

BMUB-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

# **Abschlussbericht**

## **zum Vorhaben**

### Projekttitle:

Nachhaltige Ressourcenoptimierung eines Molkereistandortes unter Einbeziehung eines produktionsintegrierten Energieeffizienzkonzeptes (MARS)

### Projektnummer:

NKa3-003109

## **Zuwendungsempfänger/-in**

DMK Group Standort Altentreptow

Verbundene Unternehmen am Standort:

DMK Deutsches Milchkontor GmbH

wheyco GmbH

Euro Cheese Vertriebs GmbH

Heidbergtrift 1

17087 Altentreptow

## **Umweltbereich**

Wasser/Abwasser, Ressourcen, Klimaschutz

## **Laufzeit des Vorhabens**

16.10.2015 bis 31.07.2018

## **Autor/-en**

Hr. Olaf Keschull, enable energy solutions GmbH

Hr. Marcel Austermann, enable energy solutions GmbH

**Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit**

## **Datum der Erstellung**

20.11.2018

## **Berichts-Kennblatt**

Aktenzeichen UBA/KFW: NKa3-003109	
Titel des Vorhabens: Nachhaltige Ressourcenoptimierung eines Molkereistandortes unter Einbeziehung eines produktionsintegrierten Energieeffizienzkonzeptes (MARS)	
Autor/-en (Name, Vorname): Kebuschull, Olaf Austermann, Marcel enable energy solutions GmbH	Vorhabenbeginn: 16.10.2015
	Vorhabenende (Abschlussdatum): 31.07.2018
Zuwendungsempfänger/in (Name, Anschrift): DMK Group Standort Altentreptow Heidbergtrift 1 17087 Altentreptow	Veröffentlichungsdatum: 14.11.2018
	Seitenzahl: 109
Gefördert im BUMB-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.	
<p>Kurzfassung (max. 1.500 Zeichen):</p> <p>Das MARS-System entkoppelt den historisch geprägten Zusammenhang von steigendem Ressourcenverbrauch und steigendem Umwelteinfluss bei steigenden Produktionsmengen nachhaltig. Aufgrund der dynamischen Veränderungen am Standort Altentreptow wurde das neue System so strukturiert, dass laufende prozesstechnische Veränderungen und zukünftige, neue Produktionsprozesse schnell und effizient im MARS abgebildet werden können.</p> <p>Durch die Installation zweier kaskadierter Wärmerückgewinnungssysteme und einem Mediensammelsystem zur Abwasserkühlung konnten bereits Primärenergieeinsparungen von 16.859 MWh/a erzielt werden, was einer CO<sub>2</sub>-Reduktion von 3.341 t/a entspricht. Nach Durchführung aller Optimierungen am neu installierten System wird eine Primärenergieeinsparung von 29.193 MWh/a und eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 5.634 t/a erreicht werden. Des Weiteren wurden Reduzierungen von 13.500m<sup>3</sup>/a Frischwasser und 18.000m<sup>3</sup>/a Abwasser pro Jahr generiert. Die Abwassertemperatur an der Einleitstelle zur Kläranlage konnte im Durchschnitt bei Betrieb aller Systeme um ca. 4,5°C reduziert werden.</p> <p>In den Sammel- und Sedimentationstanks des MARS-Systems werden aus den heißen Reinigungs- und Spülwasserströmen erhebliche Schlammengen sedimentiert und abgezogen. Neben der energetischen Nutzung der Wärmeenergie in den Spülmedien ist es nun auch möglich die ansonsten sprunghaft auftretenden Schmutzfrachtbelastungen der Kläranlage zu vermeiden. Die Schlammengen können nun gezielt und bedarfsgerecht dosiert in das Abwassersystem abgegeben wird. Damit kann die Kapazität der Kläranlage optimiert ausgenutzt werden. Zukünftige investive Erweiterungen der Abwasserbehandlungstechnik können aufgrund der Reduzierung von Schmutzfrachtspitzen vermieden werden.</p>	
Schlagwörter: Wärmerückgewinnung, Abwärmenutzung, Effizienz in der Produktion, Abwasserwärme, Ressourceneffizienz, Frischwasserbedarf	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: 7 Elektronischer Datenträger: 1	Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Webseite:

## **Report Coversheet**

Reference-No. Federal Environment Agency/KFW: NKa3-003109	
Report Title: Sustainable resource optimisation for a dairy plant taking a production-integrated energy efficiency concept into account (MARS)	
Author/Authors (Family Name, First Name): Kebschull, Olaf Austermann, Marcel enable energy solutions GmbH	Start of project: 16/10/2015 End of project: 31/07/2018
Performing Organisation (Name, Adress): DMK Group Altentreptow site Heidbergtrift 1 17087 Altentreptow, Germany	Publication Date: 14/11/2018 No. Of Pages: 109
Funded in the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety.	
Summary (max. 1.500 characters):  The MARS system sustainably uncouples the historical connection between the increasing consumption of resources and the increasing influence on the environment in the event of increasing amounts of production. As a result of the dynamic changes at the Altentreptow site, the new system has been structured in such a way that ongoing process technology changes and future, new production processes can be represented quickly and efficiently in MARS.  By installing two cascaded heat recovery systems and a matter collection system for wastewater cooling, primary energy savings of 16,859 MWh/a have already been achieved which corresponds to a CO <sub>2</sub> reduction of 3,341 tonnes/a. After all of the optimisations have been carried out on the newly installed system, a primary energy saving of 29,193 MWh/a and a CO <sub>2</sub> saving of 5,634 tonnes/a will be achieved. Furthermore, there have also been reductions of 13,500m <sup>3</sup> /a of fresh water and 18,000m <sup>3</sup> /a of wastewater per year generated. The wastewater temperature at the discharge point to the wastewater treatment plant could on average be reduced by approximately 4.5°C when all systems were operating.  Considerable volumes of sludge were sedimented and removed from the cleaning and flush water flows in the MARS system's collection and sedimentation tanks. Alongside the energetic use of heat energy in the flushing medium, it is now also possible to avoid contamination loads of wastewater treatment plants, which otherwise occur very suddenly. The sludge volumes can now be emitted dosed in a targeted and appropriate manner into the wastewater system. This means that the capacity of the wastewater treatment plant can be used in an optimised manner. Future investments in enhancements to wastewater treatment technology can be avoided as a result of the reduction of peak contamination loads.	
Keywords: Heat recovery, waste heat utilisation, efficiency in production, Wastewater heat, resource efficiency, need for fresh water	

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1.	Einleitung.....	8
1.1	Kurzbeschreibung des Unternehmens .....	8
1.2	Ausgangssituation .....	9
1.2.1	Allgemein .....	9
1.2.2	Abwasserproblematik.....	9
1.2.3	Frischwasserproblematik .....	11
1.2.4	Energieeffizienz-Problematik.....	11
1.2.5	Lange Reinigungszeiten der Membranfiltrationsanlagen.....	13
2.	Vorhabenumsetzung.....	15
2.1	Ziel des Vorhabens.....	15
2.2	Technische Lösung .....	15
2.2.1	Wärmerückgewinnungssystem W40.....	18
2.2.2	Wärmerückgewinnungssystem W60.....	21
2.2.3	Mediensammelsystem.....	24
2.3	Umsetzung des Vorhabens .....	27
2.3.1	W40- Energierückgewinnungssystem.....	28
2.3.2	W60- Energierückgewinnungssystem und Mediensammelsystem.....	29
2.4	Behördliche Anforderungen .....	32
2.5	Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	32
2.6	Konzeption und Durchführung des Messprogramms.....	33
3.	Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung .....	35
3.1	Bewertung der Vorhabendurchführung.....	35
3.1.1	Schwierigkeiten W40-System: .....	36
3.1.2	Schwierigkeiten W60- und Mediensammelsystem:.....	38
3.2	Stoff- und Energiebilanz.....	41
3.2.1	W40-System .....	41
3.2.2	W60-System .....	44
3.2.3	Vergleich mit erwarteten Einsparungen bei Antragsstellung .....	47
3.2.4	Ergebnisse nach Optimierungen in KW42 .....	48
3.3	Umweltbilanz.....	51
3.3.1	CO <sub>2</sub> -Reduzierung.....	51
3.3.2	Reduzierung von Frischwasser und Abwasser.....	52
3.3.3	Absenkung der Abwassertemperatur.....	52
3.3.4	Schmutzfrachtreduzierung.....	53
3.4	Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	55
3.4.1	Erwartete Wirtschaftlichkeit bei Antragsstellung .....	56
3.4.2	Erzielte Wirtschaftlichkeit nach Auswertung der Messdaten.....	57
3.4.3	Einfluss der optimierten Reinigungszeiten.....	58
3.4.4	Prognostizierte Wirtschaftlichkeit.....	58
3.5	Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren .....	59
4.	Übertragbarkeit .....	61
4.1	Erfahrungen aus der Praxiseinführung .....	61



---

4.2	Modellcharakter/Übertragbarkeit .....	62
5.	Zusammenfassung .....	63
5.1	Einleitung/Introduktion .....	63
5.2	Vorhabenumsetzung/ Project implementation .....	63
5.3	Ergebnisse/ Project results .....	64
5.4	Ausblick/ Prospects .....	65
5.	Summary .....	66
5.1	Introduction .....	66
5.2	Project implementation .....	66
5.3	Project results .....	67
5.4	Prospects .....	68
6.	Anhang .....	69

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Standort Altentreptow .....	9
Abbildung 2: Schema MARS-System .....	16
Abbildung 3: W40-System .....	18
Abbildung 4: Aufstellung Puffertank W40 .....	20
Abbildung 5: W40-Gebäude mit Rückkühlwerk.....	20
Abbildung 6: W60-System .....	21
Abbildung 7: Werksübersicht WRG-Systeme.....	23
Abbildung 8: Sammler/Verteiler W60-System.....	24
Abbildung 9: Übergabewärmetauscher W60 .....	24
Abbildung 10: Mediensammel-System .....	25
Abbildung 11: PID ED540 .....	26
Abbildung 12: Parameter Umschalttemperaturen Eindampfer .....	26
Abbildung 13: Umschaltventile an CIP-Anlage .....	27
Abbildung 14: Tanks mit Spitzkegelboden .....	27
Abbildung 15: Projektzeitplan .....	28
Abbildung 16: Beispiel Messtechnik Wärmetauscher .....	33
Abbildung 17: W60-System im INRAY .....	33
Abbildung 18: elektrische Leistung - Anteil Kälteerzeugung .....	42
Abbildung 19: W40 – Kälteeinsparungen.....	42
Abbildung 20: Dampfverbrauch KME130 .....	43
Abbildung 21: W40 – Vorbetrachtung – Bewertung Quellen und Senken .....	43
Abbildung 22: W40 – kalte Messperiode – Bewertung Quellen und Senken.....	44
Abbildung 23: W60 - kalte Periode – Bewertung Quellen und Senken .....	46
Abbildung 24: Maßnahmen W60 Quellen .....	47
Abbildung 25: Maßnahmen W60 Senken .....	47
Abbildung 26: erwartete Wärme-Einsparungen W40 aus Simulation 2014 .....	48
Abbildung 27: Erwartete Einsparungen aus Simulation 2014 .....	48
Abbildung 28: Erwartete Wärmeinsparungen W60 aus Simulation 2014 .....	48
Abbildung 29: Leistung Vorkühlung Kristaller.....	49
Abbildung 30: Leistung RO-Wasser Erwärmung .....	50
Abbildung 31: Umrechnungsfaktoren.....	51
Abbildung 32: Erwartete Einsparungen Strom (Förderantrag vom 15.03.2015).....	52
Abbildung 33: erwartete Einsparungen Dampf (Förderantrag vom 15.03.2015) .....	52
Abbildung 34: Abwassertemperatur Einfluss Medienkühlung .....	53
Abbildung 35: Abwassertemperatur Einfluss Filtration.....	53
Abbildung 36: Potential der Schmutzfrachtreduzierung .....	54
Abbildung 37: Sedimente Tank Laugenwässer .....	54
Abbildung 38: Sedimente Tank Säurewässer .....	55
Abbildung 39: Sedimente Tank Brüdenkondensate .....	55
Abbildung 40: Kostenübersicht MARS .....	56
Abbildung 41: geplante Wirtschaftlichkeit ohne Förderung .....	56
Abbildung 42: geplante Wirtschaftlichkeit mit Förderung .....	56
Abbildung 43: Energiepreise bei Antragsstellung .....	56
Abbildung 44: Energiepreise für die Auswertung .....	57
Abbildung 45: erzielte Wirtschaftlichkeit mit aktuellen Energiepreisen .....	57
Abbildung 46: erzielte Wirtschaftlichkeit mit Energiepreisen aus 2014 .....	57
Abbildung 47: prognostizierte Wirtschaftlichkeit mit aktuellen Energiepreisen.....	58
Abbildung 48: prognostizierte Wirtschaftlichkeit mit Energiepreisen aus 2014.....	59

## TABELLENVERZEICHNIS

---

Tabelle 1: Leistungsdaten W40-System .....	19
Tabelle 2: Leistungsdaten W60-System .....	23

## 1. Einleitung

### 1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

DMK Deutsches Milchkontor ist mit 6,7 Milliarden verarbeiteten Kilogramm Milch Deutschlands größtes Molkereiunternehmen. DMK ist eine Gemeinschaft aus rund 9.400 Milcherzeugern und genossenschaftlichen Anteilseignern. Die Milch wird an 28 Standorten mit Hilfe von 7.158 Mitarbeitern unter anderem zu Milchbasisprodukten und Käse, Markenprodukten wie MILRAM Frühlings Quark oder Ravensberger Desserts, über milchbasierte Inhaltsstoffe als Ingredients für weiterverarbeitende Lebensmittelhersteller bis hin zu Humana Babynahrung, Eiskrem und sanotact Gesundheitsprodukten verarbeitet. Mit 5,3 Milliarden Euro Umsatz gehört das Unternehmen europaweit zu den Top Ten der Milchwirtschaft. Der Standort Altentreptow stellt in dieser Genossenschaftsgemeinschaft Käse her und betreibt Molkenveredelung durch die Tochtergesellschaft wheyco GmbH. Als Endprodukte der Molkenveredelung produziert die wheyco GmbH Lactose, Molkenpermeate und hochkonzentrierte Molkenproteine in Pulverform. Diese Produkte finden Verwendung z.B. in der Babyfood-, Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie.

#### Zusammenstellung der wichtigsten Zahlen und Fakten zum Unternehmen

Standort:

DMK Deutsches Milchkontor GmbH und wheyco GmbH

Heidbergtrift 1

17087 Altentreptow

Das Werksgelände erstreckt sich über eine Fläche von ca. 300m x 250m (siehe Abbildung 1).

DMK-Altentreptow:

Mitarbeiterzahl: 147

Milchverarbeitung: 419 Mio. kg

Produktionsprogramm: Schnittkäse

wheyco-Altentreptow:

Mitarbeiterzahl: 79

Molkenverarbeitung: 60.000 Tonnen Molkentrockenmasse

Produktionsprogramm: Molkenpulver, Molkenspezialprodukte,  
Trockenmilcherzeugnisse

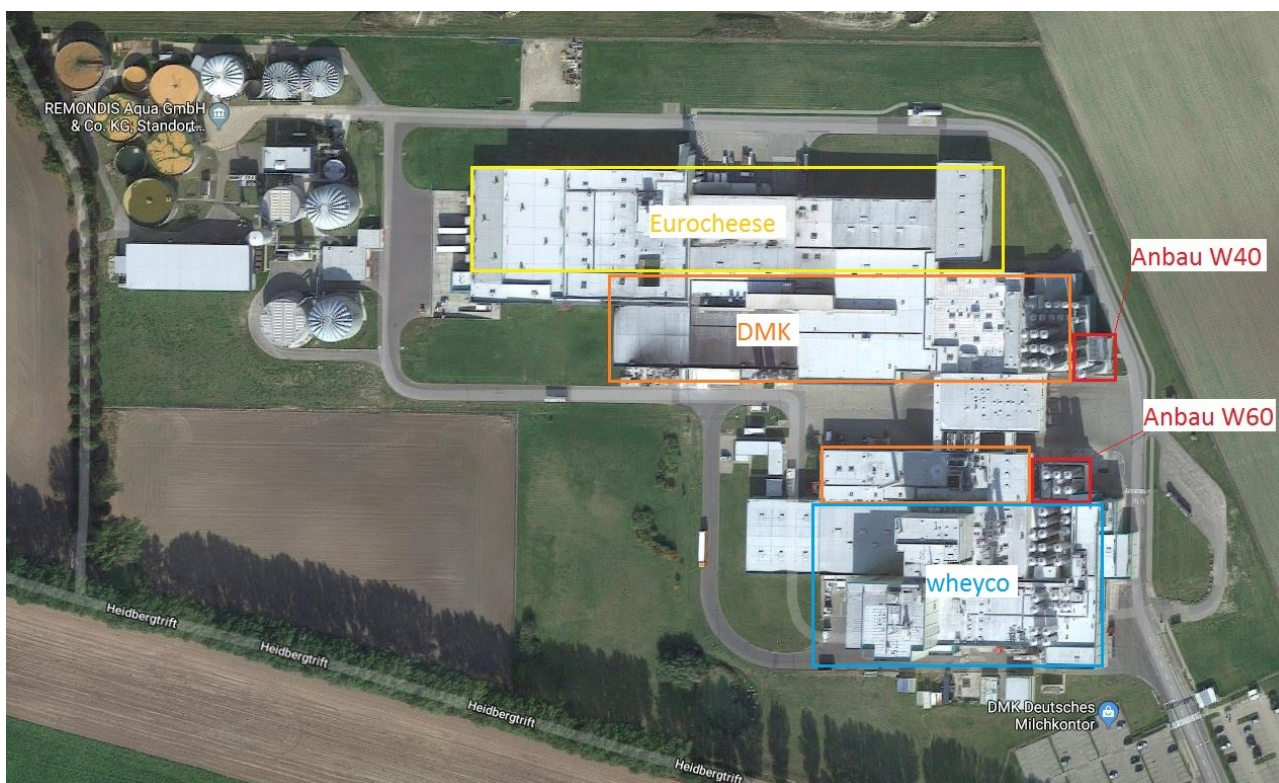


Abbildung 1: Standort Altentreptow

## 1.2 Ausgangssituation

### 1.2.1 Allgemein

Durch die fortwährend steigenden Produktionsmengen, die zum Großteil einer steigenden Nachfrage nach Produkten der Molkenveredelung geschuldet sind, gerät der Standort Altentreptow hinsichtlich der Energieversorgung, aber auch der Frischwasserversorgung und der Abwasseraufbereitung an seine Grenzen. Während die Stromversorgung durch Installation einer zweiten Mittelspannungseinspeisung gesichert werden konnte, ist für die Abwasser-, Frischwasser- und der damit verbundenen Energieeffizienzproblematik ein komplexerer Eingriff in nahezu alle relevanten Produktionsprozesse, sowie eine intelligente Vernetzung dieser Prozesse am Standort erforderlich. Damit ein nachhaltiges Unternehmenswachstum am Standort ermöglicht werden kann, soll diese Problematik ganzheitlich und dauerhaft gelöst werden.

### 1.2.2 Abwasserproblematik

Neben den "Standardabwässern" der Käserei entstehen am Standort Altentreptow durch die angegliederte Molkenveredelung der wheyco GmbH zusätzlich sehr große Abwassermengen, Schmutzfrachten (CSB) und erhöhte Abwassertemperaturen. Die Molke aus der Käserei wird mit einem Ausgangs-TS Gehalt von ca. 6% zu hochwertigem Laktose-, Permeat- und Proteinpulvern verarbeitet. Durch Membranfiltration, anschließende Eindampfung und abschließender thermischer Sprühtrocknung wird das Wasser aus den Molkenbestandteilen stufenweise entfernt. In diesen Prozessen werden durch Reinigungsmedien und kondensierte Eindampferbrüden sehr große Abwassermengen mit teilweise sehr hohen CSB Schmutzfrachten erzeugt. Die hohen Abwassertemperaturen und ein Großteil der Schmutzfrachten im Abwasser (CSB) entstehen in der Regel durch das Einleiten von relativ heißen Spül- und

Reinigungswässern (ca. 50 °C bis 75 °C). Diese Medien werden durch die folgenden Prozesse an den unterschiedlichsten Stellen im Unternehmen in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet:

- Ultra-, Nano- und Reverse-Osmose-Filtrationsanlagen (UF-, NF-, RO-Anlage)
- Protein-, Permeat- und Laktose Eindampfanlagen
- Sprühturm Trocknungsanlagen (Trockentürme)
- Überläufe aus Warm- und Kaltbrüdensammeltanks
- CIP Reinigungsrückläufe, die aus Qualitätsgründen nicht wiederverwendet werden können.

Es werden pro Tag ca. 500 m<sup>3</sup> bis 600 m<sup>3</sup> heiße Reinigungs- und Spülmedien bei der wheyco in den Schmutzwasserkanal eingeleitet. Insgesamt werden an diesen Anlagen ca. 1.200 m<sup>3</sup> Spül- und Reinigungsmedien eingeleitet, was ca. 1/3 der gesamten täglichen Abwassermenge entspricht, die am Standort in die Abwasserbehandlungsanlage eingeleitet wird.

Das Abwasser der Käserei und der Molkenverarbeitung wird in der werkseigenen Kläranlage gereinigt und anschließend in die Tollense eingeleitet. Aufgrund der permanent ansteigenden Abwassermengen wurde die maximale Tagesmenge mit behördlicher Genehmigung auf 5.000 m<sup>3</sup>/d erhöht.

Die Abwasseranlage arbeitet mengenmäßig und schmutzfrachttechnisch an der Auslegungsgrenze. Die teilweise bis zu 35 °C warmen Abwassereinleitungen in die Kläranlage führen zu zeitweisen Problemen im Kläranlagenablauf. U.a. werden neue geplante Produktionsprozesse am Standort nicht realisiert, weil die Prozesse das Abwassertemperaturproblem erhöhen würden.

Die hohen prozessbedingten Abwassermengen, Schmutzfrachten und Temperaturen, die bei der Molkenveredelung auftreten, führen im typischen, ländlichen Umfeld eines Molkereibetriebes grundsätzlich zu hohen Abwasserbehandlungsaufwendungen/Kosten. Wenn keine größere kommunale Kläranlage im Umfeld des Molkereibetriebes existiert, muss der Betrieb selber die aufwendige Abwasserreinigung vornehmen. Wenn größere kommunale Klärwerke von Molkenveredlern mitgenutzt werden können, so müssen auch dort in der Regel kostenintensive Erweiterungsmaßnahmen vorgenommen werden. Die Abwasserbehandlungsanlage bei DMK in Altentreptow hat z.B. einen "Einwohnergleichwert" von 120.800 EGW und gehört damit zu den größten Anlagen im östlichen Mecklenburg-Vorpommern. Hinzu kommt die Problematik, dass an den Molkereistandorten nur selten ausreichend große Vorfluter für die werkseitigen Abwasserbehandlungsanlagen bestehen. Für das Werk in Altentreptow ist auch hier der begrenzende Faktor die maximal mögliche Einleitmenge in den ca. 2 km entfernten Fluss Tollense. Schon relativ kleine produktionstechnische Veränderungen oder Erweiterungen in der Molkenveredelung können große Veränderungen in der Abwasserzusammensetzung, der Temperatur oder der Menge zur Folge haben. Insofern stellt die Abwasser- und Einleitsituation auch für das Werk in Altentreptow das größte Hemmnis für weiteres Wachstum und die Einführung neuer innovativer, molkenbasierter Produkte dar.

Die Molkenveredelung ist ein technologisch sehr komplexer Prozess. Es sind hohe Investitionen und hochspezialisierte Mitarbeiter notwendig um diese Produktionsprozesse erfolgreich betreiben zu können. Die Qualitätsanforderungen der Kunden steigen permanent. Die Verwendung der Produkte geht bis in den pharmazeutischen Bereich. Zudem eröffnet sich gerade ein globaler Zukunftsmarkt für diese, relativ lange haltbaren Molkeninhaltsstoffe. Um diesen Marktanforderungen nachhaltig gerecht werden zu können müssen immer größere Molkenmengen aus größeren Einzugsbereichen in Form von Molkenkonzentraten auf die Veredelungsstandorte konzentriert werden. Diese steigenden Molkenmengen beschleunigen und erhöhen die Ressourcenproblematik an den Veredelungsstandorten.



Mit der Implementierung des nachfolgend beschriebenen MARS Systems sollen die Probleme im Abwasserbereich ursächlich in den Produktionsprozessen gelöst werden.

### 1.2.3 Frischwasserproblematik

Im Rahmen der Prozesswasserbereitstellung wird bereits ein Teil des in den Eindampfanlagen entstehenden Brüdens wiederverwendet. Ebenso wird aus dem letzten Filtrationsschritt der Molkenaufbereitung (RO-Anlage) ein sogenanntes RO-Wasser erzeugt, welches in der RO Anlage nahezu komplett demineralisiert wurde. Das RO-Wasser wurde in der Vergangenheit auch zu Reinigungszwecken oder als Diafiltrationswasser<sup>1</sup> verwendet. Die Wiederverwendung von Brüden und RO-Wasser kann den Trinkwasserbedarf des Werkes erheblich reduzieren. Aufgrund immer höherer kundenseitiger Hygiene- und Qualitätsanforderungen mussten in den vergangenen Jahren immer mehr Prozesse und Reinigungsvorgänge von Brüdenwasser- und RO-Wassernutzung auf „Frischwassernutzung“ umgestellt werden. Neben der kapazitätsmäßigen Entwicklung des Standortes haben u.a. auch diese Kundenanforderungen dazu beigetragen, dass der Frischwasserverbrauch erheblich gestiegen ist. Zudem können die Membranfiltrationsanlagen nur "verloren" gereinigt werden. Der Frischwassereinsatz in diesen Prozessen ist somit besonders hoch, da die Reinigungsmedien nicht mehrfach im Kreislauf verwendet werden können.

Grundsätzlich führen die beschriebenen Zusammenhänge der Abwasserproblematik (Reinigungsmedien werden wie oben beschrieben teilweise nicht zurückgewonnen) auch zu einem immer größer werdenden Frischwasserbedarf. Schließlich wird gegenwärtig auch die Ressource Frischwasser nebst der erforderlichen Aufbereitungstechnik kapazitätsmäßig bis in den Grenzbereich ausgenutzt.

Mit der Implementierung des nachfolgend beschriebenen MARS Systems wird eine transparente Plattform installiert, welche DMK in einem weiten Schritt ggf. zukünftig in die Lage versetzen wird, Brüden, RO-Wasser, sowie Spül- und Reinigungsmedien ggf. bis hin zu Trinkwasserqualität aufzubereiten. Dieser Schritt hätte nicht nur eine deutliche Reduzierung des Frischwasserverbrauchs zur Folge, sondern ggf. auch eine Entkopplung von steigenden Produktionsmengen/Produktvielfalt und Frischwasserbedarf.

### 1.2.4 Energieeffizienz-Problematik

Wie bereits beschrieben muss aufgrund der hohen Hygiene- und Qualitätsanforderungen insbesondere der Molke basierten Produkte ein großer Teil der Reinigungs- und Spülmedien heiß (ca. 50°C bis 70°C) in das Schmutzwassersystem des Standortes eingeleitet werden. Üblicherweise werden bei der Reinigung von Produktionsanlagen die Reinigungsmedien in den CIP-Anlagen zum größten Teil im Kreislauf gefahren. Die ersten Reinigungsschübe der Eindampfanlagen bei der wheyco sind jedoch so stark verschmutzt, dass diese Medien nicht mehr in die CIP Anlage zurückgefahren werden dürfen. Diese Medien werden mit ca. 60°C an unterschiedlichen Stellen in das Schmutzwassersystem am Standort eingeleitet. Die Membranfiltrationsanlagen werden aus Hygiene- und Standzeitgründen grundsätzlich "verloren" gereinigt. Alle für die Reinigung der Membranfiltrationsanlagen angesetzten Medien werden nach Durchführung der Reinigungen in das Abwassersystem eingeleitet.

---

<sup>1</sup> Diafiltration ist ein druckgetriebenes Verfahren der Filtration durch Ultra- oder Mikrofiltrationsmembranen, bei dem auf der Druckseite während der Filtration zur Aufrechterhaltung der Konzentrationsverhältnisse der höhermolekularen Anteile ständig reines Lösungsmittel zugegeben wird. Als Lösungsmittel wird hier Wasser eingesetzt, welches sich Diafiltrationswasser nennt.

Auch hier betragen die Einleittemperaturen zwischen ca. 50°C und 70°C. Ebenso kommt es zu Einleitungen von nicht verwendeten "Warmbrüden" aus den Eindampfanlagen. In Summe führen diese heiß eingeleiteten Medien zu erhöhten Temperaturen im Eintritt der Abwasserbehandlungsanlage.

Die Wärmeleistung, die z.B. durch die Reinigung einer Filtrationsanlage in den Schmutzwasserkanal eingeleitet wird, kann in der Spitze bis zu 7.000 kW betragen. Diese hohen Leistungen ergeben sich aus den bis zu 200m<sup>3</sup>/h (je Filtrationsanlage im Spülschritt, 3 bis 4 Spülschritte/Reinigung) hohen Spülwasservolumenströmen in den Schmutzwasserkanal. Da jeder Spülvorgang nur wenige Minuten andauert, ist die mittlere, in den Schmutzwasserkanal eingeleitete Wärmeleistung deutlich niedriger. Im Rahmen der in 2013/2014 durchgeführten standortweiten Prozessanalyse wurde eine mittlere, in den Schmutzwasserkanal eingeleitete Wärmeleistung (bezogen auf 8.760h/a) durch die Eindampfer, die CIP Anlagen und die Membranfiltrationsanlagen von ca. 1.000kW festgestellt. Das entspricht einer durchschnittlichen Dampfmenge von ca. 1,5 t/h, die dem Werk über den Abwasserstrom entzogen werden! Gleichzeitig muss für die nachfolgenden Reinigungen wieder ca. 60°C bis 70°C heißes Wasser zur Verfügung gestellt werden. Dieses Heißwasser muss gegenwärtig wieder mittels Dampfenergie aufgeheizt werden. Die Bereitstellung von heißen Reinigungsmedien und die ablaufenden heißen Reinigungsmedien nach den Anlagenreinigungen bilden also einen potenziellen Wärmerückgewinnungskreislauf mit einem Zeitversatz von ca. teilweise bis zu 20 h.

Neben den Aufheizprozessen für die Reinigungsmedien gibt es noch eine Reihe weiterer thermischer Prozesse, die Abwärme aus den bislang ungenutzten, heißen Spül- und Reinigungsmedien verwenden könnten. Ebenso könnte ungenutztes Abwärmepotential diverser Produktionsprozesse auch zur Erzeugung der heißen Reinigungsmedien verwendet werden. Das MARS System soll durch mehrstufige Vernetzung von ungenutzter Prozesswärme und Abwärme aus den heißen Spülmedien mit potentiellen Niedertemperaturverbrauchern u.a. die Energieeffizienz des Gesamtstandortes deutlich steigern. Die in 2013/2014 durchgeführte Studie hat ein Erdgaseinsparpotential von ca. 21.400 MWh(Hu<sup>2</sup>)/a und ein Stromeinsparpotential für die Kälteerzeugung 750 MWh/a ausgewiesen.

Am Standort ist bereits ein historisch gewachsenes, offenes Wärmeschaukelsystem installiert, das einige Produktionsprozesse verbindet und darauf ausgelegt war, den Dampf- und Eiswassereinsatz an den Prozessen zu minimieren. Dieses System ist durch zwei Puffertanks (2 x 300m<sup>3</sup> Tankinhalt) zeitlich entkoppelt, die bei Temperaturniveaus von ca. 17°C und ca. 38°C gehalten werden sollen. In diese Tanks wird neben der Prozessabwärme und -kälte auch direkt Brüden aus den Eindampfern eingeleitet und an mögliche Verbraucher physisch weitergeleitet. Das bestehende "Wärmeschaukelsystem" dient also der Energiespeicherung und der Brüdenwasserspeicherung (volumetrischer Speicher). Diesen beiden Anforderungen kann das System nicht immer gleichzeitig gerecht werden. So kommt es durch Überschuss an Warmbrüden regelmäßig zum Überlaufen des Warmbrüdentanks. Der warme Brüden wird in das Abwasser eingeleitet und die Wärmeleistung geht den Produktionsprozessen verloren. Die Folge sind höhere Dampf- und Eiswasserverbräuche in den angeschlossenen Produktionsprozessen. Zudem fördert dieser unkontrollierte Warmbrüdenüberlauf das Abwassertemperaturproblem.

Das bestehende Wärmeschaukelsystem ist aufgrund seiner Temperaturrahmenbedingungen nicht in der Lage, Wärmerückgewinnungspotentiale in den Temperaturbereichen zwischen 40°C und 70°C sinnvoll zu erschließen. Es kann zwar Abwärmequellen in diesen Temperaturbereichen einkoppeln, allerdings kann es durch

---

<sup>2</sup> Bezogen auf den Heizwert des Erdgases



die Vermischung in den Puffertanks keine Niedertemperatursenken auf diesem Temperaturniveau bedienen. Da insgesamt am Standort das Angebot an Abwärmequellen größer ist als die Verwendungsmöglichkeiten für die daraus zurückgewonnene Wärme, muss sich die Vernetzung der Quellen und Senken danach richten, dass möglichst viele Wärmesenken bedient werden können und somit ein Maximum an Primärenergieeinsatz substituiert werden kann. Daraus leitet sich die Anforderung ab, jede Abwärmequelle auf dem höchstmöglichen Temperaturniveau in das vernetzte System einzukoppeln. Bei dem sukzessiven Ausbau des bestehenden Wärmeschaukelsystems hingegen wurde darauf Wert gelegt, dass der warme Puffertank durch die weitere Einbindung zusätzlicher Quellen nicht kälter wird.

Die in diesem Vorhaben beschriebene mehrstufige Vernetzung setzt an genau diesem Punkt an. Die Prozesse mit potentielltem Abwärmepotential und Niedertemperaturwärme-Einsatzpotential werden in sinnvollen Temperaturstufen gruppiert.

Die Molkenveredelung ist unmittelbar mit der Käseherstellung verbunden. Die durch die Käseherstellung entstehende Molke wird pasteurisiert und auf eine Temperatur  $<9^{\circ}\text{C}$  abgekühlt. Dieser Molkenpasteurierungsprozess bildet das Verbindungsglied zwischen Käseherstellung und Molkenveredelung. Dem Käseherstellungsprozess vorgelagert ist die Bereitstellung der sogenannten "Kesselmilch". Diese wird nach der Pasteurisierung auf ca.  $32^{\circ}\text{C}$  eingestellt. Der Käsebruch wird mit dem ca.  $45^{\circ}\text{C}$  bis  $50^{\circ}\text{C}$  warmen "Bruchwaschwasser" bearbeitet. Die zeitliche Abfolge der Prozesse in der Molkenveredelung steht auch in direkter Linie mit den vorher stattfindenden Prozessen in der Käseherstellung. Diese Zusammenhänge werden teilweise durch die in der Molkenveredelung zu verarbeitenden "fremd angelieferten" Molkenkonzentrate verschoben. Die prozessintegrierte Standortanalyse hat gezeigt, dass diese standortübergreifenden, prozesstechnischen Zusammenhänge in einem mehrstufigen Wärmerückgewinnungssystem nutzbar gemacht werden können. Für den Standort können dadurch enorme Primärenergieeffizienz-Steigerungspotentiale erreicht werden. Zudem arbeitet das Ammoniakkälteanlagen system zur Eiswassererzeugung zeitweise an der Leistungsgrenze. Die in 2013/2014 durchgeführte Standortanalyse hat gezeigt, dass der Eiswasserbedarf in einigen Produktionsprozessen durch Vorkühlung mittels eines kalten Wärmerückgewinnungsrücklaufes abgesenkt werden kann. Dieser Effekt würde freie Kapazitäten in der Ammoniakkälteanlage erzeugen. Diese Kapazitäten können für die Versorgung von neuen, geplanten Produktionsprozessen verwendet werden.

#### 1.2.5 Lange Reinigungszeiten der Membranfiltrationsanlagen

Die langen Reinigungszeiten der Filtrationsanlagen bilden einen Engpass im Produktionsablauf.

Ein Reinigungszyklus bei einer Membranfiltrationsanlage besteht aus 3 bis 4 Reinigungsschritten. Zwischen den Reinigungsschritten wird mit kaltem Wasser ausgespült. Für den jeweils folgenden Reinigungsschritt wird dann mittels Dampf das Reinigungsmedium in der Anlage langsam wieder aufgeheizt.

Wenn primärenergiefrei angewärmtes Wasser mit ca.  $50^{\circ}\text{C}$  bis  $70^{\circ}\text{C}$  in ausreichender Menge für die Reinigungsvorgänge zur Verfügung gestellt werden kann, können die zeitintensiven Aufheizphasen nach den Zwischenspülschritten erheblich reduziert werden. Pro Reinigung und Membranfiltrationsanlage könnte ca. 0,75 bis 1h/d Zeit eingespart werden. Durch die konsequente Versorgung der Membranfiltrationsanlagen mit primärenergiefrei erzeugtem vorgewärmtem Reinigungsmedium kann die Produktionszeit der Anlagen um ca. 5% bis 7% angehoben und der Primärenergiebedarf für die Wärmeversorgung der Reinigung auf „null“ reduziert werden.



## 2. Vorhabenumsetzung

### 2.1 Ziel des Vorhabens

Die zentralen Ziele des Vorhabens wurden im Antrag wie folgt benannt:

- Reduzierung des Primärenergieverbrauchs des Standortes um ca. 25.000 MWh/a (entspricht ca. 8,4%)
- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 4.700 t/a (entspricht ca. 7,1%)
- Reduzierung der Abwassereinleittemperaturen in die Abwasserbehandlungsanlage um ca. 5°C
- Reduzierung der Schmutzfrachteinleitung in die Abwasserbehandlungsanlage um ca. 500 t/a bis ca. 1.000 t/a an CSB (entspricht ca. 7,5% bis 15%)
- Geregelt, gleichmäßiges Einspeisen von Reinigungs- und Spülwässern in das Schmutzwasserkanalsystem und die Abwasserbehandlungsanlage (Vermeidung von hydraulischen Engpässen)
- Erhöhung der Produktionszeiten der Filtrationsanlagen um ca. 5% bis 7%

Das MARS-System soll die beschriebenen Probleme ursächlich in den Produktionsprozessen lösen. Der historisch geprägte Zusammenhang von steigendem Ressourcenverbrauch und steigendem Umwelteinfluss bei steigenden Produktionsmengen soll nachhaltig entkoppelt werden. Aufgrund der dynamischen Veränderungen am Standort Altentreptow soll das neue System so strukturiert werden, dass laufende prozesstechnische Veränderungen und zukünftige, neue Produktionsprozesse schnell und effizient im MARS abgebildet werden können. Nach Implementierung des MARS Systems wird den Spül- und Reinigungsmedien, die in den Schmutzwasserkanal eingeleitet werden Organik und Wärmeenergie entzogen. Die Organik soll ggf. in Biogasanlagen zur Biomethan bzw. Stromerzeugung verwendet werden und die zurückgewonnene Energie soll den Erdgaseinsatz und indirekt den Einsatz von Kälteenergie aus den Ammoniakkälteanlagen reduzieren.

Zudem werden durch diesen Energieoptimierungsschritt die zeitweisen Engpässe im Bereich der Ammoniakkälteanlagen und der Kühlturmlleistungen reduziert. Insbesondere im Bereich der Kälteerzeugung und der Dampferzeugung werden so freie Erzeugungskapazitäten geschaffen, die für die zukünftige Unternehmensentwicklung verwendet werden können. Eine Investition in Energieerzeugungskapazitäten wird somit vermieden.

In einem zweiten Schritt, der allerdings nicht Bestandteil dieses Vorhabens ist, ist geplant die eingesammelten und voraufbereiteten Medien mittels Membranfiltertechnologie auf Trinkwasserqualität aufzubereiten und dieses recycelte Wasser physisch wieder in die Produktionsprozesse einzukoppeln. Mit diesem Schritt, der konsequent auf die Infrastruktur dieses Vorhabens aufbaut, soll der Frischwasserverbrauch und die Abwassereinleitmenge nochmals erheblich reduziert werden.

### 2.2 Technische Lösung

Die folgende Abbildung 2 stellt schematisch das umgesetzte MARS-System dar. Das MARS-System besteht aus drei miteinander vernetzten Teilsystemen:

1. W60-System
2. W40-System
3. Mediensammel-System

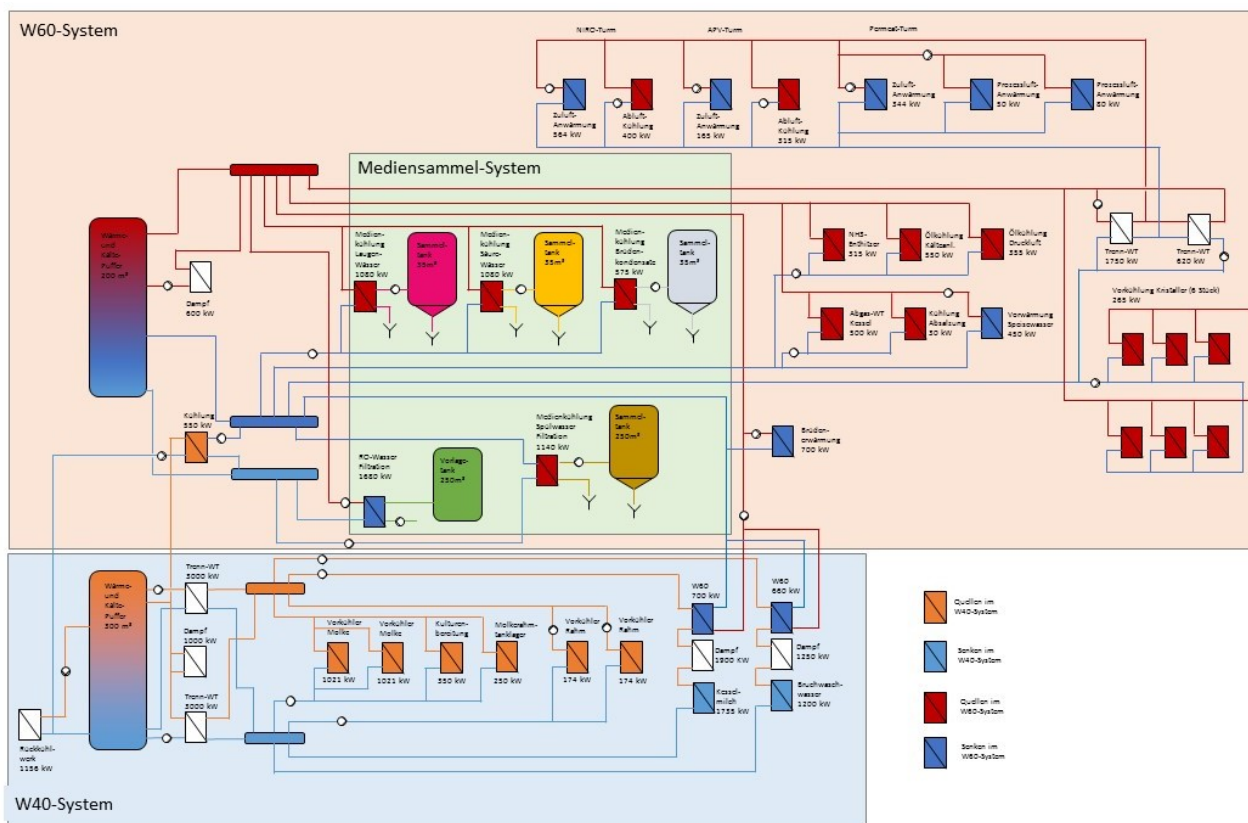


Abbildung 2: Schema MARS-System

Das Wärmerückgewinnungssystem wurde als Kaskade mit zwei Temperaturklassen installiert. Das niedrige Temperaturniveau bildet das W40-System mit 13°C Rücklauftemperatur und bis 40°C Vorlauftemperatur. Das W40-System wurde als geschlossener Kreislauf mit einem eigenen Wärmepufferspeicher (300m³) ausgeführt. Das nächst höhere Temperaturniveau mit ca. 20°C Rücklauftemperatur und bis zu 60°C Vorlauftemperatur wird als W60-System bezeichnet. Das W60-System wurde ebenfalls als geschlossener Kreislauf mit einem eigenen Wärmepufferspeicher (200m³) ausgeführt. Das hydraulische Konzept sieht vor, dass die diversen Abwärmequellen dezentral in die beiden Wärmerückgewinnungssysteme einspeisen. Gleichzeitig können die unterschiedlichen Wärmeverbraucher in den beiden Netzen unabhängig voneinander und bedarfsgerecht Wärme entnehmen. Dieses Konzept ermöglicht eine effiziente Verrohrung, mit minimierten Kosten für Rohrleitungsstrecken. Es wird eine maximale Energieeffizienz ermöglicht. Aufgrund der strukturierten Hydraulik wird insbesondere eine optimale Erweiterungsfähigkeit des Systems erreicht. Ebenso wird in diesem Zuge möglichst wenig Platz in Anspruch genommen. Die Wärmespeicher sollen temporäre Verschiebungen zwischen Abwärmeangebot und Wärmeverbraucher ausgleichen. Zudem stellen sie ein Steuerungselement für die automatisierte Zu- und Abschaltung von Wärmeerzeugern und -verbrauchern dar.

Durch die Unterteilung der Wärmerückgewinnungssysteme in verschiedene Temperaturniveaus ist es jederzeit möglich, weitere Wärmeverbraucher oder -erzeuger in eines der Systeme einzukoppeln, da schon bei der Planung neuer- oder der Umrüstung alter Anlagen eine Auslegung hinsichtlich der Temperaturniveaus berücksichtigt werden kann und sollte.

Neben den Wärmeverbrauchern und -erzeugern die schon in der bestehenden offenen Wärmeschaukel eingebunden waren, wurden weitere Prozesse eingebunden, die im Rahmen von simulationsbasierten Prozessanalysen identifiziert wurden. Im W40-

System wurden im ersten Schritt 6 Wärmeerzeuger und 2 Wärmeverbraucher, im W60-System 11 Wärmeerzeuger und 10 Wärmeverbraucher angebunden.

Das W40-System reduziert zudem den "Eiswasserbedarf" an seinen Wärmequellen (z.B. Molke- und Rahmkühler). Diese werden zukünftig mit etwa 12°C anstatt wie heute mit 18-20 °C beschickt, sodass der auf dem Produktweg nachgeschaltete Tiefkühler weniger Eiswasser benötigt, um die Zielkühltemperatur im Produkt einzustellen. Tatsächlich finden sich im W40-System genau alle diejenigen Wärmequellen wieder, bei denen eine Kühlung mit Eiswasser nachgeschaltet ist.

Zusätzlich zu den prozesstechnischen Abwärmeerzeugern und Abwärmeverbrauchern, die durch das Abkühlen und Erhitzen des Produkts gekennzeichnet sind, wurde in das W60-System die Abwärme der Reinigungs- und Spülwassersammlung, sowie die Aufheizung der frischen Reinigungsmedien eingebunden (Mediensammelsystem).

Die thermodynamischen Simulationsergebnisse die im Rahmen der Standortanalyse in 2013/2014 erarbeitet wurden, weisen in der Jahresbilanz einen Überschuss an möglichen Abwärmequellen aus. Selbst wenn die Wärmebilanz über ein Jahr aufsummiert exakt aufgehen würde, muss aufgrund der endlichen Speicherkapazität der W40- und W60-Pufferspeicher und den (wenn auch geringen) jahreszeitlichen Einflüssen der einzelnen beteiligten Quellen und Senken im System für den Extremfall eine Systemkühlung und Reservebeheizung der Systeme vorgesehen werden. Insbesondere die kalten Rücklauftemperaturen im W40- (13°C) und W60-System (20°C) sind für einige prozesstechnische Abwärmeeinspeiser systemrelevant. Wenn also die Rücklauftemperaturen der Wärmerückgewinnungssysteme vor diesen Produktionsprozessen zu hoch sein sollten, müssen die Rücklauftemperaturen mittels Kühlturm auf das Sollniveau abgekühlt werden. Da diese Prozesse gegenwärtig fast ausschließlich mit Eiswasser gekühlt werden, ist die für das MARS System vorgesehene, mehrstufige Kühltechnologie weitaus effektiver als der Status Quo. Die hydraulische Anordnung der Abwärmeerzeuger und verbraucher, sowie der Wärmespeicher im W40- und W60-System wird so vorgenommen, dass die Rücklauftemperatur-sensiblen Abwärmeerzeuger in der Nähe von Abwärmeverbrauchern installiert sind, die entsprechend kalte Rücklauftemperaturen erzeugen.

Kaskade der Kühloptionen:

- Stufe 1: Abschaltung von dezentralen Abwärmeeinspeisern durch die standortweit vernetzte Leittechnik, die im Rahmen des Vorhabens für das MARS System installiert wird. Damit wird die Abwärme der Prozesse direkt und ohne den Energieaufwand einer Kühlturm- oder Kälteanlage an die Umgebung abgegeben.
- Stufe 2: Sollte die Rücklauftemperatur trotz Abschalten von Abwärmeerzeugern vor den sensiblen Produktionsprozessen zu hoch sein, so wird die Rücklauftemperatur im W60-System fast ganzjährig mittels freier Kühlung über Kühltürme eingestellt. Die im W40-System erforderlichen 13°C im Rücklauf können teilweise (in der kälteren Jahreszeit oder nachts) mittels freier Kühlung eingestellt werden.
- Stufe 3: Sollte im W40-System die Rücklauftemperatur von ca. 13°C in der wärmeren Jahreszeit nicht mittels freier Kühlung erreicht werden, so wird über das bestehende Eiswassernetz nachgekühlt. Diese Spitzen in der Kühllast werden heute sowieso über Eiswasser gedeckt.

Durch diese Kühloptionen wird eine Entlastung des Eiswassernetzes erzeugt, da große Verbraucher dauerhaft entlastet werden und die absoluten Spitzen über den W40-Speicher abgepuffert werden.

Nachfolgend sind die Funktionsweisen der einzelnen Teilprozesse der ersten Ausbaustufe des MARS Systems beschrieben:

### 2.2.1 Wärmerückgewinnungssystem W40

Das W40-System besteht aus zwei geschlossenen Wasserkreisläufen (Abbildung 3):

1. Speicherkreislauf mit Wärme- und Kältepuffer
2. Verteilerkreislauf mit den Abwärmequellen und-senken

Beide Kreisläufe sind hydraulisch über zwei Übergabewärmetauscher entkoppelt. Über die Übergabewärmetauscher kann „Wärme“ und „Kälte“ aus dem Speicher in den Verteilkreis übergeben werden.

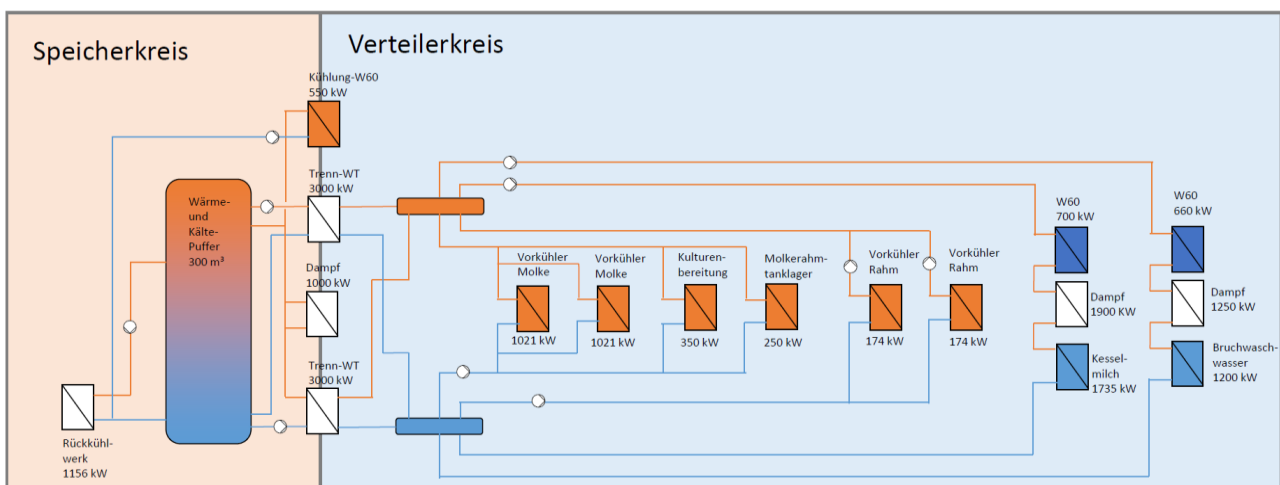


Abbildung 3: W40-System

Die wesentlichen Anlagenteile im Speicherkreislauf sind:

- Wärme- und Kältepuffer von 300m<sup>3</sup>
- Adiabates Rückkühlwerk
- Dampfnachheizung
- Zwei Übergabewärmetauscher
- Wärmetauscher zur Kühlung des W60-Systems

Die wesentlichen Anlagenteile im Verteilerkreislauf sind:

- 1 Verteiler/Sammler „warm“
- 1 Verteiler/Sammler „kalt“
- 6 Quellen über Plattenwärmetauscher (PWT) angebunden
- 2 Senken über Plattenwärmetauscher angebunden

Durch den Aufbau als zwei getrennte Kreise wurde folgenden Anforderungen Rechnung getragen:

- Entkopplung des Druckniveaus vom Speicherkreis (hydrostatische Höhe des Puffers) und vom Verteilerkreis. Dies ist erforderlich da aus Hygienegründen an einigen Plattenwärmetauschern eine positive Druckdifferenz von der Produktseite zur „Medienseite“ (kühlen/heizen) eingehalten werden muss. Dies wäre aufgrund der Höhe des Pufferspeichers mit einem Netz ohne Trenntauscher nicht zu realisieren gewesen.
- Der Verteilerkreis ist reinigungsfähig (CIP-fähig) ausgeführt worden, da an einigen Plattenwärmetauschern auf der Sekundärseite direkt Produkt gefahren wird. Aufgrund der hohen Hygieneanforderungen muss das Wasser auf der W40-Seite höchsten hygienischen Anforderungen standhalten. Aufgrund des großen



Inhalts des Pufferspeichers (300m<sup>3</sup>) wäre eine Reinigung eines gesamten Netzes nicht möglich gewesen.

Weitere folgende technische Lösungen wurden zur optimalen Betriebsweise des Systems realisiert:

- Da die Leistungen, welche über die Übergabewärmetauscher vom Speicherkreis an den Verteilerkreis übertagen werden müssen, je nach Betriebspunkt sehr unterschiedlich sind, wurden an den Übergabewärmetauschern zwei Fahrweisen programmtechnisch umgesetzt. Bei minimaler Last wird ein minimaler Volumenstrom über beide Seiten gefahren und es wird auf „Volumenstromgleichheit“ geregelt. Bei normaler und hoher Last wird auf „optimale Grädigkeit“ geregelt, um die größte mögliche Effizienz zu erzielen. So wurde bei optimaler Energieeffizienz eine Investition in zusätzliche Wärmetauscher vermieden.
- Der Pufferspeicher dient neben der Speicherung von „Wärme“ und „Kälte“ zum Ausgleich der zeitlichen Verschiebung von Wärmebedarf und Wärmeangebot auch dem Speichermanagement, d.h. der Steuerung des Zu- bzw. Abschaltens der Wärmequellen und -senken.
- Zur Kühlung wurde ein adiabates Rückkühlwerk installiert. Dieses wurde zum einen aufgrund der Hygieneanforderung an Rückkühlwerke ausgewählt, zum anderen ermöglicht es über einen langen Zeitraum (bei niedrigen Außentemperaturen, z.B. in der Nacht) eine Temperaturabsenkung des W40-System über freie Kühlung, d.h. nur über die Außenluft ohne Verdunstungseffekte. Damit geht eine Einsparung an Wasserbedarf und Abwassereinleitung einher. In der kalten Jahreszeit kann durch den optimierten Einsatz des adiabaten Rückkühlwerkes der Eiswasserbedarf zur Nachkühlung der pasteurisierten Molke nochmals gesteigert werden.
- Die Quellen und Senken werden über dezentrale Pumpen versorgt. Dies ermöglicht eine einfache Einbindung neuer Prozesse an das W40-System.
- Die einzelnen Prozesse sind dezentral über Eiswasser bzw. Dampf abgesichert (alte bestehende Versorgung wurde beibehalten), damit die Produktion des Betriebes nicht vom Wärmerückgewinnungssystem abhängig ist. (Redundante Energieversorgung der Prozesse). Dadurch wurde eine höhere Verfügbarkeit der Prozesse hinsichtlich der Energieversorgung geschaffen.

In der folgenden Tabelle 1 sind die Leistungsdaten der angebundenen Wärmequellen und -senken aufgelistet. Dargestellt sind die installierten Leistungen der Wärmetauscher, die ermittelten mittleren Leistungen über einen Messzeitraum (7 Tage vom 03.10. bis 10.10.2016) die hochgerechnete Energiemenge über ein Jahr, welche über den jeweiligen Wärmetauscher übertragen wurde.

Tabelle 1: Leistungsdaten W40-System

Quelle/Senke	Installierte Leistung	Mittlere Leistung	Energiemenge
<b>QUELLEN</b>			
Vorkühlung Molke 417	1.021 kW	500 kW	4.378 MWh/a
Vorkühlung Molke 418	1.021 kW	610 kW	5.341 MWh/a
Kulturenbereitung	350 kW	26 kW	225 MWh/a
Molkerahmtanklager	250 kW	Keine Daten	Keine Daten
Vorkühler Rahm 210	174 kW	30 kW	259 MWh/a
Vorkühler Rahm 220	174 kW	40 kW	351 MWh/a
Dampfnachheizung	1.000 kW	0 kW	0 MWh/a

<b>SENKEN</b>			
Kesselmischerhitzer	1.735 kW	1.014 kW	8.886 MWh/a
Bruschwaschwasser-Anwärmer	1.200 kW	292 kW	2.559 MWh/a
Rückkühlwerk	1.156 kW	106 kW	930 MWh/a



Abbildung 4: Aufstellung Puffertank W40

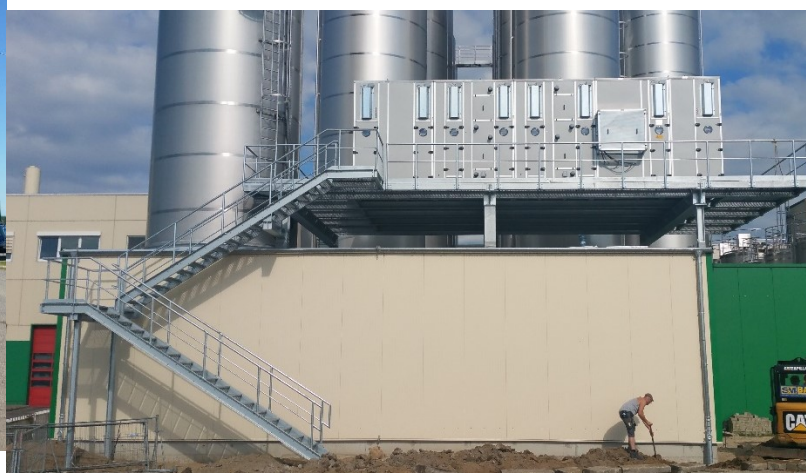


Abbildung 5: W40-Gebäude mit Rückkühlwerk



### 2.2.2 Wärmerückgewinnungssystem W60

Das W60-System besteht aus zwei geschlossenen Wasserkreisläufen (Abbildung 6):

1. Hauptnetz
2. Turmnetz

Beide Kreisläufe sind hydraulisch über zwei Übergabewärmetauscher entkoppelt. Über die Übergabewärmetauscher kann „Wärme“ und „Kälte“ aus dem Hauptnetz in das Turmnetz übergeben werden und umgekehrt.

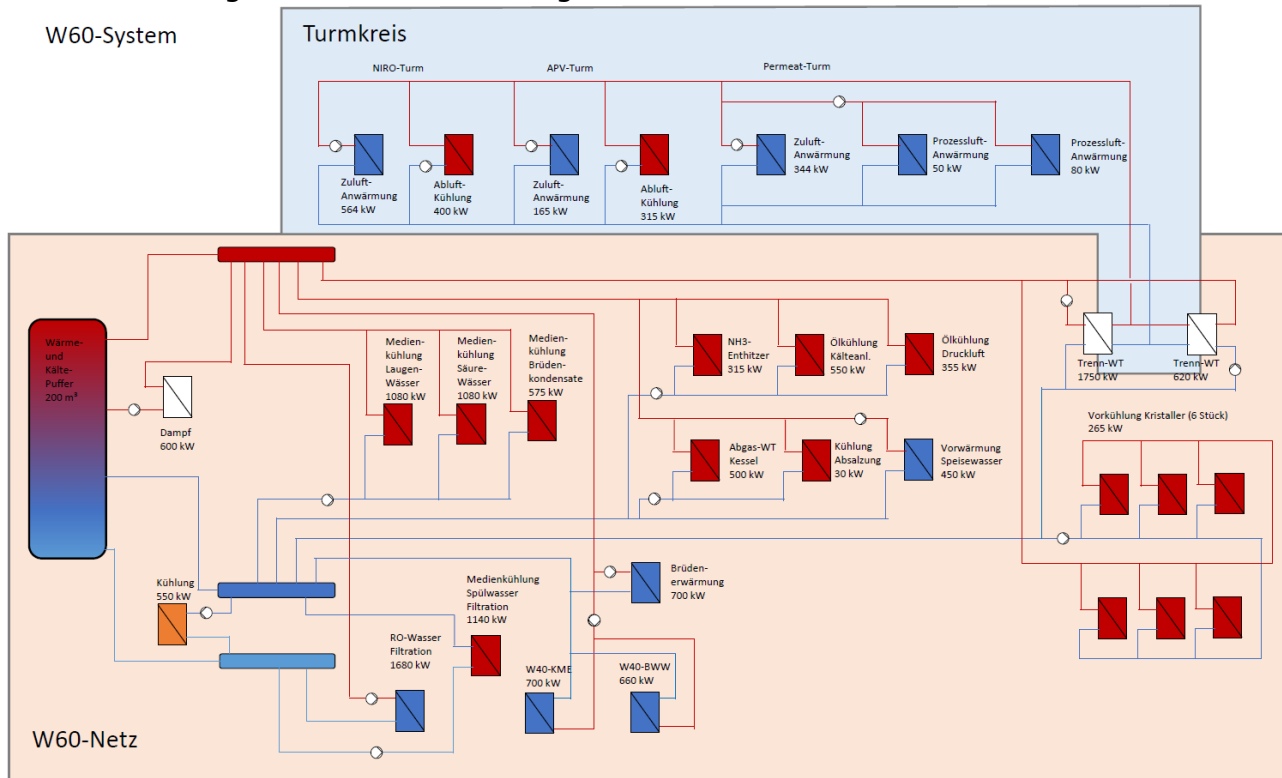


Abbildung 6: W60-System

Die Trennung in zwei Netzen erfolgte aus folgenden Gründen:

- Hydraulische Entkopplung des Turmnetzes vom Hauptnetz, da im Turmnetz die Quellen/Senken (Anbindung an die Prozesse der Sprühturm Trocknungsanlagen) räumlich sehr hoch liegen (hoher Druck aufgrund hydrostatischer Höhe, ca. 30 Meter)
- Entkopplung des WRG-System in zwei Teile aufgrund der Hygieneanforderungen. Die Anlagenteile des Hauptnetzes befinden sich im so genannten „Nassbereich“ des Unternehmens, die Anlagenteile des Turmbereichs im so genannten „Trockenbereich“. Diese beiden Bereiche sind unterschiedlichen Hygienezonen zugeordnet. Da der Pufferspeicher im Hauptnetz eingebunden ist, ist der Volumeninhalt des Turmnetzes deutlich geringer und damit im Fall einer Belastung leichter auszutauschen oder ggf. zu behandeln. Im Turmnetz sind Luft-Wasser-Wärmetauscher installiert, welche die Prozessluft anwärmen. Diese hat wiederum Kontakt mit dem Produktpulver. Daher sind im Turmnetz die Hygieneanforderungen höher als im Hauptnetz

Die wesentlichen Anlagenteile im Hauptnetz sind:

- Wärme- und Kältepuffer von 200m<sup>3</sup>
- 1 Verteiler/Sammler „warm“
- 1 Verteiler/Sammler „kalt“
- 1 Verteiler/Sammler „kalt“ mit abgesicherter Temperatur über

- Wärmetauscher zur Kühlung des W60-Systems über das W40-System
- Dampfnachheizung zur Spitzenbedarfsdeckung
- Zwei Übergabewärmetauscher zum Turmnetz
- 10 Quellen über PWT angebunden
- 5 Senken über PWT angebunden

Die wesentlichen Analgenteile im Turmnetz sind:

- 2 Quellen über Luft-Wasser-WT angebunden
- 5 Senken über PWT bzw. Luft-Wasser-WT angebunden

Weitere folgende technische Lösungen wurden zur optimalen Betriebsweise des Systems realisiert:

- Der Pufferspeicher dient neben der Speicherung von „Wärme“ und „Kälte“ zum Ausgleich der zeitlichen Verschiebung von Wärmebedarf und Wärmeangebot auch dem Speichermanagement, d.h. der Steuerung des Zu- bzw. Abschaltens der Wärmequellen und -senken.
- Des Weiteren besteht das Rohrleitungsnetz – sowohl im Haupt-, als auch im Turmnetz – aus „warmen“ und „kalten“ Strängen und nicht aus Vorläufen und Rückläufen, wie ein WRG-System klassisch aufgebaut wird. Die Quellen entnehmen aus den „kalten“ Strängen und speisen in die „warmen“ Stränge, die Senken entnehmen aus den „warmen“ Strängen und speisen in die „kalten“ Stränge. Das Rohrleitungsnetz hat demnach die Funktion eines „Verteilers“ bzw. „Sammlers“. Dadurch wurde der Rohrleitungsaufwand erheblich reduziert. Aufgrund der weiten Verzweigung in viele Bereiche des Werkes (Abbildung 7) wäre eine „klassische“ Konzeption aufgrund des Platzbedarf der Rohrleitungen nicht möglich gewesen. Ein weiterer Vorteil ist die einfache zukünftige Anbindung weitere Quellen und Senken an das vorhandene Rohrleitungsnetz (es muss nicht zwingend ein Rohrleitungspaar von den Verteilern/Sammlern bis zum Abnehmer verlegt werden).
- Aufgrund des beschriebenen Rohrleitungssystems werden die Quellen und Senken über dezentrale Pumpen versorgt.
- Die einzelnen Prozesse sind dezentral über Dampf abgesichert (alte bestehende Versorgung wurde beibehalten), damit die Produktion des Betriebes nicht vom Wärmerückgewinnungssystem abhängig ist (redundante Energieversorgung der Prozesse). Dadurch wurde eine höhere Verfügbarkeit der Prozesse hinsichtlich der Energieversorgung geschaffen.
- Einzelne Quellen lassen sich bei „Wärmeüberschuss“ im System regeln und abschalten (z.B. Abgas-WT der Dampfkessel). Die Prozesswärme wird dann ungenutzt in die Umgebung abgegeben. Dafür wurde eine kosten- und ressourcenintensive Kühlung des Systems vermieden.

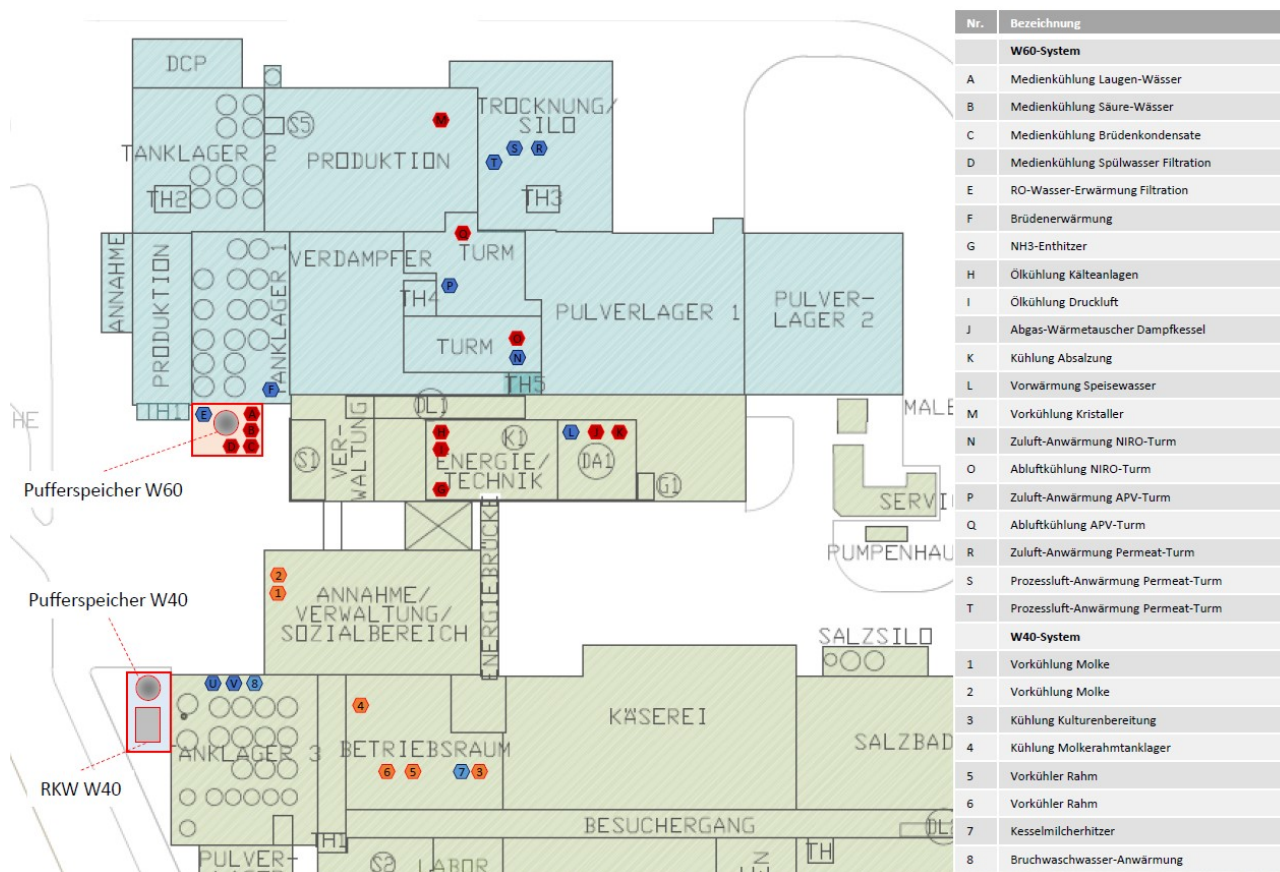


Abbildung 7: Werksübersicht WRG-Systeme

In der folgenden Tabelle 2 sind die Leistungsdaten der angebotenen Wärmequellen und -senken aufgelistet. Dargestellt sind die installierten Leistungen der Wärmetauscher, die ermittelten mittleren Leistungen über den Messzeitraum im Winter und über den Messzeitraum im Sommer, sowie die hochgerechnete Energiemenge über ein Jahr je Messzeitraum, welche über den jeweiligen Wärmetauscher übertragen wurde.

Tabelle 2: Leistungsdaten W60-System

Quelle/Senke	Installierte Leistung [kW]	Sommer		Winter	
		Mittlere Leistung [kW]	Energie-menge [MWh/a]	Mittlere Leistung [kW]	Energie-menge [MWh/a]
<b>QUELLEN</b>					
Medienkühlung Laugenwässer	1.080	26	221	25	212
Medienkühlung Säurewässer	1.080	39	333	13	116
Medienkühlung Brüdenkondensate	1.080	78	668	86	736
Medienkühlung Spülwässer (*1)	1.140	0	0	0	0
NH3-Enthitzer Kälteanlage	315	176	1.517	108	933
Ölkühlung Kälteanlage (*2)	550	0	0	0	0
Ölkühlung Druckluftanlagen	355	155	1.330	178	1.531
Abgas-Kühlung Dampfkessel	500	176	1.510	221	1.904
Kühlung Absalzung	30	7	58	9	74
Vorkühlung Kristaller (*1)	265	0	0	0	0
Abluftkühlung NIRO-Turm	400	50	431	177	1.520
Abluftkühlung APV-Turm	315	0	0	108	930
Dampfnachheizung	600	5	42	223	1.921
<b>SENKEN</b>					

RO-Wasser-Erwärmung (*1)	1.680	0	0	0	0
Vorwärmung Speisewasser	450	169	1.451	114	979
Brüdenenerwärmung(*3)	700	0	0	0	0
Nachheizung W40 – BWW	660	98	839	158	1.357
Nachheizung W40 – KME	700	53	458	90	777
Zuluft-Anwärmung NIRO-Turm	564	144	1.241	325	2.791
Zuluft-Anwärmung APV-Turm	165	10	84	33	280
Zuluft-Anwärmung Permeat-Turm	344	224	1.922	440	3.783
Prozessluftanwärmung 1 Permeat-Turm	50	12	101	15	130
Prozessluftanwärmung 2 Permeat-Turm	80	17	143	24	203
Kühlung über W40 (*3)	550	0	0	0	0

(\*1): Diese Quellen und Senken waren zum Zeitpunkt der Messperiode noch nicht in Betrieb, weitere Erläuterungen hierzu siehe Kapitel 2.3.2  
 (\*2): An dieser Quelle ist die Sekundärseite noch nicht umgesetzt. Erforderliche Umbaumaßnahmen an den Kälteanlagen werden durch das DMK in einem eigenständigen Projekt realisiert.  
 (\*3): An diese Quelle bzw. Senke wurde in den Messzeiträumen prozessbedingt keine Leistung übertragen.



Abbildung 8: Sammler/Verteiler W60-System



Abbildung 9: Übergabewärmetauscher W60

### 2.2.3 Mediensammelsystem

Das Mediensammelsystem kann in 2 Bereiche unterteilt werden (Abbildung 10):

1. Mediensammlung und –kühlung
2. Anbindung der Filtrationsanlagen

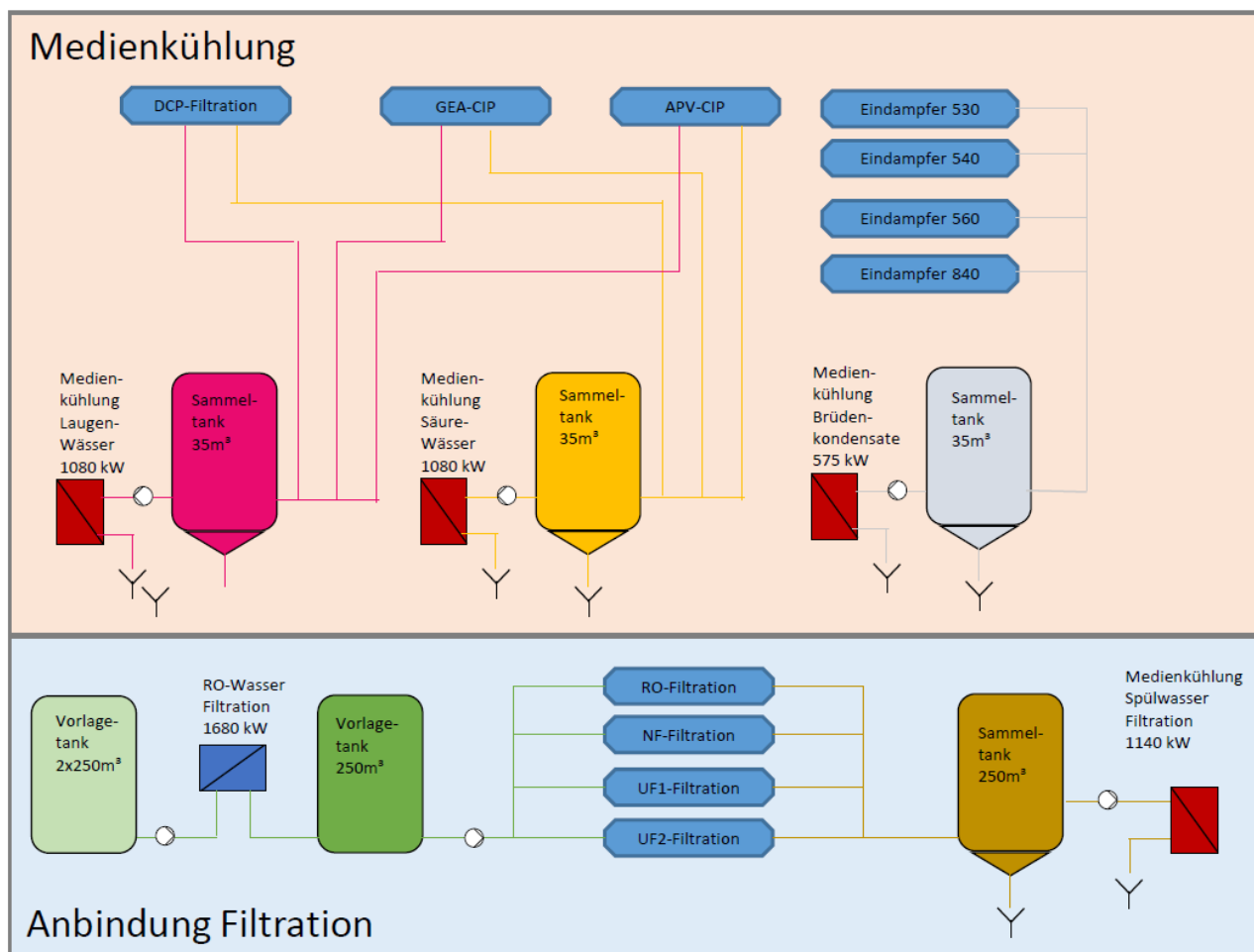


Abbildung 10: Mediensammel-System

Teil 1 des Systems besteht aus 3 Sammel-tanks mit je 35m³ Fassungs-volumen. In diese Tanks werden die heißen Reinigungs- und Spülmedien – welche vorher an den unterschiedlichen Prozessen in den Schmutzwasserkanal eingeleitet wurden – gesammelt. Dabei werden die Medien in unterschiedliche „Qualitäten“ differenziert und getrennt gesammelt:

- Laugenhaltige Spülmedien
- Säurehaltige Spülmedien
- Brüdenkondensate aus Reinigungsschritten

Folgende sieben Prozesse bzw. Anlagen wurden angebunden:

1. DCP-Anlage
2. CIP-Anlage „GEA-CIP“
3. CIP-Anlage „APV-CIP“
4. Eindampferanlage 530
5. Eindampferanlage 540
6. Eindampferanlage 560
7. Eindampferanlage 840

In diesen Anlagen wurden jeweils neue Temperatursensoren und neue Umschaltventile installiert, um das warme Medium bei entsprechender Temperatur in den entsprechenden Tank zu leiten. Die „Umschalttemperaturen“ (Gully/Medien-sammel-system) können individuell und prozessbedingt fortlaufend angepasst werden (Abbildung 11 und Abbildung 12). Die Sammel-tanks sind mit einem Spitzkegelboden ausgeführt, so dass ungelöste Feststoffe in den Tanks sedimentiert



und vor Einleitung in den Schmutzwasserkanal teilweise herausgezogen werden können. Vor den Tanks wurden jeweils „Sammler“ installiert damit zukünftig weitere Prozesse einfach angebunden werden können. Die Tanks selbst wurden reinigungsfähig (CIP-fähig) ausgeführt, damit Ablagerungen regelmäßig entfernt werden können. Die differenzierte Sammlung in unterschiedlichen Tanks, sowie die Messungen der Mengen, welche über die Tanks in den Schmutzwasserkanal eingeleitet werden, ermöglicht in einem zukünftigen Schritt die Aufbereitung dieser Medien, um diese als Prozesswasser wieder einsetzen zu können.

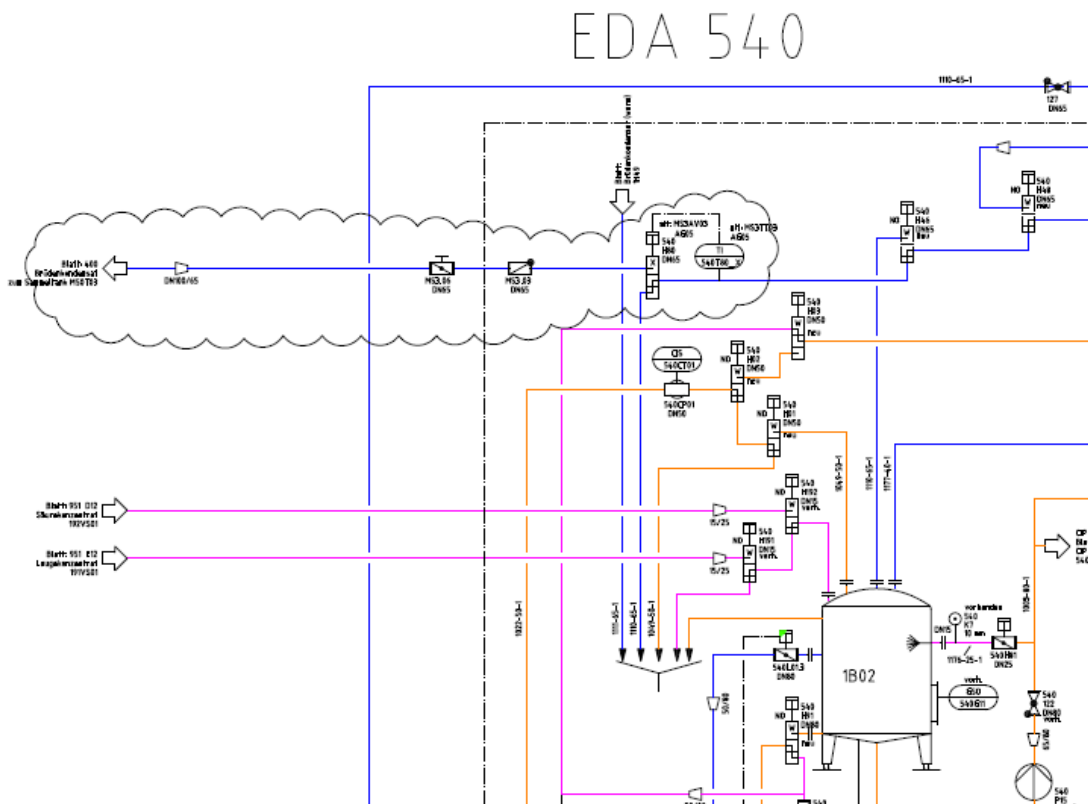


Abbildung 11: PID ED540

W60 Sollwerte				
Sollwerte				
Beschreibung				
Temperatur Eindampfer	530	540	560	840
Umschalttemperatur für W60 System	58,0	58,0	58,0	58,0 °C
Offset Umschalttemperatur für W60 System	5,0	5,0	5,0	5,0 °C

Abbildung 12: Parameter Umschalttemperaturen Eindampfer

Teil 2 des Systems versorgt die Filtrationsanlagen am Standort mit warmen Spülwasser. Außerdem werden die warmen Abwässer eingesammelt. Folgende Filtrationsanlagen wurden angebunden:

1. NF-Anlagen
2. RO-Anlage
3. UF1-Anlage
4. UF2-Anlage

Es wurden zwei ehemalige Produkttanks mit je 250m<sup>3</sup> Fassungsvermögen, welche den hohen Hygieneanforderungen für Produkt nicht mehr entsprochen haben und daher ersetzt wurden, umgebaut und für die neue Nutzung an anderer Stelle aufgestellt. Dadurch wurde die Investition in neue Tanks vermieden sowie eine ressourcenoptimale Lösung gefunden, um diese Tanks wiederverwerten zu können.

Das so genannte RO-Wasser (dieses fällt in der RO-Filtrationsanlage an, ca. 15°C) wird aus Vorlagetanks über einen Plattenwärmetauscher gefahren, auf 45°C erwärmt (über das W60-System) und in einem der beiden Tanks vorgestapelt. Von dort wird es zur Spülung der Filtrationsanlagen in den Reinigungsschritten zu den Anlagen gepumpt. Das bei der Reinigung der Filtrationsanlagen anfallende warme Abwasser wird in den anderen der beiden Tanks geleitet. Von dort wird es über einen Plattenwärmetauscher abgekühlt (über W60-System) und in den Schmutzwasserkanal eingeleitet. So entsteht ein „Wärmerückgewinnungsloop“ zwischen der Anwärmung des Spülwassers und der Kühlung der Abwässer.

Der Tank zur Sammlung der Abwässer ist nicht mit einem Spitzkegelboden ausgestattet, da hier ein Bestandtank wiederverwendet wurde. Damit ungelöste Feststoffe in dem Tank sedimentieren können, wurden zwei neue Anschlussstutzen zur Entnahme des Abwassers in unterschiedliche Höhen installiert. So kann je nach Sedimentanfall der Sedimentationsraum variiert werden. Die Abwässer werden aus dem Sammeltank mit ca. 30-35m<sup>3</sup>/h in den Schmutzwasserkanal eingeleitet. Vorher wurden diese Abwässer direkt an den einzelnen Anlagen mit Spitzenvolumenströmen von über 100m<sup>3</sup>/h eingeleitet. So werden die Kläranlage und die Schmutzwasserkanalsysteme durch eine gleichmäßigere Abwassereinleitung hydraulisch und schmutzfrachttechnisch entlastet. Durch die Kühlung der eingesammelten Medien im Mediensammelsystem wird die Abwassertemperatur an der Einleitstelle in die Abwasserbehandlungsanlage abgesenkt.



Abbildung 13: Umschaltventile an CIP-Anlage



Abbildung 14: Tanks mit Spitzkegelboden

### 2.3 Umsetzung des Vorhabens

Der in Abbildung 15 dargestellte Projektzeitplan zeigt die wesentlichen Arbeitsschritte von der Konzeptphase, über die Planungsphase bis hin zur Inbetriebnahme. Die Inhalte der einzelnen Schritte werden im Folgenden beschrieben.

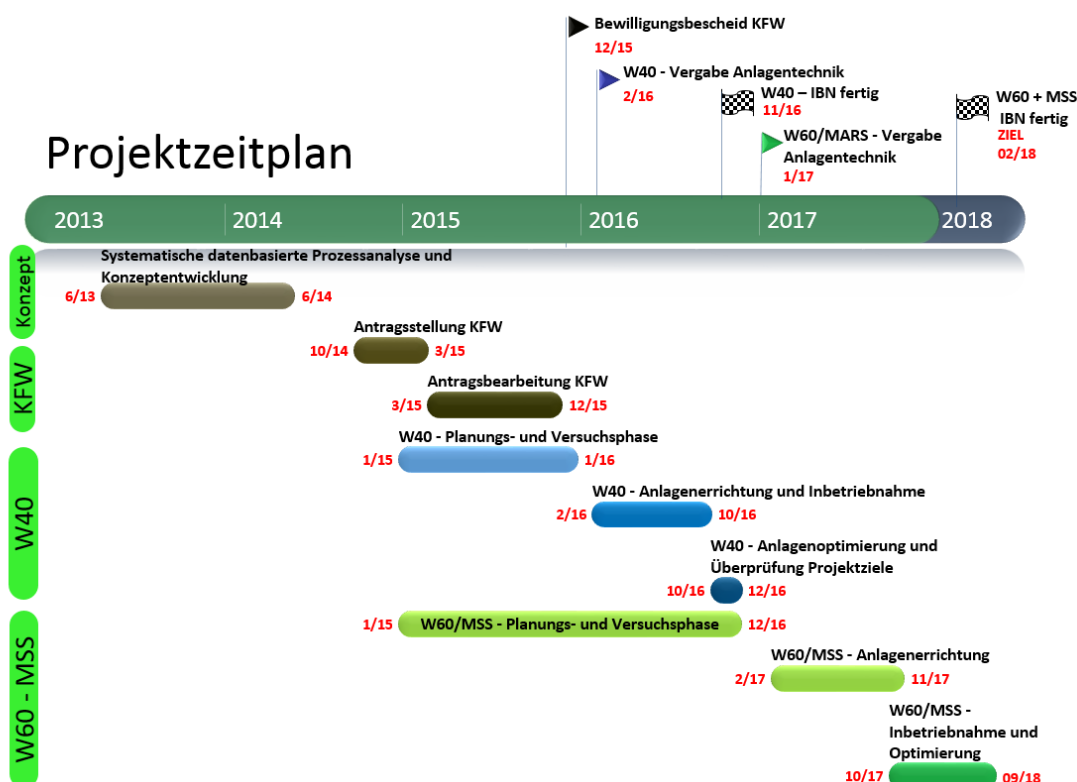


Abbildung 15: Projektzeitplan

### 2.3.1 W40- Energierückgewinnungssystem

#### 1. Detailplanung - Feb. bis Sept. 2015

Das in der Vorplanung entwickelte Konzept zum Aufbau eines W40-Rückgewinnungssystems wurde aufgegriffen und ausdetailliert. Neben der Auslegung des gesamten hydraulischen Netzes, inkl. der hydraulischen Verschaltung der einzelnen werksübergreifenden Quellen und Senken, lag hier der Fokus auf der Integration des neuen Energierückgewinnungssystems in die vorhandene Prozessinfrastruktur. In der Detailplanung wurden neben den energieverfahrenstechnischen und steuerungstechnischen Planungen auch die erforderlichen Bauplanungen, sowie Genehmigungsverfahren durchgeführt.

#### 2. Ausschreibung und Vergabe - Okt. bis Dez. 2015

Auf Basis der Detailplanung wurden detaillierte Ausschreibungsunterlagen erstellt und an geeignete Bieter (Anlagenbauer) versendet. Mit den drei günstigsten Bietern (Lieferanten) je "LOS" wurde der Angebotsumfang verhandelt und an den "Bestbieter" vergeben. Insgesamt wurden 6 Lose verhandelt:

- LOS 1 - Pufferbehälter
- LOS 2 - Anlagentechnik W40
- LOS 5 - Elektro und Steuerung W40
- LOS 6 - Produktionsprozessanbindung W40
- LOS 9 - Rückkühlwerk W40
- LOS 10 - Isolierung W40

#### 3. Umsetzung - Jan. bis Sept. 2016

Regelmäßige Detailabstimmungen/Projektleitermeetings mit den Schwerpunkten in der Abstimmung zu Auslegungsdetails und Freigaben der Fließbilder, sowie Ausführungszeichnungen prägten den ersten Teil der Umsetzungsphase. Anschließend wurden die Schlüsselkomponenten, Pufferbehälter (1x300m<sup>3</sup>), Druckhaltung,



Wärmetauscher, Verteiler, Rückkühlwerk und Pumpen geliefert und montiert. Die finalen "zeitkritischen Umschlüsse" konnten erst in der Stillstandwoche erfolgen, da die anzuschließenden Quellen/Senken bis zum Stillstandtag aus dem vorhandenen Brüdensystem versorgt und betrieben werden mussten.

#### 4. Inbetriebnahme und Einregulierungsphase - Sept. bis Nov. 2016

In der "Stillstandwoche" standen für die Umsetzung 3 volle Tage (72 Stunden) zur Verfügung. Im 3-Schicht Betrieb wurden die finalen Umschlüsse und Anbindungen durchgeführt und parallel die bereits fertiggestellten Rohrleitungs-Kreise befüllt und in Betrieb gesetzt. Die Wiederanfahrt des neuen Systems wurde begleitet und überwacht. Überwachung und Einregulierung erfolgte in den Monaten nach der Inbetriebnahme sowohl direkt an der Anlage, wie auch mittels Fernwartungszugriff auf die Anlagensteuerung.

#### 5. Überprüfung der Projektziele – Okt. Bis Dez. 2016

Im Rahmen der Projektnachverfolgung und Projektbewertung wurde das Erreichen der Projektzeile überprüft.

### 2.3.2 W60- Energierückgewinnungssystem und Mediensammelsystem

#### 1.) Detailplanung – Jan. bis Dez. 2016

Analog zum W40-System wurden im Arbeitszeitraum folgende Tätigkeiten für den Projektumfang W60- und Mediensammelsystem grundsätzlich getätigt. Entwurfsplanung, Detailplanung, Einholung der erforderlichen Genehmigungen, Aufteilung der Maßnahmen in 10 Anlagen/ Systemlose. Zudem wurden in Abstimmung mit dem Architekten die gebäudetechnischen Erweiterungen (MARS Gebäude) zur Aufstellung der neuen Anlagen- und Behältertechnik geplant. Während dieser Phase der Detailplanung wurde die Gebäudeerweiterung bereits umgesetzt. Weiterhin wurden ausführliche Versuche an den Filtrationsanlagen durchgeführt, um die Machbarkeit der Reinigung mit warmen Spülwasser zu verifizieren.

#### 2.) Ausschreibung und Vergabe – Jan. bis Apr. 2017

Auf Basis der Detailplanungen wurden detaillierte Ausschreibungsunterlagen erstellt und an geeignete Bieter (Anlagenbauer) versendet. Insgesamt wurden 9 Lose verhandelt:

- Los 3a - Anlagentechnik W60-System
- Los 3b - Anlagentechnik Mediensammelsystem
- Los 4a - Elektrotechnik und Steuerung W60-System
- Los 4b - Elektrotechnik und Steuerung Mediensammelsystem
- Los 7a - Prozessanbindung W60-System
- Los 7b - Prozessanbindung Mediensammelsystem
- Los 7d - Prozessanbindung der Filtrationsanlagen
- Los 8 - Anbindung der Trockentürme an das W60-System
- Los 11 - Isolierung W60-System

### 3.) Anlagenerrichtung – Feb. 17 bis Nov. 2017

Die Umsetzung wurde in 3 Teilabschnitte untergliedert. So konnte sichergestellt werden, dass sich die Firmen auf der Baustelle nicht gegenseitig behindern, da der Platz im Bestandswerk sehr begrenzt ist.

1. Lose 3,4 und 7: Der größte Teil der Anlagenkomponenten konnte parallel zur laufenden Produktion im Neubau (MARS Gebäude) installiert werden (Behälter, Verteiler, Wärmetauscher). Die Prozessanbindung der Lose 7 wurde in der Stillstandwoche im Frühjahr 2017 umgesetzt (z.B. Einbau neuer Umschaltventile in den CIP-Anlagen oder den Filtrationsanlagen), damit anschließend während der laufenden Produktion die Rohrleitungsverbindungen zu den neuen Komponenten (z.B. Mediensammeltanks) installiert werden konnten. Die Umsetzung erforderte eine enge Abstimmung zwischen den Anlagenbauern, dem Planer und dem Kunden, insbesondere da Steuerung und Anlagenbau zum Teil durch unterschiedliche Firmen ausgeführt wurden.
2. Los 8: Für den Einbau der neuen Wärmetauscher in die Luftkanäle der drei Trockentürme stand lediglich die KW42 zur Verfügung, da dort die Anlagen nicht in Betrieb waren (Stillstandwoche). Im 3-Schicht Betrieb wurden 5 Wärmetauscher in den 3 Anlagen installiert. Ein detailliert abgestimmter Zeitplan zwischen den beteiligten Firmen (Kranunternehmen, Betonschneider, Dachdecker, Anlagenbauer) war essentiell für die termingerechte Umsetzung in dieser kurzen Zeitspanne. Im Vorfeld wurde das Rohrleitungsnetz des W60-Systems in diesem Bereich schon weitestgehend installiert. Nach den Arbeiten in KW42 wurden dann die verbindenden Anschlüsse gemacht.
3. Los 11: Die Isolierarbeiten wurden nach Fertigstellung der Rohrleitungsarbeiten, der Füllung des Systems mit Wasser und der ersten IBN begonnen.

### 4.) Inbetriebnahme und Optimierung – Sep. 2017 bis Sep. 2018

Die Inbetriebnahme wurde in 3 Teilabschnitten durchgeführt:

1. I/O-Checks, Hardwarecheck und Befüllen W60-System - Lose 3a/b
2. Prozesstechnische Inbetriebnahme, Testen der Steuerung, Einstellen der Parameter - Lose 4a,b und 7a,b,d
3. Inbetriebnahme Los 8

So konnte eine klare Trennung der Verantwortlichkeiten der unterschiedlichen Firmen sichergestellt werden. Außerdem konnten durch diese Trennung Teilbereiche schon in Betrieb genommen werden, obwohl andere noch nicht fertig gestellt waren (z.B. spätere IBN des Los 8).

Die Überwachung und Einregulierung erfolgt seit der IBN und wird bis 09/18 andauern. Dieses erfolgte direkt an der Anlage als auch mittels Fernwartungszugriff durch den Anlagebauer und enable energy solutions auf die Anlagensteuerung.

### 5.) Anlagenteile noch nicht im regelmäßigen Betrieb

Einige Anlagenteile des W60- und des Mediensammelsystems sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht im regelmäßigen Betrieb. Im Folgenden werden die Ursache, sowie das weitere Vorgehen dargestellt:

#### 1.) DCP-Anlage im Mediensammelsystem:

Nach der Inbetriebnahme wurde festgestellt, dass bei der Reinigung der Anlage kein warmes Medium in das Mediensammelsystem geleitet wird. Eine Analyse des Reinigungsvorganges hat ergeben, dass während der Projektumsetzung an der Anlage sowohl bauliche Veränderungen (zusätzlich Ventile zum Ausschleiben des Spülwassers) als auch Änderungen in den Prozesseinstellungen (Kühltemperatur wurde herabgesenkt) vorgenommen wurden. Aufgrund dieser Änderungen kann

an den installierten Umschaltventilen kein ausreichend warmes Medium abgegriffen werden. Mögliche Optimierungen und ggf. erforderliche Anpassungen, die den Betrieb der DCP-Anlage und die Energieeffizienz der Anlage steigern können werden gegenwärtig mit der Werksleitung abgestimmt.

2.) Betrieb der Filtrationsanlagen mit warmen Spülwasser:

Nach der ersten Inbetriebnahme wurde festgestellt, dass das erwärmte Spülwasser nach einiger Zeit nicht mehr den Hygieneanforderungen entspricht (erhöhte Keimbelastung des RO-Wassers). Das Reinigungsergebnis der Filtrations-Anlagen war nicht ausreichend. Im Konzept war vorgesehen, dass die neuen Anlagenteile durch die Bediener nach Bedarf gereinigt werden müssen. Es wurde festgestellt, dass nach einer Zeit von ca. 20h eine erhöhte Keimbelastung im warmen RO-Wasser auftritt. Daher wurde eine „Produktionszeit“ für die Anlagenteile programmiert. Wenn diese abgelaufen ist, gibt es eine Meldung auf der Visualisierung.

Des Weiteren musste die Befüllung des warmen RO-Tanks manuell durch den Bediener gestartet werden und der Bediener musste die Menge entsprechende einstellen, je nachdem welche der Filtrationsanlagen mit warmen Wasser gespült werden sollten. Dies stellte sich im täglichen Betrieb als nicht praktikabel heraus. Daher wurde programmtechnisch realisiert, dass die Filtrationsanlagen automatisiert eine voreingestellte Menge an Spülwasser anfordern und der Tank automatisiert befüllt wird.

In der KW33 wurde eine erneute Inbetriebnahme durchgeführt (aufgrund der Verfügbarkeit des Programmierers und anderer beteiligten Personen war ein vorheriger Zeitpunkt nicht möglich). Die automatisierte Befüllung des Tanks funktionierte gut und auch die Reinigung der Anlagen UF1 und UF2 lief über 2 Tage problemlos. Dabei wurde jedoch festgestellt, dass keine Sperrung des Betriebes der Anlagen bei Ablauf der Produktionszeit programmiert wurde. Dies muss erfolgen, damit keine Keimbelastung durch fehlende Reinigung der Anlagenteile auftritt. Diese programmtechnischen Anpassungen werden in der KW42 durchgeführt. Nach Durchführung dieser steuerungstechnischen Anpassungen wird von einem reibungslosen, vollautomatisierten Dauerbetrieb des Warmspülens der Filtrationsanlagen ausgegangen.

3.) Vorkühlung der Kristaller über das W60-System:

Bei der ersten Inbetriebnahme (Dezember 2017) wurde festgestellt, dass die Kühlkurven nicht ausreichend genau abgefahren wurden. Die Analyse ergab zwei Ursachen:

a) Die bestehenden Wärmetauscher zur Nachkühlung über Kühlturmwasser waren an allen 6 Kristallern stark verschmutzt (Ablagerungen auf der Kühlturmwasser-Seite), so dass die Nachkühlung über Kühlturmwasser nicht ausreichend funktioniert. Es wurde ein neuer Wärmetauscher bestellt und am ersten Kristaller wurde dieser in der KW24 2018 getauscht. Der ausgebaute wurde gereinigt und beim zweiten Kristaller ausgetauscht. So sollen bis Ende Oktober 2018 an allen 6 Kristallern die Wärmetauscher gereinigt und ausgetauscht werden.

b) Bei Abschaltung der W60-Vorkühlung konnten die Regler der Nachkühlung über Kühlturm und Eiswasser nicht schnell genug regeln, um die Solltemperatur zu halten. Dieses Problem wurde gelöst, indem ein „sanftes“ Abfahren der W60-Vorkühlung programmiert wurde (Sollwert für das Regelventil wird festgehalten, so dass das Regelventil langsam schließt und die anderen Kühlstufen langsam übernehmen können). Nach erneuter

Inbetriebnahme eines Kristallers wurde allerdings festgestellt, dass eine vorgesehene Sicherheitsabschaltung der W60-Vorkühlung (bei Überschreitung der Kühltemperatur im W60-System) nicht richtig programmiert wurde (KW25/2018). Eine erneute Inbetriebnahme in KW33 von zwei Kristallern zeigt, dass die Änderungen entgegen der Absprachen immer noch nicht programmiert waren. Daher wurden der Betrieb der beiden Kristaller zur Vorkühlung über das W60-System vorerst wieder ausgesetzt, bis die Programmanpassungen durchgeführt sind.

- c) Nach dem Austausch am ersten Kristaller konnte gezeigt werden, dass die Vorkühlung über das W60-System gut funktioniert und die sensiblen Kühlkurven eingehalten werden können, jedoch ist die Absicherung durch die oben beschriebenen Sicherungsmaßnahmen für einen dauerhaften Automatikbetrieb erforderlich.

#### 4.) Vorwärmung Prozessluft am Permeat-Turm:

An der Vorwärmung der Prozessluft am Permeat-Turm konnten nicht die vorgesehenen Vorwärmtemperaturen eingestellt werden, da sonst die Zieltemperaturen viel zu hoch waren. Die Analyse ergab, dass trotz geschlossener Klappen in den Luftströmen weiterhin Heißluft beigemischt wird. Die wheyco hat in der KW37 (bei Anlagenstillstand) die vorhandenen Klappen geprüft und Undichtigkeiten festgestellt. Aufgrund des kurzen Anlagenstopps konnten diese jedoch noch nicht beseitigt werden.

## 2.4 Behördliche Anforderungen

Sowohl für das W40-System auf dem Werksteil DMK als auch für das W60- und Mediensammelsystem auf dem Werksteil der wheyco wurden jeweils Gebäudeerweiterungen geplant und durchgeführt. Für diese mussten entsprechende Bauanträge gestellt werden. Dieses wurde durch den Architekten in engen Abstimmung mit dem Kunden und dem Fachplaner durchgeführt.

Außerdem musste für diese Systeme eine Anzeige nach §15 BImSchG beim StALU Mecklenburgische Seenplatte gestellt werden. Dieses wurde ebenfalls durch den Architekten koordiniert und durchgeführt.

Des Weiteren mussten bei der Installation des Rückkühlwerks genehmigungstechnische Auflagen hinsichtlich des Schallschutzes und der Wasserhygiene (VDI 2047 Blatt 2) berücksichtigt werden.

## 2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

An jedem Wärmetauscher im System werden sowohl der Durchfluss als auch die Eintritts- und Austrittstemperaturen durch installierte Messtechnik erfasst und im vorhandenen Leittechniksystem archiviert. Diese Messungen erfolgen mindestens auf einer Medienseite des Wärmetauschers, in den meisten Fällen sogar auf beiden Seiten. Abbildung 16 zeigt beispielhaft das Prinzip der installierten Messtechnik. Aus den Volumenströmen und Temperaturen werden die Leistungen und Wärmemengen berechnet und im INRAY Energieportal (Abbildung 17) verwaltet, so dass jederzeit der Status des Systems beurteilt werden kann.

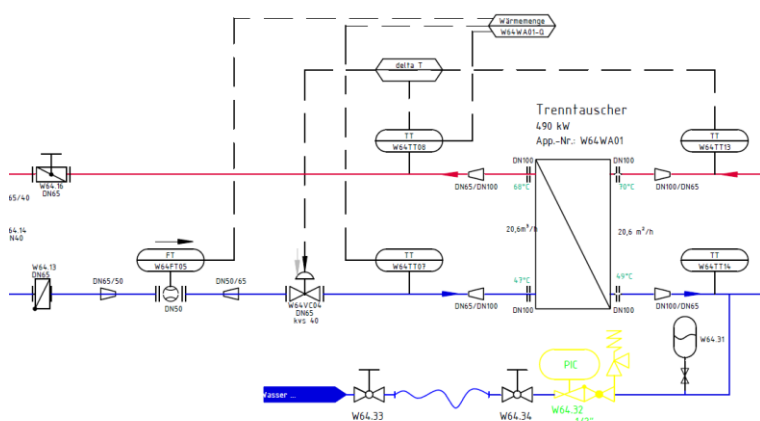


Abbildung 16: Beispiel Messtechnik Wärmetauscher

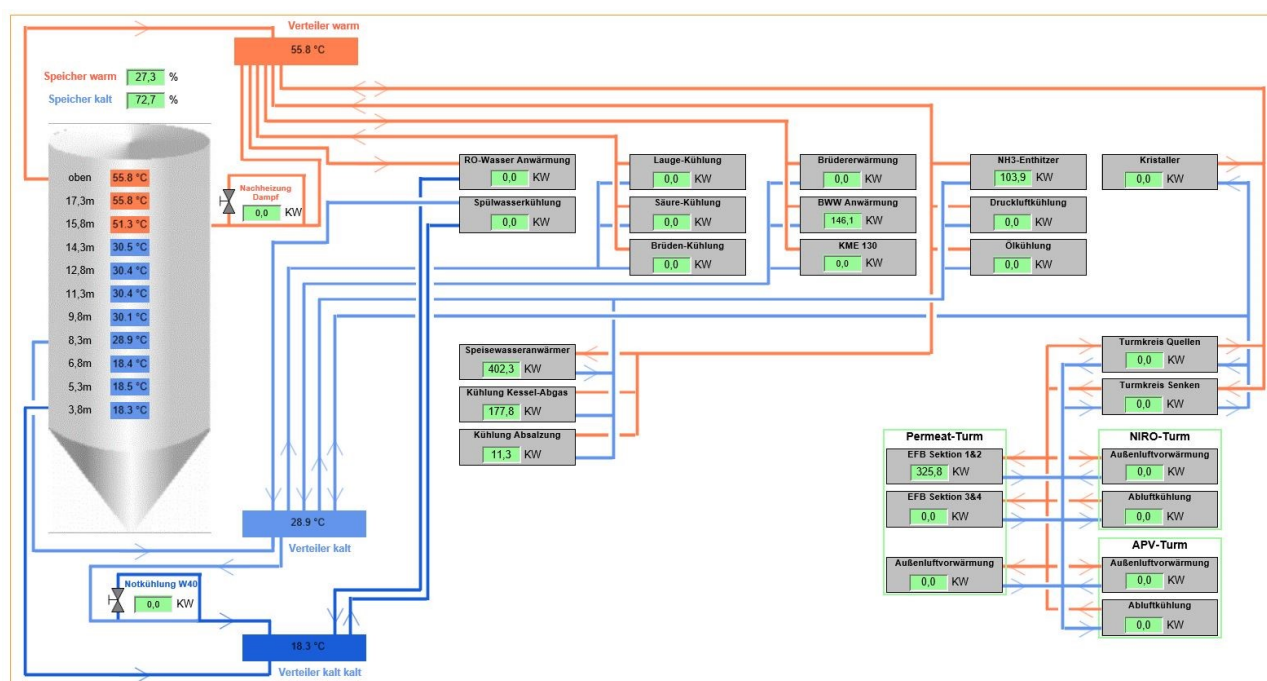


Abbildung 17: W60-System im INRAY

Diese Daten können mit den Produktionsdaten, welche über das Controlling erfasst werden, auf spezifische Werte umgerechnet werden.

Außerdem wird die Außenlufttemperatur kontinuierlich gemessen und archiviert. So können die Leistungen auch in Bezug auf die Außenluftbedingungen (Vergleich Sommer zu Winter) beurteilt werden.

Im Mediensammelsystem werden die Volumenströme gemessen, welche aus den Sammel tanks in den Schmutzwasserkanal eingeleitet werden. Außerdem werden die Temperaturen vor und nach der Kühlung gemessen. So können jederzeit die Menge der eingesammelten Medien, sowie die Effekte der Medienkühlung ausgewertet werden.

## 2.6 Konzeption und Durchführung des Messprogramms

Zur Beurteilung der Zielerreichung der installierten Systeme wurde für das W40-System eine Messperiode von 7 Tagen nach Inbetriebnahme ausgewertet. Diese erfolgte bei kalten Temperaturen. Eine zweite Messperiode bei warmen Temperaturen wurde über 15 Tage ausgewertet.

Für das W60-System und das Mediensammelsystem wurde jeweils eine kalte und eine warme Periode über 15 Tage ausgewertet.

W40-System:

- Kalte Messperiode: 03.10.-10.10.16 (7 Tage)
- Warme Messperiode: 20.06.-04.07.2018

W60-System und Mediensammelsystem:

- Kalte Messperiode: 23.02.-09.03.2018
- Warme Messperiode: 20.06.-04.07.2018

Dabei wurden je nach System und Anlagenteil Daten im 10-Sekunden-Raster oder im 60-Sekunden-Raster ausgewertet. Ausgewertet wurden jeweils die mittleren Leistungen jeder einzelnen Quelle und Senke im System. Für das Mediensammelsystem wurden die Mengen der über die Medienkühlung gefahrenen Abwässer sowie Temperaturen ausgewertet.

Die ermittelten Daten wurden mit den in der Konzeptphase von 2014 ermittelten möglichen Energieeinsparungen verglichen (vor Umsetzung der Systeme), um die erzielten Einsparungen bewerten zu können.

Zur Beurteilung der Sedimentbildung in den Mediensammeltanks wurden Messungen wie folgt durchgeführt:

- Die Tanks wurden ganz abgelassen und gereinigt.
- Nach 21 Tagen wurde am unteren Auslass des Tanks das Medium erneut abgelassen.
- Es wurde visuell beobachtet. Als das Medium klar war, wurde das Ablassen gestoppt.
- Die Differenz im Tankfüllstand wurde als Sedimentvolumen angenommen.

Zur Bewertung der Qualität der Sedimente wurden Proben genommen und zur Analyse eingeschickt.



### 3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

#### 3.1 Bewertung der Vorhabendurchführung

Die Bewertung der Vorhabendurchführung wird aufgrund der zeitlichen Abläufe in zwei Bereiche unterteilt. Das W40-System wurde zuerst umgesetzt, anschließend wurden das W60- und das Mediensammelsystem installiert.

##### Bewertung W40-System:

Das W40-System läuft nun seit ca. 2 Jahren voll automatisch mit einer Verfügbarkeit von ca. 100%. Als elementarer Bestandteil der Effizienzinfrastruktur der Käserei hat sich das W40-System bereits nach kurzer Anlauf- und Eingewöhnungsphase etabliert. Die produktionstechnischen Anforderungen an die Hygiene und die Druckdifferenz im W40-System wurden vollständig erreicht. Die Keimzahlen werden wöchentlich überprüft und unter Kontrolle gehalten (Keimzahlen innerhalb der TVO). Das System kann bei Bedarf automatisch gereinigt werden (CIP). Die Mindest-Druckdifferenzen zum Produkt werden permanent steuerungstechnisch überprüft und wurden ausnahmslos eingehalten. Die Einhaltung der Differenzdrücke zwischen Produkt und Kühl/Heizmedium, sowie die zugehörige Notabschaltung am Kesselmilcherhitzer wurde vom Veterinär überprüft und abgenommen.

Die Fertigstellung war zu Beginn des Vorhabens auf April 2016 terminiert und wurde während der Planungsphase auf Oktober 2016 verschoben. Die Verschiebung um ein halbes Jahr hing damit zusammen, dass nur 2 Stillstandwochen im Jahr für Prozessumschlüsse zur Verfügung stehen. Die finale Fertigstellung inkl. Anlagenoptimierung und Überprüfung der Projektziele erfolgte bis Ende Dezember 2016. Damit kann das Projekt als termingerecht angesehen werden. Trotz der weiter unten beschriebenen Herausforderungen und Schwierigkeiten wurde das Projekt erfolgreich umgesetzt.

##### Bewertung W60- und Mediensammelsystem:

Die Fertigstellung des W60- und Mediensammelsystems war zu Beginn des Vorhabens auf Oktober 2016 terminiert. Während der Planungsphase wurden verschiedene Varianten für die erforderliche Gebäudeerweiterung erarbeitet und diskutiert. Hier ging es auch um eine mögliche Integration von weiteren Büro- und Produktionsflächen. Da eine solche Variante nicht umgesetzt werden konnte, musste ein neues Konzept der Gebäudeerweiterung entwickelt werden, was auch zu einem neuen, zentraleren Standort führte. Diese Umplanungen haben bewirkt, dass die Fertigstellung während der Planungsphase auf September 2017 verschoben wurde. Die Fertigstellung der Anlagentechnik erfolgte termingerecht im Oktober 2017. Die erste Inbetriebnahme wurde Ende 2017 durchgeführt. An folgenden Anlagenteilen wurden nach der ersten Inbetriebnahme erforderliche Anpassungen festgestellt, daher wurden diese Anlagenteile vorerst nicht bzw. nicht regelmäßig betrieben:

- Fließbettvorwärmung Permeat-Turm
- Ausschübe der DCP in Mediensammelsystem
- Vorkühlung der Kristaller
- Betrieb Filtrationsanlagen mit Warmspülen

Aus unterschiedlichen Gründen (siehe Kapitel 3.1.2) sind diese Anlagenteile derzeit immer noch nicht dauerhaft in Betrieb. Die übrigen Systeme laufen seit gut 9 Monaten störungs- und problemfrei. Die Systeme laufen vollständig automatisiert im Hintergrund. Die derzeitigen Einsparungen entsprechen für die im Betrieb befindlichen Anlagenteile den Erwartungen. Gerade der Betrieb der Filtrationsanlagen mit Warmspülen stellt jedoch einen großen Hebel in den Einsparungen der

Dampfverbräuche, in der Absenkung der Abwassertemperatur sowie in der Erhöhung von Produktionszeit dar. Abschließend lässt sich die Umsetzung des W60- und Mediensammelsystems wie folgt bewerten:

- Die Systeme wurden erfolgreich im laufenden Produktionsbetrieb (24/7) in das Werk integriert und laufen störungsfrei und automatisiert.
- Durch die terminliche Verzögerung wurden Einsparpotentiale von gut einem Jahr verpasst. Diese Verzögerungen sind allerdings dem hohen Produktionsdruck und den zwei kleinen Umschluss- und Inbetriebnahmefenstern geschuldet.
- Die erwarteten Potentiale werden durch vollständige Inbetriebnahme voraussichtlich erreicht.

Im Folgenden werden die Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Umsetzung dieses Projektes dargestellt:

### 3.1.1 Schwierigkeiten W40-System:

In der Milchverarbeitung erzeugen die hohen Hygiene- und Qualitätsanforderungen in der Produktion die größten Energieeffizienzhemmnisse. Dementsprechend ergaben sich die größten Schwierigkeiten in der Konzeptionierung und Umsetzung der geplanten Maßnahmen im Hinblick auf die Systemhygiene und Produktqualität, sowie der Integration des Systems in die vorhandene Prozessinfrastruktur. Besonders sensible Prozesse sind hierbei der Kesselmilcherhitzer, die Molkenlinien und die Bruchwaschwasserbereitung, sowie die Rahmpasteure.

Aus der unmittelbaren Nähe des W40-Wärmerückgewinnungsnetzes zu den sensiblen Produkten (über einen Wärmetauscher getrennt) ergibt sich zum Schutz vor Verunreinigung der Produkte eine erhöhte Anforderung an die Wasserqualität und die Druckverhältnisse des Energierückgewinnungssystems. In den Wärmerückgewinnungs-Verteilnetzen ist mikrobiologisch eine Wasserqualität gemäß Trinkwasserverordnung einzuhalten und fortlaufend sicherzustellen. Als weiteren Sicherungsmechanismus ist es erforderlich, dass z.B. bei Defekt eines Wärmetauschers kein Wasser aus dem Wärmerückgewinnungssystem in das Produkt fließen kann. Zur Sicherstellung der geforderten Wasserqualität sowie einer positiven Druckdifferenz zwischen Versorgungssystem und Produkt wurde das System in 2 hydraulisch voneinander getrennten Wasserkreisen aufgeteilt. Ein Speicherkreis (Tertiärkreis) ohne besondere Anforderungen an die Wasserqualität, der aber zum Speichern der Energiemenge einen großen Wasserinhalt besitzt und einen Verteilkreis (Sekundärkreis) mit geringem Wasserinhalt und erhöhten Anforderungen an die Wasserqualität. Diese Kreise sind mit einem Trenn-Wärmetauscher energetisch verbunden. Die hydraulische Entkopplung des Speichers (30-Meter Bauhöhe), hatte zur Folge, dass der Verteilkreis auf einem sehr niedrigen Druckniveau betrieben werden kann. In Verbindung mit einer sensiblen Druckauslegung (Herstellervergleich) der Produktwärmetauscher kann eine positive Druckdifferenz vom Produkt zum Versorgungsmedium dauerhaft eingehalten werden. Zur Einhaltung und Sicherstellung der Wasserqualität wurden neben der Werkstoffauswahl -komplette Ausführung in Edelstahl- auch die Möglichkeiten geschaffen, den Verteilkreis thermisch zu hygienisieren, das Wasser im Verteilkreis kurzfristig auszutauschen (aufgrund des geringen Wasservolumens im Verteilkreis ist bei Bedarf ein Wasseraustausch einmal am Tag möglich), sowie eine komplette automatisierte CIP-Reinigung des Verteilkreises durchzuführen. Für eine angemessene Reaktion im Falle einer möglichen Verkeimung des W40-Wassers wurde eine Reaktionsmatrix inkl. Gegenmaßnahmen entwickelt. Darüber hinaus ist das neue System strikt von allen anderen Wassersystemen am Standort getrennt, wodurch eine



gegenseitige Kontamination und Vermischung zwischen den unterschiedlichen Betriebswässern (Brüdenwasser, Eiswasser, Kondensat, W40-Speicherkreis, W40-Verteilkreis, Wasser-Zwischenkreise KME, Molkerahmtanks, Kulturentanks) vermieden werden kann. Die wichtige Entscheidung für eine Trennung des W40-Rückgewinnungssystems in 2 separate Kreise hat den Weg zu einer erfolgreichen Umsetzung des Teilprojektes W40-Energierückgewinnungssystem in einer frühen Projektphase geebnet. Darüber hinaus wurde sich für einen bislang im Werk noch nicht eingesetzten Wärmetauscher-Hersteller entschieden, der geringere Druckverluste im Wärmetauscher realisieren konnte, wodurch die positive Druckdifferenz an allen kritischen Prozessübergängen eingehalten werden konnte. Insgesamt konnte durch die Effizienzmaßnahme das Qualitätsniveau im Prozessbereich somit gesteigert werden.

Im Rahmen der Prozessintegration war es notwendig den Anwärmer am Kesselmilcherhitzer 130 umzurüsten (Haupt-Wärmesenke). Aufgrund der Sensibilität dieses Schlüsselprozesses in der Käseherstellung bestand die Schwierigkeit darin, auch nach einer Erweiterung/Umrüstung des Anwärmers die Prozessstabilität und Produktqualität zu gewährleisten. Da diese Problematik bekannt war, wurde eine Versuchsreihe durchgeführt, um die Auswirkungen eines umgerüsteten Kesselmilcherhitzers abschätzen zu können. Bei der Versuchsreihe hat sich herausgestellt, dass bei einer von 4 Käsesorten die energetisch effizienteste Verschaltung (Vorwärmbetrieb) nicht funktioniert. Auf Basis dieser Erkenntnis wurde eine produktabhängige, über Ventilknoten umschaltbare Fahrweise des Kesselmilcherhitzers konzipiert und umgesetzt. Somit können ca. 6/7 der Produktionsmengen im energieeffizientesten Modus produziert werden. Ca. 1/7 der Produktion muss in einem weniger effizienten Modus betrieben werden, der allerdings immer noch deutlich energieeffizienter ist als der Ursprungssituation.

Eine weitere Schwierigkeit am Prozess des Kesselmilcherhitzers hat sich aus der Fahrweise des Erhitzers ergeben. Während eines Produktionszyklus (ca.20h) wird der Erhitzer 2x mit einer sogenannten Hot-Shot-Kurzzeiterhitzung durchfahren. Im Rahmen der Detailplanung hat sich herausgestellt, dass zum Start dieser Kurzzeiterhitzung über den vorhandenen Brüdenanschluss (Vermischung) mit Eiswasser die Einlabtemperatur (Zielgröße für die Käseherstellung) sichergestellt wird. Diese Betriebsweise konterkariert die Forderung einer strikten Systemtrennung und führt zu einer ständigen Vermischung zwischen Eiswasser und W40-Wasser. Bei der Analyse der Betriebsweise in genau diesem Zeitbereich (ca. 1 - 2 Minuten je Hot-Shot) wurde ein Konzept entwickelt die Hot-Shot Kurzzeiterhitzung in diesen relevanten 1 - 2 Minuten mit „kaltem“ Wasser zu befahren. Durch diese Fahrweise wird die Kühlung mit Eiswasser nicht mehr benötigt. Da auch bei dieser Prozessänderung der Einfluss auf das Ergebnis der Hot-Shot-Kurzzeiterhitzung (Standzeit) im Vorfeld nur schwer abzuschätzen war, wurde dieser sogenannte „Frischwasserausschub“ vor dem „finalen“ Umschluss getestet. Ergebnis dieser Tests war neben dem nicht mehr benötigten Eiswasser (Vermischung) auch eine gleichmäßigere, ruhigere Fahrweise im Produktionsprozess. Die Umstellung auf Frischwasserausschub erfolgte umgehend nach der Testauswertung, noch vor Inbetriebnahme des W40-Energierückgewinnungssystems.

Ein weiteres kritisches Problem bestand darin, dass das komplette System parallel zum Dauerbetrieb der Bestandsanlage aufgebaut und während der Stillstandswoche (72 Stunden) umgeschlossen und in Betrieb gesetzt werden musste. Das permanente Arbeiten im Hygiene-Bereich sowie Abhängigkeiten der Baumaßnahmen mit der Produktion haben eine dauerhafte und eng abgestimmte Planung der Arbeitsabläufe erforderlich gemacht. Insbesondere eine detaillierte und intensive Vorplanung der

Umschlusszeiten und exakte (stundengenaue) Planung der Stillstandswoche waren notwendig um den sehr engen Zeitplan zu halten. Schlüssel zur Behebung dieser Problematik war neben der konsequenten Arbeitsablaufplanung die Teilinbetriebnahme in sich abgeschlossener Arbeitsbereiche parallel zum regulären Betriebsablauf vor der Stillstandswoche. So konnten die Arbeiten in der Stillstandswoche auf ein Minimum reduziert und erfolgreich umgesetzt werden.

Aufgrund der angeschlossenen Prozesse (Quellen und Senken) kann es trotz ausgewogener Abstimmung zu einem Überschuss an Prozesswärme auf 30°C-Niveau kommen. Damit auch zu diesen Zeiten eine sichere Versorgung der angeschlossenen Quellen möglich ist, wird ein Rückkühlwerk benötigt. Baulich bedingt, liegt der Aufstellungsort des Rückkühlwerks jedoch in unmittelbarer Nähe zu den vorhandenen zur Umgebung offenen Milchtanks. Die Schwierigkeit bestand darin, dass eine Kontamination der Milch in den mit der Atmosphäre verbundenen Milchtanks durch austretende Vrasen/Aerosole aus einem Umlaufwasser von "klassischen" Verdunstungskühltürmen ausgeschlossen werden musste. Aus diesem Grund wurde entschieden konzeptionell vom Prinzip des offenen Verdunstungskühlturms mit Kreislaufwassersystem Abstand zu nehmen und auf das Funktionsprinzip der adiabaten Kühlung zurückzugreifen. Der ausgewählte Rückkühler besitzt rein konzeptionell kein Umlaufwasser mehr, wodurch eine mögliche Kontamination durch das neue Rückkühlwerk bereits durch die Hersteller/Funktionsprinzip-Auswahl ausgeschlossen wurde. Neben der konzeptionellen Risikominimierung einer Verkeimung an den Milchtanks bietet der adiabate Rückkühler die Möglichkeit einer „Trockenkühlung“, sodass bei kalten Witterungsbedingungen das Rückkühlwerk „trocken“ gefahren werden kann. Durch diesen Funktionsvorteil trägt das Rückkühlsystem zur Frischwasserreduktion am Standort bei.

### 3.1.2 Schwierigkeiten W60- und Mediensammelsystem:

Analog zum W40-System ergaben sich für das W60- und Mediensammelsystem die wesentlichen Probleme und Herausforderungen aus den Hygieneanforderungen der betreffenden Produktionsprozesse. Hieraus ergeben sich insbesondere Herausforderungen zur Klärung des Einflusses der geplanten Maßnahmen auf Reinigungsthemen und Auswirkungen auf die Reinigungszeit an den Filtrationsanlagen bei Verwendung von warmem Spülwasser an den Membranfiltrationsanlagen. Im Rahmen des Detailengineering wurden intensive Abstimmungsgespräche mit den Filtrationsanlagenherstellern, sowie mit den Membranlieferanten der UF, NF, RO-Filtrationsanlagen geführt. Ebenso wurden konkrete Anforderungen und Risikobewertungen hinsichtlich Hygiene und Produktqualität durch das Qualitätsmanagement definiert/ vorgenommen. In Hause DMK/wheyco, aber auch bei den Filtrationsanlagenlieferanten lag bis dato keine ausreichende Praxiserfahrung hinsichtlich möglicher technischer und hygienischer Risiken bei der ausschließlichen Verwendung von warmem Spülwasser in den Reinigungsprozessen der Filtrationsanlagen vor. Ein Ziel des Projektes ist es unter anderem die Reinigungszeiten der diversen Filtrationsanlagen durch Verwendung von warmem, rekuperativ erzeugtem Spülwasser zu verkürzen. Hieraus ergaben sich neben einem geringeren Energiebedarf im Bereich der Pumpensysteme, einem geringeren Dampfbedarf (Reduzierung von Bedarfsspitzen) und steigenden Produktionszeiten auch Einsparungen im Bereich Wasser, Abwasser und Reinigungschemikalien. Theoretisch müsste dieses Ziel erreichbar sein, da die Membranen sich bei steigenden Temperaturen aufweiten und somit der Durchsatz durch die Membranen steigen sollte – je höher der Durchsatz desto geringer die Ausspülzeit der Reinigungsmedien mittels des Spülwassers. Inwieweit

dieser Effekt wirklich eintritt und ob schließlich der Reinigungseffekt den hygienischen Anforderungen entspricht wurde schließlich in Versuchen unter Produktionsbedingungen untersucht. Im Rahmen des Detailengineering wurden aufwendige "Warmspülversuche" an der Ultrafiltration 1 und Ultrafiltration 2 durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuche belegten schließlich die getroffenen Annahmen. An UF1 konnte die Reinigungszeit um ca. 40 Minuten reduziert werden. An UF 2 konnte die Reinigungszeit sogar um ca. 1 h 15 Minuten reduziert werden. Die Reinigungsergebnisse an den beiden Anlagen waren einwandfrei. Im Rahmen der Versuche konnten zudem technische und vor allen Dingen hydraulische Erkenntnisse gewonnen werden, die in die Ausschreibungsunterlagen zum Umbau der Anlagen eingeflossen sind. Mit diesen Ergebnissen konnten erhebliche Unwägbarkeiten eliminiert werden. Ebenso konnten wertvolle Erkenntnisse für die Inbetriebnahme-Phase gewonnen werden.

Auf Basis dieser Versuche und Analysen wurde empfohlen, die UF1-Anlage auf so genanntes "sequenzielles" Spülen umzustellen, um den erforderlichen Volumenstrom zum Spülen zu senken. Hierfür waren Änderungen in der Steuerung erforderlich, aber keine baulichen Änderungen. Ein Nachteil ist jedoch, dass dieses Spülverfahren mehr Zeit benötigt. Das neue System zum Zuführen von warmen Spülwasser wurde so konzipiert, dass auch der zu erwartende hohe Volumenstrom beim derzeitigen Spülverfahren bereitgestellt werden kann. Dadurch sollten die zeitlichen Einbußen des sequenziellen Spülens vermieden werden. Bei der ersten IBN wurde jedoch festgestellt, dass die Volumenströme in der UF1-Anlage beim "Warmspülen" so groß waren, dass die Anlage intern hydraulisch an ihre Grenzen kommt. Das neue System konnte den erforderlichen Volumenstrom bereitstellen, doch waren die Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb der Anlagen zu groß. Daher wurde beschlossen, dass das sequenzielle Spülen eingeführt wird, um die Anlage warm spülen zu können. Die zu erwartende Zeitersparnis durch Warmspülen liegt jedoch höher als die zu erwartenden Einbußen durch sequenzielles Spülen, so dass insgesamt weiterhin eine Zeitersparnis für die UF1 bei besserer Reinigungswirkung und geringerem Wasserverbrauch/Abwassermengen, sowie längere Membranstandzeiten erwartet wird.

Eine weitere Herausforderung war die Einbindung der Vielzahl von Bestandsprozessanlagen mit individuellen Prozessanforderungen in das W60- und Mediensammelsystem. Die Anbindung der weitläufig verteilten Produktionsprozesse (Abwärmequellen und Senken) stellt eine besondere technische- und ausschreibungstechnische Herausforderung dar. Insbesondere mussten die individuellen Hygiene- und Prozessanforderungen der einzelnen anzubindenden Produktionsprozesse berücksichtigt werden. Neben den Hygieneanforderungen lag in dieser individuellen Bestandskomplexität das größte Budgetrisiko.

Dieser Herausforderung wurde mit einer intensiven und detaillierten Planungsphase begegnet. Diese Planung beinhaltete die detaillierte Erarbeitung von R&I-Plänen, sowie von 3D-Aufstellungsplänen im Bereich des neuen Gebäudeteils und in den Trassenverläufen zu den diversen Produktionsprozessen. Ebenso wurden detaillierte Funktionsbeschreibungen als Grundlage für die Ausschreibung der Steuerungs- und Automatisierungstechnik erarbeitet. Um eine möglichst große Bieterschaft für dieses spezialisierte und komplexe Projekt erreichen zu können wurde das Projekt in der Ausschreibungsphase in 10 funktional eigenständige Lose aufgeteilt. Mit diesem Vorgehen konnte ein maximal möglicher Wettbewerb erzeugt werden. Gleichzeitig blieb die Option auf eine Anlagenbauervergabe an einen Generalunternehmer und eine damit verbundene Gesamthaftungsübernahme für das System erhalten.

Da sich im Laufe der Projektphase Prozessbedingungen am Standort veränderten, war es erforderlich die neuen Gegebenheiten zu Beurteilen und die Erkenntnisse in das Projekt einfließen zu lassen. Dadurch wurden in diesem Projekt sowohl während der

Engineering-Phase als auch während der Umsetzungsphase immer wieder Entscheidungen getroffen, vorgesehene Prozesse nicht und neue Prozesse zusätzlich anzubinden.

Dieses wurde im laufenden Projekt immer in enger Abstimmung zwischen wheyco, enable und den Anlagenbauern durchgeführt.

So wurden folgenden Abweichungen im W60-System beschlossen und umgesetzt:

- Eindampfer 540 wurde nicht angebunden
- Eindampfer 560 wurde nicht angebunden
- "Air-Intake-Box" des NIRO Turm musste aufgrund der erforderlichen Platz- und Anströmverhältnisse für die neuen Wärmetauscher neu konstruiert werden und eine Etage tiefer neu aufgestellt werden.
- Abluft-Kühlung des APV-Turms wurde mit aufgenommen
- Vorwärmung Prozessluft am Permeat-Turm wurde aufgrund der neuen Erkenntnisse im Detailengineering in die Realisierung aufgenommen

Im Mediensammelsystem wurden folgende Abweichungen beschlossen und umgesetzt:

- keine Turbokälteanlage zur Notkühlung
- Kühlung über das W40-System und das dort installiertes Rückkühlwerk
- Nutzung von 2 gebrauchten Tanks, statt neuer Tanks

Diese Änderungen wurden am 19.10.2017 im Schreiben „Abweichung zum Investitionsplan“ bei der KfW/UBA angezeigt.

Bei der Installation der neuen Luft-Wasser-Wärmetauscher im Turmnetz bestand die Problematik vor allem in dem sehr kurzen Zeitfenster von einer Woche für die Installation von 5 Wärmetauschern in 3 Anlagen. Durch einen detailliert abgestimmten Zeitplan zwischen allen Beteiligten (Anlagenbauer, Kranunternehmen, Dachdecker, Betonschneider und der wheyco) sowie Arbeiten im 3-Schicht-Betrieb konnten alle Arbeiten termingerecht abgeschlossen werden.

In der IBN wurde festgestellt, dass bestimmte Medien bei Einleitung in die neuen Mediensammeltanks zur Schaumbildung neigen. Dies sind die Reinigungsausschübe aus den Filtrationsanlagen und insbesondere die laugenhaltigen Spülwässer der DCP-Anlage. Der Schaum trat bei der Erstinbetriebsetzung aus einer Entlüftungsleitung aus. Diese Entlüftungsleitung wurde konstruktiv geändert, um das Austreten des Schaumes zu vermeiden.

Die eingesammelten warmen Spülmedien sind "Abwässer" aus den Reinigungsschritten der Produktionsanlagen. Daher enthalten diese Wässer Bestandteile aus Produktresten. Da diese Abwässer bisher direkt in das Abwassersystem eingeleitet und mit anderen Abwasserströmen stark verdünnt wurden, war es im Vorfeld schwierig zu beurteilen, wie viel und welche Art von absetzbaren Bestandteilen mit ausgetragen werden. Die neuen Mediensammeltanks wurden so gestaltet, dass diese Bestandteile in den Tanks sedimentieren können, um ggf. gesondert abgezogen- und einer Sekundärnutzung (z.B. externe Biomasse-Biogasanlage) zugeführt zu werden. So kann die Kläranlage ggf. entlastet werden, bzw. die Anaerob-Stufe der Werkskläranlage gezielt mit Organik aus diesen Sammeltanks versorgt werden (Verkontinuierlichung der Schmutzfrachten).

Da die Beurteilung und Zusammensetzung der Sedimentbildung jedoch nicht eindeutig vorhersagbar war, wurden die Tanks vorerst nicht mit Messtechnik zur Bestimmung des Sedimentvolumens und einer damit verbundenen automatisierten Austragung ausgerüstet. Es wurden jedoch die Anschlüsse dafür vorgesehen, um die geeignete Messtechnik nachzurüsten zu können.

Die ersten optischen Betrachtungen nach IBN haben gezeigt, dass sich Sedimente in den Tanks sammeln und absetzen.

Da sowohl das W60-System, als auch das Mediensammelsystem an eine Vielzahl der Produktionsprozesse angeschlossen und weit verzweigt im gesamten Werk installiert ist, hat das System auf den ersten Eindruck eine Komplexität, die den Anlagenbediener gerade am Anfang vor eine große betriebsführungstechnische Herausforderung stellen könnte. Der Prozess ist auf 21 Bildern über die Visualisierung zu beobachten. Ein hoher Automatisierungsgrad bildet die Grundlage dafür, dass das System voll automatisch ohne manuelle Eingriffe der Bediener im Produktionsbereich funktionieren kann. Ebenso bildet der hohe Automatisierungsgrad die Grundlage für eine schnelle "Akzeptanz" des neuen Systems auf der Ebene der Bediener im Produktionsbereich.

Daher wurden die Systeme so konzipiert, dass der Anlagenbediener nur folgende Aufgaben übernehmen muss:

- Eingreifen im Störfall -> Störungsmeldungen werden generiert (z.B. Druckfehler an Pumpen)
- Starten von Tank und Rohrleitungsreinigungen -> im Mediensammelsystem, nach Ablauf einer Produktionszeit (Meldung)
- Kontrolle der relevanten Prozessparameter -> war vorher auch erforderlich (z.B. Kühlkurven der Kristaller).

Diese vielen Prozesskenntnisse, Problemlokalisierungen in und um die Produktionsprozesse lassen den Rückschluss zu, dass durch die durch das MARS System transparent gemachten Energieverbräuche an den Prozessschnittstellen auch Auskunft über Wartungszustand und wiederkehrende technische Probleme geben, die einen Einfluss auf die Produktivität und die Produktqualität haben. Demnach bietet eine solche Maßnahme den Mehrwert, wiederkehrende technische Probleme lokalisieren zu können und damit auch beseitigen zu können.

## 3.2 Stoff- und Energiebilanz

### 3.2.1 W40-System

Wie im Kapitel 2.6 beschrieben, wurden die Energiemengen je Wärmetauscher für 2 Messperioden ausgewertet. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

#### „kalte Messperiode“

- Auswertungszeitraum für die „Kalte Periode“: 03.10.-10.10.16 (7 Tage)
- Mittlere Außentemperatur in diesem Zeitraum: 10°C

Diese Messperiode schließt direkt an die Inbetriebnahme des W40-Systems an. Die Ziele der Energie und Ressourceneinsparungen wurden zum Teil deutlich übererfüllt. Die Stromeinsparungen betragen 1.639MWh/a (im Antrag prognostiziert: 748MWh/a). Die Einsparungen sind an der Leistungsaufnahme der Kälteanlage deutlich zu erkennen (Abbildung 18 zeigt die Einsparungen der elektrischen Leistung im Vergleich von jeweils 2 Wochen vor und nach Inbetriebnahme, Abbildung 19 zeigt die Einsparungen in der Kälteleistung). Die Mehreinsparungen zur Prognose wurden im Wesentlichen durch den Umschaltbetrieb am Kesselmilcherhitzer 130 erreicht. Dieser konnte erst im Projektverlauf nach einer eingehenden Versuchsphase und intensiver Untersuchung der Auswirkungen auf den Produktionsablauf implementiert werden. Diese Effekte wurden aufgrund der hohen Unsicherheit bzgl. der Umsetzbarkeit im Vorfeld (sichere Erkenntnisse gab es erst nach den Versuchen am Kesselmilcherhitzer) nicht voll bewertet.



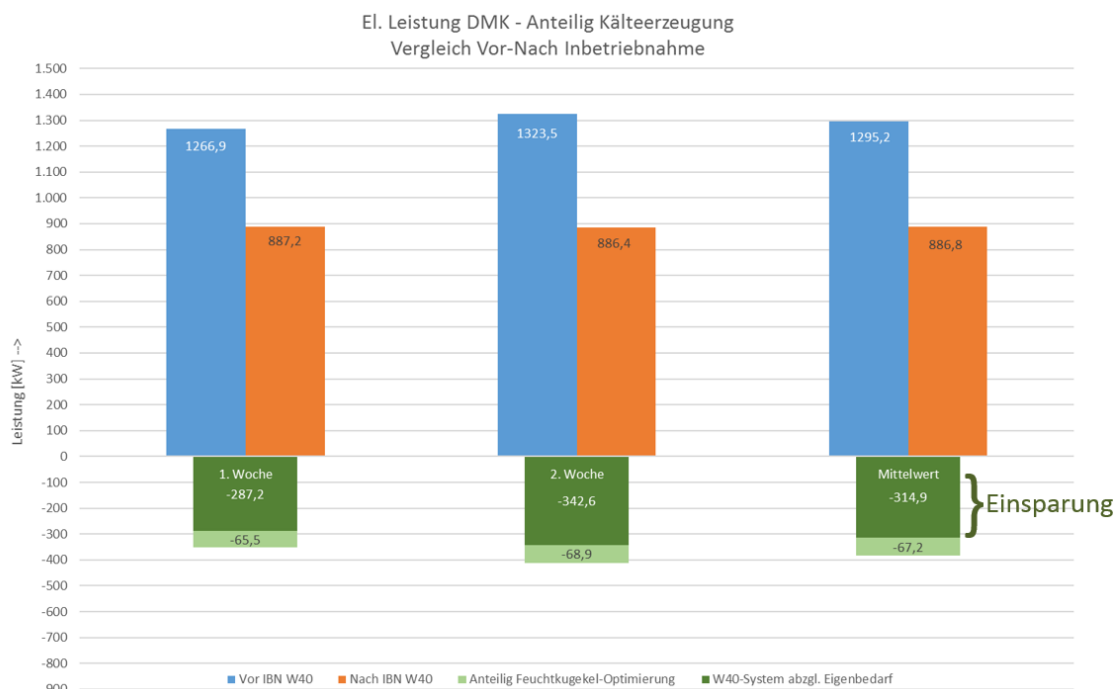


Abbildung 18: elektrische Leistung - Anteil Kälteerzeugung

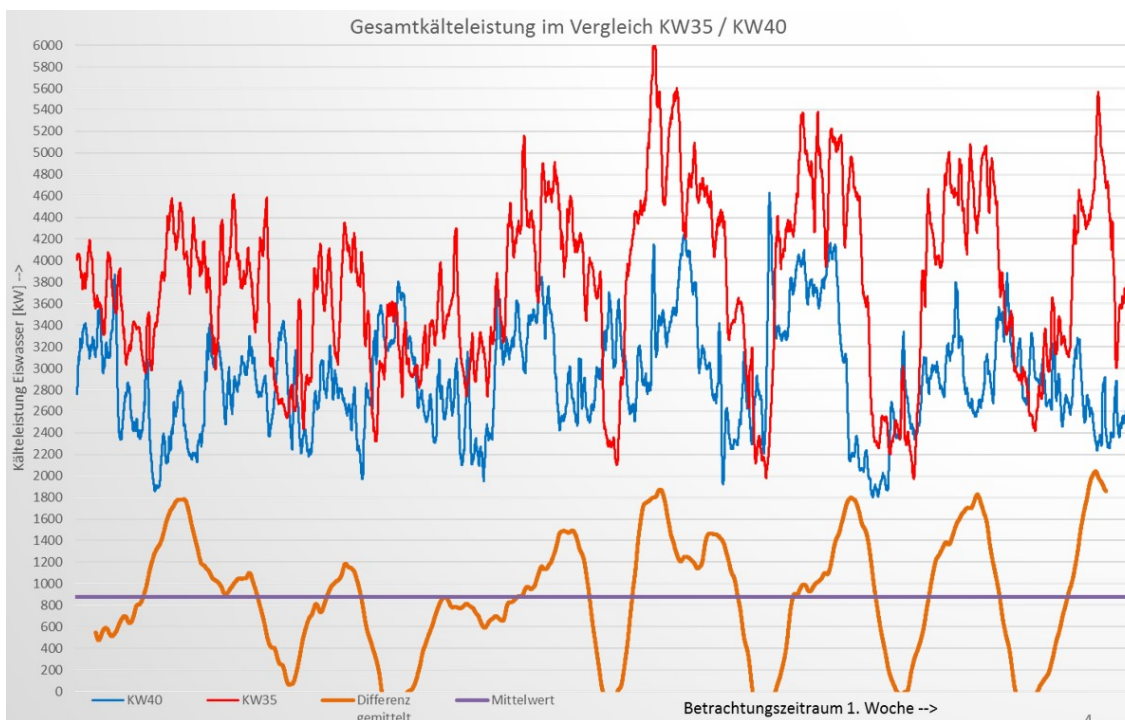


Abbildung 19: W40 – Kälteeinsparungen

Die Erdgaseinsparungen infolge der Dampfsubstitution betragen 3.150 MWh/a (prognostiziert: 2.988 MWh/a). Abbildung 20 zeigt den gemessenen Dampfverbrauch am KME130. Es ist eine deutliche Reduzierung des Dampfverbrauchs nach IBN des W40-Systems zu sehen. Die Reduzierung des Frischwasserverbrauchs beträgt 13.557 m<sup>3</sup>/a, die der Abwassererzeugung 18.013 m<sup>3</sup>/a. Die Frischwasser- und Abwassereinsparungen wurden im Vorfeld erwartet, aber nicht quantifiziert. Sie sind Folge der hohen Kälteenergieeinsparung. Entsprechend ist der Frischwasserverbrauch und das Abwasser durch Absalzung an den Verdunstungskondensatoren der



Kälteanlagen um die oben beschriebenen Mengen reduziert worden. Analog sind auch die Chemiedosagen für die Kühlturmwasserpflge zurückgegangen.

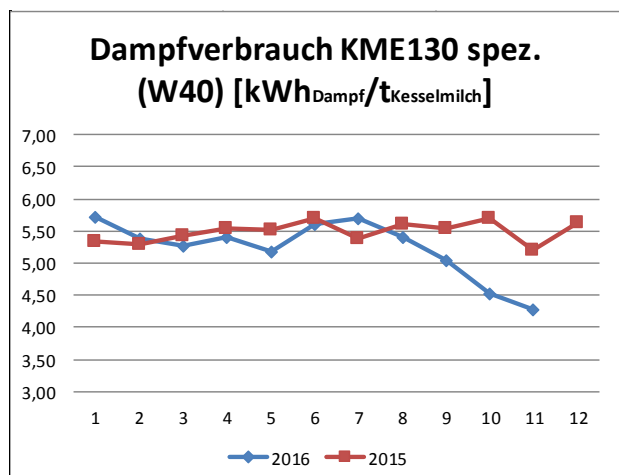


Abbildung 20: Dampfverbrauch KME130

Vorbetrachtung - Dampf-Einsparungen (Wärme)									
	Ø V	cP	T_oben	T_unten	P	Q	Aus Simulations-		
Senken	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]	rechnung 2014	Anteile	
KME	51,5	3,9	31	13	1.004	8.797	8.638	74%	
BWW	12	4,18	35	10	348	3.051	2.938	26%	
<b>Summe:</b>						11.849	11.576		
			vorhand. Wärmeschaukel Brüdensystem:				-9.079		
					<b>Differenz</b>	<b>2.770</b>	<b>2.497</b>		
Vorbetrachtung - Eiswasser-Einsparungen (Kälte)									
	Ø V	cP	IST		Zukünftig		Aus Simulations-		
Quellen	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	T_aus_VK	T_aus_VK	P	Q	rechnung 2014	Anteile	
Molkekühler 417	24,8	4	22,5	16,0	179	1.569		43%	
Molkekühler 418	30,3	4	22,5	16,0	219	1.917		53%	
RahmKü 210	0,4	3,6	32	25,5	3	23		1%	
RahmKü 220	1,0	3,6	32	25,5	7	57		2%	
Kulturentanks	0,5	3,9	30	23,5	4	31		1%	
Molkerahmtanks	0,5	4	30	23,5	4	32		1%	
<b>Summe:</b>					414	<b>3.628</b>	3.514	100%	

Abbildung 21: W40 – Vorbetrachtung – Bewertung Quellen und Senken

Nachbetrachtung - Dampf-Einsparungen (Wärme)									
	∅ V	cP	T_oben	Δ T	T_unten	P	Q	Aus Simulations-	
	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]	rechnung 2014	Anteile
Senken	51,5	3,9	29,04	19,17	9,87	1.070	9.369	8.638	80%
Nachheizung Dampf am KME						-46	-403		
BWW	12	4,18	40,65	30,65	10	427	3.741	2.938	32%
Nachheizung Dampf am BWW						-118	-1.034		
Nachheizung Dampf am BWW						-3	-23		
Einspareffekt durch Umsetzung W60 auf W40 (Nachheizung W40-System):								-1.437	
(entfällt bei Inbetriebnahme W60; dann Nachheizung mit W60 anstatt Nachheizung mit Dampf)									
Summe:							11.651	11.576	
vorhand. Wärmeschaukel Brüdensystem:								9.079	
						Differenz	2.572	2.497	
Nachbetrachtung - Eiswasser-Einsparungen (Kälte)									
	mit Brüden				mit W40				
	∅ V	cP	T_aus_VK	Δ T	T_aus_VK	P	Q	Aus Simulations-	
	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]	rechnung 2014	Anteile
Quellen									
Molkekühler 417	18,5	4	25,01	10,7	14,3	220	1.927		46%
Molkekühler 418	23,8	4	24,92	9,5	15,4	252	2.205		53%
RahmKü 210	0,3	3,6	20,01	4,0	16,0	1	11		0%
RahmKü 220	0,8	3,6	20,02	4,6	15,4	4	32		1%
Kulturentanks	0,4	3,9	30	0,0	30,0	0	0		0%
Molkerahmtanks	0,3	4	30	0,0	30,0	0	0		0%
Summe:						477	4.175	3.514	100%

Abbildung 22: W40 – kalte Messperiode – Bewertung Quellen und Senken

#### „warme Messperiode“:

- Auswertungszeitraum für die „warme Periode“: 20.06.2018 – 04.07.2018 (15 Tage)
- Mittlere Außentemperatur in diesem Zeitraum: 17°C

Die Einsparungen an Strom betragen 1.859 MWh/a. Die Einsparungen an Erdgas infolge von Dampfsubstitution betragen 3.180 MWh/a. Die Auswertung der „warmen“ Messperiode bestätigt also die in der „kalten“ Messperiode gemessenen Einsparungen. Die höheren Stromeinsparungen lassen sich im Wesentlichen auf höhere Einsparungen an Eiswasser an den beiden Molkekühlern zurückführen.

#### 3.2.2 W60-System

Wie im Kapitel 2.6 beschrieben, wurden die Energiemengen je Wärmetauscher für 2 Messperioden ausgewertet. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

#### „kalte Messperiode“

- Auswertungszeitraum für die „Kalte Periode“: 23.02.2018 – 09.03.2018 (15 Tage)
- Mittlere Außentemperatur in diesem Zeitraum: -4°C
- Folgende Quellen/Senken waren im Messzeitraum nicht in Betrieb:
  - o Wärmespülen der Filtrationsanlagen
  - o Spülwasserkühlung aus den Filtrationsanlagen
  - o Spülwasserkühlung aus der DCP
  - o Kristaller 1571 bis 1576

Die in der „kalten Messperiode“ erzielten Einsparungen an Wärmeenergie betragen ca. 331 MWh. Werden diese Einsparungen auf ein Jahr hochgerechnet betragen die Einsparungen an Erdgas 10.139 MWh/a. Für den Betrieb sind zusätzliche Stromaufwendungen für die neuen Pumpen erforderlich. Diese betragen ca. 63 MWh/a.

Die prognostizierten Einsparungen an Erdgas zum Antragszeitpunkt betragen 18.396 MWh/a. Mögliche Stromeinsparungen wurden zum Antragszeitpunkt nicht bewertet.

Demnach betragen die erzielten Erdgaseinsparungen ca. 55% der erwarteten. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die oben genannten Anlagenteile aufgrund von Optimierungsmaßnahmen zur Messperiode nicht in Betrieb waren.

„warme Messperiode“:

- Auswertungszeitraum für die „warme Periode“: 20.06.2018 – 04.07.2018 (15 Tage)
- Mittlere Außentemperatur in diesem Zeitraum: 17°C
- Folgende Quellen/Senken waren im Messzeitraum nicht in Betrieb:
  - o Wärmespülen der Filtrationsanlagen (nur Testweise)
  - o Spülwasserkühlung aus den Filtrationsanlagen (nur Testweise)
  - o Spülwasserkühlung aus der DCP
  - o Kristaller 1571 bis 1576

Die in der „warmen Messperiode“ erzielten Einsparungen an Wärmeenergie betragen ca. 266 MWh. Werden diese Einsparungen auf ein Jahr hochgerechnet betragen die Einsparungen an Erdgas 7.598 MWh/a. Die zusätzlichen Stromaufwendungen für die Pumpen betragen ca. 45 MWh/a

Demnach betragen die erzielten Erdgaseinsparungen ca. 41% der erwarteten. Die geringeren Einsparungen im Vergleich zur „kalten“ Periode sind im Wesentlichen in dem geringeren Wärmebedarf der Trockentürme zu begründen. Aufgrund der hohen Außenlufttemperatur wird für die Vorwärmung der Prozessluft weniger Wärmeenergie benötigt.

Nachbetrachtung "kalte Messperiode"						
Dampf-Einsparungen (Wärme)						
	∅ V	cP	T_oben	T_unten	P	Q
Senken	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]
W40-BWW	9,50	4,18	45,5	31,2	158	1.357
W40-KME	51,90	4,18	32,2	30,7	90	777
Kaltbrüden-Erwärmung	0,00	4,18	0	0	0	0
RO-Wasser Filtration	0,00	4,18	0	0	0	0
Außenluft-Vorwärmung NIRO	7,70	4,18	53,5	17,2	325	2.791
Außenluft-Vorwärmung APV	0,80	4,18	60,3	25,2	33	280
Außenluft-Vorwärmung Permeat	12,80	4,18	55,8	26,2	440	3.783
Speisewasser-Vorwärmung	3,30	4,18	58,5	28,8	114	979
<b>Summe:</b>					1.159	<b>9.967</b>
Heißluft-Einsparungen (Wärme)						
	∅ V	cP	T_oben	T_unten	P	Q
Senken	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]
Fließbett Sektion 1+2	0,50	4,18	55,9	29,8	15	130
Fließbett Sektion 3+4	0,50	4,18	55,9	15,3	24	203
<b>Summe:</b>					39	<b>333</b>
Dampfverbrauch Nachheizung						
	∅ V	cP	T_oben	T_unten	P	Q
	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]
Dampfnachheizung	7,40	4,18	55,8	29,8	-223	-1.921
<b>Summe:</b>						<b>-1.921</b>
Kühlturm-Einsparungen (Kälte)						
	∅ V	cP	T_oben	T_unten	P	Q
Quellen	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]
ED 540	0,00	4,18	0	0	0	0
Kristaller	0,00	4,18	0	0	0	0
<b>Summe:</b>					0	<b>0</b>
Quellen ohne Einsparungen						
	∅ V	cP	T_oben	T_unten	P	Q
Quellen	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]
Abgas-WT Kessel 1 + 2	6,40	4,18	57	27,2	221	1.904
Absalzung	0,30	4,18	52,1	27,4	9	74
Druckluft	4,10	4,18	64,6	27,2	178	1.531
NH3-Enthitzer	3,30	4,18	56,5	28,2	108	933
Ölkühlung	0,00	4,18	0	0	0	0
Abwasser Filtration	0,00	4,18	0	0	0	0
Abwasser Lauge	1,00	4,18	49,9	28,7	25	212
Abwasser Säure	0,60	4,18	47,6	28,3	13	116
Abwasser Brüdenkondensat	2,70	4,18	55,9	28,6	86	736
Abluft NIRO	7,50	4,18	50,9	30,6	177	1.520
Abluft APV	3,50	4,18	60,5	33,9	108	930
<b>Summe:</b>					925	<b>7.955</b>
Kälteverbrauch Notkühlung						
	∅ V	cP	T_oben	T_unten	P	Q
	[m³/h]	[kJ/(kg*K)]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]
Notkühlung	0,00	4,18	0	0	0	0
<b>Summe:</b>					0	<b>0</b>

Abbildung 23: W60 - kalte Periode – Bewertung Quellen und Senken

### Maßnahmen zur Erreichung der Einsparziele:

In den folgenden Abbildungen sind die Maßnahmen und Optimierungen dargestellt, welche zum Erreichen der Einsparziele beitragen können. Dabei wird zwischen operativen Maßnahmen (Optimierungen) und investiven Maßnahmen (Erweiterungen) unterschieden. Die operativen Maßnahmen sind mit „Bordmitteln“ zu realisieren und betreffen im Wesentlichen steuerungstechnische Anpassungen und Einstellung von Parametern. Die Investiven Maßnahmen erfordern separate Investitionen wie z.B. einen neuen größeren Wärmetauscher zu installieren.

Quelle	Potential	operative Maßnahmen	Quelle	Potential	Investive Maßnahmen
Kristaller	+120 kW	Finalisierung IBN	Eindampfer 540	+214 kW	Neu Anschließen
Abgas-WT	+78 kW	Anpassung Parameter Reparatur Entlüftung	Absalzung	+ 7kW	Umbau/Erweiterung
Abwasser Filtration	+260 kW	Finalisierung IBN UF1 und UF2	Ölkühlung	+163 kW	Neu Anschließen
Medienkühlung	+19 kW	Priorisierung Ausreichend Senken	Medienkühlung	+0 kW	Betrieb DCP
Druckluft	+12 kW	Ausreichend Senken	Medienkühlung	+19 kW	Rohrleitungsisolierung
Abluft APV	+137 kW	Ausreichend Senken			
Abluft NIRO	+150 kW	Ausreichend Senken			
<b>Summe Quelle</b>	<b>776 kW</b>			<b>403 kW</b>	

Abbildung 24: Maßnahmen W60 Quellen

Senke	Potential	Operative Maßnahmen	Senke	Potential	Investive Maßnahmen
RO-Wasser	-300 kW	Finalisierung IBN	Speisewasser	-130 kW	Umbau/Erweiterung
NIRO	-79 kW	Anpassung Steuerung/Parameter			
APV	-75 kW	Anpassung Steuerung/Parameter			
<u>Permeat</u>	-74 kW	Nur Außenluft ansaugen			
Fließbett	-17 kW	Anpassung Steuerung/Parameter			
Fließbett	-77 kW	Reparatur/Wartung			
KME	-110 kW	<u>Reglereinstellungen</u>			
<b>SUMME Senke</b>	<b>-732 kW</b>			<b>-130 kW</b>	

Abbildung 25: Maßnahmen W60 Senken

### 3.2.3 Vergleich mit erwarteten Einsparungen bei Antragsstellung

Ein Vergleich der erwarteten Energieeinsparungen bei der Antragsstellung für die Einzelsysteme ist aufgrund der Änderungen während der Projektphase (z.B. Anbindung der alten WRG an das W60 und nicht an das W40, vorerst keine Umsetzung des W90-Systems etc.) nicht sinnvoll. Daher wird im Folgenden der Vergleich für das Gesamtsystem gemacht.

Zum derzeitigen Optimierungs-Stand wird gegenüber der Prognose aus 2014 etwa 45% weniger Erdgas eingespart. Die Stromeinsparungen liegen bei 112% Mehreinsparung.

	Erwartet 2014	Erreicht W40	Erreicht W60	Erreicht Gesamt	Differenz
Erdgas [MWh/a]	21.384	3.150	8.716	11.866	-9.518
Strom [MWh/a]	748	1.639	-53	1.586	+838

Nach Durchführung der gegenwärtig laufenden Optimierungsmaßnahmen (siehe Abbildung 24 und Abbildung 25 auf Seite 47) und vollständigem Betrieb aller

Anlagenteile im W60-System wird prognostiziert, dass die möglichen Erdgas-Einsparungen die Erwartungen sogar um 6% übertreffen können. Die möglichen Stromeinsparungen können auf 137% des Erwarteten ansteigen.

	Erwartet 2014	Erreicht W40	Prognose W60	Prognose Gesamt	Differenz
Erdgas [MWh/a]	21.384	3.150	19.525	22.675	+1.291
Strom [MWh/a]	748	1.639	132	1.771	+1.023

Im den folgenden Abbildungen sind die in der Antragsstellung (vom 24.03.2015) erwarteten Wärmemengen der einzelnen Quellen und Senken dargestellt, sowie die erwarteten Stromeinsparungen.

<b>Thermische Leistung aus WRG Quellen</b>	<b>14.491 MWh</b>
Molke Tank 421	90 MWh
Rahmkühler 220	653 MWh
Rahmkühler 210	251 MWh
Molkekühler 418	6.331 MWh
Molkekühler 417	3.572 MWh
Kulturenkühler	130 MWh
Alte WRG	3.209 MWh
<b>Überschusswärme aus W60 Notkühlung</b>	<b>255 MWh</b>
<b>Nachheizung aus W92</b>	<b>656 MWh</b>
<b>Thermische Leistung an WRG Senken</b>	<b>11.576 MWh</b>
Kesselmilcherhitzer KME 130	8.638 MWh
Bruchwaschwasser (auf 20 °C)	2.938 MWh
<b>Notkühlung</b>	<b>2.950 MWh</b>
Kühlturm	2.190 MWh
Kälteanlage 9°C	760 MWh
<b>Einsparung Eiswasser (Kälte)</b>	<b>3.514 MWh</b>

Abbildung 26: erwartete Wärme-Einsparungen W40 aus Simulation 2014

STROM	Einsparung Strom [MWh/a]	Einsparung Erdgas [MWh Hu/a]
Effekt W_60	-	21.278
Effekt W_40	748	13.853
Effekt WRÜ <sub>alt</sub>	-	13.747
<b>Einsparung</b>	<b>748</b>	<b>21.384</b>

Abbildung 27: Erwartete Einsparungen aus Simulation 2014

<b>Thermische Leistung aus WRG Quellen</b>	<b>18.016 MWh</b>
Abwärme Niro Turm	4.150 MWh
Eindampfer 540 (Brüdenkondensation)	4.712 MWh
Eindampfer 560 WB (Brüdenkondensation)	129 MWh
WRG aus CIP, Ausschübe, Filtration	6.347 MWh
WRG Ölkühlung Eiswasser	1.274 MWh
Kristaller (1571 bis 1576)	1.404 MWh
<b>Nachheizung aus W92</b>	<b>683 MWh</b>
<b>Nachheizung aus W92 (WT 92/90 2.te Stufe)</b>	<b>27.386 MWh</b>
<b>Thermische Leistung an WRG Senken</b>	<b>45.628 MWh</b>
Türme (Aussenluft auf 30 °C)	11.195 MWh
Türme (Substitution Dampf)	2.817 MWh
Türme (Substitution Erdgas)	15.024 MWh
Bruchwaschwasser	2.350 MWh
Raumheizung	7.231 MWh
Kaltbrüden-Warmbrüden Tank	4.985 MWh
Heißspülwassertank Filtration	2.026 MWh
Senke 60/40 Nachheizung	0 MWh
<b>Notkühlung Überschuss an W40</b>	<b>81 MWh</b>
<b>Notkühlung</b>	<b>235 MWh</b>

Abbildung 28: Erwartete Wärmeinsparungen W60 aus Simulation 2014

### 3.2.4 Ergebnisse nach Optimierungen in KW42

Nach den Optimierungen in KW42 wurden folgende Quellen und Senken regelmäßig betrieben:

1. Vorkühlung Kristaller: 2 von 6 angeschlossenen Kristallern wurden über W60-System gekühlt
2. RO-Wasser-Erwärmung: Für die UF2 wurde RO-Wasser zum Warmspülen über W60 erwärmt



3. Medienkühlung Spülwasser: Das warme Spülwasser aus der UF2 wurde über das W60-System gekühlt
4. Vorwärmung Speiswasser: Durch den Einbau eines neuen Wärmetauschers wird das Speiswasser höher angewärmt

Für diese Quellen bzw. Senken wurden Prozessdaten der KW44 und KW45 ausgewertet. Die Ergebnisse sind im Folgenden beschrieben:

### 1. Vorkühlung Kristaller

Derzeit werden zwei der sechs angeschlossenen Kristaller über das W60-System gekühlt. Die Datenauswertung über zwei Wochen (Abbildung 29) zeigt eine mittlere Leistung von 130 kW während des jeweiligen Kühlvorganges. Über den gesamten Zeitraum von zwei Wochen ergibt dies eine mittlere Leistung von 44 kW. Da die Kristaller im Batch-Betrieb nacheinander den Prozess durchlaufen, wird beim Betrieb von allen sechs Kristallen hochgerechnet eine dauerhafte mittlere Leistung von 132 kW erwartet. Die im Kapitel 3.2.2 prognostizierte mittlere Leistung von 120 kW kann somit beim Betrieb aller 6 Kristaller erreicht werden.

Da der Betrieb mit 2 Kristallern bisher problemlos erfolgte, werden die weiteren Kristaller nach und nach hinzugeschaltet.

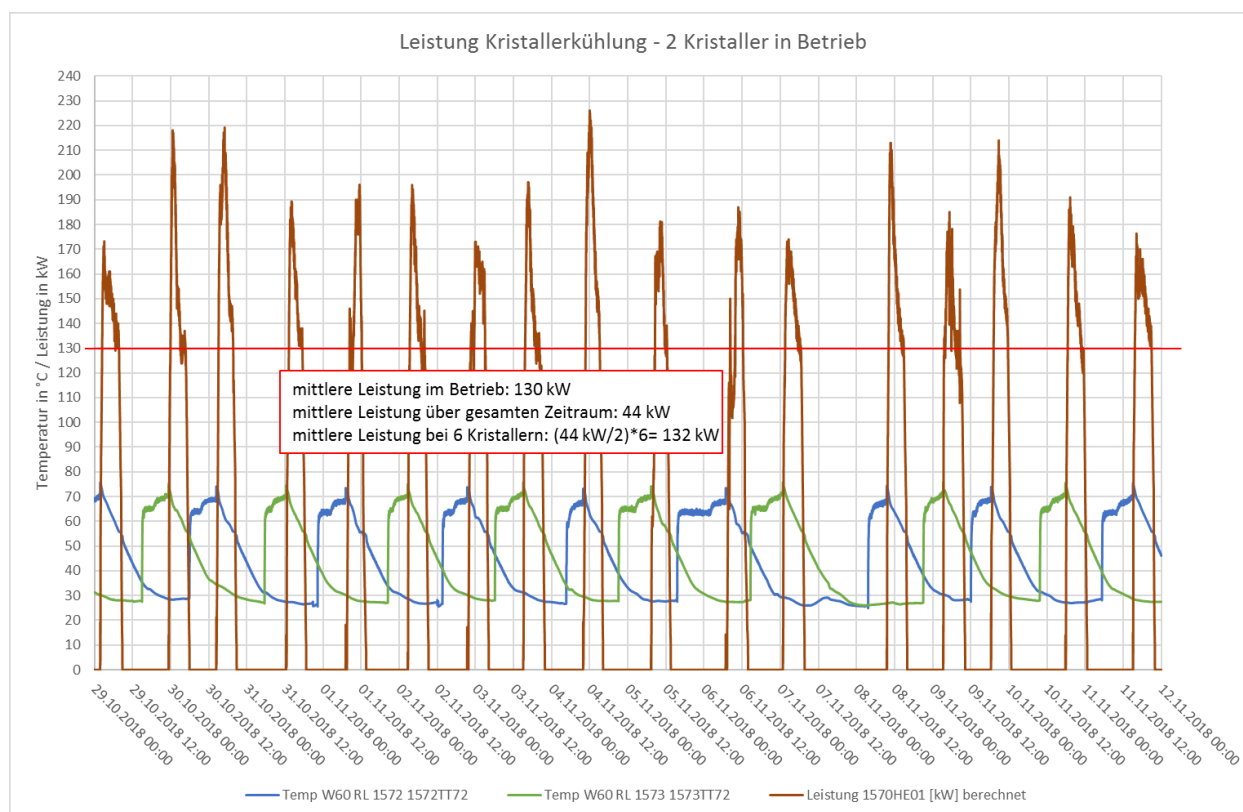


Abbildung 29: Leistung Vorkühlung Kristaller

## 2. RO-Wasser-Erwärmung

In der KW44/45 wurde die Filtrationsanlage UF2 eine Woche lang mit warmen RO-Wasser gespült. Dies waren 7 Reinigungszyklen, also je Tag eine Reinigung. Je Zyklus wurden ca. 105 m<sup>3</sup> RO-Wasser über das W60-System von 14 °C auf 48 °C erwärmt. Während dieses Anwärmvorgangs betrug die mittlere Leistung 1.205 kW. Über den gesamten Zeitraum von einer Woche entspricht dies einer mittleren Leistung von 175 kW. Die im Kapitel 3.2.2 prognostizierte mittlere Leistung von 300 kW wird noch nicht erreicht, da bisher nur die UF2-Anlage betrieben wurde. Für die UF1-Anlage wurden jedoch in vorherigen Testbetrieben Leistungen in gleicher Größenordnung wie bei der UF2 nachgewiesen, so dass davon auszugehen ist, dass bei Betrieb beider Anlagen die Prognose erreicht wird. Die UF1 soll nach der geplanten steuerungstechnischen Optimierung des Spülprogramms in der KW46 auch mit warmen RO-Wasser betrieben werden.

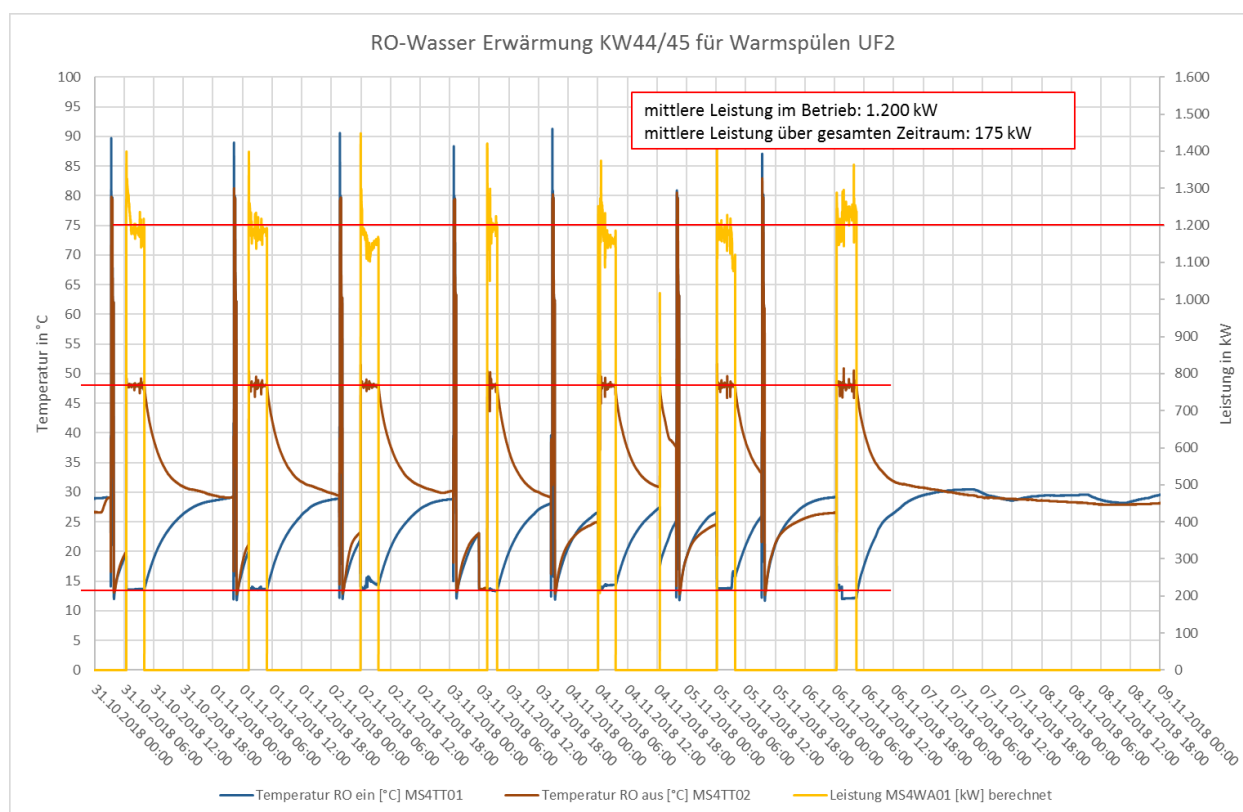


Abbildung 30: Leistung RO-Wasser Erwärmung

## 3. Medienkühlung Spülwasser

In den oben erwähnten Reinigungszyklen der UF2-Anlage mit warmen RO-Wasser wurden die Spülwässer, welche warm (>30°C) aus der Anlage ausgeschoben werden, in den Spülwassertank geleitet. Von dort wurde das Spülwasser über das W60-System gekühlt und dann in den Schmutzwasserkanal eingeleitet. Es wurden insgesamt 742 m<sup>3</sup> Spülwasser von 40°C auf 21°C abgekühlt. Dies entspricht einer mittleren Leistung während des Kühlvorgangs von 529 kW bei 7 Reinigungszyklen. Über den gesamten Zeitraum von einer Woche entspricht dies einer mittleren Leistung von 97 kW.

#### Einfluss auf die Abwassertemperatur:

Durch das Abkühlen des Spülwassers wurden diesem insgesamt 16.275 kWh Wärmeenergie entzogen. Bezogen auf die Gesamtmenge an Abwasser, welche in diesem Zeitraum anfielen, entspricht dies einer Absenkung der mittleren Temperatur des gesamten Abwasserstroms von 0,5 °C.

#### 4. Vorwärmung Speisewasser

An der Vorwärmung des Speisewassers wurde ein neuer Plattenwärmetauscher mit optimierter Grädigkeit eingebaut. Dadurch kann das Speisewasser höher erwärmt werden. Die Auswertung von 12 Tagen Betriebszeit nach dem Umbau ergibt eine mittlere Leistung während des Anwärmvorgangs von 581 kW. Über den gesamten Zeitraum von 12 Tagen entspricht dies einer mittleren Leistung von 188 kW.

Allerdings bestand in diesen Tagen ein zusätzlicher mittlerer Bedarf von 96 kW, welcher nicht gedeckt werden konnte, da nicht genug Abwärme im W60-System zur Verfügung stand (Abschaltung der Senke zu 16,6% der Zeit). Wäre dieser Bedarf gedeckt worden, hätte eine mittlere Leistung von 285 kW zur Speisewasservorwärmung genutzt werden können. Dies entspricht einer Steigerung von 116 kW im Vergleich zur warmen Messperiode. Die im Kapitel 3.2.2 prognostizierte mittlere Leistungssteigerung von 130 kW kann somit noch nicht ganz erreicht werden.

Zur weiteren Leistungssteigerung soll die Pumpe auf der W60-Seite ausgewechselt werden, um einen höheren Volumenstrom fahren zu können. Die Auswertung hat gezeigt, dass die Pumpe den maximalen Volumenstrom fährt, die Solltemperatur im Speisewasser jedoch nicht ganz erreicht wird. Derzeit wird das Speisewasser im Mittel auf ca. 50,5°C erwärmt, könnte bei höherem Volumenstrom auf der W60-Seite jedoch auf ca. 54°C erwärmt werden.

### 3.3 Umweltbilanz

#### 3.3.1 CO<sub>2</sub>-Reduzierung

Durch die Substitution von Dampf und damit einer Reduktion des Erdgasbedarfs, sowie der Reduktion des Strombedarfs durch Substitution von Eiswasser werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen am Standort erheblich reduziert.

Für die Umrechnung wurden folgenden Faktoren (Abbildung 31) in der Antragsstellung verwendet. Diese Faktoren werden auch als Basis zur Ermittlung der erreichten Einsparungen verwendet.

Faktoren Strom		Quellen
Primärenergiefaktor Strom 2015	2,4 kWh/kWh Strom	EnEV Wert für 2015
CO <sub>2</sub> Emissionsfaktor Strom (Verbrauch)	595 g/kWh Strom	Quelle UBA, geschätzte Daten für 2013
Faktoren Erdgas		Quellen
Primärenergiefaktor Erdgas 2015	1,1 kWh/kWh Erdgas	EnEV
CO <sub>2</sub> Emissionsfaktor Erdgas	202 g/kWh Erdgas	Quelle UBA, geschätzte Daten für 2013

Abbildung 31: Umrechnungsfaktoren

Die prognostizierte Primärenergiereduzierung bei Antragsstellung des MARS-Systems betrug ca. 25.316MWh/a. Daraus resultierend wurde eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 4.765t/a prognostiziert. Die in der Abbildung 33 dargestellten Effekte im MARS-System wurden um die Einsparungen aus der bereits bestehenden Wärmerückgewinnung der „Brüdenwärmeschaukel“ bereinigt.

STROM	Einsparung Strom [MWh/a]	Einsparung Primärenergie [MWh/a]	Einsparung CO <sub>2</sub> Emission [t/a]
Effekt W_60	-	-	-
Effekt W_40	748	1.794	445
Effekt WRÜ <sub>alt</sub>	-	-	-
<b>Einsparung</b>	<b>748</b>	<b>1.794</b>	<b>445</b>

Abbildung 32: Erwartete Einsparungen Strom (Förderantrag vom 15.03.2015)

DAMPF	Einsparung Erdgas [MWh Hu/a]	Einsparung Primärenergie [MWh/a]	Einsparung CO <sub>2</sub> Emission [t/a]	Dampfmenge substituiert [t/a]
Effekt W_60	21.278	23.406	4.298	29.922
Effekt W_40	13.853	15.238	2.798	19.481
Effekt WRÜ <sub>alt</sub>	13.747	15.122	2.777	19.332
<b>Einsparung</b>	<b>21.384</b>	<b>23.522</b>	<b>4.320</b>	<b>30.071</b>

Abbildung 33: erwartete Einsparungen Dampf (Förderantrag vom 15.03.2015)

Derzeit wird eine Primärenergieeinsparungen von 16.859 MWh/a erzielt was einer CO<sub>2</sub>-Reduktion von 3.341 t/a entspricht.

Die prognostizierte erreichbare Einsparung nach den Optimierungsmaßnahmen liegt bei 29.193 MWh/a und damit bei einer Reduktion von 5.634 t/a CO<sub>2</sub>.

### 3.3.2 Reduzierung von Frischwasser und Abwasser

Durch Substitution von Eiswasser und der damit verbundenen Leistungsreduktion der Kälteverdichter, wird an deren Verdunstungskondensatoren auch weniger Leistung benötigt. Damit sinkt der dort erforderliche Frischwasser- und Abwasserbedarf.

Durch Substitution von Kühlturmwater sinkt an diesen Kühltürmen ebenfalls der erforderliche Frischwasser- und Abwasserbedarf. Diese Einsparungen wurden im Vorfeld nicht bewertet.

Im W40-System betragen diese Reduzierungen 13.500m<sup>3</sup> Frischwasser pro Jahr und 18.000m<sup>3</sup> Abwasser pro Jahr. Im W60 werden derzeit noch keine Reduzierungen erzielt, da noch keine Kälteleistung substituiert wird (Anbindung der Kristaller noch nicht regelmäßig im Betrieb). Die prognostizierten Einsparungen betragen dort 5.700m<sup>3</sup> Frischwasser pro Jahr und 1.900m<sup>3</sup> Abwasser pro Jahr aufgrund von Reduzierung des Kühlwasser-Bedarfs.

### 3.3.3 Absenkung der Abwassertemperatur

Ein zentrales Ziel des Vorhabens ist die Reduzierung der Abwassereinleittemperaturen in die Abwasserbehandlungsanlage um ca. 5 °C.

Da die Anbindung der Filtrationsanlagen an das Mediensammelsystem derzeit noch nicht betrieben wird, wird die Reduzierung um 5°C noch nicht erreicht. Durch den Betrieb des restlichen Mediensammelsystems wurde die Temperatur im Zulauf wheyco um ca. 2,1°C und im Zulauf wheyco und DMK um ca. 1,3°C abgesenkt (Abbildung 34). Die Auswertung einer Testphase in KW33/2018, in der die beiden Filtrationsanlagen UF1 und UF2 mit dem Mediensammelsystem betrieben wurden, zeigt eine Temperaturabsenkung um ca. 3°C im Zulauf wheyco (Abbildung 35).

Damit kann davon ausgegangen werden, dass bei Betrieb der Filtrationsanlagen mit dem Mediensammelsystem eine Temperaturabsenkung von ca. 5°C im Zulauf wheyco erreicht werden kann.

	Abwassertemp. [°C]		Außentemp. [°C]
	Zulauf wheyco+DMK	Zulauf wheyco	DWD-Station Trollenhagen
Feb 17	25,4	26,7	1,4
Apr 17	26,7	28,2	7,0
Jun 17	28,4	29,4	16,4
<b>Mittel ohne MSS</b>	<b>26,8</b>	<b>28,1</b>	<b>8,3</b>
Feb 18	24,3	25,4	-2,0
Apr 18	25,2	25,9	11,3
Jun 18	27,0	26,7	17,4
<b>Mittel mit MSS</b>	<b>25,5</b>	<b>26,0</b>	<b>8,9</b>
<b>delta</b>	<b>1,3</b>	<b>2,1</b>	<b>-0,6</b>

Abbildung 34: Abwassertemperatur Einfluss Medienkühlung

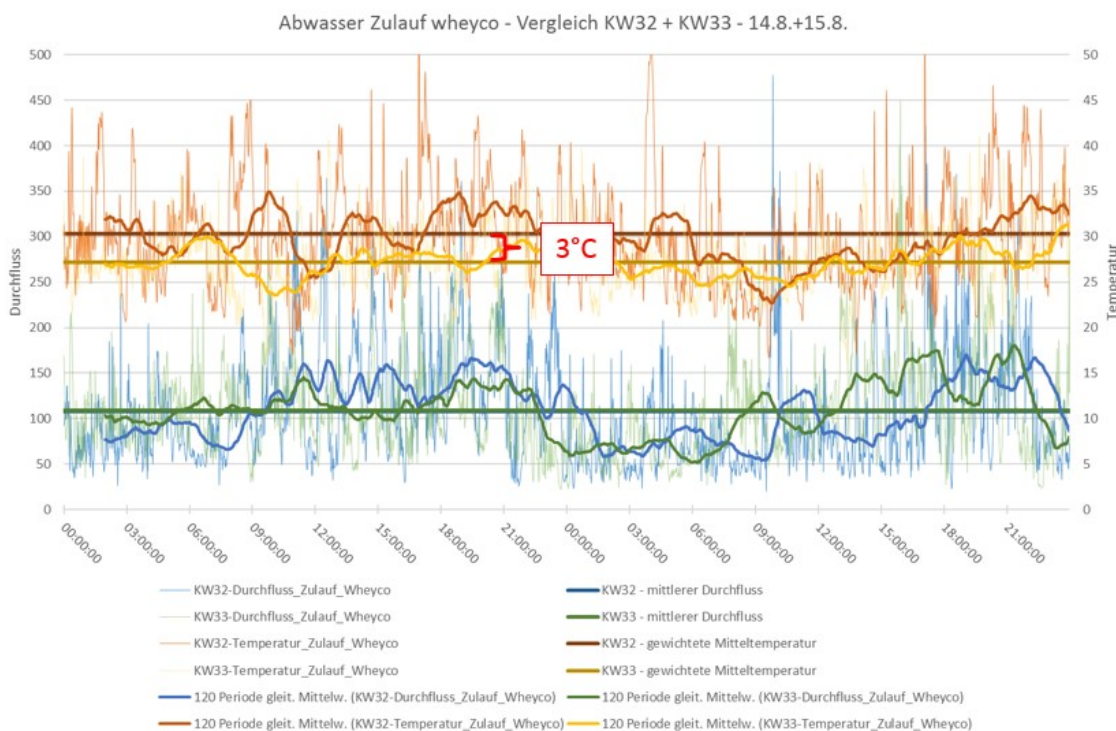


Abbildung 35: Abwassertemperatur Einfluss Filtration

### 3.3.4 Schmutzfrachtreduzierung

Das erwartete Einsparungspotential durch Schmutzfrachtreduzierung ergibt sich aus den in Abbildung 36 dargestellten Zahlen der Antragsstellung. Demnach ergeben sich jährliche (350 Tage Produktion) Reduzierungen der CSB Einleitung in die Standort-Abwasserbehandlungsanlage von ca. 500 t/a für die Sedimentation oder alternativ bis zu 1.000 t/a für die Fällung. Da es im Vorfeld schwierig war zu beurteilen, wie viel und welche Art von organischen absetzbaren Bestandteilen mit ausgetragen werden, wurde während der Projektphase entschieden, die Anlagentechnik zur Fällung nicht zu installieren, jedoch die Anlagen für eine Nachrüstung vorzubereiten.



	Sedimentation		Fällung	
CSB Abscheidung	1.440	kg CSB/d	2.880	kg CSB/d
CSB Kostenreduzierung ABA/d	233	€/d	467	€/d
CSB Kostenreduzierung ABA/a	85.147	€/a	170.294	€/d

Abbildung 36: Potential der Schmutzfrachtreduzierung

An folgenden Mediensammeltanks fallen derzeit Sedimente an:

- Tank für Laugenwässer
- Tank für Säurewässer

Im Tank für Brüdenkondensate konnten keine Feststoffe festgestellt werden.

Im Sammel tank für die Spülwässer der Filtrationsanlagen konnten visuell im Testbetrieb Sedimente festgestellt werden. Da dieser Anlagenteil aber noch nicht dauerhaft in Betrieb ist konnte hier keine aussagekräftige Messung durchgeführt werden. Abbildung 37, Abbildung 38 und Abbildung 39 zeigen Bilder der angefallenen Sedimente in den entsprechenden Tanks nach erster Betriebsphase. Für die beiden oben genannten Tanks wurden Messungen/Bewertungen wie folgt durchgeführt:

- Die Tanks wurden ganz abgelassen und gereinigt.
- Nach 21 Tagen wurde am unteren Auslass des Tanks das Medium erneut abgelassen.
- Es wurde visuell beobachtet. Als das Medium klar war, wurde das Ablassen gestoppt.
- Die Differenz im Tankfüllstand wurde als Sedimentvolumen angenommen.
- Das Sedimentvolumen betrug beim Laugentank ca. 2,04m<sup>3</sup> und beim Säurentank ca. 1,87m<sup>3</sup>
- Dies entspricht umgerechnet einem Sedimentanfall von ca. 67,9m<sup>3</sup> im Jahr.

**Tank MS0T01 – Lauge**



Abbildung 37: Sedimente Tank Laugenwässer



Tank MS0T02 – Säure

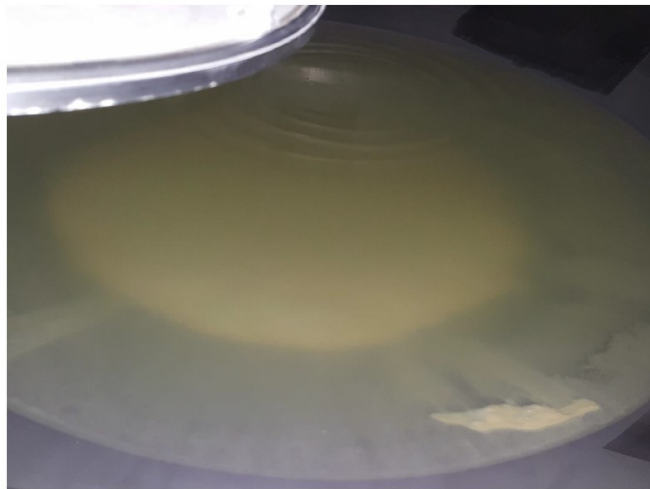


Abbildung 38: Sedimente Tank Säurewässer

Tank MS0T03 – Brüdenkondensat



Abbildung 39: Sedimente Tank Brüdenkondensate

Wie aus Abbildung 39 deutlich wird, ist der eingesammelte Reinigungsbrüden frei von ungelösten Feststoffen. Gegenwärtig wird von DMK und Wheyco geprüft, wie die chemischen und mikrobiologischen Eigenschaften dieses Wassers sind. Im besten Fall könnte dieses Wasser relativ einfach wieder in die Prozesse zurückgeführt werden und somit der Frischwasserbedarf der Produktionsprozesse gesenkt werden.

Des Weiteren wurden Proben der Sedimente entnommen und zur Analyse eingeschickt. Diese ergab, dass im Laugentank ca. 8,5 kg CSB pro Tag anfallen, im Säuretank ca. 3,8 kg CSB pro Tag. Dies entspricht einem abgezogenen CSB-Anteil von 270 g(CSB) pro Tonne Spülwasser im Laugentank und 88 g(CSB) pro Tonne Spülwasser im Säuretank.

Da das Sedimentvolumen sowohl im Laugentank als auch im Säuretank größer war, als das Volumen des Spitzkegels (ca. 1,5m<sup>3</sup>), wird geschlussfolgert, dass in den 21 Tagen Standzeit vermutlich schon Sedimente mit in den Schmutzwasserkanal ausgetragen wurden. Insofern wird davon ausgegangen, dass der tatsächliche Sedimentanfall in diesen beiden Sammel tanks deutlich höher sein könnte. Optimierte Untersuchungen in diese Richtung werden gegenwertig diskutiert.

### 3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die tatsächlichen Gesamtkosten des gesamten MARS Projektes beliefen sich auf 8,69 Mio. EUR. Davon waren 6,80 Mio. EUR Kosten für den Anlagenbau und damit zuwendungsfähig. Der nicht zuwendungsfähige Anteil von 1,89 Mio. EUR beinhaltet die Baukosten für die erforderlichen Gebäudeerweiterungen, die Kosten für Ingenieurleistungen, Genehmigungskosten, sowie sonstige nicht förderfähige Kosten. Die geplanten Kosten des gesamten MARS Projektes lagen bei 8,7 Mio. EUR. Davon waren 6,9 Mio. EUR Kosten für den Anlagenbau geplant und damit zuwendungsfähig.

Gewerk	Kosten geplant	Kosten tatsächlich	Zuschuss	Kosten abzgl. Zuschuss
W40-System	1.335.323 €	1.581.051 €	474.315 €	1.106.736 €
W60-System	2.305.680 €	3.171.142 €	951.343 €	2.219.799 €
Mediensammelsystem	3.257.688 €	2.048.210 €	614.463 €	1.433.747 €
<b>Zuwendungsfähige Kosten</b>	<b>6.898.691 €</b>	<b>6.800.403 €</b>	<b>2.040.121 €</b>	<b>4.760.282 €</b>
nicht zuwendungsfähige Kosten	1.801.309 €	1.887.319 €	- €	1.887.319 €
<b>Gesamt</b>	<b>8.700.000 €</b>	<b>8.687.722 €</b>	<b>2.040.121 €</b>	<b>6.647.601 €</b>

Abbildung 40: Kostenübersicht MARS

Die nicht zuwendungsfähigen Kosten (Bau- und Planungskosten) werden nicht mit in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen. Die Wirtschaftlichkeit wird anhand des ROI (Return In Investment) und des Barwerts (nach 10 Jahren) bewertet.

### 3.4.1 Erwartete Wirtschaftlichkeit bei Antragsstellung

Zum Antragszeitpunkt wurde ein ROI des MARS-Systems ohne Förderung von 8,2 Jahren mit einem Barwert von 1.168 T€ (Abbildung 41) erwartet. Mit der Förderung betrug der ROI 5,4 Jahre mit einem Barwert von 3.268 T€ (Abbildung 42). Die für die Bewertung der Effekte angesetzten Energiepreise sind in Abbildung 43 dargestellt.

Lösung	Maßnahmen Nr.	Maßnahmen	Investitionsvolumen	Effekt	ROI*	Barwert**
MARS-System	1.	Mediensammelsystem	3.407.688 €	0 €		
	2.	W40 Kreislauf	1.335.323 €	600.000 €		
	3.	W60 Kreislauf	2.305.680 €	775.000 €		
./ WR-Kreislauf alt				-480.000 €		
+ Schmutzfrachtreduzierung				100.000 €		
		Dampfreduktionskosten W 40		3.000 €		
		Dampfreduktionskosten W 60		60.000 €		
			<b>7.048.691 €</b>	<b>1.058.000 €</b>	<b>8,2 Jahre</b>	<b>1.168 T€</b>
* Return On Investment						
** nach 10 Jahren						

Abbildung 41: geplante Wirtschaftlichkeit ohne Förderung

Effekte der Maßnahme(n) mit Förderung 30%						
Lösung	Maßnahmen Nr.	Maßnahmen	Investitionsvolumen	Effekt	ROI*	Barwert**
MARS-System	1.	Mediensammelsystem	3.407.688 €	0 €		
	2.	W40 Kreislauf	1.335.323 €	600.000 €		
	3.	W60 Kreislauf	2.305.680 €	775.000 €		
./ WR-Kreislauf alt				-480.000 €		
+ Schmutzfrachtreduzierung				100.000 €		
		Dampfreduktionskosten W 40		3.000 €		
		Dampfreduktionskosten W 60		60.000 €		
			<b>4.934.084 €</b>	<b>1.058.000 €</b>	<b>5,4 Jahre</b>	<b>3.268 T€</b>
* Return On Investment						
** nach 10 Jahren						

Abbildung 42: geplante Wirtschaftlichkeit mit Förderung

Ansatz Energiepreise bei Antragsstellung	
Kostensatz Erdgas	34,30 €/MWh
Kostensatz Strom	154,00 €/MWh
Kostensatz Dampf (Kessel)	3,00 €/t
Kostensatz CSB (Sedimente)	162 €/t CSB

Abbildung 43: Energiepreise bei Antragsstellung

### 3.4.2 Erzielte Wirtschaftlichkeit nach Auswertung der Messdaten

Werden für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit des gegenwertig noch nicht vollständig optimierten Systems die aktuelle Energiepreise angesetzt (Abbildung 44) ergibt sich ohne Förderung ein ROI größer der Nutzungsdauer und daher mit einem negative Barwert. Wird die Förderung mit eingerechnet liegt der ROI weiterhin oberhalb der Nutzungsdauer. Die Maßnahme des gesamten MARS-Projektes ist demnach nicht wirtschaftlich.

Ansatz Energiepreise für Auswertung		
Kostensatz Erdgas	28,22	€/MWh
Kostensatz Strom	88,38	€/MWh
Kostensatz Dampf (Kessel)	2,70	€/t
Kostensatz Frischwasser	0,77	€/m <sup>3</sup>
Kostensatz Abwasser	2,16	€/m <sup>3</sup>
Kostensatz CSB (Sedimente)	162	€/t CSB

Abbildung 44: Energiepreise für die Auswertung

Werden zur Vergleichbarkeit gegenüber der Antragsstellung 2015 die Preiseffekte ausgeklammert (Bewertung mit den Energiepreisen aus der Antragsstellung), ergibt sich mit Förderung ein ROI von 7,7 Jahren, sowie ein Kapitalwert von 1,1 Mio €.

erzielte Wirtschaftlichkeit MARS-System mit aktuellen Energiepreisen				
Effekte lt. Messdaten der Maßnahme(n) ohne Förderung				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
MARS-System	6.800.403 €	594.955 €		
	6.800.403 €	594.955 €	> Nutzungsdauer	-2.406 T€
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				
Effekte lt. Messdaten der Maßnahme(n) mit Förderung 30%				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
MARS-System	6.800.403 €	594.955 €		
Zuschuss	-2.040.121 €			
	4.760.282 €	594.955 €	> Nutzungsdauer	-306 T€
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				

Abbildung 45: erzielte Wirtschaftlichkeit mit aktuellen Energiepreisen

erzielte Wirtschaftlichkeit MARS-System mit aktuellen Energiepreisen				
Effekte lt. Messdaten der Maßnahme(n) ohne Förderung				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
MARS-System	6.800.403 €	594.955 €		
	6.800.403 €	594.955 €	> Nutzungsdauer	-2.406 T€
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				
Effekte lt. Messdaten der Maßnahme(n) mit Förderung 30%				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
MARS-System	6.800.403 €	594.955 €		
Zuschuss	-2.040.121 €			
	4.760.282 €	594.955 €	> Nutzungsdauer	-306 T€
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				

Abbildung 46: erzielte Wirtschaftlichkeit mit Energiepreisen aus 2014

### 3.4.3 Einfluss der optimierten Reinigungszeiten

Durch die Verkürzung der Reinigungszeit der UF2-Filtrationsanlagen um ca. 45-60 min wird der Strombedarf einer Reinigung deutlich reduziert. Eine Abschätzung ergibt Einsparungen von etwa 67MWh/a. Dies entspricht Primärenergieeinsparungen von 160MWh/a und eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40t/a.

Die Verkürzung der Reinigungszeit der UF2 um 45-60 min ergibt somit eine Steigerung der möglichen Produktionszeit von ca. 970 min auf 1015-1060 min. Dies entspricht einer Produktionssteigerung von ca. 3-4%, was wiederum eine Mehrproduktion von etwa 1.000 kg Fertigprodukt pro Tag bedeutet.

Da die UF2-Anlage in der Produktionskette die Filtrationsanlage mit der längsten Reinigungszeit ist, werden auf den anderen Filtrationsanlagen (u.a. UF1-Anlage) teilweise Produkte mit geringerer Wertschöpfungstiefe produziert, um diese Anlagen auszulasten. Eine Verringerung der Reinigungszeit der UF2-Anlage ermöglicht so auch eine höhere Wertschöpfungstiefe der Produkte.

### 3.4.4 Prognostizierte Wirtschaftlichkeit

Nach Durchführung der bekannten Maßnahmen in der gegenwärtigen Optimierungsphase, wird anhand der bereits vorhandenen Erkenntnisse aus der Inbetriebsetzungsphase - unter Berücksichtigung der aktuellen Energiepreise - ein ROI von 8,9 Jahren mit einem Barwert von 678 T€ ohne Fördergelder prognostiziert. Mit Einbeziehung der Fördergelder sinkt der ROI auf 5,8 Jahre mit einem Barwert von 2.778 T€. Dies entspricht der erwarteten Wirtschaftlichkeit bei Antragsstellung, trotz geringer Energiepreise.

Werden die Preiseffekte wiederum ausgeklammert sinkt der ROI inkl. Förderung auf 4,4 Jahre mit einem Barwert von 4.911 T€.

Dies zeigt, dass Preiseffekte an den Energiemärkten einen signifikanten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Projekts haben. Werden die Energiepreise aus 2014 zu Grunde gelegt, zeigt diese Maßnahme das zukünftige energetische Potential unter der Erwartung steigender Energiepreise.

erzielte Wirtschaftlichkeit MARS-System mit aktuellen Energiepreisen				
<b>Effekte lt. Prognose der Maßnahme(n) ohne Förderung</b>				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
<b>MARS-System</b>	6.800.403 €	994.329 €		
	<b>6.800.403 €</b>	<b>994.329 €</b>	<b>8,9 Jahre</b>	<b>678 T€</b>
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				
<b>Effekte lt. Prognose der Maßnahme(n) mit Förderung 30%</b>				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
<b>MARS-System</b>	6.800.403 €	994.329 €		
<b>Zuschuss</b>	-2.040.121 €			
	<b>4.760.282 €</b>	<b>994.329 €</b>	<b>5,8 Jahre</b>	<b>2.778 T€</b>
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				

Abbildung 47: prognostizierte Wirtschaftlichkeit mit aktuellen Energiepreisen

erzielte Wirtschaftlichkeit MARS-System mit Energiepreisen aus dem Antrag				
<b>Effekte lt. Prognose der Maßnahme(n) ohne Förderung</b>				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
<b>MARS-System</b>	6.800.403 €	1.270.578 €		
	<b>6.800.403 €</b>	<b>1.270.578 €</b>	<b>6,6 Jahre</b>	<b>2.811 T€</b>
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				
<b>Effekte lt. Prognose der Maßnahme(n) mit Förderung 30%</b>				
Lösung	Tatsächliche Kosten	Effekt	ROI*	Barwert**
<b>MARS-System</b>	6.800.403 €	1.270.578 €		
<b>Zuschuss</b>	-2.040.121 €			
	<b>4.760.282 €</b>	<b>1.270.578 €</b>	<b>4,4 Jahre</b>	<b>4.911 T€</b>
* Return On Investment				
** nach 10 Jahren				

Abbildung 48: prognostizierte Wirtschaftlichkeit mit Energiepreisen aus 2014

### 3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

In der Milchindustrie werden die Produktionsprozesse traditionell immer noch mit Dampf und Eiswasser versorgt. Wärmerückgewinnungssysteme sind in der Milchindustrie anlagenintern oder aber maximal sehr lokal angelegt und werden nicht unternehmensweit entwickelt und ausgebaut. Etwas weiter geht hier die klassische „Wärmeschaukel“ in Käsereien, die die Wärme- und Kälteströme zwischen Kesselmilcherhitzer und Molkenkühler austauscht. In den anlagenintern oder lokal angelegten Energierückgewinnungssystemen können bei weitem nicht alle Einspar- und Primärenergiereduzierungspotenziale ausgeschöpft werden. Beispielhaft führt die geschlossene Wärmerückgewinnung zwischen Zu- und Abluft in Trockentürmen dazu, dass das volle Potential nicht ausgenutzt werden kann, da eine Vorwärmung im Sommer weniger Wärme benötigt als zur Verfügung steht, im Winter aber mehr Wärme genutzt werden könnte.

Eine große Anzahl von Produktionsprozessen kann grundsätzlich mit einer Antriebstemperatur von 40-60°C betrieben oder mindestens vorgewärmt werden. Aufgrund der in aller Regel einzig vorhandenen Dampfversorgungsinfrastruktur werden allerdings alle Produktionsprozesse mit Dampf versorgt. Diese infrastrukturelle Hürde steht einer intensiven und werksweiten Abwärme- und Kälterückgewinnung in den milchverarbeitenden Unternehmen grundsätzlich im Weg. Auf der Kälteseite ist es ähnlich. Viele Kühlprozesse werden mit Eiswasser (1-2°C) versorgt, benötigen aber eigentlich nur Kühltemperaturen von 10-20°C.

Der innovative Teil dieses Projektes besteht in dem ganzheitlichen Ansatz die vorhandenen Problematiken (Engpass in den Versorgungskapazitäten für Dampf, Eiswasser, Frischwasser, Probleme mit Abwasserströmen und -temperaturen) am Standort anzugehen und durch umfassende Maßnahmen zu lösen. Die beiden Wärmerückgewinnungssysteme, welche an 39 Stellen der Produktionsprozesse angebunden sind und sich über einen Großteil des Werksgebietes erstrecken, bilden eine neue Infrastruktur, um zukünftige Prozesse einfach und rentabel an die Wärmerückgewinnungssysteme anzubinden. Des Weiteren wurde durch das Mediensammelsystem eine Struktur geschaffen, um Ressourcenproblematik (Abwassertemperaturen, Abwasserströme, Frischwasserbedarf) nachhaltig und entkoppelt vom Unternehmenswachstum lösen zu können. Das Mediensammelsystem stellt die Basis für eine mögliche Prozesswasseraufbereitung dar.



---

Das Unternehmen wird durch die Schaffung dieser neuen Infrastruktur in die Lage versetzt Prozesserweiterungen ohne Investitionen in neue Energieerzeugungsanlagen umzusetzen und diese direkt durch Anbindung an die Systeme ressourcen- und energieeffizient auszuführen.

## 4. Übertragbarkeit

### 4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die Akzeptanz der werksumfassenden Effizienzsysteme kann nur gelingen, wenn diese Systeme den hohen hygienischen Anforderungen- und dem hohen Verfügbarkeitsanspruch der Produktion (ca. 350 Tage 24/7 Produktion) bei minimalem Betreuungsaufwand durch das Personal im laufenden Betrieb gerecht werden.

Für die erfolgreiche Umsetzung eines solchen Projektes, mit der Vielzahl von Eingriffen in die Produktionsprozesse ist eine detaillierte und auf Basis von digitalen Prozessdaten basierende Analyse und Simulation im Rahmen der Projektentwicklung existenziell. Dies gilt insbesondere für die Festlegung der Schnittstellenanforderungen der jeweiligen Produktionsprozesse (Temperaturen, Grenzwerte, Hygieneanforderungen) als auch für die detaillierte Zeitplanung, da in einem solchen Betrieb nur kurze Zeiträume für Produktionsumschlüsse zur Verfügung stehen. Des Weiteren sind die nachfolgenden Planungsschritte detailliert durchzuführen und die technischen Ausführungen im Detail 3D-technisch darzustellen. Aus diesen Planungen müssen detaillierte Ausschreibungen mit Einzelpositionsleistungsverzeichnissen abgeleitet werden. Nur so können wirtschaftliche Angebote von Anlagenbauern für diese Individualsysteme am Markt eingeholt werden und schließlich die örtlichen und installationstechnischen Herausforderungen im laufenden Betrieb gemeistert werden. Einen besonders hohen Stellenwert hat die detaillierte Ausarbeitung von Funktionsbeschreibungen im Zuge der Planungstätigkeiten als Basis und Grundlage für einen hohen Automatisierungsgrad bei maximaler Ausschöpfung der möglichen Einspareffekte.

Die Projekterfahrungen haben gezeigt, dass schon in den ersten Planungsphasen alle Personen die das Projekt tangieren, mit einbezogen werden sollten (vom Anlagenfahrer über die Energieverantwortlichen bis hin zur Qualitätssicherung und der Werksleitung). Weiterhin haben die Erfahrungen gezeigt, dass ein solcher umfangreiche Eingriff in die Struktur eines Werkes eine intensive Betreuung durch den Betrieb erfordert.

In der Analyse- und Entwicklungsphase ist es wichtig, die vorhandene Skepsis der betreffenden Personen abzubauen und die Akzeptanz für Veränderungsmaßnahmen zu fördern. Hierzu müssen zu einem frühen Projektzeitpunkt belastbare Aussagen zu den möglichen Einsparpotenzialen getätigt werden können. An dieser Stelle kommt der, mittels Datenbanktechnologien betriebenen, prozessdatenbasierten Analyse und der darauf aufbauenden Simulation von Einsparungen eine bedeutende Rolle zu. Die faktischen, standortspezifischen Informationen erzeugen klare Erkenntnisse und setzen die Entscheider in die Lage eine Investitionsentscheidung zu treffen. In den weiteren Planungsschritten müssen Risikoanalysen und daraus abgeleitete Lösungsdetails transparent und nachvollziehbar abgestimmt und bis zum Anlagenbediener kommuniziert werden. Nur dadurch wird erreicht, dass die neu geschaffenen Infrastrukturen akzeptiert und auch nachhaltig genutzt werden. Energiesysteme müssen zum „Teil der Produktion“ werden und dürfen nicht isoliert davon betrachtet werden.

Dieses Projekt hat verdeutlicht, dass durch Einsatz moderner digitaler Analyse- und Planungsmethoden, sowie einer intensiven Kommunikation zwischen allen Beteiligten (Betreiber, Planer, Anlagenerrichter) ein Projekt dieser Komplexität mit zahlreichen Eingriffen an den bestehenden Prozessen termingerecht und erfolgreich umgesetzt werden kann.

## 4.2 Modellcharakter/Übertragbarkeit

Der Einsatz des MARS Systems in der hier umgesetzten Ausführung ist an Käsestandorten mit angebundener Molkenveredelung ideal möglich (außerhalb und innerhalb der DMK Gruppe). Zudem kann diese Technik sehr gut in anderen heterogen strukturierten Molkereistandorten eingesetzt werden. Grundsätzlich gibt es in der Lebensmittelindustrie große Multiplikationsmöglichkeiten, da die Produktionsprozesse aus Hygienegründen regelmäßig und intensiv gereinigt werden müssen und in der Regel thermische Energie zur Haltbarmachung der Produkte und in direkter Folge Kälteenergie eingesetzt wird.

Insgesamt geht von MARS ein erhebliches Ressourceneffizienzpotential aus, da dieses System als Basisinfrastruktursystem konzipiert ist und somit Optimierungen für eine große Anzahl verschiedenster Produktionsprozesse an einem Standort ermöglicht

Neben der Übertragbarkeit der Basisinfrastruktur des MARS Systems ist es jedoch essenziell sich die einzelnen anzubindenden Produktionsprozesse intensiv anzusehen und die individuellen Anforderungen herauszuarbeiten und zu berücksichtigen. Dieses kann über das, im Rahmen dieses Projektes angewendeten Entwicklungs- und Planungskonzept gewährleistet werden.

## 5. Zusammenfassung

### 5.1 Einleitung/Introduktion

DMK Deutsches Milchkontor ist mit 6,7 Milliarden verarbeiteten Kilogramm Milch Deutschlands größtes Molkereiunternehmen. DMK ist eine Gemeinschaft aus rund 9.400 Milcherzeugern und genossenschaftlichen Anteilseignern. Der Standort Altentreptow stellt in dieser Genossenschaftsgemeinschaft Käse her und betreibt Molkenveredelung durch die Tochtergesellschaft wheyco GmbH. Als Endprodukte der Molkenveredelung produziert die wheyco GmbH Lactose, Molkenpermeate und hochkonzentrierte Molkenproteine in Pulverform.

Durch die fortwährend steigenden Produktionsmengen, die zum Großteil einer steigenden Nachfrage nach Produkten der Molkenveredelung geschuldet sind, gerät der Standort Altentreptow hinsichtlich der Energieversorgung, aber auch der Frischwasserversorgung und der Abwasseraufbereitung an seine Grenzen. Während die Stromversorgung durch Installation einer zweiten Mittelspannungseinspeisung gesichert werden konnte, ist für die Abwasser-, Frischwasser- und der damit verbundenen Energieeffizienzproblematik ein komplexerer Eingriff in nahezu alle relevanten Produktionsprozesse, sowie eine intelligente Vernetzung dieser Prozesse am Standort erforderlich. Damit ein nachhaltiges Unternehmenswachstum am Standort ermöglicht werden kann, soll diese Problematik ganzheitlich und dauerhaft gelöst werden.

### 5.2 Vorhabenumsetzung/ Project implementation

Die zentralen Ziele des Vorhabens waren folgende:

- Reduzierung des Primärenergieverbrauchs des Standortes um ca. 25.000 MWh/a
- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 4.700 t/a
- Reduzierung der Abwassereintrittstemperaturen in die Abwasserbehandlungsanlage um ca. 5 °C
- Reduzierung der Schmutzfrachteinleitung in die Abwasserbehandlungsanlage um ca. 500 t/a bis ca. 1.000 t/a an CSB
- Geregelt, gleichmäßiges Einspeisen von Reinigungs- und Spülwässern in das Schmutzwasserkanalsystem und die Abwasserbehandlungsanlage (Vermeidung von hydraulischen Engpässen)
- Erhöhung der Produktionszeiten der Filtrationsanlagen um ca. 5 % bis 7 %

Der Lösungsansatz besteht in einer gesamtheitlichen Erreichung dieser Ziele durch 3 miteinander Verbundenen werksübergreifenden Systemen, welche an 39 Stellen der vorhandenen Prozesse angebunden werden. Durch diese Systeme wird eine neue Infrastruktur geschaffen, die den Primärenergie- und Ressourcenverbrauch des Werkes stark reduziert und dabei die Voraussetzungen schafft zukünftig neue Produktionsprozesse kostengünstig, schnell, ressourcen- und energieeffizient zu integrieren.

Es wurden zwei Wärmerückgewinnungssysteme und ein Mediensammelsystem installiert. Das Wärmerückgewinnungssystem wurde als Kaskade mit zwei Temperaturklassen installiert. Das niedrige Temperaturniveau bildet das W40-System mit 13°C Rücklauftemperatur und bis 40°C Vorlauftemperatur. Das W40-System wurde als geschlossener Kreislauf mit einem eigenen Wärmepufferspeicher (300m<sup>3</sup>) ausgeführt. An dieses System wurden 8 Prozesse angebunden.

Das nächst höhere Temperaturniveau mit ca. 20°C Rücklauftemperatur und bis zu 60°C Vorlauftemperatur wird als W60-System bezeichnet. Das W60-System wurde ebenfalls als geschlossener Kreislauf mit einem eigenen Wärmepufferspeicher (200m<sup>3</sup>) ausgeführt. Hier wurden 22 Prozesse angebunden.

Im Mediensammelsystem wurden 4 Sammel tanks für die differenzierte Sammlung von Abwässern installiert. In diese Tanks speisen 8 verschiedene Anlagen ein. Aus diesen Tanks wird das Abwasser über das W60-System abgekühlt und in das Kanalsystem eingeleitet. Neben der Abwassersammlung ist die Bereitstellung von warmen Spülwasser für 4 Filtrationsanlagen Bestandteil des Mediensammelsystems.

### 5.3 Ergebnisse/ Project results

Das W40-System läuft nun seit ca. 2 Jahren voll automatisch mit einer Verfügbarkeit von ca. 100%. Als elementarer Bestandteil der Effizienz-Infrastruktur der Käserei hat sich das W40-System bereits nach kurzer Anlauf- und Eingewöhnungsphase etabliert. Die produktionstechnischen Anforderungen an die Hygiene und die Druckdifferenz im W40-System wurden vollständig erreicht. Die Ziele der Energie und Ressourceneinsparungen wurden zum Teil deutlich übererfüllt. Die Stromeinsparungen betragen 1.639 MWh/a (im Antrag prognostiziert: 748 MWh/a). Die Erdgaseinsparungen infolge der Dampfsubstitution betragen 3.150 MWh/a (prognostiziert: 2.988 MWh/a). Die Reduzierung des Frischwasserverbrauchs beträgt 13.557 m<sup>3</sup>/a, die der Abwassererzeugung 18.013 m<sup>3</sup>/a. Die Frischwasser- und Abwassereinsparungen wurden im Vorfeld erwartet, aber nicht quantifiziert. Sie sind Folge der hohen Kälteenergieeinsparung.

Im W60-System laufen derzeit noch Optimierungsmaßnahmen an einzelnen Teilprozessen. Daher werden noch nicht alle Teilprozesse im Dauerbetrieb betrieben. Das restliche System läuft nun seit etwa 9 Monaten ebenfalls voll automatisch mit einer Verfügbarkeit von ca. 100%. Die erzielten Erdgaseinsparungen infolge Dampfsubstitution betragen 8.716 MWh/a. Die Abwassertemperatur im Zulauf der wheyco konnte im Mittel um ca. 2,1°C gesenkt werden. Durch Abziehen der anfallenden Sedimente kann eine Reduzierung der Schmutzfracht um etwa 12kg CSB pro Tag erzielt werden.

Nach erfolgreicher Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen – dieses ist für Ende Oktober geplant – werden Erdgaseinsparungen von 19.525 MWh/a und Stromeinsparungen von 132 MWh/a erwartet. Außerdem wird eine Absenkung der Abwassertemperatur im Zulauf wheyco von weiteren 3°C erwartet. Die Testbetriebe zum Warmspülen an den Filtrationsanlagen haben gezeigt, dass durch Reduzierung der Reinigungszeit die Produktionszeit um 3 bis 5% gesteigert werden kann.

Zum derzeitigen Optimierungs-Stand wird gegenüber der Prognose aus 2014 etwa 45% weniger Erdgas eingespart. Die Stromeinsparungen liegen bei 112% Mehreinsparung.

	Erwartet 2014	Erreicht W40	Erreicht W60	Erreicht Gesamt	Differenz
Erdgas [MWh/a]	21.384	3.150	8.716	11.866	-9.518
Strom [MWh/a]	748	1.639	-53	1.586	+838

Nach Durchführung der gegenwärtig laufenden Optimierungsmaßnahmen und vollständigem Betrieb aller Anlagenteile im W60-System wird prognostiziert, dass die möglichen Erdgas-Einsparungen die Erwartungen sogar um 6% übertreffen können. Die möglichen Stromeinsparungen können auf 137% des Erwarteten ansteigen.



	Erwartet 2014	Erreicht W40	Prognose W60	Prognose Gesamt	Differenz
Erdgas [MWh/a]	21.384	3.150	19.525	22.675	+1.291
Strom [MWh/a]	748	1.639	132	1.771	+1.023

#### 5.4 Ausblick/ Prospects

Der Einsatz des MARS Systems in der hier umgesetzten Ausführung ist an Käsestandorten mit angebundener Molkenveredelung ideal möglich (Außerhalb und innerhalb der DMK Gruppe). Zudem kann diese Technik sehr gut in anderen heterogen strukturierten Molkereistandorten eingesetzt werden. Grundsätzlich gibt es in der Lebensmittelindustrie große Multiplikationsmöglichkeiten, da die Produktionsprozesse aus Hygienegründen regelmäßig und intensiv gereinigt werden müssen und in der Regel thermische Energie zur Haltbarmachung der Produkte- und in direkter Folge Kälteenergie eingesetzt wird.

Insgesamt geht von MARS ein erhebliches Ressourceneffizienzpotential aus, da dieses System als Basisinfrastruktursystem konzipiert ist und somit Optimierungen für eine große Anzahl verschiedenster Produktionsprozesse an einem Standort ermöglicht.

MARS zeigt zudem, dass eine wirtschaftliche Teilumstellung der Wärmeversorgung in den Produktionsprozessen von Dampf auf Heizwasser möglich ist und damit eine Reihe von „Multi-Benefit“-Einsparungen und Qualitätsverbesserungen erreicht werden können. Zudem eröffnen diese mit Wärme- und Kältespeichern ausgerüsteten Infrastrukturen den direkten Einsatz von erneuerbaren Wärmeerzeugungstechnologien, Wärmepumpen, Niedertemperaturabwärme aus KWK-Prozessen zum Zwecke der Nachheizung. Diese Infrastrukturen können auch im Werksneubau zum Einsatz kommen und somit in einem breiten Anwendungsfeld erheblich zur Dekarbonisierung und Ressourceneffizienz in der Milch- und Lebensmittelindustrie beitragen.

## 5. Summary

### 5.1 Introduction

DMK Deutsches Milchkontor is Germany's largest dairy company, processing 6.7 billion kilograms of milk. DMK is an association of around 9,400 milk producers and cooperative shareholders. The Altentreptow site in this association of shareholders manufactures cheese and carries out whey refining via its subsidiary company wheyco GmbH. wheyco GmbH produces lactose, whey permeate and highly concentrated whey proteins in powder form as the end products of whey refining.

Due to continually increasing production quantities that to a great extent are due to the increasing demand for whey refining products, the equipment at the Altentreptow site is reaching its limits with regards to energy supply, but also in terms of fresh water supply and wastewater treatment. While the power supply could be secured by installing a second medium voltage feed, a more complex intervention is necessary in nearly all of the relevant production processes, as well as intelligent networking of these processes at the site for the wastewater and fresh water problems, and the energy efficiency problems that are associated with this. These problems are to be solved permanently and in an integrated manner which will enable sustainable company growth at the site.

### 5.2 Project implementation

The central objectives of the project were as follows:

- Reducing primary energy consumption of the site by approximately 25,000 MWh/a
- Reducing CO<sub>2</sub> emissions by approximately 4,700 tonnes/a
- Reducing wastewater discharge temperatures in the wastewater treatment plant by approximately 5°C
- Reducing contamination discharge into the wastewater treatment facility by approximately 500 tonnes/a to approximately 1,000 tonnes/a of COD
- Regulated and uniform injection of cleaning and flushing waters into the wastewater sewer system and the wastewater treatment facility (avoiding hydraulic bottlenecks)
- Increasing production times of the filtration systems by approximately 5% to 7%

The solution approach consists of an overall unified achievement of these objectives via three systems that are connected to each other and all facilities, and that are connected to the existing processes at 39 points. With these systems, a new infrastructure will be created which will greatly reduce the primary energy and resource consumption of the plant and will thus create the requirements to be able to integrate new production processes cost effectively, quickly and in a resource and energy efficient manner in the future.

Two heat recovery systems and a matter collection system were installed. The heat recovery system was installed as a cascade with two temperature classes. The low temperature level forms the W40 system with 13°C return flow temperature and up to 40°C flow temperature. The W40 system is implemented as a closed circuit with its own heat buffer storage tank (300m<sup>3</sup>). 8 processes were connected to this system. The next higher temperature level with approx. 20°C return flow temperature and up to 60°C flow temperature is referred to as the W60 system. The W60 system was also

implemented as a closed circuit with its own heat buffer storage tank (200m<sup>3</sup>). 22 processes were connected here.

In the matter collection system, 4 collection tanks for differentiated wastewater collection were installed. 8 different systems feed into these tanks. From these tanks, the wastewater was cooled by the W60 system and discharged into the sewer system. Alongside collecting wastewater, providing warm flushing water for 4 filtration systems is a component of the matter collection system.

### 5.3 Project results

The W40 system has now been running for about 2 years fully automatically and with an availability of approximately 100%. The W40 system has already established itself as a core component of the dairy's efficiency infrastructure after a short start-up and acclimatisation phase. The technical production requirements for hygiene and the pressure differential in the W40 system have been fully achieved. The objectives of energy and resource savings were clearly exceeded in parts. The electricity savings were 1,639 MWh/a (forecasted in the application: 748 MWh/a). The natural gas savings as a result of steam substitution are 3,150 MWh/a (forecast: 2,988 MWh/a). Reducing fresh water consumption is 13,557 m<sup>3</sup>/a, the reduction in wastewater creation is 18,013 m<sup>3</sup>/a. The fresh water and wastewater savings were expected in advance but were not quantified. They are the result of high cooling energy conservation.

There are still currently optimisation measures ongoing on individual sub-processes in the W60 system. Therefore, not all sub-processes are yet being operated in continuous operation. The rest of the system has now been running for around 9 months automatically and with an availability of approximately 100%. The natural gas savings achieved as a result of steam substitution are 8,716 MWh/a. The wastewater temperature at the wheyco intake could be reduced by approximately 2.1°C on average. By removing the dredged sediment, a reduction of the contamination load of around 12kg COD per day can be achieved.

After optimisation measures have been successfully implemented, this is planned for the end of October, natural gas savings of 19,525 MWh/a and electricity savings of 132 MWh/a are expected. Furthermore, a reduction of the wastewater temperature in the wheyco infeed of an additional 3°C is expected. Test operations of warm flushing at the filtration plants have shown that production time can be increased by 3 to 5% by reducing cleaning time.

At the current level of optimisation, around 45% less natural gas has been saved compared to the forecast from 2014. Electricity savings are an additional 112%.

	Expected 2014	Achieved W40	Achieved W60	Achieved Overall	Difference
Natural gas [MWh/a]	21,384	3,150	8,716	11,866	-9,518
Electricity [MWh/a]	748	1,639	-53	1,586	+838

After implementing optimisation measures that are currently ongoing and full operation of all system parts in the W60 system, it is forecasted that the potential natural gas savings could even exceed expectations by around 6%. Potential electricity savings could increase by 137% of what was expected.

	Expected 2014	Achieved W40	Forecast W60	Forecast Overall	Difference
Natural gas [MWh/a]	21,384	3,150	19,525	22,675	+1,291
Electricity [MWh/a]	748	1,639	132	1,771	+1,023

#### 5.4 Prospects

Ideally, the MARS system in the design that has been implemented here can be used at cheese dairy sites with connected whey refining (both inside and outside the DMK Group). In addition, this technology can also be implemented very well in other heterogeneously structured dairy plants. In the foodstuff industry, there are fundamentally large multiplication options, as the production processes must be regularly and intensively cleaned for hygiene reasons and in general, thermal energy is used to preserve products, and directly afterwards cooling energy is used.

Overall, MARS represents a considerable resource efficiency potential, as this system has been designed as a base infrastructure system and it thus enables optimisation for a large number of different production processes at one site.

MARS also shows that a cost-effective partial shift from steam to hot water in heat supply in the production processes is possible and that there can thus be a series of "multi-benefit" savings and quality improvements achieved. Furthermore, this infrastructure fitted with heat storage and cold storage opens up direct use of renewable heat generating technologies, heat pumps or low temperature waste heat from cogeneration processes for the purpose of reheating. This infrastructure could also be used in newly built plants and it could thus contribute significantly to decarbonisation and resource efficiency in a wide range of applications in the milk and foodstuff industry.

## **6. Anhang**

- Anlage 1: Messprotokolle
- Anlage 2: Verfahrensschemata
- Anlage 3: Dokumentation Projektablauf
- Anlage 4: Messergebnisse Sedimentation



## **Anlage Nr. 1**

Messprotokolle MARS:

1. Kalte Messperiode W40-System
2. Warme Messperiode W40-System
3. Kalte Messperiode W60-System
4. Warme Messperiode W60-System

## Nachbetrachtung Einsparrechnung - Energiemengen W40-System

### Nachbetrachtung - Dampf-Einsparungen (Wärme)

	ϕ V	cP	T_oben	Δ T	T_unten	P	Q		
Senken	[m³/h]	[kJ/(kg·K)]	[°C]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]	Anteile	
KME	31,3	3,9	29,04	19,17	9,87	1.070	9.369	80%	
Nachheizung Dampf am KME							-46	-403	
BWW	12	4,18	40,63	30,63	10	427	3.741	32%	
Nachheizung Dampf am BWW							-118	-1.034	
Nachheizung Dampf am BWW							-3	-23	
Einspareffekt durch Umsetzung W60 auf W40 (Nachheizung W40-System):								-1.437	
[entfällt bei Inbetriebnahme W60; dann Nachheizung mit W60 anstatt Nachheizung mit Dampf]									
Summe:								11.631	
vorhand. Wärmeschaukel Brüdensystem:								9.079	
							Differenz	2.572	

### Nachbetrachtung - Eiswasser-Einsparungen (Kälte)

	ϕ V	cP	mit Brüden		mit W40				
Quellen	[m³/h]	[kJ/(kg·K)]	T_aus VK	Δ T	T_aus VK	P	Q		Anteile
			[°C]	[°C]	[°C]	[kW]	[MWh / a]		
Molkekühler 417	18,3	4	23,01	10,7	14,3	220	1.927	46%	
Molkekühler 418	23,8	4	24,92	9,3	13,4	252	2.205	53%	
RahmKü 210	0,3	3,6	20,01	4,0	16,0	1	11	0%	
RahmKü 220	0,8	3,6	20,02	4,6	13,4	4	32	1%	
Kulturentanks	0,4	3,9	30	0,0	30,0	0	0	0%	
Molkerahmtanks	0,3	4	30	0,0	30,0	0	0	0%	
Summe:						477	4.175	100%	

## EINSPARUNG GESAMT W40-System

Aus Messperiode ermittelte Einsparung		W40 - COP-Anlage	
Dampf-Einsparung (Wärme) (ohne W60)	2.572 MWh <sub>Wärme</sub> / a	0,89 kWh Dampf / kWh <sub>Gas</sub> - Kessel	
		1,09 Entgaserdampf faktor	
		0,64 MWh/t Dampf - Energiegehalt Dampf	
Eiswasser-Einsparung (Kälte)	4.175 MWh <sub>Kälte</sub> / a	3,32 kWh <sub>Kälte</sub> / kWh <sub>Strom</sub> - Kälteanlage alt	
Eiswasser-Einsparung (Kälte)	4.175 MWh <sub>Kälte</sub> / a	3,69 kWh <sub>Kälte</sub> / kWh <sub>Strom</sub> - Kälteanlage	
Eiswasser-Einsparung (Kälte-div + Schleicher) DMK Betriebsraum	1.402 MWh <sub>Kälte</sub> / a	Durchschnittliche Leistungsreduzierung nach Umschluss Kälte (DMK Betriebsraum) 160kW	

### W40 - Einsparung Energiemengen "kalte Periode"

STROM	
Einsparung Strom aus Kälte (EW)	1.131.395 kWh <sub>Strom</sub> / a
Eiswasser-Einsparung (Kälte-div + Schleicher) DMK Betriebsraum	379.837 kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromverbrauch eigen W40-System	-224.256 kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromeinsparung Brüdenpumpen (zentral)	159.432 kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromeinsparung Brüdenpumpen im Feld	188.756 kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromeinsparung Abwasserpumpen	3.603 kWh <sub>Strom</sub> / a
Einsparung Strom Gesamt	1.638.767 kWh <sub>Strom</sub> / a
Unsicherheitsfaktor jahreszeitliche Effekte	0,80 kWh <sub>Strom</sub> / a
Angenommene Einsparung Strom Gesamt	1.311.013 kWh <sub>Strom</sub> / a
GAS	
Einsparung GAS Gesamt	3.149.549 kWh <sub>Gas</sub> / a
WASSER	
Einsparung FW VDK	13.903 m³/a
FW-Verbrauch Michelbach	346 m³/a
Einsparung Frischwasser	13.557 m³/a
Einsparung Abwasser VDK	18.076 m³/a
Abwasseranfall Osmoseanlage	63 m³/a
Einsparung Abwasser	18.013 m³/a

### Nachbetrachtung Einsparrechnung - Energiemengen W40-System

#### Dampf-Einsparungen (Wärme)

Senken	ø V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T <sub>aus</sub> Anwärmer		T <sub>ein</sub> Anwärmer		P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile
			T <sub>oben</sub> [°C]	Δ T [°C]	T <sub>unten</sub> [°C]				
KME	51,5	3,9	29,1	19,4	9,7	1.082	9.481	81%	
Nachheizung WSD							-53	-464	
Nachheizung Dampf am KME							-11	-96	
BWW	12	4,18	39,9	29,9	10	417	3.649	31%	
Nachheizung WSD							-98	-858	
Nachheizung Dampf am BWW							-4	-36	
Nachheizung Dampf am BWW								0	
<b>Summe:</b>								11.675	

Anteil der Senken aus vorhandenem Brüdensyst erschlossen	vorhand. Wärmeschaukel Brüdensystem:	9.079
	Differenz	2.596

#### Eiswasser-Einsparungen (Kälte)

Quellen	ø V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	mit Brüden		mit W40		P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile
			T <sub>aus_VK</sub> [°C]	Δ T [°C]	T <sub>aus_VK</sub> [°C]				
Molkekühler 417	24,1	4	25,01	10,2	14,8	273	2.395	48%	
Molkekühler 418	30,3	4	24,92	8,3	16,6	280	2.454	50%	
RahmKÜ 210	1,0	3,6	20,01	4,7	15,3	5	43	1%	
RahmKÜ 220	1,3	3,6	20,02	5,0	15,0	7	57	1%	
Kulturentanks	0,4	3,9	30	0,0	30,0	0	0	0%	
Molkerahmtanks	0,3	4	30	0,0	30,0	0	0	0%	
<b>Summe:</b>						565	4.949	100%	

### EINSPARUNG GESAMT W40-System

Aus Simulation (Messung) ermittelte Einsparung				COP-Anlage	
				Bei Nachbetrachtung in 2016	
Dampf-Einsparung (Wärme) (ohne WSD)	2.596	MWh <sub>Wärme</sub> / a	0,89	kWh <sub>Dampf</sub> / kWh <sub>Gas</sub> - Kessel	
			1,09	Entgasendampffaktor	
			0,64	MWh <sub>Wärme</sub> / t Dampf - Energiegehalt Dampf	
Eiswasser-Einsparung (Kälte)	4.949	MWh <sub>Kälte</sub> / a	3,52	kWh <sub>Kälte</sub> / kWh <sub>Strom</sub> - Kälteanlage alt	
Eiswasser-Einsparung (Kälte)	4.949	MWh <sub>Kälte</sub> / a	3,69	kWh <sub>Kälte</sub> / kWh <sub>Strom</sub> - Kälteanlage neu	
Eiswasser-Einsparung (Kälte-div + Schleichver) DMK Betriebsraum	1.402	MWh <sub>Kälte</sub> / a		Durchschnittliche Leistungsreduzierung nach Umschluss Kälte (DMK Betriebsraum) 160KW vorher/nachher Umschluss	

W40 - Einsparung Energiemengen "warme Periode"		
<b>STROM</b>		
Einsparung Strom aus Kälte (EW)	1.341.140	kWh <sub>Strom</sub> / a
Eiswasser-Einsparung (Kälte-div + Schleichver) DMK Betriebsraum	379.837	kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromverbrauch eigen W40-System	-224.256	kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromeinsparung Brüdenpumpen (zentral)	159.432	kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromeinsparung Brüdenpumpen im Feld	188.756	kWh <sub>Strom</sub> / a
Stromeinsparung Abwasserpumpen	3.603	kWh <sub>Strom</sub> / a
Einsparung Strom Gesamt	1.848.512	kWh <sub>Strom</sub> / a
Unsicherheitsfaktor jahreszeitliche Effekte	0,80	kWh <sub>Strom</sub> / a
Angenommene Einsparung Strom Gesamt	1.478.810	kWh <sub>Strom</sub> / a
<b>GAS</b>		
Einsparung GAS Gesamt	3.179.761	kWh <sub>Gas</sub> / a
<b>WASSER</b>		
Einsparung FW VDK	13.903	m³/a
FW-Verbrauch Michelbech	346	m³/a
Einsparung Frischwasser	13.557	m³/a
Einsparung Abwasser VDK	18.076	m³/a
Abwasseranfall Osmoseanlage	63	m³/a
Einsparung Abwasser	18.013	m³/a

### Nachbetrachtung OTAS Einsparrechnung - Energiemengen W60-System

Nachbetrachtung wird von der W60-Seite aus berechnet, da hier alle relevanten Messdaten zur Verfügung stehen.

Minutendaten aus Zeitraum vom 23.02.2018 bis 09.03.2018 -> 21600 Minuten = 360 Stunden = 15 Tage

Mittelwerte der Temperaturen bei Vollstrom > Grenzwert

Betriebsstunden im Jahr **8.600**  
mittlere Außentemperatur [°C] **-4**

#### Dampf-Einsparungen (Wärme)

Senken	δV [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anzahl	Messstellen			Kennzahl
								Vol.Strom	T_oben	T_unten	
W40-BWW	9,50	4,18	45,5	31,2	158	1.357	13%	W64TT21	W64TT21	W64TT22	W41WA80
W40-KME	51,90	4,18	32,2	30,7	90	777	8%	W64TT11	W64TT11	W64TT12	W41WA60
Kaltbrüden-Erwärmung	0,00	4,18	0	0	0	0	0%	W67TT10	W67TT10	W67TT11	720WA01
RO-Wasser Filtration	0,00	4,18	0	0	0	0	0%	W65TT01	W65TT05	W65TT06	M54WA01
Außenluft-Vorwärmung NIRO	7,70	4,18	55,5	17,2	325	2.791	27%	W61TT11	W61TT11	W61TT12	W61WA12
Außenluft-Vorwärmung APV	0,80	4,18	60,3	25,2	33	280	3%	W61TT31	W61TT31	W61TT32	W61WA31
Außenluft-Vorwärmung Permeat	12,80	4,18	55,8	26,2	440	3.783	37%	W61TT51	W61TT51	W61TT52	W61WA51
Speisewasser-Vorwärmung	3,30	4,18	58,5	28,8	114	979	10%	W64TT07	W64TT24	W64TT23	W64WA06
<b>Summe:</b>					<b>1.159</b>	<b>9.967</b>	<b>97%</b>				

#### Heißluft-Einsparungen (Wärme)

Senken	δV [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anzahl	Messstellen			Kennzahl
								Vol.Strom	T_oben	T_unten	
Fließbett Sektion 1+2	0,50	4,18	55,9	29,8	15	130	1%	W61TT62	W61TT64	W61TT65	W61WA62
Fließbett Sektion 3+4	0,50	4,18	55,9	15,3	24	203	2%	W61TT61	W61TT61	W61TT62	W61WA61
<b>Summe:</b>					<b>39</b>	<b>333</b>	<b>3%</b>				

#### Dampfverbrauch Nachheizung

	δV [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anzahl	Messstellen			Kennzahl
								Vol.Strom	T_oben	T_unten	
Dampfnachheizung	7,40	4,18	55,8	29,8	-223	-1.921		W60TT02	W60TT15	W60TT14	W60WA01
<b>Summe:</b>						<b>-1.921</b>					

#### Kühlturm-Einsparungen (Kälte)

Quellen	δV [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anzahl	Messstellen			Kennzahl
								Vol.Strom	T_oben	T_unten	
ED 540	0,00	4,18	0	0	0	0	0%				
Kristaller	0,00	4,18	0	0	0	0	0%	W62TT51	W62TT51	W62TT50	1570HB01
<b>Summe:</b>					<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>				

#### Quellen ohne Einsparungen

Quellen	δV [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anzahl	Messstellen			Kennzahl
								Vol.Strom	T_oben	T_unten	
Abgas-WT Kessel 1 + 2	6,40	4,18	57	27,2	221	1.904	24%	W64TT05	W64TT08	W64TT07	W64WA01
Abzählung	0,30	4,18	52,1	27,4	9	74	1%	W64TT06	W64TT10	W64TT09	W64WA05
Druckluft	4,10	4,18	64,6	27,2	178	1.531	19%	W64TT04	W64TT06	W64TT05	W64WA04
NHS-Enthalzer	3,30	4,18	56,5	28,2	108	933	12%	W64TT02	W64TT27	W64TT26	W64WA03
Ölschling	0,00	4,18	0	0	0	0	0%				
Abwasser Filtration	0,00	4,18	0	0	0	0	0%	W65TT02	W65TT08	W65TT07	M55WA01
Abwasser Lauge	1,00	4,18	49,9	28,7	25	212	3%	W66TT02	W66TT08	W66TT07	M50WA01
Abwasser Säure	0,60	4,18	47,6	28,3	13	116	1%	W66TT03	W66TT06	W66TT05	M50WA02
Abwasser Brüdenkondensat	2,70	4,18	55,9	28,6	86	736	9%	W66TT04	W66TT04	W66TT03	M50WA03
Abluft NIRO	7,50	4,18	50,9	30,6	177	1.520	19%	W61TT12	W61TT14	W61TT13	W61WA14
Abluft APV	3,50	4,18	60,5	33,9	108	930	12%	W61TT32	W61TT36	W61TT35	W61WA32
<b>Summe:</b>					<b>925</b>	<b>7.955</b>	<b>100%</b>				

#### Kälteverbrauch Notkühlung

	δV [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anzahl	Messstellen			Kennzahl
								Vol.Strom	T_oben	T_unten	
Notkühlung	0,00	4,18	0	0	0	0		W69TT01	W69TT05	W69TT02	W69WA01
<b>Summe:</b>					<b>0</b>	<b>0</b>					

	P [kW]	Q [MWh / a]
<b>Summe Senken</b>	<b>-974</b>	<b>-8.379</b>
<b>Summe Quellen</b>	<b>925</b>	<b>7.955</b>
<b>Differenz</b>	<b>-49</b>	<b>-424</b>

#### EINSPARUNG GESAMT W60-System

Einsparung	MWh ges. / a	COP-Anlage	kWh ges. / kWh ges. - Kessel
<b>Dampf-Einsparung (Wärme)</b>	<b>8.046</b>	<b>0,895</b>	<b>1,08</b>
			<b>0,64</b>
<b>Heißluft-Einsparung (Wärme)</b>	<b>333</b>	<b>0,78</b>	<b>MWh/T Dampf - Energiegehalt Dampf</b>
			<b>kWh Heißluft / kWh ges. - Gas-Luft-Enthalzer</b>
<b>Kühlturm-Einsparung (Kälte)</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>kWh ges. / kWh ges. - Kühlturm</b>
<b>Kühlturm-Aufwendungen (Kälte, Michelbach)</b>	<b>0</b>	<b>13.595</b>	<b>kWh ges. / kWh ges. - Kühlturm</b>
<b>Zusätzlicher Strom für Pumpen W60</b>	<b>63</b>		<b>MCC wileyco 4,73 kW</b>
			<b>MCC DMK 2,58 kW</b>

Einsparungen Energiemengen	
<b>Einsparung GAS</b>	<b>10.138.927 kWh<sub>ges.</sub> / a</b>
<b>Einsparung Strom</b>	<b>-62.866 kWh<sub>ges.</sub> / a</b>
<b>Einsparungen Frischwasser</b>	<b>0 m³/a</b>
<b>Einsparungen Abwasser</b>	<b>0 m³/a</b>

Nachbetrachtung OTAS Einsparrechnung - Energiemengen W60-System											
Nachbetrachtung wird von der W60-Seite aus berechnet, da hier alle relevanten Messdaten zur Verfügung stehen.											
Minutendaten aus Zeitraum vom 20.06.2018 bis 04.07.2018 -> 21600 Minuten = 360 Stunde = 15 Tage											
Mittelwerte der Temperaturen bei Vollstrom > Grenzwert											
<b>Dampf-Einsparungen (Wärme)</b>											
Senken	g V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile	Messstellen	Kennzahl		
W40-SWW	8,40	4,18	41,9	31,9	98	839	13%	W64FT21	W64TT21	W64TT22	W41WA60
W40-KME	41,70	4,18	32,7	31,6	53	458	7%	W64FT11	W64TT11	W64TT12	W41WA60
Kaltbrüden-Erwärmung	0,00	4,18	0	0	0	0	0%	W67FT10	W67TT10	W67TT11	720WA01
RO-Wasser Filtration	0,20	4,18	56,7	14,7	10	84	1%	W65FT01	W65TT05	W65TT06	MS4WA01
Außenluft-Vorwärmung NRO	4,30	4,18	54,5	25,6	144	1.241	20%	W61FT11	W61TT11	W61TT12	W61WA12
Außenluft-Vorwärmung APV	0,30	4,18	58,8	31,3	10	82	1%	W61FT31	W61TT31	W61TT32	W61WA31
Außenluft-Vorwärmung Permeat	7,00	4,18	58,8	31,3	224	1.922	30%	W61FT51	W61TT51	W61TT52	W61WA51
Speisewasser-Vorwärmung	5,30	4,18	57,4	28,9	169	1.451	23%	W64FT07	W64TT24	W64TT23	W64WA06
<b>Summe:</b>					<b>707</b>	<b>6.098</b>	<b>98%</b>				
<b>Heißluft-Einsparungen (Wärme)</b>											
Senken	g V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile	Messstellen	Kennzahl		
Fließbett Sektion 1+2	0,45	4,18	55	32,5	12	101	2%	W61FT62	W61TT64	W61TT65	W61WA62
Fließbett Sektion 3+4	0,36	4,18	55,1	15,3	17	143	2%	W61FT61	W61TT61	W61TT62	W61WA61
<b>Summe:</b>					<b>28</b>	<b>244</b>	<b>4%</b>				
<b>Dampfverbrauch Nachheizung</b>											
Senken	g V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile	Messstellen	Kennzahl		
Dampfnachheizung	0,20	4,18	55,5	34,5	-5	-42		W60FT02	W60TT15	W60TT14	W60WA01
<b>Summe:</b>						<b>-42</b>					
<b>Kühlturm-Einsparungen (Kälte)</b>											
Quellen	g V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile	Messstellen	Kennzahl		
ED 540	0,00	4,18	0	0	0	0	0%				
Kristalller	0,00	4,18	0	0	0	0	0%	W62FT51	W62TT51	W62TT50	1570HE01
<b>Summe:</b>					<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>				
<b>Quellen ohne Einsparungen</b>											
Quellen	g V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile	Messstellen	Kennzahl		
Abgas-WT Kessel 1 + 2	5,40	4,18	57	29	176	1.510	25%	W64FT05	W64TT08	W64TT07	W64WA01
Abzuluft	0,23	4,18	54,5	29,2	7	58	1%	W64FT06	W64TT10	W64TT09	W64WA05
Druckluft	4,00	4,18	62,2	28,9	155	1.330	22%	W64FT04	W64TT06	W64TT05	W64WA04
NOG-Erhitzer	5,80	4,18	55	28,8	176	1.517	25%	W64FT02	W64TT27	W64TT26	W64WA03
Ölkühlung	0,00	4,18	0	0	0	0	0%				
Abwasser Filtration	0,20	4,18	31,9	16,7	4	30	0%	W65FT02	W65TT08	W65TT07	MS5WA01
Abwasser Lauge	1,30	4,18	49,6	29,5	26	221	4%	W66FT02	W66TT08	W66TT07	MS0WA01
Abwasser Säure	1,50	4,18	51,3	29,1	39	333	5%	W66FT03	W66TT06	W66TT05	MS0WA02
Abwasser Brüdenkondensat	2,20	4,18	59,7	29,3	78	668	11%	W66FT04	W66TT04	W66TT03	MS0WA03
Abluft NRO	2,60	4,18	51,6	35	50	431	7%	W61FT12	W61TT14	W61TT13	W61WA14
Abluft APV	0,00	4,18	0	0	0	0	0%	W61FT32	W61TT36	W61TT35	W61WA32
<b>Summe:</b>					<b>709</b>	<b>6.098</b>	<b>100%</b>				
<b>Kälteverbrauch Notkühlung</b>											
Senken	g V [m³/h]	cP [kJ/(kg*K)]	T_oben [°C]	T_unten [°C]	P [kW]	Q [MWh / a]	Anteile	Messstellen	Kennzahl		
Notkühlung	0,00	4,18	0	0	0	0		W69FT01	W69TT01	W69TT02	W69WA01
<b>Summe:</b>					<b>0</b>	<b>0</b>					
					<b>P</b>	<b>Q</b>					
					[kW]	[MWh / a]					
<b>Summe Senken</b>					-710	-6.280					
<b>Summe Quellen</b>					709	6.098					
<b>Differenz</b>					-21	-182					
<b>EINSPARUNG GESAMT W60-System</b>											
<b>Dampf-Einsparung (Wärme)</b>											
	6.036	MWh <sub>senk</sub> / a	0,805	kWh <sub>dampf</sub> / kWh <sub>senk</sub> - Kessel							
			1,08	Ertgasendampffaktor							
			0,64	MWh <sub>senk</sub> / MWh <sub>senk</sub> - Energiegehalt Dampf							
<b>Heißluft-Einsparung (Wärme)</b>	244	MWh <sub>senk</sub> / a	0,78	kWh Heißluft / kWh <sub>senk</sub> - Gas-Luft-Erhitzer							
<b>Kühlturm-Einsparung (Kälte)</b>											
<b>Kühlturm-Aufwendungen (Xilts, Michelbach)</b>	0	MWh <sub>senk</sub> / a	15	kWh <sub>Kälte</sub> / kWh <sub>senk</sub> - Kühlturm							
<b>Zusätzlicher Strom für Pumpen W60</b>	45	MWh <sub>senk</sub> / a	11,595	kWh <sub>Kälte</sub> / kWh <sub>senk</sub> - Kühlturm							
			3,22	MCC whyecc							
			2,00	MCC DMK							
<b>Einsparungen Energiemengen</b>											
<b>Einsparung GAS</b>	7.598.254	kWh <sub>senk</sub> / a									
<b>Einsparung Strom</b>	-44.892	kWh <sub>senk</sub> / a									
<b>Einsparungen Frischwasser</b>	0	m³/a									
<b>Einsparungen Abwasser</b>	0	m³/a									

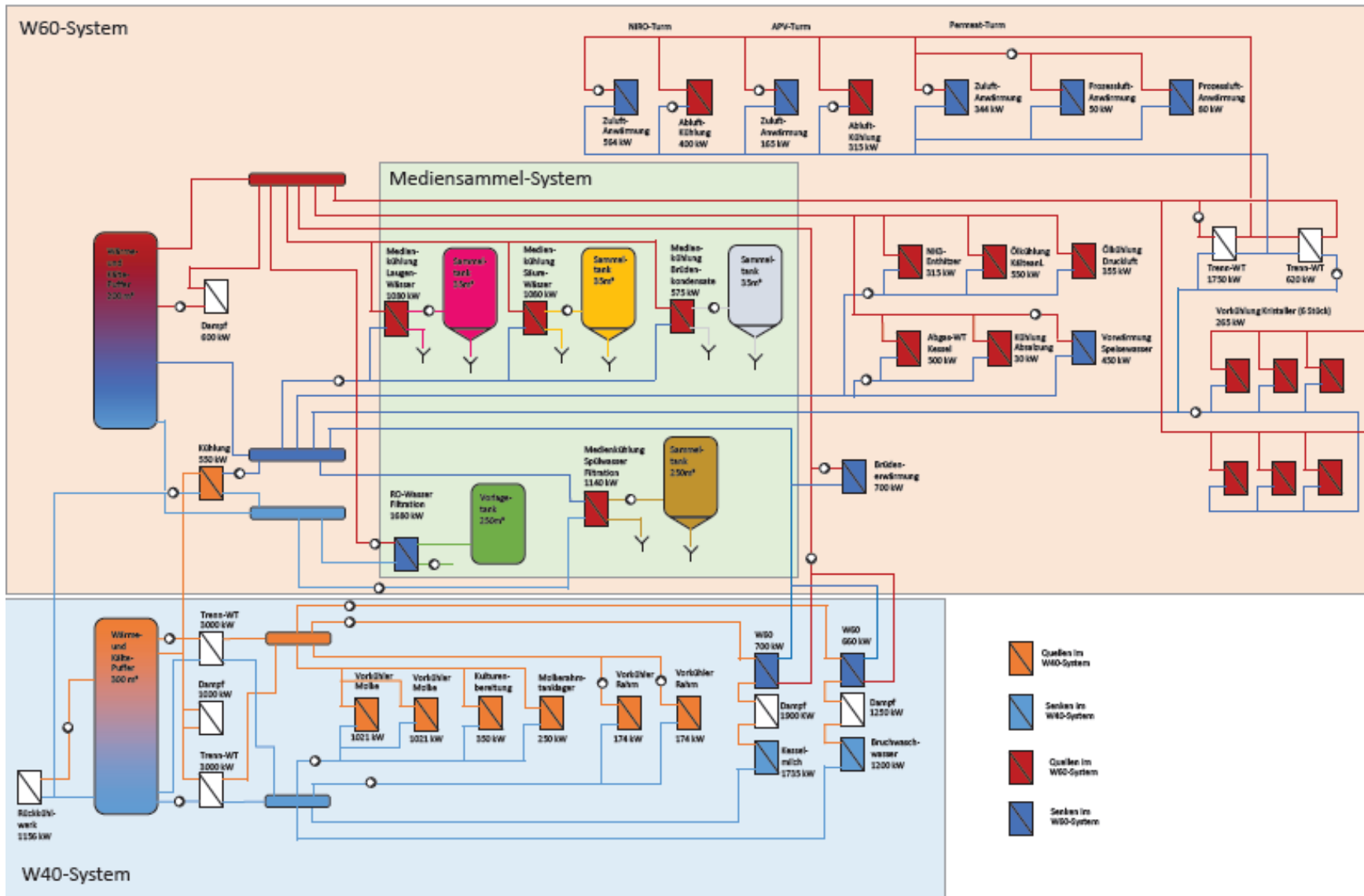


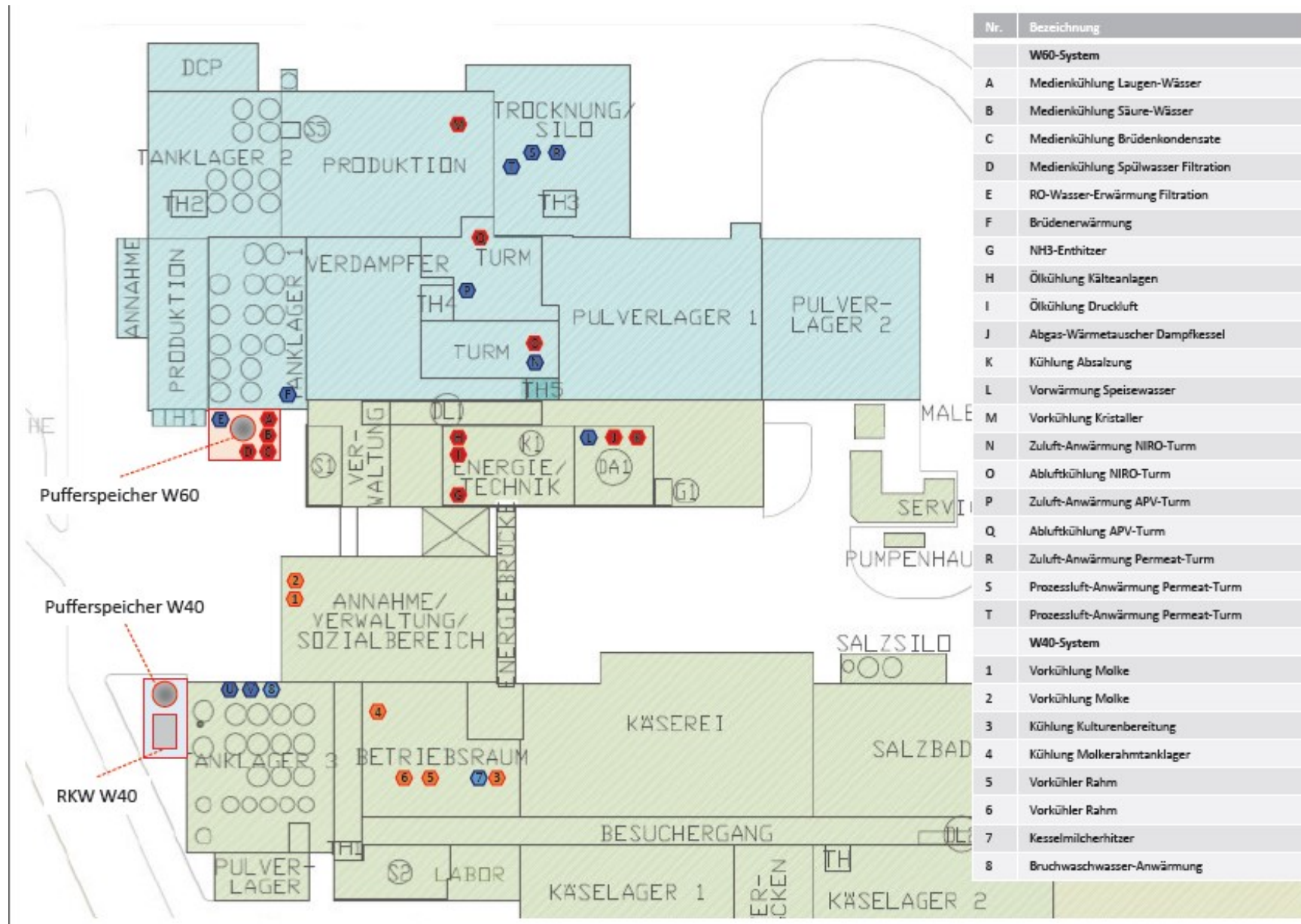
## **Anlage Nr. 2**

Verfahrensschemata MARS:

1. Schema Gesamtsystem MARS
2. Örtliche Zuordnung Gesamtsystem MARS
3. Schema Teilsystem W40-System
4. Schema Teilsystem W60-System
5. Schema Mediensammelsystem und örtliche Zuordnung

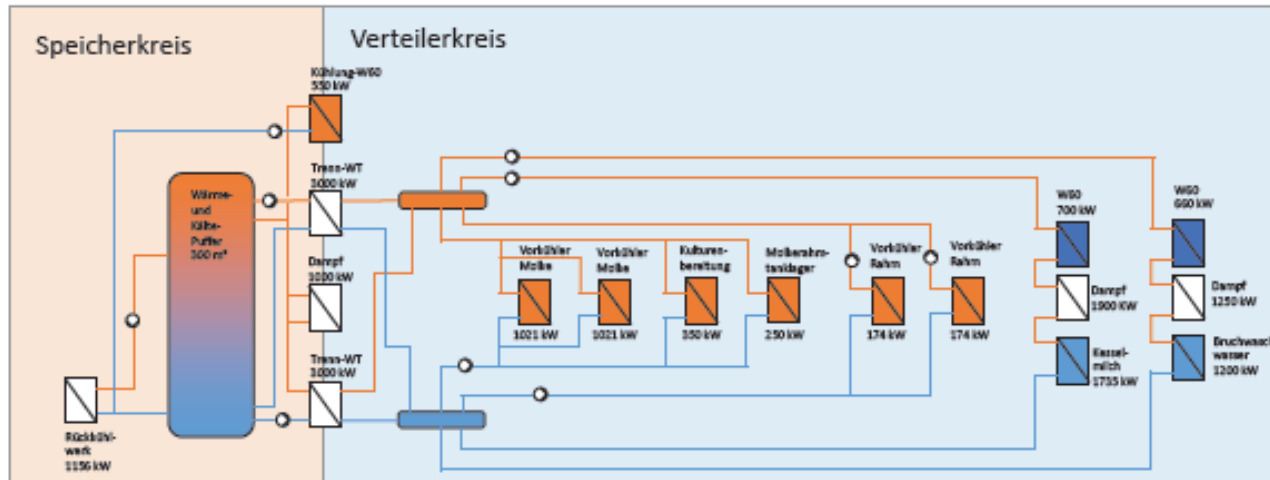
MARS-System

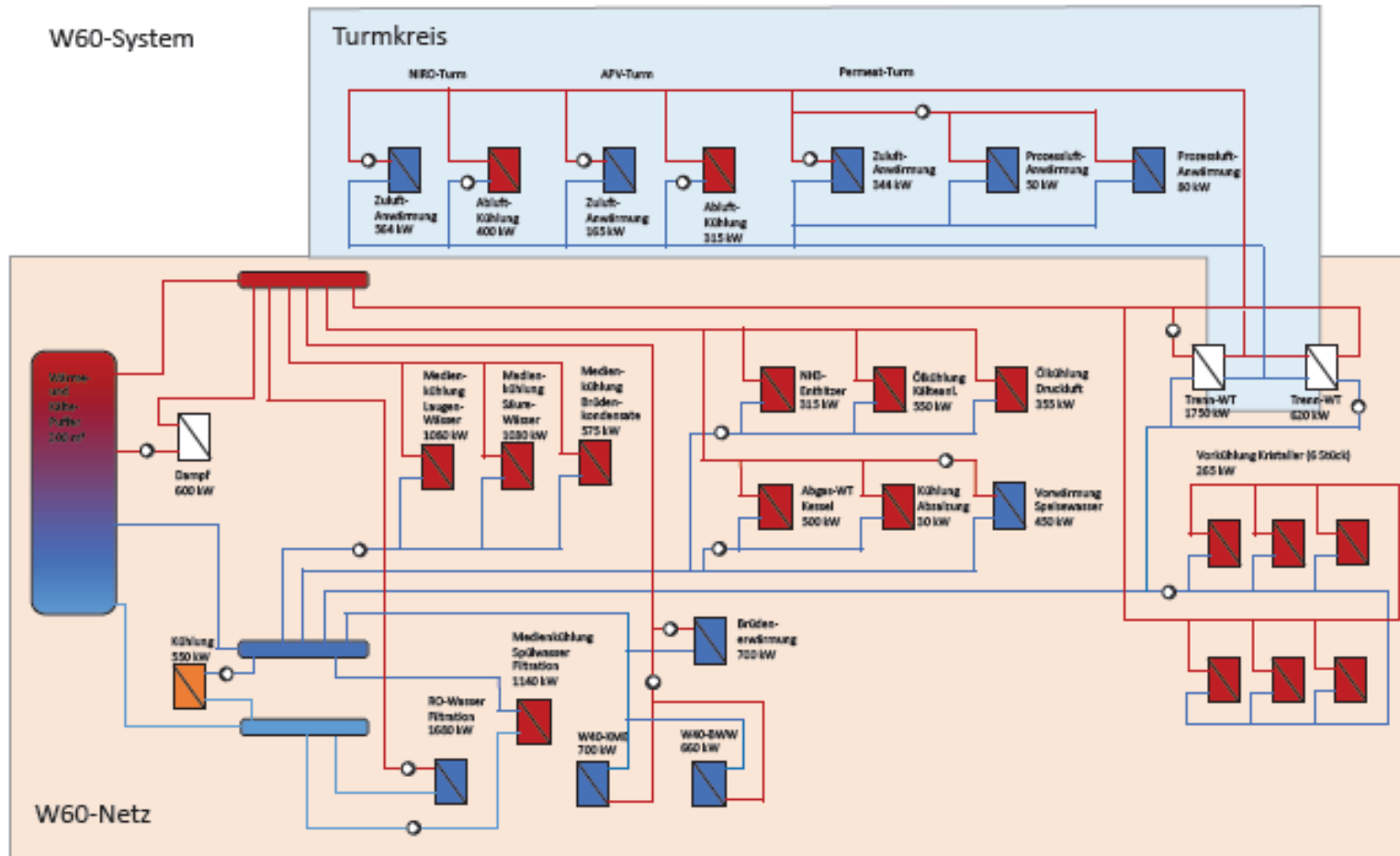




Nr.	Bezeichnung
<b>W60-System</b>	
A	Medienkühlung Laugen-Wässer
B	Medienkühlung Säure-Wässer
C	Medienkühlung Brüdenkondensate
D	Medienkühlung Spülwasser Filtration
E	RO-Wasser-Erwärmung Filtration
F	Brüdenenerwärmung
G	NH3-Enthitzer
H	Ölkühlung Kälteanlagen
I	Ölkühlung Druckluft
J	Abgas-Wärmetauscher Dampfkessel
K	Kühlung Absalzung
L	Vorwärmung Speisewasser
M	Vorkühlung Kristaller
N	Zuluft-Anwärmung NIRO-Turm
O	Abluftkühlung NIRO-Turm
P	Zuluft-Anwärmung APV-Turm
Q	Abluftkühlung APV-Turm
R	Zuluft-Anwärmung Permeat-Turm
S	Prozessluft-Anwärmung Permeat-Turm
T	Prozessluft-Anwärmung Permeat-Turm
<b>W40-System</b>	
1	Vorkühlung Molke
2	Vorkühlung Molke
3	Kühlung Kulturenbereitung
4	Kühlung Molkerahmtanklager
5	Vorkühler Rahm
6	Vorkühler Rahm
7	Kesselmilcherhitzer
8	Bruchwaschwasser-Anwärmung

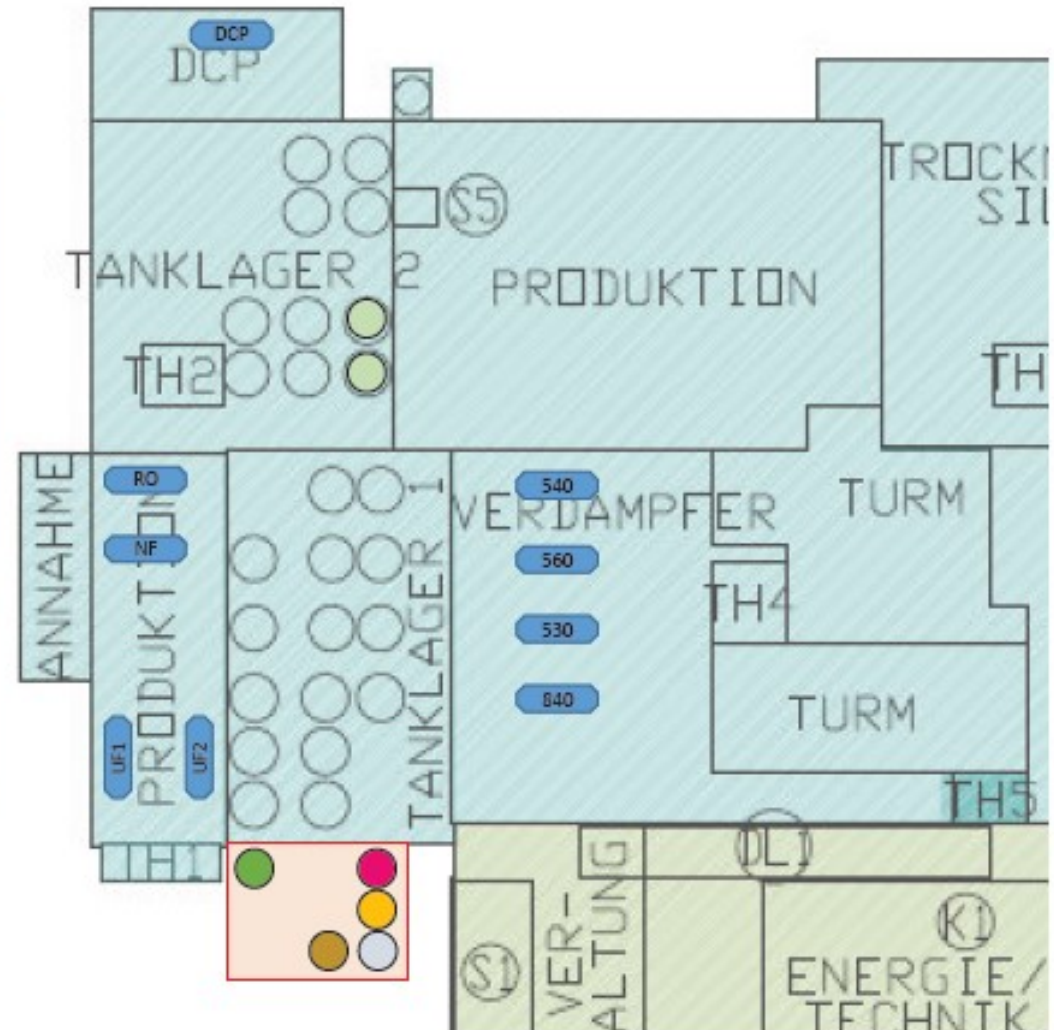
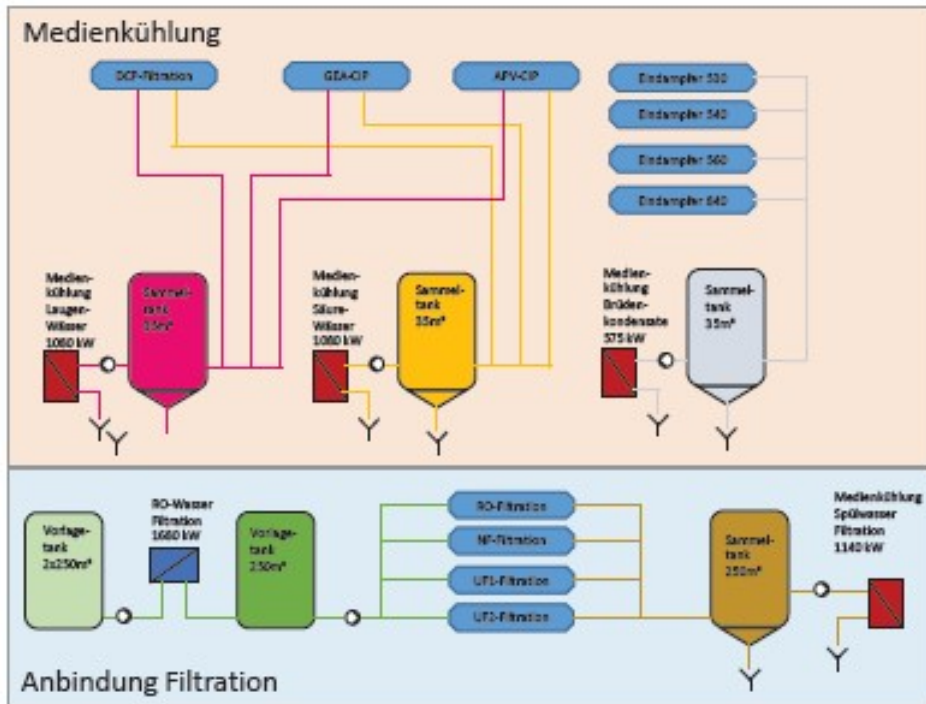
W40-System







Mediensammel-System

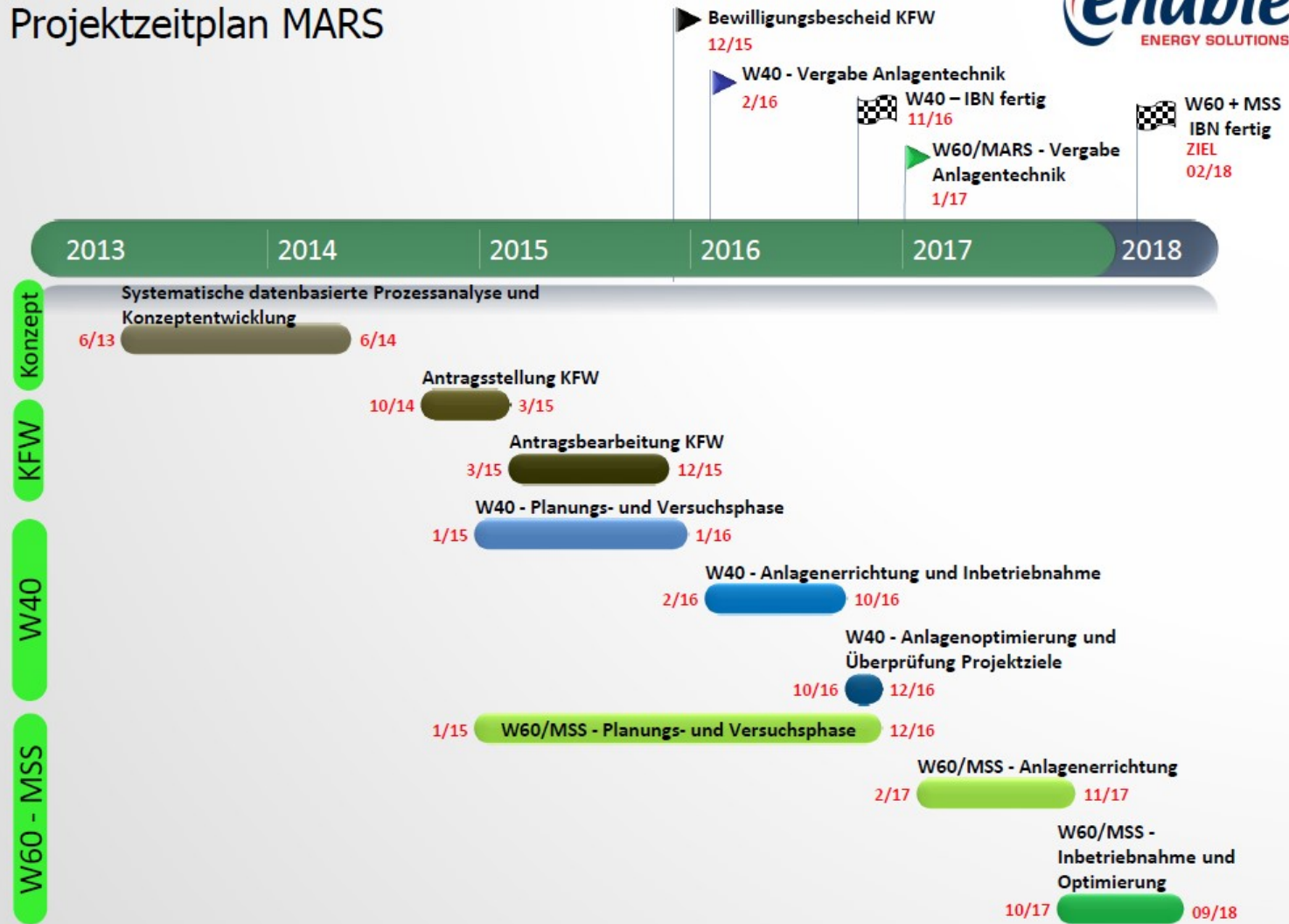




Abschlussbericht MARS  
Anlage 3  
Dokumentation Projektablauf



# Projektzeitplan MARS



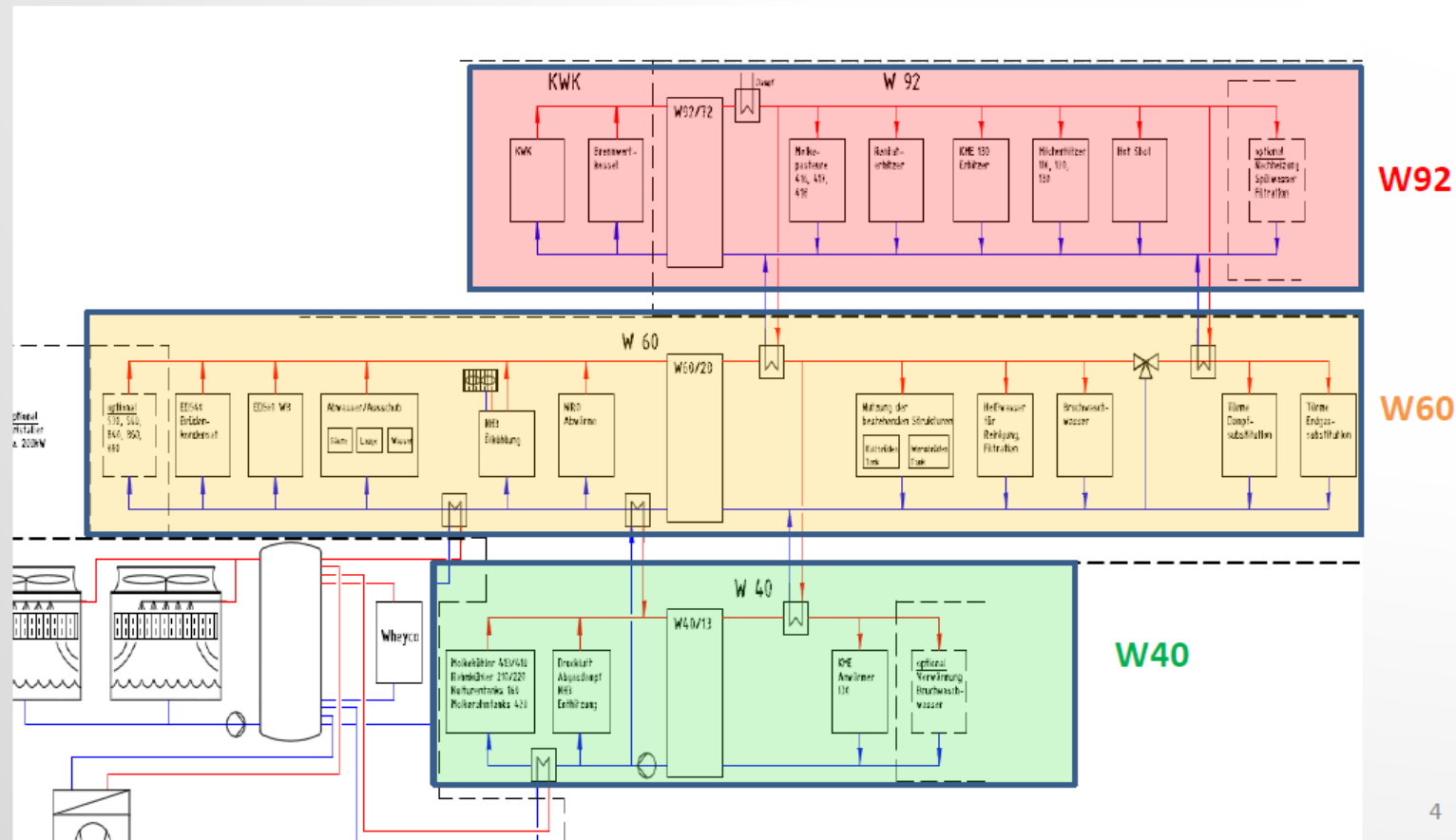
## Prozessanalyse und Projektentwicklung



## Prozessanalyse und Projektentwicklung



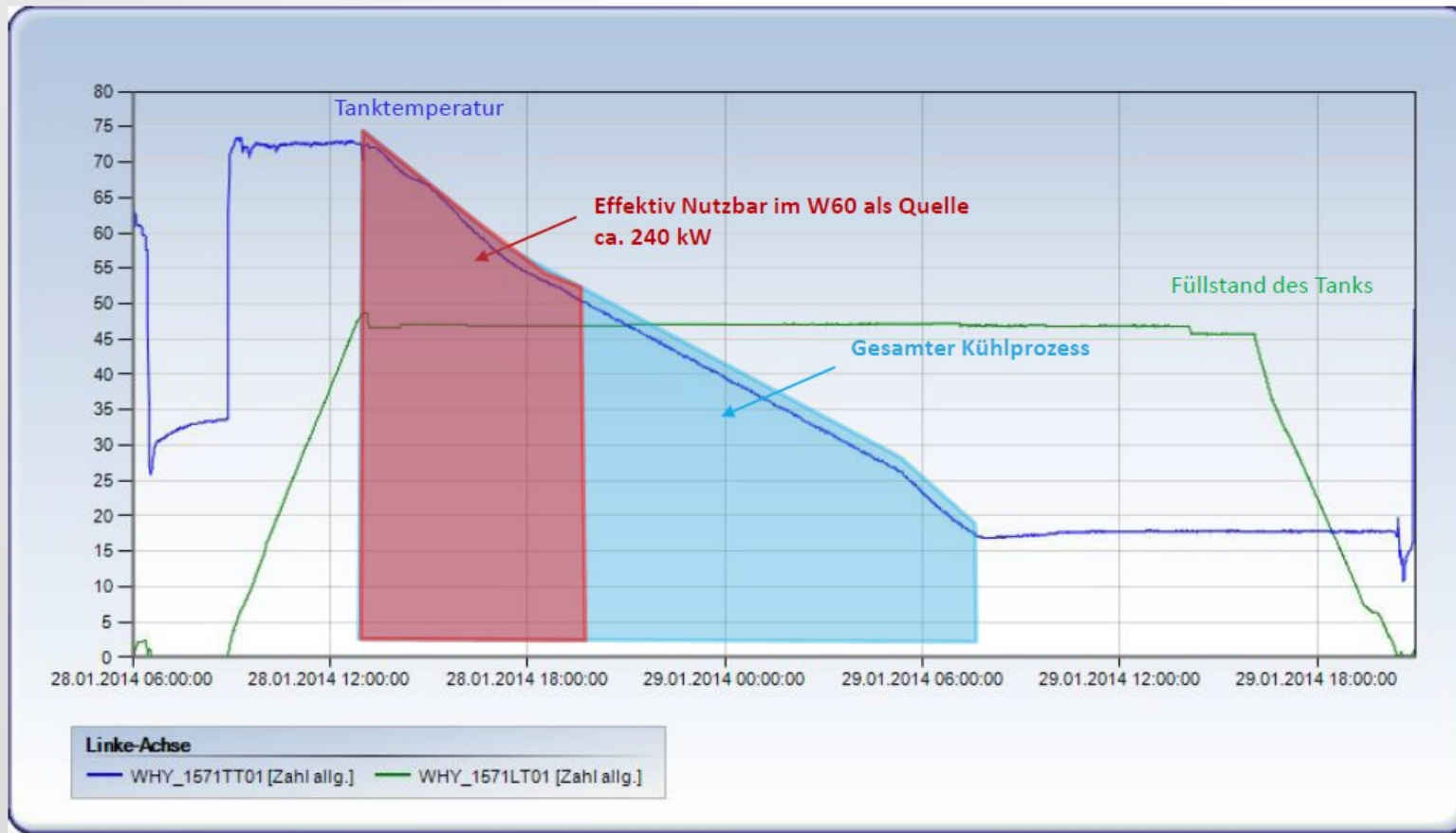
### Basiskonzept nach Prozessanalyse 2014





## Prozessanalyse und Projektentwicklung

### Datenanalyse am Beispiel der Kristaller-Kühlung



## Prozessanalyse und Projektentwicklung

### Energiebilanz W40 nach Prozessanalyse

KenngroÙe	Summe	Mitte
<b>Thermische Leistung aus WRG Quellen</b>	<b>14.491 MWh</b>	<b>1.654 kW</b>
<i>Molke Tank 421</i>	90 MWh	10 kW
<i>Rahmkühler 220</i>	653 MWh	75 kW
<i>Rahmkühler 210</i>	251 MWh	29 kW
<i>Molkekühler 418</i>	6.331 MWh	723 kW
<i>Molkekühler 417</i>	3.572 MWh	408 kW
<i>Kulturenkühler</i>	130 MWh	15 kW
<i>Alte WRG</i>	3.209 MWh	366 kW
<b>Überschusswärme aus W60 Notkühlung</b>	<b>255 MWh</b>	<b>29 kW</b>
<b>Nachheizung aus W92</b>	<b>656 MWh</b>	<b>75 kW</b>
<b>Thermische Leistung an WRG Senken</b>	<b>11.576 MWh</b>	<b>1.322 kW</b>
<i>Kesselmilcherhitzer KME 130</i>	8.638 MWh	986 kW
<i>Bruchwaschwasser (auf 20 °C)</i>	2.938 MWh	335 kW
<b>Notkühlung</b>	<b>2.950 MWh</b>	<b>337 kW</b>
<i>Kühlturm</i>	2.190 MWh	250 kW
<i>Kälteanlage 9°C</i>	760 MWh	87 kW
<b>Einsparung Eiswasser (Kälte)</b>	<b>3.514 MWh</b>	<b>401 kW</b>

### Energiebilanz W60 nach Prozessanalyse

KenngroÙe	Summe	Mittel
<b>Thermische Leistung aus WRG Quellen</b>	<b>18.016 MWh</b>	<b>2.057 kW</b>
<i>Abwärme Niro Turm</i>	4.150 MWh	474 kW
<i>Eindampfer 540 (Brüdenkondensation)</i>	4.712 MWh	538 kW
<i>Eindampfer 560 WB (Brüdenkondensation)</i>	129 MWh	15 kW
<i>WRG aus CIP, AusschüÙe, Filtration</i>	6.347 MWh	725 kW
<i>WRG Ölkühlung Eiswasser</i>	1.274 MWh	145 kW
<i>Kristaller (1571 bis 1576)</i>	1.404 MWh	160 kW
<b>Nachheizung aus W92</b>	<b>683 MWh</b>	<b>79 kW</b>
<b>Nachheizung aus W92 (WT 92/90 2.te Stufe)</b>	<b>27.386 MWh</b>	<b>3.127 kW</b>
<b>Thermische Leistung an WRG Senken</b>	<b>45.628 MWh</b>	<b>5.411 MW</b>
<i>Türme (Aussenluft auf 30 °C)</i>	11.195 MWh	1.278 kW
<i>Türme (Substitution Dampf)</i>	2.817 MWh	322 kW
<i>Türme (Substitution Erdgas)</i>	15.024 MWh	1.715 kW
<i>Bruchwaschwasser</i>	2.350 MWh	268 kW
<i>Raumheizung</i>	7.231 MWh	826 kW
<i>Kaltbrüden-Warmbrüden Tank</i>	4.985 MWh	569 kW
<i>Heißspülwassertank Filtration</i>	2.026 MWh	231 kW
<i>Senke 60/40 Nachheizung</i>	0 MWh	0 kW
<b>Notkühlung Überschuss an W40</b>	<b>81 MWh</b>	<b>9 kW</b>
<b>Notkühlung</b>	<b>235 MWh</b>	<b>116 kW</b>

## W40 Planungs- und Versuchsphase



W40

W40 - Planungs- und Versuchsphase  
1/15 1/16

## W40 Planungs- und Versuchsphase



### Versuch am Kesselmilcherhitzer

- **Versuchs-Ergebnis**

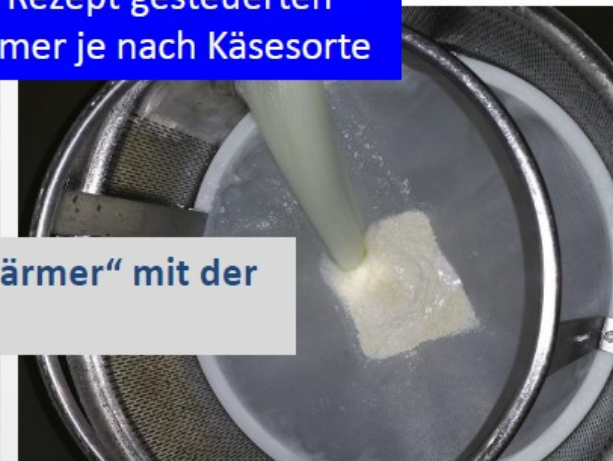


- Edamer 30

**Schaumbildung! → Verschaltung als „Vorwärmer“ mit der Käsesorte Edamer 30 nicht umsetzbar**

**Ergebnis: Einbau von automatisierten Ventilknoten zur Rezept gesteuerten „Umschaltung“ des Anwärmers als VOR bzw. NACHwärmer je nach Käsesorte**

- Gouda 48

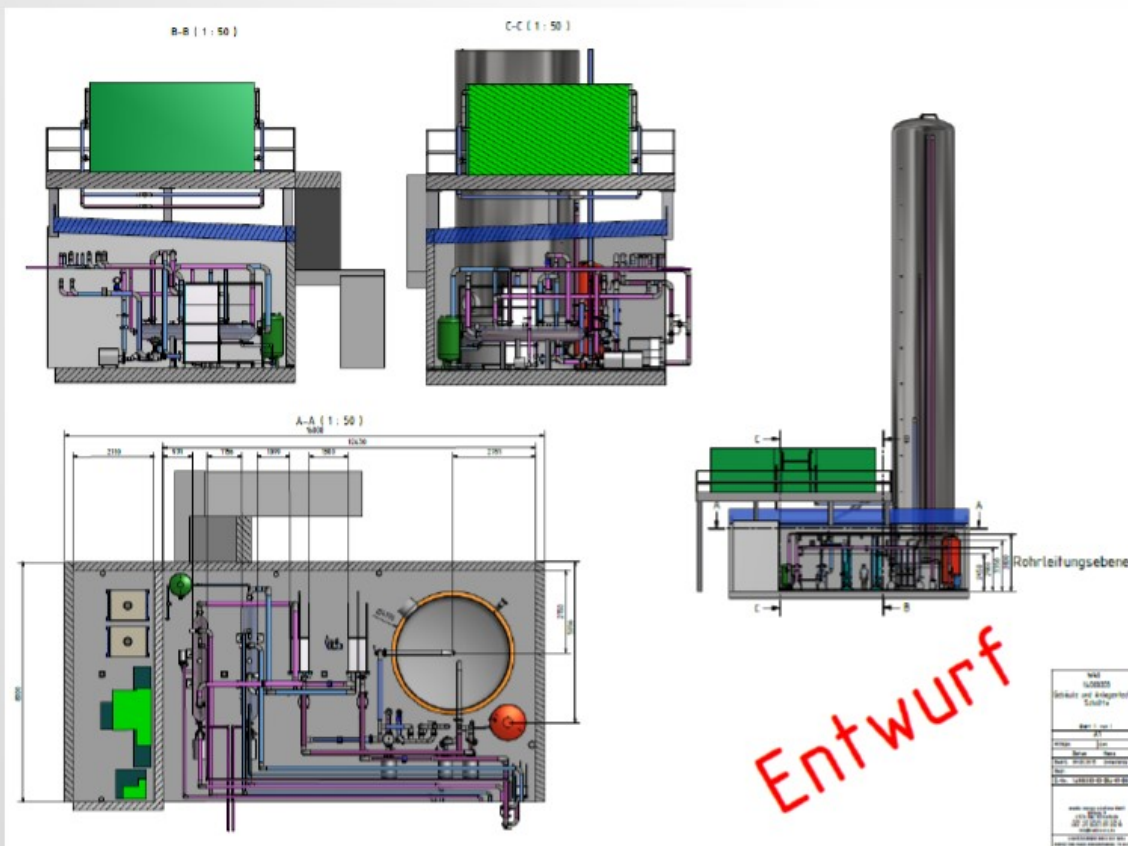


**Keine Schaumbildung! → Verschaltung als „Vorwärmer“ mit der Käsesorte Gouda 48 umsetzbar**



# W40 Planungs- und Versuchsphase

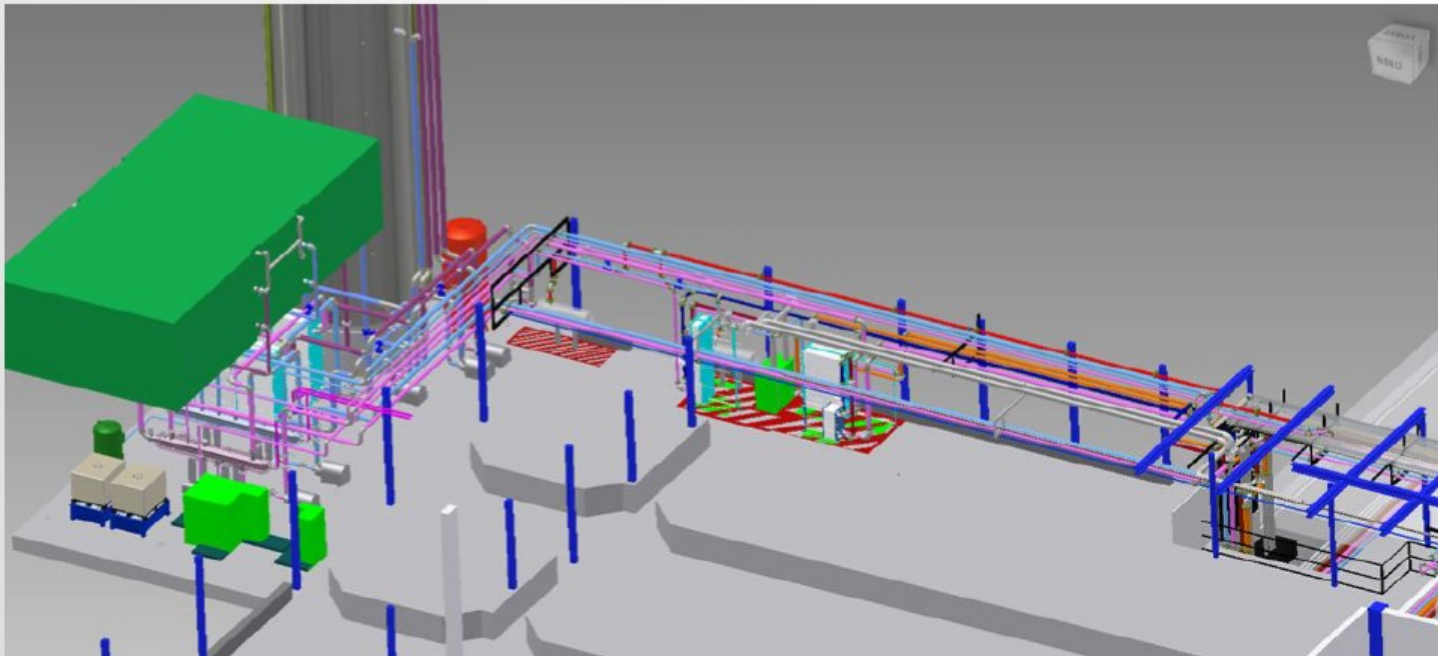
## CAD Planung W40 Speicherkreis





## W40 Planungs- und Versuchsphase

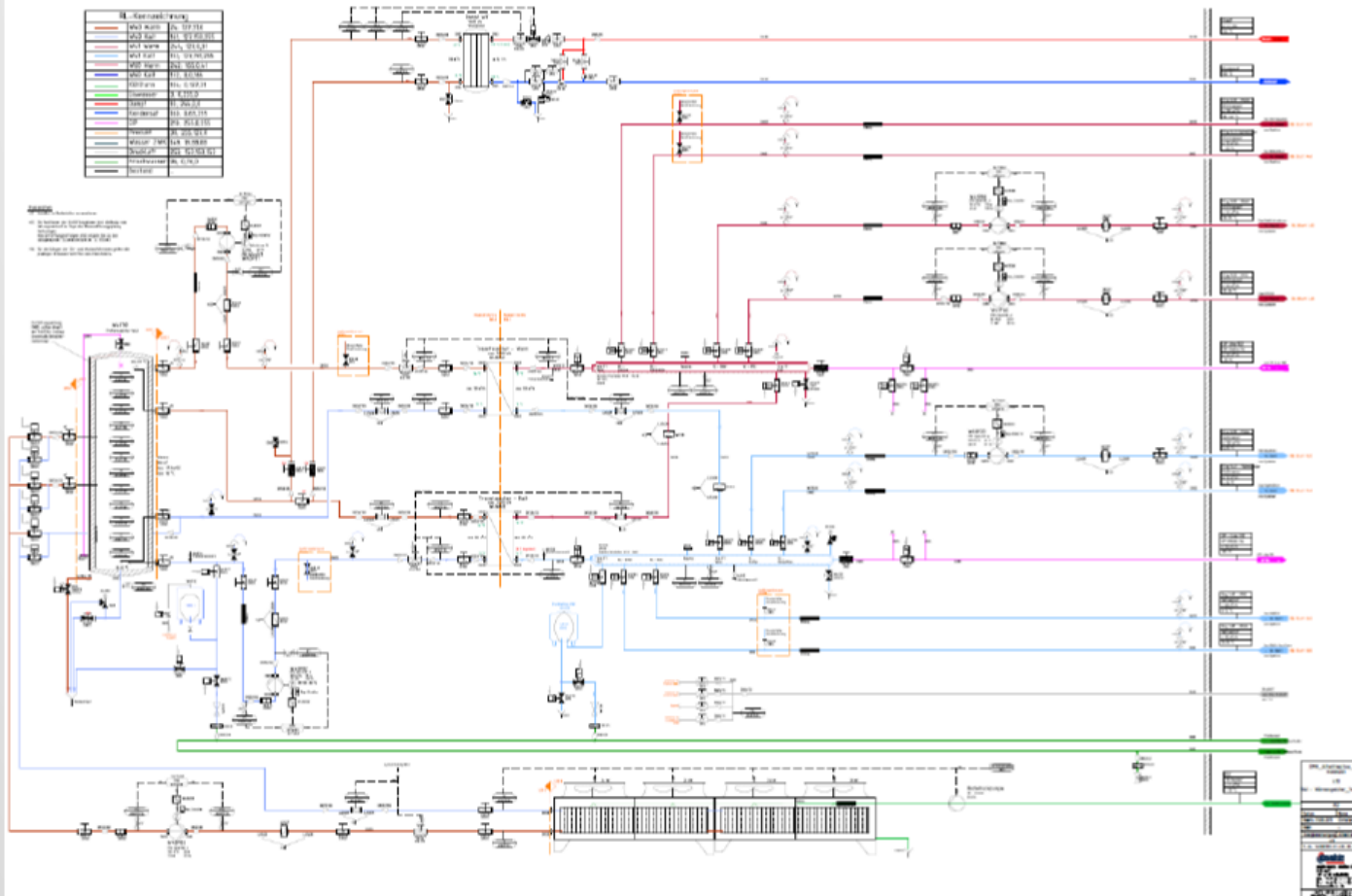
### CAD-Planung W40 Verteilkreis





# W40 Planungs- und Versuchsphase

## Detail R&I zur Ausschreibung



## W40 Planungs- und Versuchsphase

### Auszug aus Massen-Leistungsverzeichnis

Seite 130 von 387

Projekt: Energieprojekte DMK Altentreppe				
LV-Bezeichnung: LOS 2 - Anlagentechnik W40				
OZ	Menge	Einheit	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
		Lieferung und Montage		
		Werkstoff 1.4307		
	4	St	.....	.....
2.2.01.04.02		Reduzierstück konzentrisch DN 65 DN 80 gemäß Ausführungsbeschreibung 19		
		Reduzierstück konzentrisch gemäß DIN 11852		
		Lieferung und Montage		
		Werkstoff 1.4307		
	4	St	.....	.....
2.2.01.04.03		Reduzierstück konzentrisch DN 125 DN 65 gemäß Ausführungsbeschreibung 19		
		Reduzierstück konzentrisch gemäß DIN 11852		
		Lieferung und Montage		
		Werkstoff 1.4307		
	2	St	.....	.....
2.2.01.04.04		Reduzierstück konzentrisch DN 125 DN 80 gemäß Ausführungsbeschreibung 19		
		Reduzierstück konzentrisch gemäß DIN 11852		
		Lieferung und Montage		
		Werkstoff 1.4307		
	5	St	.....	.....
2.2.01.04.05		Reduzierstück konzentrisch DN 125 DN 100 gemäß Ausführungsbeschreibung 19		
		Reduzierstück konzentrisch gemäß DIN 11852		
		Lieferung und Montage		
		Werkstoff 1.4307		
	1	St	.....	.....

Seite 178 von 387

Projekt: Energieprojekte DMK Altentreppe			
LV-Bezeichnung: LOS 2 - Anlagentechnik W40			
OZ	Menge	Einheit	Einheitspreis EUR
*** Grundposition			
2.3.03.03		Kreiselpumpe Ring 440 Rahmerhitzer 220	
		Lieferung und Montage	
		R&I-Blatt: 440	
		Tag-Nr.: W41P41	
		Hersteller: Fristal Typ: FPE 712/115 A	
		Feinspezifikation: FPE 712/115 A Pumpe mit Edelstahlverkleidung und Kalotten Pumpenwerkstoff: 1.4404 (316L) Wellendichtung: 9.467 (2NSE3) Saugseite: DN 50 Druckseite: DN 40 Laufradurchmesser: 115mm Q = 6 m³/h h = 15 m Fb Anschlüsse: Nutflansch DIN 11864-NF-A für Rohre nach DIN 11866 A	
		Motor: Motorbaugröße IEC100M, mit Kaltleiterfühler 1,1 kW, n = 2900 1/min 50 Hz, Isolklasse ISO: F IP 55 Spannung 230/400V Effizienzklasse: IE2	
	1	St	.....

## W40 Anlagenerrichtung und Inbetriebnahme



W40

W40 - Anlagenerrichtung und Inbetriebnahme  
2/16 10/16

## W40 Anlagenerrichtung und Inbetriebnahme

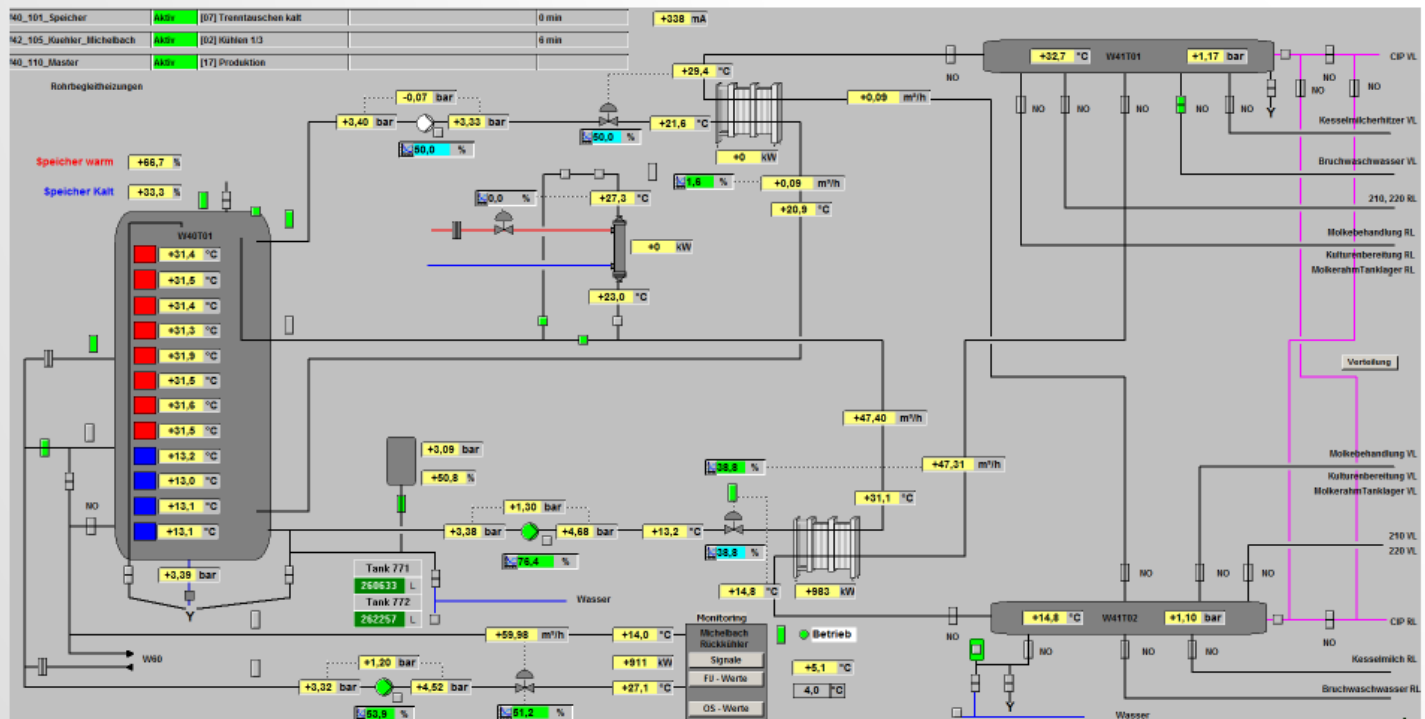
### Bilder Anlagenerrichtung



# W40 Anlagenerrichtung und Inbetriebnahme



## Visualisierung/Steuerung



## W40 Anlagenoptimierung und Nachbetrachtung



W40

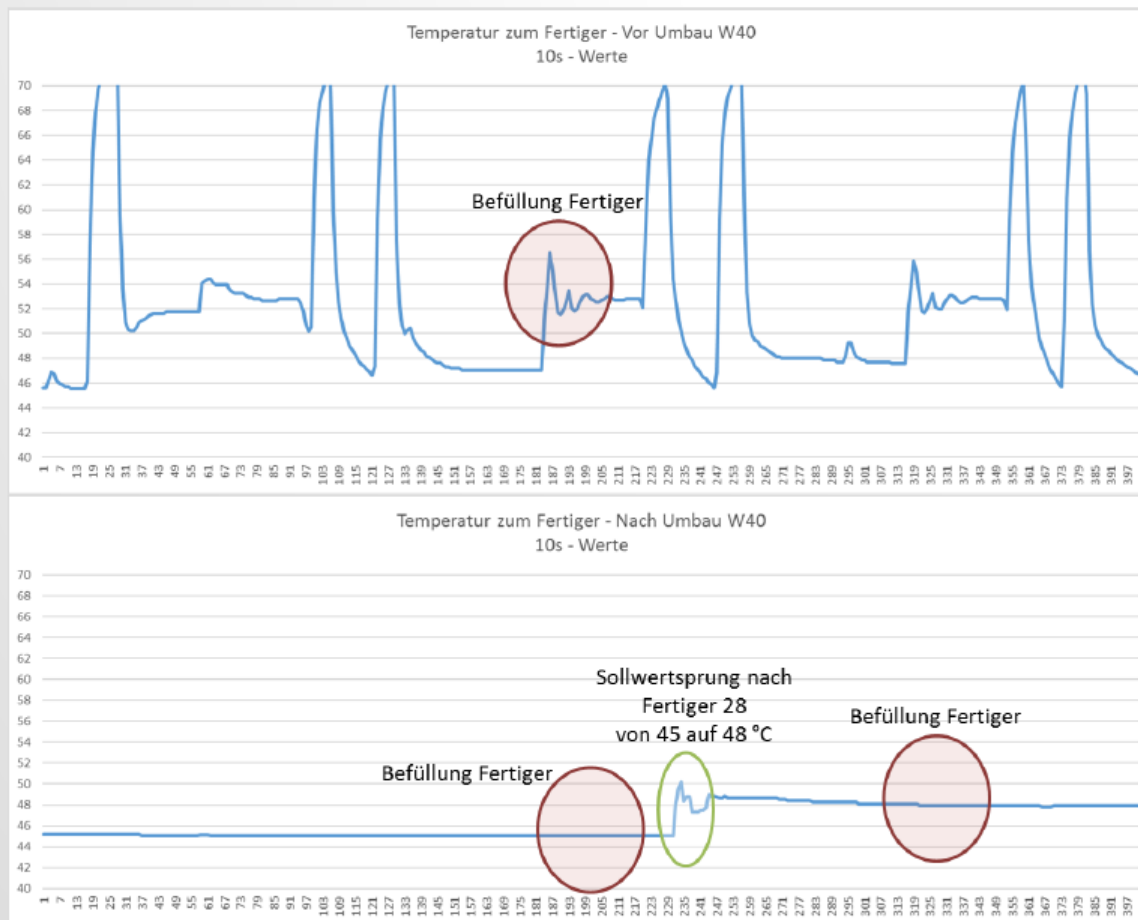
W40 - Anlagenoptimierung und  
Überprüfung Projektziele  
10/16 ● 12/16



## W40 Anlagenoptimierung und Nachbetrachtung



### Beispiel Befüllung Käsefertiger

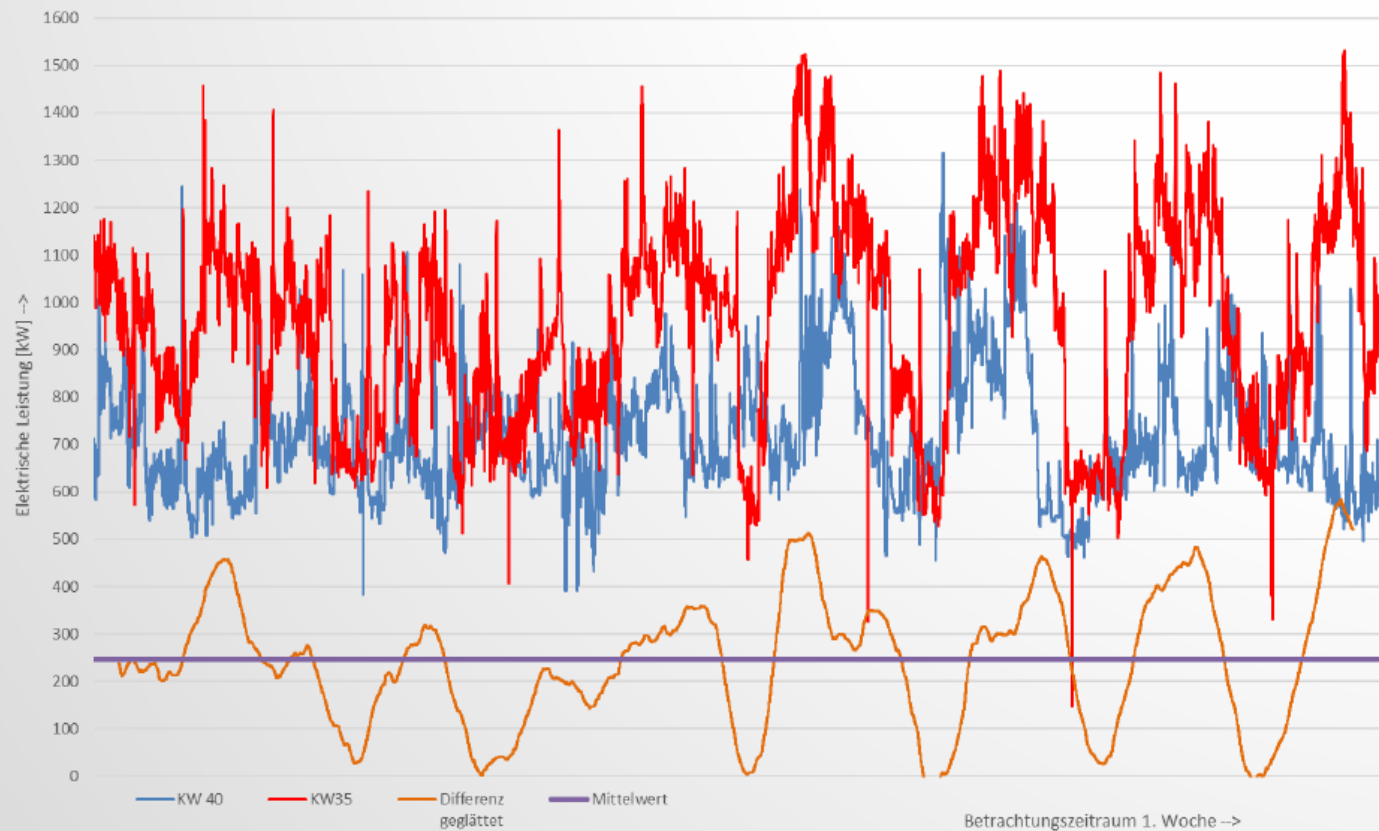


## W40 Anlagenoptimierung und Nachbetrachtung



### Nachbetrachtung Effekte Stromeinsparung W40

El. Leistungsaufnahme Kälteanlage im Vergleich KW35/KW40



## W60 und MSS: Planungs- und Versuchsphase

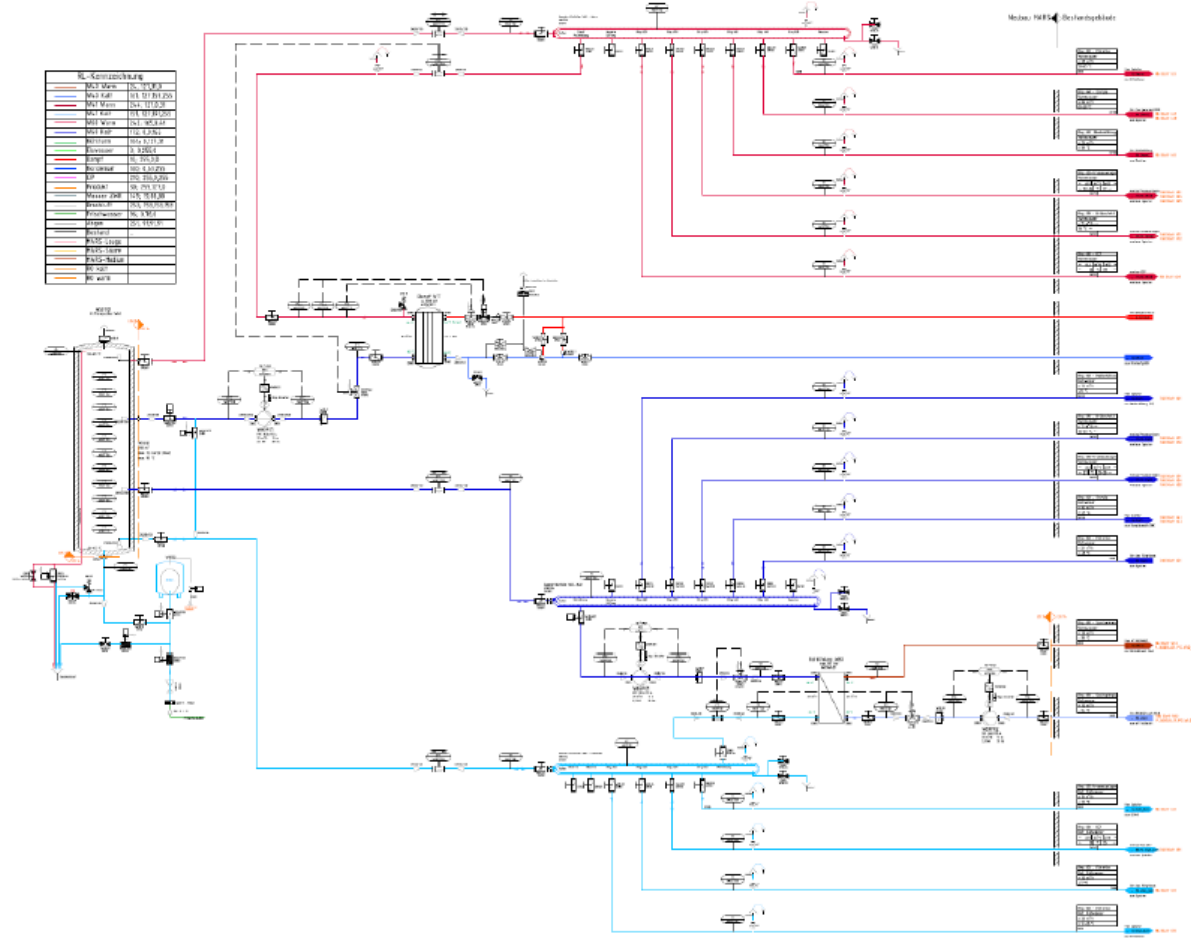


W60 - MSS

1/15 W60/MSS - Planungs- und Versuchsphase 12/16

## W60 und MSS: Planungs- und Versuchsphase

### Detail R&I zur Ausschreibung

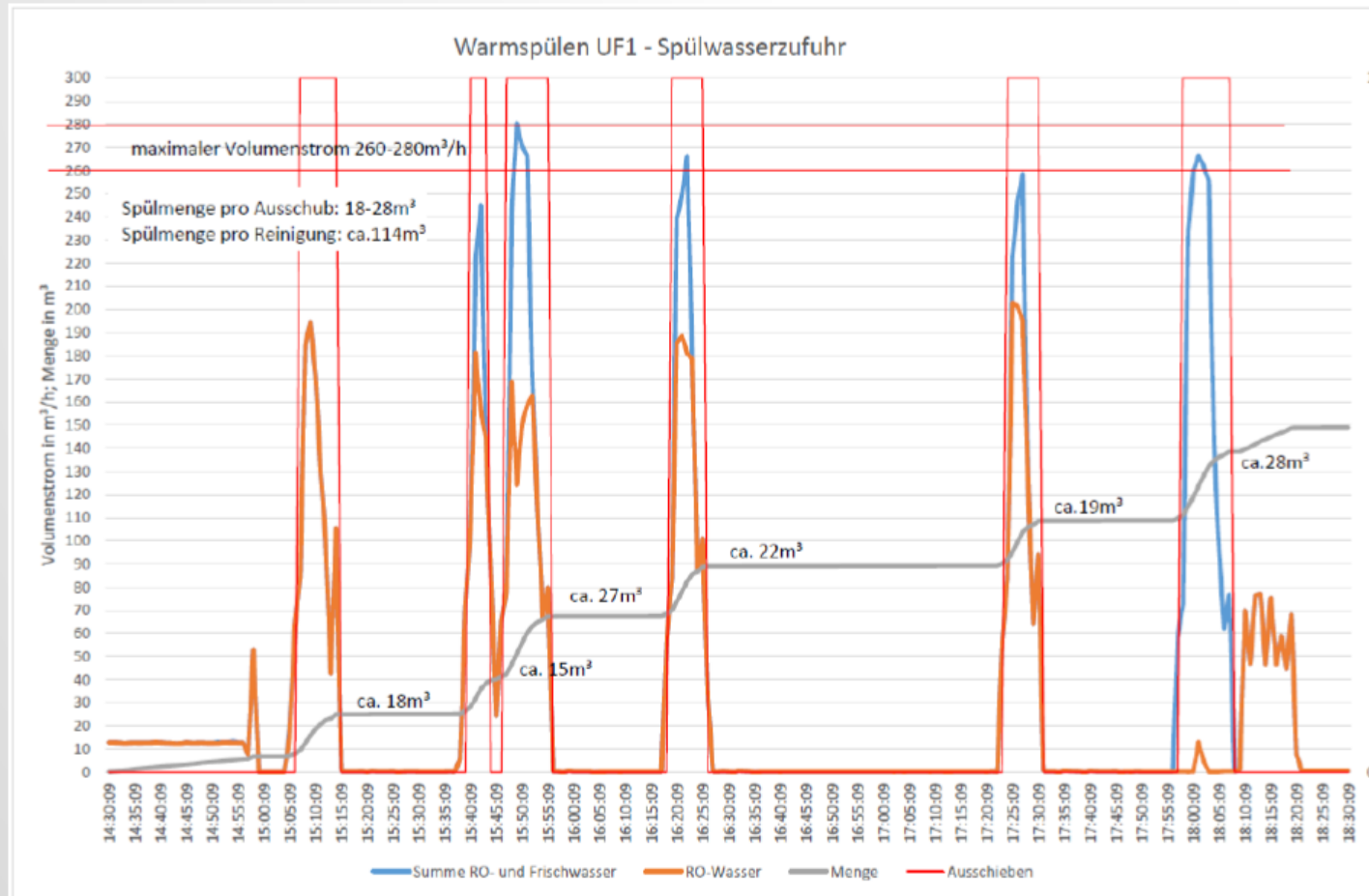


Objekt	W60 - Erweiterung W60
Objekt-Nr.	101/109
Datum	12.08.2010
Erstellt von	enable energy solutions
Geprüft von	enable energy solutions
Freigegeben	enable energy solutions
Stand	101/109/109-01-01
enable energy solutions 101/109/109-01-01 101/109/109-01-01 101/109/109-01-01	

## W60 und MSS: Planungs- und Versuchsphase



### Spülversuche an der UF1-Filtration



## W60 und MSS: Anlagenerrichtung



W60 - MSS

W60/MSS - Anlagenerrichtung  
2/17 11/17



## W60 und MSS: Anlagenerrichtung

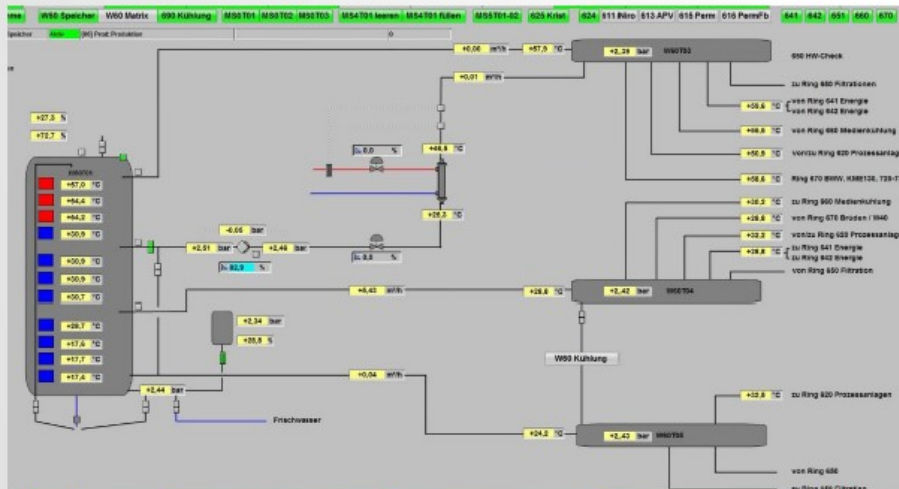


## W60 und MSS: Anlagennerrichtung

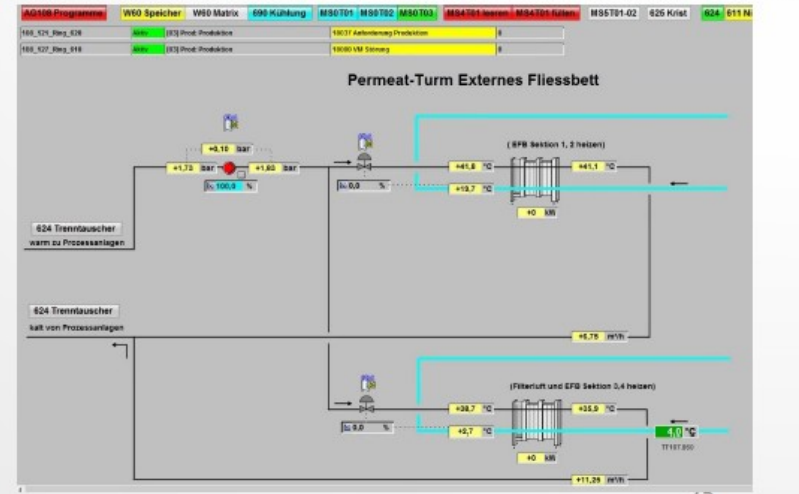
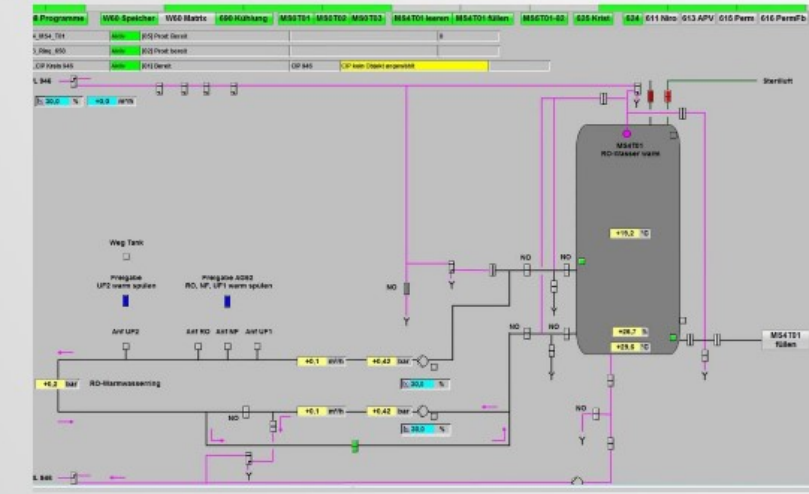




# W60 und MSS: Anlagenerrichtung



Heizung:	Heizer	Anforderung	W60TA 611 (Nummer)	Temp. Ein [°C]	W60TA 612 (Nummer)	Temp. Aus [°C]	Startwert Pz [%]	Ziel_316 Freigabe [s]	Rest_316 Freigabe [s]	Freigabe
Mikro Turm Zuluft heizen	W61P11	●	0	50,0	1	50,0	0,0	0	0	●
APV Turm Zuluft vorwärmen	W61P01	●	0	50,0	1	50,0	0,0	0	0	●
Permeat Turm Zuluft vorwärmen	W61P06	●	0	50,0	2	50,0	0,0	0	0	●
Permeat Turm Flüssbett vorwärmen	W61P06	●	0	50,0	1	50,0	0,0	0	0	●
Speisewassererwärmung	W6AP03	●	2	50,0	1	50,0	0,0	0	0	●
RO-Wasser in MS4T01 wärmen	W6AP01	●	2	48,0	1	48,0	0,0	0	0	●
720-720 Brüden wärmen	W6P10	●	2	50,0	2	50,0	0,0	0	0	●
130 KME 370 Druckwasser	W6P20	●	2	50,0	1	50,0	0,0	0	0	●
Kühlen mit VW40	W6BP01	●	10	20,0	8	20,0	0,0	0	0	●
Kühlungen:										
W60 T01 Nachkühlen	W6CP01	●	1	50,0	2	50,0	0,0	0	0	●
Mikro Turm Abluft kühlen	W61P12	●	2	50,0	4	50,0	0,0	0	0	●
APV Turm Abluft kühlen	W61P20	●	2	50,0	8	50,0	0,0	0	0	●
Kristalle 1071-4 kühlen	W6ZP00	●	0	50,0	7	50,0	0,0	0	0	●
Druckluft, Umhüllung, H2O-Kühlung	W6AP01	●	4	50,0	8	50,0	0,0	0	0	●
Absetzung, Kessel 1, Kessel 2	W6AP03	●	6	50,0	6	50,0	0,0	0	0	●
Spülwasser aus MS4T01	W6BP02	●	8	20,0	10	20,0	0,0	0	0	●
Lauge, Saure, Natriumchlorid aus MS4 T01-02	W6BP01	●	4	50,0	8	50,0	0,0	0	0	●
Trenntauscher für Tarnen zur Heizen	W6ZP40	●	2	50,0	1	48,0	0,0	0	0	●
Trenntauscher für Tarnen zum Kühlen	W6ZP41	●	0	20,0	10	20,0	0,0	0	0	●
Kühlen mit VW40	W6BP03	●	0	20,0	10	20,0	0,0	0	0	●
	W6AP01	●	6	0,0	7	0,0	0,0	0	0	●



## W60 und MSS: Inbetriebnahme und Optimierung



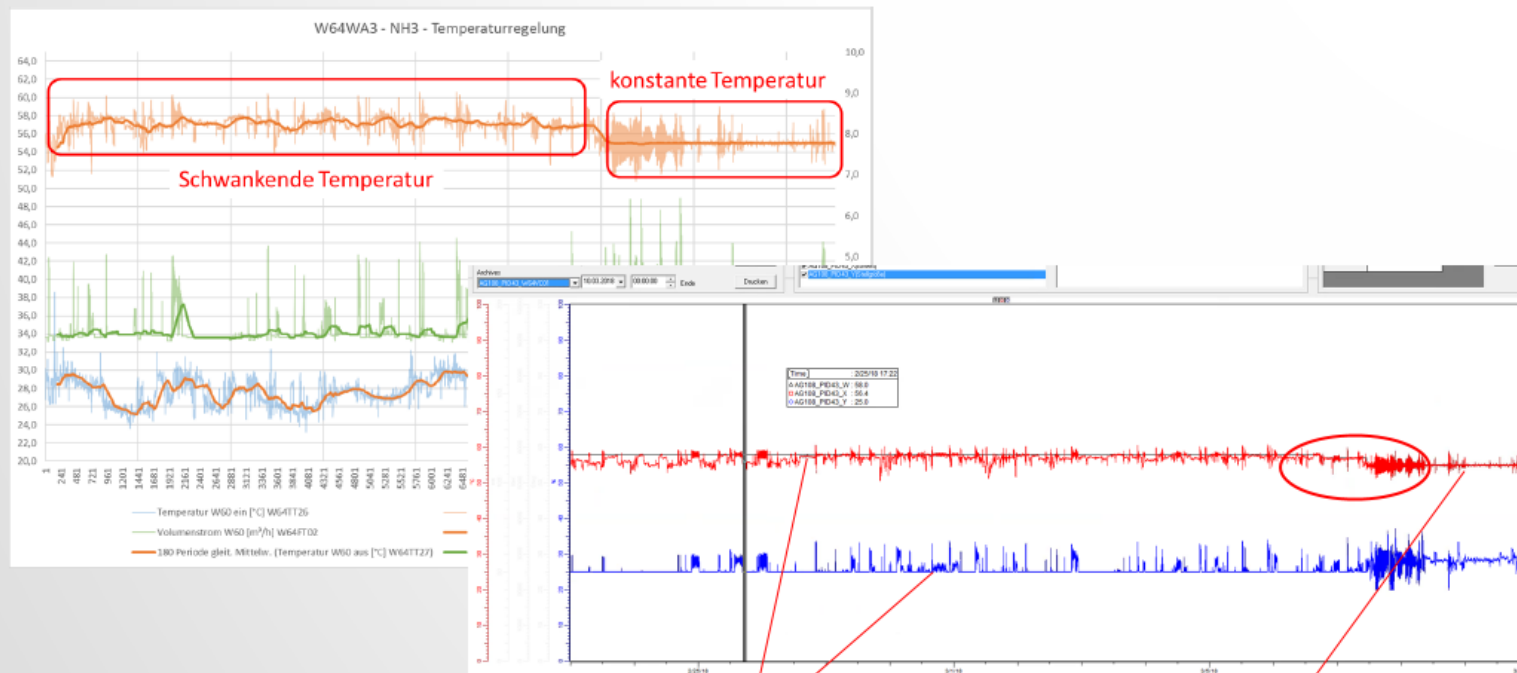
W60 - MSS

W60/MSS -  
Inbetriebnahme und  
Optimierung  
10/17 09/18

## W60 und MSS: Inbetriebnahme und Optimierung



### Beispiel Solltemperatur am NH3-Enthitzer



Begrenzung minimaler Stellwert Regelventil auf 25% (minimalen Durchfluss sicherstellen). Dadurch wird die Solltemperatur nicht erreicht.

Absenkung der Solltemperatur von 58°C auf 55°C. Regelventil fährt nicht an das Minimum. Temperatur wird ausgeregelt.

## Anlage Nr. 4

### Messergebnisse der Sedimentation der Mediensammel-Tanks

Lauge - MS0T01				
		m <sup>3</sup>	kg/d	m <sup>3</sup> /a
<b>Volumen Sediment</b>		2,04	97,06	35,43
	%	kg	kg/d	t/a
TS	13,15	268,04	12,76	4,66
Asche	7,27	148,18	7,06	2,58
Gesammt N	0,112	2,28	0,11	0,04
Calcium	2,074	42,27	2,01	0,73
Phosphor	0,98	19,98	0,95	0,35
Natrium	0,676	13,78	0,66	0,24
Chlorid	0,09	1,83	0,09	0,03
Kalium	0,252	5,14	0,24	0,09
Sulfat	0,0444	0,91	0,04	0,02
pH-Wert	6,98			
Leitwert (mS)	21,5	kg	kg/d	t/a
CSB (g/l)	87,16	177,66	8,46	<b>3,09</b>

Säure - MS0T02				
		m <sup>3</sup>	kg/d	m <sup>3</sup> /a
<b>Volumen Sediment</b>		1,87	88,88	32,44
	%	kg	kg/d	t/a
TS	17,63	329,07	15,67	5,72
Asche	10,09	188,33	8,97	3,27
Gesammt N	0,374	6,98	0,33	0,12
Calcium	3,401	63,48	3,02	1,10
Phosphor	2,01	37,52	1,79	0,65
Natrium	0,089	1,66	0,08	0,03
Chlorid	0,04	0,75	0,04	0,01
Kalium	0,084	1,57	0,07	0,03
Sulfat	0,0255	0,48	0,02	0,01
pH-Wert	3,8			
Leitwert (mS)	22,1	kg	kg/d	t/a
CSB (g/l)	42,38	79,10	3,77	<b>1,37</b>