

Biomassepotenzialermittlung von Gehölzen unter Nutzung von UAV-Luftbildern

¹Jörg Ruppe, ¹Martin Milbradt, ¹Richard Fronia, ²Dirk Conrady

¹RUCON Engineering
Umgehungsstraße 78B
99441 Mellingen / b. Weimar
info@rucon-engineering.de

²Naturstiftung David
post@naturstiftung-david.de

Abstract: Die Naturstiftung David untersucht, ob durch eine energetische Nutzung von unkontrolliertem Bewuchs auf schützenswerten Kulturlandschaften, diese erhalten werden können. Neben traditionellen Methoden zur Erfassung des stockenden Biomassepotenzials testete die RUCON Engineering erstmals die Eignung von mittels UAV (Unmanned Aerial Vehicles) gewonnenen Luftbildern auf Freistellungsflächen in Thüringen und Brandenburg. Eine erste Überprüfung des mit dieser Methode berechneten Gehölzpotenzials mit der tatsächlich beernteten Biomasse ergab eine sehr hohe Übereinstimmung.

1. Grundlagen

Unkontrollierter Bewuchs von Sträuchern und Bäumen führt auf zahlreichen besonders schützenswerten Flächen zur Beschränkung ihrer Funktion als Lebensraum und Kulturlandschaft.

In diesem Zusammenhang untersucht die Naturstiftung David auf verschiedenen Flächen, ob durch eine energetische Nutzung der Biomasse in Form von Stammholz, Astwerk sowie Blatt- und Nadelmasse gefährdete Lebensräume solcher Kulturlandschaften besser erhalten werden können und ob die Freistellung durch Befahrung mit Forsterntemaschinen technologisch möglich ist.

Neben traditionellen Methoden zur Abschätzung des stockenden Biomassepotenzials durch aufwendige Erfassungen vor Ort wurde erstmalig die Eignung von mittels UAV (Unmanned Aerial Vehicles) gewonnenen aktuellen Luftbildern auf Freistellungsflächen in Thüringen und Brandenburg untersucht. Diese Untersuchungen wurden durch die RUCON Engineering Ende 2010 / Anfang 2011 durchgeführt.

2. Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung beinhaltete das Anfertigen und Auswerten aktueller hoch auflösender Luftbilder mit dem Ziel, das Biomassepotenzial der natürlichen Sukzession auf 3 Maßnahme­flächen in Thüringen sowie ebenfalls 3 Maßnah­me­flächen in Brandenburg mit jeweils unterschiedlicher Flächencharakteristik zu bestimmen.

Dabei handelte es sich um folgende Maßnah­me­flächen:

Thüringen:	Dachrieder Trockentäler (17 ha) / Dörnaer Platz (20 ha) Straufhain (2,7 ha)
Brandenburg:	Höllengrund (4,5 ha) / Seeberge (10 ha) Reicherskreuzer Heide (126 ha)

Zur detaillierten Charakterisierung der Verteilung der Biomasse sollte unter Anwendung von digitalen Geländemodellen die Biomasse bezogen auf die Hangneigung dargestellt werden.

3. Methodenbeschreibung und Durchführung

Die Realisierung der Aufgabenstellung erfolgte im Wesentlichen in zwei Schritten:

- Luftbilderstellung und -aufbereitung
- Abschätzung des Biomassepotenzials.

3.1 Luftbilderstellung und -aufbereitung

Die **Befliegung** der Flächen erfolgte mit einem teilautonom fliegenden UAV. Zum Einsatz kam ein Oktokopter der Firma HiSystems GmbH. Über eine PanTilt-Einrichtung war eine handelsübliche Digitalkamera (RGB-Kamera) an dem Kopter befestigt.

Anhand der Flächen­shap­es wurden die Flugrouten und die Bildauslösefrequenz im Vorfeld der Befliegung programmiert. In die **Flugroutenplanung** wurden digitale Geländemodelle einbezogen, um stets eine gleichmäßige Flughöhe über Grund (ca. 100 m) zu gewährleisten.

Nach der Befliegung und der Übernahme der Fotos erfolgte unter Nutzung einer speziellen Software das **Zusammenfügen der Bilder** (Stitchen) zu einem Übersichtsbild der Maßnah­me­fläche.

Da bei den vorliegenden Untersuchungen auch methodische Aussagen getroffen werden sollten, wurden die Befliegungen

- im belaubten Zustand des Bewuchses
- im unbelaubten Zustand sowie
- im schneebedeckten Zustand vorgenommen.

3.2 Abschätzung des Biomassepotenzials

Bei der sich anschließenden digitalen **Bildverarbeitung und -auswertung** wurden über jedes Gesamtbild der Grenzverlauf der Maßnahmeffläche sowie ein Raster der Größe 10 x 10 m (bei großen Flächen 20 x 20 m) gelegt. Die Rasterflächen dienten als Basis für die folgenden Auswertungen und Biomasseschätzungen.

Zur systematischen Vorgehensweise wurde an diese Rasterflächen ein xy-Koordinatensystem gelegt, so dass jeder einzelnen Rasterzelle eine eindeutige xy-Koordinate zugewiesen wurde. Je nach Größe der Maßnahmeffläche ergaben sich somit Koordinatensysteme, die mehrere Hundert bis einige Tausend Rasterzellen umfassten.

Unter Verwendung des digitalen Geländemodells wurde jede Rasterzelle darüber hinaus einer Hangneigungsklasse zugeordnet. Die Gestaltung dieser Hangneigungsklassen (Grenzen) kann dabei beliebig (je nach technologischer Fragestellung) definiert werden.

Anschließend wurde der **Anteil der Maßnahmeffläche in jeder Rasterzelle** bestimmt. Hierbei konnte ein Maximalwert von 100 m² (bzw. 400 m² bei großen Flächen) erreicht werden. Rasterzellen im Randbereich der Maßnahmeffläche wurde je nach Anteil ein geringerer Wert zugeordnet. Rasterzellen außerhalb der Maßnahmeffläche wurden nicht berücksichtigt.

In einem weiteren Arbeitsschritt wurde in jeder Rasterzelle der **Bedeckungsgrad** der vorhandenen Biomasse in einem Rahmen zwischen 0 % und 100 % visuell abgeschätzt, wobei in einer 10 %-Abstufung vorgegangen wurde. Bei den Rasterzellen im Randbereich wurde die jeweils zur Maßnahmeffläche gehörende Teilzelle gleich 100 % gesetzt.

Auf dieser Datengrundlage erfolgte im nächsten Schritt die Berechnung des Biomassepotenzials. Je nach Struktur der Biomasse kamen im Projekt 3 Bewertungsansätze zur Anwendung:

Für die Bewertung verbuschter Offenlandflächen wurde der Bewertungsalgorithmus, der von der Fachhochschule Bernburg erarbeitet wurde (RUNGE et. al) als Berechnungsgrundlage benutzt (**erste Methode**).

Schwieriger gestaltete sich die Abschätzung der Biomasse von Flächen, die von Bäumen 1. Ordnung bewachsen sind. Trotz umfassender Literaturrecherchen konnten keine Angaben darüber gefunden werden, welche Biomasse auf 100 m² bewachsener Fläche erwartet werden kann. Insofern liegen auch keine Daten vor, wie groß die zu erwartende Biomasse unterschiedlicher Baumarten ist.

Speziell auf der Maßnahmeffläche Reicherskreuzer Heide (Naturpark Schlaubetal) kamen deshalb zwei weitere Methoden zur Anwendung.

Bei der **zweiten Methode** wurden vor Ort von jeweils 100 Bäumen die Baumhöhe und der Brusthöhendurchmesser ermittelt. Daraus wurden unter Berücksichtigung von Tabellenwerten die Schaft- und Astholzformzahlen der vorherrschenden Baumarten Birke (*Betula pendula*), Kiefern (*Pinus sylvestris*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*) (aus:

Tabellenwerte der Forstwirtschaft (METTE und KORELL 1986)) bestimmt, woraus sich das Baumvolumen ergab. Durch Beachtung der physikalischen Holzeigenschaften (Mittelwerte) der drei Baumarten konnte die Frisch-Biomasse je Fläche errechnet werden.

Die Astholzformzahl ist dabei eine Hilfszahl zur Volumenermittlung von Bäumen, die die Verzweigung eines Baumes berücksichtigt. Da für die Baumart Robinie keine Schaftholzformzahlen zu ermitteln waren, wurden die Zahlen der Birke herangezogen, da sich die Birke und die Robinie in ihrem Wuchsverhalten und ihrem Habitus ähneln.

Die **dritte Methode** basiert auf empirisch gewonnenem Datenmaterial. In Zusammenarbeit mit der Verwaltung des Naturparks Schlaubetal wurden jeweils 20 repräsentative Birken, Kiefern und Robinien ausgewählt und gefällt und bei diesen die Baumhöhe, die Brusthöhendurchmesser und vor allem die Biomasse (kg) eines jeden Baumes bestimmt und darauf basierend Ausgleichskurven erstellt. Unter Verwendung dieser Ausgleichskurven erfolgte die Berechnung der Biomasse für die gesamte Maßnahmefläche.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung erfolgt für jede Fläche in Frisch- und Trockenmasse (t) sowie Schüttraummeter bei Trockenmasse (m³), ggf., je nach Flächencharakteristik, unterteilt in Bäume und Sträucher. Bei hängigen Flächen wurden die Ergebnisse auf Hangneigungsklassen (hier: 0 % - 20 %; 20 % - 35 % und größer 35 %) bezogen.

Die Berechnungen konnten sowohl für die Bäume im belaubten, unbelaubten als auch im schneebedeckten Zustand erfolgen. Aufgrund des sich ergebenden hohen Kontrasts bei schneebedeckter Landschaft erwiesen sich diese Luftbilder überraschender Weise für eine Auswertung als besonders geeignet, vorausgesetzt, dass die buschartige Biomasse nicht komplett mit Schnee bedeckt ist.

Die erste Überprüfung des mittels dieser Methoden berechneten Biomassepotenzials mit der tatsächlich beernteten Biomasse (Fläche: Dörnaer Platz) ergab eine sehr hohe Übereinstimmung (99,9 %). Die Referenzbiomasse wurde bei einer vor Ort durchgeführten Beerntungsmaßnahme ermittelt. Diese geerntete Referenzbiomasse wurde anschließend zur geschätzten Biomasse ins Verhältnis gesetzt, woraus diese hohe Übereinstimmung errechnet werden konnte.

Literaturverzeichnis

- [MK86] Mette, H.; Korell, U. (1986): Richtzahlen und Tabellen für die Forstwirtschaft. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- [RHN10] Runge, K.; Hefter, I.; Naumann, H.; Tischew, S. (2010): Holzartige Biomassepotenziale aus der Landschaftspflege am Beispiel des unteren Saaletals (Sachsen-Anhalt), in Nelles, M. (Hrsg.): Zukunftstechnologien für Bioenergie: Rostocker Bioenergieforum. 27. und 28. Oktober 2010, Tagungsband, Univ. Rostock, Agrar- u. Umweltwiss. Fak.: 57-66