

SHE

Smart Home Energy: Development of an integrated and mobile solution for low-cost cooking and power generation

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, IWI, Teilnahme LEAP-RE	Status	laufend
Projektstart	01.07.2023	Projektende	31.03.2026
Zeitraum	2023 - 2026	Projektlaufzeit	33 Monate
Keywords	Smart home energy device; agricultural residues, rural energy supply, stand-alone hybrid electricity generation, carbon tracking		

Projektbeschreibung

Mehr als 45 % der Bevölkerung Afrikas lebt in isolierten ländlichen Gemeinden. Der ländliche Energiebedarf wird seit vielen Jahrhunderten durch Biomasse gedeckt, wenn auch auf traditionelle Weise, was mit einem hohen Pro-Kopf-Brennstoffverbrauch / mit geringer thermischer Effizienz, Gesundheitsrisiken (Einatmen von Rauch und Brandgefahr) und Abholzung aufgrund der Verwendung von geschlagenem Holz als Primärbrennstoff verbunden ist. Darüber hinaus haben über 70 % der ländlichen Gebiete in Afrika keinen angemessenen Zugang zu Elektrizität. Daher besteht ein dringender Bedarf an einem erschwinglichen, intelligenten Energiegerät, das Strom liefern und kochen/heizen kann, um Netzunabhängigkeit und Selbstversorgung zu erreichen. Ziel des Projekts ist daher die Entwicklung einer Smart Home Energy (SHE)-Technologie und die Demonstration der Effektivität und der Auswirkungen auf die Nutzer in ländlichen Gemeinden in Südafrika und Uganda.

Das SHE-Gerät wird auf einem bestehenden tragbaren Mikrovergaser-Kochherd basieren, der mit komprimierten Holzpellets betrieben wird, dem derzeit leistungsfähigsten Kochherd in Bezug auf CO-Emissionen. Dieses grundlegende Herdkonzept für Holzpellets wurde von Ekasi Energy gemeinsam mit der TU Graz durch eine Kombination aus experimentellem Ansatz und umfangreichen CFD-Analysen entwickelt. In diesem Projekt wurde ein innovatives SHE-Konzept entwickelt, das die Haupthindernisse für die breite Einführung dieser Technologie, d.h. die fehlende Stromerzeugung und die begrenzte Brennstoffflexibilität, behandelt. Dies wird erreicht, indem zum ersten Mal folgende Punkte kombiniert werden

- 1) Erweiterung der Brennstoffoptionen auf Biomassepellets aus landwirtschaftlichen Rückständen und mehrjährigen Energiepflanzen als erschwingliche und leicht verfügbare Brennstoffe und Verbrennung dieser Brennstoffe in einer Weise, die den WHO-Kochstandards entspricht, bzw. mit extrem niedrigen Emissionen und hoher Effizienz.
- 2) Integration eines thermoelektrischen Generators zur Stromerzeugung und Verbindung mit einem Solarpanel und einer Batterie, um kleine Geräte und Lampen netzunabhängig zu betreiben.
- 3) Integration einer intelligenten Low-Tech-Methode zum Monitoring der CO₂-Emissionen auf der Grundlage einer Datenbank relevanter Brennstoffe zur Überwachung der von der SHE-Einheit erzeugten Wärme und Elektrizität und eines Algorithmus, der dies mit Brennstoff- und CO₂-Einsparungen korreliert.

Die Projektarbeit wird durch numerische und experimentelle Forschung im Labor bei TRL 3 & 4 durchgeführt, gefolgt von Anpassungen an lokale Bedingungen, Feldtests und Demonstrationen unter lokalen afrikanischen Bedingungen (TRL 5 & 6)

(7)). Ferner werden auf der Grundlage einer sozioökonomischen Analyse der Zielregionen Geschäftsmodelle für den Einsatz untersucht und vorgeschlagen.

Die Ergebnisse des Nutzerfeedbacks aus den Demonstrationen werden mit einer Basisstudie über die bestehenden sozioökonomischen Bedingungen verglichen und die erwarteten Auswirkungen des SHE-Geräts werden ebenfalls bewertet, begleitet von Systemoptimierungen.

Als Ergebnis werden wir die einzigartige SHE-Technologie als erschwingliche Energielösung für die Ärmsten mit den folgenden Vorteilen haben:

- a) Verringerung der Abholzung durch den Ersatz von Holz durch Brennstoffe aus Energiepflanzen und landwirtschaftlichen Rückständen, die in den meisten afrikanischen Ländern ausreichend vorhanden sind.
- b) Minimierung der Gesundheitsrisiken durch Beseitigung der schädlichen Emissionen aus unvollständiger Verbrennung,
- c) Verbesserung der Geschlechtergleichstellung: Durch den Anbau von Kurzumtriebsplantagen können Frauen ihren eigenen Energiebedarf decken, zusätzlich zum Anbau von Pflanzen für den Nahrungsmittelverbrauch.
- d) Ein hybrides und flexibles Energiekonzept für die Stromerzeugung aus zwei Quellen (Solarzellen und TEG), die sich bei unterschiedlichen Klima-, Wetter- und örtlichen Bedingungen gegenseitig ergänzen.
- e) Eine Low-Tech-Datenbank zum Monitoring von Kohlenstoffeinsparungen / -gutschriften, um die Gerätkosten für ländliche Nutzer mit geringem realem Einkommen zu subventionieren.

Schließlich werden verschiedene nachhaltige Geschäftsmodelle für die lokale Brennstoffproduktion und die Fertigung von Kochöfen bewertet, um die Durchführbarkeit der Energieunabhängigkeit auf dem Land für den Koch- und Strombedarf zu bestimmen.

Abstract

More than 45% of Africa's population lives in isolated rural communities. Rural energy needs have been met by biomass for many centuries, albeit in a traditional way, which is associated with high per capita fuel use / low thermal efficiency, health risks (smoke inhalation and fire risks), and natural deforestation due to the use of harvested wood as the primary fuel. In addition, over 70% of rural areas in Africa do not have adequate access to electricity. Therefore, there is an urgent need for an affordable smart energy device that can provide electricity and cook/heat to support grid independence and self-sufficiency. The project is thus aiming at the development of a Smart Home Energy (SHE) technology and to demonstrate the user effectiveness and impact in rural communities in South Africa and Uganda.

The SHE device will be based on an existing portable micro-gasifier cookstove which is used with compressed wood pellets, the currently available best performing cookstove regarding CO emissions. This basic stove concept for wood pellets was developed by Ekasi Energy together with TU Graz using a combined experimental approach and extensive CFD analyses. In this project the innovative SHE concept is developed addressing the main barriers that hinder the broad implementation of this technology, i.e. lack of electricity production and limits in fuel flexibility. This is achieved by combining for the first time:

- 1) Expanding fuel options to biomass pellets made from available agricultural residues and perennial energy crops as affordable and readily available fuels and burning these fuels in a manner that meets WHO cooking standards respectively with extremely low emissions and high efficiency.
- 2) Integrating a thermoelectric generator to generate electricity and connecting it to a solar panel and battery to power small appliances and lamps grid-independently.
- 3) Integration of a smart low-tech method to track CO₂ emissions based on a database of relevant fuels to monitor the heat and electricity generated by the SHE unit and an algorithm that correlates this with fuel and CO₂ savings.

The project work will be carried out through numerical and experimental research in the laboratory at TRL 3 & 4, followed by

adaptations to local conditions, field tests and demonstrations under relevant local African conditions (TRL 5 & 6 (7)). It will further investigate and propose business models for deployment based on a socio-economic analysis of the targeted regions. The results of the user feedback from demonstrations will be compared against a baseline study of the socio-economic conditions that exist and the expected impact of the SHE device will also be evaluated, accompanied by system optimizations.

As a result, we will have the unique SHE technology as an affordable energy solution for the poorest with the following advantages:

- a) Reducing deforestation by substituting wood as fuel with fuels from energy crops and agricultural residues, which are sufficiently available in most African countries.
- b) Minimizing health risks by eliminating harmful emissions from incomplete combustion,
- c) Improve gender equality: By growing short rotation crops, women can meet their own energy needs, in addition to growing subsistence crops for food consumption.
- d) A hybrid and flexible energy approach of electricity generation from two sources (Solar Panel and TEG) that complement each other in different climate, weather and local conditions.
- e) A low-tech carbon tracking database for earning carbon credits to subsidize the device cost for rural users with little real disposable income.

Lastly, various sustainable business models for local fuel production and stove assembly will be evaluated to determine the viability of rural energy independence for cooking and electricity needs.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz, Institut für Wärmetechnik (IWT)

Projektpartner

- Michael Keinrath