

**Zeitschrift:** Archäologie Bern : Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern = Archéologie bernoise : annuaire du Service archéologique du canton de Berne

**Herausgeber:** Archäologischer Dienst des Kantons Bern

**Band:** - (2015)

**Artikel:** Eine Potentialkarte Archäologie für den Kanton Bern

**Autor:** Ebersbach, Renate

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-726580>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 04.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Eine Potentialkarte Archäologie für den Kanton Bern

RENATE EBERSBACH

1.

## Einleitung

Die Erfassung von Informationen über die Lage, Ausdehnung und Bedeutung von archäologischen Fundstellen ist eine der Kernaufgaben des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern (ADB) seit dessen Gründung. Gesammelt werden diese Daten im Archäologischen Inventar, das insbesondere für die Beurteilung von Baugesuchen und Planungsvorhaben ein wertvolles Instrument darstellt; es hilft, die Risiken abzuschätzen, ob im Boden befindliche Funde zerstört werden könnten. Verschiedene Faktoren beeinflussen das Auffinden, Erkennen und Erfassen von archäologischen Fundstellen und führen dazu, dass das historisch gewachsene Archäologische Inventar heute nicht für alle Epochen, Regionen und Fundstellenkategorien gleichwertige, flächendeckende und repräsentative Informationen zum Archäologierisiko enthält. Wie frühere Auswertungen im Rahmen des Projektes «Repräsentatives Inventar» gezeigt haben, sind ganze Regionen wie das Simmental oder das Emmental sowie ganze Epochen und Kategorien wie stein- oder metallzeitliche Landsiedlungen unterrepräsentiert.<sup>1</sup> Gegenüber fachfremden Personen und Institutionen ist es relativ schwierig zu vermitteln, für welche Regionen des Kantons die Informationen des Archäologischen Inventars als repräsentativ angesehen werden können und dass leere Flächen keinesfalls bedeuten müssen, dass dort keine Archäologie im Boden liegt, sondern nur, dass bis jetzt nichts gefunden wurde. Deshalb wurde nach Möglichkeiten gesucht, das vorhandene Wissen über archäologische Fundstellen auf diejenigen Regionen und Epochen zu übertragen, die weniger gut bekannt und erforscht sind.

Das hier vorgestellte Teilprojekt «Potentialkarte Archäologie» hat zum Ziel, mithilfe moderner, rechnergestützter Methoden Gebiete im Kanton Bern zu identifizieren, aus denen bis-

her noch keine Archäologie bekannt ist, die aber aufgrund des Wissens über Standortfaktoren bekannter Fundstellen als archäologisch hoch verdächtig einzustufen sind. Dabei wird auf der Basis von digitalen Karten gearbeitet, die mit Hilfe von GIS (Geografischen Informationssystemen) übereinandergelegt, analysiert und neu berechnet werden. Die Berechnung einer Potentialkarte Archäologie wurde 2013 abgeschlossen.<sup>2</sup> Ein interner Abschlussbericht liegt vor, in dem auch Details zur Rechentechnik genauer erklärt werden. Im vorliegenden Beitrag sollen die archäologischen und naturräumlichen Überlegungen sowie die Diskussionen während der Erstellung der Potentialkarten und der jeweiligen Ergebnisse im Vordergrund stehen.

Die Grundidee einer Potential- oder Vordersagekarte und die Vorgehensweise bei ihrer Berechnung sind in wenigen Sätzen beschreibbar: Die bisher bekannten Fundstellen werden daraufhin ausgewertet, in welcher topografischen, hydrologischen, geologischen usw. Situation sie liegen. Es wird berechnet, welche Standortfaktoren mit welchen Werten bei archäologischen Fundstellen gehäuft auf-

<sup>1</sup> Ebersbach/Hoyer/Zahnd 2010.

<sup>2</sup> Das Projekt konnte nur dank des Einsatzes vieler Mitarbeitender im ADB in dieser Form durchgeführt werden. Besonders erwähnt seien Thomas Doppler, der ein Fallbeispiel zu den neolithischen Landsiedlungen rechnet, Werner Schmutz, der die Hintergründe der Rechentechnik mit mir erforschte, Ruedi Zwahlen und René Bacher, die die Daten zu den römischen Villen überprüften und zur Verfügung stellten, Elena Prado und Wenke Schimmelpfennig, die bereit waren, die Methodik und Rechentechnik zu erlernen, auszuprobieren und das Know-how des Projektes im ADB weiter am Leben zu erhalten, und natürlich Elisabeth Zahnd als Co-Leiterin des Gesamtprojektes «Repräsentatives Inventar». Mit Francesco Siragusa und Bernadette Blättler vom Amt für Geoinformation konnten rechentechnische Details geklärt werden, und Ueli Ryter vom Amt für Wald, Abteilung Naturgefahren, eröffnete uns die Möglichkeit, von den Erfahrungen beim Berechnen der Naturgefahrenkarten zu profitieren.



treten, also zum Beispiel, an wie stark geneigten Hängen die Mehrheit der römischen Villen liegt. Daraus ergibt sich eine Eignung bestimmter Hangneigungen für römische Villen anhand der bisher bekannten Wertebereiche. Mit diesen Wertebereichen lässt sich eine erste Karte berechnen, die ausweist, wo innerhalb des Kantons Bern Flächen vorliegen, deren Hangneigung für römische Villen geeignet wäre. Weitere Faktoren wie Höhenlage, Gewässernähe, Himmelsrichtung oder andere werden jeweils für sich analysiert und in Kartenbilder umgesetzt. Durch Verschneidung, Gewichtung und Summierung der Einzelkarten erhält man schliesslich eine Karte, die für das gesamte Kantonsgebiet all diejenigen Flächen darstellt, die die geforderte Kombination an Wertebereichen der wichtigen Faktoren aufweisen. Diese Karte ist unabhängig von der Verteilung schon bekannter Fundstellen im Raum. Die dargestellten Gebiete haben aufgrund der gewählten Kriterienkombination ein hohes Potential für archäologische Fundstellen.

Die zugrundeliegende Annahme ist, dass kulturelle Reste jeglicher Art nicht zufällig in einer Landschaft verteilt sind, sondern dass der Mensch zu allen Zeiten bestimmte Landschaften mit gewünschten Eigenschaften für bestimmte Zwecke (Siedlungen, Gräber, Verkehrsnetze) gezielt ausgesucht oder bevorzugt hat. Vergleicht man also die landschaftlichen Gegebenheiten einer Region als Ganzes mit den Gegebenheiten auf Flächen, die archäologische Fundstellen aufweisen, so sind zwischen diesen beiden Datensätzen statistisch signifikante Unterschiede zu erwarten. Als relevante landschaftliche Gegebenheiten gelten Faktoren wie Hangneigung, Höhenlage, Ausrichtung/Exposition, Geologie, Geomorphologie und Hydrologie, um nur einige zu nennen. Auch Faktoren wie Gewässernähe oder Nähe zu anderen Fundstellen (z. B. Abstände zwischen römischen Villen oder mittelalterlichen Städten) können je nach Fragestellung eine Rolle spielen und berücksichtigt werden. Wesentlich für die Erstellung von Prognose- oder Potentialkarten sind einerseits geeignete digitale Hintergrundkarten, andererseits archäologische Grundlagen, die aus der Auswertung bestehender Fundstelleninventare und Prospektionsprojekte im Gelände stammen sollten, im Idealfall ergänzt durch Luftbild- und Lidar-Daten. Die Qualität des Ergebnisses hängt

dabei stark von der Qualität der Ausgangsdaten ab, also der Frage, wie gut (zeitlich und räumlich repräsentativ) und umfassend die zugrundeliegenden archäologischen Daten sind, die in die Berechnungen einfließen. Eine solche Potentialkarte wurde unseres Wissens noch in keiner Schweizer Kantonsarchäologie erarbeitet, ist in angloamerikanischen Kreisen aber schon seit Jahrzehnten üblich. Für die Niederlande liegen flächendeckende Potentialkarten vor. Im deutschen Bundesland Brandenburg wurde eine umfangreiche Fallstudie mit Geländebegehungen und Prospektionen zur Kontrolle durchgeführt.<sup>3</sup>

## 2. \_\_\_\_\_

### Die naturräumlichen Hintergrundkarten

Der Kanton Bern verfolgt eine Politik des kostenlosen Zugangs für alle Verwaltungsstellen und Ämter zu allen verfügbaren Geoinformationen auf Kantonsgebiet. Plattform dafür ist das Geoportal des Kantons Bern ([www.be.ch/geoportal](http://www.be.ch/geoportal)), auf dem zahlreiche digitale Kartenprodukte einsehbar und herunterladbar sind. Uns standen verschiedenste digitale Hintergrundkarten mit Informationen aus unterschiedlichen Ämtern und Fachstellen zur Verfügung, darunter zum Beispiel digitale Geländemodelle, Naturgefahrenkarten, Informationen zur aktuellen Bodenbedeckung, topografische Karten, hydrologische Informationen, landwirtschaftliche Zonengrenzen, Boden- und Klimaeignungskarten sowie digitalisierte historische Karten. Kartierungen zur ackerbaulichen Nutzbarkeit der Flächen des Kantons Bern liegen bereits vor, zum Beispiel gibt es eine Karte der landwirtschaftlichen Eignung, die 1980 publiziert wurde. Sie ist allerdings aus verschiedenen Gründen für die Beurteilung des Archäologiepotentials ungeeignet (s. Kap. 5 und Abb. 18). Sinnvoller wäre die Berücksichtigung einer Niederschlagskarte, um sehr niederschlagsreiche Gebiete zum Beispiel im Emmental auszuschliessen. Bis jetzt

<sup>3</sup> Zahlreiche Beispiele finden sich im Internet mit der Stichwortsuche «archaeology» und «predictive modelling»; Niederlande: Kamermans/van Leusen/Verhagen 2009; Brandenburg: Kunow/Müller 2003; Münch 2012. Siehe auch mehrere Beiträge im Journal of Archaeological Method and Theory 19, 2012, Heft 4, oder Verhagen/Whitley 2012.



liegt aber keine Niederschlagskarte für den Kanton Bern vor, eine solche hätte neu gerechnet werden müssen aus den Wetterdaten von Meteo Schweiz, und im Rahmen des vorliegenden Projektes war es nicht möglich, diesen Aufwand zu betreiben.

Generell erfordert die Vorbereitung der digitalen Naturraumkarten aus den bestehenden Kartengrundlagen einiges an Arbeit, insbesondere wenn verschiedene moderne Karten in den gleichen Darstellungstyp umgerechnet und zusammengeführt werden müssen.<sup>4</sup> Im Laufe der Arbeiten haben sich besonders die digitalen Geländemodelle als wichtig erwiesen, aus denen weitere Karten wie Hangneigung, Ausrichtung und Höhenlage berechnet werden konnten. Ausserdem wurden Gewässerinformationen, sowohl modern wie aus historischen Zeiten, zur Berechnung verwendet. Andere Themenbereiche wie zum Beispiel die Geologie, die Bodenqualität oder die Geomorphologie wurden für die vorliegende Version der Potentialkarte nicht berücksichtigt. Im Kanton Bern mit seiner enormen topografischen und hydrologischen Vielfalt dürften in erster Linie die Faktoren Höhenlage, Hangneigung, Ausrichtung und allenfalls noch Gewässernähe wesentlich sein für die Standortwahl bäuerlicher Ge-

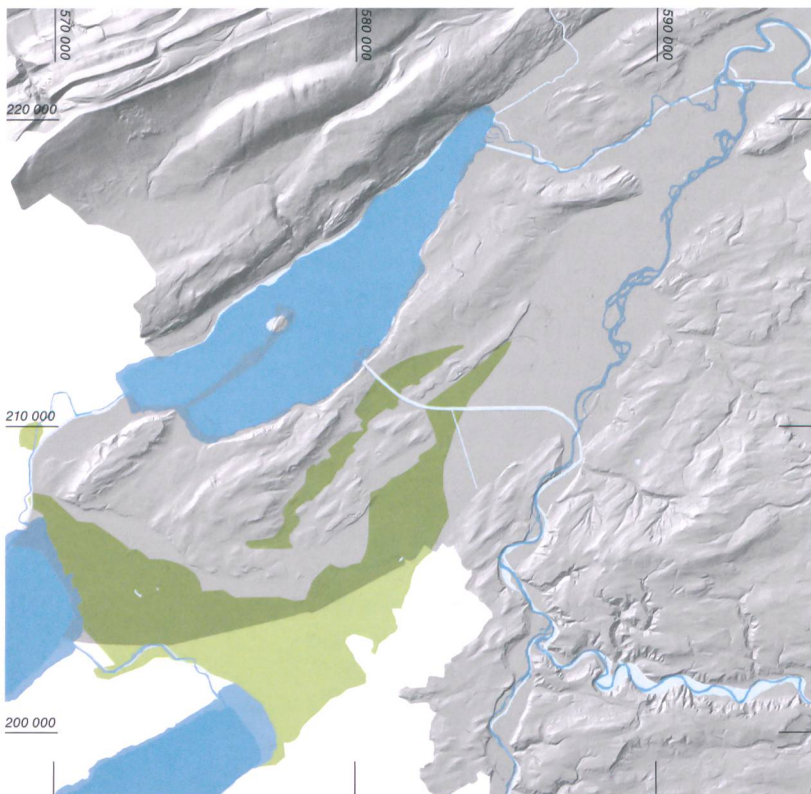
sellschaften. Das Thema Naturgefahren wurde näher diskutiert, denn Hochwasser, Lawinen und Murgänge dürften auch schon in prähistorischen Zeiten die Siedlungsplatzwahl beeinflusst und die Ackerflächen verwüstet haben. Im Laufe der Berechnungen zeigte sich allerdings, dass die historisch belegten Naturgefahren entweder recht kleinräumig waren und bei einer Darstellung des gesamten Kantonsgebietes kaum eine Rolle spielten oder dass sie in Gebieten lagen, die entweder ausserhalb der Siedlungsräume liegen oder stark modern überprägt sind (z. B. Seeland und Grosses Moos). Auf eine generelle Berücksichtigung der Naturgefahren wurde deshalb verzichtet. Bei regionalen Studien könnten Naturgefahren aber ein wichtiger Ausschlussfaktor für potentielle Archäologiezonen sein (s. Abb. 14). Auch in Regionen mit besonders grossflächigen Hochwasserereignissen wie dem Mittelland und dem Aaretal oberhalb des Brienersees sollten Naturgefahren für Detailstudien berücksichtigt werden.

Eine Herausforderung bei der Erstellung einer archäologischen Potentialkarte ist die Frage, wie stark sich die Landschaft in historischer und prähistorischer Zeit verändert hat und wie dies die Bewertung von Standortfaktoren beeinflusst. Im Kanton Bern hat sich in erster Linie das Gewässernetz durch die erste (1868–1891) und zweite (1962–1973) Juragewässerkorrektur markant verändert. Dabei wurden Seespiegel abgesenkt, Flüsse umgeleitet und Kanäle gebaut, die die Hydrologie im Mittelland deutlich umgestalteten. Diese Veränderungen sind kartografisch gut dokumentiert, da der älteste Kartensatz auf der Grundlage moderner Vermessungsmethoden, die sogenannte Dufourkarte aus den 1860er-Jahren, den Zustand des Gewässernetzes vor den Korrekturen erfasst hat (Abb. 1).

Für die Potentialkarte wurden verschiedenste Informationsquellen zu einer Wasserkarte des Kantons zusammengeführt. Für die grösseren Flüsse und Seen war die Dufourkarte die Grundlage. Digital verfügbar sind ausserdem Karten zum Verlauf aller grösseren und kleineren Flüsse und Bäche und zu den Quellen. Alle Informationen betreffen die heutige

Abb. 1: Gewässer und Feuchtgebiete des Kantons Bern vor der Juragewässerkorrektur (gemäss Dufourkarte).

- Moore Dufourkarte
- Gewässer Dufourkarte
- Heutiges Gewässernetz



<sup>4</sup> Alle Berechnungen erfolgten mit der Software Esri ArcGIS 10.



Situation, so sind natürliche Quellen und gebohrte Quellen gemeinsam in einem Datensatz erfasst. Da viele Quellen entlang von Zonen austreten, in denen sicher auch schon in prähistorischen Zeiten oberflächlich verfügbares Wasser vorhanden war, ist dieser Datensatz trotzdem brauchbar als Hintergrundinformation zur Verfügbarkeit von Wasser im Kantonsgebiet. Im Fallbeispiel der römischen Villen wurden die Seen und grösseren Flüsse auf der Dufourkarte mit den Quellen zu einer Gewässerkarte zusammengesetzt, da wir aus historischen Quellen wissen, dass die Römer grossen Wert auf frisches Wasser legten und grosse Mengen davon benötigten. Im Fallbeispiel der neolithischen Landsiedlungen wurde dagegen eine Kombination aus modernen Seespiegeln und dem gesamten Flussnetz inklusive kleinster Bäche zur Wasserkarte zusammengesetzt. In beiden Fällen wurden die bestehenden Informationen, die aus Punkten (Quellen) und Linien (Bäche) bestanden, jeweils mithilfe eines ergänzten Puffers zuerst in Flächen umgerechnet und dann zusammengesetzt. Dieser Schritt war notwendig und sinnvoll, da einerseits Flüsse und Bäche in naturbelassenen Landschaften regelmässig, zum Beispiel saisonal, ihren Lauf innerhalb des Bachbettes verschieben und andererseits eine Berechnung der Funktion «Abstand zur nächsten Wasserquelle» nur auf der Basis von Flächen oder Linien funktioniert. Die Unterschiede bei der Verwendung verschiedener Hintergrundkarten sind für die meisten archäologisch interessanten Gebiete des Kantons zu vernachlässigen (s. Kap. 4.1). Nur im Jura stellt Wassermangel einen wichtigen limitierenden Faktor dar, und im Mittelland müssen die starken Veränderungen durch Eingriffe moderner Zeiten berücksichtigt werden, besonders bei kleinräumigeren Untersuchungen wie etwa der Frage von Seepegeln oder überschwemmungssicheren Zonen. Hier würde sich eine genauere Beschäftigung mit dem Naturraumfaktor Wasser auf jeden Fall lohnen, eventuell sogar bis hin zur Rekonstruktion prähistorischer Gewässerverläufe, soweit diese aus geologischen Untersuchungen bekannt sind oder sich in der Topografie abzeichnen.<sup>5</sup>

Die Übertragung moderner Verhältnisse auf prähistorische Landschaften ist generell schwierig, denn auch historisch gewachsene und kartografisch dokumentierte Landschafts-

formen wie etwa die Feuchtgebiete des Grossen Moores im Seeland haben eine Geschichte und einen Ursprung, der auch erst ein paar hundert Jahre zurückliegen kann. Es ist also nicht generell davon auszugehen, dass historische Karten die potentielle Landschaft einer bestimmten prähistorischen Epoche besser darstellen als moderne Karten.

### 3. \_\_\_\_\_

## Die archäologischen Faktoren

Grundlage einer Potentialkarte ist die Kartierung der Informationen zu bekannten Fundstellen. Die Auswahl von relevanten und repräsentativen Fundstellen ist deshalb von entscheidender Bedeutung, da die Potentialkarte letztendlich auf den für diese berechneten Wertebereichen beruht.

Als relevante archäologische Quellen sind solche anzusehen, bei denen grössere Mengen von Fundstellen vorhanden und einigermaßen repräsentativ verteilt sind, sowohl räumlich wie auch zeitlich und bezüglich der Vollständigkeit der Quellengattungen. Im Kanton Bern kommen hierfür die römischen Villen infrage, mit denen ein Fallbeispiel gerechnet und ausführlich dokumentiert wurde. Anhand dieses Fallbeispiels wurde die hier vorgestellte Version der Potentialkarte gerechnet, weshalb es etwas ausführlicher erläutert werden soll. Mit einem zweiten Fallbeispiel für neolithische Landsiedlungen wurden weitere Rechenschritte und andere Hintergrundkarten getestet.

### 3.1 \_\_\_\_\_

## Fallbeispiel römische Gutshöfe

Römische Fundstellen dürfen innerhalb des Kantonsgebietes hinsichtlich ihrer Verteilung als einigermaßen repräsentativ angesehen werden. Mit ihrer Steinbauweise und den grossen Mengen an charakteristischem Fundmaterial wurden römische Villen schon vor Jahrhunderten als vorgeschichtliche Reste erkannt. Auch in heutiger Zeit haben sie bei der Arbeit mit Bau- oder Landwirtschaftsmaschinen noch eine Chance, wahrgenommen und dokumentiert zu werden. Wir können davon ausgehen,

<sup>5</sup> Vgl. Detailstudie zum Seeland: Schimmelpfennig 2014.



dass zumindest im Mittelland die Dichte, Lage und Grösse der römischen Siedlungen, vor allem der Gutshöfe, einigermaßen repräsentativ für die tatsächliche Aufsiedlung der Landschaft in römischer Zeit ist. Die römischen Gutshöfe bieten sich deshalb für eine Pilotstudie zur Potentialkarte an. Standorte für römische Villen sind im Kantonsgebiet zahlreich belegt. Für dieses Fallbeispiel wurde ein Auszug aus dem Archäologischen Inventar verwendet, der nach einheitlichen Kriterien definierte Fundstellen der Kategorie «römischer Gutshof» umfasst. Es standen 103 Datensätze zur Verfügung.

Da die Fundstellen im Archäologischen Inventar als Punkte erfasst sind, mussten als erster Schritt den Punkten Flächen zugewiesen werden, innerhalb derer die Wertebereiche der einzelnen Faktoren berechnet werden. Römische Villen waren in der Regel als land-

wirtschaftliche Betriebe organisiert, die grössere Flächen geeigneten Ackerlandes sowie Weideflächen und Wälder benötigten. Da sie oft auch gewinnorientiert wirtschafteten oder sich auf bestimmte Produkte spezialisiert hatten, war eine gute verkehrstopografische Anbindung an das römische Strassen- und Wegenetz ebenfalls wichtig. Römische Villen dienten aber auch Wohn- und Repräsentationszwecken und waren dementsprechend gebaut und ausgestattet.<sup>6</sup> Zur Frage, wie gross die Villen selbst (also die bebaute Fläche) und die dazugehörigen Gutsbetriebe in der Schweizer Provinz gewesen sein könnten, liegt erstaunlich wenig Literatur vor. Wir haben uns bei der Berechnung des Fallbeispiels auf die Arbeiten von Schucany

<sup>6</sup> Ebnöther/Monnier 2002.

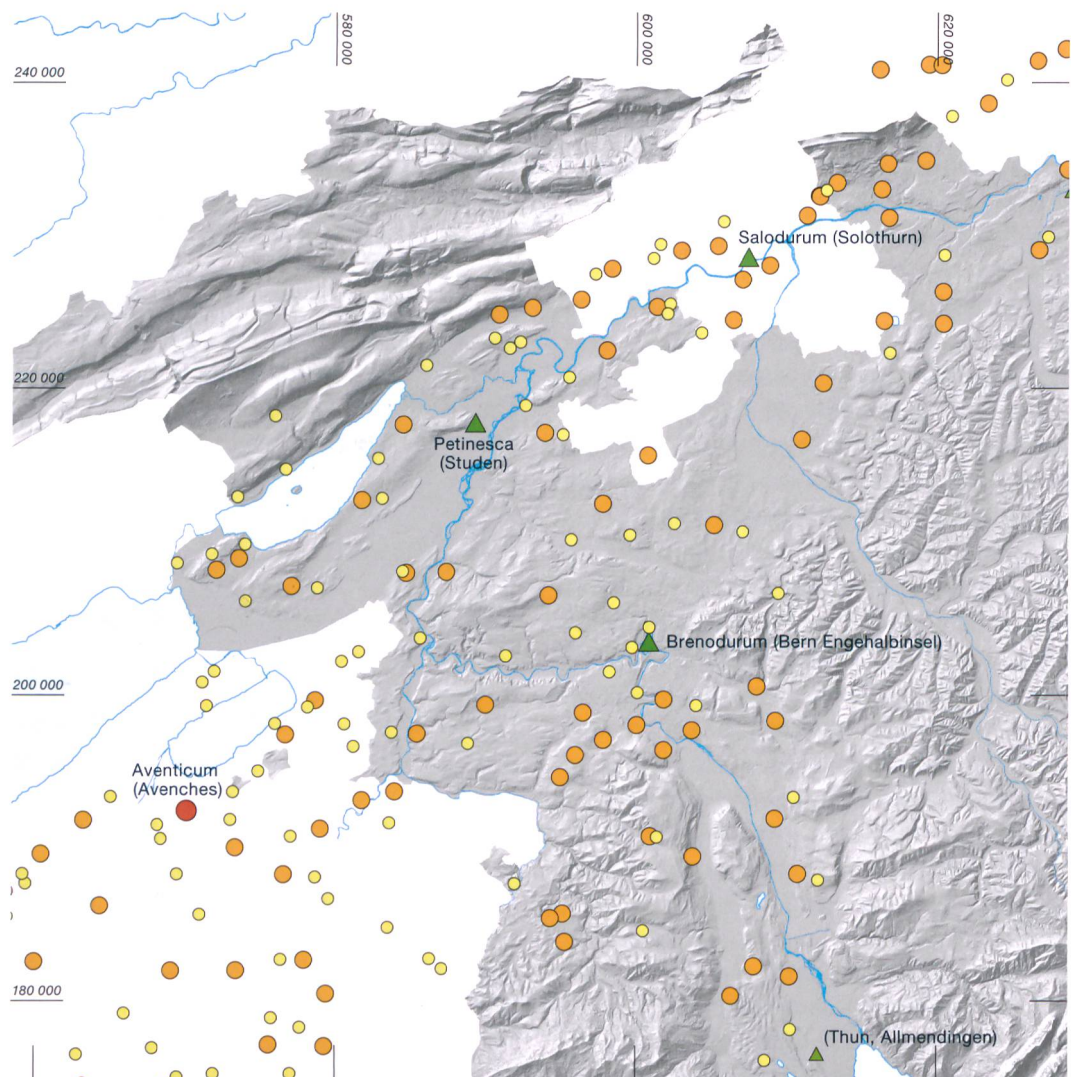
Abb. 2: Römische Besiedlung des Mittellandes: Betriebsflächen sicherer und möglicher römischer Gutshöfe sowie weitere Kategorien von Siedlungen.

Römische Besiedlung des Mittellandes

- colonia
- ▲ vicus
- ▲ evtl. vicus

Römische Villen mit Betriebsflächen

- sichere villa
- mögliche villa





gestützt.<sup>7</sup> Sie zitiert verschiedene antike Quellen sowie Arbeiten aus anderen Ländern, in denen die bebaute Zone einer Villa von etwa einem Hektar bis zu fünf Hektaren Fläche reichen, das Betriebsgelände («fundus») aber um ein Vielfaches grösser sein und zwischen etwa 1000 ha und 8000 ha Fläche umfassen kann. Die grössten Flächen betreffen allerdings grosse Anlagen, die hierarchisch gegliedert sein können und auf deren Gelände weitere, kleinere und zum Gesamtbetrieb gehörende Villen oder andere Betriebsgebäude verstreut liegen können. Solche sehr grossen, mehrgliedrigen Gutshöfe sind im Kanton Bern nach dem heutigen Kenntnisstand nicht belegt. Im Fallbeispiel wurde deshalb mit folgenden Flächen gerechnet: Ein Hektar Fläche rund um den Fundpunkt repräsentiert die bebaute Fläche der römischen Villa, ein Kreis von 100 ha Fläche repräsentiert das Betriebsgelände, den Fundus. Diese eher niedrigen Werte wurden gewählt, da im archäologischen Datensatz sowohl Fundstellen vorkommen, bei denen es sich nicht sicher um einen eigenständigen Gutshof handelt, sondern möglicherweise nur um Nebengebäude irgendwo auf dem Betriebsgelände, als auch Fundstellen, die sehr dicht aufeinanderliegen und möglicherweise mehrere Teile des gleichen Gutshofes oder mehrere zeitlich aufeinanderfolgende Gutshöfe in der gleichen Geländekammer repräsentieren. Mit der Wahl von kleinen Zahlen sollte dieser möglicherweise noch zu hohen Fundstellendichte entgegenge wirkt werden. Ausserdem wurde zwischen sicheren und möglichen römischen Gutshöfen unterschieden. Die nicht sicheren Fundstellen wurden nur mit 0,5 ha Fläche für die Bebauung und 50 ha Fläche für den Fundus berechnet. Die Berechnung der Flächen erfolgte mit einer einfachen Pufferfunktion, ausgehend von der Zentralkoordinate des jeweiligen Fundstellendatensatzes (Abb. 2).

Im nächsten Schritt wurden die so berechneten Flächen mit den jeweiligen Hintergrundkarten überlagert und die Werte innerhalb jeder Kreisfläche, also für jeden Gutshof, berechnet. Da die Berechnung auf der Ebene eines einzelnen Pixels erfolgt und die Karten mit Pixeln von 100 m Seitenlänge gerechnet wurden, ergibt ein Kreis von 100 ha bereits 100 Werte. Schliesslich wurden für sämtliche Werte aller Gutshöfe statistische Kennziffern wie Mittelwert, Standardabweichung und Häufigkeitsbereiche aus-

### Römische Gutshöfe

| Hangneigung (Grad)                               | Wertebereiche |
|--|---------------|
| Beste Klasse (5)                                 | 4.8–6.8       |
| Klasse 4   | 2.9–4.8       |
| Klasse 3   | 6.8–8.7       |
| Klasse 2   | 0.9–2.9       |
| Schlechteste Klasse (1)                          | <0.9/> 8.7    |
| Mittelwert: 6.3°; Standardabweichung (STD): 5.2° |               |

| Höhe (Meter)                 | Wertebereiche |
|------------------------------|---------------|
| Beste Klasse (5)             | 400–480       |
| Klasse 4                     | 540–580       |
| Klasse 3                     | 480–540       |
| Klasse 2                     | 580–670       |
| Schlechteste Klasse (1)      | > 670         |
| Mittelwert: 550 m; STD: 22 m |               |

| Ausrichtung (Grad)         | Wertebereiche | Himmelsrichtung |
|----------------------------|---------------|-----------------|
| Beste Klasse (5)           | 118–144       | Südosten        |
| Klasse 4                   | 144–170       | Südsüdosten     |
| Klasse 3                   | 197–223       | Südsüdwesten    |
| Klasse 2                   | 170–197       | Süden           |
| Schlechteste Klasse (1)    | <118/> 223    | alle anderen    |
| Mittelwert: 153°; STD: 97° |               |                 |

| Abstand zum Wasser (Meter)    | Wertebereiche |
|-------------------------------|---------------|
| Beste Klasse (5)              | 129–252       |
| Klasse 4                      | 0–129         |
| Klasse 3                      | 252–316       |
| Klasse 2                      | 316–535       |
| Schlechteste Klasse (1)       | > 535         |
| Mittelwert: 286 m; STD: 252 m |               |

| Abstand zur nächsten Villa (Meter) | Wertebereiche | Bemerkung        |
|------------------------------------|---------------|------------------|
| Beste Klasse (5)                   | 884–3160      | plus/minus 1 STD |
| Klasse 4                           | 3160–4298     | plus 2 STD       |
| Klasse 3                           | 4298–5436     | plus 3 STD       |
| Klasse 2                           | 5436–6574     | plus 4 STD       |
| Schlechteste Klasse (1)            | <884/> 6574   |                  |
| Mittelwert: 2022 m; STD: 1138 m    |               |                  |

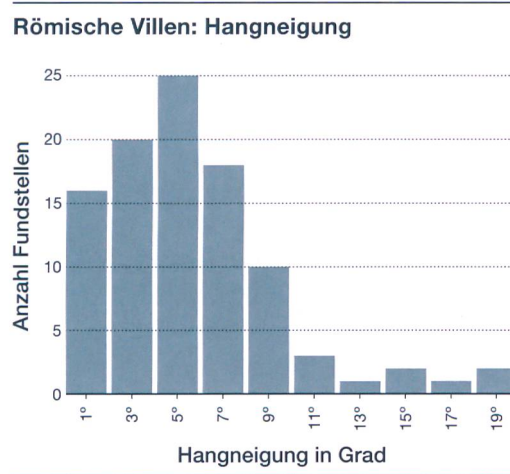
Abb. 3: Standortfaktoren der Betriebsflächen römischer Gutshöfe. Statistische Kennziffern der fünf wichtigsten Faktoren und Gruppierung in verschiedene Häufigkeitsklassen.

gerechnet, die zur Abgrenzung der einzelnen Werteklassen Verwendung fanden (Abb. 3).

Die mittlere Hangneigung der römischen Betriebe lag bei 6.3 Grad. Das Histogramm der Hangneigung ergibt ein linksschiefes Bild, das heisst die Mehrheit der Werte liegt unter 10 Grad Hangneigung mit einer klaren Bevorzugung von Hängen zwischen drei und neun

<sup>7</sup> Schucany 2006, 272–283.

Abb. 4: Betriebsflächen römischer Gutshöfe: Häufigkeitsverteilung der Hangneigungen (Grad).



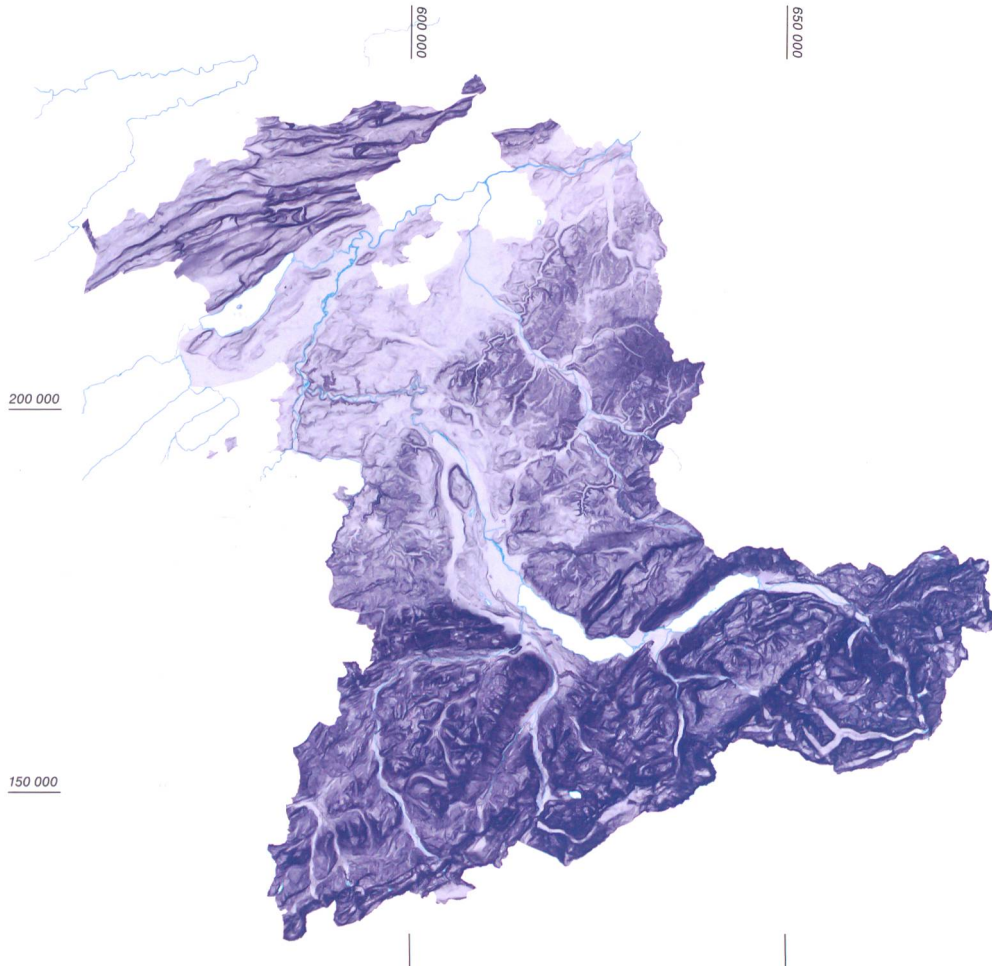
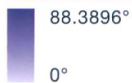
Grad Neigung (Abb. 4). Dieses Kriterium spielte bei der Auswahl der Betriebsflächen sicher eine Rolle, hier werden ganz deutlich nur bestimmte Wertebereiche bevorzugt. Hangneigungen von mehr als 20 Prozent kommen in den Betriebsflächenkreisen der römischen Gutshöfe gar nicht vor. Im gesamten Kantonsgebiet kommen Hangneigungen bis 88 Grad vor (Abb. 5), die

meisten Werte liegen über 50 Grad, an zweiter Stelle folgen Hänge mit Neigungen von 15 bis 35 Grad. Die relativ engen Wertebereiche, in denen sich die Flächen römischer Gutshöfe bewegen, deuten darauf hin, dass dieses Auswahlkriterium in römischer Zeit wichtig war.

Die Kreise, die das gesamte Betriebsgelände römischer Gutshöfe umfassen, zeigen bezüglich des Faktors Ausrichtung eine relativ gleichmässige Verteilung mit Werten in verschiedenste Himmelsrichtungen. Hier lässt sich kein bevorzugter Wertebereich ablesen. Berechnet man die Ausrichtung nur für die bebauten Flächen selbst, also den eigentlichen Gutshof auf einem Hektar rund um den Fundpunkt, so lassen sich leichte Bevorzugungen für die Himmelsrichtungen Südost, Süd, Südwest und für ganz flache Bereiche erkennen (Abb. 6), aber die Auswahl ist nicht so klar wie für die Hangneigung. Darauf weisen auch die statistischen Werte hin, bei denen der Mittelwert mit 153 Grad eine Südost-Richtung anzeigt, aber die Standardabweichung mit immerhin 97 Grad sehr hoch ist.

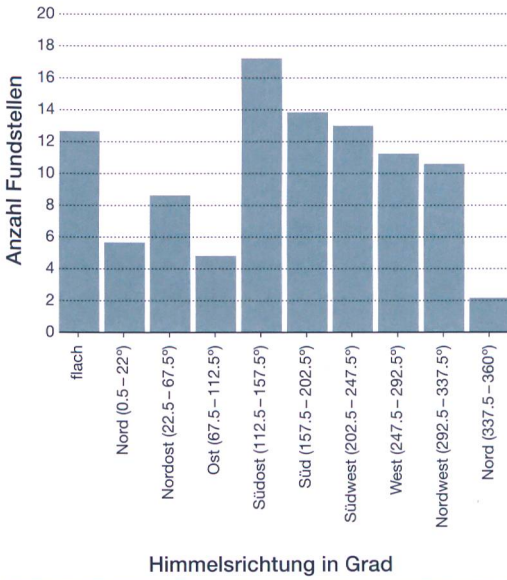
Abb. 5: Kanton Bern. Berechnung der Hangneigung (Grad) aus einem digitalen Geländemodell.

Hangneigung in Grad





**Römische Villen: Ausrichtung**



Für die durchschnittliche Höhenlage ergibt sich ein sehr ähnliches Bild wie für die Hangneigungen: Die meisten Flächen der römischen Betriebe liegen in den niedrigen Wertebereichen. Mit einem Mittelwert von 550 m ü. M. und einer Standardabweichung von nur 22 m zeigt dieser Faktor sehr enge Wertebereiche: Höhenlagen unterhalb von 600 m ü. M. wurden klar bevorzugt. Es gibt noch einen kleinen Verteilungsgipfel bei etwa 800 m ü. M. Oberhalb von 900 m ü. M. finden sich keine Flächen mehr, die in römischer Zeit für Gutshöfe genutzt wurden. Auch der Faktor Höhenlage unterliegt offensichtlich einer starken Auswahl und sollte bei der Gewichtung der Standortfaktoren eine Rolle spielen.

Römische Villen hatten vermutlich einen hohen Wasserbedarf, nicht nur für ihre landwirtschaftlichen Betriebsflächen, sondern auch im Gutshof selbst, wie Badegebäude und

Abb. 6: Bebaute Flächen römischer Gutshöfe: Häufigkeitsverteilung der Ausrichtungen.

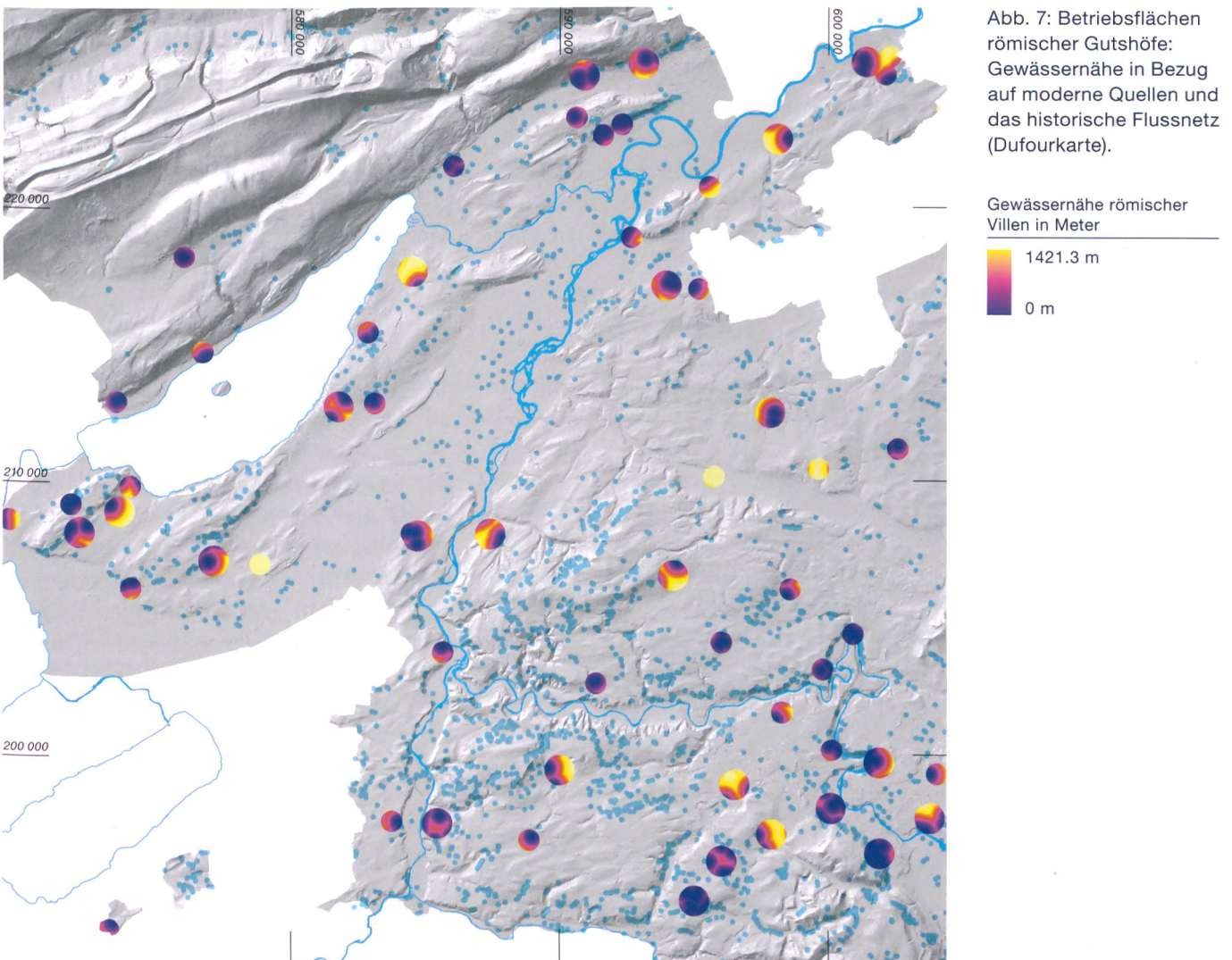


Abb. 7: Betriebsflächen römischer Gutshöfe: Gewässernähe in Bezug auf moderne Quellen und das historische Flussnetz (Dufourkarte).



Kanalsysteme, teilweise sogar Teiche und Brunnen andeuten.<sup>8</sup> Der Faktor Wassernähe dürfte deshalb eine nicht unerhebliche Rolle gespielt haben. Im Fallbeispiel lagen die Flächen römischer Betriebe durchschnittlich 286 m von der nächsten Wasserquelle entfernt (Mittelwert). In mehr als der Hälfte aller Fälle liegen Wasserquellen innerhalb von weniger als 250 m Entfernung, in weiteren 30 Prozent der Fälle liegt das nächste nutzbare Gewässer bis 500 m entfernt (Abb. 7). Es fällt auf, dass die meisten Fundstellen, bei denen grössere Entfernungen zum Wasser berechnet wurden, nur als «mögliche Villen» eingestuft wurden.

Ein wichtiger Aspekt bei der Suche nach potentiellen Standorten für römische Villen ist der Abstand zur nächsten Villa, da jede Villa einen eigenen landwirtschaftlichen Betrieb darstellt und deshalb eine gewisse Mindestfläche braucht. Potentielle weitere Standorte römischer Gutshöfe, die uns noch nicht bekannt sind, sollten nicht nur in einer Landschaft liegen, die aufgrund der naturräumlichen Ausstattung geeignet ist, sondern auch in einem gewissen Abstand zum nächsten Gutshof und dessen Betriebsgelände. Deshalb wurden zunächst die Abstände zwischen den bestehenden Gutshöfen mithilfe einer Dichteberechnung visualisiert (Abb. 8). Durchschnittlich liegen die be-

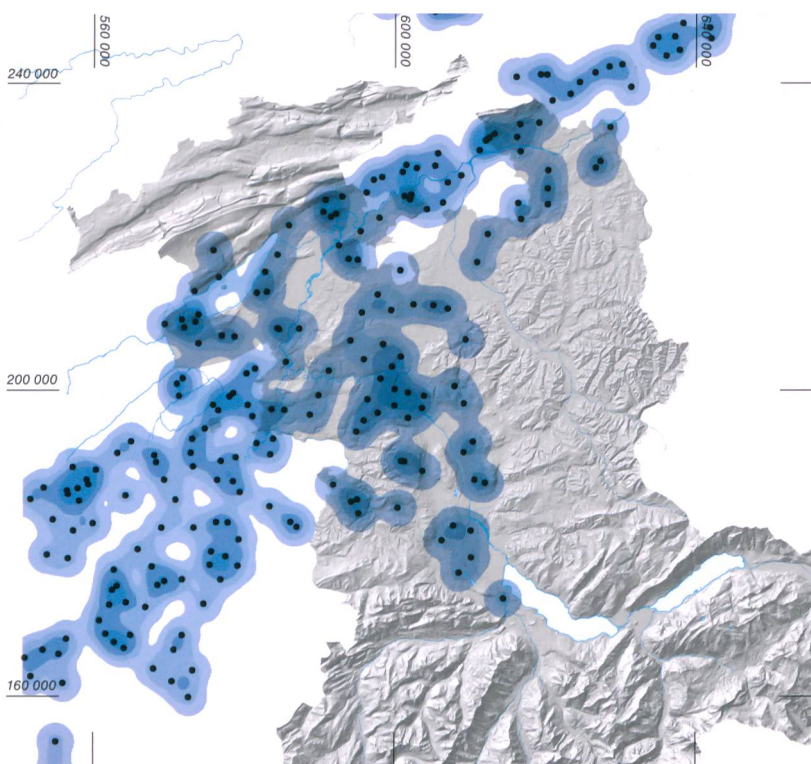
kannten römischen Gutshöfe im Kantonsgebiet in Abständen von gut zwei Kilometern. Daraus resultiert eine hohe Eignung für neue Standorte in denjenigen Gebieten, die eine möglichst geringe Dichte aufweisen, in denen also nur wenige bisher bekannte Gutshöfe liegen.

### 3.2

#### Fallbeispiel neolithische Landsiedlungen

Mit einem zweiten Fallbeispiel aus einer weniger repräsentativ vertretenen Epoche sollte die Robustheit des Modells getestet werden und der Einfluss unterschiedlicher archäologischer und naturräumlicher Ausgangsdaten beurteilbar werden.<sup>9</sup> Das Vorgehen war dabei analog zum Fallbeispiel der römischen Gutshöfe. Im Gebiet des Kantons Bern sind zwar zahlreiche neolithische Fundstellen bekannt und gut erforscht, diese beschränken sich aber vor allem auf Gebiete mit Feuchterhaltung, also Seeufer und Moore. Insbesondere in den Uferbereichen des Bielersees wurden in den letzten Jahrzehnten umfangreiche Rettungsgrabungen durchgeführt.<sup>10</sup> Weit weniger gut bekannt ist die Besiedlung der übrigen Gebiete des Kantons. Für die Berechnung dieses Fallbeispiels standen 36 Fundplätze zur Verfügung, die als neolithische Landsiedlungen einzuschätzen sind. Aufgrund der überschaubaren Anzahl Einträge konnten die Datensätze einzeln geprüft und evaluiert werden. Die Siedlungsflächen wurden durch einen Kreis mit einem Radius von 100 m definiert. Wie oben bereits erwähnt, wurde als Wasserkarte im Hintergrund eine Kombination von Gewässernetz (inklusive kleinster Bäche) und heutigen Seespiegeln verwendet. Wichtigste Faktoren für die Berechnung einer Potentialkarte waren Höhenlage, Hangneigung und Gewässernähe. Die verwendeten Wertebereiche für die Berechnung der re-klassifizierten Karten sind in Abb. 9 zusammengestellt. Verschiedene Überlagerungen und Gewichtungen der einzelnen Karten wurden ausprobiert, von denen eine Variante hier vorgestellt wird (s. Abb. 11).

Abb. 8: Dichte römischer Gutshöfe im Mittelland. Die schwarzen Punkte markieren die Fundstellen.



8 Schucany/Meylan Krause 2002, 227–230.

9 Das Beispiel wurde von Thomas Doppler gerechnet.

10 Suter/Fischer/Francuz 2014; Suter/Schlichtherle 2009.



## Neolithische Landsiedlungen

| Hangneigung (Grad)          | Wertebereiche |
|-----------------------------|---------------|
| Beste Klasse (5)            | 1–10          |
| Klasse 4                    | 10–15         |
| Klasse 3                    | 0–1           |
| Klasse 2                    | 15–25         |
| Schlechteste Klasse (1)     | > 30          |
| Mittelwert: 5.2°; STD: 6.7° |               |

| Höhe (Meter)                 | Wertebereiche |
|------------------------------|---------------|
| Beste Klasse (5)             | bis 500       |
| Klasse 4                     | 500–600       |
| Klasse 3                     | 600–700       |
| Klasse 2                     | 700–800       |
| Schlechteste Klasse (1)      | > 800         |
| Mittelwert: 490 m; STD: 99 m |               |

| Abstand zum Wasser (Meter) | Wertebereiche |
|----------------------------|---------------|
| Beste Klasse (5)           | 0–100         |
| Klasse 4                   | 100–150       |
| Klasse 3                   | 150–350       |
| Klasse 2                   | 350–600       |
| Schlechteste Klasse (1)    | > 600         |

Abb. 9: Standortfaktoren neolithischer Landsiedlungen. Statistische Kennziffern der berücksichtigten Faktoren und Gruppierung in verschiedene Häufigkeitsklassen.

## 4.

### Die Erstellung von Potentialkarten

#### 4.1

#### Allgemeines zur Rechentechnik

Das Finden von geeigneten Standorten auf der Grundlage von bestimmten Kriterien ist eine der wichtigsten Analysemöglichkeiten von Geografischen Informationssystemen und wird in vielen Bereichen eingesetzt. Das Verfahren wird als «site selection» oder «site suitability» bezeichnet. Häufig angewendet wird es bei der Raumplanung (z. B. Haltestellen im öffentlichen Verkehr), im Bereich Naturschutz (Grösse und Zusammensetzung eines Naturschutzgebietes, in dem eine bestimmte Tier- oder Pflanzenart überleben kann) und natürlich in der Wirtschaft (ideale Standorte für Supermärkte, Fabriken usw.). In der Schweiz wurden «site selection»-Analysen verwendet, um beispielsweise die landwirtschaftliche Eignung zu berechnen.<sup>11</sup> Das neueste Beispiel ist die Erstellung einer Naturgefahrenkarte für den ganzen Kan-

ton, die einerseits auf einer Aufnahme aller bisher bekannten Schadensereignisse in der Natur beruhte, andererseits auf einer «site selection»-Analyse des heutigen Naturraums (Risiko von Naturgefahren) und des Schadenspotentials dieser Naturgefahren (Bebauung, Infrastruktur, Bevölkerung).<sup>12</sup>

Die in einer «site selection»-Analyse verwendeten Faktoren können sehr unterschiedlich sein, haben aber immer mit räumlichen Verteilungsmustern zu tun, seien sie naturräumlich (z. B. Hangneigung, Ausrichtung, Sonneneinstrahlung, Höhenlage) oder anthropogen (z. B. Abstand zur nächsten Schnellstrasse, Bevölkerungsdichte im Umkreis). Will man die Eignung von Standorten im Raum berechnen, so ist es grundsätzlich nötig, dass alle Kriterien einen räumlichen Bezug haben, also auf der Karte mit einer Ausdehnung und Gewichtung und Klassifizierung dargestellt werden können. Ausgangslage für alle Berechnungen müssen daher einerseits geeignete Hintergrundkarten sein, andererseits räumliche Informationen zu den Kriterien und den sie beeinflussenden Faktoren (z. B. Strassennetz, schon vorhandene Haltestellen des öffentlichen Verkehrs). Auf die Archäologie bezogen heisst das, man benötigt die entsprechenden Grundkarten sowie Argumente, weshalb welche Wertebereiche aus diesen Karten von prähistorischen Bevölkerungen für die Besiedlung bevorzugt ausgewählt worden sein könnten. Die Argumente können aus den Daten selbst kommen (z. B. in welchen Höhen die meisten römischen Gutshöfe im Kantonsgebiet liegen), sie können aus dem allgemeinen archäologischen Grundlagenwissen stammen (durchschnittliche Höhenlagen römischer Gutshöfe in der Voralpenregion) oder sie können durch aktualistische Vergleiche definiert werden, falls keine zufriedenstellenden archäologischen Daten vorhanden sind. So könnte man etwa argumentieren, dass römische Gutshöfe als landwirtschaftliche Betriebe gleiche Ansprüche an Standortfaktoren hatten wie heutige Betriebe und deshalb moderne Werte zu ackerbaulich geeigneten Böden als Berechnungsgrundlage verwendet werden können. Im vorliegenden Fall liegen gute

<sup>11</sup> Vgl. etwa Bodeneignungskarte 1980.

<sup>12</sup> Siehe [www.be.ch/naturgefahren](http://www.be.ch/naturgefahren) für weitere Informationen dazu.

archäologische Daten von römischen Gutshöfen aus dem Kantonsgebiet vor, weshalb Rückgriffe auf andere Regionen oder moderne Daten nicht nötig waren.

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, wie ausgewählte Faktoren für die Berechnung der Eignung klassifiziert werden können. Zum einen kann eine einfache Klassifikation in zwei Kategorien vorgenommen werden: «geeignet» – «ungeeignet» (binäre Klassifikation). Wasserflächen wären zum Beispiel für die Frage nach geeigneten Ackerflächen eindeutig der Kategorie «ungeeignet» zuzuweisen. Alle anderen Flächen müssten dann als geeignet eingestuft werden, was eine weitere Differenzierung ausschliesst. Für die Fragestellung einer Potentialkarte Archäologie wird eine einfache Ja-Nein-Zuordnung von Standortfaktoren der Komplexität von Fundstellenverteilungen in der Regel nicht gerecht. Einerseits ist die Landschaft sehr vielgestaltig, zum anderen sind die archäologischen Fundstellen jeweils mit unterschiedlicher Häufigkeit auf unterschiedliche Werte-

bereiche eines Standortfaktors verteilt. Zum Beispiel liegen etwa 50 Prozent aller Burgstellen auf Höhen zwischen 500 und 700 m ü. M., aber immerhin noch 25 Prozent liegen zwischen 700 und 800 m ü. M.

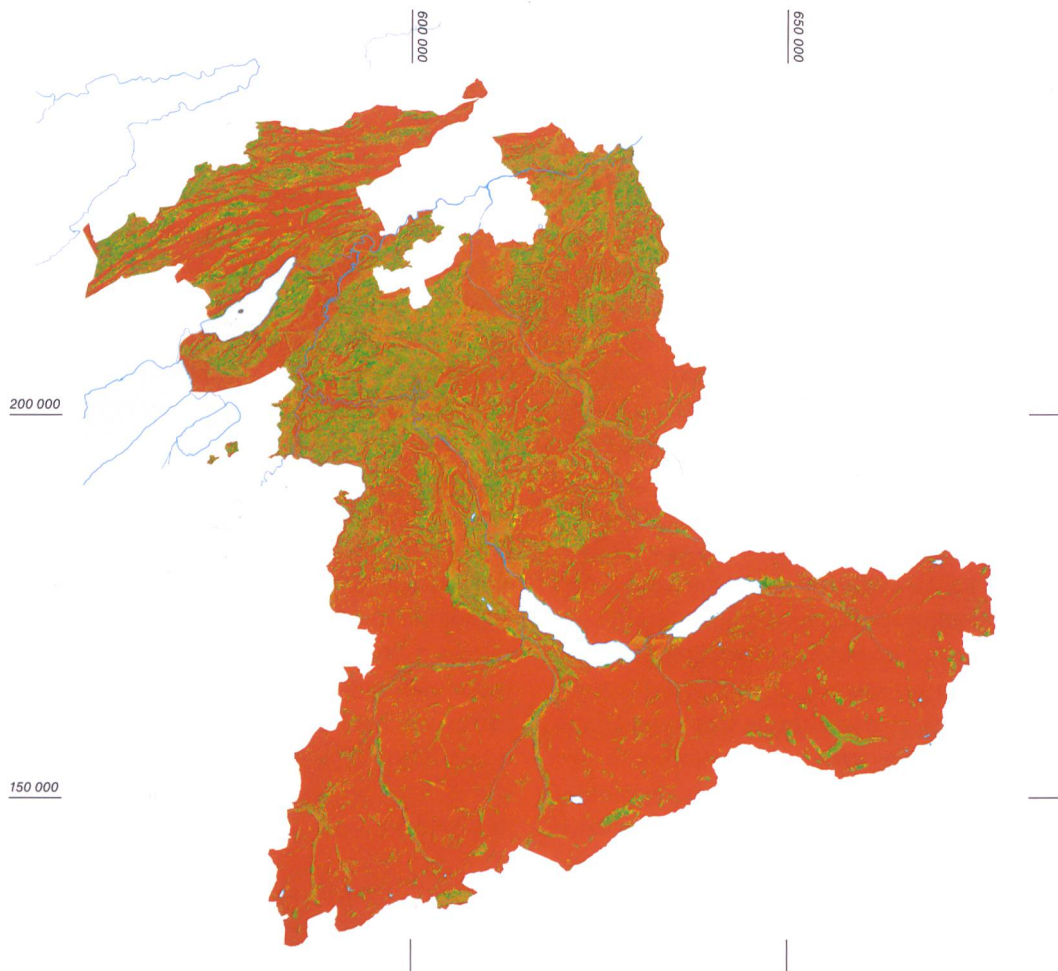
Des Weiteren kann mit der statistischen Methode der «unscharfen Mengenlehre» gerechnet werden, die zum Beispiel bei der Auswertung von Fragebogen zum Einsatz kommt. Hier werden keine festen Wertebereiche definiert, sondern ein Wert kann zu mehreren Klassen gehören. Das Alter eines Menschen, das ja als eindeutige Zahl feststeht, kann sowohl zur Kategorie «nicht mehr jung» wie zur Kategorie «mittelalt» oder «schon etwas älter» gehören. Mit dieser Methode wird der Beobachtung Rechnung getragen, dass Menschen ihre Umwelt oft nicht in festen Zahlenwerten klassifizieren, sondern in sich überlappenden Kategorien. Innerhalb der Berechnung von Karten kommt diese Methode auch zum Einsatz.<sup>13</sup> Im Rahmen

<sup>13</sup> In Esri ArcGIS unter «fuzzy logic» zu finden.

Abb. 10: Kartierung der für römische Betriebsflächen geeigneten Hangneigungen im Kanton Bern (s. Abb. 3 und 4).

Eignungsklasse

- Klasse 1
- Klasse 2
- Klasse 3
- Klasse 4
- Klasse 5





der Fallbeispiele wurde dieser Ansatz ausprobiert. Aus verschiedenen Gründen (s. u.) wurde schliesslich eine dritte Methode der Auswahl von Wertebereichen bevorzugt, die gewichtete Eignungsauswahl.<sup>14</sup> Dabei ist es möglich, für jeden einzelnen untersuchten Faktor eine Abstufung von fünf oder neun Eignungsklassen zu definieren. Höhenlagen von unter 600 m ü. M. können also die höchste Eignung für die Anlage eines römischen Gutshofes aufweisen, solche von 600 bis 700 m ü. M. die zweithöchste Eignung usw. Diese Kategorisierung kommt den Ergebnissen der Verteilung archäologischer Fundstellen auf bestimmte Standortfaktoren entgegen, zumal die jeweiligen Wertebereiche frei definiert und damit den tatsächlichen Verteilungsgipfeln in den Daten optimal angepasst werden können.

Für jeden der als wichtig eingestuften Faktoren werden alle vorkommenden Werte in geeignete und weniger geeignete Wertebereiche gruppiert, also re-klassifiziert. Dann wird gemäss dieser Klassifikation jeweils eine Eignungskarte gerechnet (Abb. 10). Anschliessend werden die einzelnen Karten pro Faktor übereinandergelegt und mit verschiedenen Methoden in eine gemeinsame Eignungskarte zusammengerechnet. Dabei können die einzelnen Faktoren unterschiedlich viel Gewicht erhalten, zum Beispiel kann die Höhenlage doppelt so stark gewichtet werden wie die Gewässernähe. Im Ergebnis erscheinen dann Flächen mit unterschiedlich abgestuften Eignungsklassen, von sehr geeigneten bis hin zu gar nicht geeigneten Gebieten. Dadurch wird einerseits die Menge potentiell geeigneter Standorte grundsätzlich grösser als bei einer binären Analyse, andererseits ergeben sich Abstufungen, das Ergebnis ist also differenzierter. Das Gewichtungskriterium erlaubt ausserdem, den Einfluss bestimmter Faktoren besser zu verstehen, indem man testet, wie sich die Ergebnisse unterscheiden, wenn man verschiedene Gewichtungen zuweist.

Deutlich wird die Bedeutung der Gewichtung an zwei Beispielen (Abb. 11, 12). Beide Karten wurden mit der Methode der gewichteten Summe gerechnet, das heisst die Eignungswerte der Einzelkarten wurden addiert, wobei einzelne Faktoren unterschiedliche Gewichtungen haben konnten. Für die Karte der römischen Gutshöfe wurden fünf Faktoren berücksichtigt: Gewässernähe, Höhe, Hangneigung,

Ausrichtung sowie Abstand zur nächsten Villa. Der überlagerten Gesamtkarte liegen die folgenden Gewichtungen zugrunde: Hangneigung und Abstand zur nächsten Villa mit jeweils 30 Prozent, Gewässernähe mit 20 Prozent, Ausrichtung und Höhenlage mit je 10 Prozent. Im Fallbeispiel der neolithischen Landsiedlungen wurden die drei Faktoren Gewässernähe, Höhenlage und Hangneigung mit der jeweils gleichen Gewichtung in einer Potentialkarte vereinigt.

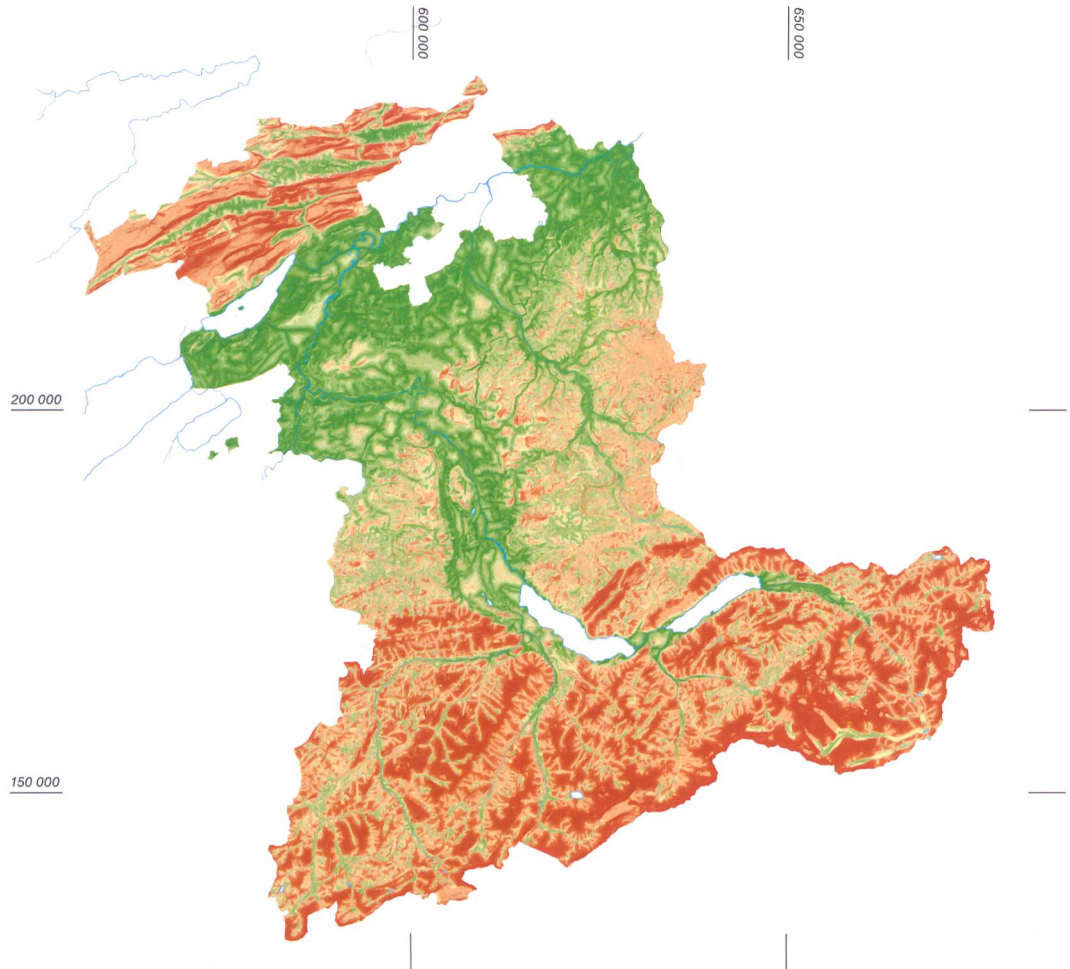
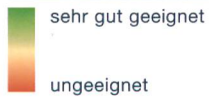
Die beiden Karten sehen auf den ersten Blick sehr unterschiedlich aus, transportieren aber im Wesentlichen die gleiche Botschaft in Bezug auf das archäologische Potential. Geeignete Flächen finden sich vor allem in tieferen Lagen mit Wasserbezug. Aufgrund der unterschiedlichen Rechentechnik und der unterschiedlichen Hintergrundkarten erscheinen die besonders günstigen Gebiete im Fallbeispiel aus dem Neolithikum eher entlang der modernen Fluss- und Bachläufe (Abb. 11). Für die römischen Gutshöfe ist zwar ebenfalls das Mittelland die am besten geeignete Siedlungskammer, aber aufgrund des zusätzlichen Kriteriums «Abstand zur nächsten Villa» sind hier bereits viele potentiell günstige Gebiete besetzt (Abb. 12). Gebiete ausserhalb der Bachläufe sind differenzierter dargestellt als in der Karte auf der Basis der neolithischen Werte. Ausserhalb der generell als geeignet eingestuften Gebiete, also im Bereich von Alpen, Voralpenland und Jura, scheinen vor allem die unterschiedlichen Hintergrundkarten zum Thema Gewässernähe durch. Da diese Landschaften anhand der anderen definierten Faktoren (Höhenlage, Hangneigung, Abstand zur nächsten Villa) bereits als nicht mehr geeignet eingestuft wurden, macht hier nur noch der Faktor Gewässernähe einen Unterschied. Man erkennt sehr deutlich, dass in einem Fall die Bachtäler als Hintergrundinformation verwendet wurden, im anderen Fall die Quellen, die als nicht ganz ungeeignete Kreise in den Hochgebirgen erscheinen. Für neolithische Siedler erscheinen viele, auch alpine Flusstäler noch geeignet, was mit der Abstufung der Kriterien zu tun hat, vor allem mit dem Kriterium

<sup>14</sup> In Esri ArcGIS als «weighted suitability»-Methode bezeichnet.



Abb. 11: Berechnung einer Potentialkarte für neolithische Landsiedlungen unter Berücksichtigung der Faktoren Gewässernähe, Höhenlage und Hangneigung.

Potentialkarte



Hangneigung. Dieses wurde im neolithischen Fallbeispiel relativ grob in Schritten von 5 bis 10 Grad klassifiziert (s. Abb. 9), sodass Hänge mit 10 bis 15 Grad Neigung noch in der zweitbesten Klasse liegen. Dagegen wurden Hänge von 0 bis 10 Grad im römischen Fallbeispiel bereits auf vier von fünf Eignungsklassen aufgeteilt, also viel feiner differenziert, gemäss den Verteilungsgipfeln der tatsächlichen Betriebsflächen (s. Abb. 3). Da im neolithischen Fallbeispiel insgesamt nur drei Faktoren angeschaut wurden und die Hangneigung auch für steilere Hänge noch geeignet sein kann, ergibt sich so zusammen mit der Gewässernähe eine Eignungssumme, die auch alpine Bachtäler noch als potentielle Standorte ausweist. Im römischen Fallbeispiel wurde durch die Definition von fünf Faktoren und die sehr feine Abstufung der Hangneigung im interessanten und sensiblen Bereich (Hänge mit weniger als 10 Grad) eine bessere Differenzierung im Mittelland erreicht, während die sowieso ungeeigneten Ge-

biete weniger stark differenziert sind. Zusätzlich unterstützt die Gewichtung des Faktors Hangneigung mit 30 Prozent des Gesamtgewichts gegenüber einer Gewichtung der Höhenlage mit nur 10 Prozent die Bedeutung dieses Faktors zur Differenzierung im Kartenbild. Die Klassifikation des Faktors Höhenlage war in beiden Beispielen etwa gleich. Der Vergleich zeigt deutlich, dass eine genaue Analyse der vorhandenen archäologischen Fundstellen und deren Aussagekraft unbedingt an erster Stelle stehen muss und dass ausreichend viele, möglichst gut im zu berechnenden Gebiet verteilte Fundstellen vorliegen müssen, um gute Rechenergebnisse zu erzielen. Es lohnt sich auch, darüber nachzudenken, welche Hintergrundkarten sinnvoll sind und wie viele Faktoren überhaupt berücksichtigt werden.

Das Beispiel der Hangneigung zeigt auch, warum das Rechnen mit unscharfen Mengen («fuzzy logic») in manchen Fällen nicht sinnvoll ist: Hangneigungen reichen im Kantons-



gebiet von 0 bis 88 Grad. Für die Besiedlung in römischer Zeit interessant sind aber nur gerade die Bereiche 0 bis 10 Grad. In diesem Teil möchte man möglichst fein differenzieren, der Rest kann als eher ungeeignet zusammengefasst werden. Fuzzy logic berücksichtigt aber immer die gesamte Spannweite der Daten. Mit der vorgegebenen Software ist es nicht möglich, einerseits die Mehrheit der Daten als ungeeignet auszuschliessen und andererseits Teilbereiche des Gesamtdatensatzes feiner zu differenzieren.

Die Karte für das Potential der römischen Gutshöfe zeigt auch, dass in der höchsten Eignungsklasse kaum Flächen ausgewiesen wurden. Quervergleiche zwischen verschiedenen Potentialkarten, die mit unterschiedlichen Gewichtungen für die römischen Gutshöfe gerechnet wurden, haben ergeben, dass in allen Fällen etwa 1800 Pixel mit je einem Hektar Fläche auf dem ganzen Kantonsgebiet der obersten Eignungsklasse zugewiesen wurden, die

sich immer in den gleichen Regionen befinden. Dies stimmt mit der eingangs erwähnten Einschätzung überein, dass die Lage und Dichte römischer Gutshöfe im Kanton Bern einigermaßen bekannt ist. Die noch ausgewiesenen geeigneten Flächen von 1800 ha würden Platz bieten für weitere 18 Gutshöfe, wenn man 100 ha Betriebsfläche zugrunde legt. Gegenüber den schon bekannten 103 Fundstellen sind dies weniger als 20 Prozent, die potentiell noch der Entdeckung harren. Ausserdem bieten die so ausgewiesenen nicht sehr grossflächigen Gebiete, die sich in mehreren Karten als stabile Ergebnisse abzeichneten, auch einen idealen Ausgangspunkt für weitere Überprüfungen im Gelände, zum Beispiel durch Begehungen. Dem Ziel einer Potentialkartenberechnung, interessante Gebiete so weit zu differenzieren, dass sich nachvollziehbare Abstufungen ergeben und überschaubare Potentialflächen abzeichnen, ist man mit einem Ergebnis wie in Abb. 12 sicher nahegekommen.

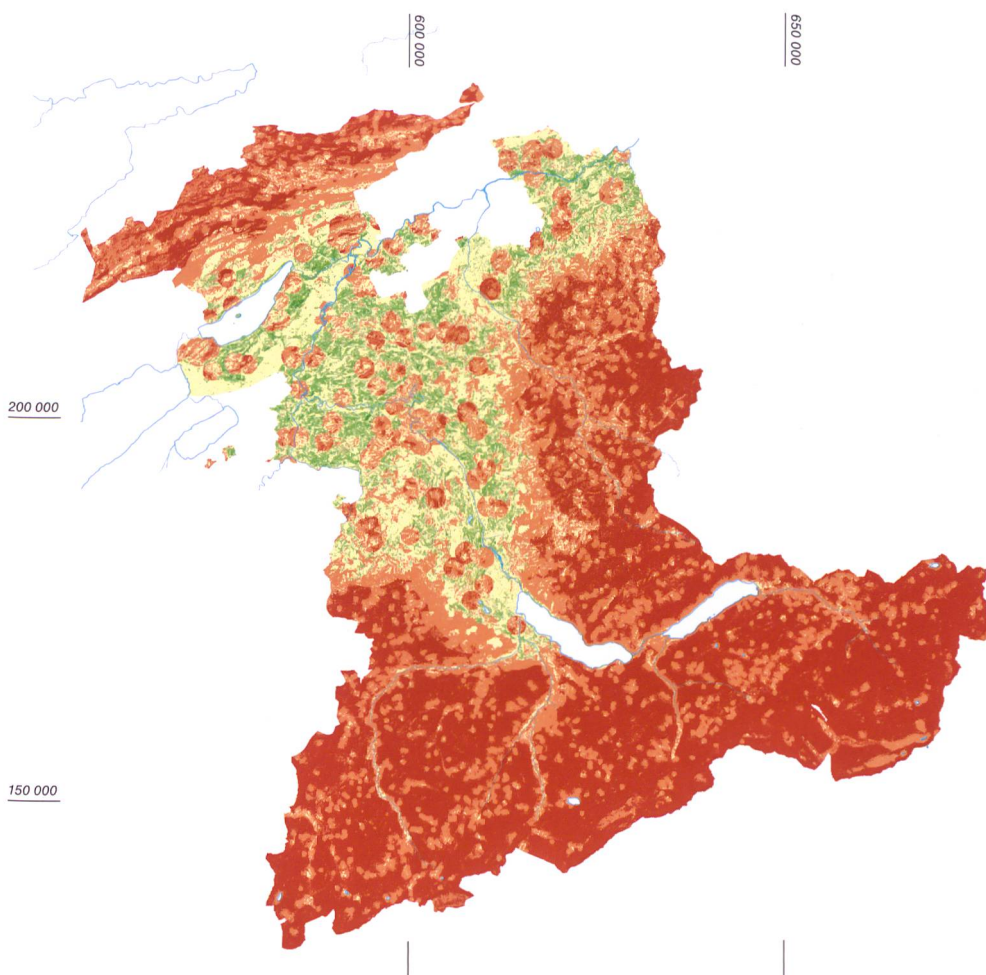


Abb. 12: Berechnung einer Potentialkarte für römische Gutshöfe unter Berücksichtigung der Faktoren Gewässernähe, Höhe, Hangneigung, Ausrichtung sowie Abstand zur nächsten Villa.

Potentialkarte

sehr gut geeignet

ungeeignet

## 4.2.

**Berechnung von Karten für das gesamte Archäologiepotential des Kantons**

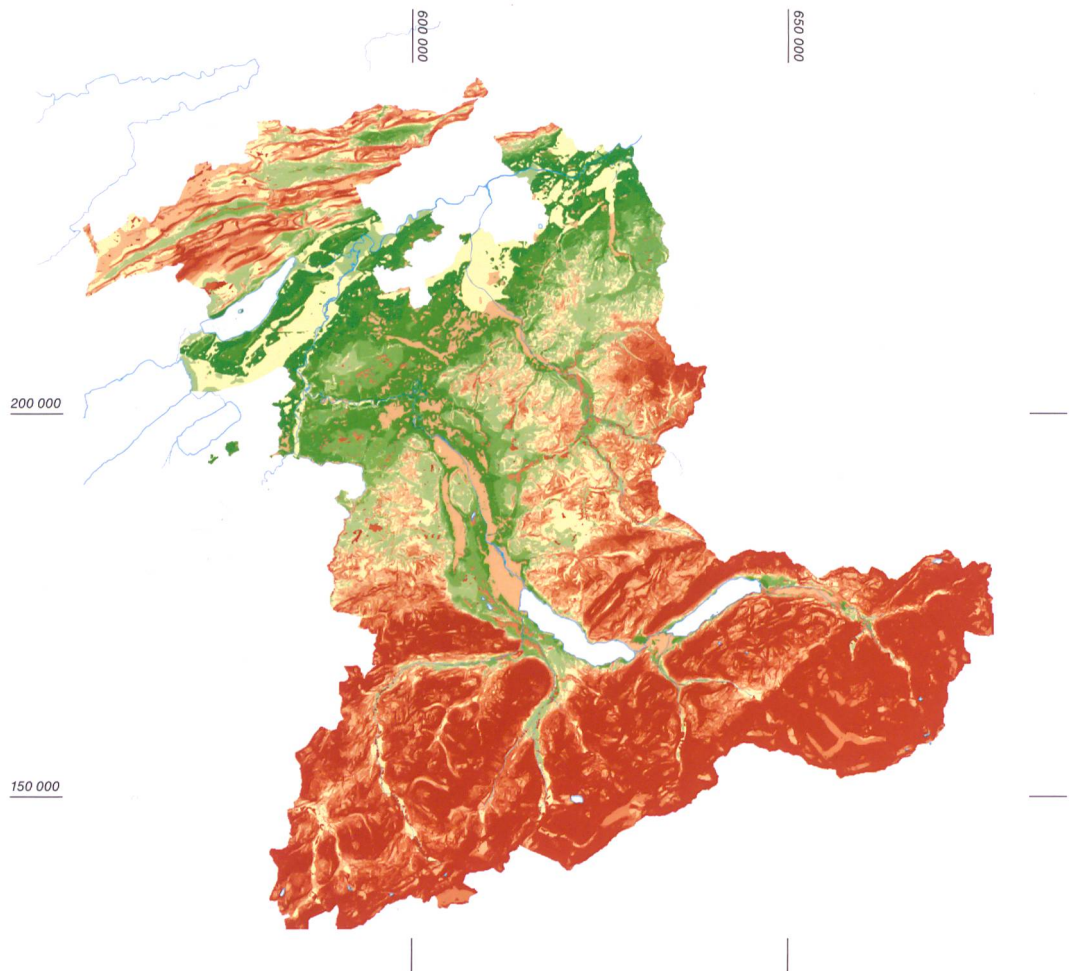
Ziel des Projektes war die Erstellung eines Werkzeuges, mit dem auf nachvollziehbare und begründete Art das Archäologiepotential des ganzen Kantonsgebietes aufgezeigt werden kann, unabhängig von Epoche, Region oder Fundstellenkategorie. Dazu bildeten die Ergebnisse der Fallbeispiele die Grundlage, vor allem das Beispiel der römischen Gutshöfe. Die Berechnungen der Gesamtkarten folgten einerseits den Wertebereichen, die aus der Auswertung der römischen Gutshöfe hervorgingen, wobei der Faktor «Abstand zur nächsten Villa» nicht verwendet wurde. Andererseits wurde der Faktor «Hangneigung» in zwei Gruppen differenziert, indem die flachen Gebiete mit Hangneigung «Null Grad» separat berechnet wurden. Hier ist das Grundproblem, dass ganz flache Gebiete potentiell staunasse Böden haben und/oder stark gefährdet sind für Überflutungsereignisse oder

Torfwachstum, insbesondere im ackerbaugünstigen Mittelland. Sie kommen also als potentielle Acker- oder Siedlungsflächen eher nicht in Frage. Werden alle Wertebereiche innerhalb des Faktors Hangneigung klassifiziert, so ergibt sich hier keine sehr gute Differenzierung zwischen den überschwemmungsgefährdeten und in historischer Zeit mit Moor bedeckten Gebieten und dem Rest der flacheren Landschaften. Deshalb wurde Staunässegefahr als eigener Faktor mit einer binären Eignung gerechnet, wobei Gebiete mit weniger als einem Grad Hangneigung als ungeeignet angesehen werden, alle anderen als geeignet. So können die flachen Gebiete zwar als weniger geeignet erscheinen, werden aber nicht von vornherein ausgeschlossen. Die Abstufungen sind in den für uns interessanten Gebieten fein genug wählbar, um Unterschiede in der Naturraumausstattung zu erkennen. Weitere wichtige Faktoren, die in die Berechnung einfließen, waren die Höhenlage und die Gewässernähe. Die Ausrichtung wurde nicht berücksichtigt, da sich in den zuvor ge-

Abb. 13: Berechnung einer Potentialkarte für die Archäologie im Kanton Bern mit hoher Differenziertheit und Trefferquote.

## Potentialkarte

- |     |                   |
|-----|-------------------|
| ■ 9 | sehr gut geeignet |
| ■ 8 |                   |
| ■ 7 |                   |
| ■ 6 |                   |
| ■ 5 |                   |
| ■ 4 |                   |
| ■ 3 |                   |
| ■ 2 |                   |
| ■ 1 | ungeeignet        |

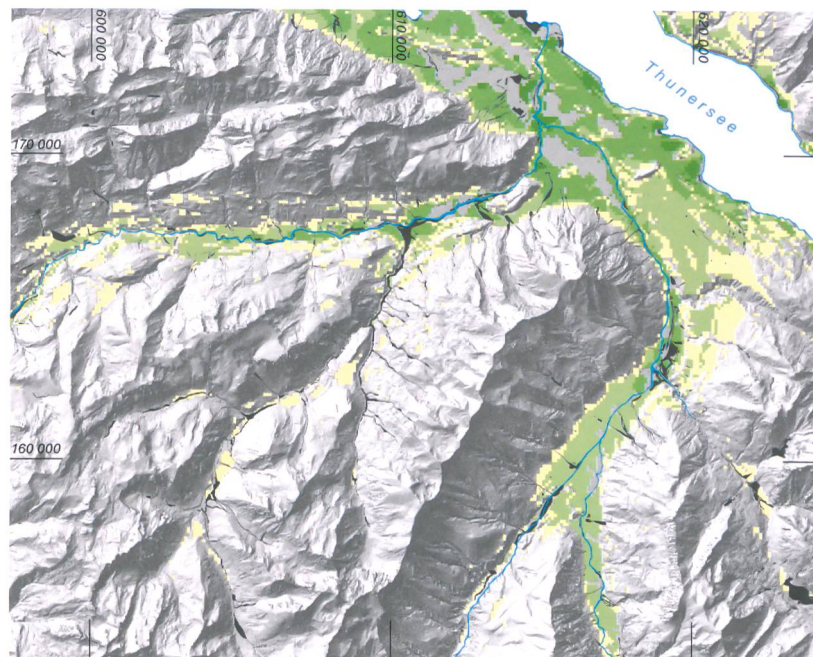




rechneten Beispielen gezeigt hatte, dass sie keinen sehr grossen Unterschied ausmacht und die Verteilung kaum klare Bevorzugungen erkennen lässt (s. Abb. 6). Schlussendlich flossen also vier verschiedene Faktoren in die Berechnung der Potentialkarten ein, wobei mehrere Durchgänge mit jeweils unterschiedlichen Gewichtungen der einzelnen Faktoren berechnet wurden. Die so berechneten Potentialkarten zeigten rasch eine hohe Stabilität, was die Auswahl der Gebiete mit dem höchsten Potential betraf, nur in der Grösse der ausgewählten Bereiche und in deren innerer Differenzierung zeigten sich Unterschiede. Schliesslich wurde eine Karte ausgewählt, die aufgrund ihrer hohen Differenzierung in den potentiell geeigneten Gebieten und der hohen «Trefferquote» (s. Kap. 5) als besonders aussagekräftig eingestuft wurde (Abb. 13). Die vorliegende Karte wurde mit der Methode der gewichteten Summe berechnet, wobei die Faktoren Hangneigung und Höhenlage fünfmal so hoch gewichtet wurden wie der Faktor Gewässernähe, Staunässe wurde zweieinhalb Mal so hoch gewichtet. Das Ergebnis umfasste zwölf Eignungsstufen, wobei die drei am wenigsten geeigneten zu einer zusammengefasst wurden, sodass letztendlich eine Abstufung in neun Eignungsklassen vorliegt.

Die Karte spiegelt aufgrund ihrer Berechnungsgrundlage in erster Linie die potentielle landwirtschaftliche Eignung der einzelnen Regionen des Kantons Bern in vormoderner Zeit wieder. Sie vermittelt damit ein Bild des Archäologiepotentials für selbstversorgende bäuerliche Gemeinschaften auf der Basis von Ackerbau und Grossviehhaltung und ohne Berücksichtigung von Transport und Güterverkehr. Eine solche Art von Gemeinschaften dürfte seit der Neolithisierung über lange Zeiträume der Ur- und Frühgeschichte bis ins Mittelalter und darüber hinaus existiert haben.

Betrachtet man nochmals im Detail die vorher erwähnten Regionen wie zum Beispiel das Simmental oder das Emmental, so zeigt sich hier eine gute Differenzierung dieser bisher archäologisch weitgehend unbekanntem Landschaften. Die Region Spiez–Simmental–Kandertal weist tatsächlich nur wenige Flächen mit archäologischem Potential auf, wobei die höchste Eignungsklasse gar nicht vorkommt (Abb. 14). Berücksichtigt man noch zusätzlich das steile Relief im unmittelbaren Hinterland und die da-



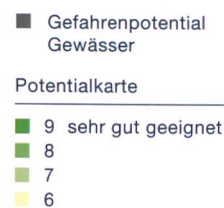
mit verbundenen Naturgefahren wie zum Beispiel Hochwasser oder Lawinen, so schränken sich die Möglichkeiten, wo Siedlungen und agrarische Nutzflächen angelegt werden können, weiter ein. Naturgefahren mit wiederkehrenden Mustern wie regelmässige Überschwemmungen oder Lawenniedergänge waren sicher auch in prähistorischer Zeit bekannt und die entsprechenden Gebiete wurden bei der Standortwahl gemieden. Andererseits müssten gerade in den Alpen die Verkehrsachsen über die Pässe als wichtiger Faktor für die Lage von Ansiedlungen mitberücksichtigt werden. Im Ergebnis kann für ein grosses, bisher weitgehend archäologiefreies Gebiet wie das Simmental mithilfe der Potentialkarte immerhin plausibel gemacht werden, wo die wahrscheinlichsten Gebiete für archäologische Reste sind. Bei zukünftigen Baugesuchen oder Geländebegehungen würde es sich sicher lohnen, in erster Linie diese Gebiete näher anzuschauen.

## 5.

### Qualitätskontrolle

Wie der bisher beschriebene Prozess gezeigt hat, ist die Erstellung einer Potentialkarte eine Gratwanderung zwischen dem Reproduzieren von schon Bekanntem und der Möglichkeit, Neues zu sehen und zu berechnen. Die Einschätzung, welche Faktoren und welche Wertebereiche jeweils zu einer «besseren» Karte führen, ist oft

Abb. 14: Potentialkarte, Ausschnitt Thunersee, Simmental, Kandertal. Dargestellt sind die fünf Eignungsklassen mit dem höchsten Potential. Dunkelgrau: historisch und modern belegte Hochwasserereignisse (Quelle: Naturgefahrenkarte).





**Berechnung von «Trefferquoten»**

vormittelalterliche Siedlungen und Gräber (n=470)

| Potential | Anzahl | Prozent |
|-----------|--------|---------|
| Klasse 9  | 148    | 31.5    |
| Klasse 8  | 127    | 27.0    |
| Klasse 7  | 78     | 17.0    |

Pfarrdörfer (historische Quellen, n=143)

| Potential | Anzahl | Prozent |
|-----------|--------|---------|
| Klasse 9  | 36     | 25.2    |
| Klasse 8  | 46     | 32.2    |
| Klasse 7  | 27     | 18.9    |

Abb. 15: Berechnung von Trefferquoten für vormittelalterliche Siedlungen und Gräber sowie für historisch belegte Pfarrdörfer für die drei höchsten Eignungsklassen.

von Erfahrungswerten geleitet und kann dazu führen, dass Potentialkarten so lange justiert werden, bis sie die bekannten Fundstellen möglichst genau abbilden, was natürlich nicht die Grundidee ist. Deshalb ist eine wichtige Frage des Umgangs mit Potentialkarten die Qualitätskontrolle: Wie kann die Qualität und Güte eines Ergebnisses beurteilt oder gar gemessen werden?

In der Literatur werden vor allem zwei Faktoren genannt, die als Messindikatoren infrage kommen: die Exaktheit und die Präzision.

Das Mass Exaktheit gibt dabei die Trefferquote der Karte an, also wie viele Prozente der schon bekannten Fundstellen innerhalb der Gebiete mit berechnetem hohem Archäologiepotential liegen. Dieses Mass ist natürlich abhängig von der Art, wie die Karte berechnet wurde. Da das Ziel der Karte ja war, Aussagen über bisher archäologisch wenig bekannte Gebiete auf der Basis bekannter Fundstellen und deren Standortfaktoren zu machen, ist die Exaktheit kein unabhängiges Mass zur Qualitätskontrolle, zumindest nicht, wenn die gleichen Fundstellen benutzt werden wie zur Berechnung der Wertebereiche der Karte. Anders sieht es aus, wenn eine Karte mit einem ausgewählten Satz von Fundstellen als Grundlage berechnet wird und dann mit einem anderen Satz von Fundstellen die Trefferquote überprüft wird. Dies wurde im vorliegenden Fall zur Kontrolle gemacht. Die für die Karte verwendeten Wertebereiche stammen aus dem Datensatz römischer Gutshöfe, der 103 Fundstellen umfasst. Gegenkartiert wurden alle vormittelalterlichen Siedlungen und Gräber (total n = 470). Darin sind zwar die römischen Villen auch enthalten, bilden aber nur einen Teil des gesamten Kontrolldatensatzes. Je knapp ein Drittel und knapp ein Viertel der Fundstellen liegen in den beiden besten Eignungsklassen (Abb. 15). Die drei

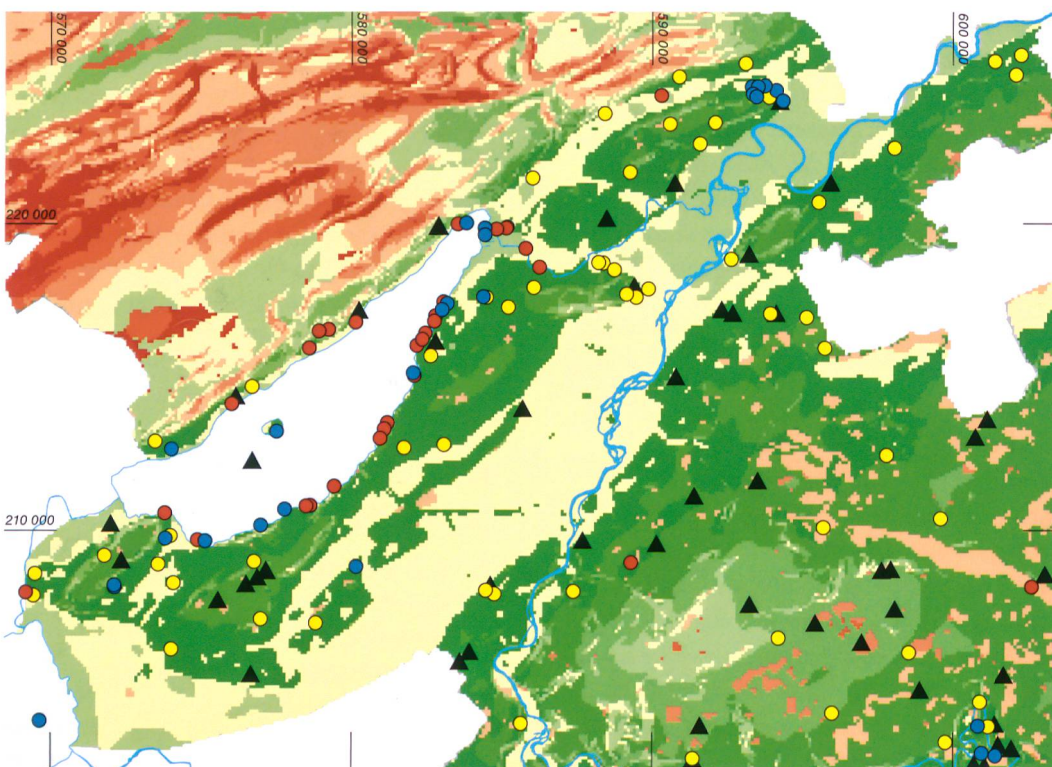
Abb. 16: Potentialkarte, Ausschnitt Mittelland: Visualisierung der Trefferquote in Bezug auf alle bekannten vormittelalterlichen Siedlungen und Gräber.

## Potentialkarte

- 9 sehr gut geeignet
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1 ungeeignet

## Archäologische Fundstellen

- ▲ vormittelalterliche Gräber
- Siedlungen, metallzeitlich
- Siedlungen, römisch
- (Feuchtboden-) Siedlungen, steinzeitlich

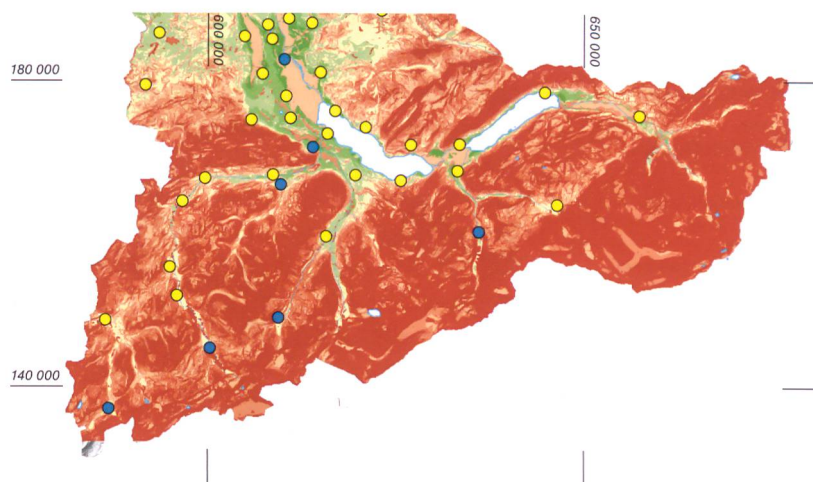




besten Eignungsklassen umfassen bereits über drei Viertel dieser Fundstellen. Auch der optische Vergleich zeigt eine hohe Übereinstimmung, wobei Gräber tendenziell eher auf den etwas weniger gut geeigneten Flächen liegen als Siedlungen (Abb. 16). Würde man Seeufersiedlungen als sehr spezielle Standortwahl ausklammern und die Fundpunkte ausserhalb der ersten fünf Eignungsklassen daraufhin überprüfen, bei welchen davon es sich um Strukturen entlang von Passwegen und steinzeitliche Abriss mit Feuerstellen handelt, so würde sich die Trefferquote noch erhöhen.

Eine zweite Trefferquote wurde mit einem unabhängigen Datensatz gerechnet, der gar nicht auf archäologischen Quellen beruht. Dieser Datensatz erfasst historische Ersterwähnungen von Pfarrdörfern, also Ansiedlungen mit eigener Pfarrei.<sup>15</sup> Es darf davon ausgegangen werden, dass ländliche Ansiedlungen in der Regel erst dann eine eigene Pfarrei erhielten, wenn sie eine gewisse Grösse, Stabilität und Wirtschaftlichkeit aufwiesen. Die Gründungsdaten der entsprechenden Ansiedlungen sind also sicher um einige Zeit älter als die historischen Ersterwähnungen. Um die Qualität der archäologischen Potentialkarte zu testen, ist dieser Datensatz hervorragend geeignet, da es sich in der Regel um selbstversorgende bäuerliche Gemeinschaften handelt und die Daten keinerlei Zusammenhang mit unseren archäologischen Quellen haben. Die Trefferquoten für die ersten drei Eignungsklassen sind sogar noch etwas höher als für den archäologischen Datensatz und erreichen 76,2 Prozent (s. Abb. 15). Bedenkt man, dass ursprünglich zwölf Klassen in der Potentialkarte vorhanden waren, so liegen drei Viertel aller Pfarrdörfer im obersten Viertel der Eignungsklassen. Interessant ist, dass die höchste Trefferquote nicht in der besten Eignungsklasse, sondern in der zweitbesten erzielt wird. Vermutlich hängt dies mit der Auf siedlung des Alpenraums zusammen, die zur Entstehung von Dauersiedlungen in Gebieten führte, die nicht mehr in der besten Eignungsklasse liegen, teilweise sogar nicht einmal in der zweit- oder drittbesten, wie die Kartierung der Pfarrdörfer im Alpenraum zeigt (Abb. 17).

Eine weitere Kontrollmöglichkeit der Trefferquote wäre die zufällige Aufteilung der Informationen aus dem Archäologischen Inventar in verschiedene «sub-samples», wobei dann auf



der Basis eines der Beispieldatensätze die Potentialkarten erstellt werden, während mit dem oder den anderen Beispieldatensätzen die Trefferquote gerechnet wird.

Präzision beschreibt die Differenziertheit der Karte und das Verhältnis zwischen der Gesamtfläche der potentiell geeigneten Gebiete und deren Differenzierung. Eine gute Karte wäre demnach eine, in der möglichst kleine potentielle Flächen möglichst differenziert dargestellt sind. Demgegenüber wäre eine Karte, in der zum Beispiel das gesamte Mittelland pauschal als potentiell geeignet dargestellt wird, wenig brauchbar und nicht sehr präzise. Man kann die Präzision pro Karte berechnen, man kann sie im Vergleich von verschiedenen Potentialkarten berechnen oder optisch von Auge abschätzen. Auch in diesem Fall besteht die Gefahr, durch Anpassung der als «potentiell geeignet» ausgewiesenen Flächen nur die schon bekannten Muster zu wiederholen.

Eine Möglichkeit zur Darstellung der Präzision ist der Vergleich der Potentialkarte mit anderen Karten, die ähnliche Aussagen machen, zum Beispiel mit der Karte der heutigen landwirtschaftlichen Eignung (Abb. 18). Die moderne landwirtschaftliche Eignung wurde nur für Gebiete berechnet, die aktuell weder überbaut noch von Wald überdeckt sind, deshalb ist sie lückenhaft. Der Vergleich zeigt ausserdem, dass die Kriterien für moderne landwirtschaftliche Eignung offensichtlich anders sind als die

Abb. 17: Potentialkarte, Ausschnitt Alpenraum: Visualisierung der Trefferquote für historisch belegte Pfarrdörfer.

#### Potentialkarte

- 9 sehr gut geeignet
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1 ungeeignet

#### Pfarrdörfer

- Ersterwähnung 12./13. Jh.
- Ersterwähnung 14.–16. Jh.

<sup>15</sup> Die Informationen wurden dem Historischen Lexikon der Schweiz entnommen und mit den heutigen Gemeindedaten verknüpft (<http://www.hls-dhs-dss.ch>).



## Archäologische Fundstellen

- Siedlungen  
vormittelalterlich
- ▲ Gräber  
vormittelalterlich

Landwirtschaftliche  
Eignung (1974)

- 1 sehr gut geeignet
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6 ungeeignet



## Archäologische Fundstellen

- Siedlungen  
vormittelalterlich
- ▲ Gräber  
vormittelalterlich

## Potentialkarte

- 9 sehr gut geeignet
- 8
- 7
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1 ungeeignet

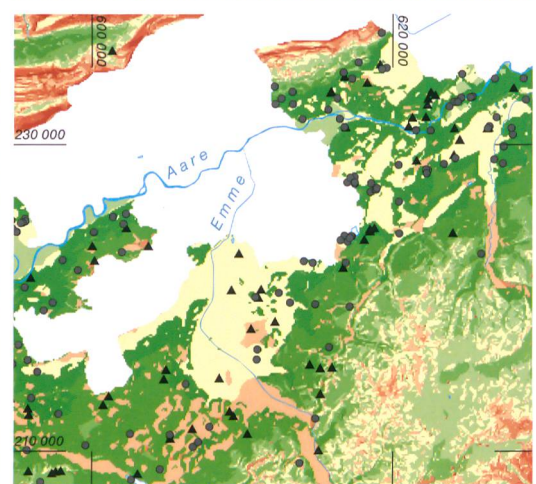
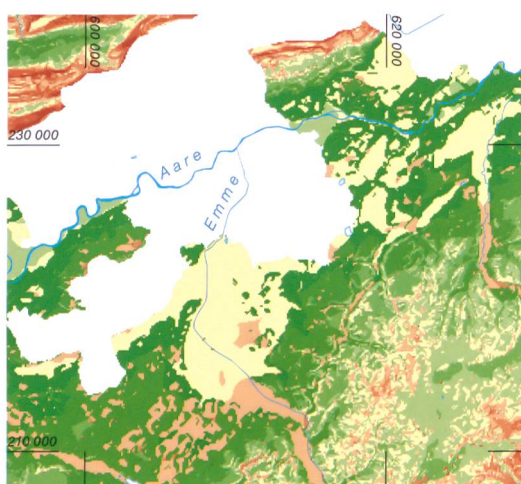


Abb. 18: Potentialkarte, Ausschnitt Oberaargau: Präzision und Trefferquote im Vergleich mit der Karte der landwirtschaftlichen Eignung des Kantons Bern von 1974.

Standortwahl unserer archäologischen Fundstellen, denn gerade im Mittelland sind die Trefferquoten der modernen Karte und die Einschätzungen des Potentials nicht sehr gut. Dies liegt sicher teilweise daran, dass Futtermittelbau und die Bearbeitung schwerer Böden durch die Mechanisierung der Landwirtschaft zu einem veränderten Fokus gegenüber der Bodenqualität geführt haben. Es zeigt aber auch, dass die modernen Karten zu Landwirtschaft, Klima und Bodeneignung nicht einfach für Aussagen zum Archäologiepotential übernommen werden können, sondern eine unabhängig neu berechnete archäologische Potentialkarte eine viel höhere Präzision, Flächenabdeckung und Trefferquote erreicht.

Generell sehr wichtig ist auch die Kontrolle und ständige Erweiterung der Informationen durch gezielte Begehungen im Gelände und die Überwachung von Baugruben in potentiellen Gebieten.<sup>16</sup> Dabei sollten nicht nur Treffer dokumentiert werden, sondern auch Negativbefunde.

6.

## Schlussbemerkungen

Die Erarbeitung einer Potentialkarte Archäologie ist ein Prozess, in dem Erfahrungswissen und belastbare Daten zu archäologischen Fundstellen mit Informationen zur Landschaft und deren historischer Entwicklung in einem rechnergestützten Verfahren formuliert und visualisiert werden. Dabei spielen viele verschiedene Faktoren eine Rolle. Das Ergebnis kann nicht nur daraus bestehen, eine Karte zu erstellen, die wahr und richtig ist. Allerdings kann eine Potentialkarte dabei helfen, archäologisches Wissen zu visualisieren und zu gewichten, auch gegenüber Dritten, zum Beispiel in Planungsverfahren. Viel wichtiger als das Ergebnis ist aber der Weg dorthin, der dazu führt, dass die vorhandenen archäologischen Grundlagen bewertet, eingeordnet und gewichtet werden, und

<sup>16</sup> Ebersbach et al. 2012.



der ausserdem zu einem viel bewussteren und differenzierten Umgang mit Landschaft, Relief, Naturgefahren und den einzelnen, diversen Regionen des Kantonsgebietes führt. Darüber hinaus lenkt die Erarbeitung einer Potentialkarte den Blick auf bisher vernachlässigte Regionen und erlaubt eine erste Beurteilung, wie vorgegangen werden könnte, um mehr Wissen über die auch dort vorhandene, aber bisher verborgene Archäologie zu generieren.

Das Ergebnis ist nur so gut wie die formulierte Fragestellung und das hineingeflossene Wissen, das verschiedenste Ebenen umfasst. Auf der archäologischen Ebene muss zunächst gefragt werden, welches Potential berechnet werden soll. Geht es um bäuerliche Gesellschaften, also das landwirtschaftliche Potential in bestimmten Siedlungskammern, oder geht es um ganz andere Standortfaktoren wie zum Beispiel Rohstoffgewinnung, Transport, Verkehr? Dann spielt die sorgfältige Auswahl und Bewertung der zugrunde liegenden Fundstellen eine Rolle, wobei auf jeden Fall die Repräsentativität der Fundstellen in Zeit und Raum bezüglich der Fragestellung berücksichtigt werden muss. Hier wäre ein Einbezug der Nachbarkantone auf jeden Fall wünschenswert, um grössere Datenserien zur Verfügung zu haben. Darüber hinaus müssen Fundpunkte in Flächen umgewandelt werden, was entweder nur sehr grob durch Kreise gerechnet werden kann, oder, um die Differenziertheit der Karte noch zu erhöhen, durch flächige Kartierungen in der unmittelbaren Umgebung des Fundpunktes. Gerade bei den römischen Gutshöfen liessen sich Faktoren wie die Ausrichtung sicher feiner abstufen, wenn man Betriebsgrössen nicht einfach als Kreis zeichnen würde, sondern eine vermutlich sinnvolle Betriebsfläche in der entsprechenden Grösse unter Berücksichtigung landschaftlicher Gegebenheiten kartieren würde, also zum Beispiel sehr steile Flusstäler oder reine Nordlagen ausschliessen würde.

Es lohnt sich in jedem Fall, über die einzelnen Klassengrenzen genau nachzudenken und vielleicht noch mit weiteren statistischen Methoden zu berechnen, wie die Wertebereiche für bestehende archäologische Daten liegen und wie gut die jeweiligen Karten die Verteilung der tatsächlichen Archäologie wiedergeben. Gerade nicht optimal geeignete Landschaften des Kantons wie zum Beispiel das Schwarzenburgerland, das Emmental oder das Simmental kön-

nen mit leichten Verschiebungen in den Wertebereichen einiger Faktoren wie Hangneigung oder Höhenlage komplett ausfallen oder eben doch noch differenziert berücksichtigt werden.

Genauso notwendig und für die Differenziertheit der Karte entscheidend ist das Wissen über die naturräumlichen Gegebenheiten und deren anthropogene Veränderung über die Jahrhunderte, wenn nicht Jahrtausende. Dies wurde am Beispiel Wasser aufgezeigt, betrifft aber auch andere Themenbereiche wie den Klimawandel und die damit einhergehende Veränderung der Nutzbarkeit der Alpentäler oder der Naturgefahren. In einzelnen Landschaften, die ein hohes Archäologiepotential haben, aber auch heute stark überprägt sind, würde es sich lohnen, historische Landschaften und Gewässerläufe im Detail zu rekonstruieren.

Um zu präziseren Potentialkarten zu kommen, könnte zusätzlich noch die Auffindbarkeit von archäologischen Fundstellen berechnet werden, zum Beispiel durch Erosions- und Akkumulationsberechnungen. In Landschaften mit starker Erosion oder Dutzenden von Metern akkumulierten Sedimenten wird sich kaum noch Archäologie finden lassen, wie zum Beispiel auf dem Bödli bei Interlaken, wo römische Bodenhorizonte in über zwei Metern Tiefe liegen.<sup>17</sup> Andererseits ist das Risiko, archäologische Fundstellen endgültig zu verlieren, in Landschaften mit starker Erosion höher als in solchen ohne grossen Bodenabtrag. Auch Waldbedeckung schränkt die Auffindbarkeit von archäologischen Fundstellen ein, ist aber gleichzeitig ein Schutz vor Zerstörung.

Mit diesen Methoden lassen sich relativ kleine und überschaubare Räume abgrenzen, auf die in Zukunft vermehrt geachtet werden sollte. Dabei darf nicht aus den Augen verloren werden, dass auch ausserhalb der hier berechneten Gebiete mit hohem Archäologiepotential Fundstellen vorkommen. Das können bedeutende Einzelfundstellen wie Lenk BE, Schnidejoch sein,<sup>18</sup> aber auch ganze Landschaften voller Fundstellen, die bisher kaum berücksichtigt wurden, wie im Oberhasli gezeigt werden konnte.<sup>19</sup>

<sup>17</sup> Schulte et al. 2009, fig. 3.

<sup>18</sup> Suter/Hafner/Glauser 2005.

<sup>19</sup> Andres 2012; Andres 2014; Ebersbach/Gutscher 2008.



## Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes «Repräsentatives Inventar» wurde eine Potentialkarte Archäologie erarbeitet. Das Ziel war dabei die Visualisierung des archäologischen Potentials im gesamten Kantonsgebiet, auch für Regionen, aus denen bisher keine Fundstellen bekannt waren. Ausgangsbasis der Berechnung waren zwei Fallbeispiele, von denen besonders die bevorzugten Standortfaktoren der römischen Villen als Berechnungsgrundlage verwendet wurden. Damit bildet die entstandene Potentialkarte das landwirtschaftliche Potential und die möglichen Siedlungsstandorte von agrarisch orientierten Gemeinschaften auf der Basis einer Selbstversorgung mit wichtigsten Grundnahrungsmitteln ab, ein Szenario, das für die meisten Fundstellen der Vorgeschichte und auch für viele historische Ansiedlungen Gültigkeit besitzen dürfte. Wichtige Faktoren, die in die Berechnung einfließen, waren Hangneigung, Höhenlage und Gewässernähe. Die Auswahl geeigneter Naturraumkarten als Hintergrund ist ebenfalls ein wichtiger Faktor, wie am Beispiel der Gewässerkarte gezeigt wurde. Die Kontrolle und Auswahl zwischen den verschiedenen berechneten Potentialkarten erfolgte mittels der Überprüfung der Exaktheit und Präzision. Das vorgestellte Beispiel ist nur eines von mehreren möglichen Potentialkarten und bedarf der Kontrolle und Aktualisierung, zum Beispiel durch systematische Überprüfungen im Gelände. Mit der vorliegenden Karte wird einerseits eine bessere, weil systematischere und fundiertere Beurteilung von Baugesuchen und Planungen ausserhalb bekannter archäologischer Schutzgebiete möglich, andererseits wird die Kommunikation des Archäologiepotentials gegenüber fachfremden Personen vereinfacht.

## Résumé

Dans le cadre du projet « Inventaire représentatif », une carte de potentiel archéologique a été réalisée afin de visualiser ce dernier sur l'ensemble du territoire cantonal, incluant les régions pour lesquelles aucun site n'était encore connu. Comme point de départ, deux études de cas utilisant surtout les facteurs privilégiés lors de l'implantation de villas romaines ont servi de base de calcul. La carte ainsi élaborée représente le potentiel agricole et les éventuels sites d'habitat de communautés agraires, selon le principe d'une autosuffisance en denrées alimentaires de base, scénario qui devrait être valable pour la plupart des sites préhistoriques et pour plusieurs zones d'habitat historiques. Les principaux facteurs intégrés dans le calcul sont la déclivité du terrain, l'altitude et la proximité des cours d'eau. La sélection de cartes topographiques appropriées comme arrière-plan est aussi un facteur important, comme le démontre l'exemple de la carte hydrographique. La vérification de l'exactitude et de la précision a permis le contrôle et la sélection des différentes cartes de potentiel élaborées. La carte de potentiel présentée en exemple n'en est qu'une parmi tant d'autres possibles, nécessitant révision et mise à jour, par exemple grâce à des vérifications systématiques sur le terrain. Cette carte permettra d'une part une meilleure évaluation, plus systématique et solidement fondée, des demandes de permis de construire et de la planification en dehors des zones de protection archéologique connues; d'autre part, la communication du potentiel archéologique à des personnes non spécialisées sera facilitée.



## Literatur

### *Andres 2012*

Brigitte Andres, Hanglage mit Gletscherblick. Alpine Wüstungen im Oberhasli. Archäologie Bern 2012. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2012. Bern 2012, 220–236.

### *Andres 2014*

Brigitte Andres, «Vil mehr feys Khässen». Wüstungsforschung und Alpwirtschaft in der Region Oberhasli. Eine archäologisch-historische Einordnung. Dissertation Universität Zürich 2014.

### *Bodeneignungskarte 1980*

Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Landwirtschaft und Bundesamt für Forstwesen (Hrsg.), Bodeneignungskarte der Schweiz auf Grund der Bodeneigenschaften und ausgewählter physiographischer Landschaftselemente [Kartenmaterial, 4 Blätter]. Bern 1980.

### *Ebersbach/Gutscher 2008*

Renate Ebersbach und Daniel Gutscher, Alpine Prospektion im Oberhasli. Vorbericht 2003–2006. Archäologie Bern 2008. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2008. Bern 2008, 189–196.

### *Ebersbach/Hoyer/Zahnd 2010*

Renate Ebersbach, Wenke Hoyer und Elisabeth Zahnd, Ein «Repräsentatives Inventar» für den Kanton Bern. Archäologie Bern 2010. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2010. Bern 2010, 249–271.

### *Ebersbach et al. 2012*

Renate Ebersbach, Elisabeth Zahnd, Brigitte Andres, Thomas Doppler und Elena Prado, «Lücken füllen» im Kanton Bern. Auswertung eines Pilotprojektes zur repräsentativen Begleitung von Bauprojekten. Archäologie Bern 2012. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2012. Bern 2012, 255–271.

### *Ebnöther/Monnier 2002*

Christa Ebnöther und Jacques Monnier, Ländliche Besiedlung und Landwirtschaft. In: Laurent Flutsch, Urs Niffeler und Frédéric Rossi (Hrsg.), Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum Mittelalter (SPM) V: Römische Zeit. Basel 2002, 135–178.

### *Kamermans/van Leusen/Verhagen 2009*

Hans Kamermans, Martijn van Leusen and Philip Verhagen, Archaeological Prediction and Risk Management. Alternatives to Current Practice. Archaeological Studies Leiden University 17. Leiden 2009.

### *Kunow/Müller 2003*

Jürgen Kunow und Johannes Müller (Hrsg.), Landschaftsarchäologie und geographische Informationssysteme. Prognosekarten, Besiedlungsdynamik und prähistorische Raumordnungen. Archäoprognose Brandenburg I. Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg 8. Wünsdorf 2003.

### *Münch 2012*

Ulla Münch, Quellenkritik als eingrenzender Faktor der Archäoprognose. Die Entwicklung und Bewertung von Prognosemodellen für Testgebiete im Land Brandenburg und ihre Anwendbarkeit in der Bodendenkmalpflege. Archäoprognose Brandenburg III. Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg 13. Wünsdorf 2012.

### *Schimmelpfennig 2014*

Wenke Schimmelpfennig, Methoden und Erkenntnisse zum Repräsentativen Inventar: das Teilprojekt «Seeland». Archäologie Bern 2014. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2014. Bern 2014, 216–235.

### *Schucany 2006*

Caty Schucany, Die römische Villa von Biberist-Spitalhof / SO (Grabungen 1982, 1983, 1986–89). Ausgrabungen und Forschungen 4. Remshalden 2006.

### *Schucany/Meylan Krause 2002*

Caty Schucany und Marie-France Meylan Krause, Das tägliche Leben. In: Laurent Flutsch, Urs Niffeler und Frédéric Rossi (Hrsg.), Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum Mittelalter (SPM) V: Römische Zeit. Basel 2002, 217–266.

### *Schulte et al. 2009*

Lothar Schulte, Heinz Veit, Francesc Burjachs and Ramon Julià, Lütschine fan delta response to climate variability and land use in the Bernese Alps during the last 2400 years. Geomorphology 108, 2009, 107–121.

### *Suter/Hafner/Glauser 2005*

Peter J. Suter, Albert Hafner und Kathrin Glauser, Lenk, Schnidejoch. Funde aus dem Eis – ein vor- und frühgeschichtlicher Passübergang. Archäologie im Kanton Bern 6B. Bern 2005, 499–522.

### *Suter/Schlichtherle 2009*

Peter J. Suter und Helmut Schlichtherle (Hrsg.), Pfahlbauten – Palafittes – Palafitte – Pile dwellings – Kolisca. UNESCO Welterbe-Kandidatur «Prähistorische Pfahlbauten rund um die Alpen». Biel/Bienne 2009.

### *Suter/Fischer/Francuz 2014*

Peter J. Suter, Jürgen Fischer und John Francuz, Sutz-Lattrigen, Rütte. Erste Ergebnisse der Tauchuntersuchungen 2011–2013. Archäologie Bern. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2014. Bern 2014, 184–193.

### *Verhagen/Whitley 2012*

Philip Verhagen and Thomas G. Whitley, Integrating Archaeological Theory and Predictive Modeling: a Live Report from the Scene. Journal of Archaeological Method and Theory 19, 2012, 49–100.