

Anlage zur integrierten thermischen Verwertung von Abfall und Klärschlamm für Milano Sud

Thomas Vollmeier und Luciano Pelloni

1.	Standort.....	218
2.	Mengengerüst.....	218
3.	Konzept	219
3.1.	Klärschlammbehandlung	219
3.1.1.	Konzeptwahl	219
3.1.2.	Systemwahl für entwässerten Klärschlamm	220
3.1.3.	Systemwahl für Trockenschlamm	221
3.2.	Verbrennungslinien.....	221
4.	Anlagedisposition	222
5.	Architektonische Gestaltung	223
6.	Eckdaten des Projekts	224
6.1.	Technische Eckdaten.....	224
6.2.	Termine und Kosten	224
7.	Schlussfolgerungen	224

Die Stadt Mailand entsorgt seit den sechziger Jahren ihre Siedlungsabfälle zu einem großen Teil über den Weg der Abfallverbrennung. Hierfür wurden zwei Anlagen erstellt, eine im Süden der Stadt, die Anlage Viale Zama, eine im Norden, Silla 1. Beide Anlagen waren im Eigentum der Stadt und wurden von deren öffentlich-rechtlichen Werken betrieben, heute bekannt unter dem Namen Amsa – Azienda Milanese Servizi Ambientali, nun eine Tochtergesellschaft der halbstaatlichen Holding A2A.

Das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum der Stadt hatte eine entsprechende Zunahme der Abfallmenge zur Folge. Ende der neunziger Jahre wurde eine Kapazitätserweiterung der Anlage Silla in die Wege geleitet, indem neben der mittlerweile in die Jahre gekommenen Anlage Silla 1 eine neue MVA gebaut und im Jahre 2002 in Betrieb genommen wurde. Danach wurde Silla 1 stillgelegt, ebenso die Anlage Viale Zama.

Rasch wurde offensichtlich, dass die neue Anlage Silla 2 nicht mehr den ganzen Abfall der mittlerweile auf 1,3 Millionen Einwohner gewachsenen Stadt verwerten kann und eine weitere Kapazitätssteigerung notwendig wird – trotz der inzwischen weit gediehenen Separatsammlung von stofflich verwertbarem Abfall.

Als zusätzliche Aufgabe sollte im Sinne einer synergetischen Lösung mit der MVA auch der Klärschlamm entsorgt werden, der in der neu erstellten Kläranlage im Süden der Stadt anfällt.

1. Standort

Aus logistischen Gründen bot sich für die neue MVA ein Standort im Süden an. Neben einer guten verkehrstechnischen Erschließung sollten im näheren Umkreis keine Siedlungen stehen. Anhand einer Standortstudie wurde ein Areal zwischen dem Gefängnis Opera und dem Klärwerk Milano Sud als die vorteilhafteste Lösung ermittelt (Bild 1). Neben der Nähe zur Umfahrungsautobahn der Stadt bietet dieser Standort den Vorzug eines kurzen Transportwegs für den Klärschlamm.



Bild 1:

Standort der neuen MVA Milano Sud

2. Mengengerüst

Für den Planungshorizont 2025 wird mit dem in Tabelle 1 dargestellten Mengengerüst gerechnet.

Tabelle 1: Mengen und Heizwerte der verschiedenen Abfallarten – Planungshorizont 2025

Abfallart	Jahresmenge t/a	Heizwert H_u kJ/kg
Siedlungsabfall	200.000	12.800
Klärschlamm, entwässert 25 % TS	40.000	1.500
Klärschlamm, getrocknet 80 % TS	25.000	11.000
Gewerbe- und Industriemüll	125.000	14.500
Spitalabfälle	10.000	15.000
Summe bzw. Durchschnitt	400.000	12.144

3. Konzept

Folgende Grundanforderungen waren für die Konzeptwahl maßgebend:

- sichere, bewährte Verfahrenstechnik mit möglichst wenigen Prozessstufen,
- sichere Einhaltung der Emissionsvorschriften,
- minimaler Wasserverbrauch,
- Erzeugung von Strom und Wärme für das Fernheiznetz,
- optimierte Logistik mit ausreichender Redundanz (Bunkerkapazitäten),
- angemessene architektonische Einbettung in die Umgebung.

3.1. Klärschlammbehandlung

3.1.1. Konzeptwahl

In einem ersten Schritt wurden für die Klärschlammbehandlung verschiedene Konzeptlösungen untersucht und bewertet, die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Konzeptvarianten für die thermische Klärschlammbehandlung

Konzept	Vorteil	Nachteil
separate Monoverbrennung mit eigener Abgasbehandlung und Energienutzung	Asche/Schlacke fällt separat an (Phosphor-Gewinnung); geringe Entsorgungskosten für Schlacke/Asche Betrieb von MVA unabhängig	Investkosten; Betrieb aufwändig (2 separate Anlagen)
kombiniertes System mit Klärschlammverbrennung in Drehrohr, parallel zu Abfallverbrennungslinie (Feuerungsgas zu Drehrohr, dessen Abgas zurück in Feuerungsraum)	Investkosten; Asche/Schlacke fällt separat an (Phosphor-Gewinnung); geringe Entsorgungskosten für Schlacke/Asche	Betrieb abhängig von MVA-Betrieb; anspruchsvolle Betriebsführung (Gesamtanlage)
kombiniertes System mit Klärschlammverbrennung in Etagenofen, dessen Abgas in MVA-Linie behandelt wird	Investkosten; Asche/Schlacke fällt separat an (Phosphor-Gewinnung); geringe Entsorgungskosten für Schlacke/Asche	Betrieb abhängig von MVA-Betrieb; Zusatzfeuerung erforderlich; Abgasreinigung in MVA: anspruchsvoller Betrieb
Zugabe direkt in die MVA, als Trocken- oder Feuchtschlamm	Invest- und Betriebskosten; Betrieb einfach; flexibel bezüglich Schlammqualität	Asche/Schlacke zusammen mit Abfallasche/-schlacke → höhere Entsorgungskosten Kapazität abhängig von Abfalldurchsatz

Als kurz- bis mittelfristige Bestlösung wurde für die Anlage in Milano Sud das Konzept der Schlammzugabe direkt in die MVA gewählt.

3.1.2. Systemwahl für entwässerten Klärschlamm

- Randbedingungen: Die Zugabemenge wird durch die Anforderungen an die Schlackequalität (Ausbrand, Ammoniakemissionen) eingeschränkt. Das Limit liegt erfahrungsgemäß bei rund 15 % Anteil Klärschlammumsatz bezogen auf den Abfalldurchsatz.

Ein weiterer Aspekt ist die Anordnung des Dampferzeugers. Bei Horizontalkesseln liegt der Erfahrungswert bei maximal 10 % Anteil Klärschlammumsatz bezogen auf den Abfalldurchsatz.

- Zugabestelle: Es bieten sich drei Möglichkeiten an: Zufuhr in den Bunker, gemeinsam mit dem Abfall; Zufuhr über den Abfall-Einfülltrichter; separate Zufuhr direkt in den Feurungsraum.

In der Schweiz sind verschiedene Systeme zum Einsatz gelangt. Nachstehend sind kurz einige Beispiele aufgeführt.

KVA Monthey (Wallis): Ursprünglich waren an den beiden Ofenlinien Aufstreumaschinen installiert, die seitlich an den Brennkammern angeordnet waren. Der Schlamm wurde direkt auf den Verbrennungsrost aufgestreut. Da die Aufstreumaschinen sich als sehr unterhaltsintensiv erwiesen, wurde das System gewechselt. Heute wird der Klärschlamm direkt mit einer Feststoffpumpe in den Abfall-Einfülltrichter injiziert. Es wird ein Klärschlamm mit 25 % TS zugegeben mit einem Anteil von maximal 15 % bezogen auf den Abfalldurchsatz.

KVA Thun (Bern): Auf etwa 25 % TS entwässertes Klärschlamm wird mit einem Anteil von rund 15 % bezogen auf den Abfalldurchsatz zu zwei Aufstreumaschinen gepumpt und alternativ über den Abfallbunker oder den Abfall-Einfülltrichter aufgegeben.

KVA Niederurnen (Glarus): Ähnliche Anordnung wie in der KVA Thun. Entwässertes Klärschlamm mit rund 25 % TS wird bis maximal 10 % Anteil bezogen auf den Abfalldurchsatz alternativ über den Abfallbunker oder den Abfall-Einfülltrichter aufgestreut. Die Zufuhrmenge ist auf 10 % limitiert, weil der Kessel mit horizontalen Schottenüberhitzern ausgerüstet ist, welche nicht geklopft werden können.

U.I.O.M. SAIDEF (Fribourg): Neben der parallel zum Abfallofen betriebenen Wirbelschichtverbrennungslinie für Klärschlamm ist als zweites Standbein eine Vorrichtung für die Aufgabe in den Abfallofen eingebaut. Der Klärschlamm wird mit Druckluft direkt in der Verbrennungszone mit zwei Eindüslanzen zerstäubt (System Pyromix). Die Lanzen sind seitlich an der Brennkammer angeordnet. Dieses System verbrennt Klärschlamm mit 25 % TS mit 15 % Umsatz bezogen auf den Abfalldurchsatz.

KVA Zürich-Hagenholz und Zürich-Josefstraße: In beiden Anlagen wird der Klärschlamm zu den Abfallbunkern gepumpt und über Drehrohrverteiler zyklisch auf den Abfall-Einfülltrichter verteilt. Es wird auf 25 % TS entwässertes Klärschlamm mit maximal 15 % Umsatz bezogen auf den Abfalldurchsatz zugeführt.

KVA KEZO Hinwil (Zürich): Der auf etwa 25 % entwässerte Klärschlamm wird direkt in den Abfallbunker zugegeben. Eine gute Durchmischung mit dem Abfall wird vom Kranführer sichergestellt. Es werden rund 13 % Schlammdurchsatz bezogen auf den Abfalldurchsatz zugeführt. Die Zugabe erfolgt mittels Aufstreuvorrichtung. Diese wurde vorab wegen des zunehmenden TS-Gehalts gewählt. Eine andere Lösung über den Abfall-Einfülltrichter bedingte eine hydraulische Förderung, die bei höheren TS-Gehalten problematisch wäre.

3.1.3. Systemwahl für Trockenschlamm

Die Möglichkeiten sind eingeschränkter als beim entwässerten Klärschlamm. Wegen Staubproblemen und der damit verbundenen Explosionsgefahr fällt eine Zugabe in den Abfallbunker außer Betracht. Eine Direktzufuhr in den Feuerungsraum müsste pneumatisch erfolgen und kann dadurch die Steuerung der Abfallfeuerung ungünstig beeinträchtigen. Daher fiel die Wahl auf die Zugabe in den Abfall-Einfülltrichter.

3.2. Verbrennungslinien

Das gewählte Konzept ist in Bild 2 dargestellt. Gewählt wurde eine Rostfeuerung mit Dampferzeuger. Die anschließende Reinigung des Abgases umfasst einen Elektrofilter, eine trockene Abgasbehandlung mit NaHCO_3 - und Aktivkohlezugabe und einen Gewebefilter sowie eine SCR-DeNOx-Stufe.

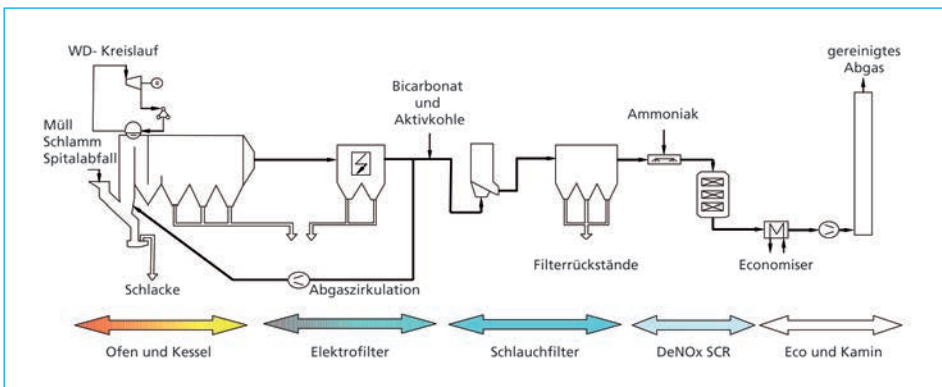


Bild 2: Verfahrensschema der MVA Milano Sud

Es wurde eine Anlage mit zwei Linien gewählt.

Der entwässerte Klärschlamm wird vom Stapelsilo mit einer Dickstoffpumpe zu einem Verteil-Aggregat über dem Abfall-Einfülltrichter geführt und darüber verteilt.

Der Trockenschlamm wird über ein Lagersilo mit pneumatischer Förderung direkt in den Abfall-Einfülltrichter zugegeben.

Die Spitalabfälle werden von einer separaten Annahmestelle für genormte 800 l-Behälter über ein Abkippsystem in den Einfülltrichter zugegeben.

4. Anlagendisposition

Das Bild 3 zeigt das Layout der Anlage.

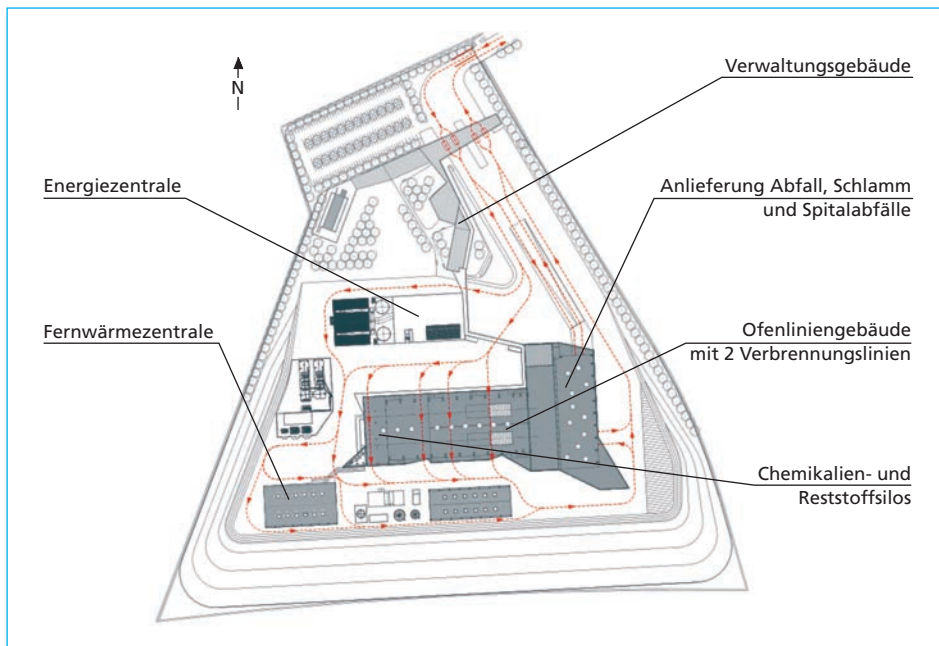


Bild 3: Anlagendisposition der MVA Milano Sud

Zu den wesentlichen Anlageteilen ist Folgendes zu erwähnen:

Die Zu- und Wegfahrten erfolgen von Norden über die Wiegestation. Abfall und Schlamm werden in einer abgedeckten Halle angeliefert. Siedlungs- und Gewerbeabfälle werden durch Tore in den Bunker gekippt und mit einer Krananlage in den Einfülltrichter gegeben.

Der entwässerte Schlamm wird in Aufgabeebehälter gekippt, dann in Schlammsilos gefördert und mittels Dickstoffpumpen über eine Verteilungsvorrichtung in die Ofeneinfülltrichter dosiert.

Der Trockenschlamm wird von Silofahrzeugen pneumatisch in Lagersilos gefördert und mittels pneumatischer Förderung in den Abfalleinfülltrichter zudosiert.

Spitalabfälle werden separat in einen gekühlten Raum in dichten und trockenen 40 bis 60 Liter-Kartons oder Plastikbehältern angeliefert und zwischengelagert und über eine mechanische Fördereinrichtung direkt in die Ofeneinfülltrichter gebracht.

Für Besucher ist ein Auditorium mit geschütztem Besucherweg durch die Anlage geplant.

Die Fernwärmezentrale wird in einem separaten Gebäude angeordnet, weil diese möglicherweise durch Dritte betrieben wird.

Es ist ausreichend Platz für eine dritte Linie reserviert.

5. Architektonische Gestaltung

Die Fotomontage in Bild 4 zeigt den architektonischen Entwurf für die Anlage.



Bild 4: Architektonische Gestaltung der MVA Milano Sud

Die Grundidee war, dass die Anlage einerseits eine dem Zeitgeist entsprechende Industriearchitektur vertreten soll und andererseits für den im Süden der Stadt an- oder vorbeireisenden Betrachter als eine Art Wahrzeichen erscheinen soll.

6. Eckdaten des Projekts

6.1. Technische Eckdaten

Die technischen Eckdaten des Projekts MVA Milano Sud sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Eckdaten des Projekts

Parameter	Einheit	Wert
Abfalldurchsatz	t/a	400.000
Heizwert (Durchschnitt)	kJ/kg	12.144
Klärschlamm, entwässert 25 % TS	t/a	40.000
Klärschlamm, getrocknet 80 % TS	t/a	25.000
thermische Leistung gesamt	MW _{th}	170
Anzahl Linien		2
Abfalldurchsatz je Linie	t/h	25
thermische Leistung pro Linie	MW _{th}	85
elektrische Bruttoleistung	MW _{el}	50,8
elektrische Nettoleistung	MW _{el}	44,9
elektrischer Wirkungsgrad netto	%	26,4

6.2. Termine und Kosten

Termine: Für die Umsetzung sind zwei Abwicklungsvarianten möglich, deren Wahl noch nicht getroffen wurde. Bei einer Ausschreibung mit Losaufteilung sind ab Finanzierungsgenehmigung fünfeneinhalb Jahre geplant, mit Ausschreibung einer schlüsselfertigen Anlage sind sechs Jahre und drei Monate veranschlagt. Bei beiden Varianten sind 18 Monate für die Genehmigungsphase eingerechnet.

Derzeit läuft die politische Vorbereitung für die Standortgenehmigung.

Kosten: Das Gesamtbudget beträgt 280 Millionen Euro, einschließlich der Klärschlammbehandlung mit einem Budget von 7 Millionen Euro.

7. Schlussfolgerungen

Die Stadt Mailand muss wie alle modernen europäischen Städte für eine langfristige gesicherte Entsorgung der Siedlungsabfälle ihre Entsorgungs-Infrastruktur ergänzen.

Mailand betreibt schon seit fast fünfzig Jahren Abfallverbrennungsanlagen und hat damit gute Erfahrungen gesammelt. Die Technik der Wahl wird daher auch für die Zukunft die Verbrennung sein, mit dem bewährten System der Rostfeuerung, gekoppelt mit einer den heutigen strengen Standards entsprechenden Abgasreinigung.

Für die sichere und effiziente Verwertung des Klärschlammes wurde unter den gegebenen Randbedingungen als kurz- bis mittelfristig zweckmäßige Option die Mitverbrennung bevorzugt. Sollten sich die Randbedingungen relevant verändern – z.B. höhere Kosten für die Reststoffentsorgung oder starke Zunahme der zu behandelnden Abfall- oder Klärschlamm-mengen –, ist eine Nachrüstung mit beispielsweise einer separaten Klärschlammverbrennungslinie auch später möglich.

Bei der Wahl des Gesamtkonzepts wurde eine hohe Gewichtung auf Verfügbarkeit und Kosten gelegt.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Energie aus Abfall – Band 8

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011

ISBN 978-3-935317-60-3

ISBN 978-3-935317-60-3 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2011

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dipl.-Ing. Ernst Thomé, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc. und Dr.-Ing. Stephanie Thiel

Erfassung und Layout: Janin Burbott, Dipl.-Kffr. Elke Czaplewski, Petra Dittmann,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.