



KLÄRANLAGE NAGOLD



Süddeutsche Abwasserreinigungs-Ingenieur GmbH

Ingenieurleistungen
für Kläranlagen und Kanalisationen
Gesamtplanung·Abwicklung·Betreuung

Niederlassung Schramberg
Gewerbepark H.A.U. 8 - 78713 Schramberg

Telefon: (0 74 22) 56 01 07 - 0
Fax: (0 74 22) 56 01 07 - 19
www.sag-ingenieure.de

111 Jahre Umweltschutz

VN: P0543AC / 187726

Machbarkeitsstudie

STROMNOTFALLPLAN

- Technischer Bericht -

Aufgestellt: Schramberg, Februar 2025
Molitor/ Ketterer

Beilage 1

SAG Ingenieure

Geschäftsführer

Dipl.-Ing. Steffen Baur
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Messerschmied
Dipl.-Ing. (FH) Jochen Molitor
Dipl.-Ing. (FH) Karl Rösch

Niederlassungen

Siegburg · Hannover · Wiesbaden
Büdingen · Karlsruhe
Schramberg · Isny
Würzburg · Forchheim · Erfurt
Hauptsitz Ulm

Bankverbindungen

Commerzbank Ulm
Sparkasse Ulm
HypoVereinsbank Ulm
Deutsche Bank Ulm

IBAN

DE61 6308 0015 0801 7669 00
DE98 6305 0000 0021 0539 95
DE80 6302 0086 2740 2457 35
DE15 6307 0088 0014 6837 00



Inhalt

1. Veranlassung	4
2. Vorplanung	5
2.1 <i>Rechtliche Aspekte und Empfehlungen</i>	5
2.2 <i>Beschreibung des Abwasserbeseitigungssystems</i>	7
2.2.1 Mechanische Reinigungsstufe	9
2.2.2 Biologische Reinigungsstufe	10
2.2.3 Chemische Reinigungsstufe	13
2.2.4 Ablauf- und Endmessstelle	13
2.2.5 Schlammbehandlung	13
2.2.6 Gasspeicherung und -verwertung	15
2.3 <i>Größe und Struktur des Abwasserentsorgungsunternehmens</i>	15
2.4 <i>Schutzziele</i>	15
2.5 <i>Bestehenden Notstromkonzepts</i>	16
2.5.1 Betrieb bei Netzausfall	16
2.5.2 Leistungsbedarf bei Stromausfall	17
2.5.3 Energiebedarf, längst möglicher Netzersatzbetrieb	18
3. Risikoanalyse	20
3.1 <i>Gefahrenanalyse</i>	20
3.2 <i>Identifikation der Szenarien</i>	20
3.3 <i>Vulnerabilitätsanalyse</i>	20
3.4 <i>Risikobewertung und -vergleich</i>	21
3.4.1 Ablauf nach DWA-M 320:2024	21
3.4.2 Bewertung ohne vorbeugende Maßnahme (Ist-Zustand)	23
3.4.3 Bewertung mit vorbeugender Maßnahme	23
4. Maßnahmenbeschreibung, Konzeption der Notstromversorgung	26
4.1 <i>Netzersatzanlage</i>	26
4.2 <i>Treibstofftanklager</i>	28
4.3 <i>Aufstellung</i>	30
5. Kostenschätzung	33
6. Zusammenfassung	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Schutzziele bei Stromausfall (in Anlehnung an DWA-M 320:2024 Anhang A)	16
Tabelle 2: Abschätzung des Leistungsbedarfs der KA Nagold	17
Tabelle 3: Zusammenstellung der Leistungsbedarfe bei unterschiedlichen Lastfällen	18
Tabelle 4: Energiebedarf der KA Nagold bei unterschiedlichen Lastfällen (Betriebsdaten 2021-2023)	19
Tabelle 5 Schadenspotenzial - Einteilung in Kategorien (Quelle: Merkblatt DWA-M 103:2013)	22
Tabelle 6: Klassifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit (Quelle: DWA-M 320:2024)	22
Tabelle 7: Umfang und Dringlichkeit des Handlungsbedarfs (Quelle: DWA-M 320:2024).....	22
Tabelle 8: Zusammenfassung des Risikovergleichs ohne vorbeugende Maßnahmen (HW bei HQ ₅₀)	23
Tabelle 9: Zusammenfassung des Risikovergleichs mit vorbeugenden Maßnahmen	24
Tabelle 10: Ermittlung des notwendigen Treibstoffbedarfs für einen 72 h Stromausfall (Quelle spezifischer Treibstoffbedarf: BBK – Band 18 Praxis im Bevölkerungsschutz:2017)	28
Tabelle 11 Kostenschätzung Variante 1	33
Tabelle 12 Kostenschätzung Variante 2	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild der Kläranlage Nagold [Quelle: Kartendienst LUBW, abgerufen am: 28.01.2025]	7
Abbildung 2: Vereinfachtes Grundfließbild der Kläranlage Nagold mit Probenahmestellen	8
Abbildung 3: Klassifizierung von Stromausfall-Szenarien, als relevant identifizierte Szenarien mit dickem Rahmen (Quelle: DWA-M 320:2024).....	20
Abbildung 4: Vulnerabilitätsanalyse.....	21
Abbildung 5 Hochwasserrisikomanagement-Abfrage für die Kläranlage Nagold (Quelle: Hochwasser Risikomanagement Baden-Württemberg, abgerufen am 30.01.2025).....	25
Abbildung 6: Wasserschutzgebiet auf der Kläranlage Nagold (Quelle: UDO-Kartendienst LUBW; abgerufen am 04.02.2025).....	30
Abbildung 7: Variante 1 - Mögliche Aufstellung der NEA und des Treibstofftanks (Tank und NEA maßstäblich)	31
Abbildung 8: Variante 2 - Mögliche Aufstellung der NEA und des Treibstofftanks (Tank und NEA maßstäblich)	31

1. VERANLASSUNG

Der Abwasserzweckverband Nagold betreibt die mechanisch-biologisch-chemische Kläranlage Nagold. Dort werden die anfallenden Abwässer des Verbandsgebietes gereinigt.

Um in der Zukunft besser auf Stromausfälle auf der Kläranlage vorbereitet zu sein, soll ein Stromnotfallplan in Form von dieser Studie erstellt werden.

In dieser Studie wird eine Risikoanalyse anhand des Merkblatts DWA-M320 „Sicherstellung der Abwasserentsorgung bei Stromausfall“ (2024) durchgeführt. Das Merkblatt wurde im März 2024 veröffentlicht, um eine Arbeitshilfe zu Verfügung zu stellen, mit welcher der Kläranlagenbetreiber sich auf Stromausfälle vorbereiten kann. In dem Arbeitsblatt wird eine Risikoanalyse beschrieben, mit welchen Risiken identifiziert, bewertet und priorisiert werden können. Abschließend wird die Wirksamkeit durch eine erneute Risikobewertung (mit vorbeugender Maßnahme) bestätigt.

Im Anschluss zu der Risikoanalyse werden die festgelegten, vorbeugenden Maßnahmen technisch detailliert und es wird ein Notstromkonzept erstellt. Für die vorbeugenden Maßnahmen wird abschließend eine Kostenschätzung durchgeführt.

Diese Studie beschränkt sich auf die Kläranlage Nagold und dem Regenüberlaufbecken, welches sich auf dem Gelände der Kläranlage befindet. Die Kanalisation, Pumpwerke und sonstige dem Abwasserbeseitigungssystem zugehörige Komponenten werden in dieser Studie nicht betrachtet.

2. VORPLANUNG

2.1 Rechtliche Aspekte und Empfehlungen

Die rechtlichen Betreiberpflichten für Kläranlagen sind im Wasserhaushaltsgesetz definiert. Nach Interpretation der DWA muss der Betreiber der KA den Betrieb von Kläranlagen auch während außerordentlicher Betriebszustände gewährleisten. Hierzu zählen unter anderem auch Stromausfälle (Quelle: DWA-M 320:2024).

Gemäß § 3 Absatz 1 Satz 2 KritisV (Verordnung zur Bestimmung Kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz, 2016) zählt die Abwasserbeseitigung zu kritischen Dienstleistungen im Sinne des BSI-Gesetzes (BSI: Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik). Weiterhin werden nach § 3 Absatz 4 Satz 1 und 2 KritisV Kategorien und Schwellenwerte festgelegt, ab wann Abwasserbeseitigungssysteme zur kritischen Infrastruktur (KRITIS) gehören. Dieser Schwellenwert liegt nach Anhang 2 KritisV bei einer Ausbaugröße ≥ 500.000 EW. Die Kläranlage Nagold unterschreitet mit einer Ausbaugröße von 65.000 EW diesen Wert und zählt somit nicht zur kritischen Infrastruktur nach KritisV. Allerdings existieren für Unternehmen der kritischen Infrastruktur diverse Leitfäden, die dieser Studie (soweit sinnvoll) zugrunde gelegt werden sollen. Sowohl das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) als auch das BSI veröffentlichten Fachinformationen zum Thema Notstromversorgung dazu zählen:

- Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 13 - Leitfaden für die Planung, die Errichtung und den Betrieb einer Notstromversorgung in Unternehmen und Behörden (BBK, 2024)
- Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 18 – Treibstoffversorgung bei Stromausfall, Empfehlung für Zivil- und Katastrophenschutzbehörden (BBK, 2017)

Für kritische Infrastruktur wird grundsätzlich empfohlen eine Notstromversorgung vorzusehen, mit welcher der Betrieb für 72 Stunden aufrechterhalten werden kann (Quelle: Praxis im Bevölkerungsschutz, Band 13; BBK, 2024).

Für den Betrieb von Netzersatzanlagen (NEAs) wird speziell additiviertes schwefelarmes Heizöl nach DIN 51603-1 empfohlen. Gegenüber Diesel ergeben sich folgende Vorteile:

1. Heizöl ist wegen der geringeren Besteuerung günstiger. Zwar ist eine Steuerentlastung gemäß § 53 EnergieStG möglich, allerdings ist unklar, ob die Steuerentlastung erst nach Verbrauch erfolgen kann: § 53 Absatz 1 Satz 2 EnergieStG: "Eine Steuerentlastung wird auf Antrag gewährt für Energieerzeugnisse, die zur Stromerzeugung in ortsfesten Anlagen verwendet worden sind (...)". Muss der Diesel wegen biologischen Befalls entsorgt werden, ist ggf. die Steuerentlastung nicht möglich.

2. Der biologische Anteil in Heizöl ist geringer als bei Diesel. Daher ist auch die Gefahr eines biologischen Befalls des Treibstoffs geringer. Bei einem biologischen Befall (umgangssprachlich auch als Dieselpest bekannt), vermehren sich Mikroorganismen im Treibstoff. Zum einen kann es durch die Bildung von Bioschlamm zu Funktionsstörungen durch Verstopfungen kommen. Andererseits kann es zu mikrobiell induzierter Korrosion kommen, wodurch Anlagenteile geschädigt werden.

Diese Empfehlung folgt auch einer Veröffentlichung des BSI: Die Untersuchung von Diesel-Treibstoffen aus 74 Netzersatzanlagen 2014 hat ergeben, dass bei 60 % der NEAs der Treibstoff zum Zeitpunkt der Probenahme oder in naher Zukunft nicht mehr verwendbar war.

Empfehlung des BSI (Quelle: Neue Erkenntnisse zur Lagerfähigkeit von Brennstoffen für Netzersatzanlagen, Stand Januar 2015):

- Ausschließlich speziell additiviertes schwefelarmes Heizöl nach DIN 51603-1 verwenden
- Nur Additive verwenden, die speziell für schwefelarmes Heizöl in NEAs abgestimmt sind
- Zur Sicherstellung der Treibstoffqualität ist eine regelmäßige Beprobung durchzuführen. Das Beprobungsintervall sollte 12 Monate nicht überschreiten. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der letzten Analyse, sollten die Intervalle verkürzt werden.
- Ausführung aller Öl-führenden Tanks und Leitungen in Edelstahl oder Aluminium
- Eine Probenahmestelle ist vorzusehen. Die gewässerschutzrechtlichen Vorschriften und einschlägigen technischen Regeln sind hierbei zu beachten.

Gemäß EnergieStG fällt bei Verwendung von definierten Treibstoffen eine geringere Steuer an, wenn die Treibstoffe bei begünstigten Anlagen zum Einsatz kommen. Eine ortsfeste NEA entspricht der Definition einer begünstigten Anlage nach § 3 EnergieStG. Auch eine mobile NEA entspricht der Definition einer begünstigten Anlage, solange sie während des Betriebs ausschließlich an ihrem geografischen Standort verbleibt und nicht dem Antrieb von Fahrzeugen dient.

Ob Heizöl nach DIN 51603-1 im NEA verwendet werden darf ist durch den Motoren-Hersteller zu bescheinigen. Einige Bescheinigungen von Motorenherstellern wurde durch den Wirtschaftsverband Fuels and Energie e.V. veröffentlicht (Quelle: <https://www.zukunftsheizen.de/brennstoff/brennstoffe-fuer-die-notstromversorgung/brennstoffqualitaet-in-der-praxis/> ; abgerufen am 04.02.2025):

- MTU
- Deutz
- FPT Industrial
- Scania
- Volvo

2.2 Beschreibung des Abwasserbeseitigungssystems

Der Abwasserzweckverband Nagold betreibt die mechanisch-biologisch-chemische Kläranlage Nagold. Die Schlammstabilisierung findet anaerob statt. Der ausgefaulte Schlamm wird mit einer Zentrifuge entwässert.



Abbildung 1: Luftbild der Kläranlage Nagold [Quelle: Kartendienst LUBW, abgerufen am: 28.01.2025]

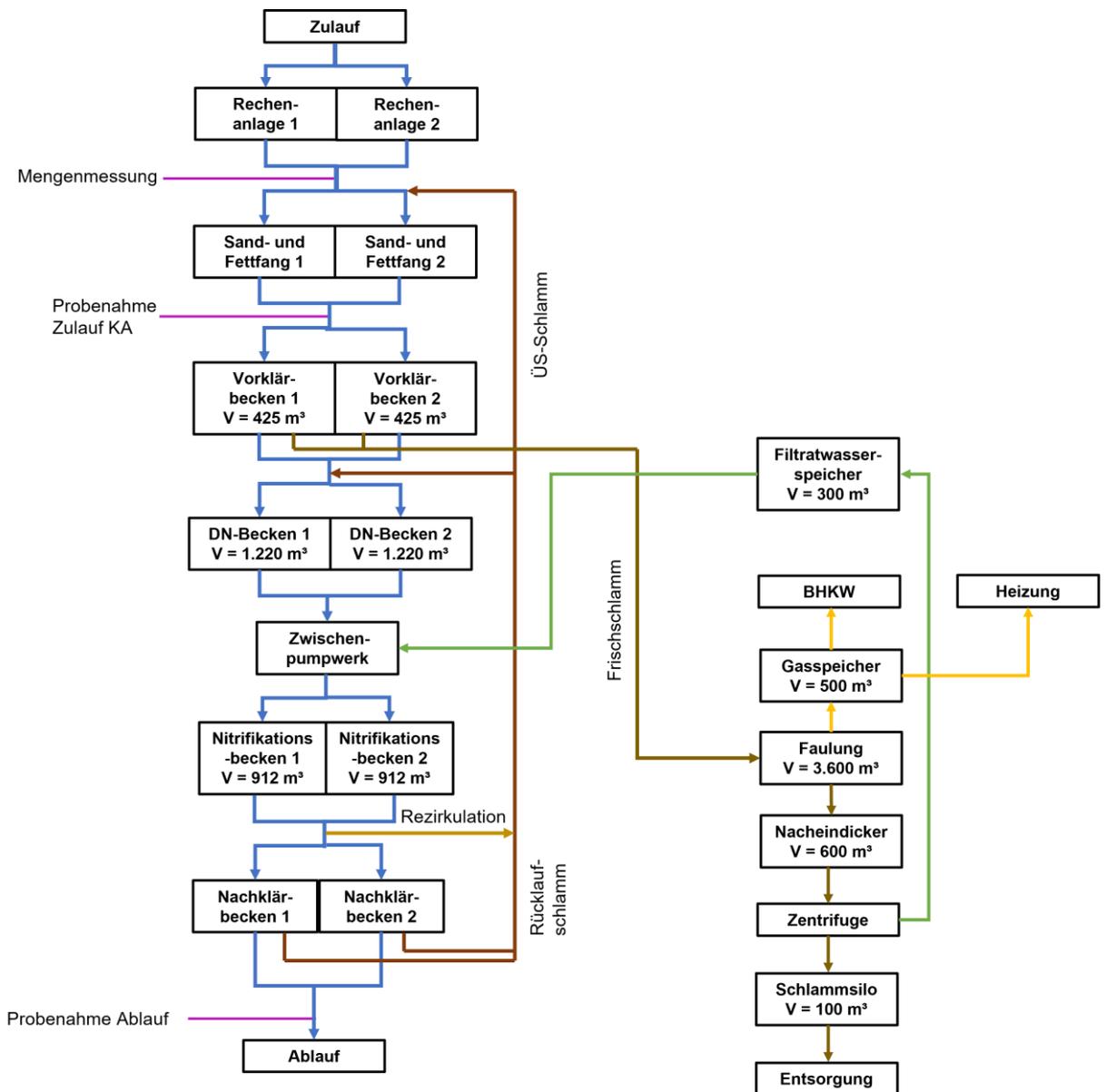


Abbildung 2: Vereinfachtes Grundfließbild der Kläranlage Nagold mit Probenahmestellen

2.2.1 **Mechanische Reinigungsstufe**

Die mechanische Reinigungsstufe besteht auf einer eingehausten zweistraßigen Rechenanlage mit Feinrechen (Spaltweite 6mm), zwei belüfteten Sand- und Fettfängen in Stahlbauweise sowie zwei Vorklärbecken mit Umgehungsleitung.

Zur Erfassung der Wassermenge dient eine Durchflussmengenmessung, welche im Gerinne zwischen Rechenanlage und Sand- und Fettfang installiert ist. Die mengenproportionale Probenahme findet im Verteilbauwerk der Vorklärbecken statt.

In den Vorklärbecken setzen sich Feststoffe ab und werden mittels Schildräumer in die Primärschlammtrichter geschoben. Im Trichter sind Schieber zur Entschlammung installiert. Der Primärschlammabzug wird händisch realisiert. Der Primärschlamm fließt dem Primärschlamm-schacht an der alten Werkstatt zu und wird von dort aus in den Schlamm-schacht an der Faulung gepumpt. Zusätzlich ist an dem Räumer ein Schwimmschlamm-schild angebracht, um den Schwimmschlamm ebenfalls abzutrennen und dem Primärschlamm-schacht zuführen zu können.

Rechenanlage:

- 2 x Feinrechen
 - Spaltweite = 6 mm
 - 2 x Rechengutwaschpressen

Sand- und Fettfang:

- 2-straßige Anlage
- Sandfangkammer
 - Länge = 23,1 m
 - Breite = 1,65 m
- Druckluftversorgung
- Sandfangräumer
- Sandpumpe zur Sandentnahme
- Sandwaschanlage
- Fettfangkammer
 - Länge = 23,1 m
 - Breite = 0,5 m
- Fetträumer

Vorklärbecken (2 Becken):

- Länge gesamt = 24,2 m
- Breite = 7,0 m
- Volumen nutzbar = 425 m³
- Räumer (Boden- und Schwimmschlammräumer)
- Primärschlammumpen
 - Zerkleinerer
 - Kreiselpumpe 40 m³/h
 - Kreiselpumpe 60 m³/h

2.2.2 **Biologische Reinigungsstufe**

Die biologische Reinigungsstufe setzt sich aus zwei reinen Denitrifikationsbecken (Rechteckbecken DN-Becken 1, DN-Becken 2), einem Zwischenhebewerk, vier Nitrifikationsbecken (Rechteckbecken) und zwei runden Nachklärbecken zusammen.

Denitrifikation

Die beiden Denitrifikationsbecken wurden im Zuge der Erweiterung der Kläranlage im Jahr 2005 als zwei Umlaufbecken errichtet. In den Zulaufschacht wird zusätzlich der Kreislauf- und Rücklaufschlamm zugeführt.

DN-Becken 1+2:

- Länge je = 2 x 26,7 m
- Breite je = 3,925 m
- Tiefe = 5,67 m
- Volumen = 2 x 1.220 m³
- Vier Rührwerke

Zwischenhebewerk

Von den Denitrifikationsbecken fließt das Wasser zu dem Zwischenhebewerk und wird mit bis zu vier Hebeschnellen auf das Niveau der Nitrifikationsbecken angehoben.

Förderleistung: $Q = 2 \times 550$ l/s

$Q = 2 \times 280$ l/s

Nitrifikation

Über Rohrleitungen wird das Wasser auf die vier Becken aufgeteilt. Der Sauerstoff wird über Membranlüfter eingetragen. Diese sind direkt am Beckenboden montiert.

Über die interne Rezirkulation wird nitrathaltiges Wasser aus der Nitrifikation in die vorgeschaltete Denitrifikation zurückgefördert, um die Stickstoffelimination zu verbessern.

N-Becken 1 bis 4:

- Länge je = 39,5 m
- Breite je = 5,0 m
- Einblastiefe = ca. 4,62 m
- Volumen je = $912 \text{ m}^3 \rightarrow 4 \times 912 \text{ m}^3 = 3.648 \text{ m}^3$
- Abzug interne Rezirkulation über einen Regelschieber am Gerinnen zwischen Nitrifikation und Nachklärung

Belüftung N-Becken (Gebläsestation am Nitrifikationsbecken):

- 3 Drehkolbengebläse:
 - je $32 \text{ m}^3/\text{min}$
- 1 Schraubengebläse:
 - je $32 \text{ m}^3/\text{min}$

Nachklärung

Die Beschickung der beiden Nachklärbecken erfolgt über ein Gerinne und einem Verteilbauwerk.

Der spezifisch schwerere Belebtschlamm setzt sich während der Durchströmung der Becken auf der Sohle ab und wird dann mittels umlaufenden Räumschilds dem zentrisch angeordneten Schlammtrichter zugeführt. Der Schlamm wird durch Überdruckentschlammung aus dem Trichter abgezogen. Mittels zweier Regelschieber wird der Abzug aus den beiden Becken gesteuert.

Der Schwimmschlamm wird auf der Oberfläche vorkomprimiert und in das außenliegende Gerinne gepumpt. Von dort aus fließt der Schwimmschlamm jeweils in den Schwimmschlammsschacht und wird von dort aus in den Rezirkulationsschacht gefördert.

Eine Besonderheit der Nachklärbecken ist die Installation von höhenverstellbaren Einlaufbauwerken.

Nachklärbecken:

- Durchmesser Becken je = 38,0 m
- Durchmesser Mittelbauwerk = 4,7 m
- Tiefe^{2/3} = 3,05 m
- Schildräumer (1 Arm)
- Schwimmschlammförderung

Überschussschlamm

Der Überschussschlamm wird über einen Regelschieber aus dem Gemisch aus Rücklaufschlamm und Kreislaufschlamm abgezogen und in die Vorklärung gefördert.

ÜS-Pumpwerk:

- Kreiselpumpen 90 m³/h
- Kreiselpumpe 140 m³/h

Rücklaufschlamm

Die Schlammrückführung dient vor allem zur Einhaltung einer konstanten Biomassenkonzentration im Belebungsbecken. Wie die interne Rezirkulation dient auch die RS-Förderung zur Nitratrückführung in die unbelüftete Zone.

Der Rücklaufschlamm wird mit Hilfe von MIDs und Regelschiebern aus den Nachklärbecken abgezogen und läuft im Freispiegel mit dem Kreislaufschlamm über eine Leitung DN 700 in den Zulauf der Denitrifikation.

2.2.3 Chemische Reinigungsstufe

Die Phosphor-Elimination wird durch chemische Fällung mittels eisen- und aluminiumhaltiger Fällmittel betrieben. Als Fällmittelbehälter dienen zwei oberirdische Behälter (je 30 m³).

Die Entnahme erfolgt mittels zweier Dosierpumpen, eine dritte Pumpe dient als Reserve. Die Dosierstation ist im Kellergeschoss des alten Schlammwässerungsgebäudes installiert. Die dazugehörigen Elektro-, Mess- und Steuereinrichtungen sind ebenfalls dort installiert. Die Zugabe des Fällmittels erfolgt kontinuierlich in das Zwischenhebewerk sowie den Ablauf der Belebung. Die 2-Punktfällung wird über einen Phosphatanalyser nachgeregelt.

Zum Schutz vor Leckagen sind die Behälter doppelwandig ausgeführt und mit einer Überfüllsicherung ausgerüstet. Die Abtankfläche ist WHG-konform hergestellt.

2.2.4 Ablauf- und Endmessstelle

Im Ablaufschacht des Nachklärbeckens ist ein automatischer Probenehmer installiert.

Der Ablauf der Kläranlage wird über eine Leitung DN 900 der Nagold zugeführt.

2.2.5 Schlammbehandlung

Anaerobe Schlammstabilisierung

Auf der Kläranlage Nagold steht ein Faulbehälter zur anaeroben Schlammstabilisierung zur Verfügung. Das Gemisch aus Primärschlamm und abgesetzten Überschussschlamm aus der Vorklärung wird aus dem Schlamm-schacht über eine Beschickungspumpe dem Faulbehälter zugeführt.

Der Faulbehälter wird bei einer Temperatur von ca. 33-36°C gefahren. Hier erfolgt bei einer Aufenthaltszeit von ca. 30 Tagen der Prozess der anaeroben Schlammstabilisierung. Die Schlammmenge wird reduziert und energiereiches Faulgas gebildet, das über eine Leitung zum Gasbehälter strömt. Zur Durchmischung und zur Erhaltung der Wärme wird der Schlamm abgezogen, über einen Wärmetauscher geleitet und wieder dem Faulbehälter zugeführt.

Die Durchmischung des Faulbehälters findet mit Hilfe eines Schraubenschauflers statt.

Der Schlamm aus dem Faulbehälter wird in den Schlammstapelbehälter (alter Faulbehälter) verdrängt.

Schlammfäulung:

- Faulbehälter
 - Volumen = 3.600 m³
- Schlammstapelbehälter (alter Faulbehälter)
 - Volumen = 600 m³
- Beschickungspumpe
 - 1 Exzentrerschneckenpumpen
 - Zerkleinerer
- Umwälzschlamm (Heizschlamm)-pumpwerk
 - 2 Kreiselpumpen
 - Zerkleinerer

Schlammmentwässerung

In der Zentrifuge wird der Schlamm maschinell auf einen Feststoffgehalt von etwa 25-30 % entwässert. Um diesen Feststoffgehalt zu erreichen, wird der Schlamm mit organischen Flockungsmitteln (Polymeren) konditioniert.

Der entwässerte Schlamm wird über eine Dickschlammpumpe einem Schlammsilo zugeführt. Das Schlammsilo besitzt einen Schubboden sowie ein Austrags- und Verlaeschnecke. Das Filtratwasser fließt im freien Gefälle in den Filtratspeicher und von dort aus zum Zwischenhebewerk.

Schlammmentwässerung:

- Faulschlamm zur Schlammmentwässerung
 - 2 Exzentrerschneckenpumpen
 - Zerkleinerer
- 1 Zentrifuge
- Austragsschnecke
- Dickschlammpumpe
- Polymerstation
- Filterkuchensilo mit Schubboden
 - Volumen = 100 m³
- Filtratspeicher
 - Volumen = 300 m³
- Dosierpumpe Filtrat
- Entleerungspumpe Filtratspeicher

2.2.6 **Gasspeicherung und -verwertung**

Gasbehälter

Der Niederdruck Gasbehälter mit Füllstandanzeige dient ausschließlich zur Gasspeicherung des produzierten Klärgases.

Gasspeicherung:

- Gasbehälter Niederdruck 25 mbar
 - Volumen= 500 m³

Gasfackel

Die Gasfackel ist als Sicherheitseinrichtung zu sehen. Ist kein Verbraucher in Betrieb und der Behälter zu 100 % gefüllt, so wird das überschüssige Gas mittels Fackel verbrannt.

Gasverwertung

In den beiden Blockheizkraftwerken wird, das in der Schlammfäulung produzierte, Faulgas verbrannt. Dabei entsteht Strom und Wärme zur Verwendung auf der Kläranlage.

2.3 **Größe und Struktur des Abwasserentsorgungsunternehmens**

Zu klären mit KA Nagold / AZV

2.4 **Schutzziele**

Entsprechend DWA-M 320:2024 werden Schutzziele festgelegt, welche bei einem Stromausfall erreicht werden sollen. Diese Schutzziele werden der Risikoanalyse in Kapitel 3 zugrunde gelegt.

Tabelle 1 Schutzziele bei Stromausfall (in Anlehnung an DWA-M 320:2024 Anhang A)

Kategorie	Ziel
Personen & Bevölkerung	– keine Gefährdung von Leib und Leben
	– geringe Einschränkung des Entwässerungskomforts (Rückstau bis Straßenoberfläche gemäß Abwassersatzung)
	– keine Abwasseraustritte auf öffentliche Straßen
Umwelt	– Funktionsfähigkeit für Trockenwetter (TW) mit Einhaltung der gesetzlich geforderten Überwachungswerte
	– volle Aufrechterhaltung der Abwasserannahme bei eingeschränkter Abwasserbehandlung bei Regenwetter (RW) sowie eingeschränkter Funktionsfähigkeit der Schlammbehandlung
Sachgüter	– Vermeidung von Sachschäden

2.5 Bestehenden Notstromkonzepts

2.5.1 *Betrieb bei Netzausfall*

Das Notstromkonzept der Kläranlage Nagold besteht aus einer unterbrechungsfreien Spannungsversorgung (USV) und einem Netzersatzbetrieb über zwei BHKWs. Mit der USV werden bei einem Stromausfall für einen Zeitraum von ca. 15 min das PLS-System weiter mit Strom versorgt. Weiterhin wird im Falle eines Stromausfalls eine Störmeldung an den Bereitschaftsdienst abgesetzt, falls kein Betriebspersonal vor Ort ist. Ebenso startet ein Netzersatzbetrieb über die BHKWs, sodass in einem Zeitraum von < 5 min die KA wieder betriebsfähig ist. Folgende Aspekte sind bei einem Stromausfall auf der Kläranlage Nagold zu beachten:

- Die Pneumatikschieber im Zulauf der Kläranlage (vor den Rechen) schließen im stromlosen Zustand. Die komplette Abwassermenge wird innerhalb kurzer Zeit durch den Rückstau in einen stromaufwärts liegenden Verteiler über einen Überlauf in Richtung Regenüberlaufbecken geleitet.
- Der Rücklaufschlamm-schieber der Nachklärung schließt. Da der Wasserspiegel im Nachklärbecken höher als im vorderen Teil der Kläranlage ist, würde es ansonsten zur Überflutung der Kläranlage kommen.

Sobald der Notstromversorgung über die BHKWs gestartet ist, startet das Schneckenhebewerk zwischen DN- und N-Becken. Anschließend öffnen der Pneumatikschieber im Zulauf der Kläranlage und der Rücklaufschieber zwischen Nachklärung und Vorklärung. Als letztes wird die Belüftung im Belebungsbecken wieder in Betrieb genommen.

2.5.2 Leistungsbedarf bei Stromausfall

Zur Abschätzung des Leistungsbedarfs der Kläranlage bei Stromausfall wurden die elektrischen Anschlussleistungen der Hauptverbraucher zusammengestellt (siehe Tabelle 2). Die Daten wurden von den Typenschildern der Motoren abgelesen, aus Betriebsanweisungen entnommen und teilweise geschätzt. NEAs, die eine vorgegebene Wirkleistung P erzeugen sollen, sind auf die größere Scheinleistung S auszulegen. Der tatsächliche Scheinleistungsbedarf wird überschlägig wie folgt unter Einbezug des Gleichzeitigkeitsfaktors (GZF) berechnet:

$$S = \frac{P}{\cos \phi} \cdot GZF$$

Der GZF wurde jeweils für Trockenwetter und Regenwetter abgeschätzt. Redundante Aggregate erhalten einen GZF von 0. Bei Trockenwetter ist ein im Vergleich zum Jahresmittel erhöhter Leistungsbedarf bei der Belüftung und ein niedrigerer Bedarf beim Zwischenhebewerk erforderlich. Bei Regenwetter ist der Sachverhalt genau gegensätzlich.

Tabelle 2: Abschätzung des Leistungsbedarfs der KA Nagold

Teilprozess	Benennung	el. Anschlussleistung [kW]	cos phi [-]	Gleichzeitigkeitsfaktor TW [-]	Gleichzeitigkeitsfaktor RW [-]	notwendige Leistung TW [kVA]	notwendige Leistung RW [kVA]
Zwischenhebewerk	Förderschnecke 1	45,0	1,00	0,00	1,00	0,0	45,0
Zwischenhebewerk	Förderschnecke 2	30,0	1,00	1,00	1,00	30,0	30,0
Zwischenhebewerk	Förderschnecke 3	30,0	1,00	0,00	1,00	0,0	30,0
Zwischenhebewerk	Förderschnecke 4	45,0	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Biologie (N-Becken)	Drehkolbengebläse 1	55,0	1,00	0,80	0,60	44,0	33,0
Biologie (N-Becken)	Drehkolbengebläse 2	55,0	1,00	0,80	0,60	44,0	33,0
Biologie (N-Becken)	Drehkolbengebläse 3	55,0	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Biologie (N-Becken)	Schraubengebläse 1	45,0	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Biologie (DN-Becken)	Rührwerk 1	2,5	0,80	1,00	1,00	3,1	3,1
Biologie (DN-Becken)	Rührwerk 2	2,5	0,80	1,00	1,00	3,1	3,1
Biologie (DN-Becken)	Rührwerk 3	2,5	0,80	1,00	1,00	3,1	3,1
Biologie (DN-Becken)	Rührwerk 4	2,5	0,80	1,00	1,00	3,1	3,1
Faulturm	Umwälzpumpe 1	18,5	0,80	1,00	1,00	23,1	23,1
Faulturm	Umwälzpumpe 2	18,5	0,80	0,00	0,00	0,0	0,0
Faulturm	Schaufler	9,0	0,80	1,00	0,00	11,3	0,0
SEW	Beschickungspumpe 1	10,0	0,80	0,50	0,50	6,3	6,3
SEW	Beschickungspumpe 2	10,0	0,80	0,00	0,00	0,0	0,0
SEW	Zerkleiner	5,0	0,80	0,50	0,50	3,1	3,1
SEW	Zentrifuge, Motor groß	37,0	1,00	0,50	0,50	18,5	18,5
SEW	Zentrifuge, Motor klein	11,0	1,00	0,50	0,50	5,5	5,5
SEW	Dickschlammpumpe	18,5	0,80	0,50	0,50	11,6	11,6
Sandfang 1	Gebälse	2,0	0,80	1,00	1,00	2,5	2,5
Sandfang 2	Gebälse	2,0	0,80	1,00	1,00	2,5	2,5
NKB 1	Päumer	5,0	0,80	1,00	1,00	6,3	6,3
NKB 2	Päumer	5,0	0,80	1,00	1,00	6,3	6,3
Rechen 1	Rechen	19,5	0,80	0,50	0,50	12,2	12,2
Rechen 2	Rechen	19,5	0,80	0,00	0,00	0,0	0,0
Restliche KA	Rest (+ 3%)	20,0	0,80	1,00	1,00	25,0	25,0
Summen		580,5				264,5	306,3
Summen, gerundet (+20%)						320,0	370,0
Verfügbare Leistung BHKWs						125	125
Notwendige Leistung NEA						195,0	245,0

Da die BHKWs auf der Kläranlage auch für den Normalbetrieb der Anlage eingesetzt werden, wird aus Sicherheitsgründen davon ausgegangen, dass bei einem Netzausfall nur ein BHKW für den Netzersatzbetrieb zu Verfügung steht. Aus der Auswertung in Tabelle 2 ist somit ersichtlich, dass die verfügbare Leistung über die BHKWs im Netzersatzbetrieb zu klein ist. Es kann lediglich ein Teilbetrieb der Kläranlage gewährleistet werden. Bei Regenwetter wird sogar davon ausgegangen, dass es nicht möglich ist die gesamte Abwassermenge über die KA zu leiten (vgl. Scheinleistung Zwischenhebewerk + restliche KA = 130 kVA). Um die Schutzziele aus Kapitel 2.4 zu erreichen, wird eine NEA mit mindestens 195 kVA empfohlen. Wenn bei Regenwetter abweichend zu den Schutzzielen die komplette Reinigungsleistung aufrechterhalten werden soll, so sind mindestens 245 kVA erforderlich.

Grundsätzlich wurde in Tabelle 2 angenommen, dass die Faulung und Schlammwässerung (SEW) weiterhin betrieben wird. Grund hierfür ist, dass Faulung und Schlammwässerung mehr Energie erzeugen, als sie verbrauchen. Der weitere Betrieb dieser Teilprozesse erscheint somit aus energetischer Sicht sinnvoll. Allerdings kann es gerade bei kurzen Netzausfällen (< 2 h) von Vorteil sein auf die Versorgung von Faulung und Schlammwässerung zu verzichten, um ausreichend Leistung für das Zwischenhebewerk und die Belüftung zu Verfügung stellen zu können.

Falls zukünftig auf der KA Nagold ein Hochwasserpumpwerk (HWP) benötigt wird, wird der zusätzliche Leistungsbedarf wie folgt berücksichtigt (Quellen: KSB-Kreiselpumpen-Lexikon, 2011; DWA-A 216, 2015):

$$P_{HWP} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_{ges}} = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 581 \frac{L}{s} \cdot 2 m}{0,50} = 22,8 kW$$

$$S_{HWP} = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{22,8 kW}{0,8} = 28,5 kVA$$

Tabelle 3: Zusammenstellung der Leistungsbedarfe bei unterschiedlichen Lastfällen

Zusammenstellung Leistungsbedarf bei Stromausfall in [kVA]				
Lastfall	TW	RW	HW	HW+RW
Gesamt	320	370	350	400
NEA mit 1x BHKW 125 kVA	195	245	225	275

2.5.3 Energiebedarf, längst möglicher Netzersatzbetrieb

Zur Ermittlung des Energiebedarfs wurde eine Betriebsdatenauswertung der Jahre 2021-2023 durchgeführt. Dabei wurde der mittlere Energiebedarf über den Auswertungszeitraum berechnet. Da es Einflüsse von Trockenwetter und Regenwetter auf den Energiebedarf gibt, wurden zwei

unterschiedliche Bedarfe ermittelt (Unterscheidung nach Wetterschlüssel im Betriebstagebuch). Die Auswertung befindet sich in Tabelle 4. Für die Hochwasserfälle (HW und HW+RW) wurde der Energiebedarf für die unterschiedlichen Kläranlagenzuflüsse ($Q_T = 136 \frac{L}{s}$ und $Q_M = 581 \frac{L}{s}$) berechnet.

Tabelle 4: Energiebedarf der KA Nagold bei unterschiedlichen Lastfällen (Betriebsdaten 2021-2023)

		TW	RW	HW	HW+RW
mittlerer Energiebedarf KA	[kWh/d]	2746	3113	2874	3660
mittlerer Strombezug	[kWh/d]	477	819	606	1366
spez. el. Energieerzeugung aus Faulgas	[kWh/m ³]	1,79			
Mindestfüllstand Gasbehälter	[m ³]	150			
Zeit Notstromversorgung gesamter Energiebedarf	[h]	2,3	2,1	2,2	1,8
Zeit Notstromversorgung nur Strombezug	[h]	13,5	7,9	10,6	4,7

Aus dem Mindestfüllstand im Gasbehälter und der spezifischen elektrischen Energieerzeugung aus dem Faulgas kann berechnet werden, wie lange die Kläranlage im Netzersatzbetrieb betrieben werden kann. Die Berechnung wurde zweimal durchgeführt:

1. Unter der Annahme, dass der gesamte Energiebedarf der Kläranlage über die NEA gedeckt wird (es wird kein weiteres Faulgas produziert und verstromt)
2. Unter der Annahme, dass nur der tägliche Strombezug der Kläranlage über die NEA eingespeist werden muss (es wird weiterhin Faulgas produziert und verstromt).

Die beiden Zeiten sind als Richtwerte zu verstehen, sodass bspw. bei Trockenwetter ein Netzersatzbetrieb der Kläranlage zwischen 2,3 h und 13,5 h möglich ist.

Als weiterer Ansatz zur Beurteilung des längst möglichen Netzbetriebs wurde die mittlere tägliche Energieerzeugung der BHKWs in den Jahren 2021-2023 ermittelt. Diese beträgt 2274 kWh/d. Daraus folgt ein längst möglicher Ersatzbetrieb (bis Gasspeicher leer) von:

$$t_{Notstrom} = \frac{1,79 \frac{kWh}{m^3} \cdot 150 m^3}{2274 \frac{kWh}{d} \cdot 24 \frac{h}{d}} = 2,83 h$$

Aus den Betrachtungen erschließt sich die Schätzung, dass ein Notstrombetrieb von ca. 2,5 h aufrechterhalten werden kann.

3. RISIKOANALYSE

3.1 Gefahrenanalyse

Als Gefahren für den Betrieb der Kläranlage werden im Rahmen dieser Studie ausschließlich Stromausfälle betrachtet. Des Weiteren wird unterschieden, ob der Stromausfall bei Trockenwetter (TW), Regenwetter (RW), Hochwasser (HW), oder Hochwasser mit Regenwetter (HW+RW) auftritt. Es wird ein 50-jährliches Hochwasser betrachtet (HQ₅₀).

3.2 Identifikation der Szenarien

In diesem Kapitel werden relevante Stromausfallszenarien identifiziert. Das Merkblatt DWA-M 320:2024 klassifiziert Stromausfallszenarien nach ihrer örtlichen und zeitlichen Ausdehnung. Die Klassifizierung ist in Abbildung 3 dargestellt. Da in dieser Studie lediglich die Kläranlage + Regenüberlaufbecken XXIV betrachtet werden, werden die örtlichen Szenarien K1, M1 und L1 als relevant identifiziert.

Ausdehnung \ Dauer	Kurz bis 2h	Mittel 2h bis 24h	Lang ab 24h
örtlich singular	K1	M1	L1
Regional begrenzt	K2	M2	L2
Überregional bis landesweit	K3	M3	L3

Abbildung 3: Klassifizierung von Stromausfall-Szenarien, als relevant identifizierte Szenarien mit dickem Rahmen (Quelle: DWA-M 320:2024)

3.3 Vulnerabilitätsanalyse

Eine Vulnerabilitätsanalyse wird durchgeführt, um festzustellen, ob und in welchem Ausmaß ein betrachtetes Teilsystem durch einen Stromausfall verwundbar ist. Das DWA-M 320:2024 legt folgende Vulnerabilitätsklassen fest:

- Klasse I: keine Verwundbarkeit bis sehr geringe Verwundbarkeit
- Klasse II: geringe Verwundbarkeit
- Klasse III: mittlere Verwundbarkeit
- Klasse IV: hohe Verwundbarkeit
- Klasse V: sehr hohe Verwundbarkeit

Die Vulnerabilitätsanalyse ergibt, dass das betrachtete System Kläranlage + Regenüberlaufbecken XXIV in die höchste Vulnerabilitätsklasse (Klasse V: sehr hohe Verwundbarkeit) einzuordnen ist: Die Kläranlage + Regenüberlaufbecken sind von allen relevanten Stromausfallszenarien K1, M1 und L1 betroffen und funktionsanfällig. Durch die vorhandenen BHKWs ist ein Netzersatzbetrieb möglich, wodurch eine teilweise technische Ersetzbarkeit gegeben ist. Die Kläranlage kann organisatorisch nicht ersetzt werden.

Komponente	Lastfall	Exposition			Funktionsanfähigkeit			Ersetzbarkeit I (technisch)			Ersetzbarkeit II (organisatorisch)			Ersetzbarkeit III (organisatorisch)		
1. Schritt		2. Schritt			3. Schritt			4. Schritt			5. Schritt (a)			5. Schritt (b)		
Kläranlage Nagold + Regenüberlaufbecken XXIV	K1 M1 L1	ja	✓	→	ja	✓	→	ja, vollständig		→ 5a	ja		III	ja		IV
		ja, teilweise							ja, teilweise	✓	→ 5b					
		nein		I	nein		II	nein		V	nein		V	nein	✓	V

Abbildung 4: Vulnerabilitätsanalyse

3.4 Risikobewertung und -vergleich

3.4.1 Ablauf nach DWA-M 320:2024

Bei der Risikobewertung nach DWA-M 320:2024 wird das Schadenspotenzial (S) und die Eintrittswahrscheinlichkeit (T) für jedes Risiko bewertet. Das Risiko (R) errechnet sich als Produkt aus Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit:

$$R = S \cdot T$$

Die Bewertung wird für jeden Lastfall (TW, RW, HW, RW+HW), jedes Stromausfallszenario (K1, M1, L1) und jedes Schutzziel (Personen & Bevölkerung, Umwelt, Sachgüter, Fremdanlagen) durchgeführt. Zuerst werden die Risiken ohne und anschließend mit vorbeugender Schutzmaßnahme bewertet. Hierdurch wird die Effektivität der Schutzmaßnahme kontrolliert. Zur Bewertung des Schadenspotenzials und der Eintrittswahrscheinlichkeit werden Tabelle 5 und Tabelle 6 herangezogen.

Das Schadenspotenzial ergibt sich dabei „als Summe aus eigenen materiellen Schäden, abgaberechtlichen Folgen sowie zu erwartenden Ansprüchen Dritter in Relation zur Unternehmensgröße“ (Quelle: DWA-M 103:2013).

Tabelle 5 Schadenspotenzial - Einteilung in Kategorien (Quelle: Merkblatt DWA-M 103:2013)

Schadenspotenzial	Anteil am Jahresertrag (%)	Faktor S
Unbedeutend	0 bis < 0,5	0,5
Gering	0,5 bis < 1,5	1,5
Mittel	1,5 bis < 5	5
Wesentlich	5 bis < 15	15
Existenzbedrohend	15 bis > 50	50

Tabelle 6: Klassifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeit (Quelle: DWA-M 320:2024)

Klassifizierung	Beschreibung	Wert T
Sehr wahrscheinlich/ sehr plausibel	ein Ereignis, das in Deutschland durchschnittlich mehrere Male pro Menschenleben eintritt (Eintritt in den nächsten 5 bis 10 Jahren sehr plausibel)	5
Wahrscheinlich/plausibel	ein Ereignis, das in Deutschland durchschnittlich nur mal/wenige Male pro Menschenleben eintritt (Eintritt in den nächsten 5 bis 10 Jahren plausibel)	4
Bedingt wahrscheinlich/ teilweise plausibel	ein Ereignis, das sich in Deutschland bereits ereignet hat, aber ggf. mehrere Generationen zurückliegt (Eintritt in den nächsten 5 bis 10 Jahren teilweise plausibel)	3
Unwahrscheinlich/ noch vorstellbar	ein Ereignis, das weltweit mehrmals vorgekommen ist und in Deutschland denkbar wäre (Eintritt in den nächsten 5 bis 10 Jahren noch vorstellbar)	2
Sehr unwahrscheinlich/ kaum vorstellbar	ein Ereignis, das selbst weltweit als selten gilt, in Deutschland jedoch nicht völlig auszuschließen ist (Eintritt in den nächsten 5 bis 10 Jahren kaum vorstellbar)	1

Entsprechend des errechneten Risikos ergibt sich nach der Höhe des Risikowertes und den in Tabelle 7 aufgeführten Schwellenwerten die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs.

Tabelle 7: Umfang und Dringlichkeit des Handlungsbedarfs (Quelle: DWA-M 320:2024)

Risikobewertung	Handlungsbedarf
R > 25	Notwendigkeit von Sofort-Maßnahmen ist anzunehmen, Konzept erstellen, weitere Maßnahmen danach sehr wahrscheinlich, prioritär umsetzen
2 < R ≤ 25	Konzept erstellen, nachfolgend in Abhängigkeit vom Nutzen-Kosten-Verhältnis Maßnahmen umsetzen bis möglichst verbleibendes R ≤ 2
R ≤ 2	kein unmittelbarer Handlungsbedarf

3.4.2 Bewertung ohne vorbeugende Maßnahme (Ist-Zustand)

Der ausführliche Risikovergleich nach DWA-M 320:2024 befindet sich in den Beilagen. Die Zusammenfassung des Risikovergleichs ohne vorbeugende Maßnahmen befindet sich in Tabelle 8, die mit vorbeugenden Maßnahmen in Tabelle 9. Für die Hochwasser-Lastfälle wurde ein 50-jährliches Hochwasser (HQ₅₀) angenommen.

Tabelle 8: Zusammenfassung des Risikovergleichs ohne vorbeugende Maßnahmen (HW bei HQ₅₀)

Ohne Maßnahme				
Dauer und Ausdehnung des Stromausfalls	KA Nagold + RÜB XXIV			
	TW	RW	HW	HW+RW
K1	7,5	7,5	4,5	4,5
K2				
K3				
M1	20	20	15	15
M2				
M3				
L1	45	45	30	30
L2				
L3				

Aus Tabelle 8 wird ersichtlich, dass das größte Risiko durch lange Stromausfälle bei Trocken- und Regenwetter hervorgeht. Die hohen Risiken ergeben sich durch große Umweltschäden, Sachschäden, sowie aus einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit. Bei langen Stromausfällen müssen große Mengen über das RÜB XXIV in die Nagold entlastet werden. Zusätzlich wird es durch den Stromausfall zu langen Stillständen von Rührwerken, Räubern, Pumpen und Rohrbegleitheizungen kommen. Dadurch sedimentieren und verdichten sich ansonsten in Schwebelage gehaltene Stoffe. Dies sorgt für erhebliche Verstopfungen. Im Winter können Frostschäden an Rohrleitungen auftreten, an denen die Rohrbegleitheizung ausfällt.

3.4.3 Bewertung mit vorbeugender Maßnahme

Als vorbeugende Maßnahme soll eine NEA installiert werden, mit welcher der Betrieb der Kläranlage aufrechterhalten werden kann. Dabei wird die NEA gemäß der Schutzziele aus Kapitel 2.4 so dimensioniert, dass der vollständige Betrieb während Trockenwetter und ein Teillastbetrieb während Regenwetter realisiert werden kann. Die Treibstoffbevorratung wird entsprechend der Empfehlungen des BBK für kritische Infrastruktur für 72 h ausgelegt.

Mit der vorbeugenden Maßnahme wurde der Risikovergleich erneut durchgeführt, die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Ein Vergleich zwischen Tabelle 8 und Tabelle 9 zeigt, dass die Risiken eines Stromausfalls bei Trockenwetter und Regenwetter durch die Maßnahme auf ein tragbares Restrisiko reduziert werden können. Es ist zu beachten, dass gemäß der Schutzziele bei

Regenwetter nur eine teilweise Reinigung des Abwassers durchgeführt wird. Dadurch kann es zu geringen Umweltschäden kommen.

Tabelle 9: Zusammenfassung des Risikovergleichs mit vorbeugenden Maßnahmen

Mit Maßnahme				
Dauer und Ausdehnung des Stromausfalls	KA Nagold + RÜB XXIV			
	TW	RW	HW	HW+RW
K1	2,5	2,5	4,5	4,5
K2				
K3				
M1	2	2	15	15
M2				
M3				
L1	1,5	1,5	30	30
L2				
L3				

Die vorbeugende Maßnahme hat keinen Einfluss auf die Risiken bei einem Hochwasser, oder bei einem Hochwasser mit Regenwasser. Bei einem 50-jährlichen Hochwasser kann das Abwasser nicht mehr aufgenommen werden. Die komplette Abwassermenge wird über das RÜB XXIV in die Nagold entlastet. Die Wasserspiegel der Nagold an der Auslaufstelle der KA sind in Abbildung 5 aufgeführt. Da die Überfallkante der Nachklärbecken sich auf 360,65 müNN befindet wird davon ausgegangen, dass der Ablauf bei einem 10-jährlichen (360,1 müNN), nicht aber bei einem 50-jährlichen Hochwasser (360,6 müNN) ohne zusätzliches Pumpwerk sichergestellt werden kann. Ob bei einem 50-jährlichen Hochwasser noch der Betrieb der Kläranlage gewährleistet werden soll, ist durch eine Risikoabschätzung des Betreibers abzuwägen.

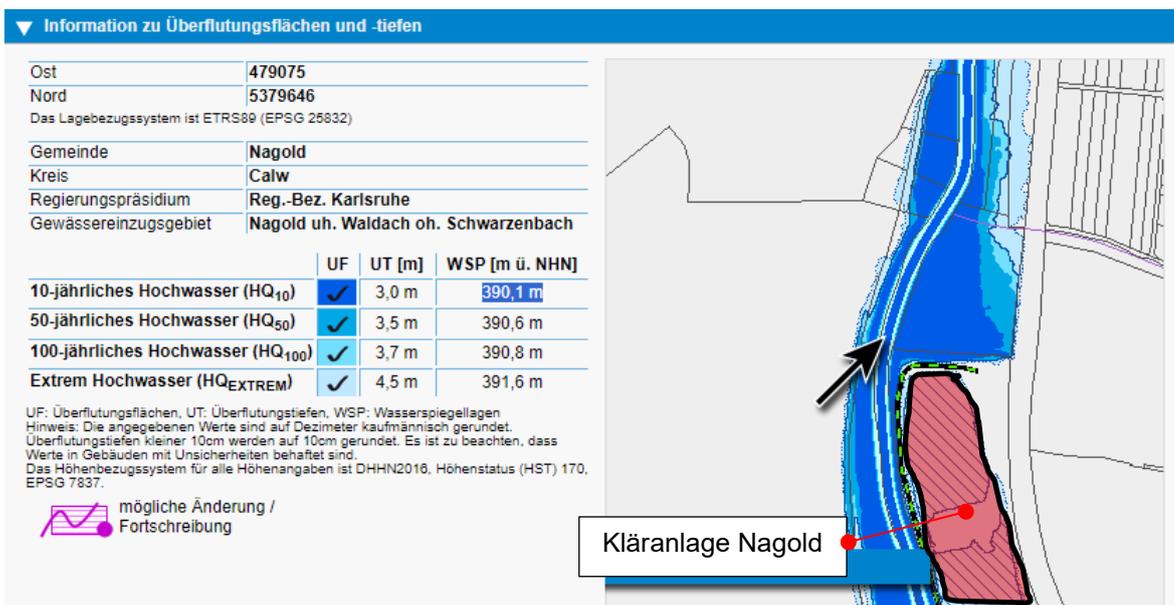


Abbildung 5 Hochwasserrisikomanagement-Abfrage für die Kläranlage Nagold (Quelle: Hochwasser Risikomanagement Baden-Württemberg, abgerufen am 30.01.2025)

4. MAßNAHMENBESCHREIBUNG, KONZEPTION DER NOTSTROMVERSORGUNG

4.1 Netzersatzanlage

Zur Notstromversorgung wird eine NEA mit mindestens 250 kVA empfohlen. Somit kann nach Kapitel 2.5.2 der Leistungsbedarf für Trockenwetter, Regenwetter und Hochwasser gedeckt werden. Es ist allerdings ein Inselparallelbetrieb mit einem BHKW erforderlich. Im Lastfall Hochwasser + Regenwetter ist nur ein Teilbetrieb der KA möglich. Für den Vollastbetrieb bei Hochwasser + Regenwetter wäre eine NEA mit 300 kVA erforderlich. Ob der Parallelbetrieb von NEA und BHKW möglich ist, muss in der nachfolgenden Planung untersucht werden. Von anderen Kläranlagen ist bekannt, dass der Inselparallelbetrieb mit BHKWs grundsätzlich möglich und energetisch sinnvoll ist, die technische Umsetzung aber schwierig sein kann.

Die NEA kann als stationäres oder als mobiles Aggregat ausgeführt werden. NEA-Einspeisestellen für mobile NEAs können nach VDE 0100-551 so errichtet werden, dass der Anschluss auch durch „elektrotechnische Laien“ durchgeführt werden kann. Für die Einspeisung ist ein speziell codierter CEE-Stecker in 1 h-Stellung erforderlich. Der Vorteil einer mobilen NEA ist, dass diese auch bei anderen Anlagen des AZVs wie Pumpwerken zum Einsatz kommen könnte. Hierfür ist die Installation einer Einspeisestelle, sowie die Installation von Netztrennschaltern an allen Anlagen notwendig, damit der NE-Betrieb möglich ist. Als Nachteile für mobile NEAs sind vor Allem die Größe, das Gewicht und der zusätzliche organisatorische Aufwand zu nennen. Eine mobile NEA mit 250 kVA in Form eines Anhängers wiegt ca. 6 t ohne Treibstoffbefüllung und ist über 7 m lang. Für den NEA-Anhänger ist somit ein LKW-Führerschein und ein zusätzliches Zugfahrzeug notwendig, das die Last ziehen darf. Hinzu kommen wiederkehrende Prüfungen zur Verkehrssicherheit (Hauptuntersuchung), die bei einem Anhänger mit > 3,5 t alle 12 Monate durchgeführt werden muss. Eine mobile NEA ist mit 250 kVA für den Betrieb von Pumpenanlagen des AZV Nagold auch überdimensioniert. Zusammenfassend wird eine stationäre NEA für die Kläranlage Nagold empfohlen. Für andere abwassertechnische Anlagen des AZVs sollte überprüft werden, ob die Anschaffung einer zusätzlichen mobilen NEA sinnvoll ist.

Stationäre NEAs können zur Aufstellung in Gebäuden, oder als Containeraggregate bezogen werden. Zusätzlich existieren noch Haubenaggregate, welche aber hauptsächlich für den mobilen Einsatz konzipiert sind. Vorteile der Containeraggregate sind die vormontierte Lieferung (teilweise schlüsselfertig), sowie, dass in der Regel keine baulichen Maßnahmen an Gebäuden erforderlich sind. Grundsätzlich ist der Platzbedarf von Containeraggregaten aber höher. Mögliche Aufstellungen werden in Kapitel 4.3 diskutiert.

Bei einem Netzausfall muss dieser durch Netzwächter in der Trafostation erkannt werden. Ob Netzwächter vorhanden sind, ist im weiteren Projektverlauf zu überprüfen. Anschließend wird der

Netzschalter geöffnet und die Notstromverbindung geschlossen. Die NEA startet und baut ein Netz im Inselbetrieb auf. Anschließend werden die Verbraucher zugeschaltet, wobei die folgende Reihenfolge beachtet werden sollte (in Anlehnung an Merkblatt Nr. 4.4/15, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1995):

An erster Stelle:

1. Pump- und Hebewerke
2. Schieber, die die Annahme von Abwasser verhindern
3. Rechenantrieb
4. Störmeldeeinrichtungen betriebsnotwendiger Verbraucher, Betriebszentrale
5. Notbeleuchtung

An zweiter Stelle:

1. Rührwerke, um Schlammablagerungen zu vermeiden
2. Gebläse und Pumpen der biologischen Reinigungsstufe

Im Anschluss können die restlichen Verbraucher wie Faulung, Schlammwässerung und Räumler zugeschaltet werden.

Nach Bedarf wird ein BHKW im Inselparallelbetrieb dazugeschaltet. Eine automatische Erkennung von Netzausfällen, sowie der automatisierte Netzersatzbetrieb ist für die Kläranlage Nagold wichtig, da nicht immer Personal auf der Kläranlage tätig ist. Durch die Automatisierung kann auch bei einem Netzausfall während eines Bereitschaftsdiensts schnell wieder der Betrieb der Kläranlage hergestellt werden.

Signalisieren die Netzwächter eine Netzwiederkehr über einen vom Bediener einstellbaren Zeitraum, so wird wieder auf die Netzversorgung umgeschaltet. Die Erfahrung des Betriebspersonals mit vergangenen Netzausfällen hat gezeigt, dass bei Netzwiederkehr häufig das Netz wiederholt zusammenbricht. In solchen Fällen soll nicht direkt wieder auf Netzbetrieb umgeschaltet werden, weshalb erst nach dem einstellbaren Zeitraum wieder umgeschaltet wird. Somit wird ein wiederholter Wechsel zwischen Netzersatzbetrieb und Netzbetrieb vermieden. In der weiteren Planung ist eine detailliertere Funktionsbeschreibung zu erstellen, sowie der Netzverknüpfungspunkt festzulegen.

Um die Funktionsfähigkeit der NEA sicherzustellen, sind regelmäßige Funktionstests und Probeläufe notwendig. Die Häufigkeit der Probelauf-Intervalle sind den Herstellerangaben zu entnehmen. Als Richtwert nennt das BBK ein 1-monatliches Intervall (Quelle: Band 13 – Praxis im Bevölkerungsschutz, 2024, BBK). Der NEA-Hersteller „Notstrom Technik Clasen“ empfiehlt einen monatlichen, mindestens einstündigen Probelauf mit mindestens 50 % der Nennleistung. Der Treibstoffbedarf für die Probeläufe ist in der Bevorratung zu berücksichtigen. Weiterhin lautet die Empfehlung des BBKs jährlich eine Übung durchzuführen, bei der alle notstromversorgten Verbraucher zugeschaltet werden. Ein

Stromausfall kann z.B. durch das hardwaretechnische Unterbrechen der Netzüberwachungssignale simuliert werden.

Für den Betrieb von NEAs ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) mit den zugehörigen Bundes-Immissionsschutzverordnungen (BImSchV), sowie den Verwaltungsvorschriften (z.B. TA-Luft) relevant. Nach Anhang 1 – BImSchV sind genehmigungspflichtige Anlagen definiert. Notstromaggregate sind in dieser Liste nicht aufgeführt. Sie sind nicht genehmigungspflichtig. Betreiberpflichten für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen sind in Abschnitt 2 BImSchG definiert. Weiterhin existiert die 44. BImSchV (Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen und Verbrennungsmotoranlagen), welche auch für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen gilt. Allerdings bezieht sich die 44. BImSchV nach § 1 Anwendungsbereich nur auf nicht genehmigungsbedürftige Anlagen > 1 MW. Die geplante NEA auf der KA Nagold fällt nicht in den Anwendungsbereich der 44. BImSchV (Klärung: Gemeinsam mit Heizkesseln und BHKWs über 1 MW?). Zusammenfassend gelten die Betreiberpflichten für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen nach BImSchG. Die Einhaltung der Grenzwerte nach TA-Luft und TA-Lärm sind durch den NEA-Hersteller zu bescheinigen.

4.2 Treibstofftanklager

Der Treibstoffbedarf für einen 72-stündigen Stromausfall wurde in Tabelle 10 ermittelt. Zusätzlich zum 72 h Betrieb wurde die Treibstoffbevorratung für die Probeläufe berücksichtigt. Dazu wurde der Treibstoffverbrauch für zwölf einstündige (1x/Monat) und für einen dreistündigen Probelauf (1x/Jahr) berechnet. Es wird ein 5 m³ großer Tank empfohlen. Nach TRwS 791 ist ein maximaler Füllungsgrad des Tanks von 95 % zulässig. Mit einem 5 m³-Tank kann somit ausreichend Sicherheit in der Treibstoffbevorratung geschaffen werden. Laut Feuerungsverordnung Baden-Württemberg (FeuVO) ist auch bis zu einer Tankgröße von 5 m³ kein Brennstofflagerraum erforderlich.

Tabelle 10: Ermittlung des notwendigen Treibstoffbedarfs für einen 72 h Stromausfall (Quelle spezifischer Treibstoffbedarf: BBK – Band 18 Praxis im Bevölkerungsschutz:2017)

Treibstoffbedarf	
Spezifischer Treibstoffbedarf [L/(h* 100kVA)]	20
Leistung NEA [kVA]	250
Stündlicher Treibstoffbedarf [L/h]	50
Zeitraum Bevorratung [h]	72
Treibstoffvorrat [m ³]	3,6
Jährlicher Treibstoffbedarf Probeläufe (15 h) [m ³]	0,75
Notwendiger Treibstoffvorrat gesamt [m ³]	4,35
Mindesttankgröße bei 95 % zulässigem Füllgrad [m ³]	4,6

Weiterhin wird empfohlen den Tank als einen oberirdischen, doppelwandigen Behälter aus Edelstahl auszuführen. Diese Behälter benötigen keine zusätzliche Rückhalteeinrichtung in Form einer Auffangwanne, wodurch Baukosten gespart werden können. Dabei ist die Landesbauordnung Baden-Württemberg mit der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VwV TB, 2024) zu beachten. So existieren Einschränkungen für die Errichtung von Tanks in Erdbebengebieten. Die Kläranlage Nagold liegt in der Erdbebenzone 1 nach DIN 4149:2005-04. Im Arbeitsblatt DWA-A 779:2023 (TRwS 779) sind Anforderungen an Anlagen in durch Erdbeben gefährdete Gebiete aufgelistet. Bei Anlagen mit „nicht aufgeständerten Behältern mit einem Einzelvolumen $\leq 5 \text{ m}^3$ “ kann eine vereinfachte Bemessung erfolgen (Quelle DWA-A 779:2023). Tanks nach DIN EN 12285-2:2005-05 dürfen gemäß VwV TB (2024) nicht in Erdbebenzonen 1 bis 3 aufgestellt werden.

Weiterhin kann nach § 32 AwSV auf eine Rückhalteeinrichtung der Abfüllfläche für Heizölverbraucheranlagen verzichtet werden. Voraussetzung hierfür ist die Verwendung eines zugelassenen Straßentankwagens mit Vollslauchsystem, sowie die Ausrüstung der Tankanlage mit einem Grenzwertgeber und einer selbsttätig schließender Abfüllsicherung. Nach § 2 AwSV stehen Notstromanlagen Heizölverbraucheranlagen gleich.

Die gesetzlichen Prüfpflichten der Tankanlage ergeben sich aus der Wassergefährdungsklasse (WGK) des zu lagernden Mediums, der Größe der Anlage, der Aufstellung und dem Aufstellungsort:

- Wassergefährdungsklasse Heizöl DIN 51603-1: WGK2 (Quelle: UBA Rigoletto, Kenn-Nr. 119)
- Größe der Anlage: 5 m^3
- Aufstellung: Oberirdisch
- Aufstellungsort: Im Wasserschutzgebiet (siehe Abbildung 6)

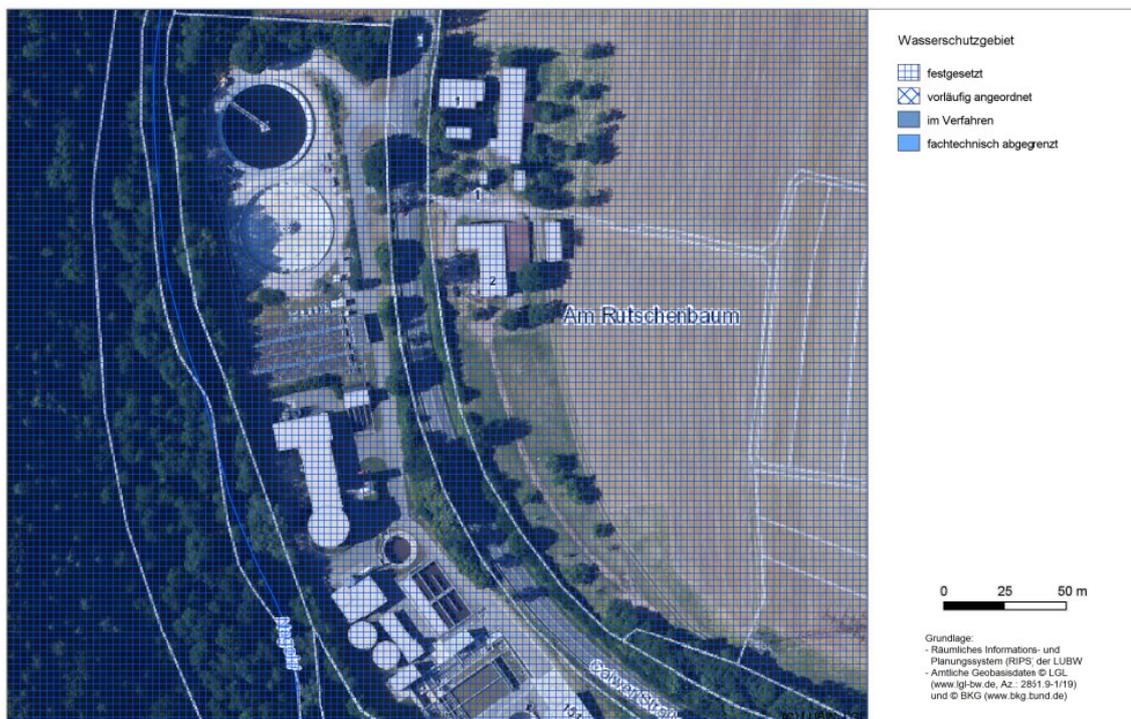


Abbildung 6: Wasserschutzgebiet auf der Kläranlage Nagold (Quelle: UDO-Kartendienst LUBW; abgerufen am 04.02.2025)

Es resultieren die Gefährdungsklasse B und folgende Prüfpflichten nach Anlage 6 (zu § 46 Absatz 3) AwSV:

- Prüfung vor Inbetriebnahme oder nach einer wesentlichen Änderung
- Wiederkehrende Prüfung alle 5 Jahre
- Bei Stilllegung der Anlage

Zur detaillierten Planung wird auf DWA-A 791:2022 (TRWS 791) „Technische Regel wassergefährdender Stoffe – Heizölverbraucheranlagen“ verwiesen.

Um auch für Stromausfälle > 72 h die Notstromversorgung sicherzustellen, wird weitergehend empfohlen eine Dienstleistungsvereinbarung mit einem Treibstofflieferanten abzuschließen. Durch Installation eines Fernfüllschrankes mit Tankwagenanschlussstutzen nach DIN EN 14420-6 und guter Zugänglichkeit zur Füllstelle wird somit das Betankungskonzept realisiert.

4.3 Aufstellung

Ein möglicher Aufstellungsort befindet sich hinter dem aktuell in der Planung befindlichen Neubau der für die maschinelle Überschussschlammeindickung. Der Aufstellungsvorschlag ist schematisch in Abbildung 7 dargestellt. Die vorgeschlagene Position bietet den Vorteil, dass die Einspeisestelle in das Trafo- / NSHV-Gebäude sehr nahe liegt. Zur einfacheren Betankung wird eine Anschlussstelle an der

Ostseite des Neubaus vorgesehen. Eine Öldruckleitung muss dann durch das neue Gebäude gelegt werden.

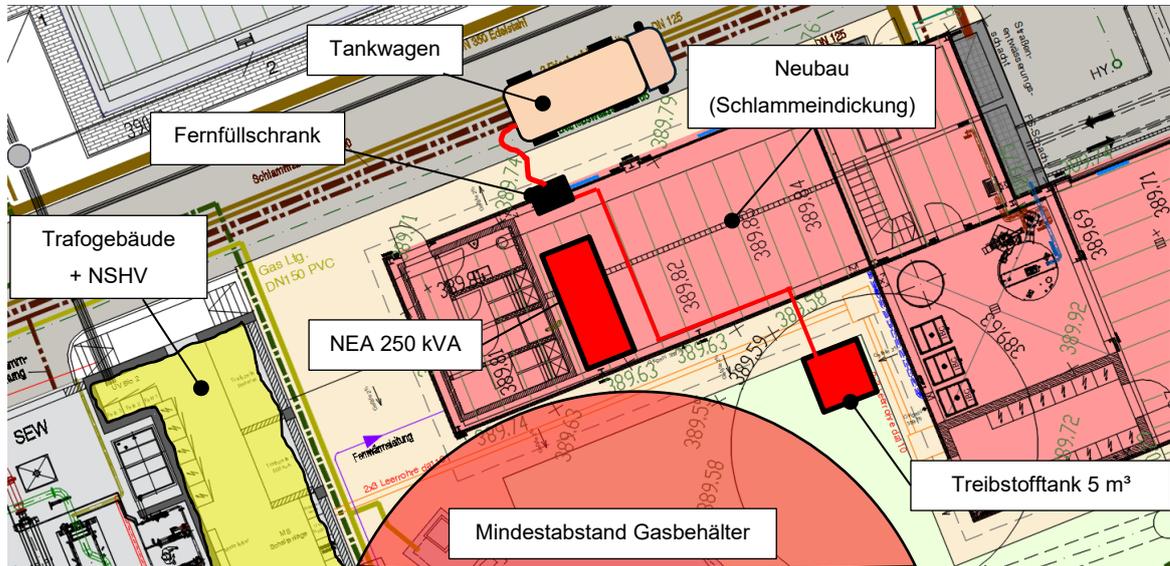


Abbildung 7: Variante 1 - Mögliche Aufstellung der NEA und des Treibstofftanks (Tank und NEA maßstäblich)

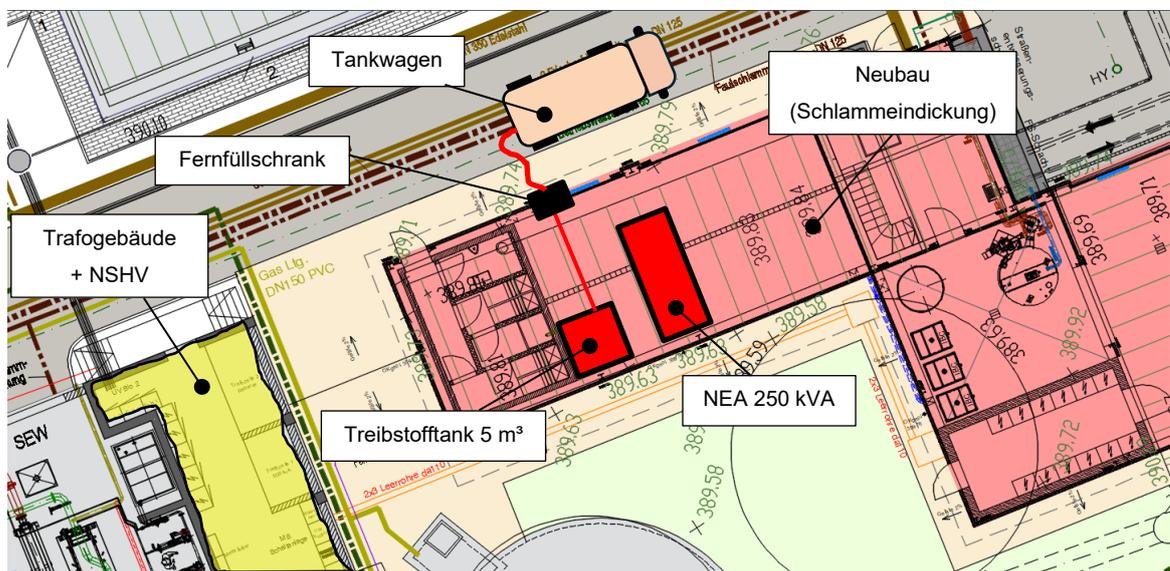


Abbildung 8: Variante 2 - Mögliche Aufstellung der NEA und des Treibstofftanks (Tank und NEA maßstäblich)

Zum Gasbehälter ist ein Mindestabstand von 5 m einzuhalten. Nach Merkblatt DWA-M 376:2022 dürfen in diesem Bereich keine brennbaren Medien gelagert werden. Die Aufstellung der NEA in Containerbauweise ist wegen des Mindestabstands neben dem Gasbehälter nicht möglich (siehe Abbildung 7).

Bei der Lagerung im Freien (Variante 1 + 2) ist zu beachten, dass bei nicht frostfreier Lagerung Tank- und Rohrbegleitheizungen vorzusehen sind. Die minimale Kraftstofftemperatur beträgt 4°C (Quelle: Band 13 – Praxis im Bevölkerungsschutz, BBK, 2024). Ab Temperaturen unterhalb von 3°C können sich im Heizöl Paraffinkristalle bilden, die zu Verstopfungen von Filtern führen.

5. KOSTENSCHÄTZUNG

Die im Folgenden genannten Investitionskosten beruhen auf nachfolgenden Ansätzen:

Die Kosten der Bauarbeiten, der Maschinen-, Prozess- und Verfahrenstechnik sowie der EMSR-Technik beruhen auf Einheits- und Gesamtpreisen, wie sie bei Projekten vergleichbarer Größenordnung angeboten wurden.

Es wurden zwei Varianten betrachtet:

1. Variante 1: NEA mit 250 kVA und 5 m³ Treibstofftank
2. Variante 2: NEA mit 300 kVA und 5 m³ Treibstofftank

Mit Variante 1 kann der Vollastbetrieb in den Lastfällen Trockenwetter, Regenwetter und Hochwasser realisiert werden. Bei gleichzeitigem Auftreten von Hochwasser und Regenwetter reicht das 250 kVA-Aggregat nur für einen Teillastbetrieb mit eingeschränkter Reinigung. Bei Variante 2 (300 kVA) ist der Vollastbetrieb der Anlage auch bei gleichzeitigem Auftreten von Hochwasser und Regenwetter möglich.

Tabelle 11 Kostenschätzung Variante 1

Ifd. Nr.	Leistungsbeschreibung	Dim.	Masse	EP € netto	Bauarbeiten	Maschinen-technik	EMSR-Technik	Gesamt netto
Bauarbeiten								
1	Herrichten, Erschließen				16.500,00			16.500,00
	Baustelleneinrichtung	psch	1	1.000,00	1.000,00			
	Erdung/ Blitzschutz	psch	1	5.000,00	5.000,00			
	Fundamente herstellen Tank	psch	1	5.000,00	5.000,00			
	Wegebau für Kabel usw im Asphalt und Pflasterbelag	m	25	220,00	5.500,00			
2	Notstromaggregat					107.000,00		107.000,00
	NEA 250 kVA	psch	1	65.000,00		65.000,00		
	Einbau (Abgas und Lüftung)	psch	1	20.000,00		20.000,00		
	WHG-Wanne NEA	psch	1	20.000,00		20.000,00		
	Leckagesensor WHG	psch	1	2.000,00		2.000,00		
3	Treibstofftankanlage					87.000,00		87.000,00
	Tankanlage 5 m ³ , doppelwandig, erdbebensicher, Edelstahl	psch	1	30.000,00		30.000,00		
	Tankheizung	psch	1	2.500,00		2.500,00		
	Rohrbeleiheizung	psch	1	2.500,00		2.500,00		
	Fernfüllschrank (1x Füllleitung DN80, 1x Be- und Entlüftung)	psch	1	15.000,00		15.000,00		
	Rohrleitungen (Füllleitung, Be- und Entlüftung, Versorgung NEA)	psch	1	20.000,00		20.000,00		
	Armaturen	psch	1	15.000,00		15.000,00		
	Überfüllsicherung WHG	psch	1	2.000,00		2.000,00		
4	Elektrische Anlagen						137.000,00	137.000,00
	Verkabelung NEA und Tanklager	m	300	20,00			6.000,00	
	Installation inkl. Verkabelung	psch	1	5.000,00			5.000,00	
	Umbau bzw. Erneuerung NSHV, Netzwärter	psch	1	100.000,00			100.000,00	
	Erweiterung Schaltanlage BHKW	psch	1	5.000,00			5.000,00	
	Anpassung Steuerung BHKW	psch	1	6.000,00			6.000,00	
	Anbindung PLS, Anpassung SPS	psch	1	15.000,00			15.000,00	
5	Sonstiges						13.000,00	13.000,00
	Inbetriebnahme	psch	1	5.000,00			5.000,00	
	Kennzeichnung/Beschilderung	psch	1	1.000,00			1.000,00	
	Dokumentation	psch	1	5.000,00			5.000,00	
	Betriebsanweisung	psch	1	2.000,00			2.000,00	
Gesamtsumme (netto)					16.500,00	194.000,00	150.000,00	360.500,00
Mehrwertsteuer 19 % (gerundet)							68.500,00	
Gesamtsumme brutto							429.000,00	
Baunebenkosten (15%) (gerundet)							64.350,00	
Gesamtkosten brutto inkl. Nebenkosten							493.350,00	

Tabelle 12 Kostenschätzung Variante 2

Ifd. Nr.	Leistungsbeschreibung	Dim.	Masse	EP € netto	Bauarbeiten	Maschinen-technik	EMSR-Technik	Gesamt netto
Bauarbeiten								
1	Herrichten, Erschließen				16.500,00			16.500,00
	Baustelleneinrichtung	psch	1	1.000,00	1.000,00			
	Erdung/ Blitzschutz	psch	1	5.000,00	5.000,00			
	Fundamente herstellen Tank	psch	1	5.000,00	5.000,00			
	Wegebau für Kabel usw im Asphalt und Pflasterbelag	m	25	220,00	5.500,00			
2	Notstromaggregat					120.000,00		120.000,00
	NEA 300 kVA	psch	1	78.000,00		78.000,00		
	Einbau (Abgas und Lüftung)	psch	1	20.000,00		20.000,00		
	WHG-Wanne NEA	psch	1	20.000,00		20.000,00		
	Leckagesensor WHG	psch	1	2.000,00		2.000,00		
3	Treibstofftankanlage					87.000,00		87.000,00
	Tankanlage 5 m³, doppelwandig, erdbebensicher, Edelstahl	psch	1	30.000,00		30.000,00		
	Tankheizung	psch	1	2.500,00		2.500,00		
	Rohrbegleitheizung	psch	1	2.500,00		2.500,00		
	Fernfüllschrank (1x Füllleitung DN80, 1x Be- und Entlüftung)	psch	1	15.000,00		15.000,00		
	Rohrleitungen (Füllleitung, Be- und Entlüftung, Versorgung NEA)	psch	1	20.000,00		20.000,00		
	Armaturen	psch	1	15.000,00		15.000,00		
	Überfüllsicherung WHG	psch	1	2.000,00		2.000,00		
4	Elektrische Anlagen						160.200,00	160.200,00
	Verkabelung NEA und Tanklager	m	300	24,00			7.200,00	
	Installation inkl. Verkabelung	psch	1	6.000,00			6.000,00	
	Umbau bzw. Erneuerung NSHV, Netzwächter	psch	1	120.000,00			120.000,00	
	Erweiterung Schaltanlage BHKW	psch	1	6.000,00			6.000,00	
	Anpassung Steuerung BHKW	psch	1	6.000,00			6.000,00	
	Anbindung PLS, Anpassung SPS	psch	1	15.000,00			15.000,00	
5	Sonstiges						13.000,00	13.000,00
	Inbetriebnahme	psch	1	5.000,00			5.000,00	
	Kennzeichnung/Beschilderung	psch	1	1.000,00			1.000,00	
	Dokumentation	psch	1	5.000,00			5.000,00	
	Betriebsanweisung	psch	1	2.000,00			2.000,00	
Gesamtsumme (netto)					16.500,00	207.000,00	173.200,00	396.700,00
Mehrwertsteuer 19 % (gerundet)							75.380,00	
Gesamtsumme brutto							472.080,00	
Baunebenkosten (15%) (gerundet)							70.820,00	
Gesamtkosten brutto inkl. Nebenkosten							542.900,00	

6. ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieser Studie wurde eine Risikoanalyse nach DWA-M 320:2024 durchgeführt, um zu überprüfen, welche Risiken auf der KA-Nagold bei einem Stromausfall existieren. Dazu wurden vorausgehend Schutzziele definiert. Die Risikoanalyse hat ergeben, dass die vorhandene Notstromversorgung über BHKWs nicht ausreichend ist und Handlungsbedarf für sämtliche Stromausfallszenarien (kurz, mittel, lang) besteht.

Zur Ausarbeitung der vorbeugenden Maßnahmen wurde der Leistungs- und der Energiebedarf der Kläranlage ermittelt. Daraus folgt die Empfehlung eine stationäre Netzersatzanlage mit 250 kVA sowie ein Treibstofftanklager mit 5 m³ anzuschaffen. In Kombination mit einem der zwei vorhandenen BHKWs kann ein Netzersatz im Inselparallelbetrieb bei Stromausfall realisiert werden. Die Schutzziele werden somit erreicht und die Risiken minimiert.

Auf die rechtlichen Aspekte einer Notstromversorgung von Kläranlagen und den Betrieb einer Netzersatzanlage wurde in Kapiteln 2.1 und 4 eingegangen.

Es wird auf die Erkenntnisse aus Kapitel 3.4.3 verwiesen: Bei einem 50-jährlichen Hochwasser ist es voraussichtlich nicht mehr möglich ohne Hochwasserpumpwerk in die Nagold einzuleiten. Eine Netzersatzanlage senkt aus diesem Grund nicht die Risiken eines Stromausfalls bei Hochwasser. Die zusätzliche erforderliche Leistung und Treibstoffbevorratung für ein zukünftiges Hochwasserpumpwerk wurde bei der Konzipierung der Notstromversorgung berücksichtigt.

Aufgestellt: Schramberg, Februar 2025
Molitor/Ketterer

SAG Ingenieure

Anerkannt: _____

Ort / Datum

Die Bauherrschaft