

**Kommentierung des Berichtes von  
Viktor Melnychenko:  
Unterstützung der Planung und Einführung  
einer multifunktionalen nachhaltigen  
Waldbewirtschaftung in der Ukraine**  
(Facilitating the planning and implementation  
of multifunctional sustainable forest  
management in Ukraine)

**D.-R. Eisenhauer**

Leipzig, Mai 2025



## **About the Project “Sustainable Forestry Implementation” (SFI)**

The project “Promotion of multifunctional sustainable forest management planning and implementation in Ukraine” (SFI) is a project established in the framework of the Bilateral Cooperation Program (BCP) of the Federal Ministry of Food and Agriculture of Germany (BMEL) with the Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine (MENR). It is a continuation of activities started in the forest sector within the German-Ukrainian Agriculture Policy Dialogue (APD) forestry component.

The Project is implemented based on an agreement between GFA Group, the general authorized executor of BMEL, and the State Forest Resources Agency of Ukraine (SFRA) since October 2021. On behalf of GFA Group, the executing agencies - Unique land use GmbH and IAK Agrar Consulting GmbH - are in charge of the implementation jointly with SFRA.

The project aims to support sustainable forest management planning in Ukraine and has a working focus on the results in the Forest Policy and National Forest Inventory.

### **Author**

D.-R. Eisenhauer

### **Disclaimer**

This paper is published with assistance of SFI but under the solely responsibility of the author D.-R. Eisenhauer under the umbrella of the Sustainable Forestry Implementation (SFI). The whole content, particularly views, presented results, conclusions, suggestions or recommendations mentioned therein belong to the authors and do not necessarily coincide with SFI's positions.

### **Contacts**

Troitska Str. 22-24,  
Irpin, Kyiv region  
+38 (067) 964-77-02

## **Inhaltsverzeichnis**

---

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Einleitung .....</b>                                                   | <b>2</b>  |
| <b>2. Analyse der Organisationsstruktur .....</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>3. Bewertung von Kohlenstoffflüssen und<br/>Ökosystemleistungen .....</b> | <b>19</b> |
| <b>4. Zusammenfassung .....</b>                                              | <b>21</b> |

# 1. Einleitung

Der oben genannte Bericht von MELNYCHENKO (2025) analysiert die aktuelle Situation von Ukrderzhisprojekt (in der nachfolgenden Expertise als „nationales Forstplanungsamt“ bezeichnet) und leitet daraus den notwendigen organisatorischen, funktionalen und personellen Entwicklungsbedarf ab.

Als wesentliche Rahmenbedingungen erfolgt ein Abgleich des anzustrebenden Leistungsportfolios mit dem Qualifikationsniveau des derzeit verfügbaren Personals. Daraus wird der Bedarf der Personalentwicklung abgeleitet. Der Fokus liegt dabei insbesondere auf der Herausbildung von Kompetenzen bei der Anwendung von Schlüsseltechnologien: GIS, Fernerkundung, Management und Analyse großer Datenmengen sowie die Digitalisierung der Erhebung von Waldzustandsdaten, von aus diesen abzuleitenden Informationen und der Umsetzung in der Waldentwicklungsplanung.

Als essentielle Grundlage berücksichtigt der Bericht die Möglichkeiten für die Erschließung von Finanzquellen, ohne die eine institutionelle und fachliche Erneuerung des nationalen Forsteinrichtungsamtes der Ukraine kaum möglich ist. Die Konsequenzen für die Anforderungen an die Waldbewirtschaftung entsprechend den Normen der nationalen Legislative, insbesondere der Wald- und Umweltgesetzgebung wären in diesem Fall kritisch einzuschätzen. Gleiches würde für die Bereitstellung von Umweltinformationen entsprechend der INSPIRE Richtlinie der Europäischen Union gelten. Insofern stellt der Bericht von MELNYCHENKO mit den Anforderungen an die Personalentwicklung in Verbindung mit einer hinreichenden Finanzierung grundlegende Aspekte heraus, die einer systematischen wie programmatischen Lösung bedürfen. Es handelt sich eindeutig um kritische Faktoren für die institutionelle und fachliche Erneuerung des nationalen Forstplanungsamtes, welche im Kontext des Wiederaufbaus der Ukraine mit hoher Wahrscheinlichkeit eher nachrangig eingeordnet werden wird. Das betrifft sowohl die Finanzierung als auch die Konkurrenz um qualifiziertes Personal, insbesondere im Bereich der zuvor genannten Schlüsseltechnologien. Letzteres muss letztendlich im europäischen Kontext verstanden und bei der Unterstützung der Ukraine angemessen berücksichtigt werden.

Für die Bereitstellung von Waldzustandsinformationen stehen die Ergebnisse der Nationalen Waldinventur im Vordergrund. Diese bilden gleichzeitig einen terrestrisch erhobenen, georeferenzierten Referenzdatensatz für die Anwendung von unterschiedlichen Methoden der Fernerkundung. Damit im engen Zusammenhang steht das Ziel der durchgängigen wie stringenten Digitalisierung des Datenmanagements sowie des Forsteinrichtungsprozesses insgesamt. Weitgehend unbeantwortet bleibt im Bericht die Frage nach der Bereitstellung von Waldzustandsinformationen für die eigentliche Waldentwicklungsplanung auf der Ebene von Forstbetrieben. Daraus ergibt

sich ein aktueller Entwicklungsschwerpunkt, dessen Kern wiederum die Anwendung von Methoden der Fernerkundung bildet. Allein durch die als Kriegsfolge erheblich eingeschränkten Betretungsmöglichkeiten der Waldfläche der Ukraine, aber auch in Anbetracht stark limitierter personeller und finanzieller Ressourcen in Verbindung mit einem dringenden und zudem zeitlich konzentrierten Bedarf an Waldzustandsinformationen und Planungsleistungen, dürfte dieser methodische Ansatz alternativlos sein. Für die Datenprozessierung und Datenanalyse stellt MELNYCHENKO die Anwendung von künstlicher Intelligenz (KI) heraus. Auch hierbei handelt es sich um ein bedeutendes Potenzial zur Effizienzsteigerung, welches jedoch entwickelt werden muss. Im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit von entsprechend qualifiziertem Personal, handelt es sich um eine enorme Herausforderung.

Die Kernaussagen des Berichtes sind mit den Tendenzen der Waldentwicklungsplanung (Forsteinrichtung) in Deutschland wie auch im Bundesland Sachsen vergleichbar. Das betrifft auch die inhaltlichen, methodischen und personellen Herausforderungen, die jedoch ausgehend von der Kriegs- und Nachkriegssituation der Ukraine eine völlig andere Dimension innehaben.

Hervorzuheben ist, dass der Bericht klar auf die Koordination und Abstimmung der europäischen und internationalen Unterstützung bei der Entwicklung des Forstsektors der Ukraine verweist, insofern diese im Sinne der nationalen Interessen der Ukraine effizient sein soll.

Die nachfolgende Expertise folgt in ihrer Systematik dem Bericht von MELNYCHENKO (2025), nimmt aber auch Bezug zu den Berichten von EISENHAUER (2022, 2023, 2024), insofern deren Inhalt ganz oder teilweise einen unmittelbaren Bezug zu den von MELNYCHENKO behandelten thematischen Schwerpunkten aufweist. Darüber hinaus werden aktuelle europäische Entwicklungen mit erheblichem Einfluss auf die Waldbewirtschaftung und Waldentwicklungsplanung und deren Umsetzung in Deutschland wie im Bundesland Sachsen berücksichtigt.

## 2. Analyse der Organisationsstruktur

### 2.1 Aktuelle Organisationsstruktur

Prinzipiell ist die dargestellte Struktur als Grundlage für die Entwicklung eines nationalen Forstplanungsamtes geeignet. Das betrifft die Gliederung in eine Zentrale, regionale Außenstellen mit Gebietszuständigkeit, das Zentrum für die nationale Waldinventur und leistungsunterstützende Struktureinheiten.

Die Kritik von MELNYCHENKO (2025) betrifft im Wesentlichen folgende Aspekte:

- die Beziehung zwischen Zentrale und den regionalen Außenstellen, mit einer tendenziell zentralistischen Prägung,
- Überlagerung von Zuständigkeiten mit der Folge einer ineffizienten Prozessgestaltung und kritischem Einfluss auf die unmittelbare Leistungserbringung,

*Diese beiden Kritikpunkte sind durch eine klare Festlegung von Zuständigkeiten, eine stringente Prozessorganisation in Verbindung mit einer flachen Führungshierarchie und der Entwicklung einer funktional ausgerichteten Kommunikationsstruktur, aber auch Kommunikationskultur, lösbar.*

- das Fehlen eines integrierten digitalen Dokumentenmanagement- und Datenanalysesystems,

*Dieser Punkt ist essentiell und war Gegenstand der Expertise zum Bericht von SAVCHYN (2022) „Aufbau einer effektiven Organisation des Forstplanungsamtes nach Kriegsende“ (EISENHAUER 2023) in Verbindung mit der Expertise zum Bericht von REVUTSKYI (2023) zur „Entwicklung eines georeferenzierten Waldinformationssystems“ (EISENHAUER 2024).*

**Die den Berichten von SAVCHYN (2022) und REVUTSKYI (2023) genannten, vertiefend behandelten und zum Teil durch Lösungsansätze untersetzten Kritikpunkte werden von MELNYCHENKO (2025) erneut dargestellt. Das entspricht einer hohen Problemkontinuität mit einer hohen Relevanz zeitnah zu Lösungen zu gelangen, um die nationale Politik der Ukraine auf dem Gebiet der Forstwirtschaft, Umwelt und der Umweltinformation überhaupt umsetzen zu können. Insofern handelt es sich um thematische Schwerpunkte, der Lösung unterstützt werden sollte.**

Im Sinne von Empfehlungen gehen die Expertisen von EISENHAUER (2023, 2024) entsprechend deren Chronologie auf folgende Themen ein:

- **aktuelle und künftige Anforderungen an die Waldzustandserfassung (auch im forstbetrieblichen Kontext) und das Waldmonitoring**

Das Leistungsportfolio des nationalen Forstplanungsamtes sollte unter Berücksichtigung der Anforderungen von relevanten Nutzergruppen (Ressortpolitik, Umweltpolitik, Strukturen der Staatsverwaltung und von Gebietskörperschaften bis hin zu Nichtregierungsorganisationen) evaluiert und

weiterentwickelt werden. Die damit verbundenen Anforderungen gehen zum Teil deutlich über die eigentliche forstbetriebliche Waldentwicklungsplanung hinaus. Das betrifft insbesondere Forderungen an die Forsteinrichtung bzw. die Forstverwaltungen und Forstbetriebe, die aus der Umsetzung der europäischen Umwelt- und Naturschutzpolitik in nationales Recht resultieren.

In diesem Kontext könnten das zu entwickelnde Leistungsportfolio und die daraus abzuleitende Organisationsstruktur des nationalen Forstplanungsamtes eine Schlüsselfunktion haben.

Es sollte erwogen werden, das nationale Forstplanungsamt neben der eigentlichen Waldentwicklungsplanung zu einer zentralen Organisationseinheit für das Waldmonitoring im weitesten Sinne und die Bereitstellung von Waldzustandsinformationen zu entwickeln. Dabei könnte es zweckmäßig sein, diesen Prozess zeitlich zu staffeln, das heißt sich zunächst auf den Kernbereich Waldinventuren und forstliche Betriebsplanung zu konzentrieren (vgl. MELNYCHENKO 2025). Darüber hinaus sollte erwogen werden folgende Leistungsbereiche mit wesentlichem Einfluss auf die Interpretation von Waldzustandsinformationen sowie die Waldentwicklungsplanung (forstliche Betriebsplanung) in das nationale Forstplanungsamt und seine regionalen Außenstellen zu integrieren:

- **Standortserkundung, Waldtypologie mit entsprechenden Kartierungsleistungen**

Es handelt sich um unverzichtbare Grundlagen für eine ökologisch und funktional orientierte Waldbewirtschaftung. Die durch den realen Klimawandel bedingte Standortdrift bedingt eine hohe Dynamik dieser Planungsgrundlage, wodurch die Zweckmäßigkeit einer unmittelbaren institutionellen Verbindung mit der forstlichen Betriebsplanung aber auch für die Interpretation von Waldzustandsinformationen weiter verstärkt wird.

- **Landschaftsentwicklung, Waldfunktionenplanung / -kartierung, Biotopkartierung**

Der unmittelbare Bezug zu einer multifunktionalen Waldbewirtschaftung und deren Umsetzung in der Waldentwicklungsplanung liegt auf der Hand.

- **Waldschutzmonitoring**

Insbesondere die kurz-, mittel- und langfristige Waldschutzprognose hat mit den Zielen der Risikoprävention und der Risikokontrolle einen unmittelbaren Einfluss auf die forstliche Betriebsplanung. Die Implementierung der Waldschutzprognose in die Waldentwicklungsplanung beeinflusst maßgeblich die realitätsbezogene Formulierung von Betriebszielen und somit deren Erreichbarkeit. Zudem kann in dieser Struktureinheit die Entwicklung von standardisierten Methoden des Waldschutzmonitorings erfolgen, deren

Umsetzung in den Forstbetrieben koordiniert, die Interpretation der Daten vorgenommen und Maßnahmen abgeleitet werden.

- **Personalentwicklung**

Wie MELNYCHENKO (2025) erneut herausarbeitet, ist die Personalentwicklung für das Leistungsportfolio und die Effizienz des nationalen Forstplanungsamtes eine essentielle Voraussetzung.

Aus der Analyse des Berichtes von SAVCHYN (2022) resultiert das Erfordernis, den in diesem Bericht genannten Stellenpool (120) zu Gunsten des wissenschaftlich – analytisch qualifizierten Personals, welches lediglich einen Anteil von 30% aufwies, zu entwickeln. Daraus ergibt sich wiederum die von MELNYCHENKO genannte Notwendigkeit von programmatischen Qualifizierungsmaßnahmen, insbesondere in den Bereichen GIS, Fernerkundung, Datenmanagement, Datenanalyse und -interpretation. Auf die Problematik geht EISENHAUER (2023) relativ ausführlich ein (vgl. S. 7, 8).

Es handelt sich um ein Schlüsselthema für dessen zukunftsweisende Entwicklung auch Gehälter, die im europäischen Maßstab zumindest ansatzweise „konkurrenzfähig“ sind, eine Grundlage bilden.

Mit dem laufenden SFI – Projekt sollten unter Einbeziehung von deutschen Institutionen Qualifizierungsprogramme für unterschiedliche Zielgruppen des ukrainischen Fachpersonals entwickelt werden. Mindestens genauso bedeutend wäre es jedoch Programme zu entwickeln, um hoch qualifiziertes Fachpersonal in der Ukraine zu halten. Auch zu dieser Problematik finden sich im Bericht von EISENHAUER (2023) Hinweise, die für die weitere Entwicklung in der Ukraine von Bedeutung sein könnten.

## 2.2. Technologie

- **Technologische Maßnahmen – GIS, Fernerkundung, Integrative Datenhaltung, Datenmanagement und Informationsbereitstellung**

Das nationale Forstplanungsamt sollte eigene Kernkompetenzen entwickeln und gleichzeitig die Herausbildung eines „Anbietermarktes“ unterstützen, der die langfristige Flankierung der oben genannten kritischen Leistungskomponenten ermöglicht.

Für den Bereich GIS-Anwendungen und Fernerkundung wurde es für erwägenswert erachtet, für den Forstsektor ein nationales Startup-Unternehmen zu initiieren, welches sich über den nationalen Rahmen hinaus zu einer relevanten Komponente im Marktgefüge entwickeln könnte. Das laufende SFI-Projekt könnte dafür ggf. einen initialen Impuls setzen.

Bei der Entwicklung einer Datenbanklösung (z.B. MSSQL) als Grundlage für eine integrative Datenhaltung, Datenmanagement (und Informationsbereitstellung) sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- keine Pflege von Parallelsystemen (alt / neu)
- strikte an der unmittelbaren Nutzung ausgerichtete Evaluierung der Daten- und Informationsbasis
- ausschließliche Ausrichtung künftiger Datenerhebungen und des Reportsystems an einem nachvollziehbaren Informationsbedarf, in Verbindung mit dessen Relevanz im Verhältnis zum Aufwand der Datenerhebung, des Datenmanagements und der Datenauswertung bzw. Informationsbereitstellung
- Vermeidung von parallelen IT-Lösungen und Mehrfachdatenhaltungen
- Schaffung von Schnittstellen für die Nutzung der Software durch private Dienstleister (essentiell!)

Bei der Entwicklung eines Softwarepaketes für die Waldzustandserhebung (Waldinventuren) und Waldentwicklungsplanungen besteht (?) bzw. bestand (?) eine Kooperation mit der Fa. Intend. Darauf wäre in der Folge auf der Grundlage des aktuellen Sachstandes ggf. aufzubauen. Eine Einschätzung und Würdigung dieser Entwicklung ist mit der vorausgehenden Expertise (EISENHAUER 2023) erfolgt. Im Bericht von MELNYCHENKO (2025) finden sich keine Hinweise zum Stand der Entwicklung dieses Softwarepaketes bzw. zu dessen Test und Einführung in die Praxis.

- **Schaffung eines vollwertigen Geodatenportals als Informations- und Planungswerkzeug**

Zu dieser Thematik fehlt im vorliegenden Bericht eine Sachstandsanalyse. Als Referenz für ein offensichtlich voll funktionsfähiges Geodatenportal eines großen zentral geführten Staatsforstbetriebes wurde auf den polnischen Staatsforstbetrieb verwiesen. In Sachsen wurde inzwischen eine vergleichbare Entwicklung vollzogen.

Von grundlegender Bedeutung sind die laufende Einarbeitung von Vollzugsdaten und die Gewährleistungen von ausschließlichen digitalen Datenflüssen, einschließlich integrierter Plausibilitätsprüfungen. Auf die genannten Aspekte geht MELNYCHENKO (2025) erneut ein.

Alle zuvor knapp behandelten genannten Themen sind weitgehend Gegenstand der Schwächenanalyse von MELNYCHENKO (2025) sowie seinen darauf aufbauenden Empfehlungen 1.4.1 -1.4.5. In beiden Fällen besteht eine hohe Übereinstimmung mit den Berichten und Expertisen auf die am Anfang dieses Kapitels verwiesen wurde. Daraus ergibt sich die Zweckmäßigkeit einer Analyse ob und in welchem Maß bereits Entwicklungen erfolgt sind, die eine

Annäherung des IST- an den Zielzustand bedingt haben, um an solche Leistungen anknüpfen zu können.

Auf die Möglichkeiten der Anwendung von Methoden der Fernerkundung und der GIS-Technologie wird im Folgenden noch einmal gesondert eingegangen, weil beide Themen für den Aufbau des nationalen Forstplanungsamtes von außerordentlicher Bedeutung ist und von einem ausgeprägten Fortschritt bei deren Nutzung in unterschiedlichen Bereichen der forstlichen Praxis ausgegangen werden kann.

### 2.2.1 Effiziente Methoden für die Erfassung von waldwachstumskundlichen Basisdaten

Die effiziente Erfassung (kostengünstig/ hohe Flächenleistung) von Bestandeskenngrößen setzt auf die Nutzung von Fernerkundungstechnologien zwingend voraus. Hierfür kommen Satellitendaten, Daten von flugzeuggetragenen Erfassungssystemen und Drohnen in Frage. Die Genauigkeit nimmt hierbei in dieser Reihenfolge zu, wobei die Flächenleistung abnimmt. Das Laserscanning hat dabei das größte Potential klassische Stichprobeninventuren zu ergänzen oder ggf. auch komplett abzulösen. Für die Waldzustandsanalyse von größeren Flächen wäre flugzeuggetragenes Laserscanning zu präferieren. Der größte Vorteil gegenüber klassischen Stichprobeninventuren ist, dass ganzflächige Informationen generiert werden können und die Waldstruktur dreidimensional abgebildet wird (horizontale und vertikale Struktur -> Baumhöhe, Dichte, Bestandeslücken). Die Ergänzung der Baumartenklassifikation auf der Basis von Satellitenbildern (multispektral) kann zweckmäßig sein. Inzwischen gibt es aber Ansätze, die die Baumart auf der Basis von Laserpunktwolken schätzen.

Ein Drohnenlaserscanning kann bei Flächen bis zu 200 ha als sinnvoll sein. Es wird eine detaillierte Abbildung / Erfassung des Waldzustandes erzeugt, die im Fall eines erhöhten Informationsbedarfs zweckmäßig sein kann, z. B. für die Analyse und das Monitoring des Zustandes von Waldlebensraumtypen in NATURA 2000 Gebieten.

Hyypä, J., Yu, X., Kaartinen, H., Kukko, A., Jaakkola, A., Liang, X., et al. (2018). Forest inventory using laser scanning. In *Topographic laser ranging and scanning* (pp. 379-412). CRC Press.

Wulder, M. A., White, J. C., Nelson, R. F., Næsset, E., Ørka, H. O., Coops, N. C., et al. (2012). Lidar sampling for large-area forest characterization: A review. *Remote sensing of environment*, 121, 196-209.

## 2.2.2 Anwendung von UAV für die Waldzustandserfassung, Datenhaltung und Datenauswertung

### **Datenaufnahme:**

Drohnen sind in der Lage hochauflösende Daten zu erzeugen und haben dabei eine hohe Flexibilität hinsichtlich des genutzten Sensorsystems, man kann unkompliziert zwischen RGB-Kameras, Zoom-Kameras, Multispektralkameras und Laserscanner wechseln. Die räumliche Auflösung liegt hierbei im Zentimeterbereich (deutlich <10 cm). Damit können Waldbestände detailliert vermessen werden, z.B. Baumarten, Baumhöhen, Kronenstrukturen und Vitalität. Sie ermöglichen eine schnelle, kostengünstige und flexible Datenerhebung über große Flächen, auch in schwer zugänglichen bzw. nicht betretbaren Gebieten.

### **Datenhaltung:**

Die gesammelten Daten werden meist auf leistungsfähigen Servern oder in Cloud-Diensten gespeichert, um eine sichere und skalierbare Datenverwaltung zu gewährleisten. Es ist hierbei wichtig, eine strukturierte Datenbank zu haben (siehe oben), die vollständige Metadaten und eine korrekte Georeferenzierung sowie Koordinatenbezugssysteme enthält, um die Daten effizient zu verwalten und später auswerten zu können.

### **Datenauswertung:**

In einem ersten Schritt ist es aktuell erforderlich bei der Datenauswertung auf kommerzielle Software zurückzugreifen, da die einzelnen Sensorsysteme meist spezielle Formate verwenden in denen die Rohdaten gespeichert sind. Der Trend geht hierbei von klassischen Desktopprogrammen hin zu Cloudlösungen, wo die Daten dann auch direkt gespeichert und prozessiert werden können. Hat man aus den Rohdaten standardisierte Formate/Produkte berechnet (Laserscanning -> .las und Bilddaten -> geotiff), dann können diese Daten auch sehr gut mit freier Software (z. B. R oder Phyton) weiterverarbeitet werden.

## 2.2.3 Technische Empfehlungen für die Beschaffung von UAV / Sensorik / Kamera für die oben genannte Zielstellung

Sinnvoll ist eine Drohne (z. B. DJI M350RTK) bei der das Sensorsystem (RGB -> DJI P1, multispektral, Laser -> DJI L2) gewechselt werden kann (siehe oben) und die zudem in der Lage ist RTK-Daten zu verarbeiten. Der Weltmarktführer DJI bietet hierbei hinsichtlich des Preises, der Bedienerfreundlichkeit und des Sensorumfangs aktuell ein sehr gutes Portfolio an. Das bedeutet jedoch

Abhängigkeit von einem chinesischen Hersteller. Neben DJI könnte bei einzelnen Sensoren auch auf andere Hersteller zurückgegriffen werden:

- Multispektral: MicaSense
- Laserscanner: GreenValley

## 2.2.4 Qualifikation und Schulung

Vor der Nutzung eines Fernerkundungsproduktes muss der Nutzer befähigt werden folgende Fragen qualifiziert zu entscheiden:

- **Wofür** möchte ich das Produkt bzw. den (frei) verfügbaren Dienst nutzen?
- **Für welches Ziel** – für welche **Anwendung** wurde das **Produkt** entwickelt?
- Wie groß ist meine **Zieleinheit** (Land, Forstbezirk, Revier, Abteilung, Bestand, ...)?
- Erfolgte eine **Qualitätssicherung (Validierung) des Produktes**?
- Sind **Zusatzinformationen** vorhanden (z.B. terrestrische Referenzinformationen), um bei unspezifischen Informationen kausale Rückschlüsse zu ermöglichen (z.B. Störung durch abiotische / biotische Schadfaktoren oder Folge einer regulären Bewirtschaftungsmaßnahme?)

Neben einer **Übersicht zu den verfügbaren Fernerkundungstechnologien und Fernerkundungsprodukten sowie deren Eigenschaften und möglichen Einsatzgebieten sollte den potentiellen Nutzern auch ein Grundverständnis zu Datenformaten** (z.B. GeoTIFF, LAS) von Fernerkundungsdaten und deren Eigenschaften vermittelt werden. **Grundkenntnisse zur Akquise**, wie die Auswahl geeigneter Datenquellen und Datenaufnahmezeitpunkte, die Planung und Durchführung von Flugmissionen (insbesondere bei UAV-Einsatz) sowie dem **Management der Daten** (Datenimport, Datenarchivierung, Qualitätssicherung) sollten ebenfalls vermittelt werden.

Um die Fernerkundungsdaten und die davon abgeleiteten Fernerkundungsprodukte richtig interpretieren und analysieren zu können müssen die Nutzer des Weiteren über **Kenntnisse verfügen zu ökologischen Indikatoren** und fernerkundungsspezifischen Schadensmerkmalen von Bäumen. Als vorteilhaft erweist sich die **Fähigkeit zum Umgang mit Bildverarbeitungs- und Analyseverfahren** (z.B. Klassifikation, Vegetationsindizes, Veränderungskartierung) bis zur **Durchführung von einfachen überwachten und nicht überwachten Klassifikationen**. Der **Einsatz von GIS-Software** zur Integration und Auswertung der Fernerkundungsdaten bildet eine wesentliche Voraussetzung für die Weiterverarbeitung und Nutzung der Daten.

**Praxisorientierte Übungen** anhand konkreter Anwendungsbeispiele dienen der Interpretation der Fernerkundungsdaten für konkrete Fragestellungen, der

Erstellung von Berichten und Karten sowie der Einschätzung der Datenqualität und Validierung der Fernerkundungsdaten durch Feldaufnahmen.

**Regelmäßige Schulungen und Weiterbildungen** sind erforderlich, um der Entwicklung neuer Sensoren, Auswertetechnologien und Fernerkundungsprodukte Rechnung zu tragen. Dazu gehören die Erstellung von Handbüchern, Video-Tutorials und Checklisten. Die Materialien müssen für die jeweiligen Nutzergruppen (z.B. praktische Anwendungsbeispiele für Revierleiter) angepasst werden. Für Spezialisten ist die Schulung und Weiterbildung in spezifischer Fernerkundungssoftware erforderlich.

**Die Einrichtung von Support-Strukturen und Plattformen** ist für den **Erfahrungsaustausch zwischen den Nutzern** unerlässlich. Dies umfasst die Einrichtung von **Support-Teams**, den Aufbau von **Nutzergruppen** und **Foren für den Erfahrungsaustausch** sowie die Förderung von **Kooperationen** zwischen verschiedenen Institutionen und Behörden.

**Das Qualifizierungsprogramm sollte einer permanenten Evaluation** unterliegen, um rechtzeitig auf Unzulänglichkeiten und Engpässe reagieren zu können und weitere Verbesserungen zu gewährleisten. Dies betrifft insbesondere die **regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit des Schulungsprogramms**, das Einholen des **Feedbacks der Teilnehmer** zur kontinuierlichen Verbesserung der Schulungsinhalte und -methoden sowie die Anpassung der Inhalte an neue technologische Entwicklungen und Nutzerbedürfnisse.

## 2.3 Analyse großer Datenmengen – Eckpunkte für eine systematische technologische Entwicklung und Qualifizierung von Personal

Ein systematischer Ansatz umfasst den Aufbau geeigneter technologischer Infrastruktur, die Entwicklung automatisierter und standardisierter Analyseprozesse (klar definierte Workflows) sowie die kontinuierliche Qualifizierung des Personals durch fachliche, praktische und interdisziplinäre Schulungen. Ziel muss es sein, Spezialisten im Bereich Programmierung, Statistik und Geoinformatik zu akquirieren oder aus dem verfügbaren Personalpool zu entwickeln.

Zusätzlich bedarf es Personen, die die Schnittstelle zwischen diesen Spezialisten und den praktischen Anwendern (Förstern) bilden. Hierin besteht der eigentliche Qualifizierungsschwerpunkt bei der Entwicklung des nationalen Forstplanungsamtes. Das Problem bei der Einführung neuer Technologien (hier: Fernerkundungsansätzen) ist nicht, dass diese Verfahren schlechte Informationen liefern würden, sondern, dass die praktischen Anwender nicht wissen wie sie diese Informationen nutzen sollen bzw. deren Mehrwert nur bedingt erkennen. Auf der anderen Seite sind die Praktiker oft aber nicht in der

Lage ihre Informationsdefizite klar zu formulieren. Eine Grundbedingung für die konsequente Anwendung des technologischen Fortschritts – die Digitalisierung in der Forstwirtschaft – ist somit für die Digitalisierung affines forstliches ingenieurtechnisches Personal aufzubauen (Schnittstelle) sowie Spezialisten aus den oben genannten Disziplinen zu akquirieren. Diese Herausforderung steht gegenwärtig mit großer Relevanz und Dringlichkeit auch vor deutschen Staatsforstbetrieben.

### 2.3.1 Empfehlungen für eine optimale Hard- und Softwareausstattung für die Durchführung von Waldinventuren, Anforderungen eine Datenbank zur als Grundlage für die Haltung und Auswertung von Daten aus Forstinventuren (Großraum- und Betriebsinventuren)

Optimale Hard- und Softwareausstattung für Waldinventuren sollten hinsichtlich des Datenmodells und der Hardware folgende Anforderungen erfüllen (Thesen):

- a) Durchgehend **papierlose Konzeption des Erhebungs- und Auswerteprozesses** mit Einsatz tragbarer robuster Feldtablets (IP54-Spritzwasserschutz) mit ausreichend großer Zahl an Ersatzakkus. Messgeräte für Baumgröße, Entfernung nur Ultraschall sinnvoll, da Lasermesser in strukturierten Bestandessituationen scheitern.
- b) **Zwei-Mann-Verfahren** sinnvoll, aber auch im Einmannverfahren bei entsprechend schlankem Inventurdesign und geringem Messaufwand möglich.
- c) Zielsetzung temporäre Inventur oder dauerhaft vermarkte feste Punkte mit eingemessenen Einzelobjekten (Bäume, Totholz....).
- d) An dauerhafte **Vermarkung** und Wiederholungsinventur denken. GNSS-Technik einsetzen, was bei Wiederholung das Auffinden erleichtert. Temporäre Stichproben ohne Vermarkung sind möglich, streuen hinsichtlich der Ergebnisse durch Lageverschiebungen und fehlende dauerhafte feste Probestämme aber erheblich.
- e) **Zentrale Datenhaltung auf Server mit Datenaustauschfunktion für Externe** (Datendownload und Upload der erhobenen Daten.) und Zugriff der außerhalb der Verwaltung stehenden Inventurteams.
- f) Konzeptionelle Trennung der Aufgaben Administrator, Inventurleitung, Mitarbeiter Inventurleitung, Inventurteams im Rahmen der Rollenrechte.
- g) Rollenanlage der Trupps mit Zugangsberechtigung aus der Anwendung heraus und ohne Systemadministrator. Steuerung bleibt bei der Inventurleitung.

- h) Betriebssysteme **Android oder WINDOWS 11**. APP-Anwendung möglich. Android nur für eine geringe Anzahl an zu erhebenden Parametern sinnvoll. Bei komplexeren Aufnahmeverfahren ist eine windowsbasierte Eingabemaske und Datenbankstruktur zweckmäßiger.
- i) Datenbankstruktur mit Feldern, die für die einzelnen Punkte eine **Zugehörigkeit zu den einzelnen Inventurzeitpunkten** dokumentieren. (Zu Erstinventur ja/nein, zu 1. Wiederholung Ja/Nein...).
- j) Konzeptionell hinterlegtes Rollen- und Rechtemanagement. Unterschiedliche Rollen, wie Aufnahmetrupp und Inventurleitung dürfen unterschiedliche Editierungen durchführen, was ein Überschreiben bereits erhobener Felddaten verhindert. Rollen erhalten Editier-Rechte nach Einzelparameter für jedes Datenbankfeld zugeordnet, Einzeleditierbarkeit von Feldern nach Rollen getrennt und durch Inventurleitung steuerbar. Stichwort: Metadaten!
- k) **Automatisiertes Workflowsystem** über angehängte Schlüsselziffern. Nach Freigabe der Punkte für Teams = WF 2, automatische Änderung des WF bei Download der Punkte durch Teams auf WF 3 mit Sperrung der durch die Trupps zu bearbeitenden Felder nach Rücklauf.
- l) Datenerhebung sowohl mit Direktzugriff auf Server im Online-Client oder für die normale Feldanwendung als Offline-Client mit Onlineanbindung bei Netzanschluss für die Datenübertragung.
- m) Universell einsetzbares und langfristig beständiges Austauschformat (CSV.-Formate, TXT.... sind sinnvoll).
- n) Einheitliche Plausibilitätschecks für die Datenprüfung zur Verbesserung der Datenqualität – Trupp schließt vor Ort die Datenprüfungen im Feld ab und hat keine Nacharbeiten, was die Effizienz merklich steigert (Bei uns sind dies um die 900 Prüfungen, fehlende Feldeinträge, aber auch Dateninkonsistenzen- z.B. Baumaufnahme auf Nichtholzboden).
- o) GNNS-Einbindung für Navigation und Punkteinmessung in die Software und Methodik mit entsprechender Vermarkungsverschlüsselung.
- p) Datumsfeld für die Ableitung von Perioden des laufenden Zuwachses (LZ) ist zwingend.
- q) An die Wiederholung ist zu denken und bereits bei der Datenbanksstruktur der Erstinventur anzulegen. Die Tabellen mit IST-Daten sind zu spiegeln und identische Tabellen für die Vorinventur anzulegen. Nach Abschluss des ersten Durchgangs werden die Daten routinemäßig in die Tabellen der Vorinventur eingepflegt und für LZ-Ableitung und Nutzungsberechnung für Auswertungen herangezogen.
- r) Auswertesoftware ist von Erhebungssoftware zu trennen, da eine Auswertung auf lokalen Rechnern meist nicht notwendig ist. Die Auswertung wird in der Regel von einzelnen Spezialisten in einer zentralen

Einheit durchgeführt. Der Verzicht auf Auswertemöglichkeiten bei der Erfassungssoftware verschlankt deren Anwendung.

Diese als Thesen aufgeführten Eckpunkte können neben der Softwareentwicklung auch anhand von Anwendungsbeispielen demonstriert werden.

## 2.5. Einsatz von GIS zur Unterstützung von Waldbewirtschaftung und Forstverwaltung

### 2.5.1 Eckpunkte für ein systematisch aufgebautes Qualifizierungsprogramm für unterschiedliche Nutzergruppen

Der Einsatz von Geoinformationssystemen (GIS) spielt eine bedeutende Rolle bei der Unterstützung von Waldbewirtschaftung und Forstverwaltung. Mithilfe von GIS können Nutzer z.B. Waldbestände erfassen, diese mit weiteren Geodaten (z.B. Flurstückinformationen) verarbeiten, Veränderungen im Wald analysieren sowie die Informationen in Form von Karten (analog oder digital) und Apps präsentieren - das „EVAP-Modell“ eines GIS.

**Ein systematisch aufgebautes Qualifizierungsprogramm für unterschiedliche Nutzergruppen ist für effiziente GIS-Anwendungen essenziell.** Es sollte die verschiedenen **Anforderungen** und **Vorkenntnisse** der Nutzer berücksichtigen, um ihnen die nötigen Fähigkeiten im Umgang mit GIS zu vermitteln. So können Forstpraktiker, Verwaltungspersonal und andere Nutzer effektiv zusammenarbeiten und die Vorteile der digitalen Karten- und Datenanalyse optimal nutzen.

Das Qualifizierungsprogramm für unterschiedliche Nutzergruppen sollte die folgenden Eckpunkte umfassen:

- **Bedarfsermittlung** – Die Anforderungen an die Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit GIS differieren in Abhängigkeit von der Nutzergruppe. Deshalb steht an erster Stelle die Ermittlung der unterschiedlichen Nutzergruppen und deren Bedarfe. Dazu gehören:
  - o Analyse der unterschiedlichen Nutzergruppen (z.B. Forstbezirk, Forstrevier, Verwaltung, wissenschaftliche Mitarbeiter in den fachlich ausgerichteten Struktureinheiten der Zentrale des nationalen Forstplanungsamtes und dessen regionalen Außenstellen) für zielgerichteten Wissenstransfer,
  - o Festlegung der spezifischen Anforderungen und Anwendungsfälle (z.B. Leitung/Management, Kartierung von Borkenkäferbefallsherden, Erfassung von Sekundärschließung, Erfassung von Verjüngungseinheiten, Planung von Bewirtschaftungsmaßnahmen, Monitoring von Waldbeständen, ...)

- o Festlegung der Ziele, d.h. welche Kompetenzen sollen die jeweiligen Nutzergruppen erwerben, um GIS effektiv einzusetzen.
- **Grundlagenschulungen** – Im Rahmen von Grundlagenschulungen muss den Nutzern eine Einführung in die Grundlagen von GeoInformationssystemen, das Management der Daten und die grundlegenden Funktionen der einzusetzenden Software vermittelt werden. Diese Grundlagenschulungen sollten folgende Aspekte berücksichtigen:
  - o Einführung in die GIS-Technologie (Grundprinzipien, Anwendungsbereiche)
  - o Überblick über die im Unternehmen bzw. in der Verwaltung genutzte GIS-Software (z.B. QGIS, ArcGIS, aber auch Information zu vorhandenen mobilen Apps und fachspezifischen WebApplikationen)
  - o Überblick über die im Unternehmen bzw. in der Verwaltung verfügbaren Geodaten in Form von Vektordaten und Rasterdaten sowie deren zugehörige Datenmodelle
  - o Umgang mit verschiedenen Datenformaten (z.B. Shape, Geopackage, Rasterdaten) und Schnittstellen
  - o Verwendung von Diensten und deren prinzipiellen Unterschiede, wie z.B. Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS)
  - o Verständnis zu Koordinatensystemen, Projektionen
  - o Entfernungsmessungen, Flächenberechnungen
  - o einfache Datenanalysen (Vektor- und Rasterdaten)
  - o Datenmanagement, d.h. Informationen zur Erfassung, Speicherung, Pflege und Qualitätssicherung von Geodaten
  - o Erstellung von Berichten und Karten
  - o Datenschutz und Zugriffsrechte.
- **Spezialisierte Module** dienen der Vertiefung in forstlich- und verwaltungsspezifische Anwendungen. Dazu zählen z.B.
  - o Schulung zu unternehmensspezifischen Apps oder unternehmensspezifischen WebApplikationen
  - o Kartierung und Klassifizierung von Waldflächen, Erfassung von Erstaufforstungsflächen
  - o Monitoring von Schadflächen (z.B. Schädlingsbefall, Sturmschäden) unter Nutzung von Satelliten- und Luftbilddaten
    - Vegetationsindizes (z.B. NDVI) zur Vegetationsüberwachung
    - Erkennung von Schadflächen mit multispektralen Aufnahmen, Zeitreihenbetrachtungen
    - automatisierte Auswertungen
  - o Nutzung von Digitalen Höhenmodellen: z.B. Vegetationshöhenmodell für Ableitung von Bestandeshöhen und Übershirmungen oder Digitales Geländemodell für die Erfassung von Daten der Sekundärererschließung
  - o Planung und Visualisierung von Bewirtschaftungsmaßnahmen

- Erstellung von Bewirtschaftungsplänen
  - Simulationen (z.B. Holzernte, Aufforstungsszenarien)
- o Nachhaltigkeits- und Biodiversitätsbewertungen
  - Kombination von forstlichen Geodaten mit z.B. Wetter- und Biodiversitätsdaten
- **Praxisorientierte Übungen**, d.h. die eigenständige Bearbeitung eines überschaubaren Projektes, unterstützen wesentlich den Lernfortschritt. Im Rahmen dieser Übungen sollte die Software genutzt werden, die am eigenen Arbeitsplatz verfügbar ist. Weiterhin sollten
  - o reale Daten genutzt werden, die beim täglichen Umgang in der Praxis Anwendung finden
  - o eigene Projekte erstellt werden
  - o Objekte (Punkte, Linien, Flächen) erfasst werden
  - o selbstständig Karten für konkrete Projekte erstellt und anschließend veröffentlicht werden (z.B. Druckausgabe oder Ausgabe als PDF-Datei)
  - o einfache Datenanalysen, z.B. Veränderungen im Wald über die Zeit durchgeführt werden
  - o Bewirtschaftungspläne unter Nutzung von GIS entwickelt werden.
- **Regelmäßige Schulungen und Weiterbildungen** sind notwendig, um mit neuen Technologien und Datenquellen Schritt zu halten. Dies erfordert turnusmäßige Schulungen zu neuen Funktionen, neu verfügbaren Datenquellen und Technologien, die Teilnahme an Workshops, Webinaren und Konferenzen sowie den Austausch mit anderen Nutzerkreisen und Experten.
- **Schulungsmaterialien** müssen erstellt und auf die jeweiligen Nutzergruppen zugeschnitten werden. Dazu zählen die Erstellung von Handbüchern, Video-Tutorials und Checklisten. Die Materialien müssen für die Bedürfnisse der jeweiligen Nutzergruppen (z.B. technische Details für GIS-Experten, mehr praktische Anwendungsbeispiele für Revierleiter) aufbereitet bzw. angepasst werden.
- Einrichtung von **Support** und **Plattformen** dienen sowohl der Nutzerunterstützung als auch dem Erfahrungsaustausch (vernetzen) zwischen den Nutzern. Dazu gehören die Einrichtung von Support-Teams, IT-Ticketsystemen für Supportanfragen (zeitnahe Beantwortung der Tickets), der Aufbau von Nutzergruppen und Foren für den Erfahrungsaustausch sowie die Förderung von Kooperationen zwischen verschiedenen Institutionen und Behörden.
- Das **Qualifizierungsprogramm** sollte einer permanenten **Evaluation** unterliegen, um rechtzeitig auf Unzulänglichkeiten und Engpässe reagieren zu können und weitere Verbesserungen zu gewährleisten. Dazu gehören die regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit des Schulungsprogramms, das Einholen von Feedback der Teilnehmer zur kontinuierlichen

Verbesserung sowie die Anpassung der Inhalte an technologische Entwicklungen und Nutzerbedürfnisse.

Ein auf die Bedarfe der Nutzergruppen zugeschnittenes und klar strukturiertes Programm soll sicherstellen, dass alle Nutzergruppen die vielfältigen Möglichkeiten von GIS in der forstlichen Praxis optimal nutzen können. Es fördert die technische Kompetenz, die praktische Anwendung und den Austausch zwischen den Nutzern.

## 2.5.2 Standards für die Haltung, Pflege und breite Nutzbarkeit von Geodaten (Thesen)

1. **Klar definierte, mit den fachlichen Nutzern abgestimmte, standardisierte und langfristig geltende Datenmodelle** mit vorgegebenen Wertebereichen gewährleisten eine konsistente Datenerfassung verschiedener Nutzer(gruppen) über lange Zeiträume. Zudem werden dadurch langfristig effiziente Abfragen und Datenanalysen sichergestellt.
2. **Standardisierte Datenformate** wie GeoTIFF, GEOPACKAGES oder Shapefiles ermöglichen den reibungslosen Austausch und die Nutzung von Geodaten zwischen verschiedenen Systemen und Anwendern. Dies reduziert Kompatibilitätsprobleme und erleichtert die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Organisationen und Fachdisziplinen.
3. **Automatisierung beim Geodatenmanagement ist unverzichtbar für Erzeugung und Verteilung von Geodaten.** Die dezentral erhobenen Geodaten müssen automatisiert synchronisiert werden, um allen potentiellen Nutzern in den verschiedenen Applikationen in gleicher Qualität und Aktualität zur Verfügung zu stehen. Dies schließt die einmalige Erhebung der Daten am Entstehungsort mit ein. Datenredundanzen sind zu vermeiden.
4. **Die technologischen Rahmenbedingungen im GIS-Umfeld entwickeln sich ständig weiter.** Notwendige Technologiewechsel sind aufwendig, aber meist unverzichtbar im Sinne einer zukunftsfähigen GIS-Infrastruktur.
5. **Metadaten sind essenziell für die Nutzbarkeit und Nachvollziehbarkeit.** Um die Qualität, Aktualität und Herkunft der Geodaten transparent zu machen, müssen standardisierte Metadaten vorhanden sein. Diese sollten Informationen enthalten wie Erstellungsdatum, Datenquelle, Genauigkeit, verwendete Erhebungsmethoden, Aktualisierungsintervalle und Nutzungsbedingungen. Standards wie ISO 19115 bieten hierfür eine bewährte Grundlage.

6. **Qualitätskontrolle und Pflege sichern die Verlässlichkeit der Geodaten.**  
Geodaten sollten regelmäßig geprüft, validiert und bei Bedarf aktualisiert werden. Das umfasst auch die Dokumentation von Änderungen und Versionen. Nur so bleibt die Datenbasis verlässlich für Analysen, Entscheidungen und Anwendungen in der Praxis. Die Qualität der Geodaten muss auf dem Niveau der Nutzergruppe mit den höchsten Anforderungen (Lage, Zeit) sichergestellt werden.
7. **Archivierung von Geodaten** dienen deren unbefristeten Aufbewahrung. Die archivierten Geodaten sollen für einen späteren Gebrauch in einem Geoinformationssystem wieder nutzbar sein.
8. **Offene Standards und Lizenzmodelle fördern die breite Anwendung.**  
Die Verwendung offener, lizenzfreier Standards und Datenformate sowie offene Lizenzmodelle erleichtern den Zugang und die Weiterverwendung der Geodaten.
9. **Zugänglichkeit und Barrierefreiheit bilden die Basis für eine breite Nutzung.**  
Geodaten sollten auf benutzerfreundlichen Plattformen bereitgestellt werden, die für alle Nutzer verständlich sind. Das umfasst auch intuitive Web-Applikationen, Download-Optionen und klare Nutzungsbedingungen.
10. Beim Umgang mit Geodaten sind **rechtliche Vorgaben zu Datenschutz und Urheberrecht** zu beachten, um die Rechte der Datenanbieter zu schützen und Missbrauch zu vermeiden.
11. **Interdisziplinäre Zusammenarbeit stärkt die Entwicklung von Standards.** Die Entwicklung und Umsetzung von Standards sollte in enger Zusammenarbeit zwischen IT-Experten, Anwendern aus Verwaltung, Wissenschaft und Praxis erfolgen. So entstehen praxisnahe, nachhaltige und breit akzeptierte Standards, die den vielfältigen Anforderungen gerecht werden.

### 3. Bewertung von Kohlenstoffflüssen und Ökosystemleistungen

Der von MELNYCHENKO (2025) benannte Fortbildungsbedarf sollte sich zunächst an den Ergebnissen der nationalen Waldinventur und deren Auswertung orientieren und neben dem Thema Kohlenstoffflüsse und Klimaschutz auf die Standortgerechtigkeit („Naturnähe“) von Wäldern als Indikator für funktionale Biodiversität und die Ausprägung und Stetigkeit von verschiedenen Ökosystemleistungen fokussieren. In einem nachfolgenden Schritt könnten Anforderungen an den Waldaufbau für eine optimale Ausprägung Ökosystemleistungen, die für die Funktionalität der Kulturlandschaft von besonderer Relevanz sind, näher spezifiziert werden (Abflussregulation, Grund- und Quellwasserneubildung, Erosionsschutz etc.). Bei grundsätzlicher Multifunktionalität handelt es sich um lokale Vorrangfunktionen. Entsprechende Untersetzungen stehen im engen Zusammenhang mit der Waldfunktionenkartierung als unverzichtbare Grundlage für eine ökologisch wie funktional orientierte Waldbewirtschaftung. Insofern bietet sich die Vermittlung als ein Themenkomplex an.

Für die als vorrangig empfohlenen Themen ist die Auswertung der Daten der nationalen Waldinventur die maßgebliche Grundlage. Die Kompetenzen für beide Themenkomplexe liegen in Deutschland eindeutig beim Thünen Institut (TI). Die Bewertung von Kohlenstoffflüssen erfolgt auch durch verschiedene Institutionen der Ressortforschung der Bundesländer, die jedoch i.d.R. auch auf die methodischen Kompetenzen des TI zurückgreifen.

Folgende Materialien könnten die Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung eines entsprechenden Qualifizierungsprogramms bilden:

- a) Anforderungssammlung EU-Inventory-good-practice-guidances, die für bestimmte Inventuren die Vorgaben, Genauigkeiten etc. formuliert.
- b) IPCC-Richtlinien für Treibhausgasinventare
- c) FFH-WLRT-Monitoring (Erfassung, Ableitung von Erhaltungszuständen...) Methodenband – Thünen-Institut/BfN
- d) BWI/CI-Datenbanken und Methodenbände (BWI = Bundeswaldinventur, CI = nationale Kohlenstoffinventur) sind für die Ableitung von weiteren Empfehlungen und als Schulungsgrundlage geeignet.
- e) Auf EU-Ebene kann auf folgende Literaturquelle verwiesen werden:  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56201-8\\_1?fromPaywallRec=true](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56201-8_1?fromPaywallRec=true)

Darüber hinaus die Anleitung des Schweizerischen Landesforstinventars als Beispiel für ein umfassendes Inventurverfahren sowohl für inhaltliche und methodische Ableitungen als auch als Schulungsgrundlage genutzt werden.

Die Bewertung von Kohlenstoffflüssen spielt u. a. für den Handel mit Kohlenstoffzertifikaten eine entscheidende Rolle. Auf die Problematik wurde im

Kommentar zum Gesetzentwurf der Ukraine „Zur Förderung und ökonomischen Anreizen für die Forstwirtschaft...“ eingegangen (EISENHAUER 2024). Die Thematik wird im Bericht von MELNYCHENKO (2025) als potenzielle Finanzierungsquelle hervorgehoben. Inwieweit und auf welcher Grundlage diese Möglichkeit realisierbar ist, bedarf einer Analyse des aktuellen Sachstandes auf europäischer und internationale Ebene.

## 4. Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht von MELNYCHENKO ist eine Synthese aus diesem vorausgehenden Berichten und Expertisen mit einer konkreten programmatischen Ausrichtung und Empfehlungen für die Weiterführung des SFI-Projektes, denen möglichst gefolgt werden sollte. Dabei zeichnen sich folgende Schwerpunktthemen ab, die mit diesem Bericht z.T. inhaltlich untersetzt werden sollten:

- Eine gewisse Diskussion um die aktuelle und potenzielle Organisation und das Leistungsportfolio des nationalen Forstplanungsamtes sollte abgeschlossen werden. Dieser Bericht enthält dazu Empfehlungen.
- Die Etablierung von Schlüsseltechnologien die für Leistungsfähigkeit des nationalen Forstplanungsamtes wie für die Entwicklung des Staatsforstbetriebes der Ukraine von grundlegender Bedeutung sind muss als prioritäres Vorhaben eingeordnet werden. Dem sollte das SFI-Projekt Rechnung tragen. Im Bericht wurde auf die technischen Möglichkeiten und auf die Struktur von zu entwickelnden Schulungsangeboten eingegangen. Hierfür sind unterschiedlichste Ansätze denkbar, von Online-Formaten bis zu Studienaufenthalten in europäischen Ländern. Wesentlich ist hierbei ein ausgewogenes Verhältnis zur Unterstützung der nationalen Ressourcen der Ukraine, wie Universitäten und anderen Forschungs- und Bildungseinrichtungen.
- Ein weiterer maßgeblicher Aspekt ist die Entwicklung des Zusammenwirkens des öffentlichen Sektors mit privaten Dienstleistern. Hier sollten Impulse aus bereits vorliegenden Expertisen geprüft werden.
- Für weitere Schulungs- und Entwicklungsangebote wird zunächst eine Fokussierung auf die Weiterentwicklung der Methodik und Auswertung der nationalen Waldinventur und die Entwicklung eines Inventur- und Planungsverfahrens für Forstbetriebe empfohlen.
- Im Zusammenhang mit europäischen und internationalen Entwicklungen sollten in einem unmittelbaren Bezug zur Waldbewirtschaftung das Monitoring und die Entwicklung funktionaler Biodiversität sowie die Analyse und Bewertung von Kohlenstoffflüssen in Wäldern entwickelt und vermittelt werden.
- Die Finanzierung der Waldbewirtschaftung und / oder des Waldmonitorings unter Einbeziehung des Handels mit C-Zertifikaten bedarf einer grundlegenden und letztendlich operationalen Untersetzung. Die kurzfristige Relevanz des Themas hängt vor allem davon ab, ob zwischenzeitlich auf europäischen und internationaler valide Grundlagen für den Handel mit C-Zertifikaten geschaffen worden sind. Der Sachstand 2024 wurde in einem vorausgehenden Bericht dargestellt.

- Die Entwicklung eines Verfahrens für die Waldfunktionenkartierung und deren zumindest beispielhafte Umsetzung in einer ausgewählten Region ist die Grundlage für eine ökologisch, wirtschaftliche und sozial nachhaltige Waldbewirtschaftung. Die Problematik wurde bei der Präsentation und Diskussion vorausgehender Berichte von den ukrainischen Partnern mehrfach thematisiert.
- Die Untersetzung der Prinzipien eines ökologisch orientierten Waldbaus sollte auf der Analyse des aktuellen Waldzustands der Ukraine und seiner Entwicklungspotenziale aufbauen, um dieses Waldbausystem mit dem Bezug zur Waldentwicklungsplanung hinreichend operational zu untersetzen.