





# I. Inhaltsverzeichnis

|      |   |        |
|------|---|--------|
| I.   | Inhaltsverzeichnis .....  | I      |
| II.  | Abbildungsverzeichnis.....  | III    |
| III. | Tabellenverzeichnis .....   | V      |
| IV.  | Abkürzungsverzeichnis.....  | VI     |
| V.   | Symbolverzeichnis.....  | VII    |
| 1    | Einleitung und Aufgabenstellung.....  | - 1 -  |
| 2    | Unternehmen .....   | - 2 -  |
| 2.1  | GEA Group AG.....   | - 2 -  |
| 2.2  | Hochwald Foods GmbH.....  | - 3 -  |
| 3    | Theoretische Grundlagen .....   | - 5 -  |
| 3.1  | Zusammensetzung der Milch.....  | - 5 -  |
| 3.2  | Einfluss der Temperatur auf die Bakterienvermehrung in der Milch.....           | - 6 -  |
| 3.3  | Prozesstechnik zur Milch -und Sahneverarbeitung.....                            | - 8 -  |
| 3.4  | Clean in Place Verfahren .....  | - 10 - |
| 3.5  | Messmethoden zur Probenanalyse.....   | - 12 - |
| 4    | Vorstellung des eingesetzten Rahmerhitzers.....                                 | - 16 - |
| 5    | Lösungsvorgehen.....  | - 18 - |
| 5.1  | Vorgehen bei der Entnahme am RE .....   | - 18 - |
| 5.2  | Untersuchung der Messmethode mit CSB-Kits .....                                 | - 21 - |
| 5.3  | Berechnung der Zeit zwischen Probeentnahmestelle 1 und 2 in der Reinigung ..... | - 23 - |
| 6    | Ergebnisse und Diskussion .....   | - 25 - |
| 6.1  | Ergebnisse zum Fett, Protein- und Laktosegehalt.....                            | - 25 - |
| 6.2  | Ergebnisse des CSB-Werts.....   | - 31 - |
| 7    | Zusammenfassung und Ausblick .....  | - 36 - |
| 8    | Literaturverzeichnis .....  | - 37 - |
|      | Eidesstattliche Erklärung.....  | - 39 - |
|      | Anhang .....  | 1      |
|      | Anhang A PID 2800 Rahmerhitzer .....  | 2      |
|      | Anhang B Auslegung Rahmerhitzer RE2801HE01 .....                                | 3      |
|      | Anhang C Sicherheitsdatenblatt Advantis 210 .....                               | 4      |
|      | Anhang D Machinery Test kit CSB Messung.....                                    | 6      |

## I Inhaltsverzeichnis

|          |                                |    |
|----------|--------------------------------|----|
| Anhang E | Messbereiche der CSB-Kits..... | 9  |
| Anhang F | Tabellen der Messwerte.....    | 10 |

## II. Abbildungsverzeichnis

|   |        |
|---|--------|
| Abbildung 1: Das GEA Headquarter in Düsseldorf. (GEA Group AG, 2022).....   | - 2 -  |
| Abbildung 2: Die Molkerei von Hochwald in Mechernich. (Hochwald Milch eG, 2021).....                                    | - 3 -  |
| Abbildung 3: Das Logo der Hochwald Milch eG. (Hochwald Milch eG, 2022).....   | - 3 -  |
| Abbildung 4: Produktpalette der Marke Bärenmarke. (Bärenmarke, 2022).....   | - 4 -  |
| Abbildung 5: Ein Glas frischer Kuhmilch. (Getty Images, 2022).....  | - 5 -  |
| Abbildung 6: Auswirkung der Temperatur auf die Vermehrung der Bakterien. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S. 56)-   | 7 -    |
| Abbildung 7: Einteilung der Bakterientypen nach der Temperatur. (Tetra Pak International S.A., 1995) (S. 50).....       | - 7 -  |
| Abbildung 8 links: Aufbau eines Separators. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.97).....                             | - 9 -  |
| Abbildung 9 rechts: Prinzip eines Homogenisators. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.116).....                      | - 9 -  |
| Abbildung 10: Darstellung einer Linie zur Produktion von „Kaffesahne“. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.211) .... | - 10 - |
| Abbildung 11: Darstellung des Sinner'schen Kreises. (TUNAP GmbH & Co. KG, 2022).....                                    | - 11 - |
| Abbildung 12 links: Nanocolor VIS II Fotometer von Machinery Nagel. (Eigene Aufnahme, 2022).....                        | - 12 - |
| Abbildung 13 rechts: Nanocolor Vario 4 Heizblock von Machinery Nagel. (Eigene Aufnahme, 2022).....                      | - 12 - |
| Abbildung 14: CSB-Kit 15000 und 10000 nach der Oxidation einer Probe. (Eigene Aufnahme, 2022).....                      | - 13 - |
| Abbildung 15: Messgerät Milkoscan FT3. (Foss GmbH, 2022).....   | - 13 - |
| Abbildung 16: Aufbau eines Michelson Interferometer. (Chemgapedia, 2022).....   | - 14 - |
| Abbildung 17: Spektrum mehrere Milchpulveranalysen mit FT-IR. (Nainggolan, 2022).....                                   | - 15 - |
| Abbildung 18: R&I Fließbild des Rahmerhitzers. ....   | - 16 - |
| Abbildung 19: Ausschnitt PID 2801 Rahmenerhitzer; Probeentnahmestelle 1. (aus Anhang A).....                            | - 18 - |
| Abbildung 20 links: Ventil RE2801 VA01 des Rahmerhitzers mit Auslauf zum Gully (gelb). (Eigene Aufnahme, 2022).-        | 19 -   |
| Abbildung 21 rechts: Probeentnahmeventil hinter dem Rahmerhitzer. (Eigene Aufnahme, 2022).....                          | - 19 - |
| Abbildung 22: Ausschnitt aus PID 2801; Zweite Probeentnahmestelle des Rahmenerhitzers. (aus Anhang A).....              | - 19 - |
| Abbildung 23: Verdünnungsreihe einer Rahmprobe aus dem Rohrahtank. (Eigene Aufnahme, 2022).....                         | - 21 - |
| Abbildung 24: Der Fettgehalt der Proben im Vorlauf. ....  | - 26 - |
| Abbildung 25: Der Fettgehalt der Proben im Rücklauf. ....   | - 27 - |
| Abbildung 26: Messkurve des Druck-, Temperatur -und Flowsensors der RE CIP vom 04.04.2022.....                          | - 28 - |
| Abbildung 27: Messkurve des Druck-, Temperatur -und Flowsensors der RE CIP vom 14.04.2022.....                          | - 29 - |
| Abbildung 28: Der Proteingehalt der Proben im Rücklauf.....   | - 30 - |
| Abbildung 29: Der Laktosegehalt der Proben im Rücklauf.....   | - 31 - |
| Abbildung 30: Probeentnahme von W6RL1-W6RL13. (Eigene Aufnahme, 2022).....  | - 32 - |
| Abbildung 31: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Vorlauf (Vorspülwasser Schritte).....                               | - 32 - |
| Abbildung 32: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Rücklauf (Vorspülwasser Schritte).....                              | - 33 - |
| Abbildung 33: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Vorlauf (Lauge Schritte).....                                       | - 33 - |

## II Abbildungsverzeichnis

|  |        |
|--|--------|
| Abbildung 34: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Rücklauf (Lauge Schritte) .....      | - 34 - |
| Abbildung 35: Probe W6RL24 im Vergleich zu Laugetank-Probe. (Eigene Aufnahme, 2022)..... | - 34 - |
| Abbildung 36: Rücklauf der CIP vom 28.03.2022 im Bereich [27 min/50,0 min].....          | - 35 - |

### III. Tabellenverzeichnis

|  |        |
|--|--------|
| Tabelle 1 Bestandteile der Milch im Durchschnitt und deren chemisch-physikalische Eigenschaften..... | - 6 -  |
| Tabelle 2: Praktische Verfahren zur Pasteurisierung von Milch, sowie UHT. ....                       | - 8 -  |
| Tabelle 3: Ausschnitt aus der Schrittkette CIP Kreis 7 zur Reinigung des RE2801.....                 | - 17 - |
| Tabelle 4: Messwerte und Standardabweichungen der CSB Methodenuntersuchung. ....                     | - 22 - |
| Tabelle 5: Volumen des Rahmerhitzers aus der Auslegung (siehe Anhang B) .....                        | - 23 - |
| Tabelle 6: Produzierte Menge Rahm vor der CIP.....   | - 25 - |

## IV. Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung    | Bedeutung                                      |
|--------------|--|
| <b>BA</b>    | Bachelorarbeit                                 |
| <b>CIP</b>   | Clean in Place                                 |
| <b>CSB</b>   | Chemischer Sauerstoffbedarf                    |
| <b>FTIR</b>  | Fourier-Transformation<br>Infrarotspektrometer |
| <b>HH</b>    | Heißhalterrohr                                 |
| <b>KBE</b>   | Kolonie bildende Einheit                       |
| <b>MaMi</b>  | Magermilch                                     |
| <b>RE</b>    | Rahmerhitzer                                   |
| <b>RL</b>    | Rücklauf                                       |
| <b>UHT</b>   | Ultrahocherhitzt                               |
| <b>verd.</b> | Verdünnt                                       |
| <b>Vf</b>    | Verdünnungsfaktor                              |
| <b>VL</b>    | Vorlauf  |
| <b>WR</b>    | Wärmerückgewinnung                             |
| <b>WT</b>    | Plattenwärmetauscher                           |

## V. Symbolverzeichnis

| Symbol    | Bedeutung                       |
|-----------|---------------------------------|
| <b>n</b>  | Anzahl der Proben               |
| <b>s</b>  | Standardabweichung (Stichprobe) |
| <b>t</b>  | Zeit                            |
| <b>V</b>  | Volumen                         |
| $\dot{V}$ | Volumenstrom                    |
| $x_i$     | Beliebige Probe                 |
| $\bar{x}$ | Arithmetischer Mittelwert       |

| Indizes     | Bedeutung                  |
|-------------|----------------------------|
| <b>CIP</b>  | In dem Programm CIP        |
| <b>Ges</b>  | Gesamt                     |
| <b>HH01</b> | Heißhalterrohr 1           |
| <b>HH02</b> | Heißhalterrohr 2           |
| <b>Pro</b>  | In dem Programm Produktion |
| <b>Ro</b>   | Rohrleitung                |
| <b>WT</b>   | Plattenwärmetauscher       |

# 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Das Thema für die Bachelorarbeit (BA) hat sich aus den Problemen der Milchindustrie herauskristallisiert. Das Produkt der Milchindustrie fällt unter Lebensmittel, weshalb strenge Richtlinien gelten in Bezug auf Hygiene. Das Produkt sollte den Kunden nicht schädigen und frei von pathogenen Keimen sein, weshalb eine regelmäßige Reinigung der Anlage mit Wasser, Lauge und Säure notwendig ist. Hinzu kommt, dass Milchabfälle nicht direkt in die Gewässer und Klärwerke geleitet werden dürfen. Die Biologie in den Klärwerken würde kaputt gehen und die Gewässer könnten umkippen. Während die Anlage gereinigt wird, kann diese nicht produzieren. Eine Verkürzung der Reinigungszeit hätte zur Folge, dass die Produktionszeit erhöht wird. Dadurch würden die Kosten für Reinigungsmittel sinken und der Umsatz steigen.

Bei der Standardisierung von Milch auf Ihren Fettgehalt fällt als Nebenprodukt Rahm/Sahne an. Der Rahm wird ebenfalls verkauft, muss jedoch vor dem Abfüllen über einen Plattenwärmetauscher (WT), Rahmerhitzer (RE), erhitzt werden, um pathogene Keime abzutöten. Der RE muss nach der Produktion mit den zuvor genannten Medien gereinigt werden, da die Beläge die Qualität des Rahms beeinträchtigen würden.

Aufgabe der BA ist es, den Reinigungsprozess zu untersuchen und zu optimieren. Die BA begrenzt sich hierbei auf die ersten zwei Reinigungsmedien Vorspülwasser und Lauge. Das Vorspülwasser ist leicht verunreinigtes neutrales Prozessabwasser und dient als Grundreinigung, um die grobe Schmutzfracht herauszuspülen. Die Lauge wird genutzt, um organische Bestandteile (Fett, Protein, Laktose) von den Wandungen zu lösen und somit eine bessere Reinigung zu erzielen. Diese Schmutzfracht gilt es über die Zeit der laufenden Clean in Place (CIP) zu untersuchen. Hierzu bietet es sich an, Proben, während der laufenden CIP zu ziehen und diese auf Ihre organischen Bestandteile zu untersuchen, um so einen Verlauf der Schmutzfracht über die Zeit abzubilden. Auf Basis der gesammelten Daten und des theoretischen Wissens können so die Reinigungszeiten angepasst bzw. optimiert werden.

## 2 Unternehmen

In dem folgenden Abschnitt werden die Unternehmen kurz vorgestellt, welche größtenteils zum Gelingen der BA beigetragen haben.

### 2.1 GEA Group AG

GEA Group AG ist ein weltweiter Konzern mit über 250 Tochtergesellschaften und dem Hauptsitz in Düsseldorf (siehe Abbildung 1). In den Bereichen Nahrungsmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie ist GEA mit einem großen Marktanteil vertreten. GEA wurde 1881 gegründet und beschäftigt 18232 Mitarbeiter in 64 Ländern. Im Jahr 2020 machte GEA einen Umsatz von rund 4,703 Millionen Euro. GEA produziert Maschinen für verschiedene Anwendungen und entwickelt die Prozesstechnik von Teil- bis Komplettanlagen. Serviceleistungen wie die Inbetriebnahme der Anlagen und Schulungen des Kunden gehören zum Portfolio (GEA Group Aktiengesellschaft, 2022).



Abbildung 1: Das GEA Headquarter in Düsseldorf. (GEA Group AG, 2022)

#### GEA TDS GmbH

GEA TDS GmbH am Standort Büchen gehört in der GEA Group AG zum Segment des Process Engineering. An diesem Standort entwickeln Verfahreningenieure in Zusammenarbeit mit technischen Zeichnern sowie der Automatisierung im Bereich Dairy, die Prozesstechnik für zukünftige Molkereien. Die dort konstruierten Anlagen/Teilanlagen werden von den Ingenieuren nach der Montage in Betrieb genommen.

Die Molkerei in Mechernich/ Obergartzem ist ein aktuelles Projekt der GEA TDS GmbH für den Kunden Hochwald Foods GmbH, welches sich in der Inbetriebnahme befindet (siehe Abbildung 2).

## 2.2 Hochwald Foods GmbH



Abbildung 2: Die Molkerei von Hochwald in Mechernich. (Hochwald Milch eG, 2021)

Die Hochwald Foods GmbH, als 100-prozentiges Tochterunternehmen der Hochwald Milch EG (siehe Abbildung 3), produziert seit 1932 Milchprodukte an rund 10 Standorten mit 2072 Mitarbeitern. Der Hauptsitz ist in Thalfang im Hunsrück Mittelgebirge. Hochwald hat über 3000 Milchlieferanten und im Jahr 2020 ca. 2,31 Mrd. Kg Rohmilch verarbeitet, bei einem Jahresumsatz von 1,65 Mrd. Euro (Hochwald Milch eG, 2022).



Abbildung 3: Das Logo der Hochwald Milch eG. (Hochwald Milch eG, 2022)

Zu den Produkten gehören neben Milch noch Kondensmilch, Sahne, Käse, H-Milch (haltbare Milch), H-Milch-Mischgetränke, Joghurt und weitere Dessertprodukte. Die hierbei bekannteren

Marken sind die Bärenmarke (siehe Abbildung 4), Lünebest, Elinas und Hochwald. Hochwald generiert einen großen Anteil des Umsatzes im Ausland (etwa ein Drittel des Gesamtumsatzes) z.T. mit Exportmarken wie Bonny, Milcow und Happy Day.



Abbildung 4: Produktpalette der Marke Bärenmarke. (Bärenmarke, 2022)

### 3 Theoretische Grundlagen

In den folgenden Kapiteln wird auf die Grundlagen der Milch -und Sahne Verarbeitung eingegangen. Diese sind miteinander verknüpft, da die Sahne aus der Rohmilch in der Milchverarbeitung hervorgeht. Die Zusammensetzung der Milch ist relevant, um z.B. die Wichtigkeit einer Homogenisierung zu verstehen, sowie die Notwendigkeit von Reinigungsmitteln. Das Unterkapitel 3.2 wird den Zusammenhang zwischen Bakterienwachstum und der Rahmerhitzer/Milcherhitzer Temperatur bzw. der Rohmilchkühlung/ Sahnekühlung erklären. In 3.4 wird das Reinigungsverfahren erläutert, welches in der Anlage zum Einsatz kommt. Zuletzt werden in 3.5 die Messverfahren und genutzten Geräte erläutert, um die Schmutzfracht nachzuweisen.

#### 3.1 Zusammensetzung der Milch

Zur Verarbeitung von Rohmilch gehört das Wissen über die Zusammensetzung von Milch.



Abbildung 5: Ein Glas frischer Kuhmilch. (Getty Images, 2022)

Milch ist wie in Abbildung 5 zu sehen eine weiße trübe Emulsion oder auch kolloidale Dispersion, d.h. es sind zwei eigentlich nicht mischbare Phasen fein ineinander verteilt. Die Hauptbestandteile sind Wasser zu etwa 87 % und die Trockenmasse (etwa 13 %), bestehend aus Fett, Proteinen (80 % Casein und 20 % Molkeneiweiß), Laktose und Spurenelementen (Calcium, Phosphor und weitere). Molkeneiweiß ist ein Sammelbegriff für Proteine, welche gut vom Körper aufgenommen werden können. Diese Proteine ähneln den Proteinen des Körpers (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.13).

Tabelle 1 Bestandteile der Milch im Durchschnitt und deren chemisch-physikalische Eigenschaften.

|                                  | Durchschnittliche<br>Zusammensetzung/<br>% | Emulsionsart<br>Öl/Wasser | Kolloidale<br>Lösung/<br>Suspension | Reine<br>Lösung |
|----------------------------------|--|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Wasser</b>                    | 87,0                                       |                           |                                     |                 |
| <b>Fett</b>                      | 4,0  | X                         |                                     |                 |
| <b>Proteine</b>                  | 3,5  |                           | X                                   |                 |
| <b>Laktose</b>                   | 4,7  |                           |                                     | X               |
| <b>Mineralstoffe<br/>(Asche)</b> | 0,8  |                           |                                     | X               |

(Tetra Pak International S.A., 1995) (S.15)

Die Mineralstoffe und Laktose lösen sich zu einer reinen Lösung (siehe Tabelle 1). Die Molke Proteine bilden mit Wasser eine kolloidale Lösung und die größeren Moleküle des Caseins bilden kolloidale Suspension. Als eine kolloidale Lösung wird ein fein verteiltes Makromolekül, wie z.B. ein Protein mit einer Partikelgröße von 1 nm - 1000 nm in einem flüssigen Medium bezeichnet. Die kolloidale Lösung ist das Übergangssystem zwischen einer echten Lösung und einer Suspension. Das Fett bildet mit dem Wasser eine Emulsion, durch mechanische Krafteinwirkung wird dies im Wasser fein verteilt bzw. emulgiert (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.21).

### 3.2 Einfluss der Temperatur auf die Bakterienvermehrung in der Milch

In diesem Unterkapitel wird der Einfluss der Bakterien auf Milch sowie der Einfluss von der Temperatur auf die Bakterien erläutert. Aufgrund der analogen Zusammensetzung von Sahne und Milch sind die Auswirkungen der Bakterien ähnlich. Milch hat normalerweise einen pH-Wert von 6,6-6,8. Bakterien in der Milch wandeln den Milchzucker in Milchsäure um, wodurch der pH-Wert sinkt. Die Milch wird somit sauer und das Kasein flockt aus (isoelektrischer Punkt pH 4,6), was sehr unerwünscht in der Anlage oder beim Verbraucher ist. Somit ist stets zu vermeiden, dass die Bakterien sich vermehren können. Dies geschieht durch eine stetige Kühlung der Rohmilch. Die Kälte verlangsamt den Vermehrungsprozess der Bakterien (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.16).

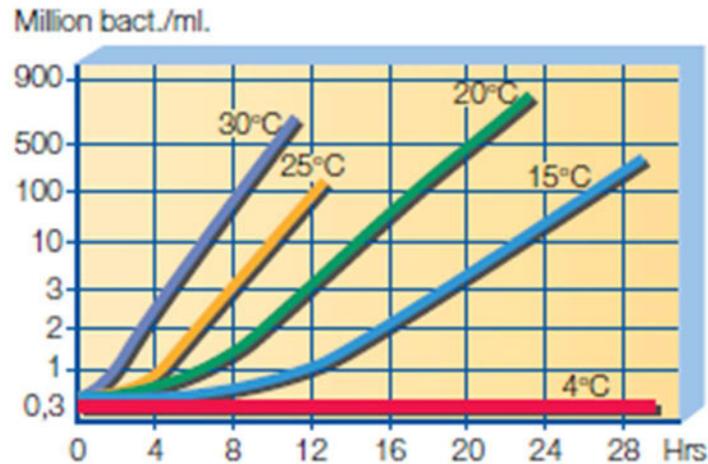


Abbildung 6: Auswirkung der Temperatur auf die Vermehrung der Bakterien. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S. 56)

Anhand von Abbildung 6 lässt sich gut erkennen, wie wichtig eine gute Kühlung der Rohmilch ist. Eine Temperatursteigerung weniger °C führt zu einer deutlich erhöhten Kolonie bildenden Einheit (KBE)/ml. Die Bakterien leben in einem Temperaturoptimum, d.h. je nach Temperatur steigt die KBE über die Zeit steiler an. Bei 4°C ist die KBE für 28 Stunden konstant.

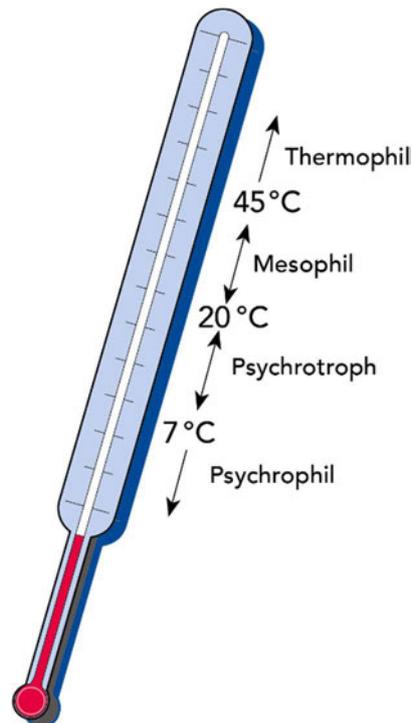


Abbildung 7: Einteilung der Bakterientypen nach der Temperatur. (Tetra Pak International S.A., 1995) (S. 50)

In Abbildung 7 werden die Bakterien in Gruppen eingeteilt, welche ihr Optimum in unterschiedlichen Temperaturbereichen haben. Die gängigsten Bakterien in der Milch sind mesophil (etwa 90 %). Zwischen 20 °C und 45 °C leben diese im optimalen Bereich. Durch eine Erhitzung auf eine Temperatur von mindestens 63 °C für eine bestimmte Zeit kann die Anzahl der Bakterien stark reduziert werden. Dieser Vorgang wird Pasteurisierung genannt.

Um pasteurisierte Milch vor Keimen zu schützen kann zusätzlich eine Ultrahocherhitzung (UHT) erfolgen. Die UHT ist ein kontinuierlicher Prozess bei dem das Produkt im kontinuierlichen Prozess erhitzt wird und anschließend steril abgefüllt wird. Zur Abtötung pathogener Keime und UHT Behandlung haben sich in der Praxis folgende Anwendungsfälle ergeben (siehe Tabelle 2) (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.76-78).

Tabelle 2: Praktische Verfahren zur Pasteurisierung von Milch, sowie UHT.

| Verfahren                    | Temperatur/<br>°C | Zeit     |
|------------------------------|-------------------|----------|
| <b>Thermisierung</b>         | 63-65             | 15 s     |
| <b>Kurzerhitzung Milch</b>   | 72-75             | 15-20 s  |
| <b>Kurzerhitzung Sahne</b>   | >80 °C            | 1-5 s    |
| <b>Ultra Pasteurisierung</b> | 125-138 °C        | 2-4 s    |
| <b>Ultrahocherhitzung</b>    | 135-140           | Wenige s |

(Tetra Pak International S.A., 1995) (S.76)

Die Thermisierung hat das Ziel, die angelieferte Milch vor Bakterien zu schützen, falls diese erst nach mehreren Stunden weiterverarbeitet werden kann und zwischengelagert wird. Mithilfe der Ultra Pasteurisierung ist, durch die höhere Temperatur, eine längere Haltbarkeit (Extended Shelf Life) von bis zu 40 Tagen gewährleistet (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.,76-78).

### 3.3 Prozesstechnik zur Milch -und Sahneverarbeitung

Eine Molkerei ist je nach Produktpalette unterschiedlich aufgebaut. Beginnend mit der Annahme, bei der die Rohmilch des Bauern in Tankwagen angeliefert wird. Dort wird die Milch über Schläuche mit einer Kreiselpumpe aus dem Tankwagen über Rohrleitungen zu den vorgesehenen Rohmilchtanks transportiert. Die Milch wird auf dem Weg zum Rohmilchtank auf unter 4 °C gekühlt z.B. indirekt durch Eiswasser. Aus dem Rohmilchtank wird die Rohmilch zum Milcherhitzer gefördert und dort auf 55-65 °C vorgeheizt (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.77, S.105).

Anschließend wird die Milch von unten in den Separator (siehe Abbildung 8) gefördert, wo in einer Zentrifuge die Rohmilch in Magermilch (0,05 % Fett) und Rohrahm (ca. 40% Fett) aufgetrennt wird. Je nach Bedarf werden diese in Zwischenlagertanks gelagert oder direkt weiterverarbeitet (Tetra Pak International S.A., 1995) (S.104).

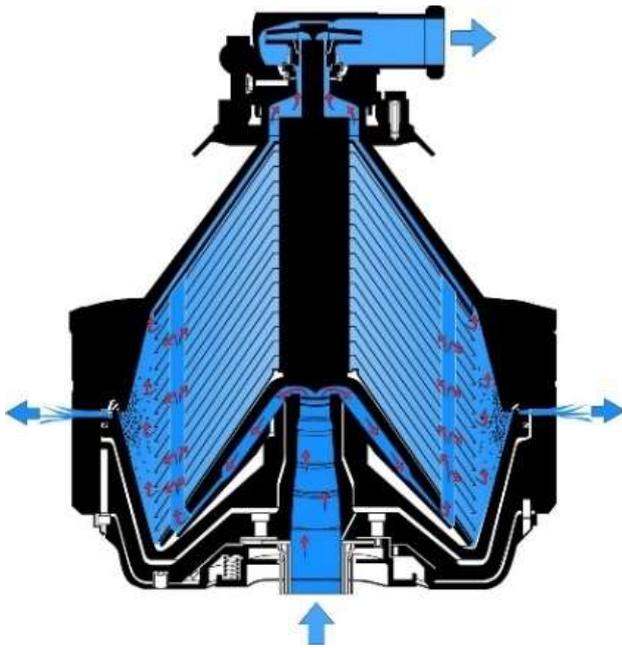


Abbildung 8 links: Aufbau eines Separators. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.97)

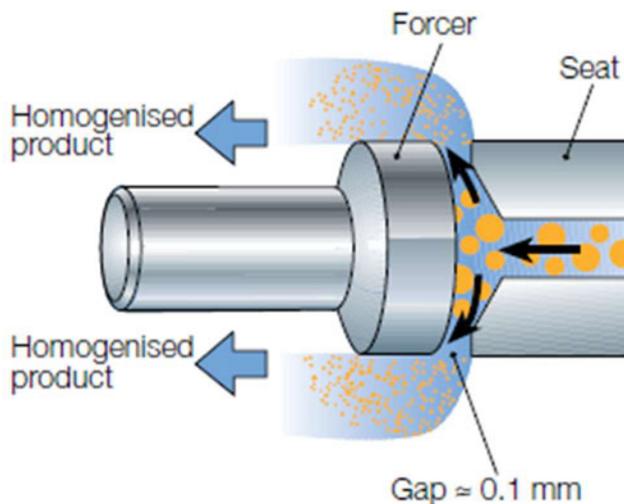


Abbildung 9 rechts: Prinzip eines Homogenisators. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.116)

Im nächsten Schritt werden Magermilch und Rohrahm in dem Verhältnis vermengt, sodass das gewünschte standardisierte Produkt entsteht. Je nach Endprodukt muss eine Homogenisierung erfolgen. Schlagsahne muss homogenisiert werden. Bei Sahne ist keine weitere Homogenisierung notwendig. Dieser Prozess geschieht im Homogenisator, in welchem das Gemisch unter hohem Druck (ca. 200 bar) durch einen engen Spalt (siehe Abbildung 9) gepresst wird. Dies führt zum Aufbrechen der Fettkügelchen in sehr viel kleiner Teile (10  $\mu\text{m}$ ). Der hohe Druck wird durch Kolbenpumpen erzeugt. Die Homogenisierung kann auch zweistufig sein, was den Vorteil hat, dass der Gegendruck eingestellt werden kann und nicht Prozess abhängig ist. Die Homogenisierung ist optimaler bei Nutzung einer zweiten Stufe (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.115-116).

Nach der Homogenisierung wird die Milch erneut erhitzt auf eine Mindesttemperatur von 72 °C und einer Mindestdauer von 15 s im Heißhalterohr (HH). Die Restwärme wird zum Aufheizen der Eingangsrohml Milch im Plattenapparat zur Wärmerückgewinnung (WR) genutzt. Die von pathogenen Keimen freie Milch kann anschließend in ein passendes Behältnis über die Abfüllmaschinen abgefüllt werden (Tetra Pak International S.A., 1995).

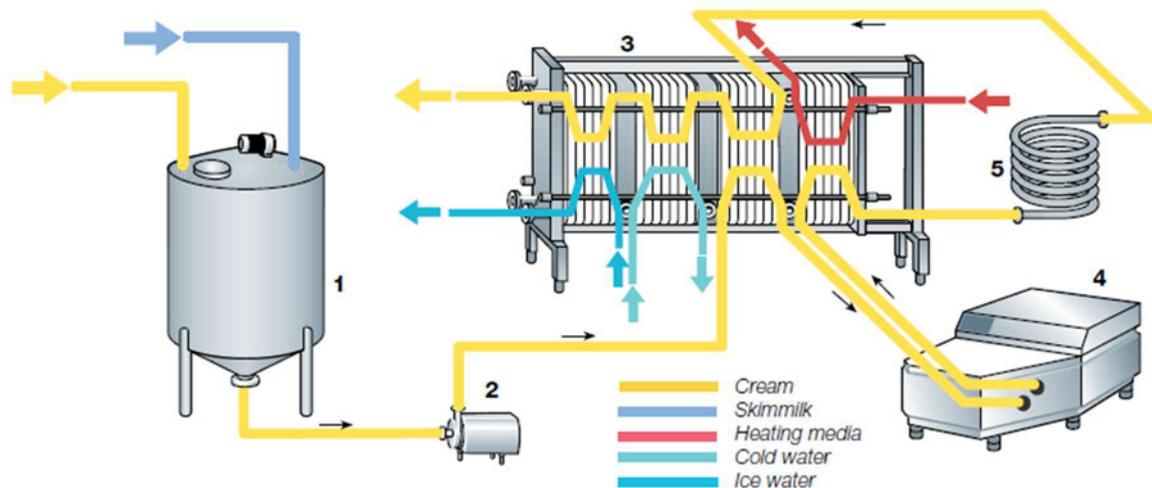


Abbildung 10: Darstellung einer Linie zur Produktion von „Kaffeesahne“. (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.211)

Zum Produzieren von Schlagsahne (siehe Abbildung 10) wird Magermilch und Rahm in den Tank (1) zur Fettstandardisierung zusammengeführt. Danach wird der Rahm zum WT (3) mit einer Pumpe (2) gefördert. Im WT wird die Sahne vorgewärmt und im Homogenisator (4) homogenisiert. Die Pasteurisierungstemperatur liegt bei mindestens 85-90 °C bei einer Heißhaltezeit von 15-20 s, welche durch das Heißhalterohr (5) erreicht wird (Tetra Pak International S.A., 1995)(S.211-212).

### 3.4 Clean in Place Verfahren

Um eine gründliche Reinigung im laufenden Prozess zu erfüllen, wird das „Clean in Place-Verfahren“ angewandt. Das CIP Verfahren beschreibt eine automatische Reinigung einer geschlossenen Anlage, ohne diese Öffnen zu müssen. Zu den Funktionen einer CIP gehört das Lagern und Dosieren der Reinigungslösungen sowie das Heißhalten und Überwachen der Betriebsparameter (Temperatur, Leitwert). Die CIP sollte automatisch das Reinigungsmittel zu und von den Zielen zurück fördern. Reinigungslösungen sollen automatisch aus Konzentraten mit geeigneten Dosiereinrichtungen in geeigneten Medien Tanks (z.B. Edelstahl) angesetzt und nachgeschärft werden (Hauser, 2008).

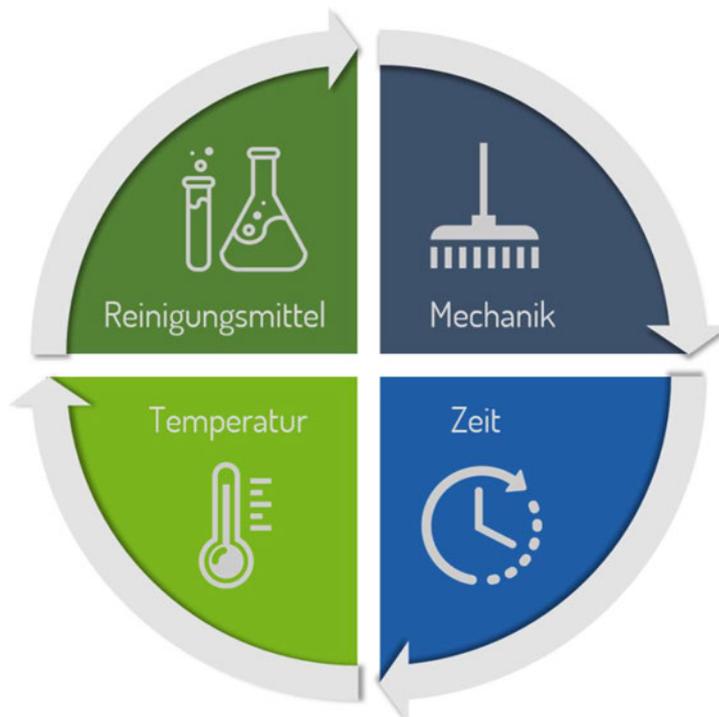


Abbildung 11: Darstellung des Sinner'schen Kreises. (TUNAP GmbH & Co. KG, 2022)

Die Haupteffekte bei einer Reinigung können über den Sinner'schen Kreis (siehe Abbildung 11) beschrieben werden. Diese werden durch die Wahl des Reinigungsmittels, der Temperatur, der angewandten mechanischen Energie und der Zeit dargestellt. Wird ein Bereich reduziert, muss dies durch Erhöhung eines anderen Bereichs ausgeglichen werden. Die Gewichtung ist hierbei von dem Objekt und der Verunreinigung abhängig. Bei Rohrleitungen in einer Molkerei ist der Einfluss der Mechanik gering und durch Erzeugen einer turbulenten Strömung zu erhöhen. Der Volumenstrom in der CIP ist höher zu wählen als in der Produktion (Hauser, 2008).

In einem CIP Reinigungsprogramm werden die Ziele meist zuerst mit Vorspülwasser (leicht Produkt verunreinigtes Wasser) vorgespült und anschließend mit Lauge (meist Natronlauge) gereinigt. Die Natronlauge löst Proteinbeläge durch Aufquellen der denaturierten Proteine in den Rohrleitungen. Begünstigt wird die Reinigung durch das Erwärmen des Reinigungsmittels. Anschließend wird aus dem Frischwassertank die Leitung gespült, bis keine Lauge mehr in der Leitung ist. Der Umschlagpunkt kann über Mengenzählern oder Temperatur und Leitwert bestimmt werden. Danach wird das Ziel mit warmer Säure durchströmt. Die Säure dient zum Entfernen von Kalk oder kalkartigen Ablagerungen, welche bei neutralen oder alkalischen Medien ausgefällt vorliegen. Nach der Laufzeit der Säure wird diese mit Frischwasser aus dem Ziel ausgespült (Hauser, 2008).

## CSB-Wert

Der CSB-Wert beschreibt den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) der oxidierbaren Bestandteile in einer Abwasser Probe. Der Bedarf resultiert aus der Summe aller oxidierbaren Bestandteil der Probe. Angegeben wird der CSB-Wert in  $\frac{\text{mg Sauerstoff}}{\text{l Probe}}$ . Dieser eignet sich, um die CIP des RE zu untersuchen, da die Schmutzfrachten (Fett, Protein, Laktose) organisch sind. Diese sind über den CSB-Wert quantitativ nachweisbar (Abwasser Analysezentrum, 2022).

Zum Oxidieren der Probe werden meist starke Oxidationsmittel wie Kaliumdichromat verwendet. Über den Oxidationsmittel Verbrauch kann auf den Gehalt der zu oxidierenden Inhaltsstoffe geschlossen werden. Durch das Zuführen von Energie in Form von Wärme über längere Zeit wird eine vollständige Oxidation gewährleistet. Mit dem CSB-Wert können die Rückstände im Abwasser nachgewiesen werden (Tetra Pak International S.A., 1995).

## 3.5 Messmethoden zur Probenanalyse

### Nanocolor VIS II Fotometer



Abbildung 12 links: Nanocolor VIS II Fotometer von Machinery Nagel. (Eigene Aufnahme, 2022)

Abbildung 13 rechts: Nanocolor Vario 4 Heizblock von Machinery Nagel. (Eigene Aufnahme, 2022)

Das Modell Nanocolor VIS II (siehe Abbildung 12) ist ein Fotometer, mit welchem der CSB-Wert bei einer Wellenlänge von 605 nm gemessen werden kann. Zusammen mit einem Machinery CSB-Kit und einem Heizblock (Abbildung 13) für Rundküvetten. Das Test-Kit ist ein Gemisch aus bis zu 98 % Schwefelsäure, ca. 1 % Kaliumdichromate und Quecksilber-II-Sulfat (siehe Anhang D), wobei das Kaliumdichromat als starkes Oxidationsmittel für die Reaktion hauptverantwortlich ist. Der CSB-Wert wird direkt ausgegeben. Es sind keine weiteren Berechnungen notwendig.



Abbildung 14: CSB-Kit 15000 und 10000 nach der Oxidation einer Probe. (Eigene Aufnahme, 2022)

Vor der Oxidation sind die Proben Orange und nach der Oxidation (siehe Abbildung 14) je nach CSB-Wert Orange bis dunkel Grün (nahe an der oberen Messgrenze).

### **Foss Milkoscan FT3**



Abbildung 15: Messgerät Milkoscan FT3. (Foss GmbH, 2022)

Der Foss Milkoscan FT3 (Abbildung 15) wird zur Messung des Protein- und Fettgehalts genutzt. Vorteile des Milkoscan's sind die kurze Messdauer von 30 s, die Messbarkeit bei Raumtemperatur, automatische Reinigung und die Verfügbarkeit durch Hochwald. Der FT3 ist geeignet für Sahneproben. Bei Milchproben wird ein Variationskoeffizient von <math><1\%</math> garantiert. Es sind Kalibrationen für Fett, Protein und Laktose in Sahneproben im FT3 hinterlegt. Als

Detektionsmethode wird das Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer (FTIR) genutzt. Die Ergebnisse werden direkt als Zahl in Prozent angegeben (Foss GmbH, 2022).

### Fourier-Transformation Infrarotspektrometer

Das Prinzip hinter dem FTIR lässt sich beschreiben über das Michelson Interferometer (siehe Abbildung 16). Aus einer Lichtquelle kommende Strahlung wird über einen Strahlteiler auf einen festen und einen nach vorne und hinten beweglichen Spiegel gerichtet. Die Teilstrahlen werden wieder zusammengeführt und am Strahldetektor in einem Interferometer dargestellt. Durch den Abstand des beweglichen Spiegels ändert sich die Frequenz des Lichtstrahls, wodurch sich dieser von dem vorher geteilten Strahl unterscheidet (Griffith, 1986).

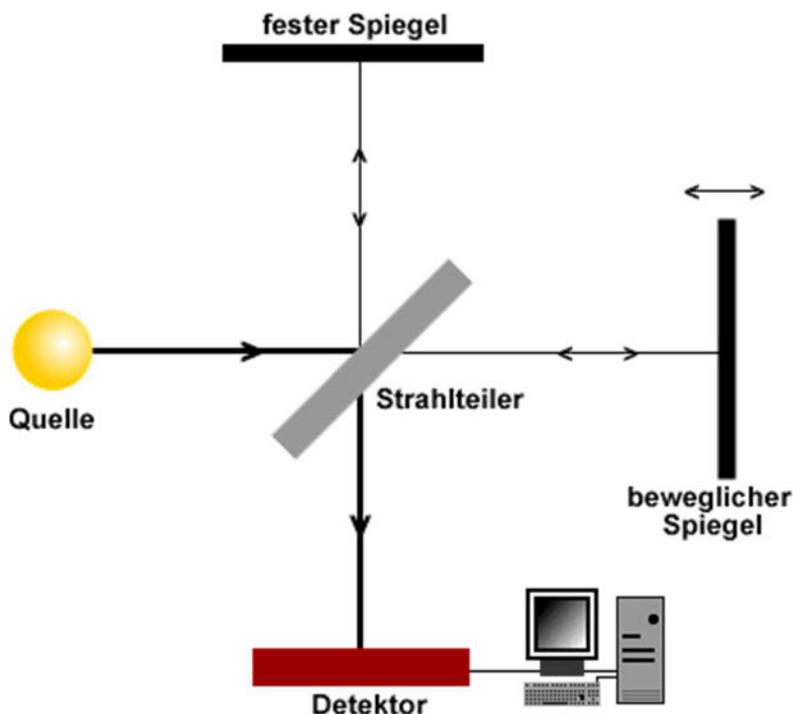


Abbildung 16: Aufbau eines Michelson Interferometer. (Chemgapedia, 2022)

Die Wellen der einzelnen Strahlen wirken beim Zusammenführen konstruktiv oder destruktiv, wodurch sich ein Interferometer mit einem Maximum in der Mitte bildet. Das Interferometer wird durch Fourier Transformation zu einem Spektrum umgewandelt (siehe Bsp. Abbildung 17) (Griffith, 1986).

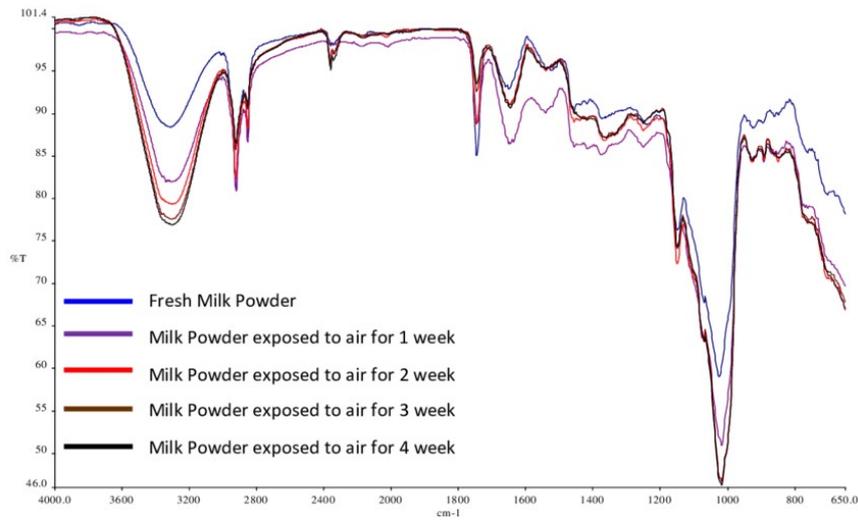


Abbildung 17: Spektrum mehrere Milchpulveranalysen mit FT-IR. (Nainggolan, 2022)

Mithilfe eines Vergleichs der charakteristischen Wellenlängen eines Stoffes mit erstellten Kalibrierkurven kann die Konzentration bestimmt werden.

## 4 Vorstellung des eingesetzten Rahmerhitzers

Der in Hochwalds Molkerei genutzte Rahmerhitzer (siehe PID Anhang A und Auslegung Anhang B) ist ähnlich aufgebaut wie in Abbildung 10 dargestellt. In Abbildung 18 ist das R&I Fließbild aus Anhang A unscharf dargestellt. Der RE ist aus einem Vorlaufbehälter, einer Rahmpumpe, einem WT aus 5 Segmenten, sowie zwei HH aufgebaut. Zuerst wird der Rohrahm im Segment WR1 auf 86 °C vorgewärmt und im HH01 für 2 Minuten warmgehalten, um die Denaturierung der Proteine einzuleiten. Danach wird der Rohrahm im Segment WR 2 auf 99 °C und im Erhitzer-Segment auf 115 °C erhitzt. Im HH02 wird die Temperatur für 5 s gehalten. In Segment WR3 wird der Rahm auf 23 °C gekühlt und das Kühlwasser auf 102 °C aufgeheizt, wodurch dieses zum Erwärmen des Rohrahms in Segment WR 2 genutzt werden kann. Zuletzt wird der Rahm im Kühler-Segment mit Eiswasser auf 4 °C - 6 °C gekühlt. Eine Homogenisierungseinheit gibt es nicht, da die Sahne keine Homogenisierung mehr benötigt. In der Auslegung sind in den einzelnen Feldern der Eingang und Ausgang des Produktes sowie des Heizstroms mit der zugehörigen Temperatur und dem Druckabfall zu sehen. Ebenfalls angegeben ist die Anordnung der Durchströmung der Platten. So bedeutet für WR1 die Angabe 3 X 16, dass 16 parallel angeordnete Platten durchströmt werden, der Strom zusammengeführt wird und weitere zweimal diese Durchströmung wiederholt wird.

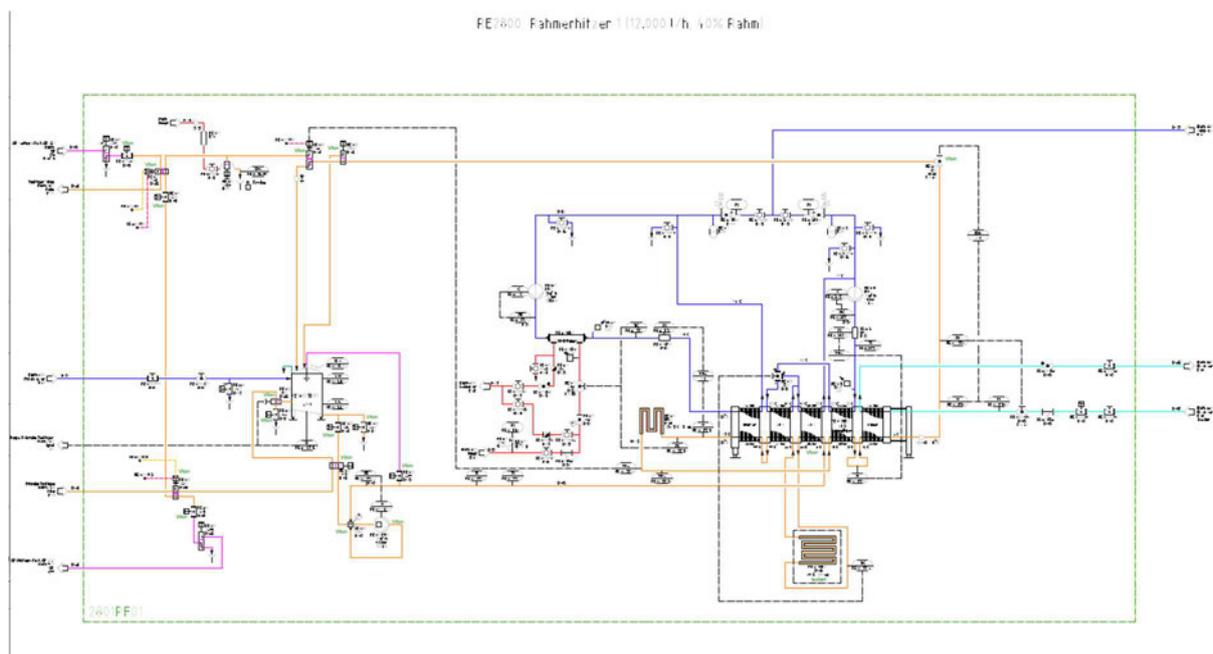


Abbildung 18: R&I Fließbild des Rahmerhitzers.

Die CIP Schrittkette für den RE ist in Tabelle 3 zu sehen. Die Schrittkette hat mehr als 13 Schritte, jedoch sind für die Untersuchung nur die ersten 13 Schritte relevant, da nach Schritt 13 die Lauge ausgeschoben wird.

## 4 Vorstellung des eingesetzten Rahmerhitzers

Tabelle 3: Ausschnitt aus der Schrittfolge CIP Kreis 7 zur Reinigung des RE2801.

| Schritt   | Erläuterung  |
|---|--|
| <b>1 Initialisierung</b>                            | Das Programm fährt hoch und überprüft, ob Ventile in Automatik sind bzw. ob Störungen vorliegen.   |
| <b>2 Produktrestentleerung</b>                      | Vorlaufbehälter des Rahmerhitzers wird entleert bis Lowlevel (LL) Transmitter des Vorlaufbehälters nicht mehr belegt.                                  |
| <b>3 Vorspülen bis Objekt</b>                       | 650 l Vorspülwasser wird aus der CIP zum RE gepumpt.   |
| <b>4 Objekt entleeren 1</b>                         | Vorlaufbehälter des RE wird entleert bis LL Transmitter des Vorlaufbehälters nicht mehr belegt.  |
| <b>5 Vorspülen Ausschub: klarer Rücklauf</b>        | Vorspülwasser wird so lange durch den RE auf den Gully gepumpt bis der Trübungssensor im Rücklauf (RL) der CIP einen Grenzwert von 0,8 unterschreitet. |
| <b>6 Reserve Vorspülen Ausschub trüber Rücklauf</b> | Reserve Schritt; irrelevant für BA.  |
| <b>7 Vorspülen</b>                                  | Nach ablaufen der Intervalle wird für 15 Minuten Vorspülwasser durch den RE gepumpt.   |
| <b>8 Objekt entleeren 2</b>                         | Wie "Objekt entleeren 1"   |
| <b>9 Lauge: Leitung füllen bis Objekt</b>           | 650 l Lauge aus dem Lauge 2 Tank wird aus der CIP zum RE gepumpt.  |
| <b>10 Lauge: Objekt entleeren</b>                   | Wie "Objekt entleeren 1".  |
| <b>11 Lauge: Kreis füllen bis Rücklauf</b>          | 1150 l Lauge wird zum RE gepumpt.  |
| <b>12 Lauge: Phasenwechsel</b>                      | Es wird Lauge in den RE gepumpt bis der Leitwert im RL auf über 39 mS/cm steigt.   |
| <b>13 Lauge Zirkulation</b>                         | Die Lauge zirkuliert über den Lauge 2 Tank und dem RE; nach ablaufen der Intervalle und Erreichen des Leitwertes (46 mS/cm) für 30 min.                |

(Hochwald Milch eG; ProLeiT AG, 2022)

In den Schritten 7 und 13 startet vor der Laufzeit noch eine zusätzliche Intervallkette, welche die Ventilsitzlifte und den Vorlaufbehälter durch Ansteuerung der Ventile reinigt. Eine Intervallkette abzuschließen, dauert 1 Minute und 7 s. Diese wird dreimal durchlaufen. Bevor die Intervallkette startet, gibt es eine Intervallverzögerung von einer Minute. Somit braucht die CIP in den Schritten 7 Vorspülen und 13 Zirkulation für die Intervalle jeweils 4 Minuten und 21 s.

Die für die CIP genutzte Lauge ist ein auf etwa 2,5 % (Leitwert 55 mS/cm) verdünntes Lauge Gemisch aus einem Konzentrat von Ecolab mit der Zusammensetzung 30-50 % Natriumhydroxid, 10-20 % Kaliumhydroxid und dem Rest Wasser (siehe Anhang C).

## 5 Lösungsvorgehen

Im folgenden Kapitel werden die Lösungsvorgehen zum Untersuchen der CIP erläutert. In 5.1 wird erklärt, wo die Proben am RE entnommen wurden, um eine sichere Arbeitsweise zu gewährleisten und den Prozess wenig zu stören. Im nachfolgenden Kap. 5.2 wird die Überprüfung der Messmethode des CSB-Werts behandelt. Der CSB-Wert als zu untersuchende Größe ist sehr geeignet, da dieser auch in Klärwerken bestimmt wird, um so die Schmutzfracht zu bestimmen. Der CSB-Wert eignet sich vor allen als Lösung für die Untersuchung der Lauge haltigen Lösungen, da diese nicht im Milkoscan untersucht werden dürfen. Im letzten Kapitel wird ein theoretisches Lösungsvorgehen für die Wiederfindbarkeit der Proben (mit einer Berechnung) vorgestellt.

### 5.1 Vorgehen bei der Entnahme am RE

Um den RE zu untersuchen, wurden Proben vor und nach dem RE entnommen.

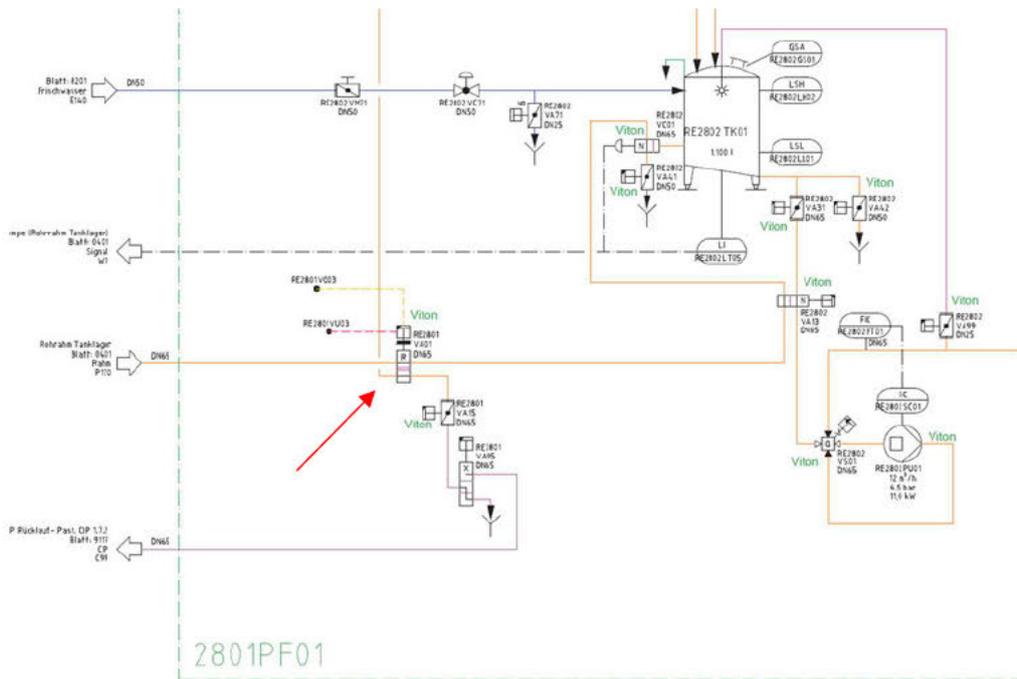


Abbildung 19: Ausschnitt PID 2801 Rahmenerhitzer; Probeentnahmestelle 1. (aus Anhang A)



Abbildung 20 links: Ventil RE2801 VA01 des Rahmerhitzers mit Auslauf zum Gully (gelb). (Eigene Aufnahme, 2022)

Abbildung 21 rechts: Probeentnahmeventil hinter dem Rahmerhitzer. (Eigene Aufnahme, 2022)

Die erste Entnahmestelle (siehe Abbildung 19) ist am Ventil RE 2801 VA01. Der untere Ventillift kann im Betrieb Manuel angesteuert werden, wodurch eine Probeentnahme möglich ist (Abbildung 20).

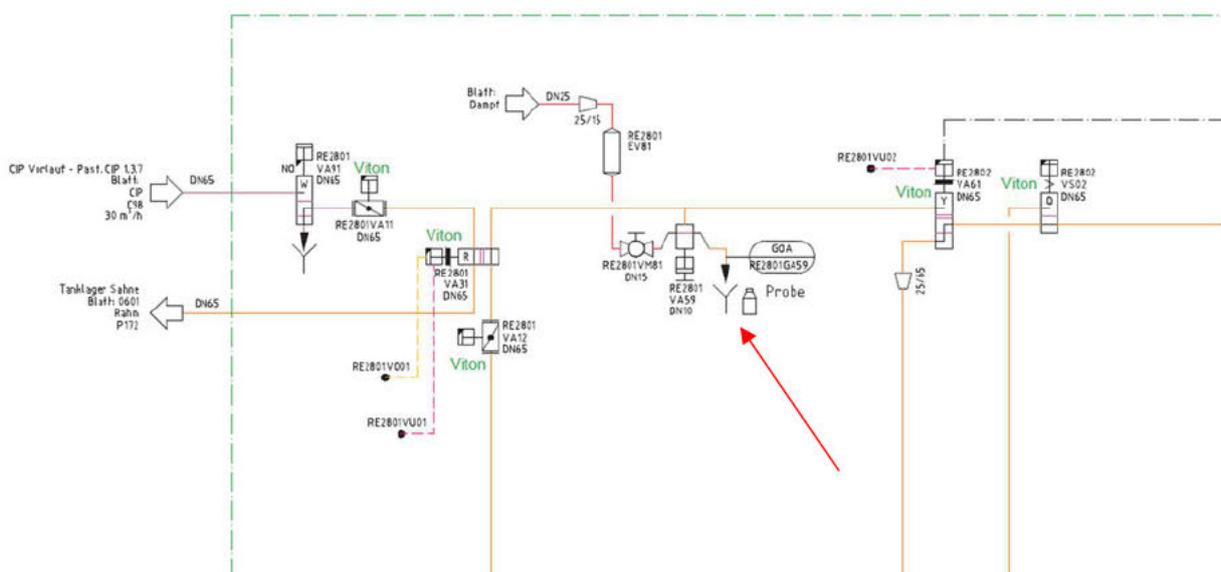


Abbildung 22: Ausschnitt aus PID 2801; Zweite Probeentnahmestelle des Rahmerhitzers. (aus Anhang A)

Als zweite Entnahmestelle (siehe Abbildung 22) dient eine vorhandene Probeentnahmestelle direkt hinter dem Rahmerhitzer (Abbildung 21). Die Proben wurden kurz nacheinander in

unterschiedlichen Intervallen an beiden Entnahmestellen entnommen. Die Zuordnung der Proben zueinander (Vor -und Rücklauf) sollte durch Berechnung der Zeit zwischen den Probeentnahmestellen ermittelt werden. Die Proben aus dem Vorspülschritt sind im Labor direkt über den Milkoscan FT3 auf Protein, Laktose und Fettgehalt untersucht worden. Es wurden die Kalibrierungen für Rohmilch bei sehr trüben Proben und Magermilch (MaMi) bei klaren Proben genutzt. Die Proben konnten sofort aus dem Probegefäß gemessen werden. Der CSB-Wert aller Proben wurde im Klärwerk der Anlage mit Machery Nagel Kits untersucht. Es standen nur begrenzt CSB-Kits zur Verfügung, weshalb eine Verdünnung von stark belasteten Proben notwendig war. Die Proben wurden in einem Kühlschrank gelagert und vor den Untersuchungen auf Raumtemperatur aufgewärmt und durch Schütteln homogenisiert. Die Laufzeit wurde mithilfe einer Stoppuhr mit Start bei dem Schritt "3 Vorspülen bis Objekt" gemessen. An den verschiedenen Probeentnahmetagen wurden die Probeentnahme-Intervalle variiert, um so die Fracht in der Lauge und im Vorspülwasser besser zu untersuchen.

## 5.2 Untersuchung der Messmethode mit CSB-Kits

Zur Untersuchung der Messmethode wurde aus einer Probe aus dem Rohrahmtank (mit ca. 40 % Fett), eine Verdünnungsreihe erstellt (siehe Abbildung 23). Die Verdünnungen haben etwa 4 %, 1 %, 0,5 % -und 0,25 % Fett.



Abbildung 23: Verdünnungsreihe einer Rahmprobe aus dem Rohrahmtank. (Eigene Aufnahme, 2022)

Die Rohrahmverdünnungen wurden genutzt, um die Methoden mit den Messkits CSB-15000 und CSB-10000 zu untersuchen. Um die CSB-1500 Methode zu untersuchen, wurde eine Probe aus dem Lauge Tank 2 in der CIP 1 entnommen. Das Probenvolumen der CSB 1500/10000/15000-Kits liegt bei 2 ml/1 ml/200  $\mu$ l. Aus den Messwerten (siehe Tabelle 4) wurde der CSB-Wert über den Verdünnungsfaktor (Vf) berechnet. Die Nomenklatur der Proben ergibt sich aus LT für Laugetank und RT für Rahmtank und einer fortlaufenden Nummer. Für jede Methode wurde somit eine Dreifachbestimmung durchgeführt. Es wurden je Drei individuelle Proben aus den Verdünnungen in Abbildung 23 entnommen.

Tabelle 4: Messwerte und Standardabweichungen der CSB Methodenuntersuchung.

| Probe | CSB-Kit | Vf | Inhalt      | CSB-Wert Messwert mg/l | CSB-Wert berechnet/ mg/l | Mittelwert | STABW.S | relative STABW.S/ % |
|-------|---------|----|-------------|------------------------|--------------------------|------------|---------|---------------------|
| LT1   | 1500    | 1  | Lauge 2,5 % | 753                    | 753                      | 761        | 7,5     | 0,99                |
| LT2   | 1500    | 1  | Lauge 2,5 % | 761                    | 761                      |            |         |                     |
| LT3   | 1500    | 1  | Lauge 2,5 % | 768                    | 768                      |            |         |                     |
| LT4   | 1500    | 4  | Lauge 2,5 % | 205                    | 820                      | 821        | 6,1     | 0,74                |
| LT5   | 1500    | 4  | Lauge 2,5 % | 204                    | 816                      |            |         |                     |
| LT6   | 1500    | 4  | Lauge 2,5 % | 207                    | 828                      |            |         |                     |
| RT1   | 10000   | 1  | Rahm 0,25 % | 7670                   | 7670                     | 7773       | 179     | 2,30                |
| RT2   | 10000   | 1  | Rahm 0,25 % | 7670                   | 7670                     |            |         |                     |
| RT3   | 10000   | 1  | Rahm 0,25 % | 7980                   | 7980                     |            |         |                     |
| RT4   | 10000   | 10 | Rahm 4 %    | 10920                  | 109200                   | 109100     | 1353    | 1,24                |
| RT5   | 10000   | 10 | Rahm 4 %    | 11040                  | 110400                   |            |         |                     |
| RT6   | 10000   | 10 | Rahm 4 %    | 10770                  | 107700                   |            |         |                     |
| RT7   | 10000   | 10 | Rahm 1 %    | 3270                   | 32700                    | 32933      | 586     | 1,78                |
| RT8   | 10000   | 10 | Rahm 1 %    | 3250                   | 32500                    |            |         |                     |
| RT9   | 10000   | 10 | Rahm 1 %    | 3360                   | 33600                    |            |         |                     |
| RT10  | 10000   | 20 | Rahm 4 %    | 6110                   | 122200                   | 116067     | 10451   | 9,00                |
| RT11  | 10000   | 20 | Rahm 4 %    | 6100                   | 122000                   |            |         |                     |
| RT12  | 10000   | 20 | Rahm 4 %    | 5200                   | 104000                   |            |         |                     |
| RT13  | 15000   | 1  | Rahm 0,25 % | 7900                   | 7900                     | 7933       | 57,7    | 0,73                |
| RT14  | 15000   | 1  | Rahm 0,25 % | 7900                   | 7900                     |            |         |                     |
| RT15  | 15000   | 1  | Rahm 0,25 % | 8000                   | 8000                     |            |         |                     |
| RT16  | 15000   | 10 | Rahm 4 %    | 11900                  | 119000                   | 112667     | 21221   | 18,8                |
| RT17  | 15000   | 10 | Rahm 4 %    | 13000                  | 130000                   |            |         |                     |
| RT18  | 15000   | 10 | Rahm 4 %    | 8900                   | 89000                    |            |         |                     |
| RT19  | 15000   | 4  | Rahm 4 %    | 18500                  | 74000                    | 73600      | 400     | 0,54                |
| RT20  | 15000   | 4  | Rahm 4 %    | 18400                  | 73600                    |            |         |                     |
| RT21  | 15000   | 4  | Rahm 4 %    | 18300                  | 73200                    |            |         |                     |
| RT22  | 15000   | 4  | Rahm 1 %    | 7800                   | 31200                    | 32267      | 1222    | 3,79                |
| RT23  | 15000   | 4  | Rahm 1 %    | 8400                   | 33600                    |            |         |                     |
| RT24  | 15000   | 4  | Rahm 1 %    | 8000                   | 32000                    |            |         |                     |

Mit Excel wurde der Mittelwert und die Standardabweichung über die Funktionen MITTELWERT und STABW.S berechnet. Die Funktion Mittelwert bildet hierbei den arithmetischen Mittelwert siehe Gl. (1). Die Funktion STABW.S die Standardabweichung aus einer Stichprobe siehe Gl. (2). Die relative Standardabweichung wurde durch das Teilen der STABW.S durch den Mittelwert berechnet.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

(Papula, 2015)

Bei den rotmarkierten Proben liegen die Messergebnisse über dem Grenzwert des genutzten CSB-Kits, weshalb die Ergebnisse nicht verwendet werden können. Der Messwert könnte deutlich höher liegen als angezeigt. Auffällig ist, dass die relativen Standardabweichungen bei den Messergebnissen mit dem Inhalt Rahm 4 % deutlich höher liegen. Dies könnte zum einen aus mangelnder Homogenität der Rahmprobe liegen und zum anderen an dem geringen Probevolumen des CSB-10000-Kits. Die Lauge Messungen haben eine geringe relative Standardabweichung <1 %. Die Methodik wurde erst zu einem späteren Zeitpunkt auf Standardabweichung überprüft, da zu Beginn unklar war, wie hoch die Schmutzfracht ist und welchen CSB-Wert die Proben haben werden. Um eine Probe im Vorlauf (VL) mit einer Probe im RL zu vergleichen, wurde eine rechnerische Annäherung getroffen.

### 5.3 Berechnung der Zeit zwischen Probeentnahmestelle 1 und 2 in der Reinigung

Zwischen den beiden Probeentnahmestellen liegt der WT, mehrere Meter Leitung und die Heißhalterohre (siehe Anhang A). Die Zeit im Wärmetauscher kann über das Verhältnis zwischen Volumen des WT und Volumenstrom während der CIP ( $\dot{V}_{CIP}$ ) berechnet werden (mit Gl. (3)).

$$\frac{V}{\dot{V}} = t \quad (3)$$

Das Volumen des WT kann aus der Auslegung des Rahmerhitzers (siehe Anhang B) entnommen werden. In Tabelle 5 sind die Volumina der einzelnen Bereiche und der Summe dargestellt.

Tabelle 5: Volumen des Rahmerhitzers aus der Auslegung (siehe Anhang B)

| Bezeichnung       | Erhitzer | WR1   | WR2   | WR3    | Kühler | Summe  |
|-------------------|----------|-------|-------|--------|--------|--------|
| <b>Volumen/ l</b> | 50,04    | 85,78 | 26,81 | 114,37 | 50,04  | 327,04 |

$$t_{WT} = \frac{0,32704 \text{ m}^3}{18 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}}} = 65,4 \text{ s}$$

Die Zeit in den HH werden mit einer Heißhaltezeit bezogen auf den Produktionsvolumenstrom  $\dot{V}_{Pro}$  angegeben. In der CIP ist der Volumenstrom höher, weshalb die Verweilzeit neu berechnet werden muss.

$$\dot{V}_{CIP} = 18 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}; \dot{V}_{Pro} = 12 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$t_{ProHH01} = 120 \text{ s}; t_{ProHH02} = 5 \text{ s}$$

$$V = \dot{V}_{CIP} \cdot t_{CIP} = \dot{V}_{Pro} \cdot t_{Pro} \quad (4)$$

Da das Volumen const. ist kann mithilfe der Volumenströme die Verweilzeit in der CIP mit Gl. (4) ausgerechnet werden.

$$t_{CIPHH01} = 80 \text{ s}; t_{CIPHH02} = 3,3 \text{ s}$$

Die Rohrleitung zwischen den Probeentnahmestellen wurden mit einem Maßband abgemessen.

Die Strecke der Rohrleitung zwischen Probeentnahmestelle 1 (Vorlauf) und dem WT entspricht etwa 5,6 m und die Strecke zwischen dem WT und Probeentnahmestelle 2 etwa 8,6 m. Der Innendurchmesser der Rohrleitung ist über die ganze Strecke 65 mm.

$$t_{Ro} \frac{\frac{0,065 \text{ m}^2}{4} \cdot \pi \cdot (5,60 + 8,60) \text{ m}}{18 \cdot \frac{1}{3600} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 9,4 \text{ s}$$

Durch Addition der einzelnen Zeiten ergibt sich eine Verweilzeit zwischen den Probeentnahmestellen von 2 min 38 s.

$$t_{Ges} = (9,4 + 65,4 + 80 + 3,3) \text{ s} = 158,1 \text{ s} = 2 \text{ min } 38 \text{ s}$$

## 6 Ergebnisse und Diskussion

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse dargestellt und diskutiert. Die hierzu genutzten Messergebnisse sind in Anhang F zu finden. Die Messwerte sind hauptsächlich nach dem Datum sortiert, da an einem Tag nur maximal eine CIP des RE lief. Die Bezeichnung der Probe ergibt sich aus der Probeentnahmewoche (W+Zahl) und der Bezeichnung Vorlauf (VL+Zahl) und Rücklauf (RL+Zahl). Laugetank Proben sind mit (W+Zahl) und (L2P+Zahl) bezeichnet.

Das zugehörige Produktionsvolumen vor der CIP wird in Tabelle 6 dargestellt und berechnet sich aus der Produktionslaufzeit des Rahmerhitzers im Schritt Produktion. Die Zeit konnte in der Anlagensteuerungssoftware (dem Operation Manager) abgelesen werden.

Tabelle 6: Produzierte Menge Rahm vor der CIP.

| Datum      | Rahmerhitzer Laufzeit/<br>h | Volumen berechnet/<br>l |
|------------|-----------------------------|-------------------------|
| 02.03.2022 | 0,50                        | 6000                    |
| 03.03.2022 | 0,33                        | 3960                    |
| 07.03.2022 | 2,00                        | 24000                   |
| 09.03.2022 | 1,00                        | 12000                   |
| 15.03.2022 | 1,50                        | 18000                   |
| 21.03.2022 | 2,33                        | 27960                   |
| 28.03.2022 | 2,00                        | 24000                   |
| 30.03.2022 | 0,50                        | 6000                    |
| 04.04.2022 | 2,25                        | 27000                   |

### 6.1 Ergebnisse zum Fett, Protein- und Laktosegehalt

Die Proben wurden im Milkoscan FT3 auf Fett, Protein und Laktose untersucht. Die Proben vom 04.04.2022 wurden mit dem Milkoscan FT1 untersucht, da der FT3 nicht funktionsfähig war. In Abbildung 24 ist der Fettgehalt im VL dargestellt und in Abbildung 25 der Fettgehalt im RL. Bei jeder Messreihe sinkt der Fettgehalt nach rund 5 Minuten auf unter 0,5 % mit Ausnahme von der Messung am 02.03.2022. In der Messung vom 02.03.2022 sind nur zwei Proben genommen worden, weshalb der genaue Verlauf unklar ist. Auffällig ist, dass die Messungen unterschiedliche Startgehalte aufweisen. Die Messung am 21.03.2022 weist ein sehr niedrigen Startgehalt auf, obwohl das Produktionsvolumen das größte aller Messungen ist.

Die Zeit zwischen der Produktion und der CIP war sehr kurz, was eine Homogenisierung der Fracht durch Leerlauf des RE im Umlauf ausschließt. Bei den Messungen am 15.03, 30.03 und 04.04 ist die Fracht leicht verzögert, wodurch der Gehalt erst sehr niedrig ist und dann stark ansteigt.

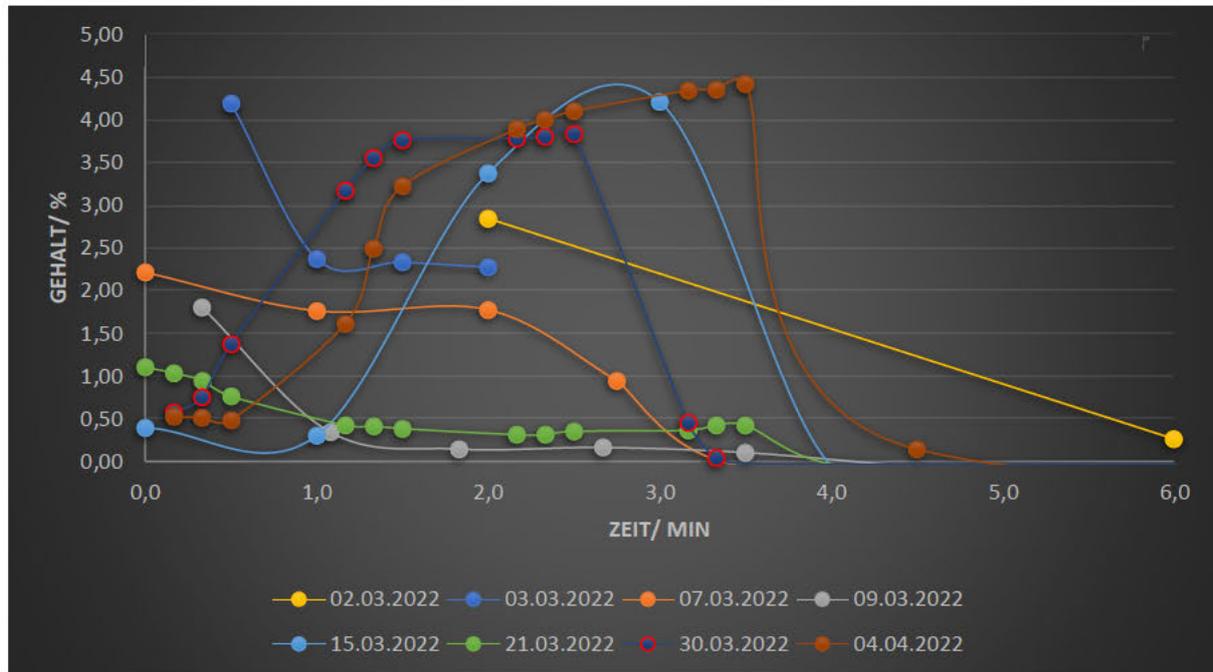


Abbildung 24: Der Fettgehalt der Proben im Vorlauf.

Der RL sieht vom Verlauf ähnlich aus wie der VL. Die berechnete Verweilzeit zwischen den Probeentnahmestellen kann hier nicht nachgewiesen werden. Am 04.04 liegt der Peak bei 4,30 % bei etwa 2,83 min. Im VL ist bei 3,17 min eine Konzentration von 4,35 %. Die Verweilzeit liegt somit deutlich unter der berechneten Zeit. Der Peak vom 15.03.2022 ist im VL bei etwa 4,5 % und im RL bei ca. 3,25 %. Die Strömung im WT über die Platten ist anders als in der Rohrleitung. Da mehrere Platten parallel durchströmt werden, führt dies bei der anschließenden Zusammenführung der Ströme zu einer Vermischung. In dem ganzen Erhitzer ist bereits Produkt, weshalb eine höhere Konzentration früher im RL gefunden werden kann.

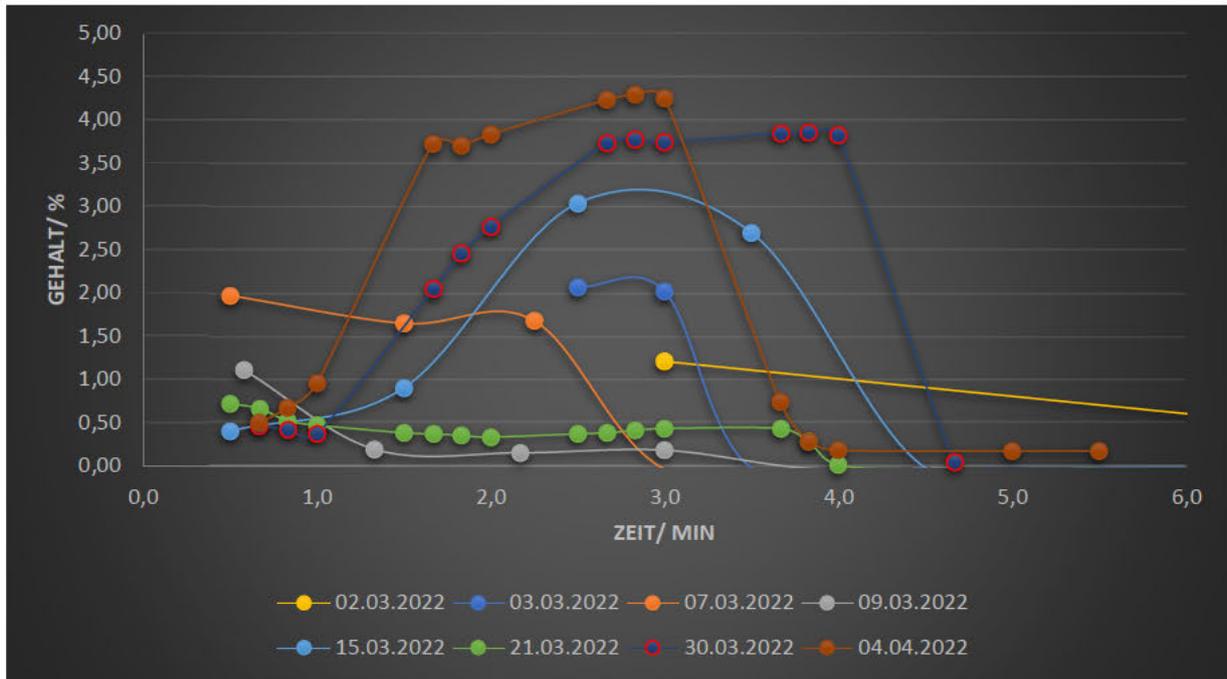


Abbildung 25: Der Fettgehalt der Proben im Rücklauf.

Allgemein ist die Konzentration des Fetts nach 5 min unter 0,5 % mit der Ausnahme vom 02.03. Diese besteht, wie im VL nur aus 2 Proben, wodurch der Verlauf sehr unklar ist. Bei 8 min ist die Konzentration bei 0,2 % (siehe Messwerte). Die Proben am 28.03.2022 sind erst ab den Laugeschritten genommen worden, weshalb diese hier nicht vorkommen. In Abbildung 26 ist der Verlauf der CIP vom 04.04.2022 aus dem Operation Manager der Anlage zu sehen. Der Flow (rot) ist deutlich über dem eingestellten CIP Volumenstrom. Flowdrops wie bei etwa 20:00 kommen durch die Reinigungsintervalle der CIP. Volumenströme von über 20000 l/h sind in jeder CIP in dem Proben genommen worden zu sehen. Die Temperatur (blau) ist die ganze CIP lang unter 30 °C. Im RL der CIP steigen die Temperaturen auf die realistischen Werte an. Es ist zu vermuten, dass hier ein Fehler im Sensor des RE vorliegt. Der Leitwert (lila) steigt wie gewünscht in den Lauge -und Säure Schritten an. In den anderen CIPs ist die Temperatur auf den Sollwert angestiegen je nach Schritt. Allgemein waren Probleme mit der Dichtung der Rahmpumpe bekannt. Diese fördert jedoch nur im Intervall zum Vorlaufbehälter.

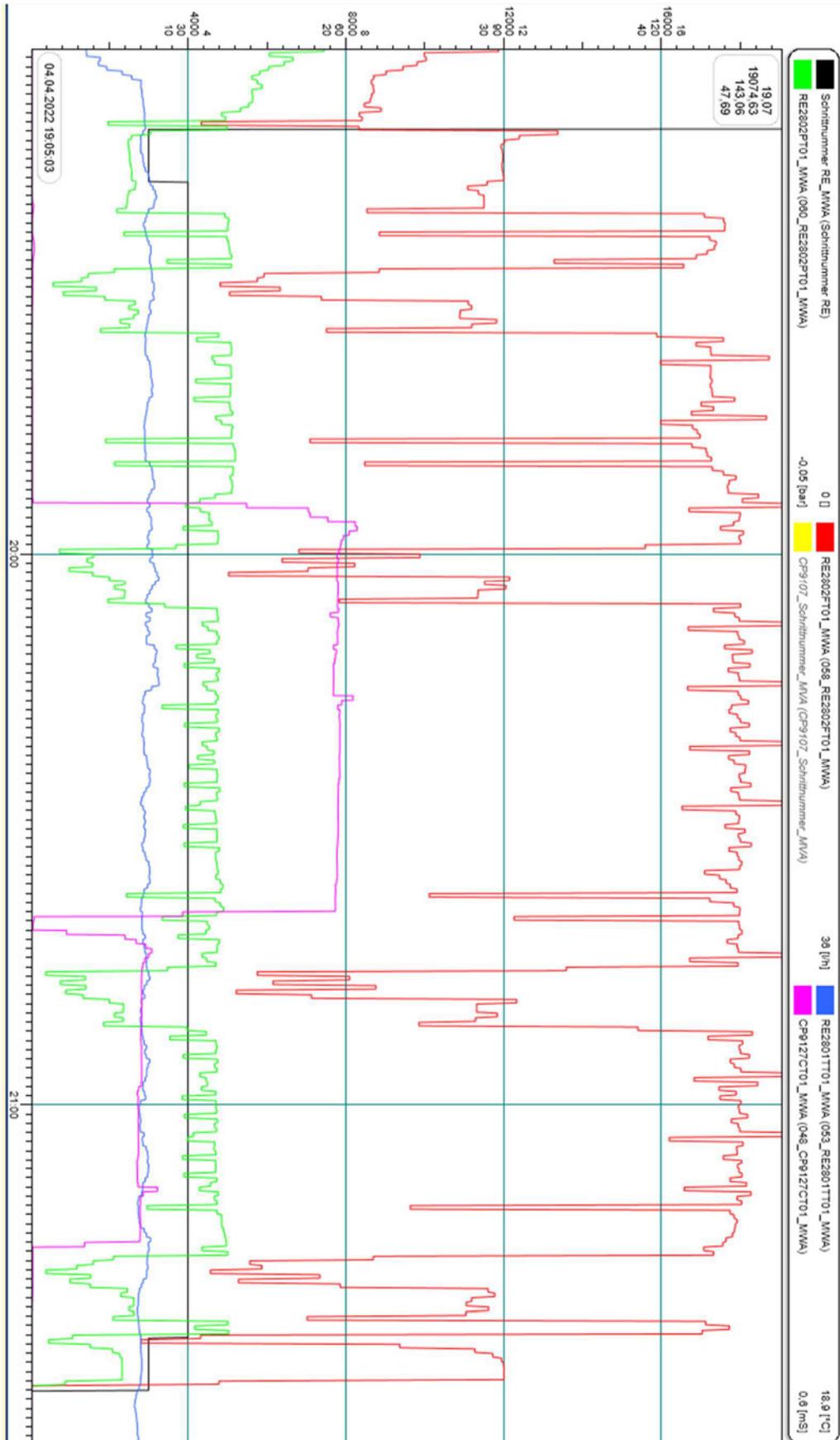


Abbildung 26: Messkurve des Druck-, Temperatur -und Flowsensors der RE CIP vom 04.04.2022.

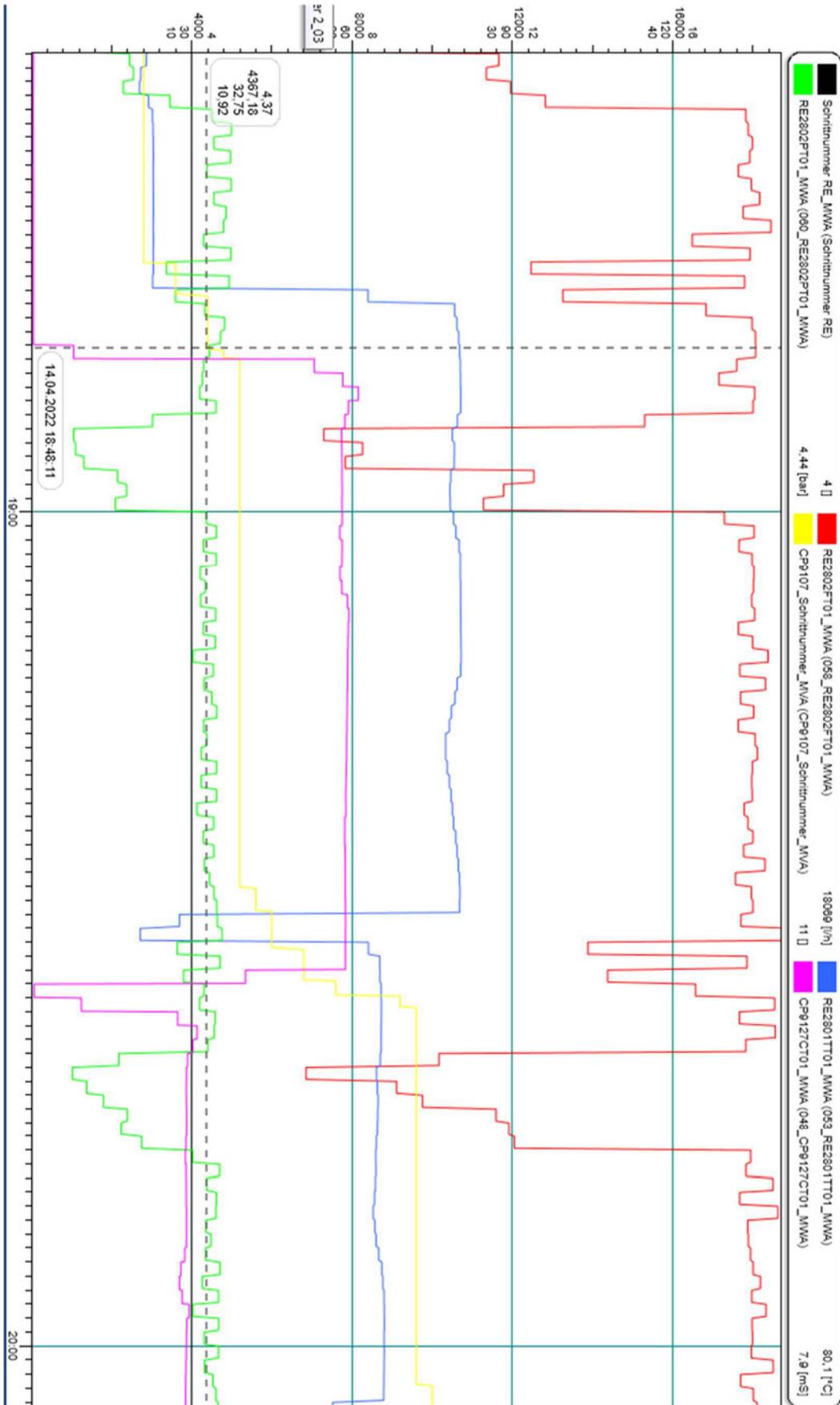


Abbildung 27: Messkurve des Druck-, Temperatur- und Flowsensors der RE CIP vom 14.04.2022.

In Abbildung 27 ist ein Ausschnitt der RE CIP vom 14.04.2022 zu sehen. Die Schritte der CIP sind durch den gelben Graphen erkenntlich. Diese Funktion wurde erst später von der Firma ProLeit AG implementiert und konnte leider nicht rückwirkend für frühere Messungen genutzt werden. Das Diagramm startet hier im Schritt 7 Vorspülen und endet nach Schritt 24 Säurezirkulation. Ebenfalls eingeblendet ist der Leitwert (lila) im RL zu dem Säure- und Laugetank. Der Übergang von Lauge bis RL (Schritt 11) über Phasenwechsel (Schritt 12) zu Schritt 13 Lauge Zirkulation ist sehr kurz und der Leitwert geht mit hoher Steigung zu seinem Sollwert. Zu Beginn gibt es leichte Schwankungen bei dem Leitwert, da dieser Schmutzfracht löst. Die Konzentration schwankt, bis sich diese nach 15 min Zirkulation stabilisiert. Die Temperatursteigerung (ab 18:44) ist ebenfalls innerhalb einer Minute erreicht. Generell lief diese CIP deutlich stabiler ab als die CIPs bei denen Proben entnommen wurden. Der Volumenstrom ist ebenfalls bei etwa 18000 l/h mit Ausnahme der Intervalle. Die Probennahme über den Sitz Lift könnte den Volumenstrom erhöht haben. Der Volumenstrom ist bei CIPs im Zeitraum vom 02.03 - 04.04 an denen keine Proben gezogen wurden, meist stabiler als an Probeentnahmetagen. Der Flow ist trotzdem über 20000 l/h gestiegen und während der Intervalle auf unter 6000 l/h.

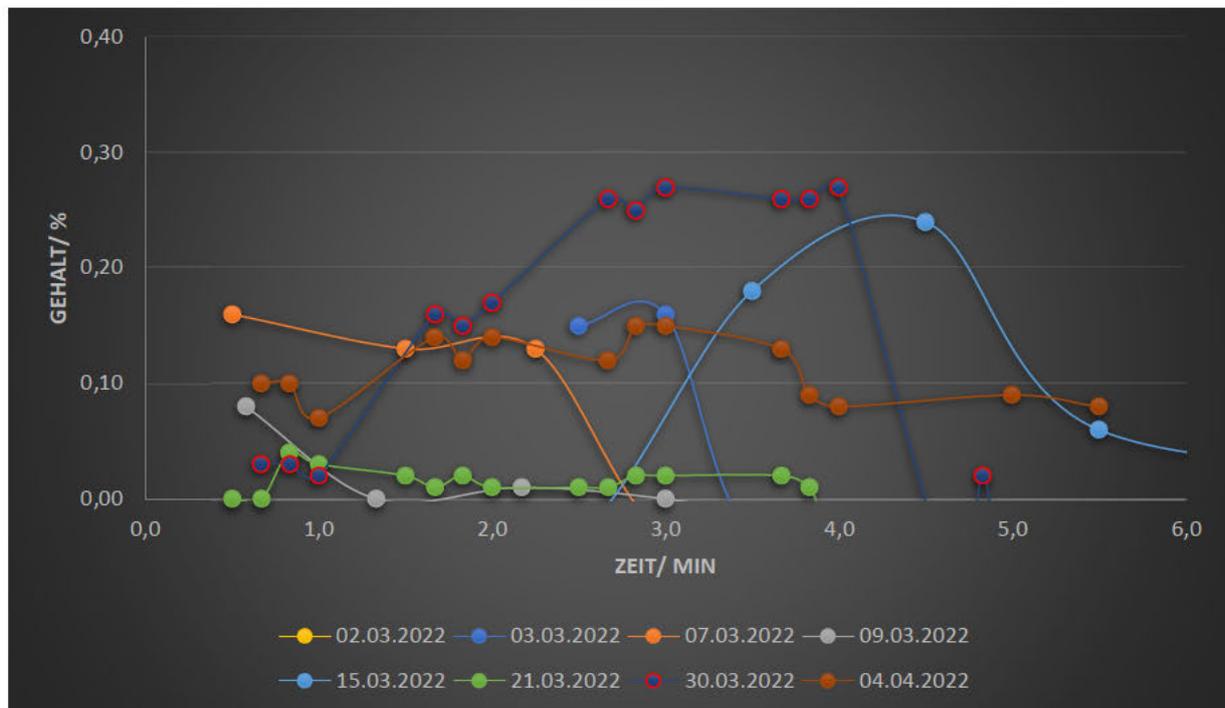


Abbildung 28: Der Proteingehalt der Proben im Rücklauf.

In Abbildung 28 ist der Verlauf des Proteingehalts über die Zeit aufgetragen. Die Messungen vom 21.03 und 07.03 verlaufen sehr ähnlich wie beim Verlauf des Fettgehalts RL. Tendenziell sind die Verläufe etwas träge im Vergleich zum Fettgehalt RL. Vor allen die Proben vom 15.03 und 04.04 sind deutlich flacher im Verlauf. Hierbei ist zu beachten, dass der Proteingehalt mit Peaks am 04.04 mit 0,15 % und am 15.03 bei 4,5 min mit 0,24 %, sehr gering ist. Die Proteinreste sind ab 6 min so gering, dass in Vorspülen kaum noch Proteinbeläge von den Wandungen gelöst werden kann. Die Kalibrierung des FT3 ist bei sehr niedrigen Gehältern nicht optimal, wodurch leicht negative unlogische Werte gemessen wurden.

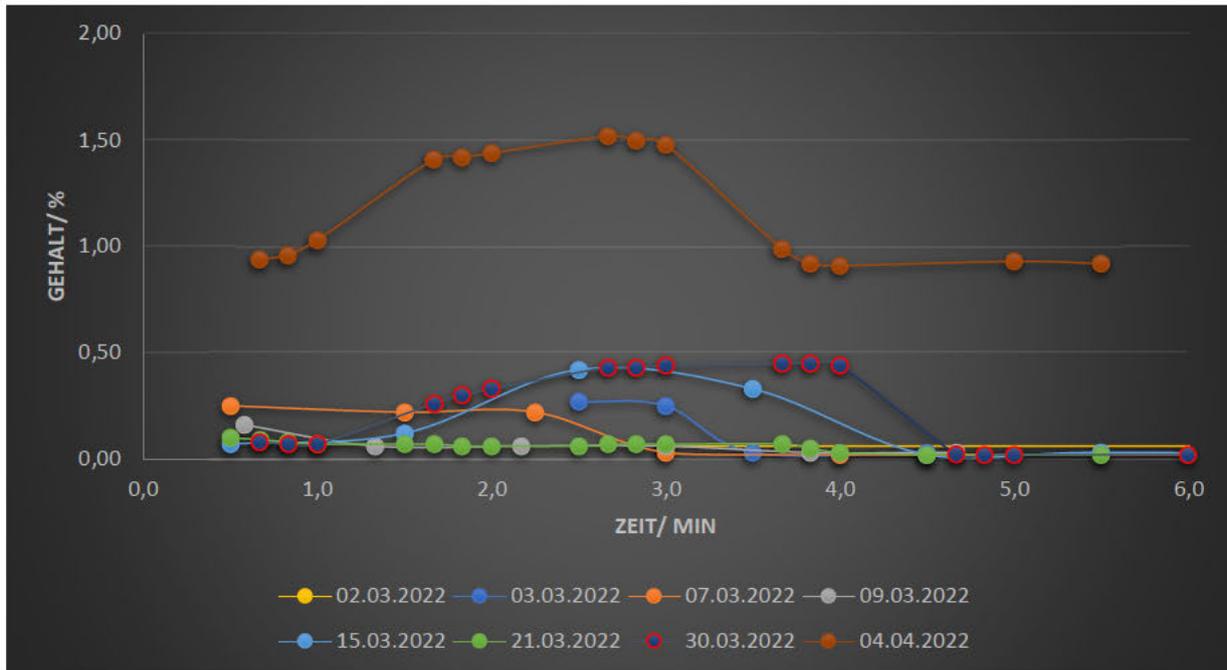


Abbildung 29: Der Laktosegehalt der Proben im Rücklauf.

In Abbildung 29 ist der Laktosegehalt gegen die Zeit aufgetragen. Die Messungen vom 04.04 beginnend mit einem Gehalt von etwa 1 % und steigen auf ein Maximum von 1,5 % an bei 2,67 min. und pendeln sich nach etwa 4 min bei 0,92 % ein. Alle anderen Verläufe gehen bis maximal 0,5 % und sinken nach 5 min auf nahe 0 %. Möglicherweise ist die Kalibrierung des FT1 nicht optimal, da die Proben vom 04.04 die einzigen sind, welche nicht zu 0 % konvergieren. Laktose ist sehr gut löslich und müsste schnell durch Vorspülwasser aus dem System gespült werden. Der Verlauf von 04.04 bildet ab 4 min eine Art Plateau.

## 6.2 Ergebnisse des CSB-Werts

Der CSB-Wert bei 5 Minuten liegt bei 15 mg/l und ist sehr niedrig, was den Laktosegehalt nicht erklärt. Dieser liegt jedoch unter der Nachweisgrenze des CSB-Kits (siehe Anhang E für CSB 1500), weshalb der genaue Wert nicht sicher bestimmt wurde. Der Verlauf des CSB-Wertes ist in Abbildung 31 bis Abbildung 34 dargestellt. Da der CSB-Wert im Vorspülwasser deutlich höher ist als in der Lauge, wurde dieser in Bereichen dargestellt. Die rotmarkierten Messwerte im Messwerteanhang sind außerhalb der Range. Durch begrenzte CSB-Kits und sehr weit gefächerte Messergebnisse sind viele Messergebnisse nicht in der Range. Bei den Ergebnissen für den CSB-Wert ist der Vf bereits berücksichtigt. Messergebnisse, welche über die obere Grenze der Range liegen, weisen tendenziell einen höheren CSB-Wert auf. Die Proben zu den Messergebnissen unter 100 mg/l bei einem CSB-1500-Kit sind sehr klar und farblos (siehe Abbildung 30 letzte Probe), weshalb kaum Schmutzfracht zu vermuten ist. Die CSB-Wert Ergebnisse sind eher qualitativ als quantitativ zu betrachten.



Abbildung 30: Probeentnahme von W6RL1-W6RL13. (Eigene Aufnahme, 2022)

In Abbildung 30 ist ein Teil (W6RL1-W6RL13) einer Probereihe in den Vorspülschritten zu sehen. Die Verdünnung wurde anhand der Optik (trüb, gelblich) und den Ergebnissen von Fett, Protein und Laktose ausgewählt.

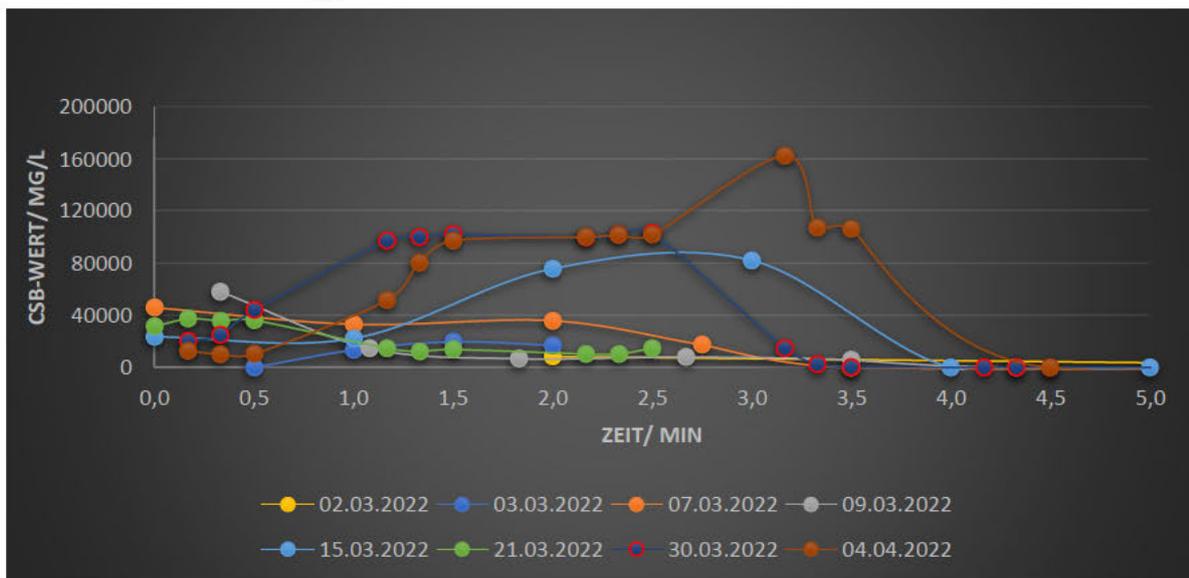


Abbildung 31: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Vorlauf (Vorspülwasser Schritte).

Der CSB-Wert im VL (Abbildung 31) verläuft ähnlich wie der Fettgehalt im VL, da dieser Hauptbestandteil der Organik ist. Die Ergebnisse für die Messungen am 02.03, 03.03 und 07.03 sind vermutlich deutlich höher, da die Range der Kits deutlich überschritten wurde. Die Probe W1VL1 vom 02.03 hat einen CSB-Wert von 8507 mg/l bei einem CSB-1500-Kit. Die Messwerte von 09.03 sind weitgehend in der Range und es bildet sich eine von Beginn abnehmende Kurve bis etwa 1,5 min ähnlich wie beim Fettgehalt. Der Messwert bei 3,2 min vom 04.04 ist in der Range, da hier eine weitere Messung gemacht werden konnte. Der CSB-Wert mit CSB-10000 1:10 verdünnt (verd.) liegt bei 109000 mg/l und mit CSB-15000 1:10 verd. bei 148000 mg/l. Die Messergebnisse außer Range verhalten sich plateauartig. Die Messungen der Proben vom 30.03 haben im RL (Abbildung 32) in der Zeit von 0,67 min – 1,67 min einen besonders hohen CSB-Wert welcher zu Beginn bei 111100 mg/l liegt und dann bei 1,67 min auf 54600 mg/l sinkt. Dieses Verhalten passt nicht zum VL, ebenso ist der Fett-, Protein- und Laktosegehalt niedrig. Der CSB-Wert sinkt jedoch bei 4,67 min auf einen CSB-Wert von 13 mg/l in etwa passend zum Fettgehalt. Nach der 5 min ist bei jeder Messreihe der CSB-Wert unter 100 mg/l im RL. Die CIP springt nach ca. 5 min vom Schritt 5 in den Schritt 7 Vorspülen, d.h. die grobe Verunreinigung ist bereits aus der Anlage entfernt, bevor die CIP die 3 min Intervalle + 15 min Vorspülen startet.

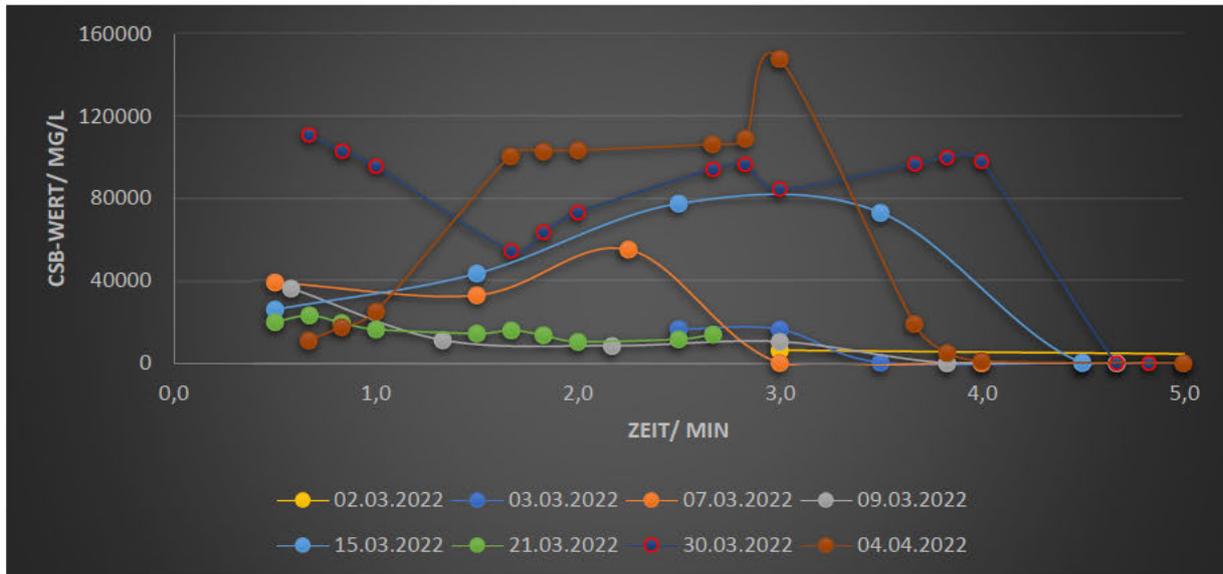


Abbildung 32: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Rücklauf (Vorspülwasser Schritte).

In Abbildung 33 ist der CSB-Wert im VL dargestellt im Intervall 28 min – 35 min, da dort die Lauge in den RE eingeschoben wird. Hinzugekommen sind die Messwerte vom 28.03 und nicht mehr vorhanden die Messwerte vom 02.03, 03.03 und 21.03. Am 02.03 und 03.03 sind keine Proben in den Laugeschritten gezogen worden und für die Proben am 21.03 waren keine Chemikalien zum Messen mehr vorhanden. Diese mussten entsorgt werden. Am 09.03 wurden drei Proben aus dem Laugetank gezogen, um Abweichungen zu untersuchen. Die CSB-Werte lagen dicht beieinander: 812 mg/l; 810 mg/l; 815 mg/l.

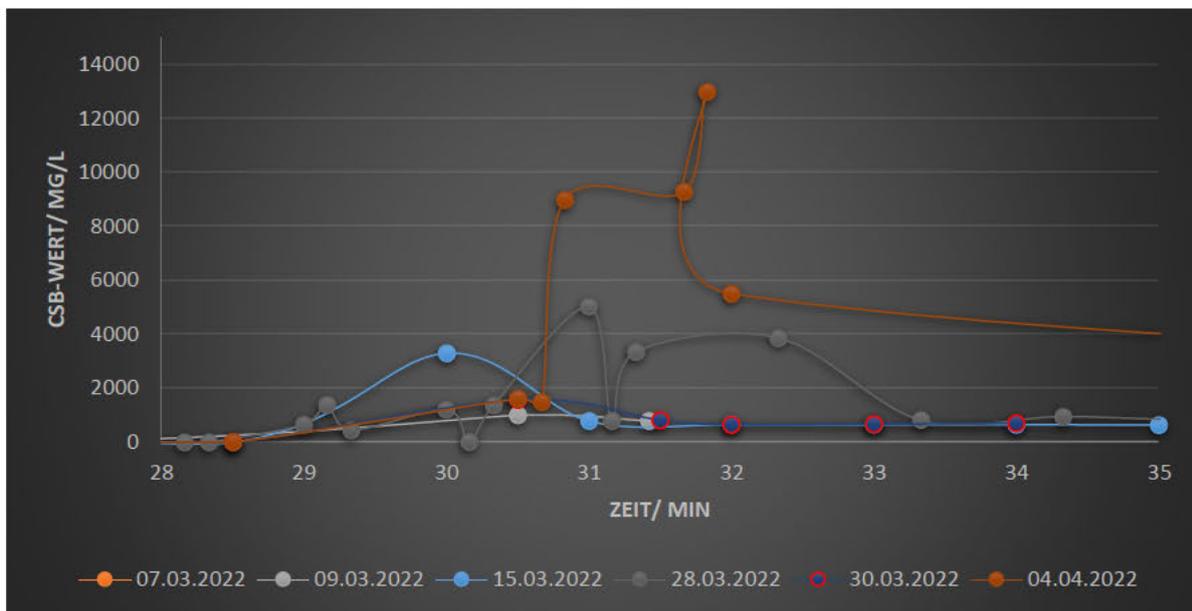


Abbildung 33: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Vorlauf (Lauge Schritte).

Danach wurde nur noch eine Laugeprobe jeweils pro Probeentnahme-Tag gezogen. Am 30.03 hatte die Lauge einen CSB-Wert von 703 mg/l. Der CSB-Wert des Laugetanks schwankt von Tag zu Tag je nach gefahrenen CIPs. Der CSB-Wert-Verlauf am 04.04 hat ein deutlich höheres Maximum (7400 mg/l bei 31,5 min) als die anderen Verläufe. Dies spiegelt sich im RL

in Abbildung 34 ebenfalls wider. Die Verweilzeiten sind am ehesten am 15.03 zuordenbar. Hier ist das Maximum bei 30 min mit einem CSB-Wert von 3300 mg/l im VL und im RL ein Maximum bei 30,5 min mit einem CSB-Wert von 3900 mg/l. Diese Zeit macht jedoch ebenfalls keinen Sinn. Der Verlauf der Messungen im VL am 04.04.2022 verläuft vermutlich deutlich steiler ab 32 min. Die nächste Probe W6VL23 wurde erst zur 47 min entnommen mit einem CSB-Wert von 778 mg/l. Die Laugetank-Probe W6L2P1 hat einen CSB-Wert von 668 mg/l.

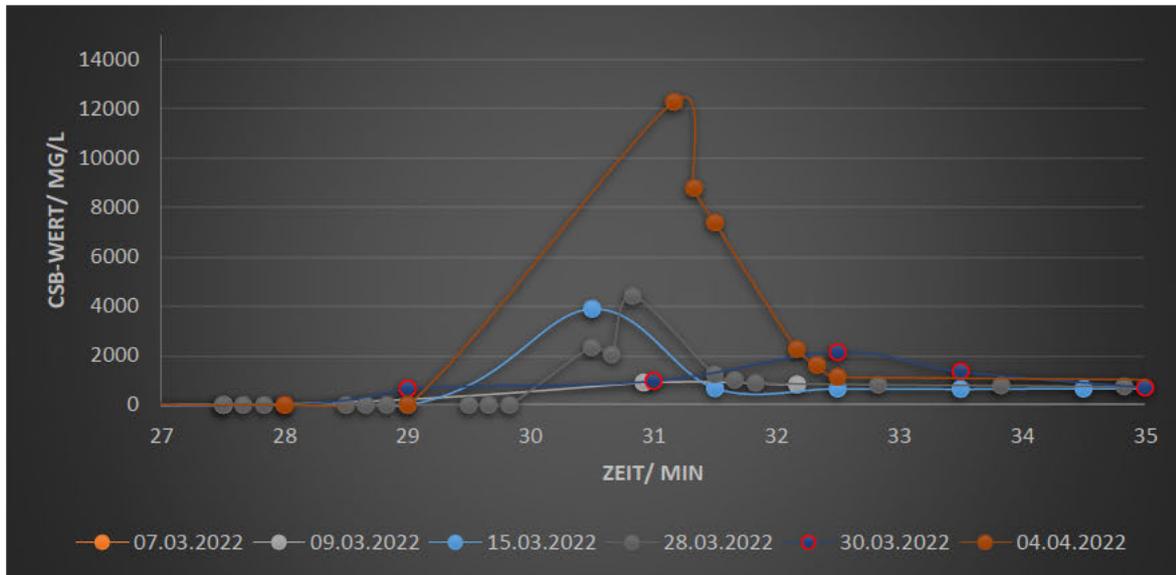


Abbildung 34: Der CSB-Wert der gemessenen Proben im Rücklauf (Lauge Schritte).

Die letzte RL-Probe W6RL24 hat einen CSB-Wert von 712 mg/l.



Abbildung 35: Probe W6RL24 im Vergleich zu Laugetank-Probe. (Eigene Aufnahme, 2022)

Es ist unklar, ob die Differenz zwischen W6RL24 und der Probe W6L2P1 von 44 mg/l eine Schmutzfracht ist, welche noch herausgelöst wird. Im Vergleich zu den 31,17 min im RL mit

einem CSB-Wert von 12300 mg/l eher vernachlässigbar. Optisch sind diese nicht zu unterscheiden (siehe Abbildung 35).

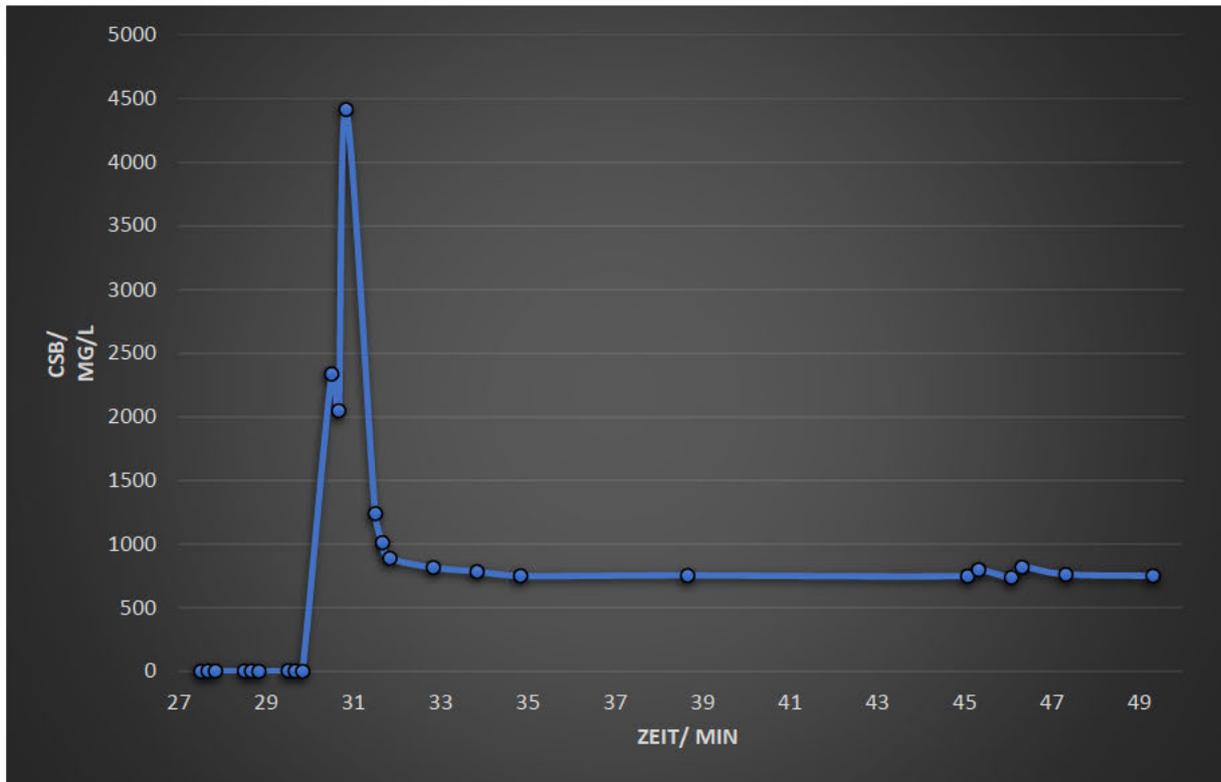


Abbildung 36: Rücklauf der CIP vom 28.03.2022 im Bereich [27 min/50,0 min].

In Abbildung 36 ist der RL der CIP vom 28.03 zu sehen. Diese CIP ist durch eine höhere Anzahl an Proben besser aufgelöst. Die Proben wurden ab 9 Lauge: Leitung füllen bis Objekt gezogen. Somit sind die ersten Proben nicht Lauge haltig. Ab 29,8 min schiebt die Lauge sehr scharf die Verunreinigung aus. Die Probe W5RL17 bei 33,8 min hat einen CSB-Wert von 787 mg/l, dies entspricht genau dem CSB-Wert des Laugetanks aus der Probe W5L2P1. Der weitere Verlauf zeigt leichte Schwankungen über 800 mg/l im Bereich 45 min bis 50 min. Die hauptsächliche Reinigung hat somit 4 Minuten gedauert. Die Lauge-Zirkulation lief noch bis zur 70 min zirka. Die CIP Dauer schwankt aufgrund von Pumpenschwankungen sowie der individuellen Ausschiebedauer. Eine gewisse Zeit zu zirkulieren ist notwendig, da sich vermutlich über die Zeit noch Proteinbeläge lösen.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die CIP derzeit bei Produktionen bis zu 2,33 h die Schmutzfrachten in den Vorspülwasser Schritten in 5 min herausspült. Nach etwa 5 min geht die CIP in den Schritt 7 Vorspülen, in welchem diese 4 Minuten die Intervalle durchläuft und anschließend 15 Minuten vorspült, ohne dass die Konzentrationen von Fett, Protein und Laktose merklich abnehmen. Der CSB-Wert bekräftigt diese Aussage, denn auch dieser sinkt nach etwa 5 min auf ein sehr niedriges Niveau (kleiner 100 mg/l). Zwischen der 29 min und 34 min Laufzeit wird die Lauge eingeschoben und die Hauptschmutzfracht in maximal 4 Minuten ausgeschoben. Die Schmutzfracht lässt sich sehr gut durch die CSB-Messungen erkennen, da der CSB-Wert der Proben vom CSB-Wert der Lauge aus dem Medientank abweicht. Es ist nicht auszuschließen, dass sich nach der 34 min Laufzeit Proteinbeläge von den Wandungen ablösen. Der Beginn der Lauge Zirkulation startet etwa zur 30 min Laufzeit. Dies kann leicht zwischen den CIPs variieren. Hieraus ist zu schließen, dass die CIP bei nur noch niedrigen Schmutzfrachten 36 min mit Lauge weiterzirkuliert. Der RE hat noch nicht die nach Key-Performance-Index (KPI) vorgegebene Laufzeit von 10 h erreicht, weshalb hier zwischen Inbetriebnahme und nach der Inbetriebnahme unterschieden werden muss.

Für die Zukunft könnte die CIP in der Inbetriebnahme mit der kurzen Laufzeit im Schritt 7 Vorspülen gestartet werden, welche nur 5 min vorspült statt 15 min. Des Weiteren könnte die Laufzeit im Schritt 13 Lauge Zirkulation auf 20 min eingekürzt werden, um Lauge einzusparen. Eine kürzere Laufzeit sollte unter dem Aspekt, dass die Produktionsmenge über die Zeit erhöht wird, nicht riskiert werden. Sobald die Produktionszeit sich erhöht, nehmen die Anbrände im WT deutlich zu, weshalb eine längere Laufzeit benötigt wird. Um diesem entgegenzuwirken, wird in Zukunft heizwasserseitig dafür gesorgt, dass die Temperaturen im WR1 und WR2 stabiler sind. Es ist wichtig, dass die Proteine vor dem HH01 die vorgegebene Temperatur erreichen, damit diese im HH01 denaturieren. Die Reinigung im HH01 ist einfacher als in einer Platte. Der WT sollte in Zukunft durch Öffnen der Platten zusätzlich untersucht werden, um den tatsächlichen Reinigungseffekt zu überprüfen. Da diese Untersuchung einen Stillstand der Anlage bedeutet, muss diese zeitlich geplant werden.

## 8 Literaturverzeichnis

**Abwasser Analysezentrum. 2022.** [Online] 24. 02 2022.

<https://www.abwasser-analysezentrum.de/parameteruebersicht/csb>.

**Bärenmarke. 2022.** [Online] 10. 1 2022.

[https://www.baerenmarke.de/sites/default/files/img/teaser/210503\\_Produktarrangement\\_2021\\_ab\\_06.png](https://www.baerenmarke.de/sites/default/files/img/teaser/210503_Produktarrangement_2021_ab_06.png).

**Chemgapedia. 2022.** [Online] 10. 2 2022.

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/media/vsc/de/ch/3/anc/ir\\_spek/ir\\_spektroskopie/ir\\_geraetetchnik/ir\\_8\\_5/interferometer\\_mzubi0703.gif](http://www.chemgapedia.de/vsengine/media/vsc/de/ch/3/anc/ir_spek/ir_spektroskopie/ir_geraetetchnik/ir_8_5/interferometer_mzubi0703.gif).

**Ecolab GmbH. 2017.** Sicherheitsdatenblatt Advantis 210 (v. 2). 25. 08 2017.

**Foss GmbH. 2022.** [Online] 1. 3 2022.

<https://www.fossanalytics.com/de-de/products/milkoscan-ft3>.

**GEA Group AG. 2022.** [Online] 07. 03 2022.

<https://www.fruit-processing.com/2021/10/mission-26-gea-presents-growth-strategy-for-the-next-five-years/>.

**GEA Group Aktiengesellschaft. 2022.** [Online] 18. 1 2022.

<https://www.gea.com/de/company/about-us/index.jsp>.

**GEA TDS GmbH. 2021.** Auslegung des Rahmerhitzers (intern). 2021.

**Getty Images. 2022.** web.de. [Online] 25. 02 2022.

<https://web.de/magazine/wissen/alltagsfrage/warum-milch-weiss-32984122>.

**Griffith, de Haseth. 1986.** *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. New York : John Wiley & Sons, 1986.

**Hauser, Gerhard. 2008.** *Hygienegerechte Apparate und Anlagen*. Weinheim : WILEY-VCH Verlag GmbH , 2008.

**Hochwald Milch eG. 2022.** [Online] 20. 1 2022.

<https://www.hochwald.de/de/>.

**Hochwald Milch eG. 2021.** Eifelschau. [Online] 1. 10 2021.

<https://www.eifelschau.de/2021/07/09/hochwald-konzern-gibt-bilanz-pressekonferenz-in-obergartzem/>.

**Hochwald Milch eG; ProLeiT AG. 2022.** Schrittkette der CIP des Rahmerhitzers. Obergartzem/ Mechernich : s.n., 4. 4 2022.

**Machery & Nagel GmbH & Co. KG. 2022.** [Online] 07. 03 2022.

<https://www.mn-net.com/tube-test-nanocolor-cod-1500-985029>.

**Machery & Nagel GmbH & Co. KG. 2022.** [Online] 17. 03 2022.

<https://www.mn-net.com/media/pdf/21/64/aa/Poster-20-80-DE.pdf>.

**Nainggolan, Irwana. 2022.** [Online] 01. 03 2022.

[https://www.researchgate.net/figure/FT-IR-spectra-of-fresh-milk-powder-and-milk-powder-exposed-to-air-for-1-week-2-weeks-3\\_fig2\\_329892400](https://www.researchgate.net/figure/FT-IR-spectra-of-fresh-milk-powder-and-milk-powder-exposed-to-air-for-1-week-2-weeks-3_fig2_329892400).

**Papula, Lothar. 2015.** *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2 14. Auflage.* Wiesbaden : Springer Vieweg, 2015.

**Tetra Pak International S.A. 1995.** *Dairy Processing Handbook.* Lund : Tetra Pak International S.A., 1995.

**TUNAP GmbH & Co. KG. 2022.** airco well. [Online] 1. 3 2022.

<https://www.aircowell.com/de/de/reinigung/reinigung.php>.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich Marc-Michael Thieß, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Diese Arbeit wurde bisher nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungskommission vorgelegt.

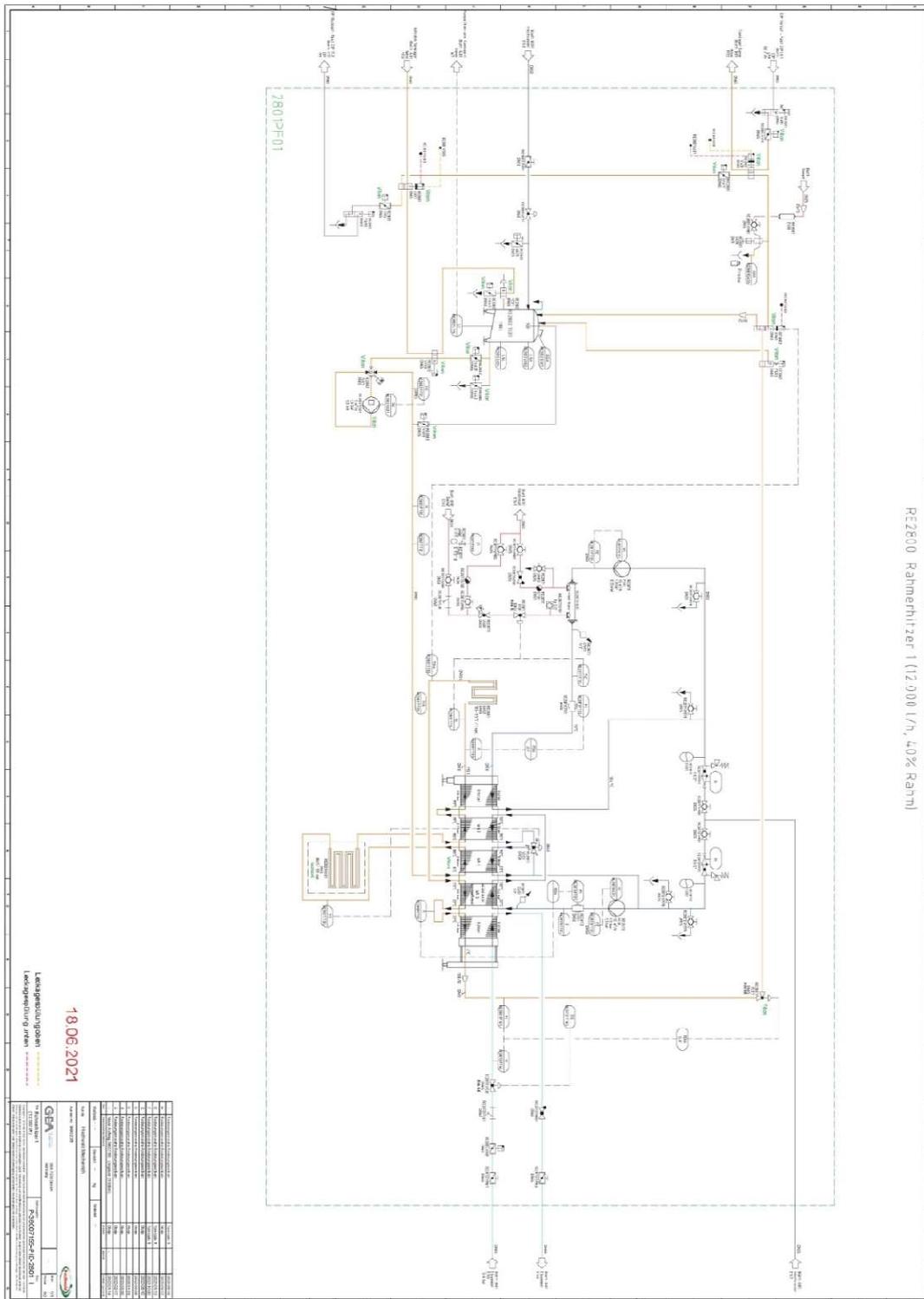
Büchen, Datum

---

# Anhang

# Anhang A PID 2800 Rahmerhitzer



Zusätzlich in A3 ausgedruckt!



## Anhang C Sicherheitsdatenblatt Advantis 210

**ECOLAB**® SICHERHEITSDATENBLATT gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006  
Advantis 210

**ABSCHNITT 1: BEZEICHNUNG DES STOFFES/DER ZUBEREITUNG UND DES UNTERNEHMENS**

**1.1 Produktidentifikator**

Produktname : Advantis 210  
Produktnummer : 108949E  
Verwendung des Stoffs/des Gemisches : Reinigungsmittel  
Stofftyp : Gemisch  
**Nur für gewerbliche Anwender.**

Informationen zur Produktverdünnung : Keine Informationen zur verdünnten Lösung verfügbar

**1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird**

Identifizierte Verwendungen : Prozessreinger. CIP Prozess  
Empfohlene Einschränkungen der Anwendung : Nur für gewerbliche Anwender/Fachleute.

**1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt**

Firma : Ecolab Deutschland GmbH  
Ecolab-Allee 1  
40789 Monheim am Rhein, Deutschland +49 (0)2173 599 0  
OfficeService.DEDUS@ecolab.com

**1.4 Notrufnummer**

Notrufnummer : +4932221096286  
+32-(0)3-575-5555 Trans-europäisch

Vergiftungsinformationszentrale : Giftinformationszentrum-Nord (GIZ-Nord), Göttingen: 0551 38318854

Datum der Zusammenstellung/Überarbeitung : 25.08.2017  
Version : 2.0

**ABSCHNITT 2: MOGLICHE GEFAHREN**

**2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs**

Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Akute Toxizität, Kategorie 4          | H302 |
| Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1A | H314 |
| Schwere Augenschädigung, Kategorie 1  | H318 |

108949E 1 / 14

(Ecolab GmbH, 2017)

**SICHERHEITSDATENBLATT** gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

**Advantis 210**

**2.2 Kennzeichnungselemente**

Kennzeichnung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| Gefahrenpiktogramme   | : |    |
| Signalwort            | : | Gefahr   |
| Gefahrenbezeichnungen | : | H302 Gesundheitsgefährlich bei Verschlucken.<br>H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.   |
| Vorsorgliche Angaben  | : | <b>Verhütung:</b><br>P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen.<br><b>Reaktion:</b><br>P303 + P361 + P353 BEI KONTAKT MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle verschmutzten, getränkten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/ duschen.<br>P305 + P351 + P338 BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.<br>P310 Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt anrufen. |

Gefahrenbestimmende Komponente(n) zur Etikettierung:  
Natriumhydroxid  
Kaliumhydroxid

**2.3 Sonstige Gefahren**

Keine bekannt.

**ABSCHNITT 3: ZUSAMMENSETZUNG/ANGABEN ZU BESTANDTEILEN**

**3.2 Gemische**

**Gefährliche Inhaltsstoffe**

| Chemische Bezeichnung | CAS-Nr.<br>EG-Nr.<br>REACH Nr.             | Einstufung VERORDNUNG (EG) Nr.<br>1272/2008   | Konzentration [%] |
|-----------------------|--|---|-------------------|
| Natriumhydroxid       | 1310-73-2<br>215-185-5<br>01-2119457892-27 | Ätzwirkung auf die Haut Kategorie 1A;<br>H314<br>Korrosiv gegenüber Metallen Kategorie 1; H290                                      | >= 30 - < 50      |
| Kaliumhydroxid        | 1310-58-3<br>215-181-3<br>01-2119487138-33 | Akute Toxizität Kategorie 4; H302<br>Ätzwirkung auf die Haut Kategorie 1A;<br>H314<br>Korrosiv gegenüber Metallen Kategorie 1; H290 | >= 10 - < 20      |

108949E

2 / 14

## Safety Data Sheet

according to Regulations 1907/2006/EC (REACH) and 2015/830/EU

REF: 985029

NANOCOLOR COD 1500

Page: 1/10

Printing date: 15.11.2021

Date of issue: 26.05.2021

### SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

#### 1.1 Product identifier

REF 985029  
Product name NANOCOLOR COD 1500

REACH Registration number(s): see SECTION 3.1/3.2 or  
A registration number for the substance(s) does not exist because the annual tonnage does not require registration or the substance or its use is excluded from registration.

20 x 2 mL COD 1500 (R0)

#### 1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Relevant identified uses  
Product for analytical use.  
Exposure Scenario Classification according REACH, RIP 3.2 Codes: SU 0-2, PC 21, PROC 15, AC 0  
The exposure scenario is integrated into sections 1-16.  
Uses advised against  
not described

#### 1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Manufactured by:  
MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG  
Valenciennr Str. 11, 52355 Düren, GERMANY  
Tel.: +49 2421 989 0  
E-mail: [sds@mn-net.com](mailto:sds@mn-net.com) ([msds@mn-net.com](mailto:msds@mn-net.com))

#### 1.4 Emergency telephone number

Outside Germany (DE): Call your regional Poisons Information Service or call local Life Saving Service.  
DE: Gemeinsames Giftinformationszentrum (GGIZ) 99089 Erfurt tel. +49 361 730 730

You find our current versions of SDS (22 languages) in internet: <http://www.mn-net.com/SDS>

### SECTION 2: Hazard identification

#### 2.1 Classification of the substance or mixture

2 mL COD 1500 (R0)



GHS05 GHS07 GHS08

Signal word DANGER

| Hazard identification | Hazard classes/categories |
|-----------------------|---------------------------|
| H302                  | Acute Tox. 4 oral         |
| H312                  | Acute Tox. 4 derm.        |
| H314                  | Skin Corr. 1A             |
| H317                  | Skin Sens. 1              |
| H332                  | Acute Tox. 4 inh.         |
| H340                  | Muta. 1B                  |
| H350                  | Carc. 1B                  |
| H360Df                | Repr. 1B                  |
| H373                  | STOT RE 2                 |
| H412                  | Aquatic Chronic 3         |

#### 2.2 Label elements

According CLP directive inner packages must be only labelled with GHS symbol(s) and product identifier(s) (EU 1272/2008 Annex I - 1.5.1.2). Inner packages up to 10 mL need max. 2 symbols (Annex I - 1.5.2.4.1 / 2).

Harmful chemicals/mixtures with signal word: WARNING must not be labelled with H and P phrases until 125 mL (EU 1272/2008)

(Machery & Nagel GmbH & Co. KG, 2022)

## Safety Data Sheet

according to Regulations 1907/2006/EC (REACH) and 2015/830/EU

REF: 985029

NANOCOLOR COD 1500

Page: 2/10

Printing date: 15.11.2021

Date of issue: 26.05.2021

Annex I - 1.5.2). This labelling exemption is NOT valid for sensitizing substances.

### 2 mL COD 1500 (R0)



GHS05 GHS07 GHS08

Signal word: DANGER

H314, H317, H340, H350, H360Df, H412

Causes severe skin burns and eye damage. May cause an allergic skin reaction. May cause genetic defects. May cause cancer. May damage the unborn child. Suspected of damaging fertility. Harmful to aquatic life with long lasting effects.

P201, P280sh, P280sh, P303+361+353, P305+351+338, P310, P405

Obtain special instructions before use. Do not breathe dust/vapours. Wear protective gloves/eye protection. IF ON SKIN (or hair): Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water [or shower]. IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. Immediately call a POISON CENTER/doctor. Store locked up.

### 2.3 Other hazards

Possible hazards from physicochemical properties

Generally in the case of pH values are less than 2 or higher than 11.5 then it is corrosive. ---

Information pertaining to particular risks to human and possible symptoms

Causes varying degrees of acid burns on the skin, to the eyes and to the mucous membranes and wounds which do not heal quickly depending on the concentration, temperature and the exposure time. Vapours especially which steam from hot liquids and mist can have a severe irritant effect upon the eyes and the respiratory organs.

Cause after oral intake, inhalation of vapours/dust, skin contact, impairments of health when ingested in small quantities. May cause sensitization by skin contact, also in repeated contact of small amounts. May cause genetic defects. May cause cancer. May cause cancer if inhaled. Can accumulate within the body.

The risk assessment of the tube tests showed no risk H331 "Toxic if inhaled." at the application. -

Information pertaining to particular risks to the environment

Harmful to aquatic life with long lasting effects. Avoid contact of substance/mixture to environment.

PBT: not applicable

vPvB: not applicable

Other hazards

---

## SECTION 3: Composition/information on ingredients

### 3.1 Substances or 3.2 Mixtures

#### 2 mL COD 1500 (R0)

|  |  |                     |                |
|--|--|---------------------|----------------|
| Chemical:  | silver sulfate   | CAS No.:            | 10294-26-5     |
| Classification:  | H318, Eye Dam. 1, H400, Aquatic Acute 1, H410, Aquatic Chronic 1 |                     |                |
| Formula:   | Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                  |                     |                |
| Pseudonym:   | disilver(1+) sulfate   |                     |                |
| TSCA Inventory:  | listed   |                     |                |
| REACH Reg. No.:  | 01-2119918297-31-xxxx  |                     |                |
| EC No.:  | 233-653-7  |                     |                |
| RTECS:   | not listed   |                     |                |
| KE No.:  | KE-12273, >25% Toxic 97-1-92                                     |                     |                |
| Concentration:   | 0.1 - <1 %   | Correlation factor: | x 0.69 (= %Ag) |
| The classification refers to weight percent of the metal (according to CLP Regulation 2008/1272/EC Annex VI, 1.1.3.2 Note 1) |  |                     |                |
| acc. CLP (GHS):  | The criteria for classification are not fulfilled.               |                     |                |

(Machery & Nagel GmbH & Co. KG, 2022)

## Safety Data Sheet

according to Regulations 1907/2006/EC (REACH) and 2015/830/EU

REF: 985029

NANOCOLOR COD 1500

Page: 3/10

Printing date: 15.11.2021

Date of issue: 26.05.2021

Chemical: *sulfuric acid* CAS No.: 7664-93-9  
 Classification: H314, Skin Corr. 1B  
 Formula:  $H_2SO_4 (-H_2O)$   
 TSCA Inventory: listed  
 REACH Reg. No.: 01-2119458838-20-xxxx  
 EC No.: 231-639-5 Index No.: 016-020-00-8  
 RTECS: WS5600000  
 KE No.: KE-32570, >10% Toxic 97-1-405, Acc. Precaution Chem.  
 Concentration: 80 - <98 %  
 acc. CLP (GHS): H314, Skin Corr. 1B

Chemical: *potassium dichromate* CAS No.: 7778-50-9  
 Classification: H272, Ox. Liq. 2, H301, Acute Tox. 3 oral, H312, Acute Tox. 4 derm., H314, Skin Corr. 1B, H317, Skin Sens. 1, H330, Acute Tox. 2 inh., H334, Resp. Sens. 1, H340, Muta. 1B, H350, Carc. 1A, H360FD, Repr. 1B, H372, STOT RE 1, H410, Aquatic Chronic 1  
 Formula:  $K_2Cr_2O_7$   
 TSCA Inventory: listed  
 REACH Reg. No.: 01-2119454792-32-0004  
 SVHC listed: > exempt for formulation+use acc. Art56(3)+Q&A1030  
 EC No.: 231-906-6 Index No.: 024-002-00-6  
 RTECS: HX7680000 MFCD: 00011367  
 KE No.: not listed  
 Concentration: 0.38 - <1.26 % Correlation factor: x 0.79 (= %CrO<sub>4</sub>)  
 The classification refers to weight percent of the metal (according to CLP Regulation 2008/1272/EC Annex VI, 1.1.3.2 Note 1)  
 acc. CLP (GHS): H312, Acute Tox. 4 derm., H317, Skin Sens. 1, H340, Muta. 1B, H350, Carc. 1A, H360Df, Repr. 1B, H373, STOT RE 2, H412, Aquatic Chronic 3

Chemical: *mercury(II) sulfate* CAS No.: 7783-35-9  
 Classification: H300, Acute Tox. 2 oral, H310, Acute Tox. 2 derm., H330, Acute Tox. 2 inh., H373, STOT RE 2, H400, Aquatic Acute 1, H410, Aquatic Chronic 1  
 Formula:  $HgSO_4$   
 Pseudonym: mercuric sulfate  
 TSCA Inventory: listed  
 REACH Reg. No.: not necessary, amount <1 t/a  
 EC No.: 231-992-5 Index No.: 080-004-00-7  
 RTECS: OX0500000  
 KE No.: KE-23132, Toxic 97-1-140  
 Concentration: 0.74 - <1.5 % Correlation factor: x 0.68 (= %Hg)  
 The classification refers to weight percent of the metal (according to CLP Regulation 2008/1272/EC Annex VI, 1.1.3.2 Note 1)  
 acc. CLP (GHS): H302, Acute Tox. 4 oral, H312, Acute Tox. 4 derm., H332, Acute Tox. 4 inh., H373, STOT RE 2, H412, Aquatic Chronic 3

### 3.3 Remarks

When not listed, mixtures are added with water [CAS No. 7732-18-5] to 100%.

List of H and P phrases: see section 16.1

## SECTION 4: First aid measures

### 4.1 Description of first aid measures

Place insured person out of danger zone to fresh air immediately. Ensure quiet, warmth, and provide resuscitation if necessary. If necessary contact medical advice. Remove contaminated clothing. Show product package, packing insert and this material safety data sheet to the doctor.

#### 4.1.1 After SKIN Contact

Strongly corrosive. Especially in heated form. Causing allergies. Remove contaminated clothing immediately. Rinse the affected skin or mucous membrane thoroughly for min. 15 minutes under running water. (If possible) use soap. Avoid neutralisation. Then apply a loose bandage.

#### 4.1.2 After EYE Contact

Strongly corrosive. Especially in heated form. IMMEDIATELY: After contact with the eyes rinse thoroughly under running water with the eyelid wide open for min. 10 minutes with eye washing bottle, eye douche or running water (protect intact eye). Before (if possible) apply eye drops Proxymetacaine 0.5%, if the opening the eyelid convulsion is painful. Further treatment to be carried out by an eye specialist.

#### 4.1.3 After INHALATION of vapours

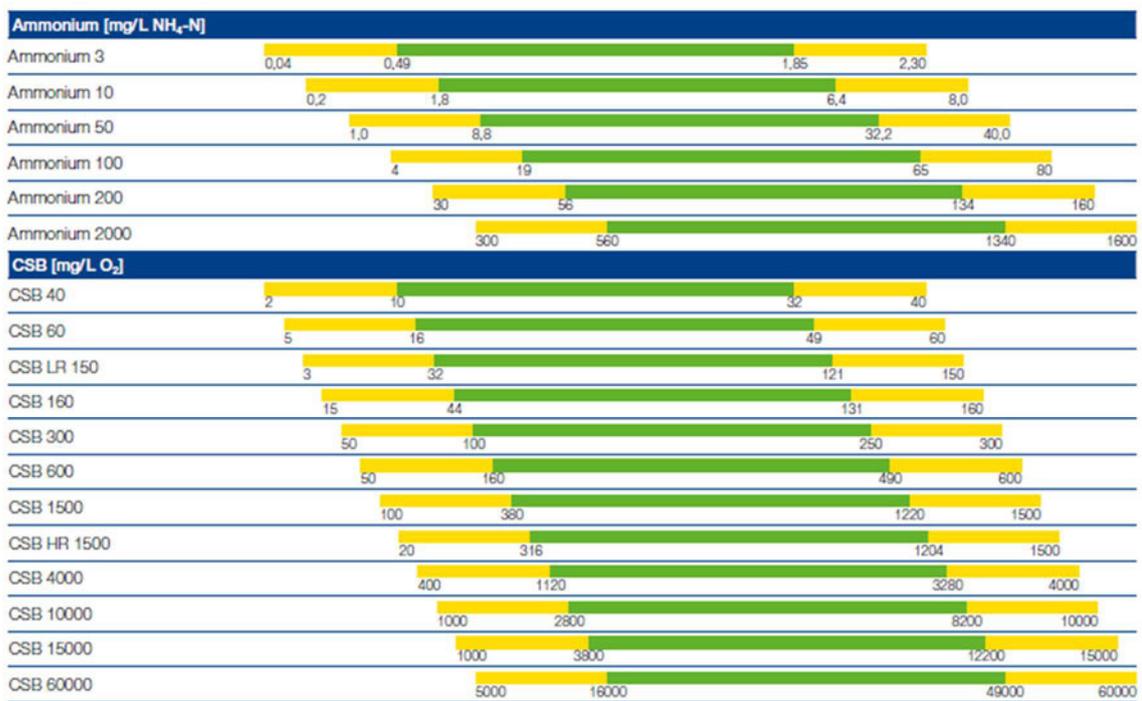
(Machery & Nagel GmbH & Co. KG, 2022)

## Anhang E Messbereiche der CSB-Kits

### MACHEREY-NAGEL

## 20–80 % Messbereiche

MACHEREY-NAGEL bietet für typische Wasser- und Abwasserparameter eine Vielzahl von Testen mit verschiedenen Messbereichen an. Für jede Anwendung steht ein Test mit dem optimalen Messbereich zur Verfügung. Die Wahl des für den Anwender geeigneten Testes ist entscheidend für eine erfolgreiche Analytik. Der entsprechende Messbereich sollte so gewählt werden, dass sich das zu erwartende Ergebnis im 20–80 %-Bereich des verwendeten Testes befindet. In diesem Bereich ist die analytische Sicherheit am Größten. Der Anwender erhält zuverlässige Ergebnisse und ist abgesichert gegenüber Vorgesetzten und übergeordneten Behörden.



(Machery & Nagel GmbH & Co. KG, 2022)

## Anhang F Tabellen der Messwerte

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode    | CSB-Wert/<br>mg/ l | CSB-<br>Kit           |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|------------|--------------------|-----------------------|
| 02.03.2022 | 2,00             | W1VL1       | 2,85  | 0,20    | 0,33    | Rohmilch   | 8507               | 1500                  |
| 02.03.2022 | 6,00             | W1VL2       | 0,27  | 0,00    | 0,07    | Rohmilch   | 2099               | 1500                  |
| 02.03.2022 | 3,00             | W1RL1       | 1,21  | -0,02   | 0,06    | Rohmilch   | 6209               | 1500                  |
| 02.03.2022 | 8,00             | W1RL2       | 0,20  | 0,00    | 0,06    | Rohmilch   | 1910               | 1500                  |
| 03.03.2022 | 0,50             | W1VL3       | 4,20  | 0,32    | 0,49    | Rohmilch   | /                  | /                     |
| 03.03.2022 | 1,00             | W1VL4       | 2,38  | 0,17    | 0,29    | Rohmilch   | /                  | /                     |
| 03.03.2022 | 1,50             | W1VL5       | 2,34  | 0,19    | 0,30    | Rohmilch   | /                  | /                     |
| 03.03.2022 | 2,00             | W1VL6       | 2,28  | 0,18    | 0,29    | Rohmilch   | /                  | /                     |
| 03.03.2022 | 2,50             | W1RL3       | 2,07  | 0,15    | 0,27    | Rohmilch   | /                  | /                     |
| 03.03.2022 | 3,00             | W1RL4       | 2,02  | 0,16    | 0,25    | Rohmilch   | /                  | /                     |
| 03.03.2022 | 3,50             | W1RL5       | -0,02 | -0,03   | 0,03    | Magermilch | /                  | /                     |
| 03.03.2022 | 4,50             | W1RL6       | -0,03 | -0,04   | 0,03    | Magermilch | /                  | /                     |
| 07.03.2022 | 0,50             | W1VL3       | 4,56  | 0,35    | 0,50    | Rohmilch   | 23620              | 10000                 |
| 07.03.2022 | 1,00             | W1VL4       | 2,51  | 0,20    | 0,29    | Rohmilch   | 13490              | 10000                 |
| 07.03.2022 | 1,50             | W1VL5       | 2,39  | 0,20    | 0,28    | Rohmilch   | 19890              | 10000                 |
| 07.03.2022 | 2,00             | W1VL6       | 2,13  | 0,18    | 0,27    | Rohmilch   | 16970              | 10000                 |
| 07.03.2022 | 2,50             | W1RL3       | 2,09  | 0,18    | 0,26    | Rohmilch   | 16550              | 10000                 |
| 07.03.2022 | 3,00             | W1RL4       | 2,00  | 0,18    | 0,25    | Rohmilch   | 16390              | 10000                 |
| 07.03.2022 | 3,50             | W1RL5       | -0,07 | -0,03   | 0,02    | Rohmilch   | 329                | 1500                  |
| 07.03.2022 | 4,50             | W1RL6       | -0,06 | -0,03   | 0,02    | Rohmilch   | 68                 | 1500                  |
| 07.03.2022 | 0                | W2VL1       | 2,22  | 0,18    | 0,27    | Rohmilch   | 46160              | 1500<br>1:20          |
| 07.03.2022 | 1,00             | W2VL2       | 1,77  | 0,14    | 0,22    | Rohmilch   | 33320              | 1500<br>verd.<br>1:20 |
| 07.03.2022 | 2,00             | W2VL3       | 1,78  | 0,14    | 0,22    | Rohmilch   | 36000              | 1500<br>1:20          |
| 07.03.2022 | 2,75             | W2VL4       | 0,95  | 0,07    | 0,15    | Rohmilch   | 17650              | 1500<br>1:10          |
| 07.03.2022 | 3,50             | W2VL5       | -0,04 | -0,03   | 0,02    | Magermilch | 16                 | 1500                  |
| 07.03.2022 | 9,00             | W2VL6       | -0,04 | -0,03   | 0,02    | Magermilch | 7                  | 1500                  |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode    | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit  |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|------------|-------------------|--------------|
| 07.03.2022 | 23,1             | W2VL7       | -0,04 | -0,04   | 0,02    | Magermilch | 7                 | 1500         |
| 07.03.2022 | 24,5             | W2VL8       | -0,04 | -0,03   | 0,02    | Magermilch | 3                 | 1500         |
| 07.03.2022 | 0,50             | W2RL1       | 1,97  | 0,16    | 0,25    | Rohmilch   | 39220             | 1500<br>1:20 |
| 07.03.2022 | 1,50             | W2RL2       | 1,65  | 0,13    | 0,22    | Rohmilch   | 33000             | 1500<br>1:20 |
| 07.03.2022 | 2,25             | W2RL3       | 1,68  | 0,13    | 0,22    | Rohmilch   | 55220             | 1500<br>1:10 |
| 07.03.2022 | 3,00             | W2RL4       | -0,04 | -0,03   | 0,03    | Magermilch | 165               | 1500         |
| 07.03.2022 | 4,00             | W2RL5       | -0,04 | -0,03   | 0,02    | Magermilch | 28                | 1500         |
| 07.03.2022 | 9,50             | W2RL6       | -0,04 | -0,03   | 0,02    | Magermilch | 10                | 1500         |
| 07.03.2022 | 23,5             | W2RL7       | -0,04 | -0,03   | 0,03    | Magermilch | 7                 | 1500         |
| 07.03.2022 | 25,0             | W2RL8       | -0,04 | -0,04   | 0,02    | Magermilch | 5                 | 1500         |
| 09.03.2022 | 0,33             | W2VL9       | 1,81  | 0,14    | 0,24    | Rohmilch   | 58400             | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 1,08             | W2VL10      | 0,35  | 0,02    | 0,08    | Rohmilch   | 14800             | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 1,83             | W2VL11      | 0,15  | 0,01    | 0,06    | Rohmilch   | 6800              | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 2,67             | W2VL12      | 0,17  | 0,00    | 0,06    | Rohmilch   | 8000              | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 3,50             | W2VL13      | 0,11  | -0,01   | 0,05    | Magermilch | 6000              | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 4,33             | W2VL14      | -0,03 | -0,03   | 0,03    | Magermilch | 11                | 1500         |
| 09.03.2022 | 27,0             | W2VL15      | /     | /       | /       | /          | 10                | 1500         |
| 09.03.2022 | 30,5             | W2VL16      | /     | /       | /       | /          | 1001              | 1500         |
| 09.03.2022 | 31,4             | W2VL17      | /     | /       | /       | /          | 789               | 1500         |
| 09.03.2022 | 0,58             | W2RL9       | 1,11  | 0,08    | 0,16    | Rohmilch   | 36400             | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 1,33             | W2RL10      | 0,19  | 0,00    | 0,06    | Rohmilch   | 11200             | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 2,17             | W2RL11      | 0,15  | 0,01    | 0,06    | Rohmilch   | 8400              | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 3,00             | W2RL12      | 0,18  | 0,00    | 0,06    | Rohmilch   | 10400             | 15000<br>1:4 |
| 09.03.2022 | 3,83             | W2RL13      | -0,03 | -0,02   | 0,03    | Magermilch | 26                | 1500         |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode    | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit  |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|------------|-------------------|--------------|
| 09.03.2022 | 4,67             | W2RL14      | -0,03 | -0,03   | 0,03    | Magermilch | 8                 | 1500         |
| 09.03.2022 | 27,5             | W2RL15      | /     | /       | /       | /          | 7                 | 1500         |
| 09.03.2022 | 30,9             | W2RL16      | /     | /       | /       | /          | 908               | 1500         |
| 09.03.2022 | 32,2             | W2RL17      | /     | /       | /       | /          | 825               | 1500         |
| 09.03.2022 | -                | W2L2P1      | /     | /       | /       | /          | 812               | 1500         |
| 09.03.2022 |                  | W2L2P2      | /     | /       | /       | /          | 810               | 1500         |
| 09.03.2022 |                  | W2L2P3      | /     | /       | /       | /          | 815               | 1500         |
| 15.03.2022 | 0                | W3VL1       | 0,4   | 0,02    | 0,08    | Rohmilch   | 23600             | 15000<br>1:4 |
| 15.03.2022 | 1,00             | W3VL2       | 0,31  | 0,01    | 0,07    | Rohmilch   | 22400             | 15000<br>1:4 |
| 15.03.2022 | 2,00             | W3VL3       | 3,38  | 0,22    | 0,38    | Rohmilch   | 76000             | 15000<br>1:4 |
| 15.03.2022 | 3,00             | W3VL4       | 4,22  | 0,3     | 0,48    | Rohmilch   | 82400             | 15000<br>1:4 |
| 15.03.2022 | 4,00             | W3VL5       | -0,04 | -0,04   | 0,02    | MaMi       | 26                | 1500         |
| 15.03.2022 | 5,00             | W3VL6       | -0,04 | -0,03   | 0,01    | MaMi       | 7                 | 1500         |
| 15.03.2022 | 7,50             | W3VL7       | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi       | 8                 | 1500         |
| 15.03.2022 | 25,0             | W3VL8       | /     | /       | /       | /          | 13                | 1500         |
| 15.03.2022 | 28,5             | W3VL9       | /     | /       | /       | /          | 7                 | 1500         |
| 15.03.2022 | 30,0             | W3VL10      | /     | /       | /       | /          | 3300              | 15000        |
| 15.03.2022 | 31,0             | W3VL11      | /     | /       | /       | /          | 786               | 1500         |
| 15.03.2022 | 32,0             | W3VL12      | /     | /       | /       | /          | 660               | 1500         |
| 15.03.2022 | 33,0             | W3VL13      | /     | /       | /       | /          | 657               | 1500         |
| 15.03.2022 | 34,0             | W3VL14      | /     | /       | /       | /          | 650               | 1500         |
| 15.03.2022 | 35,0             | W3VL15      | /     | /       | /       | /          | 637               | 1500         |
| 15.03.2022 | 36,0             | W3VL16      | /     | /       | /       | /          | 645               | 1500         |
| 15.03.2022 | 37,0             | W3VL17      | /     | /       | /       | /          | 657               | 1500         |
| 15.03.2022 | 0,50             | W3RL1       | 0,4   | -0,03   | 0,07    | Rohmilch   | 26000             | 15000<br>1:4 |
| 15.03.2022 | 1,50             | W3RL2       | 0,9   | -0,03   | 0,12    | Rohmilch   | 43600             | 15000<br>1:4 |
| 15.03.2022 | 2,50             | W3RL3       | 3,04  | -0,03   | 0,42    | Rohmilch   | 77600             | 15000<br>1:4 |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode  | CSB-Wert/<br>mg/l     | CSB-<br>Kit  |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|----------|-----------------------|--------------|
| 15.03.2022 | 3,50             | W3RL4       | 2,7   | 0,18    | 0,33    | Rohmilch | 73200                 | 15000<br>1:4 |
| 15.03.2022 | 4,50             | W3RL5       | -0,02 | 0,24    | 0,02    | MaMi     | 246                   | 1500         |
| 15.03.2022 | 5,50             | W3RL6       | -0,03 | 0,06    | 0,03    | MaMi     | 8                     | 1500         |
| 15.03.2022 | 8,00             | W3RL7       | -0,04 | 0,02    | 0,02    | MaMi     | 8                     | 1500         |
| 15.03.2022 | 25,5             | W3RL8       | /     | /       | /       | /        | 3                     | 1500         |
| 15.03.2022 | 29,0             | W3RL9       | /     | /       | /       | /        | 3                     | 1500         |
| 15.03.2022 | 30,5             | W3RL10      | /     | /       | /       | /        | 3900                  | 15000        |
| 15.03.2022 | 31,5             | W3RL11      | /     | /       | /       | /        | 680                   | 1500         |
| 15.03.2022 | 32,5             | W3RL12      | /     | /       | /       | /        | 662                   | 1500         |
| 15.03.2022 | 33,5             | W3RL13      | /     | /       | /       | /        | 644                   | 1500         |
| 15.03.2022 | 34,5             | W3RL14      | /     | /       | /       | /        | 663                   | 1500         |
| 15.03.2022 | 35,5             | W3RL15      | /     | /       | /       | /        | 647                   | 1500         |
| 15.03.2022 | 36,5             | W3RL16      | /     | /       | /       | /        | 660                   | 1500         |
| 21.03.2022 | 0                | W4VL1       | 1,11  | 0,03    | 0,15    | Rohmilch | 31600                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 0,17             | W4VL2       | 1,04  | 0,03    | 0,14    | Rohmilch | 37600                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 0,33             | W4VL3       | 0,95  | 0,02    | 0,13    | MaMi     | 36000                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 0,50             | W4VL4       | 0,77  | 0,06    | 0,11    | MaMi     | 36400                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 1,17             | W4VL5       | 0,43  | 0,02    | 0,07    | MaMi     | 14800                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 1,33             | W4VL6       | 0,42  | 0,03    | 0,07    | MaMi     | 12400                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 1,50             | W4VL7       | 0,39  | 0,02    | 0,07    | MaMi     | 14000                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 2,17             | W4VL8       | 0,32  | 0,02    | 0,06    | MaMi     | 10400                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 2,33             | W4VL9       | 0,32  | 0,02    | 0,07    | MaMi     | 10400                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 2,05             | W4VL10      | 0,36  | 0,01    | 0,07    | MaMi     | 14800                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 3,17             | W4VL11      | 0,37  | 0,01    | 0,07    | MaMi     | Chemikalien<br>fehlen |              |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode  | CSB-Wert/<br>mg/l     | CSB-<br>Kit  |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|----------|-----------------------|--------------|
| 21.03.2022 | 3,33             | W4VL12      | 0,43  | 0,02    | 0,07    | MaMi     | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 3,50             | W4VL13      | 0,43  | 0,03    | 0,07    | MaMi     | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 4,00             | W4VL14      | -0,02 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 5,00             | W4VL15      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 27,0             | W4VL16      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 27,5             | W4VL17      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 28,5             | W4VL18      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 30,0             | W4VL19      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 30,3             | W4VL20      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 30,7             | W4VL21      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 31,0             | W4VL22      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 31,3             | W4VL23      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 31,7             | W4VL24      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 70,0             | W4VL25      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | /                | W4L2P1      | /     | /       | /       | /        | Chemikalien<br>fehlen |              |
| 21.03.2022 | 0,50             | W4RL1       | 0,72  | 0       | 0,1     | Rohmilch | 20000                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 0,67             | W4RL2       | 0,66  | 0       | 0,09    | Rohmilch | 23200                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 0,83             | W4RL3       | 0,52  | 0,04    | 0,08    | MaMi     | 19600                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 1,00             | W4RL4       | 0,47  | 0,03    | 0,07    | MaMi     | 16400                 | 15000<br>1:4 |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode | CSB-Wert/<br>mg/l     | CSB-<br>Kit  |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|---------|-----------------------|--------------|
| 21.03.2022 | 1,50             | W4RL5       | 0,38  | 0,02    | 0,07    | MaMi    | 14400                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 1,67             | W4RL6       | 0,37  | 0,01    | 0,07    | MaMi    | 16000                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 1,83             | W4RL7       | 0,35  | 0,02    | 0,06    | MaMi    | 13600                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 2,00             | W4RL8       | 0,33  | 0,01    | 0,06    | MaMi    | 10400                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 2,50             | W4RL9       | 0,37  | 0,01    | 0,06    | MaMi    | 11600                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 2,67             | W4RL10      | 0,38  | 0,01    | 0,07    | MaMi    | 14000                 | 15000<br>1:4 |
| 21.03.2022 | 2,83             | W4RL11      | 0,41  | 0,02    | 0,07    | MaMi    | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 3,00             | W4RL12      | 0,43  | 0,02    | 0,07    | MaMi    | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 3,67             | W4RL13      | 0,43  | 0,02    | 0,07    | MaMi    | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 3,83             | W4RL14      | 0,28  | 0,01    | 0,05    | MaMi    | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 4,00             | W4RL15      | 0,01  | -0,03   | 0,03    | MaMi    | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 4,50             | W4RL16      | -0,04 | -0,03   | 0,02    | MaMi    | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 5,50             | W4RL17      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi    | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 29,0             | W4RL18      | /     | /       | /       | /       | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 30,2             | W4RL19      | /     | /       | /       | /       | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 30,5             | W4RL20      | /     | /       | /       | /       | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 30,8             | W4RL21      | /     | /       | /       | /       | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 31,2             | W4RL22      | /     | /       | /       | /       | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 21.03.2022 | 31,5             | W4RL23      | /     | /       | /       | /       | Chemikalien<br>fehlen | /            |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett | Protein | Laktose | Methode | CSB-Wert/<br>mg/l     | CSB-<br>Kit  |
|------------|------------------|-------------|------|---------|---------|---------|-----------------------|--------------|
| 21.03.2022 | 70,0             | W4RL24      | /    | /       | /       |         | Chemikalien<br>fehlen | /            |
| 28.03.2022 | 27,0             | W5VL1       | /    | /       | /       |         | 0                     | 15000        |
| 28.03.2022 | 27,2             | W5VL2       | /    | /       | /       |         | 0                     | 15000        |
| 28.03.2022 | 27,3             | W5VL3       | /    | /       | /       |         | 0                     | 15000        |
| 28.03.2022 | 28,0             | W5VL4       | /    | /       | /       |         | 0                     | 15000        |
| 28.03.2022 | 28,2             | W5VL5       | /    | /       | /       |         | 0                     | 15000        |
| 28.03.2022 | 28,3             | W5VL6       | /    | /       | /       |         | 0                     | 15000        |
| 28.03.2022 | 29,0             | W5VL7       | /    | /       | /       |         | 650                   | 15000        |
| 28.03.2022 | 29,2             | W5VL8       | /    | /       | /       |         | 1380                  | 15000        |
| 28.03.2022 | 29,3             | W5VL9       | /    | /       | /       |         | 450                   | 15000        |
| 28.03.2022 | 30,0             | W5VL10      | /    | /       | /       |         | 1200                  | 15000        |
| 28.03.2022 | 30,2             | W5VL11      | /    | /       | /       |         | 3                     | 1500         |
| 28.03.2022 | 30,3             | W5VL12      | /    | /       | /       |         | 1376                  | 1500         |
| 28.03.2022 | 31,0             | W5VL13      | /    | /       | /       |         | 5032                  | 15000<br>1:4 |
| 28.03.2022 | 31,2             | W5VL14      | /    | /       | /       |         | 794                   | 15000<br>1:4 |
| 28.03.2022 | 31,3             | W5VL15      | /    | /       | /       |         | 3352                  | 15000<br>1:4 |
| 28.03.2022 | 32,3             | W5VL16      | /    | /       | /       |         | 3868                  | 15000<br>1:4 |
| 28.03.2022 | 33,3             | W5VL17      | /    | /       | /       |         | 826                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 34,3             | W5VL18      | /    | /       | /       |         | 947                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 35,3             | W5VL19      | /    | /       | /       |         | 817                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 37,2             | W5VL20      | /    | /       | /       |         | 807                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 44,8             | W5VL21      | /    | /       | /       |         | 817                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 45,8             | W5VL22      | /    | /       | /       |         | 813                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 46,8             | W5VL23      | /    | /       | /       |         | 823                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 48,8             | W5VL24      | /    | /       | /       |         | 743                   | 1500         |
| 28.03.2022 | 0,67             | W5RL1       | /    | /       | /       |         | 3                     | 1500         |
| 28.03.2022 | 0,83             | W5RL2       | /    | /       | /       |         | 5                     | 1500         |
| 28.03.2022 | 1,00             | W5RL3       | /    | /       | /       |         | 5                     | 1500         |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett | Protein | Laktose | Methode | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit            |
|------------|------------------|-------------|------|---------|---------|---------|-------------------|------------------------|
| 28.03.2022 | 1,67             | W5RL4       | /    | /       | /       | /       | 5                 | 1500                   |
| 28.03.2022 | 1,83             | W5RL5       | /    | /       | /       | /       | 5                 | 1500                   |
| 28.03.2022 | 2,00             | W5RL6       | /    | /       | /       | /       | 2                 | 1500                   |
| 28.03.2022 | 2,67             | W5RL7       | /    | /       | /       | /       | 7                 | 1500                   |
| 28.03.2022 | 2,83             | W5RL8       | /    | /       | /       | /       | 5                 | 1500                   |
| 28.03.2022 | 3,00             | W5RL9       | /    | /       | /       | /       | 3                 | 1500                   |
| 28.03.2022 | 3,67             | W5RL10      | /    | /       | /       | /       | 2340              | 15000<br>1:4           |
| 28.03.2022 | 3,83             | W5RL11      | /    | /       | /       | /       | 2052              | 15000<br>1:4           |
| 28.03.2022 | 4,00             | W5RL12      | /    | /       | /       | /       | 4420              | 15000<br>1:4           |
| 28.03.2022 | 4,68             | W5RL13      | /    | /       | /       | /       | 1244              | 15000<br>1:4           |
| 28.03.2022 | 4,83             | W5RL14      | /    | /       | /       | /       | 1014              | 1500                   |
| 28.03.2022 | 5,00             | W5RL15      | /    | /       | /       | /       | 892               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 6,00             | W5RL16      | /    | /       | /       | /       | 818               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 7,00             | W5RL17      | /    | /       | /       | /       | 787               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 8,00             | W5RL18      | /    | /       | /       | /       | 753               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 11,8             | W5RL19      | /    | /       | /       | /       | 756               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 18,3             | W5RL20      | /    | /       | /       | /       | 751               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 18,5             | W5RL21      | /    | /       | /       | /       | 802               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 19,3             | W5RL22      | /    | /       | /       | /       | 742               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 19,5             | W5RL23      | /    | /       | /       | /       | 822               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 20,5             | W5RL24      | /    | /       | /       | /       | 764               | 1500                   |
| 28.03.2022 | 22,5             | W5RL25      | /    | /       | /       | /       | 753               | 1500                   |
| 28.03.2022 | /                | W5L2P1      | /    | /       | /       | /       | 787               | 1500                   |
| 30.03.2022 | 0,17             | W5VL25      | 0,58 | 0,05    | 0,1     | MaMi    | 20500             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 0,33             | W5VL26      | 0,76 | 0,06    | 0,11    | MaMi    | 25100             | 10000<br>1:10<br>verd. |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode  | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit            |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|----------|-------------------|------------------------|
| 30.03.2022 | 0,50             | W5VL27      | 1,38  | 0,11    | 0,17    | Rohmilch | 44300             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 1,17             | W5VL28      | 3,18  | 0,21    | 0,37    | Rohmilch | 97600             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 1,33             | W5VL29      | 3,56  | 0,24    | 0,41    | Rohmilch | 100400            | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 1,50             | W5VL30      | 3,77  | 0,26    | 0,43    | Rohmilch | 102500            | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 2,17             | W5VL31      | 3,79  | 0,27    | 0,44    | Rohmilch | 100100            | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 2,33             | W5VL32      | 3,81  | 0,26    | 0,44    | Rohmilch | 102300            | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 2,50             | W5VL33      | 3,84  | 0,27    | 0,44    | Rohmilch | 103600            | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 3,17             | W5VL34      | 0,46  | -0,02   | 0,07    | Rohmilch | 14800             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 3,33             | W5VL35      | 0,05  | -0,02   | 0,03    | MaMi     | 2510              | 10000                  |
| 30.03.2022 | 3,50             | W5VL36      | -0,02 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 240               | 10000                  |
| 30.03.2022 | 4,17             | W5VL37      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 2                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 4,33             | W5VL38      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 3                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 4,50             | W5VL39      | -0,03 | -0,02   | 0,02    | MaMi     | 2                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 5,50             | W5VL40      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 5                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 10,0             | W5VL41      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 3                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 27,5             | W5VL42      | /     | /       | /       | /        | 5                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 28,5             | W5VL43      |       | /       | /       | /        | 5                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 30,5             | W5VL44      | /     | /       | /       | /        | 1572              | 1500<br>1:4<br>verd.   |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett | Protein | Laktose | Methode  | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit            |
|------------|------------------|-------------|------|---------|---------|----------|-------------------|------------------------|
| 30.03.2022 | 31,5             | W5VL45      |      | /       | /       | /        | 816               | 1500<br>1:4<br>verd.   |
| 30.03.2022 | 32,0             | W5VL46      | /    | /       | /       | /        | 649               | 1500                   |
| 30.03.2022 | 33,0             | W5VL47      |      | /       | /       | /        | 672               | 1500                   |
| 30.03.2022 | 34,0             | W5VL48      | /    | /       | /       | /        | 703               | 1500                   |
| 30.03.2022 | 0,67             | W5RL26      | 0,46 | 0,03    | 0,08    | MaMi     | 111100            | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 0,83             | W5RL27      | 0,42 | 0,03    | 0,07    | MaMi     | 103200            | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 1,00             | W5RL28      | 0,37 | 0,02    | 0,07    | MaMi     | 95800             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 1,67             | W5RL29      | 2,05 | 0,16    | 0,26    | MaMi     | 54600             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 1,83             | W5RL30      | 2,46 | 0,15    | 0,3     | Rohmilch | 63600             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 2,00             | W5RL31      | 2,77 | 0,17    | 0,33    | Rohmilch | 73300             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 2,67             | W5RL32      | 3,74 | 0,26    | 0,43    | Rohmilch | 94300             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 2,83             | W5RL33      | 3,78 | 0,25    | 0,43    | Rohmilch | 96700             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 3,00             | W5RL34      | 3,75 | 0,27    | 0,44    | Rohmilch | 84600             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 3,67             | W5RL35      | 3,85 | 0,26    | 0,45    | Rohmilch | 97000             | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 3,83             | W5RL36      | 3,86 | 0,26    | 0,45    | Rohmilch | 100000            | 10000<br>1:10<br>verd. |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett  | Protein | Laktose | Methode  | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit            |
|------------|------------------|-------------|-------|---------|---------|----------|-------------------|------------------------|
|            |                  |             |       |         |         |          |                   | 10000<br>1:10<br>verd. |
| 30.03.2022 | 4,00             | W5RL37      | 3,83  | 0,27    | 0,44    | Rohmilch | 98100             |                        |
| 30.03.2022 | 4,67             | W5RL38      | 0,04  | -0,08   | 0,02    | Rohmilch | 13                | 1500                   |
| 30.03.2022 | 4,83             | W5RL39      | -0,03 | 0,02    | 0,02    | MaMi     | 7                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 5,00             | W5RL40      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 5                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 6,00             | W5RL41      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 5                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 7,00             | W5RL42      | -0,03 | -0,03   | 0,02    | MaMi     | 3                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 28,0             | W5RL43      | /     | /       | /       | /        | 3                 | 1500                   |
| 30.03.2022 | 29,0             | W5RL44      |       | /       | /       | /        | 668               | 1500                   |
|            |                  |             |       |         |         |          |                   | 1500<br>1:4<br>verd.   |
| 30.03.2022 | 31,0             | W5RL45      | /     | /       | /       | /        | 972               |                        |
|            |                  |             |       |         |         |          |                   | 1500<br>1:4<br>verd.   |
| 30.03.2022 | 32,5             | W5RL46      |       | /       | /       | /        | 2144              |                        |
|            |                  |             |       |         |         |          |                   | 1500<br>1:4<br>verd.   |
| 30.03.2022 | 33,5             | W5RL47      | /     | /       | /       | /        | 1356              |                        |
| 30.03.2022 | 35,0             | W5RL48      |       | /       | /       | /        | 703               | 1500                   |
| 30.03.2022 | /                | W5L2P2      | /     | /       | /       | /        | 681               | 1500                   |
|            |                  |             |       |         |         |          |                   | 10000<br>1:10          |
| 04.04.2022 | 0,17             | W6VL1       | 0,53  | 0,12    | 0,95    | MaMi     | 12900             |                        |
| 04.04.2022 | 0,33             | W6VL2       | 0,52  | 0,12    | 0,95    | MaMi     | 10200             | 10000<br>1:10          |
| 04.04.2022 | 0,50             | W6VL3       | 0,49  | 0,11    | 0,94    | MaMi     | 10500             | 10000<br>1:10          |
| 04.04.2022 | 1,17             | W6VL4       | 1,62  | 0,09    | 1,13    | Rohmilch | 51800             | 10000<br>1:10          |
| 04.04.2022 | 1,33             | W6VL5       | 2,5   | 0,08    | 1,27    | Rohmilch | 80700             | 10000<br>1:10          |
| 04.04.2022 | 1,50             | W6VL6       | 3,23  | 0,08    | 1,4     | Rohmilch | 97600             | 10000<br>1:10          |
| 04.04.2022 | 2,17             | W6VL7       | 3,9   | 0,15    | 1,44    | Rohmilch | 100500            | 10000<br>1:10          |
| 04.04.2022 | 2,33             | W6VL8       | 4,01  | 0,15    | 1,46    | Rohmilch | 102100            | 10000<br>1:10          |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett | Protein | Laktose | Methode  | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit   |
|------------|------------------|-------------|------|---------|---------|----------|-------------------|---------------|
| 04.04.2022 | 2,50             | W6VL9       | 4,11 | 0,13    | 1,49    | Rohmilch | 102300            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 3,17             | W6VL10      | 4,35 | 0,15    | 1,5     | Rohmilch | 110500            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 3,33             | W6VL11      | 4,36 | 0,11    | 1,54    | Rohmilch | 107600            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 3,50             | W6VL12      | 4,43 | 0,15    | 1,52    | MaMi     | 106700            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 4,50             | W6VL13      | 0,15 | 0,08    | 0,92    | MaMi     | 20                | 1500          |
| 04.04.2022 | 12,0             | W6VL14      | 0,15 | 0,08    | 0,92    | MaMi     | 8                 | 1500          |
| 04.04.2022 | 27,5             | W6VL15      | 0,15 | 0,08    | 0,92    | MaMi     | 3                 | 1500          |
| 04.04.2022 | 28,5             | W6VL16      | /    | /       | /       | /        | 10                | 1500          |
| 04.04.2022 | 30,5             | W6VL17      | /    | /       | /       | /        | 1616              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 30,7             | W6VL18      | /    | /       | /       | /        | 1488              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 30,8             | W6VL19      | /    | /       | /       | /        | 6900              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 31,7             | W6VL20      | /    | /       | /       | /        | 6860              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 31,8             | W6VL21      | /    | /       | /       | /        | 7512              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 32,0             | W6VL22      | /    | /       | /       | /        | 5516              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 47,0             | W6VL23      | /    | /       | /       | /        | 778               | 1500          |
| 04.04.2022 | 3,7              | W6VL10      | /    | /       | /       | /        | 163000            | 15000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 30,8             | W6VL19      | /    | /       | /       | /        | 9000              | 15000         |
| 04.04.2022 | 31,7             | W6VL20      | /    | /       | /       | /        | 9300              | 15000         |
| 04.04.2022 | 31,8             | W6VL21      | /    | /       | /       | /        | 13000             | 15000         |
| 04.04.2022 | 0,7              | W6RL1       | 0,5  | 0,1     | 0,94    | MaMi     | 11000             | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 0,8              | W6RL2       | 0,67 | 0,1     | 0,96    | MaMi     | 17600             | 10000<br>1:10 |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett | Protein | Laktose | Methode  | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit   |
|------------|------------------|-------------|------|---------|---------|----------|-------------------|---------------|
| 04.04.2022 | 1,00             | W6RL3       | 0,96 | 0,07    | 1,03    | MaMi     | 25100             | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 1,67             | W6RL4       | 3,73 | 0,14    | 1,41    | Rohmilch | 100700            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 1,83             | W6RL5       | 3,71 | 0,12    | 1,42    | Rohmilch | 103000            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 2,00             | W6RL6       | 3,84 | 0,14    | 1,44    | Rohmilch | 103600            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 2,67             | W6RL7       | 4,24 | 0,12    | 1,52    | Rohmilch | 106500            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 2,83             | W6RL8       | 4,3  | 0,15    | 1,5     | Rohmilch | 109200            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 3,00             | W6RL9       | 4,26 | 0,15    | 1,48    | Rohmilch | 109000            | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 3,67             | W6RL10      | 0,74 | 0,13    | 0,99    | Rohmilch | 19100             | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 3,83             | W6RL11      | 0,28 | 0,09    | 0,92    | MaMi     | 5000              | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 4,00             | W6RL12      | 0,18 | 0,08    | 0,91    | MaMi     | 1000              | 10000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 5,00             | W6RL13      | 0,17 | 0,09    | 0,93    | MaMi     | 15                | 1500          |
| 04.04.2022 | 5,50             | W6RL14      | 0,17 | 0,08    | 0,92    | MaMi     | 5                 | 1500          |
| 04.04.2022 | 13,0             | W6RL15      | /    | /       | /       | /        | 5                 | 1500          |
| 04.04.2022 | 28,0             | W6RL16      | /    | /       | /       | /        | 3                 | 1500          |
| 04.04.2022 | 29,0             | W6RL17      | /    | /       | /       | /        | 3                 | 1500          |
| 04.04.2022 | 31,2             | W6RL18      | /    | /       | /       | /        | 7252              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 31,3             | W6RL19      | /    | /       | /       | /        | 7016              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 31,5             | W6RL20      | /    | /       | /       | /        | 6448              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 32,2             | W6RL21      | /    | /       | /       | /        | 2264              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 32,3             | W6RL22      | /    | /       | /       | /        | 1624              | 1500<br>1:4   |
| 04.04.2022 | 32,5             | W6RL23      | /    | /       | /       | /        | 1136              | 1500<br>1:4   |

| Datum      | Laufzeit/<br>min | Bezeichnung | Fett | Protein | Laktose | Methode | CSB-Wert/<br>mg/l | CSB-<br>Kit   |
|------------|------------------|-------------|------|---------|---------|---------|-------------------|---------------|
| 04.04.2022 | 48,0             | W6RL24      | /    | /       | /       | /       | 712               | 1500          |
| 04.04.2022 | 3,00             | W6RL9       | /    | /       | /       | /       | 148000            | 15000<br>1:10 |
| 04.04.2022 | 31,2             | W6RL18      | /    | /       | /       | /       | 12300             | 15000         |
| 04.04.2022 | 31,3             | W6RL19      | /    | /       | /       | /       | 8800              | 15000         |
| 04.04.2022 | 31,5             | W6RL20      | /    | /       | /       | /       | 7400              | 15000         |
| 04.04.2022 | /                | W6L2P1      | /    | /       | /       | /       | 668               | 1500          |