

# Monitoring der Gehölzentwicklung im Nationalpark Unteres Odertal

Henrike Lorenz<sup>1</sup>, Jana Chmielewski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde · henrike.lorenz@hnee.de

**Zusammenfassung:** In den nutzungsfreien Kernzonen des Nationalparks Unteres Odertal (NpUO) wird der Aufwuchs eines Auwaldes erwartet. Zur Beobachtung dieses Prozesses wurde ein Monitoringprogramm entwickelt, welches terrestrische Kartierungen sowie die Auswertung multispektraler Satellitendaten und First Pulse Laserscandaten umfasst. Es sollen die Veränderungen der Flächengrößen, Strukturparameter und Landschaftsstrukturmaße von Gehölzstrukturen erfasst werden. In diesem Beitrag werden die entwickelten Methoden und der bisherige Stand der Arbeit dargestellt.

**Schlüsselwörter:** Umweltmonitoring, Auwald, multispektrale Daten, Klassifizierung, ALS-Daten

**Abstract:** *The development of a riparian forest is expected in the core zones of the Lower Odra National Park (LON). In this study I developed a monitoring program containing terrestrial surveying and mapping as well as the evaluation of multispectral satellite data and first pulse airborne laser scan data. Changes in area size, structural parameters and landscape metrics of wood structures will be determined. In this work I report the methods developed so far and the current state of the work in progress.*

**Keywords:** *Environmental monitoring, riparian forest, multispectral data, classification, ALS-data*

## 1 Grundlagen und Ziel

Der Nationalpark Unteres Odertal (NpUO) umfasst ein Gewässernetz aus der Oder und ihren Alt- und Nebenarmen und ist Deutschlands einziger Auen-Nationalpark. Trotzdem existieren hier nur kleine Gehölzgruppen oder Solitärgehölze, jedoch keine zusammenhängenden Auwälder. Seit der Gründung des NpUO im Jahr 1996 wurden große Flächen aus der landwirtschaftlichen Nutzung entlassen, sodass hier die Entstehung eines Auwaldes erwartet werden kann. In welcher Geschwindigkeit diese stattfindet ist jedoch von verschiedenen Faktoren wie der Überschwemmungsintensität, Sedimentation, der Entstehung von Pionierstandorte oder dem Einfluss von Tieren, wie dem Biber, abhängig.

Auwälder gehören zu den seltensten Waldtypen Europas und sind stark gefährdet (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, BMU 2008). In ihren ökosystemaren Eigenschaften sind sie eng an die natürliche Dynamik von Fließgewässern gebunden. Durch die Begradigung, Eindeichung und Verbauung von europäischen Flüssen existieren aber kaum noch Auen, die regelmäßigen Wasserstandsschwankungen und Hochwasserereignissen unterliegen. Aufgrund dessen verschwand der Auwald, die natürliche Vegetation der Aue, nach und nach aus der europäischen Landschaft (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Auwälder erfüllen diverse Funktionen. Als Übergangsraum zwischen Wasser und Land sind sie Hotspots der Biodiversität und ein Habitat für viele mittlerweile seltene Arten (BMU 2008, MÖSSMER 2010). Sie filtern das Grundwasser und wirken sie sich positiv auf Hochwasserereignisse aus, da sie die Geschwindigkeit der Hochwasserwelle vermindern (MÖSSMER 2000).

Ihre Seltenheit und ihr vielfältigen Funktionen machen Auwälder zu einem interessanten Forschungsbereich. Als eine der wenigen Flächen in Deutschland, auf der die Entstehung eines großflächigen Auwaldes möglich ist, ist der NpUO ein geeignetes Gebiet zur Untersuchung der Auwaldentwicklung. Im Rahmen eines komplexen Umweltmonitorings sollen deswegen die Gehölze des Parks dauerhaft beobachtet werden. Für diesen Zweck wurde innerhalb einer Bachelorarbeit (LORENZ 2015) ein Monitoringverfahren entwickelt, welches sich auf das Konzept der naturschutzfachlichen Dauerbeobachtung im NpUO stützt (LUTHARDT & GRÜBLER 2011). Die erste Monitoringperiode soll bis spätestens 2018 durchgeführt werden. Das Monitoring umfasst die Auswertung von Satelliten- und Laserscandaten, bereits durchgeführten Biotopkartierungen und terrestrische Kartierungen von Dauerbeobachtungsplots. Dieser Praxisbeitrag konzentriert sich auf den Teil des Monitorings der mithilfe von Fernerkundungsmethoden umgesetzt wird.

Mithilfe des Monitorings soll untersucht werden unter welchen abiotischen und biotischen Bedingungen, in welcher Geschwindigkeit und nach welchen Mustern sich ein Auwald ausbreitet und entwickelt. Ausgangslage sind die im NpUO verstreut wachsenden kleinen und größeren Gehölzstrukturen. Zu Beginn wurden fünf Strukturarten identifiziert: Solitärgehölze, reine Strauchgruppen, reine Baumgruppen und gemischte Gruppen. Letztere werden zur weiteren Differenzierung in Gruppen kleiner als 5.000 m<sup>2</sup> und Gruppen größer als 5.000 m<sup>2</sup> unterschieden (LORENZ 2015). Des Weiteren unterscheiden sie sich in ihren Standorten und ihrer Artzusammensetzung. Diesbezüglich lassen sie sich entsprechend der Brandenburger Biotopkartierung (BBK) verschiedenen Biotoptypen zuordnen bspw. „Pappel-Weiden Weichholzaenwälder“, „Gebüsche nasser Standorte“, oder „Laubgebüsche trockener und trockenwarmer Standorte“ (LUA 2007). Der Biotoptyp lässt auf Standorteigenschaften und Artzusammensetzung der Gehölzstruktur schließen. Ziel ist die Entwicklung und Umsetzung einer Methode, die sowohl die Gehölzflächen (bezüglich Größe, Plot-Zahl und -Verteilung), also auch die oben festgelegten Struktureigenschaften (Strukturart, Biotoptyp) untersucht.

## 2 Methode

Zur Identifizierung der Gehölze wurden multispektrale Satellitenbilder aus den Jahren 2011 (GeoEye-1) und 2015 (WorldView-3) sowie First-Pulse-Laserscanrohdaten aus dem Jahr 2011 akquiriert. Mithilfe einer Spektral-Signatur, die auf der Grundlage von Trainingsflächen erstellt wurde, wurden die Daten überwacht klassifiziert. Weiterhin ist eine Klassifizierung der Airborne Laserscandaten (ALS) geplant. Die klassifizierten Rasterdaten wurden in Vektor-Polygone umgewandelt. Sie werden in Biotoptyp und Strukturart kategorisiert. Dafür wird die für den NpUO durchgeführte BBK und der für dieses Monitoring erstellte Interpretationsschlüssel zur visuellen Einordnung der Strukturarten (LORENZ 2015) genutzt. Anschließend werden verschiedene Landschaftsstrukturmaße berechnet. Die Ergebnisse der beiden Jahrgänge werden ausgewertet und verglichen. Schließlich werden Dauerbeobachtungsplots festgelegt und terrestrische kartiert. Für die terrestrische Kartierung wurde ein Kartierschlüssel konzipiert. Er umfasst Merkmale der Gehölzstrukturen, die die Ergebnisse der Fernerkundung ergänzen sollen, wie Standorteigenschaften, vertikale und horizontale Struktur, Artzusammensetzung, Verjüngung und Tieraktivitäten (z. B. Biberfraß). Auf die terrestrischen Untersuchungen wird in diesem Beitrag nicht näher eingegangen.

## 2.1 Daten

Für die Untersuchungen in dieser Monitoringperiode liegen zwei Satellitenbilder, die BBK und Laserscanrohdaten vor. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Datentypen.

**Tabelle 1:** Gegenüberstellung der verschiedenen Datentypen

Sensor	GeoEye-1	WorldView-3	ALS-Daten	BBK
Typ	Multispektrales Satellitenbild	Multispektrales Satellitenbild	First-Pulse-Laserscanrohdaten	Vektor-Polygon
Aufnahmedatum	16.07.2011	04.06.2015	29.03. – 18.04.2011	Erstellung 2009-2010
Auflösung bzw. Punktdichte (ALS)	2 m	1,2 m	1-2 Punkte pro m <sup>2</sup>	–
Kanäle	4	8	–	–
Höhen-genauigkeit	–	–	≤ ±0,20 m	–

## 2.2 Klassifizierung der Gehölzflächen

Zu Beginn wurden Referenzflächen festgelegt, deren Gehölze terrestrisch kartiert und am CIR-Luftbild bei einem Maßstab von 1:1.000 entlang des Kronensaums als Vektor-Polygon manuell digitalisiert wurden. Sie dienen zur Validierung der Methoden, bevor diese flächen-deckend für den Park eingesetzt werden.

Es wurden, angelehnt an AKAY et al. (2014) unter Verwendung der Software ERDAS 2013 benutzerdefinierte Polygone auf Trainingsflächen festgelegt, aus welchen Spektral-Signaturen berechnet wurden. Auf eindeutig zu identifizierenden Gehölzflächen wurden Polygone um die Kernflächen gezeichnet. Aus diesen wurde, entsprechende ihrer spektralen Eigenschaften, eine Signatur berechnet. Ziel war es, die Gehölzflächen von allen restlichen Oberflächenklassen (Wasser, Gebäude, Straßen und Offenland) abzugrenzen. Auf Grundlage der Signatur wurde eine Maximum-Likelihood-Klassifizierung durchgeführt. Dort wo Flächen fälschlicherweise der Gehölzklasse zugeordnet wurden, wurden für eben diese Flächen weitere Klassen ausgewiesen und der Signatur hinzugefügt. Dieser Prozess wurde so lange wiederholt, bis das Ergebnis der Klassifizierung die Gehölzflächen befriedigend repräsentierte. Die Gehölzklasse des klassifizierten Rasters wurden in ein Vektor-Polygon umgewandelt, wobei Polygone mit einer Größe unter 20 m<sup>2</sup> gefiltert wurden, da davon ausgegangen werden kann, dass sie falsch klassifiziert sind.

Eine Kombination mit Laserscandaten ist geplant. Sie soll fälschlicherweise als Gehölz klassifizierten Flächen, bspw. Wolkenschatten und Feuchflächen, entgegenwirken. Mithilfe der First-Pulse-Laserscandaten und dem bereit vorliegenden Digitalen Geländemodell lässt sich das Digitalen Oberflächenmodell berechnen. Da es im Nationalpark fast keine Gebäude gibt, werden fast alle lokalen Maxima im DOM durch Gehölze hervorgerufen. Ausnahmen bilden vor allem Masten und Brücken. Ausschlaggebend für die Klassifizierung einer Fläche als Gehölzstruktur werden also ihre spektralen Eigenschaften und ihre Höhe über dem Gelände sein.

### **2.3 Landschaftsstrukturmaße**

Die Gehölz-Polygone werden mithilfe eines Luftbildinterpretationsschlüssels den fünf Strukturarten zugeordnet: Solitärgehölz, reine Strauchgruppe, reine Baumgruppe, gemischte Gruppen kleiner als 5.000 m<sup>2</sup> und Gruppen größer als 5.000 m<sup>2</sup>. Darüber hinaus gibt es die Kategorie der falsch klassifizierten und der nicht zu identifizierenden Flächen. Bei der Klassifizierung ist es außerdem möglich, die Höhen des DOM einzubeziehen um z. B. zwischen Strauch- und Baumgruppen zu unterscheiden. Dies muss allerdings noch erprobt werden.

Des Weiteren sollen die Polygone mit den Daten der BBK des NpUO verknüpft werden. Bei den so kategorisierten Flächen sollen entsprechend LANG & BLASCHKE 2007 sowie LUTHARDT & GRÜBLER 2011 unter Verwendung einer spezifischen Software (z. B. V-Late) verschiedene Landschaftsstrukturmaße berechnet werden. Mindestens die folgenden Maßzahlen werden in Betracht gezogen: Fläche, Anzahl der Patches, durchschnittliche Patchgröße, Patchdichte und Distanz zum nächsten Nachbarn. Diese werden für die Gesamtheit der Gehölz-Patches als auch für die Patches der verschiedenen Biotoptypen und Strukturarten berechnet.

### **2.4 Änderungsanalyse**

Zwischen dem Gehölz-Zustand von 2011 und 2015 wird unter Verwendung der Vektor-Polygone und Landschaftsstrukturmaße eine Änderungsanalyse vorgenommen. Die Entwicklung des Verfahrens steht noch aus. Auf Flächen, die durch Wachstum oder Rückgang der Gehölze einen hohen Änderungsgrad aufweisen, sollen Dauerbeobachtungsplots eingerichtet werden.

## **3 Ergebnisse**

Für die Satellitenbilder von 2011 und 2015 wurden Signaturen erstellt und eine überwachte Maximum-Likelihood-Klassifizierung durchgeführt. Die Ergebnisse liegen als Rasterdaten und Vektor-Polygone vor. Bei Vergleichen mit den Referenzflächen zeigte sich, dass 80-90 % der Gehölze durch ein Gehölz-Polygon repräsentiert werden. Die manuell digitalisierten Polygone auf zwei gewählten Referenzflächen werden durch die mit zwei unterschiedlichen Signaturen automatisiert erstellten Gehölz-Polygone des Jahres 2011 zu 69 % (Signatur 1) bzw. 74 % (Signatur 2) gedeckt. Insgesamt liegen 46 % (Signatur 2) bzw. 25 % (Signatur 1) der automatisiert erstellten Polygonfläche außerhalb der Referenzpolygone. Für die Klassifizierung von 2015 wurden diese Berechnungen noch nicht durchgeführt.

Beim visuellen Vergleich der Klassifizierungsergebnisse aus den beiden Jahren konnten erste neue Gehölzflächen identifiziert werden, welche zumindest ein Hinweis für eine Entwicklung der Gehölze sind (Abb. 2).

## **4 Diskussion und Ausblick**

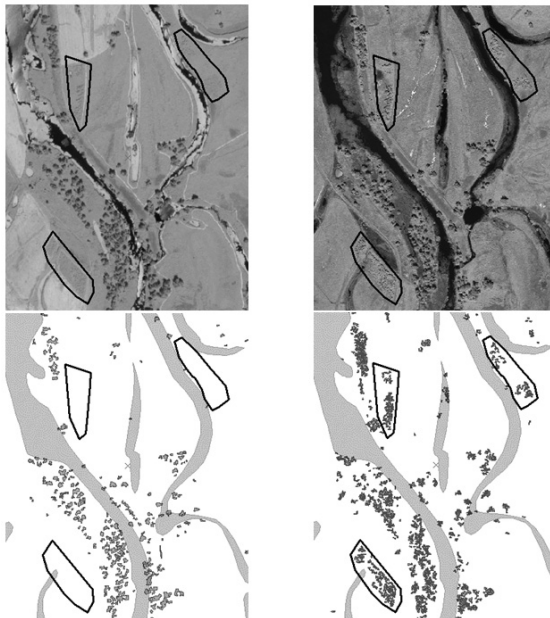
Die überwachte Klassifizierung durch Signaturen ist eine relativ schnelle und niedrighschwellige Methode. Signaturen lassen sich einfach erstellen und modifizieren. Die bisher erstellten Signaturen liefern allerdings noch keine vollständig befriedigenden Ergebnisse. Es liegt ein beträchtlicher Anteil der klassifizierten Flächen außerhalb der Referenzpolygone. Dies lässt

sich zum einen durch ungenaue händische Digitalisierung erklären, vor allem aber durch fälschlich klassifizierte Oberflächen wie Wegränder oder Feuchtf Flächen.

Es muss an einer akkurateren Klassifizierung der Oberflächenklassen gearbeitet werden. Dafür soll die Einbindung von ALS-Daten vorgenommen werden. Beispielsweise DALPONTE et al. 2008 und ESTORNELL et al. 2011 kombinierten Multispektraldaten mit ALS-Daten und konnten dadurch akkuratere Ergebnisse erzielen. Möglich wäre auch ein alleiniger Einsatz von ALS-Daten und der Verzicht auf Satellitendaten. Sowohl AKAY et al. 2012 als auch BÄSSLER et al. 2011 nutzen ausschließlich ALS-Daten zur Untersuchung der Gehölzdeckung bei Waldökosystemen.

Ebenfalls könnte ein objektorientierter Ansatz entwickelt werden. So könnten etwa Kompaktheit oder Texturmaße in die Klassifizierung einbezogen werden, wie z. B. von JOHANSEN et al. 2007 zur Klassifizierung von Vegetationsstrukturen in Auwäldern eingesetzt. Die Integrierung der Laserscandaten, die Kategorisierung der Gehölz-Polygone, die Berechnung von Landschaftsstrukturmaßen, die Änderungsanalyse und die Einrichtung und Kartierung der Dauerbeobachtungsflächen stehen noch aus, wobei der Kartierschlüssel für die terrestrische Kartierung bereits entwickelt wurde.

Die Ergebnisse der jetzigen Monitoringperiode sollen im Monitoringbericht des Nationalparks 2018 veröffentlicht werden. Das Monitoring sollte alle 5 bis 10 Jahre wiederholt werden, um die Entwicklung der Gehölzstrukturen hin zu einem möglichen Auwald kontinuierlich beobachten zu können.



**Abb. 2:**

Vergleich der Satellitenbilder einer Fläche im Nlp von 2011 (links, GeoEye-1) und 2015 (rechts, WorldView-3) und den aus der Klassifizierung resultierten Gehölz-Polygone mit den Gewässern des NpUO (Basis-DLM). Schwarz umrandet sind neu entstandene Gehölzflächen zu sehen, welche erst 2015 durch die Klassifizierung identifiziert werden können.

## Literatur

- AKAY, A. E., WING, M. G. & SESSIONS, J. (2012), Estimating structural properties of riparian forests with airborne LIDAR data. *International journal of remote sensing*, 33 (22), 7010-7023.
- AKAY, A. E., SIVRIKAYA, F. & GULCI, S. (2014), Analyzing riparian forest cover changes along the Firniz River in the Mediterranean City of Kahramanmaraş in Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 186 (5), 2741-2747.
- BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (Hrsg.) (2008), *Biodiversität von Gewässern, Auen und Grundwasser*. Bonn, 43 S.
- BÄSSLER, C., STADLER, J., MÜLLER, J., FÖRSTER, B., GÖTTLEIN, A. & BRANDL, R. (2011), LiDAR as a rapid tool to predict forest habitat types in Natura 2000 networks. *Biodiversity and Conservation*, 20 (3), 465-481.
- DALPONTE, M., BRUZZONE, L. & GIANELLE, D. (2008), Fusion of hyperspectral and LIDAR remote sensing data for classification of complex forest areas. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 46 (5), 1416-1427.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010), *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart, 1333 S.
- ESTORNELL, J., RUIZ, L. A. & VELAQUEZ-MARTI, B. (2011), Study of shrub cover and height using LiDAR data in a Mediterranean area. *Forest Science*, 57 (3), 171-179.
- JOHANSEN, K., COOPS, N. C., GERGEL, S. E. & STANGE, Y. (2007), Application of high spatial resolution satellite imagery for riparian and forest ecosystem classification. *Remote Sensing of Environment*, 110 (1), 29-44.
- LANG, S. & BLASCHKE, T. (2007), *Landschaftsanalyse mit GIS*. Ulmer, Stuttgart, 404 S.
- LORENZ, H. (2015), *Gehölzstrukturen im Nationalpark Unteres Odertal – Entwicklung eines Monitoringkonzepts*. Unveröff. Bachelorarbeit Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde, 108 S.
- LUA – LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (2007), *Biotopkartierung Brandenburg*. Bd. 2, Beschreibung der Biotoptypen. 3. Aufl. Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam, Golm, 512 S.
- LUTHARDT, V. & GRÜBLER, F. (2011), *Naturschutzfachliche Dauerbeobachtung im Nationalpark Unteres Odertal*. Teil A: Konzept (XX S.), Teil B: Methodenkatalog (204 S.), Teil C: Vorgaben für den Umweltbericht (12 S.). Unveröff., i. A. der LUGV Brandenburg, Eberswalde.
- MÖSSMER, E. (2000), *Wald Wasser Leben*. Stiftung Wald in Not, Bonn, 27 S.
- MÖSSMER, E. (2010), *Wälder brauchen Vielfalt*. Deutsche Bundestiftung Umwelt, Bonn, 36 S.

## Bildquellen

- Basis-DLM, Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB) 2015.  
GeoEye-1, 16.07.2011, e-Geos © GGeoEye, distributed by e-GEOS.  
WorldView-3, 4.6.2015, © Satellite image courtesy of the DigitalGlobe Foundation.