

ANALYSE DES LANDNUTZUNGSWANDELS NORDOSTDEUTSCHER NIEDERMOORE MITTELS ALTKARTEN UND AKTUELLER GEOINFORMATIONEN

Sandra Schenk

Zusammenfassung: Das Forschungsprojekt WETSCAPES dient der Erforschung von Stoffumsetzungsprozessen an Moor- und Küstenstandorten als Grundlage für Landnutzung, Klimawirkung und Gewässerschutz. Anhand von drei bedeutenden Niedermoorarten Mecklenburg-Vorpommerns (Erlenbruch, Durchströmungsmoor und Küstenüberflutungsmoor) in jeweils entwässertem und wiedervernässtem Zustand soll der Landnutzungswandel im Verlauf der Geschichte anhand historischer Karten und aktueller Geodaten beleuchtet werden. Dabei kann weitestgehend auf digitalisierte und georeferenzierte Altkarten zurückgegriffen werden. Nach Vektorisierung relevanter Landnutzungsklassen über mehrere Zeitschnitte vom 17. Jahrhundert bis heute soll mittels deskriptiver Statistik und Landschaftsstrukturmaßen der Landschaftswandel analysiert werden, um letztlich Rückschlüsse über die historische und gegenwärtige Ökosystemleistung zu ziehen. Die ersten Ergebnisse aus dem Untersuchungsgebiet nahe Tribsees deuten auf unterschiedliche Entwicklungen hin: Einerseits zeichnen sich im Vergleich zum 19. Jahrhundert bei der aktuellen Landnutzung z. B. durch Kollektivierungsmaßnahmen Tendenzen der Monotonisierung ab, andererseits bewirken großflächige Renaturierungen ehemals entwässerter Moore und zahlreiche kleinflächige Aufforstungen ein vielfältigeres Landschaftsbild.

Schlüsselwörter: Altkarten, Moore, Mecklenburg-Vorpommern, Landschaftsstrukturmaße, deskriptive Statistik

ANALYSIS OF LAND USE CHANGES OF NORTHEASTERN GERMAN LOW FENS USING OLD MAPS AND CURRENT GEOINFORMATION

Abstract: The scientific project WETSCAPES aims to investigate turnover processes at peatlands and coastal sites as a basis for land use, climate impact and water protection. For three major fen types of Mecklenburg-West Pomerania (alder carr, percolation mire, coastal mire) at degraded and then rewetted conditions the land use change throughout history is to be examined by using old maps and recent geodata. To a large extent digitized and georeferenced raster data can be used for this purpose. After digitising relevant land use categories for several points of time between 17th century and today the landscape changes are analysed by using descriptive statistics and landscape metrics to finally draw conclusions about historic and recent ecosystem services. First results from the test site near Tribsees indicate different developments: On the one hand compared to the 19th century the cultivated area at present is more monotonous as a consequence of agricultural collectivisation, on the other hand restoration of formerly drained peatlands and reforestation cause more diversity.

Keywords: Old maps, peatlands, Mecklenburg-West Pomerania, landscape metrics, descriptive statistics

Autorin

Dipl.-Geogr. Sandra Schenk
Universität Rostock
Professur für Geodäsie und Geoinformatik
Justus-von-Liebig-Weg 6
D-18059 Rostock
E: sandra.schenk@uni-rostock.de

1 EINLEITUNG

Die Analyse historischer Kulturlandschaften unter Nutzung von Altkarten ist seit Jahrzehnten Gegenstand in Forschung und Lehre an der Professur für Geodäsie und Geoinformatik der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock (Bill 2012). Über mehrere Jahre entstand ein Bestand digitalisierter und georeferenzierter Altkarten, der durch Kreßner (2009) georeferenziert und in seiner Qualität beschrieben wurde. Im DFG-Projekt VK-LandLab wurde um diesen Datenbestand ein virtuelles Kulturlandschaftslaboratorium als Forschungsumgebung für historische Kulturlandschaftsanalysen unterschiedlichster Fachdisziplinen entwickelt.

Von diesem Altkartenbestand profitiert nun auch das Anfang 2017 gestartete Projekt WETSCAPES. Dieses wird von der Europäischen Union im Rahmen der Exzellenzinitiative des Landes Mecklenburg-Vorpommern gefördert und dient der Erforschung von Stoffumsetzungsprozessen an Moor- und Küstenstandorten als Grundlage für Landnutzung, Klimawirkung und Gewässerschutz.

Projektpartner sind mehrere Professuren der Universität Greifswald und der Universität Rostock in Kooperation mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt Neustrelitz, dem Leibniz-Institut für Katalyse in Rostock, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig sowie dem Greifswald Moor Centrum.

Untersuchungsgegenstand von WETSCAPES sind drei bedeutende Niedermoortypen Mecklenburg-Vorpommerns (Erlenbruch, Durchströmungsmoor und Küstenüberflutungsmoor) in jeweils entwässertem und wiedervernässtem Zustand. An diesen Untersuchungsgebieten soll auch der Landnutzungswandel anhand historischer Karten und aktueller Geodaten beleuchtet werden. Dafür werden die Landnutzungen der ausgewählten Moorstandorte über mehrere Zeitschnitte erfasst und mittels deskriptiver Analysen und Landschaftsstrukturmaßen analysiert, um letztlich Rückschlüsse über die historische und gegenwärtige Ökosystemleistung bzw. den Stoffhaushalt zu ziehen.

2 METHODIK UND STAND DER FORSCHUNG

Neben aktuellen Geodaten sind digitale Altkarten essenziell für verschiedene Diszipli-

nen, die sich mit Fragen des Landnutzungswandels befassen, wie die Kulturlandschaftsforschung, Landschaftsökologie, Denkmalpflege, Siedlungs- und Landschaftsplanung oder der Naturschutz.

Durch die Nutzung von Altkarten lässt sich beispielsweise die Entwicklung von Siedlungsformen, Wäldern, Gewässersystemen oder Verkehrswegen im Verlauf der Zeit erforschen (vgl. Beiträge in Bill 2012). Ein Wandel der Landnutzung hat Auswirkungen auf die Landschaftsstruktur und führt so zu Veränderungen der ökologischen Prozesse, Funktionen und Ökosystemdienstleistungen einer Landschaft (Walz 2013, S. 51 f.). Daher ermöglicht die Analyse des Landnutzungswandels einen Rückblick in die historischen und einen Einblick in die aktuellen Ökosystemdienstleistungen der Untersuchungsgebiete und trägt so zur Entwicklung von Strategien der nachhaltigen Landnutzung und zur Beurteilung der Wirksamkeit planerischer Instrumente bei (Auffret et al. 2017, Herold 2015, S. 36).

Eine klassische Methode, gescannte Altkarten für Analysezwecke nutzbar zu machen, ist die manuelle Vektorisierung. Dabei werden aus den beim Scannen der Altkarten erzeugten Rasterdaten beispielsweise mittels Desktop-GIS oder virtueller Forschungsumgebung (vgl. Bill 2012, VK-LandLab 2017) manuell Vektordaten erzeugt. Dieser Prozess wird häufig als Digitalisierung bezeichnet. Zur Unterscheidung vom bloßen Scannen des Kartenmaterials wird im Folgenden der Begriff Vektorisierung vorgezogen.

Da es sich bei der manuellen Vektorisierung um einen zeitintensiven Prozess handelt, ist die (teil-)automatisierte Gewinnung historischer Geoinformationen aus Altkarten von besonderem Forschungsinteresse. Dabei müssen verschiedene Herausforderungen überwunden werden. Dazu gehören beispielsweise Verzerrungen, mangelhafte Bildqualität, variierende Farbgebungen oder sich überlappende Objekte wie Verkehrswege oder Höhenlinien (vgl. Auffret et al. 2017, Herold 2015, Uhl et al. 2017). Wird die Unterscheidung der Objekte durch einen einfarbigen Kartendruck zusätzlich erschwert, stößt die automatische Bilderkennung bisher an ihre Grenzen (Herrault et al. 2013). Es gibt verschiedene Ansätze, die jedoch meist auf bestimmte Karten oder topographische Objekte bzw. Objektarten beschränkt bleiben, da

sie auf die spezifischen Eigenschaften der jeweiligen Karten ausgerichtet und nicht ohne Weiteres übertragbar sind (vgl. Duan et al. 2017, Herold 2015, Herrault et al. 2013). Auch sind die Resultate der (teil-)automatisierten Verfahren, vor allem in Bezug auf älteres Kartenmaterial, bisher nicht mit der Genauigkeit vergleichbar, die durch manuelle Vektorisierung erzielt wird (vgl. Auffret et al. 2017, Hecht et al. 2015). So ist aufgrund der Thematik und des Stands der Forschung für die Erfassung der historischen Landnutzung der WETSCAPES-Standorte die manuelle Vektorisierung die geeignete Vorgehensweise.

Zum Vergleich der erfassten Landnutzungen können verschiedene Methoden zum Einsatz kommen. Zum einen können die Flächenstatistiken verglichen werden: Absolute wie relative Flächenanteile sowie deren Entwicklung im Verlauf der Zeit finden verbreitet Anwendung (z. B. Anders & Szűcs 2012, Cortes-Sack et al. 2012, Walz 2013). Eine Änderungsanalyse (Change Detection) ergänzt die Flächenstatistiken des Landnutzungswandels um lagebezogene Erkenntnisse zwischen zwei Zeitschnitten, während eine Trajektorienanalyse selbiges für eine Zeitreihe, also den Vergleich mehrerer Zeitschnitte, ermöglicht (Nilson 2006, S. 79 f.; Schorch et al. 2015).

Darüber hinaus ist besonders die Analyse anhand von Landschaftsstrukturmaßen verbreitet (z. B. Li et al. 2005, Łowicki 2008, Nowatzki & Rosner 2016, Walz 2013). Die Indizes beschreiben dabei z. B. Fläche, Form, Randlinien oder Beziehungen der Landschaftselemente untereinander (Walz 2013) und ermöglichen es so, die Beschaffenheit der Landschaftsstruktur zu quantifizieren, welche wiederum Rückschlüsse auf ökologische Funktionen und Ökosystemleistungen zulässt.

Die Betrachtung der Landschaft und ihrer Struktur kann aus unterschiedlichen Sichtweisen erfolgen: Während biozentrische Ansätze sich der Erforschung von Prozessen, wie Stoffflüssen, widmen, die die Struktur der Landschaft formen, steht bei anthropozentrischen Ansätzen das Vermögen der Landschaft, die Ansprüche des Menschen zu tragen, im Fokus. Zu letzteren Ansätzen können auch die Konzepte der Landschafts- oder Ökosystemdienstleistungen gezählt werden. In diesen werden Elemente der Landschaftsstruktur oder Landnutzungs-kate-

gorien mit Funktionen bzw. Dienstleistungen verknüpft (Kienast et al. 2009, Krčáková et al. 2015). Neben der bio- und anthropozentrischen Herangehensweise existiert auch die Auffassung zur Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtung (Naveh 2010).

Im Projekt WETSCAPES soll der Landnutzungswandel im Kontext der Ergebnisse weiterer Arbeitspakete des Projekts ausgewertet werden. Diese befassen sich beispielsweise mit der Gewinnung von Erkennt-

nissen zu Biomasseproduktion, Torfbildung, Gasaustausch und Stofftransport. Die Verknüpfung der Ergebnisse soll durch die Entwicklung von Indikatoren im Rahmen des sogenannten Upscaling erfolgen. Dabei werden die Messdaten der verschiedenen Arbeitspakete anhand von Fernerkundungsparametern vom Punkt in die Fläche übertragen. Anschließend soll erarbeitet werden, wie das Upscaling genutzt werden kann, um die historische und aktuelle Landnutzung im Kontext von Ökosystemleistungen und

Stoffhaushaltsänderungen zu interpretieren. Dieser Schritt wird im Zuge der fortschreitenden Projektarbeit angegangen und daher in den nachfolgenden Ausführungen nicht näher betrachtet.

Zur Analyse des Landnutzungswandels werden zunächst zwei Zeitpunkte (aktuell und 1884) an einem der Untersuchungsgebiete, dem wiedervernässten Durchströmungsmoor bei Tribsees (Abbildung 1), anhand von Flächenstatistiken und Landschaftsstrukturmaßen verglichen. Im Zuge

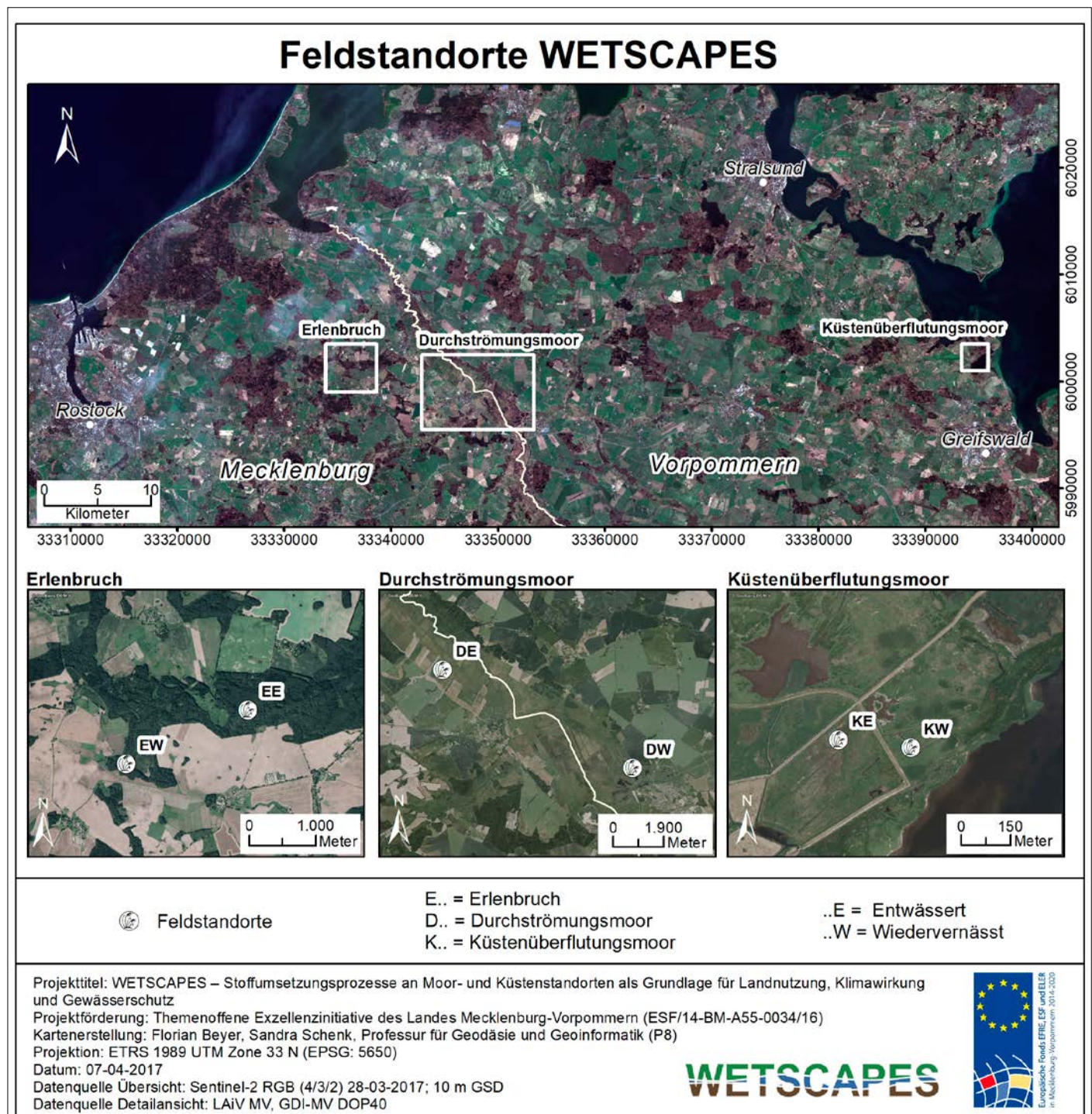


Abbildung 1: Lage der Feldstandorte von WETSCAPES mit historischer Grenze zwischen den Landesteilen Mecklenburg und Vorpommern

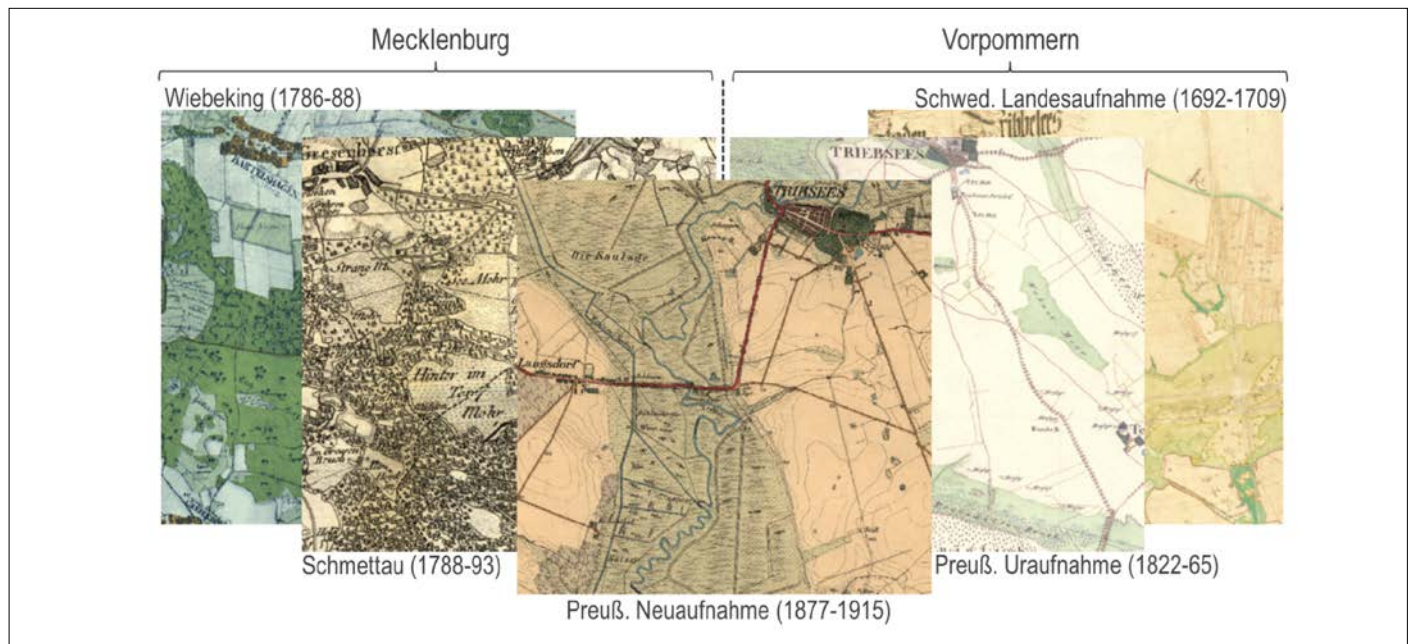


Abbildung 2: Darstellung der gewählten Altkarten anhand beispielhafter Ausschnitte (Quellen: Engel 1961-69, Schmettau 1788-93, Reichsamt für Landesaufnahme 1886, Landesvermessungsamt Mecklenburg-Vorpommern 1998, GeoGREIF 2017b)

der Auswertung weiterer Untersuchungsgebiete und Zeitpunkte kann sich die vorläufige Auswahl der Landschaftsstrukturmaße ggf. noch ändern. Da letztere zwar eine Vielzahl, nicht jedoch alle Aspekte der Landschaft messen können (Uuemaa et al. 2013, S. 105), spielt mindestens zur Unterstützung der Interpretation der gewonnenen Ergebnisse auch die visuelle Auswertung der Landnutzungen eine bedeutende Rolle.

3 ALTKARTEN UND TOPOGRAPHISCHE LANDESAUFNAHME

Aus dem mannigfaltigen Angebot historischer Karten für Mecklenburg-Vorpommern (vgl. Pápay 2012, Schmidt 1993) sollen für die Erfassung der Landnutzung einerseits topographische Kartenwerke verwendet werden, die bereits gescannt und georeferenziert vorliegen. Diese decken das Landesgebiet über lange Zeiträume großflächig ab und ermöglichen so eine einheitlich abgestimmte Sicht auf die Landschaft. Andererseits kann zusätzlich auf Karten zurückgegriffen werden, die eine ähnliche inhaltliche Informationsdichte versprechen, deren Digitalisierung und/oder Georeferenzierung jedoch noch aussteht.

Die aktuelle Landnutzung wird dem Digitalen Landschaftsmodell (Basis-DLM) entnommen und zum Zwecke der besseren Vergleichbarkeit mit den historischen Karten ggf. an die Digitale Topographische Karte (DTK25) angepasst.

3.1 EINBLICK IN DIE LANDESGESCHICHTE UND RELEVANTE KARTENWERKE

Die beiden Landesteile Mecklenburg und Vorpommern weisen ihre jeweils eigene geschichtliche Entwicklung auf, auch bezüglich der Kartographie, deren Anfänge in die Zeiten der schwedischen Besatzung zurückreichen. Während der Mecklenburger Raum nur kurzzeitig preußisch besetzt war und sich die dort knapp 150-jährige schwedische Herrschaft auf Wismar, Neukloster und die Insel Poel beschränkte, unterstand Vorpommern (in wechselnder räumlicher Ausdehnung) über 150 Jahre der schwedischen und einige Jahre auch der dänischen Krone, bevor es 1815 an Preußen ging. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die Landesteile zu Mecklenburg-Vorpommern zusammengeschlossen und nach der Wiedervereinigung als Bundesland etabliert. Aufgrund dieser Vergangenheit gibt es lange Zeit kein Kartenwerk, das beide Landesteile gleichermaßen abdeckt. Dies ist von besonderer Bedeutung, da die drei Untersuchungsgebiete westlich der Recknitz in Mecklenburg, die drei Gebiete östlich der Recknitz in Vorpommern liegen (Abbildung 1).

Im Folgenden werden die historischen Kartenwerke, die zur vergleichenden Untersuchung der Landnutzung verwendet werden sollen (Abbildung 2), chronologisch vorgestellt.

3.1.1 LANDESAUFNAHME VON SCHWEDISCH-POMMERN

Für den Bereich Vorpommern kann dank seiner schwedischen Vergangenheit auf das älteste deutsche Kataster zurückgegriffen werden: die Schwedische Landesaufnahme (1692-1709). Der Zugang zu den über 1.700 Kartenblättern und über 70 Beschreibungsbänden füllenden Texten der Schwedischen Landesaufnahme wurde durch die Forschungsprojekte Digital Historical Maps (DHM 2001), GeoGREIF im Jahr 2006 (vgl. GeoGREIF 2017a) und SVEA-Pommern (2011) einem breiten Publikum ermöglicht. Im Rahmen von SVEA-Pommern, einem DFG-Gemeinschaftsprojekt der Universitäten Greifswald und Rostock, fand für eine Auswahl der handgezeichneten Karten auch eine Georeferenzierung und Vektorisierung statt. Diese Daten decken einen Teil der vorpommerschen Untersuchungsgebiete von WETSCAPES bereits ab und stehen dem Projekt zur Verfügung.

3.1.2 WIEBEKING/SCHMETTAU

Das erste topographische Kartenwerk für Mecklenburg-Schwerin entstand in den Jahren 1786-88 durch Carl Friedrich Wiebeking (48 Blatt, Maßstab 1:24.000). Beauftragt wurde es durch Friedrich Wilhelm Karl Graf von Schmettau, der das handgezeichnete, mit Wasserfarben kolorierte Werk in den Jahren 1788-93 im Kupfer-

stich veröffentlichte (16 Blatt, Maßstab 1:50.000).

Im Rahmen der Dissertation von Kreßner (2009) wurden die beiden gescannten Kartenwerke georeferenziert und auf ihre Lagegenauigkeit untersucht, welche sich im Schnitt mit etwa 25-30 m als sehr gut herausstellte.

Die digital aufbereiteten Karten liegen in der Forschungsplattform des Projekts Virtuelles Kulturlandschaftslaboratorium als WMS-Dienste vor und stehen damit für weitere Forschungsvorhaben zur Verfügung (vgl. VKLandLab 2017).

3.1.3 PREUSSISCHE URAUFNAHME

Als Folge des Wiener Kongresses, der zu einer territorialen Neuordnung Europas und somit auch Preußens führte, wurde 1816 mit ersten Geländeaufnahmen zur Preußischen Uraufnahme (1822-65) begonnen. So entstanden auch 103 Kartenblätter im Maßstab 1:25.000 für das vormals schwedische Vorpommern, das wieder zum preußischen Staatsgebiet gehörte.

Die für die Untersuchungsgebiete relevanten Faksimiledrucke, die vom Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen des Landesamts für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern bezogen wurden (vgl. LAiV 2016a), werden eigens für WETSCAPES gescannt und georeferenziert.

3.1.4 PREUSSISCHE NEUAUFNAHME

Im Jahr 1875 wurde die Königlich Preussische Landesaufnahme gegründet. Einige kleinere Staaten des Deutschen Reichs ließen ihre Landesvermessung jedoch auch vom Königreich Preußen durchführen (Grothenn 1994, S. 11). Diesem Umstand ist zu verdanken, dass mit der Preußischen Neuaufnahme (1877-1915) erstmals auch eine einheitliche Kartenquelle für Vorpommern und das nie zu Preußen gehörende Mecklenburg entstand.

Die Preussische Neuaufnahme liegt für den Bereich Mecklenburg georeferenziert auf der Forschungsplattform des Virtuellen Kulturlandschaftslaboratoriums vor (vgl. VKLandLab 2017). Weitere Kartenblätter der Preußischen Neuaufnahme für den Bereich Vorpommern sind in Kooperation der Professur für Geodäsie und Geoinformatik der Universität Rostock mit der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitäts-

bibliothek Dresden (SLUB) digital aufbereitet worden und können über das Virtuelle Kartenforum 2.0 als WMS-Dienste abgerufen werden (Bill et al. 2015, VK 2.0 2017). Im Virtuellen Kartenforum 2.0 finden sich für einzelne Kartenblätter auch unterschiedliche Fortführungen dieser Karten bis ins Jahr 1965.

3.2 AKTUELLE GEOINFORMATIONEN AUS DEM AMTLICHEN TOPOGRAPHISCH-KARTOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM

Die aktuelle Landnutzung basiert auf Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS). Die Landnutzungsdaten werden dem zum ATKIS gehörenden Digitalen Landschaftsmodell (Basis-DLM 2010-11) entnommen und liegen daher im Gegensatz zum Großteil der historischen Karten bereits im Vektorformat vor (vgl. AdV 2008). Bei Bedarf werden die Vektordaten der Digitalen Topographischen Karte 1:25.000 (DTK25) angepasst. Diese gehört ebenfalls zum ATKIS-Grunddatenbestand, welcher die Erfassung und Bereitstellung topographischer Daten der Bundesrepublik Deutschland nach länderübergreifendem Standard regelt und neben Landschaftsmodellen und topographischen Karten auch Digitale Geländemodelle (DGM) und Digitale Orthophotos (DOP) in digitaler Form umfasst.

4 LANDNUTZUNGSERFASSUNG

Da Moore sensible Ökosysteme sind, die durch die umgebende Landnutzung sowie Nährstoffeinträge aus angrenzenden Flächen beeinflusst werden, soll die Landnutzung auch für ein gewisses Umfeld der Untersuchungsstandorte erfasst werden. Als geeignet erscheint ein Areal, das die Ausdehnung der jeweiligen oberirdischen Gewässereinzugsgebiete einschließt (vgl. LUNG 2016). Daher wurde für das Projekt festgelegt, um die Untersuchungsgebiete herum ein zu erfassendes Umfeld von jeweils ca. 8 x 8 km zu betrachten.

Tabelle 1 liefert eine Übersicht über die gewählten Altkarten bzw. Geodaten. Auch ist dargestellt, ob die Untersuchungsgebiete von den Kartenwerken vollständig oder teilweise abgedeckt werden: Im Grenzbereich zwischen den Landesteilen Mecklenburg und Vorpommern ist beispielsweise für ältere Zeitpunkte nur eine auszugsweise Abdeckung der Durchströmungsmoore

möglich, da die Kartenwerke jeweils nur bis zur Landesgrenze reichen.

Auch wird ersichtlich, ob die Karten zu Projektbeginn vektorisiert, georeferenziert oder gescannt vorlagen: Eine Vektorisierung der Landnutzung war für die Schwedische Landesaufnahme bereits in Ausschnitten vorhanden (vgl. SVEA-Pommern 2011). Da aufgrund der bisherigen Georeferenzierung jedoch Lücken/Überlappungen zwischen den einzelnen Kartenblättern vorliegen, sind ggf. noch Anpassungen vorzunehmen. Obwohl die Daten des DLM bereits im Vektorformat vorliegen, sind diverse Bearbeitungsschritte nötig (siehe dazu Kap. 4.2).

4.1 DATENMODELL UND VEKTORISIERUNGSVORSCHRIFT

Die Vektorisierung erfolgt manuell mittels QGIS. Als Attribute werden die Landnutzungskategorie erfasst, das Vorhandensein nassen Bodens sowie ggf. historische Bezeichnungen, welche zusätzliche Informationen darüber liefern können, wie Areale von besonderem Interesse im Verlauf der Geschichte genutzt wurden (z. B. ‚Kaulage‘ als Hinweis auf Weidenutzung). Die Vektordaten werden als Shapefiles mit dem amtlichen Koordinatensystem ETRS89/UTM Zone 33N (zE-N) angelegt, das durch den EPSG-Code 5650 gekennzeichnet ist.

Um bei der Vektorisierung der historischen Kartenquellen und der Aufbereitung der Daten des DLM eine einheitliche Datenerfassung zu gewährleisten, wurden folgende Landnutzungskategorien gewählt (Abbildung 3): Acker, Wiese/Grünland (mit bzw. ohne Torfstich), Moor/Sumpf, Wald, Gewässer, Siedlung, Verkehr, Heide, vegetationslos/Sand. Bei der Auswahl der Kategorien wurde berücksichtigt, dass der angestrebte Vergleich im Verlauf der Geschichte möglich wird und für das Projekt neben der allgemeinen Landnutzung die Nutzung der Moore von besonderem Interesse ist. Die Erfassung der Objekte erfolgt flächenhaft, mit Ausnahme der Verkehrswege und Gewässer, die entsprechend ihrer Kartendarstellung variieren zwischen linien- und flächenhafter Aufnahme.

Mit zunehmendem Bearbeitungsfortschritt der Untersuchungsgebiete zu verschiedenen Zeitschnitten wird ggf. eine Ausweitung der Kategorien bzw. der darin

Jahr, Kartenwerk, Maßstab	Moorstandort	Mecklenburg		Vorpommern		Legende
		Erlenbruch entwässert	wiedervernässt	Durchströmungsmoor entwässert	wiedervernässt	
1692-1709 Schwedische Landesaufnahme ca. 1:8.000						vektoriert
1786-88 Wiebeking 1:24.000						geo- referenziert
1788-93 Schmettau 1:50.000						gescannt
1822-65 Preußische Uraufnahme 1:25.000						teilweise abgedeckt
1877-1915 Preußische Neuaufnahme 1:25.000						nicht abgedeckt
2010-11 Digitales Landschaftsmodell ± 1:10.000						

Tabelle 1: Übersicht über die gewählten Altkarten bzw. Geodatenquellen

enthaltenen Objekte notwendig sein. So ist Torfstich bisher nur in der Kategorie Wiese/Grünland aufgetreten, könnte aber auch in anderen Kategorien auftreten.

Bei der Wahl der Landnutzungsklassen wurden zugunsten der Vergleichbarkeit gewisse Zusammenfassungen vorgenommen, die für die einzelnen Zeitschnitte teilweise Informationsverluste bedeuten. Kategorien, die aus Zusammenfassungen entstehen, sind z. B. Moor/Sumpf oder Wiese/Grünland: In einigen historischen Karten wird zwischen Wiesen und Weiden unterschieden, eine Differenzierung zwischen Sümpfen und Mooren bleibt dagegen aus. In DTK und DLM verhält es sich dagegen umgekehrt. Neben den für den historischen Vergleich notwendigen Zusammenfassungen werden auch dort, wo Untergründungen für die vorliegenden Fragestellungen nicht von Bedeutung sind. So werden Siedlungsflächen nicht näher differenziert. Abbaufächen wie Kiesgruben werden in Anlehnung an das ATKIS-Datenmodell den Siedlungsflächen zugeordnet (ausgenommen Torfstich, der separat ausgewiesen wird).

4.2 LANDNUTZUNGSERFASSUNG AM BEISPIEL BASIS-DLM/DTK25

Für die Erfassung der aktuellen Landnutzung ist eine Vektorisierung zwar nicht nö-

tig, da das DLM bereits im Vektorformat vorliegt. Dennoch ist bedingt durch die Datenstruktur des DLM eine Aufbereitung der Daten unumgänglich, z. B. das Entfernen von für die Landnutzung nicht relevanten Objekten, Dopplungen etc.

Zum Zwecke der besseren Vergleichbarkeit mit den historischen Landnutzungen werden die Daten des Basis-DLM nach der Aufbereitung manuell an die DTK25 angepasst, sofern deutliche Abweichungen festgestellt werden können. Das Basis-DLM weist eine höhere Datendichte auf, z. B. sind weit mehr Gräben als in der DTK25 und auch kleinteilige Flächen innerhalb umgebender Nutzungsformen erfasst. Die höhere Datendichte des Basis-DLM resultiert daraus, dass sich dieses in Mecklenburg-

Vorpommern an der Topographischen Karte 1:10.000 orientiert (LAIv 2016b). Es konnten aber auch schon Elemente in der DTK25 entdeckt werden, die im DLM ausbleiben, wie beispielsweise ein See nordwestlich von Landsdorf.

Recht häufig kommt es vor, dass im DLM Duplikate mit unterschiedlichen Nutzungsformen ausgewiesen sind oder sich Nutzungsformen teilweise überlappen. Nicht zuletzt deshalb ist ein Abgleich mit der DTK hilfreich, um sich auf eine Landnutzung festzulegen.

Verkehrsflächen wie Parkplätze sind im DLM flächenhaft erfasst. Verkehrswege dagegen sind nur als Linien enthalten und werden daher für die Untersuchungsgebiete nachträglich durch Pufferbildung erstellt,

	Acker	inkl. Baumschule
	Wiese/Grünland	inkl. Hutung, Viehweide
	Wiese/Grünland mit Torfstich	inkl. Hutung, Viehweide mit Torfstich
	Moor/Sumpf	inkl. Schilf (auf Brachland)
	Wald	inkl. Gehölz
	Gewässer	
	Siedlung	inkl. Tagebau, Grünanlagen
	Verkehr	
	Heide	
	vegetationslos/Sand	

Abbildung 3: Gewählte Landnutzungsklassen mit beispielhafter Ausweisung untergeordneter Klassen

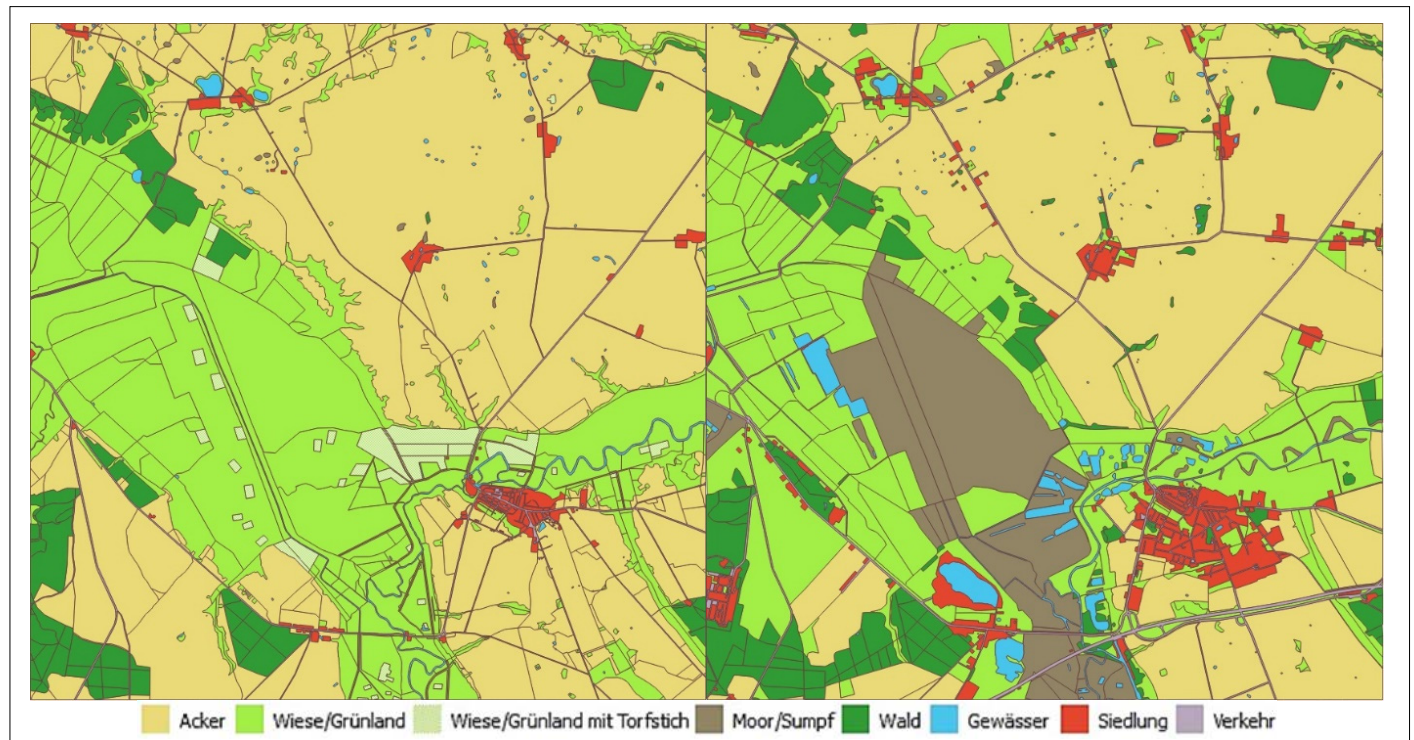


Abbildung 4: Landnutzung am wiedervernässten Durchströmungsmoor bei Tribsees 1884 (links: auf Basis der Preußischen Neuaufnahme) und 2011 (rechts: auf Basis des Basis-DLM und der DTK25)

um in der anschließenden Landnutzungsanalyse berücksichtigt zu werden. Dass sie dabei im Vergleich zu ihrer realen Ausprägung überproportioniert sind, ist für die vorhandene Fragestellung weniger relevant.

Nach der Anpassung der Geometrien werden die DLM-Objekte den im Verlauf der Geschichte vergleichbaren Landnutzungskategorien zugeordnet, worauf sich die Auswertung der Landnutzung anschließt, welche im folgenden Kapitel beispielhaft für eines der Untersuchungsgebiete erfolgt.

5 ERGEBNISSE

Im Folgenden wird der Landnutzungswandel zu zwei Zeitpunkten (1884 und 2011) an einem der Untersuchungsstandorte von WETSCAPES, dem wiedervernässten Durchströmungsmoor bei Tribsees, erörtert (Abbildung 4). Zunächst erfolgt eine deskriptive Analyse des Landnutzungswandels. Dazu werden die Flächenanteile näher beleuchtet. Danach wird die Veränderung ausgewählter Landschaftsstrukturmaße vorgestellt sowie eine erste Interpretation vorgenommen.

5.1 DESKRIPTIVE ANALYTIK

Das Untersuchungsgebiet umfasst 7056 ha. Die Betrachtung der Flächenanteile der

für die Jahre 1884 und 2011 ermittelten Landnutzung ergibt folgendes Bild (Abbildung 5): Damals wie heute befindet sich das Untersuchungsgebiet in einer landwirtschaftlich geprägten Region. Dennoch ist im Wandel der Zeit ein Rückgang sowohl der ackerbaulichen Flächen (von 56% auf 44%), als auch von Wiese/Grünland (von 33% auf 27%) zu verzeichnen.

In den übrigen Kategorien sind dagegen Zunahmen zu beobachten, die weit deutlicher ausgeprägt sind (Abbildung 6): So ist der Anteil an Wald um gute 150%, also das 1,5-fache gestiegen, Verkehrsflächen haben um das Doppelte zugenommen, Gewässer und Siedlungen um jeweils ca. das Dreifache. Die deutlichste Zunahme fand in der Kategorie Moor/Sumpf statt: Der Anteil von 0,07% im Jahre 1884 ist im Jahr 2011 auf 10,9% gestiegen, was einer Zunahme um das 156-fache entspricht.

Dieser enorme Wandel bedeutet allerdings nicht, dass es im 19. Jahrhundert tatsächlich kaum Moor- bzw. Sumpfflächen gab, sondern dass sie auf andere Weise genutzt wurden: Während sich heute z. B. nordwestlich von Tribsees das Naturschutzgebiet Grenztaalmoor befindet, wurde dieselbe Fläche vor ihrer Renaturierung als nasse Wiese landwirtschaftlich genutzt und

ist im Messtischblatt als ‚Tribseeser Wiesen‘ verzeichnet.

Auffallend ist, dass es im Jahr 1884 noch eine weitere Landnutzungskategorie gab: Wiese/Grünland mit Torfstich nahm ca. 2% der untersuchten Fläche ein. In der aktuellen Landnutzung dagegen existiert kein Torfstich mehr. Die Torfabbauf Flächen befanden sich vor allem entlang des Prahm-Kanals auf Seiten von Bad Sülze sowie nördlich und nordwestlich von Tribsees, wo auch der Kern des Untersuchungsgebiets selbst liegt. Der Anteil der Torfabbauf Flächen sollte jedoch eher als Orientierungswert angesehen werden, da Torfstich in historischen sowie aktuellen topographischen Karten nicht flächenscharf ausgewiesen ist.

Es kann festgehalten werden, dass die untersuchte Region nach wie vor landwirtschaftlich geprägt ist. Von 1884 bis 2011 ist ein vergleichsweise geringer Rückgang von Äckern und Grünland zu verzeichnen. Ökologisch problematische Landnutzungsklassen wie Siedlung und Verkehr haben deutlich zugenommen, aber auch ökologisch wertvolle Klassen wie Wald, Gewässer und vor allem Moor- und Sumpfflächen haben zugenommen, was maßgeblich auf die Renaturierung des Grenztaalmoores zurückzuführen ist sowie der südlich davon ge-

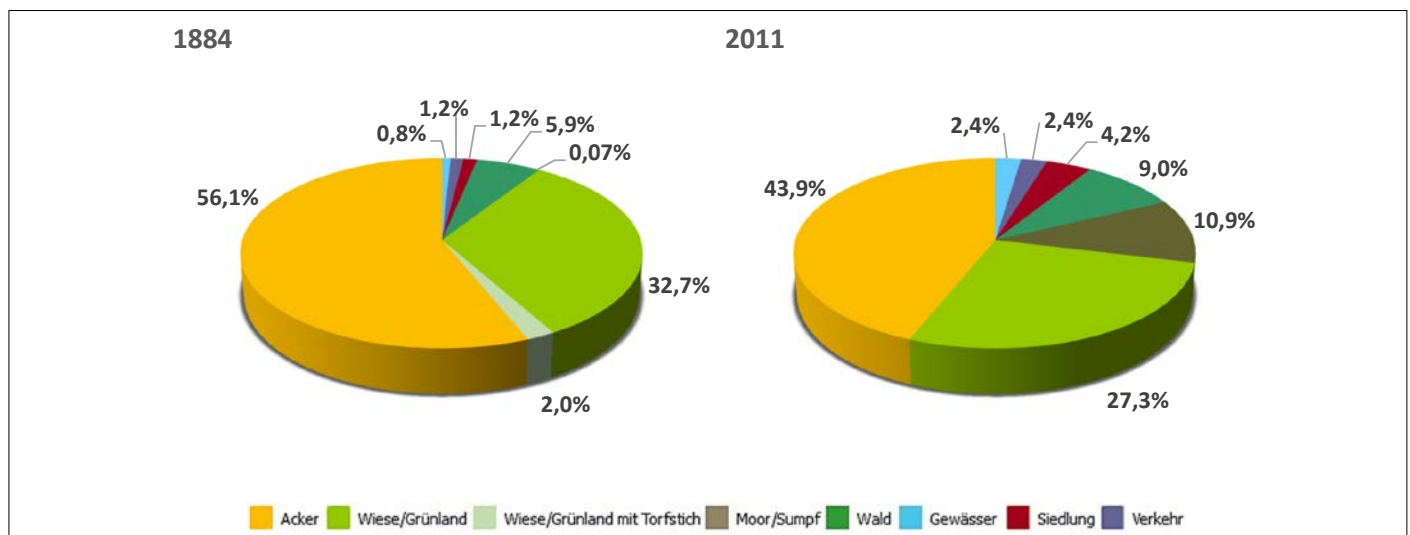


Abbildung 5: Landnutzungsanteile des wiedervernässten Durchströmungsmoors bei Tribsees 1884 und 2011

legenen Flächen westlich der Trebel, die im Messtischblatt von 1884 als ‚Kaulage‘ und ‚Böhlendorfer Wiesen‘ verzeichnet sind.

5.2 LANDSCHAFTSSTRUKTURMASSE

Für die Analyse des Landnutzungswandels ist die Verwendung von Landschaftsstrukturmaßen eine verbreitete Methode. Landschaftsstrukturmaße beinhalten sowohl einfache statistische Berechnungen als auch komplexere Indizes, mit denen sich z.B. Größe, Anzahl, Form und Verteilung von Landschaftselementen (Patches) bestimmen lassen. Berechnen lassen sich Landschaftsstrukturmaße auf Raster- oder Vektorbasis. Im vorliegenden Fall erfolgt Letzteres mittels Patch Analyst, einer Erweiterung für ArcMap. Die ermittelten Landschaftsstrukturmaße, bezogen sowohl auf Landschafts-, als auch auf Klassenebene, finden sich in Tabelle 2 und werden im Folgenden beschrieben (vgl. McGarigal 2015, Walz 2013) und ausgewertet.

Number of Patches (NP) beschreibt mit der Anzahl der Nutzungseinheiten die Kleinteiligkeit der Landschaft. Im vorliegenden Fall sinkt die Zahl auf Landschaftsebene leicht. Auf Klassenebene sinkt die Zahl in den Kategorien Grünland und vor allem Acker, was die bisherige Beobachtung zur Vergrößerung der Wirtschaftseinheiten bekräftigt. In den übrigen Kategorien findet dagegen ein Anstieg statt, sodass dem Trend der einerseits steigenden Homogenität auf anderer Seite eine zunehmende Heterogenität gegenübertritt, beispielsweise in den Kategorien Gewässer, Wald sowie Moor/Sumpf.

Mean Patch Size (MPS) beschreibt die mittlere Flächengröße. Auf Landschaftsebene steigt der Wert nur leicht an. Nach Klassen betrachtet zeigt sich das Bild schon differenzierter: Mit Ausnahme der Klassen Wald und Verkehr, bei denen die mittlere Flächengröße abnimmt, nimmt sie in den übrigen Klassen zu. Ein Blick in die erfassten Verkehrsflächen verrät, dass die Aussage des Werts im vorliegenden Fall zu relativieren ist: Gab es im 19. Jahrhundert selten von Verkehrswegen separat ausgewiesene Verkehrsflächen, so haben diese in der aktuellen Landnutzung aufgrund des erhöhten Bedarfs an Stellflächen deutlich zugenommen und sorgen dafür, dass die mittlere Flächengröße geringer ausfällt. Ein Blick in die Landnutzungsklasse Wald bestätigt den Trend des MPS: Im Vergleich zur Landnutzung im 19. Jahrhundert sind viele kleinere Wiesenflächen aufgeforstet worden, was die mittlere Flächengröße sinken lässt. Die übrigen Landnutzungsklassen verzeichnen dagegen einen steigenden MPS: Während der Anstieg bei Grünland noch vergleichsweise gering ausfällt, ist die Zunahme bei z.B. Äckern und vor allem Moor/Sumpfflächen sehr ausgeprägt. Die Anstiege bei Grünland und Acker sind auf die Vergrößerung der Wirtschaftseinheiten, beispielsweise im Zuge von Kollektivierungsmaßnahmen, zurückzuführen. Die Zunahme bei Moor/Sumpf wird bedingt durch die Renaturierung ehemals trockengelegter Wiesen und Weiden und ihre Umwidmung in ausgedehnte Moor- und Sumpfflächen, beispielsweise im Natur-

schutzgebiet Grenztaalmoor nordwestlich von Tribsees (Abbildung 4).

Mit den Maßen *Edge Density* (ED) und *Mean Patch Edge* (MPE) kann die Fragmentierung einer Landschaft beschrieben werden. Die Kantendichte ED setzt die Kantenlänge in Bezug zur Landschaftsfläche, während die *Mean Patch Edge* die mittlere Kantenlänge pro Nutzungseinheit beschreibt. Dies scheint dazu zu führen, dass in der Praxis die *Edge Density* häufigere Anwendung findet (vgl. Walz 2013). Bei der Betrachtung beider Werte ergeben sich unterschiedliche Entwicklungen: Auf Landschaftsebene sowie bei Betrachtung der Klassen Siedlung und Moor/Sumpf steigen beide Werte noch und deuten auf eine Zunahme der Fragmentierung der Landschaft hin. Bei Betrachtung der übrigen Klassen dagegen gibt es unterschiedliche Entwicklungen: Bei den Klassen Verkehr, Wald und Gewässer steigt die Kantendichte, die MPE-Werte aber sinken. Bei Ackerflächen sowie Wiese/Grünland ist es umgekehrt: Die Kantendichte sinkt, während der MPE-Wert steigt.

Der *Mean Shape Index* (MSI) ist ein Maß der Formkomplexität und zeigt die mittlere Abweichung einer Einzelfläche von einer Standardform an. Im Falle von rasterbasierten Berechnungen wäre ein Quadrat die Standardform. Da die Landschaftsstrukturmaße auf Vektorbasis berechnet werden, dient als Standardform ein Kreis. Für diesen ist der Wert 1 festgelegt. Je stärker die Form von einem Kreis abweicht, umso höher ist der Wert. Im vorliegenden Fall verändert sich der MSI von

1884 bis 2011 bei Betrachtung einer Dezimalstelle hinter dem Komma nicht. Daher wird alternativ der *Area Weighted Mean Shape Index* (AWMSI) zu Rate gezogen, der im Gegensatz zum MSI die Landschaftselemente nicht losgelöst von ihrer Größe betrachtet, sondern sie entsprechend gewichtet. Im Gegensatz zum MSI liegt der AWMSI höher und steigt im Zeitvergleich an. Dies spricht für insgesamt komplexere Formen der Landnutzung, die im aktuellen Zeitschnitt noch zunehmen. Auch bei der Klasse Moor/Sumpf ist ein Anstieg zu verzeichnen. Entgegen dem allgemein üblichen Trend der Monotonisierung der Landschaft, die zu regelmäßigeren Formen führt, fand diesem Index nach im Untersuchungsgebiet auf Landschaftsebene eine Zunahme der Formkomplexität statt. Die bedeutendste Änderung des AWMSI ist auf Klassenebene bei den Gewässern zu finden: Damals war der gewichtete Wert der Formkomplexität deutlich höher als heute. Dies kann damit zusammenhängen, dass z. B. der Verlauf der Trebel mittlerweile begradigt wurde, während der Fluss sich im 19. Jahrhundert noch deutlich komplexer durch die Landschaft wand. Der MSI dagegen verändert sich nicht: zahlreiche kleinere Gewässer, wie Sölle, deren Formkomplexität aufgrund ihrer kreisförmigen Form gering ausfällt, schlugen aufgrund der fehlenden Gewichtung deutlicher zu Buche und lassen die Formkomplexität damals wie heute gleichsam geringer ausfallen.

Ein weiteres Maß der Formkomplexität ist die *Mean Patch Fractal Dimension* (MPFD). Die Werte beschreiben, wie stark schwingend bzw. flächenfüllend die Randlinie eines Landschaftselements ist und liegen zwischen 1 bei einem Kreis und 2 bei einer komplexeren, stärker schwingenden Randlinie. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet findet auf Landschaftsebene keine Änderung des Werts statt, auf Klassenebene gibt es nur geringe Änderungen. Die *Area Weighted Mean Patch Fractal Dimension* (AWMPFD) relativiert zwar Ausreißer, doch auch dieser Wert verändert sich auf Klassenebene kaum.

Der *Shannon's Diversity Index* (SDI) ist ein gängiges Maß zur Landschaftsvielfalt, das beschreibt, wie gleichmäßig die Flächenanteile der Klassen verteilt sind. Da der Wert auch bei Zunahme der Klassenzahl steigt, zeigt der trotz der tatsächlich

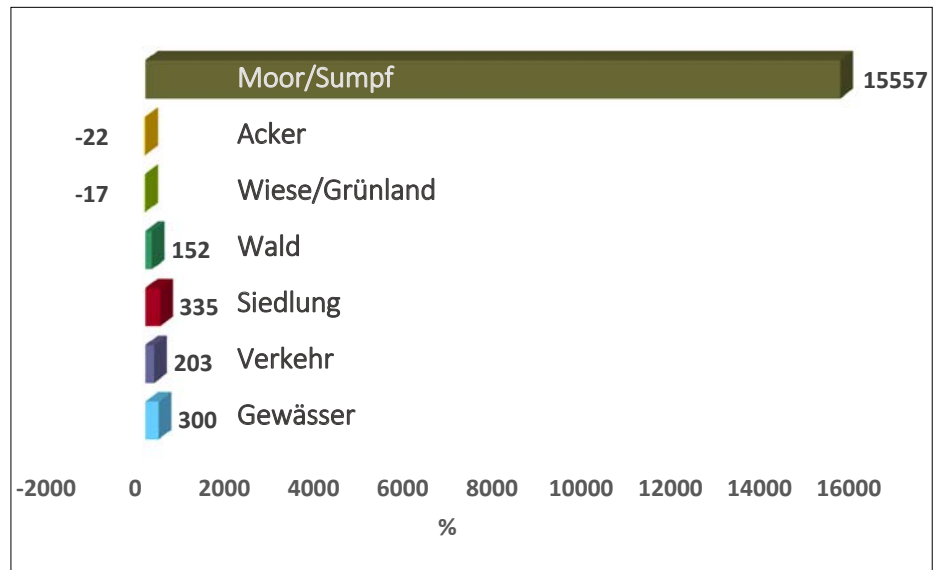


Abbildung 6: Landnutzungsänderungen am wiedervernässten Durchströmungsmoor bei Tribsees zwischen 1884 und 2011

verzeichneten Klassenabnahme gestiegene Wert (da es keinen Torfstich mehr gibt), dass die aktuelle Landnutzung im Vergleich zu 1884 gleichmäßiger verteilt ist.

Der *Shannon's Evenness Index* (SEI) beschreibt die Gleichverteilung: Die Werte liegen zwischen 0 und 1, wobei ein steigender Wert eine bessere Gleichverteilung beschreibt. Dabei wird im Gegensatz zum SDI nicht die Anzahl der Nutzungsklassen berücksichtigt. Auch der SEI steigt im untersuchten Gebiet an. Ein Blick zurück in die Verteilung der Flächen und Flächenanteile (Abbildungen 4 und 5) ergänzt die beobachtete Entwicklung von SDI und SEI: Zwar können Acker und Grünland nach wie vor als dominante Landnutzungsklassen bezeichnet werden. Jedoch zeigt sich, dass z. B. die Grünlandflächen durch die gestiegenen Flächenanteile der Moor-/Sumpfflächen, Gewässer und auch Wälder besser durchmischt sind, woraus eine insgesamt gleichmäßigere Verteilung resultiert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass bei Betrachtung der Nutzungseinheiten auf Klassenebene besonders bei Äckern und Grünland eine monotonere Landschaftsstruktur zu beobachten ist. Bezogen auf Wald, Gewässer und Moor-/Sumpfflächen jedoch ist eine zunehmende Heterogenität zu verzeichnen.

Die mittlere Flächengröße steigt auf Klassenebene besonders deutlich bei Moor- bzw. Sumpfflächen, was auf die großflächigen Renaturierungsmaßnahmen zurückzuführen ist. Der sinkende Wert z. B.

bei Wäldern resultiert aus zahlreichen kleinflächig angelegten Aufforstungen.

Die Kantendichte beschreibt auf Landschaftsebene und vor allem bei der Klasse Moor/Sumpf eine zunehmende Kleinteiligkeit der Landschaft: Im Vergleich zu den im 19. Jahrhundert seltenen Moor- und Sumpfflächen sind jene des aktuellen Zeitschnitts durch eine höhere Fragmentierung gekennzeichnet und deuten damit eine höhere Vielfalt der Landschaftsstruktur an.

Bei den Maßen der Formkomplexität relativieren sich die Aussagen: Ein Maß zeigt eine steigende Komplexität der Nutzungseinheiten auf Landschaftsebene sowie in der Klasse Moor/Sumpf an, bei Gewässern jedoch eine deutliche Abnahme, was mit der Begradigung von Flussläufen erklärt werden kann. Diese deutlichen Änderungen können dagegen durch die Werte eines weiteren Formindex nicht bestätigt werden, da sich dieser kaum ändert. Sowohl dem *Shannon's Diversity* als auch *Evenness Index* nach ist die aktuelle Landnutzung im Vergleich zu 1884 gleichmäßiger verteilt.

Insgesamt deutet die Untersuchung der Landschaftsstruktur des wiedervernässten Durchströmungsmoors auf unterschiedliche Entwicklungen hin: Einerseits zeichnet sich aktuell im Vergleich zum 19. Jahrhundert bezüglich der landwirtschaftlich genutzten Flächen eine Monotonisierung der Landschaftsstruktur ab, andererseits bewirken vor allem Renaturierungen ehemals entwässerter Moore ein vielfältigeres Landschaftsbild, das seinen Ursprüngen vor dem Ein-

Jahr	Landnutzungs-kategorie	NP	MPS	ED	MPE	MSI	AWMSI	MPFD	AWMPFD	SDI	SEI
1884	gesamt	1016	6,9	163,1	1133,0	1,7	2,4	1,4	1,3	1,1	0,5
2011	gesamt	1004	7,0	172,4	1211,8	1,7	2,9	1,4	1,3	1,5	0,8
1884	Wiese/Grünland	372	6,2	59,3	1124,2	1,9	1,9	1,4	1,3		
2011	Wiese/Grünland	282	6,8	54,1	1352,5	2,0	2,0	1,4	1,3		
1884	Moor/Sumpf	11	0,5	0,4	278,2	1,2	1,2	1,3	1,3		
2011	Moor/Sumpf	47	16,4	11,5	1732,4	1,8	1,8	1,4	1,3		
1884	Gewässer	147	0,4	9,6	463,1	1,5	7,3	1,4	1,5		
2011	Gewässer	200	0,8	12,8	450,2	1,5	2,9	1,4	1,4		
1884	Siedlung	146	0,6	6,4	310,4	1,3	1,6	1,4	1,4		
2011	Siedlung	238	1,2	16,5	489,2	1,4	1,7	1,4	1,3		
1884	Acker	203	19,5	49,8	1731,9	1,5	1,8	1,3	1,3		
2011	Acker	60	51,6	26,6	3131,3	1,6	1,8	1,3	1,3		
1884	Wald	77	5,4	10,5	965,7	1,4	1,5	1,3	1,3		
2011	Wald	164	3,9	19,3	830,5	1,5	1,5	1,3	1,3		
1884	Verkehr	2	41,3	21,6	76208,3	26,0	46,9	1,7	1,8		
2011	Verkehr	13	12,9	31,6	17172,7	5,4	47,1	1,5	1,7		

Tabelle 2: Ausgewählte Landschaftsstrukturmaße für das wiedervernässte Durchströmungsmoor 1884 und 2011 auf Landschafts- und Klassenebene

setzen intensiver Moorentwässerung und bewirtschaftung wieder näherkommt.

6 DISKUSSION UND AUSBLICK

Die im Rahmen von WETSCAPES begonnene Rekonstruktion der historischen Landnutzung an ausgewählten Moorstandorten kann ergänzend zum Moorinformationssystem für Mecklenburg-Vorpommern (vgl. LUNG 2002) aufzeigen, unter welchen Nutzungsbedingungen sich die untersuchten Moore entwickelt haben, um so zum Verständnis ihres heutigen Zustands beizutragen.

Zwar ist in der aktuellen Forschung ein wachsendes Interesse an den Beziehungen zwischen Struktur und Funktionen von Landschaften zu verzeichnen, doch sind die Aussagen von Landschaftsstrukturmaßen dazu noch nicht abschließend geklärt (Uemaa et al. 2013, Walz 2013).

Beispielsweise ist die Anwendung des *Shannon's Diversity Index* weit verbreitet, wobei selten thematisiert wird, dass es für diesen Index unerheblich ist, „ob die Landschaftselemente großflächig oder als Mosaik vorliegen, obwohl gerade dies für die Diversität einer Landschaft von entscheidender Bedeutung sein sollte“ (Filip et al. 2008, S. 536). Daher gilt es, eine sinnvolle Kombination verschiedener Maße zu er-

arbeiten, was voraussichtlich erst im Zuge der Auswertung der weiteren Untersuchungsgebiete erzielt werden kann.

Der Vorteil der thematisierten Indizes ist, dass mit vergleichsweise geringem Aufwand quantitative Aussagen zur Landschaftsstruktur getroffen werden können. Aus der Datengrundlage ergibt sich gleichzeitig der Nachteil, dass keine Aussagen zur Qualität der betrachteten Landschaftselemente gemacht werden können: Ob beispielsweise im Zuge einer Wiedervernässung eutrophe Gewässer mit problematischer Wasserqualität entstehen oder ob eine Wiese extensiver genutzt wird als eine andere, kann allein anhand der genutzten topographischen Karten und Geodaten nicht beurteilt werden.

Zu bedenken ist auch, dass die Nutzung von Landschaftsstrukturmaßen auf der Verwendung eines Datenmodells basiert, das mit scharf umgrenzten Flächen und der Bildung von Landnutzungsklassen die Realität stark vereinfacht wiedergibt (Lausch et al. 2015). Zudem werden in vielen Landschaftsstudien Prozesse und Stoffflüsse einzeln ausgewertet, was in falschen Interpretationen münden kann (Křováková et al. 2015, S. 382). Umso wichtiger ist es, die erhobenen und zu erhebenden Daten zum Landnutzungswandel der untersuchten

Moorstandorte in Zukunft mit denen der anderen Arbeitspakete des Projekts zu verknüpfen, um eine umfassende Interpretation der Ergebnisse zu erzielen.

DANKSAGUNG

Die Autorin dankt dem Land Mecklenburg-Vorpommern und der Europäischen Union für die Förderung des Projekts WETSCAPES (Teilprojekt P8-Landnutzung) im Rahmen der Landesexzellenzinitiative unter dem Förderkennzeichen ESF/14-BM-A55-0034/16-A02.

Literatur

- AdV (2008): Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok). <http://www.adv-online.de/AAA-Modell/Dokumente-der-GeoInfoDok/GeoInfoDok-7.0/broker.jsp?uMen=4ad505ea-127b-b941-2df2-65a572e13d63>, Zugriff 10/2017.
- Anders, U.; Szücs, L. (Hrsg.) (2012): Landnutzungswandel in Mitteleuropa. Forschungsgegenstand und methodische Annäherung an die historische Landschaftsanalyse. Universitätsverlag, Göttingen. <https://d-nb.info/1033610526/34>, Zugriff 11/2017.
- Auffret, A. G.; Kimberley, A.; Plue, J.; Skånes, H.; Jakobsson, S.; Waldén, E.; Wennbom, M.; Wood, H.; Bullock, J. M.; Cousins, S. A. O.; Gartz, M.; Hooftman, D. A. P.; Tränk, L. (2017): HistMapR: Rapid digitization of historical land-use maps in R. In: *Methods of Ecology and Evolution*, 8, S. 1453-1457. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/2041-210X.12788/full>, Zugriff 11/2017.
- Bill, R. (Hrsg.) (2012): Virtuelle Forschungsumgebung für die Kulturlandschaftsforschung auf Basis von Internet-GIS-Technologien. Wichmann, Berlin/Offenbach.
- Bill, R.; Koldrack, N.; Walter, K. (2015): Georeferenzierung alter topographischer Karten – Crowdsourcing versus Bildverarbeitung. In: *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik*, 1-2015, S. 540-549.
- Cortes-Sack, S.; Behm, H.; Bessonov, A. (2012): Kulturlandschaft in Mecklenburg – eine historische Landschaftsanalyse. In: Bill, R. (Hrsg.): *Virtuelle Forschungsumgebung für die Kulturlandschaftsforschung auf Basis von Internet-GIS-Technologien*. Wichmann, Berlin/Offenbach.
- DHM (2001): Digital Historical Maps – Access to historical cartographic information from public archives. <http://www.dhm.uni-greifswald.de/>, Zugriff 05/2017.
- Duan, W.; Chiang, Y.; Knoblock, C. A.; Jain, V.; Feldman, D.; Uhl, J. H.; Leyk, S. (2017): Automatic Alignment of Geographic Features in Contemporary Vector Data and Historical Maps. In: 1st ACM SIGSPATIAL Workshop on Artificial Intelligence and Deep Learning for Geographic Knowledge Discovery (GeoAI 2017). <http://usc-isii2.github.io/papers/knoblock17-geoai.pdf>, Zugriff 11/2017.
- Engel, F. (Hrsg.) (1961-69): Historischer Atlas von Mecklenburg. Sonderreihe: Wiebekingsche Karte von Mecklenburg (um 1786). Gezeichnet durch C. F. Wiebeking auf Grund d. Flurkarten d. mecklbg. Direktorialvermessung von 1765/80. Originalgetreuer Abdruck in 4 Farben, 47 Blätter, 1:25.000. Blatt 6, Ribnitz. Böhlau, Köln/Graz.
- Filip, C.; Pietsch, M.; Richter, K. (2008): Biotoptypenvielfalt = Lebensraumvielfalt? Eine kritische Beleuchtung GIS-gestützter Raumdiversitätsanalysen aus artengruppenspezifischer Sicht. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2008. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium Salzburg*. Wichmann, Heidelberg, S. 534-543. https://www.researchgate.net/publication/265591899_Biotoptypenvielfalt_Lebensraumvielfalt_eine_kritische_Beleuchtung_GIS-gestuetzter_Raumdiversitaetsanalysen_aus_artengruppenspezifischer_Sicht, Zugriff 12/2017.
- GeoGRIEF (2017a): Geographische Sammlungen. Über das Projekt. <https://geogreif.uni-greifswald.de/geogreif/ueber-das-projekt>, Zugriff 12/2017.
- GeoGRIEF (2017b): Karten der Landesaufnahme von Schwedisch-Pommern 1692-1709. 1583 Blätter, 1:8.333. Blatt Tribsees, Signatur B VIII 144. https://geogreif.uni-greifswald.de/geogreif/search?map=overview&coll_id=71, Zugriff 11/2017.
- Grothenn, D. (1994): Die preußischen Messtischblätter 1:25 000 in Niedersachsen: Erläuterungsheft zur „Preußischen Landesaufnahme“. Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, Landesvermessung. http://www.lgln.niedersachsen.de/geodaten_karten/freizeit_historische_karten/preussische_landesaufnahme/preussische-landesaufnahme-141218.html, Zugriff 03/2017.
- Hecht, R.; Meinel, G.; Buchroithner, M. (2015): Automatic identification of building types based on topographic databases – a comparison of different data sources. In: *International Journal of Cartography*, 1 (1), S. 18-31. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23729333.2015.1055644>, Zugriff 11/2017.
- Herold, H. (2015): An Evolutionary Approach to Adaptive Image Analysis for Retrieving and Long-term Monitoring Historical Land Use from Spatiotemporally Heterogeneous Map Sources. Dissertation, Technische Universität Dresden. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-199355>, Zugriff: 11/2017.
- Herrault, P.-A.; Sheeren, D.; Fauvel, M.; Paegelow, M. (2013): Automatic Extraction of Forests from Historical Maps Based on Unsupervised Classification in the CIE Lab Color Space. In: Vandenbroucke, D.; Bucher, B.; Cromptvoets, J. (Eds.): *Geographic Information Science at the Heart of Europe*. Springer International Publishing, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-00615-4_6, Zugriff 11/2017.
- Kienast, F.; Bolliger, J.; Potschin, M.; de Groot, R. S.; Verborg, P. H.; Heller, I.; Wascher, D.; Haines-Young, R. (2009): Assessing Landscape Functions with Broad-Scale Environmental Data: Insights Gained from a Prototype Development for Europe. In: *Environmental Management*, 44, S. 1099-1120. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-009-9384-7>, Zugriff 11/2017.
- Kreßner, L. (2009): Digitale Analyse der Genauigkeit sowie der Erfassungs- und Darstellungsqualität von Altkarten aus Mecklenburg-Vorpommern – dargestellt an den Kartenwerken von Wiebeking (ca. 1786) und Schmettau (ca. 1788). Dissertation, Universität Rostock. http://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_derivate_000000004084/Dissertation_Kressner_2009.pdf, Zugriff 03/2017.
- Křovčáková, K.; Semerádová, S.; Mudrochová, M.; Skaloša, J. (2015): Landscape functions and their change – a review on methodological approaches. In: *Ecological Engineering*, 75, S. 378-383. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857414006703>, Zugriff 11/2017.
- LAiV (2016a): Historische topographische Karten. Schwerin: Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern, Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen. http://www.laiv-mv.de/static/LAIV/Abt3.Geoinformation/Dateien/Brosch%C3%BCre_HTK.pdf, Zugriff 03/2017.
- LAiV (2016b): Landschaftsdaten: ATKIS – Digitale Landschaftsmodelle. Digitale Verwaltungsgrenzen. Verzeichnis der Ortschaften. https://www.laiv-mv.de/static/LAIV/Abt3.Geoinformation/Dateien/Brosch%C3%BCre_ATKIS_DLM.pdf, Zugriff 10/2017.

- Landesvermessungsamt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.) (1998): Preußisches Urmeß-tischblatt. Faksimile-Druck, 103 Blätter, 1:25.000. Blatt 1942, Tribsees. Schwerin.
- Lausch, A.; Blaschke, T.; Haase, D.; Herzog, F.; Syrbe, R.-U.; Tischendorf, L.; Walz, U. (2015): Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. In: Ecological Modelling, 295-1, S. 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.018>, Zugriff 01/2017.
- Li, X.; Jongman, R. H. G.; Hu, Y.; Bu, R.; Harms, B.; Bregt, A. K.; He, H. S. (2005): Relationship between landscape structure metrics and wetland nutrient retention function: A case study of Liaohe Delta, China. In: Ecological Indicators, 5 (4), S. 339-349. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X05000300>, Zugriff 11/2017.
- Łowicki, D. (2008): The share of landcover class and the landscape structure. Quantitative and qualitative analysis of Wielkopolsko-Kujawska Lowland using GIS techniques. In: Plit, J.; Andreychouk, V. (Eds.): Methods of landscape research. Dissertations Commission of Cultural Landscape No. 8. Commission of Cultural Landscape of Polish Geographical Society, Sosnowiec. <http://krajobraz.kulturowy.us.edu.pl/publikacje.artykuly/metody/lowicki.pdf>, Zugriff 11/2017.
- LUNG – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (2016): Gewässernetz M-V: Einzugsgebiete in M-V. https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/meta/dlm25w_ezg_mv_detail.pdf, Zugriff 12/2017.
- LUNG – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (2002): Bodenbericht des Landes Mecklenburg-Vorpommern: Phase 1 des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow. https://www.lung.mv-regierung.de/wasser_daten/Dateien/Kap_3_1_1_Moors_tandortkatalog.htm, Zugriff 02/2017.
- McGarigal, K. (2015): Fragstats Help. <https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf>, Zugriff 11/2017.
- Naveh, Z. (2010): Ecosystem and Landscapes – A Critical Comparative Appraisal. In: Journal of Landscape Ecology, 3 (1), S. 64-81. <https://doi.org/10.2478/v10285-012-0024-1>, Zugriff 11/2017.
- Nilson, E. (2006): Räumlich-strukturelle und zeitlich-dynamische Aspekte des Landnutzungswandels im Dreiländereck Belgien-Niederlande-Deutschland. Eine Analyse mittels eines multitemporalen, multifaktoriellen und grenzübergreifenden Geographischen Informationssystems. Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen. http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2006/1612/pdf/Nilson_Enno.pdf, Zugriff 03/2016.
- Nowatzki, M.; Rosner, H.-J. (2016): Verwendung von Landschaftsstrukturmaßen zur raumzeitlichen Analyse des Landnutzungswandels im Schönbuch, Baden-Württemberg. In: AGIT – Journal für angewandte Geoinformatik, 2-2016, S. 213-221.
- Pápay, G. (2012): Chronologie zur Geschichte der Kartographie Mecklenburgs. In: Bill, R. (Hrsg.): Virtuelle Forschungsumgebung für die Kulturlandschaftsforschung auf Basis von Internet-GIS-Technologien. Wichmann, Berlin/Offenbach.
- Reichsamt für Landesaufnahme (1886): Meßtischblätter vom Königreich Preussen und den norddeutschen Staaten nebst Elsass-Lothringen in 1:25.000. Blatt 589, Tribsees. Simon Schropp, Berlin.
- Schmettau, F. W. K. v. (1788-93): Topographisch oeconomic und militärische Charte des Herzogthums Mecklenburg Schwerin und des Fürstenthums Ratzeburg. Auf Kosten und Befehl seiner Durchlaucht des regierenden Herzogs von Mecklenburg Schwerin aufgenommen und Seiner Maiestät dem Koenig von Preussen zugeeignet. Durch den Grafen von Schmettau Obristen bey dem Generalstab in Seiner Maiestät Diensten. 16 Blätter, ca. 1:50.000. Blatt 3. Wien/Berlin.
- Schmidt, R. (1993): Der Historische Atlas der Historischen Kommission für Pommern – begründet von Fritz Curschmann – und der Historische Atlas von Mecklenburg – begründet von Franz Engel. In: Pommern – Zeitschrift für Kultur und Geschichte, 31 (3), S. 11-18. <http://www.phil.fak.uni-rostock.de/imd/AtlasMecklenburgSVG/Allgemein/EntstehungHistAtlas.html>, Zugriff 05/2017.
- Schorcht, M.; Krüger, T.; Meinel, G. (2015): Methodik zur Bilanzierung des Flächennutzungswandels. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VII. Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien. IÖR-Schriften, 67, S. 181-190.
- SVEA-Pommern (2011): Karten und Texte der Schwedischen Landesaufnahme von Pommern 1692-1709. Eine GIS-gestützte Auswahl-edition des ersten deutschen Katasters im Internet. <http://www.svea-pommern.de>, Zugriff 06/2017.
- Uhl, J. H.; Leyk, S.; Chiang, Y.-Y.; Duan, W.; Knoblock, C. A. (2017): Extracting Human Settlement Footprint from Historical Topographic Map Series Using Context-Based Machine Learning. In: 8th International Conference of Pattern Recognition Systems. <http://usc-isi-i2.github.io/papers/knoblock17-cprs.pdf>, Zugriff 11/2017.
- Uuemaa, E.; Mander, Ü.; Marja, R. (2013): Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. In: Ecological Indicators, 28, S. 100-106. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.07.018>, Zugriff 11/2017.
- VK 2.0 (2017): Virtuelles Kartenforum 2.0. <http://kartenforum.slub-dresden.de/>, Zugriff 10/2017.
- VKLandlab (2017): VKLandlab-Demo. <http://kvwmap.geoinformatik.uni-rostock.de/VKLandlab/>, Zugriff 10/2017.
- Walz, U. (2013): Landschaftsstrukturmaße und Indikatorensysteme zur Erfassung und Bewertung des Landschaftswandels und seiner Umweltauswirkungen – unter besonderer Berücksichtigung der biologischen Vielfalt. Habilitation, Universität Rostock. http://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_disshab_0000000980/rosdok_derivate_0000005089/Habilitationsschrift_Walz_2013.pdf, Zugriff 03/2017.