

Vorgelegt durch: Jannis Reinhardt  
Adresse: Pfarrgartenstraße 39  
73240 Wendlingen am Neckar  
Deutschland

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Harald Thorwarth  
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg  
Schadenweiler Hof 1  
72108 Rottenburg am Neckar

---

### Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt und dabei nur die in der Arbeit ausdrücklich genannten Hilfsmittel und Quellen verwendet habe.

Wendlingen, den 12.6.2018

---



## Abstract

Holzartige Biomasse gilt als Energieträger der Zukunft. Nachhaltig, von Fluktuation ausgeschlossen, eignet sie sich als gleichwertiger Ersatzbrennstoff für konventionelle Energieträger. Zurzeit werden unterschiedliche Fraktionen, wie z.B. Landschaftspflegematerial oder Altholz noch in Biomasseheizkraftwerke verbrannt. Fachlabore analysieren aktuell die für die thermische Nutzung bedeutsamen Ascheanteile, Wassergehalt, Brennwert und weitere einzelne Elemente. Diese Untersuchungen sind jedoch sehr zeitaufwändig. Sind diese Schritte jedoch „just in time“ und automatisiert in den Prozess eingebunden, wie in der Kohlenutzung üblich, können durch Mischung und Aus-sortierung unterschiedlicher Fraktionen die eigentliche Verbrennung und deren Schadstoffaustrag besser reguliert werden. Ansätze, Teile der Brennstoffcharakterisierung mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie zu erfassen zeigen, dass aktuelle Techniken aus anderen Bereichen diese Aufgaben übernehmen können.

Diese Arbeit überprüft, ob die in der Kohleanalyse verwendete Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) der Firma APC Analytics weitere Aspekte biogener Brennstoffe in diesem Fall Landschaftspflegematerial und Hackschnitzel, erfassen kann. Ascheanteil, sowie die elementare Zusammensetzung der Asche einer Brennstoffprobe sollen analysiert und mit Hilfe einer ICP-Analyse im Labor quantitativ überprüft werden. Die RFA, ein Teil der Spektroskopie, basiert auf der Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Elektronen. Innerhalb eines Atoms wird ein Elektron durch Röntgenstrahlung aus der Atomschale gelöst. Dieses emittiert ebenfalls Strahlung. Halbleiter - bei APC Analytics Si-Halbleiter - messen diese, für jedes Element spezifische Energie.

Zusätzlich zur eigentlichen Analyse beinhaltet diese Arbeit auch einen Teil zur Aufbereitung der Proben. Durch den Anteil an halmgutartiger Biomasse der Landschaftspflegematerialproben sowie dem hohen Wassergehalt ist eine Zerkleinerung, wie sie für das RFA-Gerät notwendig ist, nicht möglich. Die Probe verklebt, ähnlich wie in einer Pelletpresse, zu Chips. Die Hackschnitzel lassen sich mit Hammer- und Schwingscheibenmühle ausreichend aufbereiten und analysieren.

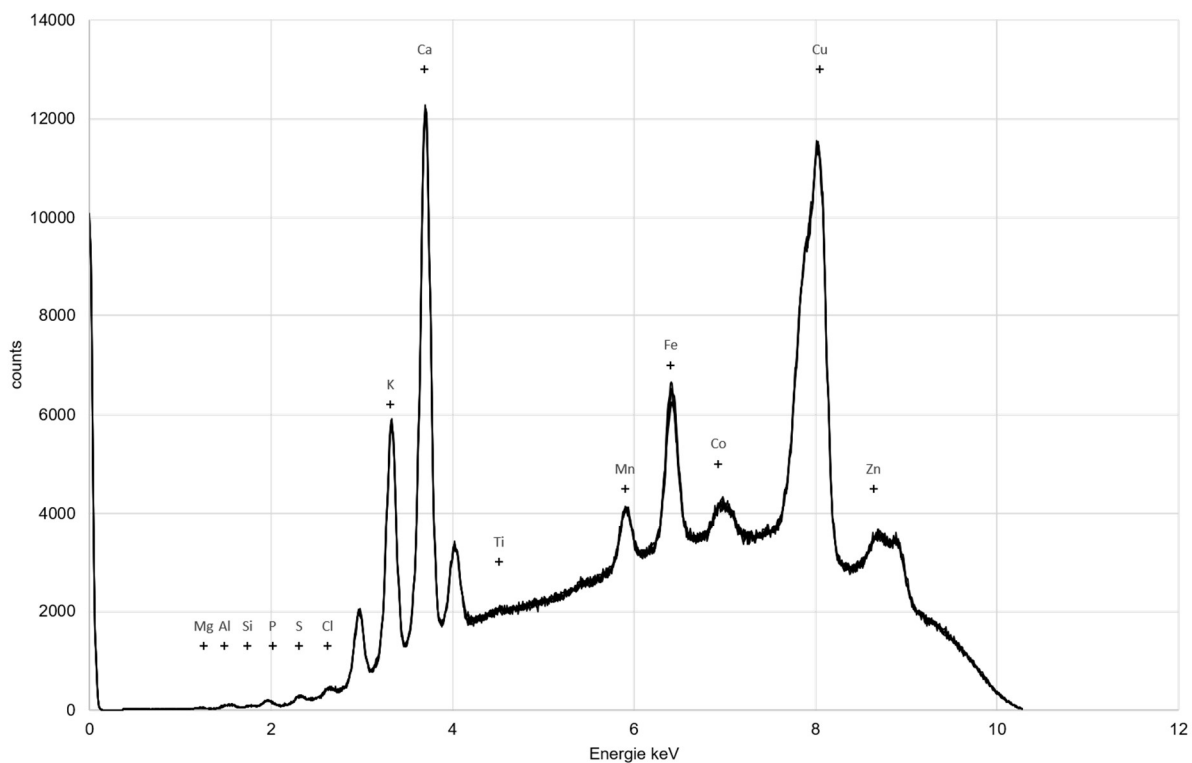


Abbildung RFA-Spektrum der Hackschnitzel; analysiert mit dem RFA-Gerät von APC Analytics

Das Spektrum der Analyse zeigt verschiedene Elemente der Aschefraktion. Durch eine fehlende Kalibrierung ist nur eine qualitative und keine quantitative Beurteilung möglich. Verschiedene Hauptaschebildner wie Ca sind klar erkennbar. Die ICP-Analyse bestätigt einen Großteil der Beobachtungen aus dem Spektrum. Nicht überprüft werden können Elemente wie Chlor und Schwefel, hierfür ist ein anderes Nachweisverfahren nach Norm notwendig, welches aufgrund technischer Probleme nicht durchgeführt werden konnte. Folgende Arbeiten sollen den Fokus auf Probleme der Aufbereitung setzen. Hoher zeitlicher Aufwand sowie die Probleme mit nassen halmgutartigen Proben können durch eine größere Korngröße, die analysiert wird, wahrscheinlich beseitigt werden. Sollte sich diese Methode als sicher und umsetzbar erweisen, ist die schnelle Brennstoffqualifizierung für holzartige Biomasse in naher Zukunft möglich. Eine Optimierung der Verbrennung und Verringerung von Schadstoffen im Rauchgas durch eine Auswahl und Mischung von Brennstoffen helfen so, die erneuerbare Energieerzeugung nachhaltig zu gestalten.