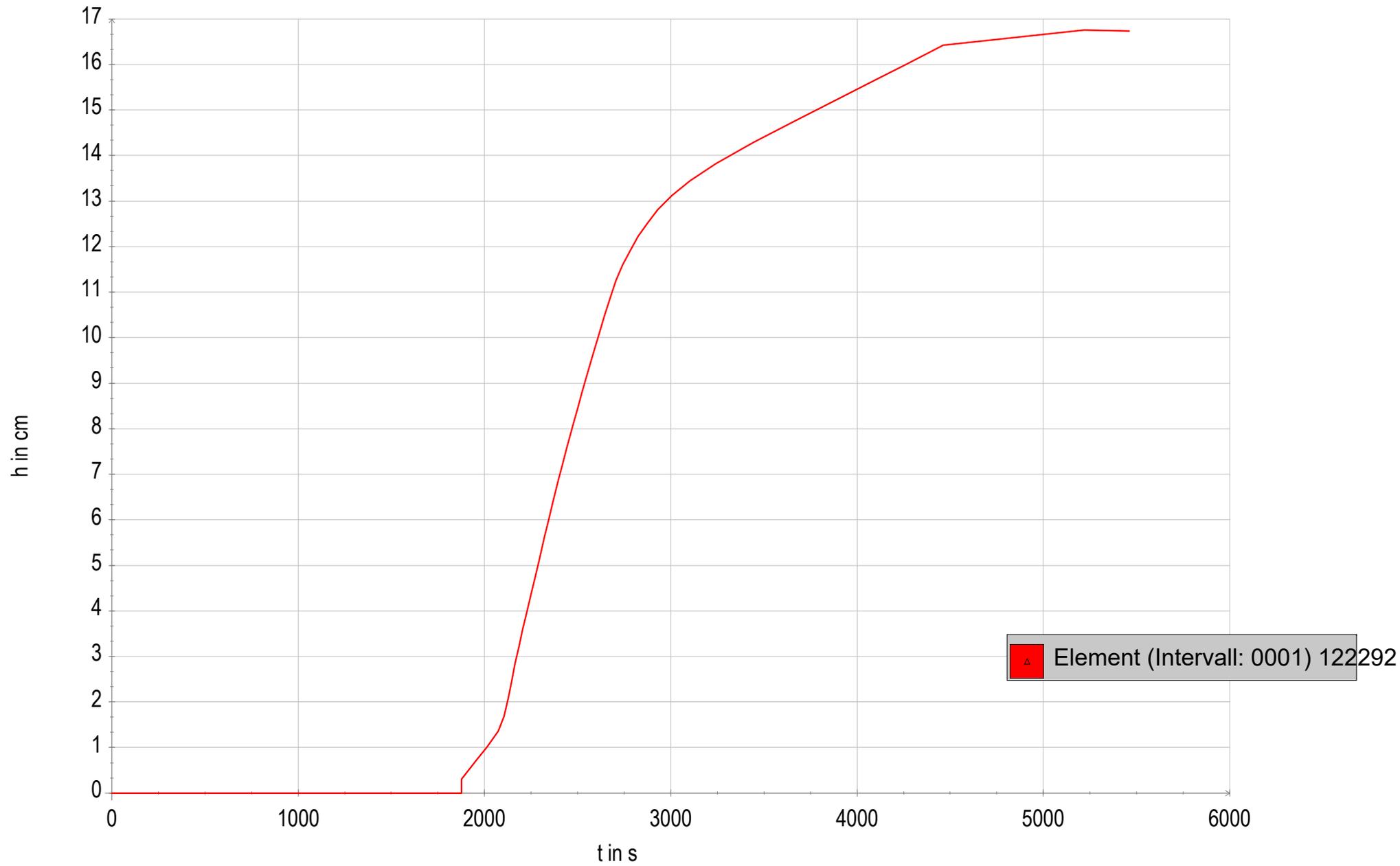
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 02



Gewerbebegebietsentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M

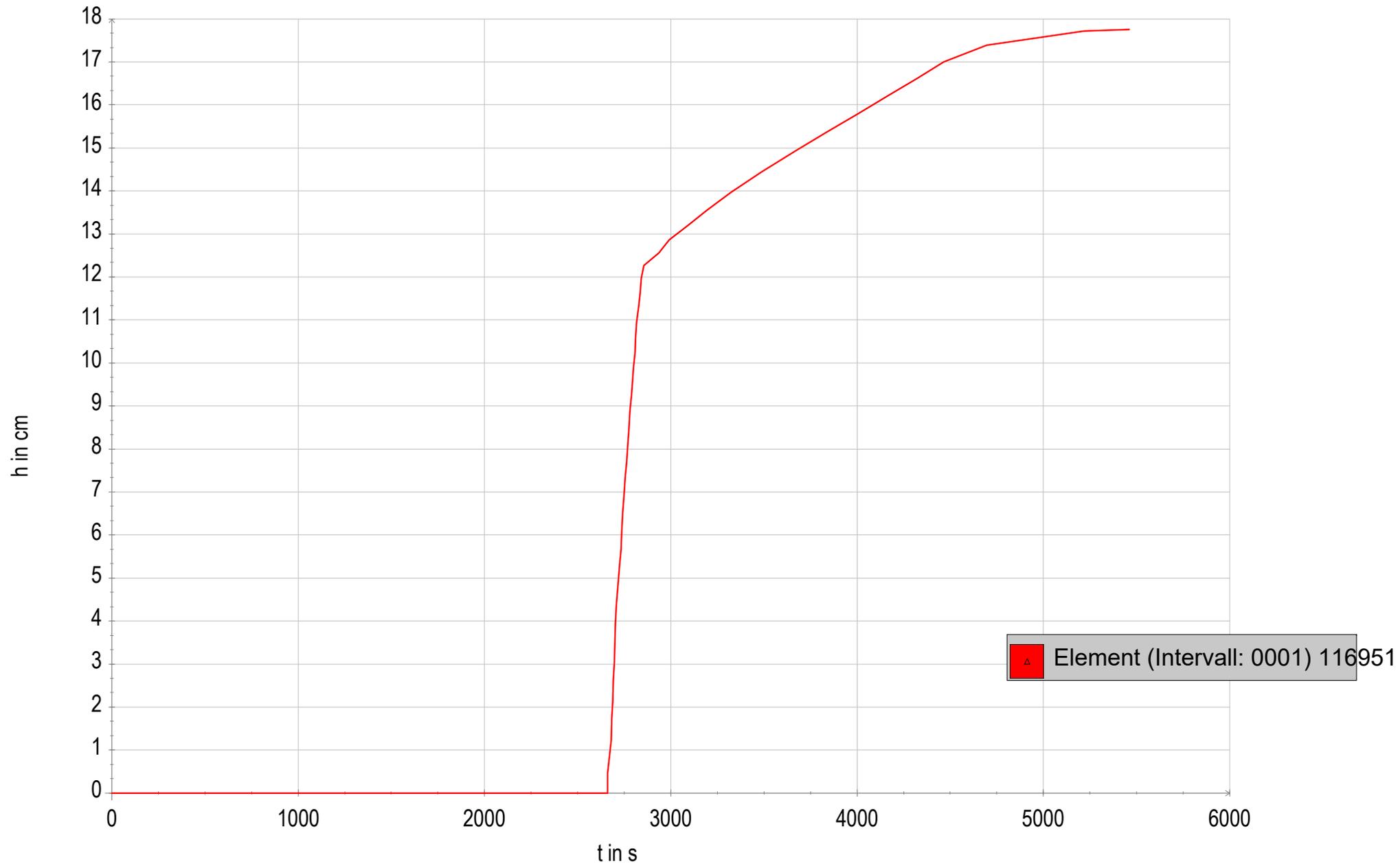


Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 04

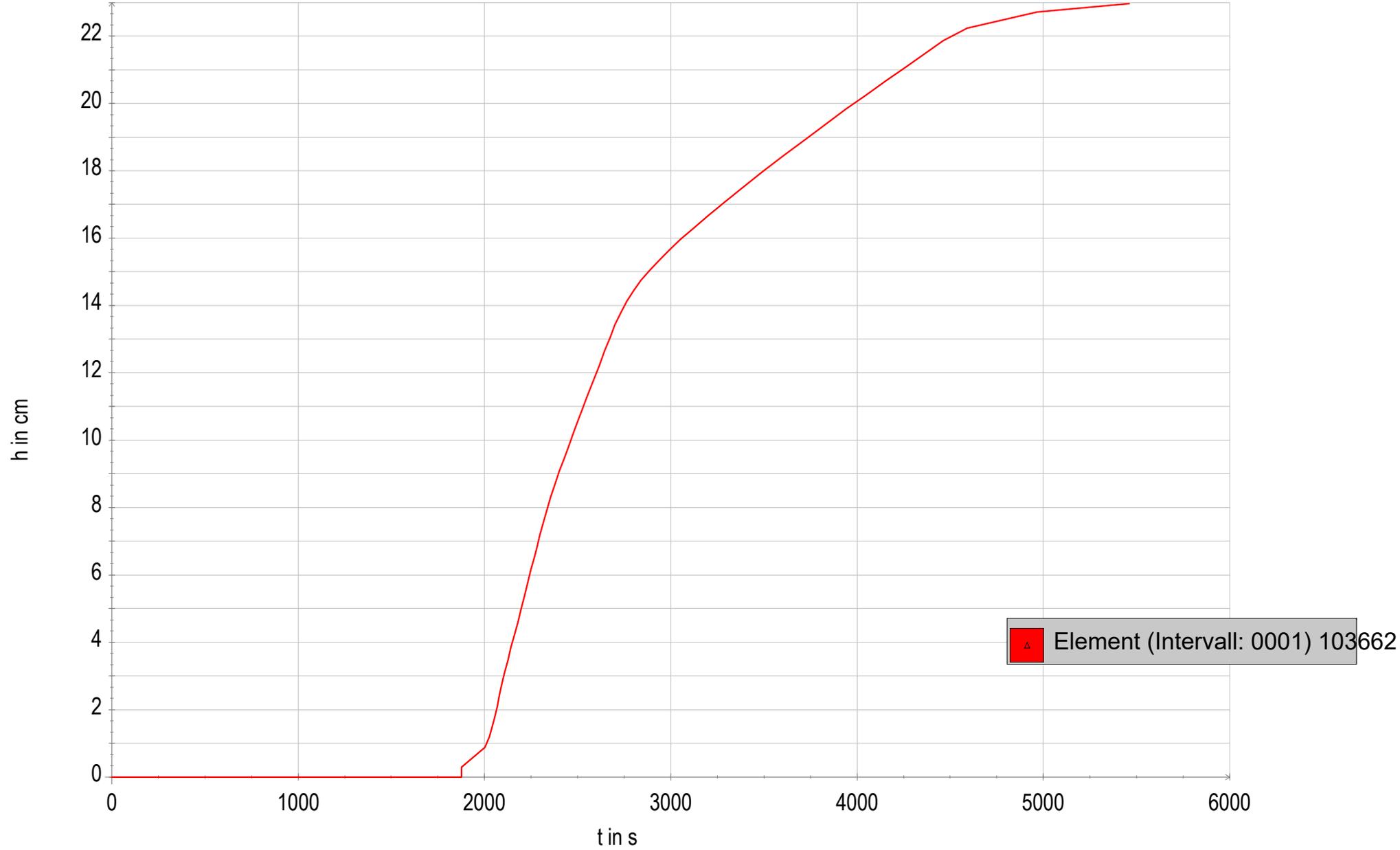


Element (Intervall: 0001) 122292

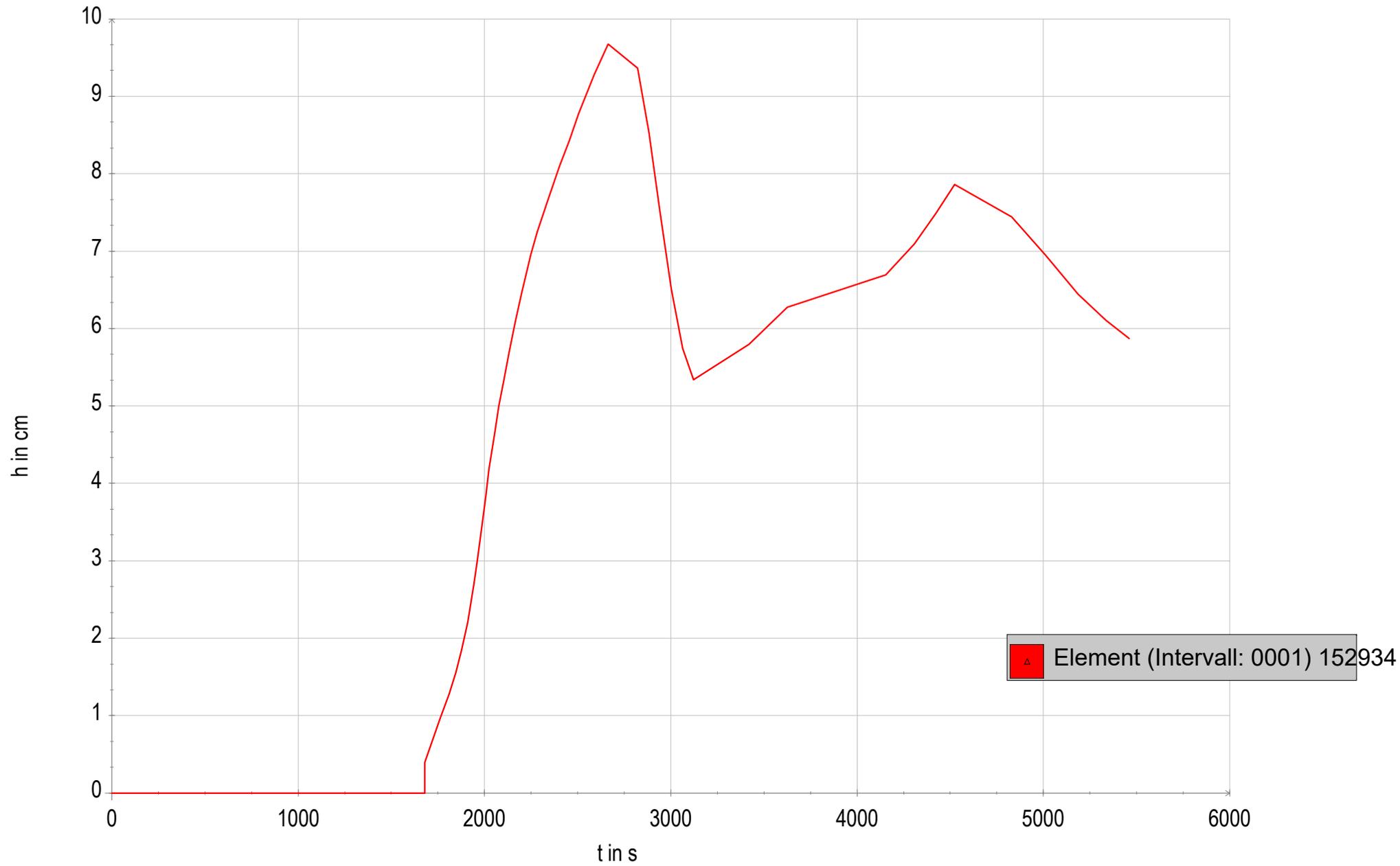
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 05



Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 06

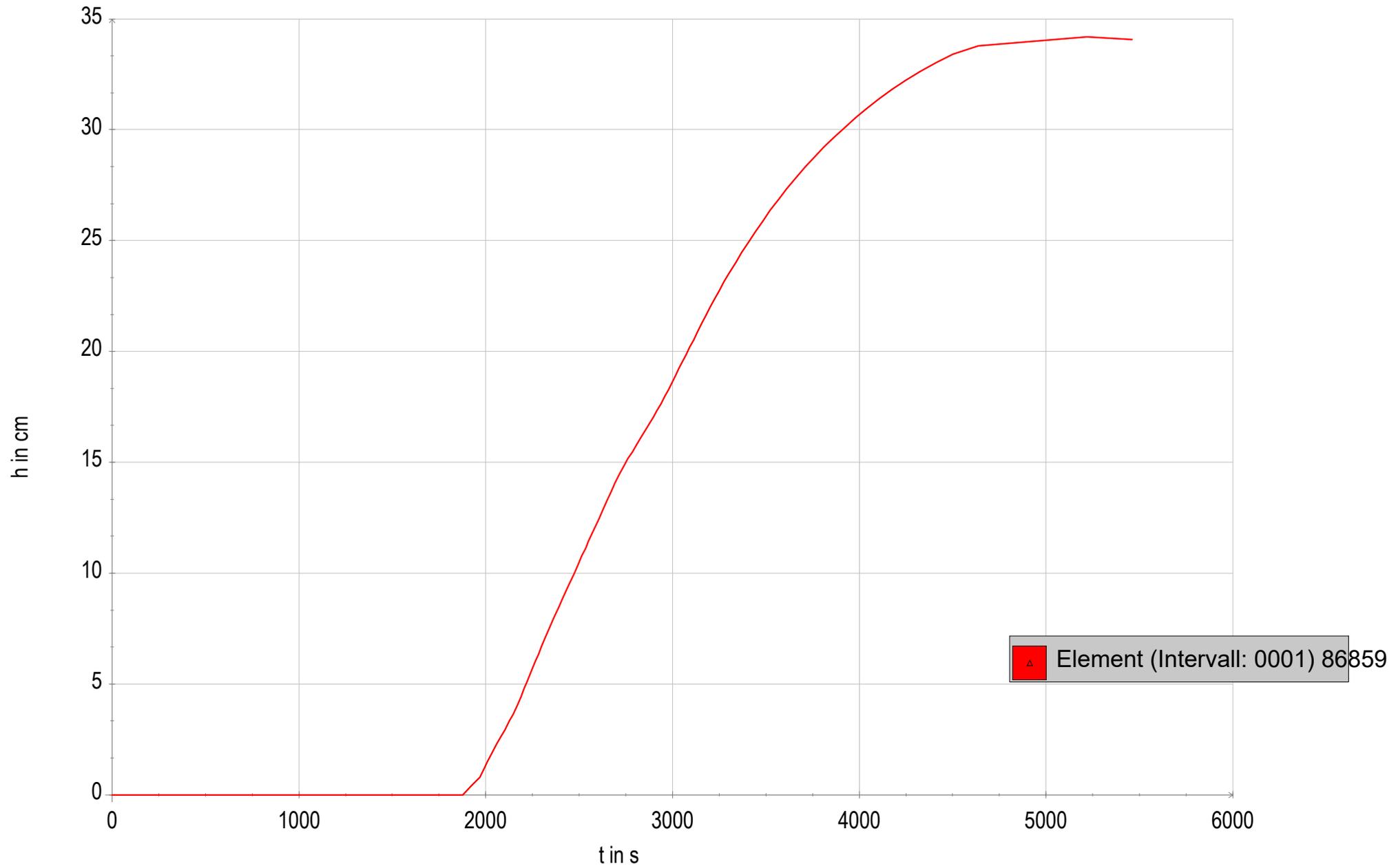


Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 07

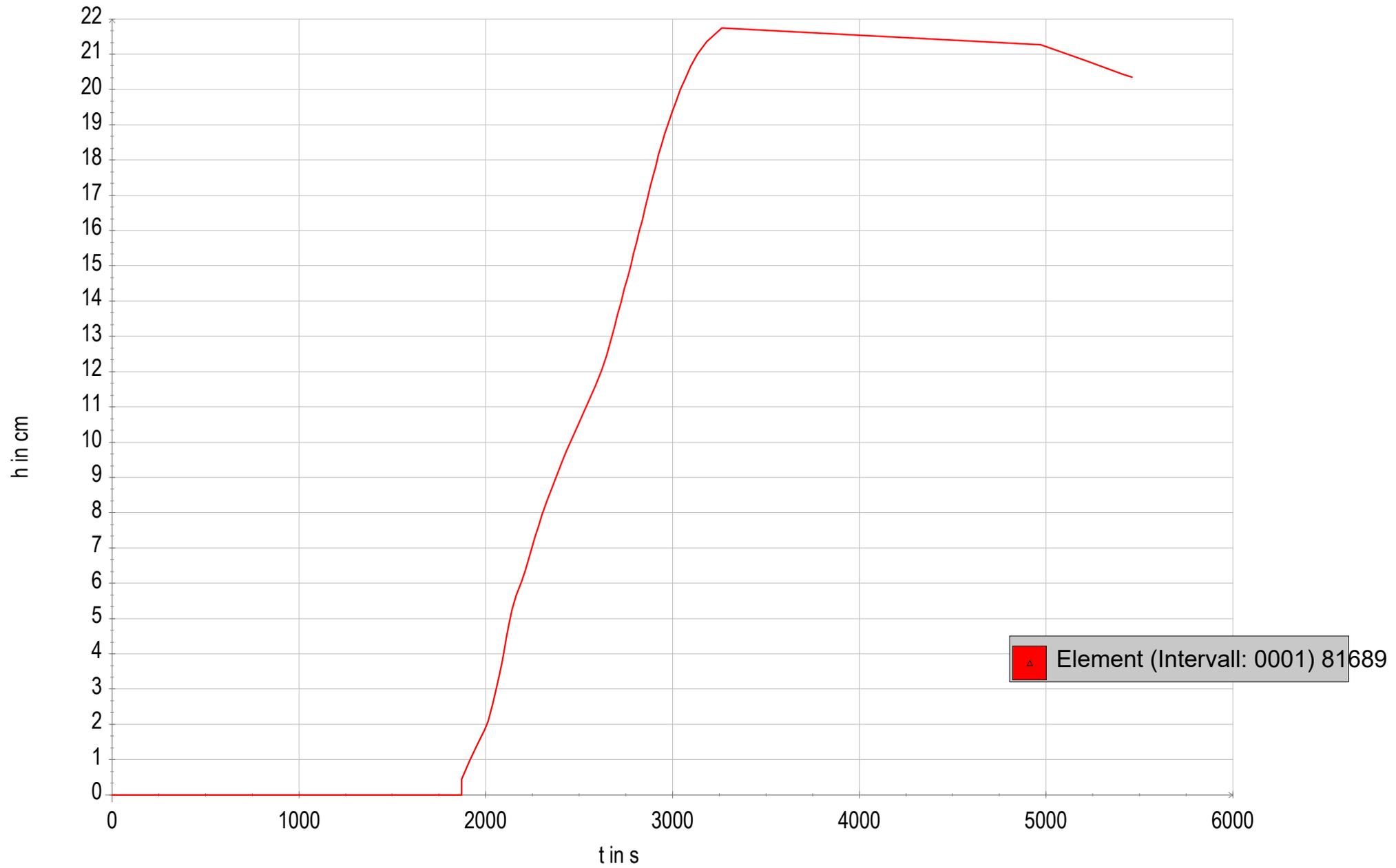


Element (Intervall: 0001) 152934

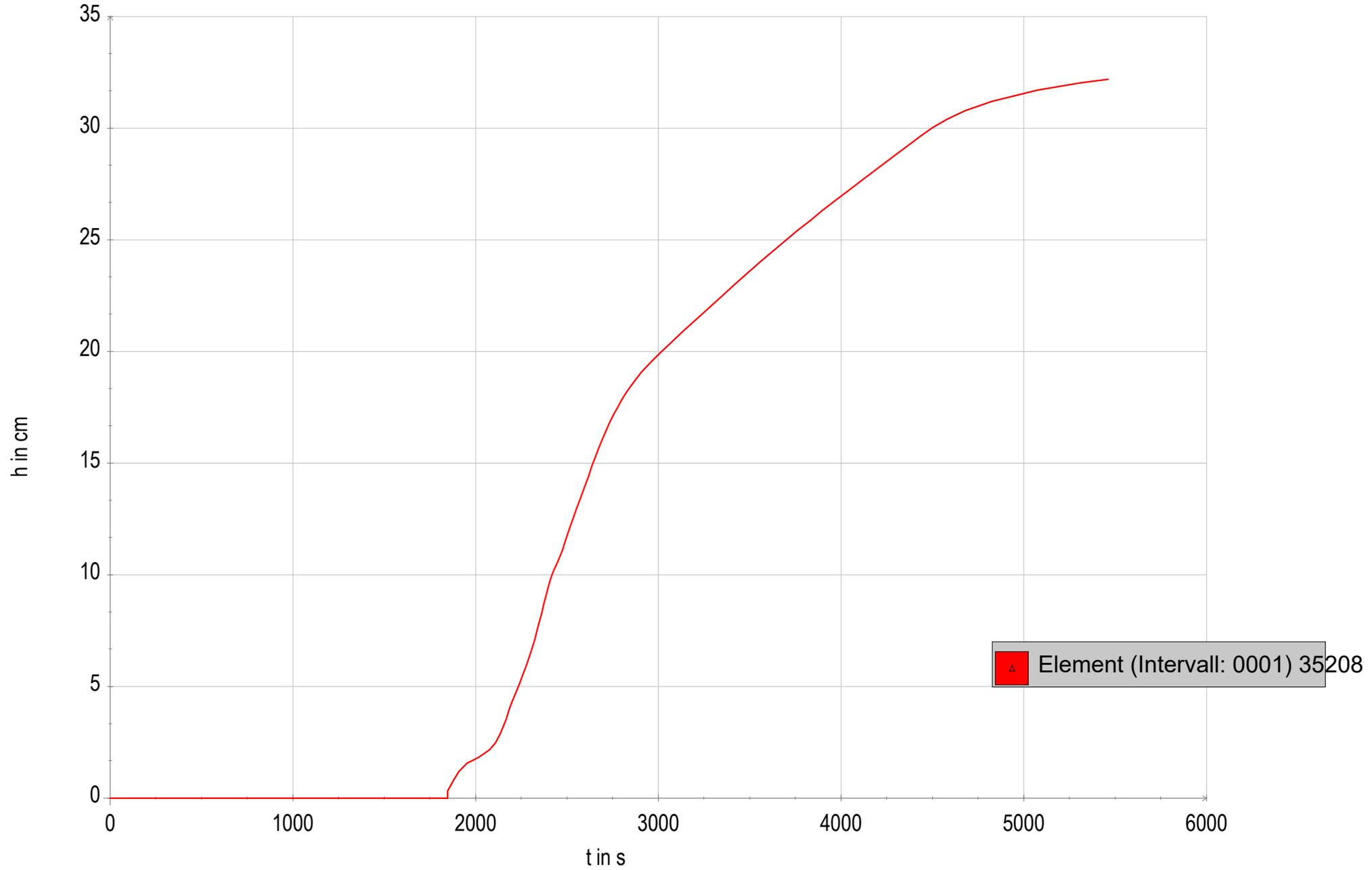
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 08



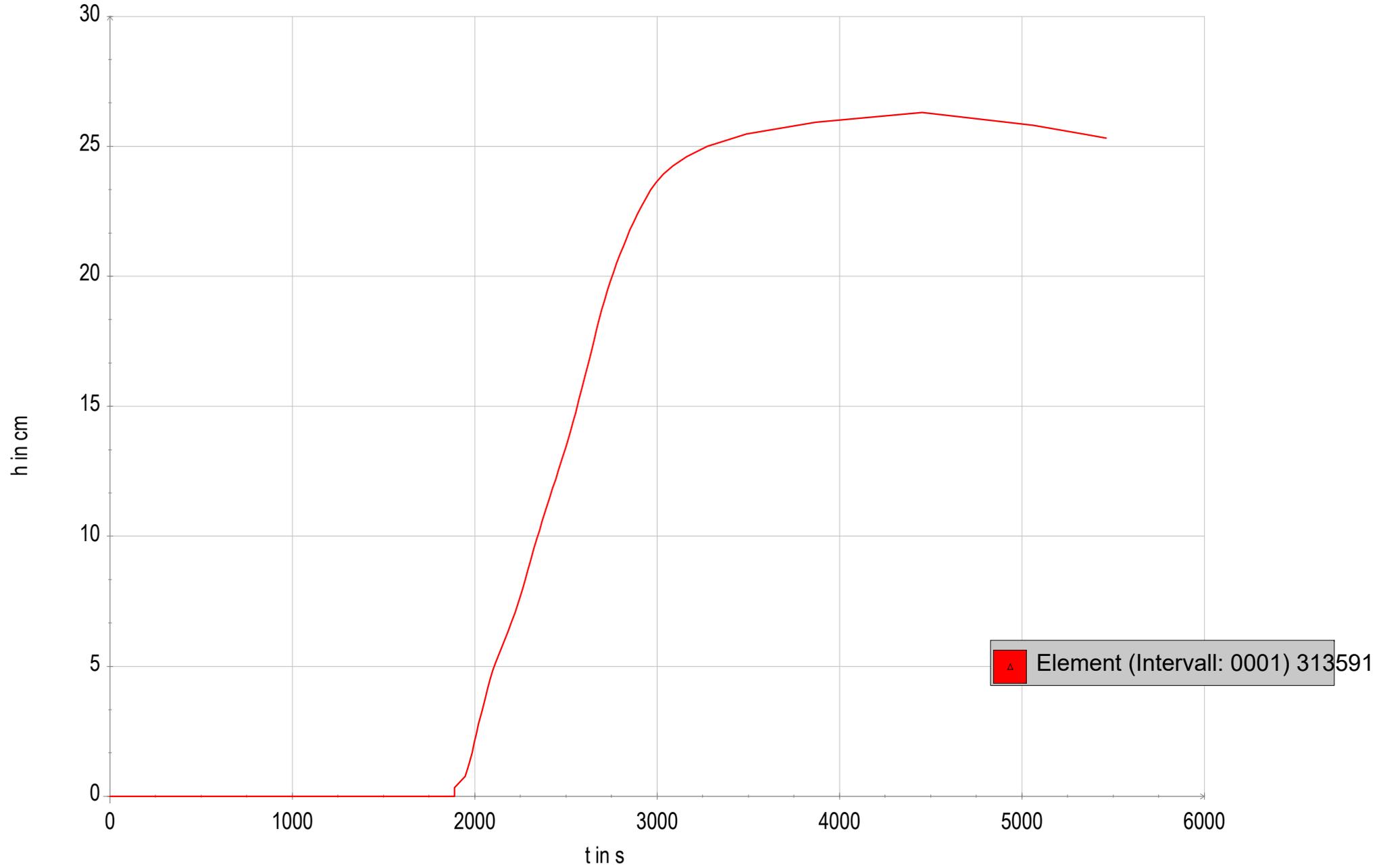
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 09



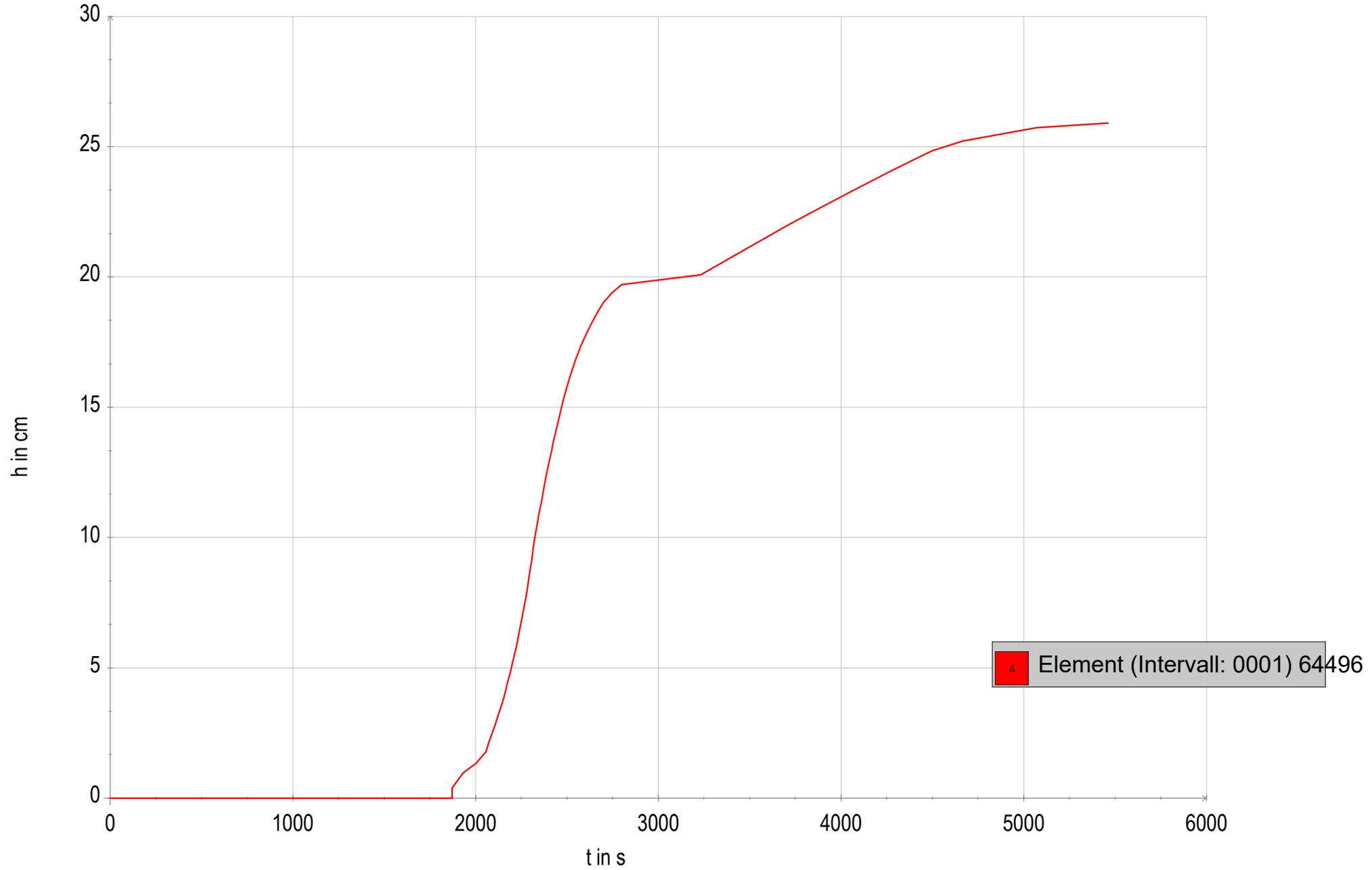
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 10



Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 11

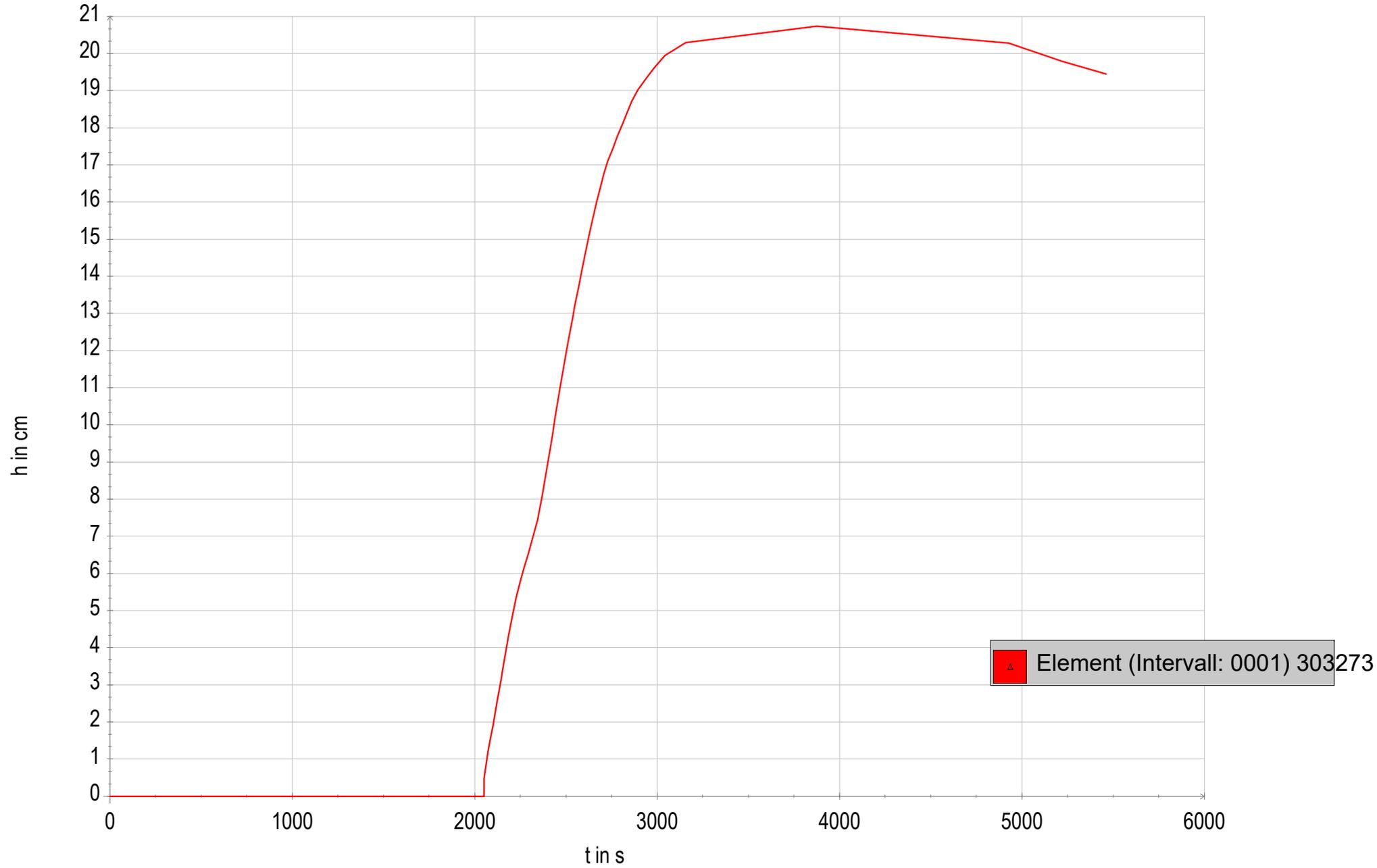


Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 12

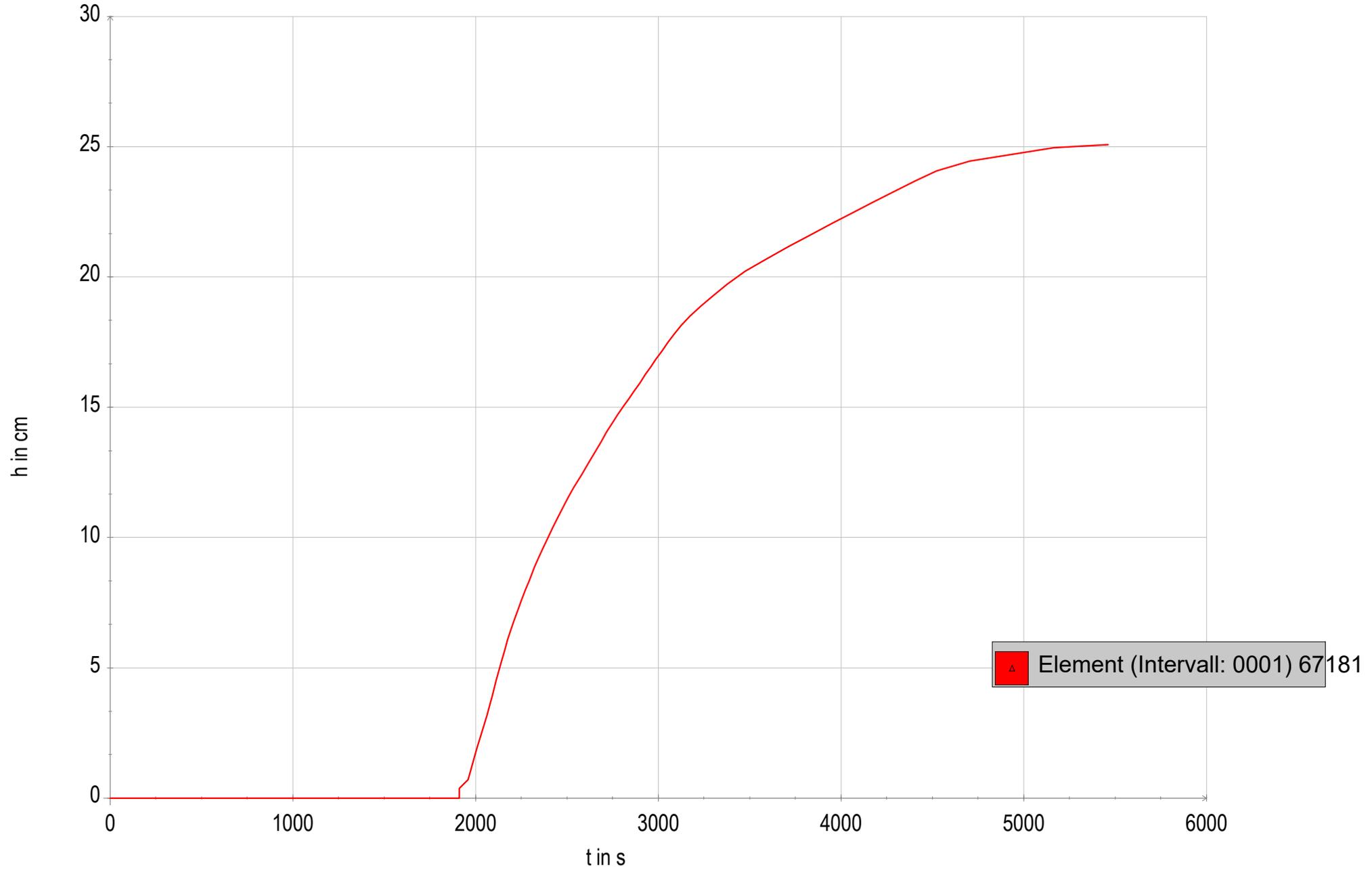


Element (Intervall: 0001) 64496

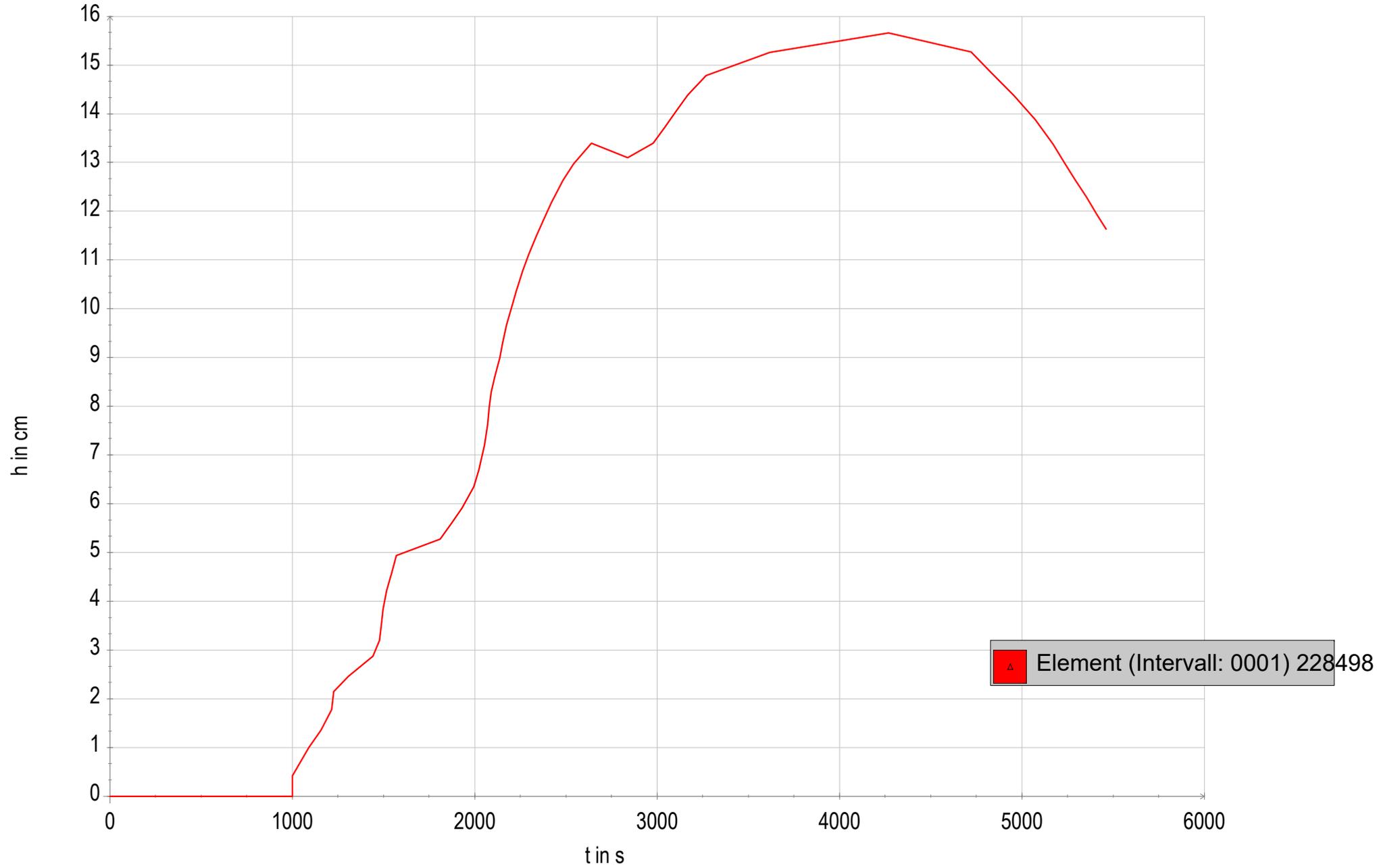
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 13



Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 14

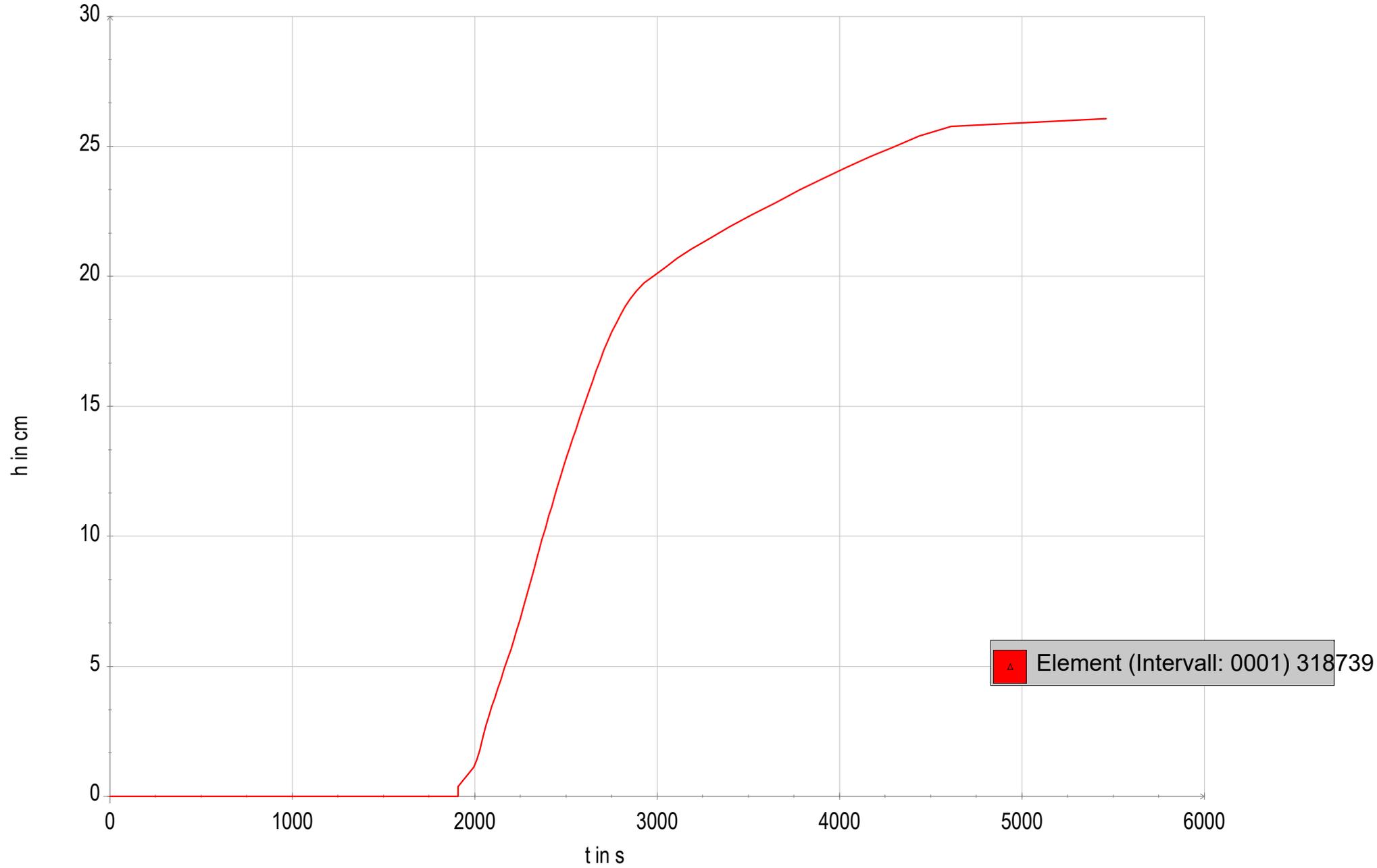


Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 15



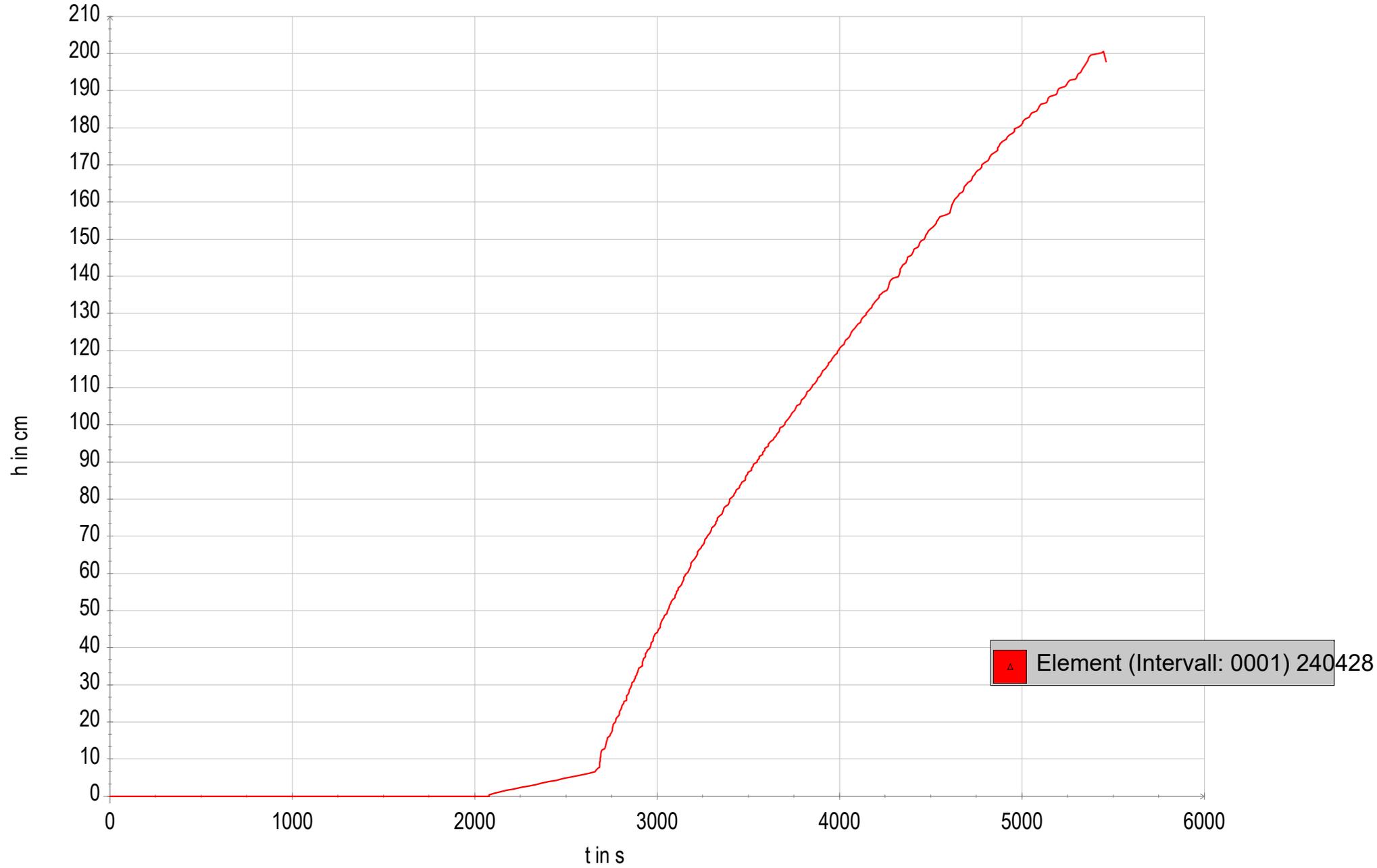
Element (Intervall: 0001) 228498

Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 16

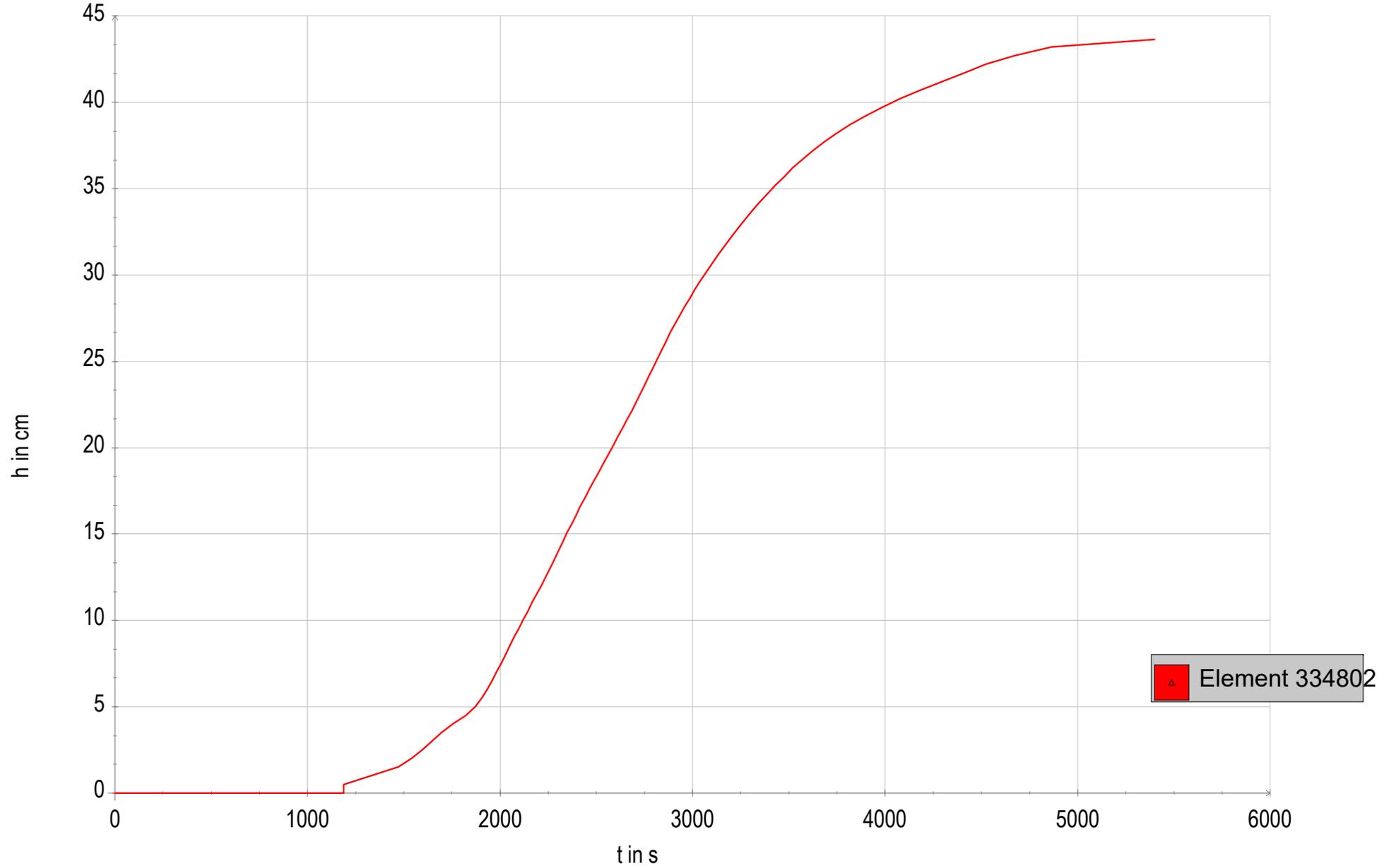


Element (Intervall: 0001) 318739

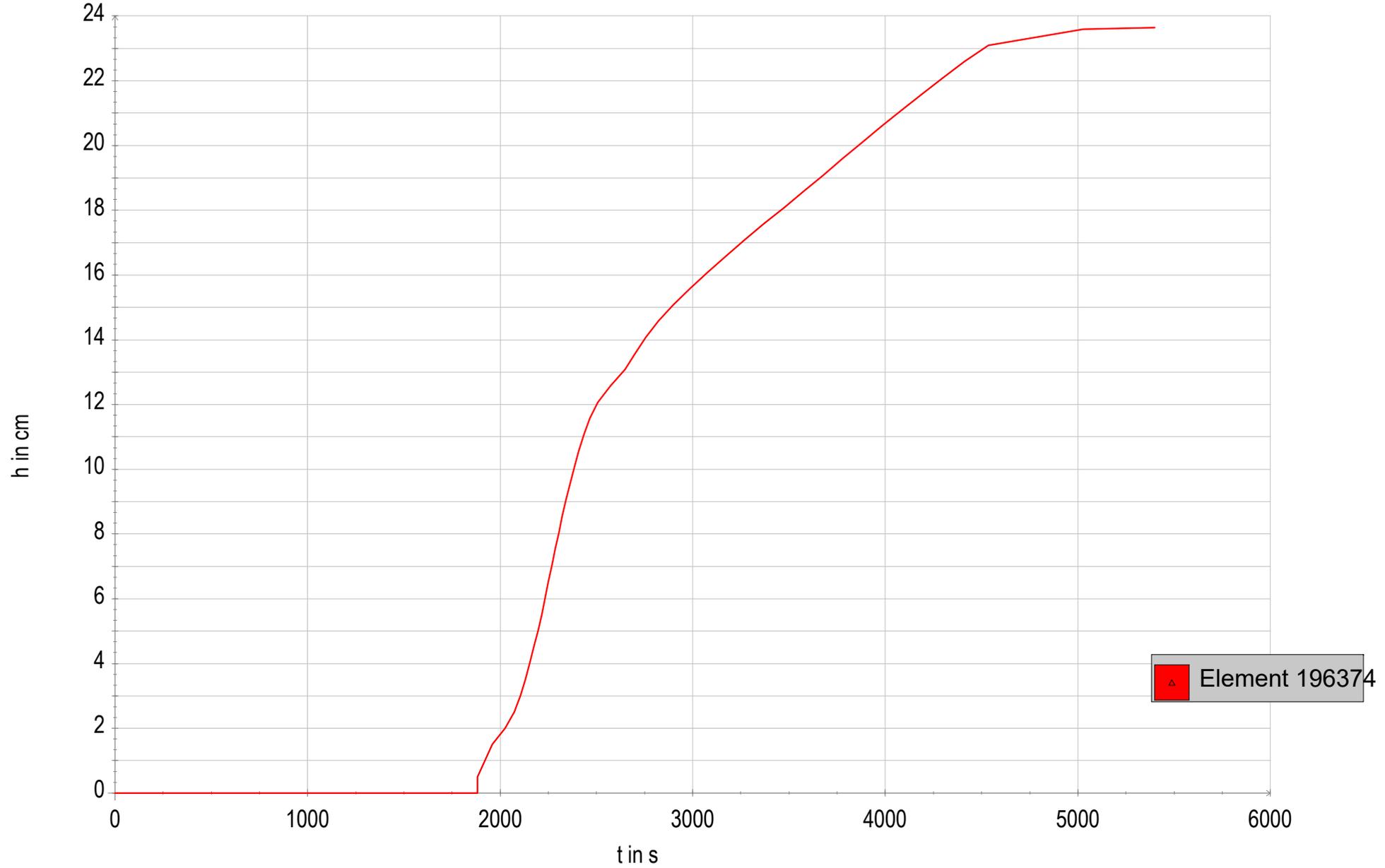
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 1D/2D-Abflusssimulation - hydraulische Ergebniskurve: M 17



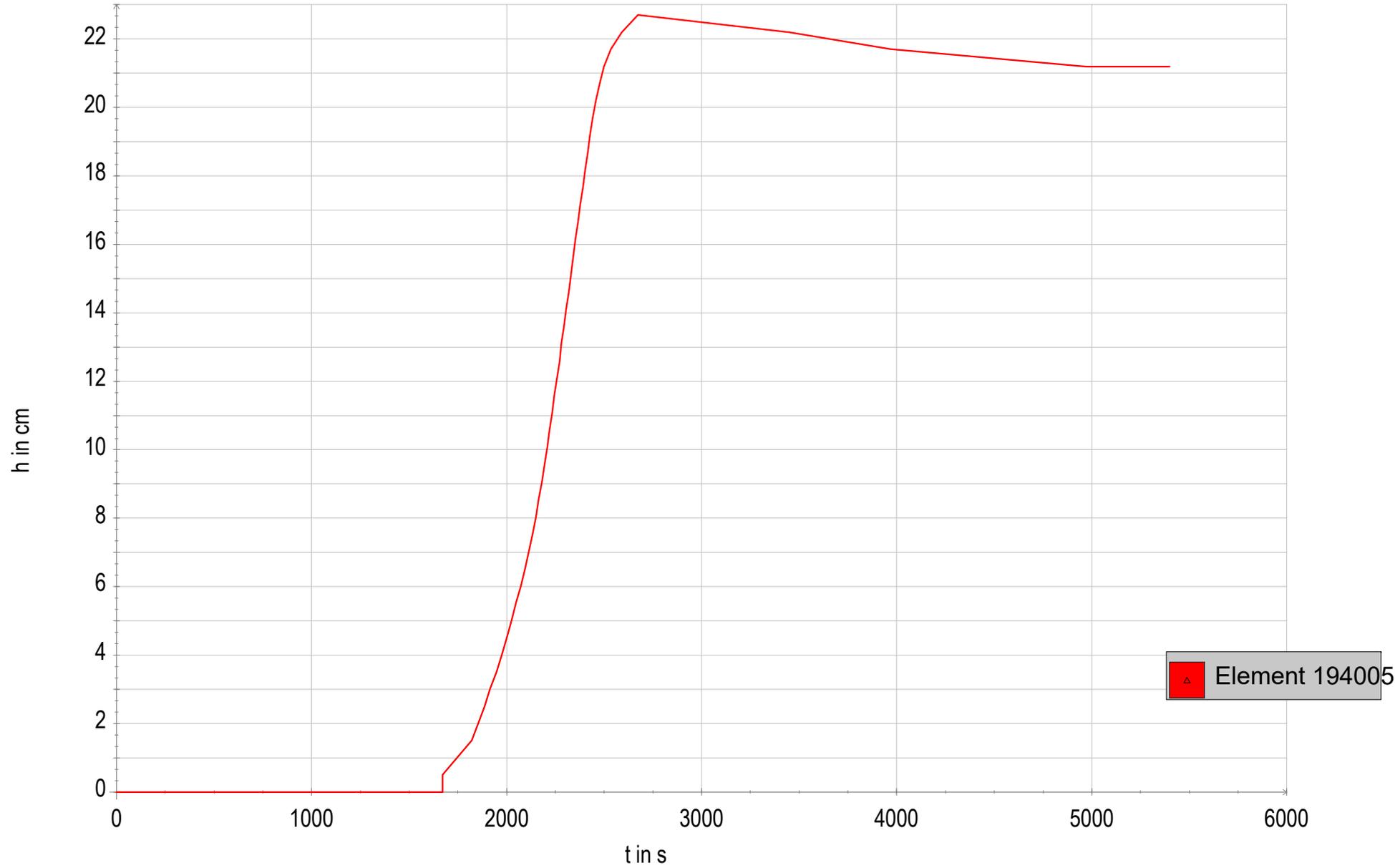
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 01



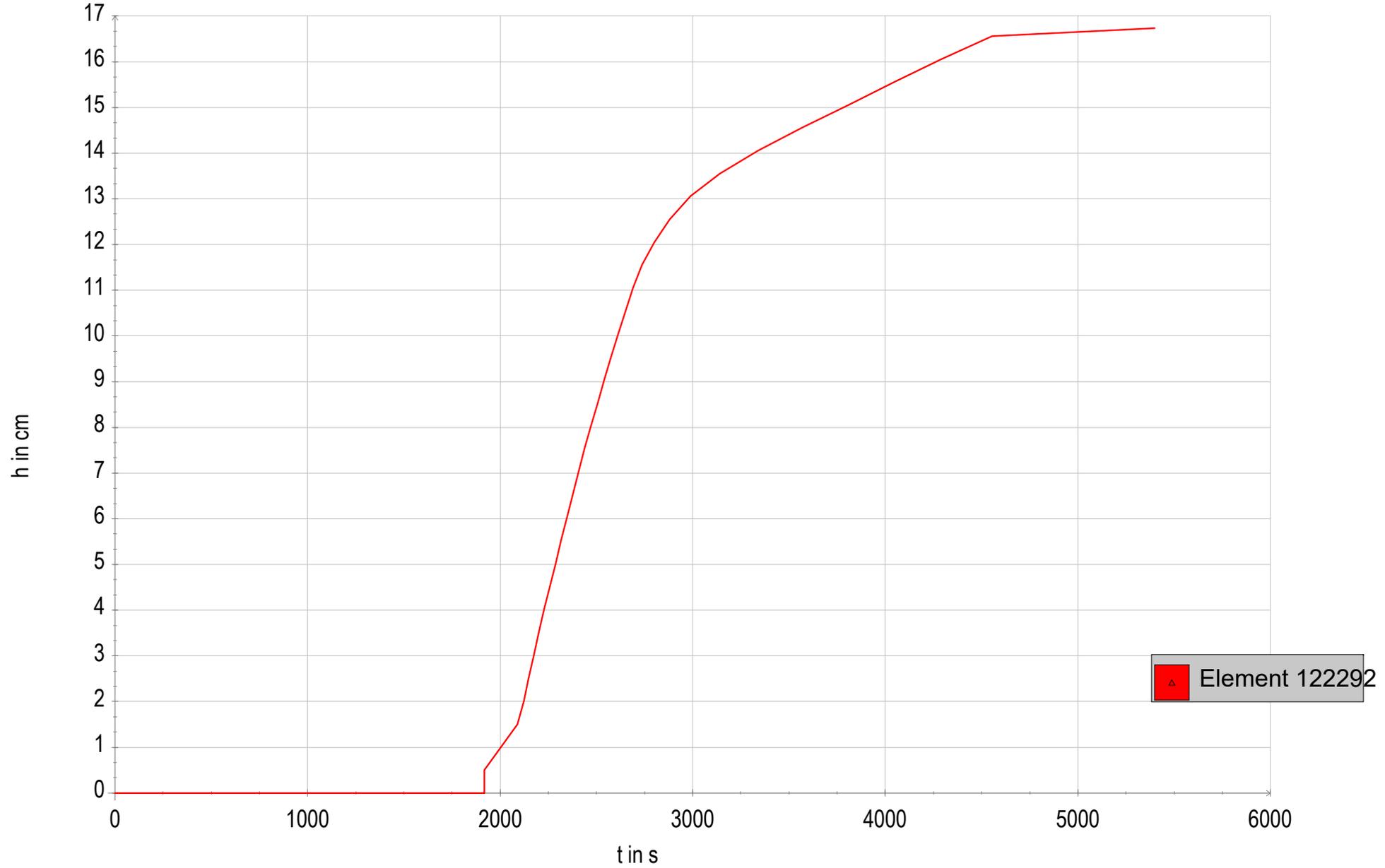
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 02



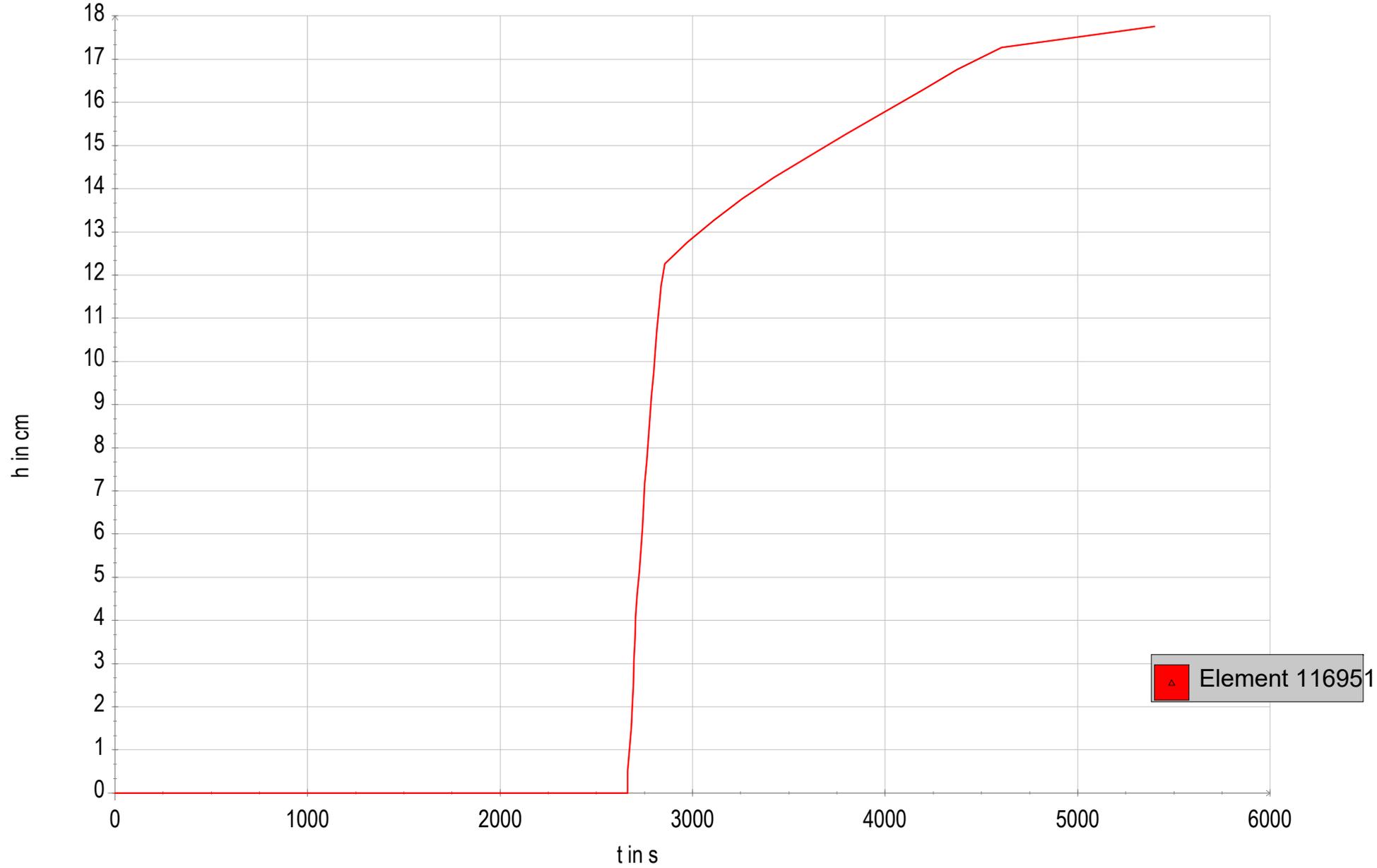
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 03



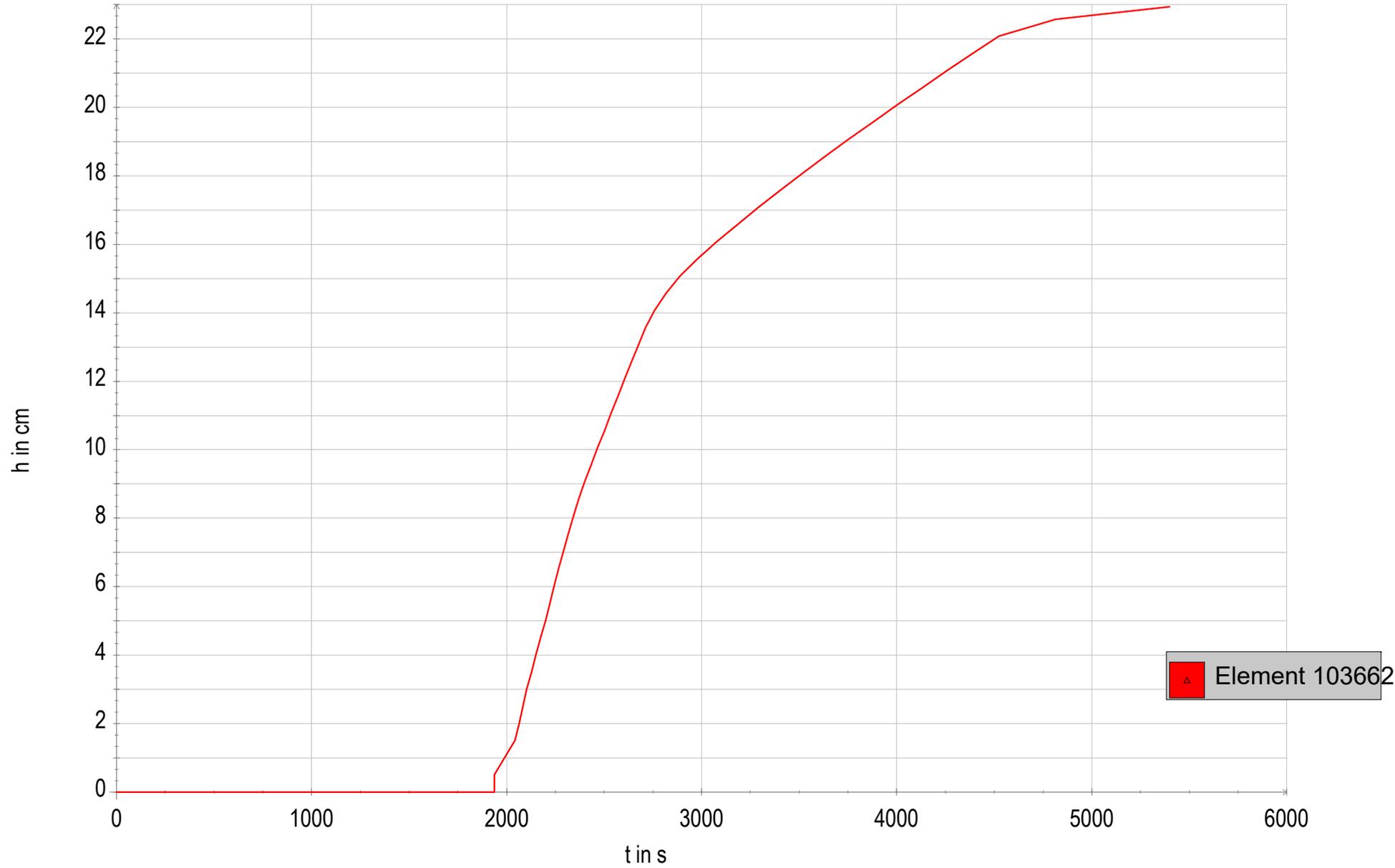
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 04



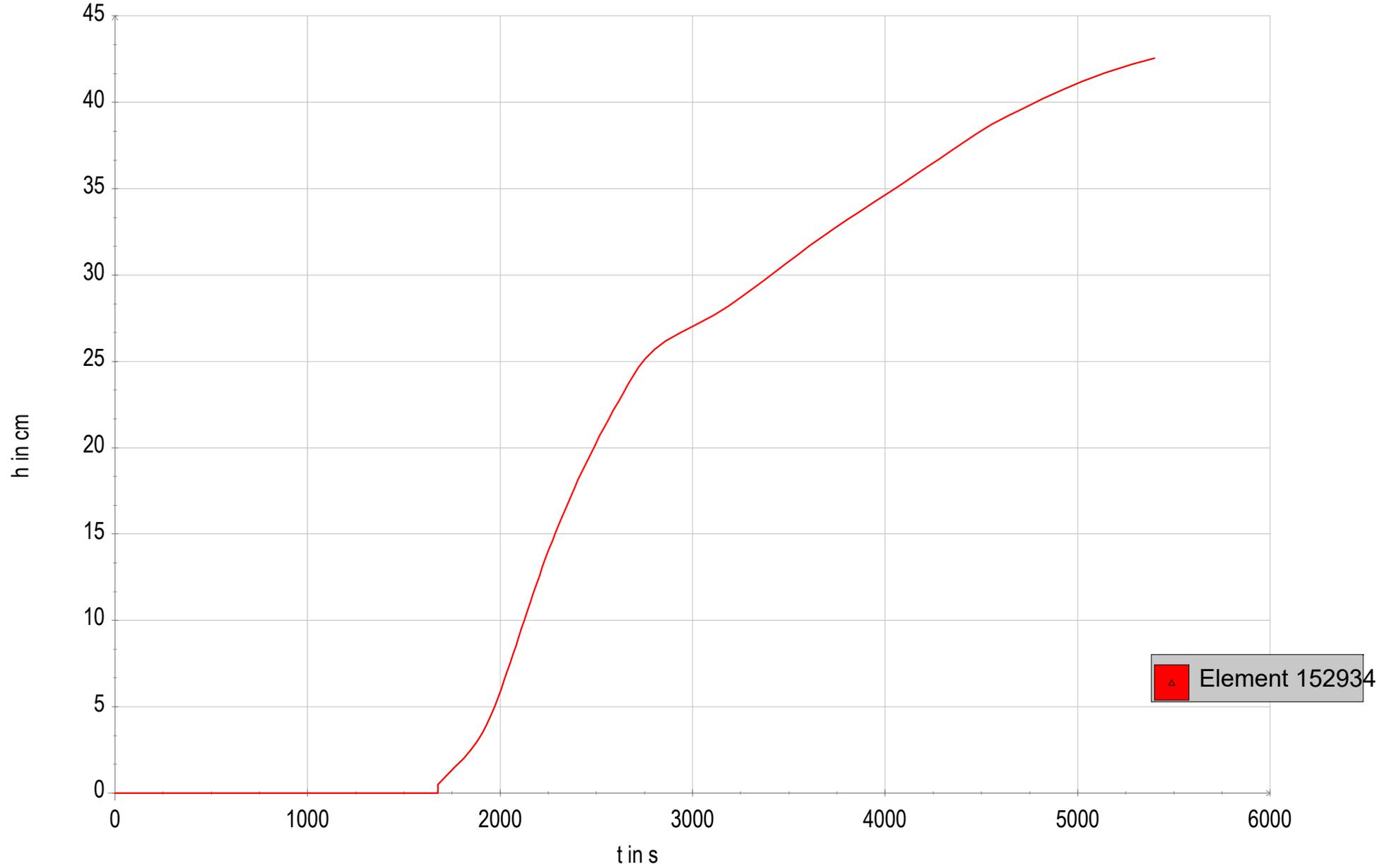
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 05



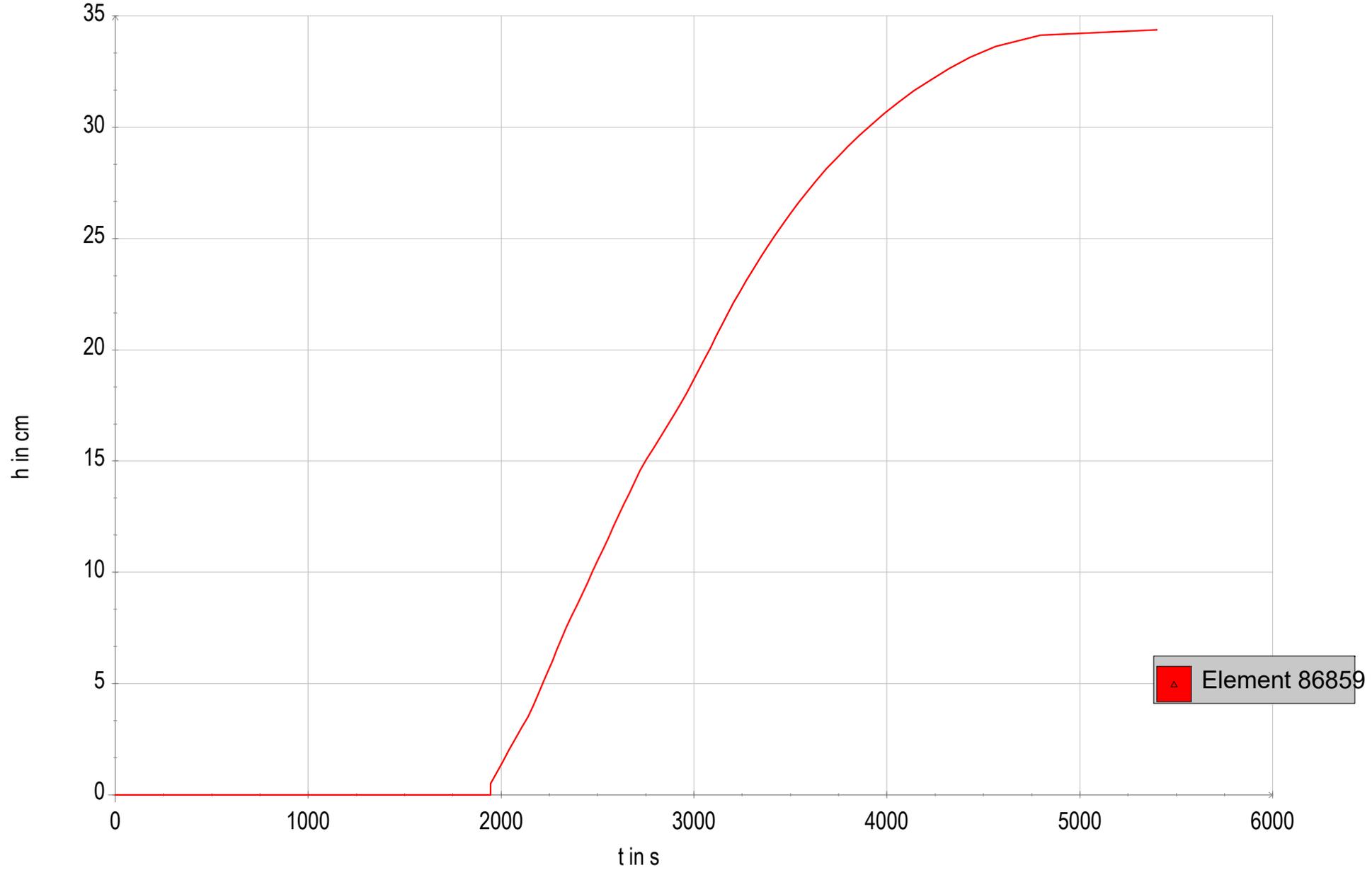
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 06



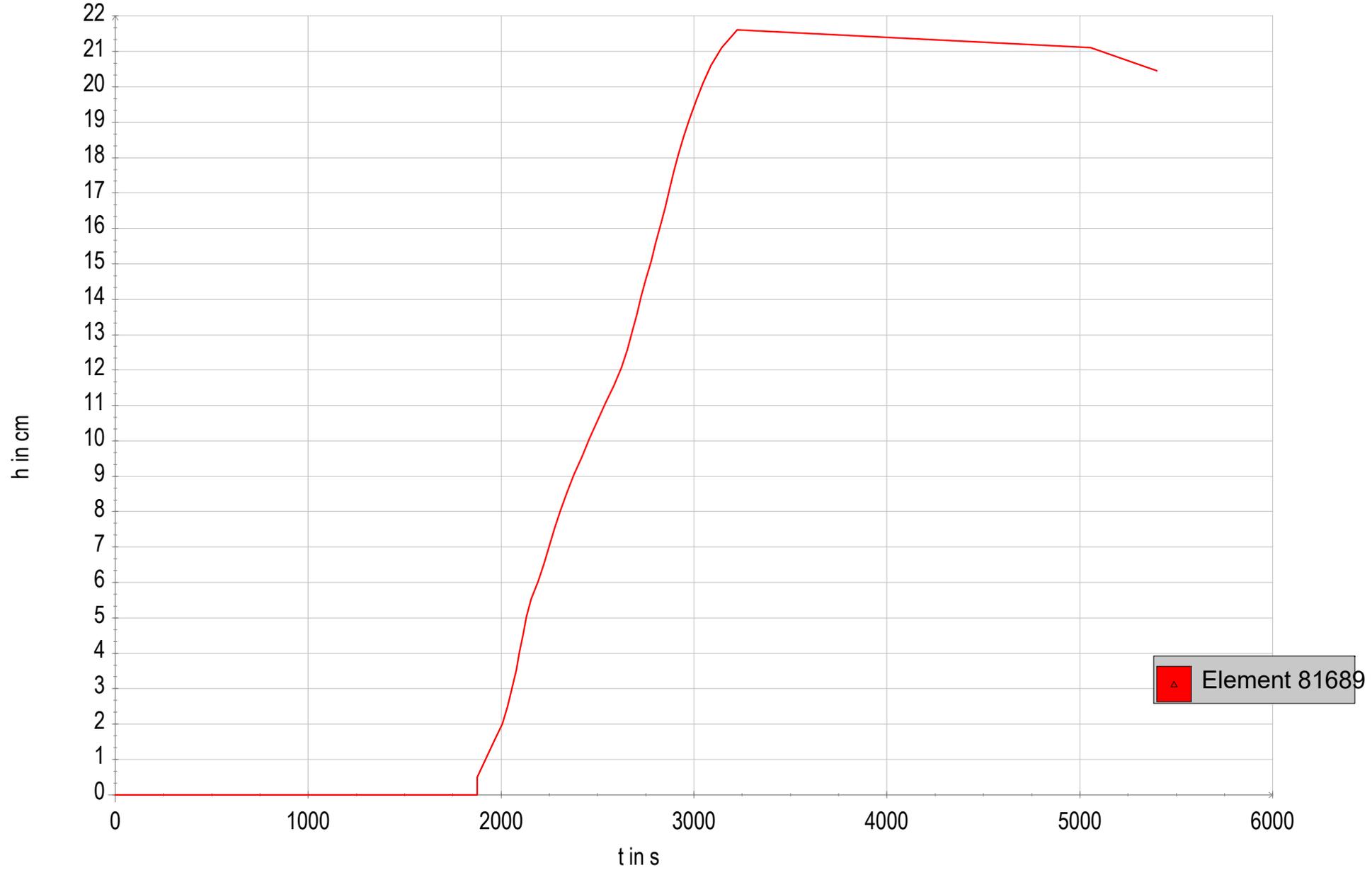
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 07



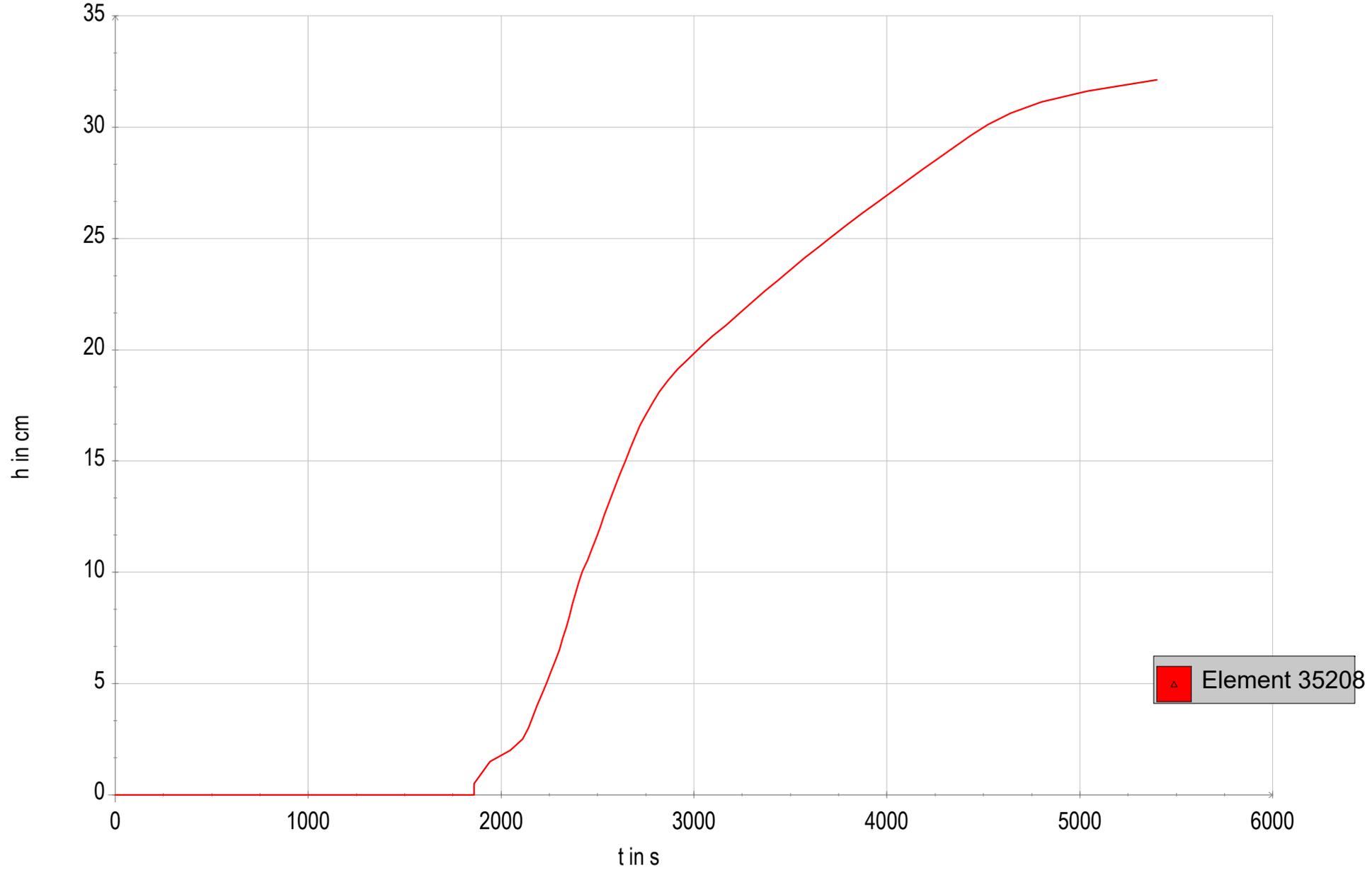
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 08



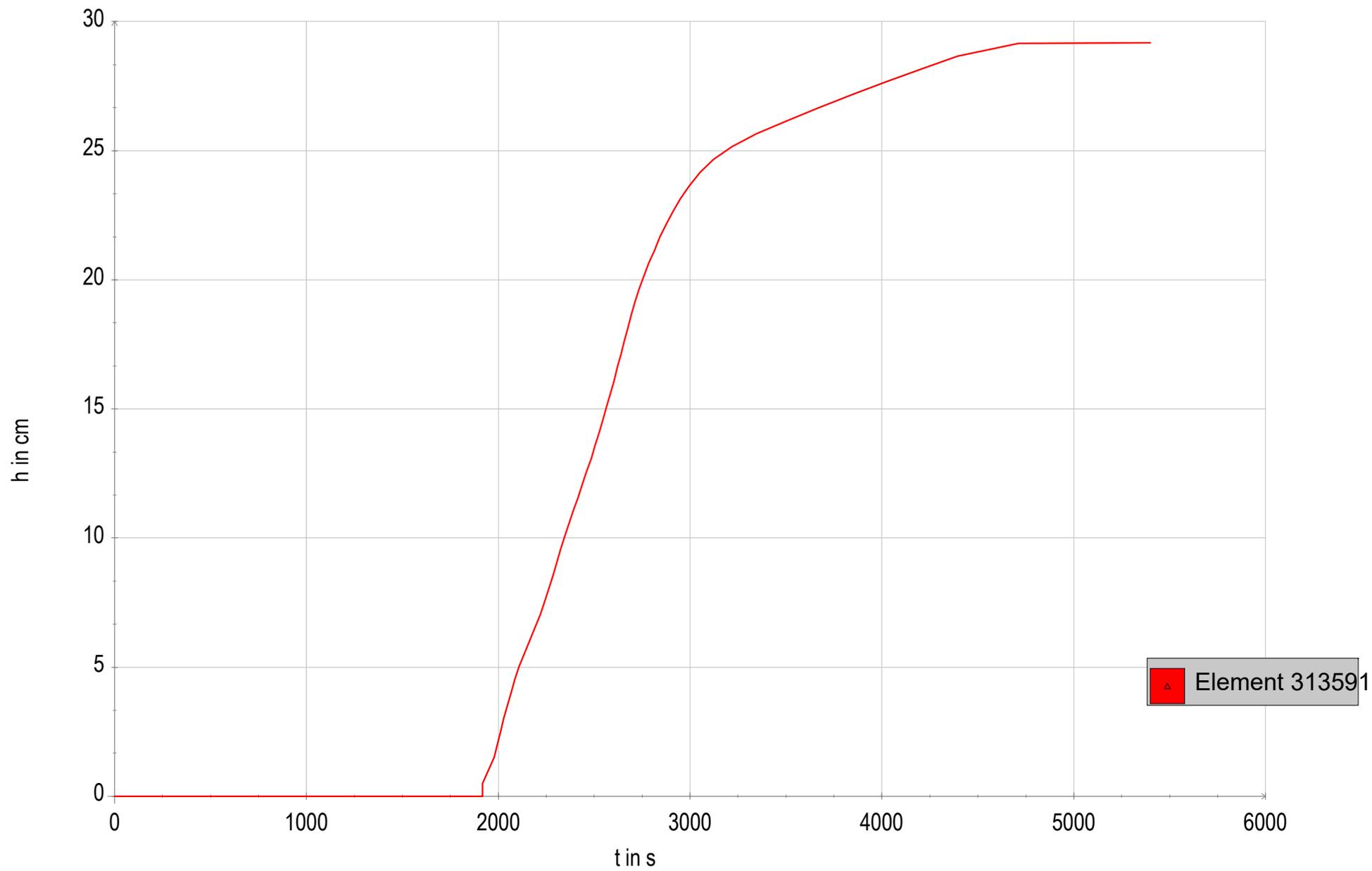
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 09



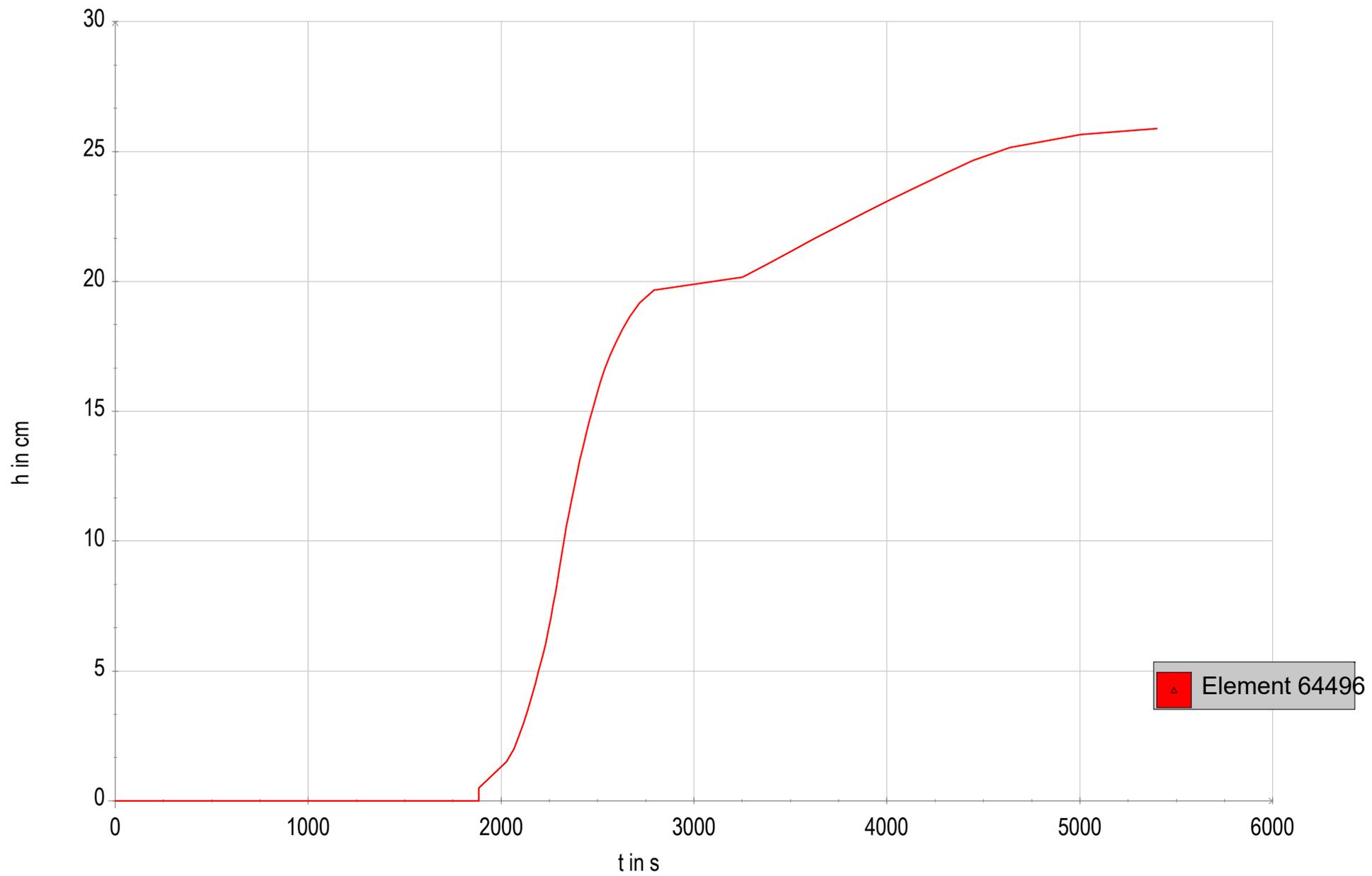
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 10



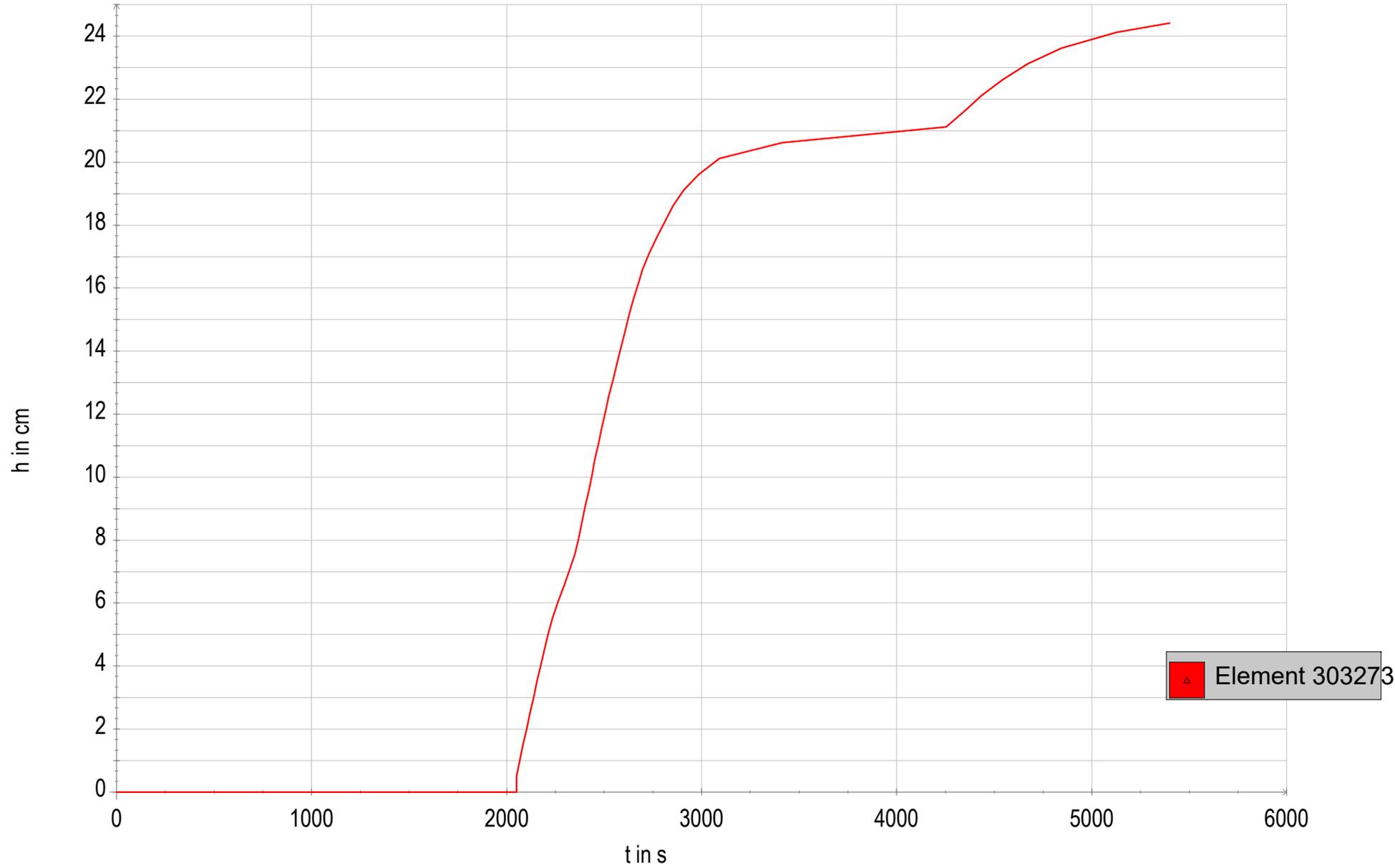
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 11



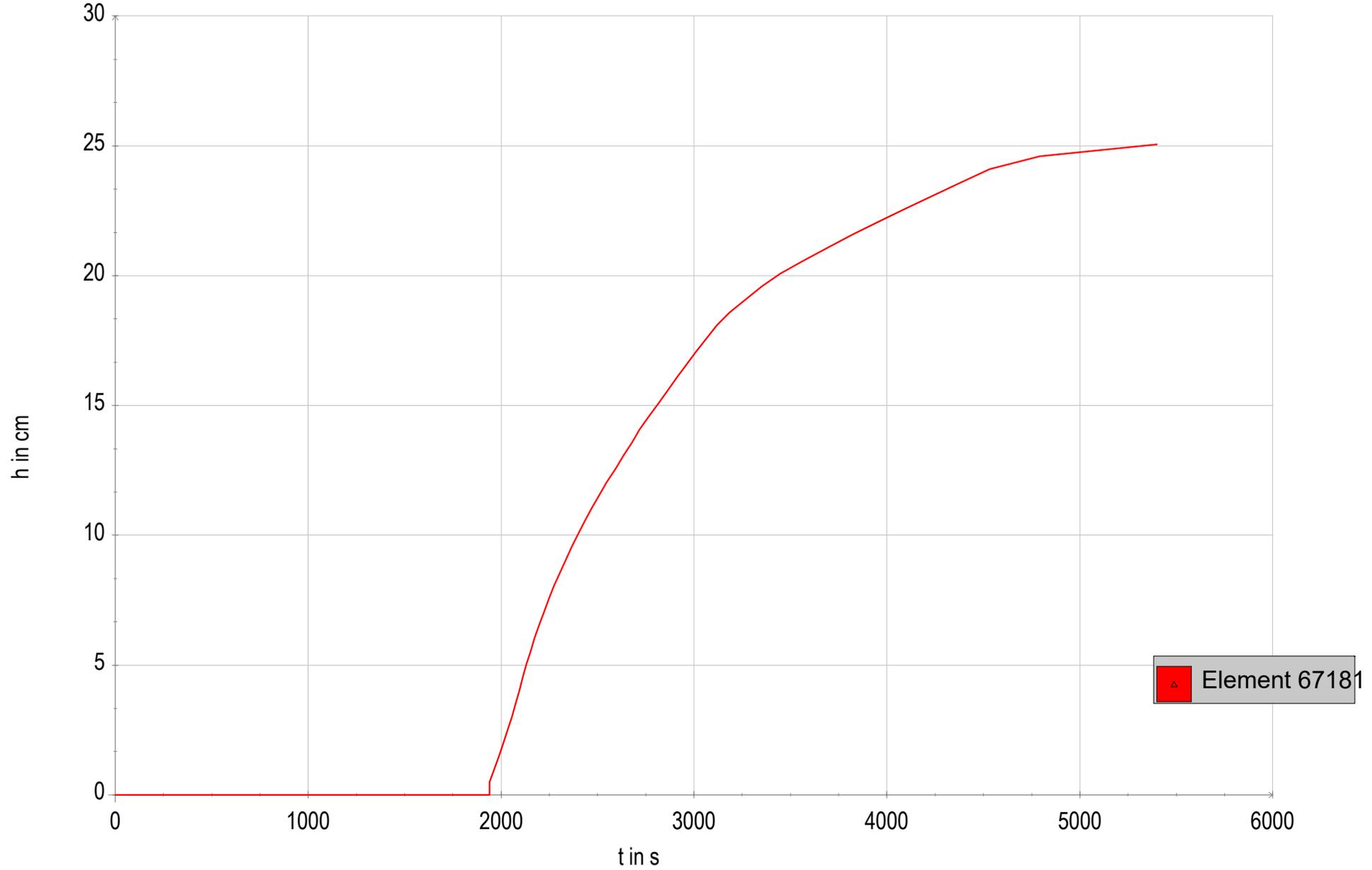
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 12



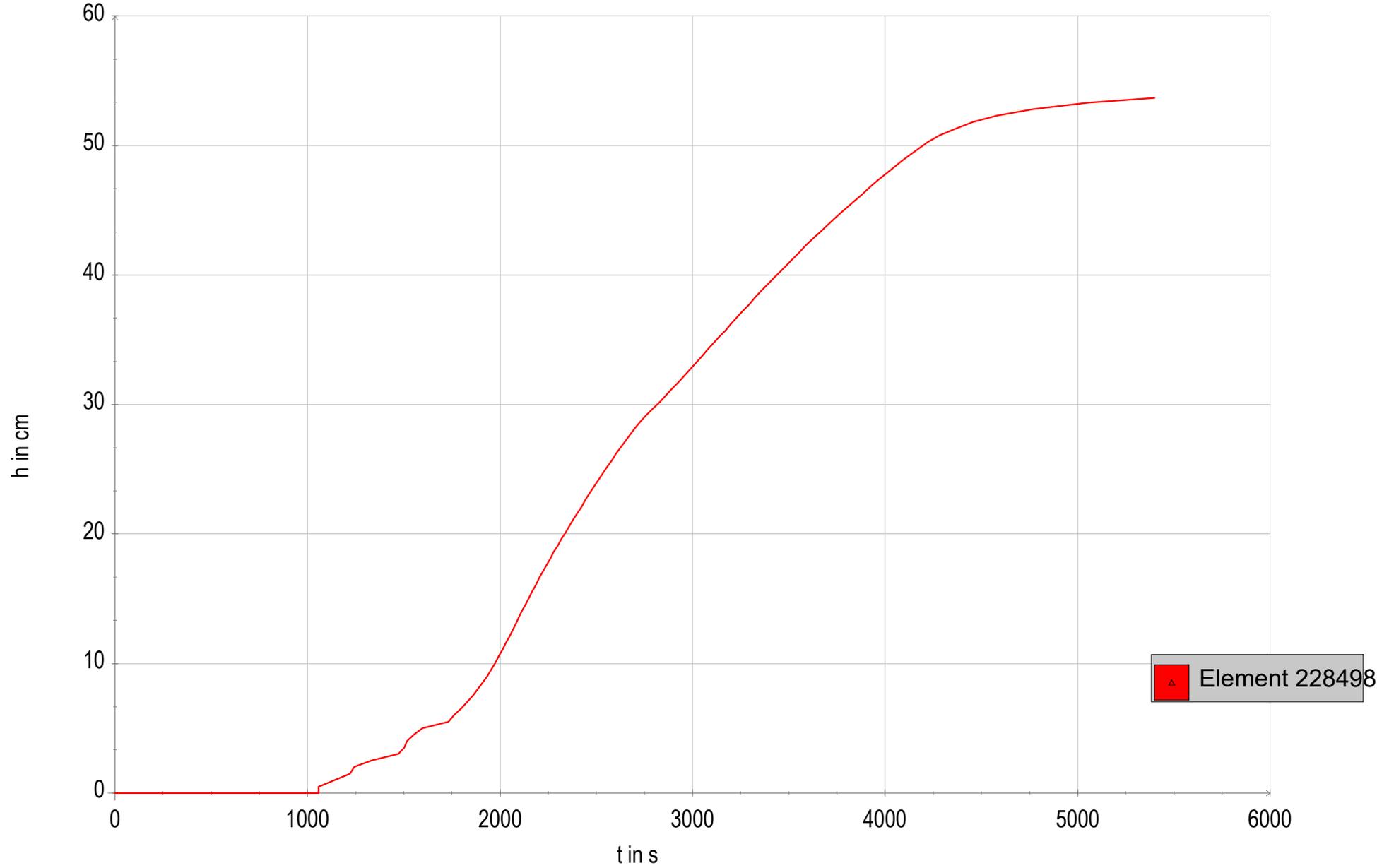
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 13



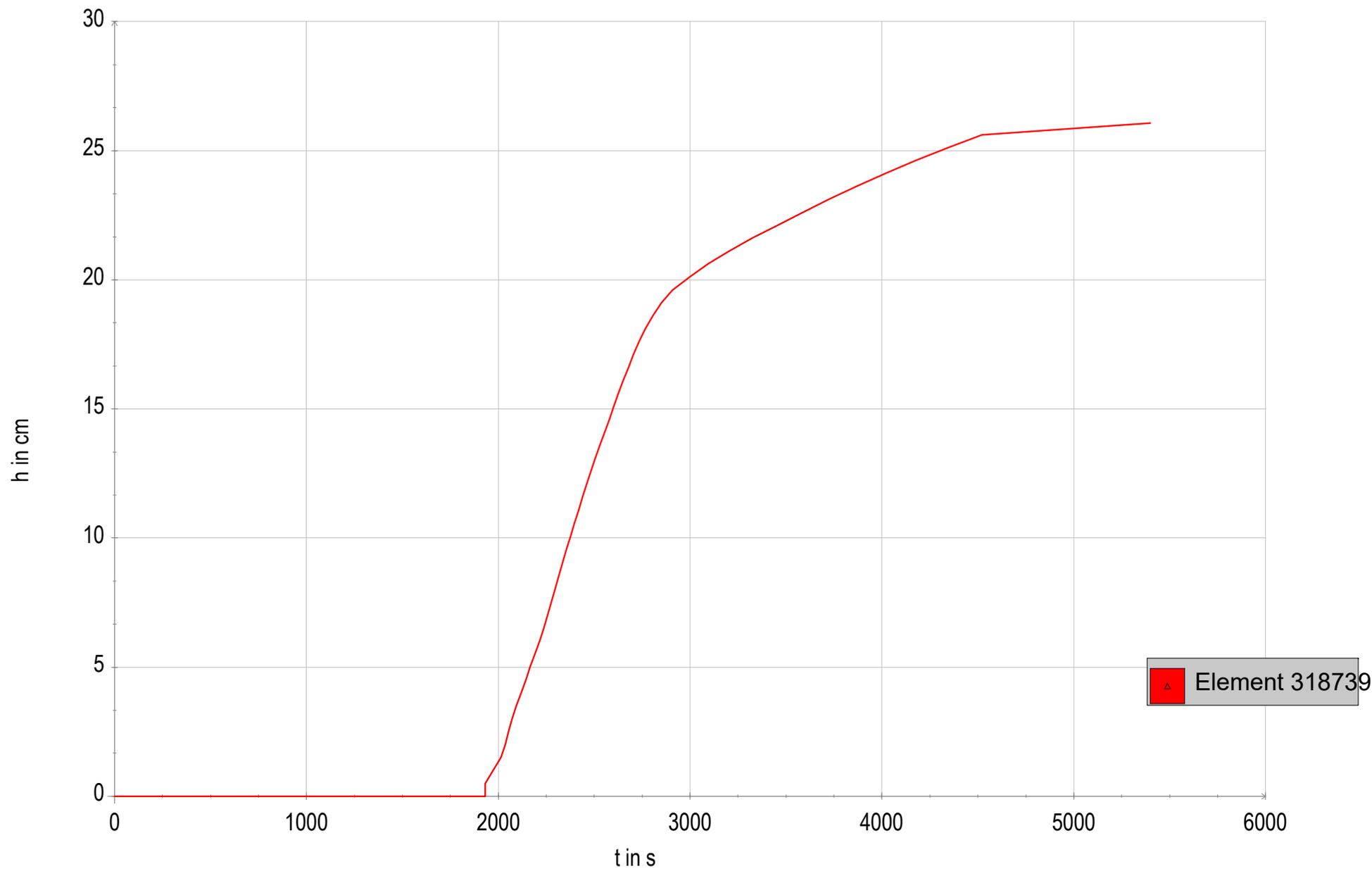
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 14



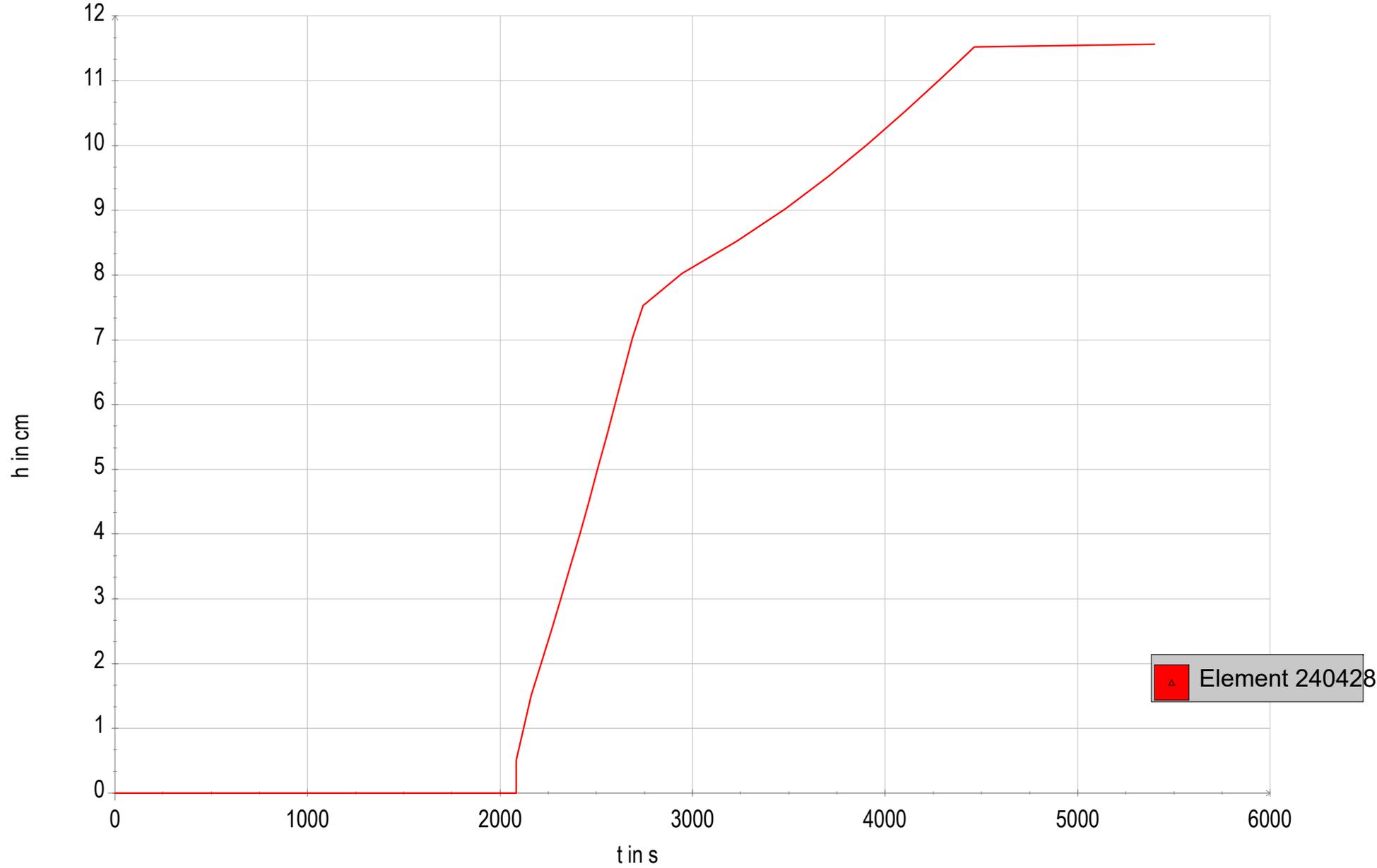
Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 15



Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 16



Gewerbegebietentwicklung, "Alfter Nord" - Teilbereich 2, 2D-Simulation - hydraulische Ergebniskurve: M 17



Element 240428