

The Fissler logo is written in a white, cursive script on a red rectangular background.

# Abschlussbericht

Förderkennzeichen: NKa3 – 003430

**Erstmalige Umsetzung des innovativen Verfahrens *EcoFlexCoating* zur ressourcenschonenden Beschichtung von Kochgeschirr im Hause Fissler**

**Fissler GmbH**  
Harald-Fissler-Straße 1 | 55743 Idar-Oberstein

**UMWELT  INNOVATIONS  
PROGRAMM**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Berichts-Kennblatt</b> .....	<b>3</b>
<b>Report Coversheet</b> .....	<b>4</b>
<b>A. Einleitung</b> .....	<b>5</b>
A.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens .....	5
A.2 Ausgangssituation .....	5
<b>B. Vorhabenumsetzung</b> .....	<b>8</b>
B.1 Ziel des Vorhabens .....	8
B.2 Prozessbeschreibung des Verfahrens .....	8
B.3 Auslegung und Leistungsdaten der technischen Lösung .....	11
B.4 Umsetzung des Vorhabens.....	11
B.5 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen).....	16
B.6 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	16
<b>C. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung</b> .....	<b>19</b>
C.1 Bewertung der Vorhabendurchführung.....	19
C.2 Stoff- und Energiebilanz .....	19
C.3 Umweltbilanz.....	28
C.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	28
C.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren .....	28
<b>D. Übertragbarkeit</b> .....	<b>30</b>
D.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung.....	30
D.2 Modellcharakter und Übertragbarkeit.....	30
<b>E. Zusammenfassung / Summary</b> .....	<b>32</b>
<b>F. Literatur</b> .....	<b>33</b>

**BMUV-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM**

**Abschlussbericht zum Vorhaben**

„Erstmalige Umsetzung des innovativen Verfahrens EcoFlexCoating zur ressourcenschonenden Beschichtung von Kochgeschirr“

**Zuwendungsempfänger**

Fissler GmbH

**Umweltbereich**

Ressourceneffizienz und Energieeinsparung

**Laufzeit des Vorhabens**

Von 13.08.2019 bis 31.07.2021

**Autoren**

Selzer, Kai

**Datum der Erstellung**

15.02.2022

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

## Berichts-Kennblatt

<b>Aktenzeichen des UBA:</b>	<b>Projekt-Nr.:</b> NKa3 – 003430
<b>Titel des Vorhabens:</b> „EcoFlexCoating zur ressourcenschonenden Beschichtung von Kochgeschirr“	
<b>Autoren:</b> Selzer, Kai	<b>Vorhabenbeginn:</b> 01.02.2019
	<b>Vorhabenende:</b> 31.07.2021
<b>Zuwendungsempfänger:</b> Fissler GmbH Harald-Fissler-Straße 1 55743 Idar-Oberstein	<b>Veröffentlichungsdatum:</b>
	<b>Seitenzahl:</b>
Gefördert im BMUV-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.	
<b>Kurzfassung:</b> Der Oberflächenbeschichtung von Kochgeschirr kommt angesichts der vielseitigen Produkthanforderungen, darunter beispielsweise Antihafteigenschaften, Kratz- und Temperaturbeständigkeit sowie einfache Reinigungsmöglichkeiten, eine entscheidende Bedeutung zu. Dabei erreichen die aktuellen Beschichtungsprozesse aus ökologischer Sicht jedoch nur eine unzureichende Ressourceneffizienz und greifen insbesondere im Bereich der Außenbeschichtung auf Lacke mit einem hohen Lösemittelanteil zurück. Zielstellung des Investitionsvorhabens der Firma Fissler war es infolgedessen, nicht nur die Ressourceneffizienz des gesamten Beschichtungsprozesses erheblich zu verbessern, sondern darüber hinaus ausschließlich wasserbasierte Lacksysteme einzusetzen. In Kombination mit einer maßgebenden Anlagenflexibilität wurde mit der erstmaligen Umsetzung des innovativen Beschichtungsprozesses <i>EcoFlexCoating</i> ein neuer Benchmark angestrebt, welcher als Maßstab für weitere Investitionsvorhaben in der Branche dienen soll.	
<b>Schlagwörter:</b> Oberflächenbeschichtung – Kochgeschirr – wasserbasiertes Lacksystem – Ressourceneffizienz – Flexibilität	
<b>Anzahl der gelieferten Berichte:</b> Papierform: Elektronischer Datenträger:	<b>Sonstige Medien:</b>

## Report Coversheet

<b>Reference-No. Federal Environmental Agency:</b>		<b>Project-No.:</b> NKa3 – 003430	
<b>Project Title:</b> "EcoFlexCoating for resource-saving coating of cookware"			
<b>Authors:</b> Selzer, Kai		<b>Project start:</b> 01.02.2019	
		<b>Project end:</b> 31.07.2021	
<b>Beneficiaries:</b> Fissler GmbH Harald-Fissler-Straße 1 55743 Idar-Oberstein		<b>Publication Date:</b>	
		<b>No. of Pages:</b>	
Funded in the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection.			
<b>Short version:</b> The surface coating of cookware is of crucial importance in view of the wide range of product requirements, including non-stick properties, scratch and temperature resistance, and ease of cleaning. However, from an ecological point of view, the current coating processes achieve only insufficient resource efficiency and rely on paints with a high solvent content, particularly in external coatings. The objective of Fissler's investment project is therefore not only to significantly improve the resource efficiency of the entire coating process, but also to use exclusively water-based coating systems. In combination with significant plant flexibility, the first implementation of the innovative EcoFlexCoating coating process is to define a new benchmark and serve as a benchmark for other investment projects in the industry.			
<b>Keywords:</b> Surface coating of cookware - water-based paint system - resource efficiency			
<b>Number of reports delivered:</b> Paper form: Electronic medium:		<b>Other media:</b>	

## A. Einleitung

### A.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die 1845 von Carl Philipp Fissler gegründete Fissler GmbH (im Folgenden kurz: Fissler) ist seit über 170 Jahren in Familienbesitz und einer der weltweit führenden Hersteller von qualitativ hochwertigem Kochgeschirr, welches sich durch präzise Verarbeitung, hohen Gebrauchsnutzen und stilvolles, durchdachtes Design „Made in Germany“ auszeichnet. Dabei ist Fissler mit eigenen Tochtergesellschaften und Vertriebspartnern in über 80 Ländern weltweit vertreten, wobei die Wachstumsmärkte in den vergangenen Jahren insbesondere die asiatischen Landesgesellschaften – unter anderem Hongkong, China, Taiwan und Korea – waren. Bezeichnend für den Unternehmenserfolg ist, dass weltweit alle drei Sekunden ein Fissler-Markenprodukt gekauft wird.

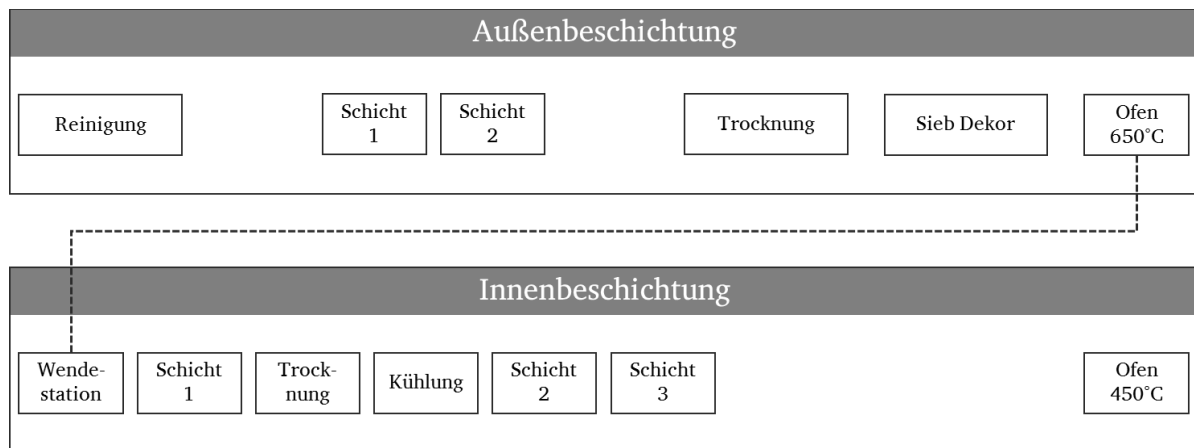
Erfahrung über Generationen, technologisches Know-how, perfekte Fertigung und hohe Innovationskraft sind die Säulen, die den Erfolg des Unternehmens begründen. Auf der Suche nach exzellenten Lösungen und technologischen Produktverbesserungen werden dabei kontinuierlich Innovationen vorangetrieben und am Markt etabliert. 90 Prozent der Produkte werden vollständig in Deutschland gefertigt, um den hohen Qualitätsanforderungen gerecht zu werden. Die hochmoderne Produktion in Verbindung mit umfassenden Qualitätskontrollen hinsichtlich Funktion, Material und Toleranz garantieren dabei die hervorragende und gleichbleibende Produktqualität. In der nachfolgenden Übersicht ist diesbezüglich das aktuelle Fissler-Produktportfolio abgebildet.

### A.2 Ausgangssituation

Kochgeschirr als Gebrauchsgegenstand und zugleich Stilelement in der Küche wird in der täglichen Nutzung mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Belastungen konfrontiert. Um den Kundenanforderungen dabei gerecht werden zu können, kommen vor allem der Oberflächenbeschichtung der Pfannen, Bräter etc. eine entscheidende Bedeutung zu. Zielstellung der eingesetzten Beschichtungen ist es dabei, gute Antihafteigenschaften für ein fett- bzw. ölrduziertes Braten, eine hohe mechanische Festigkeit gegen Kratzer und Abrieb, eine gute chemische Beständigkeit bei gleichzeitig einfacher Reinigung, ein ansprechendes und hochwertiges Design sowie eine hohe Farbton- und Temperaturbeständigkeit sicherzustellen. In der industriellen Großserienbeschichtung von qualitativ hochwertigen Pfannen, Brättern etc. kommen dabei unterschiedliche Beschichtungstypen, beispielsweise diverse Fluorpolymerbeschichtungen (insbesondere Polytetrafluorethylen; PTFE) oder Emaille-Überzüge, zum Einsatz. Das Kochgeschirr wird in der Regel auf der Innen- als auch auf der Außenseite beschichtet, wobei hier erhebliche Unterschiede bestehen: Während bei der Innenbeschichtung vorwiegend dreischichtige Lacksysteme eingesetzt werden, mit welchen ein mehrschichtiges technologisches Verbundsystem bestehend aus Primer, Mittel- und Deckschicht realisiert werden kann, wird die Außenbeschichtung zweilagig aufgetragen (Primer und Deckschicht). Dieser zweischichtige Auftrag der Außenschicht ermöglicht zwar Lackeinsparungen im Vergleich zur Innenbeschichtung (Schichtdicke ca. 20 µm im Vergleich zu 65 µm), zugleich muss aber auf lösemittelbasierte Lacksysteme zurückgegriffen werden. Der Einsatz chemischer Lösemittel ermöglicht dabei eine verbesserte Lackhaftung sowie den Einsatz stark vereinfachter Trocknungsprozesse (die Verdunstung von Lösemittel ist anlagentechnisch deutlich einfacher).

Mit Blick auf die Ausgangslage gilt es demnach zunächst festzustellen, dass im Bereich der Innenbeschichtung aufgrund des eingesetzten mehrschichtigen Aufbaus zwar lösemittelarme Lacksysteme eingesetzt werden können, im Bereich der Außenbeschichtung jedoch auf hochkonzentrierte, lösemittelbasierte Beschichtungen zurückgegriffen werden muss. Der Einsatz wasserbasierter Lacke im Bereich der Außenbeschichtung wurde bislang am Markt noch nicht realisiert. Angeboten werden hier zwar entsprechende Lacke mit 15 Prozent Lösemittelanteil, anlagenseitig eingesetzt werden

konnten diese in Deutschland bislang aber nicht. In Kombination mit dem grundsätzlich sehr ressourcenintensiven Beschichtungsprozess sowie den bislang sehr hohen Nacharbeits- und Ausschussquoten konventioneller Anlagentechnologien, sieht Fissler als einer der weltweit führenden Hersteller von Kochgeschirr unter ökologischen Gesichtspunkten im gesamten Beschichtungsprozess erhebliches Optimierungspotenzial. Nachfolgend ist diesbezüglich zur Verdeutlichung zunächst ein konventioneller Prozess dargestellt. In der Außenbeschichtung sind dabei zwar zwei Beschichtungsschritte dargestellt, je Produkt wird aber nur eine Beschichtungsart aufgetragen (beispielsweise Emaille oder lösemittelbasiertes PTFE).



**Abbildung 1: Konventioneller Beschichtungsprozess des Stands der Technik**

Grundsätzlich werden bei konventionellen Anlagentechnologien zunächst die Außenseite und anschließend die Innenseite der Pfanne beschichtet. Nach der chemischen Reinigung, unter Einsatz von Salpetersäure, Natriumlauge etc., des geformten und gestrahlten Kochgeschirrs, erfolgt die Außenbeschichtung mittels hintereinandergeschalteter Lackierroboter. Anschließend wird das Kochgeschirr vorgetrocknet, wobei bei Emaille-Beschichtungen ein Dekor am Boden aufgebracht wird. Abgeschlossen wird der Außenbeschichtungsprozess durch das hochtemperierte Einbrennen der Beschichtung.

Über eine Wendestation wird das Kochgeschirr gedreht und je nach Typ mit einem Primer mittels Linearachse und Roboter auf der Innenseite beschichtet. Nach der anschließenden Trocknung und Kühlung des Kochgeschirrs werden Mittel- und Deckschicht nass in nass aufgetragen. Abgeschlossen wird der Beschichtungsprozess mit dem Einbrennen bzw. Sintern.

Unter ökologischen Gesichtspunkten sind konventionelle Beschichtungsprozesse insbesondere durch einen enormen Ressourceneinsatz, einen erheblichen chemischen Lösemittelanteil bei den eingesetzten Lacken zur Außenbeschichtung sowie hohe Ausschuss- und Nacharbeitsquoten in Form von Mehrfachdurchläufen gekennzeichnet. Aufbauend auf dieser Problemstellung wurde im Rahmen des Investitionsvorhabens erstmalig das innovative *EcoFlexCoating*-Verfahren zur Beschichtung von Kochgeschirr realisiert, um durch den durchgängigen Einsatz wasserbasierter Lacke den Lösemittelanteil erheblich zu reduzieren und dabei eine maximale Anlagenflexibilität mit einer maßgeblichen Ressourceneffizienz zu verbinden. Die Reduzierung des Lösemittelanteils bedingt hierbei eine grundlegende Neuausrichtung der Anlagentechnik entlang des gesamten Beschichtungsprozesses: Von der Reinigung, über die Beschichtung bis hin zur Trocknung müssen alle Prozesse neu konzipiert und auf den reduzierten Lösemittelanteil ausgelegt werden. Die Auslegung der Anlage basiert dabei auf dem nachfolgend dargestellten Produktportfolio, welches zukünftig auf der Anlage beschichtet werden soll. Das Artikelgewicht variiert zwischen 400 Gramm und vier Kilogramm, die Produktabmessungen liegen zwischen 160 und 400 Millimeter Durchmesser und 15 bis 170 Millimeter Höhe.



**Abbildung 2: Auswahl des zukünftig beschichtenden Produktportfolios auf der neuen Anlagentechnik**

Während bei konventionellen Anlagen die Innen- und Außenbeschichtung als zwei separate Beschichtungsprozesse betrachtet werden, bildet das neuartige Anlagenkonzept den gesamten Beschichtungsprozess als ganzheitliches und zentral gesteuertes System ab, um beispielsweise Beschichtungsfehler sowie die daraus resultierenden Nacharbeits- und Ausschussquoten zu reduzieren.



## B. Vorhabenumsetzung

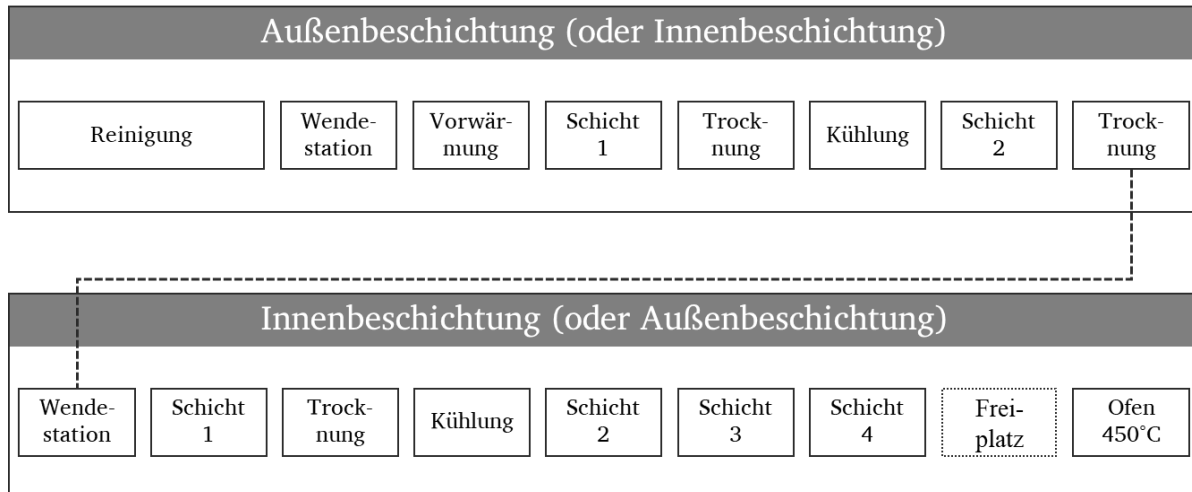
### B.1 Ziel des Vorhabens

Diese einleitende Betrachtung zur Ausgangslage vorangestellt, plante Fissler die Investition in ein neuartiges Anlagenkonzept, welches aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht über erhebliche Vorteile gegenüber konventionellen Beschichtungsprozessen verfügt. Dabei wurden mit der Umsetzung des innovativen *EcoFlexCoating*-Verfahrens insbesondere die nachfolgenden Zielstellungen verfolgt:

- Umstellung der verwendeten Lacke im Bereich der Außenbeschichtung von lösemittel- auf wasserbasiert.
- Realisierung einer maximalen Ressourcenschonung durch Verbesserung des Lackauftrag-Wirkungsgrads, effiziente Trockentechnologien, Nutzung der Prozessabwärme und reduzierter Reinigungsmedieneinsatz.
- Verwendung von Sol-Gel-Beschichtungen anstelle von Emaille. Hintergrund hierfür ist, dass Sol-Gel als keramische Beschichtung über hervorragende Eigenschaften verfügt (hohe chemische und thermische Beständigkeit, easytoclean-Effekt, Kratzfestigkeit etc.) und im Gegensatz zu Emaille eine wesentlich geringere Einbrenn- bzw. Sintertemperatur benötigt (240 °C gegenüber ca. 580 °C). Zusätzlich zu den energetischen und funktionalen Vorteilen kann dabei die Problemstellung des Stands der Technik vermieden werden, dass bei farbigen Beschichtungen zum Teil auf Schwermetalle wie Blei oder Cadmium zurückgegriffen werden muss, um ein temperaturstabiles Farbsystem realisieren zu können. Angesichts des angestrebten ökologischen Beschichtungsprozesses sollen infolgedessen zukünftig die neuartigen und vorteilhaften Sol-Gel- anstelle von Emaille-Beschichtungen verwendet werden.
- Realisierung einer maximalen Anlagenflexibilität. Die im Vergleich zum Stand der Technik maßgebliche Verbesserung der Flexibilität beruht dabei auf zwei zentralen Aspekten: Zum einen kann die Reihenfolge von Außen- und Innenbeschichtung umgekehrt werden (bei Beibehaltung der Prozess-Flussrichtung), und zum anderen soll ein hoher Automatisierungs- und Anlagenvernetzungsgrad umgesetzt werden. Ziel dabei ist es, die Anfahrtsverluste bei Produktwechseln zu reduzieren, effiziente und produktbezogene Beschichtungsprozesse zu realisieren (modulares Zuschalten der jeweils benötigten Teilprozesse in Abhängigkeit von Beschichtungsart und Innen- und Außenbeschichtung) sowie eine hohe Anlagenproduktivität sicherzustellen.
- Umsetzung eines ganzheitlichen Anlagenkonzepts. Ziel ist es, auf Basis durchgängiger und zentral gesteuerter Prozesse die Nacharbeits- und Ausschussquote deutlich zu verbessern. Abhängig von der geplanten Beschichtung soll das Kochgeschirr den Prozess vollautomatisiert durchlaufen, ohne dass manuelle Anpassungen bzw. Einstellungen oder Transporte nötig sind. Außen- und Innenbeschichtung werden dabei in einer Anlage integriert und als ein Prozess aufgefasst.

### B.2 Prozessbeschreibung des Verfahrens

Mit Blick auf die beschriebenen Zielstellungen ist in Abbildung 3 der realisierte Prozessablauf dargestellt. Darauf aufbauend werden die einzelnen Schritte des ersten Teilprozesses kurz beschrieben (die technische Auslegung des zweiten Beschichtungsprozesses ist identisch).



**Abbildung 3: Geplanter Beschichtungsprozess Investitionsvorhaben**

**Reinigung:** Der Reinigungsprozess besteht aus einem vorgelagerten Korund-Strahlprozess sowie einer darauffolgenden neutralen Reinigung. Im aktuellen ressourcenintensiven Reinigungsprozess werden dabei unter anderem Salpetersäure, Salzsäure und Natronlauge eingesetzt, wobei es zu Medienverschleppungen zwischen den einzelnen Prozessschritten kommt, da das Kochgeschirr kontinuierlich feucht gehalten werden muss. Zukünftig wird als chemisches Reinigungsmittel ausschließlich Natronlauge in deutlich geringeren Mengen eingesetzt, obwohl durch die geplante Reduzierung des Lösemittelanteils höhere Anforderungen an die Reinigungsqualität gestellt werden.

Durch das realisierte Reinigungskonzept können die Medien im Kreislauf gefahren werden, wobei ein stabiler Prozess bei gleichzeitig minimalem Ressourceneinsatz sichergestellt werden konnte. Die Dosierung und Regulierung der Reinigungsmittelkonzentration erfolgt vollautomatisiert durch pH-Wertmessungen im Reinigungsbad. Zusätzlich zur pH-Wert-Kontrolle werden zur automatischen Prozesssteuerung im Bereich der Reinigungsbäder Druck, Temperatur, Füllstand und Leitwert gemessen und gesteuert. Bei Verlassen des Reinigungsprozesses muss das Kochgeschirr vollständig öl-, fett- und staubfrei sowie ohne Strahl- und Reinigungsrückstände sein. Ein wesentlicher ökologischer Vorteil des neuartigen Anlagenkonzepts besteht in der Reduzierung des benötigten Wasserbedarfs. Ergänzend hierzu wurde untersucht, inwiefern durch den Einsatz eines Verdampfers der Frischwasserbedarf vollständig vermieden werden kann. Eine entsprechende Analyse zeigte jedoch, dass die vor Ort eingesetzte und von Fissler betriebene Wasseraufbereitung ökologisch und ökonomisch sinnvoller als die Verdampfertechnologie ist. Infolgedessen wurde im Vergleich zum Stand der Technik eine Reinigung mit stark reduziertem Wasserverbrauch realisiert, wobei der geringe Frischwasserbedarf über die Aufbereitungsanlage am Produktionsstandort zur Verfügung gestellt wird.

**Wendestation:** Um Beschichtungssysteme auftragen zu können, bei denen es erforderlich ist, dass zuerst die Innenseite und anschließend die Außenseite lackiert wird, ist im Vergleich zum Stand der Technik eine zusätzliche Wendestation implementiert. In der Wendestation wird das Kochgeschirr dabei vereinzelt und vollautomatisch für den nachfolgenden Beschichtungsprozess ausgerichtet. Durch den Einsatz einer Wendestation für jeden Teilbeschichtungsprozess kann dabei die Beschichtungsreihenfolge an den jeweiligen Produkttyp automatisiert angepasst werden.

**Vorwärmung:** Für die Realisierung von Sol-Gel-Beschichtungen muss das Kochgeschirr auf ca. 70 °C vorgewärmt werden, sodass dieser Prozessschritt im Vergleich zu konventionellen Anlagen zusätzlich integriert ist. Die Vorwärmung wird über Nahwärme aus dem benachbarten biomassebasierten Heizkraftwerk versorgt. Andere Produktgruppen durchlaufen diesen Prozessschritt ohne Vorwärmung.

**Auftrag Schicht 1 und 2:** Der Lackauftrag erfolgt entlang des gesamten Beschichtungsprozesses produktbezogen. Das heißt, dass das Kochgeschirr zwar jeden Prozessschritt durchläuft, dabei aber nicht in jedem Beschichtungsprozess ein Lackauftrag durchgeführt wird (beispielsweise unterschiedliche Anzahl der Lackschichten bei Innen- und Außenbeschichtung). Dieses modulare Zuschalten der einzelnen Beschichtungskabinen ermöglicht in Kombination mit einer automatisierten Pistolenausrichtung und -einstellung bei Programmwechseln eine hohe Prozessflexibilität. Des Weiteren sind die einzelnen Kabinen vollumfänglich für den Einsatz von wasserbasierten Lacken ausgelegt. Im Gegensatz zu konventionellen Anlagen wird die tatsächliche Spritzzeit verlängert und gleichzeitig der Spritzdruck reduziert. Infolgedessen kann der Lackrückprall und somit der Overspray erheblich verringert werden. In Kombination mit einer optimalen Düsenausrichtung und -einstellung wird somit der erstmalige Einsatz von wasserbasierten Lacken bei der Außenbeschichtung realisiert. Diesbezüglich ist von entscheidender Bedeutung, dass im Bereich der Außenbeschichtung bislang ausschließlich lösemittelbasierte Lacke eingesetzt werden (bessere Lackhaftung, einfachere Verdunstung etc.). Die wesentliche Herausforderung besteht dabei darin, dass für die Außenbeschichtung im Gegensatz zur Innenbeschichtung bislang ein lösemittelbasiertes 1-Schicht-System eingesetzt wurde. Die Substitution dieser konventionellen Außenbeschichtung durch ein zweischichtiges, wasserbasiertes System resultiert in erheblichen prozesstechnischen Anforderungen an den Beschichtungsprozess. Infolgedessen ist beispielsweise die Zuluft im Bereich der Beschichtungskabinen zwingend temperiert und gefiltert sowie verwirbelungsfrei einzubringen, um optimale und konstante Beschichtungsbedingungen zu realisieren sowie den Eintrag von Fremdkörpern prozesssicher zu verhindern. Des Weiteren ermöglicht es das *EcoFlexCoating*-Verfahren, Produktwechsel effizienter und ohne Anpassungen der Hardware vollautomatisiert durchführen zu können (reduzierte Rüstzeiten).

**Trocknung und Kühlung:** Nach dem Auftragen der ersten Lackkomponenten erfolgt eine Zwischentrocknung zum schonenden Austreiben der Wasserkomponenten (regelbar zwischen 100 und 300 °C bei einer Trocknungsdauer von bis zu 8 Minuten). Anschließend wird das Kochgeschirr an der Frischluft auf mindestens 35 °C gekühlt (Ausnahme Sol-Gel-Beschichtung, 55 °C). Die Zwischentrocknung und Kühlung sind dabei wesentliche Prozessschritte zur Reduzierung der chemischen Lösemittelanteile, um einen möglichst schonenden Trocknungsprozess realisieren zu können.

**Auftrag Schicht 3, 4, 5 und ggf. 6 der Innenbeschichtung:** Der Auftrag der verbleibenden Lackschichten erfolgt technologisch entsprechend der vorangegangenen Beschreibung „Auftrag Schicht 1 und 2“.

**Ofen:** Nach dem vollständigen Lackauftrag durchläuft das Kochgeschirr eine Wärmebehandlung. Je nach Produkttyp beträgt die Temperatur dabei zwischen 240 °C (Sol-Gel) und 410 °C (PTFE). Die Verweildauer beträgt bis zu zwanzig Minuten, wobei Ofentemperatur und Bandgeschwindigkeit kontinuierlich geprüft und dokumentiert werden. Die Energieeffizienz der Trocknungsstufen wird insbesondere auch durch die maßgebliche Flexibilität des zu realisierenden *EcoFlexCoating*-Verfahrens realisiert: Da der Ofen bei Rüst- oder Stillstandzeiten weiter beheizt wird, ermöglicht die Reduzierung dieser nicht produktiven Zeiten die Verbesserung der Energieeffizienz.

**Freiplatz:** Der vorgesehene Freiplatz im zweiten Teilprozess bietet Möglichkeiten zur Anlagenerweiterung.

Nochmals betont werden soll an dieser Stelle die hohe Anlagenflexibilität durch den Einsatz von Umsetzern sowie aufgrund der Anlagenkonzeptionierung. Durch die Umsetzung von zwei redundanten Beschichtungsprozessen kann die Beschichtungsreihenfolge (Außen- und Innenlackierung) produktbezogen gewählt werden. Infolgedessen ergibt sich eine maximale Flexibilität hinsichtlich der Kombination der einzelnen Beschichtungsarten. Entscheidend dabei ist, dass sich aus dieser erreichten Anlagenflexibilität unmittelbar enorme Umweltentlastungen ergeben (Substitution von Emaille, reduzierte Sintertemperaturen, verringerter Anlaufausschuss etc.).

### B.3 Auslegung und Leistungsdaten der technischen Lösung

In der nachfolgenden Tabelle sind die zentralen Eckdaten des Investitionsvorhabens zusammengefasst. Investitionsstandort ist das Fissler Werk in Hoppstädten-Weiersbach im Bundesland Rheinland-Pfalz. Anzumerken ist hierbei, dass die Taktzeit wie auch die maximale Beschichtungskapazität abhängig vom jeweiligen Produkt ist.

Investitionsort:	55768 Hoppstädten-Weiersbach, Harald-Fissler-Straße 10
Investitionsvolumen:	7,1 Mio. Euro
Maximale Beschichtungskapazität:	1.200.000 Stück p. a.
Taktzeit:	produktabhängig
Anlagenabmessungen geplant:	ca. 45 x 22 x 7 Meter
Mögliche Beschichtungsarten:	wasserbasiertes PTFE, Sol-Gel, PEEK, PTFE + Siliciumcarbit + PFA

**Tabelle 1: Eckdaten Investitionsvorhaben**

### B.4 Umsetzung des Vorhabens

Nach Erhalt des Zuwendungsbescheids erfolgte im August 2019 die Auftragsvergabe an die Firmen Rippert und Reiter. Darauf aufbauend wurde das Anlagenkonzept im Zeitraum September 2019 bis Februar 2020 detailliert und konstruiert. Da die Beschaffung und der Bau der einzelnen Anlagenkomponenten parallel erfolgten, konnte bereits im März 2020 mit der Montage begonnen werden. Im Anschluss an die Anlagenmontage erfolgte im Juli 2020 die Inbetriebnahme der Einzelgewerke der Lieferanten Rippert und Reiter sowie der Anschluss und die Installation der Medienversorgung. Darauf aufbauend wurde die Gesamtanlage als Verbund in Betrieb genommen, wobei unterschiedliche Testläufe zur internen und externen Freigabe für den Start der Nullserien durchgeführt wurden. Hierzu zählten unter anderem Analysen zur Lackhaftung und Lebensmitteleignung sowie die Durchführung von Korrosionstests. Nach Abschluss der Verbundinbetriebnahme im November 2020 wurde mit der Fertigung der Nullserien begonnen, welche der Bestätigung der Prozessfähigkeit sowie der Optimierung der Anlagensteuerung dienen. Der Zeitplan des Investitionsvorhabens kann zusammengefasst der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die daran anschließenden Abbildungen dokumentieren den Aufbau und die Inbetriebnahme der Anlage.

Anlagenbestellung:	August 2019
Aufbau/Montage:	März 2020
Erste Inbetriebnahme von Einzelkomponenten:	Juli 2020
Verbundinbetriebnahme und Nullserie:	November 2020
Abschluss der Erfolgskontrolle und Serienoptimierung:	November 2021

**Tabelle 2: Zeitplan Investitionsvorhaben**



**Abbildung 4: Ansicht Lackrockner zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme**



**Abbildung 5: Ansicht Handlings- und Transfereinheit**





Abbildung 6: Ansicht Lackraum Lackierkabine



Abbildung 7: Dokumentation Start der Verbundbetriebnahme



Abbildung 8: Dokumentation Beschichtung 0-Serie





**Abbildung 10: Lackierkabine im Serienbetrieb**



**Abbildung 11: Serienbetrieb – Abnahme der gereinigten Pfannen nach der Reinigung**





Abbildung 12: Serienbetrieb – einlegen der außen mit wasserbasiertem Lack beschichteten Pfannen in den Trockenofen

### B.5 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Aufgrund des geringen Lösemitelesinsatzes ist der Betrieb der Anlage nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz lediglich anzeige- und nicht genehmigungspflichtig. Der Anzeigepflicht wurde am 31.08.2020 nachgekommen, was zum 30.09.2020 bestätigt wurde.

Weitere behördliche Anforderungen liegen nicht vor.

### B.6 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Mit Erreichen von seriennahen Produktionsbedingungen und Prozessabläufen erfolgte eine detaillierte Aufzeichnung der wesentlichen Betriebsparameter. Diesem Abschlussbericht zugrundeliegend sind hierbei die Messdaten des Zeitraums April bis November 2021. Die durchgängige Erfassung und Auswertung über den Beobachtungszeitraum ermöglicht es dabei, dass unterschiedliche Produktgruppen in die Auswertung einfließen und Optimierungsmaßnahmen im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses sichtbar sind. Deutlich wird dies beispielsweise mit Blick auf die kontinuierliche Reduzierung der Ausschussquote mit zunehmender Anlagenlaufzeit, was im weiteren Verlauf dieses Abschlussberichts detailliert dargestellt wird.

Die erfassten Betriebsdaten zeigen zum Teil erhebliche Abweichungen zwischen den einzelnen Monaten. Hierfür sind zwei zentrale Aspekte verantwortlich. Zum einen wurde mit der Betriebsdatenerfassung unmittelbar nach der erfolgten Inbetriebnahme begonnen. Bei großtechnischen Anlagen werden in den ersten Monaten nach Inbetriebnahme jedoch noch zahlreiche, kleinere Optimierungen vorgenommen, wie beispielsweise die Feineinstellung der Prozessparameter, welche einen kontinuierlichen Anlagenbetrieb erheblich beeinflussen. Zum anderen eignet sich das umgesetzte Anlagenkonzept auf Grund der realisierten Prozessflexibilität für eine große Vielzahl unterschiedlicher Produkte und Serien. Lackiert wurden hierbei nicht nur stark abweichende Produktgrößen, sondern

auch zahlreiche Beschichtungssysteme, welche unterschiedliche Beschichtungszeiten aufweisen. Infolgedessen variieren die Fertigungsmengen zwischen den einzelnen Monaten insbesondere entsprechend dem hergestellten Produktportfolio. Verdeutlichen lässt sich diese Problematik an der Betriebsdatenerfassung der Monate Oktober und November 2021. In den Monaten August bis Oktober 2021 konnte eine kontinuierliche Serienfertigung mit geringen Störungsquoten realisiert werden. Ab November 2021 hingegen wurde aufgrund von gezielten Marketingmaßnahmen die Herstellung von Pfannen reduziert, zeitgleich jedoch die Beschichtung großteiler Woks erheblich gesteigert. Bei der Herstellung von Woks besteht jedoch die Problematik, dass die neue Lackieranlage aufgrund der vorangehenden Herstellungsprozesse nicht vollständig ausgelastet wird. Die angegebene Störungsquote in Höhe von elf Prozent sowie die geringere Produktionsmenge resultieren somit nicht aus anlagentechnischen Störungen, sondern aus Produktionsengpässen vorgelagerter Prozessschritte. Die technische Verfügbarkeit der Anlage war infolgedessen deutlich höher als die vorangehende Tabelle aufzeigt.

Mit Blick auf die herangezogene Datengrundlage zur Ermittlung der Umweltentlastungen gilt es an dieser Stelle ergänzend zu den Betriebsdaten die Erfassung der Verbrauchswerte darzustellen. Grundsätzlich werden anlagenbezogen die Verbrauchswerte für Strom, Gas (Trocknungsöfen) bzw. Wärme (Prozessluftherwärmung), Wasser, Reinigungsmittel und Lack sowie die Ausschussquoten erhoben. Das realisierte Anlagenkonzept verfügt für die genannten Medien und Ressourcen abgesehen vom eingesetzten Reinigungsmittel sowie der Ausschussquote über eine entsprechende Messdatenerfassung. Die erhobenen Messwerte werden aktuell von Mitarbeitern monatlich abgelesen und erfasst. Zur Bestimmung des Lackverbrauchs kommen hierbei Coriolles-Messzellen in den Lackierkabinen zum Einsatz, welche den tatsächlichen Lackeinsatz erfassen. Lackrückstände, beispielsweise in den Gebinden bei Lackwechsel, sind somit nicht berücksichtigt. Die Ausschussquoten wie auch die Menge der eingesetzten Reinigungsmedien werden hingegen von Seiten der Mitarbeiter manuell erfasst.

Die monatliche Dokumentation der Verbrauchswerte und Erfassung im EDV-System wurde im Berichtszeitraum noch manuell durchgeführt. Die Anlagentechnik verfügt jedoch über ein automatisiertes Erfassungs- und Dokumentationssystem, welches die Verbrauchswerte kontinuierlich erfasst und automatisiert dokumentiert. Aufgrund von IT-seitigen Problemen im Bereich der Datenschnittstelle sowie der eingesetzten Software konnte die automatisierte Betriebsdatenerfassung im Berichtszeitraum noch nicht eingesetzt werden. Nachfolgende Abbildung zeigt exemplarisch auf, wie die Messdaten dem Anlagenpersonal zukünftig zur Verfügung gestellt werden sollen. Aktuell ist davon auszugehen, dass die IT-seitigen Problemstellungen kurzfristig gelöst werden können.

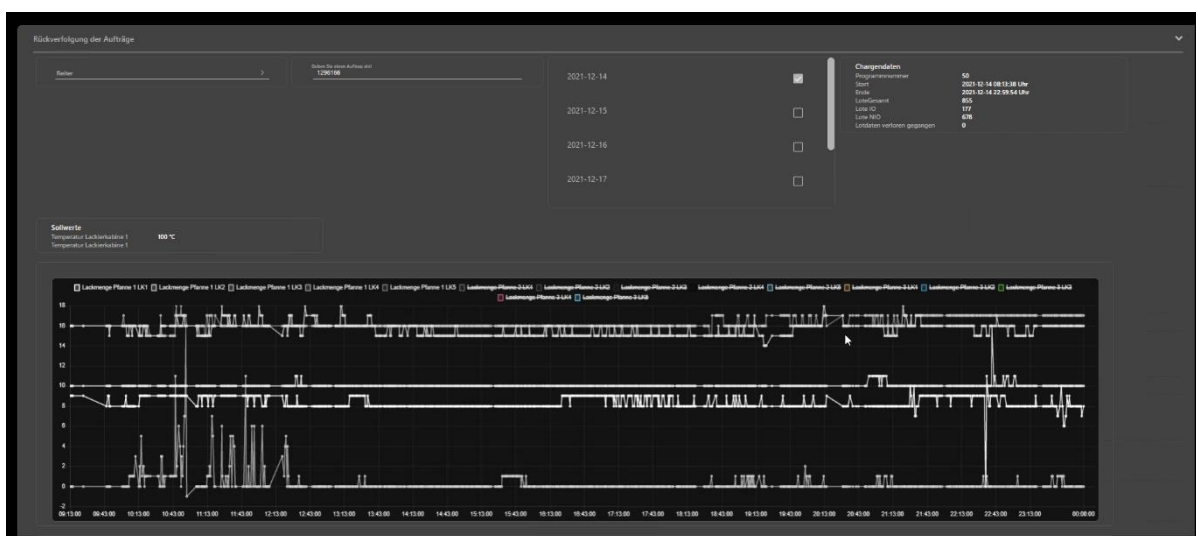


Abbildung 13: Beispielbild Leitrechner



## C. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

### C.1 Bewertung der Vorhabendurchführung

Die Vorhabendurchführung ist rückwirkend als sehr positiv zu bewerten. Im Rahmen der Projektumsetzung kam es zu keinen größeren Terminverzögerungen oder kritischen technischen Problemstellungen, die die erfolgreiche Umsetzung des Gesamtvorhabens grundsätzlich hätten gefährden können. Die im Rahmen der Antragstellung definierten Projektziele, sowohl mit Blick auf die technische Funktionsweise als auch hinsichtlich der angestrebten Umweltentlastungen, konnten dabei vollumfänglich realisiert werden. Da es sich bei der umgesetzten Anlagentechnik um eine großtechnische Sprunginvestition handelt, kam es lediglich zu kleineren Herausforderungen, welche für Investitionsmaßnahmen dieser Größenordnung üblich sind. Diese werden nachfolgend kurz zusammengefasst.

- Ursprünglich war angedacht, dass die Firma Rippert das Gesamtprojekt als Generalunternehmer umsetzt und infolgedessen für das Projektmanagement als auch die Realisierung der benötigten Peripherie und Nebengewerke ganzheitlich verantwortlich ist. Im Zuge der Verhandlungen wurde jedoch entschieden, dass das Projektmanagement sowie die Vergabe von Aufträgen in den Bereichen der Peripherie und der Medienversorgung unmittelbar durch Fissler erfolgen soll. Aus dieser Konstellation resultierten Herausforderungen mit Blick auf die Koordination der Inbetriebnahme der einzelnen Gewerke. Die Abstimmung zwischen den einzelnen Gewerken bzw. Anlagenkomponenten im Zuge der Anlaufphase hätte rückwirkend gesehen durch die Benennung eines separaten Koordinators für die Inbetriebnahme effizienter gestaltet werden können. Beispielhaft zu nennen ist die Priorisierung von anlagentechnischen Problemen sowie die Koordination des Zugangs zur Anlage.
- Um eine bestmögliche Prozesstransparenz sowie eine vollautomatisierte Datenerfassung zu realisieren, verfügt die umgesetzte Anlagentechnik über eine umfangreiche Sensorik und eine standardisierte Schnittstelle zu einem sogenannten Leitrechner. In diesem System werden die erfassten Daten in einer Datenbank gesichert und können über eine auf die Anlage angepasste Software ausgewertet werden.
- Im Zuge der ersten Korrosionstests konnten die internen Vorgaben zunächst nicht erreicht werden. Zur Ermittlung der Ursachen wurden gemeinsam mit Experten der Firmen Rippert, Weilburger (Lacklieferant) und Haug Chemie (Lieferant Reinigungsmittel) weiterführende Versuche durchgeführt. Aufbauend auf diesen Versuchen zeigte sich, dass der ursprünglich angedachte Einsatz saurer Reiniger nicht zielführend ist. Zielführend zeigte sich der Einsatz eines Neutralreinigers in Kombination mit einem Sandstrahlprozess, wodurch der Chemikalieneinsatz erheblich reduziert werden konnte. Durch die Optimierung Anpassung des Reinigungsprozesses sowie des eingesetzten Reinigungsmediums konnten infolgedessen die Korrosionsbeständigkeit erhöht und die internen Vorhaben erfüllt werden.

### C.2 Stoff- und Energiebilanz

Aufbauend auf der vorangehenden Darstellung der realisierten Anlagentechnik zur Umsetzung des innovativen *EcoFlexCoating*-Verfahrens gilt es an dieser Stelle, die hiermit einhergehenden erheblichen Umweltentlastungen zu quantifizieren. Insbesondere in den Bereichen Reinigungsmittel, Wasser-, Lösemittel- und Lackeinsatz sowie hinsichtlich der Ausschuss- und Nacharbeitsquote sollten dabei erhebliche Ressourceneinsparungen erschlossen werden, welche aus ökologischer Sicht den Stellenwert des Investitionsvorhabens unterstreichen. Nachfolgend sind die aus ökologischer Sicht wesentlichen Zielstellungen zusammengefasst.

### **Lösemittel**

Eine zentrale Zielstellung des Investitionsvorhabens ist es, erstmalig wasserbasierte Lacke im Bereich der Außenbeschichtung zu verwenden und somit den Einsatz von Lösemitteln maßgeblich zu reduzieren. Die gesamte Anlagentechnik ist dabei konsequent auf den Einsatz wasserbasierter Beschichtungen ausgelegt. Angestrebt wird zum heutigen Zeitpunkt, dass der Lösemittelanteil bei der Außenbeschichtung auf acht Prozent reduziert werden kann (aktuell beträgt der Lösemittelanteil 70 Prozent im Außenbereich und 12 Prozent im Innenbereich). Fissler entwickelte hierfür in Kooperation mit Weilburger Coatings einen neuartigen wasserbasierten Lack für die Außenbeschichtung. Das heißt, dass die Umsetzung des Investitionsvorhabens nicht nur erstmalig in Deutschland den Einsatz eines wasserbasierten Lacksystems in der Außenbeschichtung ermöglicht, sondern darüber hinaus der zukünftig eingesetzte Lack unter ökologischen Gesichtspunkten durch die deutliche Reduzierung des Lösemittelanteils erhebliche Vorteile bietet.

### **Ausschuss**

Mit Blick auf die bislang bei Fissler erzielten Ausschussquoten mit einer konventionellen Anlagentechnik in Höhe von sieben Prozent bietet sich ein erhebliches Optimierungspotenzial zur Verbesserung der Material- und Prozesseffizienz. Die wesentlichen Problemstellungen bei konventionellen Beschichtungsanlagen sind dabei unter anderem eingebrachte Fremdpartikel im Bereich der Lackierung, hohe Anlaufverluste bei Produktwechseln, unzureichende Reinigungsqualitäten, eine fehlende zentrale Prozesssteuerung sowie ein zu geringer Automatisierungsgrad. Zielstellung des Investitionsvorhabens war die Reduzierung der Ausschussquote auf zukünftig zwei Prozent.

### **Lack**

Eine wesentliche Zielstellung des Investitionsvorhabens ist es, den Lackeinsatz in der Pfannenbeschichtung substanziell zu reduzieren. Das entscheidende Optimierungspotenzial bietet dabei die Verbesserung des Auftrag-Wirkungsgrades. Angestrebt wurde hierfür eine Verlängerung der Beschichtungszeit bei gleichzeitiger Verringerung des Sprühdruks, um den Lackrückprall und den -overspray erheblich zu reduzieren. Realisiert wurde im neuen Anlagenkonzept darüber hinaus eine automatisierte, produktbezogene Düsenausrichtung, mit der Zielstellung, in Verbindung mit den voran-gehend genannten Maßnahmen den Wirkungsgrad in der Innen- und Außenbeschichtung signifikant zu steigern. Um den Lackeinsatz zusätzlich weiter zu verringern, wurde darüber hinaus eine Reduzierung der Nacharbeitsquote angestrebt. Unter Nacharbeit wird dabei das Waschen und erneute Beschichten des Kochgeschirrs verstanden, wobei die Nacharbeit mit Umsetzung des Vorhabens vollständig vermieden werden sollte.

### **Reinigungsmittel**

Durch den Einsatz innovativer Anlagentechnik im Bereich der Reinigung sowie die angestrebte Substitution von Emaille durch Sol-Gel (komplette Einsparung des Beizprozesses) sollte der Reinigungsmittelverbrauch stark reduziert werden. Geplant war der Einsatz einer leicht alkalischen Reinigung in Kombination mit einem Korund-Strahlprozess, in welchem das Kochgeschirr beidseitig gestrahlt wird, wobei die Dosierung und Regulierung der Reinigungsmittelkonzentration vollautomatisiert durchgeführt wird (pH-Wert-Messung im Reinigungsbad). Mit Blick auf eine automatische Prozesssteuerung im Bereich der Aktivbäder war zusätzlich zur pH-Wert-Kontrolle die Messung und Steuerung von Druck, Temperatur, Füllstand und Leitwert geplant.

## Wasser

Der Wasserbedarf der Referenzanlage beträgt jährlich 8.000 Kubikmeter. Mit der Umsetzung des Investitionsvorhabens wurde, insbesondere durch die Optimierung der Zwischenzonen in der Reinigungsanlage, eine Reduzierung des jährlichen Wasserbedarfs um 5.000 Kubikmeter angestrebt. An dem Geschirr anhaftende Wasser- und Reinigungsmittelrückstände werden dabei für eine höhere Ressourceneffizienz prozessintern zurückgeführt.

Aufbauend auf den vorangehend dargestellten Zielstellungen sind in der nachfolgenden Tabelle die gemessenen Verbrauchswerte der einzelnen Ressourcen dargestellt. Ergänzend zu den absoluten Messwerten sind diese auch nochmals stückbezogen bzw. prozentual aufgezeigt. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** erfolgt eine Gegenüberstellung der Messwerte zu den ursprünglich geplanten Zielverbräuchen sowie zur Referenzanlage. Um die Vergleichbarkeit zur Referenzanlage zu gewährleisten, sind die ursprünglichen Zielwerte als auch die Messwerte auf eine Jahresproduktion in Höhe von 600.000 Stück skaliert. Die Gegenüberstellung zeigt dabei deutlich die realisierten Einsparpotenziale sowie die erheblichen Verbesserungen Stoffbilanz gegenüber dem aktuellen Stand der Technik.

Aus ökologischer Sicht bestand die zentrale Zielstellung des Investitionsvorhabens in einer Reduzierung des Ressourcenbedarf im Vergleich zu einem konventionellen Anlagentechnik, sodass für den Energiebedarf keine quantifizierten Zielwerte vorgegeben wurden. Durch eine Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit sowie reduzierte An- und Auslaufzeiten bestehen hier noch erhebliche Optimierungspotenziale, um den Wärmebedarf pro Bauteil weiter reduzieren zu können. Eine Bilanzierung des Stromverbrauchs ist nicht möglich, da die Referenzanlage über keine geeignete Zählerstruktur verfügt. Darüber hinaus beinhalten die Messwerte der neuen Anlage Verbräuche zur Zu- und Abluftsteuerung, welche bei der Referenzanlage indirekt über die Hallenluft erfolgt. Ein Vergleich der Stromverbräuche ist somit nicht zielführend.

### C.3 Umweltbilanz

Aufbauend auf der Stoff- und Energiebilanz erfolgt nachfolgend die Berechnung der daraus resultierenden Umweltentlastungen in Form von Kohlenstoffdioxidemissionen.

Einsatzstoff	CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Datenbasis und verwendete Quelle
Lösemittel	26.164 kg CO <sub>2</sub>	ProBas
Lackeinsatz	-	<i>Berechnung des CO<sub>2</sub>-Äqui.nicht möglich</i>
Aluminium	223.872 kg CO <sub>2</sub>	ecocockpit
Reinigungsmittel	66.458 kg CO <sub>2</sub>	ProBas/ecocockpit
Wassereinsatz	2.206 kg CO <sub>2</sub>	ecocockpit
Gas	45.648 kg CO <sub>2</sub>	KfW, CO <sub>2</sub> -Faktoren
<b>364.348 kg CO<sub>2</sub></b>		

Tabelle 3: Berechnung der angestrebten jährlichen Umweltentlastung

Mit Blick auf die vorangehend skizzierten Umweltentlastungen ist zunächst zu nennen, dass die Angaben auf einer Jahresproduktion in Höhe von 600.000 Stück basieren. Die Bemessungsgrundlage wurde herangezogen, um das realisierte Anlagenkonzept mit der Referenzanlage vergleichen zu können. Das umgesetzte Verfahren *EcoFlexCoating* ist jedoch auf eine Jahresproduktion von bis zu 1.200.000 Stück ausgelegt, sodass die tatsächlichen Umweltentlastungen deutlich höher ausfallen. Darüber hinaus ist von entscheidender Bedeutung, dass durch den ganzheitlichen Einsatz wasserbasierter Lacke der Lösemittelbedarf erheblich reduziert werden kann. Trotz der mit dem Vorhaben einhergehenden Produktionsausweitung kann infolgedessen auf eine energieintensive Nachbehandlung der Produktionsabluft in Form einer thermischen Nachverbrennung verzichtet werden. Der vergleichbare Energiebedarf der Referenzanlage zur Behandlung der Produktionsabluft wurde jedoch in der vorangehenden Tabelle nicht bilanziert, da die diese außerhalb der betrachteten Systemgrenze liegt.

### C.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Durch das neue Verfahren können jährlich Einsparungen in Höhe von ca. 400 TEUR erreicht werden. Die Amortisationszeit der Investition konnte durch die Förderung aus dem Umweltinnovationsprogramm auf ca. 14 Jahre reduziert werden.

### C.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Mit Blick auf die technische Funktionsweise des neuartigen *EcoFlexCoating*-Verfahrens gilt es an dieser Stelle festzuhalten, dass der gesamte Prozess mit Blick auf die geplante Reduzierung der Lösemittelanteile sowie eine maßgebliche Beschichtungsflexibilität grundlegend neu ausgelegt wurde. Im Vergleich zum Stand der Technik zeigt sich dies unter anderem in einer deutlich verbesserten Reinigungsqualität, langsameren und schonenderen Trocknungsverfahren (Austreiben von Wasser komplexer als bei chemischen Lösemitteln), zahlreichen Produktumsetzern sowie automatisierten und zentral gesteuerten Beschichtungsprozessen. Des Weiteren bietet die realisierte Flexibilität hinsichtlich der Kombination der möglichen Oberflächenbeschichtungen für die Branche unter ökologischen



und funktionalen Gesichtspunkten im Vergleich zu konventionellen Anlagenkonzepten entscheidende Optimierungspotenziale.

Die zentrale Herausforderung im Bereich der Kochgeschirrbeschichtung – und somit das größte Optimierungspotenzial – besteht hinsichtlich der erreichten Ressourceneffizienz. Dabei kommt chemischen Lösemitteln nach wie vor eine entscheidende Bedeutung zu, da aufgrund der erheblichen, aus der Anwendung heraus resultierenden Belastungen, in der Branche kein Verfahren zur Beschichtung mit wasserbasierten Lacken realisiert wurden. Als Belastungen beispielhaft zu nennen sind der erhebliche Wärmeeintrag, die chemische (Spülmaschinen)-Reinigung sowie die mechanische Beanspruchung in Form von Kratzern etc. Eine wesentliche Zielstellung der erstmaligen Umsetzung des *EcoFlexCoating*-Verfahrens war es infolgedessen, die Ressourceneffizienz der Beschichtungsprozesse maßgeblich zu verbessern und dabei durch den Wechsel auf wasserbasierte Lacke den Lösemittelanteil substantiell zu verringern. Die zentralen technischen Anlagen- und Prozessinnovationen des innovativen *EcoFlexCoatings* sind nachfolgend zusammengefasst dargestellt:

- Erstmalige Realisierung einer wasser- statt lösemittelbasierten Außenbeschichtung von Kochgeschirr in der Branche.
- Erstmaliger Einsatz des in Kooperation mit Weilburger Coatings entwickelten wasserbasierten Lacksystems zur Reduzierung des Lösemittelanteils.
- Innovative und auf den Einsatz von wasserbasierten Lacken abgestimmte Beschichtungsprozesse zur Verbesserung des Auftrag-Wirkungsgrades in Verbindung mit einer verwirbelungsfreien und klimatisierten Zuluftführung.
- Reduzierte Sinter- bzw. Einbrenntemperaturen durch Verwendung von Sol-Gel-Beschichtungen anstelle von Emaille sowie die Realisierung einer entsprechenden prozess- und betriebsinternen Abwärmenutzung.
- Auf wasserbasierte Lacke abgestimmte Trocknungsprozesse sowie produktbezogene und automatisierte Einstellung der Trockentemperaturen zur Reduzierung des Energieverbrauchs.
- Neuartiger Reinigungsprozess zur Sicherstellung einer verbesserten Reinigungsqualität bei maßgeblich reduziertem Ressourceneinsatz in Form von Salpeter- und Salzsäure, Natriumlauge etc.
- Durchgängige und erstmals zentral gesteuerte Beschichtungsprozesse bei gleichzeitig erheblich verbesserter Prozessflexibilität (Umkehrung der Beschichtungsreihenfolge bei Beibehaltung der Flussrichtung sowie modulares und produktbezogenes Aktivieren einzelner Prozessstufen).
- Maßgebende Anlagenflexibilität hinsichtlich der möglichen Beschichtungskombinationen.

Ergänzend zu den vorangehend skizzierten Innovationen ermöglicht die realisierte Anlagenflexibilität ein breites Beschichtungsspektrum, was mit Blick auf die sich verändernden marktseitigen Anforderungen einen entscheidenden Vorteil gegenüber konventionellen Verfahren darstellt. Dabei ist es von wesentlicher Bedeutung, dass das neuartige Anlagenkonzept schnelle Umrüstungen zwischen einzelnen Produkten ermöglicht. Beispielhaft zu nennen sind diesbezüglich Produktwechsel zwischen unterschiedlichen Pfannengrößen oder -arten bei Beibehaltung des aufzutragenden Lacksystems. Die automatische Umstellung der Anlage über den zentralen Leitstand ermöglicht erhebliche Zeiteinsparungen zwischen den einzelnen Wechseln, sodass auch kleinere Losgrößen wirtschaftlich gefertigt werden können. Infolgedessen zeichnet sich das neuartige Anlagenkonzept im Vergleich zum Stand der Technik nicht nur durch eine deutlich ökologischere Beschichtung aus, sondern ermöglicht auch die wirtschaftliche Fertigung kleinerer Losgrößen, um auf unterschiedliche Auftragslagen und Marktveränderungen flexibel reagieren zu können.



## D. Übertragbarkeit

### D.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die technische Umsetzung des Investitionsvorhabens konnte ohne größere Probleme und wie ursprünglich geplant realisiert werden. Optimierungspotenzial im Zuge der Inbetriebnahme bestand insbesondere in der Koordination der einzelnen Gewerke und Lieferanten. Darüber hinaus wurden aber auch aus wirtschaftlicher Sicht erste Erfahrungswerte gewonnen, welche nachfolgend kurz dargestellt werden.

Grundsätzlich werden im Bereich der Pfannenbeschichtung funktionale Alternativen wie keramikbasierte Beschichtungen verstärkt nachgefragt, was dazu führt, dass anwendungs- aber auch länderbezogenen zukünftig das Produktportfolio flexibel angepasst und erweitert werden muss. Die hohe Flexibilität der realisierten Anlagentechnik ist dabei von wesentlicher Bedeutung, um eine hohe Variantenvielfalt wirtschaftlich fertigen zu können.

Bislang wurden nahezu alle Variantenkombinationen der Kochgeschirrbeschichtung erfolgreich auf der neuen Anlagentechnik realisiert. Dabei konnte zum einen der Einsatz wasserbasierte Lacke erfolgreich umgesetzt und zum anderen die hohe Ressourceneffizienz bestätigt werden. Der Auftragswirkungsgrad konnte hierbei im Vergleich zu den ursprünglichen Projektzielen nochmals verbessert werden.

Bei der Herstellung von Sonderprodukten wie Woks zeigte sich, dass die neue Anlagentechnik die angestrebte Taktzeit zwar auch bei diesen großteiligen Produkten erreicht, vorgelagerte Produktionsschritte aufgrund zu langer Durchlaufzeiten aber zu Stillstandzeiten in der Beschichtung führen. Bei zukünftigen Produktumstellungen besteht demnach ein entsprechendes Optimierungspotenzial im Bereich der Produktionsorganisation, um die Auslastung der Beschichtungsanlage und somit die erreichte Ressourceneffizienz zu steigern.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich ergänzend zu den vorangehend genannten Erkenntnissen zeigte, dass die Leistungsfähigkeit der neuen Anlagentechnik stark von den Erfahrungswerten und Fähigkeiten des Bedienpersonals abhängt. Um die ressourcenschonende, aber auch anspruchsvolle Anlagentechnik infolgedessen optimal betreiben zu können, waren umfangreiche Schulungs- und Qualifizierungsmaßnahmen der Anlagenführer notwendig. Die positiven Auswirkungen dieser Maßnahmen zeigten sich unter anderem in einer kontinuierlichen Reduzierung der Ausschuss- und Nacharbeitsquoten nach der erfolgten Inbetriebnahme.

### D.2 Modellcharakter und Übertragbarkeit

Das zu realisierende *EcoFlexCoating*-Verfahren soll hinsichtlich der erreichten Umweltentlastungen zukünftig als Referenzobjekt und Maßstab für die Branchenteilnehmer am deutschen Wirtschaftsstandort dienen und Anreize zur Erschließung von Optimierungspotenzialen in der Geschirrbeschichtung setzen. Dabei ist die Haushaltsindustrie ein wesentlicher wirtschaftlicher Faktor in Deutschland und weist stetig steigende Verkaufszahlen und Umsätze auf.

Mit Blick auf die daraus resultierenden Multiplikatorwirkungen könnte das innovative Verfahren sowie die zum Einsatz kommenden Anlagentechniken ganzheitlich bei den Branchenteilnehmern im Bereich Kochgeschirr angewendet werden. Des Weiteren ist es aber auch denkbar, dass einzelne Anlagenkomponenten, wie beispielsweise der realisierte ressourcenschonende Reinigungsprozess, von den Marktteilnehmern übernommen werden. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die gewon-

nen Erkenntnisse, beispielsweise hinsichtlich der Verwendung der neuartigen Sol-Gel-Beschichtungstechnologie, nicht nur in der Branche, sondern auch in weiteren vergleichbaren Marktsegmenten adaptiert werden können. Denkbar sind dabei insbesondere Anwendungsbereiche, in welchen Korrosionsschutz, eine hohe und zugleich umweltschonende Farbvielfalt, Kratz- und hohe Temperaturbeständigkeit sowie gute Reinigungseigenschaften gefragt werden. Aus heutiger Sicht ist infolgedessen nicht nur die brancheninterne Adaption der eingesetzten Technologien und Prozesse denkbar, sondern darüber hinaus auch die Realisierung einer Anreizwirkung in weiteren Anwendungsbereichen der Lack- und Haushaltsindustrie.

## E. Zusammenfassung / Summary

Der Oberflächenbeschichtung von Kochgeschirr kommt angesichts der vielseitigen Produkthanforderungen, darunter beispielsweise Antihafteigenschaften, Kratz- und Temperaturbeständigkeit sowie einfache Reinigungsmöglichkeiten, eine entscheidende Bedeutung zu. Dabei erreichen die aktuellen Beschichtungsprozesse aus ökologischer Sicht jedoch nur eine unzureichende Ressourceneffizienz und greifen insbesondere im Bereich der Außenbeschichtung auf Lacke mit einem hohen Lösemittelanteil zurück. Zielstellung des Investitionsvorhabens der Firma Fissler war es infolgedessen, nicht nur die Ressourceneffizienz des gesamten Beschichtungsprozesses erheblich zu verbessern, sondern darüber hinaus ausschließlich wasserbasierte Lacksysteme einzusetzen. In Kombination mit einer maßgebenden Anlagenflexibilität sollte die erstmalige Umsetzung des innovativen Beschichtungsprozesses *EcoFlexCoating* einen neuen Benchmark definieren.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme des neuen Anlagenkonzepts bestätigte konnten die anspruchsvollen Zielstellungen vollumfänglich erfüllt werden. Insbesondere im Bereich des Lackeinsatzes konnte dabei im Vergleich zu Referenzanlage die Ressourceneffizienz verbessert werden, was in Verbindung mit dem erstmaligen Umstieg auf wasserbasierte Lacke in der Außenbeschichtung erhebliche Einsparungen an Lösemitteln ermöglicht. Mit Blick auf die Umweltbilanz sind darüber hinaus die maßgebliche Reduzierung der Ausschussquote sowie die nahezu vollumfängliche Vermeidung von Nacharbeitsprozessen aufgrund von fehlerhaften Beschichtungen von entscheidender Bedeutung. Die realisierte Anlagentechnik verbindet infolgedessen eine ressourcenschonende Beschichtung von Kochgeschirr mit einer maßgeblichen Anlagenfunktionalität und -flexibilität und ist somit zentraler Bestandteil der zukünftigen Geschäftsentwicklung der Firma Fissler.

## F. Literatur