

**Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün**

**Projektteam rheinplan-enwacon**

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: [ig@rheinplan.de](mailto:ig@rheinplan.de)

[www.rheinplan.de](http://www.rheinplan.de)

---

## STUDIE

---

# ZUSAMMENLEGUNG DER KLÄRANLAGEN NEBEL UND WITTDÜN DURCH ÜBERLEITUNG NACH NEBEL

Planverfasser:

**Projektteam  
rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel

**Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün**

**Projektteam rheinplan-enwacon**

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: ig@rheinplan.de

www.rheinplan.de

---

## **INHALTSVERZEICHNIS**

---

**ERLÄUTERUNGSBERICHT**

**ANLAGE 1 – KOSTENSCHÄTZUNG EINZELERTÜCHTIGUNG**

**ANLAGE 2 – KOSTENSCHÄTZUNG ZUSAMMENLEGUNG**

**ANLAGE 3 – PLANUNTERLAGEN KLÄRANLAGEN**

**ANLAGE 4 – PLANUNTERLAGEN ÜBERLEITUNG**

Planverfasser:

**Projektteam  
rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel

**Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün**

**Projektteam rheinplan-enwacon**

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: ig@rheinplan.de

www.rheinplan.de

---

# **ZUSAMMENLEGUNG DER KA NEBEL & KA WITTDÜN DURCH ÜBERLEITUNG**

---

## **ERLÄUTERUNGSBERICHT**

Planverfasser:

**Projektteam  
rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel

---

<b>1</b>	<b>Einleitung und Veranlassung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Bestandserfassung, Bestehende Kläranlage</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Historie Kläranlage Nebel</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Mechanische Reinigungsstufe</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>Vorspeicher</b>	<b>9</b>
<b>3.4</b>	<b>SB-Reaktoren</b>	<b>11</b>
<b>3.5</b>	<b>Schlammbehandlung</b>	<b>11</b>
<b>3.6</b>	<b>Betriebsgebäude</b>	<b>12</b>
<b>3.7</b>	<b>Gebäsestation</b>	<b>12</b>
<b>3.8</b>	<b>Zusammenfassung Bestandserfassung</b>	<b>12</b>
<b>3.9</b>	<b>Wassermengen KA Nebel</b>	<b>13</b>
<b>3.10</b>	<b>Schmutzfrachtbelastung im Zulauf zur KA Nebel</b>	<b>13</b>
<b>3.10.1</b>	<b>Konzentrationen</b>	<b>13</b>
<b>3.10.2</b>	<b>Schmutzfrachten</b>	<b>13</b>
<b>3.10.3</b>	<b>Einwohnerwerte</b>	<b>13</b>
<b>3.11</b>	<b>Ablaufanforderungen KA Nebel</b>	<b>14</b>
<b>3.12</b>	<b>Auswertung Betriebsdaten KA Nebel</b>	<b>14</b>
<b>3.13</b>	<b>Örtliche Verhältnisse KA Nebel</b>	<b>15</b>
<b>3.13.1</b>	<b>Flächennutzungs- und Bebauungspläne</b>	<b>15</b>
<b>3.13.2</b>	<b>Grundstück</b>	<b>15</b>
<b>3.13.3</b>	<b>Schutzgebiete</b>	<b>15</b>
<b>3.13.3.1</b>	<b>Planungsbereich</b>	<b>15</b>
<b>3.13.3.2</b>	<b>Von der Planung betroffene Gebiete</b>	<b>15</b>
<b>3.13.4</b>	<b>Immissionsstandorte</b>	<b>16</b>
<b>3.13.5</b>	<b>Vorfluterverhältnisse</b>	<b>16</b>

---

<b>3.13.6</b>	<b>Baugrundverhältnisse</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Bestandserfassung, Bestehende Kläranlage</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Historie Kläranlage Wittdün</b>	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Mechanische Reinigungsstufe</b>	<b>18</b>
<b>4.3</b>	<b>Vorspeicher</b>	<b>19</b>
<b>4.4</b>	<b>SBR II</b>	<b>19</b>
<b>4.5</b>	<b>Fällmittelstation</b>	<b>19</b>
<b>4.6</b>	<b>Gebläsestation</b>	<b>20</b>
<b>4.7</b>	<b>Schlammbehandlung</b>	<b>20</b>
<b>4.8</b>	<b>Zusammenfassung Bestandserfassung</b>	<b>20</b>
<b>4.9</b>	<b>Wassermengen KA Wittdün</b>	<b>21</b>
<b>4.10</b>	<b>Schmutzfrachtbelastung im Zulauf zur KA Wittdün</b>	<b>21</b>
<b>4.10.1</b>	<b>Konzentrationen</b>	<b>21</b>
<b>4.10.2</b>	<b>Schmutzfrachten</b>	<b>21</b>
<b>4.10.3</b>	<b>Einwohnerwerte</b>	<b>21</b>
<b>4.11</b>	<b>Ablaufanforderungen KA Wittdün</b>	<b>22</b>
<b>4.12</b>	<b>Auswertung Betriebsdaten KA Wittdün</b>	<b>22</b>
<b>4.13</b>	<b>Örtliche Verhältnisse KA Wittdün</b>	<b>23</b>
<b>4.13.1</b>	<b>Flächennutzungs- und Bebauungspläne</b>	<b>23</b>
<b>4.13.2</b>	<b>Grundstück</b>	<b>23</b>
<b>4.13.3</b>	<b>Schutzgebiete</b>	<b>23</b>
<b>4.13.3.1</b>	<b>Planungsbereich</b>	<b>23</b>
<b>4.13.3.2</b>	<b>Von der Planung betroffene Gebiete</b>	<b>23</b>
<b>4.13.4</b>	<b>Immissionsstandorte</b>	<b>24</b>
<b>4.13.5</b>	<b>Vorfluterverhältnisse</b>	<b>24</b>
<b>4.13.6</b>	<b>Baugrundverhältnisse</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Vorbemessung biologische Stufe</b>	<b>25</b>

---

<b>5.1</b>	<b>Allgemeines</b> _____	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>Eingangsdaten</b> _____	<b>25</b>
<b>5.3</b>	<b>Ablaufwerte</b> _____	<b>25</b>
<b>5.4</b>	<b>Bemessungsdaten KA Nebel</b> _____	<b>26</b>
<b>5.5</b>	<b>Bemessungsdaten KA Wittdün</b> _____	<b>29</b>
<b>5.6</b>	<b>Bemessungsdaten Zusammenlegung Nebel und Wittdün</b> _____	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>Maßnahmen V1 – Ertüchtigung der KA Nebel &amp; der KA Wittdün</b> _____	<b>36</b>
<b>6.1</b>	<b>Mechanische Reinigungsstufe KA Nebel</b> _____	<b>36</b>
<b>6.2</b>	<b>Vorspeicher KA Nebel</b> _____	<b>36</b>
<b>6.3</b>	<b>Sequencing Batch Reaktor KA Nebel</b> _____	<b>36</b>
<b>6.4</b>	<b>Gebälsestation KA Nebel</b> _____	<b>36</b>
<b>6.5</b>	<b>Schlammbehandlung KA Nebel</b> _____	<b>37</b>
<b>6.6</b>	<b>Anlagen zur Energiegewinnung KA Nebel</b> _____	<b>37</b>
<b>6.7</b>	<b>Mechanische Reinigungsstufe KA Wittdün</b> _____	<b>37</b>
<b>6.8</b>	<b>Vorspeicher KA Wittdün</b> _____	<b>37</b>
<b>6.9</b>	<b>Sequencing Batch Reaktoren KA Wittdün</b> _____	<b>38</b>
<b>6.10</b>	<b>Gebälsestation KA Wittdün</b> _____	<b>38</b>
<b>6.11</b>	<b>Schlammbehandlung KA Wittdün</b> _____	<b>38</b>
<b>6.12</b>	<b>Anlagen zur Energiegewinnung KA Wittdün</b> _____	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Maßnahmen V2 – Zusammenlegung der KA durch Überleitung</b> _____	<b>39</b>
<b>7.1</b>	<b>Grundlagen zur Überleitung</b> _____	<b>39</b>
<b>7.2</b>	<b>Geplante Druckleitung von PW Wittdün zur KA Nebel</b> _____	<b>41</b>
<b>7.2.1</b>	<b>Trassenvariante 1</b> _____	<b>41</b>

---

<b>7.2.2</b>	<b>Trassenvariante 2</b>	<b>42</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Trassenvariante 3</b>	<b>43</b>
<b>7.3</b>	<b>Geplante Bauverfahren</b>	<b>45</b>
<b>7.3.1</b>	<b>Verlegung im offenen Kanalrohrgraben</b>	<b>45</b>
<b>7.3.2</b>	<b>Pflugverfahren</b>	<b>45</b>
<b>7.4</b>	<b>Geplante Fördertechnik</b>	<b>46</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Trocken aufgestellte Abwasserpumpen</b>	<b>46</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Pneumatische Abwasserförderung</b>	<b>46</b>
<b>7.5</b>	<b>Mechanische Reinigungsstufe KA Nebel</b>	<b>47</b>
<b>7.6</b>	<b>Vorspeicher KA Nebel</b>	<b>47</b>
<b>7.7</b>	<b>Sequencing Batch Reaktor KA Nebel</b>	<b>48</b>
<b>7.8</b>	<b>Gebläsestation KA Nebel</b>	<b>49</b>
<b>7.9</b>	<b>Schlammbehandlung KA Nebel</b>	<b>49</b>
<b>7.10</b>	<b>Hochbau KA Nebel</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsberechnungen</b>	<b>50</b>
<b>8.1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>50</b>
<b>8.2</b>	<b>Randbedingungen</b>	<b>50</b>
<b>8.3</b>	<b>Investitionen</b>	<b>51</b>
<b>8.4</b>	<b>Betriebskosten</b>	<b>52</b>
<b>8.5</b>	<b>Projektkostenbarwert</b>	<b>54</b>
<b>9</b>	<b>Bewertung nicht monetärer Faktoren</b>	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>62</b>
<b>11</b>	<b>Empfehlung</b>	<b>63</b>

## 1 Einleitung und Veranlassung

Auf Amrum betreiben die Versorgungsbetriebe Amrum AöR die mechanisch-biologischen Kläranlagen Nebel und Wittdün zur Reinigung des Abwassers aus den Gemeinden Nebel inkl. Norddorf bzw. Wittdün inkl. Süddorf. Aufgrund der touristisch geprägten Region ist die Belastung stark saisonabhängig und im Sommerhalbjahr infolge der tourismusgeprägten Insel deutlich höher als während der Wintersaison.



**Abbildung 1-1: Übersicht Amrum**

Die größere Kläranlage Nebel (nachstehende Abb.) unterliegt einer Belastung von rund 4.210 EW im Sommer; während die Ausbaugröße der Anlage rund 9.950 EW (GK 3) beträgt.



**Abbildung 1-2: KA Nebel**

Die kleinere Kläranlage Wittdün (nachstehende Abbildung) weist im Sommer eine Ist-Belastung von 2.125 EW auf, die Ausbaugröße liegt bei 4.999 EW (GK 2).



**Abbildung 1-3: KA Wittdün**

Beide Kläranlagen sind altersbedingt abgängig und kostenintensiv zu sanieren. Daneben überschreiten beide Kläranlagen regelmäßig die Stickstoffgrenzwerte, was die Notwendigkeit der Ertüchtigung verdeutlicht. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass ein Teil der Überschreitungen in der Winterzeit auftritt, sodass die damit verbundene Überschreitung genehmigungsrechtlich von untergeordneter Bedeutung ist. Dies begründet sich darin, dass bei einer Abwassertemperatur von unter 12 °C die Einhaltung der Stickstoffgrenzwerte außer Kraft gesetzt wird. Dennoch bleibt anzumerken, dass bei ausreichender Kapazität und voller Funktionsfähigkeit der Anlage auch bei Temperaturen unter 12 °C eine ausreichende Reinigungsleistung unter Einhaltung der Grenzwerte erfolgen kann.

Daher ist in einer ersten Potentialstudie die energetische Sanierung der Kläranlage unter Verbesserung der Reinigungsleistung betrachtet worden und damit verbundene Maßnahmen zur Reduktion der Betriebskosten und Optimierung der Kläranlage sind erarbeitet worden.

Es kristallisierte sich heraus, dass die Modernisierungsmaßnahmen zur Erzielung eines sicheren Betriebs sowie zur sicheren Einhaltung der Ablaufwerte sehr kostenintensiv sind, aufgrund dessen eine zusätzliche Studie durchgeführt werden sollte, in der die Ertüchtigung beider Kläranlagen der Überleitung des Abwassers von Wittdün nach Nebel wirtschaftlich in einer Kostenvergleichsrechnung gegenübergestellt werden sollte. Die Planungsgemeinschaft Rheinplan-enwacón sind mit der Erarbeitung der Studie beauftragt worden.

Die Studie wird hiermit vorgelegt.

## 2 Zielsetzung

Die Kläranlage Nebel und die Kläranlage Wittdün sind überaltert und dementsprechend in einigen Bereichen baulich abgängig. Daneben zeigt sich die Auslastung darin, dass in den Wintermonaten Überschreitungen im Grenzwert Stickstoff auftreten, die wie vorstehend beschrieben, jedoch genehmigungsrechtlich von untergeordneter Bedeutung sind. Auf der Kläranlage Nebel wird in den Sommermonaten die Kapazitätsgrenze (Grenzwert- sowie Volumenbezogen auf das Belebungsbecken) bereits erreicht, aufgrund dessen im Falle einer Zusammenlegung neben der Ertüchtigung der SBR auch eine Erweiterung des SBR-Volumens notwendig wird.

Es sind bereits im Rahmen einer Vorstudie mögliche Optimierungs- und Erneuerungsmaßnahmen der jeweiligen Kläranlagen durchgeführt worden. Um alle möglichen Varianten wirtschaftlich zu bewerten wird daher in der hier vorliegenden Studie die Wirtschaftlichkeit des Ansatzes der Überleitung des Abwassers aus Wittdün nach Nebel mit der Erweiterung der technischen Kläranlage in Nebel geprüft. Grundlagen für die Erarbeitung der hier vorliegenden Studie zur Überleitung sind:

- Kanalkataster, Pumpwerksdaten, etc.
- Potentialstudien zur Ertüchtigung der Kläranlagen Nebel und Wittdün
- Altunterlagen/Bestandsunterlagen der Kläranlagen
- Bestandserfassung mit Bewertung der Anlagenteile auf Nutzbarkeit im Rahmen des Ausbaukonzeptes für die Kläranlage Nebel
- Grundlagenermittlung mit Erfassung der relevanten Betriebsdaten und Prognose der zukünftigen hydraulischen und schmutzfrachtbezogenen Belastung der Kläranlage Nebel unter Berücksichtigung der Betriebsdaten aus Wittdün
- Variantenuntersuchung für die Abwasserbehandlung mit Erarbeitung des technisch und wirtschaftlich optimalen Ausbaukonzeptes

Die allgemeine Zielsetzung ist unter Beachtung aller Anforderungen, die sich aus den oben benannten Grundlagen ergeben, ein wirtschaftlich nachhaltiges und zukunftsorientiertes Umbaukonzept für die Kläranlagen Nebel und Wittdün zu entwickeln.

### 3 Bestandserfassung, Bestehende Kläranlage

#### 3.1 Historie Kläranlage Nebel

Die Kläranlage Nebel im Kreis Nordfriesland wird von den Versorgungsbetrieben Amrum betreut. Nach der Inbetriebnahme im Jahr 1978 erfolgten zwei Erweiterungen in den Jahren 2003 und 2006, sodass sich die derzeitige Ausbaugröße der Anlage auf rund 9.950 Einwohnerwerte beläuft. Die Kläranlage besteht aus den folgenden Anlagenteilen:

- Rechen und Sandfang als Hydrozyklone (Max. 100 l/s)
- Vorseicher 1 und 2
- SBR 1 und 2
- Ablaufspeicher
- Vererdungsbeete 1, 2 und 3
- Ablaufleitung

Aktuell ist die Kläranlage Nebel nach der Abwasserverordnung in die Größenklasse 3 einzuordnen. Die behördlichen Grenzwerte für den Ablauf der Kläranlage Nebel sind damit wie folgt:

- JSM = 245.000 m<sup>3</sup>/a
- Q<sub>max</sub> = 85,3 l/s
- CSB = 80 mg/l
- BSB<sub>5</sub> = 20 mg/l
- N<sub>ges</sub> = 10 mg/l T > 12 °C im Ablauf BB
- P<sub>ges</sub> = 4 mg/l

Eine Übersicht der bestehenden Kläranlage Nebel ist in der nachstehenden Abb. 3-1 dargestellt.

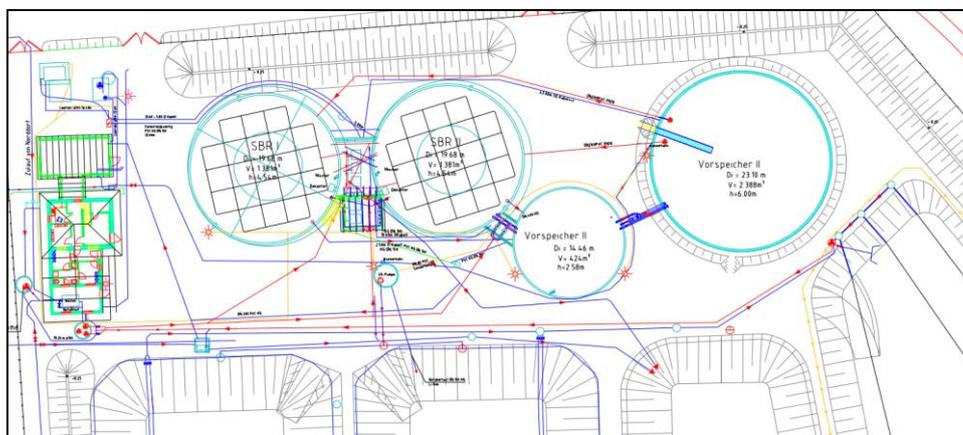


Abbildung 3-1: Übersichtsplan Kläranlage Nebel, Bestand

Die Kläranlage Nebel weist eine mechanische Reinigungsstufe, bestehend aus einer Rechenanlage und zwei Hydrozyklonen, die als Sandfang fungieren, auf. Von hier aus gelangt das

Abwasser in die Vorspeicher. Von den Vorspeichern wird das Abwasser in die beiden SB-Reaktoren, die die biologische Reinigungsstufe darstellen, gefördert. Das mittels Dekanter aus den SBR abgezogene Klarwasser fließt in den Ablaufspeicher und anschließend in die Nordsee. Der anfallende Überschussschlamm wird in die Vererdungsbeete gepumpt. Das in den Vererdungsbeeten anfallende Trübwasser wird über eine Tauchmotorpumpe zurück in das Zwischenpumpwerk gefördert.

### 3.2 Mechanische Reinigungsstufe

Als erste Stufe gliedert sich die mechanische Reinigungsstufe bestehend aus einem Rechen sowie zwei Hydrozyklonen, welche als Sandfang betrieben werden, an. Der Rechen sowie die Zyklone sind in nachstehender Abbildung ersichtlich. Während das Rechen noch eine gute Abscheideleistung aufweist, sind die Hydrozyklone in ihrer Funktion beeinträchtigt und weisen keine guten Abscheideleistungen auf.



**Abbildung 3-2: Mechanische Reinigung (Rechen und Hydrozyklone) KA Nebel**

Das Rohabwasser wird zunächst im Rechen der Fa. Huber von groben Feststoffen befreit. Dieser besteht aus einem Trommelsiebreen mit Waschgutpresse mit einem maximalen Durchfluss von 100 l/s. Die Rechenanlage befindet sich in einem Ex-geschützten Bereich eingehaust, im Rechengebäude.

Anschließend gelangt das Abwasser in ein rund 5 m<sup>3</sup> großes Zwischenpumpwerk mit drei Tauchmotorpumpen. Von dort aus wird das Abwasser auf die Hydrozyklone gefördert und durchfließt diese. Durch den sogenannten Teetasseneffekt werden Sande abgeschieden, um die nachfolgenden Anlagenteile zu schützen. Die Hydrozyklone funktionieren lediglich eingeschränkt. Von den Hydrozyklonen aus gelangt das mechanisch vorbehandelte Abwasser in den Vorspeicher I.

### 3.3 Vorspeicher

Auf der Kläranlage Nebel befinden sich zwei Vorspeicher, die den beiden SBR vorgeschaltet sind. Der Vorspeicher I besitzt ein Fassungsvermögen von 424 m<sup>3</sup> und ist über einen

Freigefällekanal mit dem Vorspeicher II verbunden, welcher ein Volumen von 2.388 m<sup>3</sup> besitzt. Im Vorspeicher II befinden sich zwei Tauchmotorpumpen, die das Abwasser in die beiden SBR fördern.



**Abbildung 3-3: Vorspeicher I und II, KA Nebel**

Der Vorspeicher I ist nicht mit einem Rührwerk ausgestattet. Ausschließlich der seitlich angeordnete Zuflussleitung wird dazu genutzt eine Drallwirkung zu erzeugen und sorgt damit für eine Durchmischung des Behälterinhalts. Die Leitung ist in vorstehender Abbildung dargestellt. Besonders in der Mitte des Vorspeicher I ist eine Versandung zu beobachten. Grund hierfür ist die ungenügende Abscheideleistung der vorgeschalteten Hydrozyklone sowie der am Beckenrand fließenden Strömung.

Vom Vorspeicher I gelangt das Abwasser über eine Freigefälleleitung in den Vorspeicher II. Dieser ist mit zwei Rührwerken ausgestattet. Ebenfalls sind im Vorspeicher II zwei Tauchmotorpumpen installiert, die der Beschickung des SBR dienen. Das große Vorspeichervolumen des Vorspeichers II führt jedoch zu einer schlechteren Durchmischung des Rohabwassers bei zeitgleich sehr intensiven Mischerleistungen und damit verbunden einem hohen Energiebedarf.

### 3.4 SB-Reaktoren

Vom Vorseicher aus wird das Abwasser in die SBR gefördert. Die Kläranlage Nebel ist mit zwei SB-Reaktoren mit einem Reaktionsvolumen von je 1.381 m<sup>3</sup> ausgestattet. In diesen erfolgt die Abwasserreinigung nach dem Belebtschlammverfahren mit einer Schlammstabilisierung von 25d. Die SB-Reaktoren werden in den Sommermonaten im zweistraßigen Betrieb und in den Wintermonaten im einstraßigen Betrieb gefahren. Zur Förderung des Abwassers von einem SBR in den anderen für den einstraßigen Betrieb, sind beide SB-Reaktoren mit je einer Tauchmotorpumpe ausgestattet. Die Durchmischung des Reaktorinhaltes erfolgt durch je ein Tauchmotorrührwerk. Das Klarwasser wird über je einen Dekanter pro SBR in einen Ablaufspeicher gefördert, von wo aus es weiter in die Nordsee abläuft. Die Belüftung der Reaktoren erfolgt durch Rohrbelüfter, die in Strängen angeordnet sind.



Abbildung 3-4:

SBR II

Die Rohrbelüftungssysteme sind energetisch ebenfalls nicht mehr optimal und im Rahmen der Ertüchtigung gegen effizientere feinblasige, flächige Belüftungen auszutauschen, die ebenfalls zu Einsparungen führen. Angrenzend an den SB-Reaktoren ist ein Fällmittel Tank mit einem Volumen von rund 8 m<sup>3</sup> aufgestellt. Über diesen kann in den Abwasserweg zur chemischen Phosphorfällung Fällmittel zudosiert werden.

### 3.5 Schlammbehandlung

Der Überschussschlamm wird im Freigefälle mit zusätzlicher Hilfe von Motorschiebern aus den SB-Reaktoren in einen Zwischenspeicher geleitet. Von hier aus wird der Überschussschlamm in Tageschargen in eines der drei Vererdungsbeete gepumpt. Das Trübwasser, welches aufgrund der Schlammeindickung/-entwässerung in den Vererdungsbeeten anfällt, wird über eine Tauchmotorpumpe zurück in das Zwischenpumpwerk geführt, um einen weiteren Reinigungszyklus zu durchlaufen.

### 3.6 Betriebsgebäude

Das vorhandene Betriebsgebäude dient als Lager und Werkstatt. Des Weiteren befinden sich dort sowohl sanitäre Einrichtungen wie Dusche, WC und Waschmaschine als auch ein Labor und ein Bereich für die EMSR-Leittechnik. Zusätzlich befindet sich auf dem Gelände eine Maschinenhalle mit Abmessungen von rund 21,30 m x 8,30 m.

### 3.7 Gebläsestation

Die Gebläsestation besteht aus insgesamt fünf Gebläsen der Fa. Aerzen. Zwei Gebläse sind dabei je einem Reaktor zugeordnet. Das dritte Gebläse dient der Redundanz. Die Gebläse können dabei unterschiedliche Lasten abdecken, sodass die stark voneinander abweichenden Saisonbedingungen bedient werden können. Auch hier ist energetisches Potential vorhanden, da durch die neue erforderliche Belüftung der SB-Reaktoren eine Anpassung an die Gebläse erfolgen muss. Zudem ist in Abhängigkeit des wirtschaftlichsten Konzeptes dieser Studie eine entsprechende Regelungsstrategie vorzusehen.

### 3.8 Zusammenfassung Bestandserfassung

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse der Bestandserfassung noch einmal stichwortartig zusammengefasst:

**Mechanische Reinigungsstufe:** Rechenanlage und Hydrozyklon als Sandfang sind altersbedingt abgängig und daher zu ertüchtigen. Wie bereits in der Potentialstudie berücksichtigt, wird ein Anbau an das vorhandene Betriebsgebäude realisiert, in dem eine Kompaktanlage integriert wird. Die Kompaktanlage wird so aufgestellt, dass der Vorscheicher weiterhin im freien Gefälle erreicht werden kann.

**Vorscheicher:** Vorscheicher I ist weiter nutzbar, Vorscheicher II ist überdimensioniert und wird in das jeweilige Anlagenkonzept integriert. Die maschinentechnische Ausrüstung beider Speicher ist zu ertüchtigen.

**SB-Reaktoren:** Die SB-Reaktoren können weiter genutzt werden. Die Maschinen- und EMSR-Technik ist zu ertüchtigen. In Abhängigkeit der Varianten wird zusätzliches Volumen erforderlich.

**Gebläsestation:** Die vorhandenen Gebläse sind gegen neue Verdichter/Gebläse auszutauschen. Neben der energetischen Einsparung bedarf es in Abhängigkeit der Varianten eine Überplanung der Gebläse- und Regelungsstrategie.

**Schlammbehandlung:** Der Schlamm wird im freien Gefälle in einen Zwischenspeicher geleitet und von hier aus auf drei Vererdungsbeete gefördert. Die Pumpen sind in Abhängigkeit der Varianten anzupassen und auszutauschen. Die Vererdungsbeete bleiben von der Maßnahme

unberührt, es ist jedoch zu prüfen, ob ausreichend Kapazität bei Räumung eines Beetes bei einer Zusammenlegung der Kläranlagen vorhanden ist.

**Betriebsgebäude:** bleibt unverändert, wird jedoch um einen Gebäudeteil zur Aufnahme der Kompaktanlage als mechanische Stufe erweitert.

### 3.9 Wassermengen KA Nebel

Die Datenauswertung zur Belastungssituation auf der Kläranlage Nebel ist bereits im Vorfeld durchgeführt und übergeben worden. Die Wassermengen sind anhand der Betriebsdaten ermittelt und nach Trockenwetter-, Regenwetter- und Mischwasserzufluss aufgeschlüsselt worden, um aussagekräftige Betriebsdaten zu erhalten und anhand dieser die Daten für die Bemessung festlegen zu können.

### 3.10 Schmutzfrachtbelastung im Zulauf zur KA Nebel

#### 3.10.1 Konzentrationen

Im Rahmen der Selbstüberwachungsverordnung werden auf der Kläranlage Nebel die nachstehenden Parameter im Zu- und Ablauf

- Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>),
- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB),
- Gesamtstickstoff (N<sub>ges.</sub>)
- Gesamtphosphor (P<sub>ges.</sub>)

über das Jahr verteilt erfasst. Auch diese sind im Vorwege bereits ermittelt worden, um die Bemessungsdaten für die weitere Planung festlegen zu können.

#### 3.10.2 Schmutzfrachten

Für die Schmutzfrachtberechnungen sind die Tageswassermengen mit den gemessenen, zugehörigen Schmutzkonzentrationen multipliziert worden. Hierbei ist zu beachten, dass es sich um Stichproben handelt, die aufgrund der ungleichmäßig über den Tag verteilten Konzentration tendenziell gegenüber einer 24-h-Mischprobe/ der mittleren Konzentration höhere Werte ausweisen. Auch diese sind im Vorwege ausgewertet worden.

#### 3.10.3 Einwohnerwerte

Ebenfalls sind die Einwohnerwerte im Ist-Zustand ermittelt worden, um einen Abgleich zur Genehmigung zur Einleitung herstellen zu können. Der Einwohnerwert im Ist-Zustand bezogen auf den CSB im 85ger Perzentil beträgt 5.833 EW in den Sommermonaten und liegt somit noch deutlich unter dem für die Kläranlage genehmigten Einwohnerwert von 9.950 EW.

### 3.11 Ablaufanforderungen KA Nebel

Die Kläranlage Nebel ist nach der Abwasserverordnung derzeit in Größenklasse 3 einzuordnen. Die folgenden gesetzlich festgeschriebenen Ablaufwerte sind einzuhalten:

**Tabelle 3-1: Aktuelle Überwachungswerte der Kläranlage Nebel**

Parameter	Einheit	Überwachungswert	Einhaltungsbedingungen
CSB	mg/l	80	
BSB <sub>5</sub>	mg/l	20	
N <sub>anorg.</sub>	mg/l	10	Temperatur Ablauf BB > 12°C
P <sub>ges.</sub>	mg/l	4	
Jahresschmutzwassermenge	m <sup>3</sup> /a	245.000	

Es ist von einer Verschärfung im Bereich Phosphor und Stickstoff auszugehen. Derzeit ist lediglich der einzuhaltende Gesamtstickstoff spezifiziert. Es ist davon auszugehen, dass künftig auch der Ammoniumstickstoff mit einem Grenzwert ausgewiesen wird. Unter Berücksichtigung einer künftigen Zusammenlegung ist das Verschlechterungsverbot zum Schutz der Gewässer zu berücksichtigen.

### 3.12 Auswertung Betriebsdaten KA Nebel

Die Ist-Situation der Kläranlage Nebel ist der Grundlagenermittlung zu entnehmen und dort ausführlich dargestellt. Gleiches gilt für die zu berücksichtigenden Bemessungsdaten.

### 3.13 Örtliche Verhältnisse KA Nebel

#### 3.13.1 Flächennutzungs- und Bebauungspläne

Die Unterlagen wie Flächennutzungs- und Bebauungspläne liegen derzeit nicht vor und werden bei Bedarf im Rahmen der weiteren Planungsschritte angefragt:

#### 3.13.2 Grundstück

Die Kläranlage Nebel liegt an der östlichen Küste der Insel Amrum, nordöstlich der Gemeinde Nebel. Das Gelände um das Klärwerk herum ist flach und grenzt an der östlichen Seite unmittelbar an die Nordsee.

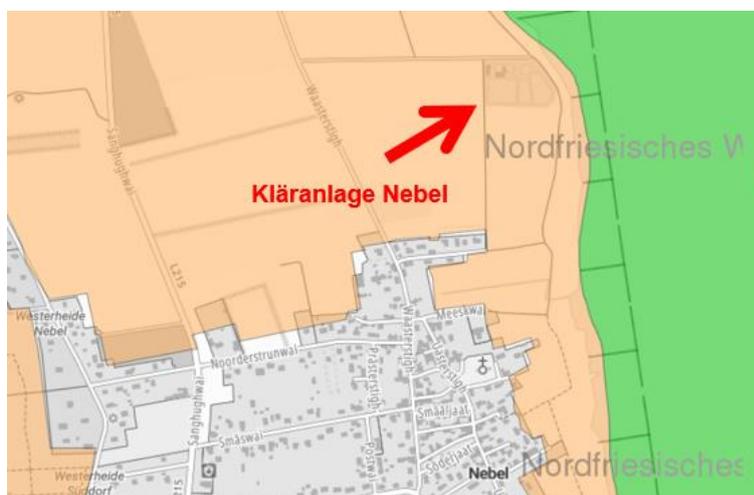
#### 3.13.3 Schutzgebiete

##### 3.13.3.1 Planungsbereich

Im Rahmen der weiteren Planung werden die Aspekte Naturschutz, FFH-Anforderungen, Natura 2000 sowie Ansprüche der Wasserrahmenrichtlinie untersucht und gezielt Maßnahmen zum Schutz oder Ausgleich vorgesehen.

##### 3.13.3.2 Von der Planung betroffene Gebiete

Die Kläranlage Nebel befindet sich im Landschaftsschutzgebiet. Unmittelbar östlich der Kläranlage befindet sich das Nordfriesische Wattenmeer welches als Naturschutzgebiet eingestuft wird.



**Abbildung 3-5: KA Nebel: Landschaftsschutzgebiet (links), Naturschutzgebiet (rechts)**

Zusätzlich befindet sich die Kläranlage im Gebiet der Weidewirtschaft, der Wiesenvogelkulisse und der Rastplätze für wandernde Vogelarten. Diese Daten wurden dem Schleswig-Holstein Umweltportal entnommen.

### **3.13.4 Immissionsstandorte**

Die folgenden Unterlagen liegen derzeit nicht vor und werden bei Bedarf im Rahmen der weiteren Planungsschritte angefragt, bzw. erstellt:

- Geruchsgutachten
- Schallschutzgutachten
- Sonstige Immissionsgutachten (z.B. Stickstoffdeposition)

Ziel ist es dabei die vorstehenden Punkte zunächst qualitativ zu bearbeiten, um kostenintensive, externe Gutachten zu vermeiden. Inwieweit darüberhinausgehende Maßnahmen gefordert werden, ist mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

### **3.13.5 Vorfluterverhältnisse**

In unmittelbarer Nähe der Kläranlage Nebel befindet sich die Nordsee. Das gereinigte Wasser verlässt die Kläranlage und fließt von dort direkt in die östlich gelegene Nordsee.

### **3.13.6 Baugrundverhältnisse**

Ein baugelogisches Vorgutachten zur Gründung von Bauwerken liegt derzeit noch nicht vor. Im Rahmen des Projektfortschritts wird empfohlen dies nachzuholen, um aussagekräftige Gründungsempfehlungen für die weitere Planung zu erhalten. Betroffen ist hiervon die Erweiterung des Rechengebäudes.

## 4 Bestandserfassung, Bestehende Kläranlage

### 4.1 Historie Kläranlage Wittdün

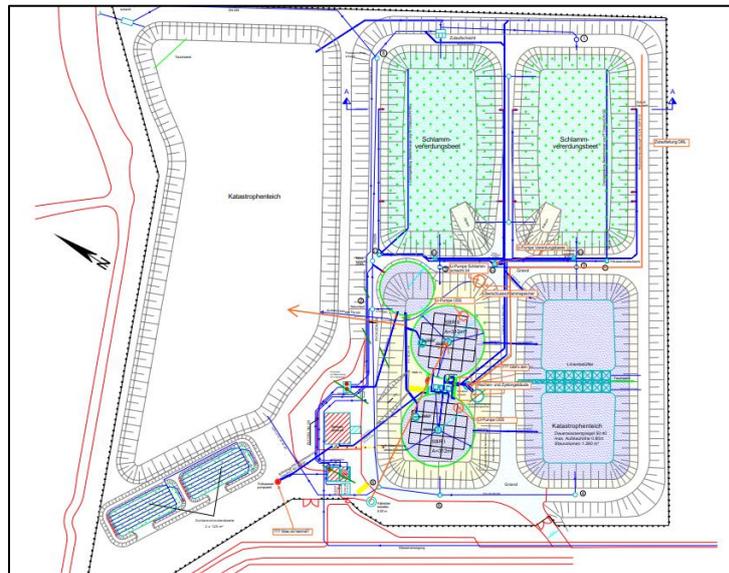
Die Kläranlage Wittdün liegt im Kreis Nordfriesland auf der Insel Amrum und wird von den Versorgungsbetrieben Amrum betreut. Im Jahr 1978 erfolgte die Inbetriebnahme und es folgten seitdem zwei Erweiterungen in den Jahren 2003 und 2006. Derzeit liegt die Ausbaugröße laut Genehmigung bei 4.999 Einwohnerwerte, sodass die Kläranlage in die Größenklasse 2 einzugruppieren ist. Die Kläranlage besteht aus den folgenden Anlagenteilen:

- Ausbaugröße 4.999 EW
- Rechen und Sandabscheidung
- Vorspeicher (SBR I)
- SBR II
- Fällmittelstation
- Gebläsestation
- Schlammvererdungsbeet
- Katastrophenteich

Die behördlichen Grenzwerte für den Ablauf der Kläranlage Wittdün sind wie folgt:

- |                    |                             |                        |
|--------------------|-----------------------------|------------------------|
| ➤ JSM              | = 125.000 m <sup>3</sup> /a |                        |
| ➤ Q <sub>max</sub> | = 95 l/s                    |                        |
| ➤ CSB              | = 90 mg/l                   |                        |
| ➤ BSB <sub>5</sub> | = 20 mg/l                   |                        |
| ➤ N <sub>ges</sub> | = 10 mg/l                   | T > 12 °C im Ablauf BB |
| ➤ P <sub>ges</sub> | = 8 mg/l                    |                        |

Der Übersichtsplan der Bestandskläranlage ist in folgender Abbildung dargestellt. Das Abwasser fließt vom Zulauf in die Mechanische Vorreinigung der Kläranlage, bestehend aus einem Trommelsiebrechen und einem nachgeschaltetem Hydrozyklon. Das Abwasser gelangt von hier aus in den als Vorspeicher genutzten SBR I, von wo aus es weiter für die biologische Reinigung in den SBR II gefördert wird.



**Abbildung 4-1:                   Übersichtsplan Kläranlage Wittdün, Bestand**

Der anfallende Klärschlamm wird daraufhin zur aeroben Stabilisierung in die Schlammverfestungsbeete geleitet und das über den Dekanter abgezogene Klarwasser gelangt in einem Ablaufteich zur Zwischenspeicherung und anschließend über eine Freigefälleleitung und dann über den Silgraben – das Gattel – der Wittdüner Marsch in die Nordsee.

## 4.2           Mechanische Reinigungsstufe

Im ersten Schritt der mechanischen Reinigungsstufe auf der Kläranlage Wittdün wird das anfallende Rohabwasser durch einen Trommelsiebrechen der Fa. Huber von Grobstoffen befreit. Anschließend wird das Abwasser über einen Zwischenspeicher mit einem Fassungsvermögen von rund 4 m<sup>3</sup> mittels zwei trocken aufgestellter Pumpen in den nachgeschalteten Hydrozyklon zur Sandabscheidung geleitet.



**Abbildung 4-2:                   Rechen & Hydrozyklon**

Der Hydrozyklon weist jedoch keine gute Abscheideleistung auf und das Abwasser gelangt mit einem Anteil an Sandpartikel in den als Vorspeicher genutzten SBR I.

### 4.3 Vorspeicher

Auf der Kläranlage Wittdün wird der SBR I als Vorspeicher verwendet, da selbst bei Spitzenbelastung das Volumen nur eines SBRs zur vollständigen Abwasserreinigung genügt. Der Vorspeicher ist mit zwei Tauchmotorpumpen ausgestattet. Tauchmotorpumpe 1 dient als Beschickungspumpe, wobei Tauchmotorpumpe 2 für die Durchmischung im Behälter, ähnlich wie ein Injektorrührwerk, sorgt.

### 4.4 SBR II

Das Abwasser wird vom Vorspeicher über die installierte Tauchmotorpumpe 1 in den SBR II beschickt. Dieser ist mit einem Tauchmotorrührwerk ausgestattet und hat ein Nutzvolumen von 1.400 m<sup>3</sup> für die biologische Reinigung. Im SBR II ist ebenfalls eine Tauchmotorpumpe installiert, welche an den Vorspeicher zurückleitet. Dieser ist jedoch nicht in Betrieb. Die SBR II Anlage ist ebenfalls mit einem linienförmigem Rohrbelüftungssystem ausgestattet.



**Abbildung 4-3: Vorspeicher (SBR I) und SBR II KA Wittdün**

Das Klarwasser wird über einen Dekanter abgezogen und in einem Ablaufteich zur Zwischenspeicherung geleitet. Von hier aus gelangt das Klarwasser über eine Freigefälleleitung über den Silgraben – das Gattel – der Wittdüner Marsch in die Nordsee. Der Überschussschlamm wird anschließend in die Schlammvererdungsbeete über ein Schlammschacht geleitet.

### 4.5 Fällmittelstation

Zur Phosphoreliminierung wird Eisen-III-Chlorid aus dem Fällmitteltank in den SBR II Reaktor zudosiert, um für eine ausreichende Fällung des Phosphors zu sorgen. Der Fällmitteltank umfasst 8 m<sup>3</sup> und ist mit zwei Fällmittelpumpen ausgestattet.

## 4.6 Gebläsestation

Drei Drehkolbengebläse der Fa. Aerzen versorgen den SBR II mit ausreichender Belüftung. Ein Frequenzumrichter zur Anpassung der Gebläseleistung ist derzeit nicht installiert, sodass diese dauerhaft auf Volllast laufen.

## 4.7 Schlammbehandlung

Aus dem SBR II gelangt der Klärschlamm im Freigefälle in einen Schlamm-schacht, von wo aus der Klärschlamm in eines der beiden Vererdungsbeete mittels Tauchmotorpumpe gepumpt wird. Durch statische Eindickung sammelt sich das Trübwasser an und wird über eine Tauchmotorpumpe im nachgeschalteten Trübwasserschacht dem Vorspeicher zurückgeführt.

## 4.8 Zusammenfassung Bestandserfassung

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse der Bestandserfassung noch einmal stichwortartig zusammengefasst:

**Mechanische Reinigungsstufe:** Rechenanlage und Hydrozyklon als Sandfang sind altersbedingt abgängig und daher zu ertüchtigen. Es soll ein neues Gebäude errichtet werden, in dem eine Kompaktanlage integriert wird.

**Vorspeicher:** SBR I wird als Vorspeicher genutzt. Dieser ist wieder als SBR auszustatten und der aktuell nicht verwendete Ablaufspeicher wird dafür als Vorspeicher genutzt.

**SB-Reaktoren:** Der SBR II kann weiter genutzt werden, zusätzlich wird der Vorspeicher (SBR I) wieder zum SBR ausgestattet. Die Maschinen- und EMSR-Technik ist zu ertüchtigen.

**Gebläsestation:** Die vorhandenen Gebläse sind gegen neue Verdichter auszutauschen. Neben der energetischen Einsparung bedarf es in Abhängigkeit der Varianten eine Überplanung der Gebläse- und Regelungsstrategie.

**Schlammbehandlung:** Der Schlamm wird im freien Gefälle in den Schlamm-schacht geleitet und von hier aus auf die beiden Vererdungsbeete gefördert. Die Pumpen sind in Abhängigkeit der Varianten anzupassen und auszutauschen.

**Betriebsgebäude:** Ein neues Gebäude wird zur Einhausung der Kompaktanlage als mechanische Stufe errichtet.

## 4.9 Wassermengen KA Wittdün

Die Auswertung der Daten zur Belastungssituation auf der Kläranlage Wittdün ist bereits im Vorfeld durchgeführt und übermittelt worden. Anhand der Betriebsdaten wurden die Wassermengen ermittelt und nach Trockenwetter-, Regenwetter- und Mischwasserzufluss aufgeschlüsselt, um aussagekräftige Betriebsdaten zu erhalten. Auf Grundlage dieser Daten können die Bemessungswerte festgelegt werden.

## 4.10 Schmutzfrachtbelastung im Zulauf zur KA Wittdün

### 4.10.1 Konzentrationen

Im Rahmen der Selbstüberwachungsverordnung werden auf der Kläranlage Wittdün die nachstehenden Parameter im Zu- und Ablauf

- Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>),
- Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB),
- Gesamtstickstoff (N<sub>ges.</sub>)
- Gesamtphosphor (P<sub>ges.</sub>)

über das Jahr verteilt erfasst. Auch diese sind im Vorwege bereits ermittelt worden, um die Bemessungsdaten für die weitere Planung festlegen zu können.

### 4.10.2 Schmutzfrachten

Für die Schmutzfrachtberechnungen sind die Tageswassermengen mit den gemessenen, zugehörigen Schmutzkonzentrationen multipliziert worden. Hierbei ist zu beachten, dass es sich um Stichproben handelt, die aufgrund der ungleichmäßig über den Tag verteilten Konzentration tendenziell gegenüber einer 24-h-Mischprobe/ der mittleren Konzentration höhere Werte ausweisen. Auch diese sind im Vorwege ausgewertet worden.

### 4.10.3 Einwohnerwerte

Die Einwohnerwerte im Ist-Zustand sind ebenfalls ermittelt worden, um einen Abgleich zur Genehmigung zur Einleitung herstellen zu können. Der Einwohnerwert im Ist-Zustand bezogen auf den CSB im 85ger Perzentil beträgt 1.950 EW in den Sommermonaten und liegt somit noch deutlich unter dem für die Kläranlage genehmigten Einwohnerwert von 4.999 EW.

## 4.11 Ablaufanforderungen KA Wittdün

Die Kläranlage Wittdün ist nach der Abwasserverordnung derzeit in Größenklasse 2 einzuordnen. Die folgenden gesetzlich festgeschriebenen Ablaufwerte sind einzuhalten:

**Tabelle 4-1: Aktuelle Überwachungswerte der Kläranlage Wittdün**

Parameter	Einheit	Überwachungswert	Einhaltungsbedingungen
CSB	mg/l	90	
BSB <sub>5</sub>	mg/l	20	
N <sub>anorg.</sub>	mg/l	10	Temperatur Ablauf BB > 12°C
P <sub>ges.</sub>	mg/l	8	
Jahresschmutzwassermenge	m <sup>3</sup> /a	125.000	

Es ist von einer Verschärfung im Bereich Phosphor und Stickstoff auszugehen. Derzeit ist lediglich der einzuhaltende Gesamtstickstoff spezifiziert. Es ist davon auszugehen, dass künftig auch der Ammoniumstickstoff mit einem Grenzwert ausgewiesen wird. Unter Berücksichtigung einer künftigen Zusammenlegung ist das Verschlechterungsverbot zum Schutz der Gewässer zu berücksichtigen.

## 4.12 Auswertung Betriebsdaten KA Wittdün

Die Ist-Situation der Kläranlage Wittdün ist der Grundlagenermittlung zu entnehmen und dort ausführlich dargestellt. Gleiches gilt für die zu berücksichtigenden Bemessungsdaten.

## 4.13 Örtliche Verhältnisse KA Wittdün

### 4.13.1 Flächennutzungs- und Bebauungspläne

Die Unterlagen wie Flächennutzungs- und Bebauungspläne liegen derzeit nicht vor und werden bei Bedarf im Rahmen der weiteren Planungsschritte angefragt:

### 4.13.2 Grundstück

Die Kläranlage Wittdün liegt an der südöstlichen Küste der Insel Amrum, nordöstlich der Gemeinde Nebel. Das Gelände um das Klärwerk herum ist flach und grenzt an der östlichen Seite unmittelbar an die Nordsee.

### 4.13.3 Schutzgebiete

#### 4.13.3.1 Planungsbereich

Im Rahmen der weiteren Planung werden die Aspekte Naturschutz, FFH-Anforderungen, Natura 2000 sowie Ansprüche der Wasserrahmenrichtlinie untersucht und gezielt Maßnahmen zum Schutz oder Ausgleich vorgesehen.

#### 4.13.3.2 Von der Planung betroffene Gebiete

Die Kläranlage Wittdün befindet sich im Landschaftsschutzgebiet. Unmittelbar östlich der Kläranlage befindet sich das Nordfriesische Wattenmeer welches als Naturschutzgebiet eingestuft wird.

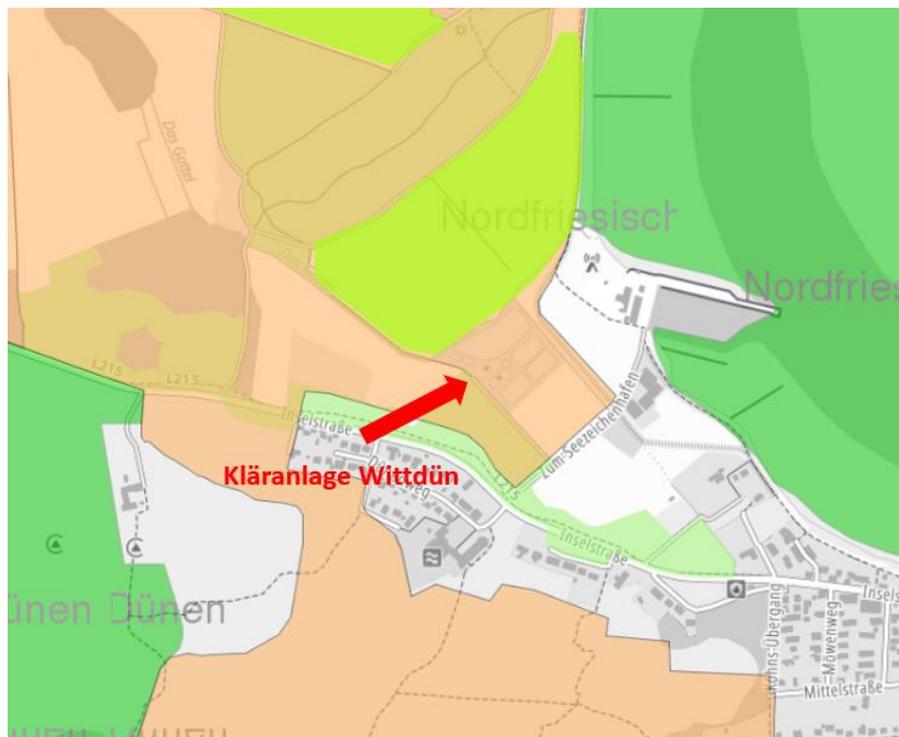


Abbildung 4-4: KA Wittdün Schutzgebiete Karte (Braun: Weidewirtschaft; Dunkelgrün: Naturschutzgebiet; Gelbgrün: Rastplätze für wandernde Vogelarten; Hellgrün: Wald)

Zusätzlich befindet sich die Kläranlage im Gebiet der Weidewirtschaft und der Wiesenvogelkulisse. Die Kläranlage grenzt nordwestlich an das Gebiet der Rastplätze für wandernde Vogelarten und südwestlich an einem Wald. Diese Daten wurden dem Schleswig-Holstein Umweltportal entnommen.

#### **4.13.4 Immissionsstandorte**

Die folgenden Unterlagen liegen derzeit nicht vor und werden bei Bedarf im Rahmen der weiteren Planungsschritte angefragt, bzw. erstellt:

- Geruchsgutachten
- Schallschutzgutachten
- Sonstige Immissionsgutachten (z.B. Stickstoffdeposition)

Ziel ist es dabei die vorstehenden Punkte zunächst qualitativ zu bearbeiten, um kostenintensive, externe Gutachten zu vermeiden. Inwieweit darüberhinausgehende Maßnahmen gefordert werden, ist mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

#### **4.13.5 Vorfluterverhältnisse**

In unmittelbarer Nähe der Kläranlage Wittdün befindet sich die Nordsee. Das gereinigte Wasser verlässt die Kläranlage und fließt von dort über den Silgraben „das Gattel“ der Wittdüner Marsch in die östlich gelegene Nordsee.

#### **4.13.6 Baugrundverhältnisse**

Ein baugeologisches Vorgutachten zur Gründung von Bauwerken liegt derzeit noch nicht vor. Im Rahmen des Projektfortschritts wird empfohlen dies nachzuholen, um aussagekräftige Gründungsempfehlungen für die weitere Planung zu erhalten. Betroffen ist hiervon die Erweiterung des Rechengebäudes.

## 5 Vorbemessung biologische Stufe

### 5.1 Allgemeines

Die Vorbemessung der verschiedenen Varianten wird unter Berücksichtigung der einschlägigen Regelwerke durchgeführt und variiert in Abhängigkeit der Variante. Für die Varianten wird die ATV-DVWK-A 131 Stand 2016 zur Auslegung mittels Excel-Tool vormessen. Die finalen Bemessungen erfolgen im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung.

### 5.2 Eingangsdaten

Die Bemessung erfolgt unter Berücksichtigung der Daten der Grundlagenermittlung und Abstimmungen mit dem Betrieb. Die Bemessungsdaten sind im weiteren Verlauf zusammengestellt. Die detaillierte Auswertung ist der Grundlagenermittlung zu entnehmen.

### 5.3 Ablaufwerte

Die Kläranlage ist nach der Abwasserverordnung derzeit in Größenklasse 3 einzuordnen. Der Vorfluter ist kein Schwerpunktgewässer, da das Klarwasser direkt in die Nordsee fließt. Die neuen Grenzwerte für den Ablauf sind wie folgt einzuhalten:

**Tabelle 5-1: Aktuelle Überwachungswerte der Kläranlage Nebel**

Parameter	Einheit	Überwachungswert	Einhaltungsbedingungen
CSB	mg/l	80	
BSB <sub>5</sub>	mg/l	20	
N <sub>anorg.</sub>	mg/l	10	Temperatur Ablauf BB > 12°C
P <sub>ges.</sub>	mg/l	4	
Jahresschmutzwassermenge	m <sup>3</sup> /a	370.000	

Bei einer Zusammenlegung der beiden Kläranlagen würde die Jahresschmutzwassermenge in Nebel von 240.000 m<sup>3</sup>/a auf 370.000 m<sup>3</sup>/a steigen. Bei Realisierung der Zusammenlegung werden für die größeren Abwassermengen größere Belebungsbeckenvolumina erforderlich, um die Grenzwerte einzuhalten, sodass das Verschlechterungsverbot eingehalten wird.

## 5.4 Bemessungsdaten KA Nebel

Für die Kläranlage Nebel ergeben sich nachstehende Bemessungswerte unter Berücksichtigung der Betriebstagebücher der Jahre 2017-2019. Aus der nachstehenden Tabelle sind die Daten für die Sommersaison ersichtlich.

**Tabelle 5-2: Bemessungsdaten KA Nebel – Sommer (17.03.-31.10.) – mit Süddorf**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
$Q_{ges,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	862	1.130
$Q_{ges,h,min(24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	36	47
$Q_{ges,h,(13h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	66	87
$Q_{ges,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	132	174
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
$Q_{TW,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	845	1.119
$Q_{TW,h,min(24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	35	47
$Q_{TW,h,(13h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	65	86
$Q_{TW,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	130	172
<b>SBR 1 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
Schlammvolumen	ml/l	404	560
<b>SBR 2 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
Schlammvolumen	ml/l	530	611
<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf</b>			
$C_{CSB,}$	mg/l	652	836
$C_{BSB5}$	mg/l	316	394
$C_{TS}$	mg/l	383	492
$C_{Nges.}$	mg/l	77	117
$C_{Pges.}$	mg/l	8,3	10,9

<b>Schmutzfrachten Zulauf Trockenwetter</b>			
$B_{d,CSB}$	kg/d	550	706
<b>EW<sub>CSB</sub></b>	<b>E</b>	<b>4.592</b>	<b>5.883</b>
$B_{d,BSB5}$	kg/d	267	333
EW <sub>BSB5</sub>	E	4.450	5.550
CSB/BSB <sub>5</sub>	-	2,1	2,1
$B_{d,TS}$	kg/d	324	415
CSB/TS	-	1,7	1,7
<b><math>B_{d,Nges.}</math></b>	<b>kg/d</b>	<b>65</b>	<b>99</b>
<b>EW<sub>Nges.}</sub></b>	<b>E</b>	<b>5.909</b>	<b>9.000</b>
$B_{d,Pges.}$	kg/d	7,0	9,2
EW <sub>Pges</sub>	E	3.889	5.111

Die Bemessungsdaten für die Wintersaison in der KA Nebel sind wie folgt in der nachstehenden Tabelle ersichtlich:

**Tabelle 5-3: Bemessungsdaten KA Nebel – Winter (01.11.-16.03.) – mit Süddorf**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
$Q_{ges,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	485	603
$Q_{ges,h,min(24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	20	25
$Q_{ges,h,(13h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	37	46
$Q_{ges,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	74	92
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
<b><math>Q_{TW,d,ges}</math></b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>465</b>	<b>593</b>
$Q_{TW,h,min(24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	19	25
$Q_{TW,h,(13h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	36	46
$Q_{TW,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	72	92

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>SBR 1 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
Schlammvolumen	ml/l	483	642
<b>SBR 2 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
Schlammvolumen	ml/l	260	344
<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf</b>			
$C_{CSB}$	mg/l	589	699
$C_{BSB5}$	mg/l	305	335
$C_{TS}$	mg/l	346	411
$C_{Nges.}$	mg/l	50	62
$C_{Pges.}$	mg/l	8,2	9,5
<b>Schmutzfrachten Zulauf Trockenwetter</b>			
$B_{d,CSB}$	kg/d	274	325
<b><math>EW_{CSB}</math></b>	<b>E</b>	<b>2.283</b>	<b>2.708</b>
$B_{d,BSB5}$	kg/d	142	156
$EW_{BSB5}$	E	2.367	2.600
$CSB/BSB5$	-	1,9	2,1
$B_{d,TS}$	kg/d	161	191
$CSB/TS$	-	1,7	1,7
<b><math>B_{d,Nges.}</math></b>	<b>kg/d</b>	<b>23</b>	<b>29</b>
<b><math>EW_{Nges.}</math></b>	<b>E</b>	<b>2.091</b>	<b>2.636</b>
$B_{d,Pges.}$	kg/d	3,8	4,4
$EW_{Pges.}$	E	2.111	2.444

## 5.5 Bemessungsdaten KA Wittdün

Für die Kläranlage Wittdün ergeben sich nachstehende Bemessungswerte für die Sommersaison unter Berücksichtigung der Betriebstagebücher der Jahre 2017-2019.

**Tabelle 5-4: Bemessungsdaten KA Wittdün – Sommer (16.03.-01.11)**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
$Q_{ges,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	360	483
$Q_{ges,h,min (24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	15	20
$Q_{ges,h,(12h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	30	40
$Q_{ges,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	60	80
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
$Q_{TW,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	345	482
$Q_{TW,h,min (24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	14	20
$Q_{TW,h,(12h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	29	40
$Q_{TW,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	58	80
<b>SBR 1 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	0,7	1,75
TS-Gehalt BB	g/l	4,7	5,4
ISV BB	ml/g	113	142
<b>SBR 2 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
TS-Gehalt BB	g/l	3,5	4,6
ISV BB	ml/g	80	120
<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf</b>			
$C_{CSB,}$	mg/l	510	678
$C_{BSB5}$	mg/l	313	464
$C_{TS}$	mg/l	300	399
$C_{Nges.}$	mg/l	72	104
$C_{Pges.}$	mg/l	8,1	11,0

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>85 Perzentil</b>
<b>Schmutzfrachten Zulauf Trockenwetter</b>			
B <sub>d,CSB</sub> mit Reserve	kg/d	176	234
<b>EW<sub>CSB</sub> mit Reserve</b>	<b>E</b>	<b>1.467</b>	<b>1.950</b>
<b>EW<sub>CSB</sub> mit SA+ Reserve*</b>	<b>E</b>		
B <sub>d,BSB5</sub>	kg/d	108	160
EW <sub>BSB5</sub>	E	1.800	2.667
CSB/BSB <sub>5</sub>	-	1,6	1,5
B <sub>d,TS</sub>	kg/d	103	138
CSB/TS	-	1,7	1,7
<b>B<sub>d,Nges.</sub></b>	<b>kg/d</b>	<b>25</b>	<b>36</b>
<b>EW<sub>Nges.</sub></b>	<b>E</b>	<b>2.273</b>	<b>3.273</b>
B <sub>d,Pges.</sub>	kg/d	2,8	3,8
EW <sub>Pges.</sub>	E	1.555	3.455

Die Bemessungsdaten für die Wintersaison in der KA Wittdün sind aus der nachstehenden Tabelle zu ersichtlich:

**Tabelle 5-5: Bemessungsdaten KA Wittdün – Winter (01.11.-16.03.)**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
Q <sub>ges,d,ges</sub>	m <sup>3</sup> /d	248	323
Q <sub>ges,h,min (24h),ges</sub>	m <sup>3</sup> /h	10	13
Q <sub>ges,h,(12h)ges</sub>	m <sup>3</sup> /h	20	26
Q <sub>ges,h,max,</sub>	m <sup>3</sup> /h	40	52

<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
$Q_{TW,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	<b>230</b>	<b>311</b>
$Q_{TW,h,min (24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	10	13
$Q_{TW,h,(12h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	20	26
$Q_{TW,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	40	52
<b>SBR 1 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	1,0	2,0
TS-Gehalt BB	g/l	3,8	4,9
ISV BB	ml/g	118	154
<b>SBR 2 Abwasser- und Schlammeigenschaften Gesamtzufluss – IST!</b>			
→ Wird momentan als Vorlage genutzt!			
<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf</b>			
C <sub>CSB</sub> ,	mg/l	470	678
C <sub>BSB5</sub>	mg/l	223	313
C <sub>TS</sub>	mg/l	276	399
C <sub>Nges.</sub>	mg/l	47	61
C <sub>Pges.</sub>	mg/l	6,5	9,1
<b>Schmutzfrachten Zulauf Trockenwetter</b>			
B <sub>d,CSB mit Reserve</sub>	kg/d	108	156
<b>EW<sub>CSB mit Reserve</sub></b>	<b>E</b>	<b>900</b>	<b>1.300</b>
<b>EW<sub>CSB mit SA+ Reserve*</sub></b>	<b>E</b>		
B <sub>d,BSB5</sub>	kg/d	51	72
EW <sub>BSB5</sub>	E	850	1.200
CSB/BSB <sub>5</sub>	-	2,1	2,2
B <sub>d,TS</sub>	kg/d	64	92
CSB/TS	-	1,7	1,7

<b>B<sub>d,Nges.</sub></b>	<b>kg/d</b>	<b>10,9</b>	<b>14,0</b>
<b>EW<sub>Nges.</sub></b>	<b>E</b>	<b>991</b>	<b>1.273</b>
B <sub>d,Pges.</sub>	kg/d	1,5	2,1
EW <sub>Pges.</sub>	E	833	1.167

## 5.6 Bemessungsdaten Zusammenlegung Nebel und Wittdün

Bei einer Zusammenlegung der Kläranlage Nebel und der Kläranlage Wittdün durch Überleitung des Abwassers nach Nebel ergeben sich nachstehende Bemessungswerte unter Berücksichtigung der Betriebstagebücher der Jahre 2017-2019. Aus der nachstehenden Tabelle sind die Daten für die Sommersaison ersichtlich.

**Tabelle 5-6: Bemessungsdaten Zusammenlegung KA Nebel und Wittdün - Sommer**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
Q <sub>ges,d,ges</sub>	m <sup>3</sup> /d	1.222	1.613
Q <sub>ges,h,min (24h),ges</sub>	m <sup>3</sup> /h	51	67
Q <sub>ges,h,(12h)ges</sub>	m <sup>3</sup> /h	96	127
Q <sub>ges,h,max,</sub>	m <sup>3</sup> /h	192	254
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
Q <sub>TW,d,ges</sub>	m <sup>3</sup> /d	1.190	1.601
Q <sub>TW,h,min (24h),ges</sub>	m <sup>3</sup> /h	49	67
Q <sub>TW,h,(12h)ges</sub>	m <sup>3</sup> /h	94	126
Q <sub>TW,h,max,</sub>	m <sup>3</sup> /h	188	252

<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf</b>			
$C_{CSB}$	mg/l	610	790
$C_{BSB5}$	mg/l	315	414
$C_{TS}$	mg/l	359	465
$C_{Nges.}$	mg/l	76	113
$C_{Pges.}$	mg/l	8,2	10,9
<b>Schmutzfrachten Zulauf Trockenwetter</b>			
$B_{d,CSB}$ mit Reserve	kg/d	726	940
<b><math>EW_{CSB}</math> mit SA+ Reserve*</b>	<b>E</b>	<b>6.050</b>	<b>7.833</b>
$B_{d,BSB5}$	kg/d	375	493
$EW_{BSB5}$	E	6.250	8.217
CSB/BSB <sub>5</sub>	-	1,9	1,9
$B_{d,TS}$	kg/d	427	553
CSB/TS	-	1,7	1,7
<b><math>B_{d,Nges.}</math></b>	<b>kg/d</b>	<b>90</b>	<b>135</b>
<b><math>EW_{Nges.}</math></b>	<b>E</b>	<b>7200</b>	<b>10.800</b>
$B_{d,Pges.}$	kg/d	9,8	13
$EW_{Pges}$	E	5.444	7222

Die Bemessungsdaten beziehen sich auf den Ist-Zustand. Für alle Parameter ist eine gewisse Reserve eingerechnet. Für die relevanten Bemessungsparameter CSB und  $N_{ges}$  liegt diese bei etwa 20 % bezogen auf den Trockenwetterzufluss der vergangenen Jahre 2017-2019. Aus der nachstehenden Tabelle gehen die Ansätze für die Wintersaison hervor.

**Tabelle 5-7: Bemessungsdaten Zusammenlegung KA Nebel und Wittdün – Winter**

Parameter	Einheit	Mittelwert	85 Perzentil
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Gesamtzufluss (TW+RW)</b>			
$Q_{ges,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	733	926
$Q_{ges,h,min(24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	30	38
$Q_{ges,h,(12h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	57	72
$Q_{ges,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	114	144
<b>Abwassermengen im Zulauf der KA Trockenwetterzufluss (TW)</b>			
$Q_{TW,d,ges}$	m <sup>3</sup> /d	695	904
$Q_{TW,h,min(24h),ges}$	m <sup>3</sup> /h	29	38
$Q_{TW,h,(12h)ges}$	m <sup>3</sup> /h	56	72
$Q_{TW,h,max,}$	m <sup>3</sup> /h	112	144
<b>Belebungsbecken Abwasser- und Schlammigenschaften Gesamtzufluss</b>			
<b>Nährstoffkonzentrationen Zulauf</b>			
$C_{CSB,}$	mg/l	550	692
$C_{BSB5}$	mg/l	278	328
$C_{TS}$	mg/l	324	407
$C_{Nges.}$	mg/l	49	62
$C_{Pges.}$	mg/l	7,6	9,4
<b>Schmutzfrachten Zulauf Trockenwetter</b>			
$B_{d,CSB}$ mit Reserve	kg/d	382	481
<b>EW<sub>CSB</sub> mit SA+ Reserve*</b>	<b>E</b>	<b>3.183</b>	<b>4.008</b>
$B_{d,BSB5}$	kg/d	193	228
EW <sub>BSB5</sub>	E	3.217	3.800
CSB/BSB <sub>5</sub>	-	2,0	2,1
$B_{d,TS}$	kg/d	225	283
CSB/TS	-	1,7	1,7

---

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>85 Perzentil</b>
<b>B<sub>d,Nges.</sub></b>	<b>kg/d</b>	<b>33,9</b>	<b>43</b>
<b>EW<sub>Nges.</sub></b>	<b>E</b>	<b>2.712</b>	<b>3.440</b>
<b>B<sub>d,Pges.</sub></b>	<b>kg/d</b>	<b>5,3</b>	<b>6,5</b>
<b>EW<sub>Pges.</sub></b>	<b>E</b>	<b>2.944</b>	<b>3.611</b>

## **6 Maßnahmen V1 – Ertüchtigung der KA Nebel & der KA Wittdün**

Aufgrund der altersbedingten Abgängigkeit der beiden Kläranlagen auf Amrum sind diese zu ertüchtigen. Hierfür wird ein Variantenvergleich aufgestellt. In dieser Variante werden die Kläranlagen Nebel und Wittdün einzeln so weit saniert, dass sie die ankommenden Abwasserfrachten aufreinigen und dabei die notwendigen Ablaufgrenzen einhalten können. Die Kläranlage Nebel bereinigt das Abwasser aus den Gemeinden Nebel, Norddorf und Süddorf und ist altersbedingt zu sanieren.

### **6.1 Mechanische Reinigungsstufe KA Nebel**

Die mechanische Reinigungsstufe in der KA Nebel, bestehend aus Rechenanlage und zwei Hydrozyklone als Sandfang, wird rückgebaut und mit einer Kompaktanlage inklusive Rechen, Sand- und Fettfang ersetzt, da insbesondere die Abscheideleistung des Sandfangs nicht ausreichend ist. Das bestehende Gebäude wird verlängert, damit die Kompaktanlage eingehaust aufgestellt werden kann. Die Beschickung des Vorspeichers von der Kompaktanlage kann im freien Gefälle erfolgen. Aus diesem Grund wird das Zwischenpumpwerk komplett rückgebaut.

### **6.2 Vorspeicher KA Nebel**

Der Vorspeicher II ist überdimensioniert und soll künftig durch den Einbau einer Betonwand in zwei Hälften aufgeteilt werden. Die eine Hälfte dient weiterhin als Vorspeicher, während die andere Hälfte als Störfallbecken dient und über ein Notüberlauf verknüpft ist. Die Maschinenteknik im Vorspeicher soll erneuert werden, indem der Einbau eines neuen Rührwerks und neuer Beschickungspumpen mit Frequenzumrichter erfolgen.

### **6.3 Sequencing Batch Reaktor KA Nebel**

Die Maschinenteknik der beiden SBR wird ausgetauscht. Die SBR werden mit neuen, flächig auf dem Boden ausgelegten Belüftungssystemen und mit neuen Rührwerken mit Frequenzumrichter ausgestattet. Das Fassungsvermögen der Fällmittelstation für die Phosphorelimination ist bereits ausreichend. Zusätzlich ist eine externe C-Quellen Station für den Ausgleich des Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisses vorgesehen.

### **6.4 Gebläsestation KA Nebel**

Es sollen zwei Verdichter eingesetzt werden, die für den Spitzenlastfall die SBRs mit ausreichender Belüftung versorgen. Im Fall, wo nur eine niedrige Belastung notwendig ist, kommen die bereits vorhandenen Gebläse weiterhin zum Einsatz.

## 6.5 Schlammbehandlung KA Nebel

Es werden weiterhin der Überschussschlammzweischenspeicher, der Trübwassersammelschacht und die Vererdungsbeete zur Schlammstabilisierung genutzt. Die Überschussschlamm- und Trübwasserpumpen werden ausgetauscht.

## 6.6 Anlagen zur Energiegewinnung KA Nebel

Einige Maßnahmen sollen zur Reduzierung des Fremdenergiebedarfs durchgeführt werden. Hierfür werden zur Gewinnung von Eigenstrom durch regenerative/ erneuerbare Energien an der Kläranlage Nebel zwei Maßnahmen umgesetzt. Zum einen wird eine Photovoltaikanlage installiert und zum anderen ist die Planung einer Windkraftanlage auf der Kläranlage Nebel vorgesehen. Die Photovoltaikanlage soll auf dem Dach der Maschinenhalle installiert werden.

Mit einer Fläche von rund 180 m<sup>2</sup> bietet das Dach der Halle Platz für rund 80 PV-Module, sodass unter Beachtung der jährlichen standortabhängigen Sonneneinstrahlung sowie unter Einbezug von Verlusten mit einem jährlichen Ertrag von rund 20.335 kWh/a gerechnet werden kann. Auf der Maschinenhalle sind jedoch bereits 1x 3 kW und 1x 12 kW Anlagen mit Südausrichtung installiert. Zudem steht derzeit die Installation einer 6-9 kW großen Windkraftanlage zur Diskussion.

Die Installation einer Kleinwindanlage verspricht darüber hinaus einen zusätzlichen, jährlichen Ertrag und führt ebenfalls zu einer Minimierung des Energiebezuges von rund 37.145 kWh/a. Insgesamt können somit rund 57.480 kWh/a regenerative Energien auf dem Kläranlagengrundstück erzeugt und für das Betreiben der Kläranlage genutzt werden. Damit wird eine Deckungsquote des Energiebedarfs durch erneuerbare Energieanlagen von 92,8 % erzielt.

## 6.7 Mechanische Reinigungsstufe KA Wittdün

Die Kläranlage Wittdün befindet sich im Südosten der Insel Amrum und bereinigt das Abwasser aus der Gemeinde Wittdün. Die Kläranlage ist ebenfalls altersbedingt dringend zu sanieren. Die vorhandene Mechanische Reinigungsanlage, inklusive das Zwischenpumpwerk, welches das Abwasser zum Hydrozyklon fördert soll rückgebaut und durch eine Kompaktanlage bestehend aus Rechen, Sandfang und Fettfang ersetzt werden. Es soll ein neues Rechengebäude errichtet werden, um die Anlage eingehaust aufzustellen.

## 6.8 Vorspeicher KA Wittdün

Um die Kläranlage Nebel zu entlasten, soll ein Teilabwasserstrom in den Sommermonaten zur Kläranlage Wittdün umgeleitet werden. In diesem Fall soll die Kläranlage Wittdün zweistraßig betrieben werden. Hierfür soll der Vorspeicher wieder zu einem SBR aufgerüstet

werden. Der Ablaufspeicher wird aktuell nicht verwendet und soll künftig als Vorseicher dienen. Hierfür soll dieser mit einem Rührwerk und zwei Beschickungspumpen ausgestattet werden.

## **6.9 Sequencing Batch Reaktoren KA Wittdün**

Die gesamte Maschinentechnik der beiden SBR, bis auf die Tauchmotorpumpen und die Dekanter, sollen rückgebaut und ersetzt werden. Die Tauchmotorpumpen bleiben nur für den Störfall erhalten. Das Klarwasser wird weiterhin über die Dekanter im Freigefälle in den Ablaufteich, welcher als Zwischenspeicherung dient, und anschließend in den Vorfluter gefördert. Das Fassungsvermögen der Fällmittelstation für die Phosphorelimination ist bereits ausreichend. Zusätzlich ist eine externe C-Quellen Station für den Ausgleich des Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisses vorgesehen.

## **6.10 Gebläsestation KA Wittdün**

Die Gebläsestation soll mit zwei neuen Verdichtern ausgerüstet werden, welche auch bei den hohen Belastungen, die im Sommer anfallen, die SBR mit ausreichendem Lufteintrag versorgen. Einer der vorhandenen Gebläse soll weiterhin bestehen bleiben und als Spitzenlastgebläse dienen.

## **6.11 Schlammbehandlung KA Wittdün**

Die Überschussschlamm- und die Trübwasserpumpen werden durch neue energieeffizientere ersetzt. Die Schlamm-Vererdungsbeete bleiben von den Maßnahmen unberührt.

## **6.12 Anlagen zur Energiegewinnung KA Wittdün**

Zur Reduzierung des Fremdenergiebedarfs, soll auf dem Gelände der Kläranlage Wittdün eine Windkraftanlage und eine Photovoltaikanlage angebracht werden. Im Vergleich zum Festland sind auf der Insel Amrum hohe Windgeschwindigkeiten vorhanden, die den Einsatz einer Kleinwindkraftanlage rentabel machen. Unter Ansatz einer Windgeschwindigkeit von circa 9 m/s können bei einer Masthöhe von rund 10,0 m und unter Einbezug von 20 %igen Verlusten rd. 48.960 kWh/a Strom aus Windkraft generiert und für den Betrieb der Kläranlage Wittdün genutzt werden.

Die Photovoltaikanlage mit rd. 20 kWp wird auf die Dachfläche des neuen Rechengebäudes angebracht, sodass unter Berücksichtigung von Verlusten mit rd. 14.300 kWh/a erzeugtem Strom kalkuliert werden kann. Hieraus ergibt sich eine Deckungsquote des Energiebedarfs durch erneuerbare Energieanlagen von 74,6 %.

## 7 Maßnahmen V2 – Zusammenlegung der KA durch Überleitung

Die Variante 2 beschreibt die Aufgabe der KA Wittdün und Überleitung zur KA Nebel zur dortigen Abwasserbehandlung. Im Weiteren wird zunächst die Überleitung beschrieben, im Anschluss die Maßnahmen auf der KA Nebel.

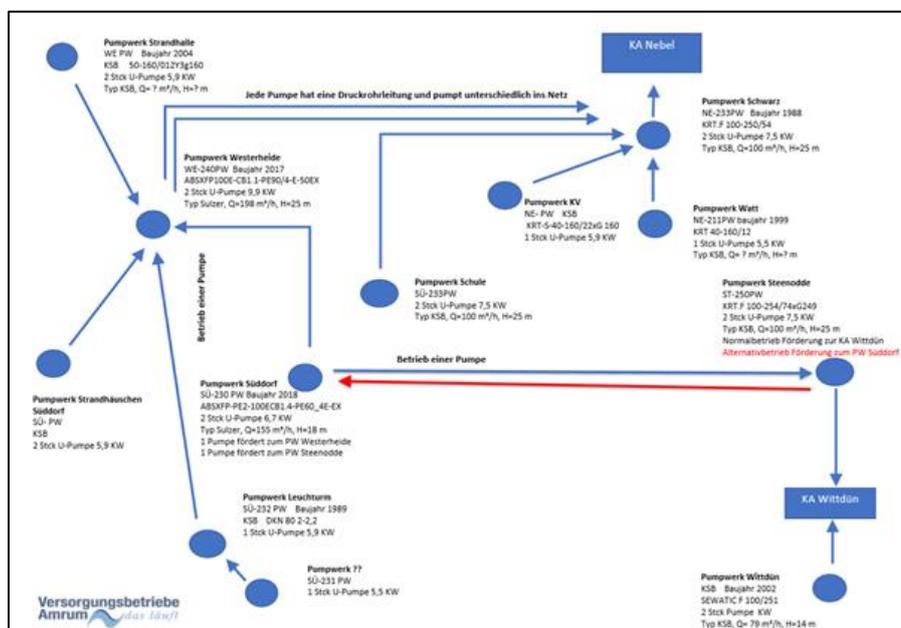
### 7.1 Grundlagen zur Überleitung

Von den Versorgungsbetrieben Amrum AöR wurden Unterlagen über das Kanalnetz, sowie die aktuellen Pumpstationen und die dazugehörigen Pumpenleitungen zur Verfügung gestellt.

**Tabelle 7-1: Aktuelle Überwachungswerte der Kläranlage Nebel**

Baujahr	EW Einwohner	Typ	Pumpenanzahl	Förderleistung Max. Q [m³/h]	Förderhöhe Max. H [m]
<b>PS Wittdün</b>					
2002	Ca 829	KSB SEWATIC F 100/251	2	79	14
<b>PS Steenodde</b>					
		KSB KRT F 100/251	2	100	25
<b>PW Süddorf</b> (eine Pumpe zu PW Westerheide, eine zu PW Steenodde)					
2018	Ca. 300	Sulzer ABSXFP- PE2-100ECB1.4- PE60_4E-EX	2	155	18
<b>PW Westerheide</b> (Je eine DL und pumpt unterschiedlich ins Netz)					
2017	Ca. 300	Sulzer ABSXFP100E- CB1.1-PE90/4-E	2	198	25
<b>PW Schwarz</b>					
1998		KSB KRT.F 100- 250/54	2	100	25

Eine Systemskizze über den Abwasserzulauf zur KA Nebel und KA Wittdün, welche die heutigen Abwasserwege verdeutlicht, ist aus nachstehender Abbildung ersichtlich.



**Abbildung 7-1: Systemskizze Abwasserzulauf KA Nebel & KA Wittdün ohne Norddorf**

Neben den Pumpwerken und der vorstehenden Systemskizze sind die zugehörigen Druckrohrleitungen im Ist-Zustand nachstehend aufgelistet.

**Tabelle 7-2: Bestehende Druckrohrleitungen (DL)**

Strecke	Material/Durchmesser	Länge [m]
PW Wittdün - KA Wittdün	PVC-U DN 200	590
PW Steenodde - KA Wittdün	PVC-U DN 100	665
PW Süddorf - PW Steenodde	PVC-U DN 100	1725
PW Süddorf – Schacht SU-230224	AZ DN 100	575
Schacht SU-230224 – PW Westerheide	Freispiegel DN 200	
DL1: PW Westerheide – NE-210106	PVC-U DN 100	575
1: NE-210106 - PW Schwarz	Freispiegel DN 200	
DL2: PW Westerheide – NE-210001	PVC-U DN 100	665
2: NE-210001 - PW Schwarz	Freispiegel DN200	
PW Schwarz – KA Nebel	PVC-U DN 200	345

## 7.2 Geplante Druckleitung von PW Wittdün zur KA Nebel

Zur Förderung des Abwassers vom PW Wittdün zur KA Nebel ist es erforderlich eine neue DL zu verlegen. Hierfür wurden drei verschiedene Trassen, zwei verschiedene Bauweisen, sowie zwei verschiedene Arten der Fördertechnik untersucht.

### 7.2.1 Trassenvariante 1

Bei der Variante 1 der Trassenführung ist es geplant, die neue DL entlang der Küstenstraße Ulaanj zu verlegen. Die Strecke der Variante 1 ist rund 4.900 m lang und verläuft über die drei PW Steenodde, Watt und Schwarz.

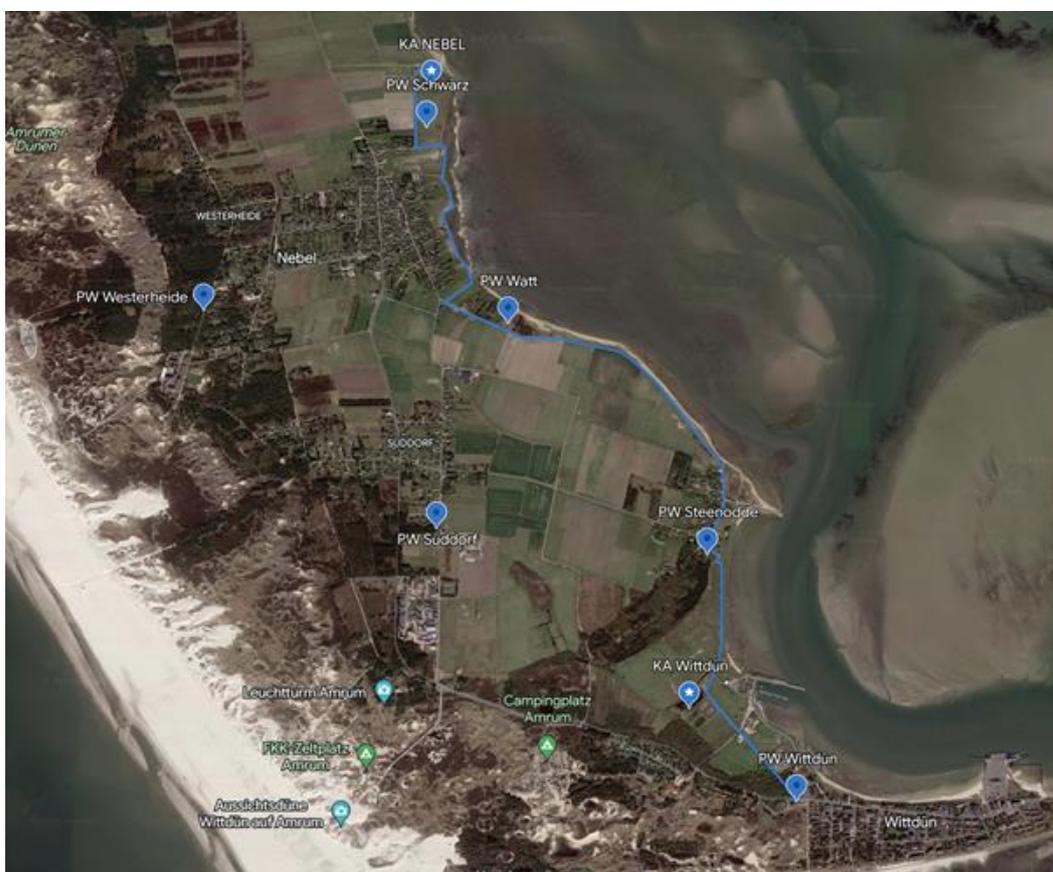
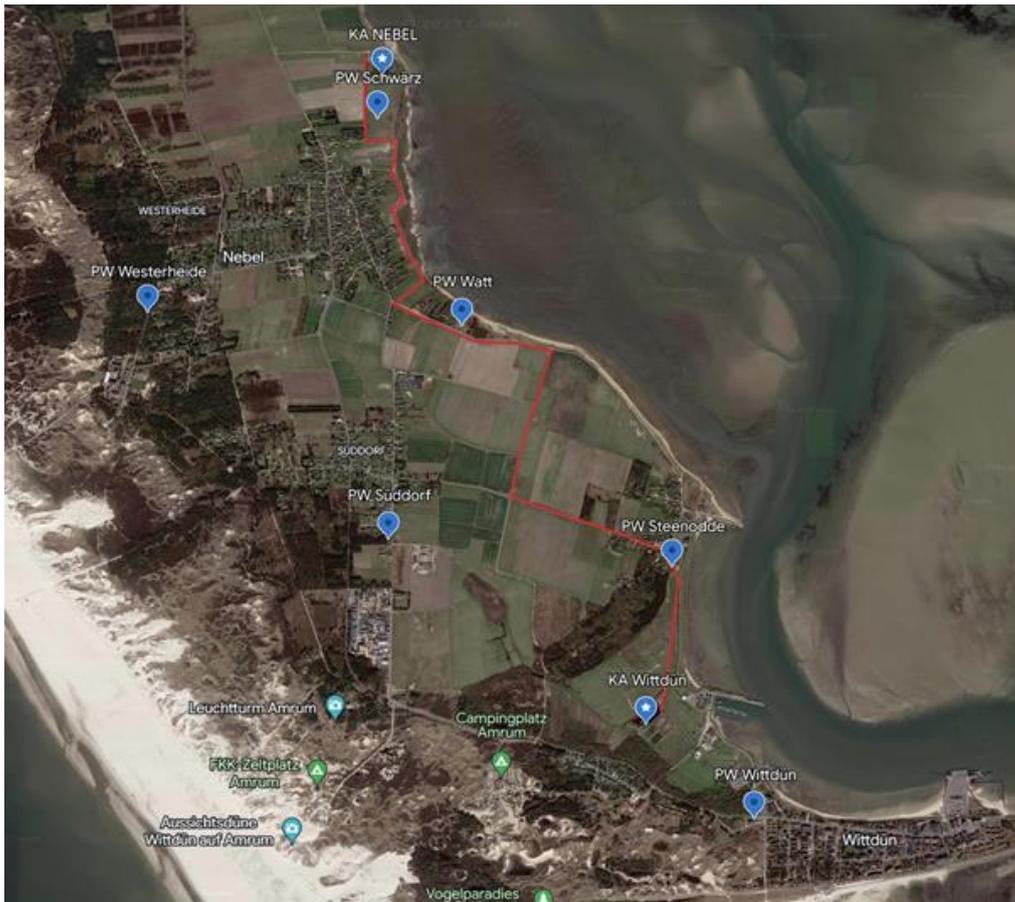


Abbildung 7-2: Trassenvariante 1 (blau)

Die Trasse stellt den kürzesten und direkten Weg zur KA Nebel dar. Nach Erstellung der Trassenvarianten sind diese mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt worden. Die hier dargestellte Trasse stellte sich nicht als wünschenswerteste Option dar, da diese in einigen Bereichen zu dicht am bzw. im Wattenmeer liegt. Die Leitung ist in einigen Bereichen gemäß Behörde anders zu verlegen. Ein Abstand von 150 m zum Wattenmeer ist dabei sicherzustellen.

## 7.2.2 Trassenvariante 2

Bei der Variante 2 ist es ebenfalls vorgesehen, die neue DL bis Steenodde entlang der Küstenstraße zu verlegen. Lediglich in der Ortschaft Steenodde knickt sie nach Westen entlang der Straße Stia-noodswal ab, um nach ca. 600 m über einen Feldweg wieder entlang Küstenstraße Ulanaaj zur KA Nebel zu gelangen. Die Strecke ist rund 5.150 m lang.

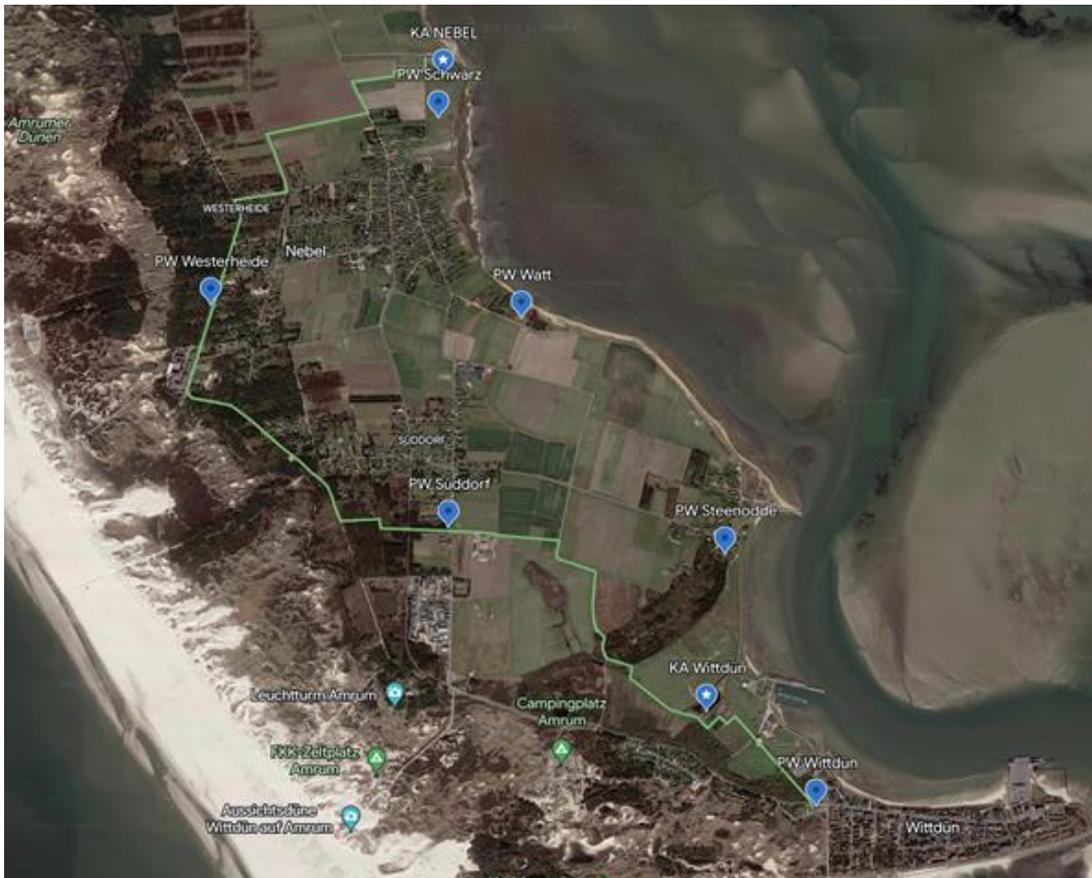


**Abbildung 7-3: Trassenvariante 2 (rot)**

Die Trassenvariante 2 stellt die zweitkürzeste Variante dar und ist nach Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde verglichen zur Variante 1 die wünschenswertere Variante. Auch bei der Trassenvariante 2 ist ein Abstand von 150 m zum Wattenmeer sicherzustellen. Daneben ist ebenfalls ein Teilbereich nicht genehmigungsfähig und umzulegen.

### 7.2.3 Trassenvariante 3

Die Trasse der Variante 3 ist westlich der Ortschaften Süddorf und Westerheide geplant. Sie verläuft über die PW Süddorf und Westerheide. Sie ist rund 6.680 m lang.



**Abbildung 7-4: Trassenvariante 3 (grün)**

Die Trassenvariante 3 ist nach Rücksprache mit der Genehmigungsbehörde die unter naturschutzrechtlicher und ökologischer Belange die beste Lösung, da sie außerhalb des Wattenmeeres und außerhalb des Küstenbereiches liegt. Zudem weist sie, auch wenn sie verglichen zu den beiden vorstehenden Varianten die längste Lösung darstellt, weitere Synergien mit anderen Maßnahmen auf Amrum auf, sodass sie insgesamt eine wirtschaftliche Lösung darstellen kann.

Die zugehörige Systemskizze der Überleitungstrassen unter Berücksichtigung des Bestandes ist aus nachfolgender Abbildung ersichtlich. Es wird deutlich, dass die blaue und die rote Trasse einer kompletten neuen Überleitung des Abwassers entsprechen, während die grüne Trasse den Bestand besser einbindet und damit Synergien, wie bereits erwähnt, bezogen auf weitere Maßnahmen darstellt.

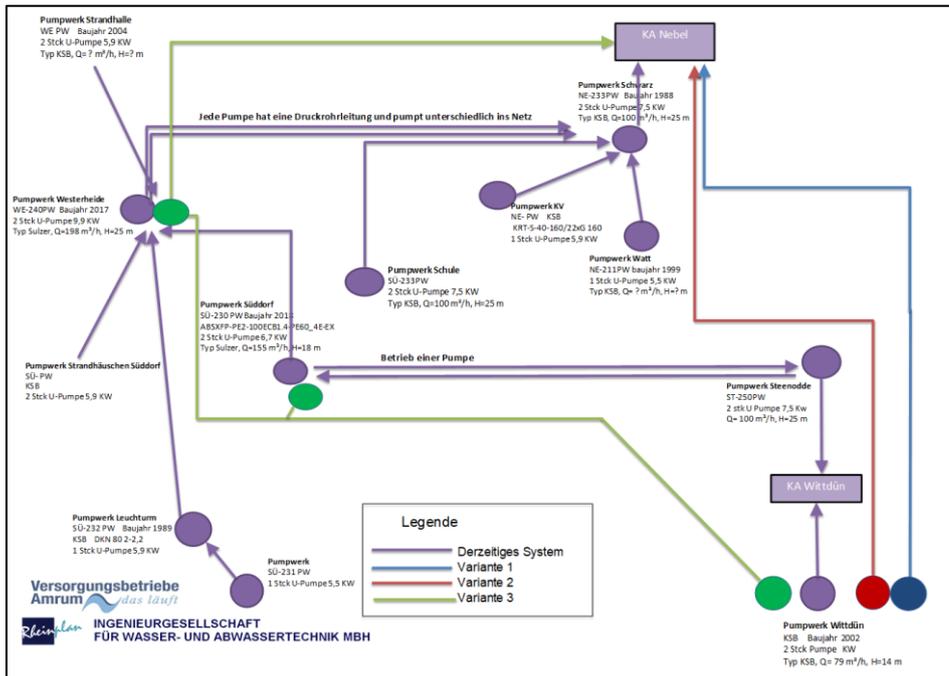


Abbildung 7-5: Systemskizze Trassenvarianten bezogen auf Bestand

Die Bauzeit für die verschiedenen Varianten wird mit ca. 12 Monaten angesetzt. Die Anmerkungen der Genehmigungsbehörde sind aus nachstehender Abbildung ersichtlich und führen generell zur Empfehlung der Realisierung der Variante 3.

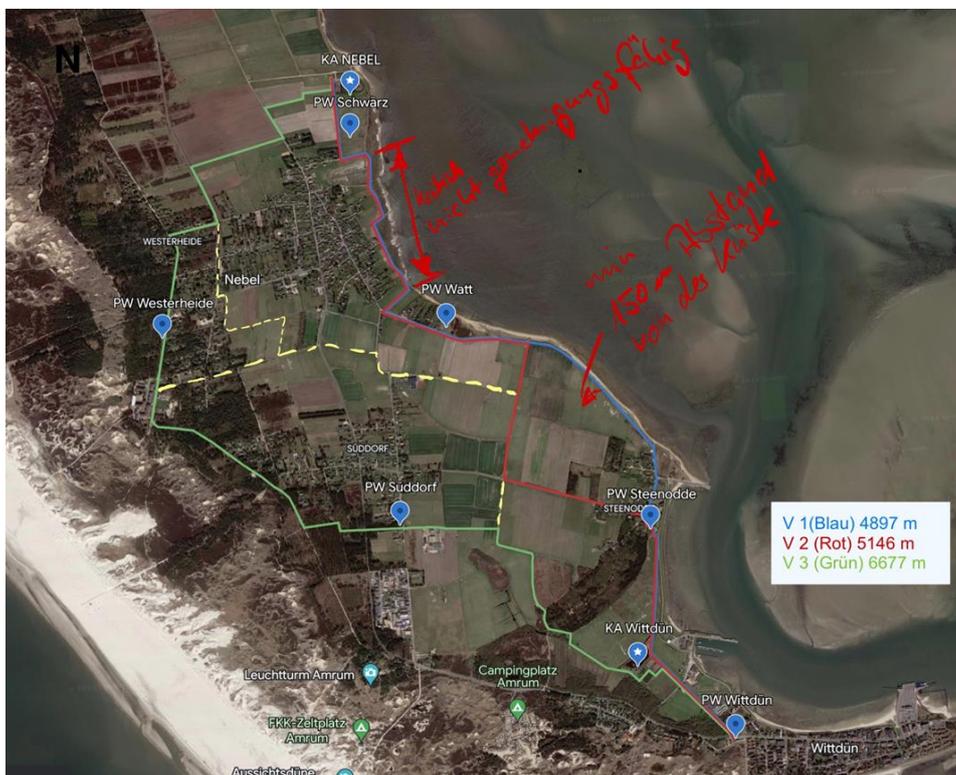


Abbildung 7-6: Anforderungen zur Genehmigungsfähigkeit

## 7.3 Geplante Bauverfahren

### 7.3.1 Verlegung im offenen Kanalrohrgaben

Die Verlegung der neuen Kanalrohre PE100 SDR 17 (PN 10) DN 250 / DA 280 x 16,6 mm erfolgt im offenen Kanalgraben. Die Bemessung der Grabenbreite erfolgt gemäß DIN EN 1610.

### 7.3.2 Pflugverfahren

In Teilbereichen kann die Verlegung der Rohrleitungen PE100 SDR 17 (PN 10) DN 250/DA 280 x 16,6 mm im Pflugverfahren erfolgen.

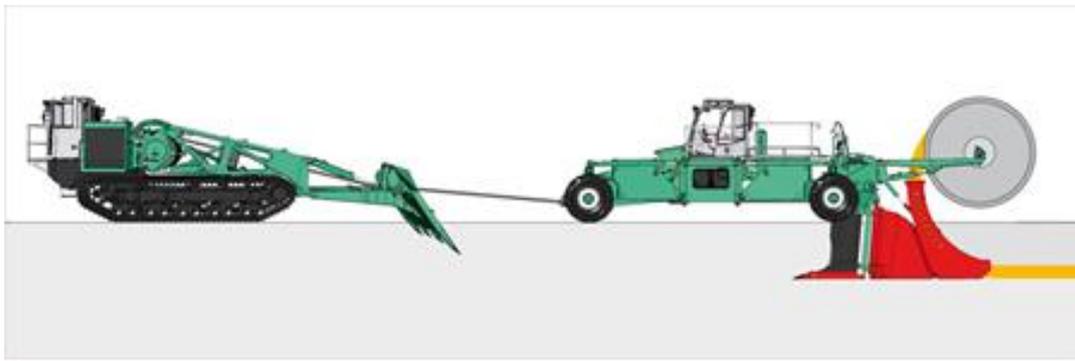


Abbildung 7-7: Pflugverfahren; Quelle: ÖGL, 2021

Bei dem Verfahren presst ein Verlegeschwert mit hohen Kräften das Erdreich auseinander und „pflügt“ so die Rohrleitung in den Boden ein. Nach dem Einpflügen wird bei der Wiederherstellung der Oberfläche, der Verlegeschlitz bis knapp zur Hälfte verschlossen (Bild 1 unten). Das Erdreich bildet eine „Brücke“ über dem verlegten Rohr (Bild 2). Der nach wie vor freibleibende untere Teil des Verlegeschlitzes wird durch Eindringen von Regen mit Feinteilen eingeschwemmt und verschlossen (Bild 3).

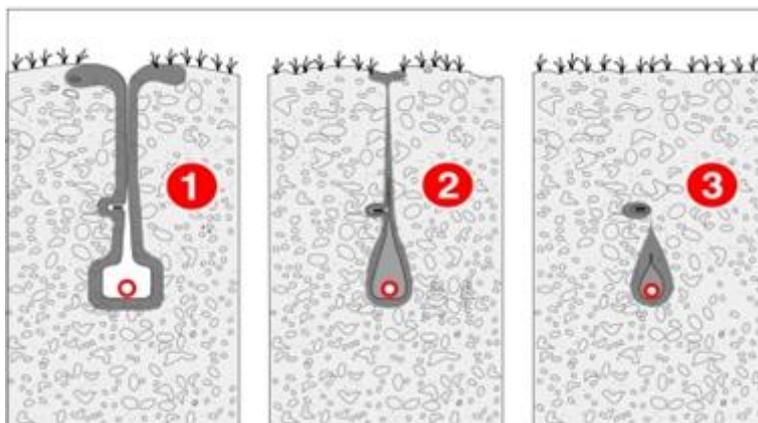


Abbildung 7-8: Verlegeschlitz nach der Verlegung, Quelle: KRV.2021

Die Verlegeleistung beträgt je nach Trassenverlauf 3 – 5 km/Tag bei geraden Strecken. Für Strecken mit Radien kann von einer Verlegeleistung von ca. 2 km/Tag ausgegangen werden. Bei größeren Richtungsänderungen (z. B. Wegekrenzungen) wird das Einpflügen unterbrochen. Die Verlegung erfolgt dann im offenen Rohrgraben mit den erforderlichen Formstücken.

## 7.4 Geplante Fördertechnik

### 7.4.1 Trocken aufgestellte Abwasserpumpen

Als erste Variante zur Abwasserförderung wurden trocken aufgestellte Abwasserpumpen untersucht. Hierbei ist es vorgesehen, den vorhandenen Schacht der bisherigen PS weiter als Vorlagenschacht zu nutzen. Um Fäulnis in der langen DL zu vermeiden, ist zum Freiblasen der Leitung ein Kompressor vorgesehen.

Gemäß den Bemessungsgrundlagen wurde hier ein Förderstrom  $Q_{\max}$  von max. 150 m<sup>3</sup>/h mit einer Förderhöhe  $H_{\max}$  von 50 m ermittelt und angesetzt:

- Gewählte Pumpe PW Wittdün (Rohrleitungsvariante 1, 2 u.3): Andritz Series SD 38 o. glw. mit einem maximalen Leistungsbedarf von 38,6 kW. Pumpenbezeichnung: SD 80-210.K/HL+45/
- Gewählter Kompressor: hoelschertechnik-gorator (HTG) Typ RSK 2-37 o. glw. Schraubenkompressor mit einem Leistungsbedarf von maximal 37 kW und einem Geräuschpegel von 77 dB(A).

Für Rohrleitungsvariante 3 ist zusätzlich im PW Westerheide eine neue Pumpe vorzusehen:

- Gewählte Pumpe PW Westerheide (Rohrleitungsvariante 3): Andritz Series SD 38 o. glw. mit einem maximalen Leistungsbedarf von 27,2 kW. Pumpenbezeichnung: SD 125-320.K/HL+37/4,  $Q_{\max}= 260$  m<sup>3</sup>/h,  $H= 27$  m.
- Gewählter Kompressor: hoelschertechnik-gorator (HTG) Typ RSK 2-37 o. glw. Schraubenkompressor mit einem Leistungsbedarf von maximal 37 kW und einem Geräuschpegel von 77 dB(A).

Alternativ hierzu sind in einer weiteren Betrachtung pneumatische Abwasserförderungen untersucht worden, dessen Ergebnisse nachstehend zusammengefasst werden.

### 7.4.2 Pneumatische Abwasserförderung

Die pneumatische Förderung hat den Vorteil, dass das Abwasser fortlaufend mit Luft und Sauerstoff beaufschlagt wird und somit Fäulnis im Vorschacht, den Arbeitsbehältern, oder der DL vermieden wird. Fremdstoffe bis ca. 70 mm Durchmesser können problemlos die Anlage passieren, größere bleiben im Arbeitsbehälter liegen und können mühelos daraus entfernt

werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die DL sehr einfach parallel zur Geländeoberkante, ohne Beachtung von Hoch- und Tiefpunkten frostfrei verlegt werden.

- Gewählt Anlage: hoelschertechnik-gorator (HTG) Typ RSK 22 o. glw. Schraubenkompressor mit einem Leistungsbedarf von maximal 22 kW, einem Geräuschpegel von 71 dB(A) und zwei Arbeitsbehältern mit einem Volumen von jeweils 1.500 l.

Aufgrund der deutlich höheren Anschaffungskosten gegenüber der Förderung mittels Pumpen wurde diese Variante nicht weiter untersucht. Neben den Maßnahmen zur Überleitung sind jedoch auch weitere Maßnahmen auf der KA Nebel durchzuführen, die nachstehend beschrieben werden.

## 7.5 Mechanische Reinigungsstufe KA Nebel

Die vorhandene mechanische Reinigung bestehend aus Rechen und Sandfang wird rückgebaut. Als Ersatz ist der Neubau einer mechanischen Reinigungsstufe als Kompaktanlage bestehend aus Rechen, Sand- und Fettfang vorgesehen. Die Kompaktanlage wird in dem bestehenden Gebäudeteil der mechanischen Reinigung errichtet, welcher jedoch erweitert werden muss. Die Kompaktanlage wird hydraulisch auf ungefähr 90 l/s ausgelegt.

Die Kompaktanlage dient der Abscheidung von Grobstoffen über das installierte Rechen sowie der Abscheidung von Sand und Fetten über den Sand- und Fettfang. Für eine gute Abscheideleistung > 90-95 % des Sandanteils wird eine Belüftungseinrichtung installiert. Die zugehörigen Verdichter, die für die Eintragung des Luftsauerstoffes in den Sandfang sorgen, werden außerhalb des Kompaktanlagenraumes integriert, da der Raum der Kompaktanlage als Ex-Zone deklariert wird. Die Kompaktanlage wird komplett eingehaust. Hierzu wird das alte Gebäude in Richtung der SBR-Anlagen verlängert, sodass das Rechengebäude 16,0x8,0 m einnimmt.

## 7.6 Vorspeicher KA Nebel

Die Geländetopografie ermöglicht es, dass die Beschickung des Vorspeichers aus der Kompaktanlage im Freigefälle erfolgt. Daraus folgt, dass das Zwischenpumpwerk einschließlich Maschinen- und EMSR-Technik rückgebaut werden kann.

Zukünftig soll nur ein Vorspeicher betrieben werden. Als Vorspeicher wird den Berechnungen nach DWA A131 zufolge ein Volumen von 721 m<sup>3</sup> benötigt. Hierfür kann der Vorspeicher I mit einem effektiven Volumen von 374 m<sup>3</sup> nicht eingesetzt werden. Dieser muss abgerissen werden und durch einen neuen höher gebauten Vorspeicher mit den Dimensionen D = 15 m, H = 5 m und einem Volumen von ungefähr V = 831 m<sup>3</sup> ersetzt werden.

Dieser soll als Stahlbetonbehälter geplant werden. Ein Zwischenspeicher für das Klarwasser ist in diesem Fall nicht nötig, da die Nordsee in unmittelbarer Nähe liegt, sodass das Klarwasser dort direkt hinfließen kann.

## 7.7 Sequencing Batch Reaktor KA Nebel

Aufgrund der neu anfallenden Abwasserfrachten aus Wittdün, sind größere Volumen der Belebungsbecken erforderlich. Um ein ausreichendes Volumen für die Belebung zu ermöglichen, wird der Vorseicher II mit der notwendigen Maschinenteknik ausgerüstet, um zu einem SB-Reaktor umgebaut zu werden. Beim Fahren der SBR-Anlage mit einem Schlammalter von 20d in den kritischen Sommermonaten ergibt sich ein benötigtes SBR-Volumen von 4900 m<sup>3</sup>. Bei Umbau des Vorseicher II zu einem SBR III wird dieses Volumen zusammen mit SBR I und II fast erreicht. Diese ergeben zusammen ein effektives Volumen von insgesamt 4763 m<sup>3</sup>.

Die alte Maschinenteknik vom SBR I und II wird ausgetauscht. Es werden neue energieeffiziente Rührwerke mit Frequenzumrichter eingesetzt und neue Belüftungssysteme auf der Sohle montiert, die den Boden großflächig abdecken. Der neue SBR III wird mit derselben Maschinenteknik ausgestattet, nur ist das Volumen dieser mit  $V = 2388 \text{ m}^3$  größer als das Volumen der Reaktoren SBR I und SBR II (jeweils  $V = 1381 \text{ m}^3$ ). Der Überschussschlamm wird weiterhin im Freigefälle über Motorschieber aus den Reaktoren geleitet. Die vorhandenen Tauchmotorpumpen, die das Umpumpen der Reaktorinhalte in den jeweils anderen SB-Reaktor ermöglichen, bleiben für den Störfall erhalten.

Das Fassungsvermögen des vorhandenen Fällmitteltanks ist mit 8 m<sup>3</sup> weiterhin ausreichend. Zur Sicherstellung einer ganzjährigen Reinigungsleistung wird neben Fällmittel zur chemischen Phosphorelimination eine externe C-Quelle zum Ausgleich des Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisses eingesetzt. Als Fällmittel für die Phosphorelimination wird Eisen-III-Chlorid eingesetzt. Bei Verwendung einer 40% Eisen-III-Chlorid Lösung fällt ein täglicher Bedarf von 104,8 l/d bzw. 150,9 kg/d an.

Um den Mangel an Kohlenstoff für eine ausreichende Denitrifikation auszugleichen, muss in den Sommermonaten bei Trockenwetter ca. 20,2% der anfallenden CSB-Frachten und bei Regenwetter ca. 16,9% der anfallenden CSB-Frachten an C-Quelle hinzugefügt werden. Nach DWA wird eine Dosierung einer externen Kohlenstoffquelle wie Methanol oder Glycotat angeraten, um den notwendigen Stickstoffabbau garantieren zu können. In den Wintermonaten ist die Zudosierung einer C-Quelle nicht notwendig und die SBR-Anlage kann mit einem Schlammalter von 25d gefahren werden. Es besteht in den Wintermonaten auch die Möglichkeit einer der kleineren Reaktoren SBR I oder SBR II nicht in Betrieb zunehmen. Inwiefern dies sich wirtschaftlich lohnen würde, muss genauer untersucht werden.

## 7.8 Gebläsestation KA Nebel

Anstelle der aktuell vorhandenen fünf Gebläse, werden zukünftig pro SB-Reaktor ein Verdichter und ein Gebläse eingebaut. Dies bedeutet, dass insgesamt drei Verdichter für den Spitzenlastfall und drei Verdichter für die Zeiten mit geringerer Belastung eingesetzt werden.

## 7.9 Schlammbehandlung KA Nebel

Der Schlammweg aus den SB-Reaktoren über ein Freigefälle in den Überschussschlammzweischenspeicher und anschließend über eine Pumpe in einer der drei Vererdungsbeete bleibt erhalten. Die hier verwendeten Pumpen werden durch neue ersetzt. Da ungefähr 55 m<sup>3</sup>/h an Überschussschlamm mit einem TS-Gehalt von 3,1 kg/m<sup>3</sup> im Reaktor bzw. 0,7% am Reaktorboden der Sedimentationsphase anfallen, reichen die drei vorhandenen Vererdungsbeete mit einem Gesamtvolumen von über 6250 m<sup>3</sup> bereits aus. Bei einer Überschussschlammproduktion von 611 kg/d ist somit eine Speicherdauer von fast 2 Jahren möglich.

Das durch Eindickung des Schlammes in den drei Beeten anfallende Trübwasser wird über drei Tauchmotorpumpen zurück in einen Sammelschacht geleitet und von dort aus zurück in den Vorspeicher geleitet, um einen weiteren Reinigungszyklus zu durchlaufen. Die hier verwendeten Tauchmotorpumpen werden ebenfalls durch drei neue ersetzt.

## 7.10 Hochbau KA Nebel

Für die neue Kompaktanlage muss das Gebäude der Maschinentechnik auf eine Grundfläche von 16x8 m erweitert werden. Es wird hierfür eine Stahlbetonkonstruktion ausgeführt, welcher mit einer neuen Tür und zwei neuen Sektionaltoren ausgestattet ist.

## 8 Wirtschaftlichkeitsberechnungen

### 8.1 Allgemeines

Da im Bereich der Abwasserreinigung und Schlammbehandlung neben den eigentlichen Investitionen über das Lebensalter der Maschinen weitere Betriebskosten maßgeblich sind, erfolgt im weiteren Verlauf eine wirtschaftliche Bewertung der einzelnen Verfahren auf Basis der Jahreskosten bzw. des Projektkostenbarwertes (= Summe des Kapitaldienstes und der Betriebskosten über einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren) für die vorstehend beschriebenen Varianten.

### 8.2 Randbedingungen

Wirtschaftliche Zielsetzung des Projektes ist die Minimierung der Jahreskosten. Eingang in die Jahreskostenermittlung finden die folgenden Kostenbestandteile

- Kapitaldienst/Investitionskosten
- Betriebskosten

Für die Kostenanalyse werden neben den spezifischen Kosten auch weitere generelle Rahmenbedingungen angenommen. Diese sind im Einzelnen nachfolgend aufgeführt.

- |   |          |
|---|----------|
| • Betrachtungszeitraum                                      | 50,0 a   |
| • Abschreibungszeitraum Bautechnik                          | 30,0 a   |
| • Abschreibungszeitraum Maschinenteknik                     | 15,0 a   |
| • Abschreibungszeitraum Elektrotechnik                      | 10,0 a   |
| • Realzinssatz  | variiert |
| • Preissteigerungsrate (Bau-, Maschinen-, E-Technik)        | variiert |
| • Preissteigerungsrate (Entsorgung, Transport, Hilfsmittel) | 2,00 %   |
| • Preissteigerungsrate (Strom)                              | variiert |
| • Preissteigerungsrate (Personal)                           | 2,00 %   |

Die Nebenkosten werden in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht berücksichtigt, da der aktuelle prozentuale Ansatz zu Verfälschungen infolge zu hoher Ungenauigkeit führen könnte.

Die vorstehenden Ansätze werden zur Durchführung einer Sensitivitätsanalyse in Teilen verändert, sodass auch hier sichergestellt ist, dass die Wirtschaftlichkeit unter verschiedenen Parametern für die Varianten immer identisch bleiben und keine Verschiebungen in der Rangfolge auftreten.

### 8.3 Investitionen

Die Grundlage der Investitionskosten für den Variantenvergleich sind einschlägige Preisdatenbanken und aktuelle Submissionsergebnisse vergleichbarer Projekte sowie aktuelle Preisanfragen einzelner Lieferanten. Die Gesamtkosten der Investitionen gliedern sich wie folgt:

**Tabelle 8-1: Investitionskosten der Varianten**

<b>Kostenschätzung</b>	<b>V1 – Ertüchtigung KA Nebel &amp; KA Wittdün</b>	<b>V2 – Zusammenlegung der Kläranlagen</b>
Tiefbau	763.929	2.097.022
Stahlbetonbau	280.737	310.638
Hochbau	1.143.866	597.426
Maschinenteknik	2.729.982	1.823.555
EMSR	1.056.007	690.354
<b>Nettosumme</b>	<b>5.974.521</b>	<b>5.518.995</b>
MwSt. 19 %	1.135.159	1.048.609
<b>Bruttosumme</b>	<b>7.109.680</b>	<b>6.567.604</b>
Nebenkosten 25 %	1.777.420	1.641.901
Gesamtkosten	8.887.099	8.209.505
<b>gerundet</b>	<b>8.890.000</b>	<b>8.210.000</b>

Die gesamte Kostenschätzung der Studie ist als Anlage beigefügt. Die Kosten entsprechen dem Niveau einer Vorplanung. Die für die einzelnen Maßnahmen erforderlichen Investitionen werden im Zuge der weiteren Planungsschritte fortlaufend detailliert und konkretisiert.

## 8.4 Betriebskosten

Für den gesamten Projektbereich erfolgt im Zuge der weiteren Planungsschritte eine detaillierte Betriebskostenermittlung. Hierbei gehen als Hauptkostenfaktoren ein:

- Betriebskosten  
(Strombedarf, Hilfsmittelbedarf, Personalbedarf)
- Wartungs- und Reparaturkosten  
(Verschleißteil-, Ersatzteilkosten, Hilfs- und Schmiermittel, Personalbedarf, etc.)

Die Betriebskostenermittlung für den Planungszustand erfolgt auf Basis von Erfahrungswerten aus anderen Projekten bzw. Angaben von Herstellern. Zusätzlich werden die relevanten Betriebskosten im Rahmen der Ausschreibung abgefragt.

Die Betriebskosten werden mit entsprechend zugehörigen Zinssätzen für den Betrachtungszeitraum auf die Folgejahre hochgerechnet. Die Summe der gesamten sich ergebenden Betriebskosten stellt die Grundlage für den Eingang in die Jahreskostenermittlung dar. Für die spezifischen Kosten werden folgende Ansätze getroffen:

- Personalkosten 46 €/h
- Stromkosten (netto) 0,45 €/kWh
- Hilfsmittel und Entsorgung 2,00 %

Der Personalbedarf wird für beide Varianten angepasst. Unterschiede in den Varianten werden bei dem Energieverbrauch verzeichnet. Die zugehörigen Betriebskosten sind nachstehend aufgelistet.

**Tabelle 8-2: Betriebskosten der Varianten**

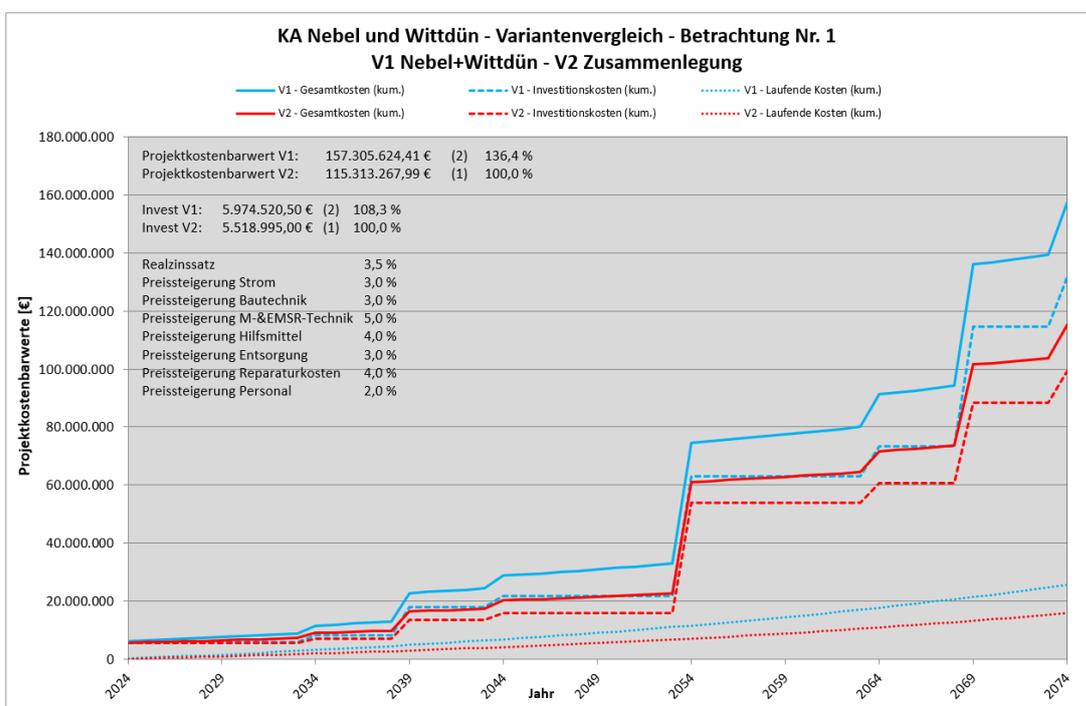
Kläranlage Nebel und Wittdün - Variantenvergleich			
Randbedingungen - Betrachtung Nr. 1			
	Einheit	V1	V2
		Nebel+Wittdün	Zusammenlegung
<b>Betrachtungszeitraum Gesamt</b>	a	<b>50,00</b>	<b>50,00</b>
<b>Abschreibungszeitraum</b>			
Bautechnik/Ingenieurbauwerke/Hochbau	a	30,00	30,00
Maschinentechnik	a	15,00	15,00
EMSR-Technik	a	10,00	10,00
<b>Betriebskosten netto</b>			
Entsorgung Rechen-/Sandfanggut	t/a	15,00	15,00
<b>Jahreskosten Entsorgung</b>	<b>€/a</b>	<b>2.700,00</b>	<b>2.700,00</b>
Jahresbedarf Fällmittel P-Elimination	t/a	21,60	14,00
<b>Jahreskosten Fällmittel</b>	<b>€/a</b>	<b>5.940,00</b>	<b>3.850,00</b>

Jahresenergiebedarf elektrisch	kWh/a	159.441,49	106.513,72
Eigenerzeugung PV	kWh/a	<b>34.635,00</b>	<b>34.635,00</b>
Eigenerzeugung Wind	kWh/a	69.295,00	69.295,00
Fremdenergie Zukauf	kWh/a	55.511,49	2.583,72
<b>Kosten Jahresenergiebedarf 45ct/kWh</b>	<b>€/a</b>	<b>24.980,17</b>	<b>1.162,67</b>
Reparatur bezogen auf Investition	%	0,50	0,50
<b>Jahresreparaturkosten</b>	<b>€/a</b>	<b>29.872,60</b>	<b>27.594,98</b>
Anlagenbetreuung pro Jahr	h/a	4.160,00	2.600,00
<b>Jahrespersonealkosten</b>	<b>€/a</b>	<b>191.360,00</b>	<b>119.600,00</b>
<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>252.152,77</b>	<b>152.207,65</b>

Es wird bereits deutlich, dass die Betriebskosten der beiden Varianten deutlich variieren, da infolge wesentlich geringerer Maschinenteknik und bereits vorhandene Pumpwerke, die zusätzlichen Betriebskosten deutlich geringer ausfallen. Auch der Personalaufwand sowie die deutlich geringeren Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen werden bei der Variante 2 – Überleitung deutlich.

## 8.5 Projektkostenbarwert

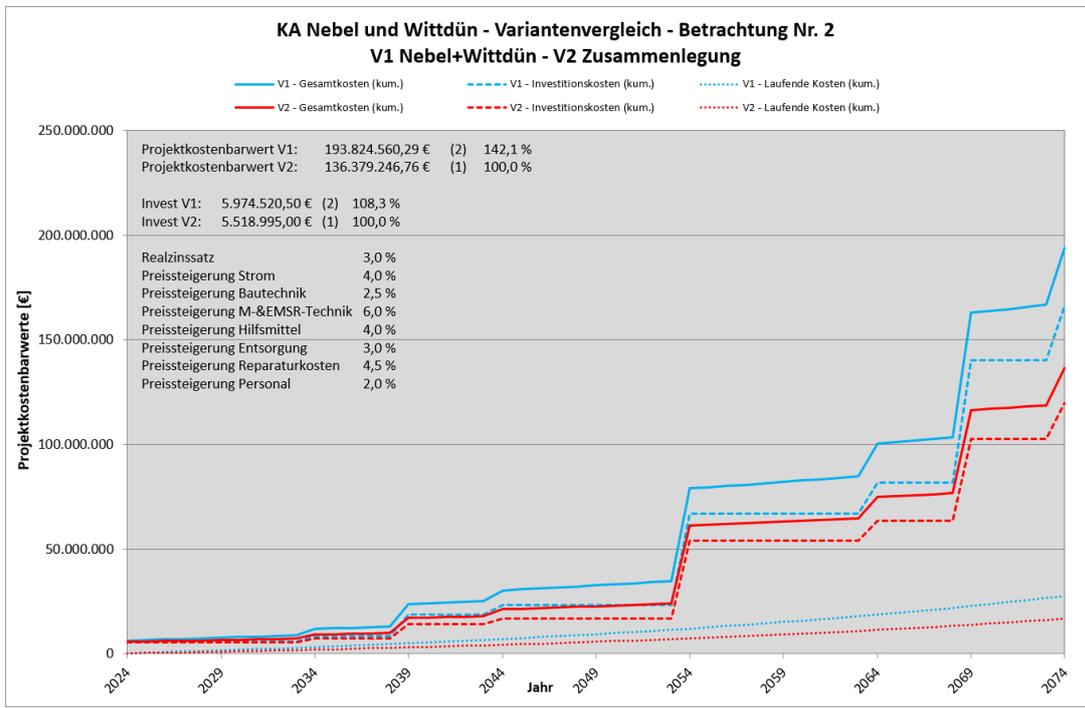
Der Projektkostenbarwert stellt die Summation/den Verlauf sämtlicher bis zum jeweiligen Zeitpunkt angefallenen Kapital- und Betriebskosten dar. Die Projektkostenbarwerte werden für die beiden Auslegungsvarianten verglichen, für die zwei möglichen Trassen (1&3) und jeweils für drei Fälle. Einmal im Mittel, einmal mit höheren Zinssätzen und niedrigere Preissteigerungen und einmal mit niedrigeren Zinssätzen und höheren Preissteigerungen. In Abbildung 8-1 sind die Projektkostenbarwerte für die beiden Auslegungsvarianten gegenübergestellt. Hierfür ist ein Zeitraum von 50 Jahren berücksichtigt worden.



**Abbildung 8-1: Projektkostenbarwert Amrum Trasse 1**

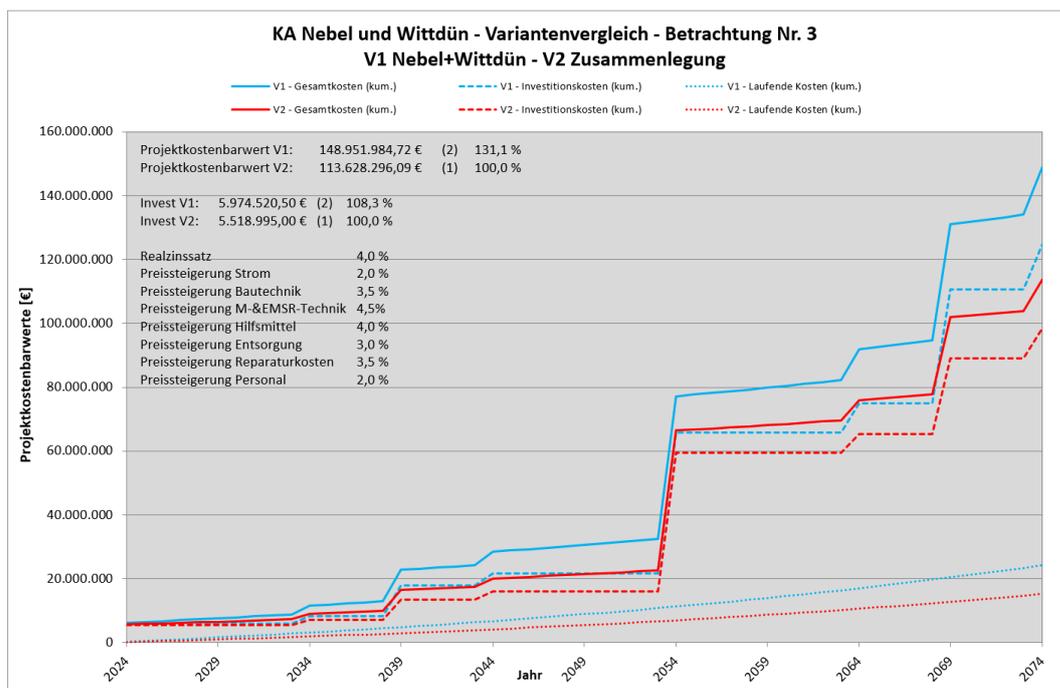
Die Variante der Zusammenlegung stellt sich unter einem Realzinssatz von 3,5 % sowie einer Preissteigerung des Stroms von 3,0 %, der Bautechnik von 3,0 %, der M-&EMSR-Technik von 5,0 % und der Reparaturkosten von 4,0 % mit einem Projektkostenbarwert von 115.313.267,99 € als wirtschaftlichste Variante heraus.

Um eine Überprüfung der Berechnungen durchzuführen, sind die verschiedenen Varianten jedoch einer Sensitivitätsanalyse unterzogen worden, wobei die Zinssätze und die Preissteigerungen variiert wurden. Es sind verschiedene Preissteigerungen für Strom, Bautechnik, EMSR und Maschinenteknik angesetzt worden. Hilfsmittel, Entsorgungs- und Personalkosten sind nicht unterschiedlich berücksichtigt, da die verbundenen Preissteigerungen als konstant zu bezeichnen sind.



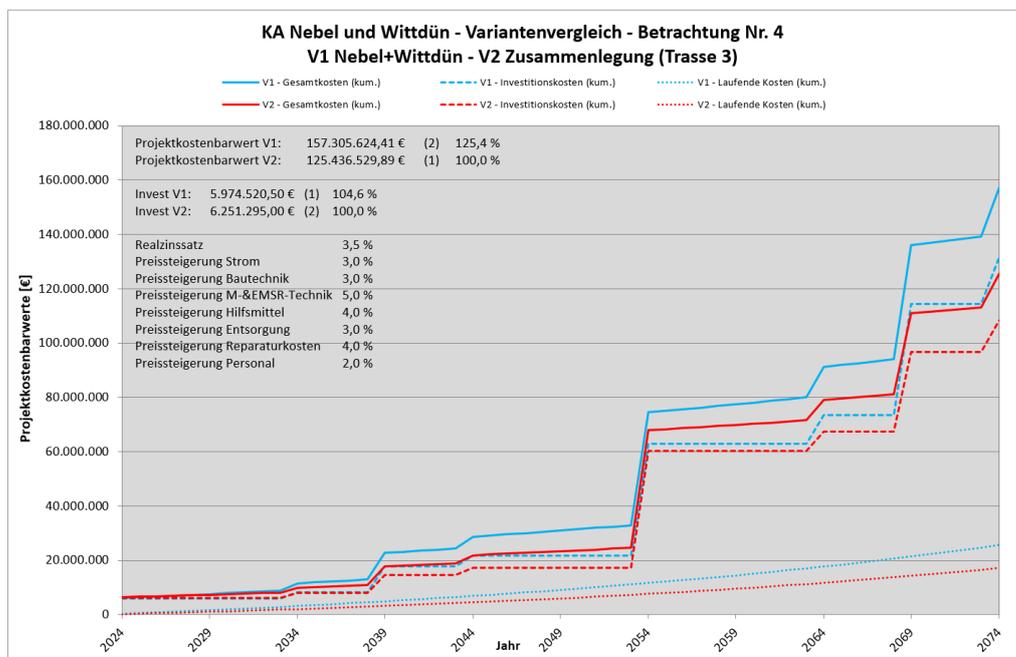
**Abbildung 8-2: Projektkostenbarwert Amrum Trasse 1 Sensitivität I**

In der Betrachtung Nr. 2 werden höhere Preissteigerungen und ein niedrigerer Zinssatz betrachtet. Auch bei dieser Betrachtung stellt sich die Variante 2 – Zusammenlegung der Kläranlagen als wirtschaftlichste Variante heraus. Auch hier ist ersichtlich, dass die Variante 2 die wirtschaftlichste Variante darstellt.



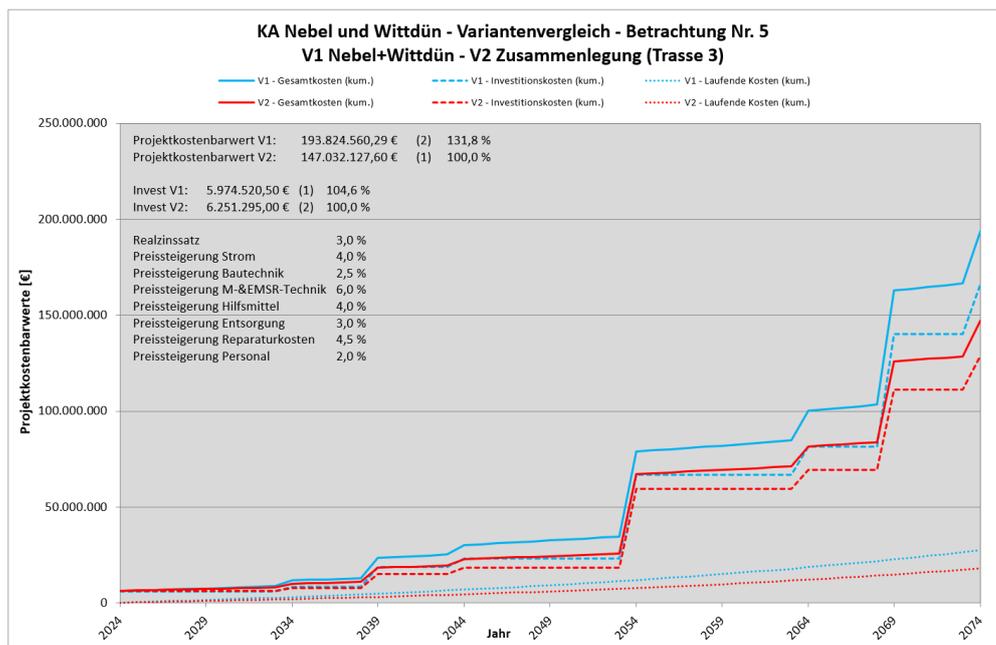
**Abbildung 8-3: Projektkostenbarwert Amrum Trasse 1 Sensitivität II**

Aus allen Betrachtungen ändert sich das Ergebnis in Abhängigkeit der Anpassungen somit nicht. Es resultiert in jeder Betrachtung, dass die Variante 2 die wirtschaftlichste Variante ist. Dieselbe Analyse wird für die Trasse 3 angesetzt. Das Ergebnis ist identisch.



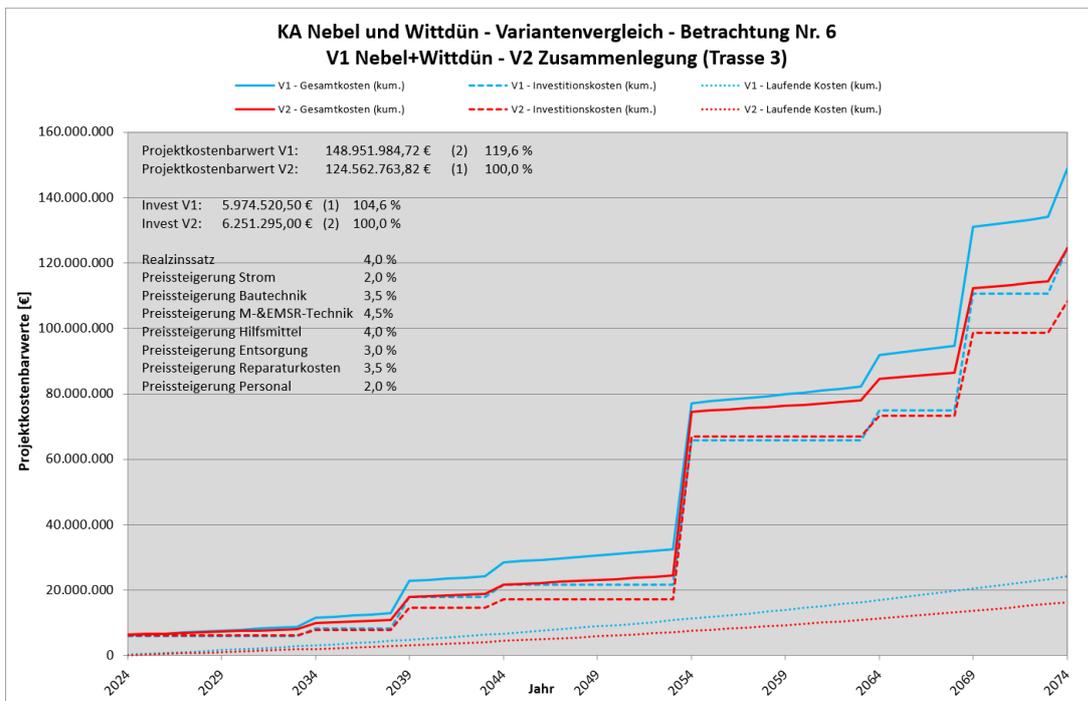
**Abbildung 8-4: Projektkostenbarwert Amrum Trasse 3**

Auch hier ist die Variante 2 die wirtschaftlichste Variante. In der nachstehenden Betrachtung werden höhere Preissteigerungen und ein niedrigerer Zinssatz untersucht



**Abbildung 8-5: Projektkostenbarwert Amrum Trasse 3 Sensitivität I**

Die Variante 2 ist hier ebenfalls die günstigere. Abschließend werden von niedrigeren Preissteigerungen und einem höheren Zinssatz ausgegangen. Auch hier ist das Ergebnis, dass die Variante 2 die wirtschaftlichste Lösung darstellt.



**Abbildung 8-6: Projektkostenbarwert Amrum Trasse 3 Sensitivität II**

Als generelles Fazit ist zu sagen, dass unabhängig von der Betrachtung und der Variation der verschiedenen Ansätze die Variante 2 als wirtschaftlichste Variante hervorgeht.

## 9 Bewertung nicht monetärer Faktoren

Neben der reinen Wirtschaftlichkeit erfolgt eine Bewertung der nicht monetären Faktoren. Folgende Einzelkriterien werden zur Bewertung herangezogen und miteinander verglichen, um unter Berücksichtigung aller Faktoren eine Vorzugsvariante zu ermitteln:

### **Flexibilität der Bedienung:**

Die Flexibilität der Bedienung ist für beide Varianten ähnlich zu bewerten. In der ersten Variante wird die anfallende Abwassermenge der Gemeinden auf zwei Kläranlagen aufgeteilt, in der zweiten Variante wird sie zu einer größeren und ausgebauten Kläranlage gefördert. In beiden Fällen sind die Kläranlagenteile auf die jeweils ankommende Zuflussmenge ausgelegt und bieten dementsprechend ähnlich großen Spielraum bei der Bedienung. Die Flexibilität der Bedienung spielt für den Auftraggeber eine untergeordnete Rolle und wird daher in einem geringeren Maße berücksichtigt als beispielsweise die Bedienfreundlichkeit.

### **Personalanforderungen/Wechsel im Personaleinsatz:**

Der grundlegende Ablauf des Klärverfahrens ist in beiden Varianten identisch. Das Abwasser wird der mechanischen Reinigung zugeführt und gelangt anschließend in die biologische Reinigung im SBR-Verfahren von wo aus das Klarwasser abgezogen wird und der Klärschlamm in die Vererdungsbeete gefördert wird. Daher ist ein Wechsel im Personaleinsatz gut möglich und dem AG ebenfalls wichtig. Der einzige Vorteil, der sich hier für die zweite Variante gegenüber der ersten Variante herausstellt, ist die Einfachheit, die sich in der zweiten Variante aus dem Betrieb nur einer Kläranlage ergibt.

### **Bedien- und Wartungsfreundlichkeit:**

Da es sich bei den beiden Varianten um dieselben Anlagenteile handelt, ist die Bedienfreundlichkeit für die beiden Varianten ähnlich. Der einzige Vorteil hier ist, dass bei der zweiten Variante nur eine Kläranlage betrieben werden muss.

### **Betriebssicherheit/Betriebsanfälligkeit:**

Auch die Betriebssicherheit/Betriebsanfälligkeit ist bei beiden Varianten ähnlich, da die angewendeten Anlagenteile und Klärprozesse gleich sind. Es gilt allerdings, je weniger Anlagentechnik, desto weniger Ausfall oder Störungen können auftreten. Aus diesem Grund ist die zweite Variante mit nur einer betriebenen Kläranlage vorteilhafter.

### **Komplexität der Realisierung:**

In der zweiten Variante ist nur noch das Gelände der Kläranlage Nebel zu nutzen und die Kläranlage Wittdün kann abgebaut werden. Für diese Variante sind jedoch aufwendigere Tiefbauarbeiten anzurichten, da eine Überleitung angelegt werden muss, um das Abwasser aus der Gemeinde Wittdün zur Kläranlage Nebel zu fördern.

---

### **Zeitraum Bauzeit:**

Die erste Variante beide Kläranlagen zu ertüchtigen, bringt eine längere Bauzeit mit sich.

### **Klarer Abwasserweg:**

Der Abwasserweg ist bei beiden Varianten identisch. Nachteilig ist jedoch in der ersten Variante wieder der Betrieb von zwei Kläranlagen im Gegensatz zu nur einer ausgebauten Kläranlage.

### **Hydraulik und Ablaufwerte:**

Die Variante 2 ist bezüglich der Hydraulik und der Ablaufwerte vorteilhafter gegenüber der Variante 1, da es sich hier um eine größere Kläranlage handelt. Dies bedeutet, dass die ankommende Wassermenge im Zulauf mehr zeitlich verteilt ankommt und die Kläranlage insgesamt hydraulisch flexibler ist. Das bedeutet, dass sie besser in der Lage ist schwankende Mengen an Abwasser aufzunehmen und zu behandeln. Kurzfristige Änderungen in der Zulaufmenge, wie zum Beispiel bei starken Regenfällen oder Störungen im Abwassersystem, können besser bewältigt werden, was zu einer effizienteren und zuverlässigeren Abwasserbehandlung führt.

### **Schlammindex/Schlamm-Wasser-Trennung:**

Ein etwas besserer Schlammindex, bzw. eine etwas bessere Schlamm-Wasser-Trennung ist bei der Zusammenlegung der beiden Kläranlagen zu erwarten. Bei größeren Kläranlagen kann der Schlamm auf Grunde der geringeren hydraulischen Belastung und der längeren Verweilzeit besser absetzen. Dies führt zu einer besseren Trennung von Klärschlamm und gereinigtem Wasser, was die Effizienz der Kläranlage erhöht.

### **Umweltverträglichkeit/Umweltschutz**

Im Bereich Umweltverträglichkeit und Umweltschutz ist die Variante 2 vorteilhafter. Durch die Zusammenführung der Zulaufmengen zur Kläranlage wird sichergestellt, dass das Verschlechtsverbot weiterhin beachtet wird. Selbst bei einer größeren Zulaufmenge müssen mindestens dieselben Ablaufrachten wie zuvor eingehalten werden. Dies hat zur Folge, dass eine erheblich höhere Wasserqualität gewährleistet wird.

Außerdem ist anzumerken, dass der insgesamt benötigte Platzbedarf bei der Zusammenlegung der Kläranlagen geringer ist.

### **Zukunftspotential & Innovationen:**

Beide Varianten weisen Zukunftspotential auf. In beiden Varianten können die Kläranlagen bei Notwendigkeit weiter ausgebaut werden. Ein kleiner Vorteil bietet die zweite Variante, da hier die Infrastruktur bereitgestellt wird, um auch in Zukunft eine größere Kläranlage zu betreiben die alle Abwasserströme auf der Insel Amrum bereinigt.

**Kosten:**

Die Kosten (Investition und Projektkostenbarwert) werden ausgehend von der Bestvariante mit 5 Punkten bewertet. Der Projektkostenbarwert ist höher als der Investition zu bewerten, weil er die Gesamtwirtschaftlichkeit widerspiegelt. An dieser Stelle zeigt sich die Variante 2 als wirtschaftlichste Variante, sowohl bzgl. der Investitionskosten als auch der Betriebskosten, und erhält daher fünf Punkte. Die Variante 1 ist die etwas unwirtschaftlichere Variante und wird daher mit 4 Punkten bewertet.

Eine Übersicht über die Bedeutung des Punktesystems geht aus nachstehender Tabelle hervor.

<b>Sehr gut, besser als erforderlich, Höchstbewertung</b>	<b>5</b>
<b>Gut, positive Grundbewertung für das Projekt</b>	<b>4</b>
<b>Durchschnittlich, erfüllt die Anforderungen</b>	<b>3</b>
<b>Unterdurchschnittlich, noch akzeptabel, aber mit zu erwartenden negativen Auswirkungen</b>	<b>2</b>
<b>Negative Bewertung, Auswirkungen nicht akzeptabel</b>	<b>1</b>
<b>No data</b>	<b>0</b>

**Tabelle 9-1: Ermittlung Kriteriengewichtung**

Mit den vorstehend aufgeführten gewichteten Kriterien wird unter Einsatz einer Stufenwertung von 1- 5 (1 = negativ, inakzeptabel bis 5 = sehr gut, ausgezeichnet) für beide Varianten eine Gesamtnote rechnerisch ermittelt (siehe Tabelle 9-2).

Unter Berücksichtigung von gewichteten wirtschaftlichen und qualitativen Gesichtspunkten ergibt sich eine Empfehlung der Zusammenlegung der Varianten auch für die nicht monetären Faktoren. Insofern diese Variante auch investiv und bezogen auf den Projektkostenbarwert vorne liegt, kann diese Variante als Grundlage für die weitere Planung empfohlen werden.

Insofern eine Abweichung zwischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Bewertung der nicht monetären Faktoren vorliegt, ist aus ingenieurtechnischer Sicht das Ranking zu prüfen und mit der Wirtschaftlichkeit abzugleichen und anhand dessen eine Empfehlung auszusprechen. Bei Betrachtung der nachstehenden Bewertung der nicht monetären Faktoren wird deutlich, dass die Variante 2 – Zusammenlegung der Kläranlagen durch Überleitung mit insgesamt 5,00 Punkten die beste Bewertung erreicht.



## 10 Zusammenfassung

Die Kläranlagen Nebel und Wittdün sind sowohl altersbedingt als auch durch Erreichen der Kapazitätsgrenze bzw. durch Überschreitungen der Ablaufwerte zu ertüchtigen. Um dies zu erreichen, wurden zunächst die Betriebsdaten der einzelnen Anlagen analysiert. Basierend auf diesen Daten wurden Festlegungen für die Ausbau- und Bemessungsgrößen im 85ger Perzentil getroffen, um eine angemessene Auslegung zu gewährleisten. Es wurden zwei Varianten verglichen, einmal die Ertüchtigung der beiden Kläranlagen einzeln und einmal die Zusammenlegung der beiden Kläranlagen am Standort Nebel.

Durch die Ertüchtigung und Optimierung der Kläranlagenkomponenten ist in beiden Varianten eine Verbesserung gewährleistet. Die Anlagenkomponenten werden auf den Ist-Zustand angepasst und ausgebaut, sodass ein kontinuierlicher und stabiler Betrieb unter Einhaltung der Ablaufgrenzwerte ermöglicht wird.

Eine detaillierte Vergleichsanalyse wurde zwischen den Varianten der Ertüchtigung der Kläranlagen und der Zusammenlegung beider Anlagen durchgeführt. Die Maßnahmen der verschiedenen Varianten sind umfassend beschrieben und erörtert worden. Im Rahmen der Variantenentwicklung sind neben Investitionskosten auch die zugehörigen Betriebskosten sowie der Projektkostenbarwert ermittelt und gegenübergestellt worden.

Als Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hat sich die Zusammenlegung der beiden Kläranlagen als die wirtschaftlichste Lösung erwiesen. Dieses Ergebnis wird auch bei der Betrachtung der nicht monetären Faktoren bestätigt, sodass die Variante 2 insgesamt als die bessere Option hervorgeht.

## 11 Empfehlung

Neben der Verfahrenstechnik, den Berechnungen der Investitionskosten und Projektkostenbarwerten, sind die nicht monetären Faktoren bewertet und berücksichtigt worden. Die Umsetzung der Variante 2 – Zusammenlegung der Kläranlagen Nebel und Wittdün – ist im Hinblick auf die Gesamtkosten als wirtschaftlichste Variante ermittelt worden. Auch im Rahmen der nicht monetären Faktoren resultierte die Variante 2 als Vorzugsvariante. In der Bewertung führte die Variante 2 in jedem Betrachtungspunkt, sodass sie mit einer Gesamtpunktzahl von 5,00 Punkte bewertet wird. Die Variante 1 schloss hierbei mit 3,43 Punkten ab.

Es wird deutlich, dass bezüglich der nicht monetären Faktoren die Variante 2 mit 1,57 Punkte unter ganzheitlicher Betrachtung die wirtschaftlichste Lösung darstellt. Aus der Wirtschaftlichkeitsanalyse geht hervor, dass die Differenz der Varianten 1 und 2 im Hinblick auf die Investitionskosten 680.000 € beträgt. Die Investitionskosten der Variante 1 fallen somit 8,3 % teurer aus. In Betracht des Projektkostenbarwerts, stellt sich die Variante 1 in allen untersuchten Fällen als unwirtschaftlichere Lösung heraus und lag dabei zwischen 19,6 % und 42,1 % teurer als die Variante 2.

Aus den Ergebnissen der Wirtschaftlichkeitsanalysen und der Bewertung der nicht monetären Faktoren kann durch die Planungsgemeinschaft abschließend die Variante 2 – Zusammenlegung der Kläranlagen – durch die Planungsgemeinschaft empfohlen werden.

Aufgestellt Oktober 2023

Planungsgemeinschaft rheinplan-enwacon

**Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün**

**Projektteam rheinplan-enwacon**

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: ig@rheinplan.de

www.rheinplan.de

---

# **ZUSAMMENLEGUNG DER KA NEBEL & KA WITTDÜN DURCH ÜBERLEITUNG**

---

## **ANLAGE 1 – KOSTENSCHÄTZUNG EINZELERTÜCHTIGUNG**

Planverfasser:

**Projektteam  
rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel

## Kostenschätzung KA Nebel

---

**Auftragssumme**

---

**3.224.805,00 EUR**

Zuzüglich 19,00% Mehrwertsteuer

612.712,95 EUR

**Auftragssumme brutto**

---

**3.837.517,95 EUR**

Kostenschätzung KA Nebel

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 21 Aktuelle Kostenschätzung Nebel

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>1.</b>	<b>Tiefbauarbeiten</b>	
1.1.	Baustelleneinrichtung	61.034,00
1.2.	Demontage und vorbereitende Arbeiten	16.276,00
1.3.	Grundwasserabsenkung	37.550,00
1.4.	Tiefbau - Rohrgraben	57.276,00
1.5.	Rohrleitungsmaterialien	84.612,00
1.6.	Schachtbauwerke	20.345,00
1.7.	Oberflächenarbeiten	15.446,00
1.8.	Sonstige Arbeiten	104.013,00
	<b>Summe 1. Tiefbauarbeiten</b>	<b>396.552,00</b>
<b>2.</b>	<b>Stahlbetonbau</b>	
2.1.	Baustelleneinrichtung	57.719,00
2.2.	Fundament Windanlage 3x3	5.107,00
2.3.	Abtankplatz externe C-Quelle 3 x 4 m	6.710,00
2.4.	Fundament Dosierstation 1 x 1 m	2.399,00
2.5.	Trennwand VSP 2	123.331,00
	<b>Summe 2. Stahlbetonbau</b>	<b>195.266,00</b>

## Kostenschätzung KA Nebel

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 21 Aktuelle Kostenschätzung Nebel

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>3.</b>	<b>Hochbau</b>	
3.1.	Gebäude Kompaktanlage 15 x 8 m	597.426,00
	<b>Summe 3. Hochbau</b>	<b>597.426,00</b>
<b>4.</b>	<b>Maschinentechnik</b>	
4.1.	Kompaktanlage	346.455,00
4.2.	Vorspeicher I	56.000,00
4.3.	SBR I und II	453.790,00
4.4.	Gebläse	89.240,00
4.5.	Schlammbehandlung	6.928,00
4.6.	Externe C-Quelle	58.123,00
4.7.	Rohrleitungsbau	136.403,00
4.8.	Armaturen, Kernbohrungen und Dichtungen	32.579,00
4.9.	Abwicklung	104.294,00
4.10.	Provisorien	135.051,00
	<b>Summe 4. Maschinentechnik</b>	<b>1.418.863,00</b>
<b>5.</b>	<b>EMSR</b>	
5.1.	EMSR Klärwerkstechnik	579.999,00
5.2.	Technische Gebäudeausrüstung Kompaktanlage	36.699,00
	<b>Summe 5. EMSR</b>	<b>616.698,00</b>

Kostenschätzung KA Nebel

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 21 Aktuelle Kostenschätzung Nebel

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>LV</b>	<b>21</b>	
1.	Tiefbauarbeiten	396.552,00
2.	Stahlbetonbau	195.266,00
3.	Hochbau	597.426,00
4.	Maschinentechnik	1.418.863,00
5.	EMSR	616.698,00
<b>Summe LV 21 Aktuelle Kostenschätzung Nebel</b>		<b>3.224.805,00</b>
Zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 19,00%		612.712,95
		<b>3.837.517,95</b>

<b>Auftragssumme</b>	<b>2.749.715,50 EUR</b>
Zuzüglich 19,00% Mehrwertsteuer	522.445,95 EUR
<b>Auftragssumme brutto</b>	<b>3.272.161,45 EUR</b>

## Kostenschätzung KA Wittdün

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 22 Aktuelle Kostenschätzung Wittdün

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>1.</b>	<b>Tiefbauarbeiten</b>	
1.1.	Baustelleneinrichtung	61.014,50
1.2.	Demontage und vorbereitende Arbeiten	16.847,00
1.3.	Grundwasserabsenkung	36.575,00
1.4.	Tiefbau - Rohrgraben	49.629,50
1.5.	Rohrleitungsmaterialien	63.874,00
1.6.	Schachtbauwerke	25.710,00
1.7.	Oberflächenarbeiten	11.598,50
1.8.	Sonstige Arbeiten	102.128,00
	<b>Summe 1. Tiefbauarbeiten</b>	<b>367.376,50</b>
<b>2.</b>	<b>Stahlbetonbau</b>	
2.1.	Baustelleneinrichtung	63.738,00
2.2.	Fundament Windanlage 3x3	5.518,00
2.3.	Abtankplatz externe C-Quelle 8 x 5 m	16.215,00
	<b>Summe 2. Stahlbetonbau</b>	<b>85.471,00</b>

Kostenschätzung KA Wittdün

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 22 Aktuelle Kostenschätzung Wittdün

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>3.</b>	<b>Hochbau</b>	
3.1.	Gebäude Kompaktanlage 15 x 8	546.440,00
	<b>Summe 3. Hochbau</b>	<b>546.440,00</b>
<b>4.</b>	<b>Maschinentechnik</b>	
4.1.	Kompaktanlage	342.622,00
4.2.	Vorspeicher I	56.000,00
4.3.	SBR I und II	460.628,00
4.4.	Gebälse	89.240,00
4.5.	Schlammbehandlung	6.928,00
4.6.	Externe C-Quelle	58.123,00
4.7.	Rohrleitungsbau	81.865,00
4.8.	Armaturen, Kernbohrungen und Dichtungen	54.258,00
4.9.	Abwicklung	92.949,00
4.10.	Provisorien	68.506,00
	<b>Summe 4. Maschinentechnik</b>	<b>1.311.119,00</b>
<b>5.</b>	<b>EMSR</b>	
5.1.	EMSR Klärwerkstechnik	402.610,00
5.2.	Technische Gebäudeausrüstung Kompaktanlage	36.699,00
	<b>Summe 5. EMSR</b>	<b>439.309,00</b>

Kostenschätzung KA Wittdün

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 22 Aktuelle Kostenschätzung Wittdün

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>LV</b>	<b>22</b>	
1.	Tiefbauarbeiten	367.376,50
2.	Stahlbetonbau	85.471,00
3.	Hochbau	546.440,00
4.	Maschinentechnik	1.311.119,00
5.	EMSR	439.309,00
<b>Summe LV 22 Aktuelle Kostenschätzung Wittdün</b>		<b>2.749.715,50</b>
Zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 19,00%		522.445,95
		<b>3.272.161,45</b>

Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün

Projektteam rheinplan-enwacon

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: ig@rheinplan.de

www.rheinplan.de

---

# ZUSAMMENLEGUNG DER KA NEBEL & KA WITTDÜN DURCH ÜBERLEITUNG

---

## ANLAGE 2 – KOSTENSCHÄTZUNG ZUSAMMENLEGUNG

Planverfasser:

**Projektteam**  
**rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel

## Kostenschätzung Zusammenlegung KA

---

**Auftragssumme**

**3.851.895,00 EUR**

Zuzüglich 19,00% Mehrwertsteuer

731.860,05 EUR

**Auftragssumme brutto**

**4.583.755,05 EUR**

## Kostenschätzung Zusammenlegung KA

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 211 Kostenschätzung KA Zusammenlegung

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>1.</b>	<b>Tiefbauarbeiten</b>	
1.1.	Baustelleneinrichtung	61.034,00
1.2.	Demontage und vorbereitende Arbeiten	22.936,00
1.3.	Grundwasserabsenkung	37.556,00
1.4.	Tiefbau Vorlage Da = 15 m	124.884,00
1.5.	Tiefbau - Rohrgraben	66.114,00
1.6.	Rohrleitungsmaterialien	93.024,00
1.7.	Schachtbauwerke	20.345,00
1.8.	Oberflächenarbeiten	19.136,00
1.9.	Sonstige Arbeiten	111.293,00
	<b>Summe 1. Tiefbauarbeiten</b>	<b>556.322,00</b>
<b>2.</b>	<b>Stahlbetonbau</b>	
2.1.	Baustelleneinrichtung	57.719,00
2.2.	Fundament Windanlage 3x3	4.263,00
2.3.	Abtankplatz externe C-Quelle 3 x 4 m	6.816,00
2.4.	Fundament Dosierstation 1 x 1 m	2.421,00
2.5.	Trennwand VSP 2	123.402,00
2.6.	Vorlage Da = 15 m	116.017,00
	<b>Summe 2. Stahlbetonbau</b>	<b>310.638,00</b>

## Kostenschätzung Zusammenlegung KA

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 211 Kostenschätzung KA Zusammenlegung

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>3.</b>	<b>Hochbau</b>	
3.1.	Gebäude Kompaktanlage 15 x 8 m	597.426,00
	<b>Summe 3. Hochbau</b>	<b>597.426,00</b>
<b>4.</b>	<b>Maschinentechnik</b>	
4.1.	Kompaktanlage	373.115,00
4.2.	Vorspeicher I + II	85.000,00
4.3.	SBR I und II und III	642.567,00
4.4.	Gebläse	130.715,00
4.5.	Schlammbehandlung	6.928,00
4.6.	Externe C-Quelle	58.123,00
4.7.	Rohrleitungsbau	151.063,00
4.8.	Armaturen, Kernbohrungen und Dichtungen	32.579,00
4.9.	Abwicklung	104.294,00
4.10.	Provisorien	135.051,00
4.11.	Demontearbeiten	3.000,00
	<b>Summe 4. Maschinentechnik</b>	<b>1.722.435,00</b>
<b>5.</b>	<b>EMSR</b>	
5.1.	EMSR Klärwerkstechnik	628.375,00
5.2.	Technische Gebäudeausrüstung Kompaktanlage	36.699,00
	<b>Summe 5. EMSR</b>	<b>665.074,00</b>

## Kostenschätzung Zusammenlegung KA

Projekt: 2022004 Amrum KA Zusammenlegung  
LV: 211 Kostenschätzung KA Zusammenlegung

Währung: EUR

Ordnungszahl	Leistungsbeschreibung	Gesamtbetrag
<b>LV</b>	<b>211</b>	
1.	Tiefbauarbeiten	556.322,00
2.	Stahlbetonbau	310.638,00
3.	Hochbau	597.426,00
4.	Maschinentechnik	1.722.435,00
5.	EMSR	665.074,00
<b>Summe LV 211 Kostenschätzung KA Zusammenlegung</b>		<b>3.851.895,00</b>
Zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer von 19,00%		731.860,05
		<b>4.583.755,05</b>

## Kostenschätzung Überleitung

### 1. Kostenprognose

Die beigefügte Kostenprognose für die untersuchten Varianten im **offenen Graben/Förderung mittels Pumpen** schließt wie folgt ab:

Variante	Länge RL	Wegquerungen			Gewässer- Querungen	ΣNetto
	[m]	Asphaltweg	Bankett	Unbefestigt		
1	4897	3	-	9	3	1.667.100,00 €
2	5146	4	1	7	3	1.830.100,00 €
3	6677	11	-	8	1	2.399.400,00 €

Die beigefügte Kostenprognose für die untersuchten Varianten im **Pflugverfahren/Förderung mittels Pumpen** schließt wie folgt ab:

Variante	Länge RL	Wegquerungen			Gewässer- Querungen	ΣNetto
	[m]	Asphaltweg	Bankett	Unbefestigt		
1	4897	3	-	9	3	1.396.900,00 €
2	5146	4	1	7	3	1.585.900,00 €
3	6677	11	-	8	1	2.219.200,00 €

Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün

Projektteam rheinplan-enwacon

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: ig@rheinplan.de

www.rheinplan.de

---

# ZUSAMMENLEGUNG DER KA NEBEL & KA WITTDÜN DURCH ÜBERLEITUNG

---

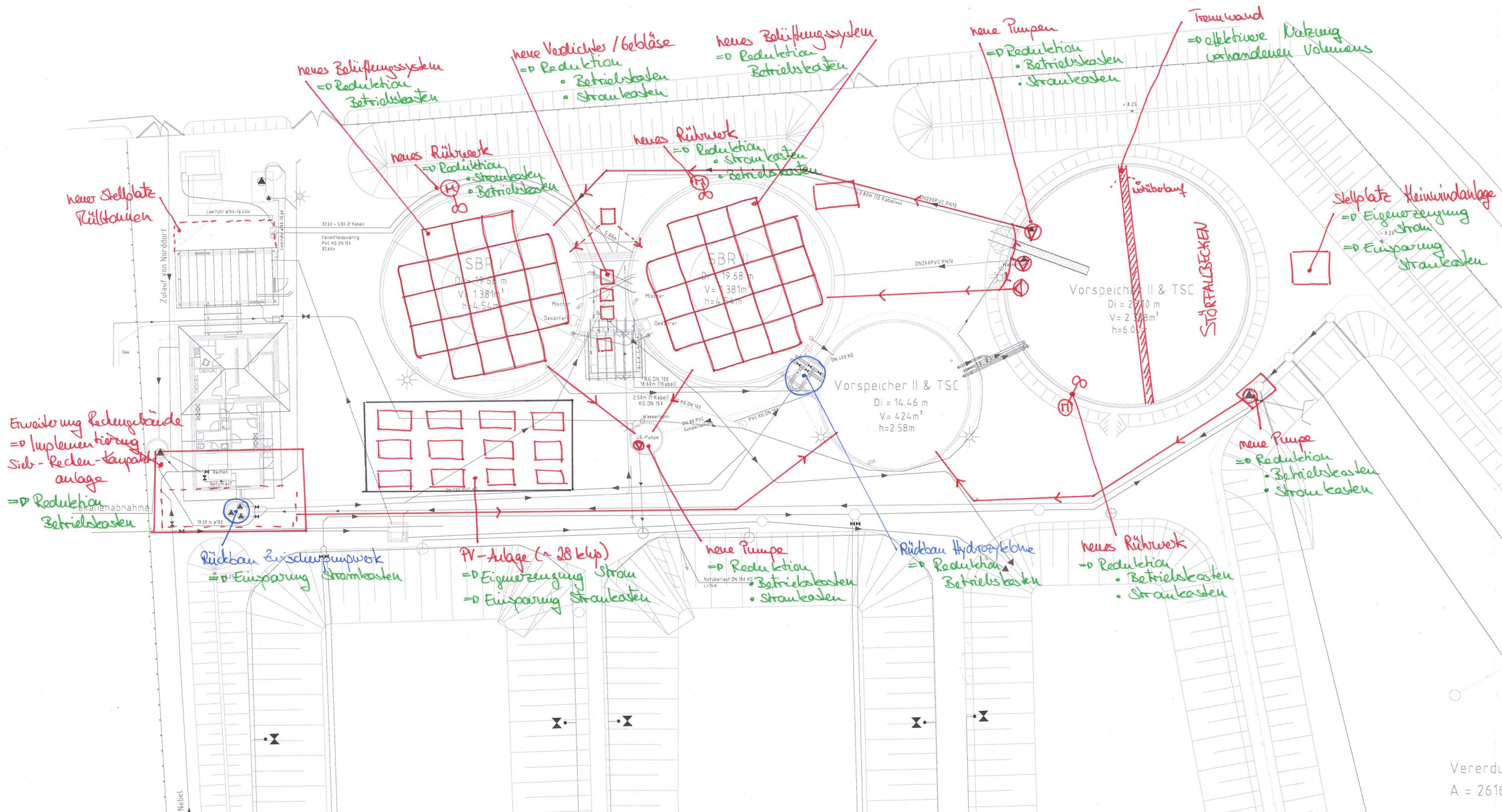
## ANLAGE 3 – PLANUNTERLAGEN KLÄRANLAGEN EINZELERTÜCHTIGUNG MAßNAHMEN NEBEL & MAßNAHMEN WITTDÜN

Planverfasser:

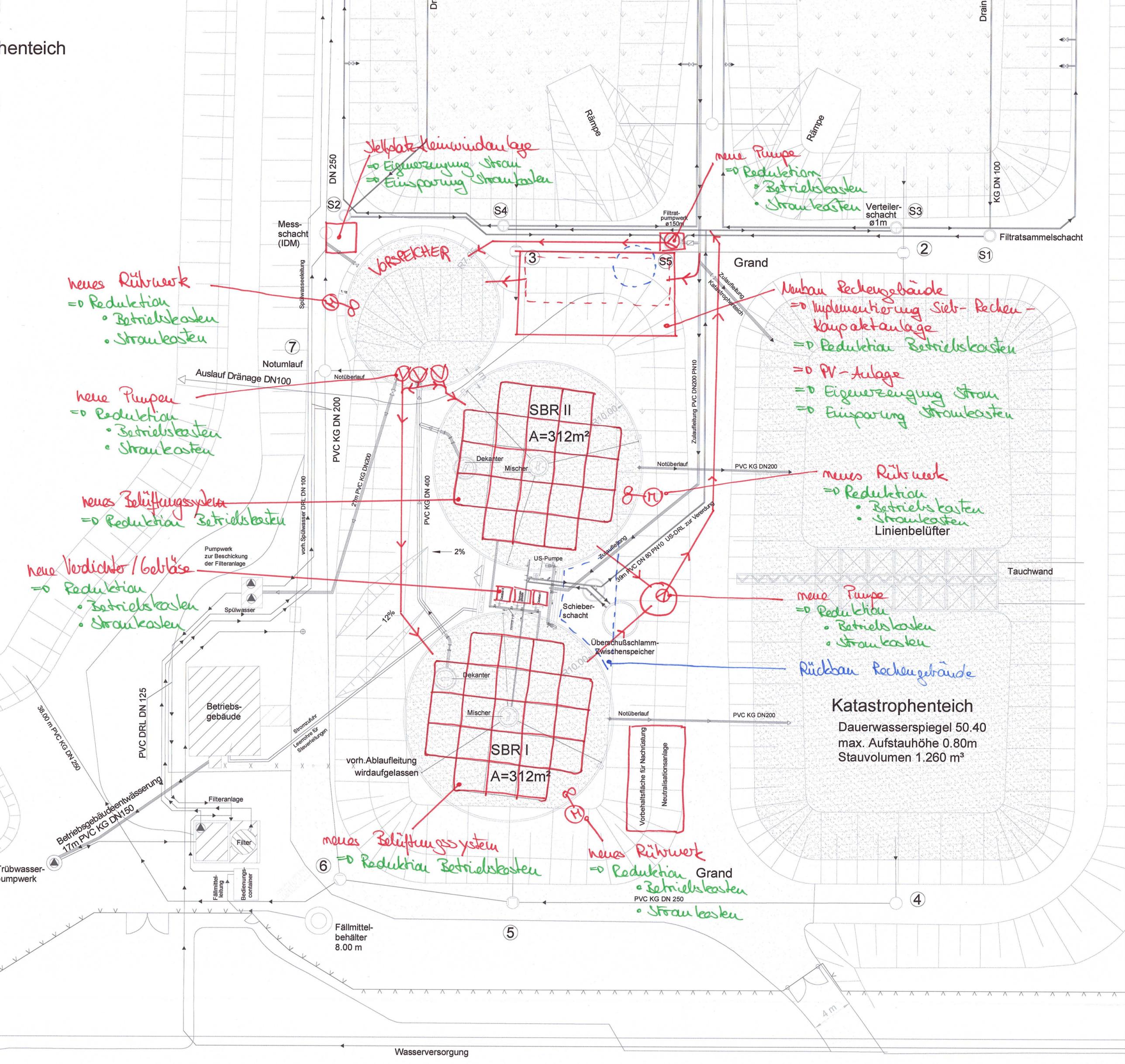
**Projektteam**  
**rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel



henteich



Stellplatz Kleinwindanlage  
 ⇒ Eigenverzorgung Strom  
 ⇒ Einsparung Stromkosten

neue Pumpe  
 ⇒ Reduktion  
 • Betriebskosten  
 • Stromkosten

neues Rührwerk  
 ⇒ Reduktion  
 • Betriebskosten  
 • Stromkosten

Neubau Rechengebäude  
 ⇒ Implementierung Sieb-Rechen-Kompaktanlage  
 ⇒ Reduktion Betriebskosten

neue Pumpen  
 ⇒ Reduktion  
 • Betriebskosten  
 • Stromkosten

⇒ PV-Anlage  
 ⇒ Eigenverzorgung Strom  
 ⇒ Einsparung Stromkosten

neues Belüftungssystem  
 ⇒ Reduktion Betriebskosten

neues Rührwerk  
 ⇒ Reduktion  
 • Betriebskosten  
 • Stromkosten  
 Linienbelüfter

neue Verdichter / Gebläse  
 ⇒ Reduktion  
 • Betriebskosten  
 • Stromkosten

neue Pumpe  
 ⇒ Reduktion  
 • Betriebskosten  
 • Stromkosten

Rückbau Rechengebäude

Katastrophenteich  
 Dauerwasserspiegel 50.40  
 max. Aufstauhöhe 0.80m  
 Stauvolumen 1.260 m<sup>3</sup>

neues Belüftungssystem  
 ⇒ Reduktion Betriebskosten

neues Rührwerk  
 ⇒ Reduktion  
 • Betriebskosten  
 • Stromkosten

Wasserversorgung

Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün

Projektteam rheinplan-enwacon

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: ig@rheinplan.de

www.rheinplan.de

---

# ZUSAMMENLEGUNG DER KA NEBEL & KA WITTDÜN DURCH ÜBERLEITUNG

---

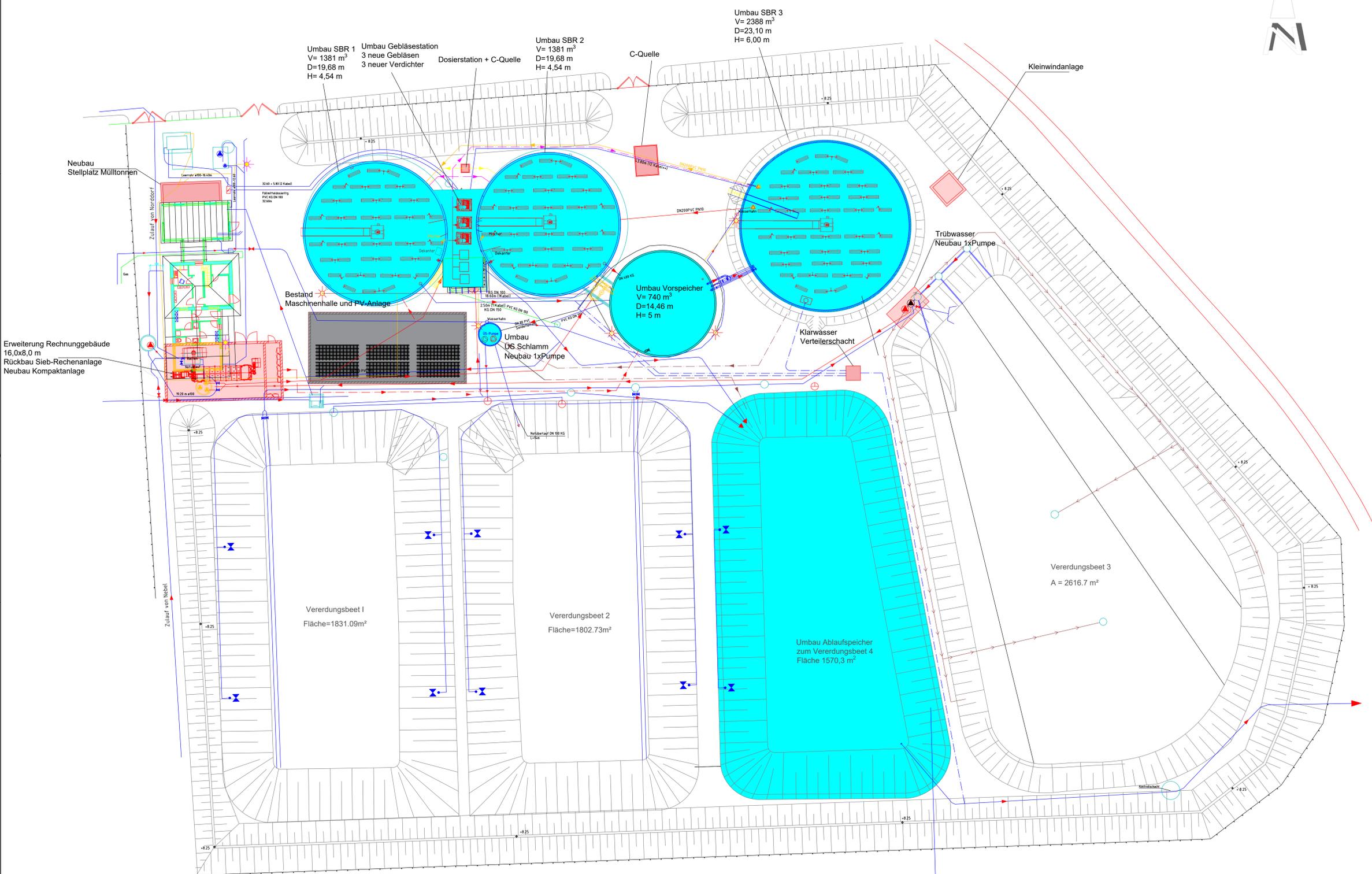
## ANLAGE 4 – PLANUNTERLAGEN ZUSAMMENLEGUNG KA MAßNAHMEN NEBEL

Planverfasser:

**Projektteam**  
**rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel



- Legende**
- Neubau
  - Umbau
  - Rückbau
  - Bestand
  - Neubau-Abwasser
  - Neubau-Schlamm
  - Neubau-Druckluft

Bauherr: Versorgungsbetriebe Amrum AOR  
Strandweg 6  
25946 Nebel

Planung: **enwacON** Engineering GmbH & Co. KG  
Niemannweg 133 D-24105 Kiel  
Tel: +49 (0)431 / 800 078-0  
Fax: +49 (0)431 / 800 078-10  
www.enwacON.de - info@enwacON.de

**Rheinplan** Ingenieurgesellschaft  
für Wasser- und Abwasserwerke mbH  
Burbacher Str. 207-209 D-52129 Bonn  
Tel: +49 (0)228 / 85 40 63 70  
Fax: +49 (0)228 / 85 40 63 77  
www.rheinplan.de - ig@rheinplan.de

Projekt: **KA Nebel**  
Erweiterung der Kläranlage

Bezeichnung: **Lageplan**

Plan-Nr.: **2022\_004\_100** **BL**

Index	Art der Änderung	Datum
e		
d		
c		
b		
a		

Maßstab: 1:200  
Blattgröße: ISO A0

Bearbeitet: SA  
Geprüft: ID

22.11.2022  
22.11.2022

Der Bauherr: \_\_\_\_\_ Der Planverfasser: \_\_\_\_\_  
Erstellt mit AutoCAD: 201

**Versorgungsbetriebe Amrum  
Zusammenlegung der KA Nebel  
durch Überleitung von Wittdün**

**Projektteam rheinplan-enwacon**

Burbacher Str. 207-209

D-53129 Bonn

T: (0 228) 85 40 63 70

F: (0 228) 85 40 63 77

E-Mail: ig@rheinplan.de

www.rheinplan.de

---

# **ZUSAMMENLEGUNG DER KA NEBEL & KA WITTDÜN DURCH ÜBERLEITUNG**

---

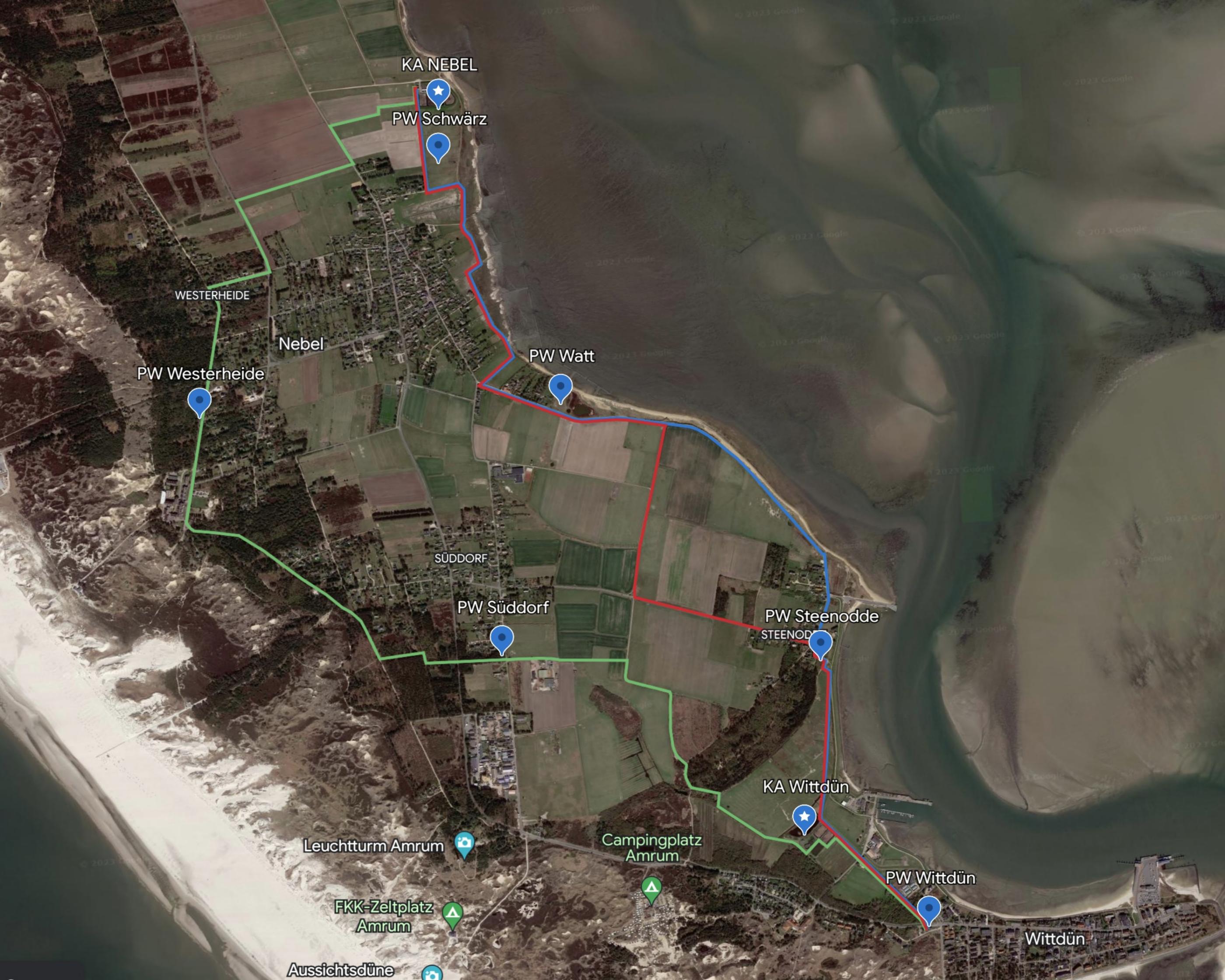
## **ANLAGE 5 – PLANUNTERLAGEN ÜBERLEITUNG**

Planverfasser:

**Projektteam  
rheinplan-engineering GmbH**  
Kiel, Oktober 2023  
Dipl.-Ing. A. Schulz-Pflugbeil

Bauherr:

**Versorgungsbetriebe Amrum**  
Strunwai 5  
25946 Nebel



KA NEBEL

PW Schwarz

WESTERHEIDE

Nebel

PW Westerheide

PW Watt

SÜDDORF

PW Süddorf

PW Steenodde  
STEENOD

Leuchtturm Amrum

Campingplatz  
Amrum

KA Wittdün

FKK-Zeltplatz  
Amrum

PW Wittdün

Aussichtsdüne

Wittdün



Zeichenerklärung u. Hinweise

-  vorh. SW-Schacht mit Schachtbezeichnung mit Deckel- und Sohlhöhe sowie Zulauf- und Abzweige
-  vorh. SW-Kanal mit Fließrichtung, Halbhöhebezeichnung, Halbhöhenlänge, Nennweite, Material und Gefälle ohne Maßlinie
-  Sanftnahme in vorh. SW-Kanal mit Fließrichtung, Halbhöhebezeichnung, Halbhöhenlänge, Nennweite, Material und Gefälle
-  Anschlussleitung
-  Druckleitung (Verlauf zwischen den Pumpwerken und Schächten ungekollt)
-  PE 250 Variante 1 Verlegung in unbefestigten Bereich
-  PE 250 Variante 2 Verlegung in Bankett (Asphalt)
-  PE 250 Variante 2 Verlegung in unbefestigten Bereich
-  PE 250 Variante 3 Verlegung in unbefestigten Bereich
-  gepl. Wegenquerung
-  gepl. Gewässerquerung
-  gepl. Straßenquerung

**Reinplan** INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR WASSER- UND ABWASSERTECHNIK MBH  
 BLUMBACHER STRASSE 207 • 2084 • 83 129 BICHSEL  
 TEL.: 02 28 185 40 83 70 • FAX: 02 28 185 40 83 77 •  
 EMAIL: JOE@REINPLAN.DE WWW.REINPLAN.DE

Mr. Änderung, Art, Umfang, Ursache	Gezeichnet	Geprüft
------------------------------------	------------	---------

**Versorgungsbetriebe Amrum** *das läuft*

Abteilung:   
 Projekt: **Zusammenlegung KA Nebel und KA Wittdün**  
 Lageplan

Plan: <b>Lageplan 02/02</b>	
bestellt: Eckardt 18.02.2023	Mitf./Ab 1:2500
gezeichnet: Biedes 04.04.2023	Zwischung-Nr.
geprüft: Eckardt 18.04.2023	LP-02

Kartographie: Amrum, 2024, Nebel  
 Abw. Abw. Amrum, 2024, Nebel



Zeichenerklärung u. Hinweise

- vorh. SW-Schacht mit Schachtbezeichnung mit Deckel- und Schlotte sowie Zulauf- und Abfahrtsfähe
- vorh. SW-Kanal mit Fließrichtung, Haltungsverbezeichnung, Haltungsverlänge, Nenndurchmesser, Material und Gefälle ohne Maßnahme
- Selbstreinigend in vorh. SW-Kanal mit Fließrichtung, Haltungsverbezeichnung, Haltungsverlänge, Nenndurchmesser, Material und Gefälle
- Anschlussleitung
- Druckleitung (Verlauf zwischen den Punktwerken und Schächten vorgesehen)
- PE 250 Variante 1 Verlegung in unbefestigten Bereich
- PE 250 Variante 2 Verlegung in Baubett (Asphalt)
- PE 250 Variante 2 Verlegung in unbefestigten Bereich
- PE 250 Variante 3 Verlegung in unbefestigten Bereich
- gepl. Wegenquerung
- gepl. Gewässerquerung
- gepl. Straßenquerung

**RIEHLPLAN** INGENIEURGESSELLSCHAFT  
 FÜR WASSER- UND ABWASSERTECHNIK MBH  
 BURCHARDT-STRASSE 207 • 20045 129 BORNHOLM  
 TEL: 041 29 40 40 03 FAX: 041 29 30 40 03 17  
 EMAIL: IG@RIEHLPLAN.DE • WWW.RIEHLPLAN.DE


**Versorgungsbetriebe Amrum** *das läuft*

Abteilung:   
 Projekt: **Zusammenlegung KA Nebel und KA Wittdün**  
 Lageplan

Plan:	Lageplan 01/02		
bearbeitet:	Lehmann	15.10.2022	Maßstab: 1:2500
gezeichnet:	Roden	08.01.2023	Zeichnung-Nr. LP-01
geprüft:	Lehmann	16.01.2023	

