

Vorlage		Vorlage-Nr: E 18/0195/WP18
Federführende Dienststelle: E 18 - Aachener Stadtbetrieb		Status: öffentlich
Beteiligte Dienststelle/n: E 26		Datum: 04.06.2024
		Verfasser/in: E 18
Bauliche Ertüchtigung des Krematoriums Aachen - hier: Planungsfortschritt		
Ziele:		
Beratungsfolge:		
Datum	Gremium	Zuständigkeit
18.06.2024	Betriebsausschuss Aachener Stadtbetrieb	Kenntnisnahme

Beschlussvorschlag:

Der Betriebsausschuss Aachener Stadtbetrieb nimmt die Ausführungen der Verwaltung zur Kenntnis .

Klimarelevanz

Bedeutung der Maßnahme für den Klimaschutz/Bedeutung der Maßnahme für die Klimafolgenanpassung (in den freien Feldern ankreuzen)

Zur Relevanz der Maßnahme für den Klimaschutz

Die Maßnahme hat folgende Relevanz:

<i>keine</i>	<i>positiv</i>	<i>negativ</i>	<i>nicht eindeutig</i>
	x		

Der Effekt auf die CO₂-Emissionen ist:

<i>gering</i>	<i>mittel</i>	<i>groß</i>	<i>nicht ermittelbar</i>
		x	

Zur Relevanz der Maßnahme für die Klimafolgenanpassung

Die Maßnahme hat folgende Relevanz:

<i>keine</i>	<i>positiv</i>	<i>negativ</i>	<i>nicht eindeutig</i>
	x		

Größenordnung der Effekte

Wenn quantitative Auswirkungen ermittelbar sind, sind die Felder entsprechend anzukreuzen.

Die **CO₂-Einsparung** durch die Maßnahme ist (bei positiven Maßnahmen):

gering	<input type="checkbox"/>	unter 80 t / Jahr (0,1% des jährl. Einsparziels)
mittel	<input type="checkbox"/>	80 t bis ca. 770 t / Jahr (0,1% bis 1% des jährl. Einsparziels)
groß	<input checked="" type="checkbox"/>	mehr als 770 t / Jahr (über 1% des jährl. Einsparziels)

Die **Erhöhung der CO₂-Emissionen** durch die Maßnahme ist (bei negativen Maßnahmen):

gering	<input type="checkbox"/>	unter 80 t / Jahr (0,1% des jährl. Einsparziels)
mittel	<input type="checkbox"/>	80 bis ca. 770 t / Jahr (0,1% bis 1% des jährl. Einsparziels)
groß	<input type="checkbox"/>	mehr als 770 t / Jahr (über 1% des jährl. Einsparziels)

Eine Kompensation der zusätzlich entstehenden CO₂-Emissionen erfolgt:

<input type="checkbox"/>	vollständig
<input type="checkbox"/>	überwiegend (50% - 99%)
<input type="checkbox"/>	teilweise (1% - 49 %)
<input type="checkbox"/>	nicht
<input type="checkbox"/>	nicht bekannt

Erläuterungen

In seiner Sitzung am 22.11.2022 hat der Betriebsausschuss des Aachener Stadtbetriebes zur Sicherung des künftigen Krematoriumsbetriebs den Neubau zweier Kremierungsöfenlinien unter Prüfung möglicher alternativer Verfahrenswege und Brennstoffe zur CO² Reduktion sowie die Errichtung eines pietätvollen Verabschiedungsbereichs für Angehörige im Bestandsgebäude zur Attraktivitätssteigerung beschlossen.

Am 01.12.2022 erhielt E 26 von E 18 einen Planungsauftrag, um über eine Ausschreibung ein entsprechendes Ingenieurbüro mit Erfahrung im Bau von Kremierungsanlagen zu finden, welches die beschlossenen Maßnahmen plant und bis zur Fertigstellung begleitet.

Nach einem langwierigen Vergabeverfahren konnte das Ingenieurbüro GICON/IFE im Dezember 2023 mit der Planung von zwei neuen Feuerungslinien, die die beiden alten Linien ersetzen sollen, beginnen.

Neugebaut werden neben den eigentlichen Öfen auch die zugehörigen Nebenanlagen wie z.B. Lüftungsanlage, Rauchgasreinigung, Rückkühler, Aschehandling, E-MSR-Technik und weitere notwendige Peripherieanlagen.

Das beauftragte Planungsunternehmen hat im April 2024 die Planungen der Leistungsphasen 1 und 2 (Grundlagenermittlung und Vorplanung) abgeschlossen.

Die wesentlichen Erkenntnisse sind:

- Die technische Realisierbarkeit ist gegeben und wurde in der Tiefe einer Vorplanung bearbeitet.
- Durch die neuen Anlagen werden die Emissionsgrenzwerte erheblich unterschritten.
- Alternative Energieträger:
 - Elektro-Öfen sind wegen Problemen mit der Einhaltung von Emissionswerten nicht sinnvoll.
 - Eine zukünftige Umrüstung der neuen Linien von Erdgas auf Wasserstoff oder Biogas ist grundsätzlich möglich, allerdings bietet bislang noch kein Versorger die notwendige Infrastruktur an, um diese Energieträger sicher und wirtschaftlich jetzt schon nutzen zu können.
- Eine Reduzierung der Gasverbräuche um 50 % wird weiterhin bestätigt. Die gleichzeitige Reduzierung des Wartungs- und Instandhaltungsaufwandes ergibt eine erhebliche Reduzierung der laufenden Kosten. Damit wird ein Investitionskorridor bis ca. 6 Mio € netto ermittelt, bei dem die Maßnahme wirtschaftlich ist.
- Die Gesamtkosten steigen im Vergleich zu den in 2022 im Rahmen des Strategiekonzeptes geschätzten Kosten von 3,9 Mio € netto auf ca. 5,3 Mio € netto. Grund sind die gestiegenen Baukosten seit dem letzten Betrachtungszeitpunkt und die Berücksichtigung der Gesamtmaßnahme inklusive der erhöhten Planungskosten. Die Kosten setzen sich zusammen aus den geschätzten Baukosten für den Bau und die Technik, die Planungskosten für Bau und Technik, die Projektmanagementpauschale, eine Risikokostenpauschale und einen Kostenvarianzansatz zum Ausgleich zukünftiger Baupreissteigerungen.
- Die Wirtschaftlichkeit ist also gegeben. Die Kosten werden im Rahmen der Wirtschaftsplanung 2025 eingeplant.

Im nächsten Schritt werden die Planungen fortgeführt mit den Leistungsphasen 3 und 4 (Entwurfs- und Genehmigungsplanung).

Anvisierter Zeitplan mit Meilensteinen:

- Leistungsphasen 3 und 4 (Entwurfs- und Genehmigungsplanung): Juni – August 2024
- Leistungsphasen 5 und 6 (Ausführungsplanung und Erstellung der Ausschreibungen):
September – November 2024
- Ausschreibung und Vergabe
Dezember 2024 - März 2025
- Bauzeit
Juli – November 2025
- Inbetriebnahme und Rückbau
Dezember 2025

Der Betriebsausschuss des Aachener Stadtbetriebes wird über den jeweiligen Fortschritt der Maßnahme informiert.

Anlage/n:

Erläuterungsbericht Vorplanung

Erläuterungsbericht Vorplanung

Neue Feuerungslinien Krematorium Auf der Hül's



Auftraggeber: **Gebäudemanagement der Stadt Aachen**
vertreten durch: **Betriebsleitung in 52058 Aachen**

Planer: IFE Gesellschaft mbH
Dr. Martin Berz
Trogerstr. 38
81675 München
Tel + 49 (0) 89 / 45 57 96 77
Fax + 49 (0) 32 / 12136 77 59
<http://www.ife-project.com>

Bericht-Datum: 23.04.2024

INHALTSVERZEICHNIS

<u>1. AUFGABENSTELLUNG.....</u>	<u>6</u>
1.1. ALLGEMEIN.....	6
1.2. STRUKTUR DES ERLÄUTERUNGSBERICHTS.....	6
<u>2. PROJEKTAUSRICHTUNG.....</u>	<u>8</u>
2.1. ENERGIE.....	8
2.1.1. ENERGIETRÄGER.....	8
2.1.2. MÖGLICHKEITEN VON ELEKTRO-ÖFEN.....	9
2.1.3. ENERGIEEINSPARUNG.....	10
2.1.4. ZUKUNFTSFÄHIGKEIT DES NEUEN KONZEPTS.....	10
2.1.5. CO ₂ -NEUTRALITÄT.....	10
2.2. ABWÄRMENUTZUNG.....	11
2.2.1. POTENTIALERMITTLUNG.....	11
2.2.2. WÄRMESPEICHERUNG.....	12
2.2.3. NUTZUNG AUF DER LIEGENSCHAFT.....	12
2.3. REDUKTION DER LUFTSCHADSTOFFE.....	12
2.4. NOTFALLKONZEPT.....	13
2.5. WIRTSCHAFTLICHKEIT.....	13
2.6. PROJEKTRISIKEN.....	16
2.7. TECHNISCHE RAHMENDATEN.....	16
<u>3. TECHNISCHE ANFORDERUNGEN, BEWERTUNG BESTAND.....</u>	<u>16</u>
<u>4. RAHMENPROGRAMM TECHNIK.....</u>	<u>17</u>
4.1. OFEN.....	17
4.2. ABGASWÄRMETAUSCHER.....	19
4.3. SARGEINFABRMASCHINE:.....	20
4.4. RAUCHGASREINIGUNG:.....	22
4.5. GASEINSPEISUNG.....	25
4.6. LÜFTUNGSANLAGE.....	25
4.7. E+MSR.....	28
4.8. RAUCHGAS-SYSTEM.....	28
4.9. PERIPHERIESYSTEME.....	29
4.10. KENNDATEN DES PROJEKTS.....	29
<u>5. AUSLEGUNG KREMATIONSTECHNIK.....</u>	<u>30</u>

5.1. KATALOG.....	30
5.2. GEWÄHLTES RAUCHGASREINIGUNGSVERFAHREN, QUECKSILBERABSCHIEDUNG.....	30
5.3. ERFORDERLICHE TECHNISCHE AUSLEGUNG / NACHWEISE.....	31
5.3.1. SARGGEWICHTE / SARGGRÖßEN.....	31
5.3.2. EINÄSCHERUNGSZEITEN.....	31
5.3.3. BETRIEBSZEITEN.....	31
<u>6. GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN.....</u>	<u>31</u>
<u>7. EMISSIONEN DER ANLAGE.....</u>	<u>33</u>
7.1. STOFFBILANZ.....	33
7.2. MAßNAHMEN ZUR EMISSIONSMINDERUNG LUFT.....	33
7.3. SCHALLEMISSION.....	35
<u>8. ARBEITSSCHUTZ UND UNFALLVERHÜTUNG.....</u>	<u>35</u>
<u>9. BAUSTELLE.....</u>	<u>35</u>
<u>10. BESCHREIBUNG ANLAGENTECHNIK.....</u>	<u>36</u>
10.1. ANLAGENKONZEPT.....	36
10.2. BESCHREIBUNG DER EINZELKOMPONENTEN.....	37
10.2.1. EINFAHRSYSTEM.....	37
10.2.2. OFENSYSTEM.....	37
10.2.3. VERBRENNUNGSLUFTVERSORGUNG.....	40
10.2.5. ABGASSTRECKE IN GEMAUERTER AUSFÜHRUNG.....	40
10.2.6. RAUCHGASKÜHLUNG.....	41
10.2.7. ZWEIZÜGIGER WÄRMETAUSCHER.....	42
10.2.8. WASSER-/GLYKOLKREIS.....	43
10.2.9. RÜCKKÜHLER.....	43
10.2.10. RAUCHGASREINIGUNG.....	44
10.2.11. ADDITIVDOSIERUNG (FÜR TROCKENSORPTIONSVERFAHREN).....	44
10.2.12. DURCHFLUSS-MULTIZYKLON.....	45
10.2.13. GEWEBEFILTER.....	45
10.2.14. ABGASVENTILATOR (SAUGZUG).....	45
10.2.15. KAMINANLAGE.....	45
10.2.16. RAUCHGASROHRLEITUNGEN (INKL. BYPASS-KLAPPE).....	45
10.2.17. ISOLIERUNG.....	46
10.2.18. DRUCKLUFTANLAGE.....	46

10.3. TECHNISCHE DATEN.....	46
10.4. SICHERHEITSTECHNISCHES KONZEPT.....	48
10.4.1. SICHERHEITSBETRACHTUNGEN.....	48
10.4.2. GESAMT – BYPASS.....	48
10.4.3. RISIKOMINDERUNG DURCH ERGREIFEN VON SCHUTZMAßNAHMEN.....	49
10.4.4. RISIKOMINDERUNG DURCH SONSTIGE MAßNAHMEN.....	49
10.4.5. RISIKOMINDERUNG DURCH ORGANISATORISCHE MAßNAHMEN.....	50
10.5. ELEKTRO- UND LEITTECHNIK.....	50
10.5.1. SAUERSTOFFMESSUNG.....	51
10.5.2. ELEKTROINSTALLATION.....	51
10.5.3. PROZESS-STEUERUNG.....	51
10.5.4. PROZESSLEITSYSTEM (VISUALISIERUNG).....	52
10.6. EMISSIONSMESSUNG UND ÜBERWACHUNG (EMI).....	53
10.6.1. MESSTECHNIK.....	53
10.6.2. ANALYSESCHRANK.....	54
10.6.3. EMISSIONSAUSWERTERECHNER MIT ZUBEHÖR.....	54
10.7. PROJEKT BETREUUNG, INBETRIEBNAHME UND PERSONALEINWEISUNG.....	55
10.7.1. PROJEKT BETREUUNG.....	55
10.7.2. INBETRIEBNAHME UND PERSONALEINWEISUNG.....	55
10.7.3. FUNKTIONSPRÜFUNG (KALTINBETRIEBNAHME).....	55
10.7.4. TROCKENHEIZEN.....	55
10.7.5. EINÄSCHERUNGSPROBEBETRIEB MIT SÄRGEN.....	56
10.7.6. PERSONALEINWEISUNG.....	56
10.7.7. ABNAHME.....	56
<u>11. BAUKONZEPT.....</u>	<u>56</u>
11.1. ZUSAMMENFASSUNG DER ERFORDERLICHEN FUNDAMENTMAßNAHMEN.....	56
11.2. REINGASANSCHLUß KAMIN.....	57
11.3. ZUSAMMENFASSUNG DER ERFORDERLICHEN BAUMABNAHMEN RAUCHGASREINIGUNG.....	57
11.4. ZUSAMMENFASSUNG DER GICON BAUMABNAHMEN ‚RÄUME‘.....	57
<u>12. LÜFTUNGSKONZEPT.....</u>	<u>58</u>
<u>13. SCHNITTSTELLEN.....</u>	<u>58</u>
13.1. SCHNITTSTELLEN DER ANLAGENTECHNIK.....	58
13.2. SCHNITTSTELLE DER LÜFTUNG/HEIZUNG.....	59
13.3. SCHNITTSTELLE BEHÖRDE, RKW.....	59

14. ABLAUF DER NACHRÜSTUNG.....	59
15. VERGABEGRUNDSÄTZE.....	60
16. ZUSAMMENFASSUNG, FAZIT.....	60
17. ANLAGEN.....	61
18. ANHANG:.....	62

1. Aufgabenstellung

1.1. Allgemein

Das Krematorium Aachen ist seit 1979 in Betrieb. Es ist es ist räumlich dem Friedhof Hüls angegliedert und in kommunaler Trägerschaft. Seit 1999 wird es durch den Aachener Stadtbetrieb unterhalten und betrieben.

Der Gesamtgebäudekomplex besteht aus den Trauerhallen mit Verwaltung, dem Krematorium und den Unterkunftsräumen der Mitarbeiter mit Maschinenhallen.

Die Anlagen haben nunmehr nach 20 jähriger Laufzeit ein Alter erreicht, in dem auch Wartung und Teilreparaturen das weitere Betreiben der Ofenlinien nicht mehr sichern können, was am Ende der betrieblichen/technischen Nutzungsdauer eine Erneuerung der Öfen erforderlich macht.

Die Fa. GICON und im Unterauftrag die Fa. IFE wurden im Juni 2021 mit der Erstellung einer Marktuntersuchung und Strategieentwicklung für das Krematorium beauftragt. Ergebnis der Untersuchung ist, dass das Krematorium Aachen auch zukünftig einen wichtigen regionalen Beitrag zur Daseinsfürsorge tragen wird und eine Erneuerung der Technik mit zwei neuen Kremationslinien geboten ist. Es wurde seitens GICON/IFE nachgewiesen, dass die Maßnahme auch wirtschaftlich ist, d.h. dass die Einäscherungsgebühren die Kosten der technischen Investition tragen.

Die neuen Ofenanlagen könnten auf zwei noch vorhandenen freien Plätzen im Krematorium, parallel zu den bestehenden Ofenlinien, gebaut werden.

In gleicher Konstellation ist GICON/IFE zwischenzeitlich mit der Planung der technischen Anlagen beauftragt. Die im Zuge der Realisierung erforderlichen kleineren baulichen Anpassungen sollen über einen Objektplaner abgewickelt werden. Die Machbarkeit und Baukosten werden in der vorliegenden Ausarbeitung berücksichtigt.

1.2. Struktur des Erläuterungsberichts

Mit dem Vorhaben der ‚neuen Feuerungslinien‘ soll nicht nur die technische Wiederherstellung der Anlage erreicht werden, sondern es sollen diverse weitere Optionen und Ziele geprüft und soweit möglich auch berücksichtigt werden. Diese sind:

Energie:

1. Energieträger derzeit, Perspektive ‚Zukunft‘, Möglichkeiten andere Brennstoffe (Flüssiggas, Wasserstoff) einzusetzen, Vorbereitung / (nachträglicher) Aufwand für einen Brennstoffwechsel.
2. Möglichkeiten von Elektro-Öfen
3. Energieeinsparung
4. Zukunftsfähigkeit des neuen Konzepts
5. Perspektive CO₂-Neutralität soll berücksichtigt werden, über eine entsprechende Rahmenkonzeption.

Abwärmennutzung:

1. Potentialermittlung
2. Wärmespeicherung
3. Nutzung auf der Liegenschaft (z.B. Für Raumwärme, auf der Basis des derzeitigen Verbrauchs → Erzeugung Kälte, Strom ?)
4. Nutzung durch Abgabe an Dritte (die Daten hierfür liefert der AG)

Reduktion der Luftschadstoffe:

Ggf. Unterschreitung der gesetzlichen Werte

Notfallkonzept:

Stromausfall → Notstrom

Gasmangellage → Substitution von Erdgas

Wirtschaftlichkeit:

Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme soll dargestellt werden

Projektrisiken:

Baurisiken

Technische Daten:

Einäscherungsgewichte > 200 kg

Diese Punkte werden in einem ersten Teil des Vorplanungsberichts erörtert werden. Der zweite Teil des Berichts definiert das Bauvorhaben und ist (soweit hierfür eine Genehmigung erteilt wird) die Grundlage der weiteren Planungsphasen.

Längere Ableitungen werden in Unterberichte (Vermerke) verlagert, die im Anhang zu diesem Bericht beiliegen.

2. Projektausrichtung

2.1. Energie

2.1.1. Energieträger

Energieträger derzeit, Perspektive ‚Zukunft‘, Möglichkeiten andere Brennstoffe (Flüssiggas, Wasserstoff) einzusetzen, Vorbereitung / (nachträglicher) Aufwand für einen Brennstoffwechsel.

In Krematorien wird ein Energieträger eingesetzt um den Verbrennungsraum auf eine Initialtemperatur von ca. 650 – 750°C zu bringen. In diesem Raum wird der Sarg eingeschoben und entflammt sich. Die Verbrennungsgase aus diesem Prozess werden in eine Nachverbrennungskammer geführt, wo bei einer dann noch höheren Temperatur (850 – 1.100°C) die Gase weiter ‚ausbrennen‘ und alle organischen Schadstoffe in Kohlendioxid oxidiert werden.

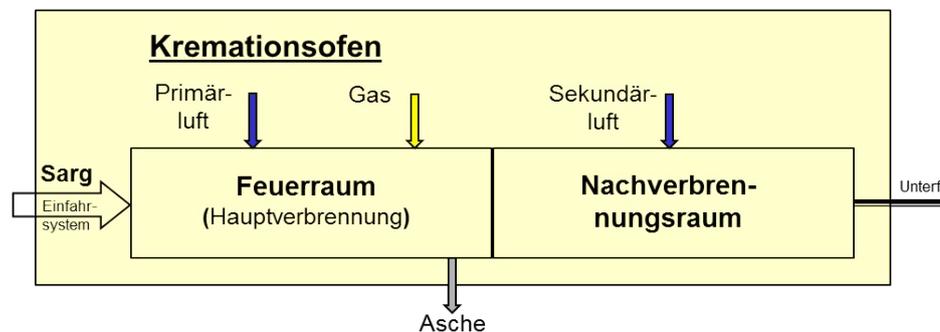


Bild: Zonen in einem Kremationsofen

Ziel ist eine Verbrennung ohne Abgabe von Schadstoffen an die Umgebungsluft. Schadstoffe aus dem menschlichen Körper sollen in der Asche als Feststoff gebunden werden.

Grundsätzlich kann man hierfür unterschiedliche Brennstoff einsetzen. Üblicherweise wird hierfür Erdgas eingesetzt, weil Erdgas über die Gasnetze verfügbar ist. Mit einem geeigneten Brenner kann aber auch Flüssiggas oder Wasserstoff eingesetzt werden. Getauscht werden muss der Brenner, der Kremationsofen bleibt unverändert.

Eine gesonderte Vorbereitung ist hierfür nicht erforderlich. Mit einem Brennstoffwechsel wird der Brenner mit seiner Regelstrecke ausgetauscht und der Brenner muss an die neue Brennstoffversorgung angeschlossen werden. Das kann ein Flüssiggastank sein oder ein Wasserstoffnetz.

Jeder moderne Kremationsofen hat 3 Brenner, die Kosten für neue Brenner und Regelstrecken liegen bei ca. 90.000 € pro Ofen.

2.1.2. Möglichkeiten von Elektro-Öfen

Elektroöfen wurden in der Schweiz von der Fa. BBC entwickelt und werden heute u.a. von folgenden Firmen angeboten:

1. Fa. Bürge-Fischer AG
2. Fa. IFZW
3. Fa. DFW Europe

Die Fa. Bürge-Fischer AG hat in der Schweiz die Nachfolge bei der Betreuung der BBC Anlage angetreten. In der Schweiz gelten aber andere Umweltvorschriften und daher können die Erfahrungen aus diesen Projekten nicht unmittelbar auf Anlagen in Deutschland übertragen werden.

Das Problem dieser Anlage ist hierbei, dass die gesetzlich vorgeschriebene Mindesttemperatur von 850 °C in der Nachverbrennungskammer mit Elektro-Heizstäben nicht erreicht werden kann. Zweifellos ist eine Betriebsgenehmigung auch als Ausnahme-genehmigungen vorstellbar, aber das stellt ein hohes Betreiberrisiko dar. Ausnahme-genehmigungen können widerrufen werden. Aus diesem Grund gibt es Deutschland nur wenige Elektro-Krematorien:

1. In Freiburg, wo immer schon ein Elektrokrematorium war, d.h. kein Neurisiko eingegangen wurde,
2. im Krematorium Hameln, einem Privatkrematorium das zur CremTec Gruppe gehört.

Der relativ großen Anzahl von Anbietern steht somit eine kleine Anzahl realisierter Anlagen gegenüber.

IFE hat in Deutschland und der Schweiz für folgende Elektro-Ofenanlagen geplant:

1. Krematorium Augsburg (heute eine Gasofenanlage)
2. Krematorium Lindau (heute eine Gasofenanlage)
3. Krematorium Schaffhausen
4. Krematorium St. Gallen (heute eine Gasofenanlage)

Zu sehen ist, dass ein Teil dieser Anlagen heute keine Elektro-Ofenanlagen mehr sind. IFE hat folgende Anlagen von Elektro-Ofenanlage auf Gasofenanlage umgeplant:

1. Krematorium Luzern
2. Krematorium Sion

Der sichtbare Trend weg vom Elektro-Ofen hat zwei einfache Gründe:

1. Elektro-Ofenanlage haben nach deutschen Maßstäben gemessen Probleme mit der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte
2. Elektro-Ofenanlagen haben eine deutlich geringere Leistungsfähigkeit als gasbetriebene Öfen. Die typische Einäscherungsdauer ist 50% länger als bei einem gasbetriebenen Ofen. Bei Problemkremationen ist das Verhältnis noch ungünstiger.

Die vorgenannten Betreiber haben sich aus diesen Gründen gegen eine Beibehaltung des Elektro-Ofens gestellt.

Die Diskussion um den ‚richtigen‘ Kremationsofen hat neue Bedeutung erlangt mit dem Anspruch einer möglichst umweltgerechten Kremation. Es wird auf die Verfügbarkeit von CO₂ neutralem Strom verwiesen. Es gibt jedoch auch CO₂ neutralen Brennstoff (z.B. Biogas) und in Zukunft auch CO₂ neutralem Wasserstoff.

Krematoriumsanlagen sind Anlagen die einen chemischen Energieträger benötigen. Die Erfahrung zeigt, dass dieser nicht durch Strom ersetzt werden kann (soweit man die deutschen Umweltgesetze einhalten will).

Aus diesen Gründen ist der Elektro-Ofen keine Option für das Krematorium Aachen.

2.1.3. Energieeinsparung

Die verfolgte technische Konzeption in Aachen beinhaltet die Ausschöpfung aller Energieeinsparmöglichkeiten. Es wird davon ausgegangen, dass 50% des Gaseinsatzes am Krematorium Aachen zukünftig eingespart werden kann. Einflussfaktoren sind:

1. Ofen neuer und moderner Bauart
2. Industriebrenner
3. moderne Regelungstechnik

2.1.4. Zukunftsfähigkeit des neuen Konzepts

Das Konzept Aachen beachtet folgende Ziele:

1. Energieeinsparung mit der Option zukünftige CO₂-neutrale Energieträger einsetzen zu können
2. Bedienungsfreundlichkeit, Arbeitsplatzqualität
3. Geringer Verschleiß, lange Standzeiten, hohe Wartungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit
4. Hohe Verfügbarkeit der Anlage

Es wird die zum heutigen Zeitpunkt beste verfügbare Technik installiert.

2.1.5. CO₂-Neutralität

In der Perspektive soll die CO₂-Neutralität berücksichtigt werden, über eine entsprechende Rahmenkonzeption.

Gemäß den Vorangehenden Ausführungen ist die Konzeption langfristig CO₂-neutral, durch den Brennstoffwechsel auf einen CO₂-neutralen Brennstoff.

Zusätzlich wird die Nutzung von Abwärme verfolgt.

2.2. Abwärmenutzung

2.2.1. Potentialermittlung

Im Krematorium ist 2.UG eine Warmwasserheizungsanlage mit einer Brennerleistung von 630 kW installiert. Das entspricht einer Nutzwärmeleistung von ca. 600 kW.

Die Plausibilität dieser Kesselleistung wird anhand der beheizten Flächen überprüft:



Bild: Die Liegenschaft mit angrenzenden Gebäuden

Das Hauptgebäude hat die Abmessungen 50 m x 30 m = 1.500 m², mit 3-4 Geschossen und an angrenzenden weiteren Gebäuden. Die beheizte Fläche wird mit 5.000 m² abgeschätzt. Damit ist der spezifische Wärmebedarf 600 kW / 5.000 m² = 120 W / m², ein nicht unplausibler Wert für ein Gebäude aus den 70-iger Jahren.

Für den Jahreswärmebedarf wird von 1.800 Vollbenutzungsstunden ausgegangen.

Für die Abwärme wird von 200 kWh/Kremation Nutzwärme¹ bei 2.865 Eä/a ausgegangen².

Damit ergibt sich folgende Gegenüberstellung:

Wärmebedarf	Abwärme
600 kW x 1.800 h = 1.080 MWh	200 kWh x 2.865 Eä = 573 MWh
	573 / 1.080 = 53%

¹Dieser Wert gilt für eine energieeffiziente Anlage, wie in Aachen geplant.

²Anzahl der Einäscherungen 2023.

Die Abwärme ist weniger als die Nutzwärme des Gebäudes. D.h. über eine konsequente Wärmenutzung können 100 % der Abwärme genutzt werden. Dieses Verhältnis sollte sich auch bei einer genaueren Betrachtung nicht umkehren.

2.2.2. Wärmespeicherung

Die Kremationstechnik gibt nur zu den Betriebszeiten Wärme ab. Die Heizungsanlage muss jedoch auch nachts oder am Wochenende Wärme bereitstellen. Dieses zeitliche Auseinanderlaufen zwischen Angebot und Nachfrage kann nur über einen Wärmespeicher gelöst werden.

Ein 100 m³ Wärmespeicher erlaubt es, bei einem Delta-T von 30°C, eine Wärmemenge von 3.500 kWh zu speichern. Bezogen auf 600 kW sind das 5,8 h. Dies ist die Spitzenlast, die nur am kältesten Tag im Jahr ggf. Abgefragt wird. Aber das Beispiel zeigt, dass ein Speicher von ca. 100 m³ erforderlich ist um ein Wochenende in der kalten Übergangszeit sicher aus dem Wärmespeicher zu überbrücken.

Derzeit sind neben der Heizungsanlage Wärmespeicher installiert, aber mit deutlich geringer Kapazität als 100 m³ bzw. 3.500 kWh. Die Erhöhung der Wärmespeicherung ist somit eine wichtige Umweltmaßnahme. Eine Ausführungsoption ist ein Behälterdurchmesser von 3,4 m (mit Isolation und Anbauteilen ca. 4,0 m) und einer Höhe von 7 m, d.h. eine nutzbare Innenhöhe von 6 m nach Abzug Klöpperboden, Isolation und Füße. Das Behältervolumen sind $3.4^2 / 4 * \pi * 6 \text{ m}^3 = 54 \text{ m}^3$. D.h. für 100 m³ würde man 2 derartige Behälter z.B. im Freien aufstellen. Der Platz für diese Behälter ist nicht einfach zu finden. Alternativ können die Behälter liegend sein, bzw. es ist auch möglich derartige Behälter unterirdisch zu bauen (mit allerdings höheren Kosten).

Das aktuelle Projekt ‚Neue Feuerungslinien‘ umfasst keinen Wärmespeicher, die Anlagentechnik wird jedoch so ausgeführt, dass ein Wärmespeicher nachgerüstet werden kann.

2.2.3. Nutzung auf der Liegenschaft

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen dass die Wärme ggf. sogar zu 100% auf der Liegenschaft genutzt werden kann.

In Anbetracht dieser Option ist eine zusätzliche Nutzung nicht möglich.

2.3. **Reduktion der Luftschadstoffe**

Ziel des gewählten technologischen Ansatzes ist eine weitgehende Vermeidung von Luftschadstoffen. Deswegen wurde im Bauprogramm Aachen folgendes gewählt:

1. Einhaltung der Verbrennungstemperaturen im Ofen, d.h. auch: kein Elektro-Ofen.
2. Robustes und bewährtes Rauchgasreinigungsverfahren, das alle adsorbierbaren Luftschadstoffe über Aktivkohle abscheidet. Das Verfahren wird ausgeführt als Flugstromverfahren mit einer Herdofenkoks/Calciumhydroxid Mischung³.
3. Für das vorgesehene Additiv-Verfahren wird erwähnt, dass es auch eine Quecksilberabscheidung beinhaltet.

³u.a. bekannt als Sorbalit des Herstellers Märker. Es gibt aber auch andere Lieferanten.

4. Moderne Verbrennungsführung mit einem modernen Ofen und einer modernen Regelung. Das bringt auch mit sich, dass die Anlage einfach zu bedienen sein wird.

Es wird von ca. 50% Grenzwertausschöpfung ausgegangen, d.h. die gesetzlich zulässigen Werte werden zukünftig deutlich unterschritten.

2.4. Notfallkonzept

Stromausfall:

Moderne Kremationsanlagen werden so gebaut, dass bei Stromausfall die Anlagen in einen eigensicheren Zustand übergehen. Das bedeutet, die Anlage wechselt im stromlosen Zustand in einen By-Pass Betrieb, bei dem die Rauchgasreinigung umfahren wird und über den Zug im Kamin der Unterdruck im Ofen gehalten wird.

Ohne weiteren Einriff und unterstellt der Strom fällt dauerhaft aus, dann ist nach einigen Stunden die Kremation abgeschlossen. Weitere Kremationen können dann nicht mehr gemacht werden, aber die Anlage ist unbeschädigt und die laufende Kremation ist abgeschlossen.

Im Krematorium Aachen ist zusätzlich ein Notstrom-Aggregat vorhanden. Diese Anlage ist ausgelegt für eine Gesamtversorgung der derzeitigen Liegenschaft inklusive Kremationstechnik. Da der Strombedarf für die neue Kremationstechnik nicht steigt, wird dies auch zukünftig der Fall sein. Bei Stromausfall kann somit der reguläre Anlagenbetrieb für eine bestimmte Zeit aufrecht erhalten. Begrenzend ist nur die Reichweite des Dieseltanks des Notstromdiesels.

Die Kremationstechnik wird trotzdem auch eigensicher aufgebaut.

Gasausfall:

Unter den heutigen Rahmenbedingung ist ein Schutz gegen Gasausfall nur über Flüssiggas möglich. Es ist möglich, die Brenner als 2-Stoffbrenner auszuführen, oder Vorort werden Ersatzbrenner vorgehalten, die eine Umstellung in eigen Stunden von Erdgas auf Flüssiggas erlauben.

Auf jeden Fall ist es erforderlich einen Flüssiggas-Tank aufzustellen. Pro Kremation werden ca. 20 ltr. Flüssiggas benötigt. Aus der angestrebten Reichweite ergibt sich die erforderliche Größe des Flüssiggastanks. Zum Flüssiggastank gehört auch der Verdampfer. Der Verdampfer muss auf die maximale Brennerleistung (ca. 1.000 kW) ausgelegt werden.

Fazit: Diese Maßnahme ist möglich erfordert aber eine ergänzende Planung an der Kremationsanlage. Es ist definitiv möglich, es ist aber eine Sonderlösung, die an anderen Krematorien derzeit nicht vorgesehen wird. Die übliche Sichtweise ist, keine Vorleistungen zu erbringen. Falls eine Notwendigkeit für Krematorien entsteht, einen Gasausfall abzudecken, soll das über eine Nachrüstung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

2.5. Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme soll anhand der aktuellen Daten festgestellt werden. Das entspricht einer Aktualisierung der Daten aus der Studie 2022.

Hierbei wird die Ein- und Ausgabenrechnung des Krematoriums als Grundlage genommen und um die Einflüsse ergänzt, die durch die Baumaßnahme entstehen.

Die Gegenüberstellung der Einnahmen ist in der Tabelle im Anhang detailliert im Format der Buchhaltung des AGs dargestellt. Es wird hierbei das Ergebnis der Studie noch einmal für Vergleichszwecke wiederholt (Spalte PLAN-Einnahmen ‚Technische Optimierung‘ und Spalte PLAN-Einnahmen ‚Technische Optimierung‘. In einer dritten Spalte ist die Fortschreibung dargestellt ‚PLAN 2023‘.

Die Spalten IST-Kosten (Jahresmittel 2018/19/20) und IST-Kosten (Jahresmittel 2021/22/23) sind Mittelwerte die IFE über die jeweiligen Jahre gebildet hat, die aber sonst nicht weiter verändert wurden.

Bei den Einnahmen wurde bei den IST-Kosten der Gebührensatz (brutto) 319 € und die jeweiligen gemittelten Einäscherungszahlen genommen.

Bei der Studie wurde eine Gebührenerhöhung auf brutto 370 € unterstellt. Dies wurde für die Berechnung der Erlöse verwendet.

Die Einnahmen PLAN 2023 werden seitens IFE berechnet aus der Anzahl Kremationen mal dem aktuellen Gebührensatz 2024, brutto 355 €.

	IST-Kosten (Jahresmittel 2018/19/20)	IST-Kosten (Jahresmittel 2021/22/23)	PLAN- Einnahmen ,Technische Optimierung‘	PLAN- Einnahmen ,Technische Optimierung‘	PLAN 2023
	2.500	2.768	2.500	3.000	2.865
	319	319	370	370	355
Einnahmen	797.500	883.098	925.000	1.110.000	1.017.075
Ausgaben	732.193	664.228	607.675	631.462	558.770
Überschuss/Unterdeckung nach Abschreibung	65.307	218.870	317.325	478.538	458.305
Abzug für MWST	127.332	140.999	147.689	177.227	162.390
Überschuss nach Mehrwertsteuer	-62.025	77.871	169.636	301.311	295.915
Afa Technik neu (95% des Korridors)			161.155	286.246	281.119
Afa Gebäude			8.482	15.066	14.796
Investitionskorridor Technik (netto)			3.223.091	5.724.912	5.622.385
Investitionskorridor Bau (netto)			254.455	451.967	443.872

Einnahmen sind die Gebühreneinnahmen aus den Kremationen.

Ausgaben sind die Ausgaben nach der Ausgabenrechnung der Stadt Aachen (Aachener Stadtbetrieb). Die Ausgaben wurde bei den PLAN Modellen an folgenden Stellen verändert:

Es gibt ein Einsparpotential bei der Energie, bei Erdgas und bei der Studie wurde berücksichtigt, dass erhöhte Einäscherungszahlen einen Erhöhungseffekt auf die Energieverbräuche haben. Letzteres gibt es im jetzigen Plan nicht mehr, weil die Kremationszahlen im PLAN 2023 die tatsächlichen Zahlen sind. Die Einäscherungszahlen haben sich entsprechend der Prognose der Studie entwickelt.

Analog wurde bei der Wartung und Instandhaltung gemacht. Es wurde für die Neuanlage die zu erwartenden Kosten unterstellt und nicht die erhöhten Kosten der Bestandsanlage.

2024

Laufende Kosten Anlagenbetrieb (ohne Betriebsmittel)				
Pos. 675165			2.500 Eä	3.000 Eä
1	Kosten die nicht unmittelbar mit dem technischen Betrieb zusammenhängen bzw. durch das Bauprogramm nicht verändert werden darin u.a. enthalten: Ascheentsorgung Kältererzeugung Urnen, ID-Steine, Transportmittel etc.		33.524	35.524
2.	Additiv Flugstromverfahren Beschaffung/Entsorgung), 500 g/Eä, ca. 2.500 Eä/a	2,4 €/Eä	6.000	7.200
3.	W+I Vertrag, 2 Linien inkl. EMI, Druckluft		30.000	30.000
4.	Materialien		20.000	24.000
Summe			89.524	96.724
W+I Kosten/Eä, Pos. 3+4			20,0	18,0

Weitere Änderungen/Korrekturen wurden nicht gemacht.

Hieraus ergibt sich der „Überschuss/Unterdeckung nach Abschreibung“. Die Afa für neue Maßnahmen nach diesem Vorplanungsbericht sind an dieser Stelle noch unberücksichtigt.

Es wird dann seitens IFE die bei den Gebühren eingekommene Mehrwertsteuer abgezogen, da diese Steuer abgeführt werden muss. Berechnet wird hieraus der Überschuss nach Mehrwertsteuer. Dieser Überschuss steht für Investitionen zur Verfügung.

Es wird unterstellt, dass dieser gesamte Betrag für Afa (Abschreibung für Anlagen) aufgewendet wird. Die Aufteilung wird Ad-Hoc mit 95% für Technik und 5% für Bau gemacht.

Bei linearer Afa ergibt die Afa x Abschreibungszeit das Investitionsvolumen, das mit dieser Afa abgedeckt werden kann. Die Abschreibungszeit für Technik wurde bei der Studie mit 20 Jahren für Technik und 30 Jahren für Bau festgelegt.

Hieraus ergibt sich der Investitionskorridor für technische und bauliche Maßnahmen.

Bemerkenswert ist, dass die guten betrieblichen Zahlen der Anlage in 2021, 2022 und 2023, insbesondere die Steigerung bei den Einäscherungszahlen einen ausreichenden Investitionskorridor ausweisen, bei den aktuellen Kremationsgebühren.

Der Investitionskorridor ist (gerundet):

Technik: 5.600.000 €

Bau: 440.000 €

In diesem Sinne ist das Vorhaben ‚Neue Feuerungslinien‘ wirtschaftlich, solange diese netto Kosten im Vorhaben nicht überschritten werden. Das ist der Fall.

2.6. Projektrisiken

Abgesehen vom üblichen Bauherrenrisiko wird kein vorhabenspezifisches Risiko gesehen.

Es ist eine Anlage vorgesehen, die in dieser Form auch an anderer Stelle errichtet wurde, d.h. es wird die beste verfügbare Technik realisiert, die sich bewährt hat.

Es wird im Rahmen des Ausschreibungsverfahrens die Leistungsfähigkeit des Bieters geprüft, in den Finanzdaten und in den Ausführungsreferenzen.

2.7. Technische Rahmendaten

Die Anlage wird ausgelegt für die Einäscherung im Automatikbetrieb bis 260 kg. Die Muffelbreite sind 950 mm.

Die Sargeinfahrmaschine soll eine Tragfähigkeit bis 400 kg haben. In Sonderfällen und mit besonderen Vorkehrungen ist es möglich auch Kremationen bis 400 kg durchzuführen.

3. Technische Anforderungen, Bewertung Bestand

Seitens IFE wurde die Bestandsanlage aufgenommen, mit folgenden wesentlichen Feststellungen:

1. Der Ofen (Fabrikat ICAT Engineering Wolfgang Föhlisch) hat eine in den Ofenkörper eingearbeitete Luftvorwärmung und der Ofen wird mit hohem Luftüberschuß gefahren (O₂-Gehalt 11 %). Das widerspricht dem heutigen Stand der Technik und führt auch in Aachen zu deutlichen Betriebsproblemen (hoher Gasverbrauch > 40 m³/Eä und Grenzwertüberschreitungen).
2. Der Betrieb des Ofens erfolgt ungeregelt, d.h. nur gesteuert (= ‚starr‘). Das ist ebenfalls nicht mehr zeitgemäß.

Die zwei Ofenlinien müssen daher grundsätzlich ersetzt werden. Das entspricht auch dem Plan, am derzeit freien Platz von Ofen 3+4 zwei neue Linien aufzubauen.



Im Hintergrund die derzeit betriebenen Linien 1+2, im Vordergrund die derzeit leeren Bodenbleche von Linie 3+4 (ausreichend Platz vorhanden).

4. Rahmenprogramm Technik

4.1. Ofen

Gem. beiliegendem IFE-Plan 3460-01-03 kann ein moderner Etagenofen in das Gebäude integriert werden.

Wesentliche bauliche Einpassungen sind nicht notwendig, allerdings muss die Rauchgasführung unter dem Ofen anders gestaltet werden. Für weitere Präzisierungen wird auf den AV-03 in der Anlage verwiesen. Dort wurde die Fundamentsituation detailliert aufgenommen und analysiert.

Ergebnis ist, dass Anpassungen im Fuchsbauwerk notwendig sind, die aber nicht in das Fundament des Gebäudes eingreifen. Im Baubudget sind diese Kosten enthalten.

Die nachfolgende Figur zeigt den tiefergelegten Fuchs, der aber dennoch über dem Gebäudefundament liegt. D.h. das Gebäudefundament wird nicht tangiert.

4.2. Abgaswärmetauscher

Problem beim Aufstellungsort der AWTs in Aachen ist, dass die AWTs unter der Sargeinfahrmaschine stehen und nicht (wie üblich) die Decke durchstoßen können. Das heißt es fehlt an Bauhöhe.

Beim AWT gibt es die Möglichkeit einen zweizügigen AWT einzusetzen, vergleichbar zum derzeit installierten ROSINK-AWT. Der derzeitige AWT hat den Nachteil, dass kein Rußbläser untergebracht werden konnte. Damit muss ca. monatlich manuell der AWT gereinigt werden. Ist diese Arbeit gut anlagentechnisch vorbereitet, d.h. bedienungsfreundlich, dann ist das kein grundsätzliches Problem.

Alternativ sind auch andere AWT Konstruktionen möglich, u.a. auch gemauerte AWTs mit Rohrbündel Wärmetauschern.



Zu sehen sind die Rohrbündel in denen das Kühlmedium (Wasser bzw. Wasser/Glykol) fließt, sowie die Wendebögen im Kaltbereich. Diese AWTs können sehr spezifisch an die baulichen Gegebenheiten angepasst werden und stellen damit eine Alternative zu Stahlgehäusen dar.

Im Fazit wird festgestellt, dass es für die Situation in Aachen gute und bewährte AWT-Lösungen gibt. In den IFE-Plan Plan 3460-01-03 ist ein gemauerter zweizügiger AWT eingezeichnet.

4.3. Sargeinfahrmaschine:



Bild von Bielefeld, mit Unterflursargeinfahrmaschine und identischen Sargwägen



Sargwägen in Aachen, identisch zu Bielefeld.

Eine Unterflurmaschine ist die technische Lösung der Wahl.



Die vorhandenen Betonwanne für die Einfahrmaschine.

Die Kanäle haben eine freie Tiefe von 680 mm (im ‚tiefen Teil hinten‘ sogar 920 mm) und eine Breite von 570 mm. Die Betonwannen sind 5 m lang. Die Bodenwanne ist damit für den Einbau einer modernen Unterflur Sargeinfahrmaschine geeignet.

4.4. Rauchgasreinigung:

Die Rauchgasreinigung wird wie derzeit im EG untergebracht,



Freier Platz für die Filteranlage 3+4 im EG



Blick in die andere Richtung, auf die Bestandsfilteranlage Linie 1+2.

Neben der Filteranlage 3+4 ist nach Demontage der Linie 1+2 auch Platz für eine Lüftungsanlage.



Blick auf den Filterkonus der Rauchgasreinigung Linie 1+2 im EG



Blick auf den Filterkonus der Rauchgasreinigung Linie 1+2 aus dem UG.

Bei der neuen Rauchgasreinigung Linie 3+4 wird der Filterkonus der Gewebefilter (wie im Bestand) durch die Decke geführt (die Raumhöhe im Filterraum ist für die Gewebefilter nicht ausreichend).

Die Aschesammlung soll weiterhin im 2.UG erfolgen. Damit kann sicher auch zukünftig auf eine Staubförderschnecke verzichtet werden. Die Logistik soll durch ein neues Lasthebegerät im Lichtschacht zum Vorplatz verbessert werden.

4.5. Gaseinspeisung



Bild der derzeitigen Gaseinspeisung. Am Manometer ist ein Einspeisedruck von 900 mbar zu sehen, der derzeit dann auf ca. 30 mbar reduziert wird.

Die Gaseinspeisung wird im neuen Baukonzept auf einen Hausnetzdruck von ca. 100 mbar umgebaut, um den Einsatz von Industriebrennern zu ermöglichen. Durch diesen Einbau von Thermoprozessbrennern wird das Regelvermögen der Brenner verbessert und es wird der Gasverbrauch reduziert.

4.6. Lüftungsanlage

Für die neue Anlage wird das Lüftungskonzept überarbeitet. Einerseits geht es um die Vermeidung zu hoher Temperaturen (im Sommer, z.B. im EG) aber auch um die Vermeidung zu kalter Temperaturen (im Winter). Kühlt die Anlage im Winter aus, dann kommt es zu Taupunktunterschreitungen und Korrosion in der Abgasanlage.

Vorgesehen ist ein großes Lüftungsgerät im EG, wo nach Demontage von Linie 1+2 Platz vorhanden ist. Damit wird das EG auch entlüftet und der derzeitige Wärmestau wird beseitigt. Die Lüftungsgeräte im UG werden weitgehend beseitigt.

Eine gängige Kremationslinie hat eine diffuse Wärmeabgabe von 30 kW an den Raum, während und nach der Betriebszeit. Um die Lufteerwärmung unter 10°C zu halten, ist eine Zuluftleistung von 10.000 m³/h pro Linie erforderlich.

Die Lüftungsanlage in Aachen wird daher auf 2 x 10.000 m³/h ausgelegt.

In Anbetracht des langfristig erheblichen Wärmenutzungspotentials ist bei der Lüftung eine teilweise Wärmerückgewinnung vorgesehen. Krematorien sind zwar Wärmeüberschussbetriebe, aber sobald eine Wärmenutzung möglich ist, ist es sinnvoll nutzbare Wärme zu sparen, den Eigenverbrauch nutzbarer Wärme zu senken und dem externen Wärmenutzer (d.h. hier die Beheizung der Liegenschaft) möglichst viel Wärme zur Verfügung zu stellen.

Im Krematorium Aachen ist diese teilweise Wärmerückgewinnung leicht möglich, weil die neue Zuluftlüftungsanlage im EG vorgesehen ist (über Luftkanäle in die UGs

gebracht wird), und die Abluft zum Teil im EG (d.h. im Filterraum) abgefasst wird. D.h. zwischen diesen beiden Wärmeströmen kann mit geringem Aufwand eine ‚Wärmeschaukel‘ oder regenerative Luftvorwärmung aus Abluft hergestellt werden.



Bild 1: Zu sehen ist die derzeitige Abluftleitung im Bereich EG ohne Wärmerückgewinnung. Die Abluftanlage ist zu schwach. Es kommt zu erheblichem Wärmestau

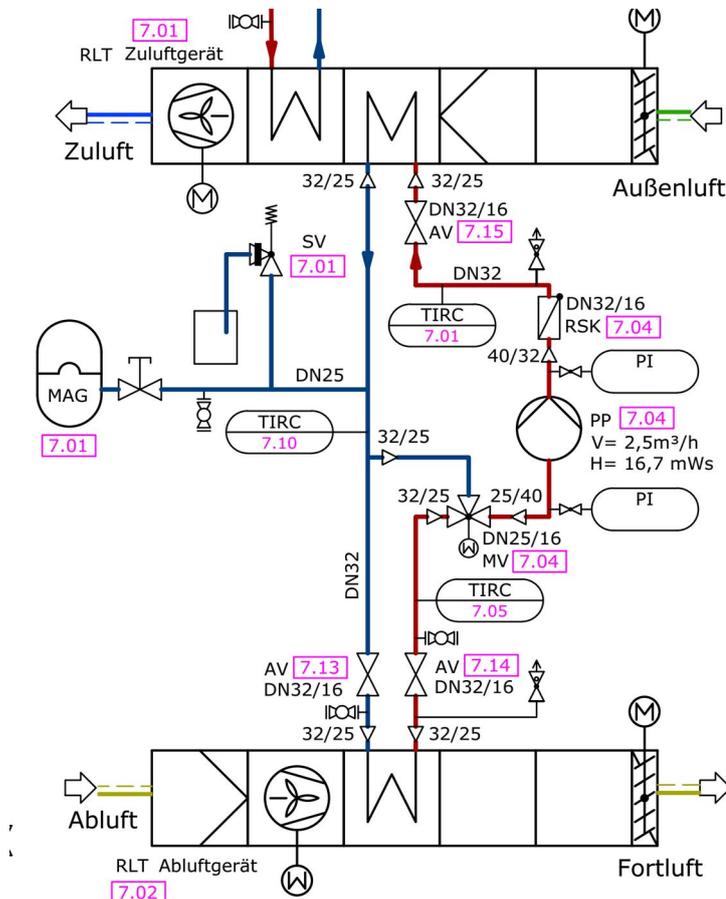


Bild 2: Ausführung einer regenerativen Vorwärmung in einem anderen Krematoriumsprojekt (Krematorium Bielefeld)



Bild 3: Aufnahme der beiden Lüftungsanlagen (Zu-/Abluft), aus der Bauphase Krematorium Bielefeld. Die Anlagen müssen nicht übereinander stehen.

Ohne regenerative Wärmerückgewinnung beträgt der Wärmebedarf für die Anwärmung von 20.000 m³/h Luft ca. 200 kW. Diese Wärmeleistung geht der Wärmenutzung (siehe Abschnitt 2.2, Wärmenutzung) verloren.

In relevanten Lastfall (kalte Außentemperaturen) ist der Kühlbedarf der Kremationsanlage gering und man kann die Luftmenge der Lüftungsanlage reduzieren, aber die Praxis in Krematorien zeigt, dass ein gewisser Luftwechsel in der Anlage auch vorteilhaft ist. Da die regenerative Wärmerückgewinnung technisch in Aachen relativ leicht herzustellen ist, wird diese auch vorgesehen.

Die Rückgewinnung ist nur teilweise, weil es auch Teilluftmengen im UG geben wird.



Bild 4: Teilliftanlage im Bereich Ofen (Bestand)



Bild 5: Zuluftanlage im Bestand im 2.UG. Diese Anlage hat eine Leistung von 15.000 m³/h (Anlage hier genannt WOLF-15000).

Die Anlage WOLF-15000 muss demontiert werden, weil sie die neuen Ofenlinien behindert.

4.7. E+MSR

Die E+MSR Technik einschl. der EMI-Technik muss komplett erneuert werden. Die Schaltschränke werden in einem eigenen Raum in der Nähe der Warte untergebracht (Bei moderner Technik werden die Schaltschränke nicht wie derzeit in der Warte aufgestellt).

Der Bediener muss nur für Störungs-Reset in die Anlage/ an den Schrank. Das ist unterschiedlich zur Situation heute. Der Anlagenbetrieb erfolgt über die Zentrale Leittechnik ZLT (Visualisierung).

Für die zukünftige Anlage ist eine SIMATIC S7 Steuerung vorgesehen, da auf der Grundlage von diesem offenen „Quasi-Standard“ das Aachener Krematorium frei ist bei der Wahl seiner zukünftigen Partner.

4.8. Rauchgas-System

Hinsichtlich der Fühse wurde bereits in Abschnitt 4.1 die vorgesehene Ausführung beschrieben. Dies betraf den Weg vom Ofen zum AWT. Ab dem AWT trennen sich die Wege By-Pass und Reingas, je nach Situation (Regelbetrieb, Notaus). Der Reingasweg wird neu verlegt (in Schwarzstahl Rauchgasrohren ca. DN 400).

Der By-Passweg erfolgt über ein thermisch beständiges Edelstahlrohr im 3.UG. Der Bypassweg muss dicht sein, sonst kann der Zug im Kamin im Bypass-Fall oder bei Stromausfall nicht den Unterdruck in der Anlage halten und es kommt zu Sicherheitsproblemen und Ausgasungen.

Der Kamin erhält neue Stahlinnenrohre.

4.9. Peripheriesysteme

An die Peripheriesysteme wird systemkompatibel angeschlossen. Die Ascheaufbereitung wird neu aufgebaut. Die Aschebehälter am Ofen und an der Aschemühle werden neu ausgeführt.

Das Aschehandling wird so gestaltet, dass keine offenen Behälter mehr benutzt werden. Die entsprechenden Anforderungen der Gewerbeaufsicht werden eingehalten.

4.10. Kenndaten des Projekts

Die Maßnahme soll in 2024-2025 umgesetzt werden.

Die Maßnahme besteht aus:

- Nutzungsspezifischen Einbauten (die Kremationsanlage inkl. Peripherie), komplett inkl. Sargeinfahrmaschine, Filtertechnik, Leittechnik etc.
- Eine neue Lüftungsanlage für die Kremationsanlage und Peripherie.
- Neuen Fuchsbauwerke im vorhandenen 3.UG,
- Erneuerung der EMI-Technik
- Neuausführung der Gaseinspeisung mit Einsatz von Industriebrennern.
- Einen Neuaufbau der Aschebehandlung mit neuen Aschekästen (Die vorhandene Aschemühle wird weiter genutzt)

Von der Kremationstechnik wird an folgende Anlagen angebunden:

1. Die NSHV
2. Die Gashauptinspeisung (aber Ausführung in höherem Druck ca. 100 mbar)
3. Die Abwämenutzung (bzw. eine zukünftige Abwärmenutzung)
4. Das Sarghandling (u.a. die Sargwägen, Kühlräume etc.)

Über die verwendeten Sargwägen ergeben sich entsprechende Schnittstellen-Anforderungen an die neue Anlagentechnik.

5. Auslegung Kremationstechnik

5.1. Katalog

(alles jeweils für 2 Linien ausgeführt)

1. Der Ofen, in seinem kompletten Aufbau
2. Gasinstallation Brennern (u.a. mit Industriebrennern)
3. Die Gaseinspeisung (Ausführung auf ca. 100 mbar)
4. Sargeinfahrmaschine
5. Der gesamte Abgasweg bis Eintritt Kamin (vorhanden, jedoch mit neuem Innenrohr)
6. Die Abgaswärmetauscher mit Rußbläser
7. Rückkühlsystem (Wasser/Glykol System, Rückkühler, Druckhaltung)
8. Das Additiv-Handling, Flugasche Sammlung
9. Der Gewebefilter inkl. Druckluftanlagen,
10. Der Saugzug
11. Das Aschehandling, Ascheaufbereitung
12. Die EMI-Meßtechnik
13. Lüftungs- Heizungsanlage, für Anlagenbau
14. Die Sicherheitstechnik
15. Die gesamte E-und MSR Technik (S7 Standard)

Bei der Umbaumaßnahme müssen die Anforderungen der neuen VDI 3891 berücksichtigt werden (u.a. Verweilzeit). Aufgabenstellung ist es, die beste verfügbare Technik umzusetzen (Qualitätsanspruch der Ausschreibung).

5.2. Gewähltes Rauchgasreinigungsverfahren, Quecksilberabscheidung

Aufgrund der durchgängig positiven Erfahrungen mit dem Flugstrom-Verfahren, wird dieses Verfahren der Rauchgasreinigung eingesetzt. Neue Untersuchungen zeigen, dass beim Festbettverfahren die Schadstoffdesorption (erneute Schadstoffabgabe nach vorheriger Bindung) ein wichtiger Prozess ist. Daher muss bei diesem Verfahren ‚streng genommen‘ das Festbett sehr oft gewechselt werden, womit das Verfahren de facto inpraktikabel oder sehr teuer ist. Alle diese Probleme hat man mit dem Flugstromverfahren nicht.

Das Flugstromverfahren erlaubt es auch, durch Wechsel auf ein ‚spezielles Additiv‘⁴, die Abscheideleistung für Quecksilber zu steigern (auf > 95%).

Eine jüngst durchgeführte kontinuierliche Langzeit-Messung (9 Wochen) mit dem thermokatalytischen Messverfahren hat für das Krematorium Reutlingen gezeigt, dass dieses mit dem Flugstromverfahren und einem Standardadditiv (Sorbalit) den diskutierten Grenzwerte sicher einhält (0,2 mg/nm³) .

Alternative Verfahren (katalytische Verfahren, Aktivkohle-Festbett-Verfahren) sind in den Investitions- und Betriebskosten teurer, ohne dabei andere Vorteile zu bieten.

⁴Kalziumhydroxid mit schwefeldotierter Aktivkohle.

5.3. Erforderliche technische Auslegung / Nachweise

5.3.1. Sarggewichte / Sarggrößen

Die neue Anlage Linie 3+4 ist vorgesehen für Kremationen mit Särgen bis zu 260 kg Gewicht (Auslegung) und Sargbreiten bis zu 900 mm⁵. Die Sargeinfahrmaschine soll eine Tragfähigkeit bis 400 kg haben. In Sonderfällen und mit besonderen Vorkehrungen ist es möglich auch Kremationen bis 400 kg durchzuführen.

Einfahrtsbreite Muffel: 950 mm

5.3.2. Einäscherungszeiten

Einäscherungszeiten von 60 – 70 min. sind bei modernen Etagenöfen Standard.

5.3.3. Betriebszeiten

Das Krematorium soll im Endausbau 2 neue moderne Linien haben.

Bei Wartungstillständen oder unvorhergesehenen Stillständen einer Linie, soll es auch möglich sein, die Linien 3-schichtig zu fahren, ohne Kühlphase.

6. Gesetzliche Rahmenbedingungen

(Auszug)

Ausführungs- und Auslegungsvorschriften:

- 27. BimschV
- VDI 3891
- VSG 4.7

sowie:

Normen und Richtlinien

⁵ Die lichte Einfahrbreite der Muffel (950 mm) muss größer als der Sarg sein.

Normen und Richtlinie für die Bauausführung **Einzuhaltender Mindestumfang**

Richtlinie	Beschreibung
2006/42/EG	Maschinen-Richtlinie
2014/35/EU	Elektrische Betriebsmittel - Niederspannungsrichtlinie
2014/30/EU	Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit - EMV-Richtlinie -
2014/68/EU	Druckgeräterichtlinie-Richtlinie
EU/305/2011	Bauproduktenverordnung

Norm	Titel
EN ISO 12100:2010	Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung
EN 60204-1:2006/A1:2009	Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen
VDI 3891 07-2015	Emissionsminderung Anlagen zur Humankremation
EN 61310-1:2008	Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen— Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale
EN 61310-2:2008	Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 2: Anforderungen an die Kennzeichnung
EN ISO 13850:2008	Sicherheit von Maschinen — Not-Halt — Gestaltungsleitsätze
EN ISO 4414:2010	Fluidtechnik — Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile
EN 287-1:2011	Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle
EN 676:2003 +A2:2008/ AC:2008	Automatische Brenner mit Gebläse für gasförmige Brennstoffe
EN 15001-1:2009	Gasinfrastruktur — Gas-Leitungsanlagen mit einem Betriebsdruck größer 0,5 bar für industrielle Installationen und größer 5 bar für industrielle und nicht-industrielle Installationen — Teil 1: Detaillierte funktionale Anforderungen an Planung, Material, Bau, Inspektion und Prüfung
EN 13084-1 2007-05	Freistehende Schornsteine Teil1- Teil 1 Allgemeine Anforderungen
EN 1090-1:2009 +A1:2011	Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile
EN 50156-1: 2004	Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen und zugehörige Ausrüstung , Teil 1 – Bestimmungen für die Anwendungsplanung und Errichtung.
DIN VDE 0100-600:2008	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 6: Prüfungen
DVGW G 442 (M): 2011-06	Explosionsgefährdete Bereiche an Ausblaseöffnungen von Leitungen zur Atmosphäre an Gasanlagen

7. Emissionen der Anlage

Der Einäscherungsvorgang wird mit 60 Minuten angesetzt.

Weder beim Einäscherungsprozeß noch bei der Rauchgasreinigung fällt prozeßbedingtes Abwasser an.

Die Grenzwerte gemäß 27. BImSchV sind Maximalwerte und sollen sicher unterschritten werden. Die Betriebserwartungswerte liegen unterhalb den Werten der Verordnung.

Mit der vorgesehenen Anlagentechnik ergibt sich die folgende Stoffbilanz:

7.1. Stoffbilanz

Stoffbilanz des Krematoriums							
Einäscherungszeit 60 Minuten							
ohne Energiebilanz							
zzgl. der Urnenasche							
Parameter	Dim.	Verbrauch pro Einäscherung		Ausstoß pro Tag (Vollast)2)		Dim.	Ausstoß
Verbrennungsluft	Nm³/h		1.600,00			Nm³/d	19.200,00
Sekundärluft	Nm³/h		380,00			Nm³/d	4.560,00
Gas	m³/h	15-20, i.M.	17,50			m³/d	210,00
Additivzugabe	kg/h		0,60			kg/d	7,20
Wasserzugabe	l/h		-			l/d	-
Grobstaub	kg/h			0,27		kg/d	3,24
verbraucht Additiv	kg/h			0,60		kg/d	7,20
Prozeßabwasser	l/h			-		l/d	-
Gebäudelüftung	m³/h		14.200	12.300		m³/d	170.400
Abgasvolumen	Nm³/h			2.200,00		Nm³/d	26.400,00
Dioxine und Furane3)	ng/Nm³	0,10	ng/h	220,00		ng/d	2.640,00
CO 3)	mg/Nm³	50,00	mg/h	110.000,00		mg/d	1.320.000,00
Gesamt-C 3)	mg/Nm³ <	20,00	mg/h <	44.000,00		mg/d <	528.000,00
Gesamtstaub 3)	mg/Nm³ <	10,00	mg/h <	22.000,00		mg/d <	264.000,00
1) 2.600 Einäscherungen pro Jahr							
2) 12 Einäscherungen pro Tag							
3) Grenzwert gemäß 27. BImSchV							

7.2. Maßnahmen zur Emissionsminderung Luft

Als abgas-emissionsmindernd kommen bei der Kremationsanlage sowohl primäre als auch sekundäre Maßnahmen zum Einsatz.

Primärmaßnahmen:

Diese verhindern oder unterbinden eine Entstehung von Schadstoffen im Abgas bereits im Vorfeld oder während des Verbrennungsvorgangs

1. Üblicherweise werden klare Vorgaben an die in Frage kommenden Materialien für Sarg, Sargausstattung und Totenwäsche gegeben. Damit wird der Eintrag von emissionsrelevanten Stoffen in die Einäscherungsanlage maßgeblich reduziert.
2. Ein Einfahren des Sarges ist erst bei Erreichen aller Betriebstemperaturen, insbesondere in der Nachbrennkammer möglich, so daß ausgeschlossen ist, daß durch eine „kalte“ Verbrennung ein übermäßig hoher Schadstoffausstoß erfolgt

3. Durch eine geregelte Luftzugabe sowohl für die Brenner als auch als Sekundärluft für den Ofenraum in Abhängigkeit von den Temperaturen in den Ofenzonen und dem Sauerstoffgehalt im Abgas wird bereits bei der Verbrennung für einen optimalen Ausbrand gesorgt und die Bildung von NO_x im Abgas herabgesetzt.
4. Die Ascheausbrandkammer sorgt für eine Mineralisierung der Asche und führt die dort noch freigewordenen organischen Verbindungen mit dem Abgasstrom zur Nachverbrennung in die Nachbrennkammer
5. Die Nachbrennkammer sorgt durch Ihre hohe Temperatur bei entsprechender Verweilzeit und die geregelte Luftzugabe für eine sichere Oxidation der im Abgas enthaltenen Kohlenstoffverbindungen (CO, organische Verbindungen) und eine thermische Zerstörung von Schadstoffen (Dioxine, Furane, organische Kohlenwasserstoffe).
6. Sämtliche rauchgasführenden Teile der Anlage werden permanent im Unterdruck gehalten; ein Austreten diffuser Emissionen ist somit nicht möglich
7. Der Sargeinfahrbereich des Ofens wird bei geöffneter Ofentür abgesaugt und der Unterdruck im Ofen erhöht, so daß auch hier keine diffusen Emissionen in das Gebäude entweichen können. Die abgesaugte Luft wird über die Abgasreinigung abgeführt.
8. Staubsammelbehälter sind während des Betriebs der Anlage mit den entsprechenden Austrageinheiten staubdicht gekoppelt, so daß ein diffuses Austreten von Staub nicht erfolgen kann
9. Die Verbrennungsluft wird aus dem Raum genommen, d.h. ist im Winter vorgewärmt. Die Raumwärme wird regenerativ aus dem Abgasstrom der Ofenanlage gewonnen. Durch diese Verfahrensgestaltung wird der Primärenergiebedarf der Anlage minimiert.

Sekundärmaßnahmen:

Unter die Sekundärmaßnahmen fallen alle dem Ofen nachgeschalteten Prozeß- und Reinigungsvorgänge des Abgases, welche die thermisch nicht beeinflussbaren Schadstoffe abbauen.

Hierzu gehören

10. Schnelle Abgaskühlung zur Vermeidung der Rückbildung von Dioxinen und Furanen nach der de-novo-Synthese durch zweistufigen Abgaskühlturm.
11. Trocken-adsorptive Rauchgasreinigung zur Bindung der im Abgas enthaltenen sauren Bestandteile und zur Bindung der noch enthaltenen Dioxine und Furane
12. Zyklonreaktor zur innigen Vermischung von Abgas und Additiv (Sorbalit)
13. Feinentstaubung im Gewebefilter
14. Durch die Auslegung der Kaminanlage ist für einen Abtransport der gereinigten Abgase unter allen Betriebsbedingungen gesorgt. Der Kamin ist über ein neues Innenrohr dicht.

Alle vorgenannten Maßnahmen sorgen für die sicherer Einhaltung der Grenzwerte gemäß 27. BImSchV.

7.3. Schallemission

Zielgröße für den Schalldruckpegel im Innenraum sind 65 dB(a)⁶. Gebläse werden schallisoliert.

8. Arbeitsschutz und Unfallverhütung

Die Kremationsanlage entspricht den einschlägigen Sicherheitsregeln, Unfallverhütungsvorschriften und Merkblättern. Insbesondere werden die Sicherheitsregeln für Krematorien sowie weitergehende Anforderungen der Gartenbauberufgenossenschaft berücksichtigt, z.B.

- Trennung der Betriebsbereiche Büro, Leitstand, Maschinenraum
- Staubfreie Arbeitsvorgänge ohne direkten Kontakt des Bedienpersonals mit den Stäuben
- Be- und Entlüftung der Arbeitsplätze
- Begrenzung der Wärme- und Lärmbelastung
- Sicheres Abfahren der Anlage bei Störungen
- Anlagenprüfung durch Sachverständigen
- Organisatorische Maßnahmen: Betriebsanweisungen, Reinigungs-, Hautschutz-, Desinfektionsplan
- Sicherung von Gefahrstellen
- Optische und akustische Warneinrichtungen für Betriebsstörungen
- Das Arbeitpersonal wird mit akustischem „Totmannmelder“ ausgerüstet
- Sargeinfahrmaschine wird mit Notausschalter ausgerüstet
- Rutschhemmende Fußböden R 11, Reinigungsmöglichkeit (Wasseranschlüsse, Bodenabläufe), soweit bei einer Bestandsanlage beeinflussbar.
- Beleuchtung entsprechend den Tätigkeiten
- Faßwechsel mit P3 Filter, Einweg-Handschuhe, -Anzug
- nachleuchtende Fluchtwegekennzeichnung, Akkuhandleuchten als Notbeleuchtung.

9. Baustelle

Bauseitig wird gestellt:

- Bauwasser,
- Licht- und Kraftstrom für Baumaschinen und Montagehilfsgeräte, wobei der Auftragnehmer selbst für eine Bereitstellung des Baustroms aus der NSHV sorgen muss.
- Bereitstellen eines Umkleieraumes mit Waschgelegenheit für Montagepersonal
- Das Gebäude ist außerhalb der Arbeitszeiten abgesperrt.

⁶Der definitive Wert hängt von der Schallhärte des Raumes ab (Nachhallzeit).

10. Beschreibung Anlagentechnik

10.1. Anlagenkonzept

Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten der Anlage, dem Rauchgasweg folgend, in den Unterkapiteln, genauer erläutert:

Die Särge werden mittels einer Absetzvorrichtung mit den Sargfüßen (max. ca. 6 cm) im Sargeinfahrbereich bodeneben auf die Sargeinfahrmaschine aufgesetzt. Durch deren Ausführung in Unterflurbauweise ergibt sich vor dem Ofen ein behinderungsreiches Sarghandling.

Beschläge und andere größer Metallteile werden entfernt.

Der Etagenofen weist in der inneren Geometrie einen Ofenraum auf, der auch überdurchschnittlich große Särge aufnehmen kann. Nachdem das Abgas die auf die gesetzliche Mindesttemperatur von 850 °C geregelte Nachbrennkammer durchströmt hat, wird es im nachgeschalteten Wärmetauscherturm auf ca. 140°C abgekühlt. Für die sich daran anschließende Rauchgasreinigung wird das Trockenadsorptionsverfahren nach dem Flugstromprinzip eingesetzt, bei dem unter Einsatz von Additiven, die Schadstoffe adsorbiert und im nachgeschalteten Feinstaubfilter abgeschieden werden.

Das Bild 1 zeigt das Verfahrensschema in der Übersicht.

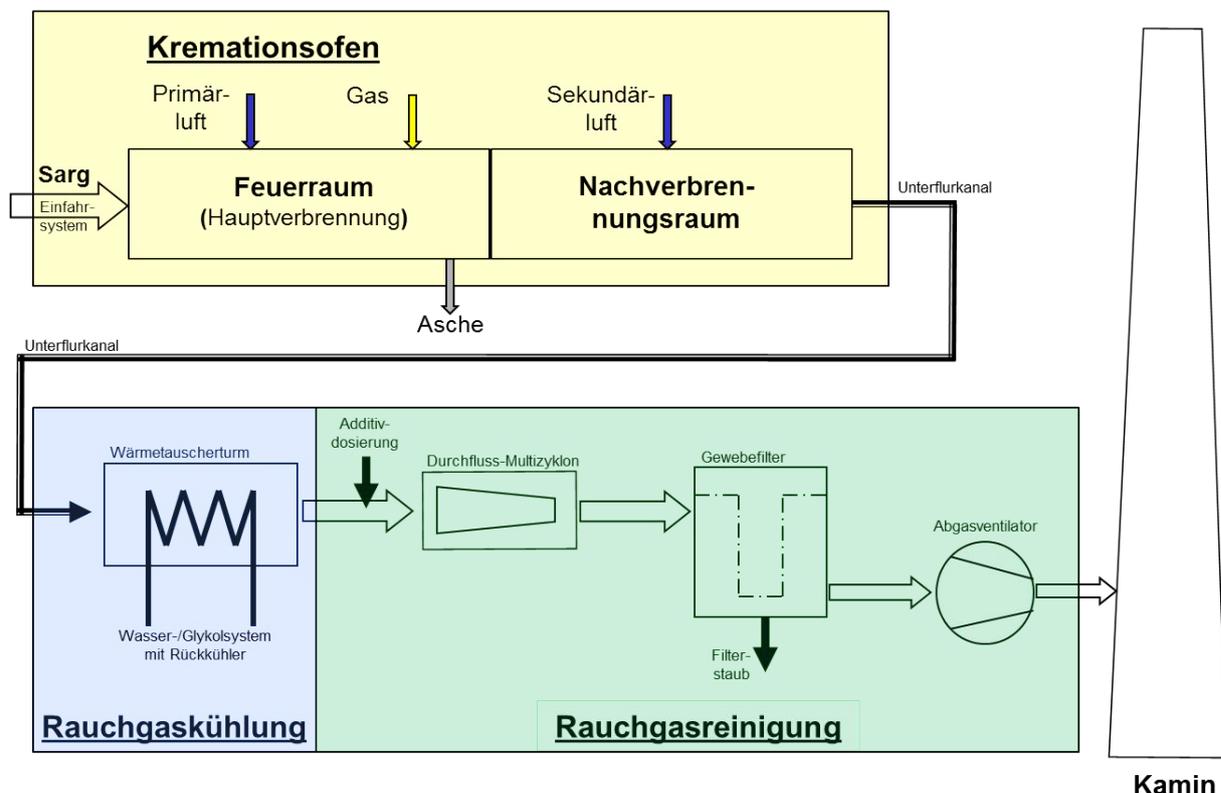


Bild 6: Verfahrensschema

10.2. Beschreibung der Einzelkomponenten

10.2.1. Einfahrssystem

Für die Sargeinfahrt wird eine Einfahrmaschine in Unterflurbauweise vorgesehen. Sie ist in der unteren Stellung flächenbündig mit der Oberkante des Fertigfußbodens ausgeführt, wodurch der Einfahrraum behinderungsfrei genutzt werden kann. Die Ausführung der Sargeinfahrmaschine lässt hierbei eine Beschickung der Särge auch mit Sargfüßen zu.



Bild 7: Sargeinfahrmaschine Linie 1

Sämtliche Bestandteile der Unterflureinfahrmaschine, werden in der vorhandenen Betonwanne untergebracht. Der Vorschub erfolgt hydraulisch, der Hub hydraulisch.

10.2.2. Ofensystem

Der vorgesehene Etagenofen setzt sich aus mehreren, aufeinander abgestimmten Bausteinen zusammen (Bild 3). Hierzu zählen:

- Hauptbrennkammer,
- Mineralisierungskammer,
- Nachbrennkammer,
- Primär- und Sekundärluftzuteilung,
- Beheizung (Gasbrenner).

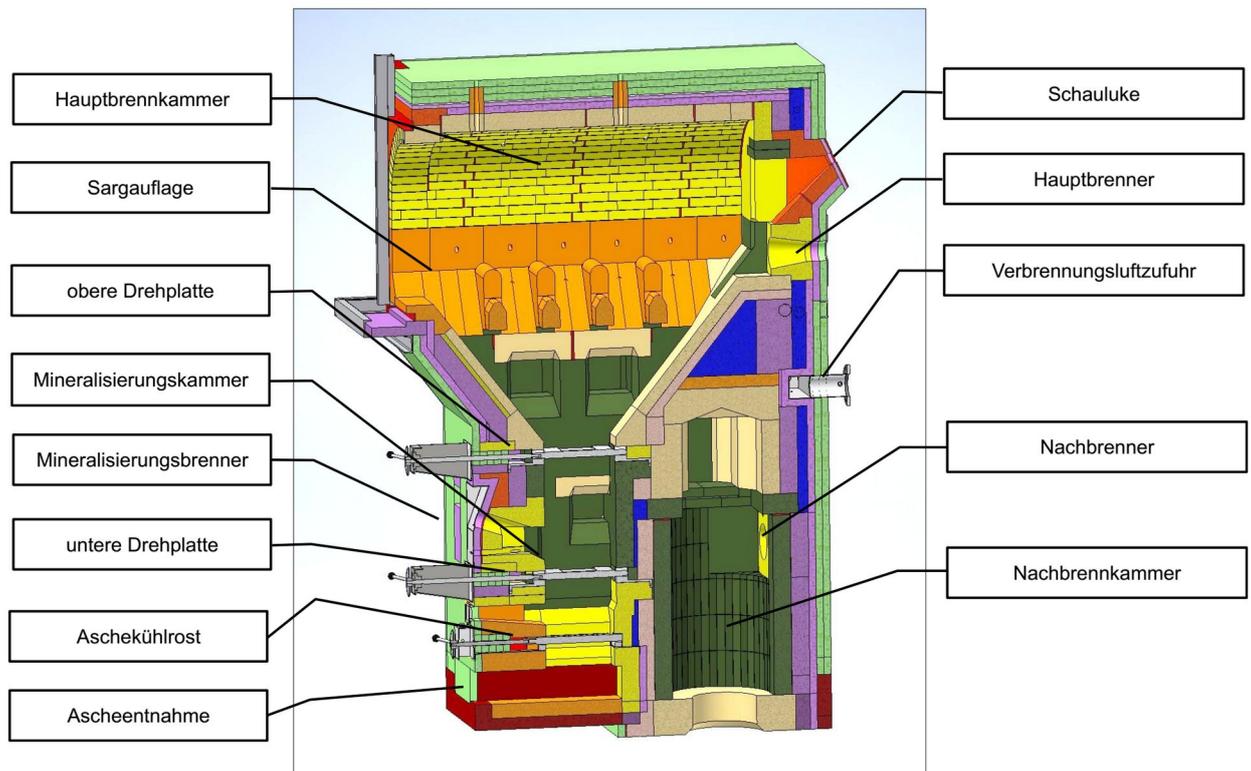


Bild 8: Schematische Darstellung eines Etagenofens

In der Hauptbrennkammer laufen die Verbrennungsvorgänge im Wärmeaustausch zwischen dem Kammergewölbe und dem Sarg unter gezielter 3-stufiger Primärluftzugabe ab. Bei Bedarf kann eine Anpassung der Kammer Temperatur über den Hauptbrenner erfolgen. Die konstruktive Gestaltung der Hauptbrennkammer (Bild 4) in Verbindung mit dem Sargauflagerost ermöglicht eine optimale und allseitige Anströmung mit der primärseitigen Verbrennungsluft.

Das aus der Hauptbrennkammer abgeführte Abgas gelangt in die Nachbrennkammer und wird dort sauerstoffgeregelt unter ebenfalls mehrstufiger Sekundärluftzugabe verbrannt. Dies erfolgt unter ebenfalls hoher Turbulenz. Unter derartigen Verbrennungsbedingungen werden Kohlenmonoxid, Gesamtkohlenstoff und auch Kohlenwasserstoffe weitestgehend zu unkritischen Verbindungen wie CO_2 und H_2O oxidiert.

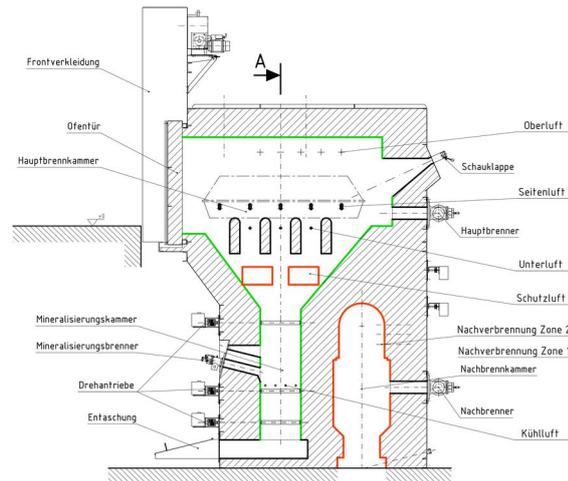


Bild 9: Hauptbrennkammer, rechts: Ofenschema (mit Bezeichnung der Verbrennungszuführungen)

Die Einhaltung der geforderten Nachverbrennungstemperatur wird dabei durch einen weiteren Gasbrenner sichergestellt.

Beim Etagenofen gelangen die Rückstände der Hauptverbrennung nach Ablauf eines Zyklus (Dauer etwa eine Stunde) durch Drehen der oberen Drehplatte in die darunter befindliche Mineralisierungskammer, in welcher die Asche thermisch nachbehandelt wird und dabei vollständig ausbrennt. Die Beheizung erfolgt hier ebenfalls durch einen zusätzlichen Gasbrenner. Nach einem weiteren Zyklus gelangt die ausgebrannte und heiße Asche über eine weitere Drehplatte in die Aschekühlkammer, wo sie während eines weiteren Zyklus auf einem ebenfalls drehbaren Kühlrost abkühlt und anschließend zur Zuführung der Ascheaufbereitung entnommen wird. Standardmäßig wird der Ofen mit einer Handbetätigung der Drehplatten mit Endlagenüberwachung ausgerüstet. Optional können die Drehplatten mit Antrieben ausgerüstet werden. In diesem Fall verhindert eine Drehmomentüberwachung Blockaden, z.B. durch prothetisches Material. In Aachen wurde der pneumatische Antrieb gewählt.

Zur Vermeidung eines unerwünschten Rauchgasaustritts während des Einfahrvorgangs ist oberhalb des Ofenschiebers eine Absaugung angebracht, die ggf. austretende Schwaden der Rauchgasreinigung zuführt.

Die Ascheentnahme erfolgt über einen Aschebehälter mit Handgriff und Deckel, der über eine nach oben öffnende Entnahmeklappe im Untergeschoß entnommen und direkt der Ascheaufbereitung zugeführt werden kann.

Folgende Ausrüstungen sind von außen am Ofengehäuse angebracht bzw. zugänglich:

- Spezial-Schau Luke für die Hauptbrennkammer (Muffelraum). Über eine einschwenkbare Kamera kann das Ende eines Einäscherungszyklus auch über die Warte überwacht werden.
- Manuelle/automatische Betätigung der Drehrostplatten sowie des Aschekühlrosts nach Beendigung einer Einäscherung.
- Industriebrenner für Haupt-, Reste- und Nachbrennkammer.
- Messeinrichtung für Temperaturen in jeder Kammer und Ofendruck.

- Reinigungsöffnungen zur Reinigung der Rauchgaswege im Ofen.
- Elektrischer/pneumatischer Ofenschieberantrieb mit Sicherheitsschalter für Nothandkurbel/Notablass.
- Verbrennungsluftzuführung und Verteilung mit direkten Luftklappenantrieben.

10.2.3. Verbrennungsluftversorgung

Die Versorgung der einzelnen Ofenzonen erfolgt über ein für sämtliche Luftzonen gemeinsames Verbrennungsluftgebläse. Dabei wird die Verbrennungsluft über mehrere Regelklappen entsprechend den jeweiligen Erfordernissen den einzelnen Zonen der Haupt- und Nachbrennkammer zugeführt. Eine Luft-Vorwärmung wird nicht eingesetzt, da es sich an vielen Anlagen gezeigt hat, dass ihr ökonomischer Nutzen (Gas-Einsparung) durch einen höheren spezifischen Verschleiß der Ofenausmauerung (bezogen auf Einäscherungszahlen) nicht gegeben ist.

10.2.4. Industriebrenneranlage

Die Anlage wird mit einer automatischen Gasbrenneranlage (Industriebrenner) ausgestattet. Die drei einzelnen Brenner werden über ein zentrales Brennerluftgebläse mit Luft sowie über einzelne Gaszuleitungen mit Gas versorgt. Der zum Einsatz kommende Radial-Hochdruckventilator wird komplett schallisolierend eingehaust.

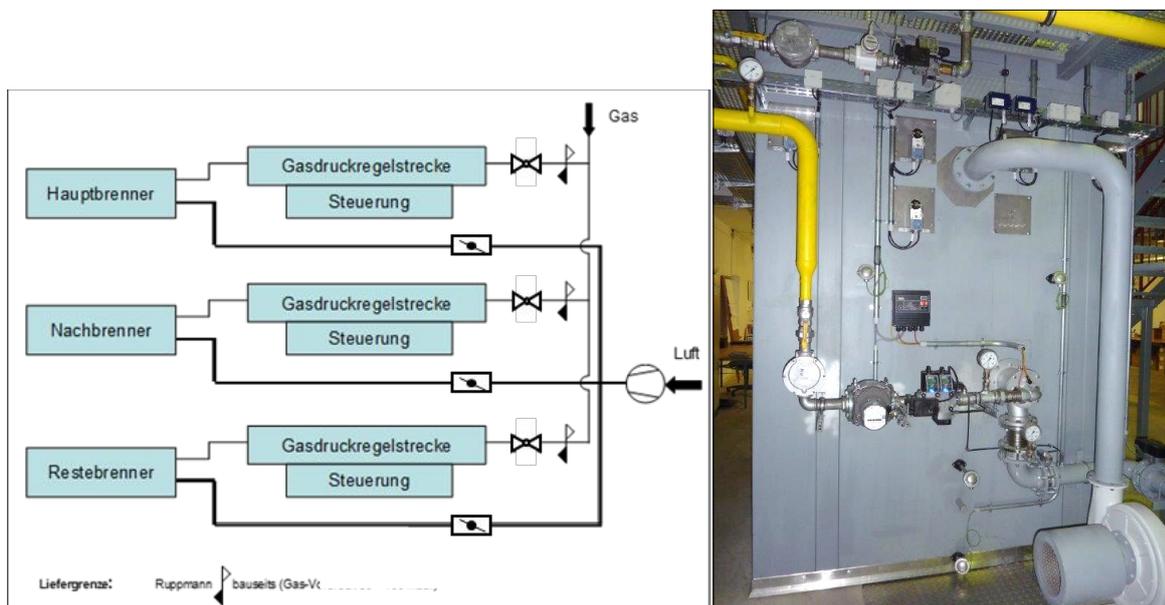


Bild 10: Ofenausrüstung mit Industriebrennern (links: Schema; rechts: Ausführung in einem Krematorium)

10.2.5. Abgasstrecke in gemauerter Ausführung

Die Abgasstrecke vom Ofen zum Wärmetauscherturm mit dem Abgang des Bypass-Verbindungskanal zum Schornstein wird vollständig in gemauerter Bauweise mit hochtemperaturbeständigen Feuerfestmaterialien ausgeführt. Dieser Unterflurkanal entsteht durch die Ausmauerung der bauseits vorhandenen Betonwanne (3.UG), die zwischen dem Ofen und dem Wärmetauscher verläuft. Die Zugänglichkeit dieses Unterflurkanals ist durch Revisionsöffnungen gegeben, welche am Ofen bzw. am Wärmetauscher vorgesehen werden.



Bild 11: gemauerter Unterflurkanal

10.2.6. Rauchgaskühlung

Das aus dem Ofen austretende Rauchgas wird in einem Wärmetauscherturm auf die erforderliche Gewebefilterbetriebstemperatur abgekühlt. Die dabei frei werdende Wärmemenge kann über einen Plattenwärmetauscher zur Aufladung eines Pufferspeichers für Heizzwecke und/oder Warmwasserbereitung verwendet werden. Überschüssige Wärme wird über ein Rückkühlersystem an die Umgebung abgegeben. Aus Frostschutzgründen wird als Kühlmedium ein Wasser-Glykol-Gemisch verwendet.

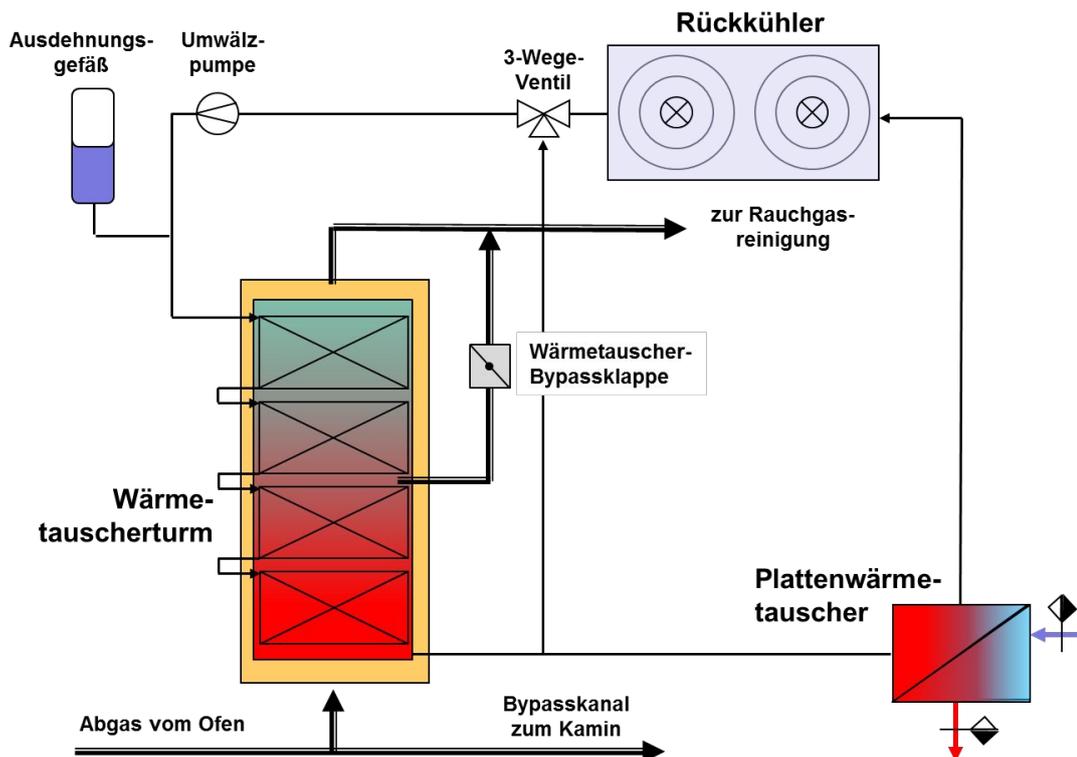


Bild 12: Schematische Darstellung der Rauchgaskühlung

10.2.7. Zweizügiger Wärmetauscher

Zur Rauchgaskühlung soll ein bewährter Wärmetauscher eingesetzt werden. Das heißt es werden nur Systeme eingesetzt, zu denen bereits Betriebserfahrungen vorliegen. Der übliche turmförmige Wärmetauscher über zwei Bauebenen kann in Aachen nicht eingesetzt werden. Erforderlich ist ein zwei-zügiger Abgaswärmetauscher. Grundsätzlich gibt es auf dem Markt die Möglichkeit einen im Mantel geschweißten Abgaswärmetauscher einzusetzen, analog zum derzeit installierten Abgaswärmetauscher, oder es gibt die Möglichkeit eines in der Außenhülle gemauerten Abgaswärmetauscher zu verwenden, wobei bei dieser Ausführung Rohrbündel in den gemauerten Kanal eingeschoben werden.

Über den Abgaswärmetauscher wird eine schnelle Abkühlung der Rauchgase erzielt, wodurch die Rückbildung von besonders kritischen organischen Schadstoffen, wie Dioxine und Furane, in erheblichem Maße unterdrückt wird.

Unabhängig von der Ausführung (Im Mantel gemauert oder geschweißt) muss der Abgaswärmetauscher einen Wärmetauscher-Bypass haben, über den im Teillast-Fall eine Rauchgastemperatur vor Abgasreinigung oberhalb des Taupunktes sichergestellt wird, um die Korrosionsgefahr zu reduzieren. Die Konstruktion sowie die Gestaltung der Rohrbündel muss eine einfache Reinigung, Wartung sowie Instandhaltung erlauben. Der Wärmetauscher wird mit einer Druckluft-Abreiniguvorrichtung ausgerüstet, wodurch die Reisezeit zwischen den manuellen Reinigungen vergrößert wird. Die Bauweise des gesamten Wärmetauscherturms muss in einer Geschossebene untergebracht werden.

Die Wärmetauscher-Rohrbündel-Pakete bestehen aus Glattrrohr- und Rippenrohrpaketen mit einem Wassereintritts- und Wasseraustrittssammler. Die sogenannten ECO-Bündel werden im Gegenstromverfahren mit dem Wärmeträgermedium durchströmt.



Bild 13: Ausgeführter zweizügiger gemauerter Wärmetauscher, auf Abgaskanalsockel (Krematorium Heilbronn. 2021) (links: Bauphase, rechts: Betrieb)

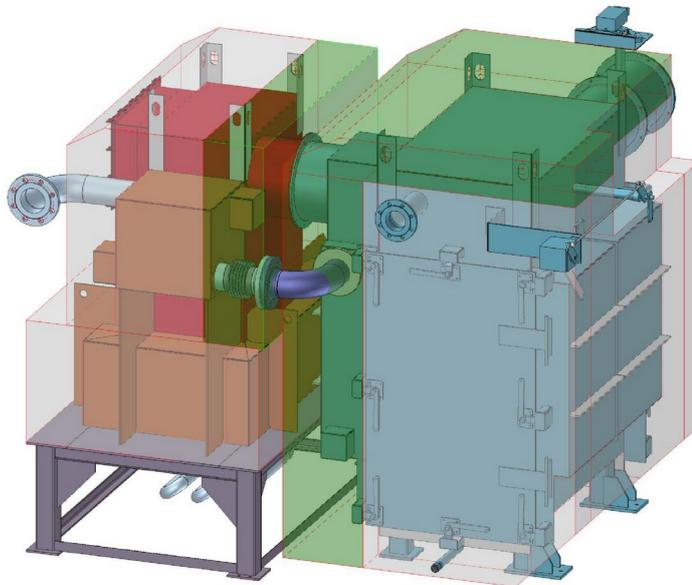


Bild 14: Ansicht des installierten im Mantel geschweißten Abgaswärmetauschers, Erkennbar ist auch hier die zweizügige Bauweise.

10.2.8. Wasser-/Glykolkreis

Die Ausrüstung des Wasser-/Glykolkreises umfasst alle erforderlichen Komponenten zur Rauchgaskühlung über das Kühlmedium sowie sämtliche dazugehörigen sicherheitstechnischen Einrichtungen. Dabei wird das Kühlmedium durch eine Umwälzpumpe ständig in Bewegung gehalten. Zur Vermeidung von Korrosionsschäden an den rauchgasberührten Oberflächen der Wärmetauscher-Bündel, sorgt ein Anfahrbypass während der Aufheizphase dafür, dass das Wasser-Glykol-Gemisch zunächst in einem kleinen Kreislauf nicht über den Plattenwärmetauscher bzw. Rückkühler geführt wird. Auf diese Weise erfolgt ein rasches Erreichen der Soll-Rücklauftemperatur von 80 °C. Erst dann wird das Wasser-Glykol-Gemisch allmählich über den Plattenwärmetauscher bzw. das Rückkühlwerk geführt (großer Kreislauf).

Der Plattenwärmetauscher ist primärseitig für die maximale Wasser-/Glykol-Durchlaufmenge ausgelegt. Damit steht die gesamte Wärmemenge zur Übertragung am Plattenwärmetauscher zur Verfügung und wird bauseits sekundärseitig zu Heizzwecken genutzt.

10.2.9. Rückkühler

Der Rückkühler dient der Abgabe von überschüssiger Wärme an die Umgebung. Über die integrierten Ventilatoren wird dem Kühlmedium die Wärme entzogen und an die Atmosphäre abgegeben. Die Ventilatoren werden nach tatsächlichem Bedarf angesteuert und arbeiten mit variabler Drehzahl. Regelgröße dabei ist die Wasser-/Glykol-Temperatur nach dem Rückkühlwerk. Der Schalldruckpegel wird so gewählt, dass er auch in ruhigerer Umgebung akustisch praktisch nicht wahrnehmbar ist.

10.2.10. Rauchgasreinigung

Für die Rauchgasreinigung ist das in vielen Krematorien erprobte Trockenadsorptionsverfahren vorgesehen. Dabei werden Additive in den Gasstrom eingeblasen. Diese adsorbieren organische und anorganische Verbindungen, wie SO_x, HCl, HF sowie flüchtige Schwermetalle, insbesondere Quecksilber (Hg). Um die Durchmischung und damit die Effektivität der Schadstoffabscheidung zu steigern, wird neben einer pneumatischen Dispersion ein eigens hierfür entwickelter Multizyklon als statischen Mischer im Durchlaufverfahren eingesetzt. Schließlich durchströmt das mit Additiven durchmischte Rauchgas den Gewebefilter. Dort werden die festen Inhaltsstoffe, Stäube und mit Schadstoffen beladene Additive abgeschieden, bevor das so gereinigte Reingas über den Abgasventilator und die Kaminanlage an die Umgebung abgeführt wird.

Beispielhaft ist dies im folgenden Bild dargestellt:

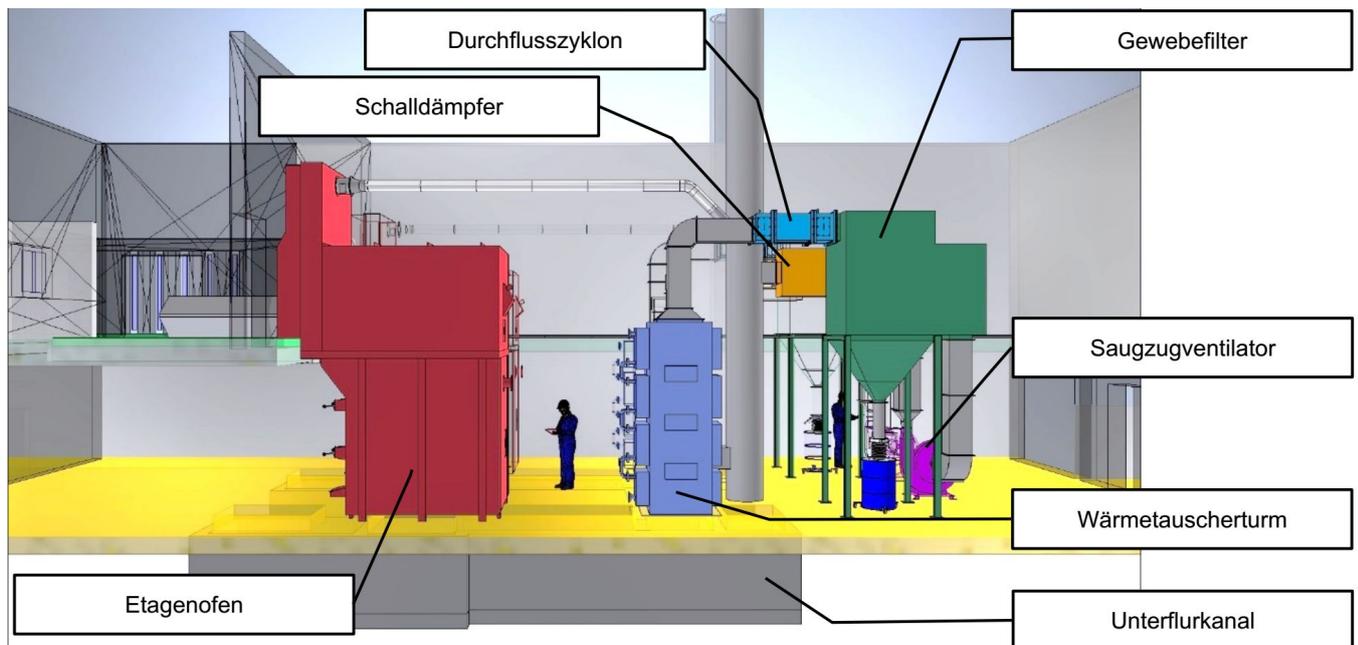


Bild 15: Darstellung eine exemplarischen Anlagenaufstellung (hier für eine Ebene). Das Aufstellungskonzept Aachen erfolgt auf mehreren Ebenen. Das ändert nicht den Verfahrensablauf.

10.2.11. Additivdosierung (für Trockensorptionsverfahren)

Das pulverförmige Sorptionsmittel (Additiv) wird in geeigneten Gebinden angeliefert (es ist auf trockene Lagerung zu achten, wobei ein üblicher Lagerraum geeignet ist. ‚trocken‘ schließt z.B. eine Lagerung im feuchten Freien aus. Derartige Lagerflächen stehen im Krematorium Aachen zur Verfügung). Von dort wird es im Saugbetrieb in einen füllstandsüberwachten Dosierbehälter (Wochenbehälter) gefördert. Dies ist pro Linie etwa einmal pro Woche erforderlich. Hieraus wird das Additiv über eine Schnecke in eine Förderleitung dosiert. Das Additiv wird dabei in den Rauchgasstrom vor dem Multizyklon-Reaktor eingeblasen. Dieses Prinzip bewirkt bereits am Eintritt in den Rauchgaskanal eine intensive Durchmischung des Additivs mit dem Rauchgas. Die kontinuierliche Dosierung wird mittels Wägezellen am Dosierbehälter überwacht.

Alternativ ist auch ein einfacheres System möglich, bei dem jeden Morgen vor Betriebsbeginn das Additiv über eine Waage dosiert in die Anlage gefördert wird (sogenanntes Saughebe-Verfahren). In Aachen soll dieser tägliche Arbeitsschritt vermieden werden und es ist ein Wochenbehälter vorgesehen, der dann auch die Dosierung leistet.

10.2.12. Durchfluss-Multizyklon

Der für diesen Zweck entwickelte Durchfluss-Multizyklon hat sich inzwischen in vielen Krematorien und Sonderabfallverbrennungsanlagen als effektiver Reaktor bewährt. Dabei strömt das mit dem Additiv beladene Abgas durch den Ringspalt zwischen einem Mantel- und Kernrohr und wird dort über Einlaufdrallkörper in Rotation versetzt. Dieses Prinzip sorgt bereits in der Flugstromphase für eine extreme Steigerung der Kontaktrate von Schadstoffen mit dem Additiv. Als Nebeneffekt wird außerdem eventuell vorhandenes glimmendes Überkorn zum Schutz des nachgeschalteten Gewebefilters am Mantelrohr gelöscht. Eine separate Staubabscheidung muss bei dieser Baugruppe nicht stattfinden, da diese im Gewebefilter erfolgt.

10.2.13. Gewebefilter

Das dem Multizyklon nachgeschaltete Gewebefilter dient zur Abscheidung der Stäube und der mit Schadstoffen beladenen Additive. Es ist als Schlauchfilter ausgeführt und scheidet Feinstaub bis zu einer Partikelgröße von 0,02 bis 10 µm ab. Die Abreinigung der Filterschläuche erfolgt differenzdruck- und zeitgesteuert mittels Druckluft. Der Filterstaub sammelt sich im Trichter des Gewebefilters und wird regelmäßig in einer darunter befindlichen Aschetonne, die mit einem staubdichten Inliner versehen ist, ausgetragen. Die Auslegung wird unter Berücksichtigung der Einhaltung empfohlener Vorgaben für die Filterflächenbelastung vorgenommen. Diese sieht auch zusätzliche Reserven für die bei der Kremation auftretenden Rauchgasvolumenstromspitzen vor. Die vielerorts gemessenen niedrigen Emissionskonzentrationen bestätigen diese Auslegungsphilosophie.

10.2.14. Abgasventilator (Saugzug)

Es wird ein Hochleistungs-Abgasventilator in geschweißter Stahlblechausführung eingesetzt. Das direkt angetriebene Laufrad ist statisch und dynamisch ausgewuchtet. Zur Schallminderung wird der Abgasventilator auf einem Profilstahlgrundrahmen einschließlich Schwingmetallpuffern oder schallisoliert direkt an das Gewebefilter montiert. Der Anschluss der Rauchgasrohrleitung nach dem Abgasventilator wird zudem durch Kompensatoren mechanisch entkoppelt. Der Abgasventilator ist zur Aufrechterhaltung eines vorgegebenen Unterdruckes im Ofen drehzahl geregelt.

10.2.15. Kaminanlage

Die Abgase werden über eine vorhandene Kaminanlage abgeleitet. Der Schornstein erhält ein neues Stahlinnenrohr.

10.2.16. Rauchgasrohrleitungen (inkl. Bypass-Klappe)

Die Rauchgasleitungen zur Verbindung der Komponenten der Rauchgasreinigung bestehen aus Stahlblech und werden beidseitig geflanscht ausgeführt. In den Teilstücken, in denen höhere Temperaturen zu erwarten sind, werden die Kanalstücke aus hitzebeständigem Material ausgeführt. Konkret befinden sich die Rauchgasrohrleitungen zwischen folgenden Komponenten:

- ab Austritt Wärmetauscharturm bis Eintritt Multizyklon

- zwischen Multizyklon und Eintritt Gewebefilter, sofern dieser nicht direkt angeflanscht werden kann
- zwischen Filteraustritt und Eintritt Abgasventilator
- zwischen Austritt Abgasventilator und Schornsteinanschluss.

In besonderen Fällen (z. B. bei Stromausfall) wird die Anlage in den Notbetrieb überführt. Hierbei werden die anfallenden Abgase über einen Bypasskanal, der im Normalbetrieb durch eine elektrisch bzw. pneumatisch angetriebene Bypassklappe (sicherheitsgerichtet über eine vorgespannte Feder selbstständig öffnend) abgesperrt ist, direkt in den Kamin geleitet. Die Bypassklappe trennt den Unterflurkanal vom Kamin. Bei einem Auslösen sorgt der temperaturbedingte Kaminzug für einen entsprechenden Abzug der Rauchgase. Der Bypass kann ebenfalls über die Not-Halt-Taster geöffnet werden. Die Bypass-Klappe wird ebenfalls bei Betriebsstillstand nach der Abkühlphase geöffnet.

10.2.17. Isolierung

Die ausgemauerten Aggregate Ofen und Wärmetauscherturm benötigen keine separate äußere Isolierung.

Die Wärmeisolierung der gesamten Abgasreinigungs- sowie Hilfskomponenten werden den technischen Erfordernissen entsprechend isoliert. Dies impliziert eine Isolierstärke zwischen 100 und 120 mm aus hochwertiger Mineral-Isolierwolle auf Drahtgeflecht gesteppt sowie eine Abdeckung aus verzinktem Stahlblech.

Die Wärmeisolierung aller warmgehenden Rohrleitungen des Kühlkreislaufes wird ebenfalls nach Erfordernissen für die Isolierung im Gebäude bzw. außerhalb des Gebäudes mit Ummantelung aus verzinktem Stahl- bzw. Aluminium-Blech vorgenommen.

Die Schallisolierung am Abgasventilator wird entsprechend ebenfalls durch Mineral-Isolierwolle mit Abdeckung aus verzinktem Stahlblech ausgeführt, z. T. mit biegeweichen Abstandshaltern zur Vermeidung von Resonanzen oder durch Schallschutzhauben. Der Verbrennungsluftventilator sowie die Reingasleitung nach Filter werden mit jeweils einem separaten Schalldämpfer ausgestattet.

10.2.18. Druckluftanlage

Die derzeit vorhandene Druckluftversorgung soll weiter verwendet werden.

Druckluft-Erzeugung, inkl. Trocknung, Zyklonabscheider, Vorfilter, Kondensatableiter, Öl/Wasser-Trenner, Speicher, inkl. Verrohrung der Druckluftstation.

10.3. Technische Daten

	Einheit	Werte
Allgemeine Daten		
Jährliche Einäscherungszahl	[EÄ/a]	2.500 – 3.500
Einäscherungszeit	[min]	55 – 75
Aufheizzeit nach Betriebstag	[min]	5 – 10

Aufheizzeit nach Wochenende	[min]	ca. 30
Gasverbrauch (bei 2-Schichtbetrieb)	[m³/EÄ]	10 - 15
Einfahrssystem		
Maximales Sarggewicht	[kg]	400
Kremationsofen		
Ofensystem		
Maximale Sargabmessung (H x B x L)	[cm]	70 x 90 x 235
Verbrennungsluftversorgung		
Volumenstrom	[m³/min]	40
Leistung	[kW]	2,2
Gesamtdruckdifferenz	[Pa]	2.300
Brenner (Erdgas)		
Maximale Leistung Hauptbrenner	[kW]	350
Maximale Leistung Nachbrenner	[kW]	550
Maximale Leistung Mineralisierungsbrenner	[kW]	50
Erforderlicher Gasfließdruck für die Industriebrenner	[mbar]	80
Brennerluftgebläse		
Volumenstrom	[m³/min]	38
Leistung	[kW]	5,5
Gesamtdruckdifferenz	[Pa]	10.150
Rauchgaskühlung		
Maximale Abgasmenge	[Nm³/h]	4.000
Abgaseintrittstemperatur am Wärmetauscher	[°C]	850
Abgasaustrittstemperatur am Wärmetauscher	[°C]	140
Spreizung Kühlmedium	[°C]	80/100
Nominale Wärmeleistung	[kW]	900
Auskoppelbare Wärmeleistung	[kW]	150 - 200

Rauchgasreinigung		
Additivverbrauch	[g/EÄ]	ca. 500
Filterfläche	[m ²]	84
Abgasventilator	[kW]	18
Kaminhöhe	[m]	17,5

10.4. Sicherheitstechnisches Konzept

10.4.1. Sicherheitsbetrachtungen

Die Kremationsanlage unterliegt den Anforderungen der Maschinenrichtlinie einschließlich des dafür relevanten Anhangs I (grundlegende Sicherheit- und Gesundheitsschutzforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen). Die darin geforderte Risikobeurteilung muss auf den bestimmungsgemäßen Betrieb sowie vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung aufbauen. Im Wesentlichen findet die DIN EN 746-1 (Industrielle Thermoprozessanlagen) Anwendung.

Die Risikobeurteilung berücksichtigt gemäß DIN EN 12100 folgende Gefährdungsszenarien für das Betriebspersonal hinsichtlich ihrer Risiken:

- Schwere mögliche Verletzungen der Gefährdungssituation
- Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts im Gefährdungsbereich
- Möglichkeit der Abwendung des gefährlichen Ereignisses
- Wahrscheinlichkeit des Auftretens des unerwünschten Ereignisses

Vorbehaltlich der endgültigen Risikobeurteilung, die im Zuge der Auftragsabwicklung unter Berücksichtigung projektspezifischer Gegebenheiten vervollständigt wird, kann für Teile der Kremationsanlage eine Einordnung maximal in Performance Level c festgestellt werden.

10.4.2. Gesamt – Bypass

Bei Erreichen sicherheitsrelevanter Betriebsbedingungen wird ein Bypassbetrieb der Gesamtanlage ausgelöst. In diesem Fall werden alle Brenner abgeschaltet und damit eine weitere Befuerung des Ofens verhindert. Des Weiteren wird der Verbrennungsluftventilator abgeschaltet und damit die O₂-Zufuhr zu den Brennkammern unterbunden. Der Kremationsvorgang wird „gedrosselt“. Die Abgase werden im Bypassbetrieb unter Umgehung der normalen Abgasbehandlungsstrecke (Abgaskühlung, Staubabscheidung) infolge des Naturzuges der Kaminanlage abgeführt. Gleichzeitig wird der Saugzug abgeschaltet.

Bei Ausfall der Versorgungsspannung werden alle sicherheitsrelevanten Maßnahmen sicherheitsgerichtet ohne Hilfsenergie ausgeführt. Die Bypass-Klappe, die Brenner und der Saugzugventilator werden sicherheitsgerichtet (hartverdrahtet) geöffnet bzw. abgeschaltet.

Alle Sensoren, Aktoren und Analogwerte der Anlage werden auf Funktionalität und Plausibilität überwacht. Bei Abweichungen wird über die SPS-Steuerung der sicherheitstechnisch notwendige Betriebszustand hergestellt. In der Steuerung sind alle Vorgänge so programmiert, dass stets ein sicherer Betriebszustand erreicht wird.

Es werden Vorwarnungen und Störungen angezeigt, die das Betriebspersonal über Maßnahmen informieren, um den Zustand abzuklären. Alle Betriebs- und Störmeldungen werden in der Visualisierung angezeigt und gespeichert.

Durch Auslösen des Bypassbetriebes wird für eine sichere Abführung der Verbrennungsgase gesorgt, so dass keine Gefahr für das Betriebspersonal und die technische Einrichtung besteht.

Folgende sicherheitsrelevanten Betriebsbedingungen werden dabei berücksichtigt:

- Abgastemperatur vor Filter ist größer als 180°C,
- Temperatur im Wasser-/Glykolkreis ist größer als 110°C,
- Druck im Wasser-/Glykolkreis ist kleiner als 1,5 bar oder größer als 6 bar,
- Eine Umwälzung des Kühlmittels im Kühlkreislauf ist nicht mehr gegeben (Strömungswächter),
- Auftreten einer Fehlfunktion des Saugzugs (Frequenzumformer) und daraus resultierender Überdruck im Ofen,
- Ausfall der Stromversorgung.

10.4.3. Risikominderung durch Ergreifen von Schutzmaßnahmen

Nach Auslösen der Sicherheitsfunktion Bypass kann keine selbstständige Wiederinbetriebnahme der Anlage erfolgen. Nach Beseitigung der Störung kann die Anlage nur nach Quittierung der Störmeldungen wieder eingeschaltet werden. Beim Wiedereinschalten nach Bypass werden die einzelnen Aggregate der Anlage in einer genau festgelegten Reihenfolge (insbesondere Anlagenvorbelüftung) wieder gestartet.

Bei der Wiederinbetriebnahme der Anlage nach erfolgtem Bypassfall wird nach sicherheitstechnischer Prüfung sämtlicher Anlagenkomponenten die Einschaltbereitschaft der Anlage an der Visualisierung signalisiert. Das Anfahrprogramm und die jeweiligen Prüfaufgaben entsprechen denjenigen im Aufheizbetrieb.

10.4.4. Risikominderung durch sonstige Maßnahmen

Um kurze Spannungsausfälle und Stromschwankungen zu kompensieren wird für die Steuerspannung eine überwachte USV eingesetzt, die die Spannungsversorgung der Steuerung und der Visualisierung für einen Zeitraum von mindestens 10 Minuten gewährleistet.

Weiterhin werden die Haupt-, Mineralisierungs- und Nachbrennkammertemperaturen überwacht. Die Analogensensoren zur Temperaturüberwachung stellen dabei den Analogeingängen der SPS einen Stromwert (4...20 mA) zur Verfügung, der in der SPS ausgewertet wird und bei Überschreiten des eingestellten Wertes die Ansteuerung der Brenner zurücksetzt. Diese Funktion ist jedoch sicherheitstechnisch von untergeordneter Bedeutung, da die Ofenausmauerung so ausgelegt ist, dass diese den vollen Belastungen der Brenner standhält.

Über die SPS wird außerdem verhindert, dass der Hauptbrenner bei geöffnetem Ofenschieber in Betrieb geht.

10.4.5. Risikominderung durch organisatorische Maßnahmen

Im Zuge der Inbetriebnahme wird das Betreiberpersonal in den Umgang mit der Kremationsanlage eingewiesen. Die Betriebsanleitung ist Bestandteil der Anlage. Diese gelesen und verstanden zu haben wird für den Betrieb vorausgesetzt.

Diese Einweisung wird dokumentiert und ist ebenfalls Bestandteil der Anlagendokumentation.

10.5. **Elektro- und Leittechnik**

Die Prozesssteuerung ist wesentlicher Bestandteil einer Sicherheitsstrategie, die auf folgende Zielsetzungen ausgerichtet ist:

- Sicherheitsvorrichtungen zum Schutz des Betriebspersonals
- Prozesssteuerung zur Einhaltung der genehmigungsrechtlichen Auflagen, insbesondere der Emissionsgrenzwerte
- Sicherheitseinrichtungen zum Schutz der Anlage und ihrer Komponenten
- Prozessvisualisierung mit Klartext-Störmeldungen.

Sicherheitstechnisch relevante Vorgänge sind gemäß der DIN EN 50156 hartverdrahtet ausgeführt und damit unabhängig von der Prozesssteuerung.

10.5.1. Sauerstoffmessung

Wichtige Messgröße für einen emissionsarmen und gleichermaßen energieeffizienten Betrieb ist unter anderem die Sekundärluftregelung. Um hierzu ein möglichst verzögerungsfreies und falschlufsticheres System sicherzustellen, wird direkt nach dem Abgaswärmetauscher eine O₂-Sonde eingesetzt.

10.5.2. Elektroinstallation

Die Elektroinstallation der gesamten Anlage, also die Verbindungen zwischen der Steuerung (Schaltschrank) und den Peripherieeinheiten an der Ofenanlage, der Abgasbehandlungsanlage sowie der in der Abgasstrecke installierten Bypassklappe sind im Lieferumfang der Anlagentechnik enthalten. Die technische Ausführung erfolgt unter Verwendung von Kabeltrichtern, Kabelkanälen und Schutzschläuchen, sowie Verschraubungs- und Befestigungselementen. Sie wird unter Berücksichtigung der einschlägigen Vorschriften und Gesetze durchgeführt.

Die Haupteinspeisung vom Hauptnetz zum Schaltschrank ist Teil der Hausinstallation, d.h. für die Kremationstechnik eine bauseitige Leistung. Sinnvollerweise erfolgt das über das bereits für Wartung- und Instandhaltung tätige Elektrounternehmen vor Ort.

10.5.3. Prozess-Steuerung

Alle Prozessschritte werden von einem vollautomatisch arbeitenden Prozesssteuerungssystem, der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), überwacht und automatisch geregelt. Die erfassten Daten werden in einem PC-Visualisierungssystem bedienungsfreundlich dargestellt und archiviert. Mit der Automatisierung wird eine kostenoptimierte Betriebsweise der Anlage erzielt, die sämtliche relevanten sicherheitstechnischen und genehmigungsrechtlichen Aspekte berücksichtigt.

Vor und nach einer erfolgten Beschickung oder Entaschung erfolgt der Anlagenbetrieb ohne ständige Beaufsichtigung. Im Wesentlichen übernimmt die Prozess-Steuerung folgende Funktionen:

Stetigregelungen:

- Aufheizbetrieb mit abgesenktem Ofen-Unterdruck
- Ofen-Unterdruckregelung über Drehzahl Saugzug
- Brennersteuerung für alle Brenner mit Brennkammer-Temperaturregelung
- Restsauerstoff und gradientengeregelte Sekundärluft-Zuführung
- Verlagerungsregelung Primär- und Sekundärluftsteuerung
- Abgastemperaturregelung über Wärmetauscherbypass

- Rücklauf-Temperaturregelung im Wasser-/Glykolkreis
- Temperaturabhängige Drehzahlregelung Rückkühlwerk
- Passive Warmhalteregelung bei abgeschaltetem Ofen

Überwachungen/Ansteuerungen:

- Überwachung aller relevanter Analogwerte auf ordnungsgemäße und plausible Zustände → Meldung an das Leitsystem
- Verriegelung der Beschickung nach VDI 3891
- Filterdifferenzdrucküberwachung und Abreinigungssteuerung
- Überwachung der Additivförderung
- Automatische Anlagen-Vor- und Nachbelüftung

Schnittstelle Bediener - Anlage:

- Möglichkeit der Programmierung von Einschaltzeiten über Visualisierung
- Wahlmöglichkeit der Betriebsart „Reinigung“ (wählbarer Saugzugbetrieb zu Reinigungszwecke)
- Anpassung von Sollwerten (passwortgeschützt)
- akustische und optische Signalisierung von Störungen (je nach Störklasse unterscheidbar)
- Klartextmeldung über Betriebszustände und Störungen
- Mehrere manuelle Notbetriebstufen des Beschickungsvorgangs
- Hardware Schalter ermöglichen einen vollständigen (automatischen) Anlagenbetrieb bei Ausfall des Visualisierungs-PC

10.5.4. Prozessleitsystem (Visualisierung)

Das Visualisierungssystem bietet ein geeignetes Instrument für eine benutzerfreundliche Anlagenüberwachung. Über sie kann die Anlage auch ein- und ausgeschaltet werden. Falls erforderlich, können Sollwerte darüber angepasst werden. **Dennoch ist der sichere und ordnungsgemäße Anlagenbetrieb nicht von der Visualisierung abhängig!** Die graphische Aufbereitung des Prozesses am PC-Bildschirm ermöglicht dem Bedienpersonal eine jederzeit sachgerechte Betriebsüberwachung durch einfache Kommunikationshilfen. Darüber hinaus bietet die Visualisierung die Möglichkeit einer rückwirkenden Betriebsanalyse durch die Aufzeichnung (Trendkurven) sämtlicher Analogwerte sowie Stör- und

Betriebsmeldungen. Stör- und Betriebsmeldungen werden im Klartext mit Zeitstempel angezeigt.

10.6. Emissionsmessung und Überwachung (EMI)

Die Mess-/Analysegeräte zur Ermittlung von Kohlenmonoxid, Sauerstoff und Abgasdicke werden in einem Analyseschrank untergebracht. Die Aufstellung des Mess- und Analyseschrankes ist im EG, Filterbühne, in unmittelbarer Nähe zur Emissionsmessstelle vorgesehen. Damit lassen sich Beeinträchtigungen betriebstechnischer Abläufe durch kurze Messgasleitungen reduzieren.

Die Thematik ‚Gefahr von Wärmestau‘ und Einfluss auf die EMI-Technik wird weiter betrachtet. Eine Kühlung des Schrankes wird wie in anderen Krematorien erforderlich sein. Der Aufstellungsort wird dementsprechend weiter optimiert.

Im Emissionsrechner werden sämtliche Signale der Mess-/Analyseeinheit gemäß den Vorgaben der 27. BImSchV verarbeitet. Dem entsprechend erfolgt die „Beschickungsfreigabe von EMI“ an die Anlagensteuerung als potenzialfreier Kontakt.

Beim technischen Konzept der EMI wird davon ausgegangen, dass die Behörde, wie in anderen Krematorien auch, einer Ausführung mit einzelzertifizierten Geräten zustimmt und keine Gesamtzertifizierung verlangt. Das würde unverhältnismäßige Mehrkosten von ca. 200.000 € verursachen.

10.6.1. Messtechnik

Das zu messende Abgas wird mittels einer Entnahmesonde sowie der Messgasleitung dem Rauchgasweg entnommen. Bevor die Probe in den Analysator gelangt wird das Messgas automatisch aufbereitet.

In einem NDIR-Analysegerät werden die Komponenten CO und O₂ gemessen, der sich automatisch mit Umgebungsluft zyklisch kalibriert. Zur kontinuierlichen qualitativen Staubemissionskontrolle wird ein eignungsgeprüftes Messgerät, ein so genannter Filterwächter, eingesetzt. Die aus Edelstahl gefertigte Messsonde enthält im Messkopf ein Auswertegerät mit integriertem Vorverstärker.

Um die Mindesttemperatur in der Nachbrennraum aufzuzeichnen wird das Temperatursignal des im Nachbrennraum eingesetzten Thermoelements nicht nur in den Steuerungsschaltschrank (Prozesssteuerung), sondern auch über einen Trennverstärker in den Emissionsrechner ausgekoppelt.

▪ CO/O₂-Analysator:

NDIR-Analysegerät (19“ Gerät für Schrankeinbau) für die Messkomponenten CO und O₂, bestehend aus IR-Strahlungsquelle mit Interferenzfilter, Messküvette, Sauerstoffsensor, Strömungsmesser, automatische Kalibrierung mit Umgebungsluft, Elektronik Steuerung und Auswerteeinheit. Fabrikat: MGA, Schutzart IP 54; 230 V/50 Hz und folgenden Messbereichen:

Messbereich CO: 150/3.000 mg/m³

Messbereich O₂: 0-25 Vol%

▪ Abgasdicke/Filterwächter:

Es wird ein eignungsgeprüftes Messgerät, ein so genannter Filterwächter, zur kontinuierlichen qualitativen Staubemissionskontrolle eingesetzt. Die aus Edelstahl gefertigte Messsonde enthält im Messkopf ein Auswertegerät mit integriertem Vorverstärker.

- Mindesttemperatur im Nachbrennraum:

Das im Nachbrennraum eingesetzte Thermoelement liefert ein Temperatursignal in den Steuerungsschaltschrank (Prozesssteuerung). Dieses Signal wird dort abgegriffen und als Eingangssignal in den Emissionsrechner geführt.

Die vorgenannten Systembaugruppen werden werksseitig vormontiert und vorparametriert. Die offizielle Kalibrierung wird durch ein vom Betreiber zu bestellendes zugelassenes Messinstitut durchgeführt.

10.6.2. Analyseschrank

Der Analyseschrank wird als Stahlschrank ausgeführt, geeignet für Inneninstallation. Gute Zugänglichkeit durch Fronttüre; Innenraumbelüftung (Lüfter), Kabelkanäle, Sicherungsautomaten, funktionsgeprüft.

Schutzart:	IP 54
Abmessungen (B/H/T):	800 x 2.100 x 600 mm
Max. Umgebungstemperatur:	35 °C
Gewicht:	ca. 200 kg
Fabrikat:	Rittal od. gleichwertig

10.6.3. Emissionsauswerterechner mit Zubehör

Es wird ein neuer eignungsgeprüfter Emissionsrechner installiert. Sämtliche Signale der Mess-/Analyseeinheit werden gemäß den Vorgaben der 27. BImSchV verarbeitet. Das heißt, sie erfolgt nach der „Bundeseinheitlichen Praxis (BeP)“ bei der Überwachung der Emissionen gemäß der aktuellen Fassung vom 23. Januar 2017 des BMUB. Bypassfälle werden dabei mit Zeitstempel und Dauer protokolliert. Die Tages- und Jahresprotokolle werden werksseitig vorparametriert. Die anlagenspezifischen Parameter werden durch Kalibrierung der Messgeräte ermittelt. Änderungen der Parameter werden automatisch protokolliert. Durch Abspeicherung der Daten mit Prüfsumme und durch kontinuierliche Überprüfungen werden Fehler vermieden bzw. sofort entdeckt. Netzausfallüberwachung und Watch-Dog-Überwachungsschaltung sichern den Prozessor gegen Störimpulse von außen ab. Die Datenübertragung zwischen dem Analyseschrank und dem installierten Steuerungsschaltschrank erfolgt über abgeschirmte Digital- und Analogleitungen, die entsprechend den Örtlichkeiten verlegt werden.

10.7. Projektbetreuung, Inbetriebnahme und Personaleinweisung

10.7.1. Projektbetreuung

Der Anlagenbauer muss im Auftragsfall einen qualifizierten Projektleiter bestellen, der das gesamte Vorhaben von der Planung bis zur Inbetriebnahme betreut.

10.7.2. Inbetriebnahme und Personaleinweisung

Grundsätzlich erfolgt die Inbetriebnahme der Neuanlage im Parallelbetrieb zur Bestandsanlage. Ein paralleler Betrieb der alten Anlage (A1, A2) und der neuen Anlage (N1, N2) ist aber partiell zu sehen, d.h. als Beispiel, der erste neue Ofen N1 geht in Betrieb. Die Öfen A1 und A2 erfüllen noch ihre Aufgabe. Sobald an N1 mit Einäscherungen begonnen wird, wird es möglich sein, einen der Bestandsöfen A1 bzw. A2 abzuschalten. Im üblichen Fall wird dann auch keine Notwendigkeit mehr auftreten, diesen Ofen wieder in Betrieb zu setzen. Alle weiteren Einäscherungen werden mit N1 gemacht, d.h. der Ofen hat auch näherungsweise unmittelbar eine Einäscherungsdauer von 60 – 90 min. 90 min. ist hier genannt, weil man immer mit Bedacht die Leistung hochfährt und alles testet. Aber nach 2-3 Tagen ist das definitiv abgeschlossen und man hat auch die übliche Einäscherungszeit.

Mit N2 wird dann analog verfahren.

Die Inbetriebnahme des gesamten Lieferumfangs wird in mehreren Stufen durchgeführt:

- Funktionsprüfung (Kaltinbetriebnahme),
- Warminbetriebnahme
- Trockenheizen
- Einäscherungsprobetrieb mit Särgen
- Einweisung
- Abnahme

10.7.3. Funktionsprüfung (Kaltinbetriebnahme)

Nach Abschluss der einzelnen Montagearbeiten wird die Prüfung aller Feldgeräte (Sensoren und Aktoren) der Anlagenkomponenten (Ofen – Abgaskühlung – Abgasreinigung) auf ihre korrekte Funktion zunächst im kalten Zustand durchgeführt. Anschließend erfolgt die Erstinbetriebnahme der Brenner. Dies setzt voraus, dass auch die bauseitigen Voraussetzungen, wie beispielsweise Gas-, und Stromanschlüsse geschaffen sind.

10.7.4. Trockenheizen

Bei der erstmaligen Inbetriebnahme der Anlage wird der Ofen in mehreren Temperaturstufen langsam aufgeheizt. Nach Abschluss der Trockenheizphase schließt sich unmittelbar der Einäscherungsprobetrieb an.

10.7.5. Einäscherungsprobetrieb mit Särgen

Über einen Zeitraum von ca. einer Arbeitswoche wird die Anlage im Einäscherungsprobetrieb gefahren. Während dieser Zeit erfolgt parallel die Personaleinweisung; d.h. das Betriebspersonal sollte während dieser Zeit die Arbeiten begleiten. In dieser Zeit werden die Prozesssteuerungsparameter nachjustiert und optimiert. Während dieser Zeit betreibt das Betriebspersonal die Anlage unter Anleitung des Anlagenbauers. Vom Betreiber ist Sorge zu tragen, dass kompetentes Personal und in ausreichendem Umfang einzuäschernde Särge bereitstehen und die Betriebsgenehmigung vorliegt.

10.7.6. Personaleinweisung

Sie erfolgt während des Probetriebs. Der Betreiber sorgt für qualifiziertes Personal.

10.7.7. Abnahme

Direkt im Anschluss an den Einäscherungsprobetrieb erfolgt die Abnahme der Anlage durch den Betreiber. Hierüber wird ein Protokoll erstellt. Ab diesem Zeitpunkt geht die Anlage in die Verantwortung des Betreibers über. Gleichzeitig stellt dieser Zeitpunkt den Beginn der Gewährleistung dar. Zu Beginn der Inbetriebnahme stellt der Anlagenbauer dem Betreiber eine Dokumentation im Entwurf zur Verfügung. Diese wird gemeinsam während der Inbetriebnahme aktualisiert und ggf. ergänzt. Binnen 4 Wochen nach der Abnahme übergibt der Anlagenbauer die endgültige Dokumentation in einfacher Ausfertigung (Papier) und einmal auf CD.

11. **Baukonzept**

Die Anlage wird in den vorhandenen Baukörper integriert.

Zwischen dem EG und dem 1.UG sind entsprechende Durchbrüche zu schaffen.

Zu den bauseitigen Leistungen gehören insbesondere die Anpassung der notwendigen Ofenfundamente, Fuchs und Aufstellflächen, sowie ggf. erforderliche kleinere Anpassungen für die Unterflureinfahrmaschine sowie evtl. erforderlich werdende Decken- und Mauerwerksdurchbrüche nach den Vorgaben der Verfahrenstechnik. Die Kubatur des 3.UGs ist hierfür ausreichend.

Zusammengefasst beinhaltet der bauliche Teil:

11.1. **Zusammenfassung der erforderlichen Fundamentmaßnahmen**

1. Der Abgaskanal muss tiefer gelegt werden (OK Kanal alt 1.1 m, neu 1,5 – 1,6 m unter OK Fußboden AWT). Technisch ist es am besten, den Kanal möglichst tief zu legen. Die OK Fußboden 3.UG liegt 1,9 m unter OK Fußboden 2.UG = Fußboden AWT. Der Abgaskanal benötigt technisch keine Betonwanne.
2. Die Wanne Abgaskanal muss auf seiner Länge bis zum Abgaswärmetauscher eine lichte Weite von mindestens 1,1 m haben. Der Abgaskanal benötigt technisch keine Betonwanne. Eine einheitlich breitere Ausführung wird bevorzugt, d.h. 1,3 – 1,5 m. D.h. die Möglichkeit einer breiteren Ausführung muss geprüft werden.

3. Es muss im Bereich AWT eine Einstiegsöffnung in den Abgaskanal geschaffen werden (mit Zugang des Bereichs unter dem AWT). Die Abmessungen Einstieg in der Draufsicht sind ca. 1.1 m x 1,1 m.
4. Die Fundamente des Ofens, insbesondere die Abgasöffnung Öffnung 1.500 mm x 1.500 m ist ausreichend
5. Wiederherstellen der Fußbodenfläche

11.2. Reingasanschluß Kamin

Für die beiden neuen Linien muss dieser Reingasanschluß am Betonkamin geöffnet und gebaut werden. Die Kernbohrung gehört zum Bauprojekt.



Bild 16: Reingaskaminanschluss

11.3. Zusammenfassung der erforderlichen Baumaßnahmen Rauchgasreinigung

(RGR = Rauchgasreinigung)

1. Überarbeitung Gitterrostbühne (siehe AV)
2. Schaffen der Öffnungen im Boden RGR, EG inkl. Erforderlicher Unterfangungen
3. Kernlochbohrungen (ca. 4 x D=600mm / z.B. Reingas, 2 x Kabelschlitze 10 mm * 800 mm)
4. ggf. kleine Anpassungen am Betonschacht der Einfahrmaschine, z.B. setzen einer Mediendurchführung.

11.4. Zusammenfassung der GICON Baumaßnahmen ‚Räume‘

1. Vorbereitung der neuen Warte auf die neue Funktion
2. Vorbereitung des neuen E+MSR Raums auf die neue Funktion (MEMO: es müssen auch die Öffnungen für die Kabeltrassen geschaffen werden, Öffnung für einen Lüftungsventilator, etc.)
3. Herrichten + Anstreichen Begleitraum

Im AV-03 (av_03d.pdf in der ANLAGE) sind die Baumaßnahmen weiter präzisiert. Die Inneneinrichtung ist nicht im Planungsumfang GICON-IFE,

12. Lüftungskonzept

Für die Anlage wird eine neue Lüftungsanlage und eine Notbeheizung installiert.

13. Schnittstellen

Aus den Planungen ergeben sich die Lieferschnittstellen für den beplanten Lieferumfang (LU):.

13.1. Schnittstellen der Anlagentechnik

1. Der Lieferumfang beginnt mit der Sargeinfahrmaschine
2. Der Lieferumfang endet bei der Ascheaufbereitung, d.h. die Ascheentnahme und die Verbringung der Aschekapseln zur Ascheaufbereitung. Die Ascheaufbereitung wird weiter genutzt.
3. Der Lieferumfang endet an der Einführung Rauchgasleitung in den Kamin (erhalten ein Stahlinnenrohr).
4. Der Lieferumfang endet an den Rückkühlwerken (enthalten) mit der Abgabe der Wärme an die Außenluft. Für die Rohrdurchführung Gebäudewand werden von der Verfahrenstechnik die Durchführungsmanschetten geliefert, die vom Bau-LOS in die Außenwand eingebaut werden. Ausführung je nach Behördenauflage mit Wanne + Glykolprotector (ist mit Behörde zu klären).
5. Der By-Pass-Rauchgaskanal/ By-Pass-Rohr ist komplett im LU.
6. Im Lieferumfang der Verfahrenstechnik wird eine neue Druckluftversorgung installiert.
7. Der Endanstrich der Anlage ist enthalten.
8. Die sekundärseitige Einbindung des Wärmetauschers in das Heizungsnetz erfolgt über das Unternehmen, das die Haustechnik geliefert hat, bzw. wartet.
9. Das gesamte Additivhandling ist im LU.
10. Erforderliche Durchbrüche, u.a. auch für den Filter sind bauseits, d.h. im Bau-LOS
11. Erforderliche stützende Stahlkonstruktionen für Filter, Rohre etc. sind im LU. Die Befestigungspunkte in des Mauerwerk werden nach den Vorgaben des Anlagenbaus im Bau-LOS geschaffen.
12. Zuführung und Anschluss der elektrischen Hauptstromzuleitung vom Hauptnetz (NSHV) bis zum Schaltschrank und Anklemmen an den Einspeisungsklemmen erfolgt über das Elekrounternehmen das AGs, d.h. ist für den LU Verfahrenstechnik ‚bauseits‘.
13. Anschlussstellen der Gasbrenner an der Ofenanlage sind im LU. Die Anpassung der Gasübergabe erfolgt über den Gaslieferanten. Ab dem

Übergabeflansch der Gaseinspeisung sind alle erforderlichen Gasinstallationen im LU. Die Gasinstallation für den vorhandenen Gaskessel wird im LU der Anlagentechnik wieder hergestellt.

14. Es wird ein neues Prozessleitsystem für Linie 3+4 aufgebaut.
15. Es wird eine neue Lüftung installiert.
16. Beleuchtung und Betriebssteckdosen sind bauseits.
17. Treppen und Zugänge sind bauseits.

Im AV-03 (av_03d.pdf in der ANLAGE) sind die Baumaßnahmen weiter präzisiert.

13.2. Schnittstelle der Lüftung/Heizung

Die Lüftung wird direkt aus dem Glykolkreis mit Wärme versorgt. Zu Zeiten, wo die Kremationsanlage nicht läuft ist auch nur eine Teilleistung der Lüftungsanlage erforderlich. Zudem ist zu Sicherheit bei mangelhafter Heizleistung auch ein teilweiser Umluftbetrieb vorgesehen.

Dieser Lastfall ‚Anlagenstillstand‘ wird über Heizregister bzw. statische Heizkörper abgedeckt, wobei diese an die vorhandene Wärmeversorgung angeschlossen werden. Der Leistungsbedarf ist jedoch gering, da dies bei geringer Luftumwälzung geschieht (die Anlage steht, bzw. wird ‚nur‘ angefahren).

13.3. Schnittstelle Behörde, RKW

Von manchen Behörden wird eine Glykollauffangwanne mit Glykolprotector unter dem Rückkühler verlangt. Das ist im Projekt zu klären.

Das Anlagenkonzept wird ggf. der Behörde vorgestellt.

Kremationsanlagen sind nicht nach BimschG genehmigungspflichtig. D.h. ein Genehmigungsantrag wäre wenn, dann nach Baurecht erforderlich. Dort aber nur dann, wenn eine wesentliche bauliche Veränderung erforderlich wäre. Dies ist aber derzeit nicht der Fall. Es gibt auch keine andere Nutzung des Baus, d.h. auch von daher wird nicht von der Erfordernis eines Bauantrags ausgegangen.

14. Ablauf der Nachrüstung

Die Umsetzung der Maßnahme ist in einem Bauabschnitt vorgesehen.

Beide Linien 3+4 können gemeinsam gebaut werden, da Linie 1+2 in Betrieb bleibt,

Der Terminplan ist eine erste Indikation. Es sind weitere Klärungen zur Vergabe und zur Terminierung Bau erforderlich.

Die Ausschreibung erfolgt national, da die Vergabeschwelle EUR 5.382.000 nicht erreicht wird.

Entwurfsplanung, Ausführungsplanung	/	
Ausschreibung Verfahrenstechnik		3 Monate nach Freigabe
Vergabe		2 Monate nach Veröffentlichung (abhängig von den Projektlaufzeiten beim AG)

Baubeginn	3 Monate nach Vergabe
Fertigstellung	4 Monate Bauzeit, nach Baufreiheit

15. Vergabegrundsätze

Es wird empfohlen alle TITEL der Verfahrenstechnik an einen Unternehmer zu vergeben.

Diese üblicherweise im Kremationsbereich gewählte Konstellation ermöglicht es eine wirksame Gewährleistung und Funktionszusage zu erhalten.

Auf diesem Weg ist es auch möglich den engen Zeitrahmen einzuhalten.

16. Zusammenfassung, Fazit

Mit Bestätigung des Leistungsphase 2 wird eine zeitnahe Planung und Ausschreibung der Kremationstechnik empfohlen.

München, 23.04.2024

IFE GmbH


Dr. Dipl. Phys. Martin Berz

17. ANLAGEN

EA_Rechnung_2023_ife5.pdf

av_03d.pdf

4460_02_02_rgr.pdf

4460_10_2_raumnutzung.pdf

4640_01_2_AWT_Ofen.pdf

4640_03_02_schnittAA.pdf

4640_04-01_R&I-Krematorium_aachen.pdf

4640_35-03_Lueftung_r&i.pdf

18. ANHANG:

Einnahmen	'Rohdaten' = IST-Daten	'Rohdaten' = IST- Daten	PLAN- Einnahmen 'Technische Optimierung'	PLAN- Einnahmen 'Technische Optimierung'	PLAN 2023
Anzahl Einäscherungen	2.500	2.768	2.500	3.000	1,20 2.865
Erlös/Einäscherungen	319	319	370	370	355
enthaltene MWST	51	51	59	59	57
Jahreserlös brutto	797.500	883.098 brutto	925.000	1.110.000	1.017.075
enthaltene MWST	127.332	140.999 brutto	147.689	177.227	162.390
Einnahmen	797.500	883.098 brutto	925.000	1.110.000	1.017.075

Aufwendungen	IST-Kosten (Jahresmittel 2018/19/20)	IST-Kosten (Jahresmittel 2021/22/23)	Grund	PLAN-Kosten Aggregiert	PLAN-Kosten Aggregiert	PLAN-Kosten Aggregiert	PLAN-Kosten Aggregiert
672.500 Gas STAWAG	59.312	57.747	z.Zt. ca. 40 m³/Eä -- Einsparpotential 50%	29.656	35.587	28.873	
672.510 Wasser STAWAG	2.807	1.813		2.807	3.369	1.813	
672.520 Strom STAWAG	41.395	33.532	keine Stromersparung in diesem Szenario	41.395	49.675	33.532	
Strom, Wasser und sonstige Energie	103.515	93.092		73.859	88.630	64.219	
Materialaufwand	4.922	10.126		4.922	5.906	10.126	
Bezogene Fremdleistungen	4.157	11.947		4.157	4.988	11.947	
Material- und Dienstleistungsaufwand	112.593	115.165		82.937	99.525	86.292	
Löhne und Gehälter	215.114	179.346		215.114	215.114	0	179.346
Soziale Abgaben und Altersversorgung	63.243	54.095		63.243	63.243	0	54.095
Personalaufwand	278.358	233.440		278.358	278.358	0	233.440
Handelsrechtliche Abschreibungen	52.290	46.792		52.290	52.290	0	46.792
Kapitalkosten	52.290	46.792		52.290	52.290	0	46.792
Versicherungen	892	561		892	892	0	561
Büroaufwendungen	538	156		538	538	0	156
Fracht-, Telefon- und Portokosten	1.111	1.393		1.111	1.111	0	1.393
Fortbildungen und Reisekosten	53	0		53	53	0	0
Reinigungskosten	15.413	11.751		15.413	15.413	0	11.751
672.540 Rep. u. Inst. Bauten	8.803	27.160		8.803	8.803	0	27.160
672.560 Sonstige Reinigungskosten	452	547		452	452	0	547
675.160 Rep. techn. Anlagen	13.682	8.121		13.682	13.682	0	8.121
675.165 Wartung Krematorium	184.386	173.309	gem. Anlage Berechnung laufende Kosten	89.524	96.724	96.724	
Instandhaltung der Gebäude	207.323	209.137		112.461	119.661	132.552	
EDV-Kosten	8.072	4.936		8.072	8.072	0	4.936
Miet- und Leasingkosten	13.652	9.082		13.652	13.652	0	9.082
Sonstige Aufwendungen	738	18.150		738	738	0	18.150
Betriebliche Aufwendungen	247.792	255.167		152.930	160.130	0	178.582
Summe Aufwendungen	691.032	650.564		566.514	590.302	0	545.106
Interne Leistungsverrechnung	48	7		48	48	0	7
Umlagen	39.530	10.986		39.530	39.530	0	10.986
Umlagen handelsrechtl. AfA	1.582	2.671		1.582	1.582	0	2.671
Summe interne Leistungsverrechnung	41.160	13.664		41.160	41.160	0	13.664
Durch Entgelte z. deckende Gesamtkosten	732.193	664.228		607.675	631.462	0	558.770
		664.228,03					
Zusammenfassung Einnahmen / Aufwendungen							
Überschuss/Unterdeckung nach Abschreibung	65.307,18	218.870,31		317.325	478.538	458.305	
Abzug für MWST	127.332	140.999	Abzug MWST	147.689	177.227	162.390	
mittler Überschuss	-62.025	77.871	Nach Abzug MWST	169.636	301.311	295.915	
			Afa Technik neu (95% des Korridors)	161.155	166.160	281.119	
			Afa Gebäude	8.482	135.151	14.796	
			Investitionskorridor Technik (netto)	3.223.091	3.323.210	5.622.385	
			Investitionskorridor Bau (netto)	254.455	4.054.520	443.872	