

Zwischenbericht

Intelligente temperaturbasierte Verbrennungsregelung zur Schadstoffminderung und Effizienzerhöhung in handbeschickten Biomassefeuerungen gemäß DIN EN 13240, DIN EN 13229, DIN EN 15250 und DIN EN 12815

von

M. Aleysa

Fraunhofer Gesellschaft der angewandten Forschung e.V.
Institut für Bauphysik IBP

Förderkennzeichen: L7519008

Laufzeit: 15.11.2019 – 14.11.2021

Die Arbeiten dieses Projekts werden mit Mitteln
des Landes Baden-Württemberg durchgeführt.

Juni 2020



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Umweltforschung Baden-Württemberg
BWPLUS – Baden-Württemberg Programm
Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung



PTKA

Projektträger Karlsruhe

Karlsruher Institut für Technologie

Administrative Koordination
Karlsruher Institut für Technologie
Projektträger Karlsruhe PTKA-BWP
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1,
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Angaben über das Projekt | 5 |
| 2 | Geleistete Arbeitsschritte | 5 |
| 3 | Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen Projektplanung | 10 |
| 4 | Aussichten für die Erreichung der Vorhabensziele | 10 |
| 5 | FE-Ergebnisse von dritter Seite | 10 |
| 6 | Zielsetzung des Projektes | 10 |
| 7 | Anhang | 11 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|--|---|
| Abbildung 1: | links: Modifizierte Versuchsanlage gemäß DIN EN 13240 für den Anschluss der T to O ₂ -Regelung; rechts: Verbrennungsluftverteilungsbox mit den Stellmotoren und den Luftschiebern zur Einstellung der Primär und Sekundärluftmengen. | 6 |
| Abbildung 2: | Versuchsstand bzw. Prüfstands Aufbau gemäß den normativen Anforderungen im Technikum des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP und Installation der modifizierten Versuchsanlage. | 7 |
| Abbildung 3: | Sich in der Entwicklung befindliche Regeleinheit auf Basis einer SPS inklusive Visualisierung. | 8 |



1 Angaben über das Projekt

| | |
|-------------------------|--|
| Zuwendungsempfänger: | Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP |
| Förderkennzeichen: | L7519008 |
| Forschungsprojekt: | Intelligente temperaturbasierte Verbrennungsregelung zur Schadstoffminderung und Effizienzerhöhung in handbeschickten Biomassefeuerungen gemäß DIN EN 13240, DIN EN 13229, DIN EN 15250 und DIN EN 12815 (Akronym: T to O ₂ – Regelung) |
| Laufzeit des Vorhabens: | vom 15.11.2019 bis 14.11.2021 |
| Berichtszeitraum: | vom 15.11.2019 bis 31.05.2020 |



2 Geleistete Arbeitsschritte

Das Arbeitsprogramm zur Durchführung dieses Forschungsvorhabens besteht aus den folgenden zwei **Meilensteinen**, welche sich aus insgesamt 8 Arbeitspaketen zusammensetzen.

- Durchführung von konzeptionellen, konstruktiven und regelungstechnischen Entwicklungen auf dem Prüfstand.
- Erprobung des entwickelten Reglers in der Praxis. Dies soll anhand eines Null-Serien-Produkts auf Basis einer SPS-Erfolgen. Darüber hinaus soll eine technische Risikoanalyse erstellt werden, sodass eine Zulassung für das Regelsystem erzielt werden kann.

Im Folgenden werden die Arbeitspakete mit dem Bearbeitungsstand aufgelistet und entsprechend beschrieben:

AP I: Vorbereitung einer Versuchseinrichtung gemäß DIN EN 13240, DIN EN 13229, DIN EN 15250 und DIN EN 12815

Zur Durchführung dieses Arbeitspakets wurde eine modifizierte Einzelraumfeuerungsanlage nach DIN EN 13240 angefertigt, sodass sich die T to O₂-Regelung mit dem Betriebsmonitoringsystem und allen dafür notwendigen Sensoren integrieren bzw. daran anschließen lässt. Eine Verzögerung bei der Anfertigung der Versuchsanlage von ca. 2 Monaten ließ sich aufgrund der notwendigen konstruktiven Anpassungen bzw. Änderungen zur Optimierung der Verbrennungsluftzufuhr nicht vermeiden. Abbildung 1 links zeigt die modifizierte Versuchsanlage, im unteren Bereich befindet sich der freiliegende Luftstutzen, auch Schnorchel genannt, woran die konstruierte Verbrennungsluftverteilungsbox (Abbildung 1 rechts) zur Regelung der Verbrennungsluft jetzt direkt und problemlos angeschlossen werden kann. Im einem weiteren Schritt wurde die geplante Versuchseinrichtung (Versuchsanlage,

Messsysteme, Datenerfassung usw.) unter Beachtung der Anforderungen der jeweiligen Normen aufgebaut (siehe Abbildung 2). Dadurch kann gewährleistet



Abbildung 1: links: Modifizierte Versuchsanlage gemäß DIN EN 13240 für den Anschluss der T to O₂-Regelung; rechts: Verbrennungsluftverteilungsbox mit den Stellmotoren und den Luftschiebern zur Einstellung der Primär und Sekundärluftmengen.

werden, dass die geplanten Verbrennungsversuche und die dazugehörigen Untersuchungen unter bekannten und reproduzierbaren Betriebsbedingungen, mit einer höheren Vergleichbarkeit und gleichzeitig höheren Aussagekraft durchgeführt werden können. Zur Entwicklung der Soft- und Hardware sowie zur Bewertung des gesamten Regelungssystems sollen die ersten Untersuchungen unter reproduzierbaren Bedingungen auf einem Prüfstand durchgeführt werden. In der Abbildung 2 ist der aktuelle Aufbau der gesamten Versuchseinrichtung mit der modifizierten Verbrennungsversuchsanlage gemäß DIN EN 13240 und der eingesetzten bzw. installierten Messtechnik wie beispielsweise Thermoelemente zur Erfassung der Abgastemperatur, eine Gasanalyse zur Erfassung von CO₂, CO, O₂, NO_x, OCG, Staubmessgeräte, Drucksensoren und dem Datenerfassungs- und Auswertungssystem zu sehen. Des Weiteren erfolgte die Entwicklung der Soft- und Hardware bzw. die Vorbereitung der notwendigen Steuerung zur Regelung des Verbrennungsprozesses für den Versuchsbetrieb.



Abbildung 2: Versuchsstand bzw. Prüfstands Aufbau gemäß den normativen Anforderungen im Technikum des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP und Installation der modifizierten Versuchsanlage.

Für die Weiterentwicklung der Software wurde die Hardware auf Basis einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) aufgebaut. Abbildung 3 zeigt die sich in der Entwicklung befindende Regeleinheit. Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurden alle notwendigen Sensoren, Aktoren sowie die dafür passenden Eingangs- und Ausgangsklemmen der SPS ausgesucht, zusammengebaut und für die Weiterentwicklung vorbereitet.

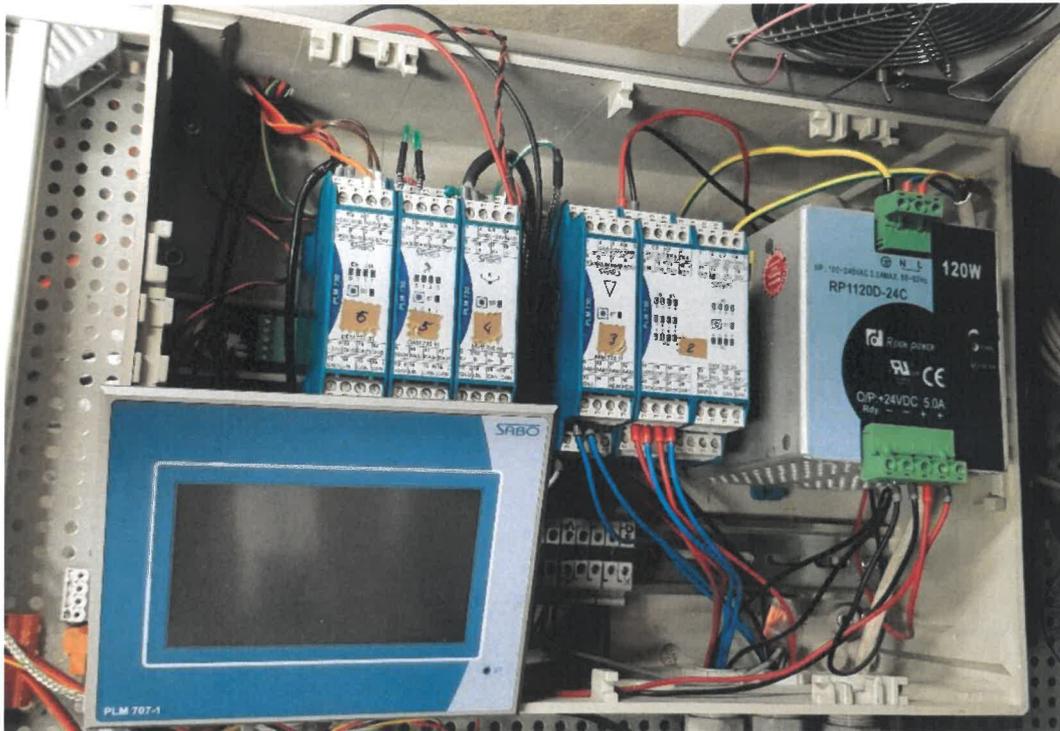


Abbildung 3: Sich in der Entwicklung befindliche Regeleinheit auf Basis einer SPS inklusive Visualisierung.

Das Arbeitspaket wurde erfolgreich abgeschlossen.

AP II: Inbetriebnahme der gesamten Versuchseinrichtung mit der Durchführung von Referenzmessungen bzw. –versuchen

Die gesamte Versuchseinrichtung inklusive aller technischen Komponenten wurde im Rahmen von Inbetriebnahme-Messungen bzw. anhand von Verbrennungsversuchen mit definierten Parametern auf Funktionalität geprüft und anschließend technisch weiterentwickelt. Im Anschluss an die technische Weiterentwicklung wurde der Versuchsaufbau validiert. Das Arbeitspaket wurde erfolgreich abgeschlossen.

AP III: Entwicklung der Software mit der Festlegung und Programmierung der Parametrierungsfaktoren für unterschiedliche Typen von Feuerungsanlagen

Das Arbeitspaket III wurde teilweise bearbeitet. Im ersten Schritt wurde eine technische Analyse der Konstruktionen sowie der Verbrennungskonzepte der auf

dem Markt vorhandenen handbeschickten Feuerungsanlagen durchgeführt. Nachfolgend, sobald der Normalbetrieb am Institut wieder möglich ist, soll die Weiterentwicklung und Optimierung der Software anhand von realen Verbrennungsversuchen auf dem Prüfstand erfolgen, die Grundstruktur der Software mit den Hauptregelschleifen wurde bereits entwickelt (siehe Source Code im Anhang). Zur Bearbeitung der nachfolgenden Arbeitspakete wurden die notwendigen noch fehlenden verschiedenen Arten von modifizierten Feuerungsanlagen, d. h. ein Kamineinsatz nach DIN EN 13229, eine Speicherfeuerstätte nach DIN EN 15250 sowie ein Herd nach DIN EN 12815 für die jeweilige geplante Integration des Regelsystems akquiriert. Die speziellen Versuchsanlagen werden in den kommenden Monaten im Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP eintreffen. Darüber hinaus wird zum aktuellen Zeitpunkt ein spezieller Forschungsraum zur Umsetzung dieses Forschungsprojekts geplant und aufgebaut. Ziel ist es die verschiedenen Arten von Feuerungsanlagen parallel in einem Raum zu installieren und betreiben zu können. Hierfür soll jede Anlage an eine separate, geregelte Abgasanlagen angeschlossen werden, sodass sich der Abgasförderdruck für jede Anlage unabhängig präzise einstellen lässt. Ein paralleles Betreiben bzw. die Entwicklung der adaptierten Regelungen für die unterschiedlichen Versuchsanlagen wird dadurch ermöglicht.

Seit Mitte März 2020 befindet sich das Institut im Shutdown-Zustand. Die Weiterentwicklung der Versuchseinrichtung, vor allem der Regelung, konnte nicht fortgeführt werden. Derzeit befindet sich das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP gerade in der ReStart-Phase, sodass bis Mitte Juni, wenn sich die aktuellen politischen Strategien nicht kurzfristig ändern, mit einem Normalbetrieb unter der Beachtung von speziellen Auflagen zu rechnen ist.

AP IV: Integration des Regelungssystems in vier unterschiedliche Biomassefeuerungen

Dieses Arbeitspaket wurde noch nicht bearbeitet.

AP V: Durchführung von Messungen im Praxisbetrieb gemäß der 1. BImSchV mit einer Bewertung der Umsetzbarkeit bzw. Praxistauglichkeit des Regelungssystems

Dieses Arbeitspaket wurde noch nicht bearbeitet.

AP VI: Weiterentwicklung und Optimierung der Software und eventuelle Beseitigung von technischen Fehlern (soft- und hardwaretechnisch)

Dieses Arbeitspaket wurde noch nicht bearbeitet.

AP VII: Erstellung einer technischen Risikoanalyse zwecks der Zulassung und sicheren Vermarktung des gesamten Regelungssystems

Dieses Arbeitspaket wurde noch nicht bearbeitet.

AP VIII: Bewertung des gesamten Regelungssystems mit der Erstellung des Abschlussberichts

Dieses Arbeitspaket wurde noch nicht bearbeitet.



3 Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen Projektplanung

Bei dem Vergleich des Bearbeitungsstands des Projektes bzw. der Arbeitspakete mit der Projektplanung lässt sich feststellen, dass es bei der Durchführung des Projekts zu einer Verzögerung von ca. 2-3 Monaten gekommen ist. Diese Verzögerung lässt sich auf die aktuelle Covid19-Situation zurückführen, durch welche sich das Institut seit Mitte März 2020 im Shutdown-Zustand befindet und seither nur einen eingeschränkten Arbeitsbetrieb zulässt. Ebenfalls beeinträchtigt durch den Stillstand der nahezu gesamten Wirtschaft sind in diesem Zusammenhang die Lieferzeiten, welche sich auf bis zu 14 Wochen ausweiten können. Das führt zu entsprechenden Verzögerungen bei der Projektbearbeitung. Nichtsdestotrotz wird durch diese Verzögerung lediglich die Projektdauer beeinflusst. Es ist zu erwarten, dass die technischen Ziele des Projekts trotz dieser Verzögerung erreicht werden können.

Da sich das laufende Projekt derzeit noch mitten in der Konzeptionierungsphase befindet kann das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP die Bearbeitung bisher nahezu planmäßig bzw. nur mit leichter Verzögerung durchführen. Die aktuell durchzuführenden Arbeiten können durch die Bearbeiter teilweise im Homeoffice bearbeitet werden. Das Fraunhofer IBP setzt alles daran, trotz der aktuell schwierigen Lage, die Arbeitspakete wie geplant umzusetzen. Wenn die Möglichkeit besteht wird das Fraunhofer IBP die Reihenfolge der Bearbeitung der Arbeitspakete so anpassen, dass Arbeitspakete die unter den derzeitigen Umständen nicht bearbeitbar sind, mit durchführbaren Arbeitspaketen sinnvoll getauscht werden, sodass der Bearbeitungsfortschritt des Forschungsprojekts auch in naher Zukunft weiter aufrechterhalten werden kann.

4 Aussichten für die Erreichung der Vorhabensziele

Bisher haben sich die Aussichten für die Erreichung der Vorhabensziele innerhalb des angegebenen Berichtszeitraums gegenüber dem ursprünglichen Antrag nicht geändert.

5 FE-Ergebnisse von dritter Seite

Es sind keine FE-Ergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant sind.

6 Zielsetzung des Projektes

Es sind bisher keine Änderungen in der Zielsetzung des Projektes notwendig.