BMU-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht
zum Vorhaben:

„Einführung eines wasser- und energieeffizienten Dampfsterilisators“

Vorhaben-Nr.: 20203
UBA-Az.: 70441-1/17

Fördernehmer/-in:
Fluoron GmbH

Umweltbereich
Energie, Ressourceneffizienz

Laufzeit des Vorhabens
05.07.2011 – 30.06.2013

Autor
Dr. Wilfried Kugler

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung
31.07.2013

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: UBA 70441-1/17	**Vorhaben-Nr.:** 20203
Titel des Vorhabens: Einführung eines wasser- und energieeffizienten Dampfsterilisators	
Autor: Dr. Kugler, Wilfried	**Vorhabensbeginn:** 05.07.2011
	Vorhabenende: 30.06.2013
Fördernehmer: Fluoron GmbH Magirus-Deutz-Str. 10 89077 Ulm	**Veröffentlichungsdatum:** 31.07.2013
	Seitenzahl: 16
Gefördert im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums	

Kurzfassung:

Die Fluoron GmbH entwickelt und produziert hochreine Biomaterialien für die Netzhautchirurgie. Zur Sterilisation der Medizinprodukte wurden diese bisher in einem Dampfsterilisator (450 L) einem 121℃ heißen Wasser dampf und einem Überdruck von 2 Bar Atmosphäre ausgesetzt. Die heiße Kammer wurde anschließend von außen mit kaltem Leitungswasser gekühlt. Das Abwasser wurde bisher ohne Nutzung der Abwärme in die Kanalisation eingeleitet, so dass der Energiehaushalt des Werkes durch Fernwärme ausgeglichen werden musste.

Der Antrag auf Förderung der Einführung eines wasser- und energieeffizienten Dampfsterilisators (Autoklav) wurde im April 2010 eingereicht und im Juni 2011 genehmigt. Durch das geförderte Vorhaben konnten zwei innovative Autoklaven (600 L) der Fa. Holzner GmbH angeschafft werden, die mit mehreren Kühlkreisläufen und Wärmetauschern ausgestattet sind. Als Besonderheit sind die Wärmetauscher an die Wärmerückgewinnungsanlage des Unternehmens angeschlossen, sodass die bisher ungenutzte Abwärme aus der Kühlung zurückgewonnen und in das betriebliche Heizungsnetz eingespeist werden kann. Im Oktober 2011 konnte der erste Autoklav eingesetzt werden, der zweite folgte im April 2012.

Mit der neuen Technologie reduziert sich der Wasserverbrauch pro Zyklus von bisher 1600 L auf durchschnittlich 15 L, der Stromverbrauch von bisher 13 kWh auf knappe 9 kWh pro Zyklus. Auch bei der Zykluszeit ergibt sich eine durchschnittliche Einsparung von 10 min. Seit der Einführung der beiden Autoklaven konnten dadurch die CO_2-Emissionen um insgesamt 2,9 t reduziert werden.

Schlagwörter: Dampfsterilisator, Medizinprodukte, Ophthalmologie;

Anzahl der gelieferten Berichte: Papierform: 10 Elektronischer Datenträger: 1 (pdf)	**Sonstige Medien:** Veröffentlichung im Internet geplant auf www.fluoron.de

Report identification

<table>
<tr><td>Reference number: UBA 70441-1/17</td><td>Project number: 20203</td></tr>
<tr><td colspan="2">Project title:
Implementation of a water- and energy-efficient steam-steriliser</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Author:
Dr. Kugler, Wilfried</td><td>Start of the project:
5 July 2011</td></tr>
<tr><td>End of the project:
30 June 2013</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Grantee:
Fluoron GmbH
Magirus-Deutz-Str. 10
89077 Ulm
Germany</td><td>Publication date:
31 July 2013</td></tr>
<tr><td>Number of pages:
16</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Funded within the scope of the environment innovation programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety</td></tr>
<tr><td colspan="2">Summary:

Fluoron GmbH develops and produces ultrapure biomaterials for retinal surgery. So far its medical devices were sterilized in a conventional steam-steriliser (450 L) at 121 ℃ and 2 bars. At the end of this process the hot chamber was cooled by cold tap water. Residual water was passed into the sewerage system without using the lost heat. Consequently, the company’s energy balance had to be adjusted by long-distance heating.

The grant porposal “Implementation of a water- and energy-efficient steam-steriliser“ was submitted in April 2010 and approved in June 2011. Due to the grant money Fluoron GmbH was able to acquire two innovative steam-sterilisers (600 L) from Holzner GmbH, equipped with multiple cooling circuits and heat exchangers. As special feature the heat exchangers are connected to the company’s heat recovery plant. Thus, the previously wasted heat from the cooling process can be recovered and feeded into the company’s heat distribution system. In October 2011 steam-steriliser no 1 could be employed, followed by no 2 in April 2012.

With the new technology the water consumption per cycle is reduced from 1600 litres to about 15 litres, power consumption from previously 13 kWh to almost 9 kWh per cycle. Also, cycle time is decreased by 10 minutes. Since introduction of the two steam-sterilisers the company’s CO_2 emissions could be reduced by 2,9 tons.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Key words: steam steriliser, medical devices, ophthalmology;</td></tr>
<tr><td>Number of reports supplied:
Hard copy: 10
Electronic files: 1 (pdf)</td><td>Other media:
Publication intended at www.fluoron.de</td></tr>
</table>

Kurzfassung:
Die Fluoron GmbH entwickelt und produziert hochreine Biomaterialien für die Netzhautchirurgie. Zur Sterilisation der Medizinprodukte wurden diese bis Oktober 2011 in einem Dampfsterilisator (450 L) einem 121℃ heißen Wasserdampf und einem Überdruck von 2 Bar Atmosphäre ausgesetzt. Die heiße Kammer wurde anschließend von außen mit kaltem Leitungswasser gekühlt. Das Abwasser wurde bisher ohne Nutzung der Abwärme in die Kanalisation eingeleitet, so dass der Energiehaushalt des Werkes durch Fernwärme ausgeglichen werden musste.

Der Antrag auf Förderung der Einführung eines wasser- und energieeffizienten Dampf-sterilisators (Autoklav) wurde im April 2010 eingereicht und im Juni 2011 genehmigt. Durch das geförderte Vorhaben konnten zwei innovative Autoklaven (600 L) der Fa. Holzner GmbH angeschafft werden, die mit mehreren Kühlkreisläufen und Wärmetauschern ausgestattet sind. Als Besonderheit sind die Wärmetauscher an die Wärmerückgewinnungsanlage des Unternehmens angeschlossen, sodass die bisher ungenutzte Abwärme aus der Kühlung zurückgewonnen und in das betriebliche Heizungsnetz eingespeist werden kann. Im Oktober 2011 konnte der erste Autoklav eingesetzt werden, der zweite folgte im April 2012.

Mit der neuen Technologie reduziert sich der Wasserverbrauch pro Zyklus von bisher 1600 L auf durchschnittlich 15 L, der Stromverbrauch von bisher 13 kWh auf knappe 9 kWh pro Zyklus. Auch bei der Zykluszeit ergibt sich eine durchschnittliche Einsparung von 10 min. Seit der Einführung der beiden Autoklaven konnten dadurch die CO_2-Emissionen um insgesamt 2,9 t reduziert werden.

Summary:

Fluoron GmbH develops and produces ultrapure biomaterials for retinal surgery. Until October 2011 its medical devices were sterilized in a conventional steam-steriliser (450 L) at 121 °C and 2 bars. At the end of this process the h ot chamber was cooled by cold tap water. Residual water was passed into the sewerage system without using the lost heat. Consequently, the company's energy balance had to be adjusted by long-distance heating.

The grant porposal "Implementation of a water- and energy-efficient steam-steriliser" was submitted in April 2010 and approved in June 2011. Due to the grant money Fluoron GmbH was able to acquire two innovative steam-sterilisers (600 L) from Holzner GmbH, equipped with multiple cooling circuits and heat exchangers. As special feature the heat exchangers are connected to the company's heat recovery plant. Thus, the previously wasted heat from the cooling process can be recovered and feeded into the company's heat distribution system. In October 2011 steam-steriliser no 1 could be employed, followed by no 2 in April 2012.

With the new technology the water consumption per cycle is reduced from 1600 litres to about 15 litres, power consumption from previously 13 kWh to almost 9 kWh per cycle. Also, cycle time is decreased by 10 minutes. Since introduction of the two steam-sterilisers the company's CO_2 emissions could be reduced by 2,9 tons.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 7
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens 7
1.2 Ausgangssituation 7
2. Vorhabensumsetzung 8
2.1 Ziel des Vorhabens 8
2.2 Darstellung der technischen Lösung 8
2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens 9
2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen) 11
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten 11
3. Ergebnisse 11
3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung 11
3.2 Stoff- und Energiebilanz 12
3.3 Umweltbilanz 12
3.4 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms 13
3.5 Wirtschaftlichkeitsanalyse 14
3.6 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren 15
4. Empfehlungen 16
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung 16
4.2 Modellcharakter (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/ Anlage/ Produkt) 16
4.3 Zusammenfassung 16

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Fluoron GmbH entwickelt und produziert hochreine Biomaterialien für die Netzhautchirurgie. Neben innovativen Silikonöltamponaden, die über einen längeren Zeitraum im Auge verbleiben, vermarktet das Unternehmen Perfluorkohlenwasserstoffe und semifluorierte Alkane zur intraoperativen Anwendung. Außerdem wurden erfolgreich Farbstoffe entwickelt, die spezifisch intraokulares Gewebe anfärben. Die Ulmer Firma hat zurzeit 13 Mitarbeiterinnen/Mitarbeiter und machte im Geschäftsjahr 2011 einen Umsatz von 2,29 Mio. Euro.

Abb. 1: Fluoron GmbH, Ulm

1.2 Ausgangssituation

Motivation der Fluoron GmbH für dieses Projekt war das steigende Bedürfnis seiner Kunden nach einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Herstellung seiner Medizinprodukte. Mit dem Umzug des Unternehmens in die neuen Geschäftsräume im Juli 2009, wurde dazu ein umfangreiches Maßnahmenpaket zum Umweltschutz eingeleitet. Neben einer Wärmerückgewinnungsanlage erfolgte auch die Installation einer Flußwasserkühlung, wodurch zur Kühlung des firmeneigenen Reinraums und der Destillationsanlagen kein Trinkwasser mehr benötigt wird. Der innovative Aspekt des geförderten Vorhabens liegt in der enormen Wasserersparnis und in der Rückgewinnung der Wärme. Durch beide Punkte wird die Umwelt spürbar entlastet.

Bis Oktober 2011 setzte die Fluoron GmbH zur Sterilisation ihrer Medizinprodukte einen herkömmlichen Dampfsterilisator (Autoklav) mit einem Kammervolumen von 450 Litern ein. Dabei werden die Materialien einem 121 ℃ heißen Wasserdampf und 2 Bar Atmosphärendruck ausgesetzt, eine etablierte und effektive Methode der Keimabtötung. Die heiße Kammer wurde anschließend von außen mit kaltem Leitungswasser gekühlt. Das zum Teil bis zu 100 ℃ heiße Kühlwasser wurde dann, ohne Nutzung der Abwärme, in die Kanalisation eingeleitet und der Energiehaushalt des Werkes durch Fernwärme ausgeglichen. Ein solcher handelsüblicher Autoklav verbraucht pro Zyklus (ca. 90 min) 1500 bis 1700 L Trinkwasser und 12-14 kWh Strom zur Dampferzeugung.

2. Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Ziel des geförderten Vorhabens war die Einführung eines wasser- und energie-effizienten Dampfsterilisators. Durch den Einsatz moderner Wärmetauschersysteme soll die im Kühlwasser enthaltene Wärme wieder zurückgewonnen und nutzbar gemacht werden. Dadurch entstehen geschlossene Kühlkreisläufe, die zudem den Wasserverbrauch erheblich senken.

2.2 Darstellung der technischen Lösung

Mit dem beantragten und geförderten Vorhaben wurde der bisher verwendete Dampfsterilisator durch zwei innovative Autoklaven der Fa. Holzner GmbH, Nußloch, ersetzt. Diese sind mit mehreren Kühlkreisläufen ausgerüstet, welche untereinander über Wärmetauscher verbunden sind. Als Besonderheit sind die Wärmetauscher an die Wärmerückgewinnungsanlage des Unternehmens angeschlossen, sodass die bisher ungenutzte Abwärme aus der Kühlung zurückgewonnen und in das betriebliche Heizungsnetz eingespeist werden kann.

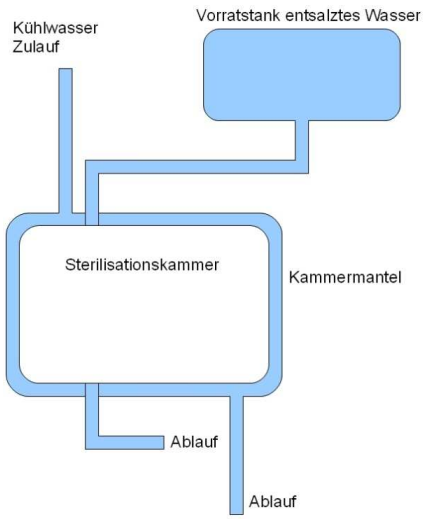

Abb. 2a: Schematischer Aufbau eines handelsüblichen Autoklaven

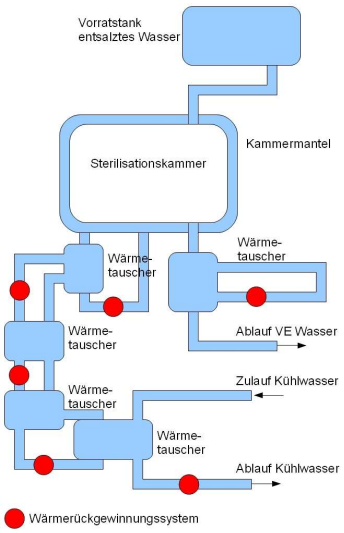

Abb. 2b: Schematische Darstellung des neu beschafften Autoklaven

Abb. 3: Wärmerückgewinnungsanlage in den Geschäftsräumen der Fluoron GmbH, an welche die beiden Autoklaven angeschlossen wurden. Die Anlage speist die zurückgewonnene Wärmeenergie direkt in den Heizkreislauf der Firma ein.

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Der Antrag auf Förderung des Vorhabens „Einführung eines wasser- und energie-effizienten Dampfsterilisators“ aus dem Umweltinnovationsprogramm des Bundes-umweltministeriums wurde am 12. April 2010 eingereicht. Nach verschiedenen Ergänzungen und Erläuterungen wurde dem Antrag schließlich am 09. Juni 2011 vom damaligen Bundesminister Dr. Norbert Röttgen stattgegeben.

Der erste Dampfsterilisator (Steri 1) wurde am 25.10.2011 von der Firma Holzner GmbH, Nußloch, geliefert und im normalen Produktionsprozess eingesetzt. Der zweite Autoklav (Steri 2) wurde ebenfalls durch die Firma Holzner GmbH, Nußloch, gefertigt, am 03.04.2012 geliefert und innerhalb von 3 Tagen aufgebaut.

Steri 2 wurde wie Steri 1 von der Fa. Stumpf und Müller, Biberach, an die hauseigene Flusswasserkühlung angeschlossen und erstmalig mit dieser Kühlung in Betrieb genommen. Ebenfalls im April 2012 wurde die Verrohrung beider Autoklaven professionell von der gleichen Firma durchgeführt, ebenso die korrekte Absicherung beider Geräte durch die Fa. Reimer Elektrotechnik, Neu-Ulm.

Abb.4: die neu angeschafften Autoklaven

Abb. 5a: Herkömmliche Verrohrung des Kühlkreislaufes im Inneren eines Standard-Autoklaven

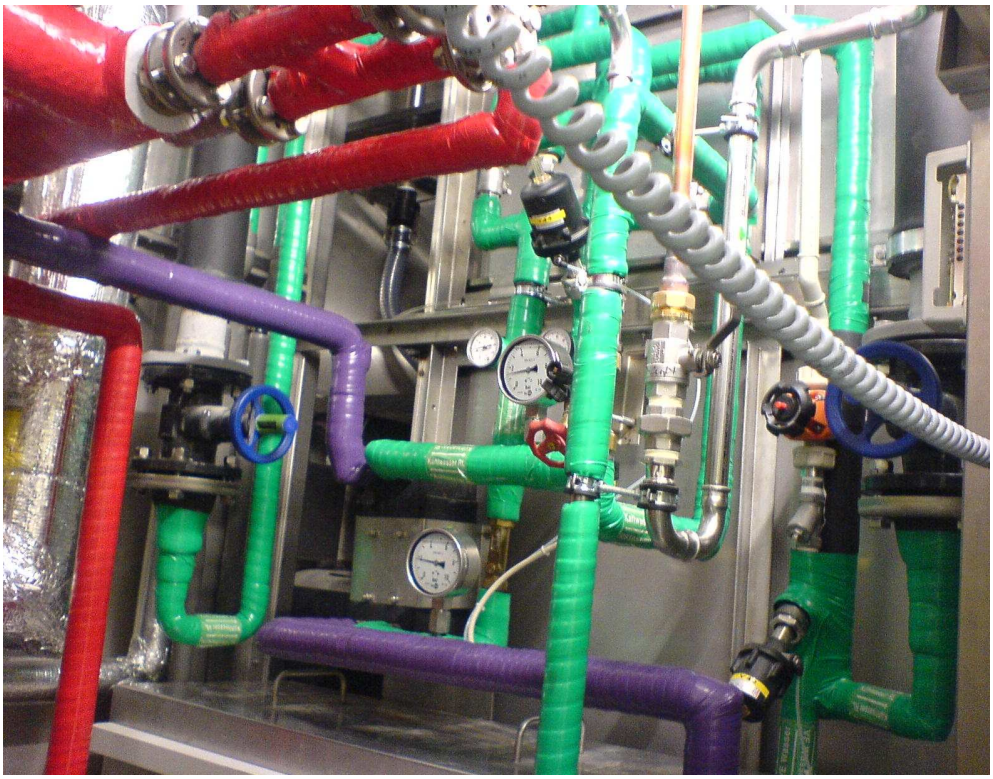

Abb. 5b: Verrohrung des Kühlkreislaufes im Inneren des neu angeschafften Autoklaven

Abb. 6: Teil der Autoklavensteuerung

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Die sicherheitstechnische Bewertung der beiden Dampfsterilisatoren wurde vom TÜV vorgenommen, die Validierung der beiden Autoklaven durch die Firma Holzner.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Verbrauchswerte für Wasser sind über Wasserzähler ermittelt. Der Stromverbrauch / Zyklus leitet sich aus der Leistung des Dampferzeugers (45kW), der Dampfmenge (Erfahrungswert der Fa. Holzner) und dem verwendeten Sterilisationsprogramm ab. Die Zykluszahl wird ebenso wie die Zykluszeit automatisch erfasst. Die Werte pro Zyklus wurden entsprechend berechnet.
Der Wert für das Kammervolumen stammt aus den Unterlagen der Fa. Holzner zu den beiden Autoklaven.

Kammervolumen	600 L
Wasserverbrauch / Zyklus	15 L
Stromverbrauch / Zyklus	8,76 kWh
Zykluszeit	70 min

3. Ergebnisse

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Die Anschaffung der beiden Dampfsterilisatoren des Typs Eco-Line kann aus heutiger Sicht als voller Erfolg gewertet werden. Die damit eingesparten Mengen an

Wasser und Energie sind, was sich auch im Einsparpotential an CO_2 ausdrückt, wie im Folgenden im Detail dargelegt, immens.
Dazu kommt eine höhere Betriebs- und Produktsicherheit. Während beim Autoklaven alten Typs Unmengen an Wasser in die Kanalisation gingen, was aufgrund der Menge zu gelegentlichen Überschwemmungen führte, wird bei den neuen Autoklaven das meiste Wasser im fast geschlossenen System wiederverwendet; nur ein winziger Bruchteil gelangt in die Kanalisation.

3.2 Stoff- und Energiebilanz

Die durchschnittliche Zyklusdauer beider Autoklaven beträgt 70 Minuten (zum Vergleich: die Zykluszeit des bisher eingesetzten Standardmodells betrug ca. 90 Minuten).
Mit der neuen Technologie können ca. 80 Prozent der durch die beiden Autoklaven erzeugten thermischen Energie zurückgewonnen werden, wodurch sich für die Firma der Bezug von Fernwärme stark reduziert hat.
Im Berichtszeitraum wurde der am 25.10.2011 gelieferte Autoklav (Steri 1) im normalen Produktionsprozess eingesetzt. Bis zum 15.05.2013 wurden mit Steri 1 insgesamt 613 Zyklen gefahren. Der gesamte Wasserverbrauch liegt bei 12.222 L. Dies entspricht einem Wasserverbrauch von ca. 20 L pro Zyklus.
Seit seiner Inbetriebnahme wird Steri 2 im normalen Produktionsprozess, abwechselnd mit Steri 1, eingesetzt. Bis zum 15.05.2013 wurden insgesamt 124 Chargen mit einem Wasserverbrauch von 1.403 L dampfsterilisiert. Dies entspricht einem Wasserverbrauch von ca. 11 L pro Zyklus.
Der Wasserverbrauch pro Produktionszyklus verringert sich somit drastisch um ca. 99% auf durchschnittlich 15 Liter. In Zahlen bedeutet das für
Steri 1: 613 Chargen sterilisiert mit einem Autoklaven alten Typs, der durchschnittlich 1500 L Wasser / Zyklus verbraucht, ergeben einen Verbrauch von 919.500 L. Mit dem neuen Autoklaven liegt dieser Wert bei 12.222 L, was einer Reduzierung von ca. 907 Kubikmeter Wasser entspricht.
Steri 2: 124 Chargen sterilisiert mit einem Autoklaven alten Typs, der durchschnittlich 1500 L Wasser / Zyklus verbraucht, ergeben einen Verbrauch von 186.000 L. Mit dem neuen Autoklaven liegt dieser Wert bei 1403 L, was einer Reduzierung von ca. 185 Kubikmeter Wasser entspricht.
Seit Inbetriebnahme der beiden neuen Autoklaven verzeichnete die Fa. Fluoron GmbH eine Gesamtersparnis von 1100 m^3 Wasser.

3.3 Umweltbilanz

Während der bis Ende 2011 eingesetzte Autoklav 12-14 kWh Strom zur Dampferzeugung pro Zyklus benötigte, liegt dieser Wert bei den neuen Modellen bei ca. 8,75 kWh pro Charge, d.h. eine Einsparung von durchschnittlich 4 kWh. In Zahlen bedeutet das für

Steri 1: 613 Chargen mit einem Autoklaven alten Typs, der durchschnittlich 13 kWh verbraucht, benötigen 7969 kWh Strom. Der neue Autoklav verbraucht dafür 5364 kWh, was einer Reduzierung um 2605 kWh entspricht.
Steri 2: 124 Chargen mit einem Autoklaven alten Typs, der durchschnittlich 13 kWh verbraucht, benötigen 1612 kWh Strom. Der neue Autoklav verbraucht dafür 1085 kWh, was einer Reduzierung von ca. 525 kWh entspricht. Die Gesamtersparnis an Strom liegt damit seit Inbetriebnahme der Autoklaven bei 3130 kWh.
Am Beispiel der neuen Dampfsterilisatoren, Typ 669, kann man zudem das Einsparpotential an CO_2 verdeutlichen. Bei einer Gesamteinsparung von 3130 kWh für beide Autoklaven, entspricht dies einer Gesamteinsparung von 1,7 t CO_2.
Des Weiteren werden durch jeden Sterilisationszyklus 5,12 kWh an Fernwärme eingespart. Bei 737 Sterilisationszyklen führt dies zu einer Gesamtersparnis seit Inbetriebnahme von 3773 kWh. Bei einem CO_2-Emissionsfaktor für Fernwärme von 313 Gramm CO_2 je kWh Wärme, entspricht dies einer CO_2-Einsparung von weiteren 1,2 t. So konnten mit den neuen Sterilisatoren bisher insgesamt 2,9 t CO_2 eingespart werden.

3.4 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

Zur Quantifizierung des Wasserverbrauchs pro Zyklus wurden die Werte der an den Autoklaven vorhandenen Wasseruhren ins Verhältnis zu den gelaufenen Zyklen gesetzt. Die Anzahl der Zyklen kann direkt an den Autoklaven abgelesen werden. Im Vergleich zu einem handelsüblichen Autoklaven, wie er vor dem Projekt vorhanden war, werden 93% Wasser eingespart.
Da eine konkrete Messung der rückgewonnen Wärmeenergie sich als schwierig erweist, werden hier die vom Hersteller der Wärmerückgewinnungsanlage genannten Spezifikationen herangezogen. Laut Herstellerangaben werden pro Sterilisationszyklus 6,4 kWh als Wärmeenergie frei, von dieser werden wiederum 80% durch die Wärmerückgewinnungsanlage nutzbar gemacht. Somit konnten seit der Installation der Autoklaven fast 3800 kWh an Wärmeenergie nutzbar gemacht werden.

6,4 kWh / Zyklus x 737 Zyklen = 4716,8 kWh freiwerdende Wärmeenergie

4716,8 kWh x 0,8 Rückgewinnungsrate = 3773 kWh nutzbare Wärme

Die Einsparung an Strom wurde auf eine vergleichbare Art und Weise bestimmt. So lag der Verbrauch des ursprünglichen Autoklaven laut Herstellerangaben bei durchschnittlich 13 kWh / Zyklus. Die neuen Autoklaven verbrauchen hingegen lediglich 8,75 kWh / Zyklus. Es konnten über 3100 kWh an Strom eingespart werden.

alter Autoklav: 13,00 kWh / Zyklus x 737 Zyklen = 9581 kWh
neuer Autoklav: 8,75 kWh / Zyklus x 737 Zyklen = 6449 kWh

\-

3132 kWh elektrische Energie

3.5 Wirtschaftlichkeitsanalyse

3.5.1 Investitionen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die geplanten und die tatsächlichen Investitionen.

Teilvorhaben	geplant [EUR]	tatsächlich [EUR]
(1) Autoklaven	290.000	238.311,56
(2) Ionenaustauscheranlage	10.000	6.249,35
Σ (1)+(2) Förderfähige Ausgaben	300.000	244.560,91
nicht förderfähige Ausgaben	-	-
Gesamtausgaben	300.000	244.560,91

Finanzierung der geplanten und der tatsächlichen Ausgaben:

Finanzierungsform	geplant [EUR]	tatsächlich [EUR]
Zuschuss aus dem BMU-Umweltinnovationsprogramm	90.000	73.368,28
Eigene Mittel	10.000	-
KfW-Unternehmerkredit	200.000	171.192,63
Gesamt	300.000	244.560,91

3.5.2 Vergleich der Betriebskosten

Um einen realistischen Überblick über die Einsparung der Betriebskosten zu geben, wird von einer Zykluszahl von 783 ausgegangen. Dies entspricht, ausgehend von 491 Zyklen im ersten Jahr, 10% höhere Zyklusrate/Jahr und 10 Jahren Nutzungsdauer, der durchschnittlich erreichten Zykluszahl.

Betriebskosten	Einsparung/a	Kosten/Einheit	Einsparung
Strom	3327 kWh	0,3840 €	1276 €
Wasser	1241 m³	2,3100 €	2867 €
Fernwärme	5011 kWh	0,0786 €	394 €
Gesamt			4537€

3.5.3 Amortisationszeit

Die Amortisationszeit wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{\text{Investition}}{\text{Kosteneinsparungen} + \text{Abschreibung}}$$

	ohne Förderung	mit Förderung
Investitionskosten [EUR]	244.560,91	171.192,63
Restwert [EUR]	0	0
Nutzungsdauer [Jahre]	10	10
Abschreibung [EUR]	24.456	24.456
Kosteneinsparung / Jahr [EUR]	4.537	4.537
Amortisationzeit [Jahre]	8,4	5,9

3.5.4 Zusammenfassung

Innerhalb des Zeitraums vom 25.10.2011 bis heute, was 1,5 Jahren entspricht, wurden 737 Sterilisationszyklen durchgeführt. Dies entspricht 491 Zyklen / Jahr. Die Fluoron GmbH geht von einer durchschnittlichen Zunahme an Sterilisationszyklen von 10% / Jahr aus. Außerdem wird eine Strompreiserhöhung von 6,5% / Jahr, eine Fernwärmepreiserhöhung von 5% / Jahr und eine Wasserpreiserhöhung von 6% / Jahr angenommen; dies entspricht jeweils der Preisentwicklung der letzten 10 Jahre. Damit ergeben sich für den Zeitraum der kommenden 10 Jahre Einsparungen in Höhe von etwa 48.000 €.

Nachfolgeprojekte sind für andere Betriebe wirtschaftlich sinnvoll, da sie nur die Mehrkosten für den neu entwickelten Autoklaven tragen müssen. Diese belaufen sich auf ca. 15.000 €. So ergeben sich für ein mit der Fluoron GmbH vergleichbares Unternehmen Einsparungen in Höhe von 33.000 € über einen Zeitraum von 10 Jahren.

Noch deutlicher wird das Einsparpotential, wenn man von einer Vollauslastung des Autoklaven ausgeht, wie sie beispielsweise in einem Krankenhaus vorliegt. Da die Kosteneinsparung direkt durch jeden Zyklus erfolgt, kann bei einer vier Mal höheren Auslastung eine um denselben Faktor höhere Einsparung erzielt werden. Innerhalb von 10 Jahren führt dies zu einer Einsparung von 192.000 €. Abzüglich der Zusatzkosten der Eco Line-Umrüstung von 15.000 € können so immer noch Realeinsparungen von 177.000 € erzielt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Nachfolgeprojekte sehr großen wirtschaftlichen Nutzen für die Unternehmen mit sich bringen.

3.6 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren

	konventioneller Autoklav	neuer Autoklav
Kammervolumen	450 L	600 L
Wasserverbrauch / Zyklus	1.600 L	15 L
Stromverbrauch / Zyklus	13 kWh	8,76 kWh
Zykluszeit	90 min	70 min

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die Einführung der beiden neu angeschafften Autoklaven in die Routineproduktion verlief wie geplant, so dass von einem rundum geglückten Start gesprochen werden kann. Besonders erfreulich, die Kosten waren niedriger als ursprünglich veranschlagt. Inzwischen wurde mit der Firma Holzner auch ein Wartungs- und Validierungsvertrag abgeschlossen, um auch den regulatorischen Anforderungen Rechnung zu tragen.

4.2 Modellcharakter (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/ Anlage/ Produkt)

Grundsätzlich könnte das beschriebene System an den gesamten Kundenstamm der Firma Holzner vertrieben und von diesem eingesetzt werden. Selbst wenn nur ein Teil der Kunden aus dem Teilbereich Labor, Pharma, Apotheke der Firma Holzner auf Dampfsterilisatoren des Typs ECO-Line umsteigen würde, entspräche das, wie oben dargelegt, einer beträchtlichen Einsparung an Wasser, Energie und damit an CO2. Neukunden sind dabei noch nicht berücksichtigt. Weitaus deutlicher würde dieses Einsparpotential ausfallen, wenn man von einer Vollauslastung des Autoklaven ausgeht, wie sie beispielsweise in einem Krankenhaus oder Pharmafirmen vorliegt.

4.3 Zusammenfassung

Die Fluoron GmbH entwickelt und produziert hochreine Biomaterialien für die Netzhautchirurgie. Zur Sterilisation der Medizinprodukte wurden diese bisher in einem Dampfsterilisator einem 121℃ heißen Wasserdampf und einem Überdruck von 2 Bar Atmosphäre ausgesetzt. Die heiße Kammer wurde anschließend von außen mit kaltem Leitungswasser gekühlt und das Abwasser ohne Nutzung der Abwärme in die Kanalisation eingeleitet. Mit Hilfe des geförderten Vorhabens konnten zwei energie- und wassereffiziente Autoklaven angeschafft werden. Durch den erfolgten Austausch können jährlich 5,0 MWh Fernwärme und 3,3 MWh Strom eingespart werden, was einer Gesamtersparnis an CO_2 von 2.9 t entspricht. Zusätzlich verringert sich der Wasserverbrauch pro Produktionszyklus von bisher durchschnittlich 1.600 l auf nur noch 15 l. Unabhängig vom Hersteller und der genauen Bauart eines Autoklaven, kann zusammenfassend gesagt werden, dass eine Wärmerückgewinnung, gerade unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit, besonders sinnvoll ist. Der innovative Aspekt des geförderten Vorhabens liegt in der enormen Wasserersparnis und in der Rückgewinnung der Wärme. Durch beide Punkte wird die Umwelt deutlich entlastet.