

BMU-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

**„Neuartiger Glaspartikelseparator zur optimalen Kühlwasserversorgung der CNC Glas-
schleifmaschinen und Einsparung großer Mengen Frisch- und Abwasser“**

Aktenzeichen: NKa3-003097

Zuwendungsempfänger/-in:

Hecker Glastechnik GmbH & Co. KG

Schleefstr. 5

44287 Dortmund

Umweltbereich:

Wasser / Abwasser

Laufzeit des Vorhabens:

10.09.2015 bis 31.05.2016

Autoren:

Dr. Andreas Appel, Dr. Petra Roese

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

Datum der Erstellung:

15. Juli 2016

Berichts-Kennblatt

| | |
|--|---|
| Aktenzeichen UBA: | Projekt-Nr.: NKa3-003097 |
| Titel des Vorhabens: Neuartiger Glaspartikelseparator zur optimalen Kühlwasserversorgung der CNC Glasschleifmaschinen und Einsparung großer Mengen Frisch- und Abwasser | |
| Autor/-en: (Name, Vorname) Dr. Appel, Andreas Dr. Roese, Petra | Vorhabenbeginn: 10.09.2015 |
| | Vorhabenende (Abschlussdatum): 31.05.2016 |
| Zuwendungsempfänger/-in (Name, Anschrift): Hecker Glastechnik GmbH & Co. KG Schleefstr. 5 44287 Dortmund | Veröffentlichungsdatum: |
| | Seitenzahl 20 |
| Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit | |
| Kurzfassung (max. 1500 Zeichen) Bei der Bearbeitung von Glas werden Diamantwerkzeuge eingesetzt. Diese Werkzeuge werden mit Kühlwasser von außen und innen gekühlt. Der Abrieb des Glases wird im Kühlwasser gebunden, reichert sich dabei an und "zementiert". Um dieses Wasser im Kreislauf nutzen zu können, muss der Abrieb aus dem Wasser gefiltert werden, welches bei der geringen Glaspartikelgröße äußerst schwierig ist. So hat z.B. das aufbereitete Wasser nicht die Qualität, um es als Innenkühlwasser benutzen zu können. Deshalb muss hierfür Frischwasser eingesetzt werden, welches eine Menge Abwasser erzeugt. Das Vorhaben ermöglicht es, einen geschlossenen Kühlkreislauf für die Bearbeitungsmaschinen mit optimaler Wasserqualität und Schleifergebnis zu realisieren und auf den Einsatz von Frisch- und Abwasser zu verzichten. | |
| Schlagwörter: Glasschleifschlamm, Separator, Innenkühlung, Frischwasser, Abwasser, Filterkuchen | |
| Anzahl der gelieferten Berichte: 7 Papierform: 7 Elektronische Datenträger: ja | Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet: www.umweltinnovationsprogramm.de/ Beitrag in der Fachzeitschrift „Glaswelt“ Mitteilung an Bundesverband Flachglas e. V. |

Report Coversheet

| | |
|---|--|
| Reference-No. Federal Environment Agency: | Project-No.: NKa3-003097 |
| Report title: Neuartiger Glaspartikelseparator zur optimalen Kühlwasserversorgung der CNC Glasschleifmaschinen und Einsparung großer Mengen Frisch- und Abwasser | |
| Author / Authors: (Family Name, First Name) Dr. Appel, Andreas Dr. Roesse, Petra | Start of project: 10.09.2015 End of project: 31.05.2016 |
| Performing Organisation (Name, Address): Hecker Glastechnik GmbH & Co. KG Schleefstr. 5 44287 Dortmund | Publication date: No. of pages 20 |
| Funded in the Environmental Innovation Program of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety | |
| Summary (max. 1500 characters) During the processing of glass, diamond tools are used for the grinding. These tools have to be cooled constantly from in- and outside in order to provide the best grinding quality. The abrasion of the glass is ligating in the water and is accumulating during the process until it cements. To use this water in the circuit, the abrasion must be filtered out of the water, which is extremely difficult due to the small size of glass particles. That is the reason why treated water cannot achieve a water quality that is high enough to be used for the inner cooling. Therefore, fresh water must be used which produces a lot of wastewater at the same time. The project makes it possible to realize a closed cooling circuit for the machines with optimal water quality and ideal grinding results. Furthermore, the project offers the opportunity to totally renounce the use of fresh and wastewater. | |
| Keywords: glass abrasion, separator, inner cooling, freshwater, wastewater, filter cake | |

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung..... | 1 |
| 1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens und ggf. der Projektpartner..... | 1 |
| 1.2. Ausgangssituation | 3 |
| 2. Vorhabenumsetzung..... | 7 |
| 2.1. Ziel des Vorhabens | 7 |
| 2.2. Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)..... | 7 |
| 2.3. Umsetzung des Vorhabens | 10 |
| 2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)..... | 15 |
| 2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten | 15 |
| 2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms..... | 15 |
| 3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung | 16 |
| 3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung | 16 |
| 3.2. Stoff- und Energiebilanz..... | 17 |
| 3.3. Umweltbilanz | 20 |
| 3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse | 21 |
| 3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren | 21 |
| 4. Übertragbarkeit..... | 23 |
| 4.1. Erfahrung aus der Praxisführung..... | 23 |
| 4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/ der Anlage/ des Produktes)..... | 23 |
| 5. Zusammenfassung / Summary..... | 23 |
| 6. Literatur..... | 23 |
| 7. Anhang..... | 23 |

1. Einleitung

1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens und ggf. der Projektpartner



Die Firma Hecker wurde im Jahr 1920 von Georg Hecker als Einzelfirma in Dortmund gegründet. Die heutige Hecker-Gruppe gliedert sich in drei operative eigenständige Firmen und eine administrative Firma.

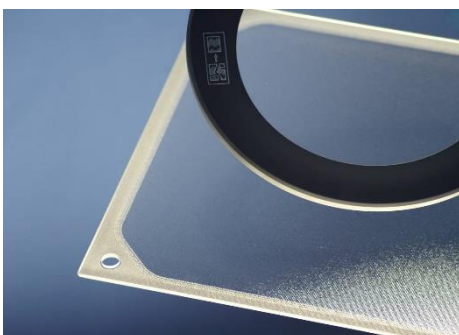
Die in die Hecker-Gruppe eingebettete Hecker Glastechnik ist, wie die anderen Unternehmensteile auch, ein eigentümergeführtes unabhängiges Unternehmen.

Die Hecker Glastechnik GmbH & Co. KG (HGT) ist der älteste Geschäftszweig und verfügt somit über eine mehr als 95-jährige Erfahrung mit Glas. Heute fertigt und handelt die HGT mit technischen Gläsern und Sicherheitsglas für die Schwerpunktmärkte:

- Leuchten und Lampen
- Medizintechnik und Chemieanlagenbau
- Stadtmobiliar und Werbung
- Technischer Maschinenbau

Die HGT liefert fast ausschließlich kundenindividuelle Artikel, sogenannte Zeichnungsteile. Die Beschaffung und der Vertrieb der technischen Gläser sind seit Jahren international aufgestellt.

Anbei typische Produkte des Unternehmens:



Seit 1995 befindet sich der Standort in Dortmund Aplerbeck. In den letzten 20 Jahren wurde die Produktion und die Lagerkapazitäten sukzessive ausgebaut und erweitert. So ist es der HGT gelungen, Weltmarktführer im Bereich Leuchtenglas zu werden und weitere Produktbereiche zu erschließen.

Die HGT hat mittlerweile 150 Mitarbeiter am Standort Dortmund und 80 Mitarbeiter in einem Werk in China.

Auf einem Areal von 30.000 m² befindet sich neben den Verwaltungsgebäuden, die Produktionsstätte und eine Lagerhalle zur Bevorratung des Rohmaterials und der Fertigteile.

Projektpartner sind die Firmen VITROSEP und Chemetall:

Die Firma **VITROSEP**, die für die Konzipierung und Auslegung sowie den Aufbau der Anlage verantwortlich war, ist ein spanisches Unternehmen, das 1992 in Figueres gegründet wurde.



Zunächst hat man versucht, Zentrifugen zu nutzen, nach einigen technischen Rückschlägen hat man sich komplett von dieser Technik gelöst. Auch Sedimentation kam nicht in Frage, da das Ziel des Unternehmens ist, "sauberes Wasser" zu liefern.

Das Unternehmen entwickelte eine neue Technologie, mit der auch kleinste Glaspartikel aus dem Schleifwasser separiert werden können.

Da neben der Filtration auch das Flockungsmittel bzw. das "Filtrationshilfsmittel" wichtig ist, entstand eine Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Aachener Chemie bzw. heute Chemetall GmbH für die benötigten Zusätze. Seit einigen Jahren sind die Entwicklungsarbeiten abgeschlossen.

Die Firma **Chemetall** ist ein weltweit führendes Chemie-Unternehmen bei dem wir bereits die mit der alten Anlage verwendeten Kühlmittel bezogen haben.

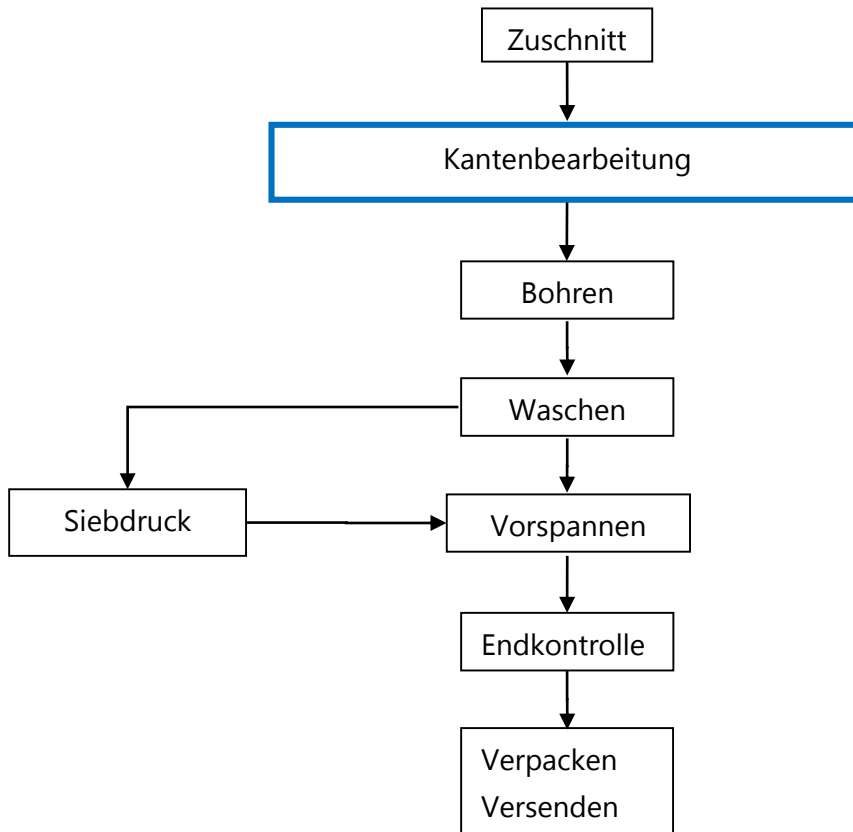


Zusammen mit VITROSEP hat Chemetall speziell für diesen Anlagentyp ein Filtrationshilfsmittel und Kühlmittel entwickelt, das den Anforderungen der Technik entspricht und bereits in diversen Anlagen außerhalb Deutschlands erfolgreich erprobt wurde.

1.2. Ausgangssituation

Die Produktion der HGT verfügt über alle wesentlichen Arbeitsgänge, die zur Glasbearbeitung erforderlich sind.

Je nach Kundenanforderungen werden bei der HGT folgende Prozessschritte durchgeführt:



Kurze Erläuterung der Prozessschritte:

Zuschnitt: Nach Kundenabmessung werden Rohglastafeln auf Maß „geschnitten“ (= ritzen und brechen).

Kantenbearbeitung: Nach dem Zuschnitt erfolgt die Kantenbearbeitung. Hier wird das Glas auf seine endgültige Form und Größe gebracht. Dies geschieht mit unterschiedlichen Schleifmaschinen (CNC Bearbeitungszentren, Schleifstraßen) und mit Hilfe von Diamantwerkzeug.

Bohren: Mit Doppelspindelbohrmaschinen („Spindel von oben und unten“) und Diamanthohlbohrern können, falls gefordert, Bohrungen in das Glas eingebracht werden.

Waschen: Am Ende dieser Bearbeitungsschritte findet ein **Waschvorgang** in Bürstenwaschmaschinen statt.

Siebdruck: Gläsern können mit speziellen Farben dekoriert werden. Dieses geschieht mit einem auf die Glasindustrie angepassten Siebdruckverfahren.

Vorspannen: 90 % unserer produzierten Gläser werden vorgespannt. Beim Vorspannen wird das Glas auf 650 °C erwärmt und anschließend mit Luft beaufschlagt, um gezielt Spannungen

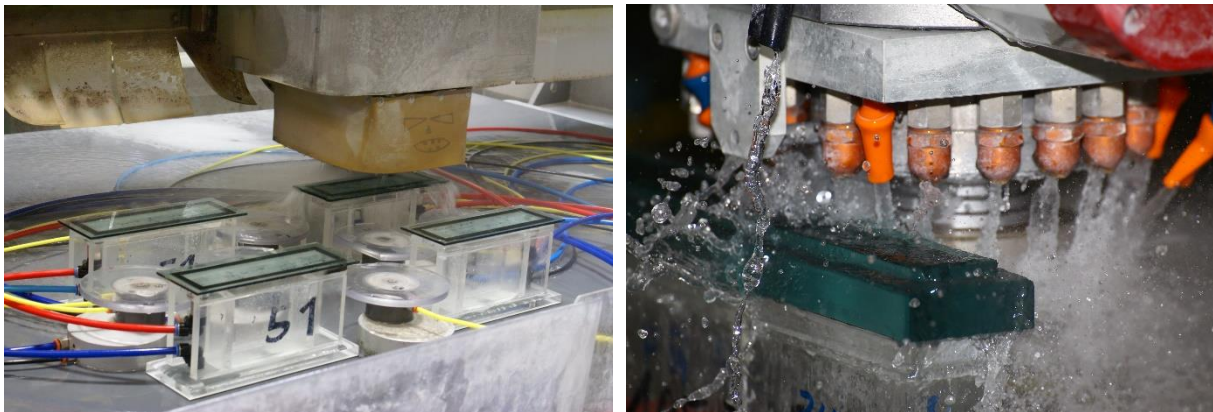
einzubringen. In diesem Prozess entsteht das sogenannte „thermisch vorgespannte Einscheibensicherheitsglas“.

Anschließend erfolgt eine Endkontrolle, das Verpacken und Versenden.

Kühlwasserbedarf in der Glasproduktion

Die Schleifmaschinen, die die Glaskanten bearbeiten, sind mit Diamantwerkzeugen ausgestattet. Dieser Schleifprozess muss mit Wasser gekühlt werden. Der Kühlwasserbedarf bei der Hecker Glastechnik beträgt in Spitzenzeiten 130.000 l/h.

Typische Bearbeitungssituation auf einem CNC Bearbeitungszentrum:



Um den Frischwasserverbrauch in Grenzen zu halten, wird i.d.R. das Kühlwasser im Kreislauf geführt. Dafür wird das Wasser in Sammelbecken aufgefangen und zur Maschine zurückgepumpt. Die Sammelbecken samt Pumpe können lokal auf eine Maschine begrenzt sein oder auch als zentrale Sammelbecken mit Pumpstation ausgeführt werden.

Maschine mit lokalem Sammelbecken



Der Schleifabrieb (bei der Hecker Glastechnik ca. 400 t/a) reichert sich schnell an und lagert sich an Maschinen, in Sammelbecken und in Zu- und Abflussleitungen ab. Der Glasabrieb hat die Eigenschaft zu "zementieren". Dieses kann zu Verstopfungen und teuren Reparaturen führen. Deshalb muss der Glasschlamm mindestens wöchentlich aus den Becken entfernt und die Leitungen täglich mit Frischwasser gespült werden. Diese Reinigungsarbeiten erfolgen manuell.

Wasserreinigungssysteme

Um Reinigungsarbeiten zu reduzieren und das Wasser länger benutzen zu können, werden Wasseraufbereitungsanlagen eingesetzt, die die Glaspartikel aus dem Wasser entfernen sollen. Die Herausforderung bei der Filtrierung der Glaspartikel ist die Kleinheit der Glaspartikel (ca. 1 - 10 μm). Diese Partikel setzen jede Filtereinheit sehr schnell zu und sind für reine Absetzvorgänge (Sedimentation) zu leicht. Deshalb kommt eine Kombination aus Filtrierung und Sedimentation zum Einsatz, wobei es entscheidend ist, dass dem Wasser ein "Flockungsmittel" zugegeben wird, welches die Glaspartikel bindet und zu einer absetzbaren und filtrierbaren größeren "Flocke" formt.

Alternativ kommen zur Wasseraufbereitung Zentrifugen zum Einsatz, welche einen hohen Stromverbrauch haben und teure Wartungen benötigen.

Bei der Hecker Glastechnik war eine **zentrale Aufbereitungsanlage mit Flockungsmittel, Sedimentation und Abscheidung der Glaspartikel** im Einsatz. Die Durchflussmenge der Anlage betrug maximal 15.000 l/h, wobei das Wasser dabei nur teilgereinigt wurde. Das Schmutzwasserbecken hatte eine Kapazität von 1 m³. Zusätzlich dazu gab es an den meisten Maschinen lokale Sammelbecken ohne Zwischenreinigung. Die Wasserqualität war nicht optimal, der Reinigungsaufwand enorm und dem Prozesswasser konnte sinnvoll kein prozessunterstützendes Kühlmittel zugeführt werden, weil kein geschlossenes Kreislaufsystem möglich war.

Aufgrund des in den letzten 3 Jahren stark gewachsenen CNC Schleifbereiches war eine weitere Herausforderung entstanden: CNC Maschinen haben neben einer Werkzeugaußenkühlung eine Innenkühlung, wobei das Kühlwasser durch die Spindel geführt wird, um die Werkzeuge und die Spindel von innen kühlen zu können. Ohne diese Innenkühlung sind einige Operationen wie Fräsen nicht möglich. Zusätzlich erlaubt die Innenkühlung höhere und damit effizientere Bearbeitungsgeschwindigkeiten.

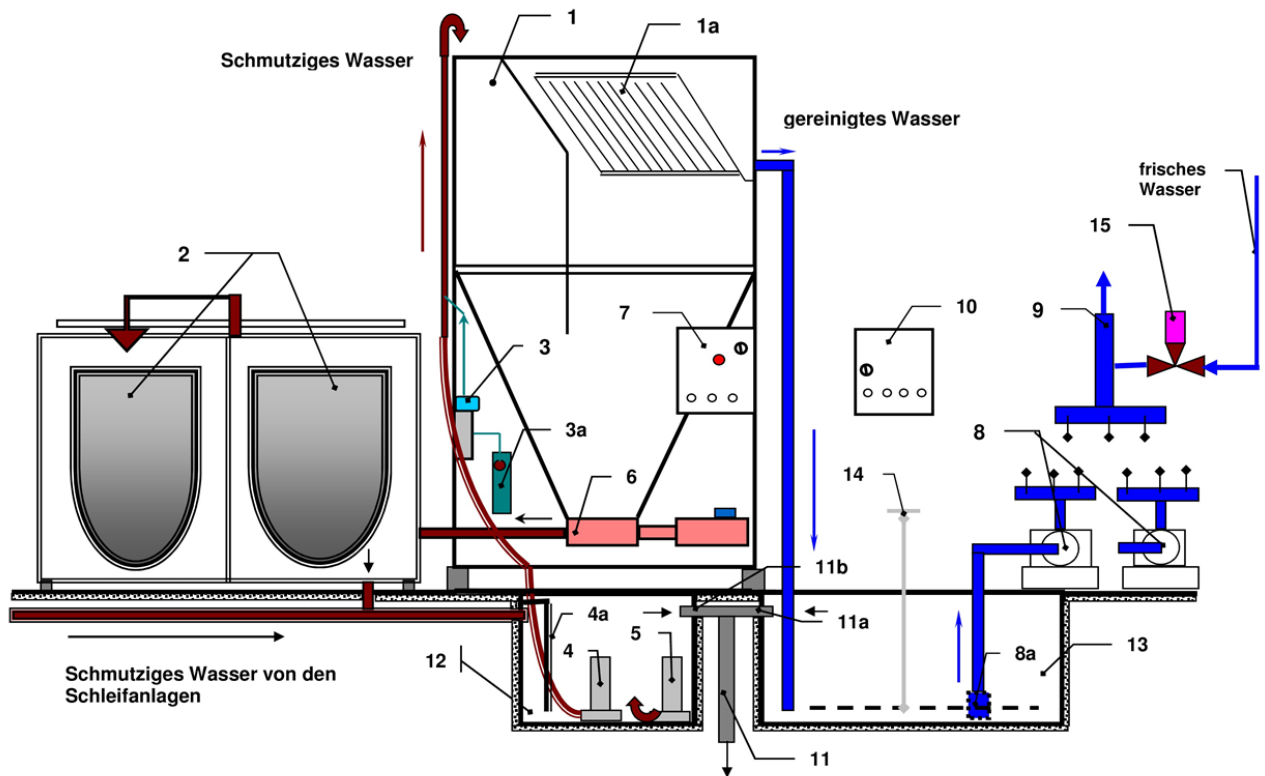
Um Schäden der Spindeln zu vermeiden, fordern die Maschinenherstellern Wasserqualitäten für diese Innenkühlung, die gleichzusetzen ist mit "klarem Wasser". Diese Qualität erreichen aber weder normale Sedimentatoren noch Zentrifugen im Normalbetrieb, so dass Frischwasser für die Innenkühlung eingesetzt wurde, was einen Frischwasserverbrauch in Spitzenzeiten von 5m³/h bedeutete.

Die Produktionserweiterung und damit nahezu Verdopplung der Schleifkapazitäten hatte zur Folge, dass das vorhandene System bei weitem nicht ausreichte, die Maschinen zu versorgen. Das Frischwasser verdünnte zudem das normale Kreislaufwasser und ging dann über die zentrale Aufbereitungsanlage ins Abwasser. Neben den Kosten für Frisch- und Abwasser führten die gestiegenen Wassermengen dazu, dass die Funktionalität der Aufbereitungsanlage überschritten war (die nötigen Absetzphasen entfielen), ein hoher Flockungsmittelverbrauch entstand und die gesamte Wasserversorgung der Maschinen/Werkzeuge von minderer Qualität war.



Alter Sedimentator mit Flockungsmittel
s. u. schematische Darstellung

Schematische Darstellung der vorhandenen Wasseraufbereitungsanlage:



Anlagen und Funktionsweise

| Pos. | Anlage | Technische Angabe |
|------|---|--|
| 1 | Klärbehälter | DEP 250 5 m ³ |
| 1a | Lamellenabscheider | |
| 2 | Filterbeutel | max 1250 Kg Schlamm |
| 3 | Dosierpumpe für Flockungsmittel | PB- MA Einstellung: 20%/80 |
| 3a | Behälter für Flockungsmittel | 30 Liter WINfloc 7418 |
| 4 | Tauchpumpe für Schmutzwasser | DW VOX 150, 1000L/Min 400V. 1,55 KW |
| 4a | Niveausonde | 250 mm vom Boden - Pumpe Pos 4 AUS |
| 5 | Tauchpumpe für Schlammverwirbelung | DW VOX 100 1000L/Min 400V. 1,14 KW |
| 6 | Schneckenpumpe für abgeschiedenen Schlamm | MN 45 400V KW 3 90L/MIN Pumpeneinstellung: 1min/h |
| 7 | Schaltschrank der Wasseraufbereitungsanlage | für Pos. 3, 4, 4a, 6 |
| 8 | Sauberwasserpumpen | CN 32-60 Bei 2,8 Bar ca.12 m3/h |
| 8a | Ansaugfilter | |
| 9 | Kreislaufwasserleitung | |
| 10 | Schaltschrank der Pumpenstation | für Pos. 5, 8, 15 |
| 11 | Überlaufrohr | Überlauf in die Kanalisation |
| 11a | Überlaufrohr aus Sauberwasserbecken | |
| 11b | Notablauf bei Überschwemmung | Niveau Pos 11b ist höher als Niveau 11a |
| 12 | Schmutzwasser-sammelbecken | 1 m ³ |
| 13 | Sauberwasserbecken | 2 m ³ |
| 14 | Sauerstoffspender | reichert Wasser mit Sauerstoff an um Bakterienbildung zu vermeiden |
| 15 | Magnetventil | Frisches Wasser - Magnetventil: Zufuhr des Frischwassers in die Kreislaufwasserleitung |

2. Vorhabenumsetzung

2.1. Ziel des Vorhabens

Diese Ressourcenverschwendung zusammen mit der minderen Kühlwasserqualität verlangte, ein neues Konzept für die Wasserversorgung zu erarbeiten und zu installieren. Ziele sind dabei:

- Schonung der Ressource "Wasser" durch Verbessern der Qualität des aufbereiteten Wassers, so dass es für die Innenkühlung genutzt werden kann
- Versorgung der Maschinen mit "Schleifwasser" und Wasser für die Innenkühlung
- bessere Schleifergebnisse, durch Einsatz von Kühlmittelzusatz
- Reduzierung von Strom- bzw. Werkzeugkosten durch Einsatz von Kühlmittelzusatz
- möglichst automatische Prozessführung der Aufbereitungsanlage
- deutliches Reduzieren des Reinigungs- und Wartungsaufwandes an Anlage und Maschinen
- Reduzierung der Bildung von "Bioschleim" und unangenehmen Gerüchen
- trockener Filterkuchen zwecks besserer Entsorgung der Glaspartikel
- Kostenreduzierung beim Verbrauchsmaterial

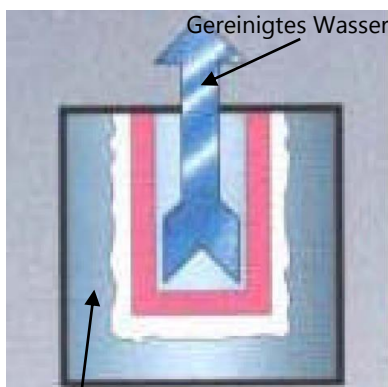
2.2. Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Um die unter 2.1 genannten Ziele umsetzen zu können, wurden die bekannten Möglichkeiten wie Sedimentation unter Einsatz von Flockungsmitteln und Zentrifugen geprüft. Entweder müsste die bestehende Anlage, die bereits jetzt ein großes Raumvolumen einnimmt, deutlich vergrößert werden, sehr große leistungsstarke Zentrifugen zum Einsatz kommen oder an den Maschinen lokale Aufbereitungsanlagen installiert werden.

Die Lösung der Firma VITROSEP, welche sich auf die Aufbereitung von Schleifwasser in der Glasindustrie konzentriert, ermöglicht alle oben genannten Ziele zu erreichen und hat dabei einen geringen Platzbedarf. Das Reinigungsprinzip beruht auf Filtration unter Einsatz von Filtrationshilfsmitteln und Kühlmitteln, wobei jedoch keine Sedimentation stattfindet.

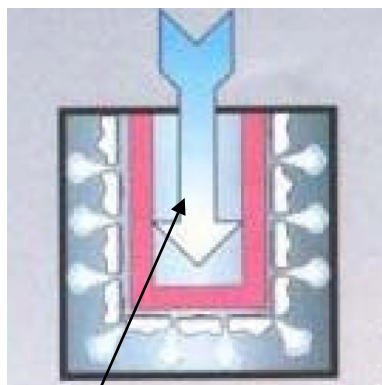
Prinzipielle Funktionsweise VITROSEP Reinigung:

1. Filtern



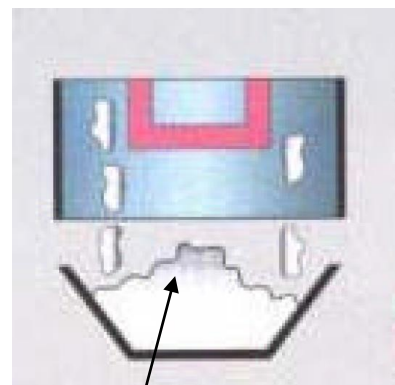
Glaspartikelbelastetes
Wasser

2. Trocknen



Druckluftstoß

3. Absprennen



Trockener Filterkuchen

Das gefilterte Wasser ist klar und hat eine so hohe Qualität, dass es als Innenkühlwasser genutzt werden kann. Je nach erforderlicher Menge wird dieses über einen Bypass für das Innenkühlungswasser abgezweigt und in einem CNC Wassertank gespeichert. Ansonsten reinigt die Anlage diskontinuierlich das Schleifwasser der Maschinen, welches von den Maschinen in ein zentrales Sammelbecken zusammenläuft. Von dort wird es den Reinigungsanlagen zugeführt. Eine Pumpstation versorgt die Maschinen aus dem Sammelbecken mit Außenkühlwasser.

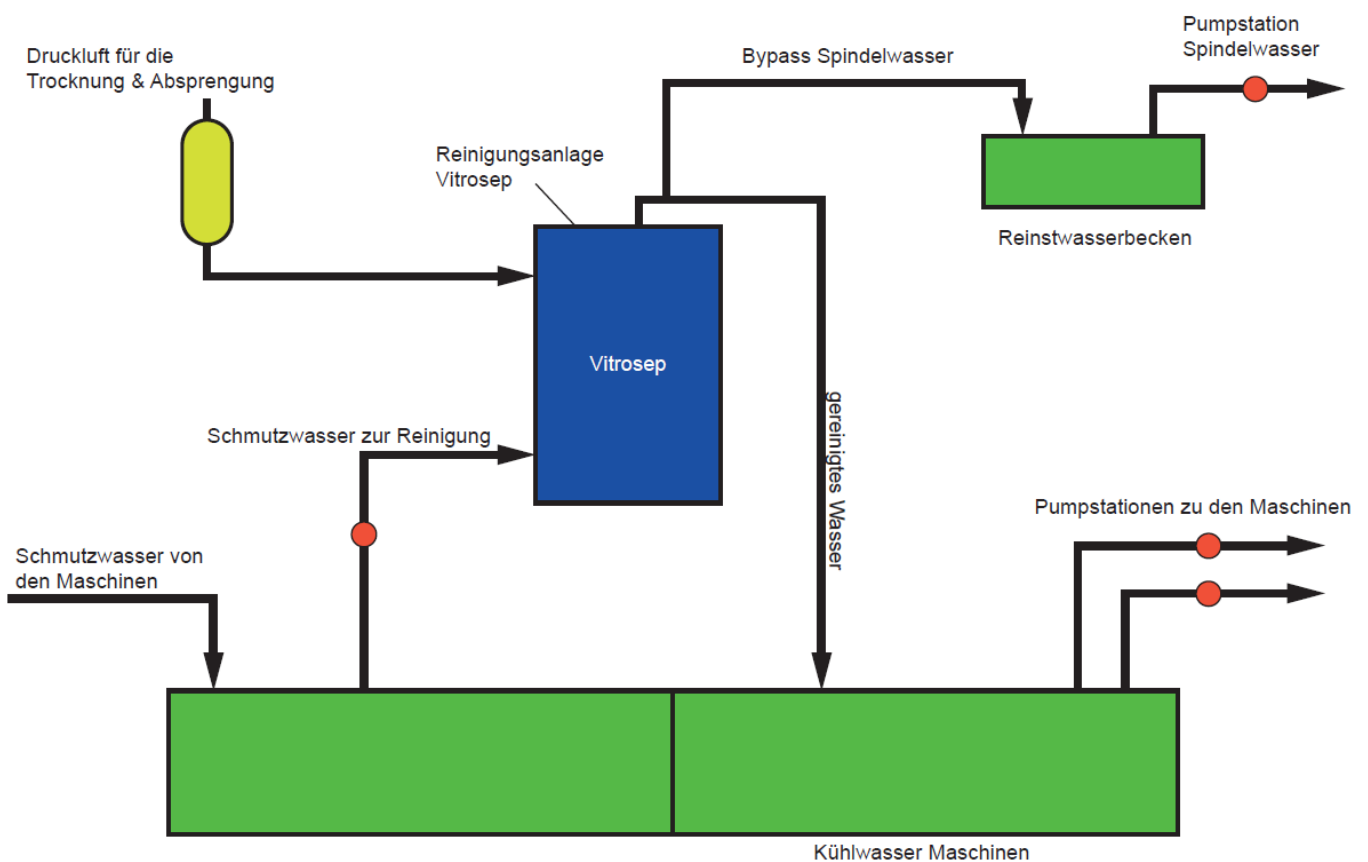


Reinigungsanlage Vitrosep CN 140

Die Hauptteile der Anlage bestehen aus:

- einer Anordnung von speziellen Filterpatronen
- einer Messtechnik, die die Wasserqualität überwacht und die Anlage steuert
- Rückspülvorrichtung zum Reinigen der Filter und Trocknen des Filterkuchens
- Pumpen und Anlagentechnik zur automatischen bedarfsge- rechten Versorgung der Maschinen mit Kühlwasser

Schematische Darstellung der neuen Wasseraufbereitungsanlage:



Beschreibung des VITROSEP Reinigungszyklus

Das Schleifwasser wird in einem Auffangbecken gesammelt. Dort sorgen Mixer dafür, dass das Wasser ständig in Bewegung ist, so dass sich keine Glaspartikel absetzen können.

Das mit Glaspartikel kontaminierte Wasser wird über ein Pumpensystem in die Reinigungsanlage und deren Filtereinheit gepumpt. Durch spezielle Filterpatronen werden die Glaspartikel vom Wasser separiert. Die Glaspartikel bleiben am Filter hängen und bilden einen Filterkuchen, der seinerseits ebenfalls „Filtereigenschaften“ hat. Nach wenigen Sekunden ist die Filterqualität so gut, dass Reinstwasser gefördert wird. Die Wasserqualität wird über optische Sensoren überwacht und der Reinstwassertank nur bei entsprechend guter Wasserqualität gefüllt, ansonsten fließt das gefilterte Wasser in den Wassertank, aus dem dann die Maschinen bedient werden.

Mit zunehmender Dicke des Filterkuchens an der Filterpatrone steigt der Druck im System. Ist der maximal erlaubte Druck erreicht, wird der Filterkuchen mit Druckluft getrocknet und anschließend „abgesprengt“. Die trockenen Glaspartikel fallen in einen Auffangbehälter und können entsorgt werden.

Bei der realisierten Anlage handelt es sich nicht um eine einfache Alternative zum vorhandenen System. Denn in einem geschlossenen Kreislauf wird Kühlwasser und parallel Reinstwasser nach Bedarf zur Verfügung gestellt. Somit ist ein geschlossenes Kreislaufsystem mit Kühlmittleinsatz möglich ist und auf den Einsatz von Frischwasser in diesem Bereich kann verzichtet werden.

Anlagenplanung

Nach einer ersten Angebotsphase wurden für die beiden Produktionsstätten detaillierte Berechnungen bezüglich Wassermengen pro Stunde, Glaspartikelmassen, Reinstwasserbedarfe als Mittelwert und für Spitzenauslastungen ermittelt.

Um die Anlagengröße korrekt auszulegen, wird der Kühlwasserbedarf aller vorhandenen und ggf. für die Zukunft geplanten Maschinen ermittelt. Es ergibt sich ein maximaler Kühlwasserbedarf von ca. 100.000 l/h in Produktion I und etwa 30.000 l/h in Produktion II.

Ca. 5 % der in der Produktion I anfallenden Kühlwassermengen muss in Reinstwasserqualität für die Spindelinnenkühlung der Maschinen zur Verfügung stehen.

Auf Grund dieser Informationen wurden die Anlagen von VITROSEP konzipiert, geplant und angeboten.

In Produktion I werden eine Anlage CN 140 mit 8 Filterpatronen und einer weiteren Anlage CC 33 mit 3 Filtereinheiten eingesetzt. Beide Anlagen sind so ausgelegt, dass sie Reinstwasser produzieren können, so dass auch beim Ausfall einer Maschine, das System für einige Tage funktionsfähig bleibt.

In Produktion II kommt eine CN 140 mit 3 Filterpatronen (upgrade auf 8 Filterpatronen möglich) zum Einsatz.

Bei der Planung wurden zukünftige Kapazitätserweiterungen berücksichtigt und unter Risk-Management Gesichtspunkten Sicherheiten eingerechnet, damit ein Maschinenstillstand aufgrund mangelnder Kühlwasserversorgung nahezu ausgeschlossen ist.

Zusammenfassung der wichtigsten Leistungsdaten der Anlagen:

Produktion I

- Reinigungsanlagen CN 140/8 & CC 33/3: Kapazität von 18.100 l/h oder 110 kg/h trockene Glaspartikel
- zentrales Sammelbecken von 9,6 m³
- 6 Kreislaufwasserpumpen mit einer Gesamtleistung von 126.000 l/h
- 1 Reinstwasserpumpe mit einer Leistung von 6.000 l/h

Produktion II

- Reinigungsanlage CN 140/3: Wasserreinigung von 5.060 l/h oder 25 kg/h trockene Glaspartikel
- zentrales Sammelbecken von 4,8 m³
- 4 Kreislaufwasserpumpen mit einer Gesamtleistung von 84.000 l/h

Informationen zu den eingesetzten Chemikalien

Im Unternehmen wurden bereits Flockungsmittel wie auch Kühlschmiermittel eingesetzt.

Das Kühlmittel (Vitrocool 1003N) ist ein Kühlschmierstoff, welcher nicht kennzeichnungspflichtig ist und im Wesentlichen aus organischen Korrosionsinhibitoren, anorganischen Korrosionsinhibitoren sowie Additiven besteht. Dieses Produkt ist vom selben Hersteller wie das bisher verwendete Produkt ACECOOL und in der chemischen Charakterisierung identisch.

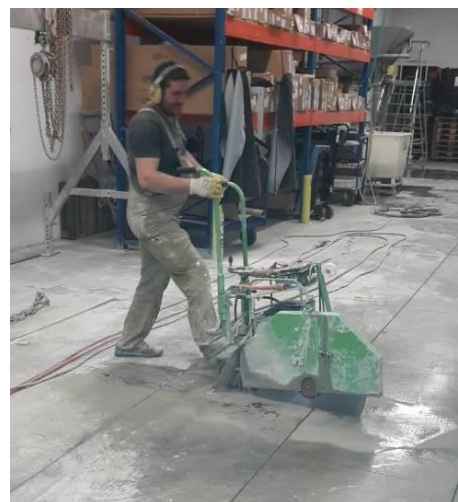
Bei dem Filtrationsmittel handelt es sich um das Flockungsmittel (Vitrobac 3006), welches nicht kennzeichnungspflichtig ist und im Wesentlichen eine wässrige Lösung eines modifizierten Acrylpolymeres ist. Das bisher verwendete Produkt war ein Flockungsmittel auf Basis Aluminiumnitrat in als wässriger Lösung.

Sowohl die bisher verwendeten als auch die aktuellen Produkte sind keine gefährlichen Stoffe gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008.

2.3. Umsetzung des Vorhabens

Nach finaler Abstimmung der Anlagenkonfiguration und Bestellung der Anlage erfolgte die Planung der Ausführung und Position neuen Wassersammelbecken und Ablaufrinnen

Im Dezember 2015 beginnen während des laufenden Produktionsbetriebes und in der Betriebsruhe über den Jahreswechsel die Arbeiten am Wassersammelbecken und Ablaufrinnen.



Bilddokumente PRODUKTION I

Betonsägearbeiten und Bodenaushub



Rohrverlegung und Einschalung für Betonbecken



Betonbecken für Wasseraufbereitung



Aushub und neue Rinne für Entwässerung

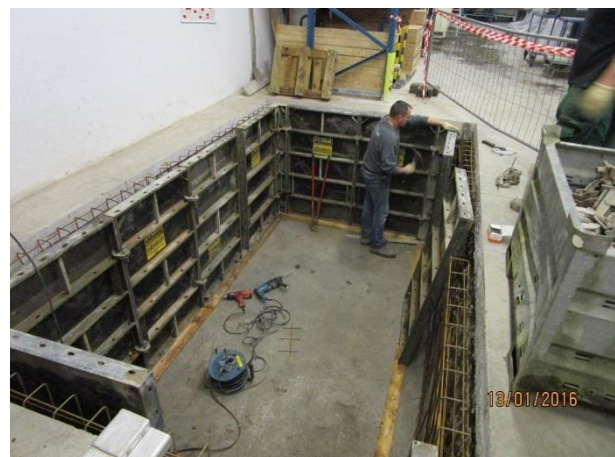


Bilddokumente PRODUKTION II

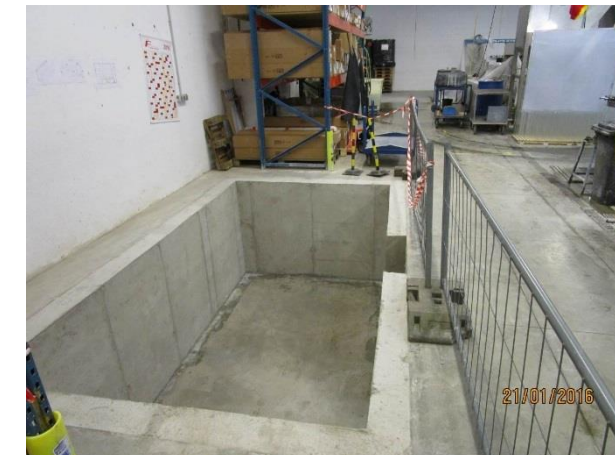
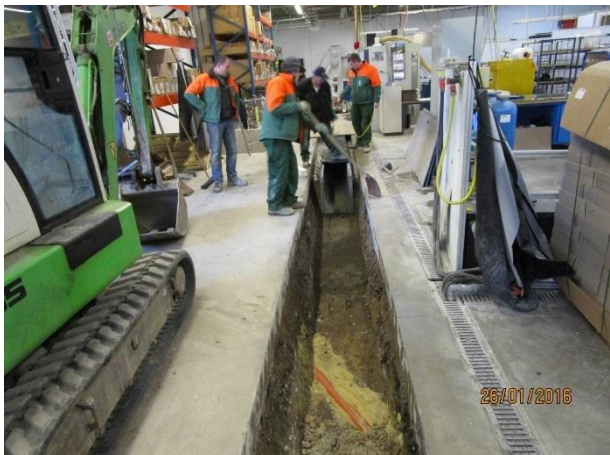
Betonsägearbeiten und Bodenaushub



Einschalen und Betonierarbeiten



Aushub und neue Rinne für Entwässerung Betonbecken für Wasseraufbereitung



Nach den Vorarbeiten erfolgte Abdeckung der Rinnen und die Vorinstallation der von der Firma VITROSEP bereits gelieferten Auffangbecken.



Ab Ende März haben zwei Mitarbeiter von VITROSEP die beiden Anlagen angeschlossen, mechanisch und elektrisch installiert und in Betrieb genommen.



Anfang April war das System in beiden Produktionshallen dann soweit, dass die Anlagen befüllt und in Betrieb genommen werden konnten:



Die Systeme in beiden Hallen funktionieren identisch. In der Produktion I ist zusätzlich die Möglichkeit geschaffen worden, Reinstwasser für die Spindelinnenkühlung zu erzeugen. Dies ist in der Produktion II nicht erforderlich, da die dort befindlichen Maschinen kein Reinstwasser benötigen.

Reinstwassertank mit Pumpeinheit



2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Für den Bau der Anlage ist keine Genehmigung erforderlich, ein Antrag wurde deshalb auch nicht gestellt.

Eine Einleitungsgenehmigung für Schleifwasser in das Abwasser der Stadt Dortmund liegt vor. Einzige Auflage ist wie bisher eine jährliche Überprüfung der abfiltrierbaren Stoffe nach DIN 38409-9-2 durch ein unabhängiges Labor. Der genehmigte Wert für die abfiltrierbaren Stoffe liegt bei 100 mg/l.

Mit der neuen Anlage erfolgt praktisch keine Einleitung von Kühlwasser in das Abwasser, da es sich um ein geschlossenes System handelt. Unabhängig davon unterschreitet die Kreislaufwasserqualität den genehmigten Wert für die abfiltrierbaren Stoffe deutlich.

Die Praxis zeigt, dass momentan ca. 1 m³/Tag Wasser nachgefüllt werden muss, wobei das meiste davon verdunstet. Praktisch gibt es eine kleine Menge an Kühlwasser, welches durch bearbeitete Werkstücke und Spritzwasser auf den Hallenboden gelangt. Dazu kommt Wasser vom Bodenreinigen, von der VE-Wasseraufbereitung, von Vorwascheinrichtungen und jährlichen Reinigung der Waschmaschinen. Diese Menge, die an dem vorher benutzten Sammelbecken ankommt, beträgt 0,5 m³ pro Tag (vorher ca. 60 m³/Tag). Das neue Kühlwasser hat eine deutlich geringere Anzahl an Schwebstoffen, so dass die Einleitebedingung erfüllt wird.

2.5. Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Betriebsdaten werden durch Wasseruhren, Stromzähler und Verbrauchsmengen an Kühlmittel und Flockungsmitteln ermittelt und in einem Vorher-Nachher-Vergleich ausgewertet.

2.6. Konzeption und Durchführung des Messprogramms

Das höchste Einsparpotential erwarten wir im Bereich des Wasserverbrauchs und damit verbunden eine Kostenersparnis im Frischwasser und dem Abwasser.

Weiteres Einsparpotential wird im Bereich des Stromverbrauchs und des Kühlmittelverbrauchs erwartet.

Die Anlagen haben eigene Wasserzähler, um die Menge festzuhalten, die aufgrund von Verlusten (Spritzwasser, Verdunsten, ...) nachgefüllt wird. Zusätzlich wird der Hauptwasserzähler abgelesen und die Ergebnisse regelmäßig dokumentiert.

Exemplarisch wurde an einer Hauptmaschine ein Stromzähler installiert, um die Stromaufnahme der Spindel festzustellen. Die Prozessverbesserungen durch das optimierte Prozesswasser werden an Serienartikeln bewertet.

Zu berücksichtigen ist, dass für die Inbetriebnahme und Erstbefüllung des Systems eine Menge an Wasser benötigt wurde, die über die täglich benötigte Menge deutlich hinausgeht.

3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

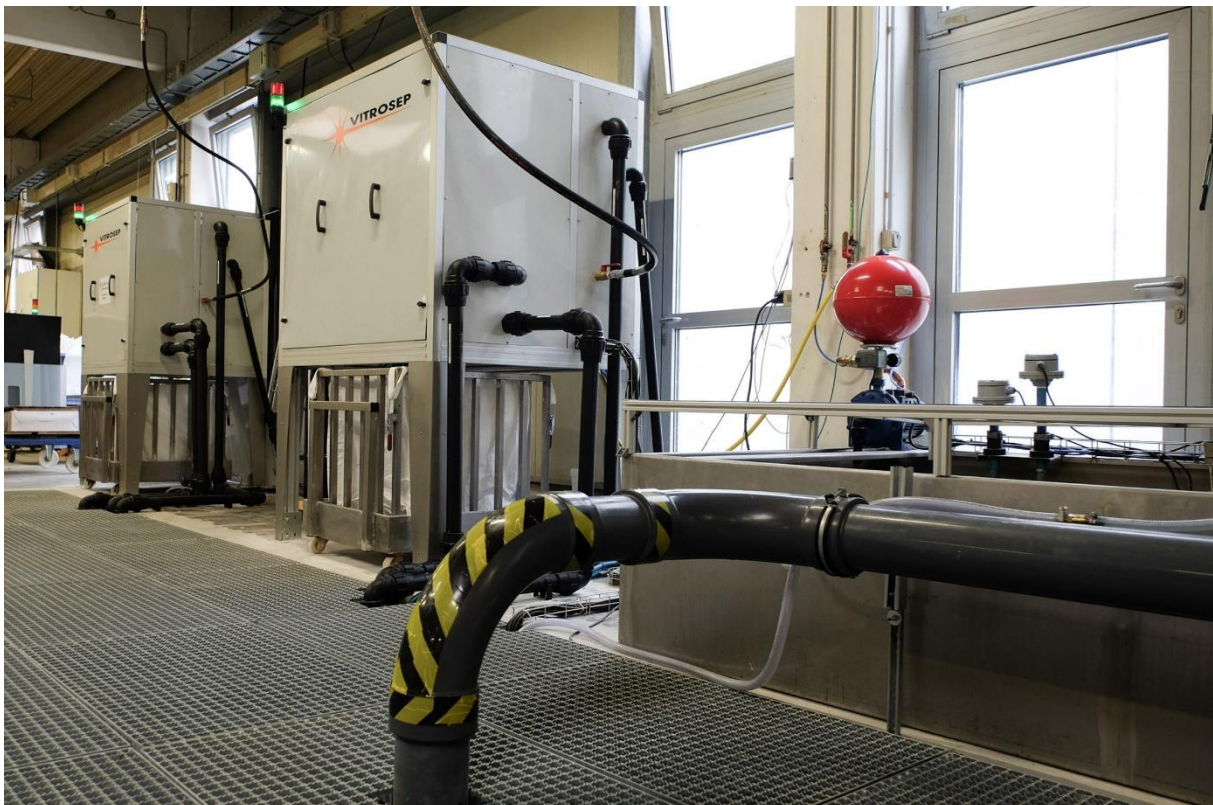
3.1. Bewertung der Vorhabendurchführung

Die vorbereitenden Arbeiten begannen nach Zeitplan, jedoch gab es Verzögerungen auf Grund der Notwendigkeit, die baulichen Maßnahmen an der Verrohrung an Wochenenden durchzuführen, um den laufenden Betrieb nicht zu unterbrechen. Der Umfang der vorbereitenden Arbeiten erwies als größer als angenommen, so dass hier die eingeplante Zeit überschritten wurde. Die Betriebsruhe zu Weihnachten und Jahreswechsel verzögerte die Durchführung zusätzlich. So verspätete sich die Installation der VITROSEP Anlage.

Nach Beendigung der Vorarbeiten konnten die Mitarbeiter der Firma VITROSEP im März mit der Installation der Anlage beginnen. Die hierfür geplanten zwei Wochen genühten, um die Anlage soweit zu installieren, dass die Maschinen sukzessive auf die neue Wasseraufbereitungsanlage umgestellt werden konnte.

Eine Schulung Anfang April 2016 beendete die Präsenzphase der Firma VITROSEP.

Produktion I: Gesamtansicht der Anlage



Im Anschluss daran wurden einzelne Maschinen für das neue System umgebaut und angepasst. Somit mussten auch diverse Parameter der Anlage optimiert werden. Über eine Online Fernwartung sowie Telefonhotline ist eine Betreuung durch VITROSEP jederzeit möglich.

Die Qualität des Filterkuchens entspricht den Angaben des Herstellers. Der Filterkuchen fällt nach dem Absprennen in kleine Filtersäcke. Er ist trocken und krümelig. Die Entsorgungsmengen sind deutlich geringer.



Wogegen bei der alten Anlage der feuchte Glasschlamm in großen Filtersäcken aufgefangen wurde und das Wasser noch lange abtropfte und nicht wirklich durchtrocknete.

3.2. Stoff- und Energiebilanz

Frischwasser:

Der Frischwasserverbrauch der Produktion inklusive Sanitäranlagen der letzten drei Jahre lag zwischen 55 und 60 m³/Tag, abhängig von der Anzahl der Maschinen, die in Betrieb waren. Das entspricht einem Jahresverbrauch an Frischwasser von ca. 15.000 m³/a. Die Verbräuche wurden jährlich durch Ablesung der Wasseruhren ermittelt.

Seit Inbetriebnahme der Anlage und der sukzessiven Umstellung der Maschinen auf die neue Anlage reduzierte sich der Frischwasserbedarf der Produktion in den ersten 10 Wochen auf ca. 16 m³/Tag, was einen Jahresverbrauch von ca. 4.000 m³/a entspricht. Dieser Verbrauch wurde im Zeitraum 26.4.2016 – 07.07.2016 durch Ablesen der Wasseruhren ermittelt.

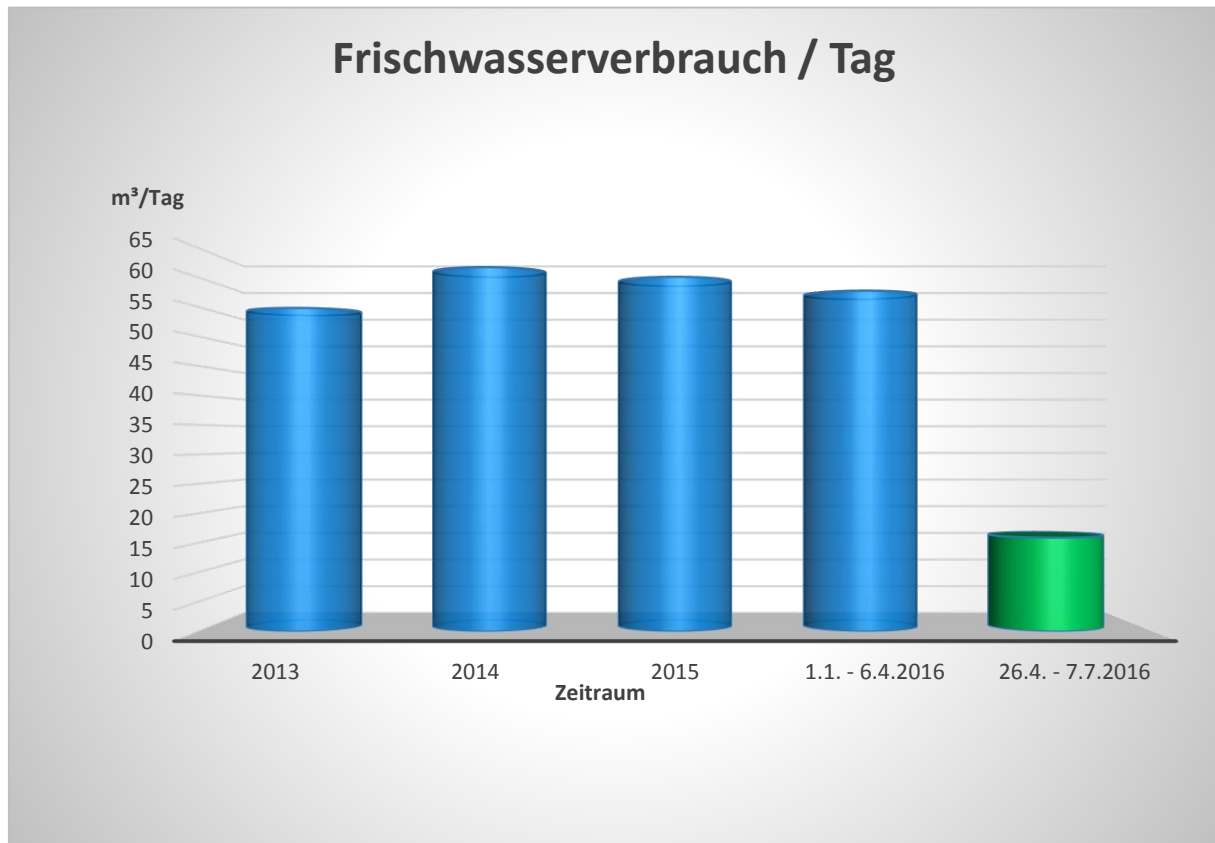
Dies entspricht einer Reduzierung um 75 %, bzw. einer Ersparnis von mehr als 42.000 €/a (Frischwasser + Abwasser).

Der noch vorhandene Frischwasserverbrauch rührt im Wesentlichen her von Sanitäranlagen, Waschwasser, Trinkwasser und von Anlagen, die nicht an die Wasseraufbereitungsanlage angeschlossen werden. Dies sind z. B. Wasser für die Scheibenvorreinigung, VE-Wasseraufbereitung für Waschmaschinen und Luftbefeuchter.

Ca. 1 m³/Tag (vorher ca. 45 m³/Tag) benötigen die VITROSEP-Anlagen in den beiden Produktionshallen (Spritzwasser, Verdunstung), welches nur noch 6,5 % des gesamten verbleibenden Frischwasserbedarfes der Produktion ist (vorher 75 %).

Hinsichtlich der Wasserverbrauchsmengen zeigen sich deutliche Reduzierungen auf nur noch ca. 25% des ursprünglichen Verbrauches.

Reduzierung des Frischwasserverbrauchs

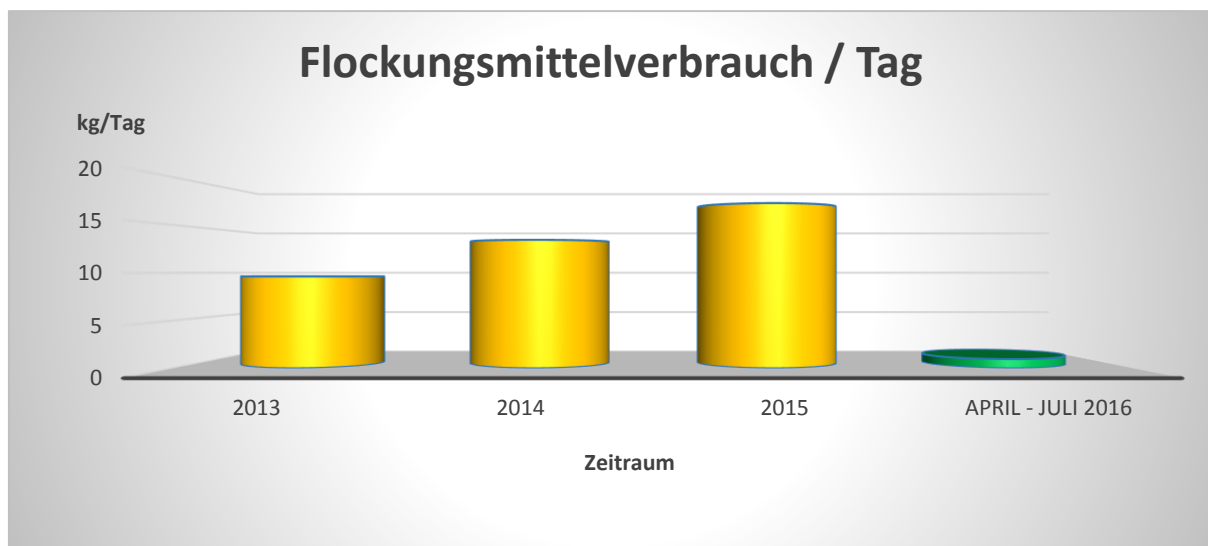


Flockungsmittel:

Beim Einsatz des Flockungsmittels erwarten wir auch eine drastische Reduzierung des Verbrauches. Der Verbrauch ist in den vergangenen Jahren stetig angestiegen. Der Verbrauch des Flockungsmittels WinFloc betrug im letzten Jahr pro Tag ca. 16 kg.

Der aktuelle Verbrauch des Flockungsmittels Vitrobac beträgt etwa ein kg/Tag. Das Flockungsmittel wird der Anlage automatisch nur dann zugeführt, wenn ein Filterkuchen abgesprengt wird. Dies geschieht pro Anlage etwa 8-mal am Tag. Bei jeder Dosierung werden 40 g des Flockungsmittels dazugegeben. Bei drei Filtereinheiten (2 x PI und 1 x PII) ergibt das pro Tag eine Menge von knapp einem Kilogramm. Damit reduziert sich der Verbrauch um 94%.

Da das Flockungsmittel Vitrobac ca. doppelt so teuer ist, beträgt die finanzielle Ersparnis dennoch ca. 85%.



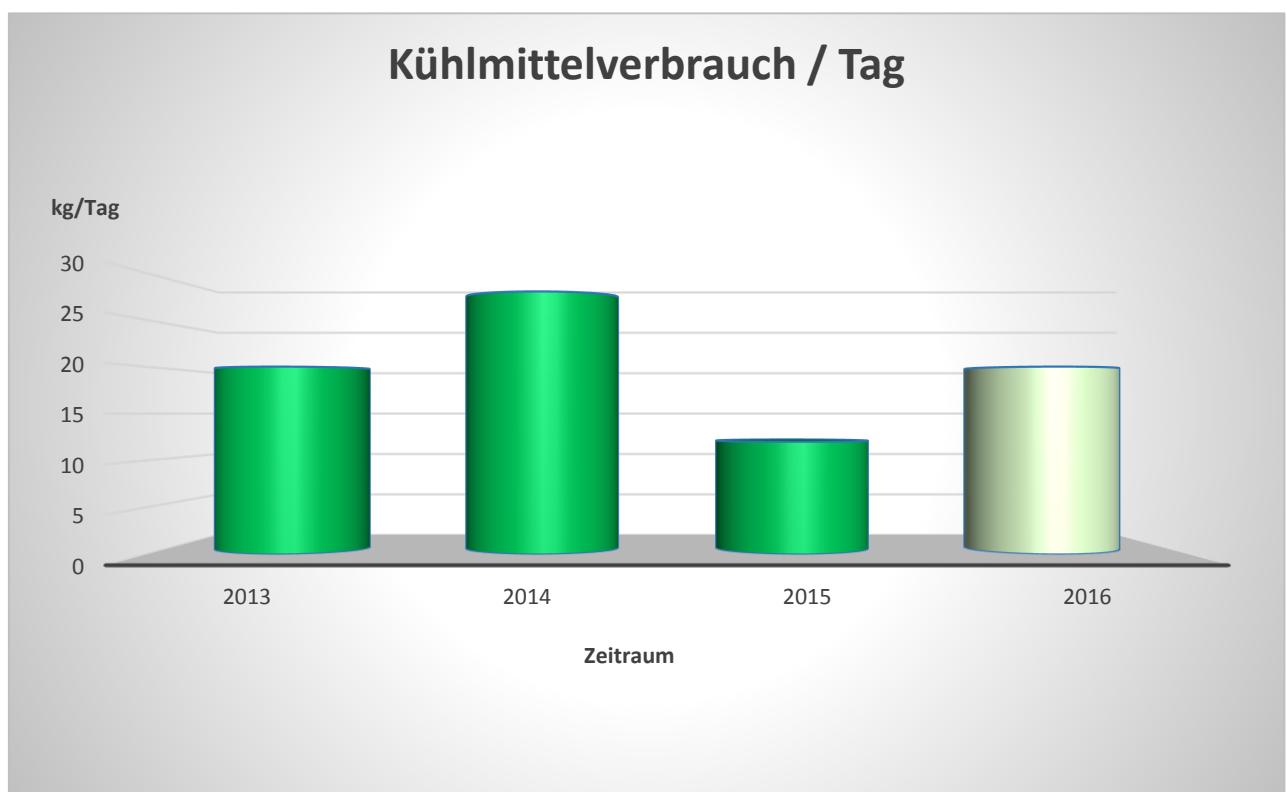
Kühlmittel:

Beim Kühlmittelverbrauch erwarten wir eine geringe Zunahme der Verbrauchsmengen, da bis zur Umstellung auf das neue System nur ca. 6% des Prozesswasser Kühlmittel nutzte (Schleifen von Kleinglas und NC-Bohren).

Die Kühlmittelkonzentration des neuen Systems beträgt 2%. Bei dem alten System betrug sie 2-3% und 5% an den Bohrmaschinen. Da nach der Erstbefüllung des Systems lediglich die Wasserverluste von 1 m³/Tag mit Kühlmittelzusatz versehen werden müssen, beträgt der Verbrauch 20 kg/Tag bzw. 5.000 kg/Jahr. Das neue Kühlmittel ist ca. 70% teurer als das Acecool.

Im Vergleich zum Vorjahr ist das eine deutliche Zunahme des Kühlmittelverbrauchs, allerdings können nun nahezu alle Kantenbearbeitungsmaschinen mit Kühlmittel versorgt werden, was wiederum Verbesserungen in der Prozessfähigkeit der Maschinen (Werkzeugverschleiß, Qualität, Bearbeitungszeiten...) hat.

Erläuternd zur Grafik sei erwähnt, dass der hohe Kühlmittelverbrauch in 2014 daraus resultierte, dass in dem Jahr ein einmaliges Großprojekt für Gläser mit mehreren Bohrungen gefertigt wurde. Die Dosierung an den Bohrmaschinen wurde damals händisch bei über 8% angesetzt, was sich vermeintlich positiv auf die Qualität auswirkte. Da dieses Wasser aber nicht konsequent im Kreislauf gefahren werden konnte, stieg der Verbrauch an Kühlmittel stark an. Mit dem neuen Kühlmittel kommen wir auch im Bohrbereich mit einer Konzentration von 2% aus.



Werkzeugverschleiß:

Eine fundierte Aussage zur Reduzierung des Werkzeugverschleißes ist grundsätzlich bei unseren wechselnden Produkten schwer zu treffen. Hier müsste eine Serienproduktion über mehrere Wochen bewertet werden. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen deshalb noch keine belastbaren Angaben vor. Aus Erfahrung der Werkzeughersteller und auch von Vitrosep können wir jedoch davon ausgehen, dass aufgrund der besseren Kühlung durch den Kühlmittelzusatz die Werkzeuge eine längere Standzeit haben und sich dadurch die Werkzeugkosten reduzieren

werden. Ein weiterer Nebeneffekt des Kühlmittels ist eine Reduzierung der Werkzeugkorrosion.

Stromersparnis der Maschinen:

Die Stromersparnis wurde exemplarisch an einer CNC-Maschine gemessen. Berücksichtigt wurden dabei die Anzahl der Schichten, Nutzung usw. Ermittelt werden konnte eine Stromersparnis von ca. 15 %.

Prozesszeiten:

Exemplarisch wurden die Prozesszeiten vor und nach der Anlagenumstellung an drei verschiedenen Artikeln geprüft. Je nach Artikel ergibt sich eine Reduzierung der Prozesszeiten von 15 bis 20%. Dies ist wie von Vitrosep angekündigt.

Erwähnen möchten wir allerdings, dass der möglichen Reduzierung der Prozesszeiten durch höhere Maschinengeschwindigkeiten Grenzen gesetzt sind, da aufgrund der Form der bei Hecker bearbeiteten Gläser nicht immer genügend Haltekräfte aufgebracht werden können, um die theoretisch möglichen Prozesszeiten zu realisieren.

Eine Optimierung ist von Fall zu Fall notwendig.

Glasschlamm:

Eine Bilanz sowohl Mengen- als auch Kostentechnisch ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht ermittelbar, weil zunächst noch eine Analyse des Filterkuchens durchgeführt und Entsorgungskonzept entsprechend angepasst werden muss. Wie bereits oben erwähnt ist der Abfallstoff (Filterkuchen), der bei dieser Art der Filtrierung anfällt, deutlich trockener als der Glasschlamm, den die alte Filteranlage erzeugt hat. Dies hat im Wesentlichen zwei Vorteile:

1. Die Abfallmenge (Gewicht) reduziert sich, da weniger Wasser im Glaskuchen enthalten ist.
2. Durch die geringere Feuchte des Abfalls reduziert sich die Bildung von DOC (dissolved organic carbon, gelöster organisch Kohlenstoff). Zu hohe DOC-Gehalte erschweren/verteuern die Entsorgung des Glasschlammes.

Wir gehen davon aus, dass sich der Anteil der Trockensubstanzen von bisher ca. 35% im Glasschlamm auf über 70% im Filterkuchen erhöhen wird, was nicht nur die Mengen, sondern auch die Entsorgungskosten (Kosten/t) herabsetzen wird.

3.3. Umweltbilanz

Für die Umwelt liegt das Hauptaugenmerk auf der Reduzierung des **Frischwasserverbrauchs**, damit verbunden eine deutliche Reduzierung der **Abwassermengen**. Wie bereits oben erwähnt zeichnet sich eine Reduzierung des Frischwasserverbrauchs **um 11.000 m³ pro Jahr** ab. Das ist eine **Reduzierung um 75%!!!**

Die Reduzierung des **Stromverbrauches** durch eine optimierte Anlage verbessert zusätzlich die Umweltbilanz. Hier rechnen wir mit 15 – 20 % je angeschlossener Schleifmaschine.

Hinzu kommt die Tatsache, dass die VITROSEP-Anlage deutlich weniger Strom benötigt als eine konventionelle Anlage (s. dazu Kap. 3.5)

3.4. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Übersicht zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

| Art | Mengen VORHER | Mengen NEU | Mengen Differenz | Kosten VORHER | Kosten NEU | Kosten Differenz |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|---------------|----------------------------|
| Frischwasser | 15.000 m ³ /a | 4.000 m ³ /a | -11.000 m ³ /a | 23.500 € | 6.300 € | 17.200 € |
| Abwasser | 15.000 m ³ /a | 4.000 m ³ /a | -11.000 m ³ /a | 32.400 € | 8.600 € | 23.800 € |
| Flockungsmittel | 4.000 kg/a | 250 kg/a | -3.750 kg/a | 10.700 € | 1.600 € | 9.100 € |
| Kühlmittel | 3.000 kg/a | 5.000 kg/a | 2.000 kg/a | 7.000 € | 19.500 € | -12.500 € |
| Glasschlamm-Entsorgung | 40.000 kg/a | 30.000 kg/a* | -10.000 kg/a | 5.100 € | 2.400 €* | 2.700 €* |
| Strom Maschinen | 240 MWh/a | 204 MWh/a | -36 MWh/a | 43.200 € | 36.700 € | 6.500 € |
| Werkzeugkosten | | | | 50.000 € | 35.000 €* | 15.000 €* |
| Wartung und Reparatur | 400 Mannstd./a (geschätzt) | 200 Mannstd./a (geschätzt) | 200 Mannstd./a (geschätzt) | 8.000 € | 4.000 €* | 4.000 €* |
| Abschreibung* | | | | 0 €/10a | 318.000 €/10a | -31.800 € |
| Einsparung von: | | | | | | 34.000 € (19 %) |

* Die Kosten für in Produktion I und II erforderlichen umfangreichen Betonsägearbeiten im vorhandenen Hallenboden, Bodenaushub und Bau der Auffangbecken incl. aller Anschlüsse lagen über den geplanten Kosten, da der Aufwand erheblich höher war, als im Vorfeld erkennbar war und im laufenden Betrieb bzw. an Wochenenden vorgenommen werden musste. So wurde das Gesamtbudget um 14 % überschritten. Die Amortisierung der Anlage wird dennoch wie geplant innerhalb der nächsten 5-6 Jahre erfolgen, da bei obigen Betrachtung die Kosten für die Erweiterung bzw. Aufrüstung der alten Anlage nicht berücksichtigt wurden.

3.5. Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Diese Innovation im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren besteht hauptsächlich in folgenden Punkten:

- Geschlossenes Kreislaufsystem für das Prozesswasser ohne Frischwasserverbrauch und Abwassererzeugung
- Verwendung von Kühlmittel mit konstanter Konzentration zwecks Qualitätsverbesserung und Prozessoptimierung
- Reinstwasseraufbereitung für die Spindelkühlung der CNC-Maschinen

Flockungsanlagen herkömmlicher Art sind nur mit großem Aufwand an Filtrationseinrichtungen in der Lage, Reinstwasser für die Spindelkühlung zu erzeugen, was mit deutlich höherem

Platz- und Kostenaufwand verbunden ist. Ansonsten wird eine erhebliche Menge Frischwasser zugeführt und die Abwassermengen sind hoch.

Zentrifugen, die durch mechanische Rotation Partikel und Wasser trennen, erfordern einen hohen Wartungsaufwand und haben einen hohen Stromverbrauch, falls die Leistung die der geförderten Anlage entsprechen soll. Eine Kalkulation ergibt einen Unterschied im Energieverbrauch von 20,5 kW bei einer Zentrifuge im Vergleich zu 9 kW bei der VITROSEP-Anlage. Geht man von einer Nutzungsdauer von 3.000 h/a aus, ergibt sich hier eine Stromeinsparung von 34.500 kWh.

Die wichtigsten Vorteile des neuen Systems kurz zusammengefasst:

- Optimale Prozesswasserqualität unter Einsatz von Kühlmittel
- Geringe Tendenz zur Bildung von Keimen und Pilzen, keine Geruchsbelästigung, verbesserte Arbeitsbedingungen
- Kaum Verbrauch an Frischwasser, nur geringe Nachdosierung des Verlustwassers, des Kühlmittels Vitrocool und des Flockungsmittels Vitrobac
- Erzeugung von Reinstwasser für Spindelkühlung
- Erzeugung eines trockenen Filterkuchens
- Reduzierung der Entsorgungsmenge „Filterkuchen“
- Umweltfreundliche „Qualität“ des Filterkuchens (fast ausschließlich Glaspartikel)
- Stromeinsparung durch geringere Leistungsaufnahme der Anlage im Vergleich zu konventionellen Anlagen
- Erhöhung der Prozesssicherheit durch optimale Werkzeugkühlung
- Reduzierung der Prozesszeiten
- Verlängerung der Werkzeugstandzeiten

4. Übertragbarkeit

4.1. Erfahrung aus der Praxisführung

Die Erfahrungen bei der Projektdurchführung haben gezeigt, dass die Installation der Anlage in einer bestehenden Produktion deutlich komplexer ist als bei einer Neuinstallation einer Produktionslinie. Die Umbaumaßnahmen und sukzessive Umschaltung der Maschinen dauerten länger als geplant.

Auch die Optimierung der Anlage auf den tatsächlichen Wasserbedarf der Produktionsmaschinen bedarf einiger Wochen, hat aber nie zu merklichem Produktionsausfall geführt. Durch den Fernzugriff der Firma VITROSEP und die Telefonhotline konnten die Anlagenparameter schrittweise angepasst werden.

4.2. Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/ der Anlage/ des Produktes)

In Deutschland ist die bei Hecker installierte Anlage erstmalig.

Das entwickelte Verfahren lässt sich auf weitere Standorte und Anlagen sowie auf andere Glasbearbeitungsbetriebe übertragen. Diese Lösung kann zentral oder auch lokal an einer Maschine oder Maschinengruppe genutzt werden.

Ein reges Interesse an dem neuartigen Separationsverfahren haben bereits einige Glasarbeiter gezeigt. Die Anlage wurde bereits besichtigt und Kontakte zum Hersteller VITROSEP geknüpft.

5. Zusammenfassung

Die von der Firma VITROSEP konzipierte und gebaute Wasseraufbereitungsanlage erfüllt die Erwartungen. Die Wasseraufbereitung ist deutlich verbessert und die Versorgung der Maschinen mit Prozesswasser gestaltet sich nach Anpassung der Maschinen nach Vorgaben von VITROSEP problemlos.

Summary

The water treatment equipment designed and built by the company VITROSEP meets the expectations. The water treatment is considerably improved and the supply of the machines with process water organizes itself without any difficulty after adjusting the machines according to the specifications of VITROSEP.

6. Literatur

- entfällt

7. Anhang

- entfällt