

Masterarbeit

Schadstoffspezifische Charakterisierung der gefährlichen Abfälle aus einer chemisch-physikalischen Abfallbehandlungsanlage

erstellt für / am

**Saubermacher Dienstleistungs AG / Institut für
nachhaltige Abfallwirtschaft und
Entsorgungstechnik**

Vorgelegt von:
Laura Benedek
0735237

Betreuer/Gutachter:
O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Karl E. Lorber
DI Renato Sarc

Leoben, am 21.11.2012

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

AFFIDAVIT

I declare in lieu of oath, that I wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Datum 21.11.2012

Unterschrift Verfasserin
Laura Benedek
Matrikelnummer: 0735237

DANKSAGUNG

Für die Unterstützung bei meiner Masterarbeit möchte ich mich bei folgenden Personen und Institutionen bedanken:

Mein Dank gilt meinem Betreuer, DI Renato Sarc (Institut für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik, Montanuniversität Leoben) für seine hilfreichen, immer willkommenen Anregungen und seine konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit.

Dem Personal des Institutes für Entsorgungstechnik und Abfallwirtschaft danke ich für die Unterstützung während meines Studiums und hier insbesondere während der Abschlussphase.

Ein Dankeschön auch an DI (FH) Kevin Jonke (Saubermacher Dienstleistungs AG) für die große Unterstützung und stete Hilfsbereitschaft bei der Erstellung dieser Masterarbeit. Danke auch für die zur Verfügung gestellten Daten und Auswertungen, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie, die mir meinen Berufswunsch erst ermöglicht hat und mir in den letzten Jahren immer mit den passenden Worten zur Seite gestanden hat.

Zum Abschluss möchte ich mich bei meinem Lebensgefährten für die großartige Unterstützung und die aufmunternden und motivierenden Worte während meiner Studienzzeit bedanken- ich wusste sie immer sehr zu schätzen.

Kurzfassung

Weltweit steigen die Abfallmengen, worunter auch flüssige gefährliche Abfälle fallen, aufgrund der wachsenden Bevölkerung und der wachsenden Industrie stetig an. Unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung ist es daher umso wichtiger, einen Großteil dieser Abfälle einer Wiederverwendung bzw. -verwertung zuzuführen. Solch eine Behandlung findet beispielsweise in einer chemisch- physikalischen (CP) Behandlungsanlage statt. Mit Hilfe dieser Behandlungsverfahren soll zB. die Qualität des Abwassers so verbessert werden, dass es möglich ist, es als Nutzwasser in diversen Anwendungsgebieten (zB. Kanalreinigung) zu verwenden und es nicht, wie üblich, für weitere Reinigungsschritte in eine Kläranlage einzuleiten.

Eine derart gezielte Aufbereitung von flüssigen gefährlichen Abfällen ermöglicht es entstandenes „sauberes“ Abwasser als Nutzwasser wiederzuverwenden, was sowohl im Sinne der Ressourcenschonung, als auch im Sinne der Nachhaltigkeit wäre.

Im Zuge dieser Masterarbeit werden die Qualitäten der flüssigen gefährlichen Abfälle an diversen Punkten einer CP-Behandlungsanlage (chemisch-physikalischen Behandlungsanlage) ermittelt. Die Auswertungen der Abfallqualitäten sollen einem Vergleich der Zusammensetzung vor und nach der Behandlung in der CP-Anlage dienen.

Ziel dieser Gegenüberstellung ist es festzustellen, ob die Qualitäten des gereinigten Abwassers bereits ausreichen, es als Nutzwasser (Brauchwasser) einzusetzen oder ob es vor dem Einsatz noch weiter bzw. in vorherigen Schritten besser zu reinigen wäre.

In weiterer Folge würden sich möglicherweise anhand dieses Vergleiches Optimierungsvorschläge der CP-Abfallbehandlungsanlage ergeben.

Abstract

The amount of waste, including liquid hazardous waste, is constantly increasing worldwide. In consideration of sustainability and resource conservation it is very important to reuse and recycle such type of wastes. A treatment is done, for example, by physico-chemical (CP) systems. By using these CP-plants, it should be possible to increase the quality of wastewater, so that it can be used as process water (e.g. for sewer cleaning). The need of further cleaning in external treatment plants for this specific kind of water quality should not be necessary anymore.

In the present Master Thesis, the qualities of liquid hazardous wastes will be identified at various points of a physico-chemical treatment plant. The evaluation of the waste qualities allows a comparison of the waste composition before and after the treatment in the cleaning facility.

The aim of this comparison is to determine whether the quality of the treated waste water is sufficient enough to use it for industrial purposes or whether it has to be further cleaned before its use or cleaned more intensively in previous steps.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 EINLEITUNG	10
1.1 Problemstellung	11
1.2 Zielsetzung	12
1.3 Begriffsdefinitionen	13
2 RECHTLICHE GRUNDLAGEN	16
2.1 Abfallwirtschaftsgesetz – Abfallverzeichnisverordnung.....	16
2.2 Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV).....	20
2.2.1 Indirekteinleiterverordnung (IEV).....	25
2.3 Chemikaliengesetz.....	27
2.4 ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG).....	30
2.5 REACH–Verordnung.....	32
2.6 CLP–Verordnung	34
2.7 VEXAT–Verordnung	36
2.8 ÖNORM S 2123-4-Probenahmepläne für Abfälle Teil 4: Beprobung flüssiger bzw. pastöser Abfälle.....	39
3 MENGENENTWICKLUNG GEFÄHRLICHER ABFÄLLE.....	42
3.1 Abfallentwicklung von gefährlichen Abfällen	42
3.2 Zukunftsprognose	43
4 SCHWERMETALLE UND IHRE EIGENSCHAFTEN.....	44
4.1 Schwermetalle und ihre Wirkung	44
4.2 Schwermetalle der Hauptgruppen des Periodensystems	45
4.2.1 Elemente der II. Hauptgruppe des Periodensystems	46
4.2.1.1 Barium–Ba	46
4.2.2 Elemente der III. Hauptgruppe des Periodensystems	47
4.2.2.1 Thallium–Tl	47
4.2.3 Elemente der IV. Hauptgruppe des Periodensystems	48
4.2.3.1 Zinn–Sn	48
4.2.3.2 Blei–Pb	49
4.2.4 Elemente der V. Hauptgruppe des Periodensystems	51
4.2.4.1 Antimon–Sb	51
4.2.4.2 Arsen–As	52
4.2.4.3 Bismut–Bi.....	53

4.2.5	Elemente der VI. Hauptgruppe des Periodensystems	55
4.2.5.1	Selen–Se	55
4.3	Nebengruppenelemente des Periodensystems	57
4.3.1	Elemente der I. Nebengruppe	58
4.3.1.1	Kupfer–Cu.....	58
4.3.1.2	Silber–Ag	59
4.3.2	Elemente der II. Nebengruppe	61
4.3.2.1	Zink–Zn.....	61
4.3.2.2	Cadmium–Cd	62
4.3.2.3	Quecksilber–Hg	63
4.3.3	Elemente der V. Nebengruppe.....	65
4.3.3.1	Vanadium–V	65
4.3.4	Elemente der VI. Nebengruppe.....	66
4.3.4.1	Chrom–Cr	66
4.3.4.2	Molybdän–Mo	67
4.3.4.3	Wolfram–W	68
4.3.5	Elemente der VIII. Nebengruppe.....	69
4.3.5.1	Kobalt–Co	69
4.3.5.2	Nickel–Ni	70
4.4	Behandlung von Schwermetallen im Abwasser	71
4.4.1	Neutralisation/Fällung	71
4.4.1.1	Fällung als Metallhydroxid.....	72
4.4.1.2	Fällung als Metallsulfid.....	74
4.4.2	Fällung mit anderen Fällungsmitteln	75
4.4.3	Fällung der Schwermetalle aus komplexbildnerhaltigen Abwässern	75
4.4.4	Selektionenaustauscher	76
4.4.5	Abtrennung der Fällungsprodukte aus der wässrigen Phase	79
4.4.5.1	Flockung	79
4.4.5.2	Sedimentation	80
5	EMULSIONEN	81
5.1	Herkunft und Bedeutung	81
5.2	Zusammensetzung von Emulsionen und deren Eigenschaften	83
5.2.1	Zusammensetzung von Emulsionen	83
5.2.2	Eigenschaften von Emulsionen	83
5.3	Emulsionsspaltung.....	86
5.3.1	Chemische Spaltung.....	86
5.3.2	Physikalische Verfahren.....	88
5.3.3	Thermische Verfahren	89

5.3.4	Mechanische Verfahren	90
6	ANLAGENBESCHREIBUNG DES STO TROFAIACH DER FA. SDAG	93
6.1	Abwassermengen	93
6.2	Eingangsanalytik / Eingangskontrolle	93
6.3	Emulsionen und Abwässer	95
6.3.1	Übernahme und Zwischenlagerung von Emulsionen und Abwässern	95
6.3.2	Ultrafiltration für geeignete Emulsionen.....	95
6.3.3	Behandlung von Abwässern, Flüssigkeitskonzentraten und Dünnschlämmen .	96
6.4	Abfallsäuren- und Laugen (CPA-Anlage).....	96
6.4.1	Übernahme und Zwischenlagerung von Abfallsäuren	96
6.4.2	Behandlungsverfahren der Abfallsäuren	97
6.5	Altöl.....	98
6.5.1	Übernahme bzw. mechanische Vorreinigung.....	98
6.5.2	Einlagerung in die Stapel-,Lager und Vorlagebehälter	99
6.5.3	Mechanische Reinigung.....	99
6.5.4	Zwischenlagerung.....	99
6.5.5	Abtransport	99
6.5.6	Abluftreinigung.....	99
6.6	Durchlaufneutralisation	100
6.7	Schlammabtrennung.....	101
6.8	Chemikalienlager	101
6.9	Biologie und Absetzzyklon	101
6.10	Durchlaufoxidation	102
6.11	Abluftbehandlung.....	102
6.12	Gewässerschutz	103
7	PROBENAHEME	105
7.1	Probenahmepvorbereitung	105
7.1.1	Erkenntnisse durch die Probenahmepvorbereitung.....	108
7.2	Durchführung der Probenahme.....	109
7.2.1	Probenahme-Tag 1	110
7.2.2	Probenahme Tag 2	116
7.3	Fehlerquellen bei der Probenahme.....	117
8	ANALYSEMETHODEN.....	118
8.1	Analysemethoden	118
8.1.1	Geräte.....	119
8.1.2	Analysendurchführung	119

8.1.2.1	Aufbereitung.....	119
8.2	Methodenbeschreibung	121
8.2.1	Flammen- Atomabsorptions-Spektromtrie (F-AAS)	121
8.2.2	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	127
8.2.2.1	ICP-Geräteaufbau	127
9	AUSWERTUNGEN	131
9.1	Qualitätsbestimmung	131
9.2	Auswertung der Qualitäten	133
9.3	Ergebnis der Auswertungen.....	150
10	ZUSAMMENFASSUNG	159
11	VERZEICHNISSE	161
11.1	Literatur.....	161
11.2	Abkürzungsverzeichnis	166
11.3	Tabellen	167
11.4	Abbildungen	168
ANHANG	I

1 Einleitung

Die Abfallmengen nehmen aufgrund der ständig wachsenden Bevölkerung, aber auch aufgrund der wachsenden Industrie stetig zu. Bei den Abfällen handelt es sich nicht nur um „alltägliche“, sondern auch um flüssige gefährliche Abfälle, welche zum Beispiel in diversen industriellen Prozessen (zB. metallverarbeitende Betriebe, Werkstätten usw.) anfallen. Es ist im Sinne der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung Abfälle, soweit es möglich ist, einer Wiederverwendung und –verwertung zuzuführen.

Die Idee zu dieser Masterarbeit entstand während der Planung und Entwicklung des STO (Standort) Unterpremstätten der Fa. Saubermacher Dienstleistungs AG (SDAG). Die Fa. SDAG ist einer derjenigen Entsorgungsbetriebe in Österreich, der durch neue Konzepte für diese o.a. Problematik Lösungen anzubieten versucht. So sollen in Zukunft am STO Unterpremstätten und zusätzlich am STO Trofaiach flüssige gefährliche Abfälle so aufbereitet werden, dass das anfallende Abwasser möglichst frei von Schadstoffen in diversen Prozessen Anwendung finden kann. Bis dato wird das gereinigte Abwasser auf direktem Wege in die Kläranlage geleitet und keinem weiteren Zweck, wie zum Beispiel einer Kanalreinigung, zugeführt.

Um festzustellen, ob das anfallende Abwasser den vorgegebenen Grenzwerten für eine weitere Verwendung entspricht, muss die Qualität bestimmt werden. Bei ungenügender Zusammensetzung des Abwassers, nach der Behandlung in der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage, sind anlagenoptimierende Schritte einzuleiten, um die Qualität des Abwassers zu verbessern. Hierbei ist der Vergleich mit den Qualitäten der angelieferten flüssigen Abfälle mit den bereits behandelten flüssigen Abfällen sinnvoll, um die Reinigungsleistung der Anlage bestimmen zu können.

Die Qualitätsbestimmung der am STO Trofaiach vorliegenden flüssigen Abfälle, als auch des gereinigten Abwassers stellt den wichtigsten Punkt dieser Masterarbeit dar.

1.1 Problemstellung

Die konkrete Aufgabenstellung dieser Masterarbeit handelt von einer vollständigen Charakterisierung jener flüssigen gefährlichen Abfälle, welche am STO Trofaiach der Fa. SDAG angeliefert werden. Im Zuge dessen ergeben sich folgende Fragen, welche das Grundgerüst dieser Arbeit darstellen:

1. Welche rechtlichen Rahmenbedingungen sind von wesentlichem Interesse und essentiell für den Umgang mit flüssigen gefährlichen Abfällen?
2. Um eine Abschätzung über die in Zukunft angelieferten flüssigen gefährlichen Abfälle treffen zu können, stellt sich die Frage, wie sich die Abfallsituation in Österreich derzeit und auch in Zukunft verhält?
3. Im Zuge dieser Arbeit sollen Abfallqualitäten bestimmt werden, wobei sich folgende Frage formulieren lässt: Um welche flüssigen Abfälle handelt es sich bzw. welche Inhaltsstoffe können in den angelieferten Abfällen enthalten sein und welche Möglichkeit zur Behandlung dieser Abfallarten/Inhaltsstoffe gibt es?
4. Mit Hilfe der Qualitätsbestimmung kann eine Aussage über die Reinigungsleistung der Anlage getroffen werden. Wie ist die Anlage jedoch aufgebaut und aus welchen Komponenten besteht sie?
5. Die Qualität eines Anlagenortes soll bestimmt werden, wobei sich folgende Frage ergibt: Welche Analysemethoden können herangezogen werden, um eine möglichst genaue Zusammensetzung der vorliegenden Abfallströme zu erhalten?
6. Die unterschiedlichen Qualitäten sollen einander gegenübergestellt werden, um die Reinigungsleistung der Anlage zu beurteilen. Welche Schlüsse können nun aus der Gegenüberstellung getroffen werden?

1.2 Zielsetzung

Mit dieser wissenschaftlichen Arbeit sollen drei Ziele erreicht werden, welche folgend näher beschrieben werden:

Die Durchführung einer Probenahme stellt das erste Ziel dieser Arbeit dar. Diese Probenahme ist der Ausgangspunkt für weitere Schritte, wie der Qualitätsbestimmung, wobei hierbei schon dem nächsten Punkt vorgegriffen wird.

Bei dem zweiten Ziel handelt es sich um die Bestimmung der Qualitäten unterschiedlicher Abfallströme an diversen Punkten der Anlage.

Das dritte und letzte Ziel ist die Gegenüberstellung der unterschiedlichen ermittelten Abfallqualitäten, um dadurch die Reinigungsleistung der Anlage STO Trofaiach der FA. SDAG zu ermitteln.

1.3 Begriffsdefinitionen

In folgendem Kapitel werden alle wichtigen Begriffe definiert, welche in dieser Masterarbeit Verwendung finden.

1. Abwasser

„Wasser, das infolge der Verwendung in Aufbereitungs-, Veredelungs-, Weiterverarbeitungs-, Produktions-, Verwertungs-, Konsumations- oder Dienstleistungs- sowie in Kühl-, Lösch-, Reinigungs-, Desinfektions- oder sonstigen nicht natürlichen Prozessen in seinen Eigenschaften derart verändert wird, daß es Gewässer in ihrer Beschaffenheit (§ 30 WRG 1959) zu beeinträchtigen oder zu schädigen vermag. Wasser gemäß Abs. 2 Z 5 oder 6, welches derartigen Prozessen unterworfen wird, gilt nicht als Abwasser.“ [1, § 1]

2. Einzelprobe

„Eine Einzelprobe ist eine einzelne Probe, die an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt gezogen wird, die Mindestmengenerfordernisse einer qualifizierten Stichprobe einhält und als Feldprobe für eine Untersuchung bereitgestellt wird.“ [2, Seite 4]

3. Explosionsgrenze

„In Gemischen brennbarer Gase und Dämpfe mit Luft kann sich eine selbstständige Verbrennung nur innerhalb eines gewissen Konzentrationsbereiches fortpflanzen. Die Grenzkonzentrationen, bei denen dies gerade nicht mehr möglich ist, werden als untere und obere Explosionsgrenze bezeichnet. Bei einer Konzentration unterhalb der unteren Explosionsgrenze ist das Gemisch zu "mager" (es enthält zu wenig Brennstoff). Bei einer Konzentration oberhalb der oberen Explosionsgrenze ist das Gemisch zu "fett" (es enthält zu viel Brennstoff, d.h. zu wenig Sauerstoff), um eine Flammenfortpflanzung nach erfolgter Entzündung zu ermöglichen.“ [3]

4. Feldprobe

„Probe, aus der die Laborprobe für die nachfolgende Untersuchung hergestellt wird. Die Feldprobe kann entweder eine Einzelprobe, eine qualifizierte Stichprobe oder eine Sammelprobe sein.“ [2, Seite 4]

5. Fertigwaren

„Fertigwaren sind zur Verwendung als solche bestimmte Erzeugnisse, die einen Stoff oder eine Zubereitung enthalten, sofern sie nicht gemäß Abs. 5 zweiter Satz als Zubereitung gelten.“ [4, § 2]

6. Flammpunkt

„Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen brennbares Gas oder Dampf in entsprechender Menge abgibt, dass bei Kontakt der Dampfphase mit einer wirksamen Zündquelle sofort eine Flamme entsteht.“ [5]

7. Laborprobe

„Probe, die erforderlichenfalls nach Aufbereitung, Homogenisierung, Verjüngung und Konservierung aus der Feldprobe erhalten und für die Laboruntersuchungen verwendet wird.“ [2, Seite 4]

8. Qualifizierte Stichprobe

„Probe, die aus mehreren Stichproben besteht und die einem bestimmten Probenahmeort (Schurf oder Bohrung) und einer bestimmten Abfallart zugeordnet werden kann (zB. Lageplan, Fotos).“ [2, Seite 4]

9. Rückstellprobe

„Aliquoter Anteil der Feldprobe, der mindestens sechs Monate aufbewahrt wird.“ [2, Seite 4]

10. Sammelprobe

„Probe, die aus mehreren über Raum und/oder Zeit gesammelten gemischten qualifizierten Stichproben besteht.“ [2, Seite 4]

11. Schwermetall

„Schwermetalle nennt man Metalle ab einer Dichte von 5 g/cm³.“ [6]

12. Siedepunkt

„Die Siedetemperatur ist die Temperatur, bei der der Sättigungsdampfdruck einer Flüssigkeit gleich 1 bar ist.“ [7, Seite 623]

13. Stichprobe

„Probe, die an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt gezogen wird. Die Stichprobe ist Teil der qualifizierten Stichprobe.“ [2, Seite 3]

14. Stoffe

„Stoffe sind chemische Elemente und ihre Verbindungen in natürlicher Form oder hergestellt durch ein Produktionsverfahren, einschließlich der zur Wahrung der Produktstabilität notwendigen Zusatzstoffe und der bei der Herstellung unvermeidbaren Verunreinigungen, mit Ausnahme von Lösungsmitteln, die von dem Stoff ohne Beeinträchtigung seiner Stabilität und ohne Änderung seiner Zusammensetzung abgetrennt werden können. Als Stoffe gelten auch Gemische von Stoffen, welche auf Grund von chemischen Reaktionen entstehen oder in der Natur auftreten. Soweit in diesem Bundesgesetz oder den dazu ergangenen Verwaltungsakten nicht anderes bestimmt ist, sind von Regelungen, die sich auf Stoffe beziehen, Stoffe als solche sowie als Bestandteile von Zubereitungen erfaßt.“ [4, § 2]

15. Zubereitungen

„Zubereitungen sind nicht unter Abs. 1 zweiter Satz fallende Gemenge, Gemische und Lösungen, die aus zwei oder mehreren Stoffen bestehen. Als Zubereitungen gelten auch Fertigwaren, wenn die Freisetzung oder Entnahme der in ihnen enthaltenen Stoffe oder Zubereitungen Voraussetzung für die bestimmungsgemäße Verwendung dieser Stoffe oder Zubereitungen ist.“ [4, § 2]

2 Rechtliche Grundlagen

In diesem Kapitel werden alle notwendigen Gesetzestexte und Normen näher beschrieben, welche für die Behandlung von gefährlichen Abfällen essentiell sind.

2.1 Abfallwirtschaftsgesetz – Abfallverzeichnisverordnung

Ein wesentlicher Bestandteil dieser wissenschaftlichen Arbeit ist es, eine schadstoffspezifische Charakterisierung jener Abfälle vorzunehmen, welche in der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage der Fa. SDAG, anfallen. Zu diesem Zwecke ist es notwendig, zuerst den Begriff „gefährliche Abfälle“ abzugrenzen.

Als gefährliche Abfälle gelten jene Abfälle, welche laut der Abfallverzeichnisverordnung als gefährliche Abfälle festgelegt sind. [8]

Laut Abfallverzeichnisverordnung sind jene Abfälle gefährlich, welche im Abfallverzeichnis mit einem “g” gekennzeichnet sind. Des Weiteren gelten Abfälle als gefährlich, wenn gefährliche Stoffe in solch einem Ausmaß enthalten sind oder sie mit solchen vermischt sind, dass eine einfache Beurteilung nicht ausreicht um festzustellen, ob gefahrenrelevante Eigenschaften vorliegen oder nicht. [9]

In Tabelle 1 sind alle gefahrenrelevanten Eigenschaften laut Abfallverzeichnisverordnung Anhang 3 aufgelistet.

Tabelle 1: Gefahrenrelevante Eigenschaften [9, Anlage 3]

Eigenschaft	Anmerkung
1. explosiv (H1)	Das Kriterium H1 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die der Klasse 1 des ADR (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), BGBl. Nr. 522/1973 idF BGBl. III Nr. 36/2001) zuzuordnen wären.
2. brandfördernd (H2)	Das Kriterium H2 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die der Klasse 5.1 des ADR zuzuordnen wären. - Abfälle, die der Klasse 5.2 des ADR zuzuordnen wären.
3. leicht entzündbar (H3-A)	Das Kriterium H3-A gilt als erfüllt für: - flüssige Abfälle mit einem Flammpunkt unter 21 °C. - Abfälle, die in der Klasse 2 des ADR mit den Buchstaben F, TF oder TFC zu kennzeichnen wären. - Abfälle, die der Klasse 4.1 des ADR zuzuordnen wären. - Abfälle, die der Klasse 4.2 des ADR zuzuordnen wären. - Abfälle, die der Klasse 4.3 des ADR zuzuordnen wären.
4. entzündbar (H3-B)	Das Kriterium H3-B gilt als erfüllt für: - flüssige Abfälle mit einem Flammpunkt unter 55 °C.
5. reizend (H4)	Das Kriterium H4 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die mehr als 10 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R41 als reizend zu kennzeichnenden Stoffen enthalten. - Abfälle, die mehr als 20 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R36, R37 oder R38 als reizend zu kennzeichnenden Stoffen enthalten.
Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite	

Fortsetzung der Tabelle von vorheriger Seite										
6. gesundheits-schädlich (H5)	Das Kriterium H5 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die mehr als 25 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht als gesundheitsschädlich eingestuften Stoffen enthalten.									
7. giftig (H6)	Das Kriterium H6 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die mehr als 0,1 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht als sehr giftig eingestuften Stoffen enthalten. - Abfälle, die mehr als 3 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht als giftig eingestuften Stoffen enthalten.									
8. krebserzeugend (H7)	Das Kriterium H7 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die mehr als 0,1 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht als krebserzeugend (Kategorie 1 oder Kategorie 2) eingestuften Stoffen enthalten. - Abfälle, die mehr als 1 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht als krebserzeugend (Kategorie 3) eingestuften Stoffen enthalten.									
9. ätzend (H8)	Das Kriterium H8 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die mehr als 1 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R35 als ätzend zu kennzeichnenden Stoffen enthalten. - Abfälle, die mehr als 5 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R34 als ätzend zu kennzeichnenden Stoffen enthalten.									
10. infektiös (H9)	Das Kriterium H9 gilt als erfüllt für: - mit gefährlichen Erregern behafteten Abfall. - nicht desinfizierte mikrobiologische Kulturen der Risikogruppen 2, 3 und 4 gemäß Richtlinie 2000/54/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit, ABl. Nr. L 262 vom 17. Oktober 2000, S 21. - Abfall, der mit gemäß Tierseuchengesetz und weiterer veterinärrechtlicher Vorschriften meldepflichtigen Erregern behaftet ist. - Abfall, der auf Grund gemeinschaftsrechtlicher Bestimmungen als infektiös einzustufen ist.									
11. teratogen (H10) ¹⁾	Das Kriterium H10 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die mehr als 0,5 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R60 oder R61 als fortpflanzungsgefährdend (Kategorie 1 oder Kategorie 2) eingestuften Stoffen enthalten. - Abfälle, die mehr als 5 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R62 oder R63 als fortpflanzungsgefährdend (Kategorie 3) eingestuften Stoffen enthalten.									
12. mutagen (H11)	Das Kriterium H11 gilt als erfüllt für: - Abfälle, die mehr als 0,1 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R46 als erbgutverändernd (Kategorie 1 oder Kategorie 2) eingestuften Stoffen enthalten. - Abfälle, die mehr als 1 vH der Masse an einem oder mehreren gemäß Chemikalienrecht mit R40 als erbgutverändernd (Kategorie 3) eingestuften Stoffen enthalten.									
13. Stoffe und Zubereitungen, die bei der Berührung mit Wasser, Luft od. Säure ein giftiges od. sehr giftiges Gas abscheiden (H12)	Das Kriterium H12 gilt als erfüllt für: Abfälle, deren Gehalt an bei pH 4 freisetzbaren Sulfiden und Cyaniden folgende Grenzwerte übersteigt: <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">S²⁻ freisetzbar</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">10 000</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">mg/kg TM</td> </tr> <tr> <td colspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>CN⁻ freisetzbar</td> <td style="text-align: center;">1 000</td> <td style="text-align: right;">mg/kg TM</td> </tr> </table>	S ²⁻ freisetzbar	10 000	mg/kg TM	-			CN ⁻ freisetzbar	1 000	mg/kg TM
S ²⁻ freisetzbar	10 000	mg/kg TM								
-										
CN ⁻ freisetzbar	1 000	mg/kg TM								
Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite										

Fortsetzung der Tabelle von vorheriger Seite																																																																																																																					
- Stoffe und Zubereitungen, die nach einer Beseitigung auf irgendeine Art die Entstehung eines anderen Stoffes bewirken können, zB ein Auslaugprodukt, das eine der oben genannten Eigenschaften aufweist(H13)	Das Kriterium H13 gilt als erfüllt für: ¹⁾ Abfälle, deren Gesamtgehalt an Schadstoffen die folgenden Grenzwerte übersteigt:																																																																																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">I. Gehalte anorganisch (Königswasserauszug):</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Quecksilber</td> <td>20 mg/kg TM</td> </tr> <tr> <td>Arsen ²⁾</td> <td>5 000 mg/kg TM</td> </tr> <tr> <td>Cadmium ²⁾</td> <td>5 000 mg/kg TM</td> </tr> </tbody> </table>	I. Gehalte anorganisch (Königswasserauszug):		Quecksilber	20 mg/kg TM	Arsen ²⁾	5 000 mg/kg TM	Cadmium ²⁾	5 000 mg/kg TM																																																																																																												
I. Gehalte anorganisch (Königswasserauszug):																																																																																																																					
Quecksilber	20 mg/kg TM																																																																																																																				
Arsen ²⁾	5 000 mg/kg TM																																																																																																																				
Cadmium ²⁾	5 000 mg/kg TM																																																																																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">II. Gehalte organisch:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PAK ³⁾</td> <td>300 mg/kg TM ⁴⁾</td> </tr> <tr> <td>PCB ⁵⁾</td> <td>30 mg/kg TM</td> </tr> <tr> <td>PCDD/PCDF</td> <td>10 000 mg TE/kg TM ⁶⁾</td> </tr> <tr> <td>POX</td> <td>1 000 mg/kg TM</td> </tr> <tr> <td>Kohlenwasserstoff-Index</td> <td>20 000 mg/kg TM ⁷⁾</td> </tr> <tr> <td>BTEX ⁸⁾</td> <td>500 mg/kg TM</td> </tr> <tr> <td>Phenole (freie)</td> <td>10 000 mg/kg TM</td> </tr> </tbody> </table> <p>- Abfälle, deren Eluat die folgenden Grenzwerte gemäß III. A übersteigt, sowie - Flüssigkeiten (Konzentrate), die die folgenden Grenzwerte gemäß III. B überschreiten:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">III. A Eluatwerte</th> <th colspan="2">III. B Gesamtgehalte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Parameter</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH-Wert</td> <td>6 ⁹⁾ – 13</td> <td></td> <td>2-11,5</td> </tr> <tr> <td>Antimon</td> <td>5 mg/kg TM</td> <td></td> <td>0,5 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Arsen</td> <td>25 mg/kg TM</td> <td></td> <td>2,5 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Barium</td> <td>300 mg/kg TM</td> <td></td> <td>30 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Beryllium</td> <td>5 mg/kg TM</td> <td></td> <td>0,5 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Bor</td> <td>1000 mg/kg TM</td> <td></td> <td>100 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Blei</td> <td>50 mg/kg TM</td> <td></td> <td>5 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Cadmium</td> <td>5 mg/kg TM</td> <td></td> <td>0,5 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Chrom gesamt</td> <td>70 mg/kg TM</td> <td></td> <td>7 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Chrom VI</td> <td>20 mg/kg TM</td> <td></td> <td>2 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Cobalt</td> <td>100 mg/kg TM</td> <td></td> <td>10 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Kupfer</td> <td>100 mg/kg TM</td> <td></td> <td>10 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Molybdän</td> <td>30 mg/kg TM</td> <td></td> <td>3 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Nickel</td> <td>40 mg/kg TM</td> <td></td> <td>4 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Quecksilber</td> <td>0,5 mg/kg TM</td> <td></td> <td>0,05 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Selen</td> <td>7 mg/kg TM</td> <td></td> <td>0,7 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Silber</td> <td>50 mg/kg TM</td> <td></td> <td>5 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Thallium</td> <td>20 mg/kg TM</td> <td></td> <td>2 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Vanadium</td> <td>200 mg/kg TM</td> <td></td> <td>20 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Zink</td> <td>100 mg/kg TM</td> <td></td> <td>20 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Zinn</td> <td>1000 mg/kg TM</td> <td></td> <td>100 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Cyanid gesamt</td> <td>200 mg/kg TM</td> <td></td> <td>20 mg/l</td> </tr> <tr> <td>Cyanid leicht freisetzbar</td> <td>20 mg/kg TM</td> <td></td> <td>2 mg/l</td> </tr> </tbody> </table>	II. Gehalte organisch:		PAK ³⁾	300 mg/kg TM ⁴⁾	PCB ⁵⁾	30 mg/kg TM	PCDD/PCDF	10 000 mg TE/kg TM ⁶⁾	POX	1 000 mg/kg TM	Kohlenwasserstoff-Index	20 000 mg/kg TM ⁷⁾	BTEX ⁸⁾	500 mg/kg TM	Phenole (freie)	10 000 mg/kg TM	III. A Eluatwerte		III. B Gesamtgehalte		Parameter				pH-Wert	6 ⁹⁾ – 13		2-11,5	Antimon	5 mg/kg TM		0,5 mg/l	Arsen	25 mg/kg TM		2,5 mg/l	Barium	300 mg/kg TM		30 mg/l	Beryllium	5 mg/kg TM		0,5 mg/l	Bor	1000 mg/kg TM		100 mg/l	Blei	50 mg/kg TM		5 mg/l	Cadmium	5 mg/kg TM		0,5 mg/l	Chrom gesamt	70 mg/kg TM		7 mg/l	Chrom VI	20 mg/kg TM		2 mg/l	Cobalt	100 mg/kg TM		10 mg/l	Kupfer	100 mg/kg TM		10 mg/l	Molybdän	30 mg/kg TM		3 mg/l	Nickel	40 mg/kg TM		4 mg/l	Quecksilber	0,5 mg/kg TM		0,05 mg/l	Selen	7 mg/kg TM		0,7 mg/l	Silber	50 mg/kg TM		5 mg/l	Thallium	20 mg/kg TM		2 mg/l	Vanadium	200 mg/kg TM		20 mg/l	Zink	100 mg/kg TM		20 mg/l	Zinn	1000 mg/kg TM		100 mg/l	Cyanid gesamt	200 mg/kg TM		20 mg/l	Cyanid leicht freisetzbar	20 mg/kg TM		2 mg/l
II. Gehalte organisch:																																																																																																																					
PAK ³⁾	300 mg/kg TM ⁴⁾																																																																																																																				
PCB ⁵⁾	30 mg/kg TM																																																																																																																				
PCDD/PCDF	10 000 mg TE/kg TM ⁶⁾																																																																																																																				
POX	1 000 mg/kg TM																																																																																																																				
Kohlenwasserstoff-Index	20 000 mg/kg TM ⁷⁾																																																																																																																				
BTEX ⁸⁾	500 mg/kg TM																																																																																																																				
Phenole (freie)	10 000 mg/kg TM																																																																																																																				
III. A Eluatwerte		III. B Gesamtgehalte																																																																																																																			
Parameter																																																																																																																					
pH-Wert	6 ⁹⁾ – 13		2-11,5																																																																																																																		
Antimon	5 mg/kg TM		0,5 mg/l																																																																																																																		
Arsen	25 mg/kg TM		2,5 mg/l																																																																																																																		
Barium	300 mg/kg TM		30 mg/l																																																																																																																		
Beryllium	5 mg/kg TM		0,5 mg/l																																																																																																																		
Bor	1000 mg/kg TM		100 mg/l																																																																																																																		
Blei	50 mg/kg TM		5 mg/l																																																																																																																		
Cadmium	5 mg/kg TM		0,5 mg/l																																																																																																																		
Chrom gesamt	70 mg/kg TM		7 mg/l																																																																																																																		
Chrom VI	20 mg/kg TM		2 mg/l																																																																																																																		
Cobalt	100 mg/kg TM		10 mg/l																																																																																																																		
Kupfer	100 mg/kg TM		10 mg/l																																																																																																																		
Molybdän	30 mg/kg TM		3 mg/l																																																																																																																		
Nickel	40 mg/kg TM		4 mg/l																																																																																																																		
Quecksilber	0,5 mg/kg TM		0,05 mg/l																																																																																																																		
Selen	7 mg/kg TM		0,7 mg/l																																																																																																																		
Silber	50 mg/kg TM		5 mg/l																																																																																																																		
Thallium	20 mg/kg TM		2 mg/l																																																																																																																		
Vanadium	200 mg/kg TM		20 mg/l																																																																																																																		
Zink	100 mg/kg TM		20 mg/l																																																																																																																		
Zinn	1000 mg/kg TM		100 mg/l																																																																																																																		
Cyanid gesamt	200 mg/kg TM		20 mg/l																																																																																																																		
Cyanid leicht freisetzbar	20 mg/kg TM		2 mg/l																																																																																																																		
Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite																																																																																																																					

Fortsetzung der Tabelle von vorheriger Seite				
	S ²⁻	200	mg/kg TM	20 mg/l
	F ⁻	500	mg/kg TM	50 mg/l
	NH ₄ ⁺	10000	mg/kg TM	1000 mg/l
	NO ₂ ⁻	1000	mg/kg TM	100 mg/l
	Kohlenwasserstoff-Index	1000	mg/kg TM ^{10) 11)}	100 mg/l
		bzw. 50	mg/kg TM ^{10) 11)}	—
	PAK 3)	1,5	mg/kg TM ¹¹⁾	0,15 mg/l
	AOX	100	mg/kg TM	10 mg/l
	Phenole (als Index)	1000	mg/kg TM	100 mg/l

2.2 Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV)

Die AAEV ist für diese Arbeit wichtig, da sie sich unter anderem mit der Einleitung von Abwässern in die Kanalisation befasst.

Laut dieser Verordnung soll bei der Einleitung von Abwässern in eine öffentliche Kanalisation darauf geachtet werden, dass

- eine Einbringung von Abwasserinhaltsstoffen und Abfallenergie in nur unerlässlich notwendigen Ausmaß erfolgt,
- eine Einsparung, Vermeidung und Wiederverwertung von Stoffen, welche ins Abwasser gelangen können, vorrangig sind vor einer Abwasserbehandlung,
- die Abwassermengen in ein Fließgewässer durch geeignete Technologien gering gehalten werden und
- Abwasserinhaltsstoffe wenn möglich unmittelbar am Entstehungsort oder des Einsatzortes zurückgehalten werden. [1]

Abfälle in flüssiger Form, wie zum Beispiel verbrauchte Lösemittel oder Bäder, sollen einer ordnungsgemäßen Abfallverwertung oder -behandlung zugeführt werden. Das Einbringen dieser Abfälle soll soweit als möglich vermieden werden bzw. unter Bedachtnahme auf eine ordnungsgemäße Klärschlammverwertung oder -entsorgung zugelassen werden. [1]

Die zuständige Wasserrechtsbehörde hat für Abwässer, je nach Herkunft, Beschaffenheit und Eigenschaften, jene Parameter auszuwählen, welche für eine Überwachung der Abwasserbeschaffenheit eingesetzt werden können. Entscheidend für die Parameterauswahl sind Inhaltsstoffe aber auch Eigenschaften, wenn diese typisch und kennzeichnend für das jeweilige Abwasser sind. Diese müssen des Weiteren tatsächlich im Abwasser auftreten oder es muss die Gefahr der Überschreitung einer verordneten Emissionsbegrenzung bestehen. [1]

Da es sich im Falle dieser wissenschaftlichen Arbeit um Abwässer aus dem Herkunftsbereich einer chemisch-physikalischen Abfallbehandlungsanlage handelt, sind die Schwellenwerte der jeweiligen Parameter aus der Indirekteinleiterverordnung zu entnehmen (siehe Kapitel 2.2.1). Des Weiteren ist für CP-Anlagen die AEV für Abfallbehandlungsanlagen heranzuziehen. [1]

Werden diese Schwellenwerte überschritten, so bedarf es einer wasserrechtlichen Bewilligung für das Betreiben der betroffenen Anlage durch die zuständige Behörde. [1]

Die Emissionsbegrenzungen etlicher Abwasserinhaltsstoffe in mg/l sind in Tabelle 2, Tabelle 3 und Tabelle 4 zu entnehmen. [1]

Tabelle 2: Emissionsbegrenzungen Teil 1 [1, Anlage A]

I.		II.
Anforderungen an Einleitung in ein Fließgewässer		Anforderungen an Einleitung in eine öffentliche Kanalisation
A.1 Allgemeine Parameter		
1. Temperatur	30 °C	35 °C
2. Toxizität		
2.1 Algentoxizität GA	a)	-
2.2 Bakterientoxizität GL	a)	-
2.3 Daphnientoxizität	a)	-
2.4 Fischtoxizität GF	< 2, b)	-
2.5 Beeinträchtigung der biologischen Abbauvorgänge	-	c)
3. Abfiltrierbare Stoffe	30 mg/l 50 mg/l bei betrieblichen Abwässern mit vorwiegend ungelösten anorganischen Stoffen	Keine Beeinträchtigung des Betriebes von Kanalisations- und Abwasserreinigungsanlagen
4. Absetzbare Stoffe	0,3 ml/l	10 ml/l oder keine den Kanalisationsbetrieb beeinträchtigenden Ablagerungen
5. pH-Wert	6,5-8,5	6,5-9,5

Tabelle 3: Emissionsbegrenzungen Teil 2 [1, Anlage A]

I.		II.
Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer		Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation
A.2 Anorganische Parameter		
6. Aluminium ber. als Al	2 mg/l	durch absetzbare Stoffe begrenzt
7. Arsen ber. als As	0,1 mg/l	0,1 mg/l
8. Barium ber. als Ba	5 mg/l	5 mg/l
9. Blei ber. als Pb	0,5 mg/l	0,5 mg/l
10. Cadmium ber. als Cd	0,1 mg/l	0,1 mg/l
11. Chrom-ges. ber. als Cr	0,5 mg/l	0,5 mg/l
12. Chrom-VI ber. als Cr	0,1 mg/l	0,1 mg/l
13. Cobalt ber. als Co	1,0 mg/l	1,0 mg/l
14. Eisen ber. als Fe	2,0 mg/l	durch absetzbare Stoffe begrenzt
15. Kupfer ber. als Cu	0,5 mg/l	0,5 mg/l
16. Nickel ber. als Ni	0,5 mg/l	0,5 mg/l
17. Quecksilber ber. als Hg	0,01 mg/l	0,01 mg/l
18. Silber ber. als Ag	0,1 mg/l	0,1 mg/l
19. Zink ber. als Zn	2,0 mg/l	2,0 mg/l
20. Zinn ber. als Sn	2,0 mg/l	2,0 mg/l
21. Freies Chlor ber. als Cl ₂	0,2 mg/l	0,2 mg/l
Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite		

Fortsetzung der Tabelle von vorheriger Seite		
22. Gesamtchlor ber. als Cl ₂	0,4 mg/l	0,4 mg/l
23. Ammonium ber. als N	10 mg/l	d)
24. Chlorid ber. als Cl	durch GA, GD oder GF begrenzt	–
25. Cyanid, leicht freisetzbar ber. Als CN	0,1 mg/l	0,1 mg/l
26. Fluorid ber. als F	10 mg/l	20 mg/l
27. Nitrat ber. als N	a)	–
28. Nitrit ber. als N	1,0 mg/l	10 mg/l
29. Gesamt- Phosphor ber. als P	2 mg/l e)	–
30. Sulfat ber. als SO ₄	a)	200 mg/l, im Einzelfall nach Baustoffen und Mischungsverhältnissen im Kanal höhere Werte zulässig (ÖNORM B 2503, Sept. 1992)
31. Sulfid ber. als S	0,1 mg/l	1,0 mg/l
32. Sulfit ber. als SO ₃	1,0 mg/l	10 mg/l

Tabelle 4. Emissionsbegrenzungen Teil 3 [1, Anlage A]

I.	II.
Anforderungen an Einleitungen in ein Fließgewässer	Anforderungen an Einleitungen in eine öffentliche Kanalisation
A.3 Organische Parameter	
33. Ges. org. geb. Kohlenstoff, TOC ber. als C	25 mg/l –
34. Chem. Sauerstoff- bedarf ber. als O ₂	75 mg/l –
35. Biochem. Sauerstoff- bedarf, BSB ₅ ber. als O ₂	20 mg/l –
36. Adsorb. org. geb. Halogene (AOX), ber. als Cl	0,5 mg/l 0,5 mg/l
37. Schwerflüchtige lipophile Stoffe	20 mg/l 100 mg/l
38. Summe d. KW-Stoffe	10 mg/l 20 mg/l
39. Ausblasbare org. geb. Halogene (POX), ber. als Cl	0,1 mg/l 0,1 mg/l
40. Phenolindex ber. als Phenol	0,1 mg/l 10 mg/l
41. Summe anion. und nichtionische Tenside	1,0 mg/l keine nachteilige Beeinflussung des Kanal- und Klärbetriebes
42. Summe der aromat. KW-Stoffe Benzol, Toluol und Xylole (BTX)	0,1 mg/l 0,1 mg/l

2.2.1 Indirekteinleiterverordnung (IEV)

Die IEV regelt die Einleitung von Abwasser, dessen Beschaffenheit mehr als geringfügig von der Zusammensetzung eines häuslichen Abwassers abweicht, in die wasserrechtlich bewilligte Kanalisation eines anderen Abwassers (Indirekteinleitung). Sie dient der Feststellung, ob eine Abwassereinleitung bloß einer Mitteilungspflicht an den jeweiligen Kanalisationsbetreiber (diese muss immer erfolgen) oder zusätzlich einer wasserrechtlichen Bewilligung durch die zuständige Behörde unterliegt. Weiters beinhaltet sie die Form der Mitteilungsverpflichtungen, sowie die Art und Weise der Überwachung der mitteilungsrechtlichen Einleitung. [10]

Bei einer bewilligungspflichtigen Einleitung wird grundsätzlich zwischen der Einleitung in eine öffentliche Kanalisation und einer Einleitung des Abwassers in eine nichtöffentliche Kanalisation unterschieden. Für öffentliche Kanalisationen bedarf es einer wasserrechtlichen Bewilligung, wenn das Abwasser entweder aus einem der 22 in § 4 Abs 2 der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV) gelisteten Herkunftsbereiche (darunter fallen u.a. chemisch-physikalische Behandlungsanlagen) stammt oder wenn ein in § 3 IEV angegebener Schwellenwert für Tagesfrachten gefährlicher Abwasserinhaltsstoffe überschritten wird. [10]

Bei einer Indirekteinleitung in eine nicht öffentliche Kanalisation bedarf es ebenfalls, neben der Mitteilungspflicht an den Betreiber, einer wasserrechtlichen Bewilligung, sofern folgende Punkte zutreffen [10]:

- wenn von der Emissionsbegrenzung eines maßgeblichen gefährlichen Inhaltsstoffes dieses Abwassers abgewichen wird,
- wenn die mitgeteilte Tagesabwassermenge für diesen Herkunftsbereich des Abwassers größer als 1 % der gesamten Tagesabwassermenge ist, welche das Kanalisationsunternehmen aufgrund seiner wasserrechtlichen Bewilligung täglich ins Gewässer einbringen darf und/ oder
- wenn die mitgeteilte Tagesfracht eines maßgeblich gefährlichen Inhaltsstoffes dieses Abwassers größer als 1 % der gesamten wasserrechtlich bewilligten Tagesfracht ist.

Eine Indirekteinleitung ist vor der erstmaligen Ausübung dem Kanalisationsunternehmen unaufgefordert schriftlich mitzuteilen. Des Weiteren darf eine Einleitung des Abwassers nicht ohne Zustimmung des Kanalisationsunternehmens erfolgen. Eine Mitteilung an den Kanalisationsbetreiber hat auch zu erfolgen, wenn eine wasserrechtliche Bewilligung erforderlich ist. [10]

Für die Einleitung von Abwässern aus einer chemisch-physikalischen Abfallbehandlungsanlage in eine öffentliche Kanalisation besteht eine wasserrechtliche Bewilligungspflicht. [10]

Die Grenzwerte der jeweiligen Parameter, welche für die Abwässer aus einer chemisch-physikalischen Abfallbehandlungsanlage stammen sind in Tabelle 5 ersichtlich. [10]

Tabelle 5: Schwellenwerte für Tagesfrachten gefährlicher Abwasserinhaltsstoffe
[10, Anlage B]

Abwasserinhaltsstoff (Parameter)	Fracht in g/d
Antimon ber. als Sb	0,2
Arsen ber. als As	0,2
Barium ber. als Ba	10,0
Blei ber. als Pb	1,0
Cadmium ber. als Cd	0,2
Chrom – Gesamt ber. als Cr	1,0
Chrom – VI ber. als Cr	0,2
Cobalt ber. als Co	2,0
Kupfer ber. als Cu	1,0
Molybdän ber. als Mo	2,0
Nickel ber. als Ni	1,0
Quecksilber ber. als Hg	0,02
Selen ber. als Se	0,2
Silber ber. als Ag	0,2
Thallium ber. als Tl	0,2
Vanadium ber. als V	1,0
Wismut ber. als Bi	1,0
Wolfram ber. als W	4,0
Zink ber. als Zn	4,0
Zinn ber. als Sn	2,0
Freies Chlor ber. als Cl	0,4
Gesamt – Chlor ber. als Cl	0,8
Ammoniak ber. als N	40,0
Ammonium ber. als N	400,0
Cyanid leicht freisetzbar ber. als CN	0,2
Cyanid – Gesamt ber. als CN	1,0
Nitrit ber. als N	20,0
Sulfid ber. als S	2,0
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) ber. als Cl	1,0
Summe der Kohlenwasserstoffe	20,0
Ausblasbare organisch gebundene Halogene (POX) ber. als Cl	0,2
Phenolindex	20,0
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Xylol und Ethylbenzol (BTXE)	0,2

2.3 Chemikaliengesetz

Dieses Gesetz dient dem vorsorglichen Schutz des Lebens und der Gesundheit des Menschen und der Umwelt vor Einwirkungen, die unter anderem durch die Abfallbehandlung von Stoffen, Zubereitungen oder Fertigwaren entstehen können. Um dieses Ziel erreichen zu können, haben Verantwortliche, wie Hersteller, Importeure etc. die in Verkehr gebrachten Substanzen durch Selbstkontrolle zu prüfen oder prüfen zu lassen. Zu kontrollieren ist, ob die hergestellten oder in Verkehr gesetzten Stoffe, Zubereitungen oder Fertigwaren zu schädlichen Einwirkungen führen können und mit welchen Maßnahmen diesen Einwirkungen begegnet werden kann. [4]

Stoffe oder Zubereitungen sind gefährlich, wenn sie eine oder mehrere dieser gefährlichen Eigenschaften aufweisen [4]:

„1. „explosionsgefährlich“,

wenn sie, ohne gasförmig zu sein, auch ohne Beteiligung von Luftsauerstoff exotherm und unter schneller Entwicklung von Gasen reagieren können und wenn sie unter festgelegten Prüfbedingungen detonieren, schnell deflagrieren oder beim Erhitzen unter teilweisem Einschluß explodieren;

2. „brandfördernd“,

wenn sie in Berührung mit anderen, insbesondere entzündlichen Stoffen stark exotherm reagieren können;

3. „hochentzündlich“,

wenn sie

a) als flüssige Stoffe oder Zubereitungen einen extrem niedrigen Flammpunkt und einen niedrigen Siedepunkt haben,

b) als Gase bei gewöhnlicher Temperatur und normalem Druck bei Luftkontakt einen Zündbereich (Explosionsbereich) haben;

4. „leicht entzündlich“,

wenn sie

a) sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft ohne Energiezufuhr erhitzen und schließlich entzünden können,

b) in festem Zustand durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernung weiterbrennen oder weiterglimmen,

c) in flüssigem Zustand einen sehr niedrigen Flammpunkt haben oder

d) in Berührung mit Wasser oder mit feuchter Luft hochentzündliche Gase in gefährlicher Menge entwickeln;

5. *“entzündlich”*,
wenn sie in flüssigem Zustand einen niedrigen Flammpunkt haben;
6. *“sehr giftig”*,
wenn sie in sehr geringer Menge durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können;
7. *“giftig”*,
wenn sie in geringer Menge durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können;
8. *“gesundheitsschädlich”* (*“mindergiftig”*),
wenn sie durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können;
9. *“ätzend”*,
wenn sie durch Kontakt mit lebendem Gewebe dessen Zerstörung bewirken können;
10. *“reizend”*,
wenn sie ohne ätzend zu sein durch kurzfristigen, längeren oder wiederholten Kontakt mit der Haut oder den Schleimhäuten Entzündungen hervorrufen können;
11. *“sensibilisierend”*,
wenn sie durch Einatmen oder durch Hautkontakt Überempfindlichkeitsreaktionen hervorrufen können, so daß bei künftiger Exposition gegenüber dem Stoff oder der Zubereitung charakteristische Störungen auftreten;
12. *“krebserzeugend”*,
wenn sie durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut Krebs verursachen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können;
13. *“fortpflanzungsgefährdend”* (*“reproduktionstoxisch”*), wenn sie durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut nicht vererbare Schäden der Leibesfrucht hervorrufen oder die Häufigkeit solcher Schäden erhöhen (fruchtschädigend), zu einer Beeinträchtigung der geistigen oder körperlichen Entwicklung der Nachkommenschaft nach der Geburt führen oder eine Beeinträchtigung der männlichen oder weiblichen Fortpflanzungsfunktionen oder -fähigkeit zur Folge haben können; Bundesrecht konsolidiert;

14. *“erbgutverändernd”,
wenn sie durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut eine Änderung
des genetischen Materials bewirken können;*

15. *“umweltgefährlich”,
wenn sie im Fall des Eintritts in die Umwelt eine sofortige oder spätere Gefahr für die
Umwelt (Wasser, Boden, Luft), für Lebewesen (Menschen, Tiere, Pflanzen,
Mikroorganismen) im Einzelnen oder für deren Beziehungen untereinander zur Folge
haben oder haben können.“*

In diesem Bundesgesetz ist geregelt, dass Stoffe, Gemische und Erzeugnisse laut CLP–Verordnung (Verordnung über Classification, Labelling and Packaging von Stoffen und Gemischen) eingestuft, gekennzeichnet und verpackt werden müssen. Des Weiteren sind in den Sicherheitsdatenblättern die Kennzeichnungen gemäß der CLP–Verordnung anzuführen. Dies gilt für Stoffe und Gemische, welche unter die CLP–Verordnung fallen. [4] (siehe Kapitel 2.6)

2.4 ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG)

Das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) befasst sich mit dem Thema Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit. Aus diesem Grund ist das Gesetz unabdingbar für den Standort, da dort eine Mitarbeiterbeschäftigung vorgesehen ist. Unter Mitarbeitern (MA) werden Personen verstanden, welche in einem Beschäftigungs- oder Ausbildungsverhältnis in einer Firma tätig sind. Der Arbeitgeber, in diesem Fall die Fa. SDAG, hat die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit der Arbeitnehmer während ihrer Arbeitszeit zu gewährleisten. Darunter fallen unter anderem Einweisungen, welche den MA befähigen selbstständig Gefahren zu minimieren oder zu beseitigen, um sich dadurch selbst und andere Mitarbeiter in Sicherheit zu bringen. [11]

Des Weiteren hat der Arbeitgeber bei Abwesenheit am Standort die Verpflichtung, eine adäquate Stellvertretung am Betriebsgelände zu bestimmen, welche mit den Sicherheitsvorkehrungen und Maßnahmen vertraut ist, um im Ernstfall eingreifen zu können. [11]

Um Gefahren für den Arbeitnehmer zu ermitteln, beurteilen und daraus Sicherheitsmaßnahmen ableiten zu können, bedarf es unter anderem einer umfassenden Beurteilung der Arbeitsstätte, der Arbeitsplätze und der Arbeitsstoffe. Bei der Übertragung von Aufgaben an den Arbeitnehmer hat der Arbeitgeber darauf zu achten, dass die Arbeit den Qualifikationen, dem Alter und der körperlichen Verfassung der betreffenden Person angemessen ist. [11]

Des Weiteren ist eine Unterweisung über Sicherheit und Gesundheitsschutz des Arbeitnehmers vor Antritt einer Tätigkeit, Nutzung neuer Betriebsstoffe und Änderungen im Arbeitsverfahren verpflichtend, um das Gefahrenpotenzial zu reduzieren. [11]

ArbeitnehmerInnen sind in weiterer Folge verpflichtet die Arbeitsmittel gemäß der zuvor durchgeführten Unterweisung und Anweisung des Arbeitgebers zu benutzen. Neben den Arbeitsmitteln ist auch die persönliche Schutzausrüstung zweckentsprechend zu benutzen und sie nach einer Benutzung an dem dafür vorgesehenen Platz zu lagern. [11]

Laut ASchG sind Arbeitgeber verpflichtet Arbeitsstätten entsprechend einzurichten und zu betreiben. Unter Arbeitsstätten werden alle Gebäude und sonstige bauliche Anlagen verstanden, in denen Arbeitsplätze eingerichtet sind und die ArbeitnehmerInnen im Rahmen ihrer Tätigkeiten Zugang haben. Hierunter fallen sowohl Arbeitsstätten in Gebäuden als auch im Freien. [11]

Des Weiteren müssen Arbeitgeber geeignete Vorkehrungen treffen, um das Entstehen eines Brandes bzw. bei Ausbruch eines Brandes die Gefährdung des Lebens und der Gesundheit der ArbeitnehmerInnen zu vermeiden. Hierzu sind geeignete Maßnahmen zur Brandbekämpfung und Evakuierung der ArbeitnehmerInnen erforderlich. Unter diese Maßnahmen fällt auch die Bestellung dafür geeigneter Personen. [11]

Auf dem Betriebsgelände müssen daher ausreichende und geeignete Feuerlöscheinrichtungen und falls erforderlich Brandmelder und Alarmanlagen vorhanden sein. Hierbei muss eine ausreichende Anzahl an ArbeitnehmerInnen mit der Handhabung der Feuerlöscheinrichtungen vertraut sein. [11]

Um Explosionen zu verhindern und deren Folgen zu begrenzen, sind vom Arbeitgeber ausreichende und geeignete Vorkehrungen zu treffen. [11]

Bei all diesen Maßnahmen bezüglich Brand und Explosion ist stets die Art und Menge der vorhandenen Arbeitsstoffe, die vorhandenen Einrichtungen, die Lage, Abmessungen und Nutzung der Arbeitsstätte und die höchstmögliche Anzahl an anwesenden Personen zu berücksichtigen. [11]

Auf dem STO Unterpremstätten arbeiten die ArbeitnehmerInnen unter Umständen mit gefährlichen Arbeitsmitteln. Darunter werden Arbeitsmittel verstanden, welche bei deren Benutzung mit einer möglichen spezifischen Gefährdung der ArbeitnehmerInnen verbunden ist oder besondere Gefahren mit sich bringen. Daher haben Arbeitgeber geeignete Maßnahmen zu treffen, damit die Benutzung solcher Arbeitsmittel nur durch dazu eigens geschulte ArbeitnehmerInnen erfolgt. Andere Tätigkeiten, wie Instandsetzungs-, Umbau-, oder Reinigungsarbeiten müssen von speziell unterwiesenen Personen durchgeführt werden. [11]

Unter gefährliche Arbeitsstoffe fallen unter anderem explosionsgefährliche, brandgefährliche und gesundheitsgefährdende Arbeitsstoffe. Unter brandgefährliche Arbeitsstoffe fallen diejenigen, welche brandfördernde, hochentzündliche, leicht entzündliche oder entzündliche Eigenschaften aufweisen. Unter gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen werden Stoffe verstanden, welche unter anderem sehr giftig, giftig, gesundheitsschädlich, ätzend, reizend, krebserzeugend, erbgutverändernd oder radioaktiv sind. [11]

Wird im Unternehmen mit gefährlichen Arbeitsstoffen, wie sie beschrieben wurden, gearbeitet, so sind vom Arbeitgeber folgende Maßnahmen zur Gefahrenverhütung zu treffen [11]:

- die Menge, der vorhandenen gefährlichen Arbeitsstoffe,
- die Anzahl der Mitarbeiter, welche mit gefährlichen Arbeitsstoffen arbeiten und
- die Dauer und Intensität der möglichen Einwirkung von gefährlichen Arbeitsstoffen auf ArbeitnehmerInnen sind auf das unbedingt erforderliche Ausmaß zu beschränken.
- bei gewissen Tätigkeiten (Wartung, Reinigung), welche mit einem erhöhten Expositionsrisiko gefährlicher Arbeitsstoffe verbunden sind, muss der Arbeitgeber jede Art von Vorbeugungsmaßnahmen ausschöpfen,
- dafür sorgen, dass die ArbeitnehmerInnen während dieser Tätigkeiten ihre persönliche Schutzausrüstung tragen und
- dafür sorgen, dass die Arbeiten mit der kleinstmöglichen Anzahl an Mitarbeiter/innen durchgeführt werden.

2.5 REACH–Verordnung

Die REACH–Verordnung ist eine Verordnung der europäischen Union und steht für die Registrierung („Registration“), Bewertung („Evaluation“) und Zulassung („Authorisation“) von Chemikalien (Chemicals). [12]

Ziel dieser Verordnung ist es ein hohes Schutzniveau für die Gesundheit der Menschen und die Umwelt sicherzustellen. Des Weiteren sollen alternative Beurteilungsmethoden für ausgehende Gefahren von Stoffen gefördert werden. Den freien Verkehr von Stoffen im Binnenmarkt zu gewährleisten und die Wettbewerbsfähigkeit, als auch die Innovation zu verbessern, stellen weitere Ziele dieser Verordnung dar. [12]

Der Leitsatz der Verordnung lautet „Ohne Daten kein Markt“. Das heißt es dürfen Stoffe, Gemische etc. nur dann in der Europäischen Union hergestellt und in Verkehr gebracht werden, wenn sie, soweit vorgeschrieben, registriert wurden. [12]

Es ist Aufgabe und Pflicht des Herstellers oder Importeurs, der einen Stoff, ein Gemisch etc. in einer Menge von mindestens einer Tonne pro Jahr herstellt oder importiert, ein Registrierungsdossier bei der entsprechenden Agentur einzureichen. [12]

Folgende Informationen müssen in einem Registrierungsdossier enthalten sein [12]:

1. Ein technisches Dossier mit folgenden Daten:
 - a. Identität und Kontaktangaben der Produzenten oder Importeure,
 - b. Identität des Stoffes,
 - c. Informationen zu Herstellung und Verwendung,
 - d. Einstufung und Kennzeichnung des Stoffes,
 - e. Leitlinien für die sichere Verwendung des Stoffes und
 - f. Einfache und qualifizierte Studienzusammenfassungen.

2. Ein Stoffsicherheitsbericht.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil der REACH–Verordnung ist die gemeinsame Nutzung von Daten, um unnötige Tierversuche zu vermeiden. Tierversuche dürfen nur als letztes Mittel eingesetzt werden. Des Weiteren müssen Maßnahmen zur Begrenzung von Mehrfachdurchführungen anderer Versuche ergriffen werden. Um diesen Vorgaben gerecht zu werden, ist eine gemeinsame Nutzung technischen Daten, insbesondere Informationen über Eigenschaften von Stoffen unumgänglich. [12]

Prinzipiell hat der Lieferant eines Stoffes oder einer Zubereitung dem Abnehmer dieses Stoffes oder dieser Zubereitung ein Sicherheitsdatenblatt (auf Papier oder elektronisch) kostenlos zur Verfügung zu stellen bzw. dieses bei Änderungen unverzüglich zu aktualisieren. [12]

Auf diesem Sicherheitsdatenblatt sind Informationen und Eigenschaften, wie folgt, über den Stoff zu finden [12]:

- „1. Bezeichnung des Stoffes bzw. der Zubereitung und Firmenbezeichnung;*
- 2. mögliche Gefahren;*
- 3. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen;*
- 4. Erste-Hilfe-Maßnahmen;*
- 5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung;*
- 6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung;*
- 7. Handhabung und Lagerung;*
- 8. Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstung;*
- 9. physikalische und chemische Eigenschaften;*
- 10. Stabilität und Reaktivität;*
- 11. toxikologische Angaben;*
- 12. Umweltbezogene Angaben;*
- 13. Hinweise zur Entsorgung;*
- 14. Angaben zum Transport;*
- 15. Rechtsvorschriften;*
- 16. sonstige Angaben.“*

Der Arbeitgeber hat den ArbeitnehmerInnen Zugang zu den Sicherheitsdatenblättern über die Stoffe oder Zubereitungen zur Verfügung zu stellen, welchen die ArbeitnehmerInnen während ihrer Arbeitszeit ausgesetzt sein können. [12]

2.6 CLP–Verordnung

Unter der CLP–Verordnung wird eine Verordnung über die Klassifizierung (classification), die Kennzeichnung (labelling) und Verpackung (packaging) von Stoffen und Gemischen verstanden. Diese europäische Verordnung basiert auf dem Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) und ergänzt die REACH-Verordnung. [13]

In der CLP-Verordnung werden Stoffe und Gemische und deren physikalische, gesundheitliche und umweltrelevante Gefahren behandelt. Des Weiteren wird durch diese Verordnung eine vereinheitlichte Gefahreninformation für diverse Zielgruppen, wie zum Beispiel ArbeiterInnen oder Transportpersonal, ermöglicht. [13]

Durch diese Verordnung wird sichergestellt, dass dieselben Gefahren, welche von Stoffen und Gemischen ausgehen, weltweit auf dieselbe Weise gekennzeichnet werden. Das heißt das Ziel dieser Verordnung ist es, ein hohes Schutzniveau für die Gesundheit des Menschen und der Umwelt sicherzustellen. Des Weiteren soll der freie Verkehr von chemischen Stoffen, Gemischen und bestimmten spezifischen Erzeugnissen gewährleistet und die Wettbewerbsfähigkeit verbessert werden. [14]

Die Verordnung dient dazu, die Rechtsvorschriften der EU–Mitgliedstaaten über die Kriterien für die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen und Gemischen anzugleichen. Eine Anpassung der Rechtsvorschriften ist notwendig, um einen wirksam funktionierenden Binnenmarkt für Stoffe und Gemische zu schaffen. Dies ist nur möglich, wenn die Anforderungen in den einzelnen Mitgliedstaaten nicht wesentlich voneinander abweichen. [14]

In der CLP-Verordnung werden Gefahrenklassen (hazard classes) vorgesehen, welche die Art der Gefahr beschreiben, die von Stoffen und Gemischen ausgehen kann. Die Gefahrenklassen werden in folgende drei Bereiche gegliedert [14]:

- Physikalische Eigenschaften (Sechzehn Verschiedene; wie zum Beispiel explosiv oder entzündend),
- Gesundheitsgefährdende Eigenschaften (zehn Verschiedene; wie zum Beispiel Verätzung/Reizung oder akute Toxizität) und
- Umweltgefährdende Eigenschaften (eine Eigenschaft; nämlich gewässergefährdend).

Diese Gefahrenklassen werden in Abhängigkeit ihres Gefährdungspotentials eines Stoffes in Gefahrenkategorien (hazard categories) unterteilt. Je nachdem unter welche Gefahrenkategorie ein Stoff oder ein Gemisch fällt, werden unterschiedliche Symbole (Piktogramme), Signalwörter (Gefahr oder Warnung) und Gefahrenhinweise verwendet. [14]

Die Piktogramme der CLP–Verordnung haben einen weißen Hintergrund mit einem roten Rand. Die Form entspricht dem eines auf der Spitze stehenden Quadrates. [13]

Folgende Abbildungen sollen zur Veranschaulichung angewandter Piktogramme dienen:



Abbildung 1: Gesundheitsgefahr–Piktogramm für karzinogene oder die Atemwege sensibilisierende Stoffe und Gemische [13]



Abbildung 2: Umwelt-Piktogramm für Stoffe und Gemische, die akut oder chronisch Gewässer gefährden [13]



Abbildung 3: Explodierende Bombe-Piktogramm für explosive Stoffe/Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff [13]

2.7 VEXAT–Verordnung

Die Verordnung für explosionsfähige Atmosphären (VEXAT-VO) gilt für Arbeitsstätten im Sinne des ASchG und ist deshalb für diese Arbeit von Bedeutung.

Unter einer explosionsfähigen Atmosphäre wird ein Gemisch aus Luft oder einer anderen oxidativen Atmosphären mit brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben verstanden. In diesem Gemisch überträgt sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte noch nicht verbrannte übrige Gemisch. [15]

Falls in einer Arbeitsstätte brennbare Flüssigkeiten verwendet werden, wie es mit Sicherheit auch in der chemisch- physikalischen Behandlungsanlage in Unterpremstätten der Fall sein wird, ist mit dem Auftreten von explosionsfähigen Atmosphären unter folgenden Bedingungen zu rechnen [15]:

Wenn die maximal erreichbare Flüssigkeitstemperatur, Verarbeitungstemperatur und Umgebungstemperatur

- nicht mindestens 5 °C unter der Flammpunkttemperatur liegt oder
- bei einem Gemisch, für das es keinen Flammpunkt gibt, nicht mindestens 15 °C unter der Temperatur des niedrigsten Flammpunktes liegt.

Explosionsgefährdete Bereiche sind dabei all jene, in denen explosionsfähige Atmosphären in derartigen Mengen auftreten, dass sie zu einer Gefahr werden können. In solch einem Fall sind Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Schutzes, der Sicherheit und Gesundheit der betroffenen ArbeitnehmerInnen erforderlich. [15]

Ein eben angesprochener Bereich liegt vor, wenn 50 % der unteren Explosionsgrenze (UEG) erreicht werden können. Es kann hier selbstverständlich, bedingt durch den Stand der Technik oder diverse Verordnungen, auch eine höhere Sicherheit angegeben werden. [15]

Werden Arbeitsvorgänge oberhalb der oberen Explosionsgrenze (OEG) durchgeführt, so liegt erst dann ein explosionsgefährdeter Bereich vor, wenn die OEG unterschritten werden kann. Hierbei ist es wichtig auch Stillzeiten oder vorhersehbare Störungen der Anlage zu berücksichtigen. [15]

Die Wahrscheinlichkeit und die Dauer des Auftretens von explosionsfähigen Atmosphären und explosionsgefährdeten Bereichen sind von dem/der ArbeitgeberIn zu ermitteln und zu beurteilen. Des Weiteren müssen charakteristischen Eigenschaften und Kenndaten der Arbeitsstoffe, welche explosionsfähige Gemische bilden können, ermittelt und beurteilt werden. [15]

Neben diesen Aspekten sind noch spezifische Gefahren in punkto explosionsfähiger Atmosphären und explosionsgefährdeter Bereiche in ihrer Gesamtheit zu ermitteln und zu beurteilen, wobei hierbei folgende Punkte besonders zu berücksichtigen sind [15]:

- die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins, der Aktivierung und des Wirksamwerdens von Zündquellen, einschließlich möglicher elektrostatischer Entladungen,
- das Ausmaß möglicher Auswirkungen und ob Personen, in erster Linie ArbeitnehmerInnen, betroffen sein können,
- die Arbeitsmittel, sowie deren Sicherheits- und Kontrollvorrichtungen, elektrische Anlagen, bauliche und örtliche Gegebenheiten, angewandte Arbeitsvorgänge und deren Wechselwirkungen, die Arbeitskleidung und persönliche Schutzausrüstung,
- mögliche Explosionsgefahren, insbesondere bei:
 - Normalbetrieb,
 - vorhersehbaren Störungen, Instandhaltungen, Reinigungen, Prüfungen und Störungsbehebungen,
- es müssen ebenfalls Bereiche berücksichtigt werden, welche bereits über Öffnungen mit Bereichen verbunden sind oder verbunden werden können, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können und
- falls eine explosionsfähige Atmosphäre mehrere Arten von brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben beinhaltet, so muss die Beurteilung der notwendigen Schutzmaßnahmen auf das größtmögliche Gefährdungspotential ausgelegt werden.

ArbeitgeberInnen sind verpflichtet auf Grundlagen der Ermittlung und Beurteilung ein Explosionsschutzdokument zu erstellen und auf dem letzten Stand zu halten. [15]

Dieses Explosionsschutzdokument muss Angaben enthalten über [15]:

- festgestellte Explosionsgefahren,
- primäre, sekundäre und konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen zur Gefahrenvermeidung,
- örtliche Festlegung der explosionsgefährdeten Bereiche und eine Einstufung dieser Bereiche in Zonen,
- Eignung von Arbeitsmitteln, Arbeitskleidung, persönlicher Schutzausrüstung, elektrischer Anlagen in den jeweiligen explosionsgefährdeten Bereichen,
- Umfang und Ergebnisse von Prüfungen und Messungen in Zusammenhang mit explosionsgefährdeten Bereichen und
- organisatorische Vorkehrungen und durchzuführende Maßnahmen im Falle einer Alarmbedingung.

Das Dokument ist vor der Aufnahme der Arbeit zu erstellen und bei Änderungen, zum Beispiel der Arbeitsmittel oder Arbeitskleidung, zu überarbeiten. [15]

ArbeitnehmerInnen, welche in explosionsgefährdeten Bereichen tätig sind, sind über:

- am Arbeitsplatz vorkommender Explosionsgefahren und Schutzmaßnahmen und
- das Verhalten bei Warnung oder Alarm zu informieren. [15]

Des Weiteren sind sie jährlich im Sinne des AschG unter anderem im richtigen Verhalten gegenüber Explosionsgefahren und im richtigen Umgang mit vorhandenen Arbeitsmitteln zu unterweisen. [15]

Arbeitgeber/innen haben entsprechende technische und/oder organisatorische Maßnahmen zum Schutz gegen Explosionen zu treffen, wenn die Bildung von explosionsfähigen Atmosphären nicht ausgeschlossen werden kann. [15]

Hierbei wird in folgende Punkte unterschieden [15]:

- **Primärer Explosionsschutz**

Unter einem primären Explosionsschutz wird das Verhindern einer Bildung von explosionsfähigen Atmosphären oder zumindest von explosionsgefährdeten Bereichen verstanden.

- **Sekundärer Explosionsschutz**

Falls es, bedingt durch notwendige Arbeitsvorgänge, nicht möglich ist, die Bildung von potentiell gefährlichen Atmosphären zu verhindern, sind wirksame Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen zu vermeiden.

- **Konstruktiver Explosionsschutz**

Falls es weder möglich ist, eine Bildung von explosionsfähigen Atmosphären, noch potentielle Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen zu verhindern, kommt der konstruktive Explosionsschutz zu tragen. Darunter werden Maßnahmen verstanden, welche schädliche Auswirkungen einer Explosion so begrenzen, dass die Gesundheit und die Sicherheit der ArbeitnehmerInnen gewährleistet werden.

2.8 ÖNORM S 2123-4-Probenahmepläne für Abfälle Teil 4: Beprobung flüssiger bzw. pastöser Abfälle

Die ÖNORM S 2123-4 befasst sich mit der Erstellung von passenden Probenahmeplänen und deren Umsetzung für die vorliegenden zu beprobenden Abfälle. Je nach Lagerart des Abfalls (zB. Behälter) und dessen physikalischen Zustandes (zB. fest, flüssig, pastös) variieren die Probenahmepläne und die Umsetzung. Im Falle dieser Arbeit handelt es sich um die Probenahme flüssiger, zum Teil auch etwas pastöser Abfälle, womit diese ÖNORM Anwendung findet.

Bevor eine Probenahme durchgeführt werden kann, ist ein Probenahmeplan zu erstellen, der folgende wesentlichen Punkte beinhaltet [2]:

- Beurteilung der Homo- bzw. Heterogenität,
- Massebestimmung (gegebenenfalls Bestimmung des Volumens bzw. der Dichte),
- Festlegung der Probenanzahl,
- Festlegung der Mindestmengen der Proben und
- Gesetzliche Vorgaben.

Unter homogenen Abfällen werden all jene verstanden, bei welchen aufgrund vorhandener Informationen und einer Sichtkontrolle davon ausgegangen werden kann, dass es sich um eine einheitliche Zusammensetzung handelt. Mögliche vorhandene Informationen könnten zum Beispiel Auskünfte über Produktionsprozesse, deren Herkunft oder vorhergegangene Untersuchungen sein. [2]

Abfälle, bei denen aufgrund vorhandener Informationen und durchgeführten Sichtkontrollen Zweifel an einer einheitlichen Zusammensetzung bestehen, werden als heterogene Abfälle bezeichnet. [2]

Flüssige Abfälle sind im Normalfall homogene Abfälle, was bedeutet, dass schon eine Einzelprobe als repräsentativ für die ganze Abfallcharge ist. Liegen flüssige Abfälle in verschiedenen Phasen vor, dann handelt es sich hierbei um heterogene Abfälle. Verschiedene Phasen wären zum Beispiel eine feste und eine flüssige Phase, wobei sich solche Flüssigkeiten leicht entmischen können bzw. könnte es zur Absetzung von Feststoffteilchen kommen. Meist reicht es in vielen Fällen aus, die Probe durch Schütteln oder Rühren wieder zu homogenisieren. Ist dies nicht möglich, müssen alle Phasen getrennt voneinander beprobt werden. Hierbei ist zu beachten, dass alle Phasen auch anteilmäßig erfasst werden. [2]

Wenn die Masse des zu beprobenden flüssigen Abfalls nicht bekannt ist, so muss diese vor der Probenahme mittels folgender Formel überschlägig ermittelt werden. [2]

$$\text{Masse (t)} = \text{Volumen (m}^3\text{)} \times \text{Dichte (}\frac{\text{t}}{\text{m}^3}\text{)} \quad (1)$$

Wie in der Formel ersichtlich ist, werden zur Berechnung der Masse, das Volumen und die Dichte der Probe benötigt. [2]

Das gesamte Volumen, des zu beprobenden Abfalls, ergibt sich aus der Addition der einzelnen Gebinde oder aus dem Inhalt der zu beprobenden Behälter, wie folgt [2]:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \text{Grundfläche (m}^2\text{)} \times \text{Höhe (m)} \text{ und Abschätzung des Befüllungsgrades (\%)} \quad (2)$$

Falls die Dichte des Abfalls nicht bekannt sein sollte, ist diese durch Wägen eines definierten Volumens (zB. ein Liter) zu bestimmen. [2]

Bei der folgenden Beschreibung, hinsichtlich der Festlegung der Probenanzahl, wird im Speziellen auf die Anlieferung in Gebinden bzw. in zylindrischen Behältern eingegangen. Bei Spezialfällen, wie zum Beispiel Sammelbecken, sind geeignete Probenahmepläne zu erstellen. [2]

Prinzipiell ist je 1.500 t Abfall aus den qualifizierten Stichproben oder Einzelproben eine Feldprobe für nachfolgende Untersuchungen herzustellen. Hierbei ist zu beachten, dass jede Feldprobe getrennt untersucht werden muss. Die Mindestmenge an Einzelproben bzw. qualifizierten Stichproben ergibt sich aus den zu untersuchenden Parametern, aus den diesbezüglich anzuwendenden Analyseverfahren und aus der Menge an benötigten Rückstellproben. Des Weiteren hängt die Mindestmenge von der Homogenität der flüssigen Abfälle ab. Bei homogenen Abfällen beträgt die Mindestmenge einen Liter und wird dementsprechend in Abhängigkeit der erforderlichen Analysenmenge erhöht. [2]

Bei flüssigen oder pastösen Abfällen, unabhängig davon ob homogen oder heterogen, ist die Entnahme der Einzelproben gemäß Tabelle 6 durchzuführen. Bei homogenen Abfällen genügt es, Einzelproben zu entnehmen. Bei heterogenen Abfällen müssen qualifizierte Stichproben entnommen werden. In Tabelle 6 sind in Abhängigkeit von der Anzahl der Einzelgebinde bzw. Behälter die Mindestanzahlen der qualifizierten Stichproben oder Einzelproben abgebildet. [2]

Tabelle 6: Entnahme von qualifizierten Stichproben oder Einzelproben aus Einzelgebinden oder Behältern [2, Seite 7]

Anzahl der Einzelgebinde oder Behälter	Mindestanzahl der Einzelgebinde oder Behälter einer Abfallcharge, denen eine qualifizierte Stichprobe oder eine Einzelprobe zu entnehmen ist
1 bis 4	alle
5 bis 64	4
65 bis 125	5
126 bis 216	6
217 bis 343	7
344 bis 512	8
513 bis 729	9
730 bis 1.000	10
1.001 bis 1.300	11
ab 1.301	12 + je angefangene 300 Gebinde eine zusätzliche Probe

Werden die betroffenen Abfälle in Tankwägen angeliefert, so ist es notwendig, je Kammer eine qualifizierte Stichprobe über den gesamten Tankquerschnitt zu entnehmen. Hierbei sind aus verschiedenen Höhen des Behälters Stichproben zu entnehmen und diese zu qualifizierten Stichproben bzw. Einzel- und Feldproben zu vereinigen. Anhand Tabelle 7 sind die zu entnehmenden Proben in Abhängigkeit des Füllstandes aufgelistet. [2]

Tabelle 7: Stichprobenanzahl aus liegenden zylindrischen Behältern [2, Seite 8]

Höhe des Füllstandes in % des Behälterdurchmessers	Höhe über dem Boden, in der die Stichprobe zu entnehmen sind, in % des Behälterdurchmessers			Volumenanteile der Stichprobe in & der qualifizierten Stichprobe		
	Oberschicht	Mittelschicht	Unterschicht	Oberschicht	Mittelschicht	Unterschicht
100	80	50	20	30	40	30
90	75	50	20	30	40	30
80	70	50	20	20	50	30
70		50	20		60	40
60		50	20		50	50
50		40	20		40	60
40			20			100
30			15			100
20			10			100
10			5			100

Die Probenahme ist zu dokumentieren, wobei hierfür ein entsprechendes Probenahmeprotokoll (siehe Anhang 1) zu verwenden ist. [2]

3 Mengenentwicklung gefährlicher Abfälle

Dieses Kapitel befasst sich mit der Darstellung und Erläuterung der Mengenentwicklung von gefährlichen Abfällen.

Das Abfallaufkommen wird in Österreich, neben den Abfallwirtschaftsplänen der jeweiligen Bundesländer, alle fünf Jahre mittels eines Bundesabfallwirtschaftsplans (BAWP) ermittelt und dokumentiert.

Um eine Mengenentwicklung darstellen zu können, werden die Abfalldaten der Bundesabfallwirtschaftspläne von 2001, 2006 und 2011 herangezogen.

3.1 Abfallentwicklung von gefährlichen Abfällen

Wie schon erwähnt, finden für die Datenerhebung die letzten drei Bundesabfallwirtschaftspläne Verwendung. In Österreich gilt bei gefährlichen Abfällen, laut AWG, eine Begleitscheinpflicht. Diese gespeicherten Begleitscheindaten ermöglichen die genauen Aufzeichnungen in den BAWP. Des Weiteren wurden Daten aus der Ausstufung von gefährlichen Abfällen und Import-, und Exportdaten herangezogen. Weiteres Datenmaterial stammt aus Studien und Ähnlichem. [17]

Eine Auswertung der Mengen ist in Abbildung 4 ersichtlich.

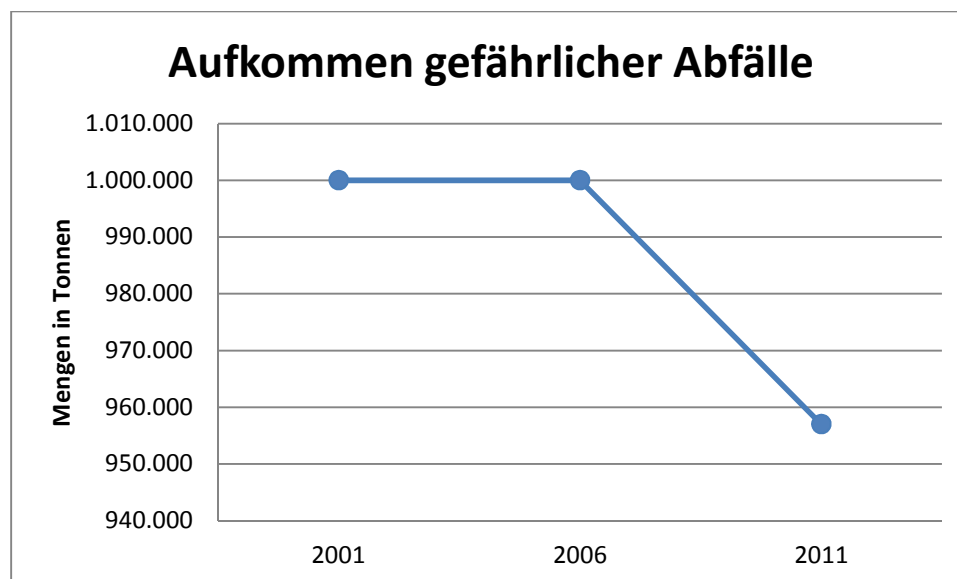


Abbildung 4: Mengenentwicklung von gefährlichen Abfällen [16] [17] [18]

Anhand dieser Abbildung ist zu erkennen, dass die Mengen in den Jahren 2001-2006 gleich geblieben sind und in den weiteren Jahren bis 2011 abgenommen haben. [17]

Die Gründe für die Abnahme der Mengen könnten unter anderem Folgende sein [18]:

- Zu den gefährlichen Abfällen zählen auch verunreinigte Böden (SN (Schlüsselnummer) 31424 und SN 31423). Diese Abfallart fällt nicht regelmäßig an, sondern ergibt sich bei sporadischen Primärereignissen. Da es sich jedoch meist um sehr große Mengen handelt, kann sie das Aufkommen von gefährlichen Abfällen und in weiterer Folge auch das Gesamtabfallaufkommen sehr stark beeinflussen.
- Das Aufkommen von Schlacken, Aschen, Stäuben etc., welche in österreichischen Industrien anfallen, ist aufgrund der Wirtschaftskrise zwischen 2006-2011 gesunken. In dieser Zeit sind die Produktionen vielfach stark zurückgegangen und dadurch sind als Konsequenz auch weniger Abfälle angefallen.

Der Anteil der gefährlichen Abfälle am Gesamtabfallaufkommen von etwa 54 Millionen Tonnen beträgt ca. 2 %. [18]

3.2 Zukunftsprognose

Die gefährlichen Abfälle werden sich in naher Zukunft mehr oder weniger in dem Mengenrahmen der letzten Jahre bewegen. Die Tendenz ist etwas steigend, da die Wirtschaftsleistung des Landes nach der Wirtschaftskrise wieder etwas steigt und somit auch die Produktion und daraus resultierend die Abfallmengen. [18]

Es werden nach wie vor viele gefährliche Abfälle ins Ausland exportiert, um dort entsorgt zu werden. In Österreich gibt es bis dato noch keine Untertagedeponie, was die Entsorgung etlicher Abfälle in Österreich zu einem Problem macht. Ein Großteil der gefährlichen Abfälle wird nach Deutschland verbracht, wie zum Beispiel Salzschlacken. Aber auch Norwegen, Belgien und Großbritannien sind Länder, in die österreichische gefährliche Abfälle auch weiterhin exportiert werden. [18]

Des Weiteren werden gefährliche Abfälle zum Teil ausgestuft, um sie in österreichischen Deponien ablagern zu dürfen. Dies wird sich auch in den nächsten Jahren nicht ändern. [18]

Im Großen und Ganzen kann festgehalten werden, dass sich die Abfallmengen in den nächsten Jahren nicht wesentlich in die eine aber auch nicht in die andere Richtung ändern werden. [18]

4 Schwermetalle und ihre Eigenschaften

In diesem Kapitel wird auf die möglichen, anfallenden Schwermetalle bei der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage des STO Unterpremstätten der Firma SDAG eingegangen. Hierbei werden die einzelnen Schwermetalle in Bezug auf ihre Entstehung und ihre Verwendung etc. beschrieben. Des Weiteren werden mögliche Behandlungsmöglichkeiten dieser Schwermetalle näher erläutert.

4.1 Schwermetalle und ihre Wirkung

Schwermetalle sind in der Natur, im Boden, als auch im Wasser, weit verbreitet. Einige dienen für viele Organismen, wie Pflanzen, Tiere und Menschen als wichtige Spurenelemente und sind lebensnotwendig. Schwermetalle stellen jedoch nicht nur wichtige Spurenelemente dar, sondern können teilweise schon in geringen Konzentrationen als Ionen akut toxisch auf einen Organismus wirken. [19]

Die akut toxische Wirkung von Schwermetallen ist eher selten. Schwermetalle sind, anders als organische Verbindungen, schlecht abbaubar und reichern sich im Sediment eines Gewässers etc. an. Es kommt dann durch eine ständige Aufnahme (Bioakkumulation) in den Organismus zu einer Anreicherung im Körper. Besonders bei langlebigen Organismen kann diese ständige Anreicherung zu chronischen Schädigungen des Körpers führen. [19]

Bei einem Vorhandensein mehrerer Schwermetalle kann es sogar zu einer Erhöhung der Schädlichkeit kommen. Das heißt, es treten synergistische Effekte auf. Die schädliche Wirkung ist zum Teil größer als die Summe der schädlichen Wirkungen der einzelnen vorhandenen Metalle. [19]

Im Folgenden wird auf die Schwermetalle und ihre Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt eingegangen.

4.2 Schwermetalle der Hauptgruppen des Periodensystems

In den folgenden Kapiteln werden alle wichtigen Schwermetalle, welche in Form von Hauptgruppenelementen (rot umrahmt – II-VI) im Periodensystem eingetragen sind, beschrieben.

Zur besseren Übersicht sind diese in Abbildung 5, dem Periodensystem der Elemente, dargestellt.

	I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII													
1	1 H																	2 He													
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne													
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar													
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr													
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe													
6	55 Cs	56 Ba	* Lan	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn													
7	87 Fr	88 Ra	** Act	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uuh	117 Uus	118 Uuo														
8	119 Uun																														
			* Lanthanides														57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
			** Actinides														89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Abbildung 5: Periodensystem–Hauptgruppen [20]

4.2.1 Elemente der II. Hauptgruppe des Periodensystems

Die Elemente der zweiten Hauptgruppe, zum Beispiel Barium, werden auch als Erdalkalimetalle bezeichnet. Die Schnittflächen der Metalle zeigen einen silbrigen Glanz, wobei diese jedoch rasch von einer matten Oxidschicht bedeckt werden. [21, S.51]

4.2.1.1 Barium–Ba

Barium kommt aus dem Griechischen und bedeutet „schwer“. Es bezeichnet das Mineral Baryt und wurde 1774 entdeckt. [21, S.61]

Vorkommen

Barium kommt als Schwerspat (BaSO_4) oder als Witherit (BaCO_3) in der Natur vor. [21, S.61]

Gesundheitliche Auswirkungen von Barium

Das natürlich vorkommende Barium stellt kaum bis gar keine Gefahr für den menschlichen Organismus dar. Das größte Risiko geht jedoch vom Einatmen von mit Barium-Sulfat oder Barium-Carbonat gesättigter Luft aus. [22]

Die Auswirkungen von Barium auf die Gesundheit sind prinzipiell von der Wasserlöslichkeit der Verbindungen abhängig. Gelöste Bariumverbindungen können sehr schädlich sein; insbesondere dann, wenn große Mengen in den Organismus aufgenommen werden. In manchen Fällen führt eine große Bariumaufnahme zu Lähmungserscheinungen bis hin zum Tod. Geringere Konzentrationen können Atembeschwerden, einen erhöhten Blutdruck, Schädigungen der Nieren etc. mit sich ziehen. Eine kanzerogene Wirkung wurde bisher nicht nachgewiesen. [22]

Umweltrelevante Auswirkungen von Barium

Barium kommt immer in Verbindung mit anderen Chemikalien, wie beispielsweise Schwefel oder Kohlenstoff, vor. Diese Verbindungen werden oft in der Bohrtechnik der Gasindustrie eingesetzt, wodurch es zu einem Anstieg von Barium in der Natur kommt. [22]

Bariumverbindungen haben eine sehr hohe Wasserlöslichkeit und verbreiten sich dadurch in Gewässern etc. Des Weiteren akkumuliert das Schwermetall in die Körper der Fische und in die Körper anderer Wasserlebewesen. [22]

4.2.2 Elemente der III. Hauptgruppe des Periodensystems

Die Elemente der dritten Hauptgruppe des Periodensystems, wie Thallium, zählen zur Borgruppe. [21, S.65]

4.2.2.1 Thallium–Tl

Thallium ist ein Element, das dem Aluminium sehr ähnlich ist. Thallium kann sowohl einwertig als auch dreiwertig vorkommen, wobei es in der Oxidationsstufe +3 ein starkes Oxidationsmittel ist. Unter einem Oxidationsmittel wird ein Stoff verstanden, der andere Stoffe oxidieren kann und dabei selbst reduziert wird. Er wird daher auch als Elektronenakzeptor bezeichnet. [21, S.65]

Gesundheitliche Auswirkungen von Thallium

Thallium ist vom Menschen sehr leicht über die Haut, die Atemwege und den Verdauungstrakt aufzunehmen. [23]

Es führt zu Magenschmerzen und zu Schäden des Nervensystems. In manchen Fällen kann eine Thalliumvergiftung auch zum Tod führen. Wenn eine Vergiftung überlebt wird, kann es zu bleibenden Schäden am Zentralnervensystem kommen. Da es sich um ein Schwermetall handelt, ist eine Bioakkumulation möglich, wobei es zu chronischen Effekten bei einer dauerhaften Aufnahme dieses Schwermetalls kommen kann. Hierzu zählen zum Beispiel Müdigkeit, Kopfschmerzen oder Sehstörungen. [23]

Umweltrelevante Auswirkungen von Thallium

Thallium ist zu einem gewissen Teil wasserlöslich, was eine Verbreitung im Untergrund begünstigt. Es wird auch von Schlamm und Bodenpartikeln adsorbiert und breitet sich daher auch im Boden und in Oberflächengewässern gut aus. [23]

Neben der toxischen Wirkung auf Mäuse und Ratten (Verwendung als Mäuse- und Rattengift), kann Thallium auch auf Pflanzen verändernde Effekte haben. So kommt es zu Farbänderungen und Wachstumsbeeinträchtigungen durch eine verstärkte Thalliumaufnahme. Auf Tiere hat das Schwermetall die gleiche Wirkung, wie auf Menschen. [23]

4.2.3 Elemente der IV. Hauptgruppe des Periodensystems

Zu dieser Hauptgruppe zählen Zinn und Blei, die folgend näher beschrieben werden.

4.2.3.1 Zinn–Sn

Zinn ist ein Element, das zu den ältesten, dem Menschen bekannten, Metallen zählt. Es wurde spätestens 3500 vor Christus entdeckt und der Name stammt aus dem Althochdeutschen „Zeig“, was so viel wie Stäbchen oder Zweig bedeutet. In Form von Bronze ist es schon zu Beginn der menschlichen Kultur in Gebrauch gewesen. [21, S.97]

Vorkommen

Zinn kommt als Zinnstein (SnO_2) oder Zinnkies ($\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4 = \text{Cu}_2\text{S} \times \text{FeS} \times \text{SnS}_2$) vor. [21, S.97]

Eigenschaften

Zinn ist ein silberweißes und glänzendes Metall. Die Schmelztemperatur liegt bei 231,91 °C, was es zu einem sehr weichen und duktilen Metall macht. [21, S.97]

Elementares Zinn ist bei Standardbedingungen (20 °C und 1 bar) nicht wasserlöslich. Manche Zinnverbindungen, wie Zinn(IV)-Oxid sind nicht löslich, andere hingegen, wie das Zinn(II)-Chlorid sind hingegen gut wasserlöslich. [24]

Gesundheitliche Auswirkungen von Zinn

Organische Verbindungen mit Zinn sind für Menschen am gefährlichsten. Die Wirkungen auf den Körper variieren in Abhängigkeit der Verbindung und den Reaktionen im jeweiligen Organismus. Triethylzinn beispielsweise ist die gefährlichste Verbindung und hat relativ kurze Wasserstoffketten. Dies ist wichtig zu erwähnen, da die Länge ausschlaggebend für die Gefährlichkeit der Wasserstoffketten ist. Je länger die Kette, desto weniger gefährlich. [24]

Der Mensch kann Zinnverbindungen über die Atmung, die Haut oder die Nahrung aufnehmen. Diese können auf den Körper sowohl akute, als auch langfristige Wirkungen haben. Zu den akuten Reaktionen zählen zum Beispiel Reizungen der Haut und der Augen, Übelkeit, Magenschmerzen oder Atemlosigkeit. Zu den langfristigen Reaktionen gehören beispielsweise Depressionen, Leber- und Hirnschäden oder ein Mangel an roten Blutkörperchen. [24]

Umweltrelevante Auswirkungen von Zinn

Zinn ist, wie schon erwähnt, nicht als einzelnes Atom oder Molekül gefährlich, sondern in Form von organischem Zinn. Diese Verbindungen sind sehr persistent und daher biologisch schwer bis gar nicht abbaubar. Dies ist auch der Grund, warum die Zinnkonzentrationen in Ökosystemen ständig zunehmen. [24]

Zinnverbindungen stellen für Gewässer eine große Gefahr dar, da sie für Pilze, Algen und Plankton giftig sind. Gerade aber das Phytoplankton spielt in aquatischen Ökosystemen eine essentielle Rolle, da es zum einen andere Wasserlebewesen mit Sauerstoff versorgt und zum anderen in der Nahrungskette bedeutend ist. [24]

Tributylzinn ist beispielsweise besonders giftig für Fische und Pilze, wohingegen das Triphenylzinn für das Phytoplankton die größte Bedrohung darstellt. [24]

Des Weiteren kommt es, durch den Einfluss von organischem Zinn, zur Beeinträchtigung des Wachstums, der Fortpflanzung und der Enzymsysteme der Wasserlebewesen. [24]

Verwendung

Zinn wird unter anderem zum Verzinnen eingesetzt. Wenn ein Eisenblech verzinkt wird, so wird daraus ein Weißblech. Das Eisen ist dadurch vor Korrosionen geschützt und kann zum Beispiel zur Herstellung von Konservendosen verwendet werden. Ein weiterer Anwendungsbereich des Zinns wäre als Legierungsbestandteil, wobei hier beispielsweise mit Kupfer die Legierung Bronze zu erwähnen ist. [21, S.97]

4.2.3.2 Blei–Pb

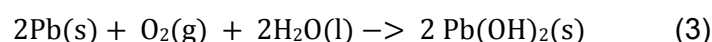
Blei (lateinisch Plumbum) ist das am längsten bekannte Metall. Es kannten bereits die Ägypter und unter Umständen auch schon die Israeliten. Die Römer benutzten Blei hauptsächlich in den Wasserleitungsrohren. Des Weiteren waren ihnen und den Griechen bereits Bleipräparate, wie die Bleiglätte PbO bekannt. [21, S.99]

Vorkommen

Blei kommt sehr selten gediegen vor. Das Metall ist weit verbreitet als Bleiglanz (PbS) und Weißbleierz. [21, S.100]

Eigenschaften

Blei reagiert unter Standardbedingungen nicht mit Wasser. An feuchter Luft jedoch bildet sich an der Oberfläche des Schwermetalls eine dünne Schicht Bleioxid aus (PbO). Bei der Anwesenheit von Luftsauerstoff und Wasser kommt es zur Bildung von Bleihydroxid. [25]



Blei ist unter Standardbedingungen unlöslich. Als PbCO_3 kann es aber auch in gelöster Form auftreten. Das Schwermetall kommt oft in Verbindungen mit Schwefel vor, was es extrem unlöslich und immobil macht. Besser löslich sind Bleiverbindungen in weichem, leicht saurem Wasser. [25]

Gesundheitliche Auswirkungen von Blei

Nach aktuellem Wissenstand hat Blei keine positive Wirkung auf Organismen, sondern führt lediglich zu Schädigungen. Mögliche Auswirkungen von Blei sind unter anderem Nierenschäden, Fehl- bzw. Frühgeburten, Hirnschäden und verminderte Fruchtbarkeit. Gelangt das Blei über die Plazenta in den Fötus, so kann dies zu enormen Schäden des Nervensystems und des Gehirns führen. [25]

Umweltrelevante Auswirkungen von Blei

Das Schwermetall aber auch seine Verbindungen, wie Blei(II)-Salze und Organobleiverbindungen sind giftig und umweltgefährdend. Bleisalze fallen unter die Wassergefährdungsklasse 2 (WGK 2), dies bedeutet wassergefährdend. [25]

Blei führt zur Hemmung der Chlorophyllsynthese und zu Wachstumsstörungen von Pflanzen. Über die Pflanzen kann das Blei in weiterer Folge in die Nahrungskette gelangen und ist aus diesem Grund in Pflanzenschutzmitteln verboten. [25]

Blei kann sich in Lebewesen als auch in Sedimenten und Klärschlämmen anreichern. [25]

Verwendung

Blei ist ein Metall, das in sehr vielen Bereichen, ob im Alltag oder der Industrie, zur Anwendung kommt. So wird es zum Beispiel zur Herstellung von Akkumulatoren oder Letternmetallen eingesetzt. [21, S.100]

Abtrennung

Zur Entfernung von Blei wird die Koagulation aber auch der Ionenaustausch herangezogen. [25]

4.2.4 Elemente der V. Hauptgruppe des Periodensystems

Zu den Elementen der V. Hauptgruppe zählen unter anderem Arsen und Antimon, wie in Abbildung 5 ersichtlich.

4.2.4.1 Antimon–Sb

Die Verbindung Sb_2S_3 , auch Grauspießglanz bezeichnet, war schon im Altertum bekannt. Sie wurde zum Schwarzfärben der Augenbrauen und der Wimpern verwendet. Später wurde der Grauspießglanz bei den Römern als Stibium und etwas später als Antimonium bezeichnet. [21, S.128]

Im 15. Jahrhundert wurde die Herstellung des metallischen Antimons vom Benediktinermönch Basilius Valentinus beschrieben. Damals waren Antimonpräparate unter anderem als Heilmittel sehr beliebt. [21, S.128]

Vorkommen

Antimon kommt vor allem als Grauspießglanz (Sb_2S_3), in geringen Mengen gediegen und als Weißspießglanz (Sb_2O_3) vor. Ein gediegenes Metall ist ein Metall, welches in elementarer Form vorliegt, also als reines Erz. [26]

Eigenschaften

Antimon wird in mehrere Modifikationen unterschieden. Metallisches Antimon ist ein grauweißes, glänzendes und sprödes Metall. Diese Modifikation ist ein guter elektrischer Leiter. Das schwarze, nichtmetallische Antimon hingegen, entsteht durch ein Aufdampfen von Antimon auf kalte Flächen. [21, S.129]

Gesundheitliche Auswirkungen von Antimon

Antimon kann durch Einatmen und durch Hautkontakt in den menschlichen Organismus gelangen. Am schädlichsten ist das Einatmen, wobei hohe Konzentrationen über eine längere Zeitspanne die Augen, die Haut und die Lunge reizen können. [27]

Es können jedoch nicht nur Reizungen, sondern auch schwerere Schäden, wie Lungenkrankheiten, Herzprobleme oder Durchfall auftreten. In seltenen Fällen kann Antimon Krebs auslösen oder die Fortpflanzung stören. [27]

Umweltrelevante Auswirkungen von Antimon

Antimon ist besonders im Boden sehr schädlich, da es sich über das Grundwasser sehr stark ausbreiten kann. Hohe Konzentrationen mit Antimon können kleine Tiere, wie Kaninchen oder Ratten töten. Vor dem Tod tritt jedoch noch eine Schädigung an Lunge, Herz, Leber und der Niere ein. Bei dem Kontakt mit geringen Konzentrationen über einen langen Zeitraum kann es auch bei Tieren zu Hautreizungen, Haarausfall oder Lungenschäden kommen. [27]

Verwendung

Antimon findet als Legierungsbestandteil eine große Verwendung. Es wird zum Beispiel mit Blei als Letternmetall oder Hartblei verarbeitet. Eine weitere Legierungsmöglichkeit besteht auch mit Zinn zu Lagermetallen etc. [21, S.129]

4.2.4.2 Arsen–As

Aristoteles erwähnte bereits zum ersten Mal die natürlichen Arsenschwefelverbindungen Realgar (As_4S_4) und Auripigment (As_4S_3). Die Bezeichnung des Arsens geht auf das griechische „arsenikón“ zurück, wobei dies das Arsenmineral Auripigment bezeichnete. In früherer Zeit wurde Arsen in der Heilkunde nach Paracelsus verwendet. [21, S.125]

Vorkommen

Arsen kommt in sehr seltenen Fällen gediegen in Form grauschwarzer Kristalle als Scherbenkobalt vor. Häufiger ist Arsen in Verbindungen mit Schwefel als As_4S_4 oder As_4S_3 zu finden. Andere Möglichkeiten wären als Rotnickelkies (NiAs) oder Arsenkies (FeAsS). [21, S.126]

Eigenschaften

Arsen kann in mehreren Modifikationen vorliegen, wobei die stabilste Modifikation das „graue“ oder metallische Arsen ist. Dieses ist stahlgrau, glänzend und spröde und leitet den elektrischen Strom. [21, S.126]

Wenn Arsendampf mit flüssiger Luft abgeschreckt wird, entsteht nichtmetallisches gelbes Arsen (As_4). Eine weitere Modifikation wäre schwarzes Arsen, welches dem schwarzen Phosphor entspricht. [21, S.126]

Elementares Arsen ist relativ schwer wasserlöslich, wohingegen seine Verbindungen eine hohe Wasserlöslichkeit besitzen. Vor allem das HAsO_4^{2-} ist im Wasser zu finden. [28]

Gesundheitliche Auswirkungen von Arsen

Arsen zählt zu den giftigsten Elementen des Periodensystems. Der Kontakt mit anorganischem Arsen kann zu Reizungen des Magens, Hautveränderungen und Lungenreizungen führen. Des Weiteren kann dieses Schwermetall für einige Krebserkrankungen, vor allem Haut-, Lungen, Leber- und Lymphgefäßkrebs verantwortlich sein. Weitere Auswirkungen bei erhöhtem Kontakt mit Arsen sind zum Beispiel Unfruchtbarkeit, Fehlgeburten und Herzstörungen. [28]

Es ist wichtig zu erwähnen, dass organisches Arsen weder Krebs noch Schäden an der DNS verursachen kann. Hohe Belastungen können jedoch bereits zu Nervenschäden und Bauchschmerzen führen. [28]

Umweltrelevante Auswirkungen von Arsen

Für einige Tierarten ist Arsen essentiell, weil es bei der Proteinsynthese beteiligt ist. Arsen ist jedoch nicht nur hilfreich, sondern hat zugleich auch eine hohe Toxizität, wie das Arsen(III)-Oxid. Dieser Stoff blockiert enzymatische Prozesse und hat eine embryonale Wirkung auf Tiere. [28]

Verwendung

Arsen wird in Bleilegierungen zugesetzt, um die Festigkeit zu verbessern und das Blei gießbar zu machen. Metallisches Arsen wurde früher zum Teil dafür eingesetzt, mattgraue Oberflächen von Metallteilen zu erzeugen, um das Material älter wirken zu lassen. [21, S.126]

Des Weiteren wurde das Schwermetall in Form seiner möglichen Verbindungen als Schädlingsbekämpfungsmittel im Weinbau, aber auch als Fungizid in der Holzwirtschaft benutzt. Andere Verwendungsmöglichkeiten des Arsens waren in Holzschutzmitteln, als Rattengift und als Entfärbungsmittel in der Glasherstellung. [21, S.126]

Der Einsatz dieses Materials ist heutzutage jedoch stark umstritten, da die eingesetzten Arsenverbindungen hoch toxisch sind. [21, S.126]

Abtrennung

Arsen kann im Wasser/Abwasser durch Ionentauscher abgetrennt werden. [28]

4.2.4.3 Bismut–Bi

Als erstes wird Bismut, früher Wismut, im 15. Jahrhundert als Zinn ähnliches Metall beschrieben. Im 16. Jahrhundert fand Bismut als Bismutoxid (Bi_2O_3) in Farben und basisches Bismutnitrat in Schminke Anwendung. [21, S.130]

Vorkommen

Meist kommt Bismut gediegen vor. Weitere Vorkommensarten wären als Bismutglanz (Bi_2S_3) oder Bismutocker (Bi_2O_3). [21, S.130]

Eigenschaften

Bismut ist ein glänzendes, sprödes, rötlich-weißes Metall. und wenn es abgekühlt wird, dehnt es sich aus. Des Weiteren ist es in HNO_3 löslich und verbrennt an Luft zu Bi_2O_3 . [21, S.130]

Das Bismut-Atom ist das schwerste und größte Atom, das gerade noch stabil ist. [21, S.130]

Gesundheitliche Auswirkungen von Bismut

Das Schwermetall Bismut und auch sein Salze können Nierenschäden verursachen und hohe Dosen können sogar bis zum Tod führen. Bismut kann durch die Einatmung, die Aufnahme über die Haut oder die orale Aufnahme in den menschlichen Organismus gelangen. Zu den akuten Folgen zählen zum Beispiel die Entzündung der Atemwege, Durchfall, Kopfschmerzen, rheumatische Schmerzen und Gewichtsverlust. [29]

Wie jedes Schwermetall hat auch die Aufnahme von Arsen nicht nur akute Folgen, sondern auch Chronische. Hierzu gehören zum Beispiel Anämie, Hautentzündungen und Leber- und Nierenschäden. [29]

Bismut zählt nicht zu den Schwermetallen, welche Karzinogene ausbilden können. [29]

Umweltrelevante Auswirkungen von Bismut

Bismut gilt als wenig umweltgiftig und stellt aus diesem Grund nur eine geringe Bedrohung für die Umwelt dar. Bismutverbindungen haben normalerweise nur geringe Löslichkeiten. Es sollte jedoch trotzdem vorsichtig mit diesem Schwermetall umgegangen werden, da es bis jetzt nur wenige Informationen über dessen Effekte und Verbleib in der Umwelt gibt. [29]

Verwendung

Bismut wird als Legierungsbestandteil herangezogen, wobei diese Verbindungen meist in Sprinkleranlagen, aufgrund des niedrigen Schmelzpunktes des Schwermetalls, Verwendung finden. Unter einem Schmelzpunkt wird die Temperatur verstanden, bei der der Phasenübergang von der festen in die flüssige Phase bei Normaldruck (1013 hPa) stattfindet. [21, S.130]

4.2.5 Elemente der VI. Hauptgruppe des Periodensystems

Die Elemente, die in der sechsten Hauptgruppe stehen, werden auch Chalkogene also Erzbildner genannt. [21, S.134]

4.2.5.1 Selen–Se

Selen ist ein Metall, welches erst 1817 im Bleikammerschlamm einer Schwefelsäurefabrik entdeckt wurde. [21, S.152]

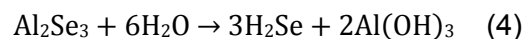
Vorkommen

Selen ist zu einem sehr großen Teil in dem Flugstaub der Röstgase von Schwefelerzen des Silbers und Goldes enthalten. [21, S.152]

Eigenschaften

Das Schwermetall bildet mehrere Modifikationen, stabil ist jedoch das graue, metallähnliche Selen. Dieses graue Selen ist ein Halbleiter, wobei sich die elektrische Leitfähigkeit durch Licht erhöhen lässt. [21, S.152-153]

Selen reagiert nicht mit Wasser, es gibt jedoch Verbindungen, die mit Wasser reagieren. [30]



Gesundheitliche Auswirkungen von Selen

Das Schwermetall kann durch die Nahrung, das Wasser oder durch Hautkontakt mit selenhaltigen Böden/Wasser in den menschlichen Organismus gelangen. Prinzipiell ist es notwendig täglich eine gewisse Menge an Selen zu sich zu nehmen, da es ein Spurenelement für den Körper darstellt. Eine hohe Konzentrationsaufnahme kann jedoch unter anderem zu Schwindelgefühl, Wasseransammlungen in der Lunge oder zu Bronchitis führen. Gelangt Selen in die Augen so verursacht es Brennen, Reizungen und Tränenentwicklung. Eine Selenvergiftung kann so schwerwiegend sein, dass sie zum Tod führt. [30]

Umweltrelevante Auswirkungen von Selen

Wenn Selen im Boden nicht mit Sauerstoff reagiert, bleibt es ziemlich immobil. Das heißt, dass es sich somit nicht wirklich ausbreiten kann und auch für Organismen keine große Gefahr darstellt. Ein hohes Sauerstoffniveau und ein hoher Säuregehalt im Boden fördern jedoch die mobilen Formen des Schwermetalls. Diese Bodeneigenschaften werden zumeist vom Menschen durch agrarische Prozesse verursacht. [30]

Bedingt durch die Landwirtschaft gelangt Selen oft in Oberflächenwässer, indem es aus dem Boden ausgeschwemmt und über Drainagen in Gewässer geleitet wird. [30]

Das Verhalten des Selen im Boden ist von Wechselwirkungen mit andern Verbindungen und sonstigen Umwelteinflüssen abhängig. [30]

Selen kann sich in Geweben der Organismen anreichern und wird dadurch in der Nahrungskette weitergegeben. Eine hohe Selenkonzentration führt zu Fortpflanzungsstörungen bis zu Geburtsschäden bei Tieren. [30]

Verwendung

Selen wird in der Herstellung von Gleichrichtern und Photoelementen verwendet. Des Weiteren stellt es ein lebenswichtiges Spurenelement für den menschlichen Organismus dar. [21, S.153]

Lösliche Selenite (SeO_3^{2-}) und Selenate (SeO_4^{2-}) sind giftig. [21, S.153]

Abtrennung

Selen kann durch Fällung oder Ionenaustauschern aus dem Wasser/Abwasser entfernt werden. [30]

4.3 Nebengruppenelemente des Periodensystems

Im Periodensystem werden die jeweils untereinander stehenden Übergangselemente als Nebengruppen zusammengefasst. Alle Übergangselemente sind Metalle, wobei sie häufig stabile Komplexe bilden und in mehreren Oxidationsstufen vorkommen können. Innerhalb der Nebengruppen nimmt die Stabilität der höheren Oxidationsstufen von oben nach unten zu. Dies unterscheidet Nebengruppenelemente von Hauptgruppenelementen. [21, S.186]

Als Überblick über die im Folgenden näher beschriebenen Nebengruppen soll Abbildung 6 dienen.

	I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	1 H																		2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uut	113 Uut	114 Uuq	114 Uup	115 Uuh	117 Uus	118 Uuo	
8	119 Uun																		
	* Lanthanides		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
	** Actinides		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

Abbildung 6: Periodensystem–Nebengruppenelemente [20]

4.3.1 Elemente der I. Nebengruppe

Die erste Gruppe der Nebenelemente wird als Kupfer-Gruppe bezeichnet. Alle Elemente dieser Gruppe sind edle Metalle und werden vielfach auch Münzmetalle genannt. Unter edlen Metallen werden wenig reaktionsfreudige verstanden, da die Valenzelektronen fest an das Atom gebunden sind. Der edle Charakter nimmt vom Kupfer zum Gold hin zu. Des Weiteren sind sie in nicht oxidierenden Säuren unlöslich. [21, S.195]

Die Elemente der ersten Nebengruppe unterscheiden sich in der Stabilität der Oxidationsstufen. Zu den stabilen Elementen zählen Cu(II)- und Ag(I)- Verbindungen. Die Metalle sind dehn- und hämmerbar und zählen zu den ersten Gebrauchsmetallen der Menschheit. [21, S.195]

4.3.1.1 Kupfer–Cu

Kupfer (lateinisch Cuprum) gehört zu den ältesten Metallen und diente in Form von Bronze als Basis zur Herstellung von Waffen, Geräten aber auch von Schmuck. [21, S.196]

Vorkommen

Kupfer kann in mehreren Formen vorkommen. Zum einen gediegen, als Kupferglanz (Cu_2S) oder Rotkupfererz (Cuprit) Cu_2O , zum anderen als Malachit oder Kupferkies. [21, S.196]

Eigenschaften

Reines Kupfer ist gelbbrot, wobei es unter Bildung von Cu_2O an Luft die kupfertypische rote Farbe erhält. Kupfer ist weich und zäh und besitzt eine hervorragende thermische aber auch elektrische Leitfähigkeit. [21, S.197]

Das Metall ist in Wasser unlöslich, wobei dies auch für Kupferoxid und Kupfer(I)-Sulfat gilt. Kupfer(I)-Chlorid besitzt jedoch eine geringe Löslichkeit in Wasser. [31]

Gesundheitliche Auswirkungen von Kupfer

Es werden täglich große Kupfermengen in den Organismus aufgenommen, da dieses Schwermetall ein Bestandteil vieler Lebensmittel, dem Trinkwasser und der Atemluft ist. Diese Aufnahme ist auch notwendig, da es sich bei Kupfer um ein wichtiges Spurenelement handelt. [31]

Lösliche Kupferteilchen stellen jedoch eine Gefahr für den menschlichen Organismus dar. Eine Kupferbelastung über einen längeren Zeitraum kann zu Reizungen der Nase, des Mundes und der Augen führen. Extrem hohe Kupferaufnahmen können als Ursache für Leber- und Nierenschäden genannt werden. Eine kanzerogene Wirkung wurde mit Kupfer noch nicht in Verbindung gebracht. [31]

Umweltrelevante Auswirkungen von Kupfer

Kupfer lagert sich im Boden an anorganische und organische Materialien an. Für Warmblüterorganismen ist die Giftigkeit von metallischem Kupfer beschränkt, da es sich nicht auflöst. Vergiftungen mit Kupfer treten eher bei der Einnahme von Kupferverbindungen und gelösten Ionen auf. Hierfür sind vor allem Wiederkäuer empfindlich. Gelöste Kupfersalze sind stark gewässerschädigend, da sie giftig für Bakterien, Algen, Krebse und Fische sind. Fische speichern Kupfer vor allem in der Leber. [31]

Verwendung

Kupfer ist ein Metall, das wegen seiner vielseitigen Eigenschaften in vielen Bereichen Verwendung findet. Es ist ein wichtiger Legierungsbestandteil, denn mit

- Zinn ergibt es Bronze,
- Zink ergibt es Messing
- Zinn und Nickel ergibt es Neusilber und
- Zinn, Antimon und Blei ergibt es Lagermetall. [21, S.197]

Das ausgesprochen gute elektrische Leitvermögen wird in der Elektrotechnik genutzt. Des Weiteren sind Mikroorganismen sehr empfindlich auf Kupfer, weswegen es teilweise in Schädlingsbekämpfungsmitteln eingesetzt wird. [21, S.197]

Abtrennung

Kupfer kann mit einer Fällung, einer Adsorption oder einem Ionenaustauscher aus dem Wasser/Abwasser entfernt werden. [31]

4.3.1.2 Silber–Ag

Silber (lateinisch Argentum) ist ein Metall, welches, gleich wie Kupfer, am frühesten vom Menschen benutzt worden ist. [21, S.199]

Vorkommen

Silber kommt in gediegener Form, als Silberglanz (Ag_2S), Hornsilber (AgCl) und in Blei- und Kupfererzen vor. [21, S.199]

Eigenschaften

Silber besitzt von allen Elementen das größte thermische und elektrische Leitvermögen, ist weich und gut verformbar. [21, S.199]

Unter Standardbedingungen ist Silber in Wasser unlöslich. Auch Silberverbindungen, wie Silbersulfid, sind wasserunlöslich, wohingegen andere mehr oder weniger gut löslich sind. [32]

Gesundheitliche Auswirkungen von Silber

Lösliche Silbersalze, vor allem AgNO_3 , sind in Konzentrationen bis zu zwei Gramm lebensgefährlich. Silberverbindungen können vom Körpergewebe aufgenommen werden, was bläulich bis schwarze Färbungen der Hauptpigmente zur Folge haben kann. [32]

Zu den Symptomen einer Vergiftung zählen unter anderem Übelkeit, Erbrechen, Durchfall oder Bewusstlosigkeit. [32]

Falls Silber verschluckt werden sollte, kann es zu Lungenentzündungen kommen, welche bis zum Tod führen können. Eine ständige Aussetzung von Silberverbindungen kann unter anderem Ursache chronischer Erkrankungen wie Nieren-, Augen- und Gehirnschäden sein. [32]

Umweltrelevante Auswirkungen von Silber

Für Organismen ist Silber nicht essentiell und auf Bakterien beispielsweise wirkt Silber schnell tödlich. [32]

Bei Pflanzen ist eine Adsorption des Silbers möglich, wobei diese jedoch keiner biologischen Funktion zugrunde liegt. [32]

Im Boden ist Silber in relativ kleinen Mengen enthalten und im Wasser wirken das Schwermetall und seine Verbindungen am schnellsten toxisch auf Mikroorganismen. [32]

Verwendung

Elementares Silber wird für Münzen, Schmuck und in der Elektrotechnik verwendet. Eine weitere Anwendung für Silber findet sich als Überzug, was auch als Versilbern bezeichnet wird. Silbersalze wirken bakterizid, wobei hierbei schon sehr wenige in Lösung befindliche Ionen ausreichen, um zum Beispiel Wasser keimfrei zu halten. [21, S.199]

Abtrennung

Silber kann in ionischer Form mittels Fällung oder Ionenaustauschern aus dem Wasser/Abwasser entfernt werden. Des Weiteren wäre auch eine Behandlung mit Aktivkohle und Sandfiltern sinnvoll. [32]

4.3.2 Elemente der II. Nebengruppe

Die Elemente, welche zur zweiten Nebengruppe des Periodensystems zählen, werden auch Zink-Gruppe genannt. Die Elemente dieser Gruppe sind Schwermetalle und haben besonders niedrige Schmelz- und Siedepunkte. Quecksilber ist den Edelmetallen zuordenbar, da es sich nur in oxidierenden Säuren löst. [21, S.202]

Zink und Cadmium haben in ihren Verbindungen die Oxidationszahl +2. Quecksilber kann hingegen positiv ein- aber auch zweiwertig sein. [21, S.202]

An feuchter Luft überziehen sich die Metalle der II. Nebengruppe mit einer dünnen Oxid- oder Hydroxidschicht. Diese Passivierung dient zum Schutz vor weiteren Angriffen. [21, S.202]

4.3.2.1 Zink–Zn

Der Name des Elementes Zink stammt von „Zinke“, da das Metall zackenförmig erstarrt. Zink wurde erst gegen Ende des Mittelalters in Europa bekannt. Der Grund für die doch etwas späte Existenzverbreitung von Zink war die schwierige Verhüttung der Zinkerze. [21, S.204]

Vorkommen

Zink kommt in der Erdkruste nicht elementar vor, sondern in Verbindungen mit Schwefel, wie dem Zinksulfid (ZnS) oder dem Zinkspat (ZnCO_3). [21, S.204]

Eigenschaften

Reines Zink ist ein bläulich-weißes Metall. [21, S.204]

Das Metall reagiert in elementarer Form nicht mit Wasser, als Ion bildet es jedoch im Wasser eine schwerlösliche Schicht von Zinkhydroxid (Zn(OH)_2) aus. Die Wasserlöslichkeit ist nicht nur abhängig von der Temperatur, sondern auch von dem pH-Wert des Wassers. Im neutralen Bereich ist Zink fast unlöslich. Bei einem pH-Wert von 6 und kleiner steigt die Löslichkeit jedoch, um ab pH-Wert 11 wieder abzunehmen. [33]

In gelöstem Zustand liegt Zink als ZnOH^+ oder als $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ vor. ZnCO_3 ist eine nichtionische Form, die ebenfalls anzutreffen ist. [33]

Gesundheitliche Auswirkungen von Zink

In bestimmten Konzentrationen ist Zink in Nahrungsmitteln und auch im Trinkwasser enthalten. Dies ist auch wichtig, da dieses Schwermetall ein essentielles Spurenelement für den menschlichen Organismus darstellt. Eine zu hohe Konzentrationsaufnahme kann zu Magenkrämpfen, Hautreizungen, Brechreiz etc. führen. [33]

Umweltrelevante Auswirkungen von Zink

Elementares Zink gilt als nicht wassergefährdend, wohingegen Zinkverbindungen, wie Zinkarsenat, eine Wassergefährdung darstellen. Die Zinkemissionen aus der Industrie sind stark gesunken, weshalb von ihnen kein großes Risiko für die Umwelt ausgeht. [33]

Verwendung

Ein sehr großer Verwendungsbereich von Zink ist die Nutzung als Eisenüberzug. Das Produkt wird als Zinkblech aber auch als verzinktes Eisen bezeichnet. Eine weitere Verwendungsmöglichkeit wäre als Legierungsbestandteil für die Produktion von Messing, als Anodenmaterial für Trockenbatterien oder als Zinkweiß in Form von Malerfarbe. [21, S.204]

Abtrennung

Es können diverse Methoden angewandt werden, um Zink aus dem Wasser/Abwasser abzutrennen. Zu den Methoden zählen zum Beispiel Koagulation, Ionenaustauscher oder eine Aktivkohle. [33]

4.3.2.2 Cadmium–Cd

Das Schwermetall Cadmium wurde gleichzeitig als Zinkcarbonat und Zinkoxid entdeckt. [21, S.205]

Vorkommen

Cadmium kommt kaum gediegen in der Natur vor und es gibt auch keine abbauwürdigen Lagerstätten. Erze, welche Cadmium enthalten wären zum Beispiel der Greenockit (CdS) oder der Otavit (CdCO₃). [21, S.205]

Eigenschaften

Cadmium ist ein silberweißes und glänzendes Schwermetall. Es ist relativ weich und plastisch verformbar, wodurch es zu Drähten gezogen und zu Blättchen ausgehämert werden kann. [21, S.205]

Elementares Cadmium reagiert unter Standardbedingungen nicht mit Wasser, an feuchter Luft kann es jedoch zu einer Oxidation kommen. [34]

Des Weiteren ist die Löslichkeit des Cd²⁺-Ions stark pH-Wert abhängig. Cadmiumoxid ist gering, Cadmiumhydroxid gar nicht wasserlöslich, wohingegen andere Verbindungen, wie Cadmiumchlorid stark wasserlöslich sind. [34]

Gesundheitliche Auswirkungen von Cadmium

Der größte Teil des, täglich in den Organismus gelangten, Cadmiums wird resorbiert, wobei ein geringer Anteil ausgeschieden und der größere Anteil akkumuliert wird. [34]

Die Einnahme von sehr hohen Cadmiumkonzentrationen kann zu Nierenschäden und zu schmerzhaften Knochenveränderungen (Itai-Itai-Krankheit) führen. [34]

Cadmium kann den Platz von Zink einnehmen, wobei viele Abläufe im Körper, wie die Spermienproduktion, gestört werden können. Des Weiteren können bei Schwangeren, durch Wechselwirkungen mit Eisen, Anämien ausgelöst werden. [34]

Umweltrelevante Auswirkungen von Cadmium

Das Schwermetall wird mit der Bodenlösung von Pflanzen aufgenommen. Da es an Proteine gebunden ist, kann es die Photosynthese- und Transpirationsrate von Pflanzen erniedrigen und die Atmungsrate ansteigen lassen. [34]

Auf im Wasser lebende Organismen hat Cadmium eine wachstumshemmende Wirkung. Im Allgemeinen ist das Schwermetall wassergefährdend. [34]

Verwendung

Cadmium wird als Rostschutz, als Legierungsbestandteil oder als Elektrodenmaterial in Batterien eingesetzt. [21, S.205]

Abtrennung

Die Abtrennung erfolgt mittels Ionenaustauschern und Sandfiltern. Des Weiteren kann das Schwermetall auch mit Aktivkohle und einer Fällung gut entfernt werden. [34]

4.3.2.3 Quecksilber–Hg

Es war bereits den Römern und Griechen bekannt, wie aus Zinnober (HgS) Quecksilber herzustellen ist. Das Symbol „Hg“ leitet sich auch dem Deutschen von Wassersilber und in weiterer Folge aus „Hydrargyrum“ ab. [21, S.207]

Vorkommen

Quecksilber kommt beinahe zur Gänze als Zinnober vor. [21, S.207]

Eigenschaften

Quecksilber ist bei Raumtemperatur flüssig und das einzige leicht flüchtige Schwermetall, welches natürlich zu organisch persistenten Verbindungen synthetisiert werden kann. [21, S.207]

Gesundheitliche Auswirkungen von Quecksilber

Prinzipiell kommt es in Haushalten nicht zum Kontakt mit Quecksilber, da sich dieses zumeist in fest verschlossenen Behältern befindet. Kommt es jedoch zum Bruch eines solchen Gefäßes (Thermometer), verdampft Quecksilber aufgrund des hohen Dampfdruckes und kann eingeatmet werden. [35]

Bei längerer Einatmung kommt es zu Nervenschäden, sowie zu Gehirn-, Nieren-, Lungen und Augenreizungen. Des Weiteren kann ein längerer Kontakt zu Hautausschlägen, Brechreiz und Durchfall führen. [35]

Umweltrelevante Auswirkungen von Quecksilber

Quecksilber gelangt durch den Einsatz von Kunstdüngern und Indirekteinleitern in den Boden und das Wasser, wobei Pilze große Mengen des Schwermetalls aufnehmen können. Mikroorganismen in Oberflächengewässern und auch im Boden können das Quecksilber in Methylquecksilber umbauen. Dieses kann von den meisten Organismen leicht aufgenommen werden und verursacht in weiterer Folge Nervenschäden. [35]

Fische zählen zu den Lebewesen, welche viel Methylquecksilber aufnehmen und akkumulieren, wodurch es in die Nahrungskette gelangt. Bei Tieren verursacht das Schwermetall unter anderem Nierenschäden, Störungen bei der Fortpflanzung und Veränderungen der DNS. [35]

Verwendung

Quecksilber dient zum Teil noch als Füllung von Thermometern, Barometern und Manometern. Das Schwermetall und seine Verbindungen sind sehr giftig und werden daher auch als Schädlingsbekämpfungsmittel oder aber auch bei Hautkrankheiten eingesetzt. [21, S.207]

4.3.3 Elemente der V. Nebengruppe

Die Elemente der fünften Nebengruppe zählt Vanadium, welches folgend näher beschrieben wird.

4.3.3.1 Vanadium–V

Vanadium wurde zum ersten Mal 1801 entdeckt.[21, S.219]

Vorkommen

Das Metall ist oft als V_2O_5 in Eisenerzen enthalten, wobei sich diese Verbindung in der Konverterschlacke der Stahlherstellung sammelt. Ein weiteres Vanadium-Vorkommen wäre zum Beispiel der Patronit (VS_4). [21, S.219]

Eigenschaften

Vanadium ist ein stahlgraues Metall und in verunreinigter Form ist es sehr hart und spröde. Ist es jedoch rein, handelt es sich um ein sehr dehnbares und geschmeidiges Material. Dieses Metall ist an der Luft beständig und wird nur von speziellen Säuren, wie der Salpeter- oder Flusssäure, angegriffen. [36]

Gesundheitliche Auswirkungen von Vanadium

Wie bei jedem Schwermetall, führt auch die erhöhte Aufnahme von Vanadium zu gesundheitlichen Problemen. Eine Einatmung beispielsweise kann zu Bronchitis als auch zu einer Lungenentzündung führen. Zu den akuten Reaktionen zählen unter anderem Reizungen der Lunge, des Halses, der Augen und der Nasenhöhlen. [37]

Längere Aufnahmen von Vanadium können beispielsweise zu Herz- und Gefäßkrankheiten, Leber- und Nierenblutungen, heftigem Zittern und Paralyse führen. [37]

Umweltrelevante Auswirkungen von Vanadium

In der Natur kommt Vanadium in Algen, Pflanzen, Fischen und vielen anderen Lebewesen vor. Es hemmt bestimmte Enzyme in Tieren, was Auswirkungen neurologischer Art hat. Es können jedoch nicht nur Nervenschädigungen, sondern auch Atembeschwerden und Schäden an Leber und Nieren auftreten. [37]

Verwendung

Vanadium ist ein sehr bedeutendes Legierungselement von Stählen. Vanadiumstahl ist zäh, hart und schlagfest. [21, S.220]

4.3.4 Elemente der VI. Nebengruppe

Die Elemente der sechsten Nebengruppe sind hochschmelzende Schwermetalle, die nun näher beschrieben werden. [21, S.225]

4.3.4.1 Chrom–Cr

Das Schwermetall Chrom wurde zum ersten Mal in einem sibirischen Mineral, dem Rotbleierz, entdeckt. [21, S.226]

Vorkommen

Chrom kommt als FeCr_2O_4 und als Chromeisenstein (Chromit) vor. [21, S.226]

Eigenschaften

Chrom ist ein silbrig-weißes, weiches und relativ unedles Schwermetall, welches sich in nichtoxidierenden Säuren löst. [21, S.226]

Die meisten Chromverbindungen sind in Wasser nur schwer bis gar nicht löslich. Chrom(III)-Verbindungen sind beispielsweise schwer löslich und werden zusätzlich noch zu einem großen Teil an Schwebstoffe gebunden. Chrom(III)-Oxid- und hydroxid sind nicht löslich in Wasser. Chrom(VI)-Oxid hingegen ist ein Beispiel für eine in Wasser lösliche Verbindung. [38]

Gesundheitliche Auswirkungen von Chrom

Das dreiwertige Chrom ist für den menschlichen Organismus ein wichtiges Spurenelement und eine toxische Wirkung ist hier äußerst selten. [38]

Sechswertiges Chrom hingegen ist toxisch und gefährlich für den Menschen. Es löst zum Teil asthmatische Reaktionen aus und ist wahrscheinlich krebserregend. Diese Verbindungen können 1000 Mal toxischer sein als Chrom(III)-Verbindungen. [38]

Symptome durch eine Vergiftung können Durchfall, Krämpfe als auch Leber- und Nierenschäden sein. Teilweise haben diese Verbindungen sogar eine erbgutschädigende Wirkung. Eine Einnahme von Chrom(VI)-Oxid kann zu Krämpfen, Lähmungen, bis hin zum Tod führen. [38]

Umweltrelevante Auswirkungen von Chrom

Chromverunreinigungen des Wassers zählen zu den wichtigsten und akutesten Umweltproblemen. Chrom(VI)-Verbindungen fallen unter die Wassergefährdungsklasse 3 (WGK 3) und sind hiermit stark wassergefährdend. [38]

Diese Verbindungen haben nicht nur bei Tieren und Menschen, sondern auch bei Pflanzen in geringen Konzentrationen große toxische Wirkungen. [38]

Unter normalen Umständen werden diese Verbindungen im Boden nach schon kurzer Zeit zu Chrom(III)-Verbindungen reduziert und können sich danach weniger gut ausbreiten. Nach dieser Reduktion sind diese Verbindungen auch für Pflanzen nicht mehr verfügbar, wodurch die Nahrungskette zu einem gewissen Grad vor diesem Schwermetall geschützt ist. [38]

Verwendung

Chrom wird verwendet, um Werkstücke vor Korrosion zu schützen. Bei dem sogenannten „Verchromen“ wird elementares Chrom kathodisch auf eine Zwischenschicht von beispielsweise Cadmium aufgetragen. Des Weiteren ist Chrom ein wichtiges Legierungselement für Stähle, die dann als Ferrochrom bezeichnet werden. [21, S.226]

Chrom-Verbindungen

Das Schwermetall Chrom kann, je nach Oxidationsstufe, unterschiedliche Verbindungen eingehen [21, S.226]:

- Cr(III)

Diese Verbindungen sind sehr stabil und enthalten drei ungepaarte Elektronen.

- Cr(VI)

Diese Verbindungen wirken als starkes Oxidationsmittel.

Abtrennung

Eine zufriedenstellende Abtrennung von Chrom erfolgt mittels Ionenaustauschern. Eine andere Möglichkeit wäre die Verwendung einer Aktivkohle oder einer Fällung. Bei dieser Methode muss Chrom(VI) jedoch mit Eisenionen zu Chrom(III) reduziert werden. Erst dann kann eine Entfernung mittels Fällung erfolgen. [38]

4.3.4.2 Molybdän–Mo

Dieses Schwermetall wurde erstmals 1782 aus Molybdänoxid hergestellt. [21, S.229]

Vorkommen

Molybdän kommt hauptsächlich als Molybdänglanz (MoS_2) und als Gelbbleierz (PbMoO_4) vor. [21, S.229]

Eigenschaften

Bei diesem Schwermetall handelt es sich um ein hartes, sprödes und dehnbares Material. Wird es als Legierungselement in Stählen hinzugefügt so erhöht es deren Härte und Zähigkeit. Des Weiteren ist Molybdän sehr beständig gegen nichtoxidierende Säuren. [21, S.229]

Gesundheitliche Auswirkungen von Molybdän

Molybdän und seine Verbindungen sind sehr giftig für Menschen und Tiere. Es kommt unter dem Einfluss dieses Schwermetalls unter anderem zu Knieschmerzen, Schmerzen in Händen und Füßen, Gelenkmissbildungen und zu Ödemen. [39]

Umweltrelevante Auswirkungen von Molybdän

Es sind bis dato keine umweltrelevanten Auswirkungen des Molybdäns bekannt. [39]

4.3.4.3 Wolfram–W

Das Schwermetall Wolfram und sein Oxid wurden 1781 entdeckt. Sein Name stammt von „Ram“, was so viel wie „Dreck“ bedeutet. Diese Wortgebung kam deshalb zustande, da das Wolfram die Reduktion des Zinnsteins im Schmelzofen störte. [21, S.231]

Vorkommen

Wolfram kommt als Wolframit ((Mn,Fe(II))WO₄), Scheelit oder Wolframocker vor. [21, S.231]

Eigenschaften

Das Schwermetall zeichnet sich durch seinen hohen Schmelzpunkt, aber auch durch seine große mechanische Festigkeit aus. Es lässt sich zu langen dünnen Drähten ziehen und an seiner Oberfläche bildet sich eine dünne Oxidschicht aus, welche als Schutz vor Säuren dient. [21, S.231]

Gesundheitliche Auswirkungen von Wolfram

Bei dem Kontakt mit Wolfram kann es zu Reizungen der Haut und der Augen kommen. Beim Einatmen des Schwermetalls können Lungen- und Schleimhautreizungen auftreten. [40]

Bei regelmäßigem Kontakt mit diesem Schwermetall kommt es nicht zu chronischen Gesundheitseffekten, es werden „lediglich“ die akuten Symptome verschlimmert. [40]

Umweltrelevante Auswirkungen von Wolfram

Für dieses Schwermetall sind keine expliziten Umweltgefahren bekannt. [40]

Verwendung

Wolfram wird für viele Zwecke eingesetzt. Eine Möglichkeit wäre als Draht für Glühlampen oder als Legierungsbestandteil für Stähle, woraus dann in weiterer Folge das Produkt Ferrowolfram entsteht. [21, S.231]

4.3.5 Elemente der VIII. Nebengruppe

Die achte Nebengruppe wird auch Eisen-Platin-Gruppe genannt. In weiterer Folge werden aus dieser Gruppe die Eisenmetalle Kobalt und Nickel näher beschrieben.

4.3.5.1 Kobalt–Co

Als Kopalte wurden Mineralien bezeichnet, welche sich nur sehr schwer verhütten ließen und daher, wie die Berggeister (Kobolde), den Bergmänner die Arbeit erschwerten. [21, S.249]

Vorkommen

Kobalt findet sich beispielsweise in den Erzen Kobaltglanz und Speisekobalt. [21, S.249]

Eigenschaften des Kobalts

Kobalt besitzt eine geringe Wasserlöslichkeit und einige Verbindungen, wie Kobaltcarbonat sind in Wasser sogar komplett unlöslich. [21, S.249]

Gesundheitliche Auswirkungen von Kobalt

Elementares Kobalt ist krebserregend, wohingegen Kobalt, als Bestandteil von Vitamin B₁₂, wichtig für den menschlichen Organismus ist. Wird es nicht als Vitamin aufgenommen, so wird es ungenutzt wieder ausgeschieden. [41]

Kobaltverbindungen haben eine nur sehr geringe toxische Wirkung. Sollte es dennoch zu einem Effekt kommen, so ist mit einer Vergrößerung der Schilddrüse und einer Schädigung des Herzens zu rechnen. [41]

Umweltrelevante Auswirkungen von Kobalt

Einige Kobaltverbindungen, wie Kobaltoxid und Kobaltmetallstaub, sind krebserregend. [41]

Verwendung

Kobalt ist ein wichtiger Legierungsbestandteil von Stählen. [21, S.249]

Kobalt wird zum Teil aufgrund seiner blauen Farbe auch zum Färben von Gläsern verwendet. [21, S.249]

Abtrennung

Kobalt kann aus dem Wasser/Abwasser mit Hilfe von Ionenaustauschern entfernt werden. [41]

4.3.5.2 Nickel-Ni

Nickel wurde 1751 entdeckt und hat seinen Namen nach seinem Vorkommen, dem KupfERNickel, erhalten. [21, S.249]

Vorkommen

Der Nickelkies, der Rotnickelkies und der Arsennickelkies sind Erze, welche Nickel enthalten. [21, S.249]

Eigenschaften des Nickels

Elementares Nickel ist bei Standardbedingungen unlöslich, wohingegen Nickelverbindungen in Wasser löslich sein können. [21, S.249]

Gesundheitliche Auswirkungen von Nickel

Eine Gefahr für den menschlichen Organismus stellt, neben Nickel im Wasser, die Inhalation von Nickel dar. Dies könnte zu Lungenkrebs und Tumoren in der Nase führen. Des Weiteren ist das Schwermetall krebserregend und kann Allergien auslösen. Der Körper reagiert bei Verschlucken von Nickel mit Brechreiz. [42]

Umweltrelevante Auswirkungen von Nickel

Metallisches Nickel und dessen Verbindungen zeigen eine teratogene und kanzerogene Wirkung bei Säugetieren. [42]

Bei Pflanzen kann es trotz der großen Aufnahmetoleranzen zu Wachstumshemmungen kommen. [42]

Fische reagieren auf Nickel weniger empfindlich, wobei dies jedoch artenabhängig ist. [42]

Verwendung

Nickel ist ebenfalls ein wichtiger Legierungsbestandteil von Stählen. [21, S.249]

Nickel wird neben der Legierungsfunktion noch zum Oberflächenschutz (Vernickeln) und als Münzmetall eingesetzt. [21, S.249]

Abtrennung

Nickel kann mit Koagulation oder mit Aktivkohle vom Wasser/Abwasser abgetrennt werden. [42]

4.4 Behandlung von Schwermetallen im Abwasser

In diesem Kapitel werden diverse Verfahren beschrieben, um als Ionen gelöste Schwermetalle in Abwässern zu entfernen.

4.4.1 Neutralisation/Fällung

Dieses Verfahren dient unter anderem dazu, metallhaltige Abwässer zu behandeln. Ziel der Neutralisation ist es prinzipiell mit Hilfe von Säuren oder Basen den zulässigen pH-Wert für die Einleitung in die Kanalisation zu erreichen. Des Weiteren sollen mit dieser Methode fällbare Inhaltsstoffe, welche als Hydroxide vorliegen, abgetrennt werden. [43]

Das primäre Ziel der Fällung ist es ebenfalls, ein in die Kanalisation einleitbares Abwasser zu schaffen und die ausgefällten Metallhydroxide zu verwerten. [43]

Im Zuge einer Neutralisation/Fällung von metallhaltigen Abwässern ist ein mehr oder weniger starkes Absinken des pH-Wertes festzustellen. Bei einer Anwesenheit von 2-wertigem Eisen geschieht dies besonders deutlich. Aus diesem Grund sollten die Eisenverbindungen während der Neutralisation bzw. während der Nachreaktionszeit oxidiert werden. [43]

Eine Oxidation mit dafür vorgesehenen Oxidationsmitteln verläuft relativ schnell, wohingegen eine Oxidation mit Luft, je nach der Eisenkonzentration im Abwasser, länger dauern kann. Es ist wichtig zu erwähnen, dass als unerwünschter „Nebenprozess“ bei einer Oxidation anwesende Chromverbindungen zu Chromat oxidieren können. [43]

Falls das Abwasser nur geringe Metallkonzentrationen aufweist oder es zu wenig ausreichenden Reaktionszeiten kommt, können sich feindisperse bis kolloidale Fällungen bilden. Bei den Schwermetallen Blei und Zinn kommt dies auch schon bei mittleren Konzentrationen zustande. In solch einem Fall sollten Eisen(III)-Salze, Aluminiumsalze oder organische Flockungsmittel zugeführt werden, um eine Flockung zu erzielen. Eine andere Möglichkeit wäre es, die Reaktionszeit der Neutralisation/Fällung zu verlängern. Im Falle einer Anwendung von Flockungsmitteln sollte das Abwasser danach keinen Mischern oder Pumpen mit scherender Wirkung zugeführt werden, da diese die Flocken zersetzen könnten. [43]

Sollte eine einstufige Behandlung, des metallhaltigen Abwassers, nicht ausreichen die gewünschten Qualitätswerte zu erreichen, so ist eine Nachbehandlung mit speziellen Fällungsmitteln oder selektiv arbeitenden Ionentauschern notwendig. [43]

Gegenseitige Neutralisation von Abfällen

Es ist aus Gründen der Kostenersparnis möglich, verschiedene Abfälle zur gegenseitigen Neutralisation anzuwenden. Hierfür werden saure als auch alkalische Abfallgruppen benötigt, wobei der Säure- und Basengehalt der eingesetzten Abfälle bekannt sein muss. [43]

Sind hierbei mehrere Schwermetalle gleichzeitig im Abwasser vorhanden, so kann eine Mitfällung von schwierig fällbaren Metallen stattfinden. Hierfür sollten die Konzentrationen dieser Metalle eher niedrig sein. [43]

Mögliche Störungen

Emulsionen und Öle können Störungen im Prozess der Neutralisation/Fällung verursachen und müssen deshalb vorab abgetrennt werden. Die Methoden zur Abtrennung sind in Kapitel 5.3 näher erläutert. Neben Emulsionen und Ölen können auch Tenside und Glanzbildner Störungen des Prozesses hervorrufen und müssen vorab entfernt werden. [43]

Anfallende Feststoffe

Bei der Verwendung von NaOH und $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilden sich hauptsächlich schwerlösliche Metallhydroxide und/oder Gips. [43]

Reststoffe im Abwasser

Nach der Neutralisation/Fällung verbleiben folgende Stoffe im Abwasser [43]:

- Salze,
- noch nicht ausgefällte Schwermetalle,
- Hilfsstoffe und
- andere Substanzen, welche durch eine Änderung eines pH-Werts nicht ausgefällt werden können.

4.4.1.1 Fällung als Metallhydroxid

Anhand Tabelle 8 können die passenden pH-Bereiche für einige Schwermetalle abgelesen werden. Eine Erweiterung des Fällungsbereiches kann durch eine Zugabe von Natronlauge, Soda oder Kalkmilch erreicht werden. Durch den Einsatz von Kalkmilch beispielsweise lassen sich amphotere Metalle, wie Chrom, auch bei höheren pH-Werten fällen. Bei einer Zugabe von Natronlauge bzw. Soda ist es möglich, stärker basische Hydroxide auch bei tieferen pH-Werten zu fällen. [43]

Tabelle 8: Fällungs-pH-Bereiche ausgewählter Metalle [43]

pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pb ²⁺ < 0,5 mg/l							///	///	///	///
Cd ²⁺ < 0,2 mg/l							///	///	///	///
Ni ²⁺ < 0,5 mg/l									■	■
Zn ²⁺ < 0,2 mg/l							///	■	■	■
Fe ²⁺ < 0,3 mg/l							///	■	■	■
Cu ²⁺ < 0,5 mg/l							■	■	■	■
Cr ³⁺ < 0,5 mg/l							///	///	///	///
Al ³⁺ < 0,3 mg/l			■	■	■	■	■	■	■	■
Sn ²⁺ < 0,2 mg/l		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fe ³⁺ < 0,3 mg/l		■	■	■	■	■	■	■	■	■
pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

■ Löslichkeit bei Fällung mit NaOH liegt unterhalb der Anforderungen

■ Erweiterung des Fällungsbereiches mit Kalkmilch

/// Erweiterung des Fällungsbereiches bei Verwendung von Soda

Die Tabelle 8 gilt nur für metallische Abwässer, welche keine Komplexbildner und nur sehr geringe Mengen an Ammonium enthalten. [43]

Für jedes Metall gibt es einen optimalen pH-Wert für die Fällung, wobei an diesem Punkt die Löslichkeit am geringsten ist. Für die meisten im Abwasser vorliegenden Schwermetalle liegt der geeignete pH-Wert zwischen 7,5-10. [43]

Es gibt Schwermetalle, zum Beispiel Chrom, welche bei höheren pH-Werten wieder in Lösung gehen. In solchen Fällen ist es notwendig, mehrstufig zu fällen, vor allem wenn die zwei pH-Werte, der zu fällenden Schwermetalle, weit auseinander liegen. Eine Alternative zur mehrstufigen Fällung wäre eine nachgeschaltete (Organo)- Sulfidfällung. [43]

In folgenden Punkten werden die Vor- und Nachteile der Schwermetallfällung als Metallhydroxide aufgelistet [43]:

- + Standardverfahren,
- + Behandlungserfolg gut abschätzbar und
- + geringe Chemikalienkosten.
- Aufsalzung des Abwassers und
- erhöhte Schlammbildung durch Zugabe von Reagenzien; Ausnahme hierbei: NaOH.

4.4.1.2 Fällung als Metallsulfid

Es gibt Metalle bei welchen sich die Abwasseremissionsgrenzwerte nicht immer nur durch Fällung als Hydroxide erreichen lassen. [43]

An dieser Stelle muss eine Fällung mit Natriumsulfid oder Organosulfiden durchgeführt werden. Die pH-Werte bei dieser Fällung liegen bei 7-8. Der Grund liegt in der wesentlich geringeren Löslichkeit der Metallsulfide im Gegensatz zu Hydroxiden. [43]

Reagenzien für die Fällung

Für eine Fällung als Metallsulfide werden folgende Reagenzien verwendet [43]:

- Natriumsulfid (Na_2S),
- Gemische aus Na_2S und Na_2S_x oder
- Organosulfide.

Bei dieser Fällung entsteht ein Überschuss an Sulfiden, welche durch die Zugabe von Eisen(II)-Chlorid oder Wasserstoffperoxid beseitigt werden kann. Hierbei muss beachtet werden, dass die jeweiligen Chlorid-Grenzwerte nicht überschritten werden. [43]

Flockung mit Eisensalzen

Verschiedene Einflüsse bewirken, dass Metallsulfide manchmal feindispers anfallen. Ist dies der Fall, sollte zusätzlich zur Fällung eine Flockung mittels Eisensalzen vorgenommen werden. Solch eine Flockung ermöglicht eine schnelle Entwässerung bzw. Feststoffabtrennung, welche nachfolgend durchgeführt wird. [43]

Einschränkungen

Es gibt auch bei der Sulfidfällung Einschränkungen, welche in folgenden Punkten erwähnt werden [43]:

- es kann bei Cadmium zu einer verzögerten Fällung kommen,
- MnS ist gut wasserlöslich und
- die Fällung von Arsen und Vanadium ist problematisch.

Auch bei dieser Art der Fällung werden die Vor- und Nachteile erörtert [43]:

- + die Metallsulfide sind wesentlich schwerer löslich als die Metallhydroxide.
- höhere Chemikalienkosten,
- teilweise toxische Substanzen und
- der Geruch bei S^{2-} Überschuss im Abwasser.

Zu beachten gilt, dass sich bei dieser Fällung ein Fällungsmittelüberschuss bildet, welcher aus dem Abwasser entfernt werden muss. [43]

Zum Abschluss dieser beiden Fällungsmethoden werden die Löslichkeitsprodukte diverser ausgewählter Schwermetalle in Tabelle 9 dargestellt:

Tabelle 9: Gegenüberstellung der Löslichkeitsprodukte Metallhydroxid-sulfid [43]

Metall	Hydroxid		Sulfid	
	Formel	Löslichkeitsprodukt	Formel	Löslichkeitsprodukt
Aluminium	Al(OH) ₃	$2 \cdot 10^{-32}$	-	-
Blei	Pb(OH) ₂	10^{-7} bis 10^{-13}	PbS	$3 \cdot 10^{-28}$
Cadmium	Cd(OH) ₂	$1,3 \cdot 10^{-14}$	CdS	$5,1 \cdot 10^{-29}$
Chrom	Cr(OH) ₂	$3 \cdot 10^{-28}$	-	-
Eisen(II)	Fe(OH) ₂	$2 \cdot 10^{-15}$	FeS	$3,7 \cdot 10^{-19}$
Eisen(III)	Fe(OH) ₃	$8,7 \cdot 10^{-38}$	-	-
Kupfer	Cu(OH) ₂	$2 \cdot 10^{-19}$	CuS	$8 \cdot 10^{-45}$
Nickel	Ni(OH) ₂	$5,8 \cdot 10^{-15}$	NiS	$1 \cdot 10^{-26}$
Silber	AgOH	$1,24 \cdot 10^{-8}$	Ag ₂ S	$1,6 \cdot 10^{-49}$
Zink	Zn(OH) ₂	$4 \cdot 10^{-17}$	ZnS	$6,9 \cdot 10^{-26}$
Zinn(II)	Sn(OH) ₂	$6 \cdot 10^{-25}$	SnS	ca. 10^{-20}
Zinn(IV)	Sn(OH) ₄	$1 \cdot 10^{-56}$	-	-

4.4.2 Fällung mit anderen Fällungsmitteln

Eine Fällung mit Carbonaten, Sulfaten und Phosphaten kann aufgrund der Zusammensetzung der Abwässer in der Praxis nicht durchgeführt werden, da die Löslichkeitsprodukte hier im Vergleich zur Fällung als Hydroxide und Sulfide wesentlich höher sind. Teilweise sind diese Metallcarbonate,- sulfat- und phosphate sogar schon in Wasser löslich. [43]

Dies ist unter anderem der Grund, warum die vorgegebenen Grenzwerte nicht eingehalten werden und diese Fällungsmittel in der Praxis nicht zur Anwendung kommen. [43]

4.4.3 Fällung der Schwermetalle aus komplexbildnerhaltigen Abwässern

Sind Komplexbildner im Abwasser enthalten, kann dies die Fällung von Schwermetallen hemmen und sogar verhindern. [43]

In Tabelle 10 werden einige Komplexbildner und deren Herkunft aufgelistet.

Tabelle 10: Komplexbildner und deren Herkunft [43]

Komplexbildner	Anwendungsbereich
Polyphosphate	Entfettung, Enthärtung
Amine	Kühlerschmierstoffe
Ethylendiamin	Entmetallisierung
EDTA, HEDTA	Stromlose Metallbäder

Die Stabilität der Komplexbildner nimmt von den Polyphosphaten zum EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) hin zu. Mit der Stabilität fallen auch höhere Behandlungskosten dieser komplexhaltigen Abwässer in dieser Reihenfolge an. Aus diesem Grund sollte auf Seiten der Abfallerzeuger überprüft werden, ob auf die Komplexe unter Umständen verzichtet werden kann. [43]

Es ist möglich Schwermetalle mittels Hydroxid- und Carbonatfällung bei gering komplexhaltigen Abwässern auszufällen. Der dadurch entstehende Dünnschlamm kann entwässert und die dabei entstehende wässrige Phase mit Hilfe von Sulfiden und Organosulfiden nachbehandelt werden. [43]

Diese zweistufige Fällung bedarf einer genauen pH-Wert-Einstellung. Als zweite Behandlungsstufe kann statt der Fällung auch ein Selektivionenaustauscher zur Anwendung kommen. [43]

4.4.4 Selektivionenaustauscher

Unter Ionentauschern allgemein werden körnige Filtermaterialien auf Kunststoffbasis verstanden, welche eine große chemische Reaktivität aufweisen. [44]

Es ist möglich, dass nach einer Schwermetallfällung noch immer eine geringe Konzentration an Restionen in der Größenordnung von wenigen mg/l im Abwasser enthalten ist. Diese lässt sich durch selektiv arbeitende Ionentauscher entfernen. [43]

Metallionen liegen entweder als Kationen oder als kationische Metallkomplexe vor. Im Falle eines Metallkomplexes sind die Komplexbildner selbst kationisch, sodass es möglich ist, sie ebenfalls mit einem Selektivionenaustauscher zu absorbieren. [43]

Inwieweit die Schwermetalle durch die Selektivionenaustauscherharze entfernt werden, hängt von der Qualität des Abwassers ab. [43]

Folgende Bedingungen sollten erfüllt sein [43]:

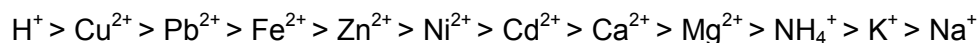
- pH-Wert im Bereich von 5-9,
- klar filtriert (ohne Emulsionen) und
- frei von stärkeren Oxidationsmitteln und Wasserhärtern.

Werden Selektivionenaustauscher als Schlussfilter eingesetzt, handelt es sich dabei meist um Kationenaustauscher. [43]

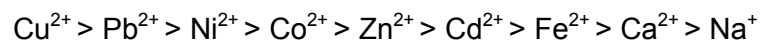
Ionenaustauschertypen

Prinzipiell wird zwischen folgenden unterschiedlichen Ionenaustauschertypen unterschieden [43]:

- schwachsaure Kationenaustauscher mit austauschbaren Carboxylgruppen (-COOH) auf Polyacrylatbasis. Dieser Kationenaustauscher ist gut gegen Oxidationsmittel beständig und des Weiteren bis auf 100 °C temperaturbeständig. Die typische Affinitätsreihe ist:



- schwachsaure Kationenaustauscher mit Iminodiacetat-Gruppen auf Polystyrolbasis. Diese Kationenaustauscher haben die zuerst Beschriebenen in der Schlussreinigung verdrängt. Sie haben eine bessere Selektivität und vermögen zweiwertige Metallionen auch in Gegenwart von Calciumionen aus dem Abwasser zu binden. Das Abwasser muss jedoch vorab mit Kalkmilch neutralisiert werden. Die Affinitätsreihe sieht wie folgt aus:



- Kationenaustauscher mit Aminophosphonsäuregruppen werden zur Schwermetallentfernung aus Abwässern eingesetzt.

Es sind im Moment drei unterschiedliche Ionenaustauscher für die Reinigung von Abwasser sinnvoll einsetzbar [44]:

1. spezifische Harze,
2. selektive Harze und
3. Adsorberharze.

Eigenschaften von Kunstharz-Ionenaustauschern

Ionenaustauscher sind gegen halbverdünnte Säuren und Laugen, Reduktionsmittel etc. beständig. Des Weiteren sind sie regenerierbar, wobei starke Typen einen Überschuss an Regeneriermittel, Schwache jedoch nur einen geringen/keinen Überschuss benötigen. [44]

Bei Ionenaustauschern handelt es sich um feste Elektrolyte, feste Säuren bzw. Basen, wonach der Ionenaustausch blitzschnell und auch vollständig erfolgt. Wegen dieser Schnelligkeit können sie auch in Filterverfahren eingesetzt werden. [44]

Neben den Kunstharz-Ionenaustauschern gibt es noch weitere Ionenaustauscher, wie Anorganische oder Flüssige. Im Zuge dieser Arbeit wird jedoch nicht näher darauf eingegangen. [44]

Harzmatrix

Ionenaustauscher bestehen aus elastischen, dreidimensionalen Strukturen. Dadurch sind sie nicht mehr durch den Einfluss von Wärme formbar. Sie sind frei von Weichmachern und sonstigen möglichen Zusatzstoffen und sie geben keine löslichen Bestandteile in die Umgebung ab. [44]

Durch die Polymerisationsmatrix ist es möglich, die Strukturen und Formen den vorliegenden Anforderungen anzupassen. So besitzen niedrig vernetzte Harze beispielsweise eine größere Maschenweite und höher vernetzte eine engere Maschenweite. Da sich die Änderungen der Maschenweiten in sehr kleinen Bereichen bewegt (10-30 Ångström), bleibt der Gelcharakter unverändert und es wird von gelförmigen Harzen oder Gel-Harzen gesprochen. Harze mit großer Maschenweite werden als semiporöse Harze bezeichnet. [44]

Unter makroporösen Harzen werden all jene verstanden, welche sich im Porenbereich von über 100 Ångström befinden. Die Struktur ist mit der eines Schwammes vergleichbar. Solche Harze haben zusätzliche Eigenschaften und Vorteile, wie zum Beispiel [44]:

- bessere Adsorption organischer Substanzen (Huminsäuren etc.),
- höhere mechanische, thermische, osmotische und chemische Stabilität und
- vollständige Desorption der organischen Substanzen, welche vorher mit Hilfe des Harzes aufgenommen wurden.

Verfahrenstechnik

Wie schon erwähnt werden Ionenaustauscher als Adsorptionsmittel in Filterverfahren eingesetzt. Wenn der Austauscher vollständig beladen ist, muss er mit Säuren, Laugen oder Salzen regeneriert werden. So steht also einem vielständigen Arbeitszyklus ein zwei-, drei stündiger Regenerationszyklus gegenüber. Ist ein kontinuierlicher Betrieb gewünscht, so ist die Installation einer parallelen Filtereinheit unumgänglich. [44]

Eine Regenerierung kann zum Beispiel im Gleichstrom oder Wechselstrom durchgeführt werden. Bei dem Gleichstromprinzip wird das Regeneriermittel in gleicher Richtung wie die zu reinigende Flüssigkeit aufgegeben und beim Wechselstrom in umgekehrter Richtung. [44]

4.4.5 Abtrennung der Fällungsprodukte aus der wässrigen Phase

Zur Eliminierung gelöster Schwermetalle bedarf es stets zweier Vorgänge, nämlich der Fällung und der Phasentrennung, welchen falls notwendig eine Flockung zwischengeschaltet ist. [45]

Die Fällung wurde in den vorigen Punkten des Kapitels ausführlich beschrieben, sodass nun die Flockung und die Sedimentation erläutert werden.

4.4.5.1 Flockung

Um feinstdisperse bis kolloidale Stoffe in sedimentierbare Niederschläge überzuführen, bedarf es einer Flockung, wobei zwischen zwei unterschiedlichen Vorgängen unterschieden wird. [45]:

1. Koagulation

Unter einer Koagulation wird die Aufhebung der stabilisierenden Ladungen feindisperser Teilchen mittels Elektrolytzusätzen verstanden. Dies passiert, indem ihre gleichgesinnten Ladungen an der Oberfläche der Teilchen aufgehoben werden. Diese gleichgesinnte Ladung ist die Ursache dafür, dass sich die Teilchen nicht gegenseitig annähern und zu größeren Partikelverbänden vereinigen können.

Die Ladung der Teilchen besteht aus einer diffusen Doppelschicht, welche aus einer dünneren direkt an der Teilchenoberfläche adsorbierten Schicht und einem angrenzenden Schwarm gleichgesinnter Ladungsträger besteht. Aufgrund der adsorbierten Schicht kommt es zur zu einem Phasengrenzpotential, dem Zetapotential. Durch Elektrolyten wird dieses neutralisiert und es bilden sich in weiterer Folge makroskopische Flocken.

2. Flokkulation

Darunter wird eine Teilchenvergrößerung durch eine Verbindung vieler kleiner Partikelchen mit Hilfe langkettiger Moleküle verstanden.

Oft geht dieser Teilschritt mit der Koagulation einher, kann aber auch alleine zur Anwendung kommen.

Stoffe, welche eine Flokkulation bewirken, werden Flockungshilfsmittel genannt. Zu diesen zählen zum Beispiel [45]:

- nichtionogene Polymere – Polyacrylamid,
- anionische Polymere – Polyacrylate und
- kationische Polymere – Polyethylenimin.

Die gebildeten Flocken setzen sich am Grunde des Behälters ab und können abgezogen werden. [45]

4.4.5.2 Sedimentation

Die Sedimentation ist die einfachste Möglichkeit eine feste Phase von einer Flüssigkeit zu trennen. Diese beruht auf der größeren Dichte des Feststoffes, im Vergleich zu Wasser, wodurch sich dieser mehr oder weniger schnell am Grund des Behälters absetzt. [45]

5 Emulsionen

Die Behandlung von Emulsionen jeglicher Art, in der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage am STO Unterpremstätten, stellt einen wichtigen Teil dar, da es sich um die mengenmäßig größte Inputfraktion handelt.

5.1 Herkunft und Bedeutung

Emulsionen sind meist disperse Systeme, in welchen eine flüssige Phase, in einer anderen flüssigen Phase verteilt, vorliegt. Meist handelt es sich dabei um eine Wasserphase und eine organische Flüssigkeit, welche nicht mit Wasser mischbar ist. Dies könnte zum Beispiel ein Kohlenwasserstoff aber auch Öl sein. Bei Öl-in-Wasser-Emulsionen (o/w-Emulsionen) ist die Ölphase in der Wasserphase verteilt, bei der Wasser-in-Öl-Emulsion (w/o-Emulsion) ist es umgekehrt. [46]

Unter Mineralölen und –fetten bzw. nichtionischen Tensiden werden Kohlenwasserstoffe im engeren Sinne verstanden. In Abwesenheit oberflächenaktiver Stoffe sind Öle und Fette als eigene Phase mehr oder weniger leicht abtrennbar. Sind jedoch oberflächenaktive Stoffe enthalten, so liegen Öle und Fette feindispersiert als Emulsionen vor. Diese können erst nach einer dementsprechenden Behandlung wässrige und organische Phasen bilden. [45]

Prinzipiell gelangen Öle und Fette durch zwei Vorgänge in das Abwasser:

Ein Verwendungsgebiet wäre der Einsatz von Emulsionen als Kühlschmiermittel bei einer mechanischen Behandlung. Unter Kühlschmiermitteln werden Betriebsmittel verstanden, welche, wie der Name schon sagt, bei einer mechanischen Bearbeitung von Metallen kühlen und schmieren sollen. Diese Kühlschmiermittel haben eine begrenzte Lebensdauer, welche sich zum Beispiel durch eine Entfernung von nicht mehr emulgierendem Öl verlängern lässt. Dadurch kommt es zu Ölemulsionen im Abwasser. [45]

Das Reinigen von Oberflächen in oftmals alkalischen, neutralen oder sauren Lösungen stellt die zweite Möglichkeit dar. Diese Reinigungslösungen reichern sich an Oberflächen mit öligen und/oder fettigen Substanzen und verschiedenster Verunreinigungen anderer Art an. Öle und Fette werden in emulgierter Form bis zu einem gewissen Maße, welches durch den Tensidgehalt bestimmt wird, aufgenommen. [45]

In Österreich fallen in etwa 40.000 Tonnen Kühlschmierstoffemulsionen in der chemischen Industrie an, die einer Behandlung zugeführt werden müssen. Diese nicht unbeträchtlichen Mengen zeigen, dass es wichtig ist, eine geeignete Behandlung für Emulsionen zu finden und zur Anwendung zu bringen. [43]

Anfallende Emulsionen sind in solch einer Art und Weise zu behandeln, dass ihr Wassergefährdungspotential minimiert wird. Im Folgenden werden mögliche Behandlungswege erläutert, welche zum einen durch interne, als auch durch externe Abfallbehandler durchgeführt werden können. [43]

Hierbei ist zu erwähnen, dass es bei externen Abfallbehandlern, wie es auch die Fa. SDAG am STO Unterpremstätten sein wird, schwieriger ist, die Verfahren zu optimieren, da Emulsionen unterschiedlichster Art angeliefert und vermischt werden. [43]

Ziel der Emulsionsbehandlung ist es, die Öl- und Wasserphase so gut als möglich zu trennen, um einerseits eine vom Öl befreite Wasserphase und andererseits eine konzentrierte Ölphase zu erhalten. [43]

Es gibt die unterschiedlichsten Verfahren, um das eben erwähnte Ziel zu erreichen. Die Kriterien für die Auswahl des geeignetsten Verfahrens werden im Folgenden beispielhaft aufgelistet [43]:

- Chemikalienkosten,
- Investitionsaufwand,
- Platzbedarf,
- Energie,
- Entsorgungskosten der Reststoffe,
- Nachbehandlung des Abwassers,
- Sicherung der Grenzwerteinhaltung und
- Aufsalzung des Abwassers.

Hierbei hat sich das Öfteren gezeigt, dass einstufig betriebene Anlagen nicht alle abwasserrelevanten Stoffe entfernen können, sodass sich mehrstufige Anlagen als geeigneter erwiesen haben. [43]

5.2 Zusammensetzung von Emulsionen und deren Eigenschaften

In diesem Kapitel wird auf die Inhaltsstoffe von Emulsionen, am Beispiel von Kühlschmiermittelemissionen und Reinigungslösungen, eingegangen. Des Weiteren werden die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Emulsionen näher erläutert.

5.2.1 Zusammensetzung von Emulsionen

Neben den Hauptbestandteilen Mineralöl und Wasser können Emulsionen unter anderem aus folgenden Zusatzbestandteilen bestehen [43]:

Emulgatoren

Bei Emulgatoren handelt es sich um grenzflächenaktive Stoffe, welche eine Dispersion der Öltröpfchen in Wasser ermöglichen. Unter einer Dispersion wird ein heterogenes Gemisch aus zwei oder mehreren Stoffen verstanden, welche sich nicht oder nur sehr schwer ineinander lösen. Das Prinzip der Emulgatoren beruht auf ihrem amphiphilen (hydrophil & lipophil) Charakter. Der lipophile Teil lagert sich an den Öltröpfchen an und an dem hydrophilen Ende werden abstoßende Kräfte zwischen den Öltröpfchen untereinander induziert. Bei diesen Emulgatoren handelt es sich meist um anionenaktive Emulgatoren wie Salze. [43]

Stabilisatoren, Lösungsvermittler und Antischaummittel

Diese Stoffe dienen dazu, das Konzentrat dauerhaft zu stabilisieren. Des Weiteren verbessern sie die Öllöslichkeit und unterdrücken unerwünschte Schaumbildung. Hierbei finden Stoffe, wie Alkohole Verwendung. [43]

Komplexbildner

In Emulsionen können Komplexbildner enthalten sein. [43]

Altemulsionen können aus vielen verschiedenen Stoffen bestehen, was hohe Anforderungen an die Behandlung bzw. Entsorgung mit sich bringt. Wegen möglicher Fremd- und Zersetzungsstoffe, die bei Altemulsionen auftreten können, ist es notwendig der Emulsionsspaltung mehrere Verfahrensschritte vor- aber auch nachzuschalten. Diese zusätzlichen Behandlungsschritte sind von Nöten, um alle Inhaltsstoffe aus der Emulsion abzutrennen. [43]

5.2.2 Eigenschaften von Emulsionen

Bei den bisher angesprochenen Emulsionen, also Emulsionen aus Kühlschmiermitteln und Reinigungslösungen, handelt es sich meist um Öl-in-Wasser-Emulsionen. Diese gehören zu den Disperskolloiden, wobei die Größe der Öltröpfchen in etwa bei 0,1 µm liegt. [45]

Dies ist jedoch lediglich ein Richtwert, das heißt die Tröpfchen sind nicht alle einheitlich groß. Aus diesem Grund werden diese Systeme auch als polydisperse Systeme bezeichnet. [45]

Um zwei Phasensysteme, wie es Öl und Wasser sind, zu verbinden, bedarf es grenzflächenaktiver Stoffe, welche die Oberflächenspannungen dieser beiden Phasen herabsetzen können. Bei solchen Stoffen handelt es sich um Tenside, die sich sehr gut dazu eignen Öle und Fette zu emulgieren. Aus diesem Grund werden sie auch als Emulgatoren bezeichnet. [45]

Ein Emulgator hat prinzipiell ein lipophiles und zugleich hydrophobes Ende und ist daher in der Ölphase löslich. Das andere Ende ist hydrophil und zugleich lipophob und aus diesem Grund in Wasser löslich. Diese Eigenschaften haben sowohl ionogene als auch nichtionogene Tenside. In der Phase, in der das Tensid am besten löslich ist, wird auch die Oberflächenspannung am meisten herabgesetzt. Die andere Phase, in welcher das Tensid nicht so gut löslich ist, wird dispergiert. Der hydrophile Teil, der dem Wasser zugewandt ist hydratisiert. Dabei wird Energie frei, welche in weiterer Folge zur Dispergierung notwendig ist. [45]

Emulsionen sind thermodynamisch als instabil zu bezeichnen. Es liegt kein Gleichgewichtszustand zwischen Öl und Wasser vor, weswegen die beiden Komponenten das Bestreben haben, sich wieder in zwei Phasen zu trennen. Durch die Anwendung von Tensiden wird dieses Bestreben weitgehend vermieden. Zum einen haben sie die Aufgabe die Grenzflächenenergie, welche zur Phasenmischbarkeit notwendig ist, zu verringern. Zum anderen dienen sie aber auch dazu, entstandene Emulsionen zu stabilisieren. [46]

Diverseste Einflüsse der Tenside und die chemische Konstitution können die Stabilisierung beeinflussen. Bei längeren Stehzeiten kann es zum Beispiel trotz der stabilisierenden Wirkung der Tenside zu einem Ungleichgewicht der Tröpfchenvereinigung und zu einem Aufrahmen der Emulsion kommen. Solange das Tensid weder chemischen noch biologischen Änderungen unterlegen ist, kann die freigewordene Grenzflächenenergie durch mechanische Energie in das System rückgeführt werden. Durch dieses Rühren oder Schütteln wird die Emulsion reversibel zurückgebildet. [46]

Die elektrische Leitfähigkeit einer Öl-in-Wasser-Emulsion ist im Großen und Ganzen gut. Die große Oberfläche der dispergierten Teilchen und die dadurch erhöhte freie Energie bedingen gute Adsorptionseigenschaften. Aber nicht nur die große Oberfläche, sondern auch die dissoziierenden Enden der ionischer Tenside führen zu einer elektrostatischen Abstoßung der Teilchen. Diese entsteht nach Adsorption der lipophilen Anteile der Tenside an die Ölgrenzschicht. Die Enden ragen in das Dispersionsmittel und es entstehen gleichsinnige Ladungen, welche die Ursache für die elektrostatische Abstoßung darstellen. [45]

Bei der Anwendung von nichtionischen Tensiden ist es nicht möglich so eine starke elektrostatische wirkende Barriere aufzubauen. [45]

In Folge der Adsorption der lipophilen Enden in die Ölgrenzschicht werden ebenfalls, wie bei ionenaktiven Tensiden, Filme ausgebildet, die sich sogar zu Schichten ausbilden können. [45]

Bei einem sehr großen Tensidüberschuss ist es möglich, dass sich Mizellen bilden, die das Öl regelrecht einschließen. Mizellen bestehen aus amphiphilen Molekülen, welche sich in einem Dispersionsmedium spontan zusammenlagern. [45]

Die Van-der-Waals Kräfte sind für die Filmbildung verantwortlich. Neben der Bildung ist auch die Stabilisierung der gebildeten Systeme wichtig, wobei dies durch zusätzliche Wasserstoffbrückenbindungen erreicht wird. Die kondensierten Filme dienen in weiterer Folge auch als Schutzschicht für das Öltröpfchen. [45]

Für die Bildung solcher Filme ist nicht jeder oberflächenaktive Stoff geeignet. Daraus lässt sich ableiten, dass nicht jedes Tensid ein guter bzw. geeigneter Emulgator ist. [45]

Prinzipiell reagieren anionische Tenside, welche für die in dieser Arbeit angesprochenen Emulsionen Verwendung finden, durch ihre starke elektrostatische Abstoßung relativ unempfindlich auf höhere Stoßzahlen. Diese kommen zum Beispiel durch eine mögliche Temperaturerhöhung zustande. Diese Unempfindlichkeit kann auch als temperaturbeständig ausgedrückt werden. Nichtionogene Tenside reagieren auf solche Einflüsse wesentlich stärker. Ein Nachteil der ionogenen Tenside ist jedoch, dass sie wenig säurebeständig sind. Der Grund hierfür sind die anionischen Gruppen, welche in einem sauren Medium undissoziierte Säuren bilden. Hierbei geht ihre negative Ladung verloren. Nichtionogene Tenside sind wiederum säureresistenter. [45]

Aus dieser Erläuterung des unterschiedlichen Verhaltens in Bezug auf Temperatur- und Säurebeständigkeit lässt sich schließen, dass eine Kombination von ionischen und nichtionischen Tensiden als Emulgatoren sinnvoll wäre, um deren unterschiedliche Potentiale ausschöpfen zu können. [45]

5.3 Emulsionsspaltung

Die Emulsionsspaltung zählt zu den wesentlichen Behandlungsschritten, um Emulsionen aufzuheben.

Bei der Spaltung werden geeignete Verfahren eingesetzt, um die stabilisierende Wirkung des Emulgators aufzuheben. Dieser Trennprozess kann sowohl durch Zugabe von mechanischer, thermischer, als auch elektrischer Energie erfolgen. Des Weiteren können chemische oder chemisch-physikalische Methoden angewandt werden, um Emulsionen zu spalten. [43]

Eine Temperaturerhöhung, die Veränderung der elektrostatischen Bedingungen und eine Konzentrationserhöhung durch Entfernung der Wassermoleküle wirken ebenfalls destabilisierend auf eine Emulsion. [43]

Ein möglicher Behandlungsablauf könnte folgendermaßen aussehen [43]:

1. Abtrennung der nicht emulgierten Fremdöle durch Abskimmen (Entfernung von der Oberfläche durch geeignete Apparate); falls möglich mit Unterstützung (Flotation),
2. Abtrennung von Feststoffen durch Filtration und/oder Absetzen im Absetzbecken,
3. Emulsionsspaltung,
4. Nachbehandlung des abgespaltenen Wassers und
5. falls notwendig Nachbehandlung der abgespaltenen Ölphase.

Im Folgenden werden Verfahren, welche für eine Emulsionsspaltung eingesetzt werden können, erläutert.

5.3.1 Chemische Spaltung

Unter die chemische Spaltung fallen zum Beispiel die Säure- bzw. Salzspaltung, die nun näher beschrieben werden.

Säure- bzw. Salzspaltung

Mit Hilfe von Säuren können Emulsionen gespalten werden, wobei hierzu zum Beispiel Salzsäure, Schwefelsäure oder ein Metallsalz, wie Fe(III), zugegeben wird. Nach Zugabe schwimmen leicht abspaltbare Ölteile auf und können durch einen Überlauf oder ein Fluten an der Oberfläche laufend abgezogen werden. [45]

Wird die vorliegende Lösung angesäuert, entsteht durch die Neutralisationswärme eine Temperaturerhöhung, welche, neben den Säuren, einen wichtigen Teil zur Spaltung beiträgt. [45]

Werden Metallsalze zugegeben, so bewirken diese eine vollständige Brechung der vorliegenden Emulsion. Die dabei entstehenden Hydroxide werden durch Zugabe von Kalkmilch oder anderen Laugen gefällt und können anschließend abfiltriert werden. [45]

Die Behandlung von cyanid- und nitrithaltigen Emulsionen mit Säuren kann zu einer Bildung von Blausäure und nitrosen Gasen führen. Aus diesem Grund sollten Emulsionen vor der Spaltung immer vorbehandelt, also entgiftet werden. [45]

Werden neben der Säurezugabe noch andere Hilfsmittel eingesetzt, so fördert dies die Spaltung enorm. Zu den möglichen Hilfsmitteln zählen zum Beispiel ein gleichzeitiges Erwärmen und/oder eine Zugabe von Salzen mehrwertiger Metalle, Erwärmen und eine Einflussnahme auf die Strömungsmechanik, welche die Koaleszenz begünstigt. Unter einer Koaleszenz wird die Vereinigung kleiner Ölpartikel unter Bildung größerer, die an der Oberfläche aufschwimmen können, verstanden. [45]

Es gibt heutzutage kaum noch Kühlschmiermittel, welche sich mit Säure alleine spalten lassen. Hierzu ist eine Kombination mehrerer Methoden notwendig. Nichts desto trotz wird die Säurebehandlung als Vorstufe eingesetzt, bei der elektrostatische Abstoßungskräfte in der Lösung vorliegender anionischer Tenside aufgehoben werden. [45]

Die Säurespaltung ist eine Möglichkeit, den trennbaren Anteil mit relativ geringem Kostenaufwand abzuscheiden. [45]

Ein Nachteil der Säurespaltung ist die Aufsalzung der vorliegenden Lösung, falls mit frischer, neuer Säure gearbeitet wird. Wird mit Abfallsäure gearbeitet, deren Rückgewinnung nicht mehr möglich ist, dann fällt die Aufsalzung nicht ins Gewicht. Diese Säure müsste ohnehin unter Salzbildung neutralisiert werden. Werden durch die Säureanionen jedoch schwerlösliche Calciumsalze gebildet, so muss die Neutralisation mit Kalkmilch durchgeführt werden. [45]

Im Folgenden werden die Vor- und Nachteile einer Säurespaltung noch einmal zusammengefasst [45]:

Die Vorteile dieser Methode sind:

- + ausgereifte Technik,
- + einfache Handhabung und
- + preiswerte Chemikalien.

Zu den Nachteilen zählen unter anderem:

- große Schlammherzeugung,
- Aufsalzung des Abwassers und
- keine verwertbare Ölphase.

Bedingt durch die aufgelisteten Nachteile dieses Verfahrens, sollte die Säurespaltung nur für kleine Emulsionsmengen verwendet werden. Ein weiterer Anwendungsbereich wäre dort, wo Restmengen an Ölen und Fetten zu entfernen sind. [45]

5.3.2 Physikalische Verfahren

Im Folgenden werden die wichtigsten physikalischen Verfahren, welche bei einer Emulsionsspaltung zur Anwendung kommen, erläutert.

Adsorptionsverfahren

Das wichtigste Verfahren im physikalischen Bereich ist zugleich auch jenes, welches die häufigste Anwendung erfährt. Bei dem Adsorptionsverfahren werden die Emulsion und ihre Bestandteile an ein Adsorbens gebunden, wobei hierfür prinzipiell alle Stoffe mit einer großen Oberfläche angewandt werden könnten. [45]

Es haben sich jedoch nur diese auf Kieselsäurebasis und hierbei insbesondere eine hochdisperse hydrophobe Kieselsäure mit einem Schüttgewicht von 150 g/l durchgesetzt. Bei einer Ölsplattung werden hiervon 35 bis 45 % des Ölgewichts benötigt. [45]

Falls ein Ölgehalt mit mehr als 1 % vorliegt, so empfiehlt es sich eine Vorsplattung mit Magnesiumsalzen durchzuführen. Mit diesem vorgeschalteten Prozess kann der Ölgehalt auf 0,4 bis 0,8 % gesenkt werden. Der restliche Ölanteil kann innerhalb weniger Minuten an der aktiven Kieselsäure gebunden und dadurch aus der Lösung abgetrennt werden. Handelt es sich bei den vorliegenden Emulsionen um Stabilere, so wäre eine Temperaturerhöhung auf 50 °C bis 60 °C von Vorteil. [45]

Es können aber neben hydrophoben auch nicht hydrophobe saugfähige Kieselsäuren angewandt werden, mit denen ähnliche Ergebnisse erzielt werden können. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass sich mit unterschiedlichen Kieselsäurearten andere Emulsionsteile abtrennen lassen. [45]

Mit einer hydrophoben Kieselsäure werden zum Beispiel eher lipophile Bestandteile, mit einer saugfähigen Kieselsäure (Kieselgur) eher hydrophile Tenside abgetrennt. In beiden Fällen wirkt das poröse Material als Aufnahmemittel für das Öl (Schwammefekt). [45]

Erfahrungsgemäß führt ein Einsatz von Kieselgur und Magnesiumsalzen bei schwach erhöhten Temperaturen von 35 °C bis 40 °C zu sehr guten Ergebnissen. [45]

Bei schwer abtrennbaren Emulsionen reicht die Anwendung der beiden Adsorptionsmitteln nicht, die geforderten Restgehalte zu erreichen. Hierbei sind zusätzliche Methoden anzuwenden, um die Emulsionen weiter abzutrennen. [45]

Elektrophorese

Dieses Verfahren stellt eine weitere Möglichkeit physikalischer Trennverfahren dar. Die Emulsionen sind durch die Oberflächenladung der Kolloidteilchen elektrisch leitend. Wenn nun ein elektrisches Feld angelegt wird, können zwei unterschiedliche Prozesse stattfinden [45]:

- Die geladenen Teilchen wandern zur entgegengesetzt geladenen Elektrode. Dort werden sie entladen, wodurch eine Phasentrennung erfolgt.
- Wird bei der Elektrophorese eine hohe Spannung, zum Beispiel 1.500 Volt verwendet, so findet, bedingt durch die Trägheit der Teilchen bei der Wanderung im elektrischen Feld, eine Ladungsverschiebung in der Grenzschicht statt. Es kommt zur Entstehung von Dipolen, die bei einer Annäherung von entgegengesetzt geladenen Enden zusammenfließen (Koaleszenz).

5.3.3 Thermische Verfahren

Bei diesen Verfahren werden höhere Temperaturen eingesetzt, um die leichter zu verdampfende Phase, das Wasser, zu entfernen. Das Öl scheidet sich dann in weiterer Folge durch Übersättigung ab. [45]

Ein weiterer Grund für die Anwendung eines thermischen Verfahrens ist die Tatsache, dass die erhaltene Ölphase zur Verbrennung und damit für eine Energiegewinnung bereitgestellt werden kann. [45]

Solche Verdampfungsverfahren sind nur dann anzuwenden, wenn ausreichende Mengen für einen kontinuierlichen Prozess zur Verfügung stehen, da hierfür sehr große Energiemengen benötigt werden. [45]

Alle organischen Zusätze, als auch Salze verbleiben nach der Verdampfung in der Ölphase. Die leichtflüchtigen Bestandteile werden mit dem Wasser ausgetragen, welches verdampft wird. Dies kann mit einer Vorschaltung einer Strippkolonne vermieden werden. Der Rückstand aus der Verdampfung muss einer thermischen Behandlung oder Verwertung zugeführt werden. [46]

Manche Stoffgruppen, welche in Emulsionen enthalten sind, können das Ergebnis der Emulsionsspaltung mittels thermischer Verfahren stark beeinflussen. [45]

So führen Tenside zu einer Schaumbildung, ungelöste Feststoffe zu Erosionen und Laugen und Säuren zu Korrosionen metallischer Werkstoffe. So gilt es diese Stoffgruppen, falls irgend möglich, vor der Emulsionsspaltung zu entfernen. [45]

Im Folgenden werden einige thermische Verfahren näher beschrieben:

Tauchbrennverfahren

Bei diesem Verfahren wird die Emulsion entweder direkt mit der Flamme oder mit den heißen Verbrennungsgasen in Kontakt gebracht. Dadurch kommt es zu einer Verdampfung des Wassers, wobei sich die Emulsion aufkonzentriert und schlussendlich bei einer Übersättigung bricht. [45]

Es können, in Anwesenheit nichtionischer Tenside, Wasser-in-Öl-Emulsionen als Zwischenprodukte entstehen. Diese werden jedoch bei weiterer Verdampfung des Wassers wiederum gespalten. [45]

Der Rückstand besteht aus Öl, Salzen und mechanischen Verunreinigungen. Das Wasser wird durch die Kondensation zurückgehalten. Nach einer Entfernung derjenigen Stoffe, die durch ihre Wasserdampflichkeit in die wässrige Phase gelangten, kann es wieder zu verschiedensten Zwecken angewandt werden. Hierbei ist zu beachten, dass keine großen Anforderungen an die Reinheit des Wassers gestellt werden können. [45]

Dünnschichtverdampfung

Bei diesem Verfahren wird die Emulsion in dünnen Schichten über beheizte Flächen geführt, wobei das Wasser verdampft und das Öl ausgeschieden wird. [45]

Umlauf- und Fallstromverdampfer werden für den gleichen Zweck eingesetzt. Das dort gewonnene Öl lässt sich bei einer Verbrennung zur Stützung des Energieaufwandes wiederverwenden. [45]

Eine andere Möglichkeit wäre die Emulsion nicht aufzuspalten, sondern dessen Heizwert direkt in einer Verbrennung zu nutzen. Dabei wird die Emulsion in eine Brennerflamme gedüst und verbrannt. Dieses Verfahren wird allerdings nur in Großbetrieben, wie einer Abfallverbrennungsanlage eingesetzt. [45]

Ein großer Vorteil von thermischen Verfahren ist, dass Emulsionen, unabhängig von ihrer Stabilität, beseitigt bzw. aufgespalten werden können. [45]

5.3.4 Mechanische Verfahren

Mechanische Verfahren können in Abhängigkeit von der Stabilität der Emulsionen angewandt werden. [45]

Es müssen notwendige strömungsmechanische Voraussetzungen, wie beim Durchströmen von Füllkörperschichten, Geweben und porösen Stoffen gegeben sein. [45]

Erst unter diesen Voraussetzungen verlieren oder beschädigen die Kolloide der Emulsion beim Aufprall auf Wände oder andere Teilchen ihre schützende Umhüllung, womit es durch Koaleszenz in weiterer Folge zur Spaltung der Emulsion kommt. [45]

Nach diesem Vorgang ist es wichtig die Öl- und Wasserphase schnell voneinander zu trennen, da es sonst zu einer Wiedervereinigung, also einer erneuten Emulsionsbildung kommen kann. [45]

Eine andere Möglichkeit Emulsionen zu spalten, wäre eine Koaleszenzbildung durch Aufprall der Emulsionströpfchen hervorzurufen. Gleichzeitig wird die Emulsion stark angesäuert und die Temperatur erhöht. Mit diesem Verfahren ist es möglich, fast alle Öl-in-Wasser-Emulsionen zu trennen. [45]

Im Folgenden wird näher auf die Membranverfahren eingegangen.

Membranverfahren

Zu den bekannten und gängigen Verfahren zählen die Mikro-, Ultra-, Nanofiltration und die Umkehrosmose. Diese beruhen auf dem gleichen Funktionsprinzip und unterscheiden sich nur in der Porengröße der verwendeten Membran und im angewandten Druck [43]:

- Mikrofiltration -> 0,08-2 μm ,
- Ultrafiltration -> 0,0015 -0,2 μm ,
- Nanofiltration -> 0,001-0,1 μm und
- Umkehrosmose -> 0,0001-0,002 μm .

Bei den Membranverfahren wird die Emulsion parallel zur Membran geführt. Dies unterscheidet die Membranverfahren von herkömmlichen Filtrationsverfahren, bei denen die Flüssigkeit senkrecht auf das Filtermedium auftrifft. Durch die parallele Führung kann ein Verstopfen der Membranen weitestgehend vermieden werden. Das Permeat (möglichst gereinigtes Wasser) durchdringt die Membran und die aufkonzentrierten Feststoffe verbleiben im Konzentrat. [43]

Die Membranverfahren entsprechen dem Stand der Technik, wobei mit einem erhöhten Restwasseranteil im Konzentrat zu rechnen ist. [43]

Bei der Ultrafiltration können fein dispers vorliegende Tröpfchen, aufgrund ihrer Größe, die kleinen Poren der Filtermembran nicht durchdringen. [43]

Die Emulsion wird hierbei bei geringen Drücken bis etwa 5 bar parallel zu den Membranfilterflächen geführt. Hierbei können das Wasser, die Ionen und Moleküle durch die Membranporen durchtreten. Die Ölpartikel und teilweise auch Tenside hingegen reichern sich in der Rückstandsflüssigkeit (Retentat) zu einer Emulsions-Öl-Phase an. Der Ölgehalt beträgt hierbei bis zu 50 %. Wird dieser Rückstand stehen gelassen, so rahmt dieser auf, wobei noch höhere Ölgehalte entstehen können. [45]

Bei diesem Verfahren ist die Stabilität der Emulsion unabhängig von der Trennung. Ein Vorteil der Ultrafiltration ist, dass keine Aufsalzung zustande kommt. Das Retentat muss jedoch als ölhaltiger Abfall entsorgt oder verbrannt werden. [45]

Flotation

Die Flotation ist ein Verfahren, bei dem dispergierte (fein verteilt) oder suspendierte Stoffe aus flüssigen Gemischen abgeschieden werden. Dies erfolgt mittels Gasbläschen, wobei hierbei die Größe und die Kontaktzeit mit den zu flotierenden Partikeln eine Rolle spielt. Je kleiner die Bläschen sind und je größer die Verweilzeit in der Flüssigkeit ist, desto größer ist der Abscheidungsgrad. [43]

Die bei der Flotation aufgeschwemmten Abwasserinhaltsstoffe bilden eine Schwimmschlammsschicht. Diese muss so stabil sein, dass die Schlammpartikel beim Räumungsprozess nicht wieder nach unten absinken. Zu den gängigen Methoden der Schwimmschlammfassung zählen das Räumen, das Abschälen, das Absaugen oder das Abskimmen. [43]

Jene schwereren Abwasserinhaltsstoffe, wie zum Beispiel Sand oder Metallteilchen, welche im Flotationsbecken sedimentierten, können mittels Bodenräumern aus dem Becken entfernt werden. [43]

Das Abtrennprinzip ist bei allen Flotationsverfahren gleich. Es werden Gasblasen zur Feststoffabtrennung herangezogen, welche sich nur in der Art der Blasenenerzeugung unterscheiden. So wird in drei unterschiedliche Verfahren zur Blasenherstellung unterschieden [43]:

- Dispergierung von Blasenluft mittels Injektordüsen,
- elektrolytische Zerlegung von Wasser und
- Druckentspannung von gesättigtem Wasser.

Die Druckentspannungsflotation ist dasjenige Verfahren, welches am Häufigsten eingesetzt wird. Es beruht darauf, dass ein mit Gas (Luft) gesättigter Wasserstrom bei höherem Druck auf Normaldruck entspannt wird. Bei dieser Entspannung wird überschüssiges Gas, gemäß dem Henry Dalton Gesetz, in Form von Mikroblasen frei. Dieses Gesetz besagt, dass die Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit, proportional dem Partialdruck des Gases über einer Flüssigkeit ist. [43]

Die Gasbläschen haben einen mittleren Durchmesser von 50-80 μm . und mit Hilfe bestimmter Verfahren lassen sich Blasen von nur 30 μm herstellen. Durch die Anlagerung der Gasblasen an festen Partikeln entstehen auftriebsfähige Agglomerate, die wie schon erwähnt, an der Oberfläche von der Flüssigkeit abgetrennt werden können. [43]

6 Anlagenbeschreibung des STO Trofaiach der Fa. SDAG

In diesem Kapitel wird die chemisch-physikalische und auch biologische Behandlungsanlage, der Fa. SDAG am STO Trofaiach in der Obersteiermark, erläutert.

Dieser STO wird aus diesem Grund beschrieben, da dort unter anderem die Probenahmen für die Charakterisierung der angelieferten Abfälle stattfinden. Es ist noch nicht möglich, an dem neuen STO in Unterpremstätten (Südsteiermark) die Abfallproben zu nehmen, da sich dieser noch in Planung befindet.

6.1 Abwassermengen

Die CPB (chemisch-physikalisch-biologische) – Anlage wird zur Behandlung organischer als auch anorganischer Abfälle in flüssiger Form herangezogen. [47]

Diese Anlage hat eine genehmigte Abwasserkapazität von 26.280 m³/a, wobei sie an 365 d/a betrieben wird. Es entstehen diverse Teilmengen pro Tag, welche sich in etwa in folgende Mengenbereiche gliedern [47]:

- Altölaufbereitung ➔ ca. 10 m³/d,
- CPO-Anlage ➔ ca. 28 m³/d,
- CPA-Anlage ➔ ca. 24 m³/d und
- Prozesswasser ➔ ca. 8 m³/d.

In den nächsten Punkten dieses Kapitels werden die einzelnen Prozessschritte der CPB-Anlage näher erläutert.

6.2 Eingangsanalytik / Eingangskontrolle

Alle, am STO Trofaiach angelieferten, flüssigen Abfälle werden vor einer Übernahme beprobt. Diese Proben werden im standortinternen Betriebslabor analysiert. [47]

Die Analyse umfasst neben anderen Parametern auch Folgende [47]:

- Flammpunk-,
- Lösemittelgehalts- und
- pH-Wertbestimmung.

Je nach Analyseergebnis, wird vom Betriebspersonal entschieden, ob eine Übernahme der Abfälle möglich ist oder nicht. [47]

Es findet keine Übernahme der angelieferten Abfälle statt, wenn

- der Flammpunkt unter 100 °C liegt,
- chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKWs) enthalten sind und
- die Abfälle mit den vorliegenden Behandlungstechnologien nicht behandelbar sind. [47]

Ist keine Übernahme, zum Beispiel aufgrund oben genannter Gründe, möglich, so gibt es die Möglichkeit einer externen Behandlung, wie beispielsweise einer Verbrennung. [47]

Am STO Trofaiach werden die diversesten flüssigen Abfälle angeliefert, woraus sich auch dementsprechend unterschiedliche Behandlungsarten ergeben. [47]

Folgende großen Abfallströme werden, im Allgemeinen, angeliefert [47]:

- Emulsionen und Abwässer,
- Abfallsäuren und
- Altöle.

Bezugnehmend auf diese drei Gruppen, werden im Folgenden die einzelnen Behandlungsschritte erläutert.

6.3 Emulsionen und Abwässer

In den nächsten Punkten werden die einzelnen Behandlungsmethoden der Abfallfraktion Emulsionen und Abwässer beschrieben.

6.3.1 Übernahme und Zwischenlagerung von Emulsionen und Abwässern

Die Abfälle, welche nach der Analyse durch das Labor zur Behandlung am STO freigegeben wurden, werden über eines der drei Rüttelsiebe in eines der vier Übernahmebecken (A1 bis A4) eingeleitet. [47]

Die Rüttelsiebe sind angebracht, um die flüssigen Abfälle von groben Feststoffen mittels Aussieben zu befreien. Die abgetrennten, ausgesiebten Feststoffe werden einer externen thermischen Behandlungsanlage zugeführt. [47]

Nach den Übernahmebehältern werden die Abfälle, je nach ihrer Qualität, in die Lagerbehälter E0/E1/E2, 15, 16, 17 eingeleitet. [47]

Diejenigen flüssigen Abfälle, welche einer besonderen Behandlung unterzogen werden müssen, können am standorteigenen Zwischenlager in entsprechenden Gebinden gelagert werden. [47]

6.3.2 Ultrafiltration für geeignete Emulsionen

Aus dem Zwischenlager gelangen die Emulsionen über diverse Filter, welche eine weitere Feststoffabtrennung, bis zu sehr kleinen Korngrößen, ermöglichen, in den Arbeitsbehälter der Ultrafiltration. Der pH-Wert in diesem Behälter kann mittels Schwefelsäure bzw. Natronlauge eingestellt werden. [47]

Die Emulsionen, bei welchen eine Ultrafiltration nicht anzuwenden ist, werden in den Spaltbehälter zur chemischen Weiterbehandlung eingeleitet. [47]

Eine genaue Beschreibung der Funktionsweise einer Ultrafiltration ist in Kapitel 5.3.4 erläutert.

Bei der Ultrafiltration wird das Retentat aufkonzentriert, bis es in etwa einen Öl-Gehalt von 20-50 % aufweist. Ein höherer Öl-Gehalt wäre nicht mehr wirtschaftlich, worauf das Konzentrat (Retentat) in weiterer Folge kontinuierlich ausgeschleust wird. Das Öl-Wasser-Konzentrat wird mittels Pumpen aus dem Arbeitsbehälter in eines der zwei Übernahmebecken (A1,A2) der Altölaufbereitungsanlage eingeleitet, wo es derart aufbereitet wird, dass das Öl einer thermischen Verwertung zugeführt werden kann. Das abgetrennte Wasser wird wiederum in der CPB-Anlage behandelt. [47]

6.3.3 Behandlung von Abwässern, Flüssigkeitskonzentraten und Dünnschlämmen

Wie schon erwähnt, werden neben Emulsionen auch Abwässer am STO Trofaiach angeliefert. [47]

Diese werden, neben Emulsionen, welche nicht mit einer Ultrafiltration aufbereitet werden können, im Behandlungsbehälter S1 und im Reaktor R1 chemisch behandelt. [47]

Der Behandlungsbehälter ist mit einem Rührwerk ausgestattet und dient einer chargenweisen Behandlung von flüssigen Abfällen. Es besteht die Möglichkeit vorab Zusatzchemikalien zuzusetzen, um so ein breites Spektrum an Abfällen behandeln zu können. [47]

Des Weiteren können anfallende Dünnschlämme einer Konditionierung unterzogen werden. Darunter wird die gezielte Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften mittels Zugabe entsprechender Substanzen verstanden. Im konkreten Fall wird zum Beispiel Kalk oder Natronlauge als Flockungsmittel zugesetzt. [47]

Bei einem Ausfall der Ultrafiltration bietet die Abwasserbehandlung die Möglichkeit, den Betrieb eingeschränkt aufrecht zu erhalten. [47]

Das Abwasser, welches in dem Behandlungsbehälter anfällt, kann in die Durchlaufneutralisation weitergeleitet werden. Von dort aus gelangt ein Teil zuerst in den Pumpensumpf, danach in den Absetzzyklon, um schlussendlich in den Schlammbehälter eingeleitet zu werden. Die genauen Abläufe werden etwas später genauer erläutert. [47]

6.4 Abfallsäuren- und Laugen (CPA-Anlage)

In diesem Kapitel wird der Behandlungsweg für Abfallsäuren näher beschrieben.

6.4.1 Übernahme und Zwischenlagerung von Abfallsäuren

Wie schon bei den Emulsionen und sonstigen Abwässern erwähnt, können die angelieferten Säuren erst nach einer Analyse und einer nachfolgenden Freigabe in die Übernahmebehälter eingebracht werden. [47]

Die Zwischenlagerung erfolgt in einem der fünf vorgesehenen Übernahmebehälter (E3-E7), welche aus Polypropylen bestehen und als Doppelmantelbehälter ausgeführt sind. [47]

Nachdem eine Mindestmenge an Abfällen im Übernahmebehälter erreicht wurde, kann dieser im Chargenbetrieb wieder entleert werden. Die Abfälle gelangen in Behandlungsbehälter, welche mit Rührwerken, pH-Wert- und Temperaturmesselementen ausgestattet sind. Des Weiteren haben diese Behälter Dosiereinrichtungen für die Behandlungskemikalien. [47]

6.4.2 Behandlungsverfahren der Abfallsäuren

Im Folgenden werden die am STO Trofaiach möglichen Behandlungsarten beschrieben.

Saure und alkalische Abwässer

Beim Vorliegen beider Abwässer ist eine Neutralisation mittels Durchmischung vorgesehen. Es wird zuerst das saure oder alkalische Abwasser aus dem Übernahmebehälter in den Behandlungsbehälter eingebracht, wobei die Menge von der ermittelten Konzentration abhängig ist. [47]

Nach der ersten Zugabe wird dann das entsprechende andere Abwasser unter ständiger Beobachtung des pH-Wertes zugegeben. Die genaue pH-Wert Einstellung erfolgt mittels HCl oder NaOH. Um ein besseres Filtrationsergebnis zu erzielen, wird jeder Charge ein Flockungshilfsmittel beigemischt. [47]

Nach dem Neutralisationsvorgang wird das Abwasser in die Schlamm-sammelbehälter eingebracht. [47]

Chromhaltige Abwässer

Chromhaltige Abwässer werden ebenfalls aus den Übernahmebehältern in die Behandlungsbehälter überführt. Um eine Reduktion des Chrom (VI) zu Chrom (III) zu ermöglichen, wird das Abwasser mit Salzsäure auf einen pH-Wert kleiner 2,5 angesäuert. [47]

Reduziert wird der Abfall mittels Natriumdisulfit. Nach erfolgter Reduktion zu Chrom (III) wird mit Hilfe von Natronlauge oder Kalk neutralisiert. [47]

Nach Beendigung der Neutralisation wird das Abwasser in die Schlamm-sammelbehälter gefördert. [47]

Cyanidhaltige Abwässer

Wie schon bei den anderen erwähnten Abwässern werden auch die cyanidhaltigen Abwässer von den Übernahmebehältern in die Behandlungsbehälter überführt. Um eine Oxidation des Cyanides durchführen zu können, muss das Abwasser auf einen pH-Wert von mindestens 10 (zB. mit Natronlauge) alkalisiert werden. [47]

Danach wird das Abwasser mit Hilfe von Wasserstoffperoxid oder Natriumhypochlorid oxidiert. Die anschließende Neutralisation erfolgt durch Zugabe von Säuren. Wenn der Neutralisationsvorgang beendet ist, wird das Abwasser in die Schlammbehälter gepumpt. [47]

Nitrit-hältige Abwässer

Diese Abwässer werden ebenfalls in die Behandlungsbehälter befördert. Ebenso wie bei der Cyanidneutralisation wird auch dieses Abwasser, um eine Oxidation des Nitrits durchführen zu können, zuerst sauer mit H_2O_2 aufoxidiert, um dann anschließend mit Natronlauge auf einen pH-Wert von 10 zu alkalisiert zu werden. [47]

Danach erfolgt die Oxidation mittels Wasserstoffperoxid oder Natriumhypochlorit. Die Neutralisation erfolgt wiederum durch Zugabe von Säuren. Wenn der Neutralisationsvorgang beendet ist, wird auch dieser Abfall in den Schlamm-sammelbehälter gefördert. [47]

Metallkomplexe

Anfallende Metallkomplexe können mit diversen Dekomplexierungsmitteln ausgefällt werden. Der anfallende Schlamm wird in die Schlamm-sammelbehälter gepumpt und danach mittels Filterpressen entwässert. [47]

Der bei einigen Abfällen notwendige Kalk für die Neutralisation wird in Kalksilos gelagert. Die Dosierung funktioniert entweder mit einer Zeitregelung oder mittels einer pH-Wert Regelung. [47]

Um bei der Befüllung und Entleeren eine Staubentwicklung zu vermeiden, wurde ein Staubfilter installiert. [47]

6.5 Altöl

Als dritte angelieferte Fraktion ist noch das Altöl zu nennen. Die Altölaufbereitungsanlage ist eine rein mechanisch wirkende Behandlungsanlage, wobei diese in einer eigenen Halle am STO Trofaiach durchgeführt wird. [47]

Die schon beschriebene Anlieferung und die Eingangskontrolle sind auch für den Bereich des Altöls gültig. [47]

6.5.1 Übernahme bzw. mechanische Vorreinigung

Nach der Freigabe durch das Labor, wird das Altöl über Rüttelsiebe, welche eine Maschenweite von 2 mm haben, in ein Übernahmebecken gefördert. Dieses Becken, die Rohrleitungen und etliche andere Behälter, wie die Lagerbehälter, sind mit einer Dampfheizung ausgestattet, um die Fließ- und Pumpfähigkeit des Öles zu erhalten. Das angelieferte Altöl wird hierbei auf etwa 40 °C erwärmt und bleibt dadurch unterhalb des Flammpunktes, welcher oberhalb von 100 °C liegt. [47]

6.5.2 Einlagerung in die Stapel-,Lager und Vorlagebehälter

Je nach Qualität des Altöls wird es aus den Übernahmebecken in eines der drei Übernahmetanks oder in die zur Verfügung stehenden Lager-, und Vorlagebehälter gepumpt. [47]

Aus diesen Behältern kann das Altöl je nach Güte, das heißt weitgehende Sedimentfreiheit und einem Wassergehalt < 15 %, in die Lagerbehälter für gereinigtes Altöl eingebracht werden. Wenn eine schlechtere Qualität vorliegt, so wird das Altöl in Behälter für eine nachstehende mechanische Aufbereitung eingelagert. [47]

6.5.3 Mechanische Reinigung

Das Altöl wird der mechanischen Reinigung mittels Dekantern aus den Behältern zugeführt. Vor dem Einbringen des Altöls wird es auf max. 80 °C mittels Wärmetauscher aufgewärmt, um die Verarbeitbarkeit zu erhöhen. [47]

Zusätzlich zum Erwärmen, kann ein Spaltnittel zugesetzt werden, um die Öl-Wasserphase besser abtrennen zu können. [47]

Durch die Dekanter und Separatoren wird ein Großteil der Feststoffe und des Wassers entfernt. [47]

6.5.4 Zwischenlagerung

Nach der mechanischen Reinigung wird das Altöl einer Kontrollanalytik unterzogen und bei einer Freigabe durch das Labor kann das gereinigte Altöl in die dafür vorgesehenen Lagerbehälter befördert werden. Bei nicht erfolgter Freigabe kann das Altöl erneut einer mechanischen Reinigung unterzogen werden. [47]

Der Schlamm, der bei der Reinigung anfällt, wird in entsprechenden Containern zwischengelagert und einer Entsorgungseinrichtung zugewiesen. Das Abwasser wird in einem Abwassersammelbehälter gesammelt und nach erfolgter Kontrollanalytik in die Vorlagebehälter der CPB-Anlage gefördert. [47]

6.5.5 Abtransport

Das gereinigte Altöl wird, nach einer weiteren chemischen Analytik, in geeignete und genehmigte Verbrennungsanlagen transportiert. [47]

6.5.6 Abluftreinigung

Für die Reinigung der Abluft werden Aktivkohlefiltereinheiten verwendet. [47]

6.6 Durchlaufneutralisation

Diese Durchlaufneutralisation dient der Nachbehandlung des Abwassers aus der Ultrafiltration und der Chargenbehandlung. [47]

Mit Hilfe dieser Durchlaufneutralisation können pH-Wert Veränderungen vorgenommen, Komplexverbindungen gebrochen und Eisenverbindungen zugesetzt werden. Für eine Feststoffabtrennung ist ein Absetzzyklon vorgesehen. Diese Behandlungsanlage besteht aus drei Behältern und drei Rührwerken. Die Neutralisation und die Flockung erfolgen in diesen Behältern. [47]

Die Anlage gliedert sich in drei Einheiten [47]:

1. In der ersten Stufe wird der gewünschte pH-Wert durch Schwefelsäurezugabe eingestellt. Des Weiteren kann Eisenchlorid bzw. Eisen(II)-Sulfat für die Bindung von noch vorhandenen Kohlenwasserstoffen zugegeben werden.
2. In der zweiten Stufe wird der für die Biologie notwendige pH-Wert mittels Kalkmilch eingestellt. Es besteht außerdem die Möglichkeit Wasserstoffperoxid zu zudosieren. Weiters kann für die Auftrennung möglicher vorhandener komplexgebundener Schwermetalle ein Dekomplexierungsmittel zugesetzt werden.
3. Die letzte Stufe dient zur Konditionierung des Abwassers mittels Polyelektrolyten für die nachfolgende Sedimentation. Unter einem Polyelektrolyten wird eine wasserlösliche Verbindung großer Kettenlänge verstanden, welche anionische oder kationische dissoziierbare Gruppen trägt. Bei Zugabe von Eisendreiechlorid kann eine Bindung von überschüssigem Dekomplexierungsmitteln vorgenommen werden.

Die Abtrennung der Fällungsprodukte, welche in diesen drei Schritten entstanden sind, erfolgt mittels eines schon erwähnten Absetzzyklons. Hierbei werden die einzelnen Stoffe aufgrund ihrer unterschiedlichen Dichten voneinander getrennt. [47]

Der nach dieser Abscheidung anfallende Neutralschlamm wird in die beiden Schlammammelbehälter gepumpt und dort entwässert. [47]

Das, beim Absetzzyklon, anfallende Abwasser wird in den Pumpensumpf gefördert. Von dort aus gelangt es in die Biologie, wo Mikroorganismen eine nochmalige biologische Reinigung des Abwassers vornehmen. [47]

6.7 Schlammabtrennung

Der anfallende Schlamm aus der CPA-Anlage und der Durchlaufneutralisation wird, wie schon erwähnt, in den Schlammammelbehältern zwischengelagert. [47]

Dieser Schlamm wird in weiterer Folge über eine Kammerfilterpresse geführt und somit entwässert, wobei der dabei anfallende Kuchen einer externen Entsorgung zugeführt wird. Das Filtrat wird mittels Pumpen in den Pumpensumpf gefördert. [47]

Sollten Grenzwerte nicht eingehalten werden, besteht die Möglichkeit dieses Filtrat wieder in die Behandlungsbehälter einzuleiten. [47]

6.8 Chemikalienlager

Bei den bis jetzt erwähnten Verfahren werden die unterschiedlichsten Chemikalien verwendet, welche nun zusammengefasst werden [47]:

- Schwefelsäure,
- Eisen-(III)-Chlorid,
- Eisen-(II)-Sulfat,
- Natronlauge,
- Kalkmilch,
- Dekomplexierungsmittel,
- Polyelektrolyt und
- H₂O₂.

Die Chemikalien werden meist in Lagerbehältern aus Kunststoff (PVC, PP oder PE) gelagert. Des Weiteren sind Auffangwannen, welche ebenfalls aus Kunststoff hergestellt sind, installiert. [47]

6.9 Biologie und Absetzzyklon

Das, nach den Prozessschritten, übriggebliebene Abwasser wird in der zweistufigen biologischen Abwasserreinigungsanlage mit einer zusätzlichen nasschemischen Behandlung durch H₂O₂ nochmals gereinigt. [47]

Biologie 1

In der ersten Stufe soll der überwiegende Teil des biologisch abbaubaren CSB-Anteils (Chemischer Sauerstoffbedarf) von etwa 20.000-30.000 mg/l auf 3.000-4.000 mg/l verringert werden. [47]

Das behandelte Abwasser wird dann in die Biologie 2 befördert, wo der CSB weiter auf 2.000 – 3.000 mg/l biologisch abgebaut werden kann. [47]

Der Belebtschlamm der Biologie 1 wird in den Absetzzyklon befördert, wo eine Abtrennung des Abwassers vom Schlamm erfolgt. Der Schlamm wird danach wieder in die Biologie 1 eingebracht. [47]

Biologie 2

In der Biologie 2 erfolgt, wie schon erwähnt, eine nochmalige biologische Reinigung des Abwassers. Der Belebtschlamm der zweiten biologischen Reinigungsstufe wird ebenfalls in den Absetzzyklon eingebracht, um das Abwasser vom Schlamm zu trennen. Der Schlamm gelangt danach wieder in die Biologie 2. [47]

6.10 Durchlaufoxidation

Am STO Trofaiach ist zusätzlich eine Durchlaufoxidation installiert, wobei Wasserstoffperoxid mit Eisen(II)-Salzen vermischt wird, was zur Bildung eines stark wirkenden Oxidationsmittels, dem „Fenton-Reagens“, führt. [47]

Als Endprodukt der Abwasserbehandlung mit dem „Fenton-Reagens“ entsteht ein Gemisch organischer Verbindungen, bei dem die biologische Abbaubarkeit im Vergleich zum unbehandelten Abwasser enorm erleichtert ist. [47]

Es kann hierbei der CSB ganz oder zum größten Teil in biologisch abbaubaren BSB umgewandelt werden. Das Produkt wird mittels Pumpen über den Pumpensumpf in die Biologie 2 gefördert. [47]

6.11 Abluftbehandlung

Die Abluft sämtlicher Behälter der CPB-Anlage wird mit Abluftwäschern vorgereinigt und in weiterer Folge zwei Biofiltern zugeführt. Die Biofilteranlage arbeitet mit zwei parallel arbeitenden Filtern und wird aufgrund des speziellen Filtermaterials zur Geruchs- und Schadstoffbeseitigung eingesetzt. [47]

Die zu reinigende Abluft wird vor der Aufgabe auf die Biofilter mit einer relativen Feuchtigkeit von 95-100 % gesättigt, wobei dies mit Sprühbefeuchtern durchgeführt wird. Die Abluftreinigung findet bei Temperaturen von 10-40 °C statt. [47]

Die Luft wird über den Filter verteilt, welcher vorab bei der Produktion mit Mikroorganismen geimpft wurde. Das Filtermaterial besteht aus Komposterde-Pellets und Kokosfasern. Nachdem der Abluftstrom von geruchsintensiven Komponenten und Belastungen befreit wurde, verlässt er gereinigt den Filter. [47]

6.12 Gewässerschutz

Bei jedem wassergefährdenden Behälter sind Auffangwannen installiert, um das Eindringen gefährlicher Substanzen in den Boden und dann in weiterer Folge in das Grundwasser zu verhindern. [47]

Des Weiteren sollen Füllstandmessungen an Behältern ein Überlaufen der Inhaltsstoffe verhindern und die Chemikalienbefüllleitungen sind als Doppelmantelleitungen ausgeführt. [47]

Es gibt am STO Trofaiach noch eine Oberflächenentwässerung (Entwässerung des Grundstückes und des Containerabstellplatzes), wobei darauf im Zuge dieser Arbeit nicht eingegangen wird. [47]

In Abbildung 7 und Abbildung 8 sind die Fließbilder der drei unterschiedlichen Abfallfraktionen ersichtlich. Ein paar Schritte wurden zwecks der Darstellungsvereinfachung weggelassen. So ist die Oxidation des Abwassers beispielsweise nicht graphisch dargestellt. [47]

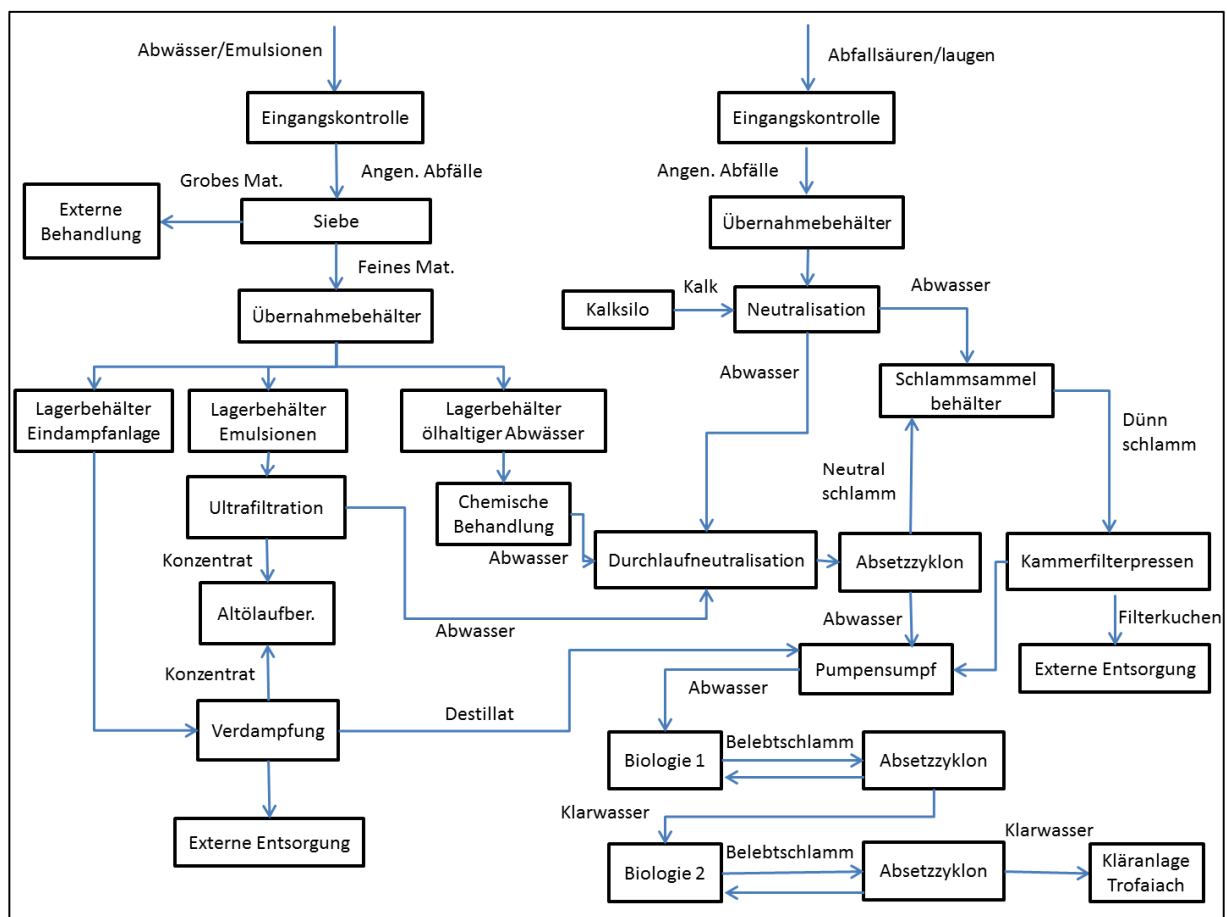


Abbildung 7: Fließbild CPB-Anlage 1

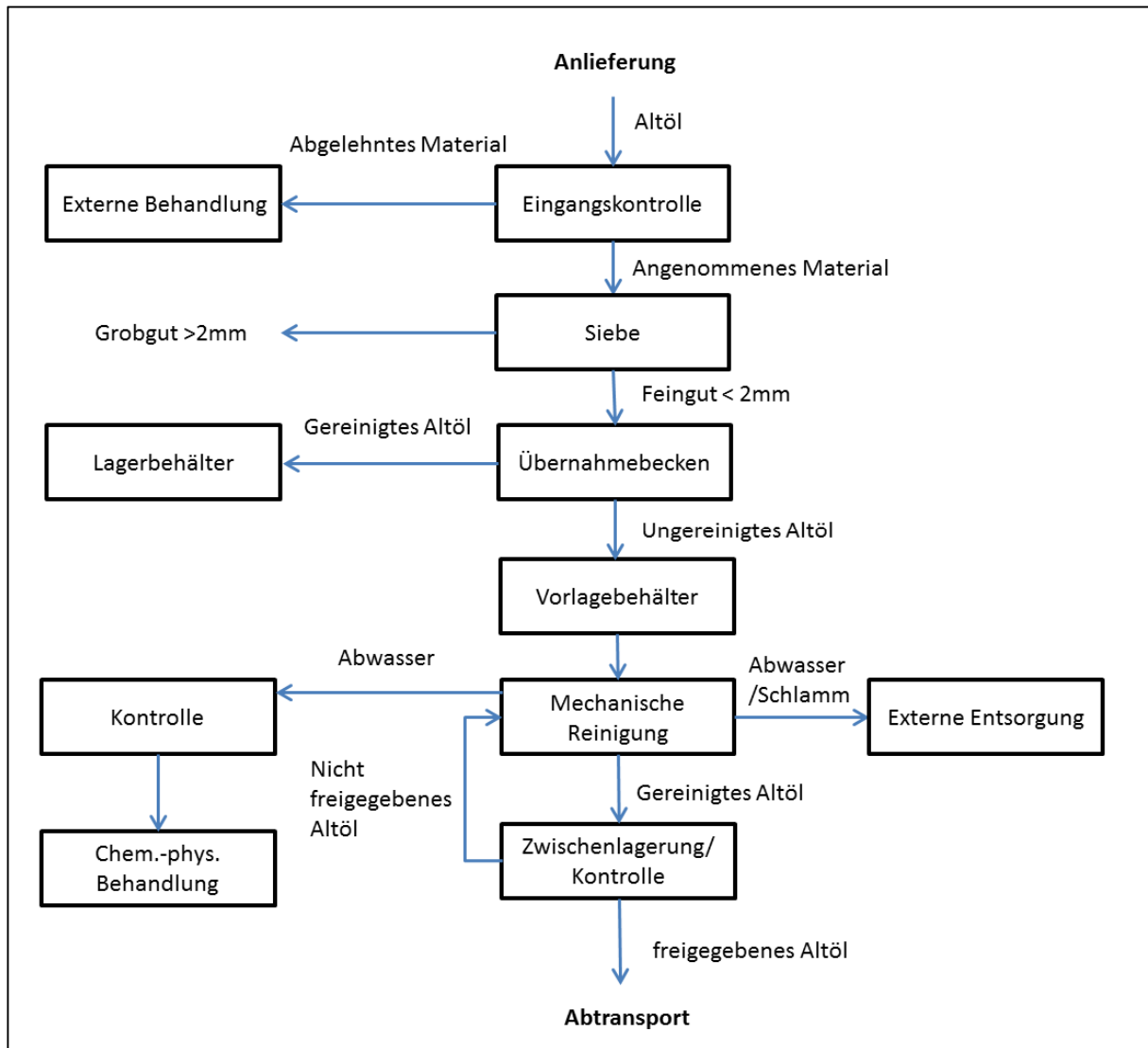


Abbildung 8: Fließbild CPB-Anlage 2

7 Probenahme

In diesem Kapitel wird sowohl auf die Probenahmeprobereitung, als auch auf dessen Durchführung, näher eingegangen.

7.1 Probenahmeprobereitung

Im Zuge dieser Arbeit sollen die Qualitäten (Zusammensetzungen) der flüssigen Abfallströme, an unterschiedlichen Punkten der CP-Anlage, festgestellt werden. Dies soll dazu dienen die Effektivität, als auch die Effizienz der Anlage zu überprüfen.

Anhand Abbildung 9 kann an den rot markierten Stellen (Qualität 1-3) erkannt werden, an welchen Punkten der Anlage eine Qualitätsbestimmung sinnvoll wäre.

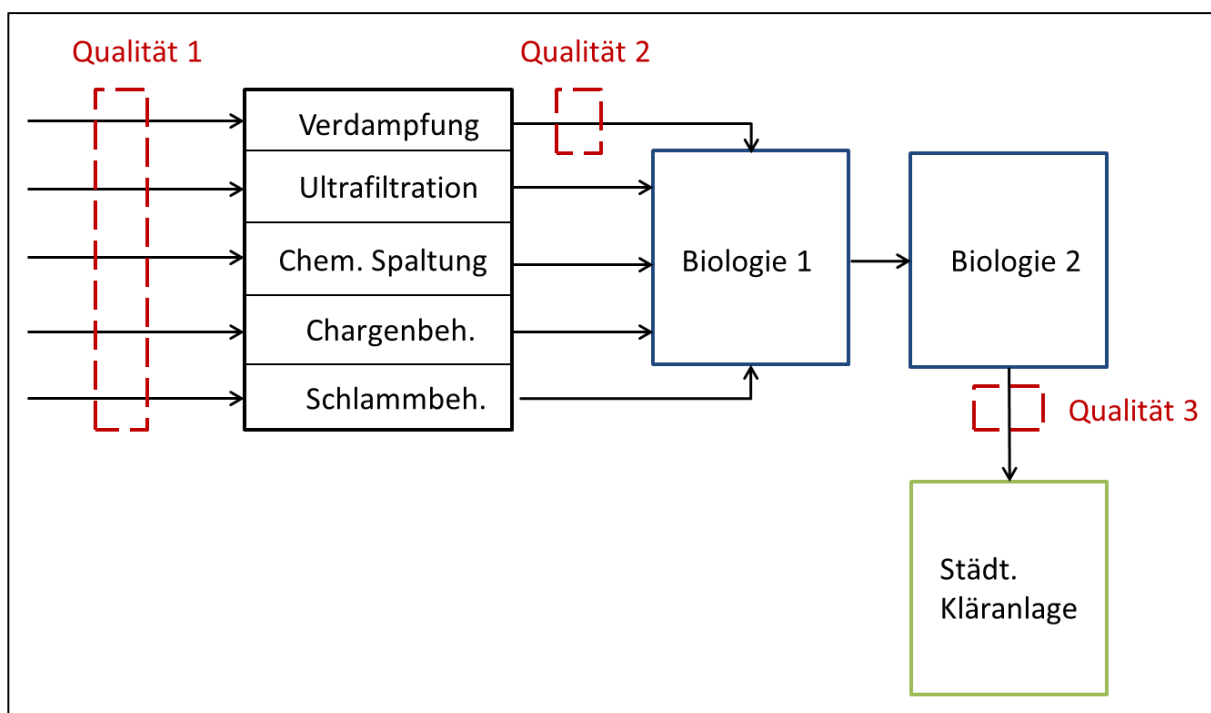


Abbildung 9: Anlagendarstellung mit Qualitäten

Bei der Qualität 1 handelt es sich um die eingehenden unbehandelten Abfälle. Die Qualität 2 dient der Auskunft über die Zusammensetzung der in der Verdampfung behandelten Abfälle. Wie sich die Abfallkomponenten nach der vollständig durchgeführten Behandlung durch die CP-Anlage zusammensetzen, wird durch die Qualität 3 beschrieben.

Die Tabelle 11 und Tabelle 12 sollen einem Überblick der zehn wichtigsten Inputströme, der CP-Anlage, dienen, wobei diese zurzeit die mengenmäßig größten darstellen.

Tabelle 11: Die größten Inputströme organisch [48]

Abfallart/ Organisch	ASN	Menge in To
Ölabscheiderinhalte	54702	228,61
Sickerwasser aus Abfalldeponien	95301	357,41
Sickerwasser aus Abfalldeponien	95302	473,46
Sonstige Öl-Wassergemische, Halogengehalt max. 0,05 %	54408	628,82
Öl-Wassergemische Sonstige	54408	1.287,15
Emulsion (Bohr- und Schleiföl) und Emulsionsgemische	54402	5.583,77

Tabelle 12: Die größten Inputströme anorganisch [48]

Abfallart/ Anorganisch	ASN	Menge in To
Laugen, Laugengemische	52402	911,71
Farbschlamm-Wassergemische	55503	957,467
Säuren und Säuregemische, anorganisch	52102	1.162,85
Sonstige Wässrige Konzentrate	52725	3.385,49

Im Folgenden wird auf die einzelnen Inputströme näher eingegangen, wobei hierzu bereits vorhandene interne Prüfberichte einzelner Inputströme der Fa. SDAG herangezogen werden, welche im Anhang 2 zu finden sind.

Ölabscheiderinhalte

Derzeit werden Ölabscheiderinhalte von vielen verschiedenen Kunden am STO Trofaiach, der Fa. SDAG, angeliefert. [48]

Aufgrund der vielen verschiedenen Herkünfte der Ölabscheiderinhalte, sind die Qualitäten der Anlieferungen niemals gleichbleibend. [48]

Sickerwasser aus Abfalldeponien

Bei den Sickerwässern aus Abfalldeponien handelt es sich um die Anlieferungen eines einzigen Kunden. [48]

Die Qualität ist hierbei mehr oder weniger, bis auf kleine jahreszeitliche Schwankungen, gleichbleibend. [48]

Öl-Wassergemische mit Halogengehalt max 0,05 %

Diese Abfallart wird von vielen Kunden der Fa. SDAG angeliefert, wobei anzumerken ist, dass kaum eine Anlieferung der anderen gleicht. Dies ist auf die stark schwankenden Qualitäten der Gemische zurückzuführen. [48]

Die Qualitäten unterscheiden sich in diesem Bereich sehr stark. [48]

Laugen, Laugengemische

Im Bereich der Laugen gibt es sehr viele verschiedene Kunden und auch sehr viele Kleinstmengen-Anlieferer. [48]

Die Qualitäten variieren, aufgrund des unterschiedlichen Ursprunges, sehr stark voneinander. [48]

Farbschlamm-Wassergemische

Ein Kunde beliefert den STO Trofaiach mit großen Mengen an Farbschlamm-Wassergemischen. Bei den restlichen Anlieferungen handelt es sich um eher kleinere Mengen diverser Kunden. [48]

Über die Zusammensetzungen gibt es bei dieser Abfallart keine Informationen. [48]

Säuren u. Säuregemische, anorganisch

Die Säuren werden von vielen unterschiedlichen Kunden geliefert, wobei hierbei die Mengen sehr stark variieren können. [48]

Aufgrund der vielen Anlieferer, gleicht keine Qualität der anderen. [48]

Sonstige Öl- Wassergemische

Im Bereich der Öl- Wassergemische gibt es viele Kunden. [48]

Aus diesem Grund unterscheiden sich auch die Qualitäten sehr stark voneinander. [48]

Emulsion (Bohr- und Schleiföl)

Bei den Emulsionen gibt es ebenfalls viele unterschiedliche Anlieferer. [48]

Auf Grund dessen unterscheiden sich auch die Qualitäten, je nach Kunden, sehr stark. [48]

Wässrige Konzentrate sonstige

Bei dem letzten großen Inputstrom ist es ebenfalls so, dass es viele unterschiedliche Kunden gibt. [48]

Bei den Anlieferungen sind sehr große Unterschiede zu vermerken, was natürlich auch die Unterschiede in Bezug auf die Qualitäten verursacht. [48]

7.1.1 Erkenntnisse durch die Probenahmeprobereitung

In den Aufzählungen der Abfallinputströme ist ersichtlich, dass die Qualitäten bzw. die Zusammensetzungen unter anderem aufgrund der vielen verschiedenen Anlieferungen sehr unterschiedlich sind. Es ist daher nicht möglich eine repräsentative Probenahme, jeder einzelnen Anlieferung, vorzunehmen.

Stattdessen werden Proben der gesamt angelieferten, bereits untereinander vermischten, Inputströme aus den verschiedensten Behältnissen (Lagerbehälter) etc. entnommen. Diese Proben werden, in weiterer Folge, auf ihre Inhaltsstoffe analysiert, um die Qualität 1 (siehe Abbildung 9) ermitteln zu können. Bei diesen gemischten Abfallinputströmen handelt es sich zum größten Teil um die, zuvor beschriebenen, zehn häufigsten und wichtigsten Abfallströme.

Es werden die Ergebnisse bereits durchgeführter Inputanalysen durch die Fa. SDAG zur Verfügung gestellt, welche in den darauffolgenden Auswertungen zusätzlich herangezogen werden können.

Daher werden an jeweils zwei Tagen Proben der entsprechenden Probenahmepunkte gezogen, da dies, zusammen mit den bereits vorliegenden Analyseergebnissen für eine Bewertung ausreichend ist.

Für die Bestimmung der Qualitäten 2 und 3 werden Proben an den dafür vorgesehenen Punkten der Anlage entnommen. Es gibt auch bereits bei diesen Qualitäten interne Analyseberichte, die für eine Auswertung, zusätzlich zu den Ergebnissen der Proben, Verwendung finden werden.

7.2 Durchführung der Probenahme

Wie bereits erwähnt, können die Inputströme nicht einzeln beprobt werden, da diese von Anlieferung zu Anlieferung unterschiedliche Zusammensetzungen haben und eine einzelne Probenahme somit nicht repräsentativ wäre.

Aus diesem Grund werden an vier verschiedenen Stellen der Anlage Proben der gesamt angelieferten Inputströme entnommen. Diese sind so ausgewählt, dass die Abfallinputströme durch verschiedene Vorgänge, wie Durchmischungen in den Anlieferbehältnissen, weitestgehend homogenisiert wurden.

Anhand Abbildung 10 sind vier, rot gekennzeichnete Probenahmestellen (Ziffern von 1-4) zu erkennen, die entsprechend den Qualitäten 1-3 (siehe Abbildung 9) ausgewählt wurden.

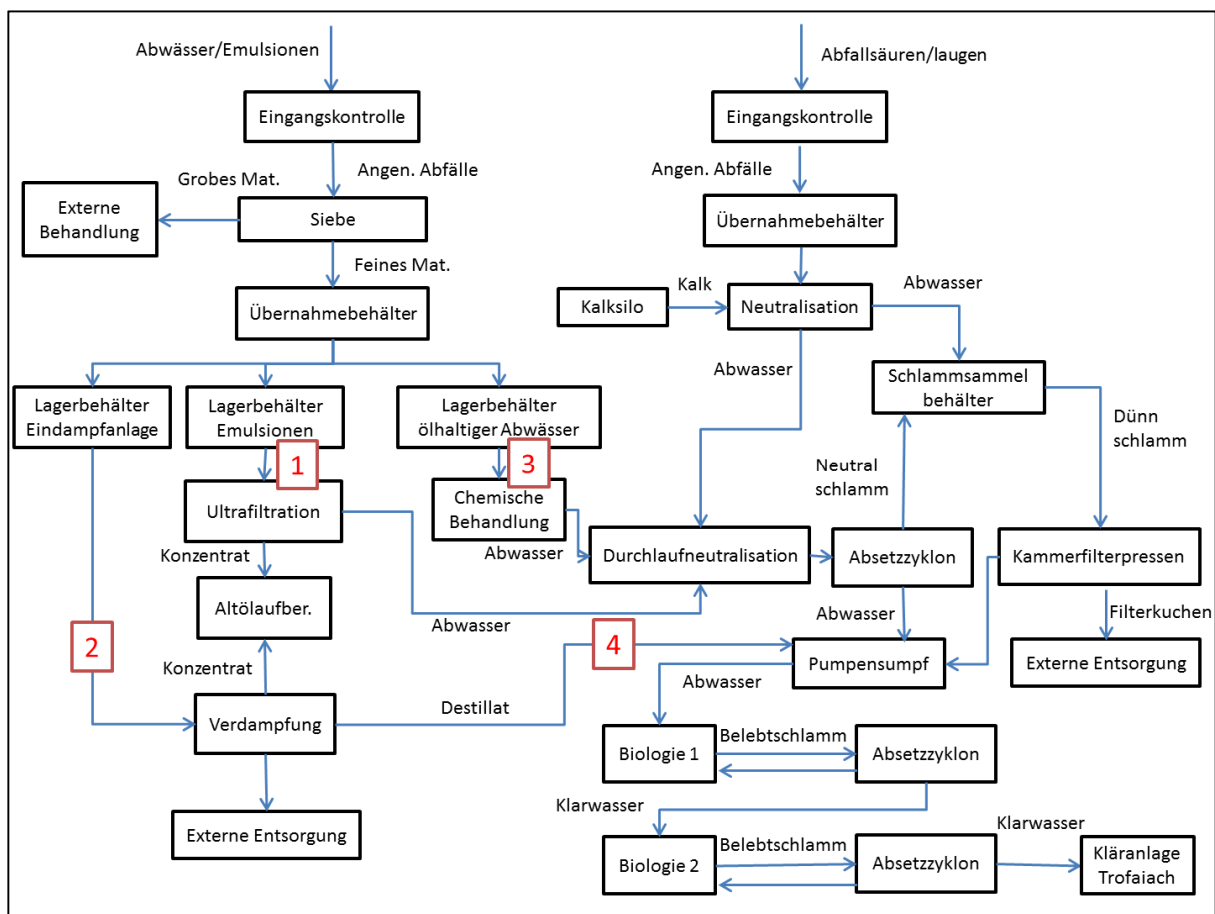


Abbildung 10: Fließbild mit Probenahmestellen

Die Probenahme wurde an zwei Tagen durchgeführt, wobei im Folgenden nur die Probenahme des ersten Tages näher erläutert wird, da die Abläufe der Probenahme am zweiten Tag identisch waren.

7.2.1 Probenahme-Tag 1

Die erste Probenahme fand am Donnerstag, den 14.6.2012, am STO Trofaiach statt. Hierbei wurden an vier unterschiedlichen Stellen, wie in Abbildung 10 ersichtlich, Proben entnommen. Im Folgenden wird auf die Probenahme der einzelnen vier Probenahmestellen eingegangen.

Probenahmestelle 1

Die erste Probenahmestelle war der Lagerbehälter der angelieferten Emulsionen, wie er in Abbildung 11 ersichtlich ist.

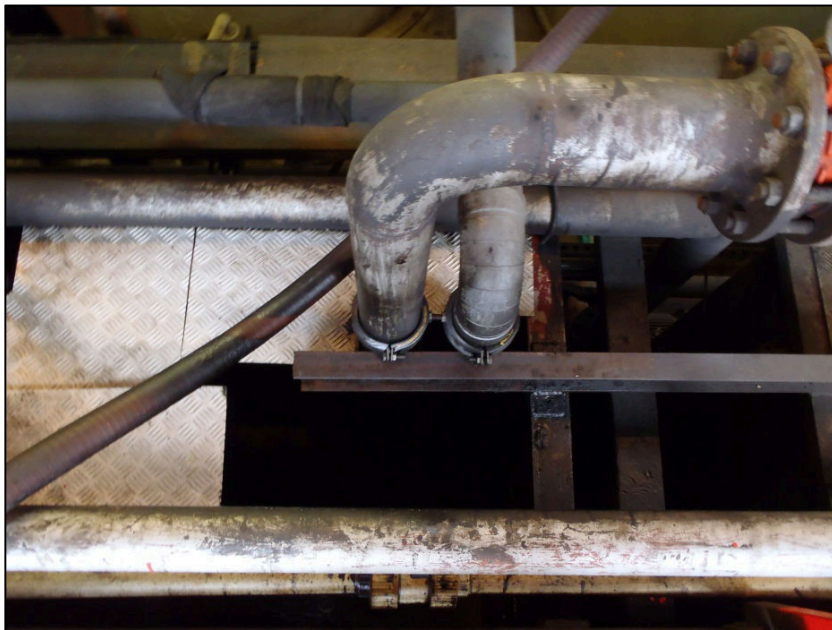


Abbildung 11: Probe 1-Probenahmestelle

Die darin befindlichen Flüssigkeiten wurden mittels einer Pumpe gemischt und dadurch weitestgehend homogenisiert.

Mit Hilfe einer Schöpfvorrichtung wurde die Flüssigkeit aus dem Behälter entnommen und in vier Flaschen mit einem Fassungsvermögen von je einem halben Liter gefüllt. Die Flaschen wurden mit der Beschriftung „Emu fl. UF“ (Ultrafiltration) gekennzeichnet. Dieser Vorgang ist in Abbildung 12 und Abbildung 13 ersichtlich.



Abbildung 12: Probe 1-Gefäßbefüllung



Abbildung 13: Probe 1-befüllte Probenahmegefäße 1-4

Probenahmestelle 2

Die Proben der Probenahmestelle 2 wurden, wie in Abbildung 10 erkennbar, aus dem Lagerbehälter der Eindampfanlage entnommen.

Das flüssige Abfallgemisch wurde hierbei mit dem Schöpfer, vor der Entnahme, durch Rührbewegungen weitestgehend homogenisiert. Danach wurden wiederum vier Flaschen mit einem Fassungsvermögen von je einem halben Liter befüllt. (Siehe Abbildung 14 und Abbildung 15). Die Flaschen wurden mit der Bezeichnung „EDA“ (Eindampfanlage) beschriftet.



Abbildung 14: Probe 2-Gefäßbefüllung



Abbildung 15: Probe 2-befüllte Probenahmegefäße 1-4

Probenahmestelle 3

Bei der Probenahmestelle 3 handelt es sich um ein Rohr, das die Abfälle von dem Lagerbehälter ölhaltiger Abfälle in die chemische Behandlung fördert. (Siehe Abbildung 10 und Abbildung 11)

Nachdem die flüssigen Abfälle mittels Pumpen durch das Rohr gefördert werden, kann von homogen vorliegenden Abfällen ausgegangen werden.



Abbildung 16: Probe 3-Probenahmestelle

Das Rohr wurde mit Hilfe eines Ventils geöffnet und die flüssigen Abfälle mit einem Gefäß in die dafür vorgesehenen vier Flaschen, mit einem Volumen von je einem halben Liter, gefüllt (Siehe Abbildung 17 und Abbildung 18). Die Gefäße wurden dann in weiterer Folge mit „Emusplit“ beschriftet.



Abbildung 17: Probe 3-Probenahme



Abbildung 18: Probe 3-Gefäßbefüllung 1-4

Probenahmestelle 4

Bei der Probenahmestelle 4 handelt es sich um einen Behälter, indem das Destillat nach der Verdampfung gelagert wird.

Es wurden keine zusätzlichen Vorkehrungen für eine Homogenisierung getroffen, da nach einem Verdampfungsschritt von einer homogen vorliegenden Flüssigkeit ausgegangen werden kann.

Das Destillat wurde, wiederum mit Hilfe eines Ventils, in die vier Flaschen zu je einem halben Liter gefüllt (Siehe Abbildung 19). Die Flaschen wurden später mit der Bezeichnung „Destillat“ versehen (Siehe Abbildung 20).



Abbildung 19: Probe 4-Probenahmestelle, Probenahme



Abbildung 20: Probe 4-Gefäße 1-4

Die Probenahme an den vier Probenahmestellen wurde nicht nach, der in Kapitel 2.8 beschriebenen, ÖNORM S 2123 – 4 durchgeführt, da es aufgrund anlagenbedingter Gegebenheiten leider nicht möglich war.

Die Probenahmen wurden jedoch, soweit als möglich, mit Hilfe des Probenahmeprotokolls der ÖNORM S 2123 – 4 dokumentiert, welches im Anhang 1 zu finden ist.

7.2.2 Probenahme Tag 2

Die zweite Probenahme wurde am Donnerstag, den 21.6.2012, am STO Trofaiach durchgeführt.

Wie bereits erwähnt, wurde diese Probenahme ebenso wie die erste durchgeführt und wird daher nicht mehr näher beschrieben. Die Probenahmeprotokolle sind denen des ersten Probenahmetages ident, daher wird auch hier auf die Protokolle des ersten Probenahmetages im Anhang 1 verwiesen.

7.3 Fehlerquellen bei der Probenahme

In diesem Teil des Kapitels wird auf mögliche Fehlerquellen bei den Probenahmen eingegangen, welche sich in weiterer Folge auf die Analyseergebnisse auswirken können.

- Die Anlagenkonstruktion der CP-Anlage der Fa. SDAG in Trofaiach ermöglichte es nicht immer, eine 100% Homogenität der zu beprobenden flüssigen Abfälle herzustellen. Dies war zum Beispiel durch verwinkelte Rohre, verbaute Behältnisse etc. der Fall. Es wurde jedoch stets versucht die Abfälle so gut es ging, durch diverse Vorrichtungen, wie Pumpen oder Rührbewegungen durch einen Schöpfer, zu homogenisieren.
- Die Proben wurden, nach der jeweiligen Entnahme, in Kunststoffgefäße gefüllt, wie es in den Probenahmeprotokollen im Anhang 1 vermerkt ist. Diese wurden während des Transportes in das Labor nicht gekühlt. Prinzipiell ist eine Veränderung der Probe in dieser relativ kurzen Transportzeit auszuschließen. Es soll hier jedoch zwecks der Vollständigkeit Erwähnung finden.
- Es wurden, wie schon beschrieben, an zwei Tagen Proben gezogen, da zusätzlich firmeninterne Analyseergebnisse mancher Abfallströme für die Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Die geringe Anzahl an Proben und deren Analyseergebnisse kann, alleine und ohne Vergleich betrachtet, möglicherweise nicht ausreichend repräsentativ sein. Daher ist es wichtig, sie stets mit den bereits vorhandenen Analyseergebnissen in Korrelation zu stellen.
- Natürlicherweise kann es auch bei den Analysen aufgrund der Analysegeräte zu Ungenauigkeiten kommen. Hierbei spielen beispielsweise der Gerätedrift oder Verunreinigungen des Gerätes oder des Transportgerätes eine Rolle.

8 Analysemethoden

In diesem Kapitel wird auf Analysemethoden für die Schwermetallbestimmung eingegangen.

8.1 Analysemethoden

Die bei Schwermetallen anzuwendenden Analysemethoden beschränken sich auf die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) und die Massenspektrometrie (MS). Bei der AAS handelt es sich um eine Flammen-AAS und bei der MS um eine ICP-MS (ICP-Induktiv gekoppeltes Plasma). Diese beiden Verfahren werden im Kapitel 8.2 eingehend beschrieben.

Die F-AAS ist für folgende, in der IndirekteinleiterVO aufscheinende, Schwermetalle anzuwenden [49]:

- Barium,
- Blei,
- Chrom,
- Kobalt,
- Kupfer,
- Molybdän,
- Nickel,
- Zink und
- Zinn.

Die ICP-MS ist hingegen für folgende Schwermetalle anzuwenden, welche in der IEV aufgelistet und daher im Zuge dieser Arbeit zu analysieren sind [50]:

- Antimon,
- Arsen,
- Barium,
- Blei,
- Cadmium,
- Chrom,
- Kobalt,
- Kupfer,
- Molybdän,
- Nickel,
- Quecksilber,
- Selen,
- Silber,
- Tellur,
- Vanadium,
- Bismut,

- Wolfram,
- Zink und
- Zinn.

Bei einigen Elementen ist die Analyse mit beiden Messmethoden möglich. Unter welchen Umständen jedoch, welche Methode zur Anwendung kommt, ist immer von dem individuellen Fall abhängig. Es werden etliche Faktoren, wie der Elementgehalt in der Probe, berücksichtigt, um sich für eines der beiden Verfahren zu entscheiden. [50]

8.1.1 Geräte

Die notwendigen Analysen werden zum einen im Labor des Institutes für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik der Montanuniversität Leoben und zum anderen in einem externen Labor durchgeführt. Bei einer Analyse durch das Institutslabor werden für die zwei, eben erwähnten, Verfahren folgende Geräte zum Einsatz kommen:

- F-AAS ➔ GBC Avanta
- ICP-MS ➔ Agilent 7500cx

8.1.2 Analysendurchführung

In diesem Kapitel werden die Aufbereitung der Proben, die Durchführung der Analyse und die Form des Messergebnisses erläutert.

8.1.2.1 Aufbereitung

Ansäuern

Die vorliegenden Proben aus der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage müssen angesäuert werden, um die Probe zu konservieren. Hierzu gibt es mehrere Möglichkeiten mit unterschiedlichen Säuren, wie zum Beispiel [49]:

- Salpetersäure (HNO_3),
- Salzsäure (HCl) oder
- Schwefelsäure (H_2SO_4).

Meist wird die Probe auf einen pH-Wert > 2 angesäuert. [49]

Herstellung einer Standardlösung

Je nachdem um welches Schwermetall es sich handelt, gibt es unterschiedliche Standardlösungen bzw. Stammlösungen, welche eine genau definierte Konzentration in mg/l eines Schwermetalls aufweisen. [50]

Diese Stammlösung wird dann mit der gleichen Menge an Säure, wie bei der Probe, versetzt und verschieden stark mit destilliertem Wasser verdünnt. Die verdünnten Proben werden dann in das Messgerät eingegeben. [50]

Des Weiteren ist ein Blindwert zu bestimmen. Darunter wird ein Messergebnis verstanden, bei dem die gesuchte Messgröße null bzw. nicht vorhanden ist. Meist wird hierzu destilliertes Wasser verwendet. Es kann aber auch eine Flüssigkeit verwendet werden, bei der sichergestellt werden kann, dass die Messgröße nicht enthalten ist. [50]

Der Blindwert gibt Auskunft über Verunreinigungen der Messgeräte, Reagenzien etc. Aus diesem Grund muss die Blindprobe ebenfalls ins Analysegerät eingegeben werden, um dann bei jedem weiteren Messwert der Standardlösungen, als auch der Proben den Wert der Verunreinigungen etc. abziehen zu können. [50]

Nach der Aufgabe des Blindwertes und der verdünnten Stammlösungen in das Analysegerät, wird eine Kalibriergerade erstellt. Auf dieser werden die einzelnen Konzentrationen der Stammlösung (vorab bekannt) gegen die ermittelten Zählimpulse aufgetragen. [50]

In Abbildung 21 ist solch eine Kalibrierkurve abgebildet.

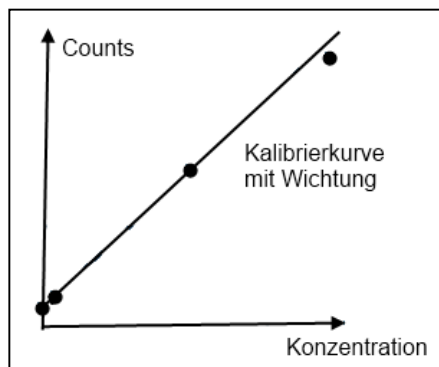


Abbildung 21: Kalibrierkurve [51]

Durchführung der Analyse

Die Durchführung der Analyse wird jeweils, je nach Verfahren, in Kapitel 8.2 beschrieben.

Form des Messergebnisses

Bei der Probenanalyse im Gerät werden jeweils die Zählimpulse des zu analysierenden Schwermetalls aufgezeichnet. Diese werden im Diagramm der Kalibrierkurve eingetragen und mit der Kalibrierkurve geschnitten, um dann auf die Konzentration in mg/l schließen zu können. [50]

8.2 Methodenbeschreibung

Wie schon im Kapitel zuvor erwähnt, werden nun in diesem Kapitel die wichtigsten Verfahren zur Analyse von Schwermetallen näher erläutert.

8.2.1 Flammen- Atomabsorptions-Spektrometrie (F-AAS)

Als erste Methode zur Bestimmung von Schwermetallen in einer flüssigen Probe wird die F-AAS näher beschrieben.

Hierzu wird zunächst auf allgemeine Informationen und auch Abläufe der Atomabsorptions-Spektrometrie (AAS) eingegangen, was einem grundlegenden Verständnis dienen soll. Danach wird die F-AAS näher erläutert werden.

Grundlegende Prinzipien der AAS

Die Grundlage für die AAS beruht auf einer Resonanzabsorption in Gasen, worunter Folgendes verstanden wird:

Wird ein polychromatischer Lichtstrahl durch ein Gas in atomarem Zustand geschickt, so wird dabei eine Strahlung mit bestimmter Wellenlänge absorbiert. Darunter wird ein, durch ein angeregtes Atom, emittiertes Lichtquant verstanden, welches von einem nicht angeregten Atom gleichen Elementes absorbiert werden kann. [52]

Das zu emittierende Spektrum, des zu analysierenden Elementes, wird von einer Hohlkathodenlampe erzeugt. [52]

In dem Strahlengang befindet sich ein Atomizer, worunter die Atomisierungseinheit verstanden wird. In diesem Teil des Gerätes befindet sich die zu analysierende Probe, welche im Gaszustand vorliegt. Die Atome absorbieren das Lichtquant nur im Bereich der Resonanzlinie. Die Intensität des eintreffenden Lichtes, durch die Hohlkathodenlampe, wird beim Durchgang durch den Atomizer geschwächt. [52]

Mit einem anschließenden Monochromator wird nur der Bereich der Resonanzlinie betrachtet. Diese im Atomizer entstandene Schwächung der Resonanzlinie wird im Detektor analysiert. [52]

Das Ergebnis kann in weiterer Folge ausgedrückt werden. Hierbei ist zu erwähnen, dass die am Detektor eingetroffene gemessene Intensität der Resonanzlinie in unmittelbarem Zusammenhang mit den absorbierten Teilchen steht. [52]

Der grundlegende Aufbau der AAS ist in Abbildung 22 dargestellt.

In Abbildung 22 sind die einzelnen Komponenten einer AAS abgebildet.

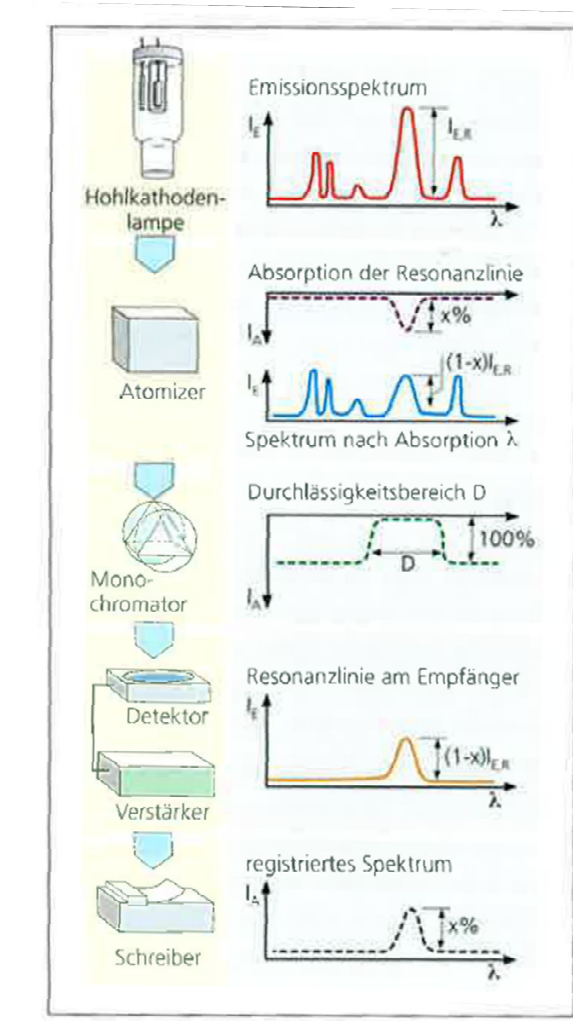


Abbildung 22: Ablaufschema einer AAS [52, S. 186]

Strahlungsquellen der AAS

Die AAS hat eine hohe Selektivität, welche darauf zurückzuführen ist, dass für jedes Element eine eigene, spezielle Hohlkathodenlampe verwendet wird. [52]

Prinzipiell besteht eine Hohlkathodenlampe aus einem Glaszylinder, welcher unter einem verringerten Druck von wenigen mbar mit einem Edelgas (Argon oder Neon) gefüllt ist. Darin befinden sich eine eingeschmolzene Kathode und die Anode. Des Weiteren verfügt die Hohlkathodenlampe über ein UV-Licht durchlässiges Quarzfenster. [52]

Die Kathode hat die Form eines Halbzylinders und ist zum Schutz mit einem Glaskolben umgeben. Die Kathode besteht aus dem jeweils zu analysierenden Metall oder ist mit diesem gefüllt. Bei der Anode handelt es sich hingegen um einen starken Draht aus Wolfram oder Nickel. [52]

Bei einem Analyseverfahren wird nun bei einigen 100 Volt eine Glimmentladung induziert, welche zur Entstehung des Emissionsspektrums des zu untersuchenden Elementes führt. Hierbei trifft ein Strom positiver Gasionen (Argon oder Neon) auf die Kathode, was ein Herauslösen von Metallatomen aus der Kathode bewirkt. Diese werden dann in weiterer Folge zur Strahlung angeregt. [52]

Zur besseren Darstellung einer Hohlkathodenlampe soll Abbildung 23 dienen.

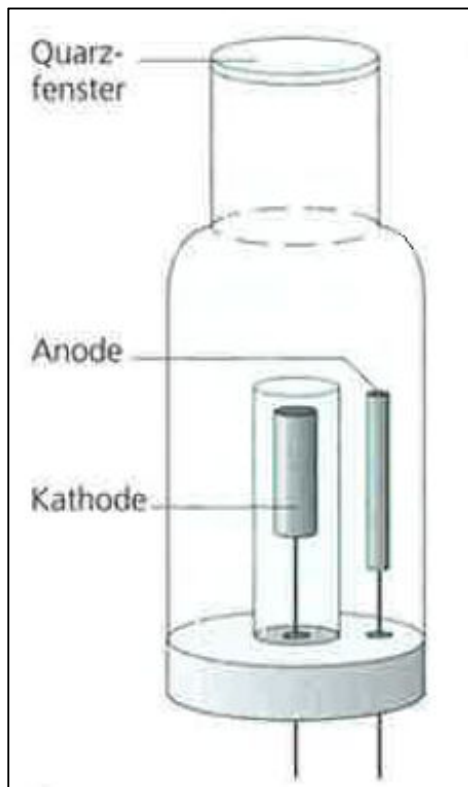


Abbildung 23: Hohlkathodenlampe AAS [52, S. 188]

Atomisierungseinheit einer Flammen-AAS

Bei der Anwendung einer F-AAS ist für die Erreichung einer hohen Empfindlichkeit ein möglich langer Lichtweg, durch die absorbierende Flammenzone, von Nöten. Dies wird durch die Anwendung eines Schlitzbrenners mit 10 oder mehr Zentimetern Länge verwirklicht. Der Lichtweg, welcher von der Hohlkathodenlampe ausgeht, durchquert den Brenner in der Längsachse der Flamme. [52]

Die Probelösung wird zuerst, falls noch notwendig, in den flüssigen Zustand überführt und dann pneumatisch (mit Druckluft) in der Mischkammer zerstäubt. Es entstehen dabei Tröpfchen unterschiedlicher Größe, nämlich Feinere und Größere. [52]

Diese werden noch im Zerstäuber gegen eine Prallkugel geschleudert, um sie in noch kleinere Tröpfchen zu zerlegen. Das entstandene feine Aerosol wird weitergeleitet und die großen Tröpfchen abgeschieden. [52]

Das feine Aerosol wird mit dem Brenngas und einem Oxidans durchmischt und in die gestreckte Flamme des Schlitzbrenners geführt. Ein Acetylen-Luft-Gemisch erweist sich hierbei als äußerst günstig, da es Brenngasgeschwindigkeiten um die 1,6 m/s und Temperaturen von 2.300 °C erreichen kann. Höhere Temperaturen können mit anderen Brenngaszusammensetzungen, wie zum Beispiel Acetylen-Sauerstoff, zustande kommen. [52]

Der ganze Ablauf ist noch einmal in Abbildung 24 dargestellt.

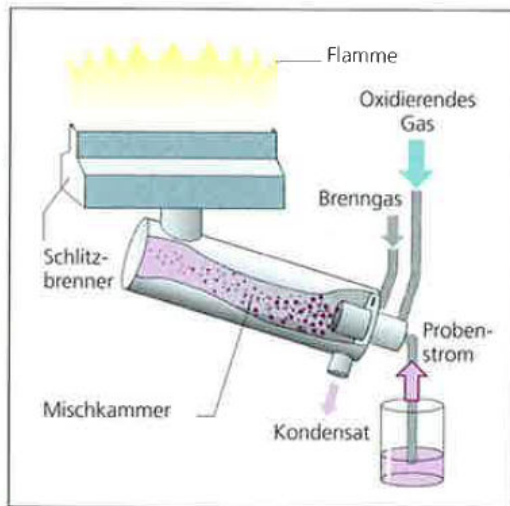


Abbildung 24: Mischkammerbrenner einer Flammen-AAS [52, S. 194]

In der Flamme selbst erfolgen etliche chemisch-physikalische Prozesse, welche hier nicht außer Acht gelassen werden sollen. Es erfolgt eine Verdampfung des Lösemittels „Wasser“ und feste Teilchen bleiben im Gasstrom (Aerosol) zurück. Diese werden dann in der Flamme zu flüssigen Aerosolen und in weiterer Folge zu angeregten Atomen übergeführt. [52]

Die genauen Vorgänge sind in Abbildung 25 ersichtlich.

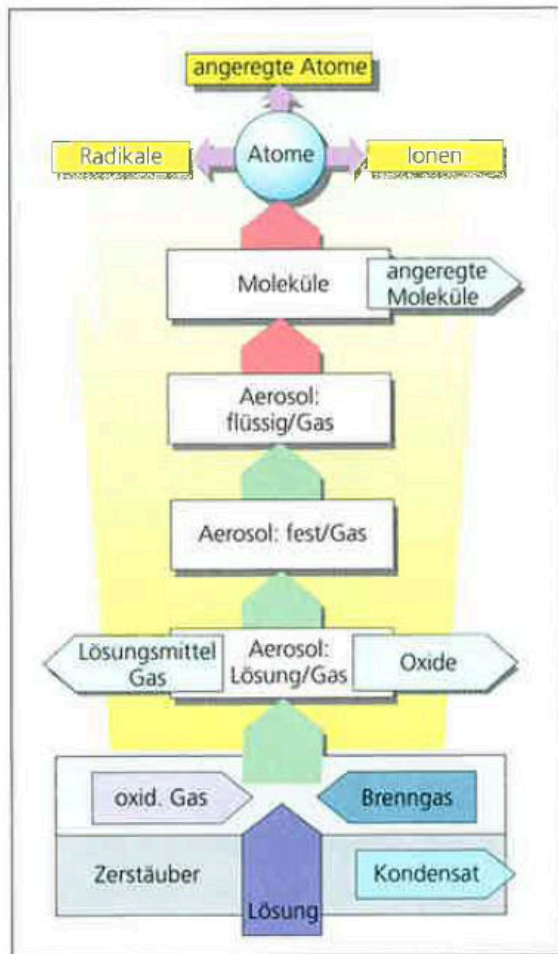


Abbildung 25: Chemisch-physikalische Vorgänge während der F-AAS [52]

Die ausgesandte Strahlung, durch die Hohlkathodenlampe, wird durch die Flamme gelenkt. Hierbei kommt es zu einer Abschwächung der Strahlung, aufgrund der Wechselwirkungen mit den angeregten Atomen. [52]

Monochromator

Nach dem Atomizer gelangt die Reststrahlung zu dem Monochromator, welcher dazu dient, die eintretende Strahlung spektral zu zerlegen und nur die Strahlung der Analysenlinie für den Empfänger durchzulassen. [53]

Detektor

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt bei der F-AAS mit einem Photomultiplier. Darunter wird eine Elektronenröhre verstanden, welche den ankommenden Photonenstrom in ein elektrisches Signal umwandeln und auch verstärken kann. [53]

Diese Messeinheit besteht aus einer Photokathode und einem nachgeschalteten Sekundärelektronenvervielfacher. Die Photonen der Strahlung treffen auf die Photokathode auf und lösen dadurch Elektronen aus der Oberfläche heraus. [53]

Diese freigesetzten Photoelektronen werden in einem elektrischen Feld beschleunigt und treffen auf Dynoden, wo sie vervielfacht werden. Die Anzahl der Elektronen nimmt damit kaskadenartig zu. Am Ende der Dynoden treffen die Elektronen auf einer Anode auf und fließen zur Masse ab. Dabei erzeugen sie einen Spannungsabfall über einen Widerstand, welcher das Messsignal darstellt. [53]

8.2.2 Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)

Die zweite Möglichkeit Schwermetalle in flüssigen Proben zu messen, wäre mit einer ICP-MS. Im Folgenden wird zuerst der Aufbau einer ICP-Einheit näher erläutert, um dann im Detail die ICP-MS näher zu beschreiben. [52]

8.2.2.1 ICP-Geräteaufbau

Solch eine Messeinrichtung besteht prinzipiell aus einem Hochfrequenz-Generator, einem Zerstäubersystem und einer Plasmafackel. [52]

Käuflich erwerbbarer Generatoren arbeiten bei einer Frequenz von bis zu 40 MHz und einer Leistungsabgabe von 1,5 kW. [52]

Probenezuführung

Unter der Probenezuführung wird das Zuführen der Probe in den Zerstäuber verstanden. [52]

Zerstäuber

Wie gerade erwähnt, wird auch bei der ICP-Methode ein Zerstäuber benötigt. Dieser hat die Aufgabe die flüssige Probe anzusaugen und in kleinstmöglichen Tröpfchen, mit konstanter Geschwindigkeit, in die Flamme einzusprühen. Um dies zu ermöglichen, wird ein Gasstrom unter hohem Druck zu Hilfe genommen. Dieser bewirkt, dass sich die flüssige Probe in kleinste Tröpfchen aufteilt. Das dadurch gebildete Aerosol kann auf diesem Wege direkt in die Flamme zur Atomisierung eingebracht werden. [52]

Es ist aber nicht möglich immer konstant große Tröpfchen zu erzeugen, womit die größeren Tröpfchen in der Sprühkammer verbleiben und nicht in die Brennkammer gelangen. [52]

Das Kondensat, welches aus den größeren Tröpfchen besteht, wird mit Hilfe einer Pumpe kontinuierlich abgezogen. [51]

Plasmafackel

Das Probenaerosol verlässt die Sprühkammer und gelangt dann in weiterer Folge direkt in das Injektionsrohr der Plasmafackel, dessen Aufbau nun näher erläutert wird. [51]

Wie die Flammen, welche bei der AAS- Methode näher beschrieben wurden, hat das Plasma die Aufgabe, Atome zur Emission von Strahlung anzuregen. Unter einem Plasma wird ein elektrisch leitendes gasförmiges System verstanden, welches aus Atomen, Molekülen und negativ und positiv geladenen Ionen, sowie Elektronen besteht. [52]

Die elektrisch geladenen Teilchen stehen mit den Molekülen und Atomen in Wechselwirkung, aber nicht in einem thermodynamischen Gleichgewicht. Ein Plasma ist nach außen hin (quasi) neutral. Die Elektronen in dem Plasma übertragen bei Zusammenstößen mit Atomen und Molekülen deren Energien. [52]

Durch diese Zusammenstöße entstehen die notwendigen hohen Temperaturen, welche für eine Atomisierung bzw. Ionisierung von Nöten sind. [52]

Für die Entstehung eines Plasmas ist die Übertragung elektrischer Energie auf einen Gasstrom essentiell. Als Gasstrom werden meist leicht ionisierbare Gase, wie Argon, Stickstoff, aber auch Helium verwendet. [52]

Der Plasmabrenner setzt sich aus drei konzentrischen Quarzrohren zusammen. Im innersten Rohr wird das Proben-Aerosol mit dem Argon-Strom (Transportgas) transportiert, wobei dieser im Plasma endet. Im mittleren Rohr wird Argon als Hilfsgas, mit geringer Strömungsgeschwindigkeit, verwendet. Dieses Gas wird beim Einsatz von organischen Lösungsmitteln benötigt. Im dritten und äußeren Rohr wird das Plasma-Argon (Plasmagas) zugesetzt. [52]

Wie gerade erwähnt zählt Argon zu den verwendbaren Gasen. Dieses stellt auch in diesem Fall das Plasma-Gas dar, da es sich leicht ionisieren lässt. [52]

Bei dem induktiv gekoppelten Hochfrequenz-Plasma werden die geladenen Teilchen durch Ionisierung in der Induktionsspule eines Hochfrequenzgenerators gebildet. Das Ende der Plasmafackel liegt innerhalb von vier Windungen einer Spule, wodurch Strom fließt. [52]

Durch das mittlere, fast tulpenförmige Rohr wird ein Stau des Gases bewirkt, dahinter jedoch eine hohe Beschleunigung des Plasma-Argons an der Innenwand des äußersten Rohres. Es bildet sich ein ringförmiges Plasma, wobei das Trägergas und das Proben-Aerosol axial darin eindringen. Im Zentrum des Plasmas bilden sich Temperaturen zwischen 6.000-8.000 K. [52]

Das Probenaerosol, das mit dem Transportgas durch das Injektionsrohr in das Plasma eingebracht wurde, wird dort sofort getrocknet und ionisiert. [51]

Der Geräteaufbau ist in Abbildung 26 ersichtlich.

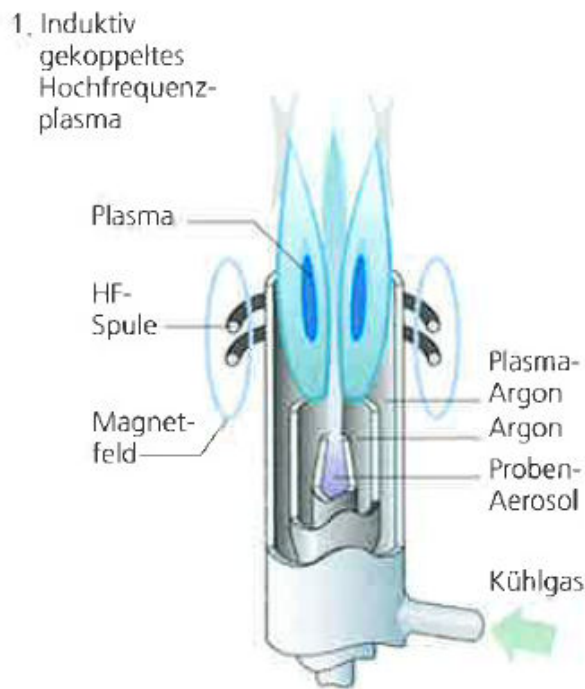


Abbildung 26: ICP [52, S. 201]

Der Argon-Verbrauch beträgt in etwa 10-20 Liter pro Minute. [52]

Ionenlinsen

Nach der Plasmafackel werden die gebildeten Ionen aus der Probe abgezogen und mit Hilfe von Ionenlinsen gebündelt. Die Aufgaben der Ionenlinsen sind [51]:

1. das Bündeln des Ionenstrahls und
2. das Verhindern, dass Photonen und neutrale Teilchen aus dem Plasma in den Detektor gelangen.

Nach den Ionenlinsen, in denen nur Ionen weitergelassen werden und Photonen und Neutronen zurückgehalten werden, gelangen die Ionen, zum Beispiel in den Quadrupol. [51]

Quadrupol

Es gibt einige verschiedene Massenspektrometer, aber in diesem konkreten Fall wird ein Quadrupol-Massenspektrometer näher erläutert, da dieser auch im konkreten Fall Anwendung findet. [51]

Ein Quadrupol-Massenspektrometer besteht aus vier langen, parallel angeordneten Metallstäben. Es werden unterschiedliche Spannungen in den Metallstäben angelegt, welche wie ein Massefilter wirken. [51]

Dadurch wird garantiert, dass nur Ionen mit einem bestimmten Masse/Ladungsverhältnis den Quadrupol passieren können. Ionen mit anderen Verhältnissen sind instabil und kollidieren mit den Stäben. [51]

Nach dem Durchgang durch den Quadrupol gelangen die zu analysierenden Ionen in den Detektor. [51]

Detektor

Die Ionen werden in einem Elektronenmultiplier-Detektor gemessen, wobei das Prinzip des Photomultipliers schon in Kapitel 8.2.1 erklärt wurde. [51]

Der Photomultiplier ist notwendig, um ein kleines Eingangssignal zu einem höheren Impulssignal zu verstärken. Die Elektronen werden hierbei um etwa 10^6 mal vervielfacht. Dieser erzeugte Impuls bzw. die ankommenden Elektronen werden dann am Kollektor gemessen. [51]

9 Auswertungen

Im Zuge dieses Kapitels werden die, in dieser Arbeit gewonnenen und zusätzlich herangezogenen (Fa. SDAG), Analyseergebnisse der betreffenden Abfallströme dargestellt und näher erläutert.

9.1 Qualitätsbestimmung

Im Zuge der Qualitätsbestimmung werden die flüssigen Abfälle an diversen Punkten der CP-Anlage analysiert und die resultierenden Analyseergebnisse mit Bezugswerten (Emissionsbegrenzungen) verglichen. Diese Werte stammen aus der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (siehe Kapitel 2.2).

Für einen genauen Überblick der drei verschiedenen Punkte der Qualitätsbestimmungen soll noch einmal Abbildung 27 dienen.

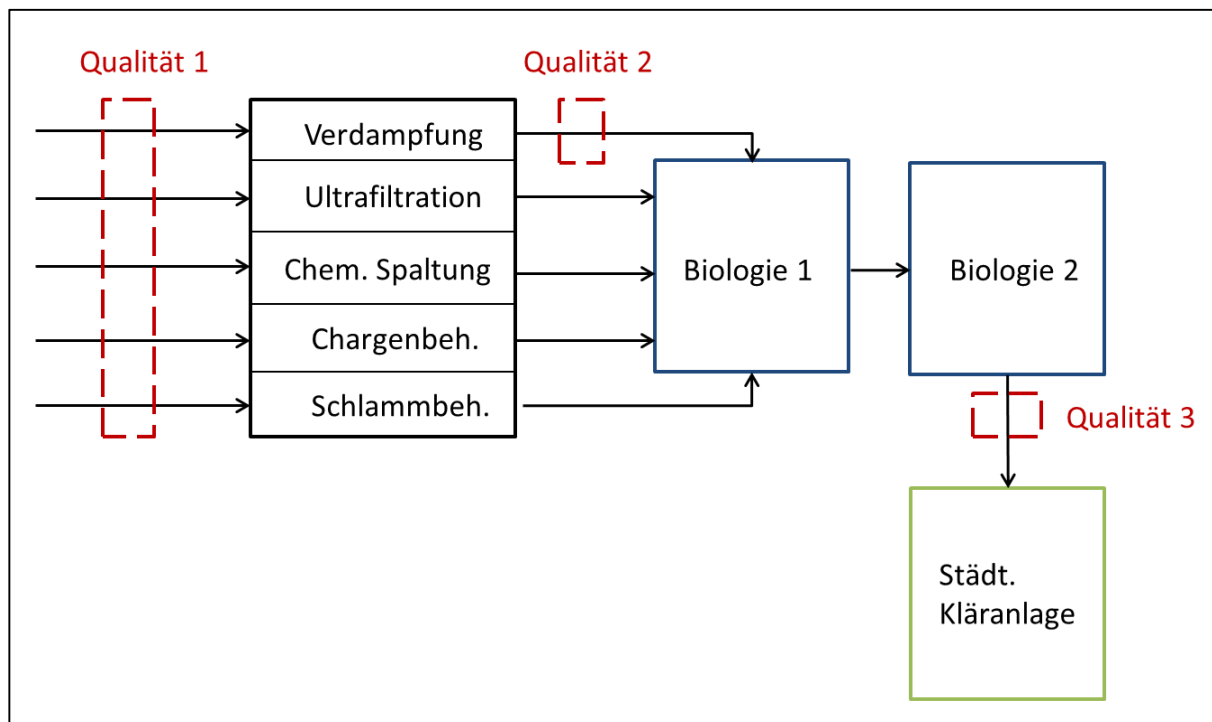


Abbildung 27: Anlagendarstellung mit Qualitäten

Anhand dieser Darstellung sind drei rot gekennzeichnete Bereiche ersichtlich (strichlierte Kästchen), von welchen die Zusammensetzungen der Abfallströme analysiert werden sollen. Die Wahl der Punkte für die Qualitätsbestimmung lässt sich noch einmal detaillierter wie folgt erklären:

Es ist wichtig die Qualitäten (Qualität 1) bzw. die Zusammensetzungen der angelieferten Abfälle zu analysieren, um eine Ausgangssituation für weitere Beurteilungen zu schaffen.

In weiterer Folge wird die Zusammensetzung der Abfälle nach ihrer entsprechenden Behandlung in der CP-Anlage analysiert, um die Veränderung der Zusammensetzung und zu prüfender Parameter festzustellen. Diese Analyseergebnisse (Qualität 3) dienen dazu, sie mit den Analysen der eingegangenen Abfälle zu vergleichen, um den Behandlungserfolg ermitteln zu können.

Die Qualität 2, welche die Zusammensetzung des behandelten flüssigen Abfalls (Destillats) beschreibt, wird zusätzlich herangezogen, um im Speziellen die Veränderung der Abfallströme vor der Eindampfanlage und nach der Behandlung zu ermitteln.

Im Folgenden werden die Grundlagen für die Qualitätsdarstellungen näher erläutert.

Qualität 1

Die Daten für die Qualitätsbestimmung stammen zum einen aus den Aufzeichnungen des STO Trofaiach der Fa. SDAG und zum anderen aus den Analysen der Probenahme, welche im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurden.

Bei den Daten der Fa. SDAG handelt es sich um interne Analyseberichte, welche durch das standortinterne Labor durchgeführt wurden. Hierbei sind jedoch nur einzelne Anlieferungen analysiert worden, welche sich in ihren Qualitäten stark voneinander unterscheiden. Für eine repräsentative Auswertung der Daten werden jeweils, wenn vorhanden, mehrere Analysen einer Abfallart herangezogen und ein Mittelwert der einzelnen Ergebnisse gebildet.

Um die gemittelten standortinternen Ergebnisse zu ergänzen, werden zusätzlich die Analyseergebnisse, der im Zuge dieser Arbeit gewonnenen Proben, herangezogen. Es wird darauf aber noch genauer in der Darstellung der einzelnen Qualitäten eingegangen.

Qualität 2

Die Datengrundlagen für die Bestimmung der Qualität 2 stammen zum einen aus den Aufzeichnungen des STO Trofaiach der Fa. SDAG und zum anderen aus zwei Probenahmen, welche im Zuge dieser Arbeit durchgeführt wurden.

Qualität 3

Die für die Qualitätsbestimmung notwendigen Daten stammen wiederum zum einen aus internen Aufzeichnungen des STO Trofaiach der Fa. SDAG und aus den zweimaligen Probenahmen, welche aufgrund dieser Arbeit durchgeführt wurden. Die firmeninternen Aufzeichnungen sind so detailliert, dass mit zwei zusätzlichen Probenahmen genügend aussagekräftiges Datenmaterial für eine Beurteilung vorhanden ist.

9.2 Auswertung der Qualitäten

In diesem Teil des Kapitels werden die Auswertungen der drei verschiedenen Analysepunkte dargestellt.

Die Analyseergebnisse werden jeweils den Emissionsbegrenzungen laut AAEV in mg/l gegenübergestellt. Dies soll einem Vergleich dienen, in wie weit sich die durch Analysen ermittelten Werte gegenüber den Emissionsbegrenzungen verhalten.

Die rot unterlegten bzw. hervorgehobenen Werte liegen stark über den Emissionsbegrenzungen. Es gibt einige Parameter, bei denen es keine Emissionsbegrenzungen durch die AAEV gibt. Diese und andere nicht vorhandene Werte sind mit einem „-“ gekennzeichnet.

Qualität 1 – Analyseergebnisse der Fa. SDAG

Wie bereits erläutert, handelt es sich bei der Qualität 1 um die Zusammensetzungen der unbehandelten, angelieferten Abfallströme.

In folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Qualität 1 dargestellt. Bei den Analyseergebnissen Q1-1 bis Q1-6 handelt es sich um die standortinternen Aufzeichnungen/Analysen durch die Fa. SDAG. Hierbei wurden, falls genügend Analyseergebnisse vorhanden waren, die Mittelwerte der einzelnen Abfallströme gebildet, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

Im Falle derjenigen Abfallströme, bei welchen nur ein Analysebericht durch die Fa. SDAG zur Verfügung gestellt werden konnte, wird dieser, aus Mangel an anderen Analysen, als repräsentatives Analyseergebnis herangezogen.

Die Analyseberichte der einzelnen Abfallströme sind im Anhang 2 zu finden. Zusätzlich wurden auch diejenigen Analyseberichte in den Anhang 2 mit aufgenommen, welche aufgrund mangelnder Auswertungen keine Verwendung fanden. Diese sollen jedoch trotzdem für die vollständige Erfassung ersichtlich sein.

Bei den Auswertungen Q1-6 handelt es sich bei dem Datum der ersten Analyse (22.11.2010) um keinen Fehler. Es waren nicht mehr Analysen von dem Jahr 2012 vorhanden, sodass eine von 2010 herangezogen wurde.

Tabelle 13: Analyseergebnis Q1-1 (Anhang 2)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse Sickerwasserkonzentrat (SN 95301) 25.4.2012 (mg/l)	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	-	-
Arsen	-	0,10
Barium	-	5,00
Blei	-	0,50
Cadmium	-	0,10
Chrom	-	0,50
Cobalt	-	1,00
Kupfer	-	0,50
Molybdän	-	-
Nickel	-	0,50
Quecksilber	-	0,01
Selen	-	-
Silber	-	0,10
Thallium	-	-
Vanadium	-	-
Wismut	-	-
Wolfram	-	-
Zink	-	2,00
Zinn	-	2,00
Freies Chlor	-	0,20
Gesamtchlor	-	0,40
Ammoniak	-	-
Ammonium	196,328	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-
Nitrit	50	10,00
Sulfid	-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	0,10
Phenolindex	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	0,10
Fluorid	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	100,00
CSB	1440,00	-
Nitrat	200	-

Tabelle 14: Analyseergebnis Q1-2 (Anhang 2)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse Emulsionen 1 (SN 54402) 03.2.2012 (mg/l)	Analyse Emulsionen 2 (SN 54402) 07.2.2012 (mg/l)	Mittelwert der Analysen 1 + 2	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	20,00	11,20	15,60	-
Arsen	0,40	0,40	0,40	0,10
Barium	88,00	84,00	86,00	5,00
Blei	1,50	2,90	2,20	0,50
Cadmium	6,50	6,20	6,35	0,10
Chrom	73,20	9,70	41,45	0,50
Cobalt	6,10	3,40	4,75	1,00
Kupfer	235,80	3,90	119,85	0,50
Molybdän	34,00	31,00	32,50	-
Nickel	5,90	8,10	7,00	0,50
Quecksilber	0,90	0,80	0,85	0,01
Selen	-	-	-	-
Silber	6,00	6,30	6,15	0,10
Thallium	0,60	0,50	0,55	-
Vanadium	4,70	3,10	3,90	-
Wismut	0,90	0,90	0,90	-
Wolfram	-	-	-	-
Zink	354,70	18,10	186,40	2,00
Zinn	34,30	25,70	30,00	2,00
Freies Chlor	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	203,90	3170,00	1686,95	0,40
Ammoniak	-	-	-	-
Ammonium	-	-	-	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	-	-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-	-	-
Nitrit	-	-	-	10,00
Sulfid	-	-	-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	-	-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	-	-	0,10
Phenolindex	-	-	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	-	-	0,10
Fluorid	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	100,00
CSB	-	-	-	-
Nitrat	-	-	-	-

Tabelle 15: Analyseergebnis Q1-3 (Anhang 2)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse Laugen 1 (SN 52402) 04.01.2012 (mg/l)	Analyse Laugen 2 (SN 52402) 26.04.2012 (mg/l)	Mittelwert der Analysen 1 + 2	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	18,80	16,20	17,5	-
Arsen	0,50	0,50	0,5	0,10
Barium	85,00	79,00	82	5,00
Blei	5,30	2,70	4	0,50
Cadmium	6,30	5,60	5,95	0,10
Chrom	74,80	12,80	43,8	0,50
Cobalt	4,20	5,00	4,6	1,00
Kupfer	210,60	58,90	134,75	0,50
Molybdän	33,00	31,00	32	-
Nickel	14,50	182,30	98,4	0,50
Quecksilber	0,70	1,00	0,85	0,01
Selen	-	-	-	-
Silber	6,40	5,40	5,9	0,10
Thallium	0,60	0,80	0,7	-
Vanadium	3,30	3,10	3,2	-
Wismut	1,50	4,40	2,95	-
Wolfram	-	-	-	-
Zink	325,40	9,30	167,35	2,00
Zinn	30,40	19,40	24,9	2,00
Freies Chlor	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	145,50	1726,00	935,75	0,40
Ammoniak	-	-	-	-
Ammonium	-	-	-	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	-	-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-	-	-
Nitrit	-	-	-	10,00
Sulfid	-	-	-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	-	-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	-	-	0,10
Phenolindex	-	-	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	-	-	0,10
Fluorid	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	100,00
CSB	-	-	-	-
Nitrat	-	-	-	-

Tabelle 16: Analyseergebnis Q 1-4 (Anhang 2)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse Farbschlamm-Wassergemische (SN 55503) 26.4.2012 (mg/l)	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	161,10	-
Arsen	0,40	0,10
Barium	79,00	5,00
Blei	1,30	0,50
Cadmium	6,20	0,10
Chrom	8,80	0,50
Cobalt	1,80	1,00
Kupfer	8,20	0,50
Molybdän	29,00	-
Nickel	14,10	0,50
Quecksilber	0,70	0,01
Selen	-	-
Silber	5,90	0,10
Thallium	1,10	-
Vanadium	8,20	-
Wismut	0,70	-
Wolfram	-	-
Zink	4,00	2,00
Zinn	15,20	2,00
Freies Chlor	-	0,20
Gesamtchlor	81,50	0,40
Ammoniak	-	-
Ammonium	-	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-
Nitrit	-	10,00
Sulfid	-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	0,10
Phenolindex	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	0,10
Fluorid	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	100,00
CSB	-	-
Nitrat	-	-

Tabelle 17: Analyseergebnis Q1-5 (Anhang 2)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse Säuren 1 (SN 52102) 24.1.2012 (mg/l)	Analyse Säuren 2 (SN 52102) 14.2.2012 (mg/l)	Analyse Säuren 3 (SN 52102) 21.3.2012 (mg/l)	Analyse Säuren 4 (SN 52102) 26.4.2012 (mg/l)	Mittelwert 1 + 2 + 3 + 4	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	18,30	7,20	30,30	9,70	16,38	-
Arsen	1,00	0,40	4,80	0,70	1,73	0,10
Barium	100,00	54,00	160,00	77,00	97,75	5,00
Blei	6,20	1,60	133,20	5,50	36,63	0,50
Cadmium	8,60	6,10	14,90	7,20	9,20	0,10
Chrom	80,50	2.997,00	172,00	65,90	828,85	0,50
Cobalt	11,00	628,30	96,00	4,30	184,90	1,00
Kupfer	67,30	93,70	265,00	3.188,00	903,50	0,50
Molybdän	60,00	-	120,00	41,00	-	-
Nickel	43.940,00	4.174,00	67,30	4.793,00	13.243,58	0,50
Quecksilber	1,40	0,70	4,20	2,20	2,13	0,01
Selen	-	0,40	-	-	-	-
Silber	8,60	4,20	16,00	7,20	9,00	0,10
Thallium	1,50	0,70	7,30	2,30	2,95	-
Vanadium	9,20	2,80	22,00	5,70	9,93	-
Wismut	1,00	0,60	3,70	2,30	1,90	-
Wolfram	-	-	-	-	-	-
Zink	3,40	2,00	6.654,00	34,70	1.673,53	2,00
Zinn	55,90	39,10	117,70	14,30	56,75	2,00
Freies Chlor	-	-	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	117.100,00	1,90	360.200,00	783,10	119.521,25	0,40
Ammoniak	-	-	-	-	-	-
Ammonium	-	-	-	-	-	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	-	-	-	-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-	-	-	-	-
Nitrit	-	-	-	-	-	10,00
Sulfid	-	-	-	-	-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	-	-	-	-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	-	-	-	-	0,10
Phenolindex	-	-	-	-	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	-	-	-	-	0,10
Fluorid	-	-	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	-	-	100,00
CSB	-	-	-	-	-	-
Nitrat	-	-	-	-	-	-

Tabelle 18: Analyseergebnis Q1-6 (Anhang 2)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse Sonstige wässrige Konzentrate 1 (SN 52725) 22.11.2010 (mg/l)	Analyse Sonstige wässrige Konzentrate 2 (SN 52725) 03.2.2012 (mg/l)	Analyse sonstige wässrige Konzentrate 3 (SN 52725) 25.4.2012 (mg/l)	Mittelwert der Analyse 1 + 2 + 3	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)		15,30		15,30	-
Arsen		0,50		0,50	0,10
Barium		79,00		79,00	5,00
Blei	100,00	2,30		51,15	0,50
Cadmium		6,30		6,30	0,10
Chrom	100,00	15,90		57,95	0,50
Cobalt		2,90		2,90	1,00
Kupfer	100,00	23,60			0,50
Molybdän		32,00		32,00	-
Nickel		5,50		5,50	0,50
Quecksilber		0,60		0,60	0,01
Selen		-		-	-
Silber		6,30		6,30	0,10
Thallium		1,30		1,30	-
Vanadium		6,70		6,70	-
Wismut		1,30		1,30	-
Wolfram		-		-	-
Zink	100,00	268,30		184,15	2,00
Zinn		28,50		28,50	2,00
Freies Chlor	-	-		-	0,20
Gesamtchlor	2.700,00	65,30		1.382,65	0,40
Ammoniak		-		-	-
Ammonium	2.716,00	-		2.716,00	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	-		-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-		-	-
Nitrit	5,00	-	1.500,00	752,50	10,00
Sulfid	-	-		-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	-		-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-		-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	-		-	0,10
Phenolindex	-	-		-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	-		-	0,10
Fluorid	-	-		-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-		-	100,00
CSB	-	-		-	-
Nitrat	10,00	-	6.500,00	3.255,00	-

Qualität 1 - Analyseergebnisse Masterarbeit

Zusätzlich zu den bereits vorhandenen Analyseergebnissen der Fa. SDAG wurden im Zuge dieser Arbeit Proben entnommen und in weiterer Folge auf deren Inhaltsstoffe analysiert.

Es wurde hierbei nicht von jeder einzelnen Fraktion Proben gezogen, sondern von den gesamt angelieferten flüssigen Abfällen aus den Annahmebehältern. Auf die genaue Vorgehensweise wurde jedoch schon in Kapitel 7 näher eingegangen.

Im Folgenden sind die Analyseergebnisse der Proben aus den diversen Probenahmestellen (PNS), durch das akkreditierte Labor des Industriellen Umweltschutzes der Montanuniversität Leoben und ein externes Labor, ersichtlich:

Tabelle 19: Analyseergebnis Q1-PNS 1 (Anhang 3)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse PNS 1 (Emu fl. UF) 14.06.2012 (mg/l)	Analyse PNS 1 (Emu fl. UF) 21.06.2012 (mg/l)	Mittelwert der Analysen PNS 1	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	0,02	0,15	0,09	-
Arsen	0,20	0,20	0,20	0,10
Barium	5,50	5,00	5,25	5,00
Blei	10,00	2,90	6,45	0,50
Cadmium	0,08	0,02	0,05	0,10
Chrom	5,60	3,90	4,75	0,50
Cobalt	2,70	0,60	1,65	1,00
Kupfer	55,00	3,60	29,30	0,50
Molybdän	3,90	9,50	6,70	-
Nickel	43,00	4,00	23,50	0,50
Quecksilber	0,03	0,07	0,05	0,01
Selen	0,20	0,20	0,20	-
Silber	29,00	3,70	16,35	0,10
Thallium	0,12	0,02	0,07	-
Vanadium	0,26	0,39	0,33	-
Wismut	0,17	0,03	0,10	-
Wolfram	0,05	6,70	3,38	-
Zink	190,00	25,00	107,50	2,00
Zinn	0,02	0,35	0,19	2,00
Freies Chlor	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	-	-	-	0,40
Ammoniak	-	-	-	-
Ammonium	337,00	259,00	298,00	-
Cyanid leicht freisetzbar	0,018	0,02	0,02	0,10
Cyanid - Gesamt	0,15	0,14	0,15	-
Nitrit	8,14	12,50	10,32	10,00
Sulfid	0,16	0,01	0,09	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	9480,00	3730,00	6605,00	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	625,00	2790,00	1707,50	0,10
Phenolindex	322,00	155,00	238,50	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	8720,00	15740,00	12230,00	0,10
Fluorid	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	100,00
CSB	-	-	-	-
Nitrat	-	-	-	-

Tabelle 20: Analyseergebnis Q1-PNS 2 (Anhang 3)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse PNS 2 (EDA)	Analyse PNS 2 (EDA)	Mittelwert der Analysen PNS 2	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
	14.06.2012 (mg/l)	21.06.2012 (mg/l)		
Antimon (Sb)	0,02	0,60	0,31	-
Arsen	0,20	0,20	0,20	0,10
Barium	2,80	8,40	5,60	5,00
Blei	1,10	0,69	0,90	0,50
Cadmium	0,02	0,02	0,02	0,10
Chrom	10,00	1,20	5,60	0,50
Cobalt	0,18	0,21	0,20	1,00
Kupfer	3,40	2,10	2,75	0,50
Molybdän	1,50	4,00	2,75	-
Nickel	6,40	1,50	3,95	0,50
Quecksilber	0,02	0,03	0,03	0,01
Selen	0,20	0,20	0,20	-
Silber	12,00	2,80	7,40	0,10
Thallium	0,02	0,02	0,02	-
Vanadium	7,80	0,17	3,99	-
Wismut	0,02	0,02	0,02	-
Wolfram	0,04	2,90	1,47	-
Zink	12,00	5,90	8,95	2,00
Zinn	0,15	0,13	0,14	2,00
Freies Chlor	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	-	-	-	0,40
Ammoniak	-	-	-	-
Ammonium	1230,00	651,00	940,50	-
Cyanid leicht freisetzbar	0,01	0,01	0,01	0,10
Cyanid - Gesamt	0,01	0,40	0,21	-
Nitrit	9,87	39,50	24,69	10,00
Sulfid	0,01	0,01	0,01	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	1820,00	2770,00	2295,00	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	1506,00	698,00	1102,00	0,10
Phenolindex	200,00	156,00	178,00	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	25000,00	24387,00	24693,50	0,10
Fluorid	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	100,00
CSB	-	-	-	-
Nitrat	-	-	-	-

Tabelle 21: Analyseergebnis Q1-PNS 3 (Anhang 3)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse PNS 3 (Emusplit)	Analyse PNS 3 (Emusplit)	Mittelwert der Analysen PNS 3	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
	14.06.2012 (mg/l)	21.06.2012 (mg/l)		
Antimon (Sb)	0,02	0,03	0,03	-
Arsen	0,20	0,20	0,20	0,10
Barium	2,00	1,50	1,75	5,00
Blei	1,40	0,73	1,07	0,50
Cadmium	0,02	0,02	0,02	0,10
Chrom	1,60	1,40	1,50	0,50
Cobalt	0,35	0,48	0,42	1,00
Kupfer	2,90	1,60	2,25	0,50
Molybdän	7,80	6,50	7,15	-
Nickel	2,00	1,20	1,60	0,50
Quecksilber	0,02	0,03	0,03	0,01
Selen	0,20	0,20	0,20	-
Silber	1,60	0,74	1,17	0,10
Thallium	0,02	0,02	0,02	-
Vanadium	0,20	0,12	0,16	-
Wismut	0,20	0,02	0,11	-
Wolfram	2,20	3,10	2,65	-
Zink	8,00	4,30	6,15	2,00
Zinn	0,17	0,06	0,12	2,00
Freies Chlor	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	-	-	-	0,40
Ammoniak	-	-	-	-
Ammonium	132,00	259,00	195,50	-
Cyanid leicht freisetzbar	0,01	0,01	0,01	0,10
Cyanid - Gesamt	0,04	2,64	1,34	-
Nitrit	594,00	3,67	298,84	10,00
Sulfid	0,01	0,01	0,01	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	340,00	425,00	382,50	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	735,00	624,00	679,50	0,10
Phenolindex	50,00	68,00	59,00	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	806,00	2179,00	1492,50	0,10
Fluorid	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	100,00
CSB	-	-	-	-
Nitrat	-	-	-	-

Qualität 2 – Analyseergebnisse der Fa. SDAG

Die Qualität 2 beschreibt die Zusammensetzung des Destillates aus der Eindampfanlage. Diese Ergebnisse sollen dazu dienen, abschätzen zu können, in wie weit eine Eindampfanlage gewisse Parameter bzw. Stoffgehalte verändert.

Leider sind nur zwei Parameter durch das standortinterne Labor der Fa. SDAG bestimmt worden, was einen weiteren Vergleich mit den eingehenden Abfallströmen deutlich erschwert. Des Weiteren sind nur solche Parameter ermittelt worden, welche in der AAEV nicht mit einer Emissionsbegrenzung vermerkt sind. Nichts desto trotz sind in Tabelle 22 die Ergebnisse abgebildet.

Tabelle 22: Analyseergebnis Q2 (Anhang 2)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse Destillat EDA Probe 1 26.6.2012 (mg/l)	Analyse Destillat EDA Probe 2 26.6.2012 (mg/l)	Mittelwert Analyse 1 + 2	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	-	-	-	-
Arsen	-	-	-	0,10
Barium	-	-	-	5,00
Blei	-	-	-	0,50
Cadmium	-	-	-	0,10
Chrom	-	-	-	0,50
Cobalt	-	-	-	1,00
Kupfer	-	-	-	0,50
Molybdän	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	0,50
Quecksilber	-	-	-	0,01
Selen	-	-	-	-
Silber	-	-	-	0,10
Thallium	-	-	-	-
Vanadium	-	-	-	-
Wismut	-	-	-	-
Wolfram	-	-	-	-
Zink	-	-	-	2,00
Zinn	-	-	-	2,00
Freies Chlor	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	-	-	-	0,40
Ammoniak	-	-	-	-
Ammonium	1005,696	938,96	972,33	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	-	-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-	-	-
Nitrit	-	-	-	10,00
Sulfid	-	-	-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	-	-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	-	-	0,10
Phenolindex	-	-	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	-	-	0,10
Fluorid	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	100,00
CSB	4415,00	2040,00	3227,50	-
Nitrat	-	-	-	-

Qualität 2 – Analyseergebnisse Masterarbeit

Nachdem es sich bei den firmeninternen Aufzeichnungen des STO Trofaiach nur um zwei Analyseergebnisse handelt, wurden im Zuge dieser Masterarbeit zusätzlich zwei Proben gezogen, deren Auswertungen in Tabelle 23 ersichtlich sind. Des Weiteren ist hier zu erwähnen, dass in einer weiteren Auswertung im Oktober (02.10.2012) der CSB- und der Sulfatgehalt der Probe vom 26.06.2012 ausgewertet wurden. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 23 bei der Probe vom 26.06.2012 aufgelistet.

Tabelle 23: Analyseergebnis Q2-PNS 4 (Anhang 3)

Abwasserinhaltsstoffe	Analyse PNS 4 (Destillat) 14.06.2012 (mg/l)	Analyse PNS 4 (Destillat) 21.06.2012 (mg/l)	Mittelwert der Analysen PNS 4	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	1,00	1,00	1,00	-
Arsen	10,00	10,00	10,00	0,10
Barium	3,60	5,20	4,40	5,00
Blei	13,00	4,10	8,55	0,50
Cadmium	1,00	1,00	1,00	0,10
Chrom	2,40	1,90	2,15	0,50
Cobalt	1,80	1,60	1,70	1,00
Kupfer	10,00	6,90	8,45	0,50
Molybdän	1,30	2,00	1,65	-
Nickel	3,80	2,20	3,00	0,50
Quecksilber	1,00	1,00	1,00	0,01
Selen	10,00	10,00	10,00	-
Silber	9,80	104,00	56,90	0,10
Thallium	1,00	1,00	1,00	-
Vanadium	1,00	1,00	1,00	-
Wismut	1,00	1,00	1,00	-
Wolfram	1,00	1,50	1,25	-
Zink	66,00	25,00	45,50	2,00
Zinn	1,00	1,00	1,00	2,00
Freies Chlor	3,30	2,00	2,65	0,20
Gesamtchlor	6,61	2,00	4,31	0,40
Ammoniak	-	-	-	-
Ammonium	0,13	0,64	0,39	-
Cyanid leicht freisetzbar	0,01	0,01	0,01	0,10
Cyanid - Gesamt	0,01	0,01	0,01	-
Nitrit	0,12	0,10	0,11	10,00
Sulfid	0,01	0,01	0,01	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	88,00	437,00	262,50	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	50,00	18,00	34,00	0,10
Phenolindex	19,00	-	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	80,20	1448,60	764,40	0,10
Fluorid	-	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	100,00
CSB	-	5060,00	-	-
Nitrat	-	-	-	-
Sulfat	-	1,10	-	-

Qualität 3 - Analyseergebnisse der Fa. SDAG

In diesem Teil des Kapitels werden die unterschiedlichen Qualitäten derjenigen Abfallströme dargestellt, welche die Anlage verlassen, um in der städtischen Kläranlage weiter aufbereitet bzw. gereinigt zu werden.

Bei einem noch folgenden Vergleich mit den Ergebnissen der Qualität 1 sind die Reinigungsleistungen der Anlage ersichtlich. Hierbei sind deutlich geringere Werte in mg/l zu verzeichnen, als vor der Behandlung in der CP-Anlage Trofaiach.

Zusätzlich zu den Emissionsbegrenzungen durch die AAEV war es durch die Aufzeichnungen der Fa. SDAG möglich, die Analyseergebnisse auch den Schwellenwerten der IEV gegenüberzustellen. Diese Schwellenwerte in „g/d“ geben Auskunft darüber, ab wann ein Bescheid durch die zuständige Behörde für das Betreiben der Anlage notwendig ist. Bei Überschreiten der Schwellenwerte ist eine Anlagengenehmigung verpflichtet; so auch im Falle des STO Trofaiach.

Tabelle 24: Analyseergebnis Q3 (Unterlagen SDAG)

Abwasserinhaltsstoffe	Mittelwert Aufzeichnungen SDAG KW 1-52 2011 (mg/l)	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)	Mittelwert Aufzeichnungen SDAG KW 1-52 2011 (g/d)	Schwellenwert IEV (g/d)
Antimon (Sb)	-	-	-	0,20
Arsen	0,02	0,10	1,41	0,20
Barium	-	5,00	-	10,00
Blei	0,25	0,50	15,11	1,00
Cadmium	0,03	0,10	1,54	0,20
Chrom	0,15	0,50	9,18	1,00
Cobalt	-	1,00	-	0,20
Kupfer	0,14	0,50	9,07	2,00
Molybdän	-	-	-	1,00
Nickel	0,67	0,50	41,52	2,00
Quecksilber	0,00	0,01	0,26	2,00
Selen	-	-	-	0,02
Silber	-	0,10	-	0,20
Thallium	-	-	-	0,20
Vanadium	-	-	-	0,20
Wismut	-	-	-	1,00
Wolfram	-	-	-	1,00
Zink	0,23	2,00	14,22	4,00
Zinn	-	2,00	-	2,00
Freies Chlor	-	0,20	-	0,40
Gesamtchlor	-	0,40	-	0,80
Ammoniak	-	-	-	40,00
Ammonium	355,68	-	-	400,00
Cyanid leicht freisetzbar	-	0,10	-	0,20
Cyanid - Gesamt	-	-	-	1,00
Nitrit	0,95	10,00	57,80	20,00
Sulfid	-	1,00	-	2,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	0,50	-	1,00
Summe der Kohlenwasserstoffe	1,59	20,00	95,86	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	0,10	-	0,20
Phenolindex	2,55	10,00	158,09	20,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	0,10	-	0,20
Fluorid	3,04	20,00	195,05	-
Schwer flüchtige lipophile KWs	23,54	100,00	1442,20	-
CSB	-	-	-	-
Nitrat	-	-	-	-

9.3 Ergebnis der Auswertungen

Nach der Darstellung der einzelnen Qualitäten wird nun in diesem Unterkapitel versucht einen Schluss aus den Auswertungen zu ziehen:

Es ist nicht möglich einen direkten Vergleich der Zusammensetzung der Eingangsströme mit der Zusammensetzung der Ausgangsströme anzustellen, um die Effizienz und Effektivität der chemisch- physikalischen Behandlungsanlage zu überprüfen. Ein solcher Vergleich ist aus folgendem Grund nicht durchführbar:

Die Inputströme wurden zum einen firmenintern nach Schlüsselnummern und zum anderen im Zuge dieser Masterarbeit gesammelt, je nach darauf folgendem Behandlungsschritt, analysiert. Eine Analyse der gesamten angelieferten Inputströme wäre nicht repräsentativ, da die Zusammensetzungen je nach Anlieferung variieren.

Bei dem Outputstrom handelt es sich hingegen nur um einen Strom, der sich aus allen gereinigten bzw. behandelten Inputströmen zusammensetzt. Die Qualitätsbestimmung stellte hierbei keine Hürde dar.

Aus dieser Erklärung ist die Schwierigkeit erkennbar, die Ströme direkt miteinander vergleichen zu wollen.

Bei solch einem Vergleich würde ein einzelner Inputstrom oder auch eine einzelne Abfallart mit dem Outputstrom der gesamten Anlage, also allen behandelten Inputströmen gegenübergestellt werden. Es ist daher nicht zu erkennen, inwiefern sich ein ausgewählter Inputstrom nach dem gesamten Durchlauf in der CP-Anlage verändert hat.

In der Tabelle 25 werden trotzdem alle Mittelwerte der Inputströme, sowohl aus den firmeninternen Aufzeichnungen der Fa. SDAG, als auch aus den Probenahmen im Zuge dieser Masterarbeit dem Outputstrom und in weiterer Folge den Emissionsbegrenzungen der AAEV gegenübergestellt. Es gilt jedoch zu beachten, dass es sich nicht um einen direkten Vergleich der Inputströme mit dem Outputstrom handelt. Hierbei soll nur der Reinigungserfolg verdeutlicht werden.

Tabelle 25: Vergleich Analyseergebnisse Input-Output

Abwasserinhaltsstoffe	INPUT									OUTPUT	VORGABE
	Analyse Swkonzentrat (mg/l)	Mittelwert Emulsionen (mg/l)	Mittelwert Laugen (mg/l)	Analyse Farbschlamm-Wassergemische (mg/l)	Mittelwert Säuren (mg/l)	Mittelwert sonstige wässrige Konzentrate (mg/l)	Mittelwert PNS 1 (mg/l)	Mittelwert PNS 2 (mg/l)	Mittelwert PNS 3 (mg/l)	Mittelwert KW 1-52 2011 (mg/l)	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	-	15,6	17,5	161,10	16,38	15,30	0,09	0,31	0,20	-	-
Arsen	-	0,40	0,5	0,40	1,73	0,50	0,20	0,20	0,20	0,02	0,10
Barium	-	86	82	79,00	97,75	79,00	5,25	5,60	5,43	-	5,00
Blei	-	2,2	4	1,30	36,63	51,15	6,45	0,90	3,67	0,25	0,50
Cadmium	-	6,35	5,95	6,20	9,20	6,30	0,05	0,02	0,04	0,03	0,10
Chrom	-	41,45	43,8	8,80	828,85	57,95	4,75	5,60	5,18	0,15	0,50
Cobalt	-	4,75	4,6	1,80	184,90	2,90	1,65	0,20	0,92	-	1,00
Kupfer	-	119,85	134,75	8,20	903,50	-	29,30	2,75	16,03	0,14	0,50
Molybdän	-	32,5	32	29,00	-	32,00	6,70	2,75	4,73	-	-
Nickel	-	7	98,4	14,10	13.243,58	5,50	23,50	3,95	13,73	0,67	0,50
Quecksilber	-	0,85	0,85	0,70	2,13	0,60	0,05	0,03	0,04	0,00	0,01
Selen	-	-	-	-	-	-	0,20	0,20	0,20	-	-
Silber	-	6,15	5,9	5,90	9,00	6,30	16,35	7,40	11,88	-	0,10
Thallium	-	0,55	0,7	1,10	2,95	1,30	0,07	0,02	0,05	-	-
Vanadium	-	3,9	3,2	8,20	9,93	6,70	0,33	3,99	2,16	-	-
Wismut	-	0,9	2,95	0,70	1,90	1,30	0,10	0,02	0,06	-	-
Wolfram	-	-	-	-	-	-	3,38	1,47	2,42	-	-
Zink	-	186,4	167,35	4,00	1.673,53	184,15	107,50	8,95	58,23	0,23	2,00
Zinn	-	30	24,9	15,20	56,75	28,50	0,19	0,14	0,16	-	2,00
Freies Chlor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20
Gesamtchlor	-	1686,95	935,75	81,50	119.521,25	1.382,65	-	-	-	-	0,40
Ammoniak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammonium	196,328	-	-	-	-	2.716,00	298,00	940,50	619,25	355,68	-
Cyanid leicht freisetzbar	-	-	-	-	-	-	0,02	0,01	0,01	-	0,10
Cyanid - Gesamt	-	-	-	-	-	-	0,15	0,21	0,18	-	-
Nitrit	50	-	-	-	-	752,50	10,32	24,69	17,50	0,95	10,00
Sulfid	-	-	-	-	-	-	0,09	0,01	0,05	-	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	-	-	-	-	-	-	6605,00	2295,00	4450,00	-	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	-	-	-	-	-	-	1707,50	1102,00	1404,75	-	0,10
Phenolindex	-	-	-	-	-	-	238,50	178,00	208,25	2,55	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	-	-	-	-	-	-	12230,00	24693,50	18461,75	-	0,10
Fluorid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,04	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,54	100,00
CSB	1440,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrat	200	-	-	-	-	3.255,00	-	-	-	-	-

Es ist, wie schon besprochen, kein direkter Vergleich der einzelnen Inputströme mit dem Outputstrom möglich. Trotzdem ist in Tabelle 25 deutlich ersichtlich, dass sich die Gehalte der Inhaltsstoffe (mg/l) nach der Behandlung in der CP-Anlage deutlich verringert haben. Dies ist bei der Gegenüberstellung der Inputströme mit dem Outputstrom (wenn Daten vorhanden) leicht zu erkennen.

Dieses Ergebnis spricht daher für eine effiziente und effektive Behandlung der flüssigen gefährlichen Abfälle in der CP-Anlage, da alle Gehalte der Inhaltsstoffe laut AAEV bis auf Nickel im Jahr 2011 deutlich unterschritten wurden. Im Jahr 2011 wurde der zulässige Nickelgehalt dreimal überschritten (aus den internen Aufzeichnungen – hier nicht ersichtlich).

Ein Grund hierfür könnten Anlieferungen mit großem Nickelgehalt gewesen sein, auf die die Neutralisationsstufe der Anlage nicht eingestellt war.

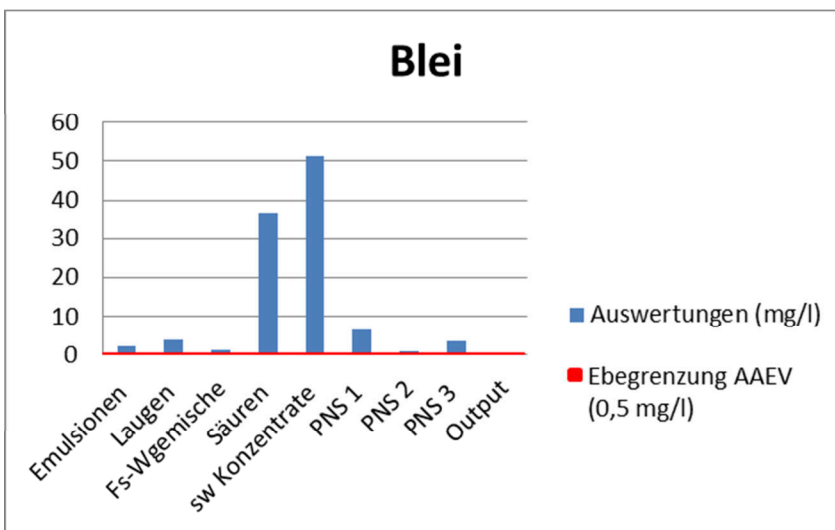
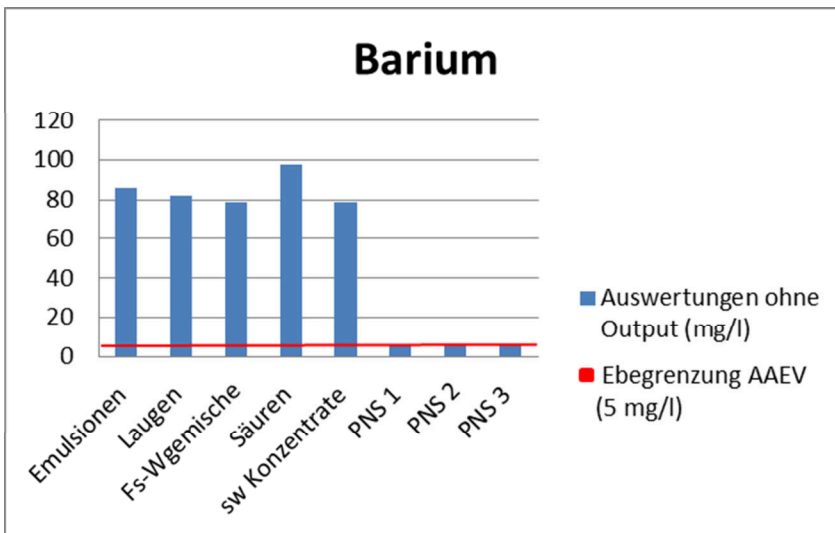
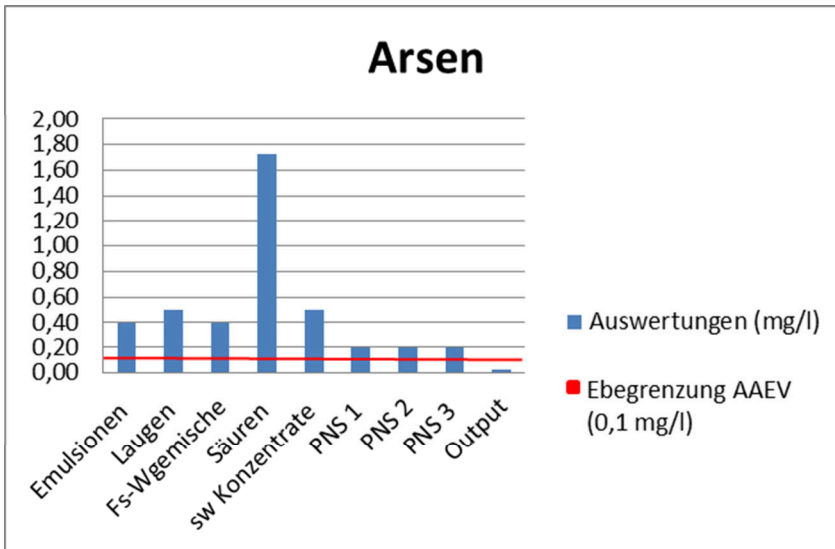
Wie zu sehen ist, sind auch bei weitem nicht alle Outputgehalte der Abwasserinhaltsstoffe aufgelistet. Es wurden die firmeninternen Aufzeichnungen des STO Trofaiach für die Auswertungen herangezogen, wobei nicht jeder Inhaltsstoff in gleichem Ausmaß dokumentiert wurde. Dies führte dazu, dass bei manchen Inhaltsstoffen keine Daten vorhanden waren und diese somit mit einem „-“ gekennzeichnet sind.

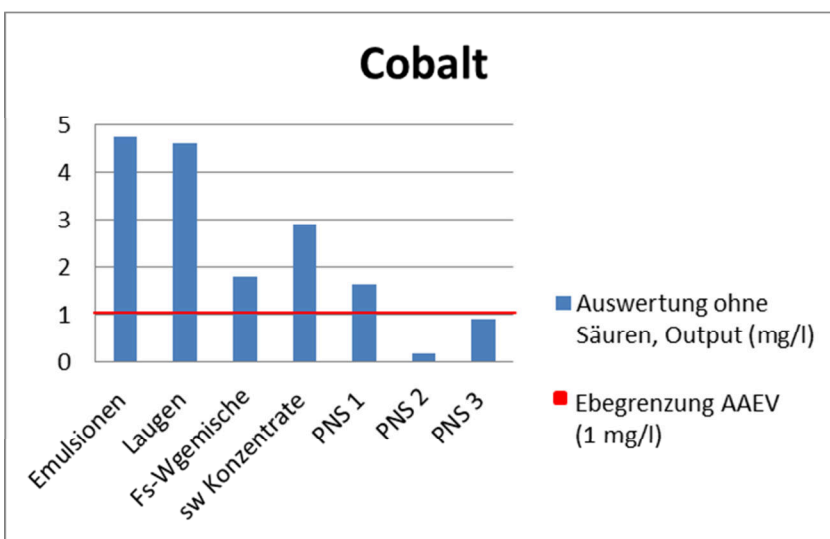
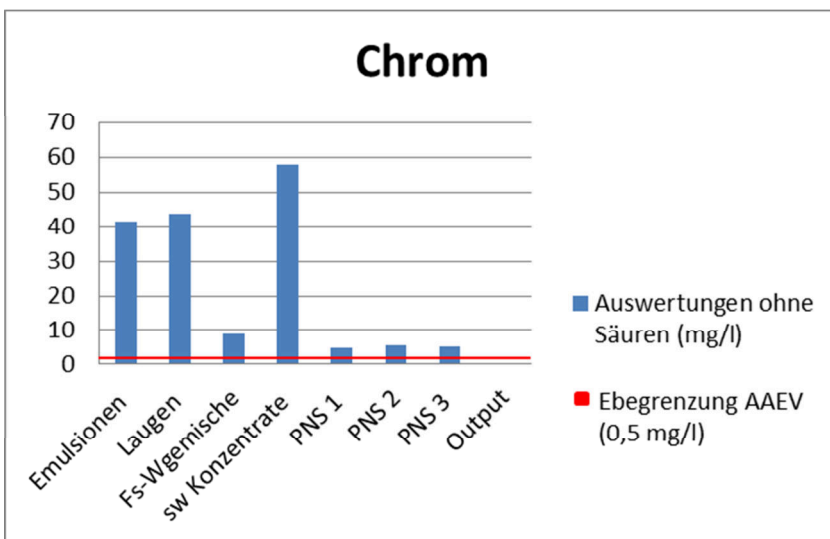
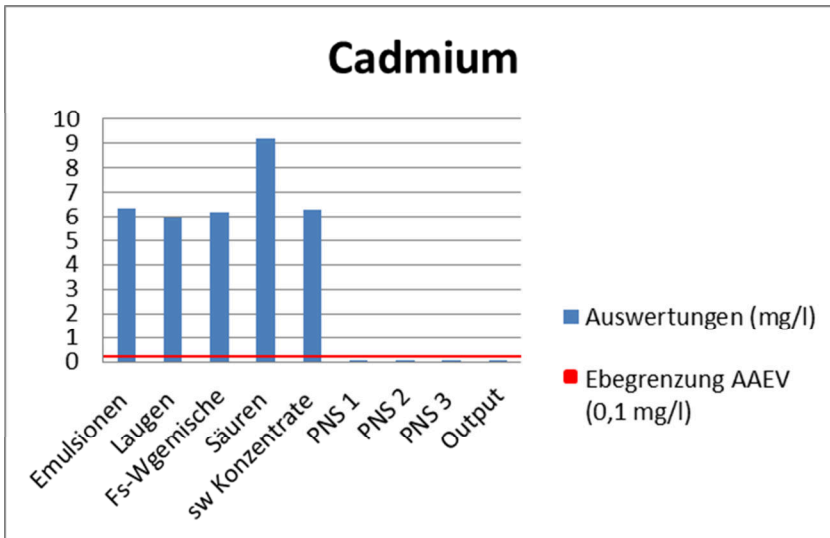
Des Weiteren ist in der Auswertung ein hoher Ammoniumgehalt im Outputstrom zu verzeichnen. Es ist leider nicht möglich, ihn mit einem Bezugswert gegenüberzustellen, da in der AAEV kein Ammoniumgehalt verzeichnet ist. Die doch relativ hohe Konzentration an Ammonium wird später mit Sicherheit in der externen Kläranlage weiter reduziert werden.

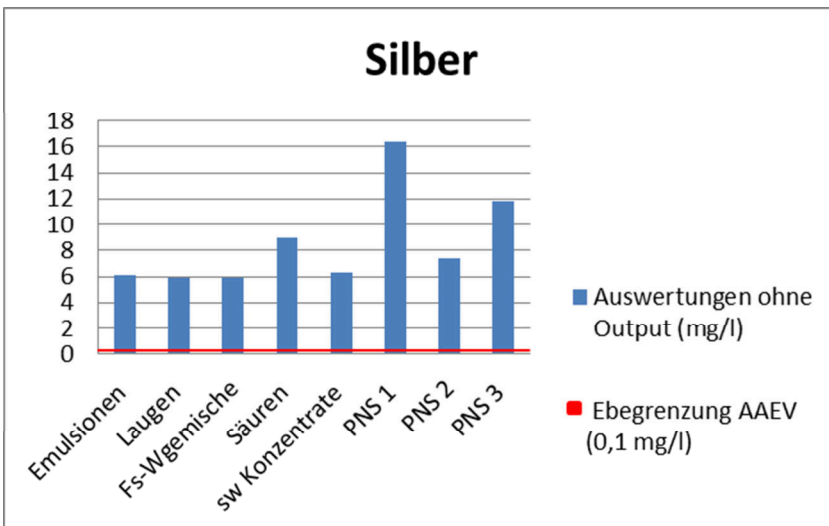
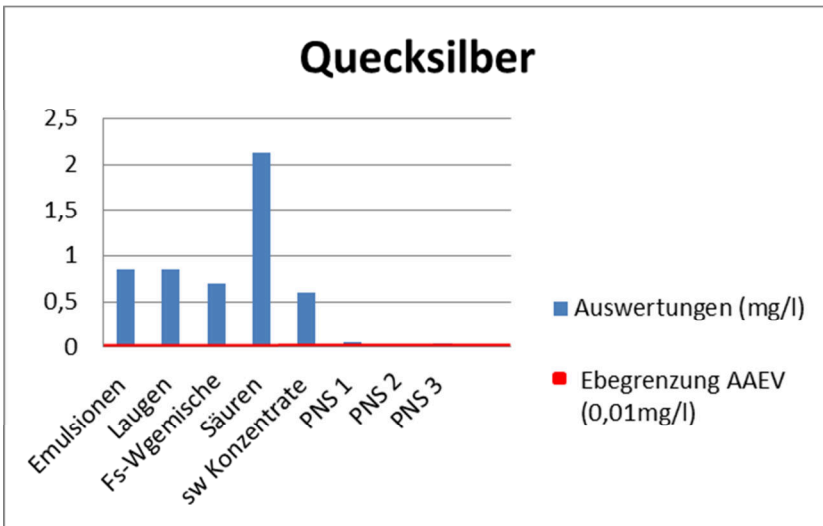
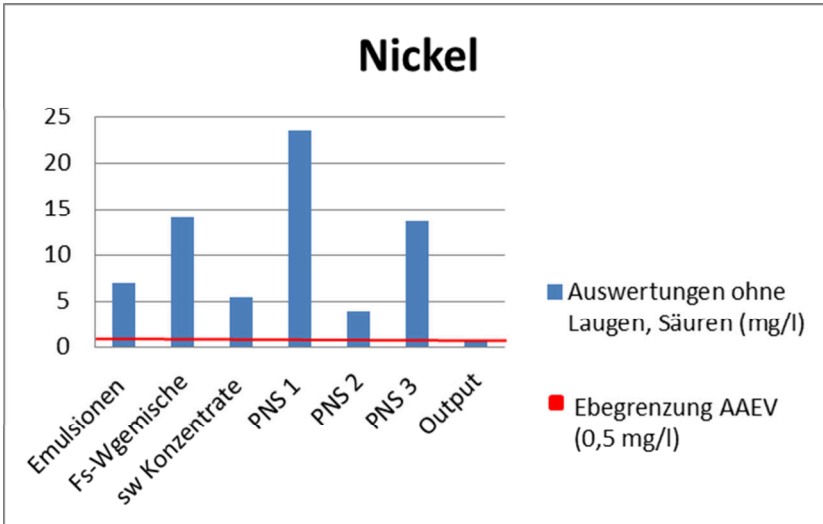
Nachdem die einzelnen Inhaltsstoffe des Outputstromes, soweit vorhanden, weit unter den Emissionsbegrenzungen der AAEV, soweit vorhanden, liegen, herrscht hierbei kein akuter Handlungsbedarf zur Behandlungsoptimierung in der Anlage Trofaiach.

Einer weiteren Verbesserung der Zusammensetzung des Outputstromes steht aber deshalb trotzdem nichts im Wege, vor allem da dieses Abwasser in weiterer Folge als Nutzwasser, beispielsweise für die Kanalreinigung Einsatz finden soll. Hierbei spielt die Reinheit des Abwassers eine sehr große Rolle. Die weitere Reduktion des Ammoniumgehaltes wäre eine Möglichkeit zur Anlagenverbesserung.

In Abbildung 28 sind all jene Abwasserinhaltsstoffe ersichtlich, bei denen eine graphische Darstellung möglich ist. Dies soll einer Veranschaulichung der Zusammenfassung der Ergebnisse aus Tabelle 25 dienen. Bei manchen Auswertungen fehlen gewisse Ströme, die aufgrund ihrer Größe bzw. nicht vorhandener Daten nicht dargestellt werden können. Dies ist aber in den dementsprechenden Auswertungen vermerkt.







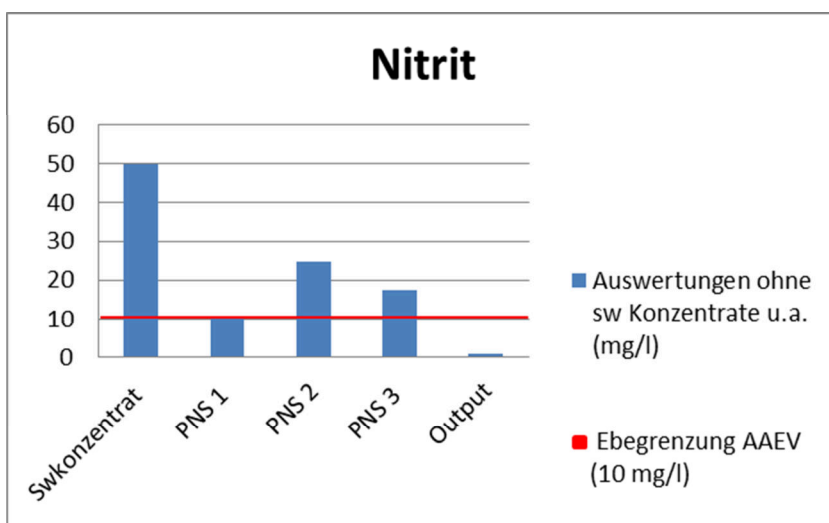
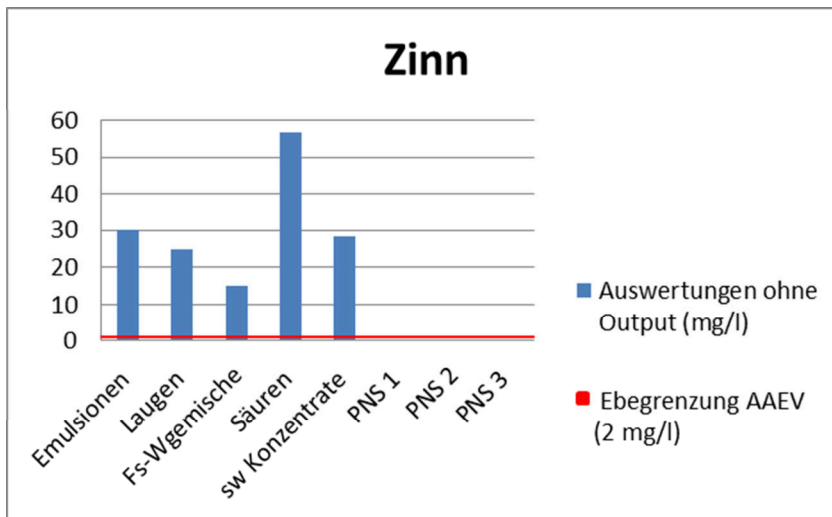


Abbildung 28: Zusammenfassung spezieller Analyseergebnisse

In den Graphiken der Abbildung 28 kann die Veränderung der Konzentrationen (vor und nach der Behandlung) gut erkannt werden. Bei jedem Inhaltsstoff lässt sich nach der Behandlung eine deutliche Abnahme der Konzentrationen feststellen, soweit der Output erfasst wurde. Zusätzlich sind die Emissionsbegrenzungen der AAEV in rot markiert, um die Konzentrationen der jeweiligen Abfallströme damit vergleichen zu können.

Da es, wie schon besprochen, aufgrund unterschiedlicher Ausgangslagen nicht wirklich möglich war Ströme direkt miteinander zu vergleichen, soll hier nun Tabelle 26 als Beispiel eines direkten Vergleiches eines Input- und Outputstromes dienen.

Tabelle 26: Vergleich Input-Output Verdampfer

Abwasserinhaltsstoffe	Mittelwert EDA - PNS 2 (mg/l)	Mittelwert Destillat - PNS 4 (mg/l)	Emissionsbegrenzung AAEV (mg/l)
Antimon (Sb)	0,31	1,00	-
Arsen	0,20	10,00	0,10
Barium	5,60	4,40	5,00
Blei	0,90	8,55	0,50
Cadmium	0,02	1,00	0,10
Chrom	5,60	2,15	0,50
Cobalt	0,20	1,70	1,00
Kupfer	2,75	8,45	0,50
Molybdän	2,75	1,65	-
Nickel	3,95	3,00	0,50
Quecksilber	0,03	1,00	0,01
Selen	0,20	10,00	-
Silber	7,40	56,90	0,10
Thallium	0,02	1,00	-
Vanadium	3,99	1,00	-
Wismut	0,02	1,00	-
Wolfram	1,47	1,25	-
Zink	8,95	45,50	2,00
Zinn	0,14	1,00	2,00
Freies Chlor	-	2,65	0,20
Gesamtchlor	-	4,31	0,40
Ammoniak	-	-	-
Ammonium	940,50	0,39	-
Cyanid leicht freisetzbar	0,01	0,01	0,10
Cyanid - Gesamt	0,21	0,01	-
Nitrit	24,69	0,11	10,00
Sulfid	0,01	0,01	1,00
Adsorbierbare org. gebundene Halogene	2295,00	262,50	0,50
Summe der Kohlenwasserstoffe	-	-	20,00
Ausblasbare org. gebundene Halogene	1102,00	34,00	0,10
Phenolindex	178,00	-	10,00
Summe der flüchtigen arom. KWs	24693,50	764,40	0,10
Fluorid	-	-	20,00
Schwer flüchtige lipophile KWs	-	-	100,00
CSB	-	-	-
Nitrat	-	-	-

Die Tabelle 26 zeigt die deutliche Veränderung der Zusammensetzung des Abfallstromes nach der Verdampfungseinheit. Hier ist ein direkter Vergleich der beiden Ströme möglich, da jeweils vor und nach dem Verdampfer Proben gezogen wurden.

Es ist zu erkennen, dass sich manche Gehalte verringert, andere wiederum vergrößert haben. Dies liegt an dem Verdampfungsprozess, indem einige Inhaltsstoffe, wie Arsen, Kupfer oder Zink angereichert werden. Andere werden jedoch aufgrund ihrer leicht flüchtigen Eigenschaften verringert. Hier sind beispielsweise die flüchtigen aromatischen KW, Ammonium oder Nitrit zu nennen. Die Entfernung bzw. Verringerung dieser Inhaltsstoffe ist für die darauf folgenden Behandlungsschritte erwünscht und gewollt.

Die Anreicherung mancher Inhaltsstoffe, in diesem Fall meistens Metalle, führt zu höheren Konzentrationen im Abwasserstrom. Dieser wird in der Biologie jedoch mit anderen Abwasserströmen zusammengeführt, was zu einer Verdünnung der Konzentration und somit in weiterer Folge zu einer Verringerung des Gehaltes führt. Zu guter Letzt entspricht die Konzentration wieder den Emissionsbegrenzungen durch die AAEV.

Zusammenfassend ist hier der Erfolg einer Behandlungsstufe der CP-Anlage in Trofaiach ersichtlich.

Die Reinigungsleistungen in der chemisch-physikalischen Behandlungsanlage sind nach Gegenüberstellung mit den Emissionsgrenzwerten der AAEV nicht zu beanstanden. Es bedarf jedoch einer Gegenüberstellung mit den nutzungsspezifischen Grenzwerten, um feststellen zu können, ob die Reinigungsleistung ausreicht das behandelte Abwasser in diversen Prozessen als Nutzwasser einsetzen zu können. Hierauf wird jedoch im Zuge dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

10 Zusammenfassung

Ressourcen werden immer weniger und Abfallmengen werden immer größer. Umso wichtiger ist es, alle möglichen Potentiale auszuschöpfen und Abfälle soweit als möglich einer Wiederverwendung bzw. Wiederverwertung zuzuführen.

Dies ist auch das Ziel der Fa. SDAG, die in Österreich ein kompetenter Entsorgungsfachbetrieb ist und immer nach innovativen Lösungen im Bereich der Wiederverwendung bzw. Verwertung sucht.

So entstand auch die Idee zu dieser Masterarbeit, welche sich mit der Thematik des Einsatzes von Abwässern aus flüssigen gefährlichen Abfällen als Nutzwässer beschäftigt. Betroffen sind hierbei zwei Standorte der Fa. SDAG, an denen eine chemisch-physikalische Behandlungsanlage betrieben wird bzw. betrieben werden soll.

Im Zuge dieser Arbeit sollte ermittelt werden, inwiefern sich die Qualitäten des Outputabwasserstromes zusammensetzen und ob die derzeit vorhandene Reinigungsleistung der CP-Anlage am STO Trofaiach ausreichend ist, um das Abwasser direkt als Nutzwasser einsetzen zu können.

So ergaben sich vier Eckpfeiler der Masterarbeit, die es zu behandeln galt:

- Es sollten alle rechtlichen Grundlagen, welche für den Umgang mit flüssigen gefährlichen Abfällen essentiell sind, behandelt werden. Dies diente dazu, einen Überblick über die derzeitige Gesetzeslage in Österreich zu erhalten und alle wichtigen Aspekte hierbei beachten zu können.
- Es war wichtig eine Übersicht darüber zu bekommen, mit welchen Abwasserinhaltsstoffen am Standort zu rechnen ist und über welche Eigenschaften sie verfügen. Die Frage, wie sie am besten aus dem Abwasser zu entfernen sind, stellte ebenfalls einen Teil dieses zweiten Eckpfeilers dar.
- Bei dem dritten wesentlichen Eckpfeiler handelte es sich um die Durchführung einer Probenahme. Diese war unumgänglich und von wesentlicher Bedeutung für die weiteren Schritte der Qualitätsbestimmung. Hierbei wurden am STO Trofaiach an diversen Punkten der Anlage Proben gezogen.
- Der vierte und somit letzte Eckpfeiler stellte den analytischen und interpretativen Bereich dar. Es galt die Analyseergebnisse, der gezogenen Proben, einer Qualitätsbestimmung zu unterziehen. Dies sollte der eigentlichen Fragestellung der Masterarbeit dienen, nämlich zu überprüfen, ob die Abwasserqualität für eine direkte, weitere Verwendung ausreichend ist.

Die Auswertung der Analyseergebnisse hat gezeigt, dass sich die Gehalte beinahe aller Abwasserinhaltsstoffe weit unterhalb der durch die AAEV vorgegebenen Emissionsbegrenzungen befinden.

Dies bildet eine Basis auf der weiter aufgebaut werden kann, denn ein Verbesserungspotential und somit Spiel nach oben besteht immer.

Durch eine Optimierung der Anlagenkomponenten bzw. einer Installation möglicher anderer Reinigungs- und Neutralisationseinheiten könnten noch deutlich bessere Abwasserqualitäten erreicht werden. Dies wiederum würde mehrere Einsatzmöglichkeiten als Nutzwasser zulassen.

Eine weitere Verbesserung der Abwasserqualitäten, im Sinne der Nachnutzung und Ressourcenschonung, wäre für die Zukunft wünschenswert.

11 Verzeichnisse

11.1 Literatur

- [1] BGBl. Nr. 186/1996: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (AAEV). Stand: 13.01.2012.
- [2] Österreichisches Normungsinstitut (2003): ÖNORM S 2123: Probenahmepläne für Abfälle-Teil 4: Beprobung flüssiger bzw. pastöser Abfälle.
- [3] Institut für angewandte physikalisch-chemische Verfahrenstechnik (2012): Sicherheitstechnische Kenngrößen- Explosionsgrenzen. Online im WWW unter URL: www.wji.de/EG_gas_fl.html. Stand: 15.04.2012.
- [4] BGBl. I Nr. 53/1997: Bundesgesetz über den Schutz des Menschen und der Umwelt vor Chemikalien (Chemikaliengesetz 1996-ChemG 1996). Stand: 16.02.2012.
- [5] Institut für angewandte physikalisch-chemische Verfahrenstechnik (2012): Sicherheitstechnische Kenngrößen -Flammpunkt. Online im WWW unter URL: www.wji.de/Flpkt_gas_fl.html. Stand 15.04.2012.
- [6] Magistrat der Stadt Wien (2012): Schwermetalle. Online im WWW unter URL: www.wien.gv.at/umweltschutz/oekokauf/pdf/schwermetalle.pdf. Stand: 15.04.2012.
- [7] Tipler, P. (2006): Physik für Wissenschaftler und Ingenieure. 2. Aufl., München: Elsevier GmbH. ISBN: 3-8274-1164-5.
- [8] BGBl. I Nr 102/2002: Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002-AWG 2002). Stand: 15.04.2012.
- [9] BGBl. II Nr. 570/2003: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung). Stand: 15.04.2012.
- [10] BGBl. II Nr. 222/1998: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft betreffend Abwassereinleitungen in wasserrechtlich bewilligte Kanalisationen (Indirekteinleiterverordnung-IEV). Stand: 15.04.2012.
- [11] BGBl. Nr. 450/1994: Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz-ASchG). Stand: 15.04.2012.
- [12] Verordnung (EG) Nr. 1907/2006: Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur. Stand: 15.04.2012.

- [13] Umweltbundesamt (2012): Classification, Labelling and Packaging (CLP). Online im WWW unter URL : www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/chemikalien/clp_kennzeichnung/clp/. Stand: 15.04.2012.
- [14] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008: Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. Stand: 15.04.2012.
- [15] BGBl. II Nr. 309/2004: Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über den Schutz der ArbeitnehmerInnen vor explosionsfähigen Atmosphären und mit der die Bauarbeiterschutzverordnung und die Arbeitsmittel-Verordnung geändert werden (Verordnung explosionsfähige Atmosphären-VEXAT). Stand: 15.04.2012.
- [16] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3 (2001): Bundesabfallwirtschaftsplan 2001.
- [17] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3 (2006): Bundesabfallwirtschaftsplan 2006. Wien: ISBN 3-902 010-70-3.
- [18] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/3 (2011): Bundesabfallwirtschaftsplan 2011.
- [19] Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2000): Merkblatt Nr. 4.6/1. Schwermetalle im kommunalen Abwasser und Klärschlamm. Online im WWW unter URL: www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil4_oberirdische_gewaesser/doc/nr_461.pdf. Stand: 03.06.2012.
- [20] Die Presse (2012): Neues Element 112 im Periodensystem bestätigt. Online im WWW unter URL: <http://diepresse.com/home/science/486231/Neues-Element-112-im-Periodensystem-bestaetigt>. Stand: 06.05.2012.
- [21] Latscha, Hans P.; Mutz, Martin (2011): Chemie der Elemente. Chemie-Basiswissen IV. Berlin Heidelberg: Springer. ISBN 987-3-642-16914-4.
- [22] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Barium. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/ba.htm. Stand: 03.06.2012.
- [23] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Thallium. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/tl.htm. Stand: 03.06.2012.
- [24] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Zinn. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/sn.htm. Stand: 03.06.2012.
- [25] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Blei und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/wasser/blei/blei-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.

- [26] Mineralienatlas (2012): Gediegen. Online im WWW unter URL: www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/gediegen. Stand: 06.05.2012.
- [27] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Antimon. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/sb.htm. Stand: 03.06.2012.
- [28] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Arsen und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/wasser/arsen/arsen-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [29] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Wismut. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/bi.htm. Stand: 03.06.2012.
- [30] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Selen und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/element-und-wasser/selen-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [31] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Kupfer und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/element-und-wasser/kupfer-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [32] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Silber und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/wasser/silber/silber-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [33] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Zink und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/wasser/zink/zink-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [34] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Cadmium und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/element-und-wasser/cadmium-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [35] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Quecksilber. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/hg.htm. Stand: 03.06.2012.
- [36] Chemie Master.de (2012): Vanadium. Online im WWW unter URL: www.chemie-master.de/FrameHandler.php?loc=http://www.chemie-master.de/pse/pse.php?modul=V. Stand: 06.05.2012.
- [37] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Vanadium. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/v.htm. Stand: 03.06.2012.
- [38] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Chrom und Wasser. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/wasser/chrom/chrom-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.

- [39] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Molybdän. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/mo.htm. Stand: 03.06.2012.
- [40] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Wolfram. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/elemente/w.htm. Stand: 03.06.2012.
- [41] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Kobalt. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/element-und-wasser/kobalt-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [42] Water Treatment Solutions Lenntech (2011): Nickel. Online im WWW unter URL: www.lenntech.de/pse/wasser/nickel/nickel-und-wasser.htm. Stand: 03.06.2012.
- [43] Begert, Axel; Dreier, Patricia; Leiler, Walter, et al. (1997): Reports, R-138. Grundlagen für eine Technische Anleitung zur chemisch-physikalischen Behandlung von Abfällen. Wien: Umweltbundesamt. ISBN 3-85457-361-8.
- [44] Öhme, Christian: Ionenaustauscher und Ionenaustauscherverfahren bei der Abwasserbehandlung. Bayer AG, Leverkusen, BRD.
- [45] Hartinger, Ludwig (1990): Handbuch der Abwasser- und Recyclingtechnik für die metallverarbeitende Industrie. 2.Auflage, München: Carl Hanser Verlag. ISBN 3-446-15615-1.
- [46] Stock, Norbert: Versuch K3, Emulsionen. Uni Kiel, Kiel. Online im WWW unter URL: www.uni-kiel.de/anorg/bensch/lehre/.../versuch_k3_emulsionen.pdf. Stand: 06.05.2012.
- [47] Saubermacher Dienstleistungs AG (2009): Technischer Bericht STO Trofaiach.
- [48] Jonke, K. (2012): Betreff: Eingangsqualitäten Abfallströme; Mail vom 07.02.2012.
- [49] EN ISO 17294-2 (2004): Wasserbeschaffenheit – Anleitung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von 62 Elementen (ISO 17294-2:2003).
- [50] Aldrian, A. (2012): Montanuniversität Leoben: Interview am 02.05.2012.
- [51] Yokogawa Analytical Systems Inc. (2001): Agilent 7500 ICP-MS Hardware Handbuch.
- [52] Schwedt, Georg (1995): Analytische Chemie- Grundlagen, Methoden und Praxis. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. ISBN 3-13-100661-7.
- [53] AnalytikJena Group (2012): Grundlagen- Instrumentation und Techniken der Atomabsorptionsspektrometrie. Online im WWW unter

URL: www.msscien.com/aj/Fund_AAS/web/images/fundamentals_de.pdf.

Stand: 07.05.2012.

11.2 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AAEV	Allgemeine Abwasseremissions-Verordnung
BAWP	Bundesabfallwirtschaftsplan
BSB	Biochemischer Sauerstoffbedarf
bzw.	beziehungsweise
ca.	cirka
CP	Chemisch-physikalisch
CPA	Chemisch-physikalische Behandlung von anorganischen Flüssigabfällen
CPB	Chemisch-physikalisch-biologisch
CPO	Chemisch-physikalische Behandlung von organischen Flüssigabfällen
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
d	Tag
DNS	Desoxyribonukleinsäure
etc.	et cetera
g/d	Gramm/Tag
IEV	Indirekteinleiter-Verordnung
KW	Kalenderwoche
MA	Mitarbeiter/in
mg/l	Milligramm/Liter
o.a.	oben angeführt
SDAG	Saubermacher Dienstleistungs AG
SN	Schlüsselnummer
STO	Standort
To	Tonnen
usw.	und so weiter
zB.	zum Beispiel

11.3 Tabellen

Tabelle 1: Gefahrenrelevante Eigenschaften.....	16
Tabelle 2: Emissionsbegrenzungen Teil 1	21
Tabelle 3: Emissionsbegrenzungen Teil 2	22
Tabelle 4. Emissionsbegrenzungen Teil 3	24
Tabelle 5: Schwellenwerte für Tagesfrachten gefährlicher Abwasserinhaltsstoffe	26
Tabelle 6: Entnahme von qualifizierten Stichproben oder Einzelproben aus Einzelbinden oder Behältern.....	41
Tabelle 7: Stichprobenanzahl aus liegenden zylindrischen Behältern.....	41
Tabelle 8: Fällungs-pH-Bereiche ausgewählter Metalle	73
Tabelle 9: Gegenüberstellung der Löslichkeitsprodukte Metallhydroxid-sulfid	75
Tabelle 10: Komplexbildner und deren Herkunft	76
Tabelle 11: Die größten Inputströme organisch	106
Tabelle 12: Die größten Inputströme anorganisch	106
Tabelle 13: Analyseergebnis Q1-1	134
Tabelle 14: Analyseergebnis Q1-2	135
Tabelle 15: Analyseergebnis Q1-3	136
Tabelle 16: Analyseergebnis Q 1-4	137
Tabelle 17: Analyseergebnis Q1-5	138
Tabelle 18: Analyseergebnis Q1-6	139
Tabelle 19: Analyseergebnis Q1-PNS 1	141
Tabelle 20: Analyseergebnis Q1-PNS 2	142
Tabelle 21: Analyseergebnis Q1-PNS 3	143
Tabelle 22: Analyseergebnis Q2.....	145
Tabelle 23: Analyseergebnis Q2-PNS 4	147
Tabelle 24: Analyseergebnis Q3.....	149
Tabelle 25: Vergleich Analyseergebnisse Input-Output	151
Tabelle 26: Vergleich Input-Output Verdampfer.....	157

11.4 Abbildungen

Abbildung 1: Gesundheitsgefahr–Piktogramm für karzinogene oder die Atemwege sensibilisierende Stoffe und Gemische.....	35
Abbildung 2: Umwelt-Piktogramm für Stoffe und Gemische, die akut oder chronisch Gewässer gefährden.....	35
Abbildung 3: Explodierende Bombe-Piktogramm für explosive Stoffe/Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff.....	35
Abbildung 4: Mengenentwicklung von gefährlichen Abfällen	42
Abbildung 5: Periodensystem–Hauptgruppen.....	45
Abbildung 6: Periodensystem–Nebengruppenelemente	57
Abbildung 7: Fließbild CPB-Anlage 1.....	103
Abbildung 8: Fließbild CPB-Anlage 2.....	104
Abbildung 9: Anlagendarstellung mit Qualitäten	105
Abbildung 10: Fließbild mit Probenahmestellen	109
Abbildung 11: Probe 1-Probenahmestelle	110
Abbildung 12: Probe 1-Gefäßbefüllung.....	111
Abbildung 13: Probe 1-befüllte Probenahmegefäße 1-4	111
Abbildung 14: Probe 2–Gefäßbefüllung.....	112
Abbildung 15: Probe 2-befüllte Probenahmegefäße 1-4	112
Abbildung 16: Probe 3-Probenahmestelle	113
Abbildung 17: Probe 3-Probenahme.....	114
Abbildung 18: Probe 3-Gefäßbefüllung 1-4.....	114
Abbildung 19: Probe 4-Probenahmestelle, Probenahme	115
Abbildung 20: Probe 4-Gefäße 1-4.....	116
Abbildung 21: Kalibrierkurve.....	120
Abbildung 22: Ablaufschema einer AAS	122
Abbildung 23: Hohlkathodenlampe AAS.....	123
Abbildung 24: Mischkammerbrenner einer Flammen-AAS	124
Abbildung 25: Chemisch-physikalische Vorgänge während der F-AAS	125
Abbildung 26: ICP	129
Abbildung 27: Anlagendarstellung mit Qualitäten	131
Abbildung 28: Zusammenfassung spezieller Analyseergebnisse.....	156

Anhang

Anhang 1

Anhang A (normativ): Probenahmeprotokoll

Protokoll zur Probenahme von Abfällen

Prot. Nr.:

Projektbezeichnung:

/	DIPLOMARBEIT - LAURA BENEDEK
---	------------------------------

Vorerhebungen:

Auftraggeber:	
Abfallbesitzer:	/
Abfallbesitzernummer:	
Ansprechpartner:	/

Informationen über Art und Herkunft des Abfalls

Abfallart <i>heterogene Zusammensetzung</i>	Abfallcode/Schlüsselnummer: Bezeichnung: Zusatzbemerkung: /
Ort der Probenahme (zB Adresse, Fahrzeug)	<i>SDAG - STO TROPFACH</i>
Geschichte des Abfalls – Herkunft bzw. kurze Beschreibung des Produktionsprozesses, bei dem der Abfall anfällt, kurze Angaben zu den vermuteten Verunreinigungen <i>keine Angaben, da heterogene Zusammensetzung</i>	
Homogenität	<input type="checkbox"/> ja Begründung gemäß Abschnitt 5.2 <input checked="" type="checkbox"/> nein

Seite 10
ÖNORM S 2123-4

Gibt es Hinweise auf das Vorhandensein relevanter Mengen von Stoffen der Liste gefährlicher Inhaltsstoffe (gemäß Anhang II zur Richtlinie 91/689/EWG, zB aufgrund von in der Produktion verwendeten Stoffen) oder das Zutreffen von gefahrenrelevanten Eigenschaften (Anhang III zur Richtlinie 91/689/EWG)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja welche? z.B. H3-entzündbar <input type="checkbox"/> nein
Abschätzung der Menge	<input checked="" type="checkbox"/> in m ³ Dichte kg/l <input type="checkbox"/> Schätzwert aus Tabelle <input checked="" type="checkbox"/> in t <input type="checkbox"/> Messwert
qualifizierte Stichproben gemäß Abschnitt 5	Anzahl: Mindestmenge:
Anfall erfolgt	<input type="checkbox"/> in definiertem Prozess in gleichbleibender Qualität mit nur geringen Schwankungen <input checked="" type="checkbox"/> in wechselnder Qualität <input type="checkbox"/> in unbekannter Qualität
Lagerungsdauer des Abfalls am Probenahmeort	bis ca. 7Tage

Probenahme

Probenehmer: Institution, Tel., E-Mail, ...	JONKE KEVIN SDAG, ST. TROFIMACH / IAE UNI LEOBEN k.jonke@saubermacher.at / iae@uni-leoben.ac.at
Datum der Probenahme:	14.6.2012
Anwesende Personen:	LAURA BENEDEK, KEVIN JONKE
Wurden Vergleichsproben entnommen?	<input type="checkbox"/> ja wenn ja, durch wen? <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> Handschaufel <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Probenbohrer <input type="checkbox"/> Probenstecher <input checked="" type="checkbox"/> Schöpfer <input type="checkbox"/> Baggerschaufel <input type="checkbox"/> Sonstiges:
Art des Probengefäßes:	Gebindeart: Flasche Gebindematerial: KUNSTSTOFF Gebindevolumen: 12 Liter Art des Verschlusses: KUNSTSTOFF, DREHVERSCHLUSS Sonstiges:
Angaben zum Probentransport	<input type="checkbox"/> gekühlt <input checked="" type="checkbox"/> ungekühlt

Beschreibung und Charakteristik der Einzelproben bzw. qualifizierten Stichproben
(je qualifizierter Stichprobe oder Einzelprobe ist eine Spalte auszufüllen)

1. Probenbezeichnung:	2. Probenbezeichnung:	... Probenbezeichnung:	n. Probenbezeichnung:
EMU fl. UF	EMU fl. UF	EMU fl. UF	EMU fl. UF
räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: Lagerbehälter Emulsionen	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: -1-	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: -1-	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: -1-
Tiefenstufe: /	Tiefenstufe: /	Tiefenstufe: /	Tiefenstufe: /
<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben
Menge: 1/2 kg	Menge: 1/2 kg	Menge: 1/2 kg	Menge: 1/2 kg
Farbe: braun	Farbe: braun	Farbe: braun	Farbe: braun
Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein nach: öl	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein nach: öl	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein nach: öl	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein nach: öl
Konsistenz: etwas dickflüssig	Konsistenz: -1-	Konsistenz: -1-	Konsistenz: -1-
homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Korngröße: / von cm bis cm	Korngröße: / von cm bis cm	Korngröße: / von cm bis cm	Korngröße: / von cm bis cm

Seite 12
 ÖNORM S 2123-4

Voruntersuchungen und Beobachtungen

<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung
<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen
<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:
Bemerkungen (zB Feststellung von vermuteten Kontaminationen):			
/	/	/	/

Beschreibung der Herstellung der Sammelprobe bzw. der Feldprobe

Angabe aus welchen qualifizierten Stichproben in welcher Art die Sammelprobe(n) und Feldproben(n) hergestellt wurden;
 Probenbezeichnung der Sammelprobe bzw. Feldprobe.

/

Datum und Unterschrift des Probenehmers:

14.6.2012 *Benedikt Laura*

Anhang A (normativ): Probenahmeprotokoll

Protokoll zur Probenahme von Abfällen

Prot. Nr.:

Projektbezeichnung:

/	DIPLOMARBEIT-LAURA BENEDEK
---	----------------------------

Vorerhebungen:

Auftraggeber:	
Abfallbesitzer:	/
Abfallbesitzernummer:	/
Ansprechpartner:	/

Informationen über Art und Herkunft des Abfalls

Abfallart <i>heterogene Zusammensetzung</i>	Abfallcode/Schlüsselnummer: Bezeichnung: Zusatzbemerkung: /
Ort der Probenahme (zB Adresse, Fahrzeug)	<i>SD196-STOTTRAFIACH</i>
Geschichte des Abfalls – Herkunft bzw. kurze Beschreibung des Produktionsprozesses, bei dem der Abfall anfällt, kurze Angaben zu den vermuteten Verunreinigungen <i>keine Angaben, da heterogene Zusammensetzung</i>	
Homogenität	<input type="checkbox"/> ja Begründung gemäß Abschnitt 5.2 <input checked="" type="checkbox"/> nein

Gibt es Hinweise auf das Vorhandensein relevanter Mengen von Stoffen der Liste gefährlicher Inhaltsstoffe (gemäß Anhang II zur Richtlinie 91/689/EWG, zB aufgrund von in der Produktion verwendeten Stoffen) oder das Zutreffen von gefahrenrelevanten Eigenschaften (Anhang III zur Richtlinie 91/689/EWG)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja welche? <i>z.B. entzündbar</i> <input type="checkbox"/> nein
Abschätzung der Menge	/ in m ³ Dichte kg/l <input type="checkbox"/> Schätzwert aus Tabelle <input type="checkbox"/> Messwert in t
qualifizierte Stichproben gemäß Abschnitt 5	Anzahl: / Mindestmenge: /
Anfall erfolgt	<input type="checkbox"/> in definiertem Prozess in gleichbleibender Qualität mit nur geringen Schwankungen <input checked="" type="checkbox"/> in wechselnder Qualität <input type="checkbox"/> in unbekannter Qualität
Lagerungsdauer des Abfalls am Probenahmeort	<i>bis ca. 7 Tage</i>

Probenahme

Probenehmer: Institution, Tel., E-Mail, ...	<i>SOAG-JOTROTFAIACH / IAE UNI LEDBEN</i>
Datum der Probenahme:	<i>14.6.2012</i>
Anwesende Personen:	<i>LAURA BENEDEK, KEVIN JONKE</i>
Wurden Vergleichsproben entnommen?	<input type="checkbox"/> ja wenn ja, durch wen? <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> Handschaufel <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Probenbohrer <input type="checkbox"/> Probenstecher <input checked="" type="checkbox"/> Schöpfer <input type="checkbox"/> Baggerschaufel <input type="checkbox"/> Sonstiges:
Art des Probengefäßes:	Gebindeart: <i>Flasche</i> Gebindematerial: <i>KUNSTSTOFF</i> Gebindevolumen: <i>1L LITER</i> Art des Verschlusses: <i>KUNSTSTOFF-DREHVERSCHLOSS</i> Sonstiges: /
Angaben zum Probentransport	<input type="checkbox"/> gekühlt <input checked="" type="checkbox"/> ungekühlt

Beschreibung und Charakteristik der Einzelproben bzw. qualifizierten Stichproben
(je qualifizierter Stichprobe oder Einzelprobe ist eine Spalte auszufüllen)

1. Probenbezeichnung: <i>EDA</i>	2. Probenbezeichnung: <i>EDA</i>	... Probenbezeichnung: <i>EDA</i>	n. Probenbezeichnung: <i>EDA</i>
räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: <i>Laugbehälter Zindampfanlage</i>	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: <i>-/-</i>	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: <i>-/-</i>	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebinde gemäß Probenahmeskizze: <i>-/-</i>
Tiefenstufe: <i>/</i>	Tiefenstufe: <i>/</i>	Tiefenstufe: <i>/</i>	Tiefenstufe: <i>/</i>
<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben
Menge: <i>1/2</i> kg	Menge: <i>1/2</i> kg	Menge: <i>1/2</i> kg	Menge: <i>1/2</i> kg
Farbe: <i>braun</i>	Farbe: <i>braun</i>	Farbe: <i>braun</i>	Farbe: <i>braun</i>
Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
nach: <i>öl</i>	nach: <i>öl</i>	nach: <i>öl</i>	nach: <i>öl</i>
Konsistenz: <i>flüchtig</i>	Konsistenz: <i>flüchtig</i>	Konsistenz: <i>flüchtig</i>	Konsistenz: <i>flüchtig</i>
homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm	Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm	Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm	Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm

Seite 12
 ÖNORM S 2123-4

Voruntersuchungen und Beobachtungen

<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung
<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen
<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:
Bemerkungen (zB Feststellung von vermuteten Kontaminationen):			
/	/	/	/

Beschreibung der Herstellung der Sammelprobe bzw. der Feldprobe

Angabe aus welchen qualifizierten Stichproben in welcher Art die Sammelprobe(n) und Feldproben(n) hergestellt wurden;
 Probenbezeichnung der Sammelprobe bzw. Feldprobe.

/

Datum und Unterschrift des Probennehmers:


14.6.2012 Benudeli Laura

Anhang A (normativ): Probenahmeprotokoll


Protokoll zur Probenahme von Abfällen

Prot. Nr.:



Projektbezeichnung:

	DIPLOMARBEIT - LAURA BENEDEK
---	------------------------------

Vorerhebungen:

Auftraggeber:	
Abfallbesitzer:	
Abfallbesitzernummer:	
Ansprechpartner:	

Informationen über Art und Herkunft des Abfalls

Abfallart heterogene Zusammensetzung	Abfallcode/Schlüsselnummer: Bezeichnung: Zusatzbemerkung: 
Ort der Probenahme (zB Adresse, Fahrzeug)	SDAG - STO TROFACH
Geschichte des Abfalls – Herkunft bzw. kurze Beschreibung des Produktionsprozesses, bei dem der Abfall anfällt, kurze Angaben zu den vermuteten Verunreinigungen 	
Homogenität	<input type="checkbox"/> ja Begründung gemäß Abschnitt 5.2 <input checked="" type="checkbox"/> nein

Seite 10
ÖNORM S 2123-4

Gibt es Hinweise auf das Vorhandensein relevanter Mengen von Stoffen der Liste gefährlicher Inhaltsstoffe (gemäß Anhang II zur Richtlinie 91/689/EWG, zB aufgrund von in der Produktion verwendeten Stoffen) oder das Zutreffen von gefahrenrelevanten Eigenschaften (Anhang III zur Richtlinie 91/689/EWG)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja weiche? 1. H3 entzündbar <input type="checkbox"/> nein
Abschätzung der Menge	<input checked="" type="checkbox"/> in m ³ Dichte kg/l <input type="checkbox"/> Schätzwert aus Tabelle <input type="checkbox"/> in t <input type="checkbox"/> Messwert
qualifizierte Stichproben gemäß Abschnitt 5	Anzahl: <input checked="" type="checkbox"/> Mindestmenge: <input checked="" type="checkbox"/>
Anfall erfolgt	<input type="checkbox"/> in definiertem Prozess in gleichbleibender Qualität mit nur geringen Schwankungen <input checked="" type="checkbox"/> in wechselnder Qualität <input type="checkbox"/> in unbekannter Qualität
Lagerungsdauer des Abfalls am Probenahmeort	ca. 7 Tage

Probenahme

Probenehmer: Institution, Tel., E-Mail, ...	SDAG STO TRÖFACH / IAE UNILEIDEN
Datum der Probenahme:	14.6.2012
Anwesende Personen:	LAURA BENEDEK, KEVIN JONKE
Wurden Vergleichsproben entnommen?	<input type="checkbox"/> ja wenn ja, durch wen? <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> Handschaufel <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Probenbohrer <input type="checkbox"/> Probenstecher <input checked="" type="checkbox"/> Schöpfer <input type="checkbox"/> Baggerschaufel <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: milch Rohrventil
Art des Probengefäßes:	Gebindeart: Flasche Gebindematerial: KUNSTSTOFF Gebindevolumen: 1/2 LITER Art des Verschlusses: KUNSTSTOFF-DREHVERSCHLUSS Sonstiges: /
Angaben zum Probentransport	<input type="checkbox"/> gekühlt <input checked="" type="checkbox"/> ungekühlt

Beschreibung und Charakteristik der Einzelproben bzw. qualifizierten Stichproben
(je qualifizierter Stichprobe oder Einzelprobe ist eine Spalte auszufüllen)

1. Probenbezeichnung:	2. Probenbezeichnung:	... Probenbezeichnung:	n. Probenbezeichnung:
<i>Emusplit</i>	<i>Emusplit</i>	<i>Emusplit</i>	<i>Emusplit</i>
räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: <i>Rohr zw. Loperbehälter öch. Abwässer u. chem. Behandlung</i>	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: <i>-/-</i>	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: <i>-/-</i>	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: <i>-/-</i>
Tiefenstufe: <i>/</i>	Tiefenstufe: <i>/</i>	Tiefenstufe: <i>/</i>	Tiefenstufe: <i>/</i>
<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben
Menge: <i>1/2</i> kg	Menge: <i>1/2</i> kg	Menge: <i>1/2</i> kg	Menge: <i>1/2</i> kg
Farbe: <i>bräunlich</i>	Farbe: <i>bräunlich</i>	Farbe: <i>bräunlich</i>	Farbe: <i>bräunlich</i>
Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
nach: <i>öl</i>	nach: <i>öl</i>	nach: <i>öl</i>	nach: <i>öl</i>
Konsistenz: <i>flüchtig</i>	Konsistenz: <i>flüchtig</i>	Konsistenz: <i>flüchtig</i>	Konsistenz: <i>flüchtig</i>
homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm	Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm	Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm	Korngröße: <i>/</i> von cm bis cm

Seite 12
 ÖNORM S 2123-4

Voruntersuchungen und Beobachtungen

<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung
<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen
<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:	<input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:
Bemerkungen (zB Feststellung von vermuteten Kontaminationen):			
/	/	/	/

Beschreibung der Herstellung der Sammelprobe bzw. der Feldprobe

Angabe aus welchen qualifizierten Stichproben in welcher Art die Sammelprobe(n) und Feldproben(n) hergestellt wurden;
 Probenbezeichnung der Sammelprobe bzw. Feldprobe.

/

Datum und Unterschrift des Probenehmers:

14.6.2012 Laura Benedek

Anhang A (normativ): Probenahmeprotokoll

Protokoll zur Probenahme von Abfällen

Prot. Nr.:

Projektbezeichnung:

/	DIPLOMARBEIT - LAURA BENEDEK
---	------------------------------

Vorerhebungen:

Auftraggeber:	/
Abfallbesitzer:	
Abfallbesitzernummer:	
Ansprechpartner:	/

Informationen über Art und Herkunft des Abfalls

Abfallart heterogene Zusammensetzung	Abfallcode/Schlüsselnummer: Bezeichnung: Zusatzbemerkung: /
Ort der Probenahme (zB Adresse, Fahrzeug)	SDAG - ST0 TROFALACH
Geschichte des Abfalls – Herkunft bzw. kurze Beschreibung des Produktionsprozesses, bei dem der Abfall anfällt, kurze Angaben zu den vermuteten Verunreinigungen keine Angaben, da heterogene Zusammensetzung	
Homogenität	<input type="checkbox"/> ja Begründung gemäß Abschnitt 5.2 <input checked="" type="checkbox"/> nein

Seite 10
ÖNORM S 2123-4

Gibt es Hinweise auf das Vorhandensein relevanter Mengen von Stoffen der Liste gefährlicher Inhaltsstoffe (gemäß Anhang II zur Richtlinie 91/689/EWG, zB aufgrund von in der Produktion verwendeten Stoffen) oder das Zutreffen von gefahrenrelevanten Eigenschaften (Anhang III zur Richtlinie 91/689/EWG)?	<input checked="" type="checkbox"/> ja welche? <i>Umweltgefährlich ASO</i> <input type="checkbox"/> nein
Abschätzung der Menge	<input checked="" type="checkbox"/> in m ³ Dichte kg/l <input type="checkbox"/> Schätzwert aus Tabelle <input type="checkbox"/> in t <input type="checkbox"/> Messwert
qualifizierte Stichproben gemäß Abschnitt 5	Anzahl: / Mindestmenge: /
Anfall erfolgt	<input type="checkbox"/> in definiertem Prozess in gleichbleibender Qualität mit nur geringen Schwankungen <input checked="" type="checkbox"/> in wechselnder Qualität <input type="checkbox"/> in unbekannter Qualität
Lagerungsdauer des Abfalls am Probenahmeort	<i>ca. 7 Tage (max.)</i>

Probenahme

Probenehmer: Institution, Tel., E-Mail, ...	<i>SDAG-JTO TRÖFAIACH / IAE UNICELEBEN</i>
Datum der Probenahme:	<i>14.6.2012</i>
Anwesende Personen:	<i>LAURA BENEDEK / KEVIN JONKE</i>
Wurden Vergleichsproben entnommen?	<input type="checkbox"/> ja wenn ja, durch wen? <input checked="" type="checkbox"/> nein
Art der Probenahme:	<input type="checkbox"/> Handschaufel <input type="checkbox"/> Spatel <input type="checkbox"/> Probenbohrer <input type="checkbox"/> Probenstecher <input type="checkbox"/> Schöpfer <input type="checkbox"/> Baggerschaufel <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: <i>VENTIL (ROHR)</i>
Art des Probengefäßes:	Gebindeart: <i>FLASCHE</i> Gebindematerial: <i>KUNSTSTOFF</i> Gebindevolumen: <i>12 LITER</i> Art des Verschlusses: <i>KUNSTSTOFF - DREHVERSCHLUSS</i> Sonstiges: <i>/</i>
Angaben zum Probentransport	<input type="checkbox"/> gekühlt <input checked="" type="checkbox"/> ungekühlt

Beschreibung und Charakteristik der Einzelproben bzw. qualifizierten Stichproben
(je qualifizierter Stichprobe oder Einzelprobe ist eine Spalte auszufüllen)

1. Probenbezeichnung:	2. Probenbezeichnung:	... Probenbezeichnung:	n. Probenbezeichnung:
DESTILLAT	DESTILLAT	DESTILLAT	DESTILLAT
räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: nach Verdampfer im Behälter	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: -11-	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: -11-	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze: -11-
Tiefenstufe: /	Tiefenstufe: /	Tiefenstufe: /	Tiefenstufe: /
<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben	<input checked="" type="checkbox"/> qualifizierte Stichprobe aus Stichproben
Menge: 1/2 kg	Menge: 1/2 kg	Menge: 1/2 kg	Menge: 1/2 kg
Farbe: transparent / farblos	Farbe: -11-	Farbe: -11-	Farbe: -11-
Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Geruch: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
nach: Ammoniak	nach: -11-	nach: -11-	nach: -11-
Konsistenz: flüchtig	Konsistenz: -11-	Konsistenz: -11-	Konsistenz: -11-
homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	homogen: <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Korngröße: / von cm bis cm	Korngröße: / von cm bis cm	Korngröße: / von cm bis cm	Korngröße: / von cm bis cm

Seite 12
 ÖNORM S 2123-4

Voruntersuchungen und Beobachtungen

<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung
<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen	<input checked="" type="checkbox"/> Reaktionen
<input type="checkbox"/> Sonstiges:	<input type="checkbox"/> Sonstiges:	<input type="checkbox"/> Sonstiges:	<input type="checkbox"/> Sonstiges:
Bemerkungen (zB Feststellung von vermuteten Kontaminationen):			
/	/	/	/

Beschreibung der Herstellung der Sammelprobe bzw. der Feldprobe

Angabe aus welchen qualifizierten Stichproben in welcher Art die Sammelprobe(n) und Feldproben(n) hergestellt wurden;
 Probenbezeichnung der Sammelprobe bzw. Feldprobe.

/

Datum und Unterschrift des Probennehmers:

14.6.2012 Laura Bendel

Übernahme Labor

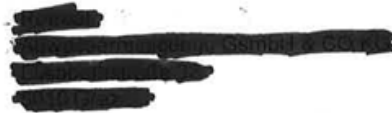


8793 Trofaiach, Jakob Dellacher-Gasse 8, Tel. 059 800-2118, Fax 059 800-2199, e-mail: m.schwarz@saubermacher.at

INTERNER PRÜFBERICHT A 12/1047

07.05.2012

AUFTRAGGEBER:



ANALYSENAUFTRAG: Bestimmung diverser Par:
 PROBEHAHME: Werner Steffanetti
 PROBENEINGANG: 25.04.2012
 AUFTRAGSNUMMER: A 12/1047
 LABOREINGANGSNUMMER: 123025
 PROBENBEZEICHNUNG: laut Befund
 PROBENANZAHL: 1
 SACHBEARBEITER(IN): Christina Weissenbacher
 DATUM DER FERTIGSTELLUNG: 30.04.2012

BEFUND

Tabelle 1: Ergebnis Gesamt

Probenbezeichnung: Sickerwasserkonzentrat

Parameter ENr: 123025/01	Prüfmethode	Dimension	Ergebnis
Chemischer Sauerstoffbedarf (C)	SB) DIN 38 409 - H 44		1440
Merckoquant: Nitrat	Keine Zuordnung		200
Merckoquant: Nitrit	Keine Zuordnung		50
Photometrisch: Ammonium (als NH ₄)	DIN 38 406 - E 5		253
pH-Wert	DIN 38 404 - C 5		8

Mario Schwarz

Kevin Jonke

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

—— Vorgegebene Probedaten

Probenname:	A 12/0271 121690/02	Verdünnungsmaterial	kein
Beschreibung:	Emulsior	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tq15606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probendrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	03.02.2012
Status der Probe:	A A A X X X	Auswertungsdatum:	03.02.2012

—— Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	0,0479 %	0,0017 %
15	P	Phosphor	0,0537 %	0,0011 %
16	S	Schwefel	0,4280 %	0,0014 %
17	Cl	Chlor	0,02039 %	0,00022 %
19	K	Kalium	0,01288 %	0,00041 %
20	Ca	Calcium	1,248 %	0,003 %
22	Ti	Titan	13,1 ppm	0,8 ppm
23	V	Vanadium	7,4 ppm	0,8 ppm
24	Cr	Chrom	73,2 ppm	3,1 ppm
25	Mn	Mangan	20,4 ppm	1,8 ppm
26	Fe	Eisen	4385 ppm	11 ppm
27	Co	Kobalt	< 6,1 ppm	(2,3) ppm
28	Ni	Nickel	5,9 ppm	0,5 ppm
29	Cu	Kupfer	235,8 ppm	1,5 ppm
30	Zn	Zink	354,7 mg/kg	1,5 mg/kg
33	As	Arsen	< 0,4 ppm	(0,2) ppm
35	Br	Brom	0,00010 %	0,00001 %
42	Mo	Molybdän	< 34 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 6,0 ppm	(4,1) ppm
48	Cd	Cadmium	< 6,5 ppm	(2,4) ppm
50	Sn	Zinn	34,3 ppm	2,8 ppm
51	Sb	Antimon	20,0 ppm	2,7 ppm
52	Te	Tellur	39,4 ppm	3,7 ppm
53	I	Iod	< 27 ppm	(20) ppm
56	Ba	Barium	< 88 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	0,9 ppm	0,3 ppm
81	Tl	Thallium	0,6 ppm	0,3 ppm
82	Pb	Blei	1,5 ppm	0,4 ppm
83	Bi	Bismut	0,9 ppm	0,2 ppm

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

Vorgegebene Probandaten

Probenname:	A 12/0301 121727/01	Verdünnungsmaterial:	kein
Beschreibung:	Emu	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tql5606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probendrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	07.02.2012
Status der Probe:	AAAXXX	Auswertungsdatum:	07.02.2012

Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	0,0884 %	0,0026 %
15	P	Phosphor	0,0737 %	0,0014 %
16	S	Schwefel	0,1602 %	0,0011 %
17	Cl	Chlor	0,3170 %	0,0010 %
19	K	Kalium	0,01403 %	0,00056 %
20	Ca	Calcium	0,06856 %	0,00084 %
22	Ti	Titan	46,6 ppm	1,3 ppm
23	V	Vanadium	< 3,1 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	9,7 ppm	1,6 ppm
25	Mn	Mangan	8,7 ppm	1,2 ppm
26	Fe	Eisen	157,3 ppm	2,2 ppm
27	Co	Kobalt	3,4 ppm	0,7 ppm
28	Ni	Nickel	8,1 ppm	0,5 ppm
29	Cu	Kupfer	3,9 ppm	0,4 ppm
30	Zn	Zink	18,1 mg/kg	0,4 mg/kg
33	As	Arsen	< 0,4 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	0,00093 %	0,00002 %
42	Mo	Molybdän	< 31 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 6,3 ppm	(0,0) ppm
48	Cd	Cadmium	< 6,2 ppm	(4,8) ppm
50	Sn	Zinn	25,7 ppm	2,6 ppm
51	Sb	Antimon	11,2 ppm	2,4 ppm
52	Te	Tellur	21,8 ppm	3,3 ppm
53	I	Iod	< 25 ppm	(23) ppm
56	Ba	Barium	< 84 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	0,8 ppm	0,3 ppm
81	Tl	Thallium	0,5 ppm	0,3 ppm
82	Pb	Blei	2,9 ppm	0,3 ppm
83	Bi	Bismut	0,9 ppm	0,2 ppm

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

Vorgegebene Probendaten

Probenname:	121346/01 A12/0045	Verdünnungsmaterial:	kein
Beschreibung:	Lauge	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probendrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	04.01.2012
Status der Probe:	A A A X X X	Auswertungsdatum:	04.01.2012

Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	0,3390 %	0,0042 %
15	P	Phosphor	0,1771 %	0,0016 %
16	S	Schwefel	0,02275 %	0,00045 %
17	Cl	Chlor	0,01455 %	0,00021 %
19	K	Kalium	0,01292 %	0,00040 %
20	Ca	Calcium	0,8143 %	0,0027 %
22	Ti	Titan	69,4 ppm	1,7 ppm
23	V	Vanadium	< 3,3 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	74,8 ppm	3,2 ppm
25	Mn	Mangan	51,0 ppm	2,2 ppm
26	Fe	Eisen	1758 ppm	7 ppm
27	Co	Kobalt	< 4,2 ppm	(3,1) ppm
28	Ni	Nickel	14,5 ppm	0,6 ppm
29	Cu	Kupfer	210,6 ppm	1,4 ppm
30	Zn	Zink	325,4 mg/kg	1,4 mg/kg
33	As	Arsen	< 0,5 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	0,00004 %	0,00001 %
42	Mo	Molybdän	< 33 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 6,4 ppm	(0,0) ppm
48	Cd	Cadmium	< 6,3 ppm	(4,9) ppm
50	Sn	Zinn	30,4 ppm	2,8 ppm
51	Sb	Antimon	18,8 ppm	2,6 ppm
52	Te	Tellur	19,7 ppm	3,4 ppm
53	I	Iod	< 27 ppm	(20) ppm
56	Ba	Barium	< 85 ppm	(21) ppm
80	Hg	Quecksilber	< 0,7 ppm	(0,3) ppm
81	Tl	Thallium	0,6 ppm	0,3 ppm
82	Pb	Blei	5,3 ppm	0,4 ppm
83	Bi	Bismut	1,5 ppm	0,2 ppm

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

—— Vorgegebene Probendaten

Probenname:	A 12/0997 122960/02	Verdünnungsmaterial:	kein
Beschreibung:	Laugen	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tq15606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probedrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	26.04.2012
Status der Probe:	A A A X X X	Auswertungsdatum:	26.04.2012

—— Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	0,0857 %	0,0028 %
15	P	Phosphor	0,2552 %	0,0023 %
16	S	Schwefel	0,06885 %	0,00087 %
17	Cl	Chlor	0,1726 %	0,0008 %
19	K	Kalium	0,05694 %	0,00096 %
20	Ca	Calcium	0,01033 %	0,00042 %
22	Ti	Titan	< 2,4 ppm	(0,0) ppm
23	V	Vanadium	< 3,1 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	12,8 ppm	2,0 ppm
25	Mn	Mangan	< 4,8 ppm	(1,3) ppm
26	Fe	Eisen	76,4 ppm	1,7 ppm
27	Co	Kobalt	5,0 ppm	0,8 ppm
28	Ni	Nickel	182,3 ppm	1,6 ppm
29	Cu	Kupfer	58,9 ppm	0,8 ppm
30	Zn	Zink	9,3 mg/kg	0,4 mg/kg
33	As	Arsen	< 0,5 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	0,00071 %	0,00002 %
42	Mo	Molybdän	< 31 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 5,4 ppm	(4,4) ppm
48	Cd	Cadmium	< 5,6 ppm	(5,0) ppm
50	Sn	Zinn	19,4 ppm	2,1 ppm
51	Sb	Antimon	16,2 ppm	2,2 ppm
52	Te	Tellur	21,4 ppm	2,9 ppm
53	I	Iod	24,0 ppm	4,9 ppm
56	Ba	Barium	< 79 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	< 1,0 ppm	(0,0) ppm
81	Tl	Thallium	< 0,8 ppm	(0,0) ppm
82	Pb	Blei	2,7 ppm	1,0 ppm
83	Bi	Bismut	4,4 ppm	0,3 ppm

Übernahme Labor

8793 Trofaiach, Jakob Dellacher-Gasse 8; Tel. 059 800-2118; Fax 059 800-2199; e-mail: m.schwarz@saubermacher.at

INTERNER PRÜFBERICHT A 12/0810

07.05.2012

AUFTRAGGEBER:

[REDACTED]
 [REDACTED]
 [REDACTED]

ANALYSENAUFTRAG: Bestimmung diverser Parameter
 PROBENAHEME: Werner Steffanetti
 PROBENEINGANG: 04.04.2012
 AUFTRAGSNUMMER: A 12/0810
 LABOREINGANGSNUMMER: 122548
 PROBENBEZEICHNUNG: laut Befund
 PROBENANZAHL: 1
 SACHBEARBEITER(IN): Kevin Jonke
 DATUM DER FERTIGSTELLUNG: 05.04.2012

BEFUND

Tabelle 1: Ergebnis Gesamt

Probenbezeichnung: Farbschlamm-Wassergemisch

Parameter ENr: 122548/01	Prüfmethode	Dimension	Ergebnis
Merckoquant: Nitrat	Keine Zuordnung	mg/l	< 10
Merckoquant: Nitrit	Keine Zuordnung	mg/l	< 5
pH-Wert	DIN 38 404 - C 5	-	7

Mario Schwarz

Kevin Jonke

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

—— Vorgegebene Probendaten

Probenname:	A 12/0996 122959/02	Verdünnungsmaterial:	kein
Beschreibung:	Lackwasser	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tql5606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Proberdrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	26.04.2012
Status der Probe:	AAAXXX	Auswertungsdatum:	26.04.2012

—— Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	0,3341 %	0,0048 %
15	P	Phosphor	0,02155 %	0,00075 %
16	S	Schwefel	0,07065 %	0,00077 %
17	Cl	Chlor	0,00815 %	0,00016 %
19	K	Kalium	0,03282 %	0,00075 %
20	Ca	Calcium	0,00848 %	0,00046 %
22	Ti	Titan	< 1,9 ppm	(0,0) ppm
23	V	Vanadium	< 2,8 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	8,8 ppm	1,6 ppm
25	Mn	Mangan	< 4,3 ppm	(0,0) ppm
26	Fe	Eisen	19,1 ppm	0,8 ppm
27	Co	Kobalt	< 1,8 ppm	(1,0) ppm
28	Ni	Nickel	14,1 ppm	0,6 ppm
29	Cu	Kupfer	8,2 ppm	0,4 ppm
30	Zn	Zink	4,0 mg/kg	0,3 mg/kg
33	As	Arsen	< 0,4 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	< 0,00003 %	(0,00002) %
42	Mo	Molybdän	< 29 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 5,9 ppm	(0,0) ppm
48	Cd	Cadmium	< 6,2 ppm	(2,3) ppm
50	Sn	Zinn	15,2 ppm	2,1 ppm
51	Sb	Antimon	161,1 ppm	3,0 ppm
52	Te	Tellur	< 15 ppm	(13) ppm
53	I	Iod	< 24 ppm	(17) ppm
56	Ba	Barium	< 79 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	0,7 ppm	0,3 ppm
81	Tl	Thallium	1,1 ppm	0,2 ppm
82	Pb	Blei	1,3 ppm	0,3 ppm
83	Bi	Bismut	0,7 ppm	0,2 ppm

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

Vorgegebene Probandaten

Probenname:	A12/0180 121551/01	Verdünnungsmaterial:	kein
Beschreibung:	Säure	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tq156Cu11	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probedrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	24.01.2012
Status der Probe:	A A A X X X	Auswertungsdatum:	24.01.2012

Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	< 0,0021 %	(0,0) %
15	P	Phosphor	< 0,0016 %	(0,0) %
16	S	Schwefel	0,0617 %	0,0013 %
17	Cl	Chlor	11,71 %	0,01 %
19	K	Kalium	< 0,0021 %	(0,0) %
20	Ca	Calcium	0,00307 %	0,00038 %
22	Ti	Titan	13,4 ppm	1,3 ppm
23	V	Vanadium	< 9,2 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	80,5 ppm	6,5 ppm
25	Mn	Mangan	< 15 ppm	(6,0) ppm
26	Fe	Eisen	365,2 ppm	5,8 ppm
27	Co	Kobalt	< 11 ppm	(0,0) ppm
28	Ni	Nickel	43940 ppm	50 ppm
29	Cu	Kupfer	67,3 ppm	4,2 ppm
30	Zn	Zink	< 3,4 mg/kg	(0,0) mg/kg
33	As	Arsen	< 1,0 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	0,00081 %	0,00003 %
42	Mo	Molybdän	< 60 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 8,7 ppm	(4,9) ppm
48	Cd	Cadmium	< 8,6 ppm	(6,5) ppm
50	Sn	Zinn	55,9 ppm	3,7 ppm
51	Sb	Antimon	18,3 ppm	3,0 ppm
52	Te	Tellur	28,4 ppm	4,1 ppm
53	I	Iod	< 31 ppm	(15) ppm
56	Ba	Barium	< 100 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	1,4 ppm	0,6 ppm
81	Tl	Thallium	1,5 ppm	0,6 ppm
82	Pb	Blei	6,2 ppm	0,8 ppm
83	Bi	Bismut	1,0 ppm	0,5 ppm

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

Vorgegebene Probandaten

Probenname:	A 12/0348 121804/01	Verdünnungsmaterial:	kein
Beschreibung:	Säure	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tqk5606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probendrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (powder)	Eingangsdatum:	14.02.2012
Status der Probe:	A A A X X X	Auswertungsdatum:	14.02.2012

Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
13	Al	Aluminium	< 17 ppm	(0,0) ppm
14	Si	Silicium	0,0280 %	0,0018 %
15	P	Phosphor	0,01320 %	0,00076 %
16	S	Schwefel	0,02612 %	0,00037 %
17	Cl	Chlor	< 0,00019 %	(0,0) %
19	K	Kalium	< 0,0014 %	(0,0) %
20	Ca	Calcium	0,2533 %	0,0016 %
22	Ti	Titan	113,6 ppm	2,3 ppm
23	V	Vanadium	< 2,8 ppm	(1,3) ppm
24	Cr	Chrom	2997 ppm	13 ppm
25	Mn	Mangan	56,2 ppm	4,3 ppm
26	Fe	Eisen	11620 ppm	20 ppm
27	Co	Kobalt	628,3 ppm	5,0 ppm
28	Ni	Nickel	4174 ppm	9 ppm
29	Cu	Kupfer	93,7 ppm	1,5 ppm
30	Zn	Zink	2,0 ppm	0,3 ppm
33	As	Arsen	< 0,4 ppm	(0,0) ppm
34	Se	Selen	< 0,4 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	< 0,3 ppm	(0,2) ppm
47	Ag	Silber	< 4,2 ppm	(0,0) ppm
48	Cd	Cadmium	< 6,1 ppm	(3,6) ppm
50	Sn	Zinn	39,1 ppm	1,7 ppm
51	Sb	Antimon	< 7,2 ppm	(6,3) ppm
53	I	Iod	< 23 ppm	(0,0) ppm
56	Ba	Barium	< 54 ppm	(37) ppm
74	W	Wolfram	< 13 ppm	(4,2) ppm
80	Hg	Quecksilber	0,4 ppm	0,3 ppm
81	Tl	Thallium	< 0,7 ppm	(0,0) ppm
82	Pb	Blei	1,6 ppm	0,3 ppm
83	Bi	Bismut	0,6 ppm	0,2 ppm

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

Vorgegebene Probendaten

Probenname:	A 12/0620 122239/01	Verdünnungsmaterial:	kein
Beschreibung:	Säure 	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tq156u011	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probendrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	21.03.2012
Status der Probe:	AAAXXX	Auswertungsdatum:	21.03.2012

Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	< 0,0041 %	(0,0) %
15	P	Phosphor	< 0,0036 %	(0,0) %
16	S	Schwefel	< 0,0032 %	(0,0) %
17	Cl	Chlor	36,02 %	0,04 %
19	K	Kalium	0,0071 %	0,0029 %
20	Ca	Calcium	0,1482 %	0,0038 %
22	Ti	Titan	< 27 ppm	(0,0) ppm
23	V	Vanadium	< 22 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	172 ppm	19 ppm
25	Mn	Mangan	1079 ppm	24 ppm
26	Fe	Eisen	172000 ppm	200 ppm
27	Co	Kobalt	< 96 ppm	(0,0) ppm
28	Ni	Nickel	67,3 ppm	5,5 ppm
29	Cu	Kupfer	265,0 ppm	5,6 ppm
30	Zn	Zink	6654 mg/kg	22 mg/kg
33	As	Arsen	< 4,8 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	0,00108 %	0,00007 %
42	Mo	Molybdän	< 120 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 16 ppm	(9,0) ppm
48	Cd	Cadmium	14,9 ppm	3,2 ppm
50	Sn	Zinn	117,7 ppm	6,9 ppm
51	Sb	Antimon	30,3 ppm	5,7 ppm
52	Te	Tellur	36,3 ppm	6,6 ppm
53	I	Iod	< 57 ppm	(23) ppm
56	Ba	Barium	< 160 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	< 4,2 ppm	(0,0) ppm
81	Tl	Thallium	7,3 ppm	1,5 ppm
82	Pb	Blei	133,2 ppm	3,5 ppm
83	Bi	Bismut	< 3,7 ppm	(1,4) ppm

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

—— Vorgegebene Probendaten

Probenname:	A 12/0996 122959/01	Verdünnungsmaterial	kein
Beschreibung:	Säure	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tql5606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probendrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	26.04.2012
Status der Probe:	AAAXXX	Auswertungsdatum:	26.04.2012

—— Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	0,0351 %	0,0021 %
15	P	Phosphor	0,01158 %	0,00095 %
16	S	Schwefel	1,291 %	0,004 %
17	Cl	Chlor	0,07831 %	0,00075 %
19	K	Kalium	0,0124 %	0,0010 %
20	Ca	Calcium	0,00907 %	0,00056 %
22	Ti	Titan	< 4,4 ppm	(0,0) ppm
23	V	Vanadium	< 5,7 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	65,9 ppm	4,9 ppm
25	Mn	Mangan	< 9,0 ppm	(0,0) ppm
26	Fe	Eisen	49,6 ppm	2,2 ppm
27	Co	Kobalt	4,3 ppm	1,4 ppm
28	Ni	Nickel	4793 ppm	12 ppm
29	Cu	Kupfer	3188 ppm	8 ppm
30	Zn	Zink	34,7 mg/kg	1,1 mg/kg
33	As	Arsen	< 0,7 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	0,00006 %	0,00002 %
42	Mo	Molybdän	< 41 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 6,8 ppm	(2,7) ppm
48	Cd	Cadmium	< 7,2 ppm	(0,0) ppm
50	Sn	Zinn	14,3 ppm	2,0 ppm
51	Sb	Antimon	9,7 ppm	2,2 ppm
52	Te	Tellur	< 15 ppm	(12) ppm
53	I	Iod	21,6 ppm	5,1 ppm
56	Ba	Barium	< 77 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	2,2 ppm	0,5 ppm
81	Tl	Thallium	2,3 ppm	0,5 ppm
82	Pb	Blei	5,5 ppm	0,7 ppm
83	Bi	Bismut	2,3 ppm	0,4 ppm

Übernahme Labor



8793 Trofaiach, Jakob Dellacher-Gasse 8; Tel. 059 800-2118; Fax 059 800-2199; e-mail: m.schwarz@saubermacher.at

INTERNER PRÜFBERICHT A 12/0873

07.05.2012

AUFTRAGGEBER:



ANALYSENAUFTRAG: Bestimmung diverser Parameter
 PROBENAHLME: Germuth
 PROBENEINGANG: 11.04.2012
 AUFTRAGSNUMMER: A 12/0873
 LABOREINGANGSNUMMER: 122670
 PROBENBEZEICHNUNG: laut Befund
 PROBENANZAHL: 1
 SACHBEARBEITER(IN): Mario Schwarz
 DATUM DER FERTIGSTELLUNG: 13.04.2012

BEFUND

Tabelle 1: Ergebnis Gesamt

Probenbezeichnung: Säure

Parameter ENr: 122670/01	Prüfmethode	Dimension	Ergebnis
Merckoquant: Nitrat	Keine Zuordnung	mg/l	85000
Merckoquant: Nitrit	Keine Zuordnung	mg/l	3600
pH-Wert	DIN 38 404 - C 5	-	1

Mario Schwarz

Kevin Jonke

Übernahme Labor

8793 Trofaiach, Jakob Dellecher-Gasse 8, Tel. 059 800-2118, Fax 059 800-2199, e-mail: m.schwarz@saubermacher.at



INTERNER PRÜFBERICHT A 10/2728

05.04.2011

AUFTRAGGEBER:

[REDACTED]

ANALYSENAUFTRAG:

Bestimmung diverser Parameter

PROBENAHEME:

Kevin Jonke

PROBENEINGANG:

22.11.2010

AUFTRAGSNUMMER:

A 10/2728

LABOREINGANGSNUMMER:

114539

PROBENBEZEICHNUNG:

laut Befund

PROBENANZAHL:

1

SACHBEARBEITER(IN):

Christina Weissenbacher

DATUM DER FERTIGSTELLUNG:

23.11.2010

BEFUND

Tabelle 1: Ergebnis Gesamt

Probenbezeichnung: sonst. wässr. Konzentrate

Parameter ENr: 114539/01	Prüfmethode	Dimension	Ergebnis
CSB - homogenisiert	ÖNORM M 6265	mg/l	85000
EDRFA:	DIN 51 418 Teil 2	%	
EDRFA: Blei (als Pb)	DIN 51 418 Teil 2	mg/kg OS	< 100
EDRFA: Chlor (Cl)	DIN 51 418 Teil 2	Masse%	0,27
EDRFA: Chrom (als Cr)	DIN 51 418 Teil 2	mg/kg OS	< 100
EDRFA: Eisen (als Fe)	DIN 51 418 Teil 2	mg/kg OS	< 100
EDRFA: Kupfer (als Cu)	DIN 51 418 Teil 2	mg/kg OS	< 100
EDRFA: Schwefel (S)	DIN 51 418 Teil 2	Masse%	< 0,1
EDRFA: Zink (als Zn)	DIN 51 418 Teil 2	mg/kg OS	< 100
Merckoquant: Nitrat	Keine Zuordnung	mg/l	< 10
Merckoquant: Nitrit	Keine Zuordnung	mg/l	< 5
Photometrisch: Ammonium (als NH ₄)	DIN 38 405 - E 5	mg/l	3500
pH-Wert	DIN 38 404 - C 5	-	6
Sedimente	DIN 51 793	%	10
Trockensubstanz	DIN EN 12880	%	7,68
Wassergehalt (nach Karl Fischer)	DIN 51 777 Teil 1	%	95

Mario Schwarz

Kevin Jonke

Hinweis: Das Prüfergebnis bezieht sich ausschließlich auf das untersuchte Prüfgut. Ohne unser schriftliches Einverständnis darf dieser Analysenbericht nicht auszugsweise sondern nur vollinhaltlich vervielfältigt oder veröffentlicht werden.

SPECTRO X-LAB

Auftragsnummer: Proben 2012

Vorgegebene Probendaten

Probenname:	A 12/0271 121690/03	Verdünnungsmaterial	kein
Beschreibung:	s.w.K.	Probenmasse (g):	4,0000
Methode:	Tq15606n	Verdünnermasse (g):	0,0000
Auftragsnummer:	Proben 2012	Verdünnungsfaktor:	1,0000
Probenzustand:	Küvette, 25 mm	Probendrehung:	nein
Probenart:	Cuvette (liquid)	Eingangsdatum:	03.02.2012
Status der Probe:	AAAXXX	Auswertungsdatum:	03.02.2012

Ergebnisse

Der angegebene Fehler ist der statistische Fehler mit 1 sigma Vertrauensbereich.

Z	Symbol	Element	Konzentration	Abs. Fehler
14	Si	Silicium	0,0791 %	0,0029 %
15	P	Phosphor	0,0453 %	0,0011 %
16	S	Schwefel	0,02618 %	0,00058 %
17	Cl	Chlor	0,00653 %	0,00013 %
19	K	Kalium	0,02868 %	0,00082 %
20	Ca	Calcium	0,05603 %	0,00089 %
22	Ti	Titan	< 2,6 ppm	(0,0) ppm
23	V	Vanadium	< 3,7 ppm	(0,0) ppm
24	Cr	Chrom	15,9 ppm	2,3 ppm
25	Mn	Mangan	5,0 ppm	1,0 ppm
26	Fe	Eisen	196,2 ppm	2,7 ppm
27	Co	Kobalt	2,9 ppm	0,8 ppm
28	Ni	Nickel	5,5 ppm	0,5 ppm
29	Cu	Kupfer	23,6 ppm	0,6 ppm
30	Zn	Zink	268,3 mg/kg	1,5 mg/kg
33	As	Arsen	< 0,5 ppm	(0,0) ppm
35	Br	Brom	0,00004 %	0,00001 %
42	Mo	Molybdän	< 32 ppm	(0,0) ppm
47	Ag	Silber	< 6,3 ppm	(0,0) ppm
48	Cd	Cadmium	< 6,3 ppm	(2,5) ppm
50	Sn	Zinn	28,5 ppm	2,5 ppm
51	Sb	Antimon	15,3 ppm	2,3 ppm
52	Te	Tellur	21,3 ppm	3,1 ppm
53	I	Iod	< 24 ppm	(20) ppm
56	Ba	Barium	< 79 ppm	(0,0) ppm
80	Hg	Quecksilber	0,6 ppm	0,3 ppm
81	Tl	Thallium	1,3 ppm	0,3 ppm
82	Pb	Blei	2,3 ppm	0,4 ppm
83	Bi	Bismut	1,3 ppm	0,3 ppm

Übernahme Labor



8793 Trofaiach, Jakob Dellacher-Gasse 8; Tel. 059 800-2118; Fax 059 800-2199; e-mail: m.schwarz@saubermacher.at

INTERNER PRÜFBERICHT A 12/1027

07.05.2012

AUFTRAGGEBER:

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

ANALYSENAUFTRAG: Bestimmung diverser Parameter
 PROBENAHEME: Eugen Tropp
 PROBENEINGANG: 25.04.2012
 AUFTRAGSNUMMER: A 12/1027
 LABOREINGANGSNUMMER: 122993
 PROBENBEZEICHNUNG: laut Befund
 PROBENANZAHL: 1
 SACHBEARBEITER(IN): Mario Schwarz
 DATUM DER FERTIGSTELLUNG: 26.04.2012

BEFUND

Tabelle 1: Ergebnis Gesamt Probenbezeichnung sonst. wässr. Konzentrate

Parameter ENr: 122993/01	Prüfmethode	Dimension	Ergebnis
Merckoquant: Nitrat	Keine Zuordnung	mg/l	6500
Merckoquant: Nitrit	Keine Zuordnung	mg/l	1500
pH-Wert	DIN 38 404 - C 5	-	3

Mario Schwarz

Kevin Jonke



INSTITUT FÜR NACHHALTIGE ABFALLWIRTSCHAFT UND ENTSORGUNGSTECHNIK
Montanuniversität Leoben
Franz-Josef-Straße 18
A-8700 Leoben
iae.unileoben.ac.at

Prüfbericht

Probennummer: 0368-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: EDA 14.06.12
Eingegangen von: DI Sarc
Probenzustand: ungekühlte, schwarze Abwasserprobe in Kunststoffflasche
Bemerkung:

Probendatum: 14.06.2012
Probekonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probennahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	2,8	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	1,1	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	10	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	0,18	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	3,4	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	1,5	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

0368-12-00
27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	6,4	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	12	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	7,8	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	0,15	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	12	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	0,04	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	n.b.	mg/l	06.07.2012	0,05 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl ₂ gesamt	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Freies Chlor	Cl ₂ frei	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH ₄	1230	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38406-5-1:1983	
Nitrit, photometrisch	NO ₂	9,87	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Phenolindex	Phen	200	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38409-16:1984	
pH-Wert (Wasser)	pH	8,5		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	1820	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	1506	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Sulfid, leicht freisetzbar	SO ₂ lf	< 0,01	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Cyanide, gesamt	CN ges	0,014	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	0,01	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	25000	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	

0368-12-00
27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 2 von 3



INSTITUT FÜR NACHHALTIGE ABFALLWIRTSCHAFT UND ENTSORGUNGSTECHNIK
 Montanuniversität Leoben
 Franz-Josef-Straße 18
 iae.unileoben.ac.at
 A-8700 Leoben

Prüfbericht

Probennummer: 0372-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: EDA 21.06.12
Eingegangen von: Studentische Hilfskraft
Probenzustand: ungekühlte, schwarze Abwasserprobe in Glasflasche
Probendatum: 21.06.2012
Probenkonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probennahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	0,60	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	8,4	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	0,69	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	1,2	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	0,21	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	2,1	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	4,0	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

0372-12-00
 27.08.2012

Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	1,5	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	0,03	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	2,8	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	0,17	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	0,13	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	5,9	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	2,9	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	n.b.	mg/l	06.07.2012	0,025 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl ₂ gesamt	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Freies Chlor	Cl ₂ frei	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH ₄	651	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38406-5-1:1983	
Phenolindex	Phen	156	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38409-16:1984	
pH-Wert (Wasser)	pH	9,1		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	2770	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	698	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Nitrit, photometrisch	NO ₂	39,5	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Sulfid, leicht freisetzbar	S ₀₂ lf	< 0,01	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-27:1992	
Cyanide, gesamt	CN ges	0,4	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	0,005	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	24387	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

0372-12-00
 27.08.2012

Seite 2 von 3



Prüfbericht

Probennummer: 0370-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: Emuf UF 14.06.12
Eingegangen von: DI Sarc
Probenzustand: ungekühlte, schwarze Abwasserprobe in Kunststoffflasche
Bemerkung:

Probendatum: 14.06.2012
Probenkonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probennahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	5,5	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	10	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	0,08	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	5,6	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	2,7	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	55	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	3,9	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

0370-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	43	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	0,03	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	29	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	0,12	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	0,26	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	0,17	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	190	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	0,05	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	n.b.	mg/l	06.07.2012	0,05 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl2	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Freies Chlor	Cl2 frei	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH4	337	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38406-5-1:1983	
Phenolindex	Phen	322	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38409-16:1984	
pH-Wert (Wasser)	pH	7,0		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	9480	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	625	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Nitrit, photometrisch	NO2	8,14	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Sulfid, leicht freisetzbar	SO2 lf	0,16	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-27:1992	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	0,018	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	
Cyanide, gesamt	CN ges	0,15	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	8720	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	

0370-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 2 von 3



INSTITUT FÜR NACHHALTIGE ABFALLWIRTSCHAFT UND ENTSORGUNGSTECHNIK
 Montanuniversität Leoben
 Franz-Josef-Straße 18
 A-8700 Leoben

iae.unileoben.ac.at
 A-8700 Leoben

Prüfbericht

Probennummer: 0374-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: UF 21.06.12
Eingegangen von: Studentische Hilfskraft
Probenzustand: ungekühlte, schwarze Abwasserprobe in Glasflasche

Probendatum: 21.06.2012
Probenkonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probenahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	0,15	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	5,0	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	2,9	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	3,9	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	0,60	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	3,6	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	9,5	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

0374-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	4,0	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	0,07	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	3,7	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	0,39	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	0,03	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	0,35	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	25	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	6,7	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	n.b.	mg/l	06.07.2012	0,05 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl ₂ gesamt	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Freies Chlor	Cl ₂ frei	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH ₄	458	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38406-5-1:1983	
Phenolindex	Phen	155	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38409-16:1984	
pH-Wert (Wasser)	pH	6,8		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	3730	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	2790	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Nitrit, photometrisch	NO ₂	12,5	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Sulfid, leicht freisetzbar	S02 lf	< 0,01	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-27:1992	
Cyanide, gesamt	CN ges	0,14	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	0,015	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	15740	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	

0374-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 2 von 3



INSTITUT FÜR NACHHALTIGE ABFALLWIRTSCHAFT UND ENTSORGUNGSTECHNIK
 Montanuniversität Leoben
 Franz-Josef-Straße 18
 8700 Leoben
 iae.unileoben.ac.at
 A-8700 Leoben

Prüfbericht

Probennummer: 0369-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: Emusplit 14.06.12
Eingegangen von: DI Sarc
Probenzustand: ungekühlte, schwarze Abwasserprobe in Kunststoffflasche
Probendatum: 14.06.2012
Probenkonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probenahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	2,0	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	1,4	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	1,6	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	0,35	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	2,9	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	7,8	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen. Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	2,0	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	1,6	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	0,20	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	0,17	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	8,0	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	2,2	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	n.b.	mg/l	06.07.2012	0,05 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl ₂ gesamt	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Freies Chlor	Cl ₂ frei	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH ₄	132	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38406-5-1:1983	
Phenolindex	Phen	50,0	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38409-16:1984	
pH-Wert (Wasser)	pH	6,3		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	340	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	735	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Nitrit, photometrisch	NO ₂	594	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Sulfid, leicht freisetzbar	S02 lf	< 0,01	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-27:1992	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	806	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	
Cyanide, gesamt	CN ges	0,037	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	0,009	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen. Seite 2 von 3



INSTITUT FÜR NACHHALTIGE ABFALLWIRTSCHAFT UND ENTSORGUNGSTECHNIK
 Montanuniversität Leoben
 Franz-Josef-Straße 18
 A-8700 Leoben

iae.unileoben.ac.at
 A-8700 Leoben

Prüfbericht

Probennummer: 0373-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: Emusplit 21.06.12
Eingegangen von: Studentische Hilfskraft
Probenzustand: ungekühlte, schwarze Abwasserprobe in Glasflasche
Bemerkung:

Probendatum: 21.06.2012
Probenkonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probennahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	0,03	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	1,5	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	0,73	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	1,4	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	0,48	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	1,6	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	6,5	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

0373-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	1,2	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	0,03	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 0,2	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	0,74	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	0,12	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	< 0,02	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	0,06	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	4,3	mg/l	09.07.2012	0,2 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	3,1	mg/l	09.07.2012	0,02 mg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	n.b.	mg/l	06.07.2012	0,05 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl2	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
	gesamt						
Freies Chlor	Cl2 frei	n.b.	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH4	259	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38406-5-1:1983	
Phenolindex	Phen	68,0	mg/l	27.08.2012	-	DIN 38409-16:1984	
pH-Wert (Wasser)	pH	8,0		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	425	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	624	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Nitrit, photometrisch	NO2	3,67	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Sulfid, leicht freisetzbar	S02 lf	< 0,01	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-27:1992	
Cyanide, gesamt	CN ges	2,64	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	0,01	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	2179	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	

0373-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 2 von 3



Prüfbericht

Probennummer: 0367-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: Destillat 14.06.12
Eingegangen von: DI Sarc
Probenzustand: ungekühlte, farblose Destillatprobe im Kunststoffflasche

Probendatum: 14.06.2012
Probenkonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probennahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 10	µg/l	05.07.2012	10 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	3,6	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	13	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	2,4	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	1,8	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	10	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	1,3	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

0367-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	3,8	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 10	µg/l	05.07.2012	10 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	9,8	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	66	µg/l	05.07.2012	10 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	< 0,025	mg/l	06.07.2012	0,025 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl ₂ gesamt	6,61	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Freies Chlor	Cl ₂ frei	3,30	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH ₄	0,13	mg/l	06.07.2012	0,05 mg/l	DIN 38406-5-1:1983	
Nitrit, photometrisch	NO ₂	0,12	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	88	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	50	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Phenolindex	Phen	19,0	mg/l	20.07.2012	0,02 mg/l	DIN 38409-16:1984	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	80,2	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	
pH-Wert (Wasser)	pH	10,0		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Sulfid, leicht freisetzbar	S ₀₂ lf	< 0,01	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-27:1992	
Cyanide, gesamt	CN ges	< 0,005	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	< 0,005	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	

0367-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 2 von 3



Prüfbericht

Probennummer: 0371-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: Destillat 21.06.12
Eingegangen von: Studentische Hilfskraft
Probenzustand: ungekühlte, farblose Destillatprobe in Glasflasche
Bemerkung:

Probendatum: 21.06.2012
Probenkonservierung: Probenlagerung im Kühlschrank bei 3-5 °C
Probenahme: durch Kunden
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Antimon	Sb	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Arsen	As	< 10	µg/l	05.07.2012	10 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Barium	Ba	5,2	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Blei	Pb	4,1	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cadmium	Cd	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom, gesamt	Cr	1,9	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Cobalt	Co	1,6	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Kupfer	Cu	6,9	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Molybdän	Mo	2,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	

0371-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 1 von 3

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Nickel	Ni	2,2	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Quecksilber	Hg	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Selen	Se	< 10	µg/l	05.07.2012	10 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Silber	Ag	104	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Thallium	Tl	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Vanadium	V	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Bismut	Bi	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zinn	Sn	< 1,0	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Zink	Zn	25	µg/l	05.07.2012	10 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Wolfram	W	1,5	µg/l	05.07.2012	1 µg/l	ÖNORM EN ISO 17294-2:2005	
Chrom-VI	Cr-VI	< 0,025	mg/l	06.07.2012	0,025 mg/l	DIN 38405-24:1987	
Gesamtchlor	Cl ₂ gesamt	< 2	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Freies Chlor	Cl ₂ frei	< 2	mg/l	27.08.2012	2 mg/l	DIN EN ISO 7393-1:2000	
Ammonium	NH ₄	0,64	mg/l	06.07.2012	0,05 mg/l	DIN 38406-5-1:1983	
Phenolindex	Phen	32,0	mg/l	20.07.2012	0,02 mg/l	DIN 38409-16:1984	
pH-Wert (Wasser)	pH	10,1		02.07.2012	-	DIN 38404-5:2009	
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene	AOX	537	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN EN ISO 9562:2005	
Ausblasbare organisch gebundene Halogene	POX	18	µg/l	17.07.2012	10 µg/l	DIN 38409-25:1989 (Anlehnung)	
Cyanide, gesamt	CN ges	< 0,005	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-1-3:1981	
Cyanide, leicht freisetzbar	CN lf	< 0,005	mg/l	17.07.2012	0,005 mg/l	DIN 38405-13-2-3:1981	
Nitrit, photometrisch	NO ₂	0,1	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN EN 26777-10:1993	
Sulfid, leicht freisetzbar	SO ₂ lf	< 0,01	mg/l	17.07.2012	0,01 mg/l	DIN 38405-27:1992	
Summe der flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und Xylole	BTEX	1448,6	µg/l	17.07.2012	-	DIN 38407-9:1991	

0371-12-00
 27.08.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 2 von 3



INSTITUT FÜR NACHHALTIGE ABFALLWIRTSCHAFT UND ENTSORGUNGSTECHNIK
 Montanuniversität Leoben
 Franz-Josef-Straße 18
 A-8700 Leoben

iae.unileoben.ac.at
 A-8700 Leoben

Prüfbericht

Probennummer: 0537-12-00
Auftraggeber: Montanuniversität Leoben
 Inst. für nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik
 Franz-Josef-Straße 18 8700 Leoben
Kundenbezeichnung: Kondensat Anlage Trofaiach; 02.10.2012
Eingegangen von: DI Sarc
Probenzustand: ungekühlte, farblose Kondensatprobe in einer Glasflasche
Bemerkung:

Probendatum: 02.10.2012
Probenkonservierung: keine
Probennahme: durch Kundem
Probenvorbereitung: keine
Probenaufbereitung: keine
Beurteilung nach: keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	5060	mg O ₂ /l	03.10.2012	15 mg/l	DIN 38409-41:1980	
Sulfat	SO ₄	1,10	mg/l	03.10.2012	0,1 mg/l	DIN EN ISO 10304-1:2009	

Bemerkungen:

Univ.Prof.Dr.-Ing. Karl E. Lorber
 Laborleiter

Carina Tauterer
 Qualitätsleiter und Laborleiterstellvertreter

0537-12-00
 03.10.2012

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Seite 1 von 1