

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Zusammenfassung | 1 |
| Abstract | 5 |
| 1 Einleitung | 11 |
| 1.1 Rahmenbedingungen, Rückblick, Begründung für das Projekt | 11 |
| 1.2 Abgrenzung und Kurzbeschreibung des Projektgebietes | 12 |
| 1.3 Untersuchungsansatz und Projektpartner | 14 |
| 2 Material und Methoden | 17 |
| 2.1 Datengrundlage und -aufbereitung | 17 |
| 2.1.1 Forsteinrichtungsdaten / Waldbestandsdaten | 18 |
| 2.1.1.1 <i>Ausgangssituation</i> | 18 |
| 2.1.1.2 <i>Verknüpfung der Geometrie- und Sachdaten</i> | 19 |
| 2.1.1.3 <i>Aufbereitung der Daten für den Waldwachstumssimulator und Aufbau der Modellbestände</i> | 20 |
| 2.1.2 Standortsdaten | 20 |
| 2.1.2.1 <i>Klima</i> | 20 |
| 2.1.2.2 <i>Boden</i> | 25 |
| 2.1.2.3 <i>Hydrologie</i> | 30 |
| 2.1.3 Naturschutz | 32 |
| 2.1.3.1 <i>Bestehende Naturschutzauflagen</i> | 32 |
| 2.1.3.2 <i>Habitatmodellierung / Hotspots</i> | 34 |
| 2.2 Beschreibung der Szenarien und Modellansätze | 37 |
| 2.2.1 Grundwasserszenarien | 37 |
| 2.2.2 Klimaszenarien | 40 |
| 2.2.3 Untersuchungsansätze | 43 |
| 2.2.4 Stoffhaushaltsmodellierung | 43 |
| 2.2.4.1 <i>Einführung</i> | 43 |
| 2.2.4.2 <i>Modellierungsansatz</i> | 45 |
| 2.2.4.3 <i>Modellauswahl und Anpassungen</i> | 46 |
| 2.2.4.4 <i>Atmosphärische Stoffeinträge</i> | 49 |
| 2.2.4.5 <i>Basenfreisetzung durch Verwitterung</i> | 55 |
| 2.2.4.6 <i>Nährstoffentnahme</i> | 56 |
| 2.2.4.7 <i>Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt</i> | 58 |
| 2.2.4.8 <i>Dynamische Modellierung der Trophie</i> | 59 |
| 2.2.4.9 <i>Anfangs- und Randbedingungen der Modellrechnungen</i> | 64 |

Beiträge aus der NW-FVA, Band 10, 2013

| | | |
|----------|---|-----|
| 2.2.5 | Wasserhaushaltsmodellierung | 64 |
| 2.2.5.1 | <i>Modellbeschreibung</i> | 64 |
| 2.2.5.2 | <i>Regeln und Modellparametrisierung</i> | 66 |
| 2.2.5.3 | <i>Modellkalibrierung</i> | 68 |
| 2.2.6 | Standort-Leistungs-Modell | 70 |
| 2.2.6.1 | <i>Datengrundlage</i> | 71 |
| 2.2.6.2 | <i>Modellierungsansatz</i> | 73 |
| 2.2.6.3 | <i>Modellierung des Standort-Leistungs-Bezuges</i> | 74 |
| 2.2.7 | Mortalitätsmodell | 79 |
| 2.2.7.1 | <i>Allgemeines Mortalitätsmodell</i> | 79 |
| 2.2.7.2 | <i>Maikäfer-Mortalitäts-Modell</i> | 97 |
| 2.2.8 | Waldwachstumsmodell | 106 |
| 2.2.8.1 | <i>Verjüngungsschichten und Einwuchs</i> | 111 |
| 2.2.8.2 | <i>Ausscheidender Bestand, Holzentnahme und Totholz</i> | 112 |
| 2.2.8.3 | <i>Totholzmodell</i> | 116 |
| 2.2.9 | Habitatmodellierung und Identifikation von Hotspots | 117 |
| 2.2.10 | Naturschutzfachliche Regeln | 122 |
| 2.2.10.1 | <i>Flächenhafter Nutzungsverzicht</i> | 123 |
| 2.2.10.2 | <i>Erbalt der Waldgesellschaft</i> | 123 |
| 2.2.10.3 | <i>Erbalt Altholz</i> | 125 |
| 2.2.10.4 | <i>Mindestanzahl Habitatbäume</i> | 125 |
| 2.2.11 | Waldbaueregeln | 125 |
| 2.2.11.1 | <i>Erfahrungswissen der Forstämter</i> | 125 |
| 2.2.11.2 | <i>Ableitung der Waldbaueregeln</i> | 126 |
| 2.2.12 | Modellkopplung | 134 |
| 2.2.12.1 | <i>Simulationsvorbereitung</i> | 136 |
| 2.2.12.2 | <i>Szenariosimulation</i> | 136 |
| 2.2.13 | Ökologische Bewertung der Ergebnisse der Modellläufe | 138 |
| 2.2.13.1 | <i>Buchen- und Eichen Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie</i> | 138 |
| 2.2.13.2 | <i>Hotspots</i> | 140 |
| 2.2.14 | Ökonomische Bewertung | 141 |
| 2.2.14.1 | <i>Modell- und Kalamitätsbetrieb 1967-2007</i> | 141 |
| 2.2.14.2 | <i>Bewertung der prognostizierten Waldentwicklung</i> | 150 |
| 3 | Ergebnisse | 157 |
| 3.1 | Klimatische Verhältnisse | 157 |
| 3.2 | Auswirkungen der Klima- und Grundwasserstandszenarien auf den Wasserhaushalt der Bestände | 161 |
| 3.2.1 | Gebietswasserhaushalt | 162 |
| 3.2.2 | Einfluss des Grundwassers auf die Bestandesverdunstung | 166 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.2.3 | Auswirkung eines extremen Trockenjahres auf den Wasserhaushalt | 168 |
| 3.2.4 | Wasserhaushalt ausgesuchter Einzelbestände | 170 |
| 3.2.5 | Bewertung des Trockenstressrisikos | 174 |
| 3.3 | Auswirkungen der Klima- und Grundwasserszenarien auf den Stoffhaushalt der Bestände | 177 |
| 3.3.1 | Atmosphärische Stoffeinträge | 177 |
| 3.3.2 | Versauerungs- und Nährstoffsituation | 180 |
| 3.3.2.1 | <i>Zustand und Dynamik</i> | 180 |
| 3.3.2.2 | <i>Auswirkungen der Szenarioannahmen</i> | 185 |
| 3.3.3 | Stickstoffhaushalt | 187 |
| 3.3.3.1 | <i>Denitrifikation</i> | 187 |
| 3.3.3.2 | <i>Kohlenstoff- und Stickstoffdynamik</i> | 191 |
| 3.3.3.3 | <i>N-Austräge mit dem Sickerwasser</i> | 192 |
| 3.3.4 | Evaluierung und Diskussion der Modellansätze | 197 |
| 3.3.5 | Bewertung der Standortsbedingungen | 200 |
| 3.4 | Erfahrungswissen der Forstämter | 201 |
| 3.4.1 | Waldbestandsverhältnisse | 201 |
| 3.4.2 | Waldverjüngung | 203 |
| 3.5 | Auswirkungen auf die waldbaulichen Potenziale | 204 |
| 3.5.1 | Veränderung der Standorttypen | 204 |
| 3.5.1.1 | <i>Ausgangssituation 2007</i> | 204 |
| 3.5.1.2 | <i>Veränderung der Frischestufen</i> | 207 |
| 3.5.2 | Veränderungen der Waldstruktur | 211 |
| 3.5.2.1 | <i>Baumartenverteilung</i> | 211 |
| 3.5.2.2 | <i>Horizontale und vertikale Waldstruktur</i> | 222 |
| 3.5.2.3 | <i>Potenziale der nachhaltigen Holzproduktion</i> | 229 |
| 3.5.2.4 | <i>Entwicklung des Schadholzaufkommens</i> | 233 |
| 3.5.2.5 | <i>Walderneuerung</i> | 237 |
| 3.6 | Waldschutz | 241 |
| 3.6.1 | Populationsdichte der Waldmaikäfer im Hessischen Ried | 243 |
| 3.6.1.1 | <i>Vergleich der realen und der geschätzten Populationsdichte</i> | 243 |
| 3.6.1.2 | <i>Vergleich der modellierten Populationsdichten</i> | 244 |
| 3.6.1.3 | <i>Einfluss der Bodenartengruppe auf die modellierte Engerlingsdichte</i> | 249 |
| 3.6.1.4 | <i>Einfluss des Grundwasseranschlusses auf die modellierte Populationsdichte der Waldmaikäfer</i> | 251 |
| 3.6.2 | Einfluss der Populationsdichte der Waldmaikäfer auf die Mortalität der Waldbäume | 253 |
| 3.6.2.1 | <i>Gefährdung von Kulturen und natürlicher Verjüngung</i> | 254 |
| 3.6.2.2 | <i>Gefährdung älterer Bäume</i> | 256 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.7 | Naturschutz | 257 |
| 3.7.1 | Entwicklung der Waldlandschaft „Hessisches Ried“ von 1800 bis heute | 257 |
| 3.7.2 | Schutzgüter im Wald | 260 |
| 3.7.2.1 | <i>Lebensräume</i> | 260 |
| 3.7.2.2 | <i>Arten</i> | 262 |
| 3.7.3 | Schutzgebiete | 264 |
| 3.7.3.1 | <i>Räumliche Überlagerungen</i> | 264 |
| 3.7.3.2 | <i>Vergleich geschützter und nicht geschützter Wälder</i> | 265 |
| 3.7.3.3 | <i>Schutzgüter innerhalb und außerhalb von Schutzgebieten</i> | 269 |
| 3.7.4 | Forstliche Nutzungsbeschränkungen durch Naturschutzauflagen | 270 |
| 3.7.5 | Hotspots der xylobionten Artenvielfalt | 272 |
| 3.7.5.1 | <i>Ausgangszustand</i> | 272 |
| 3.7.5.2 | <i>Entwicklung der Habitateignung</i> | 277 |
| 3.7.6 | Naturschutzfachliche Entwicklung der Buchen- und Eichenwälder im Simulationszeitraum | 282 |
| 3.7.6.1 | <i>Simulierte Bestandesentwicklung in den Szenarien</i> | 282 |
| 3.7.6.2 | <i>Flächenentwicklung der Eichen- und Buchenbestände</i> | 283 |
| 3.7.6.3 | <i>Entwicklung der Eichen- und Buchen-Lebensraumtypen in den FFH-Gebieten</i> | 284 |
| 3.8 | Ökonomische Bewertung | 290 |
| 3.8.1 | Modell- und Kalamitätsbetrieb | 290 |
| 3.8.1.1 | <i>Bestandesklassenentwicklung</i> | 290 |
| 3.8.1.2 | <i>Ökonomische Kenngrößen</i> | 293 |
| 3.8.1.3 | <i>Baumartenspezifische Betrachtung</i> | 296 |
| 3.8.2 | Bewertung der Szenarien der prognostizierten Waldentwicklung | 303 |
| 3.8.2.1 | <i>Holzerlöse</i> | 303 |
| 3.8.2.2 | <i>Wertentwicklung der Bestände</i> | 305 |
| 3.8.2.3 | <i>Kulturstärke</i> | 306 |
| 3.8.2.4 | <i>Ertragswerte</i> | 307 |
| 3.8.3 | Baumartenspezifische Betrachtung | 308 |
| 3.8.3.1 | <i>Buche</i> | 308 |
| 3.8.3.2 | <i>Eiche</i> | 310 |
| 3.8.3.3 | <i>Kiefer</i> | 311 |
| 3.8.3.4 | <i>Vergleich der Baumarten</i> | 313 |
| 3.8.4 | Naturschutzbedingte Bewirtschaftungsbeschränkungen | 314 |

| | |
|--|------------|
| 4 Diskussion und Schlussfolgerungen | 315 |
| 4.1 Material und Methoden | 315 |
| 4.2 Wasserhaushalt im Klimawandel | 318 |
| 4.3 Stoffhaushalt | 319 |
| 4.4 Waldschutz | 320 |
| 4.5 Waldbau | 322 |
| 4.5.1 Baumartenwahl und Waldentwicklungstypen (WET)-Planung auf standörtlicher Grundlage | 323 |
| 4.5.2 Waldbauliche Maßnahmen | 325 |
| 4.5.2.1 <i>Kultur-/Jungwuchsstadium</i> | 325 |
| 4.5.2.2 <i>Differenzierungsstadium</i> | 326 |
| 4.5.2.3 <i>Auslese- und Ausreifungsstadium</i> | 327 |
| 4.5.2.4 <i>Reife- und Regenerationsstadium</i> | 328 |
| 4.6 Naturschutz | 328 |
| 4.6.1 Schutzgebietsüberlagerungen und Nutzungseinschränkungen | 328 |
| 4.6.2 Habitateignung | 329 |
| 4.6.3 FFH-Gebiete und Lebensraumtypen | 329 |
| 4.7 Ökonomie | 331 |
| 4.7.1 Ertragswerte | 331 |
| 4.7.2 Baumartenvergleich | 332 |
| Literatur | 335 |
| Autoren | 355 |
| Anhang | 359 |
| Anhang 1: Niederschlags- und Klimastationen | 359 |
| Anhang 2: Stoffhaushaltsmodell | 361 |
| Anhang 3: Fragebogen Waldbewirtschaftung | 390 |
| Anhang 4: Sortimentierungsschlüssel | 391 |
| Anhang 5: Ertragswertdifferenzen | 396 |