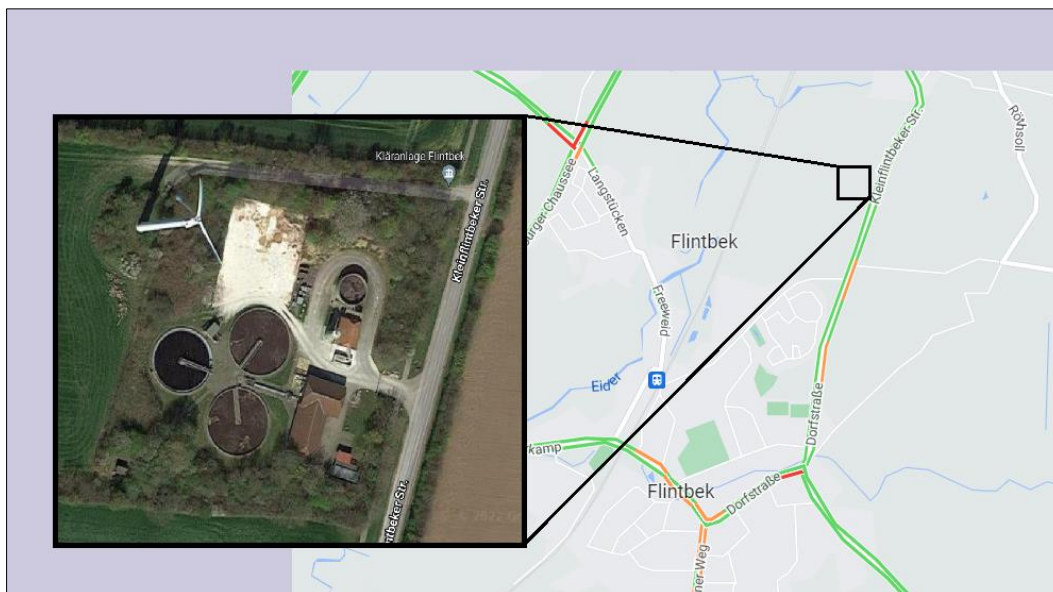


<b>1</b>	<b>Zielstellung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Betriebsdaten</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Auswertung Betriebsdaten Zulauf Kläranlage Flintbek</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Auswertung Betriebsdaten im Ablauf der KA Flintbek</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Belastungssituation der Kläranlage</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>KA Flintbek Zulauf</b>	<b>11</b>
3.1.1	Zuflussmengen	11
3.1.2	CSB-Frachten im Zulauf zur Kläranlage	14
3.1.3	BSB <sub>5</sub> -Frachten im Zulauf zur Kläranlage	18
3.1.4	CSB/BSB <sub>5</sub> -Verhältnis im Zulauf zur Kläranlage	21
3.1.5	N <sub>ges</sub> -Frachten im Zulauf zur Kläranlage	23
3.1.6	NH <sub>4</sub> -N-Frachten im Zulauf zur Kläranlage	26
3.1.7	P <sub>ges</sub> -Frachten im Zulauf zur Kläranlage	29
<b>3.2</b>	<b>Biologische Reinigungsstufe KA Flintbek</b>	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>KA Flintbek Ablauf</b>	<b>33</b>
3.3.1	CSB-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage	33
3.3.2	BSB <sub>5</sub> -Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage	34
3.3.3	N <sub>ges</sub> -Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage	35
3.3.4	NH <sub>4</sub> -N-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage	36
3.3.5	NO <sub>3</sub> -N-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage	37
3.3.6	NO <sub>2</sub> -N-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage	38
3.3.7	P <sub>ges</sub> -Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage	39
<b>4</b>	<b>Betriebsdaten KA Flintbek</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>Bemessungsdaten KA Flintbek</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>44</b>

## 1 Zielstellung

Die Kläranlage Flintbek hat derzeit eine Ausbaugröße von 12.000 EW, erweiterbar auf 15.000 EW und wird als mechanisch-biologische Kläranlage betrieben. Die Kläranlage besteht aus einer mechanischen Vorreinigung, einer biologischen Reinigungsstufe sowie einer Schlammmentwässerung. Einige der Anlagenteile sind bereits mehr als 30 Jahre alt und in einem baufälligen Zustand. Besonders der Sandfang einschließlich der zugehörigen Aggregate sowie die Brauchwasseranlage sind zu ertüchtigen, da ihre Funktion nicht mehr gewährleistet ist und Sande in die nachfolgenden Bereiche eingetragen werden.

In beiden Belebungsbecken müssen die mineralischen Bestandteile, die durch das nicht mehr funktionierende Sandfangsystem eingetragen wurden, aus den Becken entfernt und entsorgt werden. Darüber hinaus ist das bestehende Belüftungssystem energetisch zu überprüfen, so dass bei Bedarf ein neues, energieeffizienteres System geplant und integriert wird. Auch die dafür notwendigen Gebläse werden überprüft. Im bestehenden Nachklärbecken sollen die vorhandenen Räumereinrichtungen einschließlich zugehöriger Rinnenreinigungsanlage sowie der Schwimmschlammabzug erneuert werden.



**Abbildung 1-1: Standort der Kläranlage Flintbek (OpenStreetMap, Google Maps)**

In einem ersten Schritt werden zunächst die Grundlagen sowie die Betriebsdaten aus dem Zeitraum 01/2019 bis 12/2021 ausgewertet, um den Ist-Zustand abzubilden und im Anschluss daran die künftigen Bemessungsdaten abzustimmen, die Anlage nachzurechnen und im Rahmen einer Vorplanung das bestmögliche Potential für die KA Flintbek herauszuarbeiten.

Die Grundlagenermittlung wird hiermit vorgelegt.

## 2 Betriebsdaten

Die Auswertung der Betriebsdaten erfolgte auf Basis der Betriebstagebücher für den Zeitraum Januar 2019 bis Dezember 2021. Für die Kläranlage Flintbek ergeben sich für die verschiedenen Lastfälle (Trockenwetter/Regenwetter/Trockenwetter+Regenwetter=Gesamtzufluss) ähnliche, vergleichbare Werte, wie in der folgenden Tabelle 2 1 zu sehen ist. Die Auswertung der vorliegenden Daten erfolgt in Anlehnung an die DWA-Regeln A 198 und A 131. Zunächst wurde unter Berücksichtigung des Regelwerks ATV-DVWK-A 198 zwischen Trockenwetter- und Regenwetterzufluss unterschieden. Dazu wurden die Betriebsdaten anhand des Wetterschlüssels unterteilt.

In der Regel werden Wetterschlüssel 1 (trocken) und Wetterschlüssel 2 (Frost) als trockenes Wetter (TW) angesehen. Die Wetterschlüssel 3 bis 7 werden dem Regenwetter (RW) zugeordnet und bleiben bei der Ermittlung des Zuflusses bei Trockenwetter unberücksichtigt. Die Wetterschlüssel 3 bis 7 sind wie folgt belegt: 3 (Regen), 4 (Gewitter), 5 (Schneeschmelze), 6 (Schneefall) und 7 (Regen nach dem Lauftag). Gemäß ATV-DVWK A 198 ist nach einem Regenereignis > 1 mm ein Regennachlauftag zu berücksichtigen. In einigen Fällen sind auch zwei Nachlaufstage nach Starkregenereignissen festgelegt worden. Die Wetterschlüssel werden durch das Betriebspersonal der Kläranlage festgelegt. Für den gesamten Betrachtungszeitraum 01/2019 bis 12/2021 sind die Wetterschlüssel in den Betriebsdaten aufgeführt.

Anhand der zur Verfügung gestellten Daten stehen insgesamt 1.080 Messwerte für den Zufluss zur Verfügung, die nach vorstehenden Aspekten berücksichtigt werden. Von den 1.080 Messwerten sind 784 Messwerte dem Trockenwetterfall und 296 Messwerte dem Regenwetterfall zugeordnet werden können. Die Daten werden nach Jahren aufgeschlüsselt, einzeln und in Summe über den gesamten Zeitraum ausgewertet.

### 2.1 Auswertung Betriebsdaten Zulauf Kläranlage Flintbek

Regenwasserzufluss bedeutet für die Kläranlage Flintbek, wie für fast alle Kläranlagen, dass trotz des Trennsystems ein erhöhter Zufluss durch Fremdwasser in die Kläranlage gelangt. Die Unterscheidung zwischen Trocken- und Regenwetterzufluss ist für die spätere Festlegung der Bemessungswerte notwendig. Die Ursachen für Fremdwasser können unterschiedlich sein, sind aber häufig auf ältere, nicht mehr dichte Freispiegelkanäle zurückzuführen. Eine weitere Eintrittsstelle sind u.a. perforierte (offene) Schachtdeckel an Tiefpunkten. Auch fehlerhafte Anschlüsse können zu erhöhten Fremdwassereinträgen in das Abwassernetz führen.

Nach erfolgreicher Auswertung werden Mittelwerte und 85ger Perzentile im Trockenwetterzulauf vereinbart, die für die Bemessung und Nachdimensionierung relevant sind. Ausnahmen bilden jedoch die mechanische Stufe und die Sekundärsedimentation. Diese sind hydraulisch und eher lastunabhängig auf ein abgestimmtes Maximum zu dimensionieren. Die der Kläranlage zufließende Abwassermenge ergibt sich für den Zeitraum von Januar 2019 bis einschließlich Dezember 2021 unter oben erläuterten Ansatz wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht. Die farblich hervorgehobenen Werte (Mittelwert, 85ger Perzentil) sind für die spätere Festlegung der Bemessungswerte relevant. Aus nachstehender Tabelle 2-1 wird deutlich, dass die hydraulischen Schwankungen zwischen minimalem und maximalem Zufluss bei Trocken- und Regenwetter unterschiedlich stark variieren. Im Mittel sind zwischen Trockenwetter und Regenwetter lediglich geringe Abweichungen festzustellen. Bezogen auf das 99ger

Perzentil sind etwa 200 m<sup>3</sup> mehr Zufluss vorhanden. Verglichen mit anderen Kläranlagen ist diese Differenz jedoch als gering zu bezeichnen und für eine Kläranlage der Größe handelbar.

**Tabelle 2-1: Abwassermengen Q<sub>d</sub> im Zulauf zur KA Flintbek 2019-2021 [m<sup>3</sup>/d]**

	Min.	Max.	Mittel	85ger Perz.	95ger Perz.	99ger Perz.
<b>TW 2019</b>	436	1.973	<b>952</b>	<b>1.039</b>	1.198	1.565
<b>TW 2020</b>	317	1.952	<b>981</b>	<b>1.151</b>	1.333	1.649
<b>TW 2021</b>	395	1.687	<b>942</b>	<b>1.070</b>	1.198	1.313
<b>TW 19-21</b>	317	1.973	<b>959</b>	<b>1.078</b>	1.259	1.581
<b>RW 2019</b>	572	1.731	<b>1.063</b>	<b>1.241</b>	1.349	1.508
<b>RW 2020</b>	778	1.917	<b>1.149</b>	<b>1.490</b>	1.720	1.906
<b>RW 2021</b>	560	1.575	<b>1.049</b>	<b>1.238</b>	1.382	1.506
<b>RW 19-21</b>	560	1.917	<b>1.082</b>	<b>1.291</b>	1.505	1.751
<b>MW 2019</b>	436	1.973	<b>982</b>	<b>1.113</b>	1.299	1.557
<b>MW 2020</b>	317	1.952	<b>1.020</b>	<b>1.239</b>	1.494	1.830
<b>MW 2021</b>	395	1.687	<b>972</b>	<b>1.123</b>	1.255	1.437
<b>MW 19-21</b>	317	1.973	<b>991</b>	<b>1.150</b>	1.345	1.718

Wie bereits erwähnt, weichen die Mittelwerte für die verschiedenen Belastungsfälle TW und RW lediglich gering voneinander ab. Im TW-Fall liegen die Mittelwerte für die ausgewerteten Jahre zwischen 942 m<sup>3</sup>/d und 981 m<sup>3</sup>/d. Im RW-Fall liegen die Mittelwerte zwischen 1.049 m<sup>3</sup>/d und 1.149 m<sup>3</sup>/d und sind damit etwas höher als die Zuflüsse bei Trockenwetter. Werden alle Werte betrachtet (MW), liegt der Mittelwert zwischen 972 m<sup>3</sup>/d und 1.020 m<sup>3</sup>/d. Das 85 %-Perzentil beschreibt den Wert, der in 85 % der Fälle unterschritten wird und ist, wie bereits erwähnt, für die spätere Anlagendimensionierung von Bedeutung. Bei Trockenwetter (TW) liegt dieser Wert im Betrachtungszeitraum bei 1.039 m<sup>3</sup>/d bis 1.151 m<sup>3</sup>/d. Der Niederschlagszufluss (RW) beträgt im 85%-Perzentil in diesem Zeitraum 1.238 m<sup>3</sup>/d bis 1.490 m<sup>3</sup>/d und Schwankungen auf. Betrachtet man alle Werte (MW), so reicht das 85ger Perzentil von 972 m<sup>3</sup>/d bis 1.020 m<sup>3</sup>/d.

Um die Abweichungen der Abwassermengen in Bezug auf die Maximalwerte besser vergleichen zu können und um Ausreißer auszuschließen, werden auch das 95ger und 99ger Perzentil ausgewertet. Analog zum obigen Perzentil beschreiben diese Zahlen die Werte, die in 95 % und 99 % der Fälle unterschritten werden. Diese Betrachtung ist unabhängig vom Regelwerk, lässt aber Rückschlüsse auf Extremwerte zu, die nach ATV-DVWK-A 198 bei der Bewertung und Festlegung von Bemessungsdaten nicht berücksichtigt werden sollten. Darüber hinaus ist über diese Werte das hydraulische Maximum für die o.g. Stufen zu ermitteln. Bei Trockenwetter liegt das 95ger Perzentil zwischen 1.198 m<sup>3</sup>/d und 1.333 m<sup>3</sup>/d. Der Niederschlagszufluss beträgt im 95ger Perzentil in diesem Zeitraum 1.349 m<sup>3</sup>/d bis 1.720 m<sup>3</sup>/d. Unter Berücksichtigung aller Werte liegt das 95ger Perzentil zwischen 1.255 m<sup>3</sup>/d und 1.494 m<sup>3</sup>/d.

und kann somit als gering schwankend bezeichnet werden. Das 95ger Perzentil spiegelt den Anstieg während Regenwetter im Jahr 2020 wider. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Betrachtung des 99ger Perzentils. Dieses liegt im TW-Fall zwischen 1.313 m³/d und 1.649 m³/d (2020), während es im RW-Fall zwischen 1.506 m³/d und 1.906 m³/d liegt. Unter Berücksichtigung aller Werte ergibt sich für das 99ger Perzentil ein Zufluss von 1.437 m³/d bis 1.830 m³/d.

Zur Auslegung von Belebungsanlagen sind nach Regelwerk DWA A 131 (2017) die CSB-Konzentrationen und Frachten zugrunde zu legen. Diese stellen neben dem Parameter Stickstoff die Hauptkomponente für die späteren Berechnungen dar. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die CSB-Frachten im Zulauf zur Kläranlage Flintbek. Auch hier ist eine Auswertung anhand der verschiedenen Lastfälle (TW/RW/MW) durchgeführt worden.

**Tabelle 2-2: Frachten  $B_{d,CSB}$  im Zulauf zur KA Flintbek 2019-2021 [kg/d]**

	Min.	Max.	Mittel	85ger Perz.	95ger Perz.	99ger Perz.
<b>TW 2019</b>	452	1.455	798	924	1.003	1.321
<b>TW 2020</b>	384	1.503	921	1.197	1.419	1.490
<b>TW 2021</b>	375	1.566	899	1.353	1.463	1.505
<b>TW 19-21</b>	375	1.566	874	1.180	1.421	1.502
<b>RW 2019</b>	666	1.064	828	973	1.041	1.059
<b>RW 2020</b>	566	1.572	942	1.222	1.475	1.533
<b>RW 2021</b>	354	1.873	1.181	1.434	1.775	1.854
<b>RW 19-21</b>	354	1.873	1.010	1.362	1.592	1.828
<b>MW 2019</b>	452	1.455	807	944	1.047	1.263
<b>MW 2020</b>	384	1.572	926	1.213	1.447	1.540
<b>MW 2021</b>	354	1.873	996	1.400	1.571	1.815
<b>MW 19-21</b>	354	1.873	913	1.215	1.457	1.673

Für den betrachteten Zeitraum stehen insgesamt 157 Messwerte für die Auswertung sowie Berechnung der Frachten zur Verfügung. Insgesamt werden anhand der Auswertung 112 Messwerte dem Trockenwetter und 45 Messwerte dem Regenwetter zugeordnet. Auch hier sind im Mittel zwischen Trockenwetter und Regenwetter lediglich geringere Schwankungen festzustellen. Im Gesamtzufluss unter Berücksichtigung aller Daten variieren die Werte zwischen 807 kg/d und 996 kg/d. Im Trockenwetterfall liegen die Mittelwerte zwischen 798 kg/d und 921 kg/d (2020).

Im Regenwetterfall werden höhere Belastungen festgestellt, mit Mittelwerten zwischen 828 kg/d und 1.181 kg/d. Das 85ger Perzentil weist bereits erste Schwankungen der CSB-Frachten auf; das Perzentil liegt zwischen 944 kg/d und 1.400 kg/d. Ähnlich zeigen sich die Schwankungsbereiche im Trockenwetterfall von 924 kg/d bis 1.353 kg/d im 85ger Perzentil. Im Regenwetterfall schwanken die 85ger Perzentile zwischen 973 kg/d und 1.434 kg/d. Um die aktuelle Auslastung der Kläranlage Flintbek aufzuzeigen und eine zielorientierte Bemes-

sungsgröße festlegen zu können, wurden die Einwohnergleichwerte für die vorhandene CSB-Fracht nach dem Ansatz des DWA-A 131 ermittelt. Diese sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. In Anlehnung an DWA-A 131 wurde für die Berechnung der Einwohnergleichwerte eine spezifische CSB-Fracht von 120 g CSB/(E\*d) zugrunde gelegt.

Insgesamt weisen die Einwohnergleichwerte in Tabelle 2-3 eine erhebliche Spannweite auf. Die Durchschnittswerte weisen schwankende Spannen auf, während die 85-Perzentil-Belastung einen Anstieg des Zuflusses zur Kläranlage zeigt. Die in Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 ersichtliche erhöhte Belastung im Zulauf zur Kläranlage im Jahr 2021 wird anhand der Einwohnerwerte besonders deutlich.

**Tabelle 2-3: Einwohner anhand spez. Fracht  $b_{d,CSB}$  im Zulauf zur KA Flintbek [EW]**

	Min.	Max.	Mittel	85ger Perz.	95ger Perz.	99ger Perz.
<b>TW 2019</b>	3.767	12.127	6.648	7.703	8.355	11.005
<b>TW 2020</b>	3.201	12.528	7.678	9.974	11.822	12.414
<b>TW 2021</b>	3.126	13.051	7.492	11.272	11.956	12.822
<b>TW 19-21</b>	3.126	13.051	7.284	9.837	11.838	12.517
<b>RW 2019</b>	5.551	8.867	6.900	8.109	8.672	8.828
<b>RW 2020</b>	4.717	13.100	7.849	10.187	12.291	12.938
<b>RW 2021</b>	2.952	15.610	9.845	11.952	14.796	15.447
<b>RW 19-21</b>	2.952	15.610	8.420	11.348	13.268	15.233
<b>MW 2019</b>	3.767	12.127	6.722	7.870	8.728	10.525
<b>MW 2020</b>	3.201	13.100	7.714	10.111	12.057	12.831
<b>MW 2021</b>	2.952	15.610	8.303	11.668	13.090	15.121
<b>MW 19-21</b>	2.952	15.610	7.609	10.123	12.146	13.945

Die Tabelle 2-3 zeigt, dass bei Trockenwetterzufluss im Durchschnitt Belastungen zwischen 6.648 E und 7.678 EW und im 85ger Perzentil zwischen 7.703 EW und 11.272 EW auftreten. Beim Regenwasserzufluss liegt die Zahl der angeschlossenen Einwohnerwerte im Mittel zwischen 6.900 EW und 9.845 EW. Auch im 85ger Perzentil für den Trockenwetterfall deutliche Unterschiede zu erkennen. Ähnlich verhält es sich im Regenwetterfall, bei dem der Einwohnerwert zwischen 8.109 EW und 11.952 EW schwankt. Betrachtet man alle Lastfälle (MW), so liegen die Einwohnerwerte im Mittel zwischen 6.722 EW und 8.303 EW, in den 85ger Perzentilen zwischen 7.870 EW und 11.668 EW.

Die Darstellung der minimalen und maximalen Einwohnergleichwerte zeigt deutlich, dass die Belastungssituation auf der Kläranlage zum Teil sehr stark schwankt (Min. 2.952 EW, Max. 15.610 EW). Die sich aus den CSB-Frachten ergebenden Einwohnergleichwerte liegen meist unter der derzeitigen Ausbaupkapazität von 12.000 EW. Es ist zu erkennen, dass der EW CSB zwischen 2019 und 2021 einen deutlichen Anstieg verzeichnet. Die Betrachtung der 95ger

und 99ger Perzentile zeigt, dass die Frachten im Bereich der aktuellen Ausbaupazität der Kläranlage Flintbek liegen.

Der zweite gemäß Regelwerk relevante Parameter ist der Stickstoff im Zulauf zur Kläranlage. Betrachtet wird hierbei der gesamte Stickstoff ( $N_{ges}$ ), welcher sich im Zulauf unter anderen aus Ammonium- und organischem Stickstoff zusammensetzt. Die Berechnung und Auswertung ist analog zur Vorgehensweise der Auswertung des CSB durchgeführt worden. Für die verschiedenen Jahre und Lastfälle sind die Werte der nachstehenden Tabelle 2-4 zu entnehmen.

**Tabelle 2-4: Frachten  $B_{d,N_{ges}}$  im Zulauf zur KA Flintbek 2019-2021 [kg/d]**

	Min.	Max.	Mittel	85ger Perz.	95ger Perz.	99ger Perz.
<b>TW 2019</b>	54	120	79	86	94	111
<b>TW 2020</b>	53	129	84	98	110	122
<b>TW 2021</b>	50	140	83	104	124	137
<b>TW 19-21</b>	50	140	82	96	115	130
<b>RW 2019</b>	63	99	81	86	92	98
<b>RW 2020</b>	61	116	92	108	115	116
<b>RW 2021</b>	49	126	98	123	126	126
<b>RW 19-21</b>	49	126	92	109	123	126
<b>MW 2019</b>	54	120	80	89	99	114
<b>MW 2020</b>	53	129	85	99	113	123
<b>MW 2021</b>	49	140	88	115	126	135
<b>MW 19-21</b>	49	140	85	100	119	129

Insgesamt stehen im betrachteten Zeitraum 145  $N_{ges}$ -Messungen im Zulauf zur Kläranlage für die Auswertung zur Verfügung. Von diesen Werten, werden insgesamt 102 dem TW-Fall und 43 dem RW-Fall zugeordnet.

Im Durchschnitt beträgt die Stickstofffracht im TW-Fall 82 kg/d und im RW-Fall 92 kg/d. Betrachtet man alle Lastfälle, so ergibt sich eine mittlere  $N_{ges}$ -Belastung von 85 kg/d. Im 85ger Perzentil ist die  $N_{ges}$ -Belastung mit rund 100 kg/d für MW, 96 Kg/d für TW und 109 kg/d für RW ermittelt worden. Ähnlich wie bei den CSB Frachten Ergebnissen weisen die  $N_{ges}$ -Belastungskonzentrationen zwischen 2019 und 2021 einen steigenden Trend auf.

Die Einwohnerwerte errechnen sich für die  $N_{ges}$ -Belastung im Zulauf zur Kläranlage gemäß DWA-A 131 anhand der spezifischen Fracht von 11 g  $N_{ges}/(E \cdot d)$  und sind in nachstehender Tabelle 2-5 aufgeführt.

**Tabelle 2-5: Einwohner anhand spez. Fracht  $b_{d,N_{ges}}$  im Zulauf zur KA Flintbek [EW]**

	Min.	Max.	Mittel	85ger Perz.	95ger Perz.	99ger Perz.
<b>TW 2019</b>	4.918	10.913	7.156	7.823	8.497	10.106
<b>TW 2020</b>	4.798	11.688	7.594	8.948	9.983	11.103
<b>TW 2021</b>	4.553	12.693	7.509	9.459	11.299	12.441
<b>TW 19-21</b>	4.553	12.693	7.420	8.766	10.449	11.791
<b>RW 2019</b>	6.338	9.774	7.640	8.747	9.382	9.696
<b>RW 2020</b>	5.537	10.559	8.338	9.854	10.446	10.536
<b>RW 2021</b>	4.443	11.467	8.897	11.176	11.459	11.465
<b>RW 19-21</b>	4.443	11.467	8.329	9.915	11.198	11.463
<b>MW 2019</b>	4.918	10.913	7.290	8.132	9.029	10.367
<b>MW 2020</b>	4.798	11.688	7.749	9.010	10.238	11.157
<b>MW 2021</b>	4.443	12.693	8.041	10.477	11.464	12.278
<b>MW 19-21</b>	4.443	12.693	7.688	9.069	10.860	11.747

Der mittlere Einwohnerwert im Zulauf zur Kläranlage schwankt zwischen 7.156 EW und 7.594 EW im TW. Im RW-Fall belaufen sich die Mittelwerte auf 7.640 EW und 8.897 EW. Unter Betrachtung aller Lastfälle (MW) weisen die Mittelwerte Schwankungen zwischen 7.290 EW und 8.041 EW auf. Im 85ger Perzentil liegen die Werte im TW-Fall zwischen 7.823 EW und 9.459 EW. Im RW-Fall steigen die Werte erneut deutlich an und betragen 8.747 EW bis 11.176 EW. Werden alle Lastfälle betrachtet (MW-Fall), liegen die Lasten zwischen 8.132 EW und 10.477 EW. Die  $N_{ges}$ -Frachten sind insgesamt vergleichbar mit den CSB-Frachten im Zulauf zur Kläranlage.

Die Kläranlage ist für einen Einwohnergleichwert von ca. 12.000 EW ausgelegt. Wie die o.g. Betriebsdaten zeigen, bleibt der  $N_{ges}$  EW Wert der Kläranlage Flintbek in allen betrachteten Lastfällen und Jahren weitgehend unter dem 85ger und 99ger Perzentil. Nach Arbeitsblatt A 131 wird die Kläranlage für den Lastfall Trockenwetter bemessen. Aufgeschlagen werden dürfen Prognosedaten und ein gewisses Maß an Sicherheit, um Spitzen abfangen zu können. Die Bemessungsdaten werden im späteren Verlauf aufgezeigt und dienen als Diskussionsgrundlage zur Abstimmung der Bemessungsansätze.

Unter reiner Betrachtung der aktuellen Ausbaugröße sowie der angeschlossenen EW ohne weitere rechnerischer Überprüfung ist die Kläranlage Flintbek zunächst als ausreichend dimensioniert zu bezeichnen. Allerdings bleibt im Rahmen der rechnerischen Überprüfung sowie die Betrachtung der Ablaufwerte zu prüfen, ob die vorhandenen Kapazitäten ausreichend sind oder ob gar eine Überdimensionierung vorliegt.

## 2.2 Auswertung Betriebsdaten im Ablauf der KA Flintbek

Insgesamt sind im Zeitraum von Januar 2019 bis Dezember 2021 zwischen 115 und 211 Messwerte im Jahr im Ablauf der Kläranlage Flintbek erfasst worden. Die Reinigungsleistung entspricht für die nachstehenden Parameter größtenteils den behördlichen Vorgaben, insbesondere beim Parameter  $N_{ges}$  sind jedoch häufige Überschreitungen aufgetreten. Auch der BSB wird gelegentlich überschritten.

**Tabelle 2-6: Ablaufkonzentrationen KA Flintbek 2019-2021 [mg/l]**

	Min.	Max.	Ü.-Wert	Mittel	85 %	95 %	99 %
<b>CSB 19</b>	22,0	59,0	<b>60,0</b>	33,9	40,9	53,2	57,9
<b>CSB 20</b>	4,10	55,0		30,4	35,0	40,0	52,1
<b>CSB 21</b>	21,0	46,0		32,6	39,0	42,0	43,9
<b>CSB 19-21</b>	4,10	59,0		32,4	39,0	44,2	56,2
<b>BSB<sub>5</sub> 19</b>	1,0	20,0	<b>18,0</b>	8,10	12,8	17,4	19,3
<b>BSB<sub>5</sub> 20</b>	2,50	18,7		7,37	11,2	15,1	17,7
<b>BSB<sub>5</sub> 21</b>	2,40	22,0		6,82	9,98	13,1	18,6
<b>BSB<sub>5</sub> 19-21</b>	1,00	22,0		7,35	11,8	15,1	19,8
<b>N<sub>ges</sub> 19</b>	1,72	41,5	<b>20,0</b>	10,6	14,5	30,0	40,8
<b>N<sub>ges</sub> 20</b>	1,90	21,5		8,15	11,8	18,0	20,6
<b>N<sub>ges</sub> 21</b>	2,94	21,7		11,1	17,5	20,4	21,6
<b>N<sub>ges</sub> 19-21</b>	1,72	14,5		10,0	16,0	21,5	37,6
<b>NH<sub>4</sub>-N 19</b>	1,01	36,0	<b>8,80</b>	7,85	11,8	30,0	34,4
<b>NH<sub>4</sub>-N 20</b>	1,06	15,0		5,35	8,58	11,8	14,1
<b>NH<sub>4</sub>-N 21</b>	1,14	18,6		7,02	12,5	14,8	17,4
<b>NH<sub>4</sub>-N 19-21</b>	1,01	36,0		6,74	11,9	14,8	31,1
<b>NO<sub>3</sub>-N 19</b>	2,39	16,0	<b>-</b>	4,92	6,65	12,8	15,1
<b>NO<sub>3</sub>-N 20</b>	0,32	9,27		3,63	4,87	5,86	9,08
<b>NO<sub>3</sub>-N 21</b>	0,45	15,7		4,45	6,81	9,34	14,3
<b>NO<sub>3</sub>-N 19-21</b>	0,32	16,0		4,30	5,95	9,70	14,8
<b>NO<sub>2</sub>-N 19</b>	0,14	0,90	<b>-</b>	0,51	0,85	0,88	0,90
<b>NO<sub>2</sub>-N 20</b>	0,01	0,44		0,22	0,33	0,39	0,42
<b>NO<sub>2</sub>-N 21</b>	0,10	0,41		0,23	0,29	0,31	0,37
<b>NO<sub>2</sub>-N 19-21</b>	0,01	0,9		0,26	0,39	0,61	0,86
<b>P<sub>ges</sub> 19</b>	0,31	1,56	<b>4,50</b>	0,98	1,42	1,53	1,55
<b>P<sub>ges</sub> 20</b>	0,06	1,20		0,49	0,77	0,94	1,14
<b>P<sub>ges</sub> 21</b>	0,15	1,06		0,41	0,61	0,75	0,95
<b>P<sub>ges</sub> 19-21</b>	0,06	1,56		0,48	0,75	0,95	1,26

---

Bei Betrachtung der Stickstoffwerte wird deutlich, dass sowohl die Nitrifikation als auch die Denitrifikation nicht in ausreichendem Maße stattfinden kann. In beiden Bereichen ebenso wie beim CSB werden Defizite ersichtlich. Im Rahmen einer Nachrechnung sind die Gründe hierfür zu prüfen, die angeschlossene EW Zahl sowie die aktuelle Ausbaugröße im Gegensatz zu den hier ausgewerteten Ablaufwerten stehen. Dies wird vor allem aus den erhöhten Nitrat-Werten ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) im Ablauf ersichtlich, welche bei einer vollständigen Denitrifikation im Regelfall unterhalb von  $0,1 \text{ mg/l}$  im Ablauf liegen. Auf der Kläranlage Flintbek liegen die Nitratkonzentrationen in 100 % der Messproben (155 von 155) oberhalb dieses Schwellenwertes, die Nitritkonzentrationen ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) in rund 89,8 % der Messproben (141 von 157).

Weiterhin überschreiten die Parameter  $N_{\text{ges}}$  und  $P_{\text{ges}}$  in der Regel nicht die offiziellen Überwachungswerte. Die Gesamt-Stickstoffkonzentration im Ablauf der Kläranlage lag in 13 von 161 Fällen über dem Überwachungswert von  $20 \text{ mg/l}$ . Dies entspricht einer Häufigkeit von 8,1 % und ergibt, hochgerechnet auf den gesamten Betrachtungszeitraum, eine theoretische Überschreitungshäufigkeit von 88 Tagen. Der Überwachungswert für  $P_{\text{ges}}$  liegt bei  $4,5 \text{ mg/l}$  und wurde während des gesamten Betrachtungszeitraums nicht überschritten. Auch der CSB-Grenzwert von  $60 \text{ mg/l}$  wurde bei keinem der 177 Messwerte überschritten.

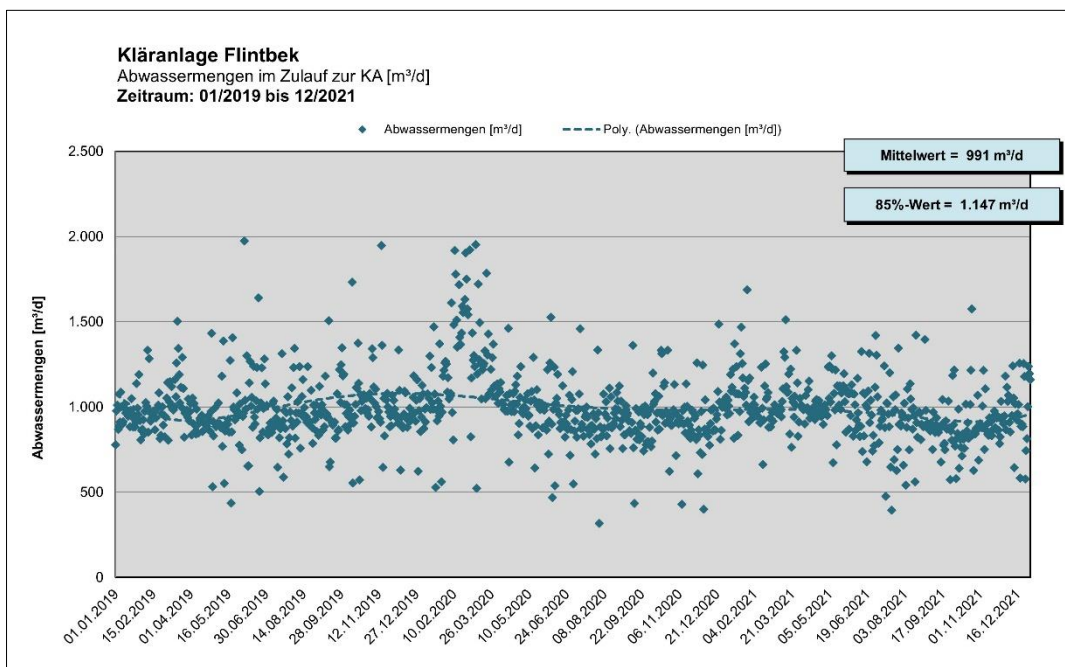
### 3 Belastungssituation der Kläranlage

Im Weiteren sind die Summenlinien und der Jahresverlauf für die Abwassermengen sowie die Frachten CSB, BSB<sub>5</sub>, N<sub>ges</sub>, NH<sub>4</sub>-N sowie P<sub>ges</sub> im Zulauf zur Kläranlage dargestellt.

#### 3.1 KA Flintbek Zulauf

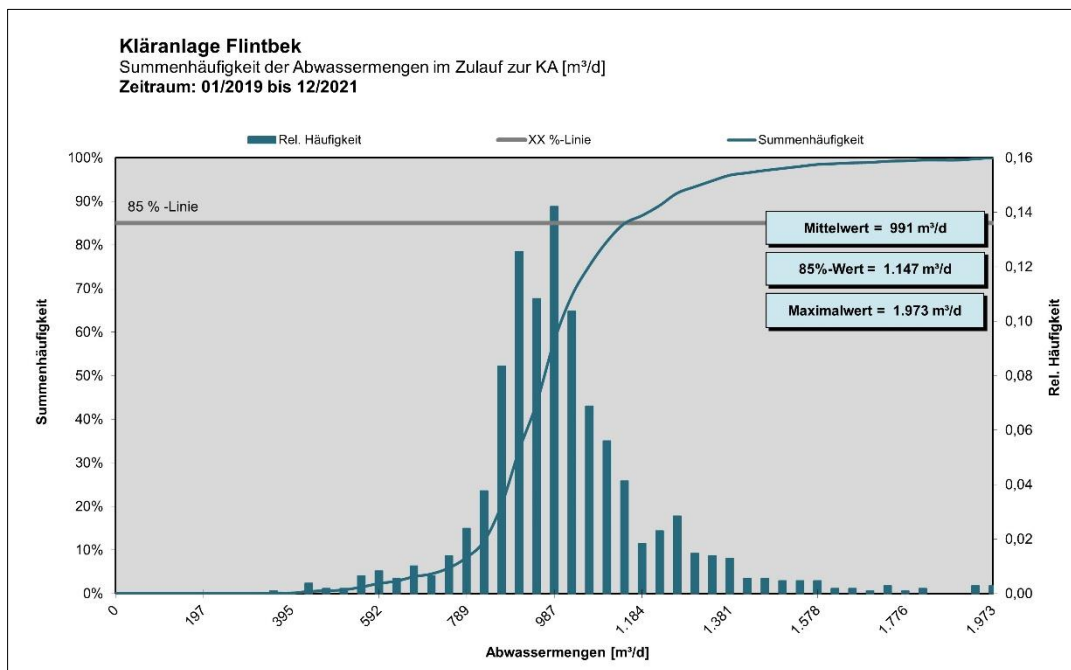
##### 3.1.1 Zuflussmengen

In der nachstehenden Abbildung sind die Abwassermengen des Gesamtzuflusses von 01/2019 bis 12/2021 im Zulauf der KA dargestellt. Diese schwanken im Bereich von 500 m<sup>3</sup>/d bis 2.000 m<sup>3</sup>/d. Die meisten Werte liegen im Bereich von etwa 850 m<sup>3</sup>/d bis 1.500 m<sup>3</sup>/d. Der Mittelwert liegt bei 991 m<sup>3</sup>/d, das 85ger Perzentil bei 1.147 m<sup>3</sup>/d.



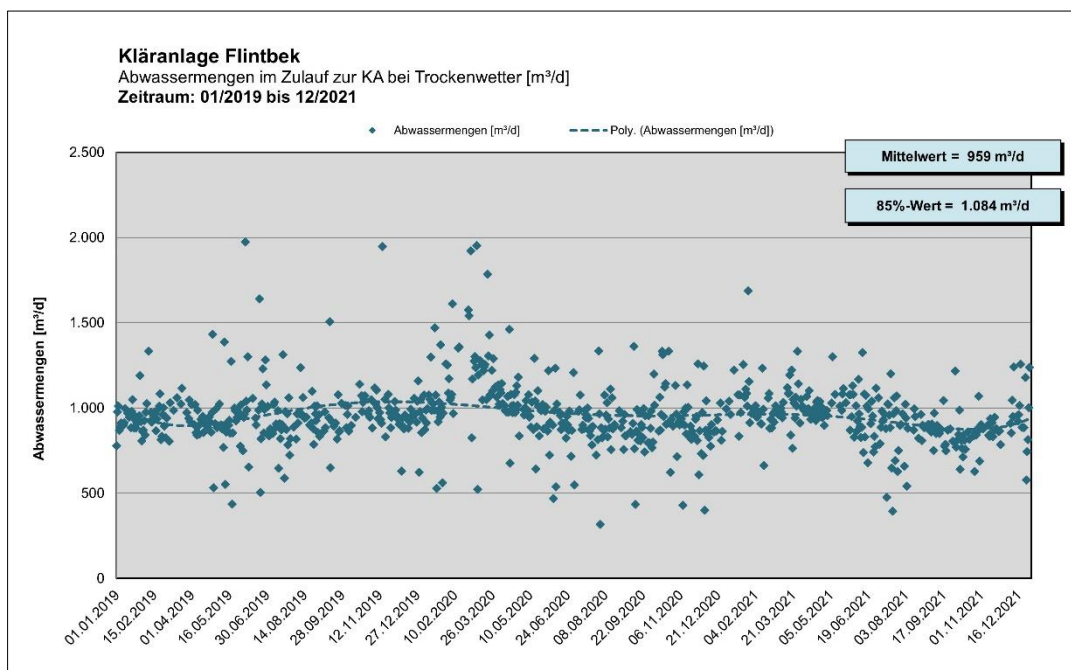
**Abbildung 3-1: Gesamtzufluss Q<sub>d</sub> KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Es zeigt sich ein relativ gleichmäßiger Verlauf mit einigen intensiven Zuflüssen im Februar und März 2020. Aus der Abbildung 3-2 geht die Summenhäufigkeit der Abwassermengen hervor. Der Maximalwert liegt bei 1.973 m<sup>3</sup>/d. Diese zeigt einen typischen Verlauf für Kläranlagen.



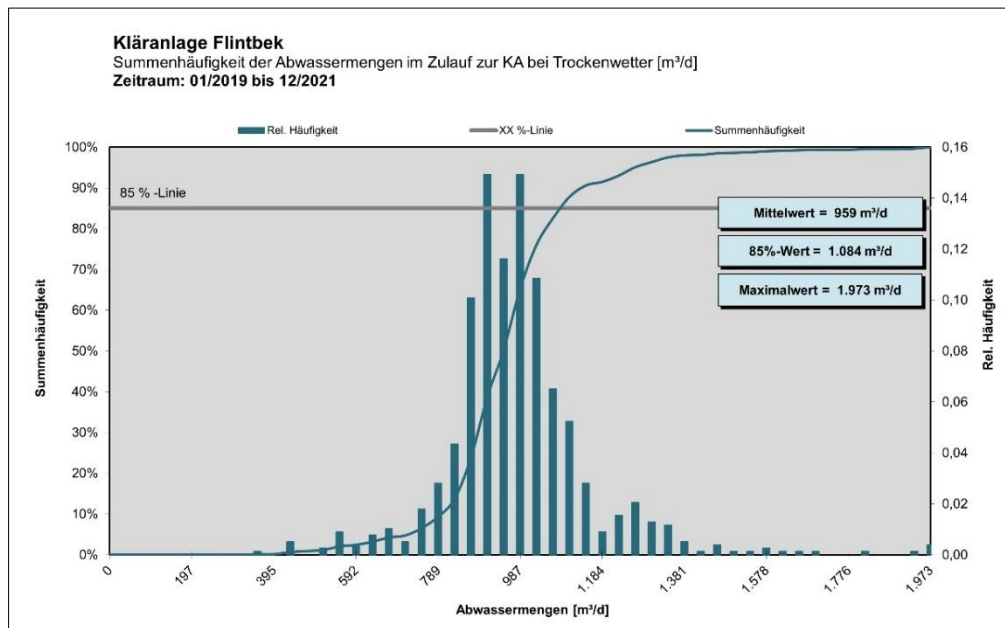
**Abbildung 3-2: Summenhäufigkeit  $Q_d$  KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Der Zulauf während Trockenwetter ist aus nachstehender Abbildung 3-3 ersichtlich. Auch während des Trockenwetterzuflusses zur Kläranlage sind kaum Schwankungen zu erkennen. Die zur KA zufließende Abwassermenge bleibt auch im Trockenwetterfall nahezu konstant und gleichmäßig. Insgesamt ergibt sich für den TW-Fall ein Mittelwert von 959 m³/d und ein 85ger Perzentil von 1.084 m³/d.



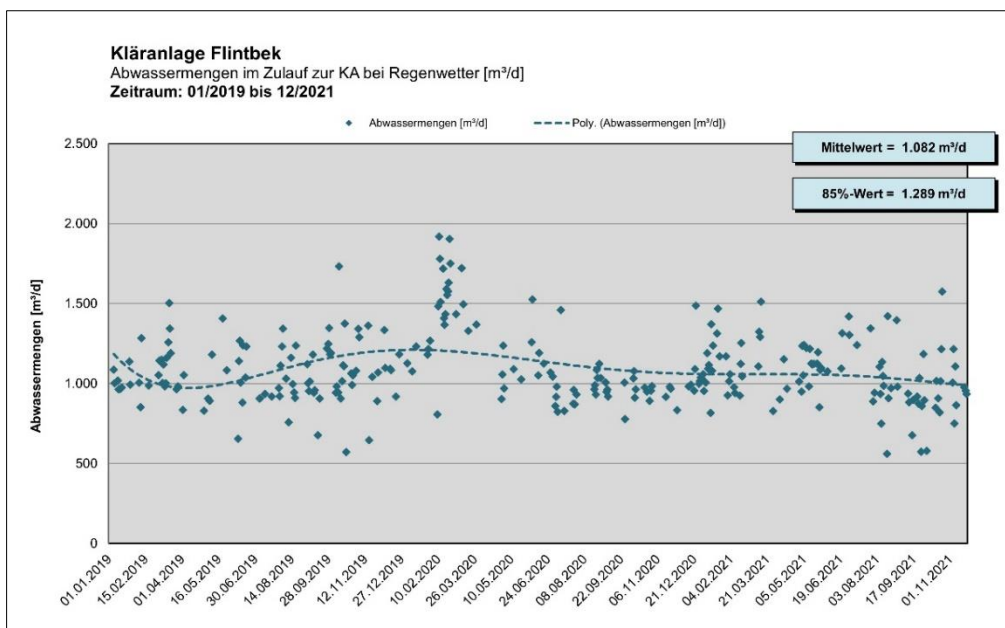
**Abbildung 3-3: Trockenwetterzufluss  $Q_{d,TW}$  KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Auswertung der Summenhäufigkeit im Trockenwetterfall ist in nachstehender Abbildung 3-4 dargestellt. Auch hier ist von einem für Kläranlagen typischen Verlauf zu sprechen. Das Maximum liegt bei 1.973 m³/d und ist damit deutlich ähnlich groß wie der maximale Gesamtzufluss. Auch hier wird wiederum deutlich, dass die Abweichungen zum Regenwetterzufluss nicht allzu stark sind, wie es häufig auf anderen Kläranlagen der Fall ist.



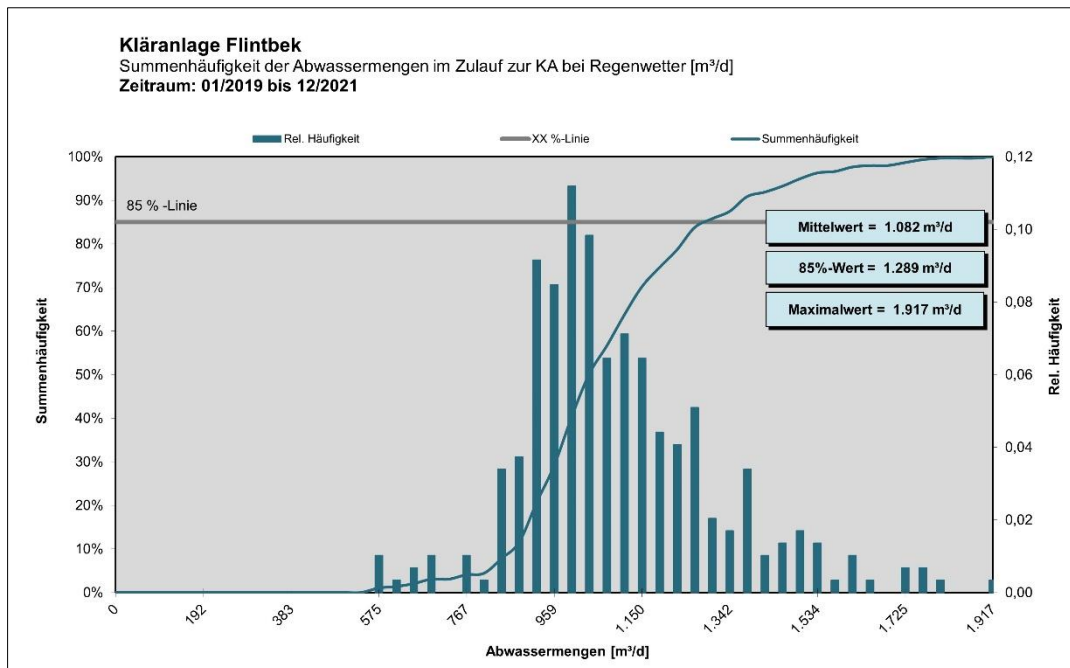
**Abbildung 3-4: Summenhäufigkeit  $Q_{d,TW}$  KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Auch während RW sind kaum Schwankungen festzustellen. Im Durchschnitt beträgt der Zufluss 1.082 m³/d, das 85er Perzentil ist mit 1.289 m³/d höher als im Trockenwetterfall.



**Abbildung 3-5: Regenwetterzufluss  $Q_{d,RW}$  KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige relative Häufigkeit ist in Abbildung 3-6 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der Zufluss bei Regenwetter eine größere Bandbreite und eine heterogenere Häufigkeitsverteilung aufweist als der Zufluss bei Trockenwetter, dennoch sind die Verläufe vergleichbar mit dem Trockenwetterzufluss.



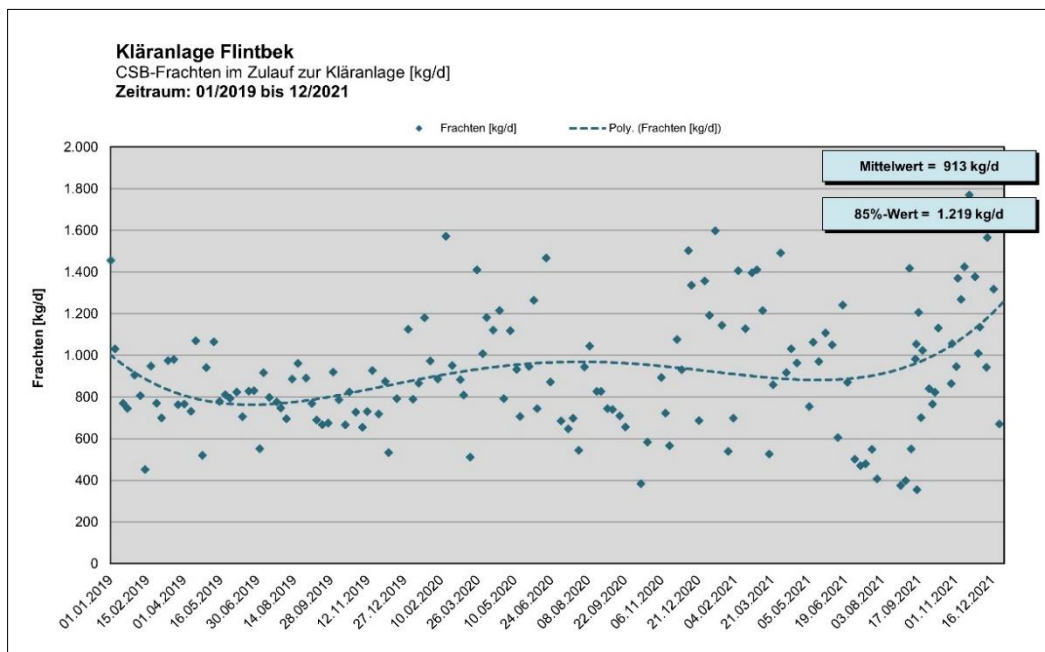
**Abbildung 3-6: Summenhäufigkeit  $Q_{d,RW}$  KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Während der kleinste Zufluss von etwa 575 m³/d im RW-Fall höher ist als im TW-Fall, ist der maximale Zufluss von 1.917 m³/d niedriger als im TW-Fall. Dieser maximale Zufluss fällt in die gleiche Zeit, in der es eine Spitze in den Zufluss Daten im Frühjahr 2020 gibt. Da sowohl das Regen- als auch das Trockenwetter in diesem Zeitraum ähnliche Maximalwerte aufweisen, könnte dies auf ein Starkregenereignis zurückzuführen sein.

### 3.1.2 CSB-Frachten im Zulauf zur Kläranlage

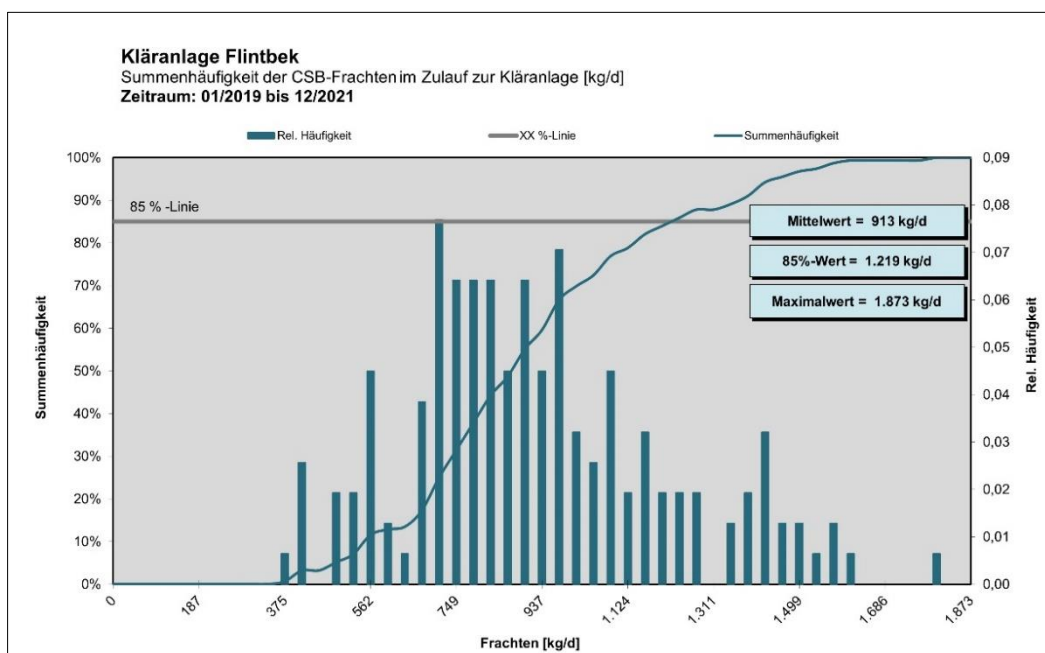
Der CSB ist ein Summenparameter für alle im Abwasser enthaltenen oxidierbaren (chemisch abbaubaren) Inhaltsstoffe. Er gibt die Menge an Sauerstoff an, welcher zur Oxidation dieser Stoffe benötigt wird, wäre Sauerstoff das Oxidationsmittel. In Abbildung 3-7 ist die CSB-Fracht im Zulauf zur Kläranlage Flintbek infolge der Gesamtbelastung ersichtlich.

Der Mittelwert liegt bei 913 kg/d, das 85ger Perzentil bei 1.219 kg/d. Die Frachten der Gesamtbetrachtung aller Werte sind weit gestreut. Während sich der Großteil der Frachten zwischen 800 kg/d und 1.200 kg/d befindet, gibt es häufige Abweichungen nach oben und unten. Zudem ist ein Anstieg der CSB-Belastung über die vergangenen Jahre festzustellen. Ggf. hängt dies mit steigender Anschlussgröße zusammen. Dies ist mit dem Betrieb im Rahmen der Vorstellung der Grundlagen zu diskutieren.



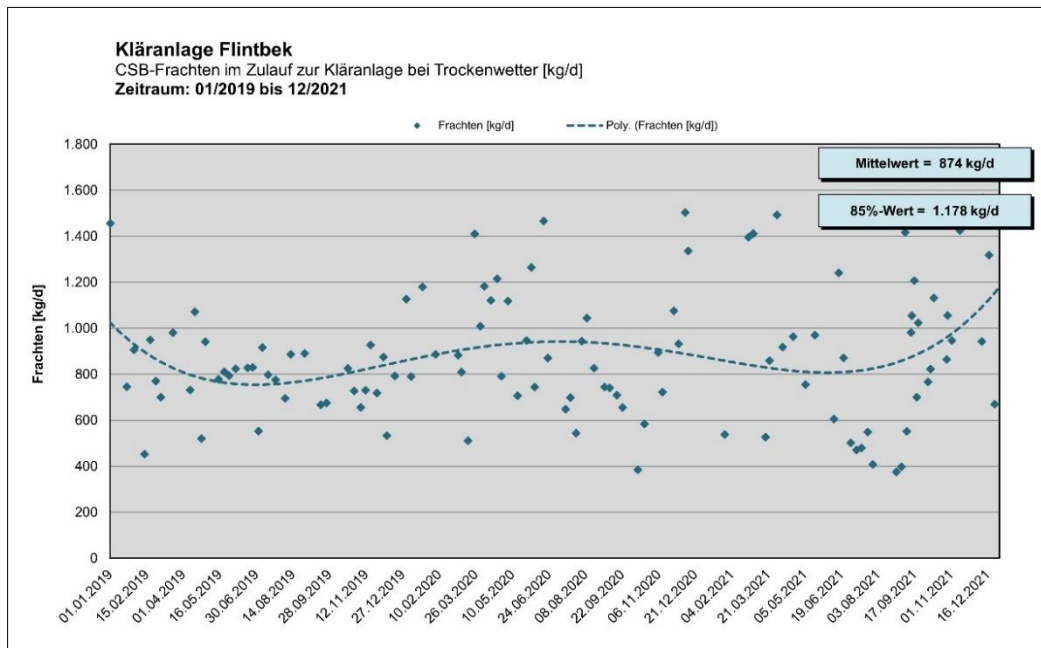
**Abbildung 3-7:  $B_{d,CSB}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Nachstehende Summenhäufigkeit verdeutlicht die Spannweite und Streuung des CSB. Der Höchstwert liegt bei 1.873 kg/d und ist damit mehr als doppelt so hoch wie der Mittelwert und mehr als 1,5-mal so hoch wie das 85ger Perzentil.



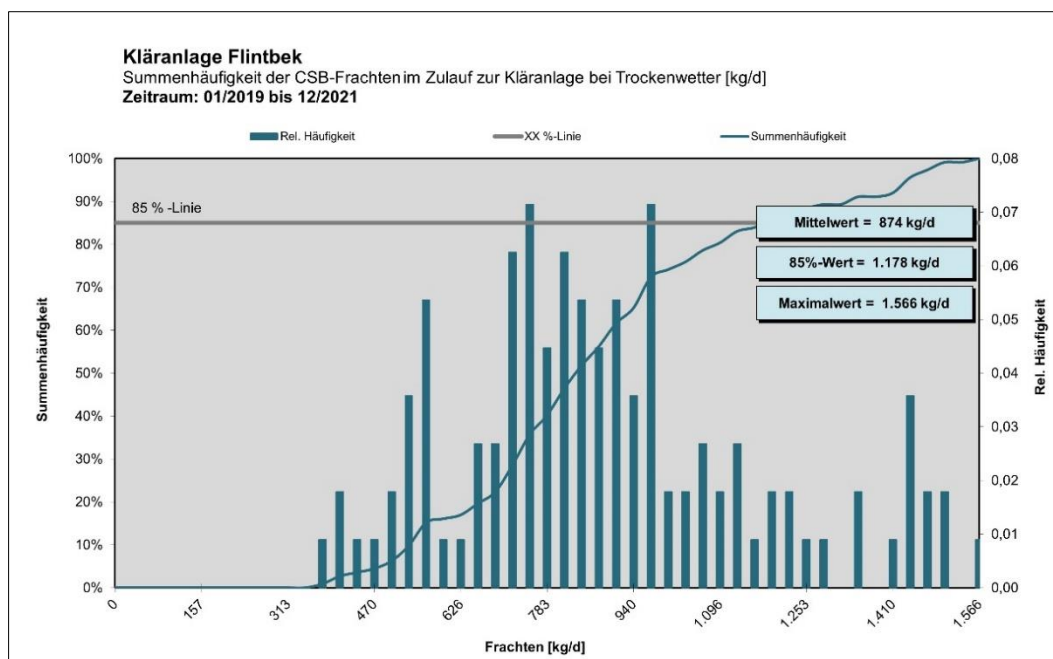
**Abbildung 3-8: Summenhäufigkeit  $B_{d,CSB}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Eine weitere Unterteilung der CSB-Frachten im Zulauf zur Kläranlage Flintbek ergibt nachstehende Abbildung 3-9 für den Trockenwetterfall. Der Mittelwert beträgt 874 kg/d, das 85ger Perzentil beträgt 1.178 kg/d. Auch hier ist eine Streuung der Werte ersichtlich.



**Abbildung 3-9:  $B_{d,CSB,TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit der CSB-Frachten im Trockenwetterfall ist nachstehend in Abbildung 3-10 aufgeführt. Der Höchstwert liegt bei 1.566 kg/d. Anhand der kumulativen Häufigkeit wird deutlich, dass ein breites Spektrum an Zufluss Häufigkeiten gestreut ist, so dass kein ausgeprägtes Muster zu erkennen ist.



**Abbildung 3-10: Summenhäufigkeit  $B_{d,CSB,TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Analog zur Auswertung im Trockenwetterfall ist die Betrachtung für den Regenwetterfall durchgeführt worden. Der Jahresverlauf ist hierfür in Abbildung 3-11 dargestellt. Der Mittelwert be-

trägt 1.010 kg/d und das 85ger Perzentil 1.364 kg/d. Es ist eine starke Streuung der Werte zu erkennen. Im RW-Fall ist ein Anstieg des Mittelwerts und des 85ger Perzentils zu verzeichnen. Die Datengrundlage ist jedoch sehr gering und für die weiteren Bemessungen nicht relevant.

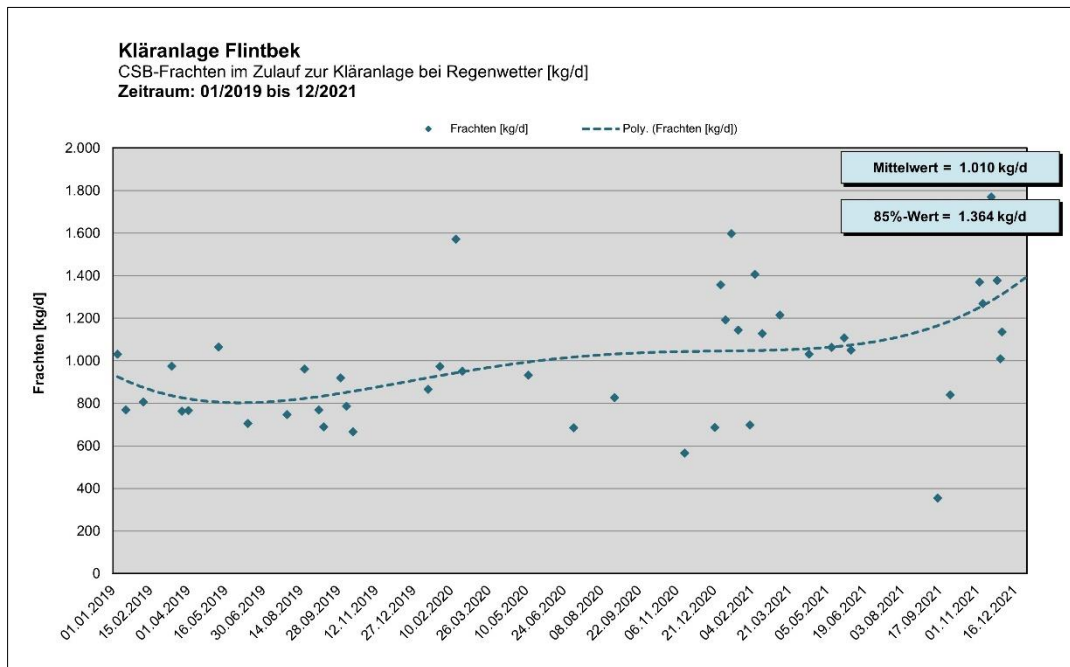


Abbildung 3-11:  $B_{d,CSB,RW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

Der Höchstwert während RW liegt bei 1.873 kg/d. Die Werte schwanken stark, eine gleichmäßige Verteilung ist nicht erkennbar.

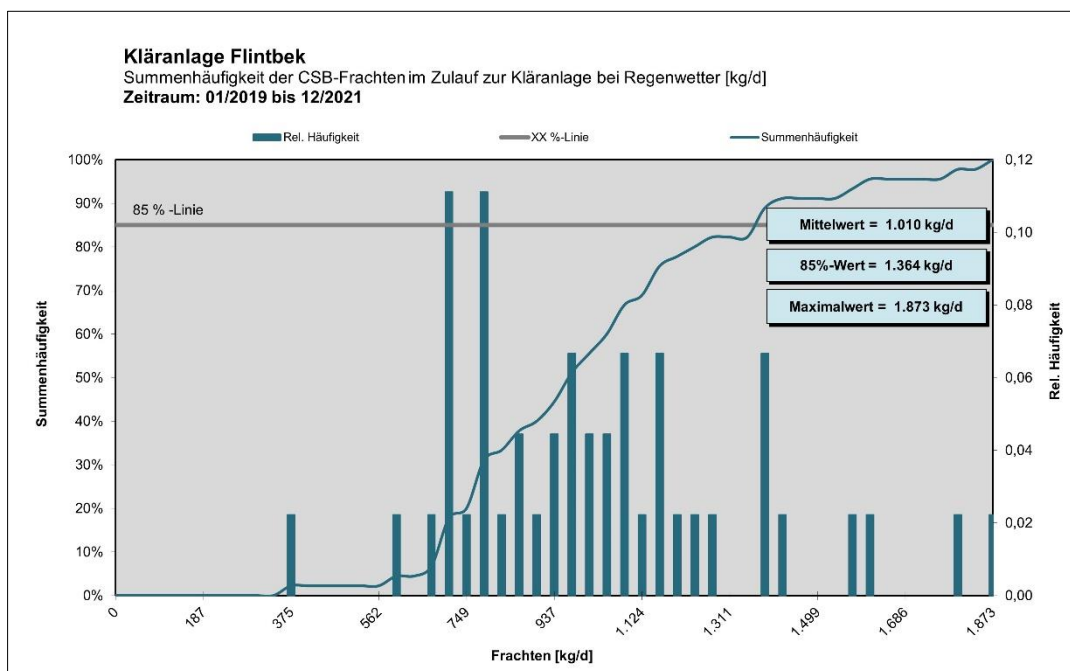
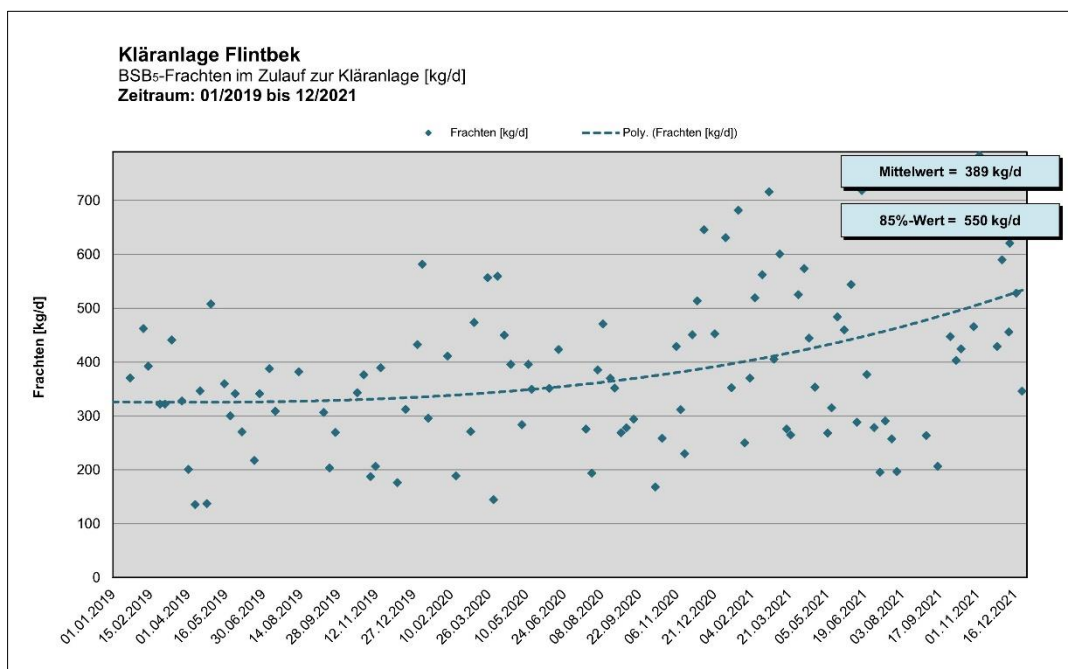


Abbildung 3-12: Summenhäufigkeit  $B_{d,CSB,RW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

### 3.1.3 BSB<sub>5</sub>-Frachten im Zulauf zur Kläranlage

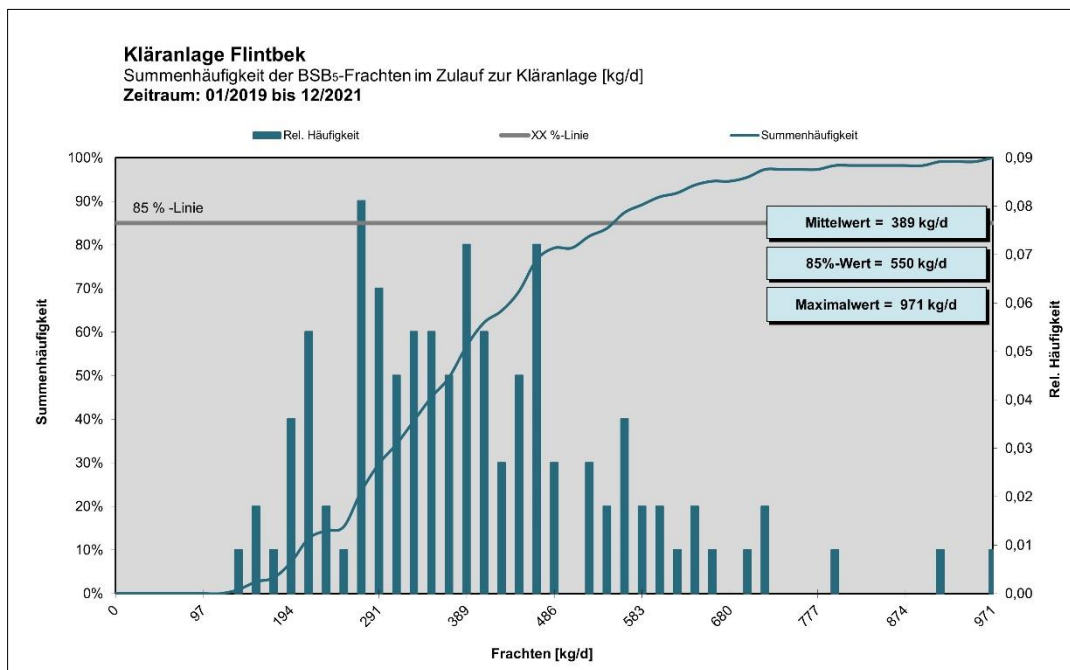
Ein wesentlicher Bestandteil des CSB macht der BSB<sub>5</sub> aus. Dieser beschreibt den Sauerstoffbedarf, der zur rein biologischen Metabolisierung der im Abwasser enthaltenen Inhaltsstoffe innerhalb von fünf Tagen benötigt wird. Dieser Wert ist vor der Novellierung der A 131 als Bemessungsparameter relevant gewesen.

Mit der Novellierung trat der CSB als Bemessungsparameter in den Vordergrund. Dennoch ist die Auswertung des BSB<sub>5</sub> noch immer relevant, da dessen Verhältnis zum CSB eine Aussage zur Abbaubarkeit des CSB zulässt. Die BSB<sub>5</sub>-Frachten im Zulauf zur Kläranlage Flintbek sind nachstehend in Abbildung 3-13 dargestellt. Der Mittelwert unter Berücksichtigung aller Daten beträgt 389 kg/d, das 85ger Perzentil beträgt 550 kg/d. Es ist eine Streuung der Werte zu erkennen, die vor allem am Ende des betrachteten Zeitraums größer ist. Zudem ist ebenfalls wie beim CSB eine steigende Tendenz zu erkennen.



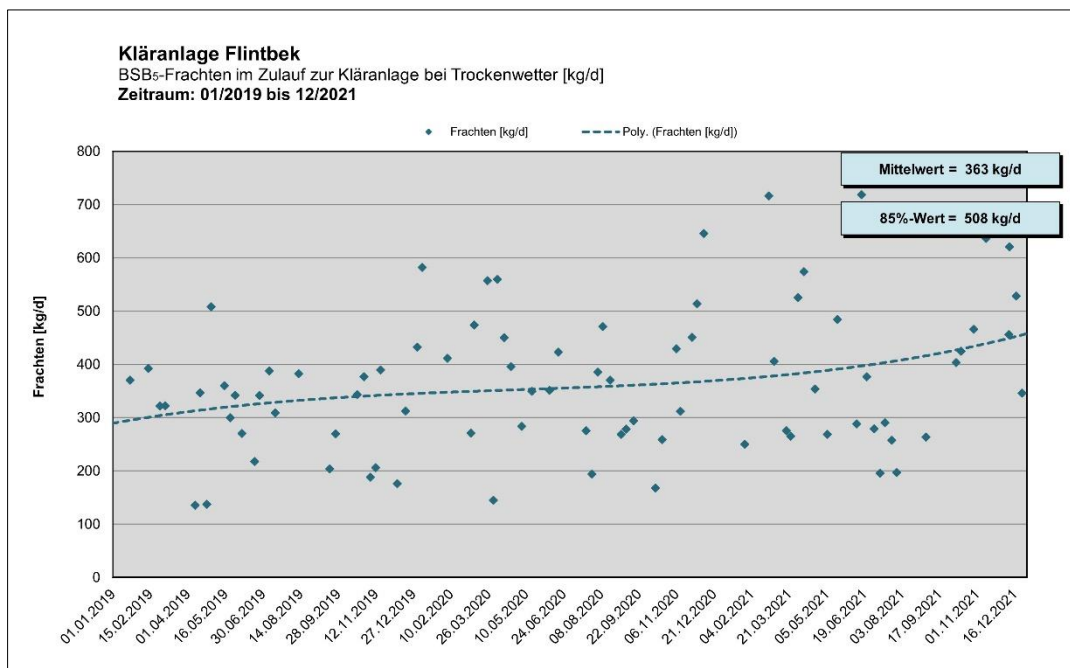
**Abbildung 3-13: B<sub>d,BSB5</sub> Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit ist in untenstehender Abbildung 3-14 dargestellt. Der Maximalwert beträgt 971 kg/d. Eine Streuung über verschiedene Bereiche ist ersichtlich. Dennoch ist hier der Einfluss aus Trockenwetter überwiegend, sodass bereits eine erste Bandbreite in einem Bereich zwischen 200 kg/d und 500 kg/d ersichtlich wird.



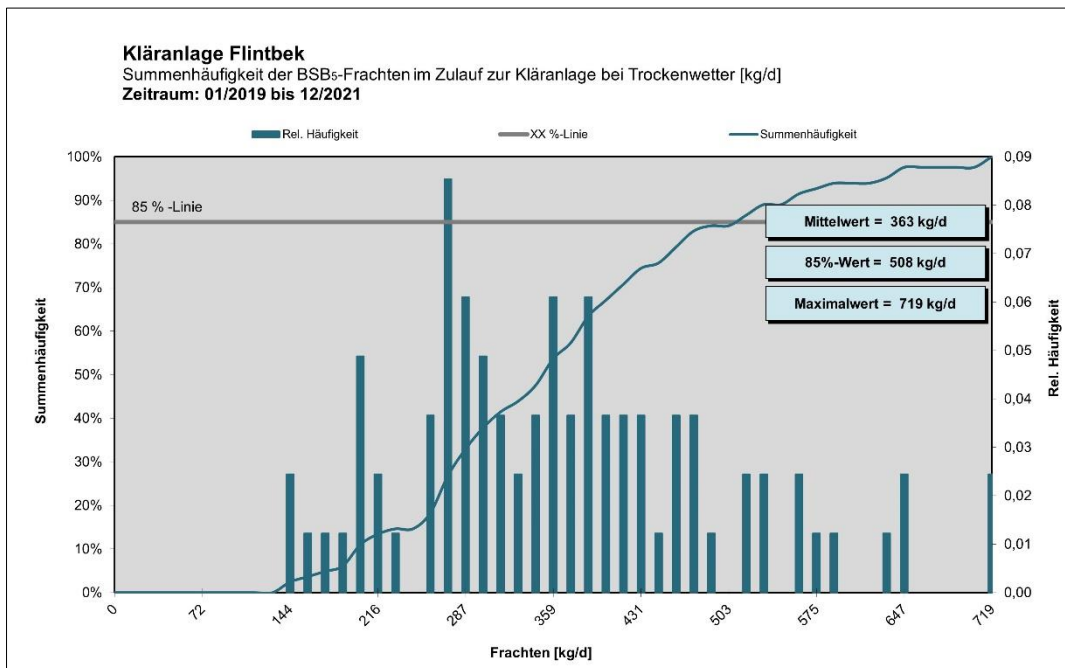
**Abbildung 3-14: Summenhäufigkeit  $B_{d,BSB5}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die im Trockenwetterfall gemessenen BSB<sub>5</sub>-Frachten im Zulauf zur Kläranlage Flintbek sind untenstehend abgebildet. Der Mittelwert beträgt 363 kg/d, das 85er Perzentil 508 kg/d. Es gibt ebenfalls eine deutliche Streuung der Werte. Es ist erneut ein stetiger Aufwärtstrend über den gesamten Betrachtungszeitraum zu erkennen



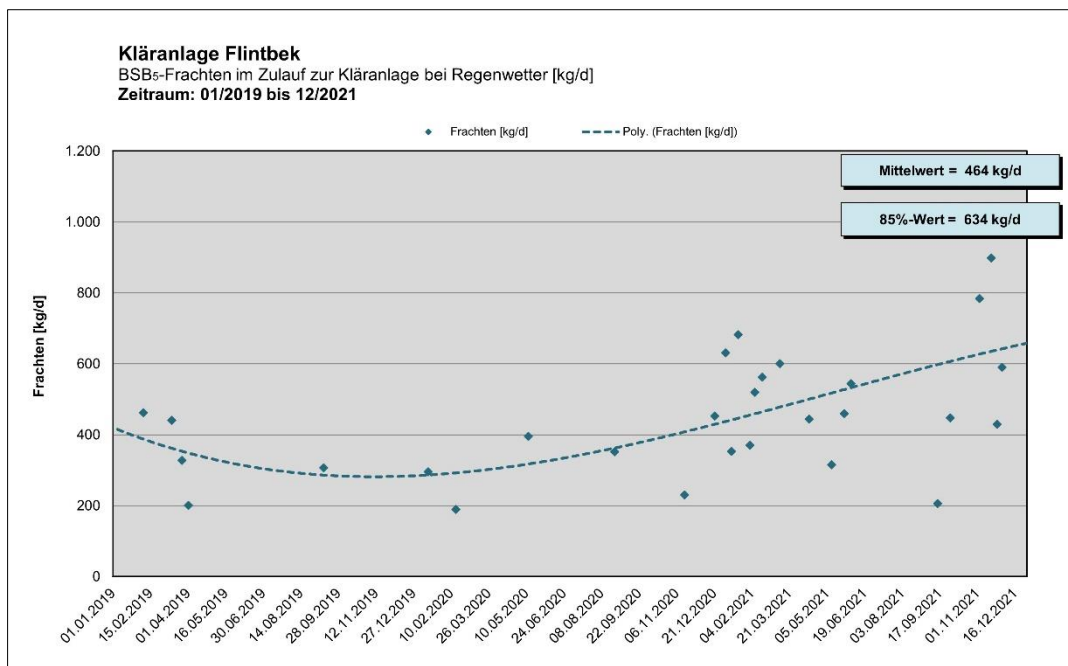
**Abbildung 3-15:  $B_{d,BSB5,TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Bei Betrachtung der zugehörigen Summenhäufigkeit aus nachstehender Abbildung wird ebenfalls eine gewisse Streuung ersichtlich. Der Höchstwert liegt bei 719 kg/d.



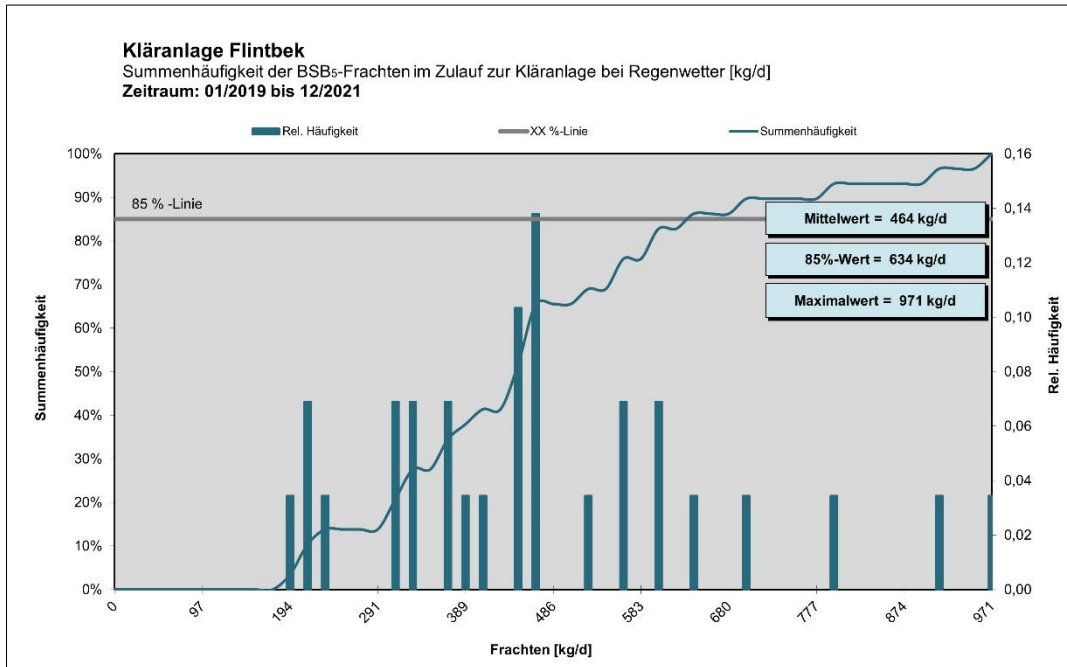
**Abbildung 3-16: Summenhäufigkeit  $B_{d,BSB5,TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die BSB<sub>5</sub>-Frachten im Zulauf zur KA Flintbek bei Regenwetter sind nachstehend in Abbildung 3-17 dargestellt. Es sind lediglich geringe Messdaten vorhanden.



**Abbildung 3-17:  $B_{d,BSB5,RW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit ist untenstehend abgebildet. Der Maximalwert beträgt 971 kg/d. Es ist eine breite und unregelmäßige Streuung der Messwerte zu erkennen.



**Abbildung 3-18: Summenhäufigkeit  $B_{d,BSB_5,RW}$  KA Flintbek 01/2019-12/2021**

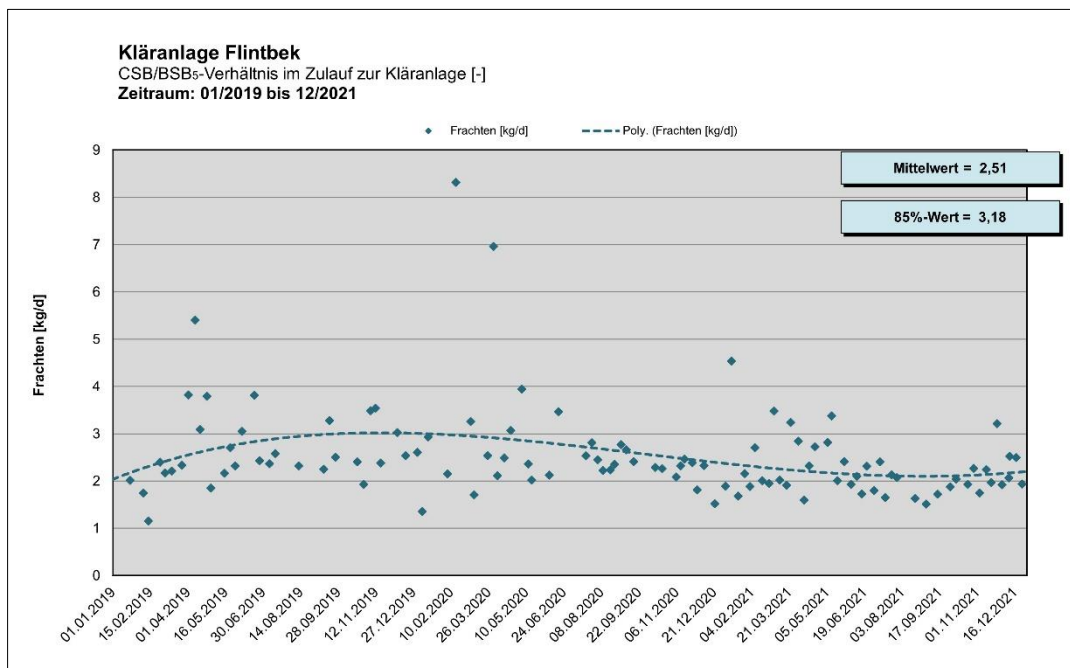
Da für die Bemessung der Trockenwetterfall maßgebend ist, sind die RW Daten von geringerer Bedeutung, müssen jedoch für die maximale hydraulische Belastung ebenfalls berücksichtigt werden. Durch die geringe Datenlage ist jedoch von einer gewissen Ungenauigkeit auszugehen.

### 3.1.4 CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnis im Zulauf zur Kläranlage

Aus den gemessenen CSB- und BSB<sub>5</sub>-Konzentrationen lässt sich das Verhältnis dieser Parameter berechnen. Das CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnis beschreibt die biologische Abbaubarkeit des zulaufenden Abwassers. Allgemein gilt, dass bei einem CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnis von 2 eine gute biologische Abbaubarkeit des Abwassers vorliegt. Umso höher der Wert liegt, desto mehr CSB ist im Verhältnis zum BSB<sub>5</sub> im Abwasser, was bedeutet, dass sich die biologische Abbaubarkeit verschlechtert.

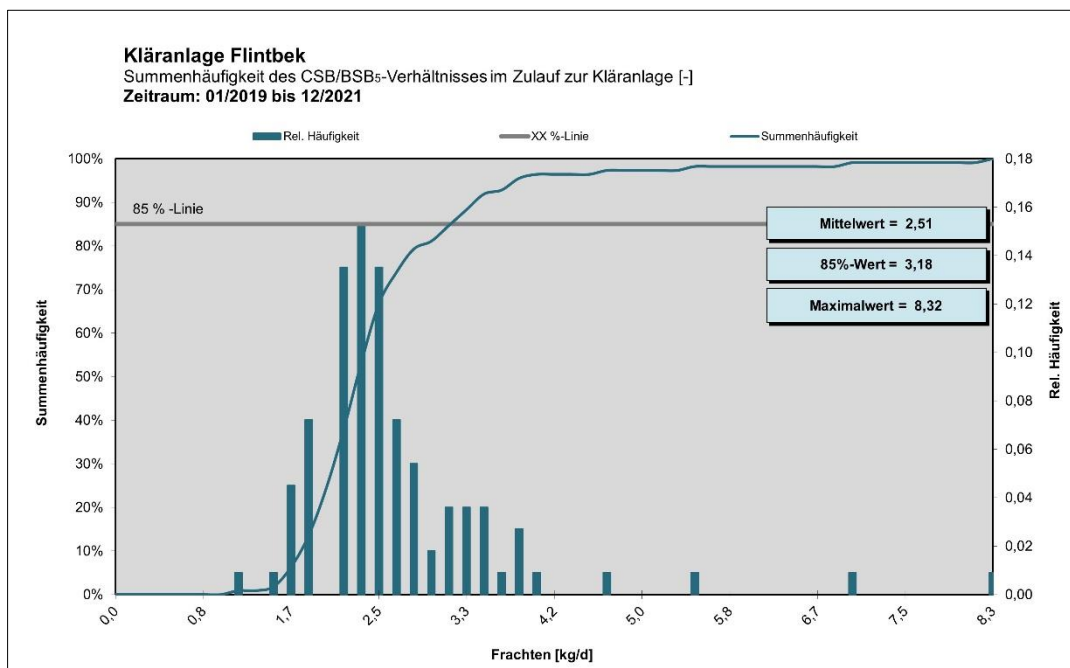
Das aus den Betriebsdaten im Zulauf zur Kläranlage resultierende CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnis ist nachstehend in Abbildung 3-19 aufgeführt. Es berücksichtigt alle Werte und wird nicht zwischen den einzelnen Lastfällen unterschieden. Der Mittelwert beträgt 2,51. Im Mittel ist eine gute biologische Abbaubarkeit vorhanden.

Dies ist jedoch wiederum etwas widersprüchlich zu den Ablaufwerten im BSB, da diese häufig den behördlichen Grenzwert übersteigen. Auch hier ist im Rahmen der Nachbemessung zu überprüfen, woher dies resultiert. Das 85ger Perzentil beträgt 3,18. Die biologische Abbaubarkeit ist etwas höher, jedoch im Regelfall ebenfalls auch als unkritisch zu bezeichnen.



**Abbildung 3-19: CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnis Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

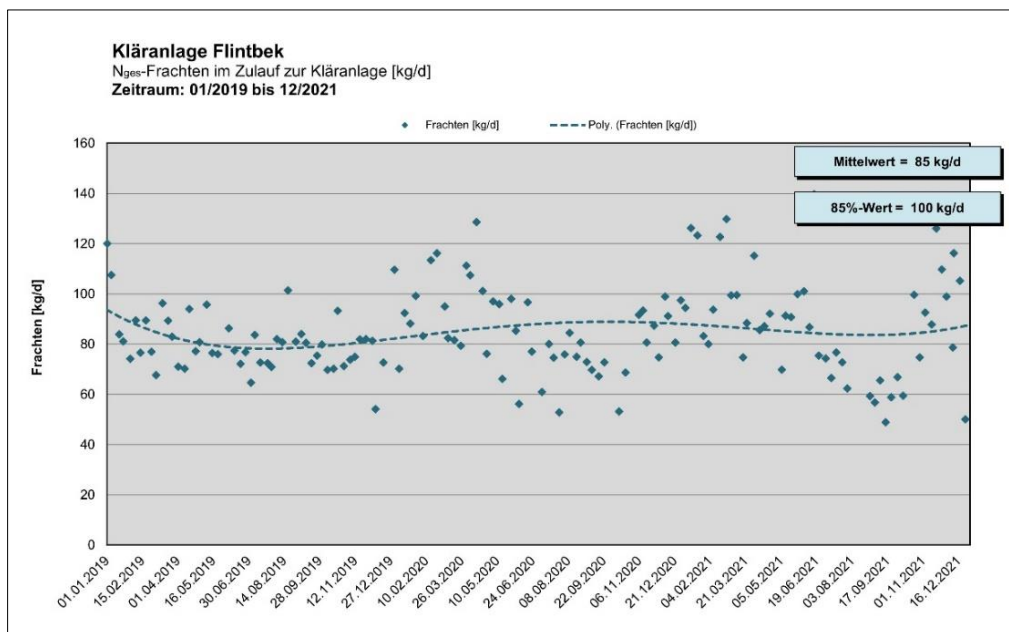
Die zugehörige Summenhäufigkeit ist in untenstehender Abbildung 3-20. Das Maximum beträgt 8,32, die meisten Werte liegen jedoch im Bereich zwischen einem Verhältnis 1,4 und 4,0. Der häufigste Bereich liegt bei etwa 2,5. Gelegentlich ist das Verhältnis höher. Hier ist Rücksprache mit dem Betrieb zu halten, welche Ursachen hierfür gefunden werden können. Ggf. wirken sich die höheren Verhältnisse negativ auf die Reinigungsleistung aus.



**Abbildung 3-20: Summenhäufigkeit CSB/BSB<sub>5</sub> Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

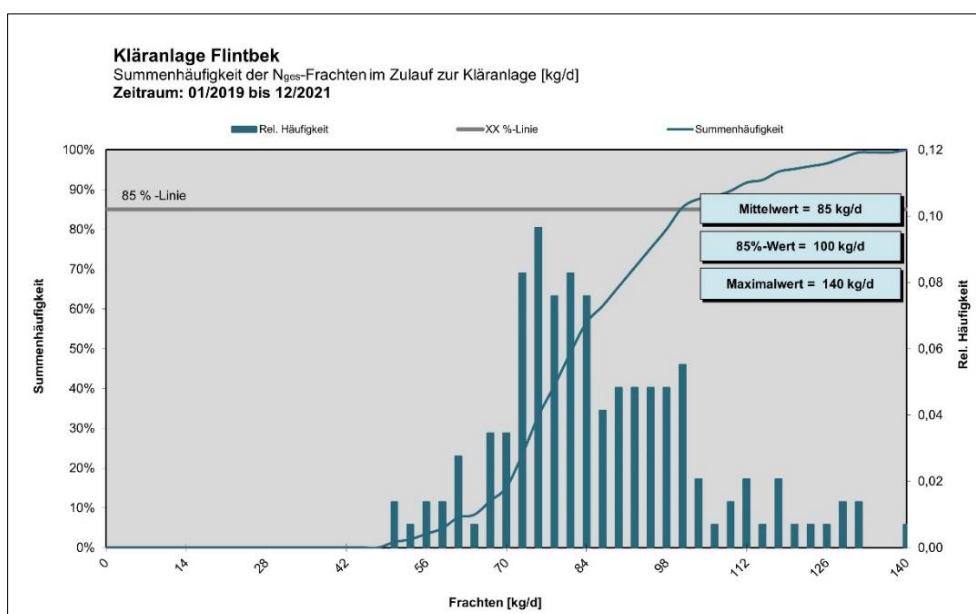
### 3.1.5 $N_{ges}$ -Frachten im Zulauf zur Kläranlage

Die Stickstoffbelastung im Zulauf unter Berücksichtigung aller Messungen ist der zweite Bemessungsparameter. Die resultierende Stickstoffbelastung im Zulauf ist nachfolgend dargestellt. Der Mittelwert beträgt 85 kg/d und das 85ger Perzentil 100 kg/d. Es sind deutliche Schwankungen in den Wintermonaten zu erkennen.



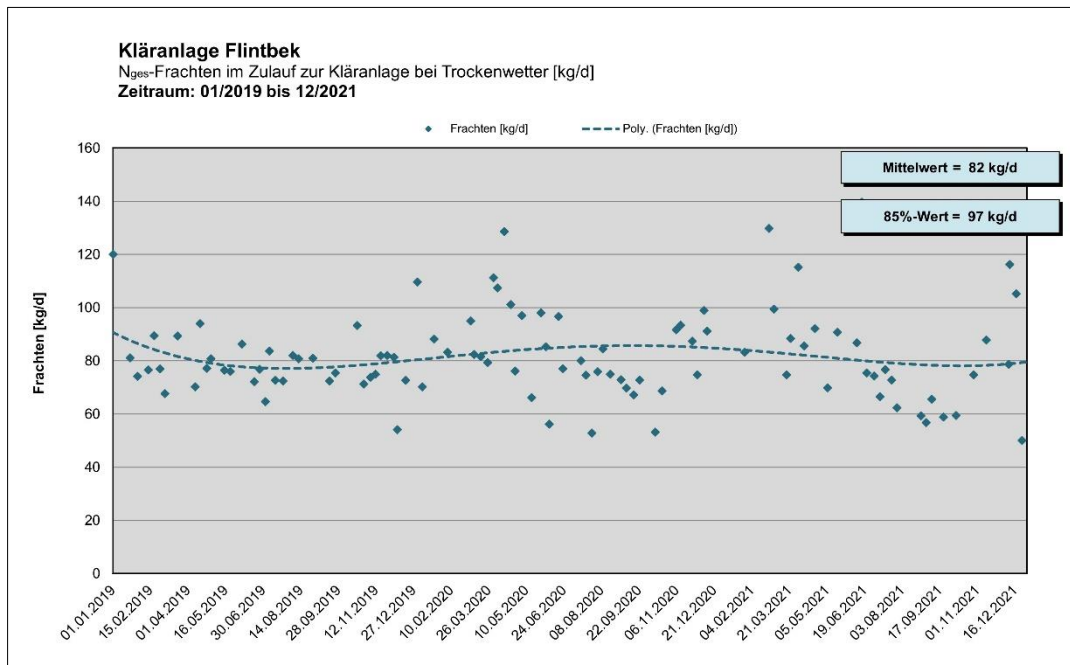
**Abbildung 3-21:  $B_{d,N_{ges}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit ist in Abbildung 3-22 dargestellt. Der Höchstwert liegt bei 140 kg/d.



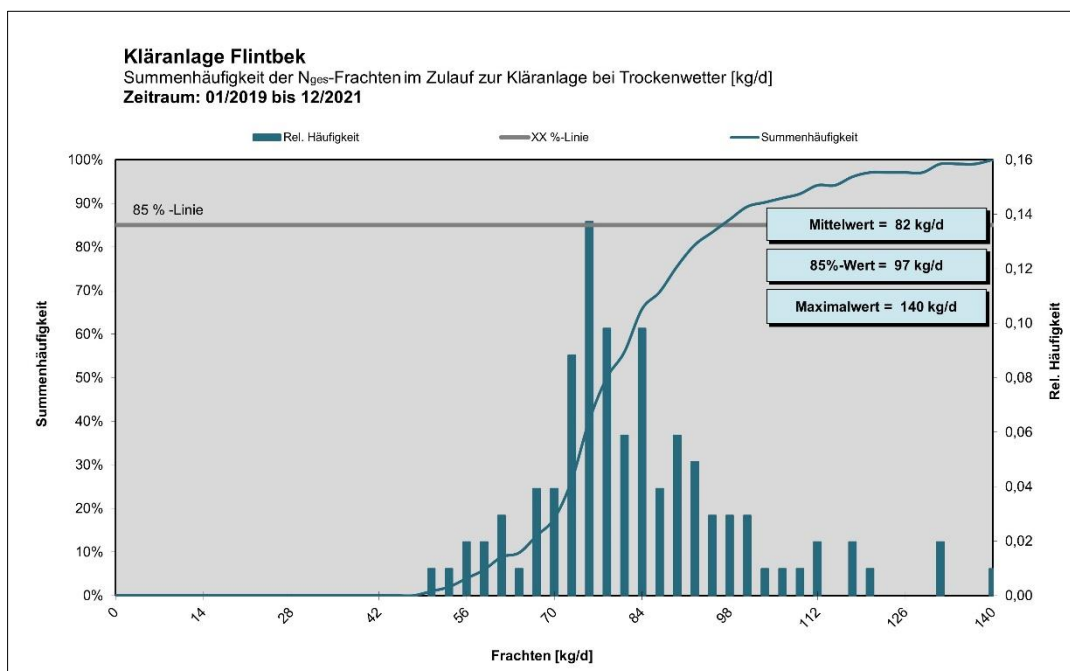
**Abbildung 3-22: Summenhäufigkeit  $B_{d,N_{ges}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Im Trockenwetterfall beträgt der Mittelwert 82 kg/d und das 85ger Perzentil 97 kg/d, etwas niedriger als im Gesamtzufluss. Die  $N_{ges}$ -Frachten sind in Abbildung 3-23 dargestellt. Eine gleichmäßige Verteilung, ebenfalls mit Schwankungen wird ersichtlich.



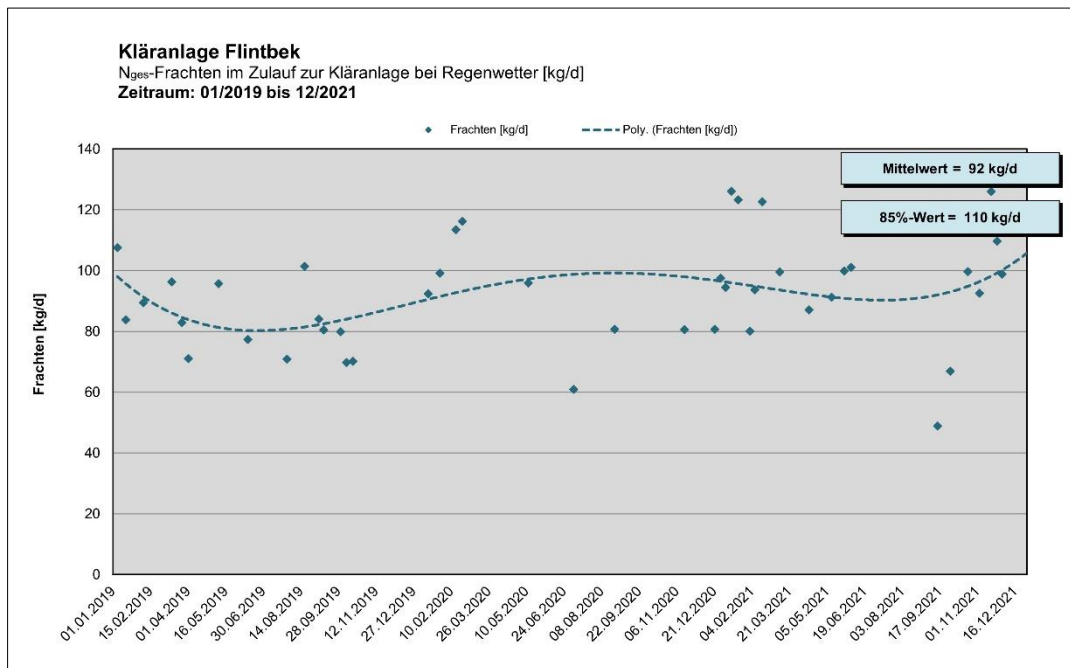
**Abbildung 3-23:  $B_{d,N_{ges},TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit für den Trockenwetterfall ist dargestellt. Der Maximalwert beträgt 140 kg/d. Eine für Kläranlagen typische Streuung wird ersichtlich.



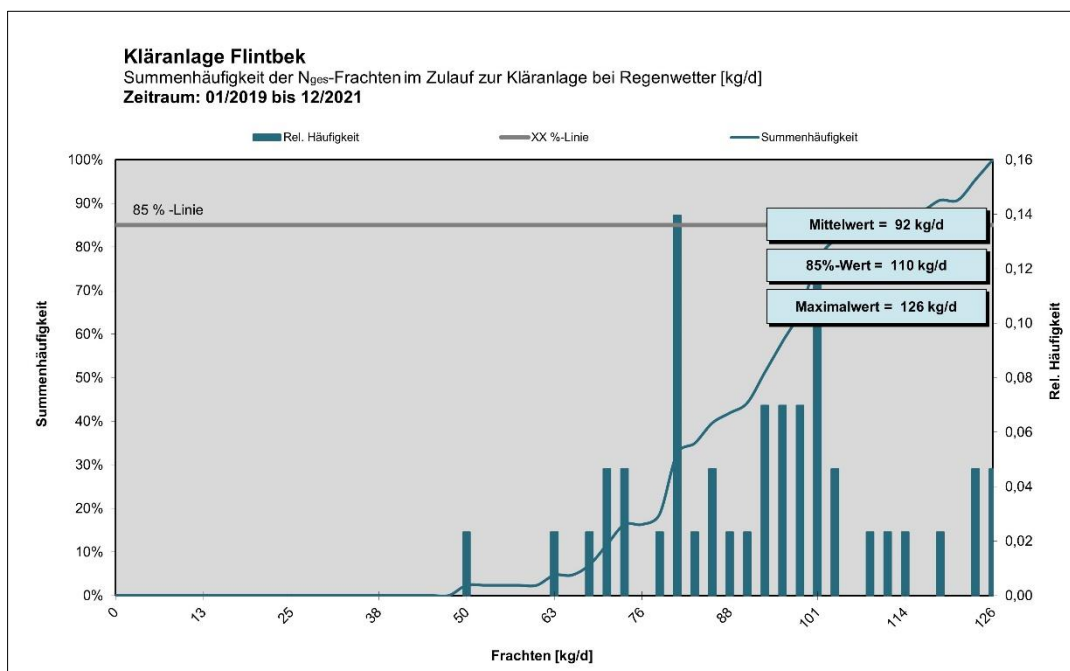
**Abbildung 3-24: Summenhäufigkeit  $B_{d,N_{ges},TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Neben der Auswertung für den Trockenwetterfall ist auch eine Betrachtung des Regenwetterfalls durchgeführt worden. Der Mittelwert beträgt 92 kg/d und das 85ger Perzentil 110 kg/d.



**Abbildung 3-25:  $B_{d,N_{ges,RW}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

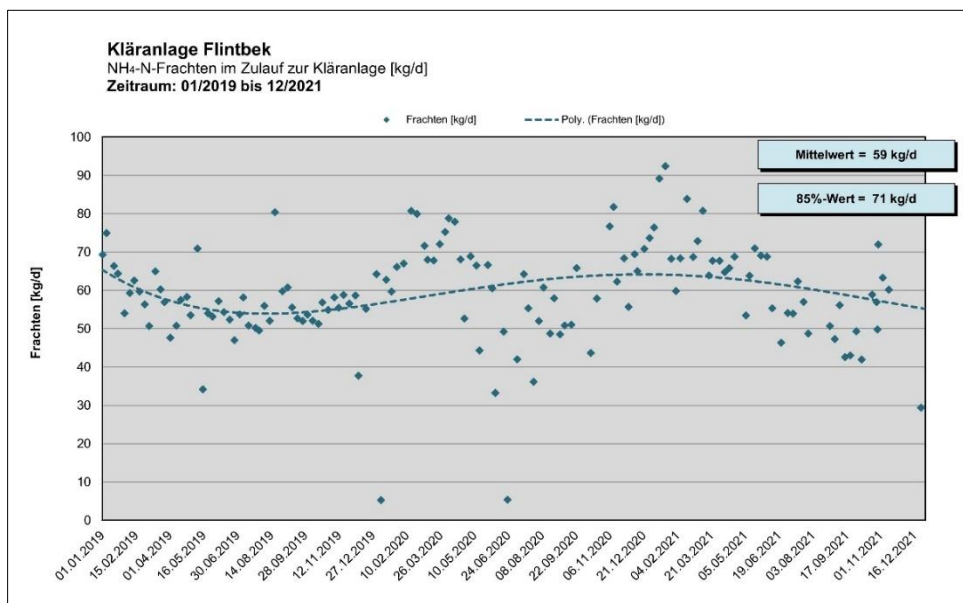
Die Summenhäufigkeit der N<sub>ges</sub>-Frachten im Regenwetterfall, dargestellt in Abbildung 3-26, zeigt einen Maximalwert von 126 kg/d. Es ist eine breitere Streuung mit höheren Belastungen im Regenwetterfall als im Trockenwetterfall zu erkennen.



**Abbildung 3-26: Summenhäufigkeit  $B_{d,N_{ges,RW}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

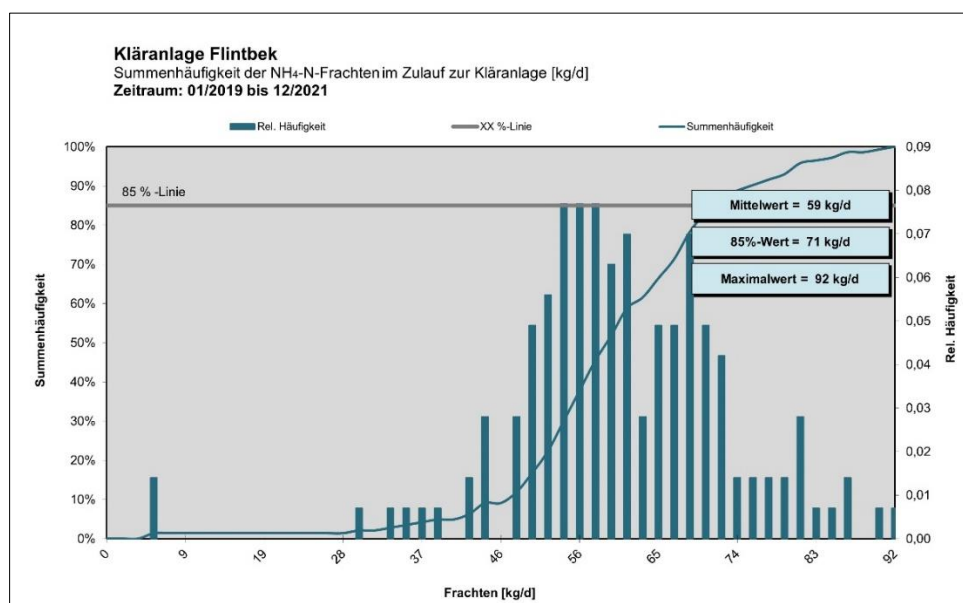
### 3.1.6 $\text{NH}_4\text{-N}$ -Frachten im Zulauf zur Kläranlage

Der Ammoniumstickstoff stellt neben dem organischen Stickstoff den Hauptbestandteil des Gesamtstickstoffes im Zulauf zur KA dar. Die berechneten Frachten ergeben sich wie aus Abbildung 3-27 ersichtlich. Ein Wert ist infolge fehlender Zulaufmenge ausgeschlossen worden. Der Mittelwert unter Berücksichtigung aller Messwerte liegt bei 59 kg/d, das 85ger Perzentil bei 71 kg/d. Streuungen sind ebenfalls in den Wintermonaten ersichtlich.



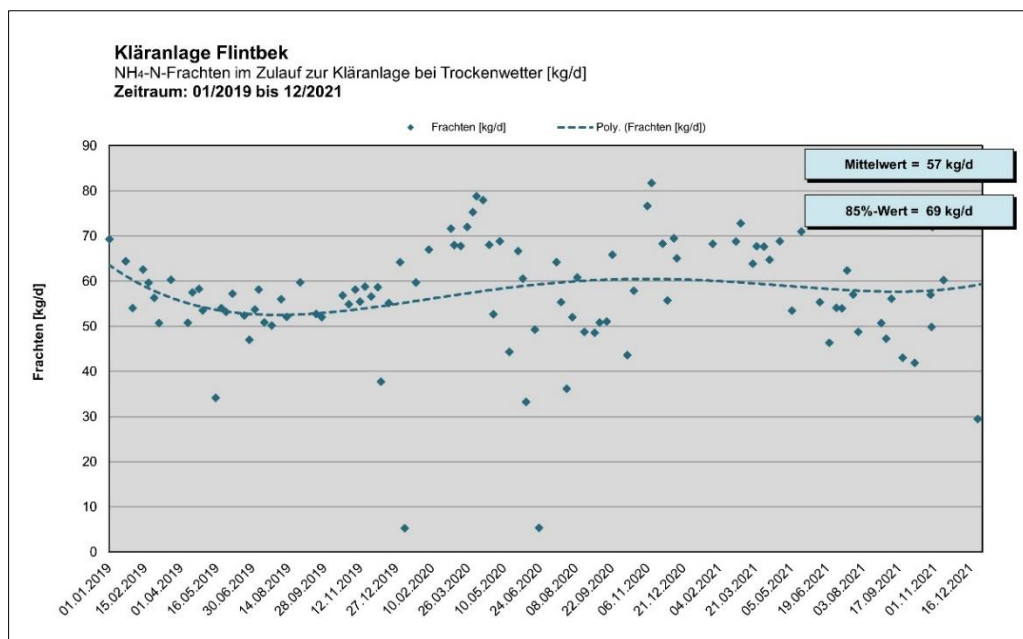
**Abbildung 3-27:  $B_{d,\text{NH}_4\text{-N}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Frachten ist nachstehend dargestellt. Es liegt eine weite Streuung vor. Der Höchstwert liegt bei 92 kg/d.



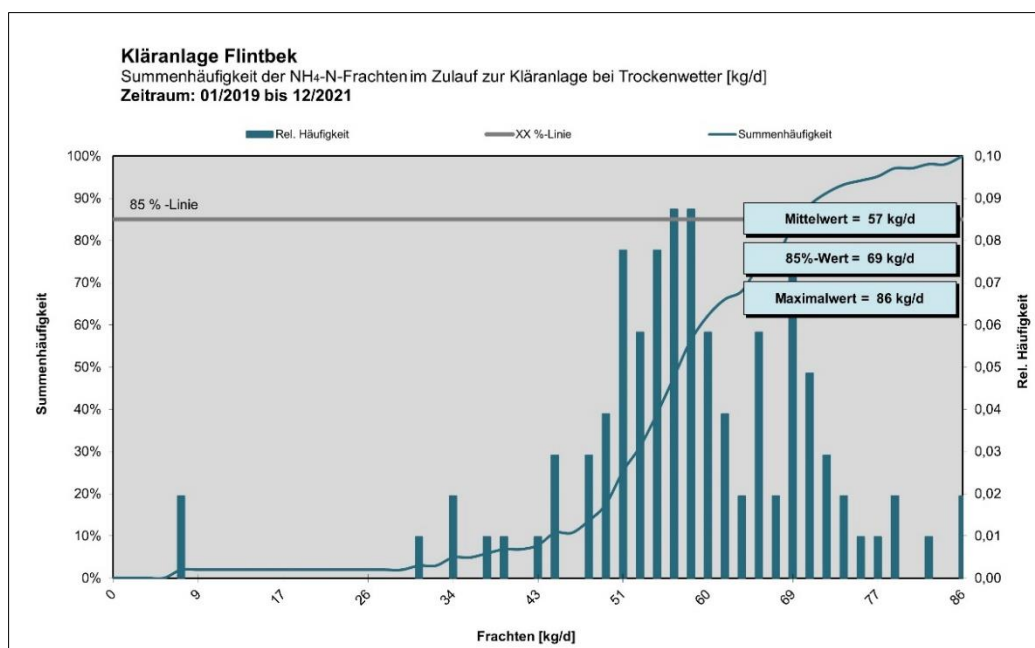
**Abbildung 3-28: Summenhäufigkeit  $B_{d,\text{NH}_4\text{-N}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Um eine genauere Aufschlüsselung der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Frachten zu erhalten, ist eine weitere Aufteilung in Trocken- und Regenwetterfall durchgeführt worden. Die Frachten im TW-Fall sind in Abbildung 3-29 dargestellt. Der Mittelwert beträgt 57 kg/d und das 85ger Perzentil 69 kg/d. Auch hier sind Streuungen zu erkennen.



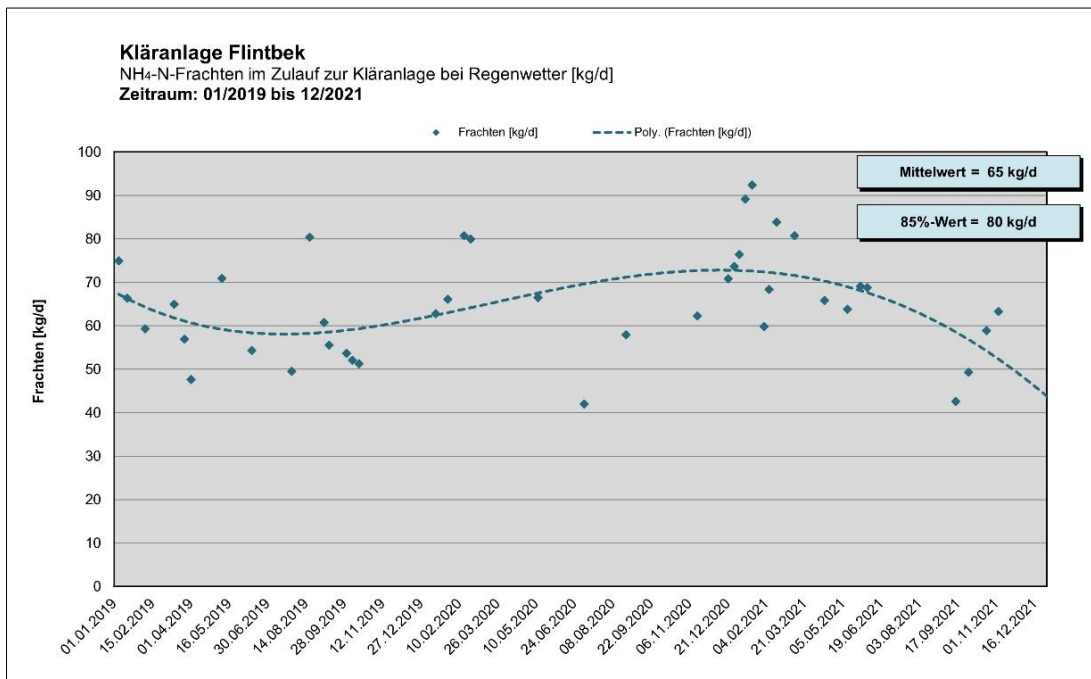
**Abbildung 3-29:  $B_{d,\text{NH}_4\text{-N,TW}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit ergibt einen Maximalwert von 86 kg/d im Trockenwetterfall und ist nachstehend ersichtlich.



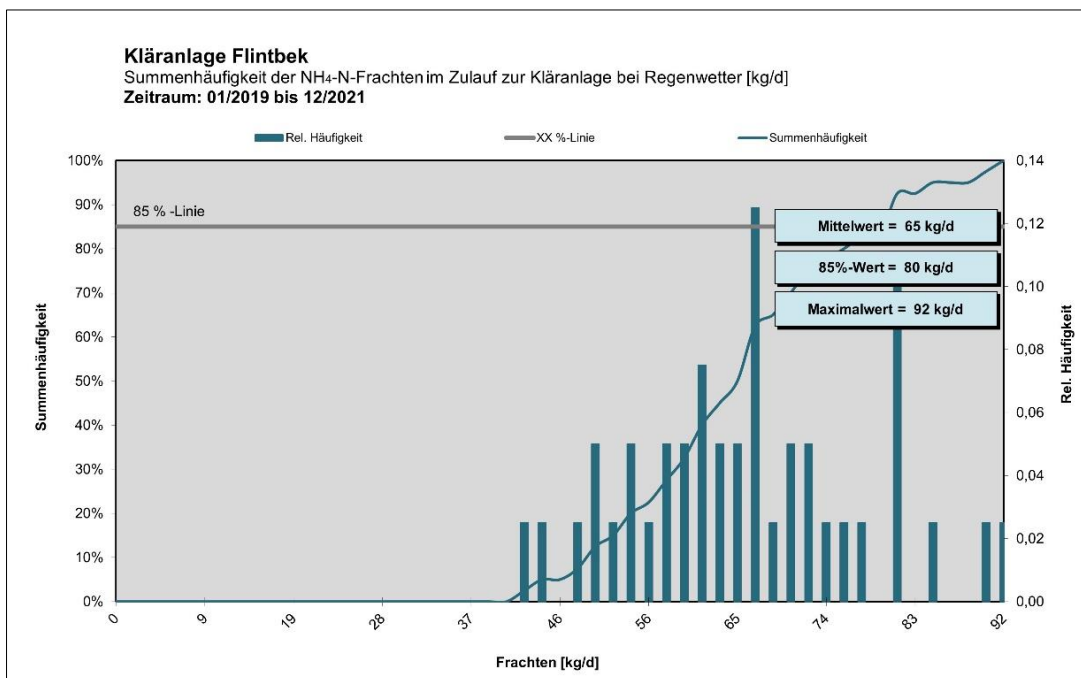
**Abbildung 3-30: Summenhäufigkeit  $B_{d,\text{NH}_4\text{-N,TW}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die Frachten für den Regenwetterzulauf sind in Abbildung 3-31 aufgezeigt. Der Mittelwert beträgt 65 kg/d, das 85ger Perzentil beträgt 80 kg/d. Auch hier zeigt sich eine Streuung.



**Abbildung 3-31:  $B_{d,NH_4-N,RW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

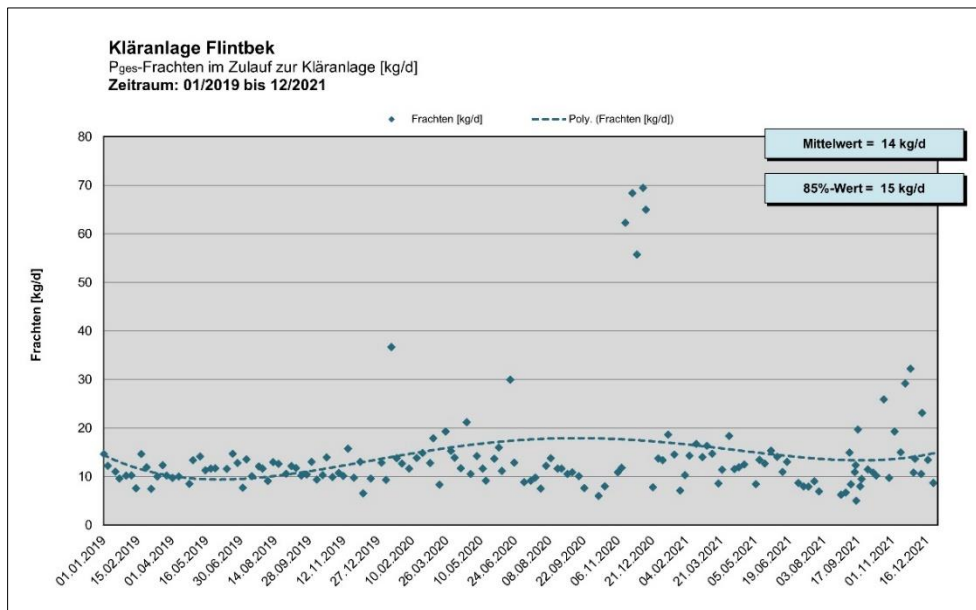
Die Summenhäufigkeit ist in Abbildung 3-32 abgebildet. Das Maximum liegt bei 92 kg/d. Es ist eine breite Streuung mit höheren Belastungen zu erkennen.



**Abbildung 3-32: Summenhäufigkeit  $B_{d,NH_4-N,RW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

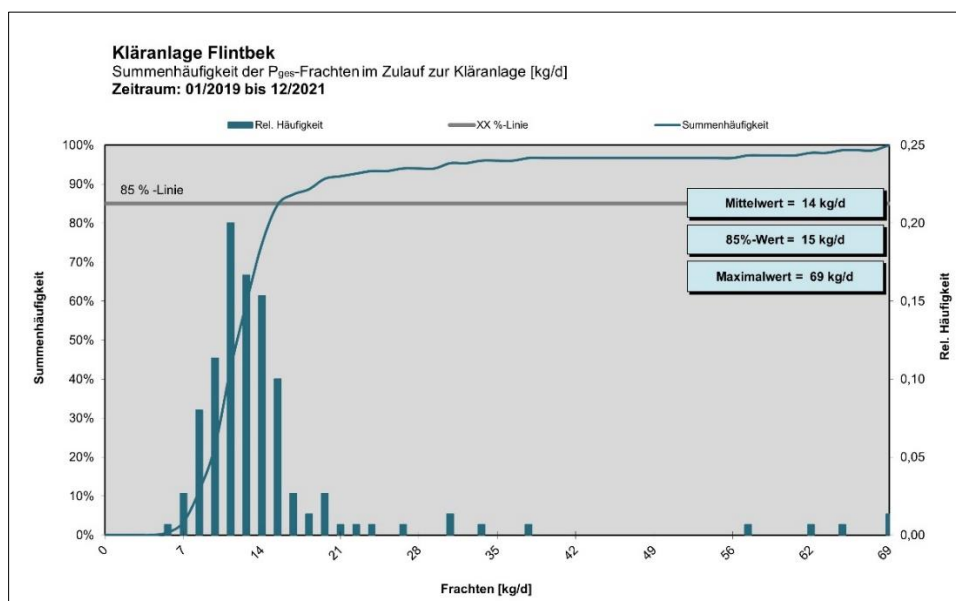
### 3.1.7 $P_{ges}$ -Frachten im Zulauf zur Kläranlage

Der Parameter  $P_{ges}$  umfasst sowohl organische Phosphorverbindungen als auch anorganische Phosphatverbindungen. Die im Zulauf zur Kläranlage Flintbek auftretenden  $P_{ges}$ -Frachten sind in Abbildung 3-33 aufgeführt. Es ist eine homogene Verteilung der Werte zwischen 9 kg/d und 18 kg/d zu erkennen. Der Mittelwert liegt bei 14 kg/d, das 85er Perzentil bei 15 kg/d.



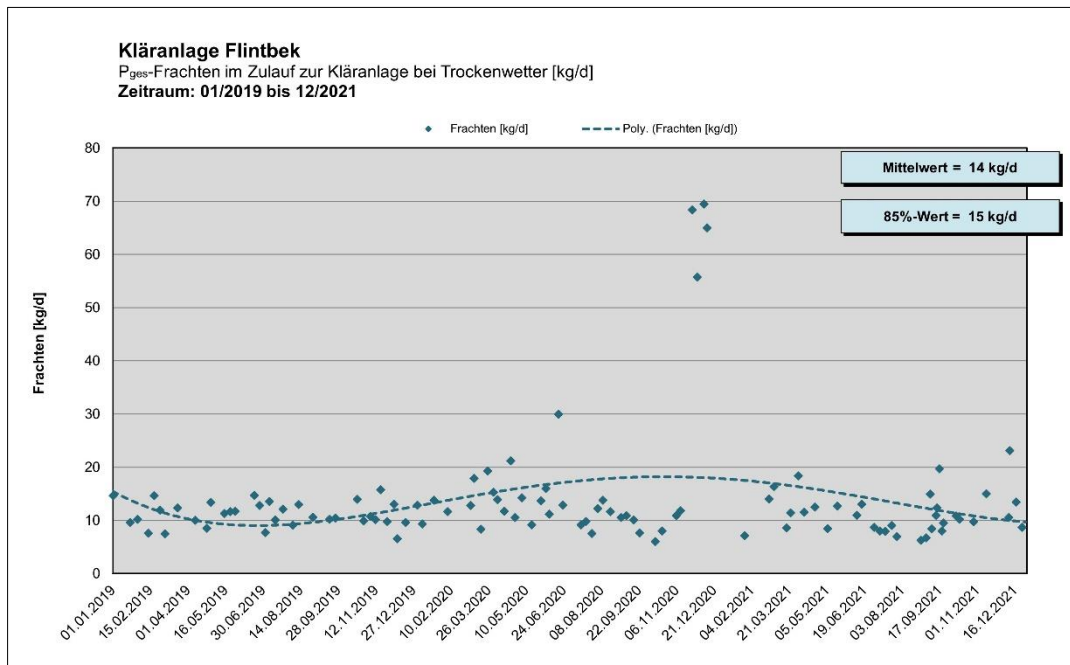
**Abbildung 3-33:  $B_{d,P_{ges}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die homogene Verteilung der Werte wird besonders bei Verteilung der Summenhäufigkeit betrachtet, dargestellt in Abbildung 3-34. Der Maximalwert liegt bei 69 kg/d und ist als sehr hoch zu bezeichnen. Ggf. sind diese als Ausreißer aus der Auswertung zu nehmen.



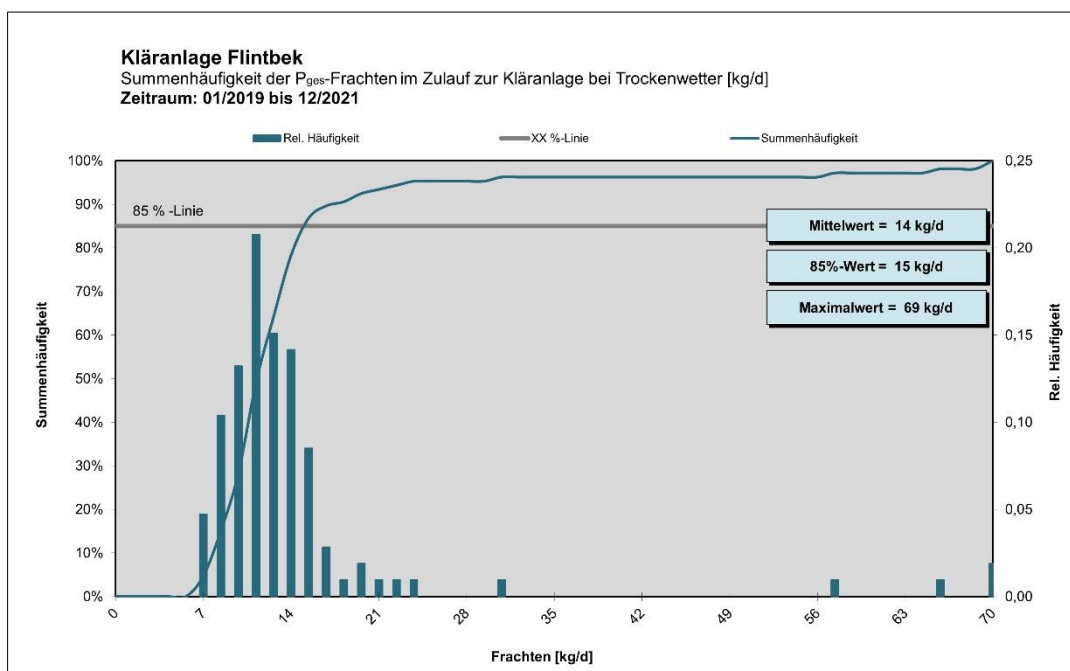
**Abbildung 3-34: Summenhäufigkeit  $B_{d,P_{ges}}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die im Trockenwetterfall verzeichneten  $P_{ges}$ -Frachten sind in Abbildung 3-35 dargestellt. Der Mittelwert liegt bei 14 kg/d und das 85ger Perzentil bei 15 kg/d. Es ist eine relativ gleichmäßige Verteilung zu erkennen.



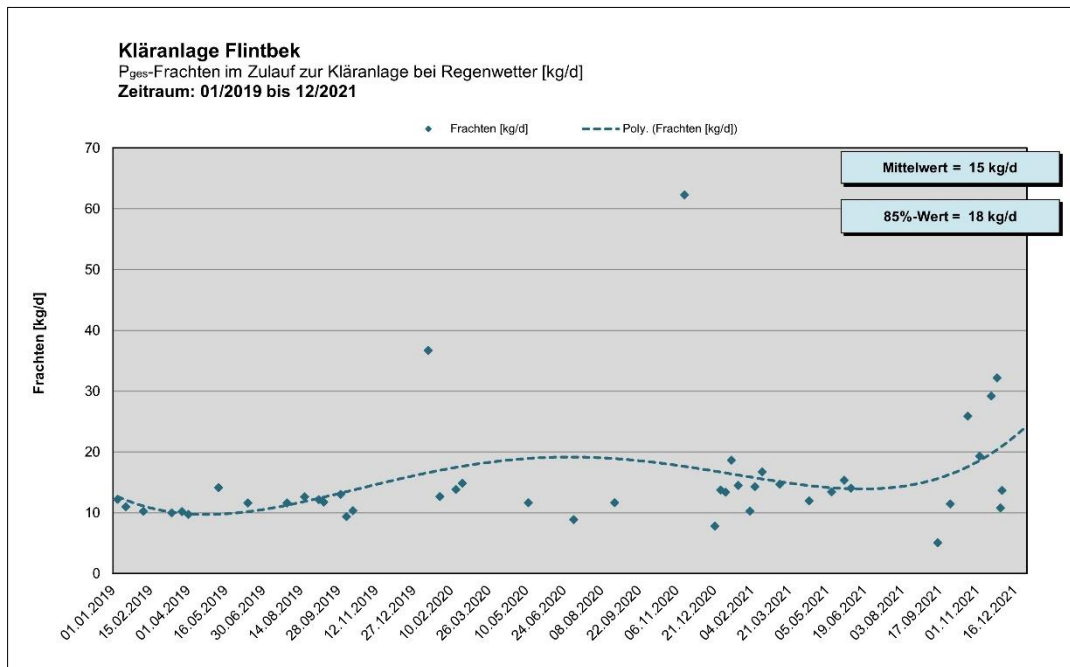
**Abbildung 3-35:  $B_{d,P_{ges},TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit ist in Abbildung 3-36 dargestellt. Der Großteil der Daten liegt in einem Bereich zwischen 7 und 17 kg/d.



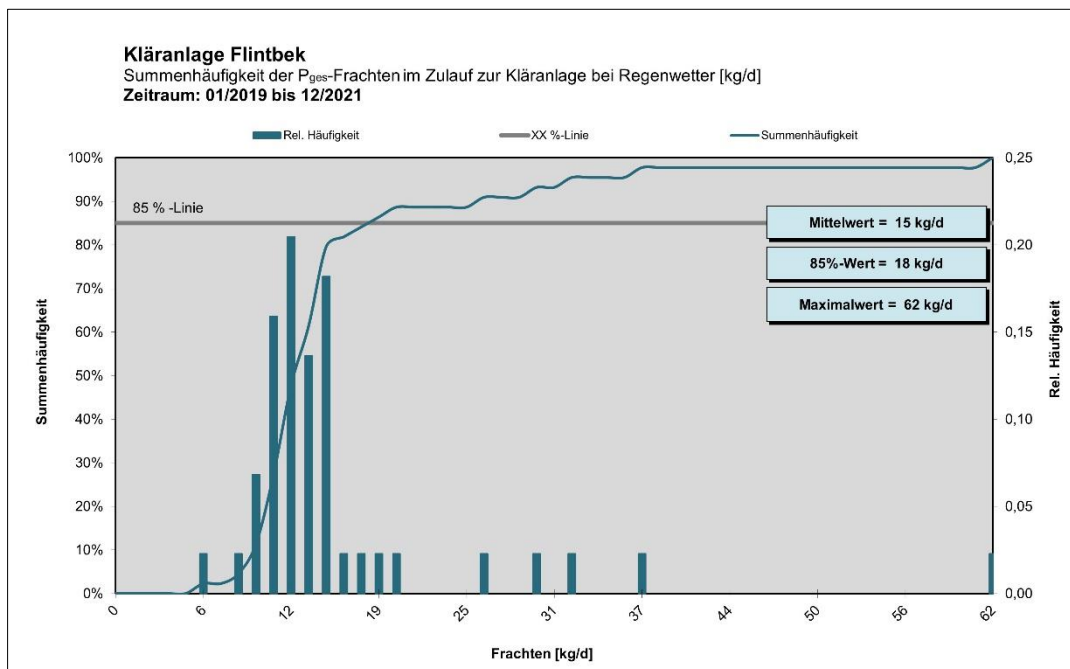
**Abbildung 3-36: Summenhäufigkeit  $B_{d,P_{ges},TW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die im Regenwetterfall auftretenden  $P_{ges}$ -Frachten sind betragen im Mittel 15 kg/d und im 85ger Perzentil 18 kg/d. Die Belastungen im RW-Fall sind also hinsichtlich der Verteilung ähnlich wie im TW-Fall, während die Belastungen im Regenfall höher sind als im Trockenfall.



**Abbildung 3-37:  $B_{d,P_{ges},RW}$  Zulauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die in Abbildung 3-38 dargestellte kumulative Häufigkeit weist keine große Streuung auf. Der Maximalwert liegt bei 62 kg/d.



**Abbildung 3-38: Summenhäufigkeit  $B_{d,P_{ges},RW}$  Zulauf Flintbek 01/2019-12/2021**

### 3.2 Biologische Reinigungsstufe KA Flintbek

Neben den Belastungsdaten im Zulauf der Kläranlage spielen die Kenndaten der Belebung besonders für die spätere Nachrechnung eine wesentliche Rolle. Daher werden der TS-Gehalt, der Schlammvolumenindex ISV, das Vergleichsschlammvolumen VS und die Temperatur im Ablauf der Biologie ausgewertet.

**Tabelle 3-1: Betriebsparameter Biologie KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85ger-Perzentil
TS <sub>BB1</sub>	g/l	4,49	5,10
TS <sub>BB2</sub>	g/l	4,47	5,00
ISV <sub>1</sub>	ml/g	82	91
ISV <sub>2</sub>	ml/g	82	91
VS <sub>1</sub>	ml/l	270	400
VS <sub>2</sub>	ml/l	265	440
T Ablauf Biologie	°C	14,9	19,3

Der TS-Gehalt der Biologie der Kläranlage Flintbek liegt im Mittel bei 4,49 g/l bzw. 4,47g/l und im 85ger Perzentil bei 5,10 g/l bzw. 5,00 g/l. Damit liegt die Betriebsweise der Belebung oberhalb des nach Regelwerk angegebenen TS-Gehaltes von etwa 3,5 g/l. Im Rahmen der Berechnungen ist zu überprüfen, ob dies infolge fehlenden Volumens zur „sicheren“ Abwasserreinigung erforderlich ist, oder welche Gründe für den hohen TS-Gehalt vorliegen. Unter erster Betrachtung weist auch der TS-Gehalt auf ein zu geringes Belebungsbeckenvolumen analog zum Stickstoff im Ablauf hin.

Der Schlammindex (ISV) ist ein Maß für das Absetzverhalten des Schlammes. Der Schlammindex eines "normalen" Belebtschlammes liegt zwischen 40-150 ml/g. Auf der Kläranlage Flintbek beträgt der Schlammindex 82 ml/g im Mittel und etwa 91 ml/g im 85ger Perzentil und ist damit als günstig zu bezeichnen.

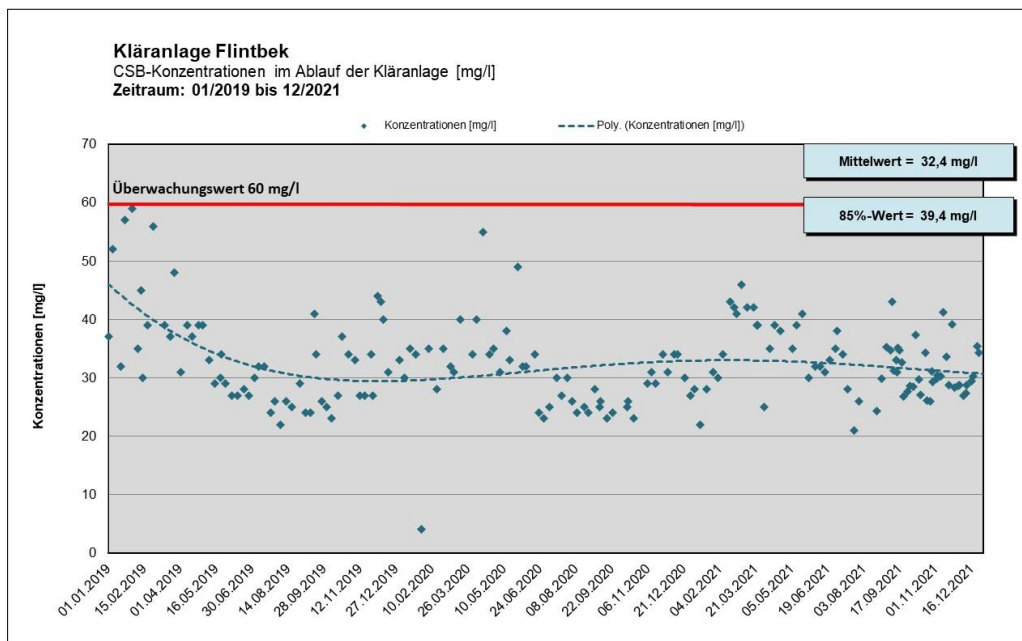
Das Schlammvolumen beträgt im Mittel 270 ml/l und 400 ml/l im 85ger Perzentil für das erste Belebungsbecken. Für das zweite Belebungsbecken wird ein Schlammvolumen von durchschnittlich 265 ml/l bzw. 440 ml/l im 85ger Perzentil gemessen. Auch das Schlammvolumen ist damit als günstig zu bezeichnen. Es ist von guten Schlammeigenschaften zu sprechen.

Die Temperatur im Ablauf der Biologie liegt im Mittel bei 14,9 °C. Das 85ger Perzentil liegt bei 19,3 °C. Für die anschließende Nachbemessung werden die in A 131 angegebenen Werte von 12 °C zugrunde gelegt, sowie weitere Werte, die auf der Basis der hier angegebenen Werte ermittelt wurden, um der vorhandenen Situation gerecht zu werden. Die Belebungsbeckentemperaturen sind als üblich zu bezeichnen. Es sind keine Besonderheiten festzustellen.

### 3.3 KA Flintbek Ablauf

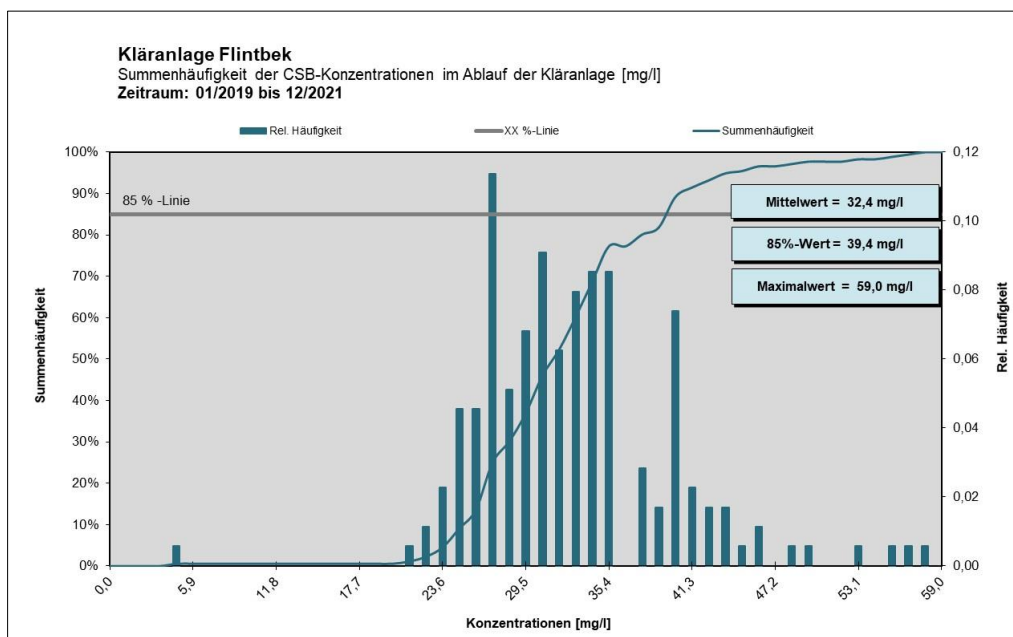
#### 3.3.1 CSB-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

In Abbildung 3-39 werden die CSB-Konzentrationen im Ablauf dargestellt. Die mittlere CSB-Konzentration beträgt 32,4 mg/l, im 85ger Perzentil 39,4 mg/l. Es gab keine Überschreitungen.



**Abbildung 3-39: CSB Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit der Ablaufwerte ist nachstehend dargestellt. Es ist ein ausgeprägter Peak bei 29 mg/l zu erkennen.



**Abbildung 3-40: Summenhäufigkeit CSB Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

### 3.3.2 BSB<sub>5</sub>-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

Die BSB<sub>5</sub>-Konzentrationen im Ablauf der KA Flintbek breit gestreut. Es traten insgesamt 3 Grenzwertüberschreitungen auf. Dies entspricht einer Überschreitungshäufigkeit von 2,6 %. Die mittlere Ablaufkonzentration beträgt 7,4 mg/l und das 85ger Perzentil liegt bei 12,0 mg/l.

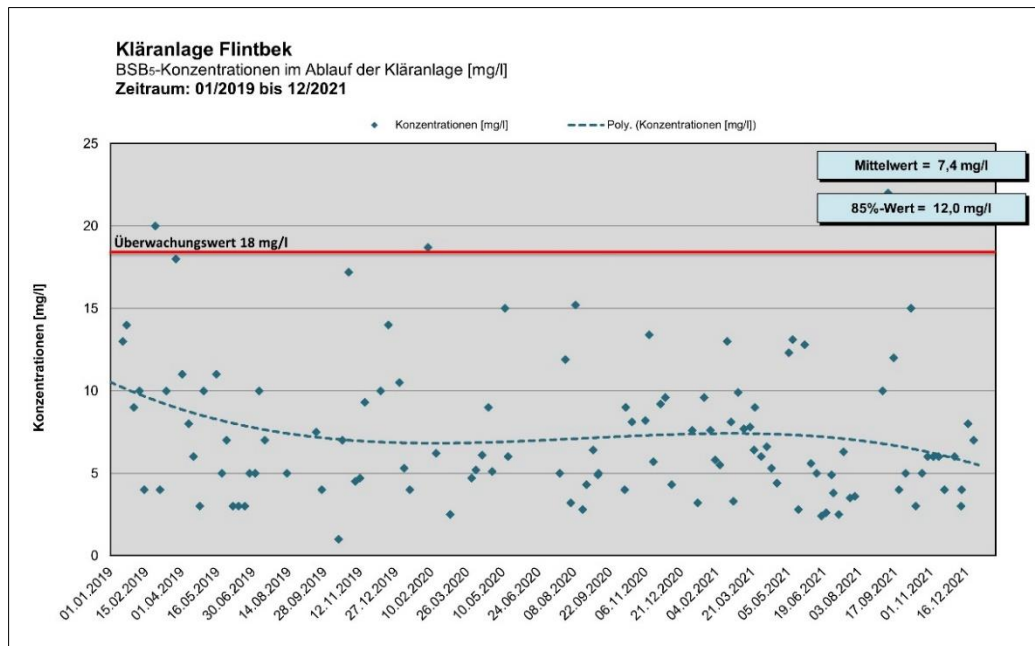


Abbildung 3-41: BSB<sub>5</sub> Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

Die zugehörige Summenhäufigkeit ist in nachstehender Abbildung ersichtlich. Es wird ebenfalls eine breite Streuung erkennbar. Der Maximalwert liegt bei 22,0 mg/l.

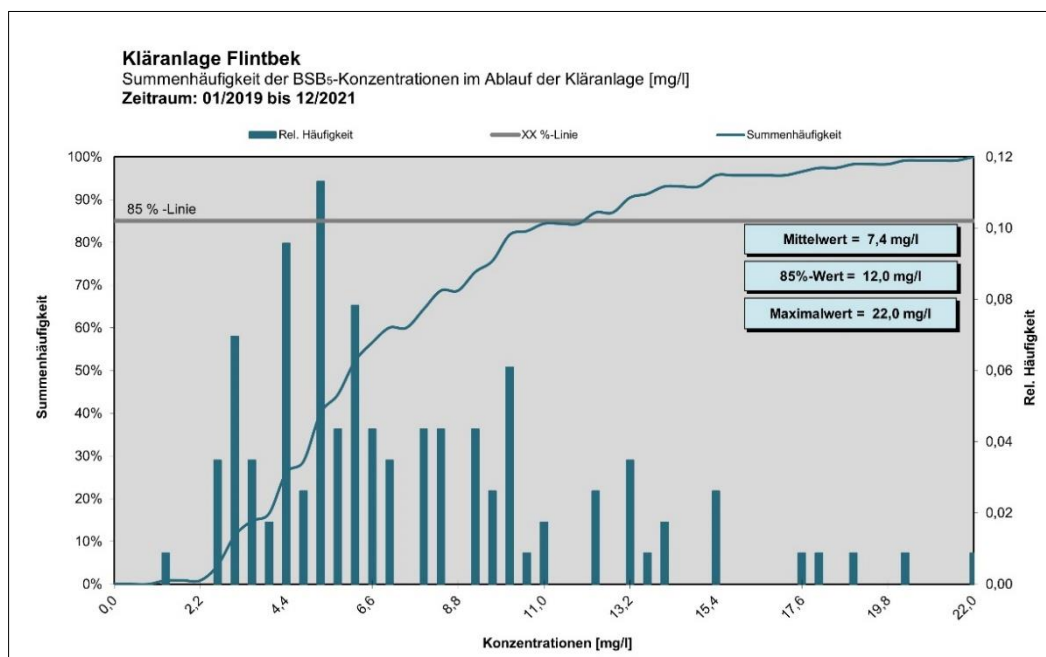


Abbildung 3-42: Summenhäufigkeit BSB<sub>5</sub> Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

### 3.3.3 $N_{ges}$ -Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

Aus Abbildung 3-43 ist die  $N_{ges}$ -Konzentration im Ablauf der KA Flintbek ersichtlich. Der Mittelwert beträgt 10,0 mg/l und das 85er Perzentil bei 16,1 mg/l. Etwa 8,1 % der gemessenen Konzentrationen liegen über dem offiziellen Überwachungswert von 20,0 mg/l.

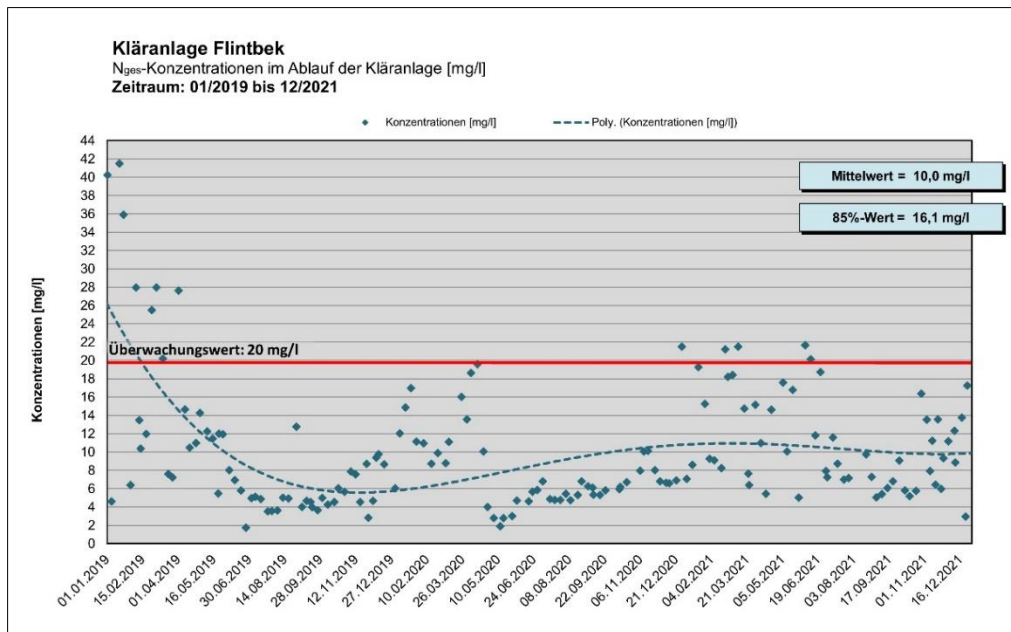


Abbildung 3-43:  $N_{ges}$  Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

Es ist jedoch anzumerken, dass die vorstehenden Werte lediglich bei einer Temperatur über 12 °C eingehalten werden müssen. Die zugehörige Summenhäufigkeit ist nachstehend ersichtlich.

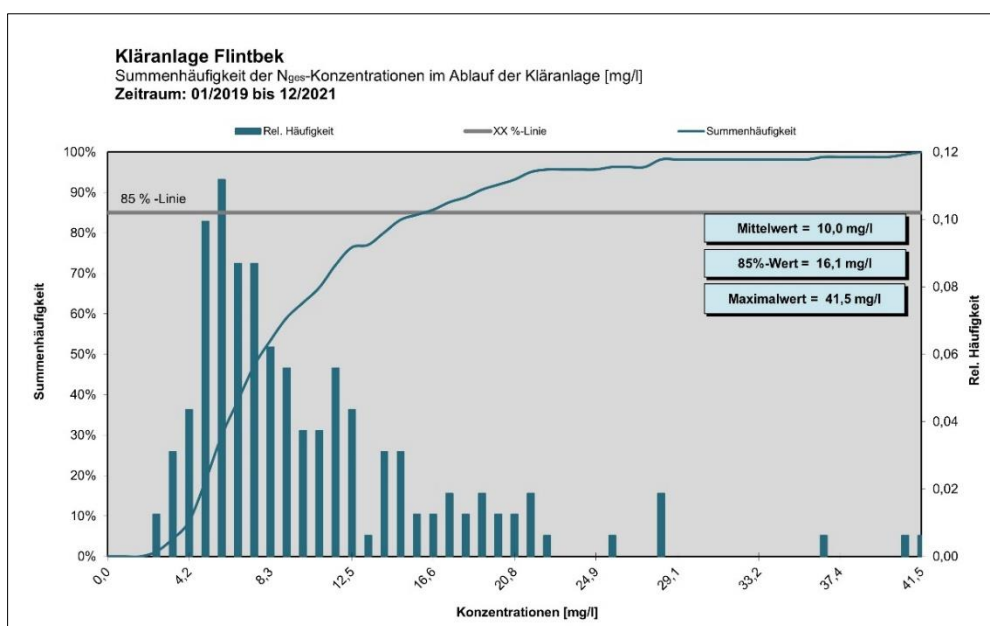
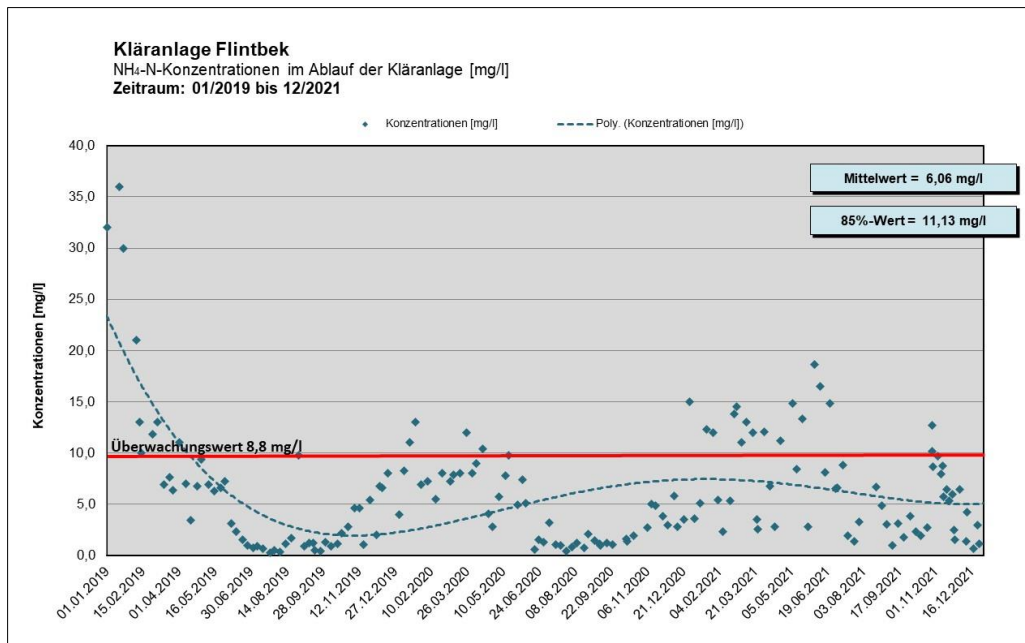


Abbildung 3-44: Summenhäufigkeit  $N_{ges}$  Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

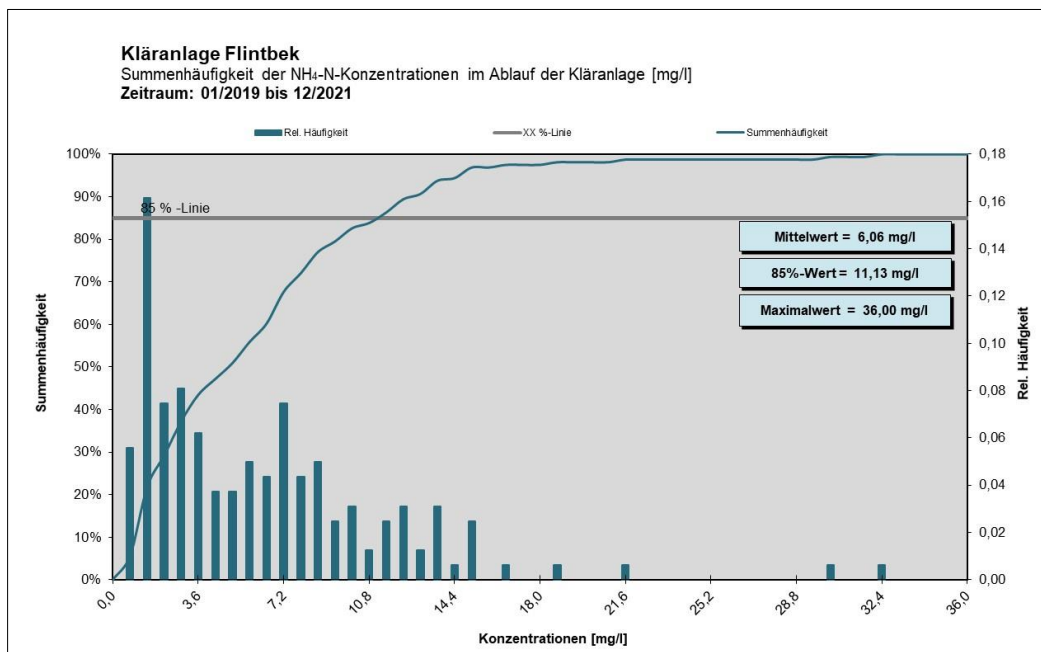
### 3.3.4 NH<sub>4</sub>-N-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

Auch im Bereich von Ammonium treten häufige Überschreitungen auf. Etwa 20,8 % der Messwerte liegen über dem amtlichen Überwachungswert. Der Mittelwert liegt bei 6,06 mg/l und das 85ger Perzentil bei 11,1 mg/l. Überschreitungen sind Jahreszeitunabhängig.



**Abbildung 3-45: NH<sub>4</sub>-N Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021**

Die zugehörige Summenhäufigkeit ist nachstehend abgebildet. Die Anzahl der Überschreitungen wird auch hier noch einmal verdeutlicht.



**Abbildung 3-46: Summenhäufigkeit NH<sub>4</sub>-N KA Flintbek 01/2019-12/2021**

### 3.3.5 NO<sub>3</sub>-N-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

Auch die Nitratkonzentration im Ablauf der KA Flintbek schwankt stark. Ein Überwachungswert ist nicht vorgegeben, jedoch führt der hohe Nitratwert zu einem hohen Ablaufwert von Gesamtstickstoff. Hier ist deutliches Potential auf der KA ersichtlich.

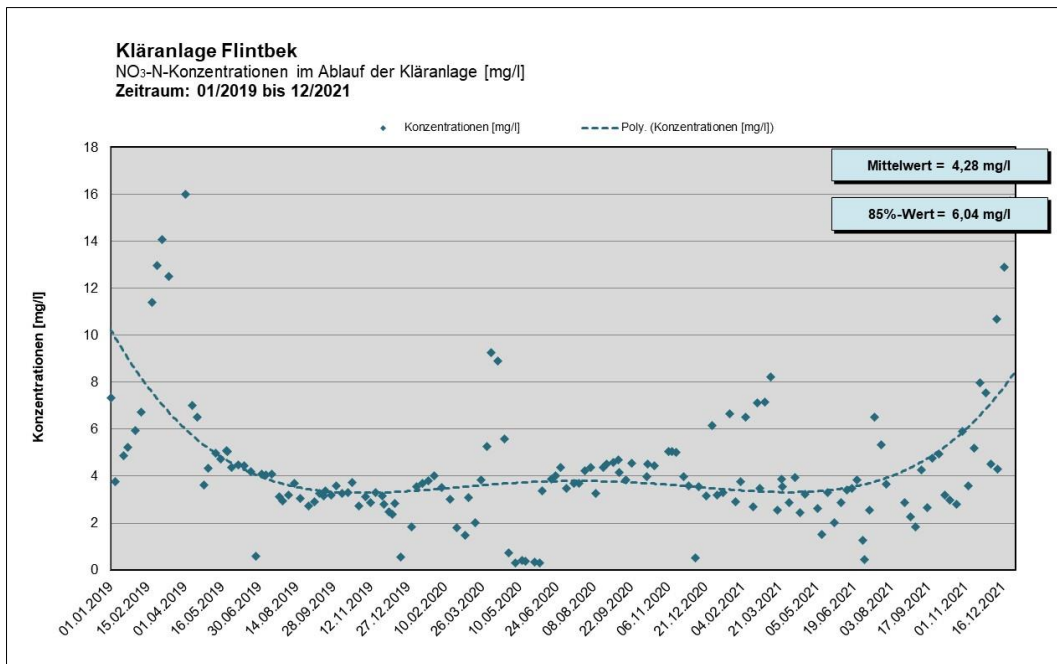


Abbildung 3-47: NO<sub>3</sub>-N Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

Die zugehörige Summenhäufigkeit ist in Abbildung 3-48 dargestellt. Hier wird die große Streuung der Ablaufwerte besonders deutlich. Der Höchstwert liegt bei 16,0 mg/l.

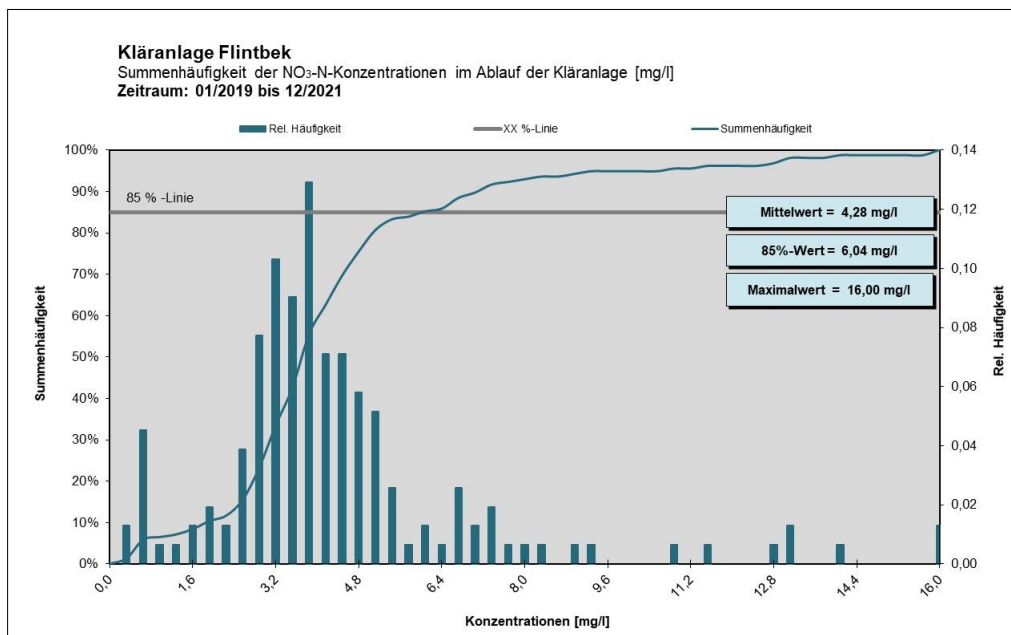


Abbildung 3-48: Summenhäufigkeit NO<sub>3</sub>-N KA Flintbek 01/2019-12/2021

### 3.3.6 NO<sub>2</sub>-N-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

Auch die Nitritkonzentrationen sind im Ablauf der KA Flintbek erhöht. Im Regelfall belaufen sich diese auf unter 0,1 mg/l Nitrit im Ablauf. Auch hier wird das vorhandene Potential deutlich. Die in 2019 stark erhöhten Gründe lassen auf ein Problem in der Belebung schließen.

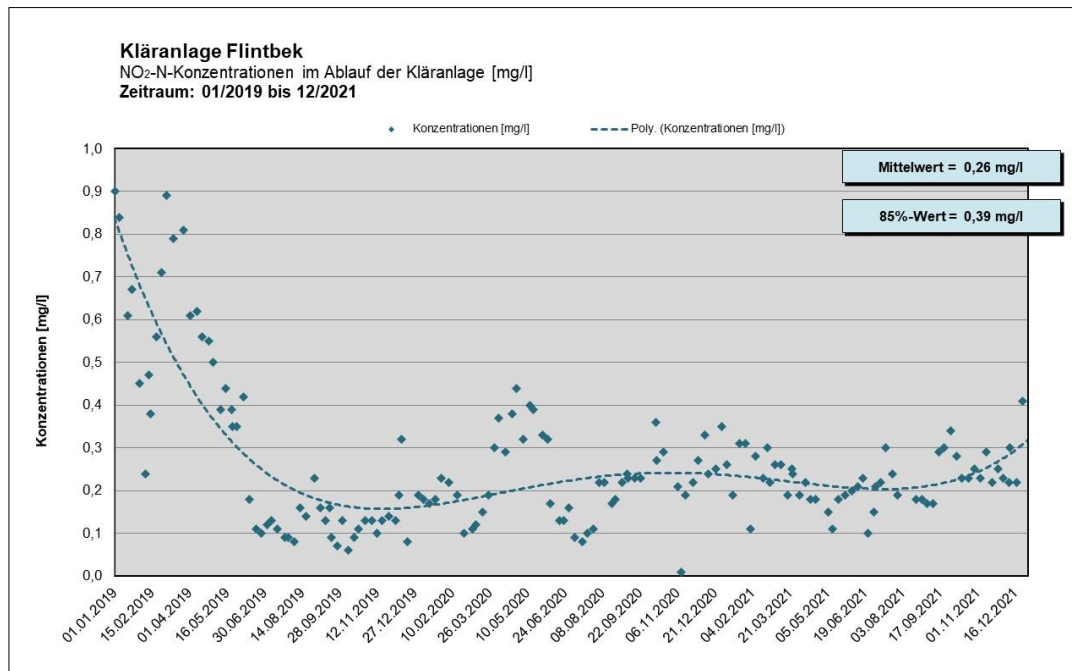


Abbildung 3-49: NO<sub>2</sub>-N Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

Die zugehörige Summenhäufigkeit zeigt ebenfalls die breite Streuung. Der Höchstwert liegt bei 0,90 mg/l.

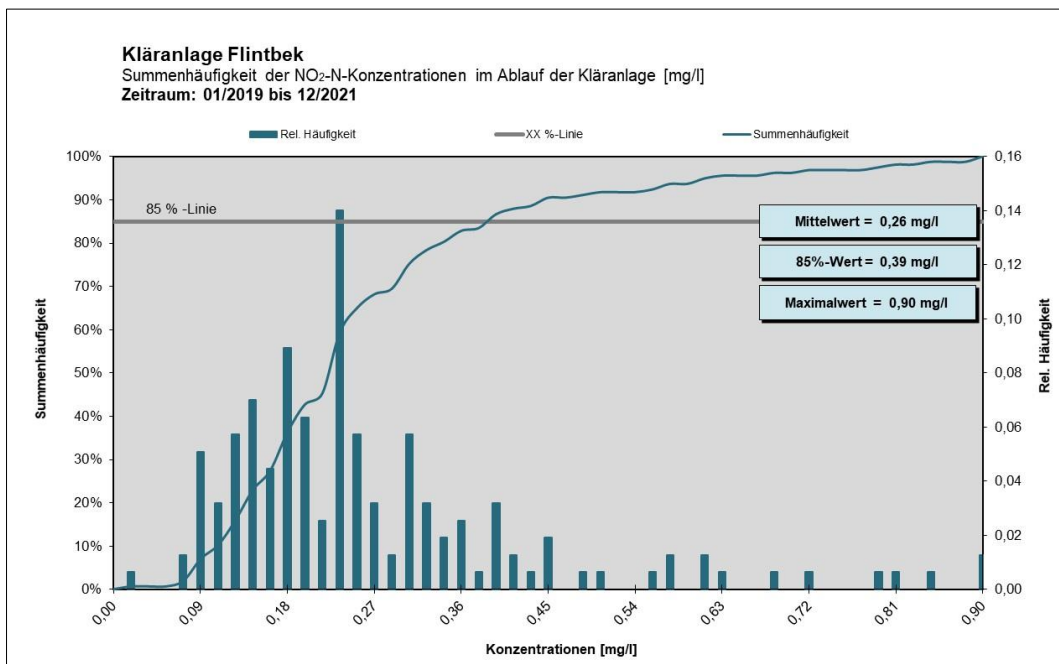


Abbildung 3-50: Summenhäufigkeit NO<sub>2</sub>-N KA Flintbek 01/2019-12/2021

### 3.3.7 P<sub>ges</sub>-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage

Der Grenzwert von 4,5 mg/l wird im Ablauf der Kläranlage nicht überschritten. Hier ist jedoch abschließend zu klären, ob es sich, wie aus dem Betriebstagebuch lediglich um Orthophosphat handelt. Sollte sich der Wert auf Orthophosphat beziehen, sind die tatsächlichen Grenzwerte höher. Hier ist dann ebenfalls zu klären, inwieweit dann Anpassungen im Bereich der Betriebsführung zielführend sind.

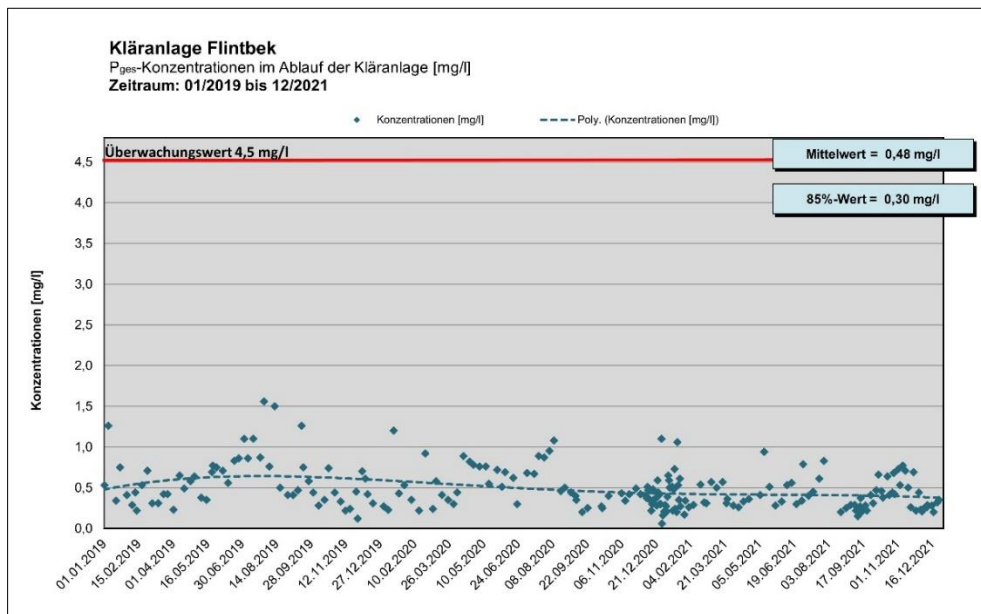


Abbildung 3-51: P<sub>ges</sub> Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

Die zugehörige Summenhäufigkeit wird aus Abbildung 3-52 ersichtlich. Im Allgemeinen sind die Daten weit gestreut und der Maximalwert liegt bei 1,56 mg/l.

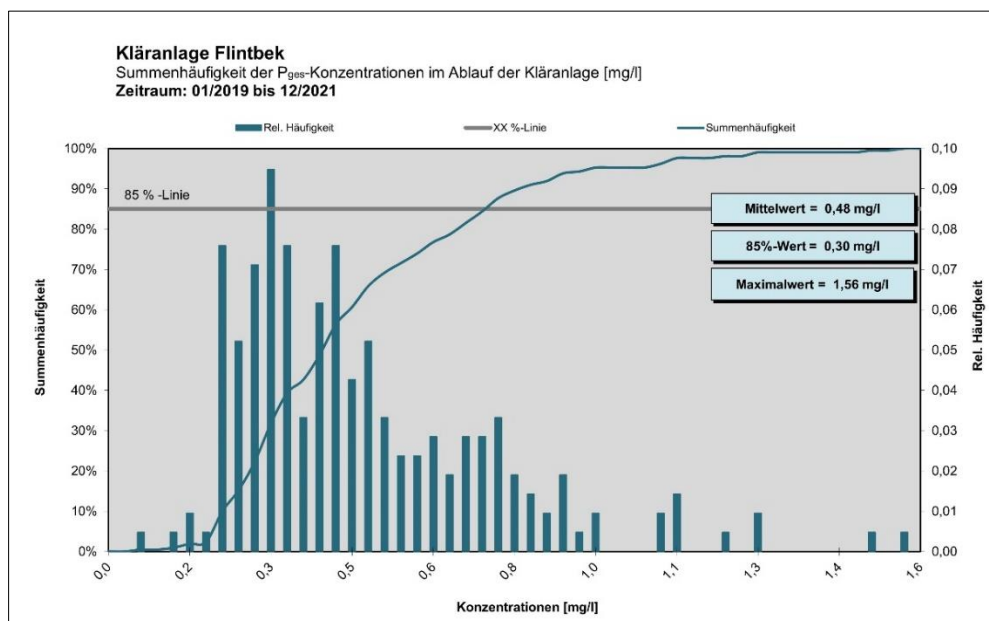


Abbildung 3-52: Summenhäufigkeit P<sub>ges</sub> Ablauf KA Flintbek 01/2019-12/2021

## 4 Betriebsdaten KA Flintbek

Für die Ist-Situation der Kläranlage Flintbek sind die ausgewerteten Betriebsdaten abschließend tabellarisch zusammengefasst.

**Tabelle 4-1: Betriebsdaten im Zulauf zur KA Flintbek**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85ger Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
$Q_{ges,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	991	1.150
$Q_{ges,h,min(24h),max}$	m <sup>3</sup> /h	41,3	47,9
$Q_{ges,h(12h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	83	96
$Q_{ges,h,max}$	m <sup>3</sup> /h	170	195
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
$Q_{TW,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	959	1.084
$Q_{TW,h,min(24h),max}$	m <sup>3</sup> /h	40	45
$Q_{TW,h(12h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	80	90
$Q_{TW,h,max}$	m <sup>3</sup> /h	160	180
<b>Kenndaten Belebungsbecken</b>			
TS-Gehalt <sub>1</sub>	g/l	4,49	5,10
ISV <sub>1</sub>	ml/g	82	91
VS <sub>1</sub>	ml/l	270	400
TS-Gehalt <sub>2</sub>	g/l	4,47	5,00
ISV <sub>2</sub>	ml/g	81,9	90,9
VS <sub>2</sub>	ml/l	265	440
<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf zur Kläranlage während Trockenwetter (TW)</b>			
$C_{CSB}$	mg/l	936	1.252
$C_{BSB5}$	mg/l	392	543
$C_{TS}$	mg/l	515	693
$C_{Nges}$	mg/l	86,8	101

Parameter	Einheit	Mittelwert	85ger Perzentil
C <sub>NH4-N</sub>	mg/l	61,0	71,0
C <sub>Pges</sub>	mg/l	14,7	15,0
<b>Schmutzfrachten Zulauf zur Kläranlage TW</b>			
B <sub>d,TW,CSB</sub>	kg/d	874	1.178
EW <sub>TW,CSB</sub>	E	7.284	9.837
B <sub>d,TW,BSB5</sub>	kg/d	363	508
CSB/BSB <sub>5</sub>	-	2,51	3,18
B <sub>d,TW,TS</sub>	kg/d	515	693
B <sub>d,TW,Nges</sub>	kg/d	82,0	97,0
EW <sub>TW,Nges</sub>	E	7.420	8.766
B <sub>d,TW,NH4-N</sub>	kg/d	57,3	69,0
B <sub>d,TW,Pges.</sub>	kg/d	13,6	15,0
EW <sub>TW,Pges</sub>	E	7.580	8.300

## 5 Bemessungsdaten KA Flintbek

Aus den Auswertungen der Betriebstagebücher ergeben sich die für die Bemessung relevanten die in nachstehender Tabelle zusammengefasst sind.

**Tabelle 5-1: Bemessungsdaten der KA Flintbek im Zulauf**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85ger Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
$Q_{ges,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	1.075	1.250
$Q_{ges,h,(12h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	90	105
$Q_{ges,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	180	200
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
$Q_{TW,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	1.050	1.200
$Q_{TW,h,min(24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	44	50
$Q_{TW,h,(12h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	88	100
$Q_{TW,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	170	200
<b>Biologie Abwasser- und Schlammeigenschaften</b>			
TS-Gehalt1	g/l	2,5	3,0
ISV1	ml/g	125	140
VS1	ml/l	313	420
TS-Gehalt2	g/l	2,5	3,0
ISV2	ml/g	125	140
VS2	ml/l	313	420
<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf zur Kläranlage Trockenwetter</b>			
$C_{CSB}$	mg/l	914	1.238
$C_{BSB5}$	mg/l	380	533
$C_{TS}$	mg/l	538	729
$C_{Nges}$	mg/l	86	102
$C_{NH4-N}$	mg/l	82	89
$C_{Pges.}$	mg/l	14,3	15,7

Parameter	Einheit	Mittelwert	85ger Perzentil
<b>Schmutzfrachten Zulauf zur Kläranlage Trockenwetter</b>			
<b>B<sub>d,TW,CSB</sub></b>	<b>kg/d</b>	<b>960</b>	<b>1.300</b>
<b>EW<sub>TW,CSB</sub></b>	<b>E</b>	<b>8.000</b>	<b>10.850</b>
B <sub>d,TW,BSB5</sub>	kg/d	400	560
EW <sub>TW,BSB5</sub>	E	6.750	9.600
B <sub>d,TW,TS</sub>	kg/d	565	765
CSB/TS	-	1,7	1,7
<b>B<sub>d,TW,Nges</sub></b>	<b>kg/d</b>	<b>90</b>	<b>107</b>
<b>EW<sub>TW,Nges</sub></b>	<b>E</b>	<b>8.180</b>	<b>9.730</b>
B <sub>d,TW,NH4-N</sub>	kg/d	60	71
EW <sub>TW,NH4-N</sub>	E	8.180	9.730
B <sub>d,Pges.</sub>	kg/d	15	16,5
EW <sub>Pges</sub>	E	8.330	9.165

Die Bemessungsdaten beziehen sich auf den in Tabelle 4-1 dargestellten Ist-Zustand im Zulauf zur KA Flintbek. Für alle Parameter ist eine gewisse Sicherheit eingerechnet. Diese beträgt für alle Daten 10 % bezogen auf den hochgerechneten Trockenwetterzufluss der Jahre 2019-2021.

Sollten weitere Reserven vorgehalten werden, da bekannt ist, dass weitere Baugebiete oder Industrie erschlossen werden, ist zu überlegen, inwieweit die Bemessungsparameter zu erhöhen sind.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Konzentrationen im 85ger Perzentil mit dem Mittelwert des Trockenwetterzuflusses verrechnet worden sind, bzw. die Frachten mit dem Mittelwert des Trockenwetterzuflusses, um für die Bemessung korrekte Daten zu erhalten. Die Verrechnung unter Verwendung des 85ger Perzentils Trockenwetterzufluss mit den Konzentrationen oder Frachten würde zu fehlerhaften, erhöhten Werten und damit zu einer Überdimensionierung führen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Betriebsdaten der Kläranlage Flintbek zeigen, dass derzeit Optimierungsbedarf besteht. Die der Auslegung der Kläranlage Flintbek zugrundeliegende Belastung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

**Tabelle 6-1: KA Flintbek – Schmutzfrachten CSB,  $N_{ges}$  und  $P_{ges}$  sowie EW**

Parameter	Fracht <small>(85ger Perzentil)</small>	EW
<b>Zulauf zur Kläranlage</b>		
CSB	1.300	10.850
$N_{ges}$	107	9.730
$P_{ges}$	16,5	9.165

Einige Anlagenbereiche, wie Sandfang, Nachkläreckenräumer sowie Belüftungseinrichtung sind abgängig und müssen kurz- bis mittelfristig ertüchtigt werden. Ebenso zeigt die vorliegende Betriebsdatenauswertung, dass trotz einer vorhandenen Ausbaugröße von 12.000 EW die Reinigungsleistung im Bereich Stickstoff nicht sicher eingehalten werden kann. Zudem wird deutlich, dass es Engpässe im Belebungsbecken gibt. Durch Nachrechnung ist zu überprüfen, welche Schwachstellen diesbezüglich vorhanden sind, woher die in Teilen schlechte Reinigungsleistung rührt und wie diese behoben werden kann.

Aufgestellt im Juli 2022  
Ingenieurbüro Enwacon

ppa M.Sc. Inga-M. Düsing

M. Sc. Marwan El Masri