



**Abschlussbericht der Plattform Umwelttechnik zum
Förderprojekt:
A Plattform Umwelttechnik zárójelentése az alábbi
támogatási projektről:**



**Kommunale Klärschlammentsorgung
Lakossági szennyvíziszap-ártalmatlanítás**

Projekt EGER Ungarn/ EGER- projekt, Magyarország

**FEBRUAR
2015
FEBRUÁR**

EINFÜHRUNG

Es ist das Ziel des vorliegenden Berichts, die bisherigen Arbeiten und Ergebnisse der Versuchsanlage zur Verbrennung von kommunalem Klärschlamm – BIOMORV - in Eger/Ungarn zusammenzufassen und zu bewerten. Dazu wurden die von den Projektpartnern zur Verfügung gestellte Informationen bis einschließlich Februar 2015 ausgewertet.

Die bei der Auswertung im Vordergrund stehenden Aspekte sind:

- A)** Abgasemissionen;
- B)** Zu entsorgende Reststoffe;
- C)** Optimale Fahrweise der Anlage in Bezug auf den thermischen Wirkungsgrad;

Mögliche Energieauskopplung in Form von Wärme und Strom.

ANDREAS GRAUER

BEVEZETÉS

Jelen tanulmány célja a kommunális szennyvíziszap égetésére létesített kísérleti berendezés - BIOMORV Eger/Magyarország - eddigi munkáinak és eredményeinek összefoglalása és értékelése. Ehhez 2015. februárral bezárólag kiértékeljük a projektpartnerektől rendelkezésre bocsátott információkat.

Az értékelésnél szem előtt lévő szempontok:

- D)** Füstgázemissziók;
- E)** Mentésítendő maradékanyagok;
- F)** A létesítmény optimális üzemmódja a termikus hatásfokra vonatkozóan;
- G)** Lehetséges energia-kicsatolás hő és villamos energia formájában.

ANDREAS GRAUER

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	6
2	Potential bzw angestrebtes Projektziel	7
3	Anlagenbeschreibung	9
4	Anlagenbetrieb und Untersuchungsprogramm	12
4.1	ABGASEMISSIONSAUFLAGEN	14
4.2	AUFLAGEN FÜR DEN AUSBRAND	14
4.3	ZUSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN AN DEN ANLAGENBETRIEB	15
4.4	REALISIRTER ANLAGENBETRIEB	15
5	Vorliegende Betriebsergebnisse	17
5.1	ABGASEMISSIONEN	17
5.2	ASCHE	22
5.3	ENERGETISCHER WIRKUNGSGRAD	22
6	Bewertung/Zusammenfassung	23
6.1	ABGASEMISSIONEN	23
6.1.1	SO ₂ -Emissionen	23
6.1.2	CO-Emissionen	23
6.1.3	NO _x -Emissionen	24
6.1.4	HCl- und HF-Emissionen	24
6.1.5	Gesamtstaub-Emissionen	25
6.1.6	TOC-Emissionen	25
6.1.7	Emissionen von Schwermetallen	25
6.1.8	PCDD+F-Emissionen	26
6.1.9	Geruchsemissionen	26
6.2	ASCHEANALYSEN	26
6.3	ENERGETISCHER WIRKUNGSGRAD	27
7	Ausblick/Weiterführende Arbeiten	29
8	Literatur/Quellen	31
ANHANG	32	

TARTALOMJEGYZÉK

1	Bevezetés	6
2	Potenciál ill. a kitűzött projektcél	7
3	A létesítmény leírása	9
4	A létesítmény üzemeltetése és a vizsgálati program	12
4.1	FÜSTGÁZEMISSZIÓS KIKÖTÉSEK	14
4.2	AKIÉGETÉSSSEL KAPCSOLATOS KIKÖTÉSEK	14
4.3	KEGÉSZÍTŐKÖVETELMÉNYEK A LÉTESÍTMÉNY ÜZEMELTETÉSÉVEL SZEMBEN	15
4.4	ABERENDEZÉS MEGVALÓSÍTOTT ÜZEMELTETÉSE	15
5.	A jelenlegi üzemeltetési eredmények	17
5.1	FÜSTGÁZEMISSZIÓK	17
5.2	HAMU	22
5.3	ENERGETIKAI HATÁSFOK	22
6.	Értékelés/összefoglalás	23
6.1	FÜSTGÁZEMISSZIÓK	23
6.1.1	SO ₂ -emissziók	23
6.1.2	CO-emissziók	23
6.1.3	NO _x -emissziók	24
6.1.4	HCl- és HF-emissziók	24
6.1.5	Összespor-emissziók	25
6.1.6	TOC-emissziók	25
6.1.7	Nehézfém-emissziók	25
6.1.8	PCDD+F-emissziók	26
6.1.9	Szagemissziók	26
6.2	HAMUELEMZÉSEK	26
6.3	ENERGETIKAI HATÁSFOK	27
7	Kitekintés / továbbvivő munkák	29
8.	Irodalom/Források	31
MELLÉKLET.	32

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Betriebsdaten zum bisherigen Anlagenbetrieb	16
Tabelle 2: Gemessene Betriebszustände	23

ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Resultate der SO ₂ -Messungen.....	17
Abbildung 2: Resultate der CO-Messungen.....	18
Abbildung 3: Resultate der NO _x -Messungen	18
Abbildung 4: Resultate der HCl-Messungen.....	19
Abbildung 5: Resultate der HF-Messungen	19
Abbildung 6: Resultate der Gesamtstaub-Messungen.....	20
Abbildung 7: Resultate der TOC-Messungen	20
Abbildung 8: Resultate der Cd, Tl und Hg-Messungen	21
Abbildung 9: Resultate der Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V-Messungen.....	21
Abbildung 10: Resultate der PCDD+F-Messungen	22
Abbildung 11: Verlauf der O ₂ -Konzentration bei M5	28

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat A létesítmény eddigi üzemeltetésének adatai	16
2. táblázat Mért üzemi állapotok	23

ÁBRÁK

1. ábra: Az SO ₂ -mérések eredményei	17
2. ábra: A CO-mérések eredményei	18
3. ábra: Az NO _x -mérések eredményei	18
4. ábra: A HCL-mérések eredményei.....	19
5. ábra: A HF-mérések eredményei.....	19
6. ábra: Az összespor-mérések eredményei	20
7. ábra: A TOC-mérések eredményei.....	20
8. ábra: A Cd, Tl és Hg-mérések eredményei	21
9. ábra: A Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V-mérések eredményei	21
10. ábra: A PCDD+F-mérések eredményei.....	22
11. ábra: Az O ₂ -koncentráció alakulása az M5 pontban	28

1 Einführung

Klärschlämme und andere Reststoffe der modernen Gesellschaft müssen in irgendeiner Form beseitigt bzw. verwertet werden. Mögliche Beseitigungsformen sind die Ausbringung in der Landwirtschaft oder die Ablagerung auf Deponien. Diese Formen der nach wie vor in großem Maßstab praktizierten Verbringung sind mit Nachteilen verbunden, derer man sich verstärkt erst in letzter Zeit bewusst wurde. *So ist der Klärschlamm ein risikobehafteter organischer Abfall. Er enthält für Mensch und Tier gefährliche, pathogene, lebendige Organismen (Bakterien, Schimmel), giftige anorganische Stoffe, Medikamente und sonstige Mittelrückstände. Außerdem sind folgende Schwermetalle enthalten: Hg, Pb, Cd, Co, usw.⁽¹⁾* Über den Klärschlamm wird eine Reihe von Problemstoffen ausgetragen, die sich aus verschiedensten Anwendungsgebieten dort akkumulieren. Durch die Ausbringung von Klärschlamm in der Landwirtschaft werden diese problematischen Stoffe im natürlichen Kreislauf belassen. Es bietet sich jedoch an, wenn diese Stoffe schon in relativ konzentrierter Form vorliegen, effektivere Eliminationsstrategien wie die Verbrennung in Verbindung mit drastisch reduzierter Reststoffablagerung in Betracht zu ziehen. So werden die in der Klärschlammverbrennungsanlage in Eger, die belasteten Klärschlämme nach europäischen Richtlinien und Gesetzen entsorgt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, thermische und elektrische Energie aus dem Verbrennungsprozess auszukoppeln und damit bestehende konventionelle Energieressourcen zu ersetzen. Insgesamt bietet also die Verbrennung eine Reihe von potentiellen Umweltvorteilen, vorausgesetzt, die Verbrennung erfolgt innerhalb der strengen Abgasemissionsvorschriften, die erzeugten Aschen und Filterstäube erfüllen die Kriterien der Ablagerungsverordnung und das vorhandene Energiepotential der Reststoffe wird optimal ausgenutzt. Die Betriebserfahrungen der Klärschlammverbrennungsanlage BIOMORV nach dem Morvai-ENTECCO-Verfahren werden in dem vorliegenden Bericht auf diese Gesichtspunkte hin untersucht werden.

1. Bevezetés

A modern társadalom szennyvíziszapjait és egyéb maradékanyagait valamilyen formában ártalmatlanítani kell ill. újra fel kell használni. A lehetséges mentesítési formák a mezőgazdasági kiszórás vagy lerakókban történő tárolás. A ma is nagy mértékben gyakorolt kiszórási formák hátrányokkal járnak, amely csak az utóbbi időben tudatosult jobban. *Így a szennyvíziszap kockázattal járó szerves hulladék. Emberre és állatra egyaránt veszélyes, patogén, élő szervezeteket (baktériumok, penész), mérgező, szerves anyagokat, gyógyszereket és egyéb szermaradványokat tartalmaz. Ezen felül az alábbi nehézfémeket is tartalmazza: Hg, Pb, Cd, Co, stb.⁽¹⁾* A szennyvíziszappal egy sor problémás anyag is kikerül, amelyek a különböző felhasználási helyekből kikerülve ott gyűlnek fel. A szennyvíziszap mezőgazdasági kiszórása által ezek a problematikus anyagok bennmaradnak a természetes körforgásban. Viszont adódik annak lehetősége, ha már az anyagok relatív koncentrált formában rendelkezésre állnak, hogy hatékonyabb eltávolítási stratégiákat vegyenek figyelembe, mint a drasztikusan csökkentett maradékanyaglerakással kapcsolatos elégetést. Így a egeri szennyvíziszap-égetőműben európai irányelvek és törvények szerint történik a káros szennyvíziszap mentesítése.

Ezen felül megvan annak a lehetősége, hogy a termikus és villamos energiát az égetési folyamatból kicsatolják és ezzel hagyományos energiaforrásokat váltsanak ki. Összességében az égetés egy sor potenciális környezeti előnnyel jár, feltéve, hogy az égetés a szigorú füstgázremissziós előírásokon belül történik, a termelt hamuk és filterporok a hulladéklerakó rendelet kritériumait teljesítik és a maradékanyagok meglévő energiapotenciálját optimálisan kihasználják. A Morvai-ENTECCO eljárás szerinti BIOMORV szennyvíziszap-égető létesítmény üzemeltetési tapasztalatait ebben a jelentésben ezekre a szempontokra vizsgáljuk.

2 Potential bzw angestrebtes Projektziel

Die Klärschlamm Entsorgung, die ein aktuelles Problem im Donauraum darstellt, kann durch die Anlage in Eger wegweisend verbessert werden. Das Verbesserungspotential betrifft die folgenden ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte: (1)

- *Es verhindert die Ausbringung des Schadstoffbelasteten Klärschlammes auf landwirtschaftliche Felder und verhindert die damit verbundene Trinkwasserverschmutzung sowie die Aufnahme der Schadstoffe durch Nahrungs- und Futtermittel;*
- *Es unterstützt die Technik der Steigerung der Energieerzeugung durch Biomasse und Ersatzbrennstoffe;*
- *Die erzeugte Energie kann für verschiedene interne und externe Prozesse zur Verfügung gestellt werden, z.B. für die emissionsarme und energieeffiziente Volltrocknung des Klärschlammes;*
- *Das Projekt führt wissenschaftliche Mitarbeiter aus Ungarn und Baden-Württemberg zusammen mit dem Ziel, mittelständische Unternehmen bei der Verbreitung von bezahlbaren, zukunftsweisenden Technologien bei der Markteinführung in Europa/Donauraum zu unterstützen;*
- *Bei der regionalen thermischen Verwertung nach dem Morvai-ENTECCO Verfahren verbleibt die Wertschöpfung in der Region bei den beteiligten Städten/Gemeinden;*
- *Durch die thermische Verwertung ist bei den Klärwerksbetreibern keine Investition für Hygienisierungsmaßnahmen erforderlich;*
- *Die Anlage in Eger dient als Modell für weitere Klärschlammverbrennungsanlagen dieser Art im Donauraum. Der Energieaufwand für die Trocknung des Klärschlammes entfällt ebenso wie die CO₂-Belastung durch den Transport von Schlamm zu Abfallverbrennungsanlagen oder zu Zementwerken, da der Schlamm vor Ort getrocknet und verbrannt wird;*
- *Die Verbrennungsanlage ist modular aufgebaut, kann somit in Größe und vorgesehener Abfallzusammensetzung angepasst werden, wobei außer nassem, trockenem oder gegorenem Klärschlamm auch Hackgut (unbelastete Biomasse) oder das Grobmahlgut fester kommunaler Abfälle als Brennstoffe, sogenannte Ersatzbrennstoffe (RDF), vorgesehen sind.*

Basierend auf dem großen Verbesserungspotential hat der Versuchsbetrieb zum Ziel Daten für einen umweltgerechten Betrieb der Anlage zu sammeln. Insbesondere stehen die folgenden Ziele im Vordergrund:

- Der Versuchsbetrieb soll Daten zur Erreichung einer stabilen Verbrennung liefern, welche in Verbindung mit der anschließenden

2 Potenciál ill. a kítűzött projekt cél

A szennyvíziszap-mentesítés, amely a Dunai Régió nagyon aktuális problémája, ezzel az egri berendezéssel útmutató jelleggel javítható. A potenciális javítási lehetőség az alábbi ökológiai és gazdasági szempontokat érinti: (1)

- *Ez meggátolja a káros anyagokkal terhelt szennyvíziszapnak a mezőre történő kiterítését és meggátolja az ezzel együtt járó ivóvíz-szennyezést, valamint az élelmiszerek és takarmány által történő károsanyag-felvételt.*
- *Az energia-termelés növelésének technikáját biomasszával és póttüzelőanyagokkal támogatja;*
- *A termelt energia különböző belső és külső folyamatokra bocsátható rendelkezésre, pl. a szennyvíziszap alacsony kibocsátású és energiahatékony teljes kiszáritására;*
- *A projekt Magyarország és Baden-Württemberg tudományos dolgozóit is összehozza, azzal a céllal, hogy közepes méretű vállalkozásokat támogassanak megfizethető, jövőbe mutató technológiáknak az Európában / Duna Régióban történő piaci bevezetésnél történő elterjesztésével;*
- *A Morvai-ENTECCO-eljárás szerinti regionális termikus hasznosítás alkalmazásával az értékteremtés az ebben résztvevő regionális városokban/községekben marad.*
- *A termikus hasznosítással a szennyvíztisztítók üzemeltetőinél nem szükségesek higiénizációs intézkedési beruházások.*
- *Az egri berendezés modellként szolgál további hasonló szennyvíziszap-égető berendezések számára a Dunai Térségben. A szennyvíziszap-száritás energiafelhasználása éppúgy megszűnik, mint a CO₂-terhelés az iszapnak a hulladékégető berendezésekbe vagy a cementművekbe történő szállítása miatt, mivelhogy az iszapot helyben száritják és égetik el.*
- *A égető berendezés moduláris felépítésű és így méretében és a tervezett hulladék-összetételhez illeszthető, ahol a nedves, száraz vagy erjesztett szennyvíziszapon kívül aprítékot (nem szennyezett biomassza) vagy szilárd kommunális hulladékok darálékát, ún. póttüzelőanyagokat (RDF) is terveznek felhasználni.*

A sok javítási lehetőségre alapozva a kísérleti üzem célja adatgyűjtés a létesítmény környezetkímélő üzemeltetéséhez. Különösen az alábbi célok állnak előtérben:

- A kísérleti üzem feladata azon stabil elégetés eléréséhez szükséges adatok szállítása, amely a kapcsolódó hatásos füstgáztisztítással együtt

wirkungsvollen Rauchgasreinigung einen optimalen Ausbrand und niedrigste Emissionswerte garantieren kann;

- Die Einhaltung der Abgasvorschriften soll nachgewiesen werden;
- Die Einhaltung der Vorschriften für erzeugte Reststoffe soll nachgewiesen werden;
- Der thermische Wirkungsgrad der Anlage soll berechnet werden;
- Das Potential der möglichen Energieauskopplung wie z.B. das optimale Verhältnis zwischen der Wärme- und der Stromauskopplung soll abgeschätzt werden. Dies bildet dann auch die Grundlage für die richtige Verstromungstechnologie (z.B. ORC oder SRC).

3 Anlagenbeschreibung

Bei der Beschreibung der Klärschlammverbrennungsanlage beziehe ich mich auf die Ausführungen von Prof. Dr. István Szücs⁽²⁾ von der Fakultät Maschinenbau der Universität Budapest: *Sie besteht aus den nachstehenden reihengeschalteten Hauptbauteilen mobiler Ausführung:*

- Ein System für Speicherung und Beschickung von Schlamm, Abfällen sowie vielfältigen Brennstoffen;
- Vorbrennkammer mit einem Treppenrost und je einem primären und sekundären Brennraum;
- Vierzug-Nachbrennkammer;
- Rauchgas-Flüssigkeit-Wärmetauscher, mit einem Abzweig zur Erzeugung von elektrischem Strom;
- Zyklon für Grobstaubabscheidung;
- Wärmetauscher Rauchgas-Verbrennungsluft;
- Rauchgasreinigungsanlage mit Trockensorption Typ Garantfilter;
- Rauchgasventilator mit Frequenzwandler und Kamin;
- Schnecke zur Ascheastragung und geschlossener Sammelcontainer;
- Automatische Steuerungseinheit.

Die Speicherung und Beschickung des Klärschlammes – ggf. RDF-Grobmahlgut aus festen kommunalen Abfällen im Ergebnis späterer Entwicklungen als feste Rückstände der Biogasherstellung nach der Gärung – und der Brennstoffe erfolgen automatisch in einem geschlossenen System, wodurch die direkte Kontamination des Bedienungspersonals mit den zu beseitigenden Stoffen ausgeschlossen ist.

Die erste Aufheizung des primären Verbrennungsraums der Vorbrennkammer auf eine Betriebstemperatur von 850 °C erfolgt mit Pellets und Hackschnitzel. Eine Zusatzheizung mit Pellets wird angewendet, um das in die Nachbrennkammer überströmende Rauchgas auf eine Betriebstemperatur von 900 °C zu erhitzen. Bei einer höheren Temperatur der Kammer als dieser Wert wird die Zusatzheizung mit

optimális kiégést és a legalacsonyabb kibocsátási értékeket tudja garantálni.

- A füstgáz-előírások betartását igazolni kell;
- A keletkező maradékanyagokra vonatkozó előírások betartását igazolni kell;
- A létesítmény termikus hatásfokát ki kell számítani;
- A lehetséges energiakicsatolási potenciált pl. a hő- és áramkicsatolás közötti optimális arány formájában becsléssel állapítsák meg. Ez képezi aztán az alapját a helyes villamosenergia-előállítási technológiának (pl. ORC vagy SRC).

3 A létesítmény leírása

A szennyvíziszap-égető létesítmény jellemzésénél a Budapest Egyetem Gépészeti Tanszéke, Prof. Dr. Szücs István⁽²⁾ részletezéseire hivatkozom. *A létesítmény az alábbi mobil kivitelű sorba kapcsolt fő egységekből áll:*

- *Iszap, hulladék és sokféle tüzelőanyag tárolására és adagolására szolgáló rendszer;*
- *Előégető kamra lépcsős rostéllyal és egy-egy primer- és szekunder tüztérrel;*
- *Négyhuzamú utóégető kamra;*
- *Füstgáz-folyadék hőcserélő villamosenergia-termeléshez szükséges leágazással.;*
- *Durvapor-leválasztó ciklon;*
- *Füstgáz-égéslevegő hőcserélő;*
- *Garantfilter típusú száraz szorpciós füstgáztisztító berendezés;*
- *Füstgázventilátor frekvencia-átalakítóval és kéménnyel;*
- *Hamukihordó csiga és zárt gyűjtőkonténer;*
- *Automatikus vezérlőegység.*

A szennyvíziszap - adott esetben a szilárd kommunális hulladékból előállított RDF-darálék, amely későbbi fejlesztések eredményeképpen a biogáz-gyártás erjesztés utáni szilárd maradéka, - és a tüzelőanyag tárolása és adagolása automatikusan zárt rendszerben történik, miáltal a kezelő személyzet érintkezése az ártalmatlanításra kerülő anyaggal kizárt.

Az előégető kamra primer égésterének első felfűtése 850 °C -os üzemi hőmérsékletre pellettel és aprítékkal történik. A pellettel történő pótfűtést arra használják, hogy az utóégető kamrába átáramló füstgázokat 900 °C -os üzemi hőmérsékletre forrósítsák fel. A kamrák ezen értéket meghaladó hőmérsékleténél a pellettel történő pótfűtést a vezérlőegység automatikusan lekapcsolja. Az elő-

Pellets durch die Steuerungseinheit automatisch abgeschaltet. Die Temperaturen der mit Thermoelementen gemessenen Vor- und Nachbrennkammer bilden eine strenge Verriegelungsbedingung zu dem Zwecke, damit die Dosierung von Schlamm oder anderer Abfälle in die primäre Verbrennungskammer der Anlage nur nach dem Erreichen der vorgeschriebenen Temperaturen erfolgen kann. In kontinuierlicher Betriebsweise wird die Beschickung des Schlammes bei niedrigeren Temperaturen durch die Steuerungseinheit solange automatisch gesperrt, bis die Temperatur wieder die sicheren Verbrennungsbedingungen erreicht.

Die aus Treppen ausgebildeten Rostkomponenten der Vorbrennkammer, die mit waagerechten Wellen und primären Verbrennungsluftdüsen gebaut ist, sind in senkrechter Richtung geschlossen, somit können unvollständig ausgebrannte feste Teilchen nicht unter den Brennraum herunterfallen. Im primären Brennraum der Vorbrennkammer kommt es zuerst zur Absonderung und Entzündung der organischen flüchtigen Stoffe und danach erfolgt das vollständige Ausbrennen des festen Karbons der auf dem Rost verbliebenen festen Teile, während in dem sekundären Brennraum die Verbrennung der gasförmigen Komponenten zu Ende geht. Mit der betrieblichen Temperatur von 850 °C lässt sich die Intensität der Ausbildung vom thermischen NOx – und damit die Umweltbelastung – sehr effizient mindern. Mit der Betriebszykluszeit des Rostes, der eine alternierende Bewegung nach vorn und hinten durchführt, kann die Fortschrittsgeschwindigkeit der zu beseitigenden Materialien abhängig von dem Ausmaß des Ausbrennens flexibel geregelt werden. Mit der Erhöhung der Zykluszeit der Bewegung des Rostes und Senkung seiner Fortschrittsgeschwindigkeit können auch die schwer entflammaren Stoffe vollständig ausgebrannt werden. Dem ist es zu verdanken, dass die Asche, die mithilfe einer Austragschnecke am Boden des Rostes in einen geschlossenen Behälter getragen wird, keine weiteren brennbaren Komponenten mehr enthält. Die wertvollen Komponenten des festen Verbrennungsrückstandes – wie zum Beispiel der Phosphor – können mit zusätzlichen technologischen Operationen entzogen und für weitere Verwertung geeignet gemacht werden.

Die Profile der Vierzug-Nachbrennkammer haben ein Ausmaß, sodass sich das von der Vorbrennkammer hierzu einströmende Rauchgas bei einer - in der Rechtsnorm vorgeschriebenen - Temperatur von 900-950 °C länger als 2 Sekunden aufhält. Dadurch sind die noch brennbaren Luftverschmutzungskomponenten, die aus dem sekundären Brennraum der Vorbrennkammer entweichen, mit hoher Sicherheit zu beseitigen. Es wird auch durch die nachgewiesene TOC-Konzentration weit unter dem zugelassenen Grenzwert im Laufe der

és utóégető kamra termoelemekkel mért hőmérsékletei szigorú reteszelési feltételt képeznek abból a célból, hogy az iszap vagy egyéb hulladék primer égető kamrába történő adagolása csak az előírt hőmérsékletek elérése után történhessen meg. Folyamatos üzemmódban az iszap alacsony hőmérsékletek melletti adagolását a vezérlőegység automatikusan mindaddig lezárja, amíg a hőmérséklet a biztonságos égetési feltételeket el nem éri.

A vízszintes tengelyekkel és primer kiegészítő- fűvókákkal épített előégető kamra lépcsős rostéyelemei függőleges irányban zártak, így a nem teljesen kiégett szilárd részecskék nem tudnak az égéstér alá hullani. Az előégető kamra primer égésterében először a szerves illóanyagok elkülönülnek, majd meggyulladnak és azután történik a rostélyon maradt szilárd részek szilárd karbonjának teljes kiégése, mialatt a szekunder égésterben a gáznemű komponensek égése fejeződik be. A 850 °C-os üzemi hőmérséklet miatt a termikus NOx képződésének intenzitása - és ezáltal a környezetterhelés - nagyon hatékonyan csökkenthető. Az előre-hátra alternáló mozgást végző rostély üzemeltetési ciklusidejével az ártalmatlanításra kerülő anyag előrehaladási sebességét lehet a kiegészítő mértéke függvényében rugalmasan szabályozni. A rostély mozgatási ciklusidejének növelésével és előrehaladási sebességének csökkentésével a nehezen gyulladó anyagok is teljesen kiégethetőek. Ennek köszönhető, hogy a hamu, amelyet a rostély alján kihordó csiga szállít ki egy zárt tartályba, nem tartalmaz már semmilyen éghető komponens. A szilárd tüzelési maradék értékes alkotóelemei - mint pl. a foszfor - kiegészítő technológiai műveletekkel kivonhatók és további újrafelhasználásra alkalmassá tehetőek.

A négyhuzamú utóégető kamra profilja olyan méretű, hogy az előégető kamrából ide beáramló füstgáz - a jogszabályban előírt - 900-950 °C hőmérséklet mellett 2 másodpercnél hosszabb ideig benn tartózkodik. Ezzel a még éghető légszennyező komponensek, amelyek az előégető kamra szekunder égésteréből eltávoznak, nagy biztonsággal ártalmatlaníthatók. Ezt a kibocsátás-mérések folyamán messze a megengedett határérték alatti igazolt TOC-koncentráció is bizonyítja.

Az előégető- és utóégető kamrából álló

Emissionsmessungen, bewiesen.

Das Verbrennungssystem der Vor- und Nachbrennkammer ist flexibel zu regeln, wodurch die Verbrennung von getrocknetem und nassem Klärschlamm abhängig von dem Trockenstoffgehalt mit verschiedenen Massenanteilen ermöglicht wird. Zu Zwecken der Stabilisierung der Verbrennungsprozesse sowie der Vorbeugung des Zusammenbackens der Asche ist auch eine Beschickung von Hackschnitzeln erforderlich.

Die Temperatur der Verbrennungsprodukte aus dem Staubabscheiderzyklon hinter dem Wärmetauscher, wird in einem Gegenstrom-Wärmeaustauscher Rauchgas-Luft – Rekuperator – auf eine für die Sorptions-Rauchgasreinigungsanlage zugelassene Höchsttemperatur von 130 °C gemindert. Die erhaltene Luft einer Temperatur von 150 200 °C wird dem Feuerraum der Vorverbrenners zugeführt, dadurch verbessern sich die Bedingungen für das Entweichen der flüchtigen Bestandteile aus dem Klärschlamm, die Entzündung und die Verbrennung dieser und im Ergebnis mindert sich der Rauchgasverlust und steigt der wärmetechnische Wirkungsgrad des Systems.

Vor dem modernen Trockensorptions-Staubabscheider Typ Garantfilter ist auch eine Benetzungseinheit für die sekundäre Konditionierung der Rauchgase eingebaut, deren Betrieb bisher bei der Klärschlammverbrennungsanlage in Eger nicht erforderlich war. Die Konzentration der in den Rauchgasreinigungsanlage rezirkulierten Additive (Kalkhydrat und solche mit Aktivkohlegehalt [Sorbacal SPS és Sorbacal AC SP 5]), der säurigen Komponenten während der Verbrennung (Schwefeloxide, Salzsäure), Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF) sowie der festen Luftverschmutzungsstoffe wird unter die Emissionsnormen gemindert. Mit dem durch das Filter abgeschiedenen Staub lässt sich auch eine wesentliche Menge der Schwermetalle dem Rauchgas entziehen.

Der Rauchgasventilator bewältigt mit dem Betrieb auf einer Frequenz von 35-40 Hz den Strömungswiderstand der Rauchgaskanäle mit hoher Sicherheit und der dadurch entstehende Zug hält die gesamte Einrichtung auf einem Druck unter dem atmosphärischen Druck. Das Rauchgassystem, das sich unter einem Zug befindet, vermindert dessen Chancen, dass die Flamme herausschlägt oder bei Undichtigkeiten und Dehnfugen eine Rauchgasleckage erfolgt. Infolge dessen ist die Anlage bedienungssicher und es gibt überhaupt keine unangenehme Geruchswirkung.

Am Kamin ist eine normgerechte Probeentnahmestelle ausgebaut, um die in der Rechtsnorm vorgeschriebenen Emissionsmessungen durchzuführen. Im Laufe der Entwicklung und Inbetriebnahme der Einrichtung wurden drei Male – vom 09-12. April 2013 und vom 23-24. November 2013 sowie nach der Inbetriebnahme des Staubabscheiders Typ Garantfilter am 12. November 2014

elégetési rendszer rugalmasan szabályozható, miáltal a szárított és nedves szennyvíziszap különböző tömegarányok melletti, szárazanyag-tartalomtól függő elégetése lehetővé válik. Az égésfolyamatok stabilizációja céljából, valamint a hamu összesülésének elkerülése érdekében apríték beadagolása is szükséges.

A hőcserélő mögötti porleválasztó ciklonbók kimenő égéstermékek hőmérsékletét füstgáz-levegős ellenáramú hőcserélővel – rekuperátorral – hűtik le a szorpciós füstgáztisztító berendezésre megengedett 130 °C -os maximális hőmérsékletre. A 150 - 200 °C hőmérsékletű beáramló levegő az előégető tűzterébe kerül, ezzel javulnak a folyékony alkotórészeknek a szennyvíziszapból történő eltávozási, a meggyulladás és égési feltételei és végeredményben a füstgázvesztés csökken és a rendszer hőtechnikai hatásfoka javul.

A Garantfilter típusú modern szárazabszorpciós porleválasztó elé a füstgázok másodperces kondicionálása végett nedvesítő egység van beépítve, amelynek üzemeltetésére eddig az egri szennyvíziszap-égető létesítményben nem volt szükség. A füstgáztisztító berendezésben recirkulált adalékanyagok (mészhidrát és aktívszéntartalmú anyagok [Sorbacal SPS és Sorbacal AC SP 5])koncentrációja, a savas komponenseké az égetés alatt (kénoxidok, sósav), a dioxinok (PCDD) és furánok (PCDF), valamint a szilárd légszennyező anyagok koncentrációja az emissziós normák alá csökken. A filterrel leválasztott porral lényeges mennyiségű nehézfém is elvonható a füstgázból.

A füstgázventilátor 35-40 Hz-es frekvencián történő üzemeléssel nagy biztonsággal küzdi le a füstgázcsatornák áramlási ellenállását és az ezáltal keletkező huzat a teljes berendezést a légköri nyomás alatti nyomáson tartja. Az egyhuzamú füstgázrendszer csökkenti annak esélyét, hogy kicsapjon a láng, vagy tömítetlenségek vagy dilatációs hézagok esetén füstgázszivárgás jöjjön létre. Ennek következtében a létesítmény kezelésbiztos és egyáltalán nincs kellemetlen szaghatás.

A kéményen szabványos mintavételi hely van kialakítva a jogszabályban előírt emissziómérések végrehajtására. A berendezés fejlesztése és üzembevétele során három esetben - 2013. április 09-12, 2013 november 23-24 és a Garantfilter tip. porleválasztó üzembevételekor, 2014. november 12-én voltak emissziómérések végezve, amelyeket az MSZ-EU-szabványokban

Emissionsmessungen durchgeführt, die mit den in den Normen MSz-EN vorgeschriebenen Methoden durch Umweltschutzunternehmen, die über akkreditierte Geräte und Laboratorien verfügen (NAT-1-1171/2014; NAT-1-1227/2010; NAT-1-1227/2010), durchgeführt wurden.

Der Klärschlamm lässt sich in der entwickelten Anlage – bei Einhaltung der für die Abfallverbrennung vorgeschriebenen gesamten Kriterien – ohne Verwendung von fossilen Energieträgern zuverlässig beseitigen.

4 Anlagenbetrieb und Untersuchungsprogramm

Am 27. Februar 2014 wurde von der Nordungarischen Aufsichtsbehörde für Umwelt- und Naturschutz die bis 28. Februar 2017 gültige Betriebsgenehmigung für die Klärschlammverbrennung erteilt

38_15_2014_BIOMORV_hulladékhasznosítási_engedély_ger-DE.docx⁽³⁾. Es wird darin erlaubt, jährlich 3267 Tonnen Klärschlamm aus Reinigung kommunalen Abwassers (Abfallartenschlüssel 19 08 05) zu verbrennen. Diese Zahl bezieht sich grundsätzlich auf getrockneten Klärschlamm mit einem Trockenstoffgehalt von 95 %. Weiterhin erwähnt die Genehmigung, dass nasser Klärschlamm mit einem Trockenstoffgehalt von 20 % zugegeben werden kann (ohne Mengenangabe), um eine Verbesserung der Verbrennungsbedingungen zu erhalten. Eigentlich würde man nicht erwarten, dass die Zugabe von nassem Schlamm (20 % TS) die Verbrennungsbedingungen verbessert, die Genehmigung enthält aber keine weiteren Erklärungen dazu, z.B. welchen Verbrennungsparameter man dadurch zu verbessern beabsichtigt.

Außerdem ist zu beachten, dass die Genehmigung die Verbrennung von Ersatzbrennstoffen (RDF) nicht erwähnt und damit nicht genehmigt, zumindest nicht zum derzeitigen Stand der Anlage. Der Teil des Potentials der Anlage, in dem es um die Beseitigung von kommunalen Abfällen und die Umwandlung der energiereichen Fraktionen in nutzbare Energie geht, kann damit erst zu einem späteren Zeitpunkt näher untersucht werden.

Die Genehmigung geht davon aus, dass der zu beseitigende Klärschlamm überwiegend aus der Kläranlage der Heves Megyei Vízmű Zrt in Eger kommt, wo die Klärschlammverbrennungsanlage installiert ist, (davon kann eine Menge von 3167 Tonnen/Jahr beseitigt werden), ein geringerer Anteil kann von sonstigen kommunalen Kläranlagen (100 Tonnen/Jahr) kommen. Damit entfällt der Transport und, was noch wichtiger ist, es kann ein gleichbleibender Input aus einer definierten Quelle realisiert werden. Dieser Punkt spielt eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, die Resultate der Abgasemissionsmessungen und Ascheanalysen zu bewerten.

4.1 Abgasemissionsauflagen

Die Genehmigung legt die strengen europäischen Grenzwerte des Anhang V der RICHTLINIE

előírt módszerekkel környezetvédő vállalkozások végeztek el, amelyek akkreditált készülékekkel és laboratóriumokkal rendelkeznek (NAT-1-1171/2014; NAT-1-1227/2010; NAT-1-1227/2010).

A szennyvíziszap a kifejlesztett létesítményben - a hulladékégetésre előírt összes kritérium betartásával - fosszilis energiahordozók felhasználása nélkül megbízhatóan ártalmatlanítható.

4 A létesítmény üzemeltetése és a vizsgálati program

2014. február 27-én az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség kiadta a 2017. február 28-ig érvényes üzemeltetési engedélyt a szennyvíziszap elégetésére.

38_15_2014_BIOMORV_hulladékhasznosítási_engedély_ger-DE.docx⁽³⁾. Ebben engedélyeznek évi 3267 tonna kommunális szennyvíz tisztításából származó szennyvíziszap elégetését (a hulladékfajta kódszáma: 19 08 05) Ez a szám alapvetően 95%-os szárazanyag-tartalmú szárított szennyvíziszapra vonatkozik. Továbbá megemlíti az engedély, hogy 20%-os szárazanyag-tartalmú nedves szennyvíziszap hozzáadható (mennyiség megadása nélkül), a tüzelési feltételek javítása érdekében. Tulajdonképpen nem várná el az ember, hogy a nedves iszap (20% SZ. A.) hozzáadása az égési feltételeket javítja, az engedély azonban nem tartalmaz további magyarázatokat ahhoz, hogy pl. mely égési paramétert szándékoznak ezzel javítani.

Ezenkívül figyelembe kell venni, hogy az engedély a helyettesítő tüzelőanyagok (RDF) elégetését nem említi és ezzel nem is engedélyezi, legalábbis a létesítmény nem jelenlegi állapotában. A létesítmény potenciáljának azt a részét, amennyiben kommunális hulladékok ártalmatlanításáról és az energia-gazdag frakciók hasznos energiába történő átalakításáról beszélünk, csak egy későbbi időpontban lehet közelebbről vizsgálni.

Az engedély abból indul ki, hogy az ártalmatlanításra kerülő szennyvíziszap túlnyomórészt a Heves Megyei Vízmű Zrt egri szennyvíztelepéről származik, ahová a szennyvíziszap-égető létesítményt telepítették (ebből lehet évi 3167 t-t ártalmatlanítani), kisebb részarány származhat egyéb kommunális szennyvíztisztító telepekről (100 t/év). Így nem kell szállítani, és ami még fontosabb, egy definiált forrásból változatlan input valószínűleg meg. Ez a pont fontos szerepet játszik, ha arról van szó, ha a füstgázemissions mérések és hamuanalízisek eredményeit kell értékelni.

4.1 Törvényi füstgázemissions kikötések

Az engedély az EURÓPAI PARLAMENT ÉS TANÁCS hulladékok égetéséről szóló 2000.

<p>2000/76/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 4. Dezember 2000 über die Verbrennung von Abfällen fest:</p> <p><i>Die Emission der Luftverschmutzungs-Punktequelle der Bezeichnung Kamin der Klärschlammverbrennungsanlage P1, die auf dem Standort errichtet worden ist, muss den nachstehenden Gesamtemissions- und halbstündigen Grenzwerten entsprechen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Emissionsgrenzwerte für nicht kontinuierlich gemessenen Luftschmutzstoffe:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Cd + Ti • Hg • Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V <p><i>Dioxine und Furane 0,1 ng/m³</i></p>	<p>december 4-i 2000/76/EK IRÁNYELVE V. függelékének szigorú európai határértékeit rögzíti le:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>A telephelyen felépített szennyvíziszap-égető létesítmény P1 kémény jelű légszennyező pontforrásának emissziója meg kell feleljen az alábbi össz-kibocsátási és félórás határértékeknek:</i> ➤ <i>Nem folyamatosan mért légszennyező anyagok kibocsátási határértékei :</i> <ul style="list-style-type: none"> • Cd + Ti • Hg • Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V <p><i>Dioxinek és furánok 0,1 ng/m³</i></p>
---	---

Luftschmutzstoffe	Légszennyező anyagok	Mittlerer Tageswert mg/m ³ Napi átlagérték mg/m ³	Halbstundenmittelwerte mg/m ³ Félórás átlagértékek mg/m ³	
			100% (A)	97% (B)
Schwefeldioxid (SO ₂)	Kéndioxid (SO ₂)	50	200	50
Kohlenmonoxid (CO)	Szén-monoxid (CO)	50	150	100
Stickoxide (NO _x) in Stickstoffdioxid (NO ₂)	Nitrogénoxidok (NO _x) nitrogéndioxidban (NO ₂)	200	400	200
Wasserstoffchlorid (HCl)	Hidrogénklorid (HCl)	10	60	10
Wasserstofffluorid (HF)	Hidrogénfluorid (HF)	1	4	2
Gesamte Feststoffe	Összes szilárd anyag	10	30	10
Gas- und dampfförmige organische Substanzen im organischen Gesamtkohlenstoff (TOC)	Légnemű és gőzalakú szerves vegyületek a összes szerves szénben (TOC)	10	20	10

Die Emissionsgrenzwerte müssen für ein Rauchgas im physikalisch normalen Zustand und mit einem Sauerstoffgehalt von 11% berechnet werden.

Bei dem Summengrenzwert für Cd + Ti von 0,05 mg/m³ muss es sich um einen Tippfehler handeln, anstelle von Ti (Titan) muss es sich um Tallium (TI) handeln.

4.2 Auflagen für den Ausbrand

Dazu erwähnt die Genehmigung: *Die Anlage muss so betrieben werden, dass am Ende des Verbrennungsprozesses in der Schlacke und Rostasche ein Gehalt an organisch gebundenem Gesamtkohlenstoff (TOC) von weniger als 3 % oder ein Glühverlust von weniger als 5 % der Trockenmasse der o. a. Reststoffe eingehalten wird. Werden die Grenzwerte nicht erfüllt, müssen die entstandenen Verbrennungsrückstände zum Anfang des Systems zurückgeführt werden.*

4.3 Zusätzliche Anforderungen an den Anlagenbetrieb

Neben einer Reihe von detaillierten Anforderungen ist hier die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Abgasemissionsanlage zu erwähnen. Dazu legt die Genehmigung kategorisch fest: *Mit dem Betrieb der Verbrennungsanlage darf erst nach dem Einbau, Inbetriebnahme und der Sicherstellung der betriebssicheren Funktion der kontinuierlichen Emissionsmessungsanlage begonnen werden.*

Eine weitere wichtige Forderung ist die Vermeidung von Geruchsemissionen bei der Behandlung der Abfälle, was insbesondere bei der Schlamm Trocknung eine Rolle spielen dürfte. Es werden jedoch keine Limits für Geruchsemissionen erwähnt und auch keine Anforderungen bezüglich Behandlungsmethode der ohne Zweifel bei der Schlamm Trocknung entstehenden Gerüche erwähnt. Es heisst lediglich: *...so dass diese Tätigkeiten keine Gestank-Verschmutzung verursachen.*

4.4 Realisierter Anlagenbetrieb

Bei einer Kontrollbegehung der Anlage durch die Nordungarische Aufsichtsbehörde für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwirtschaft am 25. November 2014 wurde festgestellt: *Die Verbrennungsanlage war zur Zeit der Kontrolle noch nicht in Betrieb, der Einbau und Inbetriebnahme der vorgeschriebenen kontinuierlichen Emissionsmessungsanlage sind noch nicht erfolgt* ⁽⁴⁾. Und weiterhin: *Die Anlage befand sich in einem montierten und betriebsfähigen*

Az emissziós határértékeket fizikailag normál állapotú füstgázra és 11%-os oxigéntartalommal kell kiszámítani.

A Cd + Ti 0,05 mg/m³-es összegzett határértéknél íráshibának kell lennie, a Ti (Titán) helyett TI (Tallium)-nak kell lennie.

4.2 A kiégetéssel szembeni követelmények

Ehhez ezt említi meg az engedély: *A létesítményt úgy kell üzemeltetni, hogy az égési folyamat végén a salak és a tüztéri hamu összes szerves széntartalma (TOC) kisebb legyen, mint 3 %, vagy az izzítási veszteség kevesebb legyen, mint a fenti maradékanyagok szárazanyag tartalmának 5 %-a. Ha a határértékek nem teljesülnek, a keletkező égetési maradékokat a rendszer elejére vissza kell szállítani.*

4.3. Kiegészítő követelmények a létesítmény üzemeltetésével szemben

A részletezett követelmények sora mellett itt a folyamatos füstgázemisszió-mérő berendezés szükségességét kell megemlíteni. Ehhez az engedély kategorikusan az alábbi rögzíti le: *Az égető létesítmény üzemeltetését csak a folyamatos kibocsátásmérő berendezés beépítése, üzembevétele és üzembiztos működésének biztosítása után szabad megkezdeni.*

További fontosabb követelmény a hulladékok kezelésénél a szagmisszió elkerülése, amely különösen az izsapszárításnál játszik vélhetően szerepet. Viszont limiteket nem említenek a szagmissziókra, és semmilyen követelményt sem az izsapszárításnál kétségkívül keletkező szagok kezelési módjára vonatkozóan. Csupán annyit hogy: *... hogy ezek a tevékenységek ne okozzanak bűzszennyezést.*

4.4 A létesítmény megvalósított üzemeltetése

A létesítmény 2014. november 25-i ellenőrző bejárása alkalmával az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség az alábbiakat állapította meg: *Az égető berendezés az ellenőrzés ideje alatt még nem volt üzemben, az előírt folyamatos emissziómérő berendezés beépítése és üzembevétele*

még nem történt meg ⁽⁴⁾. És továbbá: *A létesítmény szerelt és üzemképes állapotban volt, eltekintve a folyamatos emissziómérő berendezéstől.*

A létesítmény eddigi üzemének alapja a 2013. február 12-én kiadott és 2014. február

<p><i>Zustand, abgesehen von der kontinuierlichen Emissionsmesseinrichtung.</i></p> <p>Der bisherige realisierte Anlagenbetrieb stützt sich auf den genehmigten Versuchsbetrieb durch die am 12. Februar 2013 erteilte und bis 28. Februar 2014 gültige Genehmigung ⁽⁵⁾ und die am 5. Juni 2013 erteilte und bis 30. Juni 2014 gültige Genehmigung ⁽⁶⁾. In diesen Genehmigungen ist von insgesamt 19,9 Tonnen Schlamm die Rede, die bei einem Durchsatz von 170 kg/h verbrannt werden dürfen, was einem Versuchsbetrieb von etwa 117 Stunden und damit wenigen Tagen entspricht.</p> <p>Konkret liegen lediglich Betriebsdaten zu zwei durchgeführten Messkampagnen von Abgasemissionen vor ^(7,8), die in Tabelle 1 zusammengefasst sind, die erste im November 2013 und die zweite im November 2014. Im folgenden werden diese Messungen als M1 bis M5 bezeichnet.</p>	<p>28-ig érvényes engedély ⁽⁵⁾ és a 2013. június 5-én kiadott és 2014. június 30-ig érvényes engedély ⁽⁶⁾ által engedélyezett kísérleti üzem volt. Ezekben az engedélyekben összesen 19,9 tonna iszapról van szó, amelyet 170 kg/h áthaladással lehet elégetni, ami kb. 117 órás, és így néhány napos kísérleti üzemnek felel meg.</p> <p>Konkréten csupán két méréssorozatból ^(7,8) állnak rendelkezésre füstgázemissziók mérési adatai, amelyeket az 1. táblában foglaltunk össze, az első 2013 novemberi és a második 2014. novemberi. Az alábbiakban ezeket a méréseket M1 - M5-el jelöljük</p>
--	--

Tabelle 1: Betriebsdaten zum bisherigen Anlagenbetrieb

Datum	Brennstoff/ Additiv*	Dosierung	Rostge- schwindigkeit	Frequenz Saugzug	Ident.
23. und 24.11.2013	28 kg trockener Schlamm 3 kg Hackgut 5 kg Additiv	8 min.	8 min.	38 Hz	M1
	30 kg trockener Schlamm 3 kg Hackgut 0,5 kg Additiv	9 min.	5,5 min.	38 Hz	M2
	25 kg trockener Schlamm 3 kg Hackgut 1,0 kg Additiv	8 min.	4,5 min.	38 Hz	M3
	30 kg trockener Schlamm 3 kg Hackgut 1,5 kg Additiv	10 min.	5,5 min.	38 Hz	M4
12.11.2014	20 kg trockener Schlamm 3 kg Hackgut 0,0 kg Additiv	7 min.	7 min.	38,1 Hz	M5

Bemerkung: Das Additiv besteht aus Ca(OH)₂ und Kohle, ohne nähere Angaben des Mischungsverhältnisses und der Kohleart (9)

1. táblázat: A létesítmény eddigi üzemeltetésének adatai

Dátum	Tüzelőanyag/ adalékanyagok*	Adagolás	Rostély- sebesség	Szívóventilátor- frekvencia	Azono- sító.
2013.11.23. és 24	28 kg száraz iszap 3 kg apríték 5 kg adalékanyag	8 perc	8 perc	38 Hz	M1
	30 kg száraz iszap 3 kg apríték 0,5 kg adalékanyag	9 perc	5,5 perc	38 Hz	M2
	25 kg száraz iszap 3 kg apríték 1,0 kg adalékanyag	8 perc	4,5 perc	38 Hz	M3
	30 kg száraz iszap 3 kg apríték 1,5 kg adalékanyag	10 min.	5,5 perc	38 Hz	M4
2014.11.12	20 kg száraz iszap 3 kg apríték 0,0 kg adalékanyag	7 perc	7 perc	38,1 Hz	M5

Megjegyzés: Az adalékanyag Ca(OH)₂ és szén, a keverési arány és a szénfajtára utaló részletesebb adatok nélkül(9)

5 Vorliegende Betriebsergebnisse

5.1 Abgasemissionen

Wie bereits Prof. Dr. István Szűcs in seinem Gutachten über die Anlage feststellt: *Die auf ein 11 v/v% Sauerstoff enthaltendes trockenes Rauchgas normalen Zustandes bezügliche Konzentration von CO, auf NO2 umgerechnetem NOx, SO2, TOC, Staub, Dioxine, Furane, Wasserstoff-Fluorid, Salzsäure, As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V und Tl der durch den Kamin ausgestoßenen Rauchgase lag im Falle jeder geprüften Komponente unter dem zugelassenen Grenzwert bei dem Betrieb des Trockensorptionsstaubabscheiders* ⁽²⁾. Die strengen europäischen Grenzwerte sind also eingehalten. Dies trifft jedoch nicht auf alle vom Filterhersteller GARANT gegebenen Emissionsgewährleistungen zu, die bei manchen oder sogar bei allen Messungen der Komponenten Gesamtstaub, SO2 und

Summe der Metalle (Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V) nicht eingehalten wurden. So waren z.B. M2 und M5 oberhalb der SO2-Gewährleistung, alle 5 Gesamtstaub-Messungen oberhalb der Gewährleistung und M2 bis M5 oberhalb der Gewährleistung für die Metallemissionen von (Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V).

Die folgenden 10 Abbildungen stellen die Ergebnisse der Messungen M1 bis M5 für alle limitierten Abgaskomponenten im Vergleich zu den jeweils festgelegten Grenzwerten graphisch dar.

5. A meglévő üzemeltetési eredmények

5.1 Füstgázemissziók

Amint azt Prof. Dr. Szűcs István a létesítményről készített szakvéleményében megállapítja: *A CO, NO2 -re átszámított NOx, SO2, TOC, por, dioxinok, furánok, hidrogén-fluorid, sósav, a kéményen keresztül kiáramló füstgázok As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V és Tl - tartalmának 11 v/v% oxigént tartalmazó normál állapotú száraz füstgázra vonatkoztatott koncentrációja minden vizsgált komponens esetében alatta volt a megengedett határértéknek a szárazabszorpciós porleválasztó üzemelése közben* ⁽²⁾. A szigorú európai határértékeket tehát betartja. Ez viszont nem érvényes az összes, a GARANT szűrőgyártó által adott emissziós jótállásra, amelyeket néhány, sőt, az alábbi komponensek: összes por, SO2 és a következő fémek

összege: (Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V) mérése során nem tartották be. Így pl. M2 és M5 az SO2-jótállás fölötti, mind az 5 összespormérés a jótállás fölötti és az M2-M5 az (Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V)-fémemissziók jótállási értéke fölötti volt.

Az alábbi 10 ábra az M1-M5 mérés eredményeit mutatja az összes limitált füstgázkomponensre a mindenkor lerögzített határértékekhez képest.

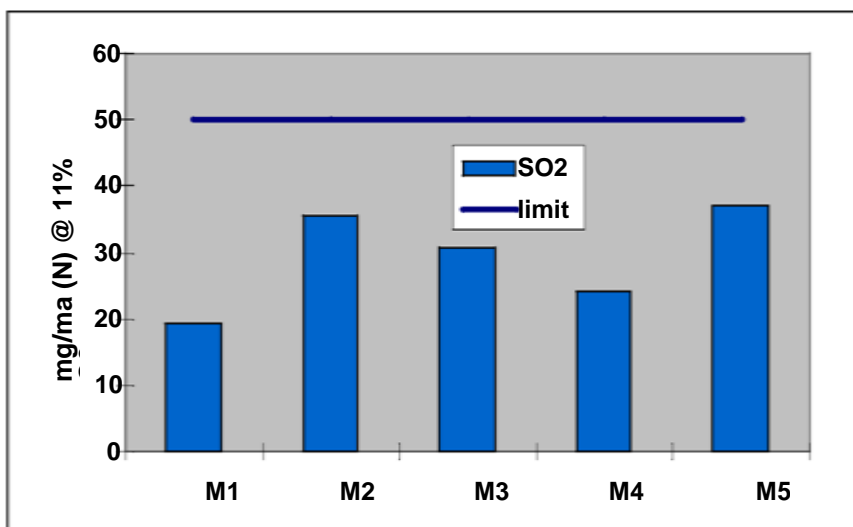


Abbildung 1: Resultate der SO2-Messungen
Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, dass alle

1. ábra: Az SO2-mérések eredményei
Az 1. ábrából látszik, hogy mind az 5

5 SO₂-Messungen den Grenzwert mit Reserve einhalten. Der von GARANT zugesagte Gewährleistungswert von 35 mg/m³ wurde zweimal überschritten.

SO₂-mérés tartalékkal tartja be a határértéket. A GARANT által vállalt 35 mg/m³ -es jótállási határértéket kétszer túllépte.

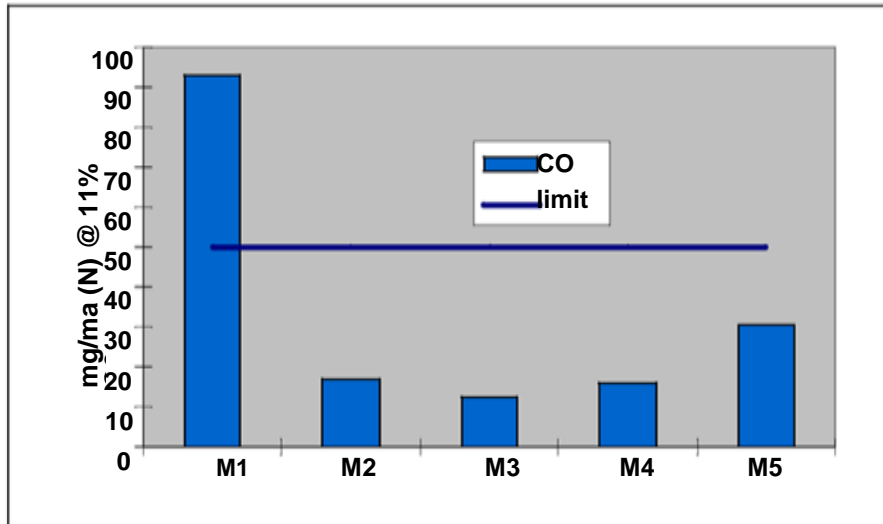


Abbildung 2: Resultate der CO-Messungen

Abbildung 2 zeigt, dass 4 von 5 CO-Messungen den Grenzwert mit Reserve einhalten. Es konnte allerdings nicht sicher festgestellt werden, ob 50 mg/m³ der gültige Grenzwert ist, so wie er im Genehmigungsbescheid steht oder 100 mg/m³, wie er in den Messberichten zitiert wird gemäß der Anlage 3 der Verordnung 3/2002. (II. 22.) KÖM. Falls der höhere Grenzwert gilt, ist dieser in allen Fällen eingehalten.

2. ábra: A CO-mérések eredményei

A 2. ábra azt mutatja, hogy mind 5 HF-mérésből 4 tartalékkal betartja a határértéket. Mindazonáltal nem lehetett biztosan megállapítani, hogy az 50 mg/m³ az érvényes határérték-e, ahogyan az az engedélyben szerepel, vagy a 100 mg/m³, ahogyan azt a mérési jelentésekben a KÖM 3/2002. (II. 22.) sz. rendeletének 3. melléklete szerint idézik. Amennyiben a magasabb határérték érvényes, akkor ez minden esetben be van tartva.

100

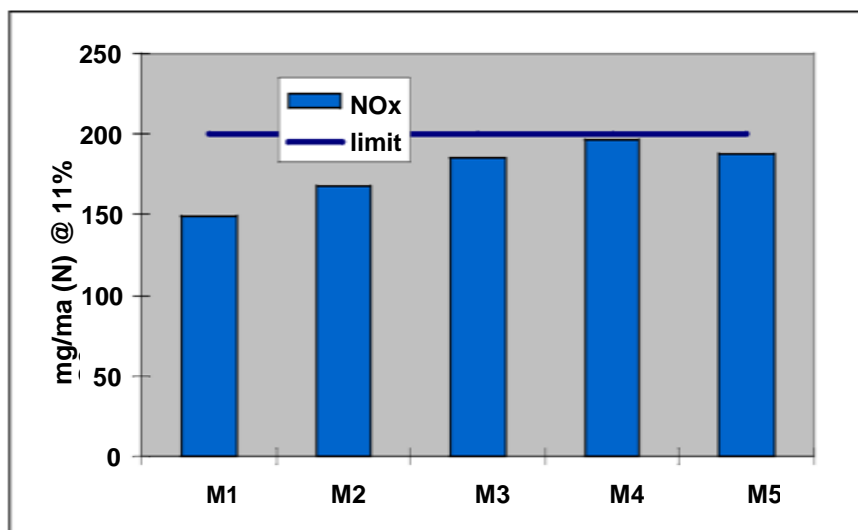


Abbildung 3: Resultate der NO_x-Messungen
Abbildung 3 zeigt, dass alle 5 NO_x-Messungen den Grenzwert einhalten

3. ábra: Az NO_x-mérések eredményei
A 3. ábra azt mutatja, hogy mind az 5 NO_x-mérés betartja a határértéket

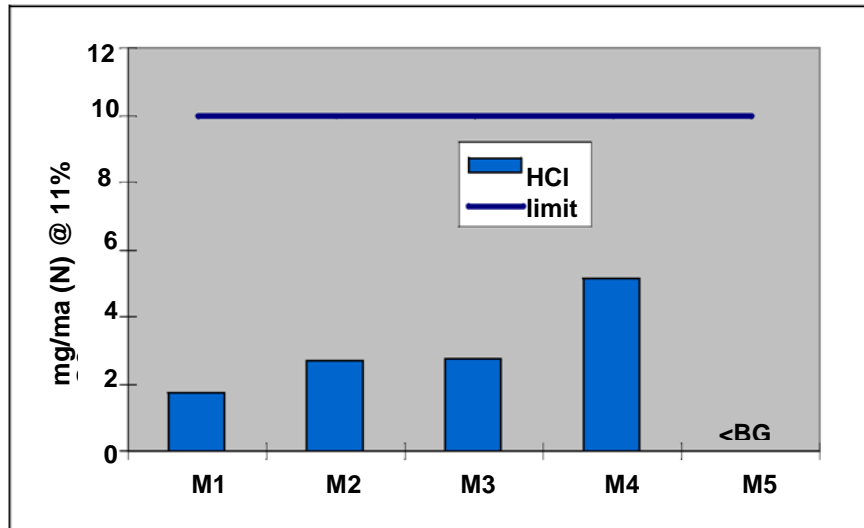


Abbildung 4: Resultate der HCl-Messungen

Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, dass alle 5 HCl-Messungen den Grenzwert mit Reserve einhalten. Bei der letzten Messung M5 wurde HCl kleiner als die Bestimmungsgrenze (BG) quantifiziert ($<0,00085 \text{ mg/m}^3$). Der von GARANT zugesagte Gewährleistungswert von $7,0 \text{ mg/m}^3$ wurde ebenso eingehalten.

4. ábra: A HCL-mérések eredményei

A 4. ábra azt mutatja, hogy mind az 5 HCL-mérés tartalékkal betartja a határértéket. A legutolsó M5-mérésnél a HCl-re alacsonyabb mennyiséget állapítottak meg, mint a meghatározási határérték (BG) ($<0,00085 \text{ mg/m}^3$). A GARANT által vállalt $7,0 \text{ mg/m}^3$ -es jóállási határértéket szintén betartotta.

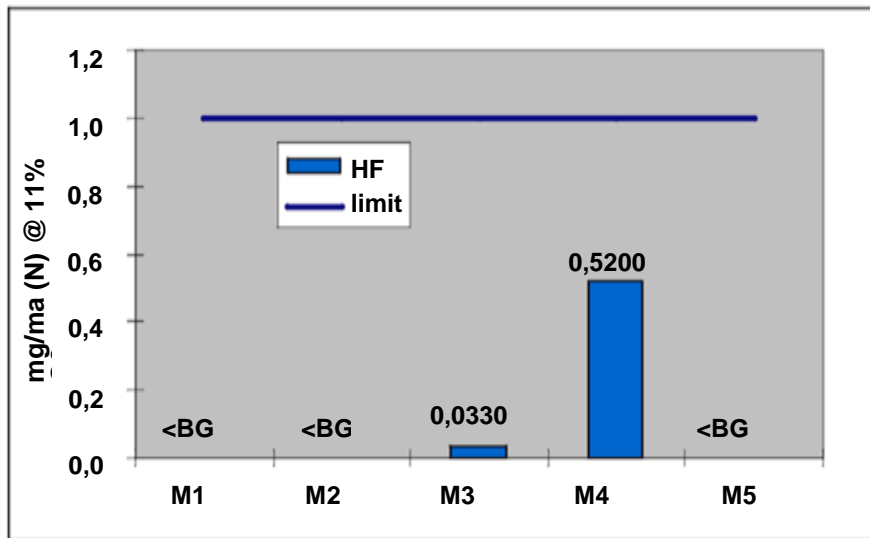


Abbildung 5: Resultate der HF-Messungen

Abbildung 5 zeigt, dass alle 5 HF-Messungen den Grenzwert mit Reserve einhalten. Der von GARANT zugesagte Gewährleistungswert von $1,4 \text{ mg/m}^3$ wurde ebenfalls eingehalten. Der Wert der Bestimmungsgrenze variierte zwischen $<0,00028$ und $<0,065 \text{ mg/m}^3$.

5. ábra: A HF-mérések eredményei

A 5. ábra azt mutatja, hogy mind az 5 HF-mérés tartalékkal betartja a határértéket. A GARANT által vállalt $1,4 \text{ mg/m}^3$ -es jótállási határértéket szintén betartotta. A mennyiségi meghatározás határértéke $<0,00028$ és $<0,065 \text{ mg/m}^3$ között váltakozott.

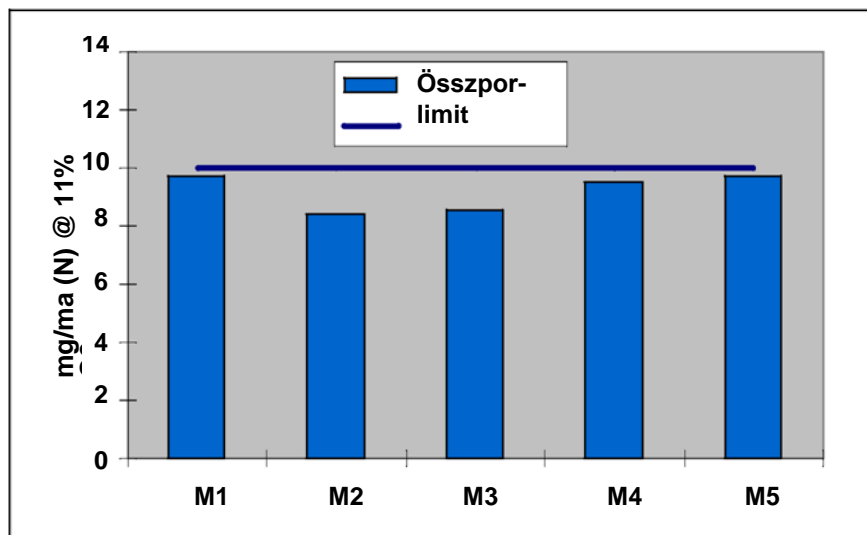


Abbildung 6: Resultate der Gesamtstaub-Messungen

Abbildung 6 zeigt, dass alle 5 Gesamtstaub-Messungen den Grenzwert knapp einhalten. Der von GARANT zugesagte Gewährleistungswert von 5 mg/m^3 wurde stets überschritten

6. ábra: Az összespor-mérések eredményei

A 6. ábra azt mutatja, hogy mind az 5 összespor-mérés éppen hogy betartja a határértéket. A GARANT által vállalt 5 mg/m^3 -es jótállási határértéket mindig túllépte.

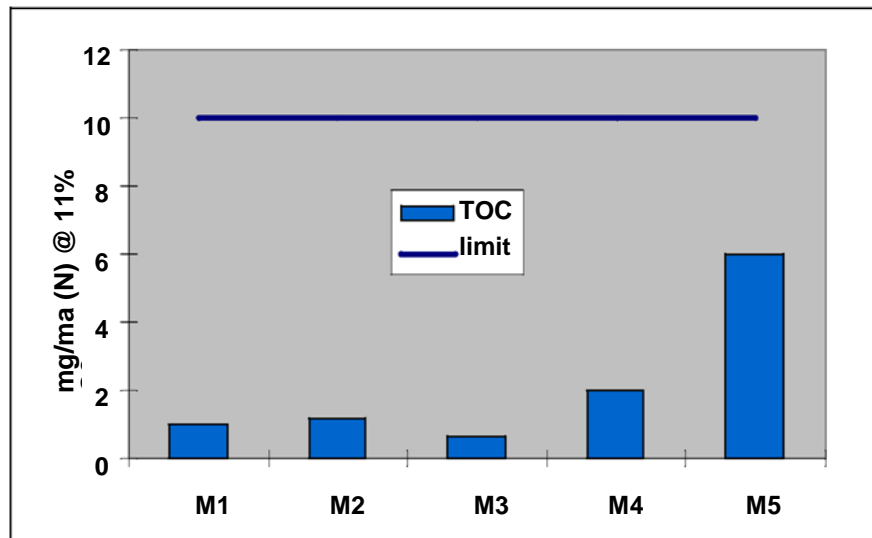


Abbildung 7: Resultate der TOC-Messungen
Abbildung 7 zeigt, dass alle 5 TOC-Messungen den Grenzwert mit Reserve einhalten

7. ábra: A TOC-mérések eredményei
A 7. ábra azt mutatja, hogy mind az 5 TOC-mérés tartalékkal betartja a határértéket.

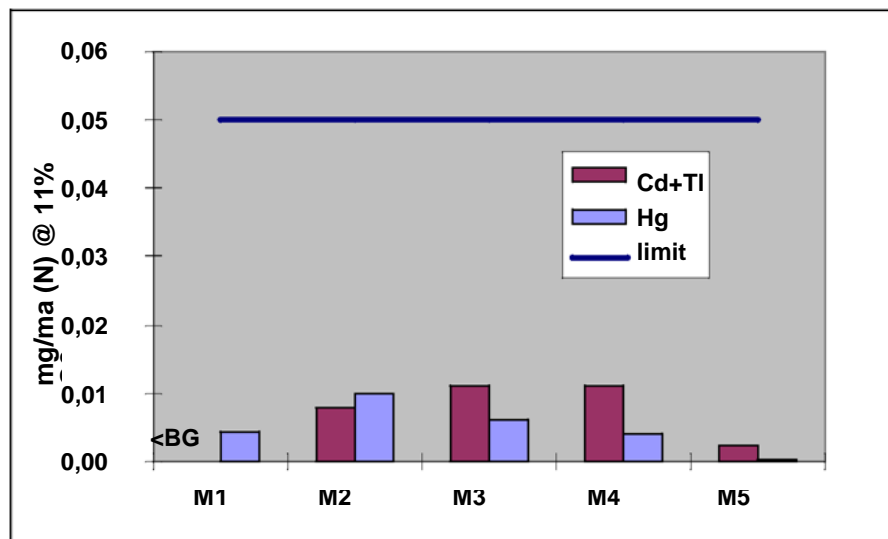


Abbildung 8: Resultate der Cd, TI und Hg-Messungen
Aus Abbildung 8 ist ersichtlich, dass alle 5 Cd, TI und Hg -Messungen den Grenzwert mit Reserve einhalten. Der von GARANT zugesagte Gewährleistungswert von 0,035 mg/m³ wurde stets eingehalten. Der Zahlenwert der Bestimmungsgrenze der Cd+TIMessung M1 wurde nicht angegeben.

8. ábra: A Cd, TI és Hg-mérések eredményei
A 8. ábra azt mutatja, hogy mind az 5 Cd-, TI- és Hg-mérés tartalékkal betartja a határértéket. A GARANT által vállalt 0,035 mg/m³ -es jótállási határértéket mindig betartotta. Az M1-es pont Cd+TI-mérése meghatározási számértékét nem adták meg.

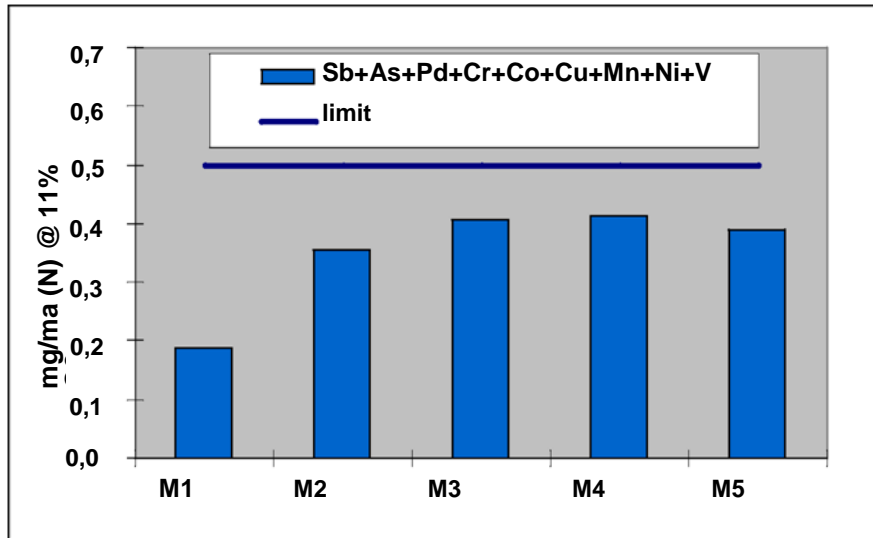


Abbildung 9: Resultate der Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V-Messungen

Abbildung 9 zeigt, dass alle 5 Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V-Messungen den Grenzwert mit Reserve einhalten. Der von GARANT zugesagte Gewährleistungswert von 0,35 mg/m³ wurde viermal überschritten.

9. ábra: A Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V-mérések eredményei

A 9. ábra azt mutatja, hogy mind az 5 Sb+As+Pd+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V-mérés tartalékkal betartja a határértéket. A GARANT által vállalt 0,35 mg/m³ -es jótállási határértéket négyszer túllépte.

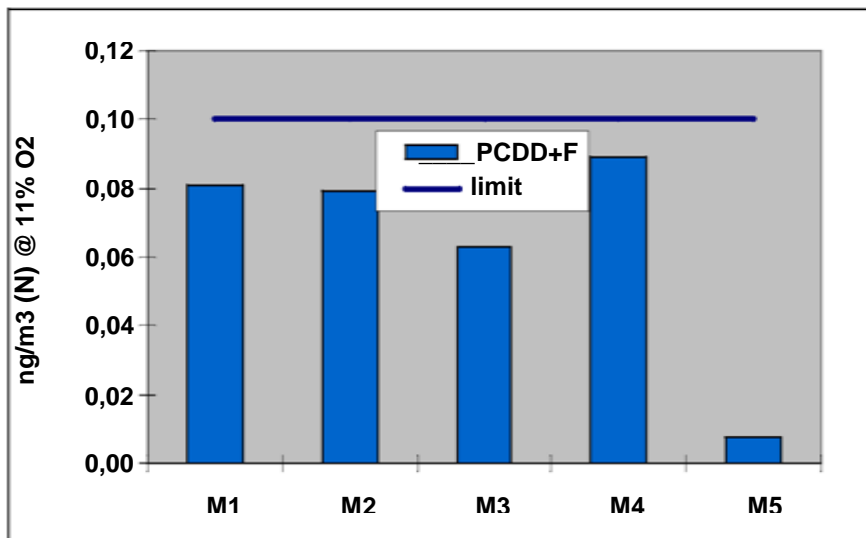


Abbildung 10: Resultate der PCDD+F-Messungen

In Abbildung 10 ist ersichtlich, dass alle 5 PCDD+F-Messungen den Grenzwert einhalten.

5.2 Asche

Eine einzige Ascheanalyse ist verfügbar ⁽¹⁰⁾. Die Probenahme wurde am 18. Dezember 2013 bei der Anlage vorgenommen und anschließend analysiert. Dabei wurden ein Glühverlust von 7,1 % und ein TOC-Gehalt der Asche von 4,7 % festgestellt. Beide Werte liegen oberhalb der im Genehmigungsbescheid vorgeschriebenen Grenzen von 5 % für den Glühverlust und 3 % für den TOC-Gehalt.

Es ist davon auszugehen, dass die Asche aus den am 23. und 24. November 2013 erfolgten Verbrennungsversuchen stammt. Informationen zur Asche der Versuche ein Jahr später liegen nicht vor.

5.3 Energetischer Wirkungsgrad

Zum Thema energetischer Wirkungsgrad liegen keine Betriebsergebnisse vor, lediglich eine theoretische Abhandlung ⁽¹¹⁾, die eine Energieeffizienz von 0,86 berechnet und damit ein (besseres) Ergebnis oberhalb des Wertes von 0,65, der in der „Anlage 3 des Gesetzes CLXXXV aus dem Jahre 2012 über den Abfall“ vorgeschrieben ist. Dieser Wert von 0,65 ist für nach dem 31. Dezember 2008 genehmigte Anlagen gefordert, um als Verwertungsoperation gemäß R1 zu gelten.

6 Bewertung/Zusammenfassung

6.1 Abgasemissionen

Eine Bewertung der Ergebnisse muss der Tatsache Rechnung tragen, dass den 5 Messergebnissen unterschiedliche Betriebszustände zugrunde liegen, was die Additivdosierung, die Brennstoffmenge und die Rostgeschwindigkeit anbetrifft. Diese Bedingungen sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefasst, wobei die Rostgeschwindigkeit so interpretiert wurde, dass in den angegebenen Zeiten gleiche Transportwege zurückgelegt wurden. Damit entsprechen 8 Minuten einer langsamen Rostbewegung, 7 Minuten einer mittleren und 4,5 bis 5,5 Minuten einer schnellen Rostbewegung.

Tabelle 2: Gemessene Betriebszustände

10. ábra: A PCDD+F-mérések eredményei

A 10. ábrából látható, hogy mind az 5 PCDD+F-mérés a határértéket betartja.

5.2 Hamu

Egyetlen hamuelemzés áll rendelkezésre ⁽¹⁰⁾. A mintavétel 2013. december 18-án történt a létesítményben és utána elemezték is. Itt 7,1%-os izzítási veszteséget és a hamu 4,7%-os TOC-tartalmát állapították meg. Mindkét érték fölötté van az engedélyben előírt 5%-os izzítási veszteségnek és a 3%-os TOC-tartalomnak.

Abból lehet kiindulni, hogy a hamu a 2013. november 23-24-i égetési kísérletekből származik. Az egy évvel későbbi kísérletek hamujával kapcsolatban nincsenek információink.

5.3 Energetikai hatások

Az energetikai hatások kérdésében nincsenek üzemeltetési tapasztalatok, csupán egy elméleti értekezés ⁽¹¹⁾, amely 0,86-os energiahatékonyságot számít ki és ezzel a 0,65-ös érték feletti (jobb) eredményt, amely a „Hulladékokról szóló 2012/CLXXXV. sz. törvény 3. mellékletében” előírt érték. Ez a 0,65-ös érték a 2008. december 31-e után engedélyezett létesítményekre vonatkozó követelmény, hogy érvényesüljön az R1 (1. átdolgozás) szerinti újrahasznosítási tevékenység.

6. Értékelés/összefoglalás

6.1 Füstgázemissziók

Az eredmények értékelésének számolnia kell azzal, hogy az 5 mérési eredmény alapja különböző üzemállapotok voltak, ami az adalékanyag-adagolást, a tüzelőanyag-mennyiséget és a rostély sebességét illeti. Ezeket a feltételeket az alábbi 2. táblázat foglalja össze, ahol a rostélysebességet úgy értelmezték, hogy a megadott idők alatt megtett távolság azonos legyen. Ennél 8 perc a lassú rostély-mozgatásnak, 7 perc közepesnek és 4,5 - 5,5 perc gyors rostély-mozgatásnak felel meg.

2.sz. táblázat: Mért üzemi állapotok

Ident. azonosító	Additív dosierung Adalékanyagok adagolása [kg/h]	Brennstoffmasse Tüzelőanyag-tömeg [kg/h]	Rostgeschwindigkeit Rostélysebesség	Herkunft Schlamm Iszap származása
M1	37,5	233	langsam / lassú	n. a.
M2	3,3	220	schnell / gyors	n. a.
M3	7,5	210	schnell / gyors	n. a.
M4	9,0	198	schnell / gyors	n. a.
M5	0,0	197	mittel / közepes	n. a.

6.1.1 SO₂-Emissionen

Die 5 Messergebnisse aus Abbildung 1 zeigen ähnliche Emissionen. Die unterschiedlichen Betriebszustände hatten offenbar keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der SO₂-Emissionen. Die im Schlamm und im Hackgut enthaltenen Schwefelmengen sind vermutlich gering, dies würde erklären, wieso wechselnde Brennstoffmengen und selbst die Aussetzung der Additív dosierung die SO₂-Emission kaum beeinflussen.

6.1.2 CO-Emissionen

Werden die 5 Messergebnisse aus Abbildung 2 betrachtet, sind erhöhte Emissionen bei der ersten Messung festzustellen. Die anderen Messungen sind ähnlich niedrig. Der Versuch, dies mit den unterschiedlichen Betriebszuständen zu erklären fällt schwer, da bei der ersten Messung eine langsame Rostgeschwindigkeit eingestellt war, was eigentlich vorteilhaft für eine vollständige Verbrennung mit niedriger CO-Konzentration sein sollte. Gleichzeitig war die verbrannte Brennstoffmenge groß, was wiederum gut für eine hohe Temperatur im Brennraum ist, was tatsächlich auch so gemessen wurde, wodurch wiederum niedrige CO-Emissionen erwartet werden. Trotzdem lag die erste Messung oberhalb der anderen vier. Dies könnte auf noch nicht stabilisierte Verbrennungsbedingungen zurückgeführt werden, da die Anlage vermutlich kurz vorher hochgefahren wurde. Ein Zusammenhang mit den in Tabelle 2 aufgeführten Parametern scheint unwahrscheinlich.

6.1.3 NO_x-Emissionen

Die 5 Messergebnisse aus Abbildung 3 zeigen etwas geringere Emissionen bei der ersten Messung und damit ein typisch antagones Bild zur CO-Emission. Damit gewinnt der Erklärungsversuch der noch nicht stabilisierten Verbrennungsbedingungen aus dem vorherigen

6.1.1 SO₂-emissziók

Az 1. ábra 5 mérési eredménye hasonló emissziókat mutat. Szemmel látható, hogy a különböző üzemállapotoknak nem volt hatása az SO₂-emissziók mértékére. Az iszap és az apríték kéntartalma vélhetően alacsony, ez magyarázná meg azt, hogy a váltakozó tüzelőanyag-mennyiségek és magának az additív-adagolásnak a kihagyása is alig befolyásolja az SO₂-emissziót.

6.1.2 CO-emissziók

Ha a 2. ábrában mutatott 5 mérési eredményt tekintjük, az első mérésnél megnövekedett emissziókat lehet megállapítani. A többi mérés hasonlóan alacsony: Annak a kísérlete, hogy ezt különböző üzemi állapotokkal magyarázzuk meg, nehéz, mert az első kísérletben lassú rostélysebességet állítottak be, aminek tulajdonképpen előnyösnek kellene lennie az alacsony CO-koncentrációval történő teljes elégetésre nézve. Egyidejűleg az elégetett tüzelőanyag nagy mennyiségű volt, ami pozitív az égéstér magas hőmérsékletére nézve, amelyet ténylegesen ilyenek is mértek, miáltal ismét csak alacsony CO-kibocsátások várhatók. Ennek ellenére az első mérés a többi négyet meghaladta. Ezt nem stabilizált égetési feltételekre lehetne visszavezetni, mert a létesítményt feltehetőleg röviddel előtte szabályozták fel. A 2. táblázatban szereplő paraméterekkel való összefüggés valószínűtlennek tűnik.

6.1.3 NO_x-emissziók

A 3. ábrában lévő 5 mérési eredmény valamivel alacsonyabb kibocsátást mutat az első mérésnél és így tipikusan ellentétes képet a CO-méréshez képest. Ezáltal az előző fejezetben említett még nem stabil égési feltételek magyarázatának

Kapitel Gewicht und ein Zusammenhang mit den in Tabelle 2 aufgeführten Parametern scheint ebenso unwahrscheinlich. Ganz allgemein kann man anmerken, dass der NO_x-Grenzwert sehr niedrig liegt, da die europäische Richtlinie 2000/76/EG, die als Grundlage der Abgaslimits herangezogen wurde, für Anlagen bis 6 t/h Brennstoffdurchsatz einen Grenzwert von 400 mg/m³ vorsieht und den strengeren Grenzwert von 200 mg/m³ lediglich für solche mit Durchsätzen über 6 t/h. Die Anlage BIOMORV hat eine Genehmigung für 9,8 Tonnen pro Tag.

6.1.4 HCl- und HF-Emissionen

Die 5 Messergebnisse der Abbildungen 4 und 5 zeigen, dass sowohl die HCl-Messung als auch die HF-Messung der zweiten Kampagne (M5) Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze lieferten. Eigentlich hätte man bei diesen Messungen erhöhte Konzentrationen erwartet, da kein Additiv dosiert wurde. Das verwendete Additiv ist speziell für die Reduktion der sauren Gase zuständig. Eventuell ist der bei der zweiten Kampagne verbrannte getrocknete Schlamm anders als der der ersten zusammengesetzt. Leider geht dazu aus den vorliegenden Unterlagen nichts hervor, genausowenig wird etwas über die Herkunft des Schlammes gesagt. Eigentlich sollte dieser aus der Kläranlage vor Ort stammen.

Auch die Werte M1 bis M4, bei denen man davon ausgehen kann, dass der Schlamm vom gleichen Typ ist, sind unter sich nicht schlüssig. Man misst zwar erwartungsgemäß die niedrigsten Emissionen beim Zustand M1, dem Zustand der höchsten Additivdosierung, aber bei der zweithöchsten Dosierung M4 werden die mit Abstand höchsten HCl- und HF-Emissionen dieser Kampagne registriert. So bleibt also die Vermutung, dass die Schlammherkunft und/oder zusätzliche nicht in Tabelle 2 aufgeführte Parameter die Emission der sauren Gase HCl und HF maßgeblich beeinflussen.

6.1.5 Gesamtstaub-Emissionen

Die 5 Messergebnisse der Abbildung 6 zeigen ähnliche Emissionen nahe des Grenzwertes. Die unterschiedlichen Betriebszustände hatten offenbar keinen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Gesamtstaub-Emissionen. Wie bereits weiter oben erwähnt, sind etwa halb so hohe Konzentrationen erwartet worden. Eventuell sinkt die Gesamtstaubkonzentration noch wenn die Filteranlage „eingefahren“ ist. Andernfalls könnte man die Filterfläche durch den Einbau von weiteren Filterschläuchen erhöhen und damit eine komfortablere Distanz zu den geltenden Grenzwerten realisieren.

kísérlete hangsúlyossá válik és a 2. táblázatban szereplő paraméterekkel való összefüggés szintűgy valószínűtlennek tűnik. Teljesen általánosan azt lehet megemlíteni, hogy az NO_x-határérték nagyon alacsony, mert a 2000/76/EK európai irányelv, amely a füstgázlimitok alapjául szolgál, max. 6 t/h-s tüzelőanyag-áthaladású létesítményekre 400 mg/m³ -es határértéket ad meg és a 200 mg/m³ -es szigorúbb határértéket csak 6 t/h fölötti áthaladású létesítményekre. A BIOMORV-létesítményre kiadott engedély 9,8 tonna/nap

6.1.4 HCl- és HF-emissziók

A 4-5. ábra 5 mérési eredménye azt jelzi, hogy mind a HCl-mérés, mind a HF-mérés a második mérési sorozatban (M5) a mennyiségi meghatározási határérték alatti értékeket szolgáltat. Tulajdonképpen ezeknél a méréseknél magasabb koncentrációkat vártunk volna el, mert adalékanyag beadagolása nem történt. Az alkalmazott adalékanyag speciális feladata a savas gázok csökkentése. Esetleg a második méréssorozatnál elégetett szárított iszap más összetételű mint az első. Sajnos, erre vonatkozóan semmi nem derül ki a meglévő dokumentumokból, éppoly keveset szóltak az iszap származásáról. Ennek tulajdonképpen a helyi szennyvíztisztítóba kellene származnia.

Még az M1 - M4 értékei, amelyeknél abból lehet kiindulni, hogy az iszap azonos típusú, sem következetesek önmagukban. Bár a várakozások szerint az M1 állapotban mérjük a legalacsonyabb kibocsátásokat, amely a legmagasabb adalékanyag-adagolás állapota, viszont a második legnagyobb, M4-es adagoláskor regisztrálják messze a legmagasabb HCl- és HF-emissziókat ebben a mérési sorozatban. Tehát csak az a vélekedésünk marad, hogy az iszap származása, és/vagy a 2. táblázatban fel nem tüntetett valamilyen plusz paraméterek mérvadóan befolyásolják a HCl és HF savanyú gázok emisszióját.

6.1.5 Összespor-emissziók

Az 6. ábra 5 mérési eredménye hasonló, határérték-közeli emissziókat mutat. Szemmel látható, hogy a különböző üzemállapotoknak nem volt hatása az összespor-kibocsátás mértékére. Amint azt már fentebb említettük, kb. fele olyan magas koncentrációt vártunk. Esetleg még csökken az össz-porkoncentráció, ha a szűrőberendezést „bejártatják”. Más esetekben a szűrőfelületet további tömlős szűrők beépítésével lehetne megnövelni és

6.1.6 TOC-Emissionen

Die 5 Messergebnisse der Abbildung 7 zeigen, dass die TOC-Messung der zweiten Kampagne (M5) Werte deutlich oberhalb der restlichen Konzentrationen liegt. Eine mögliche Erklärung wäre eine andere Schlammzusammensetzung der 2. Kampagne. Es kann aber auch die Konsequenz einer etwas schlechteren Verbrennung sein. Sieht man nämlich auf die Komponente CO, stellt man neben dem Ausreisser M1 die zweithöchste CO-Emission ebenfalls bei M5 fest. Im Vergleich zu den Messungen M1 bis M4 ist die Messung M5 diejenige, mit einem deutlich höheren Luftüberschuss. Verbrennungen mit hohem Luftüberschuss sind oft mit lokaler unvollständiger Verbrennung verbunden, aufgrund des Abkühlungseffektes der Verbrennungsluft. Dazu kommt noch die kleine Last (Brennstoffverbrauch), was weiter zur Temperaturabsenkung beiträgt. Tatsächlich wurden bei der Messung M5 nur 127 °C im Kamin als Abgastemperatur gemessen, während es bei den Messungen M1 bis M4 zwischen 208 und 219 °C waren.

6.1.7 Emissionen von Schwermetallen

Werden die 5 Messergebnisse der Abbildungen 8 und 9 betrachtet, sind innerhalb der Messgenauigkeit in der Summe etwa gleichbleibende Emissionen von Schwermetallen festzustellen. Eine Ausnahme stellt M1 dar, die Messung, die wie oben schon gesagt, aufgrund der noch nicht eingefahrenen Abgasreinigung ein Sonderfall darstellt. Gleichbleibende Emissionen würde man bei gleichbleibender verbrannter Schlammmenge erwarten, was annäherungsweise der Fall war, da diese Schadstoffe hauptsächlich im Schlamm enthalten sind und von der restlichen Betriebsparametern wenig beeinflusst werden.

6.1.8 PCDD+F-Emissionen

Betrachtet man die 5 Messergebnisse der Abbildung 10 fällt auf, dass M5 eine wesentlich niedrigere Emission aufweist als alle Messungen der 1. Kampagne. Ob das an anderen Schlammigenschaften liegt oder an den Verbrennungsbedingungen oder an beidem kann aus den vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden. Der Unterschied ist aber so drastisch, dass es sich lohnt, dieser Ursache nachzuforschen.

6.1.9 Geruchsemissionen

Leider ist die Schlamm Trocknung im betrachteten Zeitraum nicht in Betrieb gewesen. Das ist nicht nur bedauerlich, da wichtige Betriebsdaten zu diesem wesentlichen Anlagenteil fehlen, es wäre auch interessant gewesen zu sehen, in welchem Ausmaß dort

ezáltal megnőne a távolság az érvényes határértékekhez képest

6.1.6 TOC-emissziók

A 7. ábra 5 mérési eredménye azt jelzi, hogy a második mérési sorozat TOC-mérése (M5) sokkal magasabb, mint a maradék koncentráció. Egy lehetséges magyarázat lenne a 2. mérési sorozat eltérő iszapösszetétele. Ez azonban valamivel rosszabb elégetés következménye is lehet. Ha ugyanis a CO-komponenst nézzük, a szélsőséges M1 mellett a második legnagyobb CO-kibocsátás szintén az M5-nél van. Az M1 - M4 mérésekkel összehasonlítva az M5 mérés az az, amely sokkal magasabb légfölsleggel rendelkezik. Nagy légfelületű égetések gyakran lokálisan tökéletlen égéssel járnak, az égéslevegő hűtő hatása miatt. Hozzájön még a kis terhelés (tüzelőanyag), ami továbbá hozzájárul a hőmérséklet csökkentéséhez. Az M5 mérésnél ténylegesen 127 °C-os füstgázhőmérsékletet mértek a kéményben, míg az M1 - M4-es méréseknél 208 és 219 °C közötti értékeket.

6.1.7 Nehézfém-emissziók

Ha a 8-9. ábra 5 mérési eredményét tekintjük, akkor a mérési pontosságon belül összességében kb. azonos mértékű nehézfém-kibocsátás állapítható meg. Kivétel az M1, mert a mérés a fentiekben már említettek szerint a még be nem járatott füstgáztisztítás miatt különleges eset. Azonos emissziókat azonos elégetett iszapmennyiségnél várnánk, ami közelítőleg erre az esetre jellemző volt, mert ezek a szennyezők főleg az iszapban vannak és az egyéb üzemi paraméterek kevésbé befolyásolják.

6.1.8 PCDD+F-emissziók

Ha a 10. ábra 5 mérési eredményét tekintjük, feltűnő, hogy az M5 sokkal kisebb kibocsátást jelez, mint az 1. mérési sorozat összes mérése. Hogy ennek oka másfajta iszaptulajdonságokban vagy az égési feltételekben van, a jelenlegi adatokból nem vezethető le. A különbség azonban annyira drasztikus, hogy megéri ennek okát felkutatni.

6.1.9 Szagmissziók

Sajnos az iszapszáritás a megfigyelt időszakban nem üzemelt. Ez nem csak sajnálatos, hogy a létesítmény e lényeges komponenséből fontos üzemeltetési adatok hiányoznak, érdekes lett volna látni, hogy milyen mértékben keletkeznek ott szagmissziók és ezt hogyan ellenőrizték volna. A tapasztalatok szerint a biofilterek a

Geruchsemissionen entstehen und wie man diese dann kontrolliert hätte. Erfahrungsgemäß sind Biofilter für Gerüche die kostengünstigste Lösung, sofern man genügend Platz zur Verfügung hat. Selbst wenn der Biofilter gut funktioniert, sind damit Nachteile verbunden. Neben den Investitionskosten fallen Betriebskosten an, z.B. durch Lüfter, die sich negativ auf die Energiebilanz auswirken.

6.2 Ascheanalysen

Die einzige bislang vorliegende Information zum Glühverlust und TOC-Gehalt der Asche zeigt, dass die angestrebten Werte noch nicht erreicht wurden. Da allerdings nur eine Analyse vorliegt, ist der Optimierungsprozess für diesen Parameter noch nicht im Gange. Prinzipiell bietet die Anlage vor allem durch die variable Rostgeschwindigkeit das Potential, den Ausbrand auf das erforderliche Ausmaß zu verbessern.

6.3 Energetischer Wirkungsgrad

Bei der von Prof. Dr. István Szűcs vorliegenden Berechnung einer Energieeffizienz von 0,86 ist korrekt für den Fall, dass bereits getrockneter Klärschlamm (95 % TS) zur Verfügung steht und sämtliche erzeugte Wärme auch verkauft werden kann. Das entspricht jedoch nicht der Idee des Projekts, bei der die Trocknung des lokal erzeugten Schlamms von der Anlage zu leisten ist. Dieser Teil der Energie kann also nicht verkauft werden, was den energetischen Wirkungsgrad vermindert.

Desweiteren geht seine Rechnung von der Verbrennung einer Mischung aus getrocknetem und nassem Schlamm (20 % TS) aus. Die Eignung der Anlage zur Verbrennung von nassem Schlamm ist aber aus verschiedenen Gründen zu bezweifeln. Erstens ist die Art des Brennraums, welcher einen Treppenrost darstellt, eine typische Konfiguration für die Verbrennung von inhomogenen Feststoffen, nicht aber für pastöse Stoffe wie Schlämme. Diese werden besser in Wirbelschichtverbrennungen entsorgt. Zweitens wird üblicherweise durch die Zugabe von feuchten Schlämmen die Verbrennung kühler und die Staubemissionen steigen an. Da die bislang vorliegenden Daten Anzeichen geben, dass die Verbrennungstemperatur noch nicht stabil genug eingestellt ist und weiterhin die Staubemissionen nur sehr knapp den Emissionsgrenzwert einhalten, sieht es nicht so aus, als wäre die Anlage für nasse Schlämme geeignet.

Die unzureichende Stabilität der Verbrennungsbedingungen wird anschaulich, wenn man sich in der folgenden Abbildung 11 den Verlauf der Sauerstoffkonzentration ansieht,

legolcsóbb megoldás a szagokra, amennyiben elegendő hely áll rendelkezésre. Még akkor is, ha a biofilter jól működik, vannak kapcsolódó hátrányok. A beruházási költség mellett üzemeltetési költség is keletkezik, pl. szellőztetők, amelyek negatív hatásúak az energia-mérlegre.

6.2. Hamuelemzések

A hamu izzítási veszteségével és TOC-tartalmával kapcsolatos eddig egyedüli információk azt mutatják, hogy a célul kitűzött értékeket még nem érték el. Mivel azonban csak egy elemzés áll rendelkezésre áll, erre a paraméterre még folyamatban van az optimalizálás. Elvben a létesítmény mindenképp a változtatható rostélysebesség által rendelkezik azzal a potenciállal, hogy a kiegészítés az optimális szintre javuljon.

6.3 Energetikai hatások

A Prof. Dr. Szűcs István-tól rendelkezésre álló 0,86-os energiahatékonysági számítás arra az esetre korrekt, hogy már kiszárított szennyvíziszap (95% SZ.A.) áll rendelkezésre, és az összes termelt hő eladható. Ez viszont nem felel meg a projekt ötletének, amely abból indul ki, hogy a helyben előállított iszap szárítását a létesítménynek kell teljesítenie. Az energiának ez a része tehát nem adható el, ami az energetikai hatásfokot csökkenti.

Továbbá számítása szárított és nedves iszap (20% SZ.A.) keverékének elégetéséből indul ki. A létesítmény nedves iszap elégetésére való alkalmassága azonban különféle okok miatt kétségbe vonható. Először is az égéstér azon fajtája, amely a lépcsős rostélyt tartalmazza, inhomogén anyagok elégetésére alkalmazott tipikus konfiguráció, de nem pasztaszerű anyagokra, mint iszapok. Ezeket jobban lehet fluidágyas tüzeléssel ártalmatlanítani. Másrészt szokásos módon a nedves iszapok hozzáadásával az égetés hűvösebbé válik és a porkibocsátások növekednek. Mivel az eddigi adatok azt jelzik, hogy az égési hőmérséklet még nincs eléggé stabilan beállítva, és továbbá a poremissziók éppen hogy csak nagyon szűken tartják be a kibocsátási határértékeket, nem úgy néz ki, mintha a létesítmény nedves iszapokra alkalmas lenne.

Szemléletessé válik az égési feltételek nem kielégítő stabilitása, ha az alábbi 11. ábrában az oxigénkoncentráció alakulását nézzük, amelyet az M5 mérés alatt mértek ⁽⁸⁾. Ez ciklikusan ingadozik 15-18% között, amely nem kielégítő szabályozási technikára

<p>die während der Messung M5 aufgezeichnet wurde ⁽⁸⁾. Dieser schwankt zyklisch zwischen 15 und 18 %, was auf eine unzureichende Regelungstechnik zurückzuführen ist. Damit verbunden sind Schwankungen des Luftüberschusses, der Verbrennungstemperatur und der Bildung von Schadstoffen.</p>	<p>vezethető vissza. Ezzel kapcsolatos a légfölösleg, a tüzelési hőmérséklet és a szennyezőanyagok képződése.</p>
---	---

Messzeit [hh:mm]
 O2-Diagramm der Punktquelle P1
 auf dem Standort in Eger, Kőlyuk út hrsz.: 9841

Mérés ideje [óó:pp]
 A P1 pontforrás O2-diagramja
 Eger, Kőlyuk út hrsz.: 9841 telephelyen

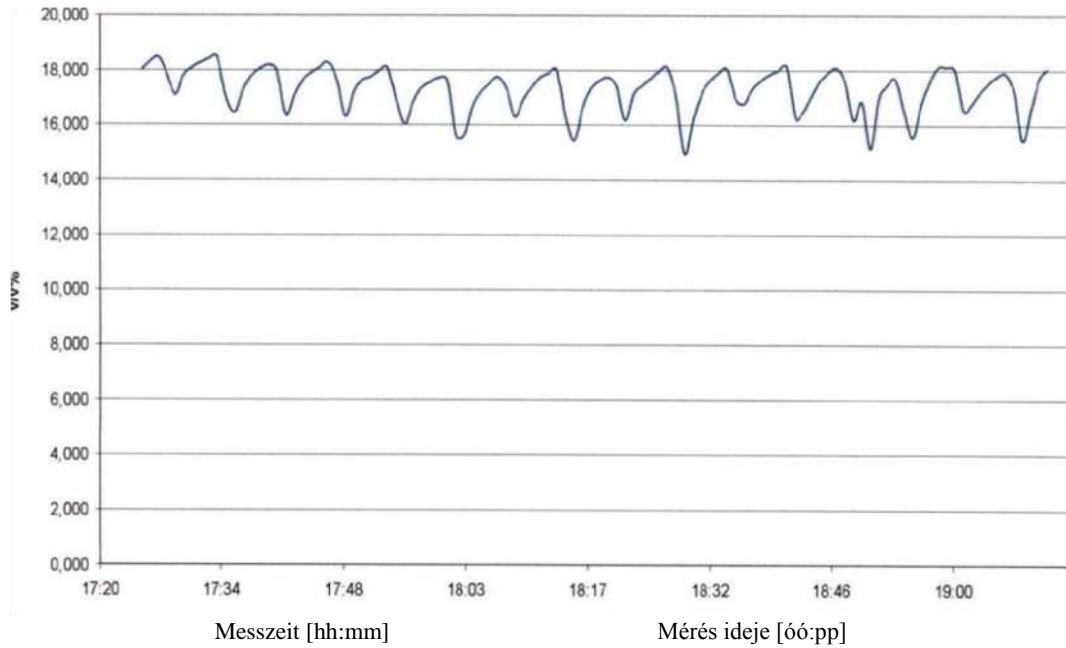


Abbildung 11: Verlauf der O₂-Konzentration bei M5

Wird der energetische Wirkungsgrad unter den Bedingungen berechnet, dass nur getrockneter Schlamm verbrennt und die Energie zur Trocknung von der Anlage geliefert wird, so reduziert sich die Nettowärmeenergiemenge von 28858 GJ/a auf 7028 GJ/a und die Summe E_p aus erzeugter Wärme plus Strom auf 20973 GJ/a. Der so errechnete energetische Wirkungsgrad ergibt dann den Wert von 0,35. Dieser niedrige Wert kommt deshalb zustande, weil in der Rechnung von einem Brennstoff mit hohem Energiegehalt ausgegangen und die große Arbeit zur Trocknung von der ausnutzbaren Energie abgezogen wird. Dann bleibt nicht viel übrig.

Die Rechnung könnte aber auch so angesetzt werden, dass von einem Schlamm mit 20 % TS als Brennstoff ausgegangen wird, unabhängig davon, ob dieser Schlamm direkt in den Brennraum gegeben werden kann oder zuerst getrocknet werden muss, da ja in beiden Fällen die Energie zur Verdampfung vom Prozess geliefert wird. Im Endeffekt ergibt sich in beiden Fällen dieselbe ausnutzbare Energiemenge E_p . Wird diese jedoch auf den minderwertigen Input E_w bezogen, der anstelle von ursprünglichen 46917 GJ/a jetzt nur noch 22500 GJ/a beträgt, ergibt sich ein Wirkungsgrad von 0,76.

7 Ausblick/Weiterführende Arbeiten

Bereits im Genehmigungsbescheid vom 5. Juni 2013 steht (6):

Im Laufe des Versuchs wird u. a. das optimale Verhältnis der einzutragenden Stoffe (Klärschlamm, Hackgut, Pellets) bestimmt und die Optimierung der Betriebsführungsparameter und die Korrektur des Prozesses bzw. auf der Grundlage der durchgeführten Luftreinheitsschutzmessungen die Auswahl des

Rauchgasreinigungssystems für den Betrieb werden erfolgen.

Typisch sollen Verbrennungsversuche von einigen Stunden durchgeführt werden, voraussichtlich 8-10 Male, während mit eigenen Instrumenten kontinuierliche Messungen durchgeführt werden, ferner wird vorgesehen, durch akkreditierte Organisationen 4 Stück Emissionsmessungen durchzuführen.

Weiterhin stellt Prof. Dr. István Szücs der Universität Miskolc am 21. Januar 2015 dazu fest (2):

In nächster Zukunft ist ein kontinuierlicher Betrieb der Einrichtung über mehrere Monate erforderlich, um die eventuell

11. ábra: Az O₂-konzentráció alakulása az M5 pontban

Ha az energetikai hatásfokot azon feltételek mellett számítják ki, hogy csak száraz iszap égetése történik, és a szárítási energiát a létesítmény szolgáltatja, akkor a nettó hőenergia-mennyiség 28858 GJ/évről 7028 GJ/évre és a termelt hő+ villamos energia összege, az E_p , 20973 GJ/év-re csökken. Az így kiszámított energetikai hatásfok 0,35-ös értéket ad. Ez az alacsony érték azért keletkezik, mert a számításban magas energia-tartalmú tüzelőanyagból indulnak ki és a szárításhoz szükséges nagy energiát a hasznosítható energiából vonják le. Azután nem sok felesleg marad.

Azonban úgy is lehetne számolni, hogy 20% SZ.A. tartalmú iszaptól, mint tüzelőanyagból, indulnak ki, függetlenül attól, hogy ezt az iszapot közvetlenül be lehet-e adagolni az égéstérbe vagy először meg kell-e szárítani, mert mindkét esetben az elgőzöltető energiát a folyamat szállítja. Végző soron mindkét esetben ugyanaz az E_p kihasználható energiameennyiség adódik. Ha viszont ezt az értéket az alacsonyabb értékű E_w -inputra vonatkoztatjuk, amely az eredeti 46917 GJ/év-hez képest már csak 22500 GJ/év, az adódó hatásfok 0,76.

7 Kitekintés / továbbvivő munkák

Már a 2013. június 5-i engedélyben is szerepel (6):

A kísérlet alatt többek között a beadaglásra kerülő anyagok (szennyvíziszap, apríték, pellet) meghatározása és a folyamat korrekciója történik ill. az elvégzett levegőtisztasági mérések alapján az üzemeléshez a füstgáztisztító berendezés kiválasztása fog megtörténni.

Tipikusan néhány órás égetési kísérleteket kell végezni, kb. 8-10 alkalommal, mialatt a saját műszerekkel folyamatosan mérnek, továbbá be kell tervezni, hogy akkreditált szervezetek 4 emissziós mérést hajtsanak végre.

Továbbá Dr. Szücs István professzor a Miskolci Egyetemről, 2015.01.21-én az alábbi állapítja meg (2):

A közeljövőben a berendezés több hónapos folyamatos üzemeltetése szükséges ahhoz, hogy az esetlegesen bekövetkező zavarok feltárhatók, valamint az optimális anyag- és energia-áramok

auf tretenden Störung aufzuschließen sowie um die optimalen Material- und Energieströme zu bestimmen. Nach den auf dieser Basis durchgeführten technischen Änderungen sind mit der Anlage sowohl aus energetischen als auch aus Umweltschutzaspekten ausgesprochen vorteilhafte Wirkungen der thermischen Verwertung des Klärschlammes voraussichtlich.

Desweiteren haben wir die Stellungnahme der Herren Dr. Ferenc Lezsovits und Dr. Gyula Gróf der Universität Budapest ⁽¹²⁾ vom 28. Januar 2015:

Wir haben es in unserer bereits verwiesener Expertise vom letzten Jahr ebenfalls beschrieben, dass es notwendig wäre, eine solche umfassende Messung abzuwickeln, wo gleichzeitig und bei einem ständigen Betrieb die Messungen über die Erfüllung der verschiedenen Anforderungen erfolgen, die mindestens die nachstehenden sind:

- *Probennahmen und feuerungstechnische Analyse der Proben aus den während der Untersuchung zugeführten Brennstoffen*
- *Mengenmessung des zugeführten Brennstoffes*
- *Analyse der Schlacke, die aus dem Feuerraum und dem Ascheabscheider während der Messung entfernt wurden sind.*
 - *Messung der Feuerraumtemperaturen und der sonstigen erforderlichen Parameter und auf dieser Basis eine Kontrollberechnung der Verweildauer von 2 Sekunden im Feuerraum entsprechend dem aktuellen Betriebszustand*
 - *Bestimmung des Wirkungsgrades der Wärmenutzung mit Messungen während des Betriebs*
 - *kontrollierende Online-Messung der vorgeschriebenen Rauchgas-Emissionsparameter und der Vergleich dieser zu den Werten der Betriebsführungsinstrumente sowie zu den Emission-Grenzwerten*

Unseres Wissens nach ist eine solche umfassende Prüfung bisher noch nicht erfolgt, jedoch würden die künftigen Investoren mit dieser Prüfung am effizientesten zu überzeugen sein. Die durchgeführten Einzelprüfungen zeigen vielversprechende Teilergebnisse, bis aber ein Beweis zur gleichzeitigen Erfüllung aller erforderlichen Parameter vorliegt, ist die Entwicklung nicht als abgeschlossen anzusehen.

Damit wären die wichtigsten Punkte bereits angesprochen. Es ist in einer ersten Phase zunächst wichtig, die Anlage kontinuierlich zu betreiben und Betriebserfahrungen zu sammeln, damit die primären Probleme wie ungenügender Ausbrand,

meghatározhatók legyenek. Az ennek alapján elvégzett műszaki módosítások után a létesítménnyel mind energetikai, mind környezetvédelmi szempontokból kifejezetten előnyös hatások valószínűek a szennyvíziszap termikus hasznosítása tekintetében.

Továbbá rendelkezésre áll a Budapesti Egyetemről Dr. Lezsovits Ferenc és Dr. Gróf Gyula urak 2015. január 28-i állásfoglalása ⁽¹²⁾:

Már a tavalyi hivatkozott tanulmányban szintén leírtuk azt, hogy szükséges lenne olyan átfogó mérés lebonyolítása, ahol egyidejűleg és állandó üzemelés mellett a különböző követelmények teljesítésével kapcsolatos mérések megtörténnek, amelyek legalább az alábbiak:

- *Mintavételek és a minták tüzeléstechnikai elemzése a vizsgálat alatt beadagolt tüzelőanyagokból*
- *A bevitt tüzelőanyag mennyiségi mérése*
- *Azon salakok elemzése, amelyeket a tüztérből és a hamuleválasztóból a mérés ideje alatt eltávolítottak.*
 - *A tüztérhőmérsékletek és a szükséges egyéb paraméterek mérése és ezek alapján a 2 másodperces tüztéri benttartózkodási idő ellenőrző számítása a jelenlegi üzemiállapotnak megfelelően.*
 - *A hőhasznosítás határfokának meghatározása üzemeltetés közbeni mérésekkel*
 - *az előírt füstgázemissziós paraméterek ellenőrző online-mérése és ezek összehasonlítása az üzemirányítási műszerek értékeivel, valamint a kibocsátási határértékekkel.*

Tudomásunk szerint ilyen átfogó vizsgálat eddig még nem történt, viszont a jövőbeli beruházókat a leghatékonyabban ezzel a vizsgálattal lehetne meggyőzni. Az elvégzett egyedi vizsgálatok sokat ígérő részeredményeket jeleznek, viszont addig, amíg nem áll rendelkezésre az összes szükséges paraméter egyidejű teljesítésének bizonyítéka, a fejlesztés nem tekinthető lezártnak.

Ezzel a legfontosabb dolgokat már érintettük. Az első fázisban mindenképp az a fontos, hogy a berendezés folyamatosan üzemeljen és üzemeltetési tapasztalatokat gyűjtsenek, hogy megoldják az olyan

<p>ungleichmässige Verbrennungsbedingungen, Schlamm-trocknung und erhöhte Partikelemissionen gelöst werden. In einer zweiten Phase sollten mit der Dosierung von RDF Versuche gefahren und die Energieauskopplung optimiert werden.</p> <p>Zusammenfassend kann das Projekt als sehr gute Alternative zu den großen konventionellen Hausmüllverbrennungen beurteilt werden. Zum momentanen Zeitpunkt kann davon ausgegangen werden, dass die bislang bestehenden technischen Herausforderungen lösbar sind.</p> <p>Es ist davon auszugehen, dass sich die Investitions- und Betriebskosten im Vergleich zu den o.g. konventionellen Hausmüllverbrennungsanlagen als kostengünstiger erweisen. Dadurch birgt das Verfahren auch aufgrund seiner geringeren Komplexität im Vergleich zur Müllverbrennung ein enormes Potential und eine echte Zukunftsperspektive..</p> <p>8 Literatur/Quellen</p>	<p>problémákat, mint a nem kielégítő kiégés, az egyenetlen égési feltételek, iszapszárítás és megnövekedett részecske-emisszió. A második fázisban RDF-adagolással kellene üzemelni és az energiakicsatolást optimalizálni.</p> <p>Összességében úgy ítéltető meg, hogy a projekt a nagy hagyományos háztartási szemétegetők nagyon jó alternatívája. Pillanatnyilag abból lehet kiindulni, hogy az eddigi műszaki kihívások megoldhatók.</p> <p>Abból kell kiindulni, hogy a beruházási és üzemeltetési költség a fenti hagyományos háztartási szemétegetőkhöz képest olcsóbbnak mutatkozik. Emiatt az eljárás a kisebb komplexitása okán a szemétegetéshez képest rendkívül nagy potenciállal és igazi jövőperspektívával rendelkezik.</p> <p>8. Irodalom/Források</p>
---	---

<ol style="list-style-type: none"> 1) 141027 PUEV_Förderantrag_EGER_UM-1 0_V02 Phase2_Hr. Holzner.docx 2) 2015 01 21 Eger Szakvelemen_y_ger-DE.docx vom 21. Januar 2015 3) 38_15_2014_BIOMORV_hulladékhasznosítási_engedély_ger-DE.docx 4) Ellenőrzés - hulladékgazdálkodás 2014-11-25_ger-DE.docx 5) Ideiglenes levegő_ger-DE.docx 6) Ideiglenes hulladék_ger-DE.docx 7) Vizsgálati jegyzőkönyv 2013 12 11 -AIR ANALITIC SYSTEM_ger-DE (3).pdf 8) BIOMORV_Egri_meresi_jkv_2014-11-12_2_2_ger-DE.pdf 9) G00179_P001_Anlagenbeschreibung.pdf 10) BIOMORV Vizsgálati jegyzőkönyv_ger-DE.docx 11) Energiahatéonyság - Miskolci Egyetem-DE.docx <p>BiomorvBME_Velemeny_201501_ger-DE.docx</p>
--