

## ZUSAMMENFASSUNG DER METHODOLOGISCH ORIENTIERTEN ERGEBNISSE

Die im Folgenden aufgeführten archäoinformatischen Methoden wurden dahingehend ausgewählt und im studienspezifischen **Archäologischen Informationssystem** (AIS) fortentwickelt angewandt, da sie den größten Erfolg bei der Klärung der gestellten kulturgeschichtlichen Fragestellungen in der primär fokussierten Region am mittleren Main und in den Vergleichsregionen an Oder, Unstrut, Neckar und lothringischer Seille versprachen. So handelt es sich um eine an den **landschaftsarchäologischen Fragestellungen zur Konzeption des Besiedlungsraums** orientierte, subjektive Auswahl der aufgeführten Methoden, die aber in der Digitalen Archäologie durchaus als Kernverfahren anzusehen sind, da sie gut für weitere, raum-zeitlich orientierte Studien generisch adaptiert werden können. Dabei konnten in den einzelnen Regionen nicht alle Methoden im vollen Umfang umgesetzt werden, zum einen, da nicht jede Methode ein gleich hohes Innovationspotenzial für die relevanten Fragestellungen in den unterschiedlichen Regionen mit typischen Landschaftsausprägungen in sich birgt. Zum anderen ist dies auch den sehr heterogenen Datenbeständen geschuldet und in unterschiedlichen Forschungsständen in den Teiluntersuchungsregionen begründet. In der Summe der Ergebnisse der analysierten Daten und angewendeten Methoden konnten neue Ergebnisse zur Raumkonzeption generiert werden, die, als vergleichende Studie zusammengefasst, über die Ergebnisse fallbeispielhafter Einzelstudien weit hinausgehen. Grundlage des AIS stellt das Open Source GIS, Quantum-GIS, dar, das den studienspezifischen Bedürfnissen entsprechend angepasst und mit zahlreichen zusätzlichen Modulen erweitert wurde. Stark standardisierte Prozesse gewährleisten dabei die genormte Datenerfassung, -aggregation, -analyse und -archivierung, was der Nachvollziehbarkeit der aufgestellten Hypothesen und der Reproduktionsfähigkeit der aufgezeigten Methoden und Verfahren dient. Des Weiteren wurden im Rahmen der Studie möglichst einfache statistische Verfahren angewandt, um somit potenziellen Zielgruppen aus den Geistes- und Kulturwissenschaften eine weitgehende Verständlichkeit zu eröffnen.

Die **Erkennung von prähistorischen Besiedlungsmustern** stellt das zentrale Anliegen der Studie dar, wobei hinterfragt wird, warum eine Fundstelle in einer bestimmten topografischen Lage liegt und welche politisch-sozioökonomischen, vor allem aber auch geoökologischen Faktoren, die Standortwahl bspw. einer Siedlung beeinflussten. Um zielgerichtet dieser Fragestellung zur Identifizierung von Besiedlungsmustern nachzugehen, wurden die folgend aufgeführten Methoden zunächst getestet und, falls als geeignet befunden, im nächsten Arbeitsschritt modifiziert angewandt, da es sich dabei oft um Adaptionen aus Nachbardisziplinen wie der Geoinformatik handelt, die für die vorliegende Datenbasis und einhergehenden Fragestellungen recht aufwändig angepasst werden mussten.

Eines der methodologisch wichtigsten Ergebnisse der Studie stellt die fortentwickelte **Site Catchment Analysis** zur Gewinnung von **Paläoklimasignalen** dar, die im Rahmen der Studie standardisiert und mit genormten Datensätzen in zwei Untersuchungsregionen, an Main und Oder, angewandt wurde. Durch den überregionalen, vergleichenden Ansatz konnte die Signifikanz der gewonnenen Paläoklimaproxies klar belegt werden. Dazu wurden die Umfelder von eisenzeitlichen bis frühmittelalterlichen Siedlungen an Oder und Main analysiert. Die Aussagekraft der Site Catchment Analysis zur Herausstellung von indirekten Paläoklimaindizien hängt stark von der genutzten Karten- und Geodatengrundlagen zur Erfassung der geoökologischen Standorteigenschaften der Siedlungsumfelder ab. Dabei war die ausführliche Quellenrecherche und einhergehende Reflexionen der Karten und Geodaten nach deren Signifikanz die grundlegende Voraussetzung dieser Methode. Dabei zeigte sich sehr deutlich, dass die richtigen, d.h. aussagekräftigen, großmaßstäbigen detaillierten und nicht zur sehr generalisierten Kartendaten gewählt werden müssen, um überhaupt prähistorische Standortmerkmale ansatzweise erfassen zu können und um daraus wiederum wahrscheinliche indirekte Paläoklimahinweise zu identifizieren. Bspw. eignen sich die Kartierungen rezenter ackerbaulicher

Bewertungen sogenannter Ackerzahlen oder Bodenfruchtbarkeiten eindeutig nicht zur retrospektiven Identifizierung von prähistorischen Ackergrundstücken, da die Ackerzahlen moderne Bodeneigenschaften wiedergeben, die erst nach den großflächigen Bodendegenerationen und einhergehenden Erosionen nach der „agraren Revolution“ durch den maschinellen Einsatz in den letzten 100 Jahren entstanden. Dahingegen berücksichtigt die systematische Auswertung der Kartierungen des Bodentyps die standörtliche Pedogenese in Form der historischen Bodenentwicklung mit einhergehender genormter Klassifizierung des historischen Bodentyps, sodass auf diese Weise fundierte Rückschlüsse zu auswertbaren, z.B. zu mehr oder weniger fruchtbaren Paläoböden, gemacht werden können. Die Kartendaten des Bodentyps müssen dabei als großmaßstäbige Detailkarten (mit einer kleinen Maßstabszahl) vorliegen, damit die Umfelddaten – wie gefordert – zielgerichtet und punktuell treffend für die relevanten Paläowirtschaftsflächen erhoben werden können. So wurden verschiedene Modelle zur Rekonstruktion prähistorischer Umfelder im AIS angewandt, die miteinander verglichen wurden. Durch die Erhebung und Auswertung einer großen Anzahl von Umfelddaten konnten statistische Aussagen mit repräsentativem Charakter zu indirekten Signalen des Paläoklimas gewonnen werden. Im Vergleich mit ebenfalls indirekten Signalen zum Paläoklima aus Isotop- und dendrochronologischen Untersuchungen konnte das grundsätzliche Funktionieren der angewendeten Methode der Siedlungsumfeldanalyse bestätigt werden. Auf diese Weise wurde es möglich, die Mensch-Umwelt-Interaktionen im Umfeld prähistorischer Siedlungen besser zu verstehen und gestellte Thesen basierend auf der breiten Datenbasis zu verifizieren oder auch zu falsifizieren.

Nach der kritischen Auseinandersetzung mit der „Prozessualen Archäologie“ innerhalb der „Postprozessualen Archäologie“ wird zunehmend deutlich, dass trotz aller begründeter Kritik – bspw. in Form des „Environmental Determinism“ mit der Betonung des „freien Willens“ prähistorischer Individuen sowie aufgrund der Ausschnitthaftigkeit der überlieferten und wiederentdeckten archäologischen Kultur – quantitativ orientierte Studien wie die vorliegende durchaus aussagekräftige Einblicke hinsichtlich des Siedlungsverhaltens liefern können, wenn auch sie dabei keinen Anspruch auf umfassende Repräsentativität und allgemeingültige Übertragbarkeit erbringen können und wollen. Wie die **Quellenkritik** zeigt, liegen diese Einschränkungen im Übrigen ebenso auch bei an Einzelobjekten oder Befunden orientierten Studien sogenannter „nicht-quantitativer Studien“ in ähnlicher Weise vor. Mit steigender Qualität der vorliegenden Dokumentation der Befunde wird die Signifikanz der in der Untersuchung angewandten quantitativen Verfahren zur Gewinnung von statistischen oder zumindest exemplarischen Aussagen wesentlich erhöht. So musste in der Studie mit unterschiedlichen Qualitäten in den Befundberichten, unterschiedlich intensiven Bearbeitungsständen in den Teilregionen des Arbeitsgebietes und verschiedenen Datenformaten umgegangen werden, um trotz dieser Einschränkungen neue Ergebnisse mit computergestützten Methoden und dahinterstehenden Theorien zu gewinnen. Dieser Ansatz erschien dahingehend erfolgversprechend, da in den letzten Jahren zahlreiche Informationen in verschiedene archäologische, oft unter Landeshoheit stehende Fachsysteme eingepflegt wurden, die nun als Basis auswertbar vorliegen, wenn der Datenzugang gewährt wird<sup>1039</sup> und eine systematische Kuratierung der Daten erfolgt. Zum anderen wurden im Rahmen der Studie aber auch besonders wichtige Katalogarbeiten retrodigitalisiert und im **für die Studie aufgebauten Archäologischen Informationssystem** zusammen mit diversen Geo- und Archäodaten für die folgenden Analysen kontextualisiert. Diese sehr heterogenen Fachdaten mussten dabei ebenfalls aufwändig kuratiert und normalisiert werden, wobei ein Referenzdatenmodell verwendet wurde, das in Einklang mit bereits etablierten Standards wie CIDOC-CRM<sup>1040</sup> gebracht werden kann. Die **Fundstellenmeldungen** des bayer-

---

<sup>1039</sup> Insbesondere sei hier den Kooperationspartnern Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Bayerisches Landesamt für Umwelt und Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung Bayern für die Bereitstellung grundlegender Fachdaten gedankt.

<sup>1040</sup> CIDOC/CRM – Conceptual Reference Model mit der „Erlanger Erweiterung“ CRM/OWL in der Wissens-/Ontologie-Repräsentationssprache Resource Description Framework – RDF oder in der darauf aufbauenden Web Ontology Language – OWL. <http://erlangen-crm.org/>

ischen Regierungsbezirks Unterfranken, der die zentrale Untersuchungsregion am mittleren Main darstellt, wurden somit standardisiert im **Archäologischen Informationssystem (AIS)** aufbereitet, um sie in **normierten Zeitstufen** mit Fundstellendaten der Oderregion, des Thüringer Beckens und des unteren Neckars kulturgeschichtlich vergleichen zu können. Die Analyse erfolgte innerhalb einer vielschichtigen Fundstellenstatistik nach ausgewählten Aspekten der materiellen Hinterlassenschaften der archäologischen Kulturen im Zusammenspiel mit zahlreichen geoökologischen Daten als geoarchäologische Synthese. Im Rahmen der vorgestellten Quellenkritik wurden des Weiteren Klassen zur Untersuchungshäufigkeit gebildet, die anhand der Werte 1 bis 5 die Erforschungsintensivität der jeweils fokussierten Teilregion von schlecht (1) bis recht gut (5) beschreiben. Jeder Fundstelle wurde in der Fundstellendatenbank nach einer adäquaten Prüfung der Fundstellenangaben (insbesondere zur Genauigkeit der Lokalisation und zu weiteren Informationen) ein entsprechender Wert zugeordnet, um die Aussagekraft der Fundstellenangaben als Signifikanz zu beurteilen. Festgehalten werden muss dabei der Umstand, dass in den Teilregionen leider unterschiedliche Bearbeitungsstände und damit Genauigkeitsstufen vorliegen. Durch die systematische Auswertung und einhergehende Digitalisierung vorliegender Publikationen mit aussagekräftigen Katalogen zu Fundstellenangaben konnten die bisher sehr verstreut, vereinzelt vorliegenden Informationen im AIS des Projekts gewinnbringend zusammengebracht werden, wobei teils widersprüchliche Angaben bereinigt wurden, sodass für die Auswertung auf eine fundierte, geprüfte Quellenbasis zugegriffen werden konnte. Die quellenkritische Auseinandersetzung beim Aufbau von archäologischen Datenbanksystemen erfolgte unterstützend darüber hinaus auch im Zuge von Diskussionen in der Lehre an der Goethe-Universität Frankfurt und den Universitäten Würzburg und Heidelberg.

Innerhalb der Kartierung von **Heatmaps** sind erste systematischen Analysen zu **Besiedlungsdichten** durchgeführt worden, die fallbeispielhaft für die frühe Migrationszeit auch als **zonale Statistik (Kernel Density)** ausgewertet wurden. Dabei konnten übersichtsartige Besiedlungsdichten aufgezeigt werden, die insbesondere im Kontext von weiteren Analyseverfahren Siedlungskammern herauskristallisieren können, wie es sich in Kombination mit den folgend aufgeführten Voronoi-Analysen deutlich zeigt. Die Kartierung in Heatmaps visualisiert in Form des individuell, je nach Fragestellung definierten Gradienten, einen Farbverlauf, der der Werteskala der Abstandsmaße zwischen den Fundstellen entspricht. Im Rahmen der zonalen Statistik werden in ebenfalls definierten Quadranten gemittelte Dichtewerte in Form des Farbgradienten (z.B. von hell nach dunkel) darstellt. Die Methode kommt zum Einsatz insbesondere bei der Kartierung von Einzelfunden mit ungenauen Koordinatenangaben, wie es der Fall ist bei Prospektionen oder Funden aus Quadranten oder Sektoren (z.B. Flintabschläge oder Keramikscherbenstreuungen) kleinflächiger Grabungen sowie bei der Kartierung von gemittelten Befunden, bspw. bei der Phosphatkartierung von Ausgrabungsflächen. In der vorgestellten großflächigen Übersichtskartierung der Fundstellen der frühen Migrationszeit ist die Aussagekraft der Heatmap jedoch dahingehend eingeschränkt, dass bei der Berechnung der Kartenquadranten ein statistischer Vergleich aufgrund der absoluten Abstandsmaße aller Fundstellen zueinander berechnet wird, was im Detail der Mikroregionen zu Verzerrungen durch die einhergehenden statistischen Mittelwertbildungen führt. Zur Identifizierung von Clustern bzw. Fundstellenballungen ist jedoch der Fundstellenabstand in Relation zur lokalen Lage (relative Fundstellenabstandsmaße) zu berücksichtigen, wie es bei der Dreiecksvermaschung der nächstgelegenen Fundstellennachbarn (Next Neighbour Calculation) im Zuge der folgend aufgezeigten Voronoi-Analysen erfolgt.

Auf der Dreiecksvermaschung basieren sowohl Delaunay-Triangulationsanalysen als auch Voronoi-Analysen – jedoch werden bei der einfachen Dreiecksvermaschung der Delaunay-Triangulation die kürzesten Abstände als Vektor (gerichtete Linie) direkt von Fundstelle zu Fundstelle berechnet, wohingegen bei der komplexen, mehrfachen Dreiecksvermaschung im Zuge der Voronoi-Diagramme die kürzesten Abstände der Zwischenräume anhand der Mittelsenkrechten zwischen den Fundstellen im GIS bzw. im adaptierten AIS kalkuliert werden. Mit **Delaunay-Triangulationsanalysen** wurde ein **modellhaftes Netzwerk** zwischen den Fundstellen im AIS berechnet, um Siedlungskammern zu identifizieren, in denen die Abstände zwischen allen Fundplätzen

zueinander analysiert werden, und um somit Zusammenhänge zu definieren. Neben Delaunay-Triangulationen stellen die folgenden Voronoi-Diagramme und Puffer-Analysen insgesamt drei **Methoden zur Identifizierung von Siedlungskammern** dar, die in der Studie vergleichend angewandt wurden. Delaunay-Triangulationsanalysen beschreiben dabei ein modellhaftes Netzwerk der kürzesten Entfernungen (Luftlinien) zwischen den Siedlungen, wobei der variable Abstand analytisch visualisiert wurde. Die Methode eignet sich auch dazu, **Siedlungsbällungen in Siedlungskammern zu identifizieren**, da die Abstände zwischen allen Fundplätzen gemessen und analysiert werden, sodass Zusammenhänge klar definiert – und nicht subjektiv bestimmt – sind.

Anhand der **Voronoi-Analysen** sind im AIS ebenfalls durch Dreiecksvermaschung Dreiecke um die Fundstellen gebildet worden, deren Dreiecksschenkel-Mittelsenkrechten einen möglichst kleinen Abstand zur im Dreieck innen liegenden Fundstelle aufweisen. Auf diese Weise können modellhafte hypothetische Fundstellenumfelder gebildet werden, die insbesondere für Umfeldanalysen genutzt wurden. So eignen sich die Voronoi-Analysen, um auf der Grundlage der verschieden großen Fundstellenumfelder die mögliche **Bedeutung von einzelnen Siedlungskomplexen in Siedlungskammern zu untersuchen**. In Verbindung mit Heatmaps können Voronoi-Diagramme im AIS grafisch ansprechend visualisiert und analysiert werden. Dabei wurden zwei Untersuchungsgebiete in der Oderregion und am mittleren Main miteinander verglichen, wobei **deutliche Unterschiede im Besiedlungsmuster** insbesondere **zur frühen Migrationszeit** klar herausgestellt werden konnten.

**Puffer-Analysen** beschreiben eine Methode, anhand derer ein plausibles Umfeld um einen Fundpunkt festgelegt wird, indem ein sogenannter Puffer bzw. ein Puffer-Umkreis/-feld erstellt wird. Puffer können auch auf lineare Kartierungsobjekte, wie bspw. Flussläufe oder Wegeverbindungen, angewandt werden. Das „Puffern“ erzeugt in der Regel zwei Bereiche: Zum einen ein Bereich, der sich innerhalb einer bestimmten Entfernung zu ausgewählten, realen Merkmalen befindet (und zwar in der Pufferzone intrazonal), und zum anderen ein Bereich, der sich darüber hinaus (extrazonal) erstreckt.

Als überregionaler Vergleich wurde auf der Grundlage der vorhergehenden Delaunay-Triangulationen, Voronoi-Diagrammen und Puffer-Analysen die Methode der **Umfeldanalyse standardisiert weiterentwickelt**, um zum einen das Verfahren in zwei Anwendungsregionen, an der Oder und am mittleren Main, zu überprüfen und um zum anderen die dabei gewonnenen Ergebnisse im Kontext der regionalgeschichtlichen, umwälzenden Ereignisse von der römischen Kaiserzeit über die Migrationszeit bis hin zum Frühmittelalter vergleichend zu untersuchen. Weitere vergleichende Einblicke zu den besiedlungsgeschichtlichen Vorgängen im Rahmen geoarchäologischer Forschungen wurden zur Region der Niederlausitz und des Neckarmündungsgebiets vorgelegt, die ausgewählte **Fallbeispiele auf Regionalebene** darstellen.

Folgende **Netzwerkanalysen** fokussierten **Kostenkonnektivitäts- und Knotenanalysen in Strahlendiagrammen**. Anhand der Kostenkonnektivitätsanalysen zur frühen Migrationszeit, Merowingerzeit und dem karolingischen bis ottonischen Frühmittelalter am mittleren Main konnte das **Besiedlungskonzept** wie in einem generalisierten Linienplan des öffentlichen Nahverkehrs in der Übersicht modellhaft erfasst und konzeptionell untersucht werden. Der Erkenntnisgewinn ist dabei im vergleichenden Charakter der Kostenkonnektivitätsanalysen begründet, der insbesondere Veränderungen in hypothetisch genormten (und damit vergleichbaren) Netzwerken aufzeigen kann. Weniger geeignet sind die Kostenkonnektivitätsanalysen, um mögliche Verbindungen zwischen Fundstellen anhand von Vergleichsfunden aufzuzeigen, da diese dabei unberücksichtigt bleiben.

Komplexe **Least-Cost-Path-Analysen** konnten anhand von zwei fallbeispielhaften Anwendungen in der Untersuchungsregion am mittleren Main fundierte Hypothesen zu plausiblen Routenverläufen in der frühen römischen Kaiserzeit und der späten Migrationszeit erschließen, sodass die große Bedeutung des mittleren Maingebiets als Transitregion für das frühe 1. Jh. und frühe 6. Jh. AD herausgestellt werden konnte. Die recht aufwändige Least-Cost-Path-Analyse basiert auf einer algorithmischen Berechnung im AIS, wobei mehrere Arbeitsschritte, u.a. zur Erstellung der basalen kumulativen Kostenkarte (**cumulative cost surface map** und andere), notwendig sind. Je nach Forschungsfrage können mit der Least-Cost-Path-Analyse sowohl auf der

regionalen Mikroebene lokale Pfade als auch auf der Makroebene überregionale Fernverbindungen kalkuliert werden, wobei in der vorliegenden Untersuchung das Digitale Geländemodell DGM1 für Regionalstudien und das DGM200 für überregional orientierte Studien die Berechnungsgrundlage darstellen.

Einen zweiten methodischen Ansatz zur Identifizierung von **wahrscheinlichen Interaktionen zwischen Höhensiedlungen** und weiteren Fundstellen sind, neben den oben beschriebenen Netzwerkanalysen, **Sichtbarkeits- (Viewshed)-Analysen**. Diese erbrachten bezüglich der Fragen nach der Sichtbarkeit und einhergehenden visuellen Kommunikation frühmigrationszeitlicher Höhensiedlungen sehr interessante Ergebnisse, die zeigten, dass im Osten des Untersuchungsgebiets am mittleren Main die Befestigungsanlagen meist in Sichtweite zueinander stehen, im Westen hingegen nicht. Diese Analyse basiert auf dem Höhenwert einer jeden Zelle eines digitalen Höhenmodells (DEM – Digital Elevation Model), wobei die Sichtbarkeit von einem festgelegten Punkt hin zu jeder Zelle als positiver (sichtbarer) oder negativer (unsichtbarer) Wert berechnet wird. Um die Sichtbarkeit auf dem Weg hin zur Zielzelle zu bestimmen, wird jede Zelle im definierten Blickwinkel zwischen der Startzelle und der Zielzelle auf der Sichtlinie untersucht. Befinden sich Zellen mit höheren Höhenwerten zwischen Standpunkt und Zielzelle, wird die Sichtlinie blockiert. Wenn eine Sichtlinie blockiert wurde, wird diese Zielzelle in der visualisierten Ansicht der Analyse nicht gezeigt. Wenn eine Sichtlinie nicht blockiert wurde, wird sie in die Ansicht aufgenommen. Somit besteht die visualisierte Ansicht der Sichtbarkeitsanalyse im Ergebnis aus einem Bündel zahlreicher (nicht blockierter) Sichtlinien.

Der Aufbau des **Referenzkorpus** mit eindeutig identifizierten und anschließend **klassifizierten Bodendenkmalen** aus **LiDAR-Datensätzen** (Light Detection and Ranging Laserscan-Daten) im fokussierten Regierungsbezirk Unterfranken am Main geht mit der systematischen Analyse von georeferenzierten Luftbildbefunden im AIS einher und stellt somit die Vergleichbarkeit und hervorgehobene Repräsentativität der regionaltypisch ausgeprägten Bodendenkmale im Vergleich zum überregionalen Kontext sicher. Exkursionen zu ausgewählten Objekten dienten praxisorientiert der Überprüfung der vorgenommenen Interpretation der Bodendenkmale nach realer Befundlage vor Ort. Für die systematische Aufbereitung der LiDAR-Daten ist ein standardisierter Arbeitsablauf entwickelt worden, der darüber hinaus die Grundlage für die damit gegebene Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse darstellt. Die Datenanalyse erfolgte im nächsten Schritt darauf aufbauend: Auf der Grundlage methodisch klar definierter Visualisierungsverfahren des DGM<sup>1041</sup> ist im AIS durch die optische Sichtung und Interpretation von Bearbeiter\*innen sowie durch den vergleichenden Einsatz von Algorithmen in Plugins des AIS (bspw. QuantumGIS mit Orfeo-Toolbox) eine semi-automatisierte Klassifikation mit *positives vs. false positives* durchgeführt worden. Die identifizierten Strukturen neuer Bodendenkmale, die durch die weitere Segmentation aus den interpolierten LiDAR-Daten erkannt wurden, sind in georeferenzierte (und interoperable) Shapefiles überführt worden. Die Shapefiles neuer Bodendenkmale konnten im Rückfluss wieder in das AIS eingespeist und dabei in Bezug zu den bisher bekannten Fundstellenkartierungen ausgewertet werden. Auf diese Weise wurde erheblich **neues Wissen zur Anzahl und Struktur der Bodendenkmale generiert**, das wiederum die Basis eines künftigen **Predictive Modelling im AIS** sein soll, wobei die nun höhere Wissensstufe zur Bodendenkmalsubstanz die Basis zur Berechnung von Prognosekarten mit einhergehender Ausweisung von höheren oder niedrigeren Verdachtsstufen darstellt. Hierbei ist insbesondere durch die Wahl von nicht nur von einem, sondern mehreren, mehr oder minder geeigneten, heterogenen Datenbeständen, die dem Gegenteil und der Überprüfung der Signifikanz dienen, die Gefahr von Zirkelschlüssen (*Circuli vitiosi*) zu minimieren, so wie es hier im Rahmen der Studie bereits erfolgte.

---

<sup>1041</sup> Das Digitale Geländemodell (DGM) des Landesamts für Digitalisierung, Breitband und Vermessung Bayern besteht aus Daten des Side-Looking-Airborne-Radar-Messverfahrens von regelmäßigen, systematischen Befliegungen. Die Rohdaten wurden in mehreren Stufen aufgearbeitet, u.a. nach Fehlmessungsdatensätzen bereinigt. So sind für das Maingebiet hochauflösende Messdaten mit einem Abstand der Messpunkte als Gitter- oder Maschenweite von 0,5 bis 1 Meter genutzt worden.