



Scopus Indexed Journal

Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz – *Forest Ecology, Landscape Research and Nature Conservation*

www.afsv.de/index.php/waldoekologie-landschaftsforschung-und-naturschutz



Rekonstruktion der Waldentwicklung aus Forsteinrichtungswerken und historischen Karten

Ein Beitrag zur Untersuchung des Landnutzungswandels
in der Nationalparkregion Sächsische Schweiz

*Reconstruction of forest development based on forest management
plans and historical maps*

*A contribution to research on land use change in the Saxon
Switzerland national park region*

Ulrike Seiler & Ulrich Walz

Abstract

Forest is commonly perceived as a natural landscape element, which, in contrast to other anthropogenic forms of land use, persists over long periods of time. Yet the woodlands of Central Europe have in fact undergone major structural transformations as a repercussion of centuries of shifting land use.

Using historical and current forest management plans as well as other historical maps, such changes have been analysed to a high spatial precision for the national park region of Saxon Switzerland over the timeframe of the past two hundred years.

The main purpose of this work is to check the suitability of historical forest maps for digitization, and thereafter to analyze the resulting datasets to derive new information on the structural changes of woodland. The conclusions were linked to findings on spatial changes in forest cover within the Saxon Switzerland national park.

The results show that the generated data can be used as a basis for the spatial-statistic analysis of woodland development, resulting in quantitative as well as qualitative statements on structural changes as well as changes in patterns of forest usage. Analyses based on historical topographic maps show that in the period from 1780 until today the extent of forest coverage has dropped only minimally from 60 % to 56 %. However, some large-scale felling of woodland can be observed at the edges of clearings as well as reductions in small, isolated stands situated in open land. On the other

hand, reforestation measures are evident in former small glades within large closed stands. A comparison of the relative coverage of individual age classes and groups of tree species as derived from forest maps produced quantifiable statements on developments such as the increase of old-age stands in the national park or a reduction of silver fir over the entire national park region. High-resolution analyses were undertaken in order to detect changes in the distribution of the various tree species, for example allowing a reconstruction of the developments leading to the currently very low occurrence of silver fir. Such analyses also pinpoint which tree species have replaced the traditional silver fir found in this area.

Results show that the intensification of forest management at the beginning of last century created stands which were little suited to the respective location. In the meantime, however, we can detect structural changes in terms of the composition of species and age classes towards a near-natural state.

A considerable benefit of such investigations is that generated data can be used to scrutinize the formulation of development goals as well as supporting the planning of forest maintenance and development.

Keywords: GIS, landscape change, historical old forests, Saxony

Zusammenfassung

Der Wald wird häufig als ein natürliches Landschaftselement wahrgenommen, das im Gegensatz zu anderen, anthropogen begründeten Flächennutzungsarten über sehr lange

Zeiträume besteht. Im Ergebnis einer seit Jahrhunderten andauernden Landnutzungsgeschichte hat sich aber auch der Wald in Mitteleuropa in seinem strukturellen Aufbau stark gewandelt.

Anhand historischer und aktueller Forsteinrichtungswerke sowie weiterer historischer topographischer Karten wurden diese Veränderungen für die vergangenen zwei Jahrhunderte am Beispiel der Nationalparkregion Sächsische Schweiz flächengenau untersucht.

Die wesentlichen Ziele der Studie bestanden darin, die Eignung der historischen Kartenwerke zur Forsteinrichtung für eine digitale Aufbereitung zu prüfen und den aus dieser Datenbasis ableitbaren Erkenntnisgewinn zu den strukturellen Veränderungen in den Wäldern zu ermitteln. Die Erkenntnisse wurden mit Ergebnissen zu räumlichen Veränderungen der Waldbedeckung in der Sächsischen Schweiz verknüpft.

Die Ergebnisse zeigen, dass auf der erstellten Datengrundlage räumlich-statistische Analysen zur Waldentwicklung möglich sind, insbesondere quantitative aber auch qualitative Aussagen zu den strukturellen Veränderungen sowie zum Wandel der Nutzungsstrukturen. Analysen auf Basis von historischen topographischen Karten zeigen, dass der Waldanteil von 1780 bis heute von 60 % auf 56 % nur wenig abnahm. Deutlich werden jedoch örtlich großflächige Abnahmen an den Rändern der Rodungsinselfen sowie eine Abnahme kleinerer Waldflächen des Offenlandes. Dem gegenüber stehen Zunahmen durch die Aufforstung offener Bereiche innerhalb großer geschlossener Waldbereiche. Aus dem Vergleich der berechneten Flächenanteile einzelner Altersklassen und Baumartengruppen aus den Forsteinrichtungskarten waren Entwicklungen wie die Zunahme der Altbestände im Bereich des Nationalparks Sächsische Schweiz oder die Abnahme der Weißtannenbestände in der Nationalparkregion quantitativ erfassbar. Für Erkenntnisse zu den Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung wurden flächengenaue Analysen durchgeführt, die es beispielsweise ermöglichen, die Entwicklung der gegenwärtig sehr geringen Verbreitung der Weißtanne zu rekonstruieren. Es sind auf dieser Grundlage genaue Aussagen möglich, welche Baumarten an die Stelle der historischen Vorkommen der Weißtanne getreten sind.

Die Ergebnisse belegen, dass die Intensivierung der Forstwirtschaft zu Beginn des letzten Jahrhunderts zu wenig standortgerechten Wäldern geführt hat. Mittlerweile zeigt sich eine deutliche Annäherung der Baumarten- und Alterszusammensetzung an einen naturnäheren Zustand.

Ein wesentlicher Wert solcher Untersuchungen liegt darin, dass die Zielformulierungen für Waldflächen anhand der generierten Informationen überprüft und die Pflege- und Entwicklungsplanung der Wälder unterstützt werden können.

Schlüsselwörter: GIS, Landschaftswandel, historisch alte Wälder, Sachsen

1 Einleitung

Die Einflussnahme des Menschen veränderte die natürliche Ausstattung, das Erscheinungsbild und die Funktionalität der Landschaft in Mitteleuropa in den vergangenen Jahrhunderten grundlegend. Die Analyse dieser Veränderungen in historischen Zeiträumen kann uns heute wichtige Rückschlüsse auf die möglichen ökologischen Folgen von Änderungen der Landnutzung geben. Sie ist damit eine wichtige Grundlage des Landmanagements. Für eine solche Analyse sind flächengenaue Rekonstruktionen des Landschaftszustandes, der räumlichen Anordnung und der strukturellen Zusammensetzung der Landschaftselemente für bestimmte Zeitpunkte erforderlich (BÜRGER-ARNDT 2012).

Die heutigen mitteleuropäischen Wälder sind Bestandteile einer vom Menschen geschaffenen und beeinflussten Kulturlandschaft. In ihrer Artenzusammensetzung sind sie geprägt vom Nutzwert der einzelnen Baumarten, so dominieren die Wirtschaftsbäume Buche, Eiche, Fichte und Kiefer (KÜSTER 2008). Naturnahe Waldökosysteme blieben nur dort erhalten, wo eine Inwertsetzung der Flächen aus klimatischer oder geologischer Sicht nicht lohnend erschien.

Eingebettet in eine großflächige Kulturlandschaft mit land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen, blieben Reste naturnaher Wälder beispielsweise in der Sächsischen Schweiz (Abb. 1) erhalten. Die heute als Nationalparkregion geschützte Landschaft unterlag dabei vor allem in den letzten beiden Jahrhunderten einem tief greifenden und nachhaltigen

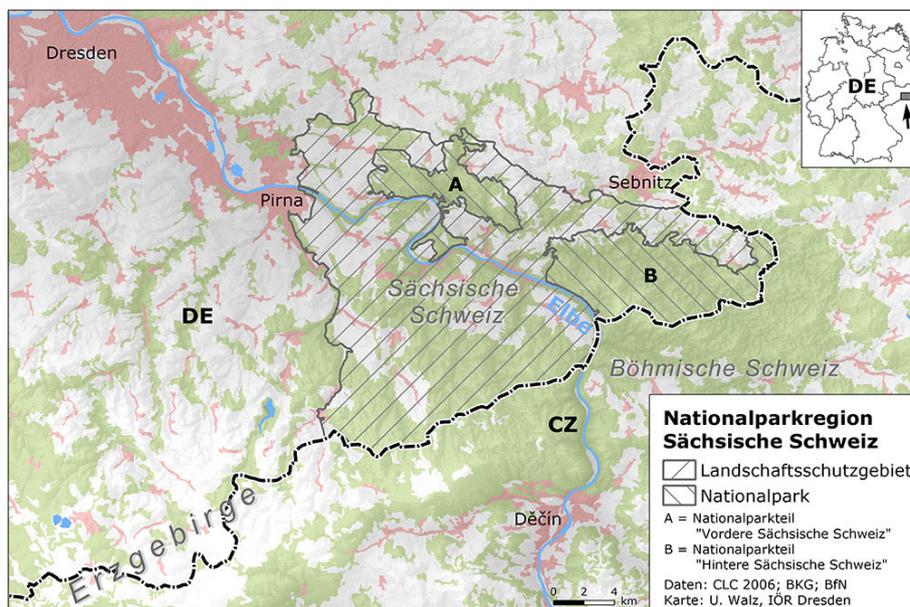


Abb. 1: Räumliche Einordnung der Sächsischen Schweiz und Zonierung der Nationalparkregion.

Fig. 1: Location of Saxon Switzerland and zoning of national park region.

Wandel. Die Entwicklung der Wälder ist in zahlreichen wald- und forstwirtschaftlichen Studien zur Sächsischen Schweiz gut dokumentiert (SCHMIDT et al. 1993, WAGNER 1994, TORKE 2006, RIEBE 2012). Aufgrund des Fehlens geeigneter Methoden zur Verarbeitung raum- und zeitbezogener Informationen waren flächen- und objektgenaue Aussagen zu den strukturellen Veränderungen der Wälder allerdings bislang nicht verfügbar. Historische Kartenwerke können die notwendigen Informationen dafür bereitstellen, da sie systematisch, flächendeckend und über längere Zeiträume erhoben wurden (WALZ & BERGER 2003). Sie bilden neben geeigneten Verfahren zur Datenverarbeitung die Grundlage für objektgenaue und lagetreue Aussagen zum Landschaftswandel und finden seit einigen Jahren ihre Verwendung im Landschaftsmonitoring (z. B. BENDER et al. 2005, JANSEN et al. 2009, SCHMIDT & MEYER 2006, WALZ 2008, BILL & WALTER 2011). Diese Methoden galt es auf die Erfassung der strukturellen Veränderungen von Wäldern anzupassen. Als Datengrundlage stand mit den historischen Karten zur Forsteinrichtung ein geeignetes Kartenwerk zur Verfügung, welches Aussagen zum Waldzustand zu unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten bereitstellte (SEILER 2011). Der Beitrag bezieht sich auf die Ergebnisse und die sich daraus ableitenden Aussagen zum Nutzungswandel, der in den vergangenen zwei Jahrhunderten geprägt war von intensiven Nutzungseingriffen, dem Wechsel verschiedener Waldbaustrategien, aber auch von frühzeitigen Schutzbemühungen zur Erhaltung einer für Europa einzigartigen Wald-Felslandschaft (WÄCHTER 2001).

Ziele der Untersuchung waren die:

- Überprüfung der Eignung von historischen Forsteinrichtungswerken für eine räumlich-statistische Auswertung und flächengenaue Analysen zu den eingetretenen Entwicklungen innerhalb der Wälder
- Aufbereitung einer digitalen Datenbasis für das zukünftige Management der Wälder im Rahmen der Pflege- und Entwicklungsplanung im Nationalpark und Landschaftsschutzgebiet
- Ableitung von Aussagen zum strukturellen Wandel der Wälder und eine vergleichende Betrachtung mit vorhandenen Ergebnissen zum Landschaftswandel in der Sächsischen Schweiz

2 Gebietscharakteristik und Datengrundlagen

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung umfasst die Wälder der heutigen Nationalparkregion Sächsische Schweiz, die sich im Südwesten des Freistaates Sachsen befindet und an die Tschechische Republik grenzt (Abb. 1). Die Nationalparkregion setzt sich aus dem Landschaftsschutzgebiet und den darin eingebetteten zwei voneinander getrennten Teilen des Nationalparks zusammen. Während das Landschaftsschutzgebiet auch offene Agrarlandschaft umfasst, ist der ausschließlich rechtselbisch gelegene Nationalpark hauptsächlich mit Waldbeständen bestockt (Abb. 1).

Die bestimmenden Landschaftseinheiten lassen sich als Felsreviere mit tiefgründigen Schluchten und steil aufragenden Felsnadeln, als flachwellige Ebenheiten und Plateaus und die sie überragenden Tafelberge charakterisieren. Aus der vielgestaltigen Morphologie resultierend variiert das Geländeklima standortbedingt sehr stark und führt zu einer klimatischen Kleingliederung der Vegetation, die in der höhenzonalen Umkehr der Waldgesellschaften gipfelt. Die submontanen bis montanen Charakter aufweisenden Wälder treten in den unteren Lagen der tiefen, feucht-kühlen Schluchten auf, während die trockenheits- und wärmeliebenden Kiefern-mischwälder auf den oberen Felspartien stocken (Abb. 2) (BERNHARDT 1988).

Auf Grund der naturräumlichen Gegebenheiten würden in einer potentiellen natürlichen Bestockung bodensaure artenarme Buchenmischwälder (*Luzulo-Fagetum*) dominieren (SCHMIDT et al. 2002). Den flächenmäßig größten Anteil würde mit 25,5 % die Waldgesellschaft des Heidelbeer-Eichen-Buchenwaldes einnehmen (Tab. 1). Auf den weniger stark zerklüfteten Sandsteinplateaus, deren Bodenbildung bezüglich des Nährstoffvorrates durch eine pleistozäne Staublehmdecke gegenüber den flachgründigen reinen Sandsteinverwitterungsdecken der Riffbereiche begünstigt ist (Abb. 2), würden von Natur aus Eichen-Buchenwälder stocken. Neben der dominierenden Rot-Buche gelten Trauben- und Stiel-Eiche sowie die Weißtanne als Hauptbaumarten in der natürlichen Waldvegetation. Auf den Felsriffbereichen bilden sich natürliche

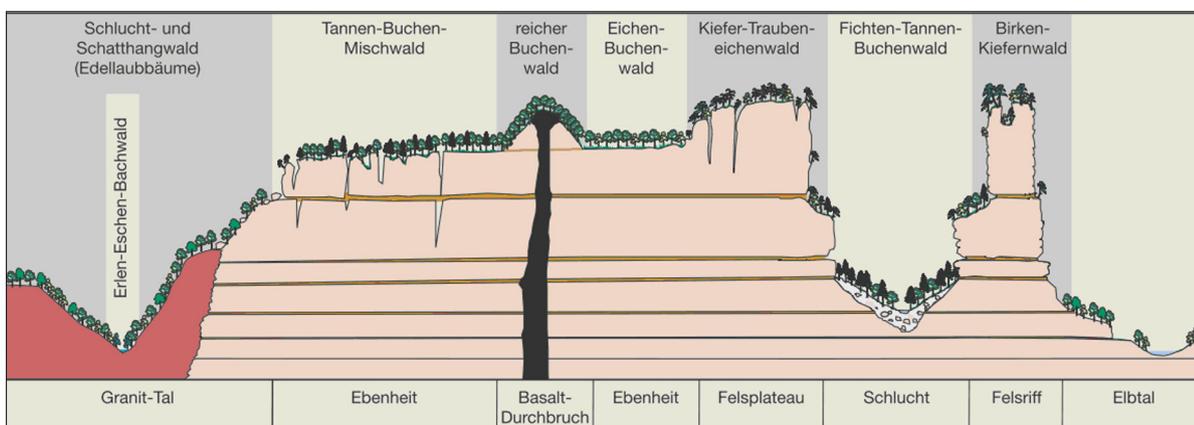


Abb. 2: Abfolge der natürlichen Waldgesellschaften im Geländeprofil (Quelle: Frank Richter, NATIONALPARK SÄCHSISCHE SCHWEIZ, 2005).

Fig. 2: Succession of natural forest communities shown in terrain profile (Source: Frank Richter, NATIONALPARK SÄCHSISCHE SCHWEIZ, 2005).

Waldgrenzstandorte heraus. Der Übergang von Felsheide zum Kiefern-Felswald (1,3 %) und Kiefern-Eichen-Mischwald (8,5 %) ist abhängig von der Gründigkeit der Böden. Als natürliche Waldgesellschaft der tiefen Schluchten tritt der Fichten-Tannen-Buchenwald (1,4 %) auf, in dem die Fichte ihr natürliches Verbreitungsareal hat.

Tab. 1: Übersicht der zehn am häufigsten auftretenden potentiell natürlichen Waldgesellschaften und ihre Flächenanteile in der Nationalparkregion (nach SCHMIDT et al. 2002).

Tab. 1: Overview of the ten most common potential natural forest communities and their areas as a percentage of the national park region (according to SCHMIDT et al. 2002).

Waldgesellschaften der pnV	Anteil in %
Heidelbeer-Eichen-Buchenwald	25,5
Submontaner Eichen-Buchenwald	20,0
(Hoch)kolliner Eichen-Buchenwald	18,9
Zittergrasseggen-Eichen-Buchenwald	9,8
Typischer Kiefern-Eichenwald	8,5
Typischer Hainbuchen-Traubeneichenwald	3,4
Typischer Hainmieren-Schwarzerlen-Bachwald	2,4
Pfeifengras-(Kiefern-)Birken-Stieleichenwald	1,7
Farn-(Fichten-Tannen-)Buchenwald	1,4
Kiefern-Felswald	1,3

Die heutigen Wälder nehmen etwa 56 % der Gesamtfläche der Nationalparkregion ein. Die Region besitzt zwei der wenigen verbliebenen zusammenhängenden Wälder mit einer Fläche über 50 km² in der Bundesrepublik Deutschland, die nicht durch lineare Infrastrukturen wie Straßen- und Bahntrassen zerschnitten werden (WALZ et al. 2013). Die großflächigen Wälder bestehen zudem seit mehreren Jahrhunderten kontinuierlich und sind einerseits geprägt von intensiven, aber auch extensiven Nutzungsformen. Auf Grund der langen Lebensraumkonstanz und den verschiedenen menschlichen Nutzungseingriffen besitzen solche historisch alten Wälder eine große Bedeutung für den Artenschutz (WULF & KELM 1994). Da sich das Waldgebiet in der Böhmisches Schweiz der benachbarten Tschechischen Republik und entlang des Erzgebirges beiderseits der Staatsgrenzen fortsetzt (Abb. 1), besitzt die Region auch eine wesentliche Bedeutung für den überregionalen, großräumigen Biotopverbund (RECK et al. 2005).

Die gegenwärtige Zusammensetzung der Baumarten in der Sächsischen Schweiz wird entsprechend den Angaben im Walddatenspeicher Sachsen von Fichte (*Picea abies*) mit einem Anteil von 47 % und Kiefer (*Pinus sylvestris*) mit 22,5 % dominiert. Es treten zudem gebietsfremde Baumarten wie Europäische Lärche (*Larix decidua*), Douglasie (*Pseudotsuga spec.*) und Rot-Eiche (*Quercus rubra*) auf. Die Laubbauarten, wie Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) (6,9 %), Gemeine Birke (*Betula pendula*) (5,0 %) und Trauben- und Stiel-Eiche (*Quercus petraea*, *Quercus robur*) (1,8 und 1,2 %) sind in der aktuellen Zusammensetzung der Wälder unterrepräsentiert.

Die Vorkommen der Weißtanne (*Abies alba*), einer der wichtigsten Baumarten in der natürlichen Waldvegetation, beschränken sich auf wenige Einzelvorkommen.

2.2 Inanspruchnahme der Waldressourcen (Kulturlandschaftswandel)

Während die Wälder in anderen Teilen von Sachsen schon deutlich früher für Ackerland und Siedlungen gerodet oder intensiv genutzt wurden, beispielsweise für den Bergbau im Erzgebirge, wurden die Wälder in der Sächsischen Schweiz bis ins 16. Jahrhundert nur partiell genutzt (RIEBE 2012, S. 25). Nach der slawischen Besiedelung (zwischen 600–1100 n. Chr.) mit kleinen Fischerdörfern und einer weitmaschigen Streuung kleiner weilerartiger Dörfer auf den Lehmdrecken der Hochflächen, verringerte sich ab dem 12./13. Jahrhundert die Waldfläche durch die bäuerliche Landnahme deutscher Siedler. Es entstanden große Rodungslücken insbesondere auf den für Ackerbau geeigneten Hochflächen (VOGEL 1957, S. 9 f.). Innerhalb der heutigen Nationalparkregion ist allerdings zwischen den links- und rechtselbischen Wäldern zu unterscheiden. Während vor allem linkselbisch ein ständig starker Holzbedarf durch die Hütten und Hämmer der Eisenverarbeitung insbesondere am westlichen Rand zum Osterzgebirge (Abb. 1) bereits vor dem 16. Jahrhundert bestand und eine starke Beanspruchung durch Hutungen hinzukam, wiesen die Wälder auf der anderen Elbseite (dem heutigen Nationalpark) im 16. Jahrhundert noch eine weitgehend naturnahe Mischbestockung von Buche, Tanne, Eiche und Kiefer auf (RIEBE 2012, S. 25; TORKE 2006). Dieser Zustand blieb in der hinteren Sächsischen Schweiz, die aufgrund ihrer Geländemorphologie schwer zugänglich war, am längsten erhalten. Die rechtselbischen Bereiche der vorderen Sächsischen Schweiz und die elbnahen Gebiete sowie entlang der Kirnitzsch (Floßreviere) waren zur Mitte des 16. Jahrhunderts bereits stark beansprucht (RIEBE 2012).

Der Aufbau erster forstlicher Verwaltungsstrukturen in der Sächsischen Schweiz fällt in die Zeit der ersten Landesaufnahme des Kurstaates Sachsen (1586–1607) durch Matthias Oeder (1. Sächsische Forstordnung 1560 und deren Umsetzung in der Neuen Holzordnung des Amtes Hohnstein 1591, TORKE 2006). Es entstanden erstmals umfassende Darstellungen des kurfürstlichen Waldbesitzes. Sie dienen als Grundlage für die Abgrenzung der Waldflächen nach Besitzstand und Nutzungsrechten (Amts-, Gemeinde- und Bauernwald), aber auch für die Einteilung in Forstreviere. Für die Bewirtschaftung der Waldflächen wurde ein System aus Wegen und Schneisen etabliert.

Vielfältige, teilweise sehr intensive Nutzungen der Wälder der Sächsischen Schweiz lassen sich auch aus historischen Kartenwerken des 18. Jahrhunderts ablesen (WALZ & SCHUMACHER 2011). So zeigen die Sächsischen Meilenblätter um 1790 sehr genau die Einrichtungen der Waldnutzung, beispielsweise für die Jagd (Vogelfallen, Salzleckstellen). Für den Zustand der Wälder jedoch bedeutender sind Pech- bzw. Teeröfen, Kalk- und Ziegelhütten sowie Eisenhütten, die allesamt auf einen hohen Brennholzbedarf hinweisen. Einrichtungen der Flößerei zeugen indirekt von einer Holzentnahme, insbesondere für den Bau- und Brennholzbedarf der nahen Residenzstadt Dresden.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts sind die Wälder nutzungsbedingt stark überprägt. Unter Heinrich Cotta erfolgte in Sachsen ab 1820 ein Waldumbau mit dem Ziel „geschlossener und ertragreicher Bestände durch planmäßige Verjüngungs-

maßnahmen“ sowie der „Einführung einer systematischen Bestandserziehung und -pflege“ (THOMASIIUS 2001a, S. 10). Die Einführung der geregelten Forstwirtschaft führte zu einem Umdenken hin zur dauerhaften, gewinnorientierten Bewirtschaftung der Wälder. Die Holzentnahme orientierte sich nunmehr an der Leistungsfähigkeit des Waldes, die es zu kontrollieren und zu optimieren galt („Bodenreinertragslehre“). Diese auf eine Maximierung des ökonomischen Ertrages gerichtete Wirtschaftsweise entsprach der damaligen Forstpolitik in Deutschland und Europa. Sie führte zur Etablierung und weiten Verbreitung gleichaltriger Bestände, die meistens dominiert wurden von Nadelbaumarten wie der Fichte oder der Kiefer (AGNOLETTI 2006, S. 384). Als Voraussetzung für die Leistungsbeurteilung waren eine Analyse der realen Zustände und deren vollzogene Entwicklung von grundlegender Bedeutung. Dazu wurden bis 1820 alle Staatswaldungen in Sachsen neu vermessen und eingerichtet. So erschienen die ersten Forsteinrichtungskarten im Gebiet zwischen 1812 und 1817. Es fand in den folgenden Jahren zwischen 1832 und 1934 regelmäßig alle 10 bis 12 Jahre eine Forsteinrichtung zur Erfassung und Kontrolle der Waldflächen statt (RIEBE 2012).

Die intensiven Nutzungseingriffe beschränkten sich nicht nur auf die Wälder und ihre Ressourcen. Zum Ende des 19. Jahrhunderts hatte sich die wirtschaftliche Gewinnung von Sandstein entlang des Elbtals drastisch verstärkt, so existierten 1873 mehr als 300 Steinbrüche (KUTSCHKE 2000, WÄCHTER 2001). Mit der zunehmenden wirtschaftlichen aber auch touristischen Nutzung gingen die Bestrebungen um einen Schutz der Landschaft einher. Die Bemühungen erfuhren frühzeitig auch Unterstützung seitens der Forstwirtschaft, so wurden Waldflächen auf Grund von Erosionsgefahr oder zur Erhaltung des Landschaftsbildes plenterartig bewirtschaftet (WÄCHTER 2001). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde der Wald nicht mehr nur als Produktionsstätte und Kapitalanlage wahrgenommen (THOMASIIUS 2001b, S. 6). Die Erfüllung von Schutz-, Erholungs- und andere vielfältige Landschaftsfunktionen fand zunehmend Beachtung.

Der Schutz der Gesamtlandschaft wurde 1956 mit der Errichtung des Landschaftsschutzgebietes erreicht, mit dem vorrangigen Ziel, die naturräumlichen Besonderheiten zu erhalten und das Gebiet zur Tourismusregion zu entwickeln.

Die darin eingebetteten Naturschutzgebiete bilden heute die naturnahen Kernbereiche des 1990 eingerichteten Nationalparks Sächsische Schweiz. Dieser kann auf Grund seiner Nutzungsgeschichte als „Naturentwicklungsgebiet“ verstanden werden, in dem die ehemals bewirtschafteten Wälder schrittweise aus ihrer Nutzung genommen werden (RIEBE 2012, S. 50). Der Nationalpark und das ihn umgebende Landschaftsschutzgebiet bilden zusammen die Nationalparkregion Sächsische Schweiz.

Im Verlauf von etwa 200 Jahren haben sich die Anforderungen an den Wald von einer ausschließlichen Nutzung seiner natürlichen Ressourcen hin zur Inanspruchnahme sehr vielfältiger Landschaftsfunktionen gewandelt. Der Wald ist heute Nutz-, Schutz- und Erholungswald und hat dabei sehr unterschiedliche Anforderungen zu erfüllen.

2.3 Datengrundlagen und Aufbereitung

Für die Rekonstruktion der Waldentwicklung wurden die erhalten gebliebenen Karten der Forsteinrichtung verwendet. Die Verfügbarkeit und der Zustand der historischen Dokumente war für alle Jahrgänge der Forsteinrichtung von 1812 bis 1934 sehr gut (SEILER et al. 2013). Aus den kartographischen Darstellungen können Informationen zum Waldbestand (Baumart, Alter, Flächengröße), zur forstorganisatorischen Einteilung (Revier, Abteilung) und zur Bewirtschaftung der Flächen zu einem bestimmten Zeitpunkt gewonnen werden (Abb. 3). Für eine zeitliche und inhaltliche Gegenüberstellung mit den aktuellen Daten zur Forsteinrichtung war eine digitale Aufbereitung erforderlich. Basierend auf den Verfahren aus dem Bereich des Landschaftsmonitorings erfolgte eine Georeferenzierung, Mosaikierung und Generierung der Karten in einem Geographischen Informationssystem (GIS) (WALZ & BERGER 2003, UEBERFUHR & MIETHKE 2003, MIETHKE & UEBERFUHR 2010).

In die erarbeitete Datenbasis ist die aktuelle Waldfläche der Nationalparkregion Sächsische Schweiz vollständig eingegangen. Für den aktuellen Zeitschnitt standen dazu Daten aus dem Forstjahr 2009 zur Verfügung. Aus der Forstgrundkarte und den entsprechenden Sachdaten der Walddatenbank Sachsen wurde ein Vektordatensatz als Basis für die weitere Auswertung generiert.

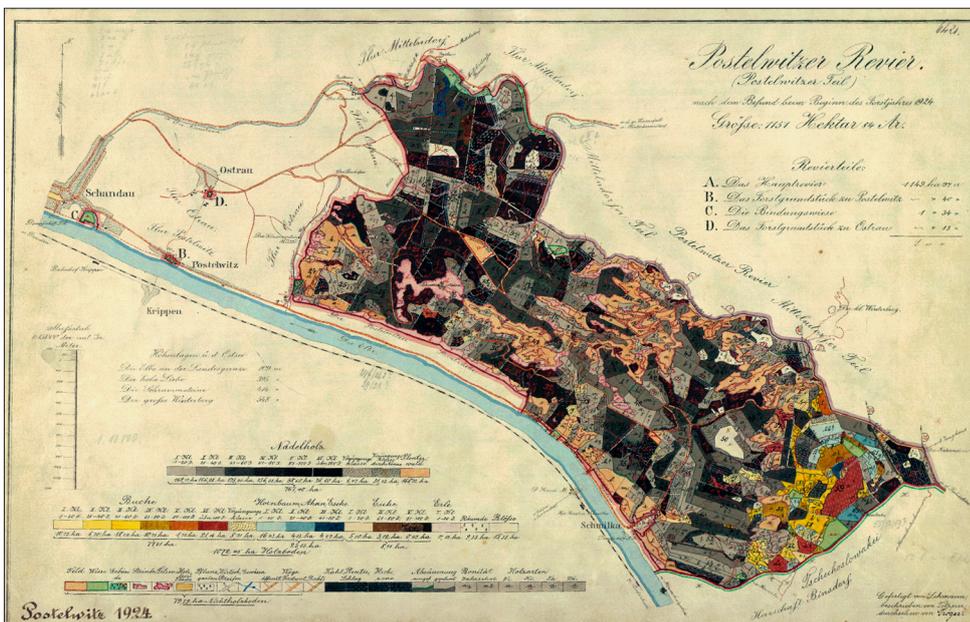


Abb. 3: Forstbestandskarte, Revier Postelwitz 1924 (verkleinerte Darstellung; Quelle: Hauptstaatsarchiv Dresden, Signatur: 10859 Forsteinrichtungsamt, Reihe B, Mappe 19).

Fig. 3: Forest map from 1924 showing stands in the district of Postelwitz (reduced format; source: Hauptstaatsarchiv Dresden, signature: 10859 Forsteinrichtungsamt, series B, folder 19).

In den historischen Zeitschnitten beschränkte sich die Erfassung auf die Staatswälder, die im Besitz des Königreiches Sachsen (1806–1918) und dem späteren Land Sachsen waren. Privatwälder, zu denen die Rittergutswaldungen und Bauernwälder zählten, wurden bei den Landesaufnahmen und den Forsteinrichtungen nicht berücksichtigt (STAMS 2010).

Für die Erfassung der Kartenangaben im GIS wurden die Zeitschnitte 1836/44 und 1924 ausgewählt, um möglichst ähnlich große Zeitabstände zwischen den Erhebungszeitpunkten zu gewährleisten. Ausgehend vom aktuellen Zeitschnitt wurden die Karteninhalte zeitlich rückwärts im GIS editiert, d. h. es werden nur die tatsächlich erfolgten Veränderungen zum nächst zurückliegenden Zeitschnitt inhaltlich und geometrisch im digitalen Datensatz angepasst. Dadurch ist die Passgenauigkeit der drei Zeitschnitte gewährleistet (WALZ & NEUBERT 2002). Der Bearbeitungsaufwand beim Editieren wird daher von den inhaltlichen und räumlichen Veränderungen zwischen den einzelnen Erhebungszeitpunkten bestimmt. Bei der Erfassung der historischen Flächeninformationen wurden zunächst alle Angaben zu Altersklasse und Baumarten aus den Karten übernommen. Für vergleichende Untersuchungen der aktuellen und historischen Daten wurde im nächsten Schritt eine einheitliche Legende erarbeitet, die es erlaubt, die unterschiedlich stark differenzierten Angaben der verschiedenen Zeitschnitte zu vergleichen (Tab. 2). Die sehr detaillierten Angaben zum Alter eines Bestandes und zur bestandsbildenden Baumart wurden zu Baumartengruppen (Zeitschnitt 1924) bzw. zu Nutzholzgruppen im Zeitschnitt 1836/44 zusammengefasst. Die Angaben des Alters sind im ältesten Zeitschnitt 1836/44 als Nutzungsperioden angegeben und wurden in die Altersklassen I bis V überführt, die

Klasse I entspricht 1 – 20 jährigen Beständen, die Klasse II 21 – 40 jährigen Beständen usw. In der Klasse V (Altbestand) werden die Bestände 81 Jahre und älter zusammengefasst.

Für die räumliche Veränderung der Waldflächen insgesamt wurden weitere historische Karten ausgewertet, die in Sachsen ab etwa 1780 mit den Sächsischen Meilenblättern in genügender Detailgenauigkeit vorliegen. Zusammen mit den in der Folge ab 1900 erschienenen Messtischblättern bis hin zu den neueren digitalen Daten der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (BTLNK) sowie den aktuellen Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) der Landesvermessungsverwaltung, sind geeignete mittelmaßstäbige Informationen zur Landnutzung über einen Zeitraum von ca. 200 Jahren vorhanden (vgl. LANDESMESSTINGSAMT SACHSEN 2006: 116–36; WITSCHAS 2002). Die einzelnen Kartenwerke unterscheiden sich entsprechend der jeweiligen zeitgenössischen technischen Möglichkeiten und Bedürfnisse in Aufnahmeverfahren, Genauigkeit und Inhalt. Eine Untersuchung der enthaltenen Flächeninformationen in aktuellen und historischen Karten auf Übereinstimmung bzw. Vergleichbarkeit und die Erarbeitung einer einheitlichen Legende war daher Grundlage für die Auswertung. Die digitale Aufbereitung und Analyse von Flächennutzungsdaten erfolgte für fünf Zeitschnitte (jeweils um 1780, 1900, 1940, 1992, 2010). Als aktuelle Datenbasis kam das ATKIS-Basis-DLM zur Anwendung (Sachsen: Stand 2010; Maßstab 1:25.000), die durch Elemente der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (Stand 2008; Maßstab 1:10.000) ergänzt wurden (Felsflächen, Hecken, Baumreihen etc.) (TRÖGER 2006, NEUBERT et al. 2008, WALZ et al. 2008).

Tab. 2: Baumartenschlüssel – Zusammenfassung der bestandsbildenden Baumarten zur vergleichenden Gegenüberstellung.

Tab. 2: Key of tree species – summary of stand-forming tree species for the purpose of comparison.

2009	1924	1842
GFI (<i>Picea abies</i>), OFI (<i>Picea omorika</i>), PFI (<i>Picea pungens</i>)	FI (<i>Picea spec.</i>)	NDH (Nadelholz)
GKI (<i>Pinus sylvestris</i>), WKI (<i>Pinus strobus</i>)	KI (<i>Pinus spec.</i>)	
ELA (<i>Larix decidua</i>), JLA (<i>Larix kaempferi</i>)	LA (<i>Larix spec.</i>)	
WTA (<i>Abies alba</i>), KTA (<i>Abies grandis</i>)	TA (<i>Abies spec.</i>)	
DGL (<i>Pseudotsuga spec.</i>)	DGL (<i>Pseudotsuga spec.</i>)	
RBU (<i>Fagus sylvatica</i>)	RBU (<i>Fagus sylvatica</i>)	RBU (<i>Fagus sylvatica</i>)
SEI (<i>Quercus robur</i>), TEI (<i>Quercus petraea</i>), REI (<i>Quercus rubra</i>)	EI (<i>Quercus spec.</i>)	EI (<i>Quercus spec.</i>)
RER (<i>Alnus glutinosa</i>), WER (<i>Alnus incana</i>)	ER (<i>Alnus spec.</i>)	ER (<i>Alnus spec.</i>)
GBI (<i>Betula pendula</i>)	GBI (<i>Betula pendula</i>)	GBI (<i>Betula pendula</i>)

3 Ergebnisse

3.1 Veränderungen der Waldflächen

Betrachtet man die Veränderung des Waldanteils in der Nationalparkregion insgesamt, so fällt auf, dass diese in den letzten Jahrhunderten nur geringfügig abnahmen, nämlich von ca. 60 % um 1790 auf die bereits genannten 56 % heute (Abb. 4). Allerdings fällt auch auf, dass kleinere Waldflächen innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Bereiche stark abgenommen haben, bzw. ganz verschwunden sind. Die strukturelle Anordnung der Waldflächen hat sich also erheblich verändert. Außerdem haben gerade in den Randbereichen der landwirtschaftlich genutzten Freiräume um die Siedlungen erhebliche Rodungen stattgefunden.

Gründe dafür sind u. a. in den Agrarreformen in den 30er Jahren des 19. Jahrhunderts in Sachsen zu finden, die zur Aufhebung der Gemeinheiten führten. Diese bestanden meist aus Wald und Weide und konnten auch von Teilhufnern, Gärtnern und Häuslern genutzt und beweidet werden. In den Altsiedelgebieten von Sachsen führte dies zu erheblichen Rodungen des Bauernwaldes und Umwandlung in Ackerland. In den Waldhufendörfern der Sächsischen Schweiz wirkte sich dieser Prozess jedoch später und in geringerem Umfang aus (BENEDICT 1965). Wesentliche Änderungen der Struktur des Offenlandes und der Wegfall von Gehölzen und kleineren Wäldern erfolgten dann wieder mit der sozialistischen Kollektivierung in den 50/60er Jahren des letzten Jahrhunderts (WALZ 2008).

3.2 Flächengenaue Ermittlung der Bestandesentwicklung

In der flächengenauen Ermittlung der Alters- und Baumartenzusammensetzung und der Ableitung von Veränderungen über einen Zeitraum von fast zwei Jahrhunderten wird die Entwicklung der Waldbestände sowie der Wandel in der Inanspruchnahme durch den Menschen quantifizierbar und qualitativ fassbar.

Die Waldfläche wurde im Zuge der geregelten Forstwirtschaft in Bewirtschaftungseinheiten (Bestandsflächen) gegliedert und erfuhr tiefgreifende strukturelle Veränderungen. Aus der Lage, der Form und der Größe dieser einzelnen Waldbestände und den Veränderungen zwischen den Zeitschnitten können Aussagen zur Intensität der Bewirtschaftung und den Änderungen in den Waldbaustrategien abgeleitet werden (Tab. 3 und Abb. 5). Die aus Tabelle 3 ersichtliche Zunahme der Waldflächen beruht darauf, dass sich die Erfassung der historischen Zeitschnitte auf die Staatswälder beschränkt (s. o.). Die Bauern- und Privatwälder (Klöster und Rittergüter)

Tab. 3: Gegenüberstellung von Waldfläche, Anzahl der generierten Datensätze und Größe der Bestandsfläche in der Zeitreihe von 1836/44–1924–2009.

Tab. 3: Comparison of forest area, number of generated data sets and size of stands for the years 1836/44–1924–2009.

Zeitschnitt	Waldfläche (in km ²)	Anzahl der Bestandsflächen	Durchschnittliche Größe der Bestandsfläche (in ha)
1836/44	164,3	7.602	2,2
1924	183,0	14.666	1,3
2009	237,1	13.861	1,7

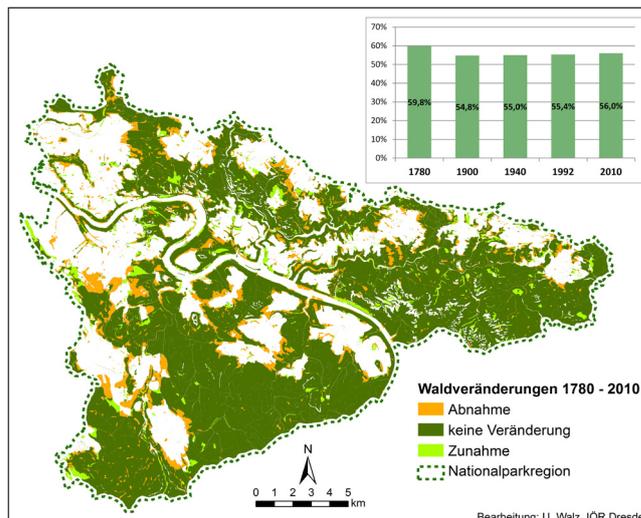


Abb. 4: Veränderung der Waldbedeckung in der heutigen Nationalparkregion (Datengrundlagen: Sächsische Meilenblätter, Messtischblätter, BTLNK: Biotoptypen- und Landnutzungskartierung und ATKIS: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, siehe Kap. 2.3).

Fig. 4: Changes of forest coverage in the current national park region (sources: Saxon mile sheets, German ordnance maps, BTLNK: land use and biotope type maps and ATKIS: official topographic-cartographic information system, see chapter 2.3).

der damaligen Zeit konnten nicht berücksichtigt werden, da kein entsprechendes Kartenmaterial zur Verfügung stand (vgl. Kap. 2.3). Durch Zukauf u. ä. vergrößerte sich die Fläche der Staatswälder im Laufe der Zeit.

In Abbildung 5 sind anhand der verschiedenen Altersklassen die Bestandsflächen in ihrer Lage, Form und Abgrenzung dargestellt. Das zur Bewirtschaftung etablierte Wegenetz ist bereits auf den Meilenblättern von 1780 enthalten und im ältesten Zeitschnitt 1836/44 gut erkennbar (Abb. 5). Bei der Abgrenzung der Bestandsflächen sind zu diesem Zeitpunkt die lokalen und naturräumlichen Gegebenheiten noch entsprechend berücksichtigt. Die Anzahl der Bestandsflächen und damit die innere Differenzierung der Waldflächen hat 1924 gegenüber 1836/44 deutlich zugenommen (Tab. 3). Die streifenförmige Anordnung der Bestände orientiert sich zu diesem Zeitpunkt vorrangig an der Bewirtschaftung und den technischen Möglichkeiten zum Abtransport des geschlagenen Holzes. Im Zuge des mechanistischen Waldumbaus zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde die vom Naturraum

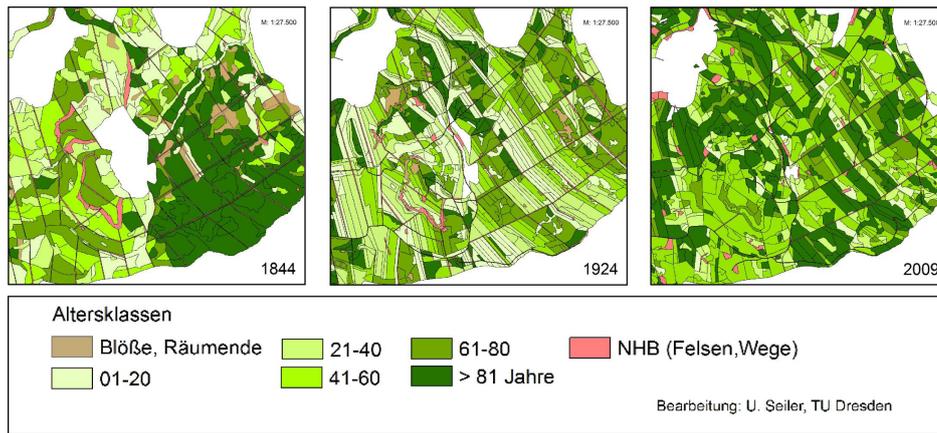


Abb. 5: Lage, Form und Größe der Waldbestände in der Zeitreihe 1836/44–1924–2009 (Datengrundlagen: Forstbestandskarte zur königlichen Gemeindeforeste Reinhardttsdorf-Schöna 1836, Forstbestandskarte Revier Reinhardttsdorf 1844, Forstbestandskarte Revier Reinhardttsdorf 1924 [Hauptstaatsarchiv Dresden, Signatur: 10859 Forsteinrichtungsamt, Reihe B, Mappe 23], Daten der Forsteinrichtung 2009 [Walddatenspeicher Sachsen]).

Fig. 5: Location, shape and size of stands for the years 1836/44–1924–2009 (sources: forest map royal communal forest Reinhardttsdorf-Schöna 1836, forest map district Reinhardttsdorf 1844, forest map district Reinhardttsdorf 1924 [Central State Archive Dresden, signature: 10859 Forsteinrichtungsamt, serie B, folder 23], forest management data from 2009 [Walddatenspeicher Sachsen]).

beeinflusste räumliche Ordnung der Wälder durch eine nach Windrichtung orientierte Raum- und Zeitordnung überprägt. Die forstliche Infrastruktur war 1924 voll entwickelt und ermöglichte eine intensive Durchforstung der Bestände bei gleichzeitig exakter Kontrolle der Wertentwicklung gemäß den Zielen der Sächsischen Reinertrags- und Bestandeswirtschaft (THOMASIU 2001a). Die ökologischen Folgen dieser naturfremden Bewirtschaftungspraxis, die weder die Stabilität der Wälder noch die unterschiedlichen Standortbedingungen berücksichtigte, sind 1924 ebenfalls deutlich sichtbar (Kap. 2.2). Auch Auswirkungen auf die Flora, wie Rückgang oder Aussterben entsprechender Arten durch diese intensiven forstbaulichen Maßnahmen, konnten gezeigt werden (WALZ & MÜLLER 2009).

In Folge der Waldschäden durch abiotische (Sturm-, Windbruch, Feuer) und biotische Stressoren (Insektenkatastrophen) wurde nach dem 1. Weltkrieg eine neue, ökologisch orientierte Waldbauweise eingeschlagen, die auch ökologisch-standörtliche Bedingungen berücksichtigt (THOMASIU 2001b, S. 69; RIEBE 2012, S. 30f.; AGNOLETTI 2006, S. 384). In den aktuellen Daten hat die durchschnittliche Flächengröße der Bestände wieder zugenommen. Die Abgrenzung der Flächen orientiert sich heute an sichtbaren Bestockungsunterschieden, die bestimmt werden vom Baumartenanteil, dem Alter, dem Bestandsschluss und der Vorratshaltung. Dabei fließen Vorschläge aus der Waldfunktionen- und Waldbiotopkartierung mit ein (SBS 2010). So werden auf Grund der naturnäheren Bewirtschaftung die Differenzen in der Vertikalstruktur und der damit verbundenen Alters- und Artendurchmischung mittelfristig zunehmen. Auch bei der Abgrenzung der Bestände werden die standörtlichen Bedingungen in Verbindung mit waldbaulichen Erwägungen in Zukunft wieder stärker Berücksichtigung finden, spätestens dann, wenn die Bestockungsunterschiede keine klar erkennbaren Grenzen mehr bilden (SBS 2010).

3.3 Raum-zeitliche Analysen der Baumartenzusammensetzung

Für die Beurteilung des Nutzungswandels liefern flächengenaue Analysen zu den räumlichen und inhaltlichen Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung wichtige Erkenntnisse, die viel konkreter die eingetretenen Veränderungen widerspiegeln als die alleinige Angabe von zeitschnittbezogenen Flächenanteilen. Sie ermöglichen qualitative Aussagen darüber, wo und wie sich die Struktur der Wälder auf der Betrachtungsebene der bestandsbildenden Baumarten verändert hat.

In der räumlichen Analyse wurden die historischen Zeitschnitte mit den aktuellen Daten basierend auf dem erarbeiteten Baumartenschlüssel (Tab. 2) miteinander verglichen. Im Zeitschnitt 1836/44 waren lediglich Nutzholzgruppen erfasst, so dass sich in diesem Fall die Analyse auf die zeitschnittbezogene Gegenüberstellung der Flächenanteile von Laubholz- und Nadelholzarten beschränkt. Im aktuellen Zeitschnitt aus dem Jahr 2009 hat der Anteil der Nadelholzarten auf 75,7 % deutlich zugunsten des Laubholzanteils mit 16,2 % abgenommen. In den historischen Zeitschnitten lag dieser Anteil nur bei 1,9 % für 1924 und 1,3 % für 1836/44. Die Nadelholzarten nahmen einen deutlich größeren Flächenanteil ein, 1924 lag dieser Anteil bei 85,8 % und 1836/44 bei 86,4 %. In dieser Betrachtung nicht berücksichtigt ist der Anteil des historischen Plenterwaldes, der 1924 3,0 % und 1836/44 3,9 % der Waldflächen einnahm und vorrangig mit Kiefer, Fichte und Birke bestockt war.

In die Berechnungen für den Zeitschnitt 1924 konnten differenzierte Angaben zur bestandsbildenden Baumart eingehen. Das Ergebnis der räumlichen Analyse zeigt, dass sich in der Nationalparkregion zwischen 1924 und 2009 auf 44,1 % der heutigen Waldfläche die bestandsbildende Baumart verändert hat. Es traten bei den Veränderungen keine lokalen Schwerpunkte auf (Abb. 6). Die Analysen zu den spezifischen Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung ergaben, dass 43,6 % der Fichtenbestände zwar unverändert blieben (LSG: 41,1 %, NP: 46,9 %), aber die Fichte dennoch die Baumart mit dem größten Verlust an

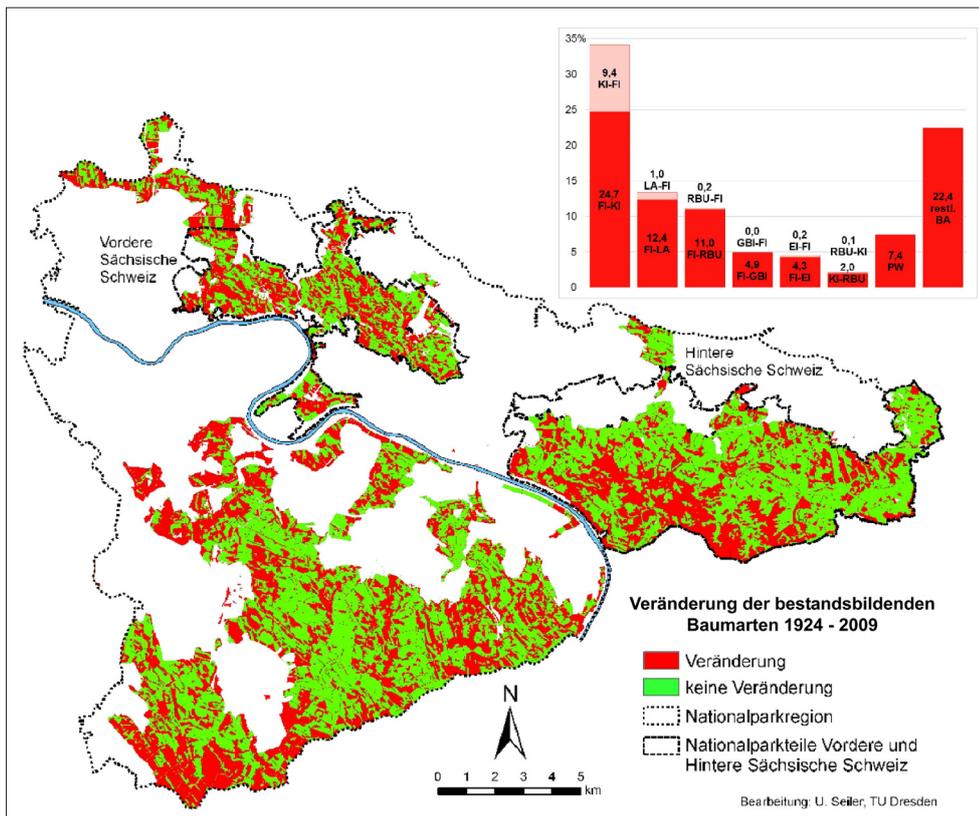


Abb. 6: Räumliche Veränderungsanalyse der bestandsbildenden Baumarten 1924 und 2009 in der Nationalparkregion Sächsische Schweiz, Diagramm bezogen auf Flächen mit Veränderungen, Abkürzungen siehe Tab. 2, PW – Plenterwald, restl. BA – restliche Baumarten (Datengrundlagen: Forstbestandskarten der Forstreviere 1924 [Hauptstaatsarchiv Dresden, Signatur: 10859 Forsteinrichtungsamt, Reihe B, Mappen 19, 21, 23 25], Daten der Forsteinrichtung 2009 [Walddatenspeicher Sachsen]).

Fig. 6: Spatial analysis of changes in stand-forming tree species 1924 and 2009 in the national park region Saxon Switzerland, diagram relates to area of change, abbreviations see Table 2, PW – Plenterwald, restl. BA – remaining tree species (sources: maps of forest districts 1924 [Central State Archive Dresden, signature: 10859 Forsteinrichtungsamt, serie B, folders 19, 21, 23 25], forest management data from 2009 [Walldatenspeicher Sachsen]).

Bestandsfläche ist (vgl. Diagramm in Abb. 6). Am häufigsten wurde die Fichte durch Kiefer (24,7 %) und Lärche (12,4 %) ersetzt. Die bereits oben beschriebene Zunahme des Laubholzanteils ist vorwiegend zurückzuführen auf den Wechsel der bestandsbildenden Baumarten von Fichte zu Rot-Buche auf immerhin 11,0 % der Waldflächen mit Veränderung, von Fichte zu Gemeine Birke (4,9 %) und von Fichte zu Eichen (4,3 %). Die Kiefer wurde auf 9,4 % der veränderten Waldfläche durch Fichte und auf 2,0 % durch Rot-Buche ersetzt. Im Fall des Plenterwaldes kann nicht zwangsläufig von einer Veränderung in der Baumartenzusammensetzung ausgegangen werden. Dagegen ist der Verlust der Tannenbestände von 1924 Bestandteil dieser veränderten Waldflächen. Die Weißtanne, als eine der wichtigsten natürlichen Baumarten in der Sächsischen Schweiz, nahm bereits 1924 nur noch einen geringen Flächenanteil von knapp 23 ha ein. Diese Flächen werden gegenwärtig von den unmittelbaren Standortkonkurrenten der Tanne, nämlich der Fichte (18,1 ha) und der Rot-Buche (2,3 ha) dominiert.

3.4 Statistische Auswertung – Bilanz der Altersstruktur

Im visuellen Vergleich werden Veränderungen zwischen den einzelnen Erhebungszeitpunkten sichtbar, die anhand der Berechnung von Flächenanteilen mit konkreten Zahlen belegt werden können (Abb. 7). Die eingetretenen Veränderungen

sind so exakt quantifizierbar und lassen sich in ihrem Umfang zeitlich und räumlich einordnen.

Die Berechnung der Flächenanteile der Altersklassen erfolgte getrennt für den Bereich des heutigen Nationalparks, in dem die Entwicklung zum Naturwald begonnen hat, und für das ihn umgebende Landschaftsschutzgebiet mit großflächigen Wirtschaftswäldern. Die berechneten Flächenanteile der historischen Zeitschnitte beziehen sich auf den Holzbodenanteil des aktuellen Zeitschnittes. Dieser Anteil hat sich ebenso wie der Anteil des Nichtholzbodens verändert. Während der Anteil des Nichtholzbodens an der Waldfläche sank (1836/44: 4,7 %, 1924: 5,9 %, 2009: 2,6 %), nahm die mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche (Holzboden) zu (siehe Abb. 7).

Anhand des zeitschnittbezogenen Vergleiches wird die deutliche Verschiebung der Altersklassenzusammensetzung in den Wäldern sowohl im Landschaftsschutzgebiet, aber vor allem im Nationalpark ersichtlich. Ein Ergebnis ist, dass sich aktuell der Wald im Bereich des Nationalparks wieder zu einem naturnäheren Zustand entwickelt. So liegt der Anteil dieses Altbestandes (Altersklasse V) aktuell bei 56,9 % und im Landschaftsschutzgebiet bei 37 %. Die Baumarten können im Bereich des Nationalparks zunehmend wieder ihr natürliches Höchstalter erreichen. Beim Vergleich mit den historischen Zeitschnitten ist allerdings zu beachten, dass der Plenterwaldanteil heute im Nationalpark zu den

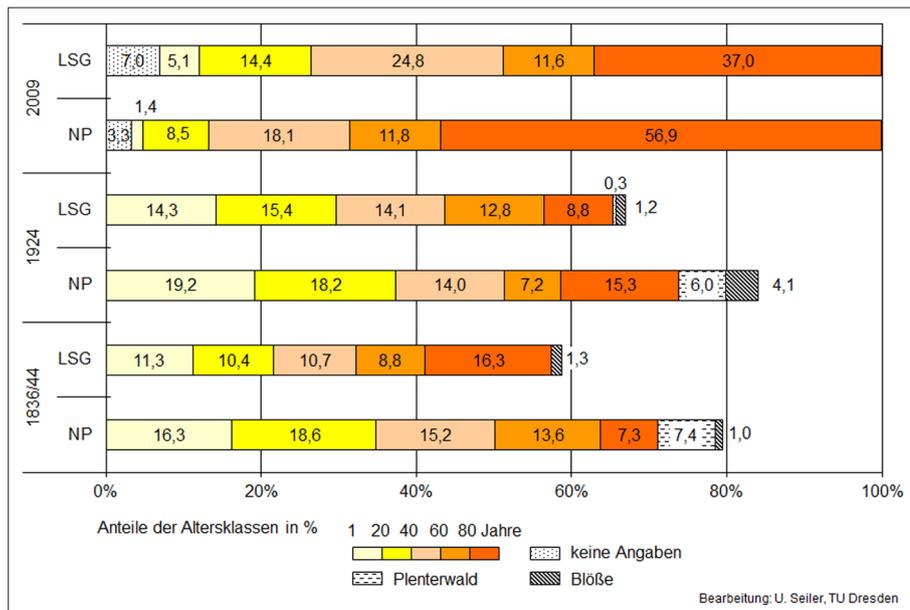


Abb. 7: Flächenanteile der Altersklassen im heutigen Nationalpark und Landschaftsschutzgebiet Sächsische Schweiz, Flächenanteile von 1924 und 1836/44 beziehen sich auf den Holzbodenanteil von 2009 (Datengrundlagen: Forstbestandskarten der Forstreviere 1836/44 und 1924 [Hauptstaatsarchiv Dresden, Signatur: 10859 Forsteinrichtungsamt, Reihe B, Mappen 19, 21, 23–25], Daten der Forsteinrichtung 2009 [Walddatenspeicher Sachsen]).

Fig. 7: Percentage of coverage by various age classes in today's national park and landscape protection area Saxon Switzerland, percentages for 1924 and 1836/44 based on productive stands of 2009 (sources: maps of forest districts 1836/44 and 1924 [Central State Archive Dresden, signature: 10859 Forsteinrichtungsamt, series B, folders 19, 21, 23–25], forest management data from 2009 [Walddatenspeicher Sachsen]).

Waldbeständen mit der größten Naturnähe zählt. Der aktuelle Altbestand beinhaltet diesen Plenterwaldanteil. Demnach ergibt sich für den ältesten Zeitschnitt ein Wert von 14,7 % und für 1924 von 21,3 % im Bereich des heutigen Nationalparks. Die beiden historischen Zeitschnitte verdeutlichen zudem die intensive Nutzung der Wälder in der Vergangenheit. Die Bestände waren insgesamt deutlich jünger als im gegenwärtigen Zeitschnitt. Die Altersklassen I und II nehmen jeweils über 30 % der Holzbodenfläche im heutigen Nationalparkgebiet ein, aktuell liegt dieser Anteil unter 10 % im Nationalpark und unter 20 % im Landschaftsschutzgebiet. Im ältesten Zeitschnitt 1836/44 umfasst dieser Anteil 21,7 % im Bereich des heutigen Landschaftsschutzgebietes (34,9 % im NP), wobei der Anteil des Holzbodens insgesamt weniger als 60 % vom aktuellen Holzbodenanteil umfasste. Der Anteil des unbestockten Holzbodens (Blöße) schwankt in den historischen Zeitschnitten um 1 %. Im Bereich des Nationalparks hat sich dieser Anteil 1924 vervierfacht (4,1 %) und steht in direktem Zusammenhang mit großflächigen Insektenkalamitäten (vgl. Kap. 2.2).

Im aktuellen Zeitschnitt ist eine eindeutige Zuordnung zu einer Altersklasse für 7 % der Waldbestände im Landschaftsschutzgebiet und für 3,3 % im Nationalpark nicht möglich. Die Gründe dafür liegen zum einen in der Verfügbarkeit der Daten (Privatwälder im Bereich des LSG), aber auch in der zunehmenden Durchmischung der Arten- und Altersstruktur, die eine eindeutige Zuordnung eines Waldbestandes zu Hauptbaumart und Altersklasse nicht mehr ermöglicht.

4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die vom Nutzungswandel bestimmte Waldentwicklung auf der Grundlage historischer

Forsteinrichtungskarten und mit Hilfe der im Landschaftsmonitoring erprobten Methoden zur digitalen Aufbereitung räumlich und inhaltlich rekonstruiert werden kann. Der Zustand des Waldes ist im Nutzungsmuster, bestehend aus Textur (Alters- und Baumartenzusammensetzung) und Struktur (Lage, Größe und Form der Bewirtschaftungsflächen) räumlich abgebildet und kann anhand dieser Merkmale erfasst werden. Die Beschreibung der eingetretenen Veränderungen ist flächengenau möglich und kann mit konkreten Zahlen belegt werden. Die Voraussetzungen dafür sind eine langzeitorientierte Erfassung des Waldzustandes und die Analyse der eingetretenen Veränderungen zwischen den Erhebungszeitpunkten.

Die Analysen erlauben:

- zeitschnittbezogene Flächenstatistiken zu den strukturellen Kenngrößen der Wälder (Altersklassen- und Baumartenzusammensetzung);
- flächengenaue Ermittlung der Veränderungen in der Zusammensetzung der bestandsbildenden Baumarten;
- qualitative Bewertungen der eingetretenen Veränderungen, sowohl räumlich wie auch inhaltlich (Aussagen zu den spezifische Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung);
- quantitative Erfassung des Nutzungsmusters (Anzahl und Größe der Bewirtschaftungseinheiten);
- Aussagen zum Funktionswandel des Waldes und
- zur zeitlichen Dimension von waldbaulichen Maßnahmen und ihren Auswirkungen.

Mit den Erkenntnissen zu den räumlichen Veränderungen der Waldflächen in der Nationalparkregion Sächsische Schweiz sind in der Studie Aussagen zum Vorkommen historisch alter Waldstandorte erarbeitet worden (vgl. Kap. 3.1). Die Betrachtungen beschränken sich dabei nicht nur auf die Zu- und Abnahme der Waldflächen, sondern erfassen die räumlich-zeitlichen Veränderungen innerhalb dieser Wälder (vgl. Kap. 3.2 - 3.4), die sich sowohl in der Entwicklung der Bestandesflächen (Lage, Größe und Form), wie auch in der Baumartenzusammensetzung und Altersstruktur widerspiegeln. Gerade solche Wälder mit einer langen Kontinuität als Lebensraum sind als „Reliktstandorte zahlreicher Pflanzen- und Tierarten“ sowie aus Gründen des Artenschutzes unbedingt zu erhalten (WULF & KELM 1994). Auch können daraus Erkenntnisse zu vorrangigen Standorten der Waldmehrung abgeleitet werden (WULF 1995).

Für den aktuellen Waldbau lassen sich wertvolle Kenntnisse zu den historischen Vorkommen einzelner Baumarten und ihrer Entwicklung aus den Ergebnissen ableiten. Die Wiedereinbringung der Weißtanne stellt vor allem im Nationalpark derzeit ein wichtiges Ziel dar (NLPR-VO 2007). Mit Hilfe der erarbeiteten Zeitreihe konnte die Lage der aktuellen Wiedereinbringungsflächen geprüft und eine Anpassung dieser Flächen an die Lage der historischen Tannenbestände empfohlen werden. Die Einbindung weiterer Sachdaten (Standortkartierungen, Geländemodellaten) ermöglicht darüber hinaus die Verwendung der historischen Walddaten für weitere aktuelle Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen, beispielsweise bei Fragestellungen im Umgang mit gebietsfremden Baumarten wie Weymouth-Kiefer, Europäische Lärche und Rot-Eiche.

Für die erarbeitete Zeitreihe zum Landnutzungswandel ist unter Einbeziehung ökologischer Grunddaten auch die Modellierung der Veränderung von Landschaftsfunktionen möglich. So können die enthaltenen Waldinformationen mit Daten zur Artenvielfalt verknüpft und Rückschlüsse auf die Zusammenhänge zwischen Waldzustand und biologischer Vielfalt gezogen werden. Die Auswirkungen der intensiven forstbaulichen Maßnahmen des letzten Jahrhunderts auf die Flora, wie den Rückgang oder das Aussterben entsprechender Arten, konnten dabei aufgezeigt werden (WALZ & MÜLLER 2009). Analysiert wurden weiterhin die Veränderung der Bodenerosion durch den in Kapitel 3.1 gezeigten Wegfall von kleinen Waldbereichen und Gehölzinseln (WOLF et al. 2009), aber auch der Erholungseignung einer Landschaft sowie die Veränderung der Lebensraumfunktion durch die Fragmentierung von Wäldern (WALZ et al. 2008).

Die aufgeführten Beispiele verdeutlichen das hohe Informationspotential und den Erkenntnisgewinn, der sich aus digital aufbereiteten historischen Karten ableiten lässt und wie wichtig diese „alten“ Dokumente für das Verstehen des aktuellen Erscheinungsbildes der Landschaft sind.

Literatur

AGNOLETTI, M. (2006): Man, forestry, and forest landscapes. Trends and perspectives in the evolution of forestry and woodland history research. *Schweiz. Z. Forstwes.* **157** (9): 384-392.

BENDER, O., BOEHMER, H. J., JENS, D., SCHUMACHER, K. P. (2005): Analysis of land-use change in a sector of Upper Franconia (Bavaria, Germany) since 1850 using land register records. *Landscape Ecol.* **20** (2): 149-163.

BENEDICT, E. (1965): Die agrarrechtlichen Reformen des 19. Jahrhunderts in Sachsen als gestaltende Kraft der Kulturlandschaft. Eine soziographische Skizze. *Leipziger geogr. Beiträge:* 17-26.

BERNHARDT, A. (1988): Naturräumliche Differenzierung der Sächsischen Schweiz. *Berichte des Arbeitskreises Sächsische Schweiz in der Geographischen Gesellschaft der DDR* **6**: 63-93.

BILL, R., WALTER, K. (2011): Virtuelles Kulturlandschaftslaboratorium. In: STROBL, J., BLASCHKE, T., GRIESEBNER, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2011. Beitr. zum 23. AGIT-Symp. Salzburg:* 528-537.

BÜRGER-ARNDT, R. (2012): Vorwort zum Tagungsband. In: ANDERS, U., SZÜCS, L. (Hrsg.): *Landnutzungswandel in Mitteleuropa – Forschungsgegenstand und methodische Annäherung an die historische Landschaftsanalyse. Tagungsbd. Graduiertenkoll. Interdiszip. Umweltgesch. Göttingen:* 3-4.

JANSEN, F., ZERBE, S., SUCCOW, M. (2009): Changes in landscape naturalness derived from a historical land register – a case study from NE Germany. *Landscape Ecology* **24** (2): 185-198.

KUTSCHKE, D. (2000): Steinbrüche und Steinbrecher in der Sächsischen Schweiz. *Schriftenr. Stadtmus. Pirna* **11**: 200 S.

KÜSTER, H. (2008): *Geschichte des Waldes. 2. Aufl., C. H. Beck, München:* 266 S.

LANDESVERMESSUNGSAMT SACHSEN (2006): *Die Vermessung Sachsens: 200 Jahre Vermessungsverwaltung. Gumnior, Chemnitz:* 250 S.

MIETHKE, A., UEBERFUHR, F. (2010): Die Waldflächen 1800 und 2000 in der statistischen Aufbereitung. In: MIETHKE, A., UEBERFUHR, F. (Hrsg.): *Waldflächen 1800 und 2000. Beiheft zur Karte F IV 4. Atlas zur Geschichte und Landeskunde von Sachsen:* 42-80.

NATIONALPARK SÄCHSISCHE SCHWEIZ (2005): *Nationalpark Sächsische Schweiz: Bizarre Felsen – wilde Schluchten. 3. Aufl., Bad Schandau:* 16 S.

NLPR-VO, NATIONALPARK-PROGRAMM (2007): *Nationalpark-Programm für den Nationalpark Sächsische Schweiz, Konzeptionelle Rahmenvorgaben zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung des Nationalparks Sächsische Schweiz. Bad Schandau:* 53 S.

NEUBERT, M., WALZ, U., ELZNICOVÁ, J., ŠRÉDL, V., ZIKMUNDOVÁ, A. (2008): Landscape Changes in the Saxon-Bohemian Switzerland National Park Region. In: CSAPLOVICS, E., WAGENKNECHT, S., SEILER, U. (Hrsg.): *Spatial Information Systems for Transnational Environmental Management of Protected Areas and Regions in the Central European Space – Selected Results and Outputs of the Interreg IIIB Project SISTEMaPARC). Fernerkund. Angew. Geoinform.* **4**: 81-103.

RECK, H., HÄNEL, K., BÖTTCHER, M., TILLMANN, J. E., WINTER, A. (Hrsg., 2005): *Lebensraumkorridore für Mensch und Natur. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg:* 318 S.

RIEBE, H. (2012): *Der Wald im Nationalpark Sächsische Schweiz. Gestern – Heute – Morgen. Schriftenr. Nationalpark Sächsische Schweiz* **7**: 1-36.

SBS (STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2010): *Arbeitsanweisung zur bestandswisen Zustandserfassung und Planung (Waldaufnahmebeleg). Graupa, unveröffentl.*

SCHMIDT, P. A., GNÜCHTEL, A., KRAUSE, S., MEIER, B., TSCHIEDEL, J., WAGNER, W., HANSPACH, D., MARSCH, M., WEBER, A. (1993): *Erarbeitung eines Pflege- und Entwicklungsplanes für die Wälder im Nationalparkteil Hintere Sächsische Schweiz. Abschlussbericht zum Projekt. Nationalparkverwaltung Sächsische Schweiz, Bad Schandau: unveröffentl.*

- SCHMIDT, P. A., HEMPEL, W., DENNER, M., DÖRING, N., GNÜCHTEL, A., WALTER, B., WENDEL, D. (2002): Potentielle natürliche Vegetation Sachsens mit Karte 1:200.000. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden: 230 S.
- SCHMIDT, C., MEYER, H.-H. (2006): Kulturlandschaft Thüringen – Arbeitshilfe für die Planungspraxis: Quellen und Methoden zur Erfassung der Kulturlandschaft. Kulturlandschaft Thüringen **1**: 1-146.
- SEILER, U. (2011): Waldmonitoring anhand historischer Forstkarten im GIS: am Beispiel naturnaher Waldbestände im Nationalpark Sächsische Schweiz. AVM, München: 196 S.
- SEILER, U., WILD, J. & CSAPLOVICS, E. (2013): Historische Waldentwicklung in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz – Historický vývoj lesa v Českosaském Švýcarsku. Schriftenerk. Fernerkund. Angew. Geoinf. **10**: 440 S.
- STAMS, W. (2010): Die Entwicklung der Waldflächen Sachsens von der Vorzeit bis zur Gegenwart. In: Atlas zur Geschichte und Landeskunde von Sachsen, Beiheft zur Karte F IV 4 (Waldflächen 1800 und 2000). Leipzig, Dresden: 7-41.
- THOMASIUS, H. (2001a): Entwicklung der Forstwirtschaft Sachsens bis zum Ausgang des ersten Weltkrieges, Teil 1 und 2. Beitr. Sächs. Forstver., Bautzen: 64 S.
- THOMASIUS, H. (2001b): Entwicklung der Forstwirtschaft Sachsens bis zum Ausgang des ersten Weltkrieges, Teil 2. Beitr. Sächs. Forstver., Bautzen: 87 S.
- TRÖGER, M. (2006): Analyse der Entwicklung der Flächennutzungsstruktur der Nationalparkregion Sächsische Schweiz unter Einsatz von Landschaftsstrukturmaßen. Dipl.arb. TU Dresden: 146 S.
- TORKE, H. (2006): Die rechtseibischen Wälder der Sächsischen Schweiz zu früherer Zeit. Arbeitskr. Sächs. Schweiz, Mitteilungsheft **4**: 20-42.
- UEBERFUHR, F., MIETHKE, A. (2003): Die Waldflächenentwicklung im Freistaat Sachsen von 1800 bis 2000 – Vergleichende Betrachtung sächsischer Wälder in sächsischen Naturräumen. Forstwirtsch. Landschaftsökol. **37**: 67-74.
- VOGEL, R. (Hrsg.) (1957): Gebiet Königstein, Sächsische Schweiz. Ergebnisse der heimatkundlichen Bestandsaufnahme im Gebiete von Königstein/Sächsische Schweiz. Akademie-Verlag, Berlin: 243 S.
- WÄCHTER, A. (2001): Sächsische Schweiz – vom Landschaftsschutzgebiet zum Nationalpark. In: INSTITUT FÜR UMWELTGESCHICHTE UND REGIONALENTWICKLUNG (Hrsg.): Naturschutz in den neuen Bundesländern: ein Rückblick. 2. Aufl., Verl. Wiss. Forsch., Berlin: 627-648.
- WAGNER, F. (1994): Auswertung historischer Aufzeichnungen zur früheren Bestockung des Wald- bzw. Naturschutzgebietes Kirnitzschklamm. Bericht zur Referendarzeit am Sächsischen Forstamt Bad Schandau: 10 S. + Anlagen: unveröffentlicht.
- WALZ, U. (2008): Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany)-Methods and indicators. Ecological Indicators **8** (6): 807-817.
- WALZ, U., BERGER, A. (2003): Georeferenzierung und Mosikerstellung historischer Kartenwerke – Grundlage für digitale Zeitreihen zur Landschaftsanalyse. PFG - Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation **3**: 213-219.
- WALZ, U., MÜLLER, F. (2009): Florenzwandel in der Sächsischen Schweiz – Geographisches Informationssystem erlaubt Vergleich mit historischen Daten. Hercynia **42**: 197-215.
- WALZ, U., NEUBERT, M. (2002): Auswertung historischer Kartenwerke für ein Landschaftsmonitoring. In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, G. (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung. Beiträge zum 14. AGIT-Symposium. Wichmann, Salzburg: 397-402.
- WALZ, U., SCHUMACHER, U. (2011): Sächsische Meilenblätter als Quelle der Kulturlandschaftsforschung am Beispiel der Sächsischen Schweiz. Cartographica Helvetica, **44**: 3-15.
- WALZ, U., KRÜGER, T., SCHUMACHER, U. (2013): Fragmentierung von Wäldern in Deutschland – neue Indikatoren zur Flächennutzung. Natur Land. **88** (3): 118-127.
- WALZ, U., WOLF, S., NEUBERT, M. (2008): Impact of Landscape Change on Landscape Functions in the Saxon Switzerland. In: CSAPLOVICS, E., WAGENKNECHT, S., SEILER, U. (Hrsg.): Spatial Information Systems for Transnational Environmental Management of Protected Areas and Regions in the Central European Space - Selected Results and Outputs of the Interreg IIIB Project SISTEMaPARC. Fernerk. Angew. Geoinform. **4**: 105-117.
- WITSCHAS, S. (2002): Erinnerung an die Zukunft – sächsische historische Kartenwerke zeigen den Landschaftswandel. Kartogr. Nachr. **52** (3): 111-117.
- WOLF, S., WALZ, U., KLEBER, A. (2009): Effects of Land-Cover Change on Soil Erosion in the Saxon Switzerland National Park Region. Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf die Bodenerosion in der Nationalparkregion Sächsische Schweiz. Die Erde **140** (2): 155-174.
- WULF, M. (1995): Historisch alte Wälder als Orientierungshilfe zur Waldvermehrung. LÖBF-Mitteilungen **20** (4): 62-70.
- WULF, M., KELM, H.-J. (1994): Zur Bedeutung "historisch alter Wälder" für den Naturschutz. Untersuchungen naturnaher Wälder im Elbe-Weser-Dreieck. NNA-Berichte **7** (3): 15-50.

submitted: 20.01.2014

reviewed: 01.08.2014

accepted: 18.09.2014

Autorenanschrift:

Ulrike Seiler
Technische Universität Dresden
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung
Helmholtzstraße 10, 01062 Dresden
E-mail: ulrike.seiler@tu-dresden.de

PD Dr. habil. Ulrich Walz
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
Weberplatz 1, 01217 Dresden
E-mail: u.walz@ioer.de