

## 4 Potenziale der Luftbildinterpretation

### 4.1 Verwendete Daten

Für die beiden Testgebiete lagen vom Bayerischen Landesamt für Vermessung und Geoinformation Echtfarben-Luftbilder im Maßstab 1:12.400 mit einer Bodenauflösung von 0,4 m und einer Scanauflösung von 317 dpi vor. Die Bilder vom Taubenberg wurden am 10.06.2003, jene vom Angelberger Forst am 07.05.2003 aufgenommen.

Im Gegensatz zu den für das FFH-Gebiet Angelberger Forst vorhandenen Luftbildern erwiesen sich die Luftbilder für das FFH-Gebiet Taubenberg als äußerst kontrastarm (vgl. Abbildung 13). Zusätzlich waren in dem Bildmaterial beider Gebiete störende Artefakte aus dem Scanprozess vorhanden, die die Interpretation zum Teil beeinträchtigten.

### 4.2 Methodik

Mit Hilfe der visuellen stereoskopischen Luftbildinterpretation wurden die Potenziale des Luftbildeinsatzes bei der Kartierung von FFH-Lebensraumtypen untersucht. Die GIS-Modellierung auf der Basis von digitalem Geländemodell, Konzeptbodenkarte und Standortskarte liefert potenzielle Lebensraumtypen (Soll). Die Fernerkundung liefert über die Satellitenbildklassifizierung und die Luftbildinterpretation das Ist. Stimmen Soll und Ist

überein, handelt es sich um einen FFH-Lebensraumtyp. Flächen, auf denen Soll und Ist nicht zusammenpassen, werden als „Sonstiger Lebensraum“ ausgeschieden.

Die Satellitenbildklassifizierung liefert eine grobe vorläufige Lebensraumtypenkarte, die die Interpretation der Luftbilder verfeinert. Die Möglichkeiten der Ausscheidung von Baumarten auf dem Luftbild gehen über die Möglichkeiten mit Satellitendaten (SPOT und ASTER) weit hinaus. Des Weiteren erlaubt die Luftbildinterpretation eine Ausformung der automatisiert gelieferten Polygone, die der Realität besser entsprechen. Interpretieren, die das Gebiet nicht kannten, werteten die Luftbilder aus. Damit wurde verhindert, dass Kontextwissen aus der terrestrischen Kartierung mit in die Interpretation einfließen konnte. Das Ergebnis ist eine vorläufige Lebensraumtypenkarte. Zum Vergleich wurde noch eine „Null-Variante“ mit reiner Luftbildinterpretation hinzugezogen. Somit wurden vier Varianten ausgewertet:

1. Reine Luftbildinterpretation;
2. Luftbildinterpretation auf der Basis der Standortskarte;
3. Luftbildinterpretation auf der Basis der Modellierung der potenziellen Lebensraumtypen (ohne Standortskarte); da zum Zeitpunkt der Kartierung nur die Ergebnisse der regelbasierten Modellierung vorlagen, wurden diese verwendet.



Abb. 13: linkes Bild: Echtfarbenbild aus dem Testgebiet Angelberger Forst; rechtes Bild: Echtfarbenbild aus dem Testgebiet Taubenberg; die Unterscheidung von Laubbäumen (hellgrün) und Nadelbäumen (dunkelgrün) ist auf dem linken Bild auf Grund seiner deutlich besseren Kontrastierung wesentlich zuverlässiger möglich.

4. Luftbildinterpretation auf der Basis der unter Zuhilfenahme der Standortskarte modellierten potenziellen Lebensraumtypen.

Die Erhebung forstlicher Parameter aus Luftbildern stellt hohe Anforderungen an den Interpreten. Allein die Ansprache von Form, Struktur und Reflexion der Baumkrone im räumlichen Bild ermöglicht deren hinreichend sichere Baumartenbestimmung. Die dreidimensionale Wahrnehmung des Bildes erleichtert die Ansprache von Baumart und Altersphase erheblich (HILDEBRANDT 1996).

Die digitalen Luftbilder wurden daher unter Verwendung der Software Stereo Analyst für ArcGIS 9.0 interpretiert. Dabei können gleichzeitig an zwei Bildschirmen verschiedene Datengrundlagen zum selben Objekt angezeigt und bearbeitet werden (siehe Abb. 14). Darüber hinaus wurden zur Vereinfachung der Lebensraumtypenansprache die digitalen Höhengichtlinien der Topographischen Karte 1:25.000 (TK25)<sup>2</sup> am Bildschirm einblendend. Die Interpretation der Echtfarbenorthophotos im Angelberger Forst erfolgte auf Grund technischer Probleme anstelle der ursprünglich

dafür vorgesehenen ArcGIS-Version des Stereo Analyst mit ArcView GIS 3.3.

Zur Abgrenzung einzelner LRTen konnte im Rahmen der Pilotstudie aus Zeitgründen kein eigenständiger neuer Interpretationsschlüssel für die Kartierung von LRTen aus Echtfarben-Luftbildern erstellt werden. Die Delinierung erfolgte in Anlehnung an bestehende CIR-Luftbildschlüssel (AFL 1998; AFL 2003) sowie auf Grund von Expertenwissen der Interpreten. Die Ergebnisse lassen sich damit subjektiv und methodisch nicht auf andere Gebiete übertragen. Für eine erste kritische Aussage zum Einsatz von Farb-Luftbildern zur Kartierung von FFH-Lebensraumtypen sind die Ergebnisse auswertbar.

### 4.3 Ergebnisse aus dem Testgebiet „Taubenberg“

Das verwendete Bildmaterial vom Taubenberg schloss auf Grund seiner Kontrastarmut (siehe Abbildung 13, rechtes Bild) eine sichere Differenzierung der Baumarten innerhalb der Baumartengruppen „Nadelholz“ und „Laubholz“ nahezu aus.

<sup>2</sup> Quelle: Bayerisches Landesamt für Vermessung und Geoinformation

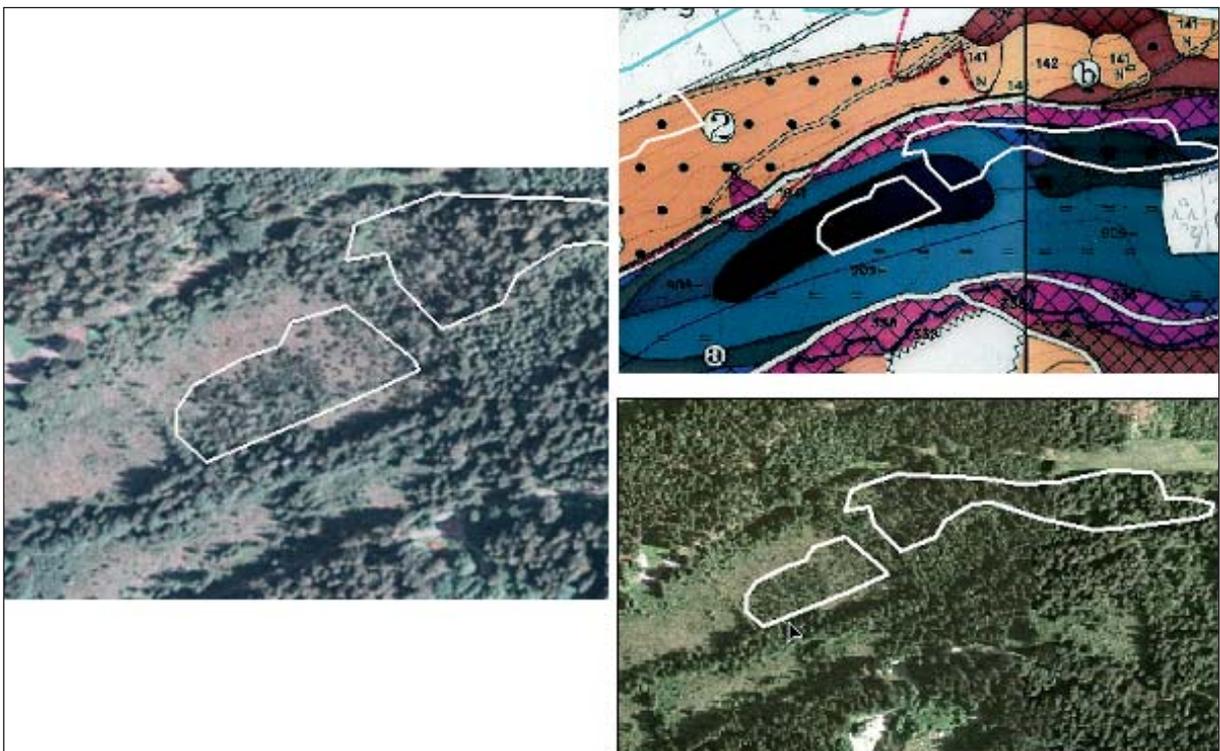


Abb. 14: Beispiel für zwei Ansichten desselben Objektes, das der Stereo Analyst auf zwei Monitoren parallel anzeigt. Linkes Bild: stereoskopische Anaglyphenabbildung einer Moorfläche mit der entsprechenden Abgrenzung als Lebensraumtyp (weiße Linie); rechtes Bild: die Abgrenzung im Stereobild (weiße Linie) wird automatisch auf eine georeferenzierte Standortskarte übertragen (oben) oder kann alternativ dazu im Orthophoto auf ihre Lagegenauigkeit überprüft werden (unten).

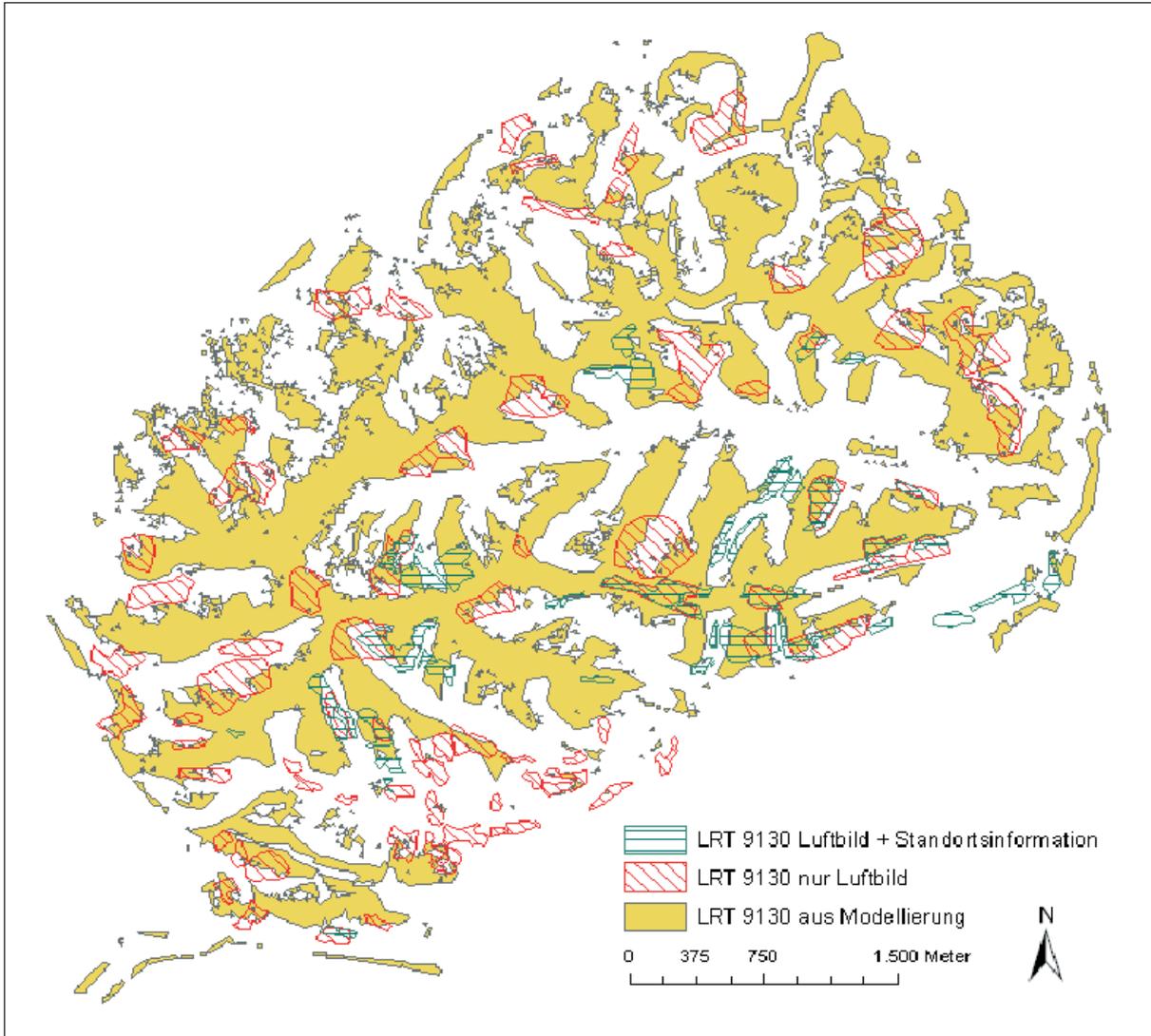


Abb. 15: Ergebnisse der Luftbildinterpretation mit und ohne Information aus den Ergebnissen der forstlichen Standortserkundung (Luftbildkartiervarianten 1 und 2); im Vergleich dazu die aus der Modellierung stammenden Ergebnisse

Dies ist im vorliegenden Fall besonders nachteilig, da im FFH-Gebiet Taubenberg

- ◆ Wälder des Lebensraumtyps 9130 (Waldmeister-Buchenwald) mit sehr hohen Tannenanteilen,
- ◆ bodensaure Fichtenwälder (LRT 9410) sowie
- ◆ hohe Flächenanteile von prioritären, bachbegleitenden Erlen-Eschenwäldern (LRT \*91E0) vorkommen.

Die erzielten Ergebnisse werden im Folgenden exemplarisch am Beispiel der laut Modellierungsergebnis am häufigsten auftretenden Lebensraumtypen 9130 (Waldmeister-Buchenwald) mit der Kartiervariante 1 und 2 dargestellt (Abbildung 15).

Die regelbasierte Modellierung für das Testgebiet Taubenberg ergab bedeutende Flächenanteile

für den Lebensraumtyp 9130 (Waldmeister-Buchenwald). So wurde dieser Lebensraumtyp auf fast allen Geländeerhebungen modelliert. Auf Grund der vorliegenden Echtfarben-Luftbilder konnte die Abgrenzung der vielfach tannenreichen Wälder (WALENTOWSKI et al. 2005) nicht zuverlässig vorgenommen werden und stimmt somit nur in Einzelfällen mit den Ergebnissen aus der forstlichen Standortserkundung überein. Die Erkennung dieses LRT auf dem Luftbild stellt eine große Schwierigkeit dar, da ein großer Anteil an Wäldern mit hohem Tannenanteil diesem LRT zugeordnet wurde. Erkennung von Tannen, speziell Jungwuchs, ist ohne Informationen über das spektrale Verhalten im Infrarotbereich nicht möglich. Die Modellierung stellte erwartungsgemäß die Senken und Einhänge des Testgebietes als Lebensraumtyp \*91E0 dar. Auf

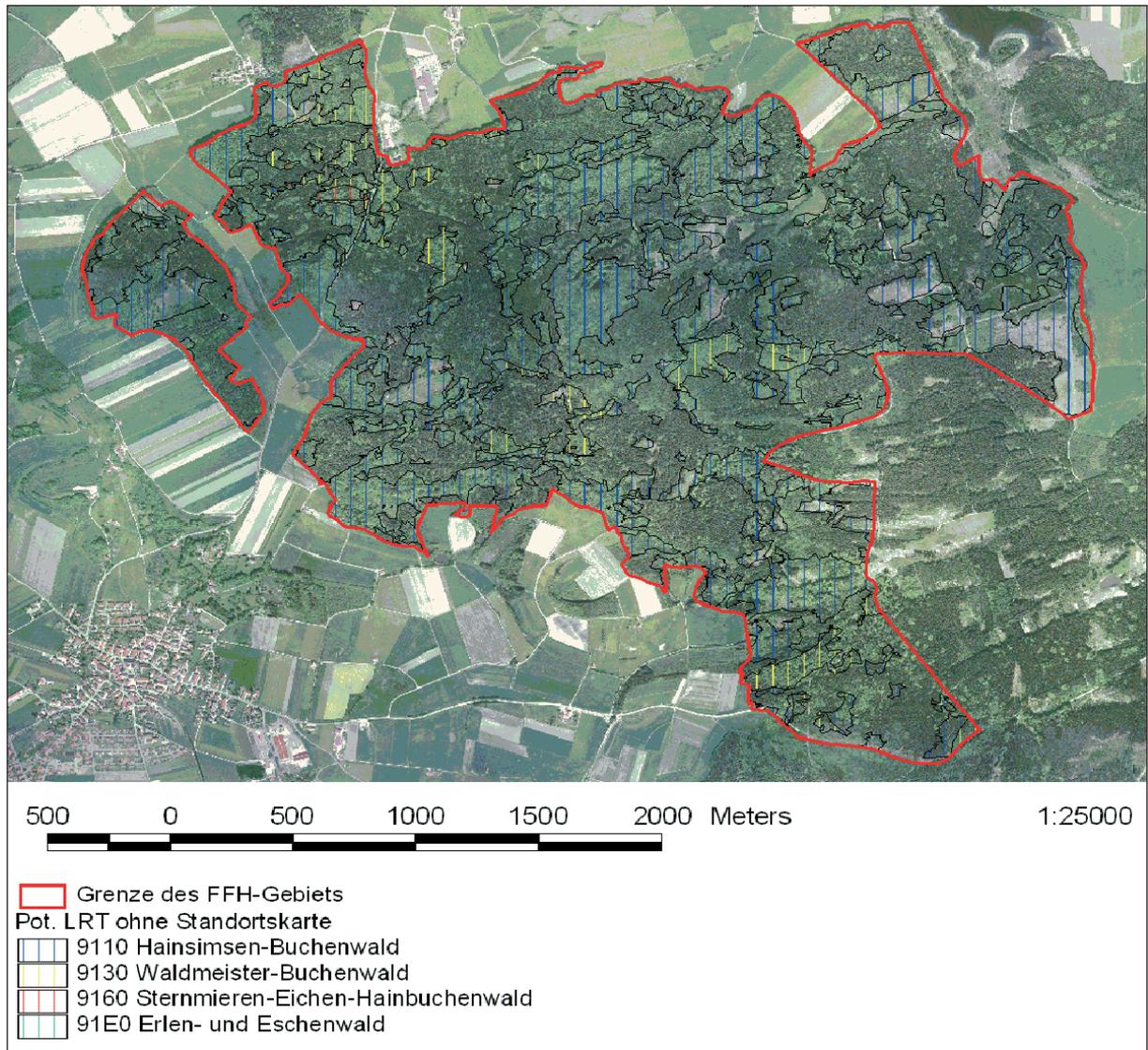


Abb. 16: Luftbild mit überlagerten Ergebnissen der Modellierung der potenziellen Wald-Lebensraumtypen ohne Einbeziehung der Standortkarte

Grund des kontrastschwachen Luftbildmaterials konnte von Seiten der Luftbildinterpretation keine Differenzierung zwischen den einzelnen Laubbaumarten vorgenommen werden, so dass unter Verwendung des Luftbildes allein nahezu keine Flächen abgegrenzt wurden. Die Verwendung der Standortkarte ergab Hinweise auf potenzielle \*91E0-Lebensraumflächen.

#### 4.4 Ergebnisse aus dem Testgebiet „Angelberger Forst“

Für den Angelberger Forst werden im Folgenden exemplarisch die Ergebnisse der Kartiervariante drei, Luftbildinterpretation auf der Basis der Modellierung der potenziellen Lebensraumtypen (ohne

Standortkarte, mit Satellitenbildklassifizierung), vorgestellt. Abbildung 16 zeigt die Lage der modellierten vorläufigen Lebensraumtypen.

Ein Ausschnitt der Überlagerung der modellierten vorläufigen Lebensraumtypen mit den Ergebnissen nach der Luftbildinterpretation ist in Abbildung 17 zu sehen. Die sowohl horizontal als auch vertikal gestreiften Bereiche liegen dort, wo Modellierung/Satellitenbildklassifizierung und Luftbildinterpretation übereinstimmen.

Die vorläufige Lebensraumtypenkarte (Abbildung 18) soll abschließend anhand eines terrestrischen Begangs zur endgültigen Lebensraumtypenkarte überarbeitet werden. Ziel des beschriebenen Vorgehens ist es, diesen Begang auf ein Minimum zu reduzieren.

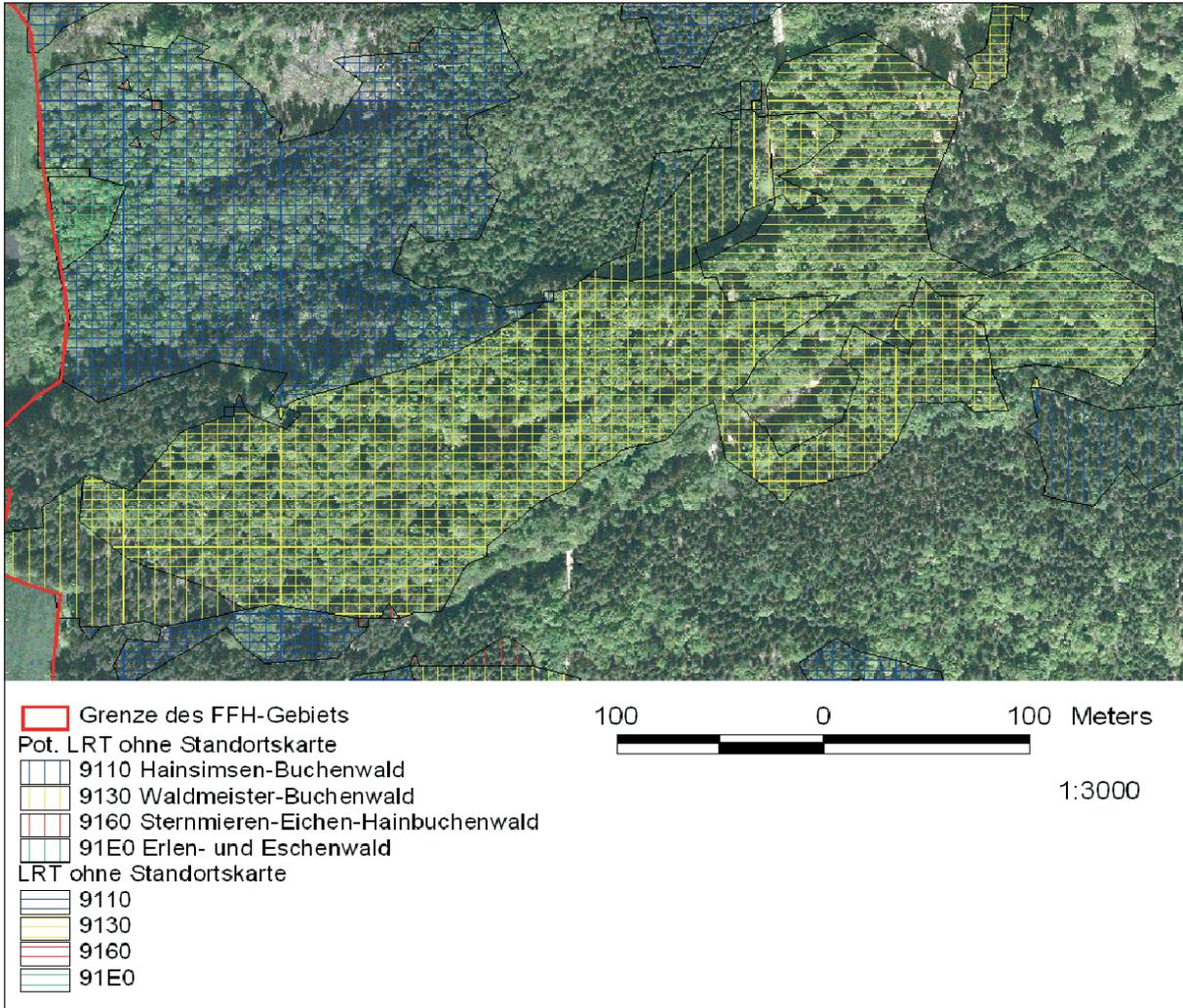


Abb. 17: Vorläufige Lebensraumtypen (horizontal gestreift) nach Interpretation der potenziellen Lebensraumtypen (vertikal gestreift) auf dem Luftbild; die sowohl horizontal als auch vertikal gestreiften Bereiche liegen dort, wo Modellierung und Luftbildinterpretation übereinstimmen.

## 4.5 Vergleich und Diskussion der Ergebnisse

Zur Evaluierung der Ergebnisse wurden die Resultate der Kartierung mit den bereits durchgeführten terrestrisch kartierten Lebensraumtypen verglichen. Wie oben beschrieben, litt die Luftbildinterpretation insbesondere am Taubenberg unter schlechtem Luftbildmaterial. Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse können in der Zukunft durch den Einsatz von Farb-Infrarotbildern erheblich verbessert werden. Abbildung 19 zeigt einen Vergleich zwischen einem Echtfarben- und einem Farb-Infrarotbild.

Wie die Abbildung 20 zeigt, verbesserte die Einbeziehung von Daten aus der Standortkartierung oder der modellierten Lebensraumtypen die Interpretationsergebnisse.

Die Lebensraumtypen 9110 (Hainsimsen-Buchenwald) und 9130 (Waldmeister-Buchenwald) differenzieren sich durch die Nährstoffversorgung der Böden. Daher sind sie auf dem Luftbild nicht zu unterscheiden. Die Modellierung der Nährstoffverhältnisse mit dem Digitalen Geländemodell und der Konzeptbodenkarte ist nicht möglich. Daher ist die Standortkartierung in diesem Fall der Modellierung auf der Basis von Digitalem Geländemodell und Konzeptbodenkarte weit überlegen.

Der LRT 9160 Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald kommt im Angelberger Forst nur in sehr kleinflächiger, eher untypischer Ausprägung (untere Erfassungsschwelle) vor, ein Spezialfall, der die Interpretation auf dem Luftbild kaum ermöglicht. Die bachbegleitenden Erlen-Eschenwälder (LRT \*91E0) konnten weitgehend nur mit Standortkarte und/oder Modellierung kartiert werden. Gerade

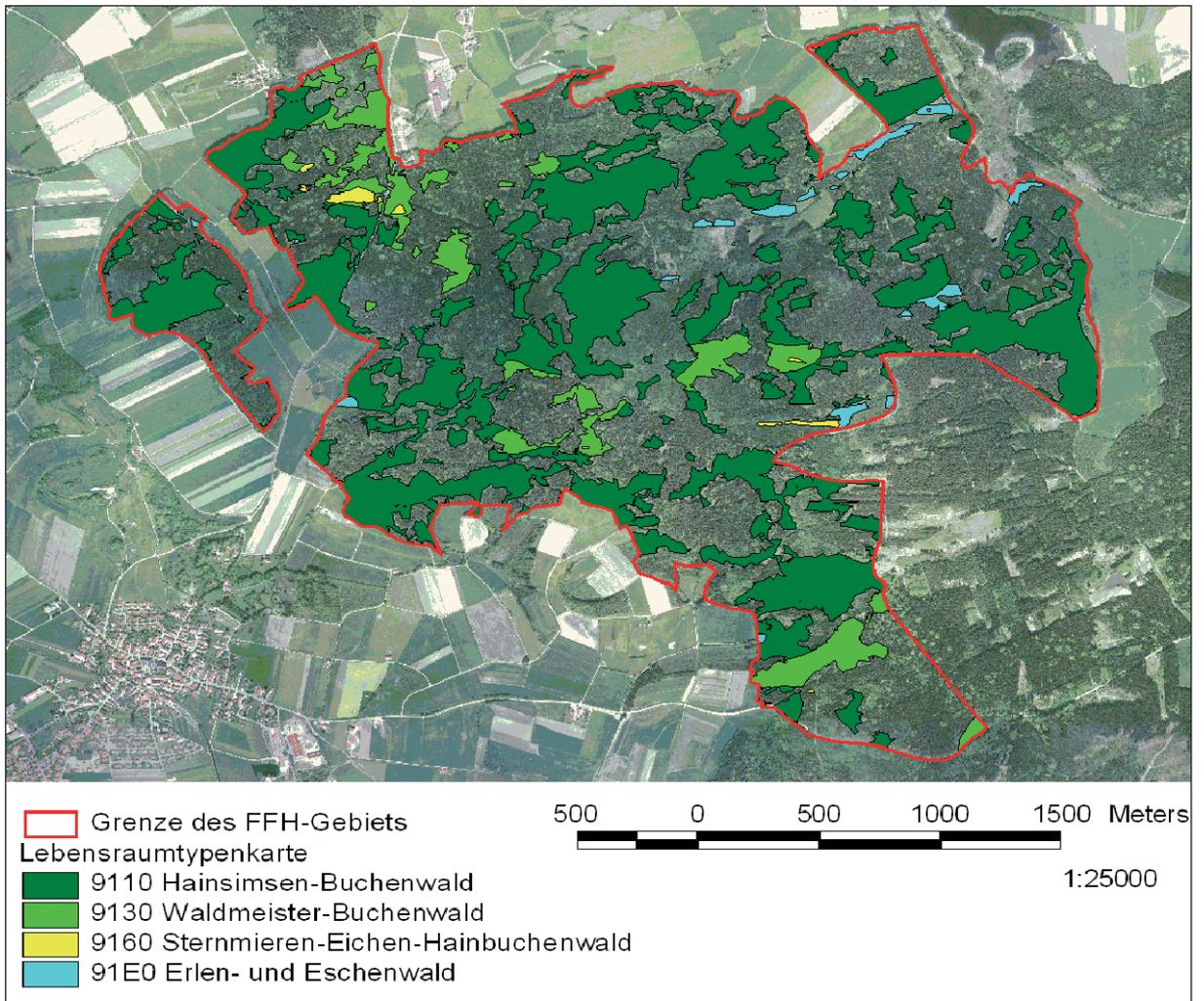


Abb. 18: Vorläufige Lebensraumtypenkarte für den abschließenden Begang



Abb. 19: Gegenüberstellung der Differenzierbarkeit von Baumarten im Farbinfrarot-Luftbild<sup>3</sup> (links) und im Echt-farben-Luftbild<sup>4</sup> (rechts); während sich im Farbinfrarot-Luftbild deutlich dunkle Partien (Nadelholz) und helle Partien (Laubholz) voneinander abheben, zeigt sich diese Differenzierung im Echt-Farb-Luftbild nicht.

<sup>3</sup> Quelle: Befliegung im Auftrag der Staatsforstverwaltung

<sup>4</sup> Quelle: Bayerisches Landesamt für Vermessung und Geoinformation

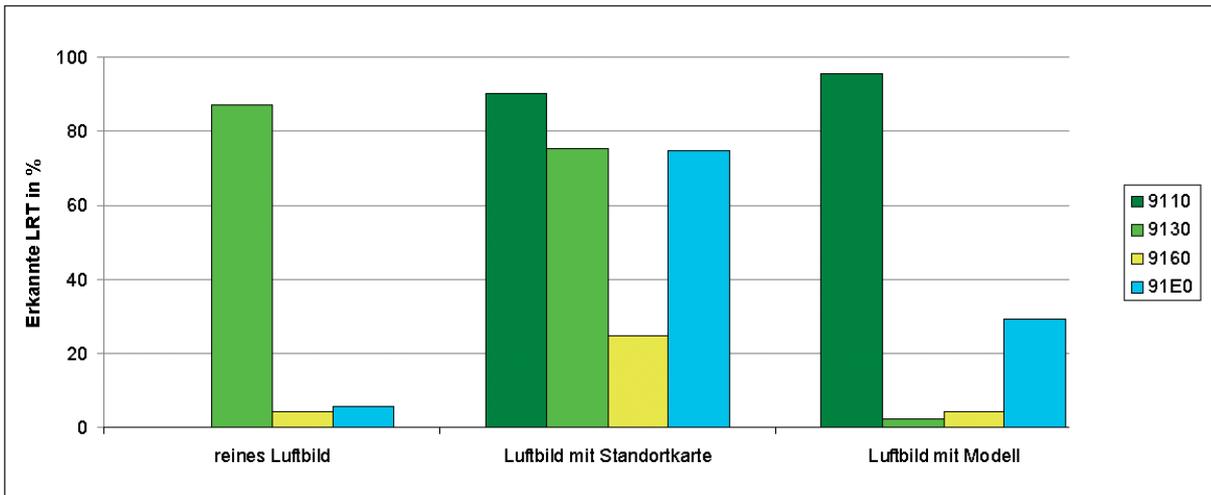


Abb. 20: Erkennung der LRT mit verschiedenen Hilfsmitteln (Angelberger Forst); bei der Bewertung des reinen Luftbildes wurde der LRT 9110 nicht erkannt.

hier lässt der Einsatz von Farb-Infrarotluftbildern eine Verbesserung erwarten.

Fazit ist, dass die im Testgebiet Angelberger Forst durchgeführte Modellierung mit einem mittel auflösenden Oberflächenmodell (DGM 25: Gitterweite 50 m) zwar eine Verbesserung gegenüber der reinen Luftbildinterpretation erbrachte, aber keine ausreichend sicheren Ergebnisse (Abbildung 20).

Technisch ermöglicht die GIS-gestützte stereoskopische Interpretation digitaler Luftbilder die Abgrenzung und Interpretation von Lebensraumtypen vor dem Hintergrund einer GIS-Umgebung. Dadurch werden die erfassten Informationen direkt in einer vordefinierten Datenbankstruktur abgelegt. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine Abgrenzung im stereoskopischen Luftbild, die gleichzeitig auf

ihre Plausibilität hin überprüft werden kann (z. B. in der Standortkarte) als auch z. B. auf ihre Lagegenauigkeit (Orthophoto) hin. Eine differenzierte Aussage über die mögliche Flächenleistung bei der digitalen stereoskopischen Luftbildinterpretation kann aus den vorhandenen Arbeiten noch nicht abschließend abgeleitet werden. Dies wird derzeit im Rahmen des Projektes „Informationssystem Hochgebirgsstandorte“ geprüft.

Insgesamt ermöglicht die stereoskopische Luftbildkartierung unter Einbeziehung von Zusatzdaten die Erstellung einer vorläufigen Lebensraumtypenkarte, die als Ausgangsbasis für einen effizienten terrestrischen Begang herangezogen werden kann.