

VU Research Portal

Simulation von Suchschnitten in der archäologischen Prospektion: Bewertung der Variabilität im Anteil von geschnittenen Befunden

Haneca, K.; Debruyne, S.; Vanhoutte, S.; Eryvncck, A.; Vermeyen, M.; Verhagen, J.W.H.P.

published in

Funde in der Landschaft. Neue Perspektiven und Ergebnisse archäologischer Prospektion
2018

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Haneca, K., Debruyne, S., Vanhoutte, S., Eryvncck, A., Vermeyen, M., & Verhagen, J. W. H. P. (2018). Simulation von Suchschnitten in der archäologischen Prospektion: Bewertung der Variabilität im Anteil von geschnittenen Befunden. In C. Wohlfarth, & C. Keller (Eds.), *Funde in der Landschaft. Neue Perspektiven und Ergebnisse archäologischer Prospektion: Tagung in der Fritz Thyssen Stiftung, Köln, 12.-13. Juni 2017* (pp. 115-134). (Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland; Vol. 26). LVR - Amt für Bodendenkmalpflege in Rheinland.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Funde in der Landschaft

Neue Perspektiven und Ergebnisse archäologischer
Prospektion



Sonderdruck aus/Off-print from

Funde in der Landschaft. Neue Perspektiven und Ergebnisse
archäologischer Prospektion

Christine Wohlfarth/Christoph Keller (Hrsg.)

Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland 26

Diese PDF-Datei ist nur zum persönlichen Versand durch den Autor bestimmt. Sie darf bis zum 1.5.2020 nicht in das Internet, zum Beispiel auf die Homepage des Verfassers, gestellt werden.

This PDF is good for private dissemination by the author only. Its publication on the internet, for example on the author's homepage, is restricted until 1st of May 2020.

Ce fichier pdf est destiné seulement à la distribution personnelle de l'auteur. Jusqu'au 1.5.2020 il ne doit pas être mis en ligne sur l'internet, par exemple sur la page d'accueil du nomographe.

Funde in der Landschaft

Neue Perspektiven und Ergebnisse archäologischer Prospektion

Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland 26

herausgegeben von Jürgen Kunow

Gefördert vom

Ministerium für Heimat, Kommunales,
Bau und Gleichstellung
des Landes Nordrhein-Westfalen



und der

Fritz Thyssen Stiftung
für Wissenschaftsförderung

Eine Veröffentlichung des
LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland



Qualität für Menschen

Funde in der Landschaft

Neue Perspektiven und Ergebnisse archäologischer Prospektion

herausgegeben von Christine Wohlfarth und Christoph Keller

Tagung in der Fritz Thyssen Stiftung, Köln, 12.–13. Juni 2017

Veranstalter:

LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland

Titelbild: Prospektion im Umfeld von Burg Veynau, Stadt Euskirchen, 2018

Foto: E. Cott, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland

© LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, Bonn 2018

Schriftleitung: Michaela Aufleger, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland

Redaktion: Christoph Keller und Christine Wohlfarth unter Mitarbeit von Elisabeth Freund und Hannah Parow-Souchon, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, Jörg Lindenbeck, Aichwald, und Martin Baumeister (englische Texte), Nürnberg

Bildbearbeitung: Joachim C. Fink und Marcel Zanjani, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland

Übersetzung: Martin Baumeister, Nürnberg

Herstellung: Jörg Lindenbeck, Aichwald

Druck & Bindung: Beltz Bad Langensalza GmbH

ISBN 978-3-9820399-1-6

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
Begrüßung	11
Jeanne-Nora Andrikopoulou Funde in der Landschaft – Archäologische Prospektion als Methodenbündel	13

I Ephemere Fundplätze

Michael Geschwinde Eingefrorene Zeit Archäologische Prospektionen auf dem römisch-germanischen Schlachtfeld am Harzhorn	19
André Schürger und Eva Carmen Szabó Prospektionen auf Schlachtfeldern der frühen Neuzeit: das Beispiel Lützen 1632	35
Nicolas Poirier From archaeological evidence for agricultural manuring to an understanding of settlement and landscape dynamics An experiment in non-invasive archaeological methods undertaken in South-West France	41
Piotr Wroniecki and Kevin Barton Is it only finds in the landscape? Assessing the suitability of aerial and ground archaeological prospection techniques in Rzemienowice, Poland	55

II Prospektion und präventive Archäologie

Maria Medlycott Archäologische Feldbegehungen in Essex 1986–2005	69
Wim De Clercq, Jan Trachet and Jeroen de Reu Artefact-accurate fieldwalking in Flanders Integrating medieval surface finds with geophysical and historical data	81

Eelco Rensink Accurate methods of archaeological prospection and digital information systems in the Netherlands	93
Christine Wohlfarth Prospektion im Rheinland – wirklich präventiv? Wunsch und Wirklichkeit	103
Kristof Haneca, Sofie Debruyne, Sofie Vanhoutte, Anton Ervynck, Maarten Vermeyen und Philip Verhagen Simulation von Suchschnitten in der archäologischen Prospektion: Bewertung der Variabilität im Anteil von geschnittenen Befunden	115
Michael Vinter The perfect archaeological record? Danish experiences with systematic trial trenching	135

III Landschaftsarchäologie in Südeuropa

John L. Bintliff The development of surface survey in the Mediterranean: A brief history	151
Wieke de Neef, Martijn van Leusen, Kayt Armstrong and Burkart Ullrich Between a rock, a gully, and a hard place Archaeological prospection of Metal Age remains in the uplands of the Raganello Basin (Calabria, Italy)	159
Simonetta Menchelli Pisa South Picenum Survey Project II: Raw and interpreted data	171
Jesús García Sánchez The hinterland of <i>Segisamo</i> (Sasamón, Spain) The landscape of a Roman city through off-site survey	181
Frédéric Trément, Florian Baret, Maxime Calbris and Hugo Regad The Grande Limagne plain (Auvergne, France): A laboratory for systematic fieldwalking The case of the largest Gallo-Roman villas	193

IV Landschaftsarchäologie in Mitteleuropa

Susanne Jenter und Jobst J. M. Wippern Mit allen Mitteln Untersuchungen zum römischen Straßennetz im Rheinland	219
Thomas Becker und Ayla Lang Luftbild – Geophysik – Einzelfundkartierung Prospektionsmaßnahmen im Bereich der frühkaiserzeitlichen Lager von Trebur-Geinsheim (Lkr. Groß-Gerau)	235

Joris Coolen Zwischen Artefakten und Anomalien Integrierte Oberflächensurveys im Kreuttal, Niederösterreich	245
Heiko Wagner Abseits der Äcker Archäologische Surveys in bewaldeten Regionen	257
Mathias Bertuch und Klaus Cappenberg Folgen des Landschaftswandels als archäologisches Vorhersageinstrument Die Aussagekraft von Auensedimenten in einer Mittelgebirgsregion	273
Udo Geilenbrügge Ausgrabungsrealität nach intensiver Prospektion im rheinischen Braunkohlentagebau Inden	285
Autorinnen und Autoren	297

Vorwort

Seit mehr als einhundert Jahren nutzen Archäologinnen und Archäologen unterschiedliche Methoden der Prospektion, um bislang unbekannte Fundplätze zu entdecken, prähistorische Landschaften zu rekonstruieren oder vage bekannte Fundstellen zu Schutzzwecken genau abzugrenzen. Inzwischen sind angewandte Methoden weiterentwickelt und den heutigen Bedürfnissen der verschiedenen archäologischen Fachrichtungen angepasst worden.

Bereits zum einhundertjährigen Jubiläum des Erscheinens von August Schoops Untersuchung der römischen Siedlungsstellen im damaligen Kreis Düren 1905 entstand die Idee, in einer Tagung Akteure aus den verschiedenen Fachrichtungen archäologischer Prospektion zusammen zu bringen.

Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Anforderungen – hier langjährige Erfassung antiker Landschaften, dort schnelle und kleinräumige Analyse des archäologischen Potentials – haben sich ganz unterschiedliche Ansätze und Lösungsmöglichkeiten, sowohl in der praktischen Durchführung von Prospektionen als auch in der Auswertung der im Gelände erhobenen Daten, entwickelt. Gleichzeitig führten die in den beiden letzten Jahrzehnten auch allgemein verfügbaren Innovationen im Bereich Vermessung dazu, dass sich die langen etablierten Prospektionsmethoden wieder einmal geändert und der neuen Möglichkeiten bedient haben.

Auch wenn zwischen der ersten Idee zu einer Fachtagung mit dem Schwerpunkt Feldbegehung in der archäologischen Prospektion und ihrer Realisierung noch etliche Jahre gelegen haben, so ist es am Ende gelungen, Expertinnen und Experten aus Forschungseinrichtungen, Universitäten und Bodendenkmalpflegeämtern aus zwölf europäischen Ländern zu gewinnen und in der Tagung „Funde in der Landschaft

– Neue Perspektiven und Ergebnisse archäologischer Prospektion“ miteinander in einen intensiven fachlichen Austausch zu bringen.

Am 12. und 13. Juni 2017 fand die Tagung in den Räumen der Fritz Thyssen Stiftung in Köln statt. Unter vier Aspekten wurden neueste Forschungsergebnisse wie langjährige Erfahrungen präsentiert.

Zunächst ging es um ephemere Fundplätze, deren Zeugnisse sich nur im Oberboden erhalten haben und daher auch nur durch Methoden der Feldbegehung untersucht werden können. Dabei wurde der Bogen von Schlachtfeldern europäischer Konflikte über Spuren mittelalterlicher Landwirtschaft bis hin zu vermeintlich kaum fassbaren Fundstellen gezogen. Im zweiten Teil standen prospektive Methoden im Spannungsfeld zwischen Bodendenkmalpflege und Flächenverbrauch durch Siedlungsbau und Rohstoffgewinnung im Fokus, wo häufig schnelle, kostengünstige und verlässliche Untersuchungsmethoden notwendig sind. Verschiedene landschaftsarchäologische Projekte im Mittelmeerraum, die sich vor allem mit der Untersuchung ländlicher Räume beschäftigten, bildeten den dritten Themenschwerpunkt. Mit dem Blick nach Mittel- und Nordeuropa im letzten Abschnitt der Tagung wurde der zeitliche Rahmen wie auch die Fragestellung der vorgestellten Prospektionsprojekte nochmals erweitert.

Wir freuen uns, dass die Ergebnisse dieser erfolgreichen Tagung bereits nach kurzer Zeit in gedruckter Form einem breiteren Publikum vorgelegt werden können. Unser Dank gilt dafür den Referentinnen und Referenten, die trotz vieler anderer Verpflichtungen die folgenden Aufsätze beigesteuert haben, allen beteiligten Kolleginnen und Kollegen an Redaktion, Bildbearbeitung und Layout, die zum Gelingen des Bandes beigetragen haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt der Fritz Thyssen Stiftung für Wissenschaftsförderung in Köln, die uns nicht nur für die Tagung gastlich in ihren Räumen aufnahm, sondern auch die Tagung wie auch die Drucklegung dieses Bandes finanziell großzügig unterstützt hat. Weitere finanzielle Unterstützung haben wir durch den Landschaftsverband Rheinland und das Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstel-

lung des Landes Nordrhein-Westfalen erhalten. Auch hierfür sei an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

Bonn, November 2018

Jürgen Kunow

Christine Wohlfarth

Christoph Keller

Kristof Haneca, Sofie Debruyne*, Sofie Vanhoutte, Anton Ervynck,
Maarten Vermeyen und Philip Verhagen

Simulation von Suchschnitten in der archäologischen Prospektion: Bewertung der Variabilität im Anteil von geschnittenen Befunden¹

Abstract

Simulating trial trenches for archaeological prospection: assessing the variability in intersection rates.

In this study we draw attention to the inherent variability in the results of trial trenching, when taking into account the countless variations in orientation and positioning of trenches. Grids of trial trenches were simulated time and again on the excavation plans of 16 archaeological sites from Flanders, Belgium. Orientation and positioning of the grid layout was shifted randomly, whilst the area coverage varied from 2,5 % to 80 %. The intersection rates of the archaeological features allow to gain more insight

in trends and variability that are inherent to the chosen design of trial trenches. It is assessed how robust a chosen grid layout performs on (multi-period) archaeological sites and how variable these results might be. The most effective layout appears to be a grid with short, parallel and discontinuous trenches or a *standard grid*, closely followed by 2 m wide continuous trenches. Implementing 4 m wide trenches reduces the effectiveness of the latter method substantially. When the area coverage of the trenches is below 10 %, the results of the archaeological prospection become unreliable and can potentially lead to a substantial over- or underestimation of the actual feature density on the site.

Zusammenfassung

In dieser Untersuchung wollen wir die Aufmerksamkeit auf die inhärente Variabilität lenken, die die Ergebnisse von Sondagen aufweisen, sobald man die zahllosen Möglichkeiten für die Ausrichtung und Positionierung der Schnitte mit in Betracht zieht. Für unsere Untersuchung wurden wiederholt simulierte Sondageraster über die Ausgrabungspläne von 16 realen archäologischen Fundstellen aus Flandern (Belgien) gelegt. Die Ausrichtung und Positionierung der Rasterstruktur wurde dabei zufällig verschoben, während die Abdeckung der Fläche zwischen 2,5 % und 80 % variierte. Die Häufigkeit, mit der die archäologischen Befunde geschnitten wurden, ermöglicht einen genaueren Einblick in die inhärenten Tendenzen und die

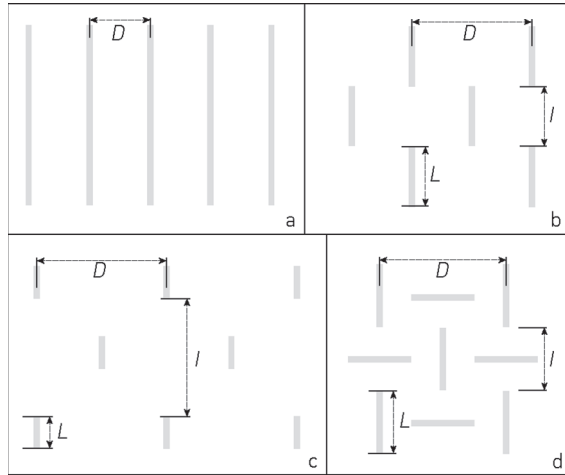
Variabilität der jeweils gewählten Suchschnittanordnung. Es wird bewertet, wie robust ein gewähltes Sondageraster auf (mehrperiodigen) archäologischen Fundstellen funktioniert und wie variabel die jeweiligen Ergebnisse ausfallen. Das effektivste Layout ist offensichtlich ein Raster aus kurzen, parallelen und nicht fortlaufenden Schnitten oder ein als *standard grid* bezeichnetes Raster, dicht gefolgt von 2 m breiten durchgehenden Schnitten. Beim Einsatz von 4 m breiten Schnitten reduziert sich die Effektivität der zweiten Methode allerdings beträchtlich. Sobald die Flächenaufdeckung der Schnitte unter 10 % liegt, werden die Ergebnisse der archäologischen Prospektion unzuverlässig. Dies kann potenziell dazu führen, dass die tatsächliche Befunddichte der Fundstelle beträchtlich über- oder unterschätzt wird.

1. Einleitung

Das Anlegen von Suchschnitten ist die am weitesten verbreitete Methode der archäologischen Prospektion in Nordwesteuropa². Sie dient dazu, einen verbesser-

ten Einblick für die Vorhersage und Einschätzung von Auftreten, Häufigkeit, Typenspektrum, räumlicher Verteilung und Erhaltung archäologischer Befunde und Artefakte zu liefern. Hierbei bezeichnet „Befunde“ den ortsfesten Anteil der archäologischen Überlieferung

Abb. 1 Rasterstruktur für fortlaufende Schnitte (a), nicht fortlaufende, versetzte parallele Schnitte mit $I = L$ (b) oder $I > L$ (c) und Standardraster (d). Die Raster werden durch vier grundlegende Parameter definiert: Die Breite W der Schnitte (nicht dargestellt), die Entfernung D zwischen dem Mittelpunkt der Schnitte oder Schnittreihen, die Länge L der Schnitte und das Intervall I zwischen den einzelnen Schnitten einer Reihe.



und „Artefakte“ den beweglichen Anteil. Oft ist eine solche Maßnahme der erste – und manchmal sogar der letzte – physische Kontakt mit einer archäologischen Fundstelle oder Fundkonzentration. Die Methode sollte daher effizient, kosteneffektiv und zuverlässig sein³ und das Treffen einer fundierten Entscheidung über die Durchführung einer archäologischen Ausgrabung, die Aussetzung weiterer Untersuchungen oder die Erhaltung der archäologischen Überreste *in situ* erleichtern. Bei der Anlage von Suchschnitten wird ein systematisches Raster von Grabungsschnitten über die gewählte Fläche gelegt, um das Vorhandensein archäologischer Befunde und Artefakte in einem begrenzten Gebiet zu überprüfen. Dabei muss eine deutliche Unterscheidung zwischen Suchschnitten, die lediglich die reine Präsenz einer archäologischen Fundstelle feststellen sollen, und Prospektionen, die auf die Bewertung und Auswertung archäologischer Befunde und Artefakte zielen, getroffen werden⁴. Der zweite Typ dient dem Zweck, einen vertieften Einblick in die Dichte, räumliche Anordnung und Chronologie der angeschnittenen archäologischen Fundstelle(-n) zu gewinnen, sowie in den Erhaltungszustand der damit verbundenen Befunde und Artefakte. Eine in Flandern (Nordbelgien) übliche Praxis besteht darin, Feststellung und Bewertung in einer einzigen Prospektionsphase zu kombinieren. Dabei werden Suchschnitte eingesetzt, die 10 % der betroffenen Fläche erfassen, sowie optional eine Aufdeckung von 2,5 % durch fensterartige, kleinere Testflächen⁵. Dieser Grad der Flächenaufdeckung wird als C bezeichnet und in Prozent ausgedrückt. Im hier genannten Fall liegt der Wert recht nah an der alltäglichen Praxis in Frankreich⁶. Etwas niedrigere Werte sind in den Niederlanden vorgegeben⁷. Gegenwärtig gibt es keinen vergleichbaren Standard für die Anlage von Suchschnitten

in Großbritannien, obwohl in Südengland eine Tendenz zu einer Flächenaufdeckung von 5 % erkennbar ist⁸. In Deutschland gibt es ebenfalls keinen verbindlichen Standard, aber in einigen Bundesländern ist eine Flächenaufdeckung von über 20 % nicht unüblich⁹. Diese Zahlen zeigen bereits, dass sich die für Suchschnitte angestrebte Flächenaufdeckung je nach Ziel der Prospektionsmaßnahme und örtlichen Vorschriften signifikant unterscheiden kann.

Bei einer vorgeschriebenen Flächenaufdeckung kann ein breites Sortiment von Sondageanordnungen genutzt werden. Die wohl einfachste Konfiguration besteht dabei aus durchgehenden, parallelen Schnitten (Abb. 1, a). Bei einer solchen Anordnung müssen nur zwei Parameter definiert werden, die Entfernung D zwischen den Mittelpunkten der Schnitte und ihre Breite W . Das – zumindest im kontinentalen Europa – am weitesten verbreitete Raster besteht allerdings aus nicht durchgehenden, versetzten parallelen Schnitten. Hier muss zusätzlich zur Breite W der einzelnen Schnitte auch ihre Länge L definiert werden. Des Weiteren muss noch der Abstand zwischen den einzelnen Schnitten durch zwei Parameter bestimmt werden, dem Intervall I zwischen Schnitten des gleichen Längsschnitts und der Entfernung D zwischen den Längsschnitten (Abb. 1, b und c). Die gleichen Parameter (W , L , D und I) sind anwendbar, wenn versetzte Schnitte verwendet werden, die abwechselnd um 90° gedreht sind (Abb. 1, d). Dieses Raster wird in Großbritannien als Standardraster (*standard grid*) bezeichnet. Um sowohl mit dem parallelen als auch mit dem Standardraster die gewünschte Flächenabdeckung zu erreichen, kann über die Modulierung der vier Grundparameter eine Vielzahl von Konfigurationen entworfen werden. In Flandern ist es gängige Praxis, durchgehende Schnitte von 2 m Breite mit 15 m Abstand anzulegen¹⁰. In Frankreich werden am häufigsten durchgehende Schnitte und versetzte parallele Raster eingesetzt, beide in einer Konfiguration, die zu einem C von 10 % führt. Die Länge L der Schnitte kann je nach Projekt variieren, liegt aber oft um 30 m. Die sogenannte *Méthode à la Lorraine* ist eine Konfiguration, bei der $L = 10$ m, $I = 10$ m und $D = 20$ m ist. Der *standard grid* wird fast ausschließlich in Großbritannien verwendet, häufig in Form von 30×2 m messenden Schnitten mit einem C von ca. 5 % ($I = D \approx 35$ m).

In vielen Regionen (z. B. in Flandern) wird eine standardisierte Vorgehensweise verlangt, bisweilen in Varianten, die der Landschaft, der Bodenbeschaffenheit oder der erwarteten archäologischen Fundstelle

angepasst sind (z. B. in den Niederlanden). Obwohl manche Autoren die Auffassung vertreten, dass ein flexiblerer Ansatz empfehlenswert wäre¹¹, wird im Kontext der kommerziellen Archäologie ein standardisiertes System häufig bevorzugt, da es den Vergleich der für Prospektionsmaßnahmen abgegebenen Angebote erleichtert.

Die wissenschaftliche Bewertung der Effektivität von Sondagerastern hat sich bisher meist auf statistische Ansätze gestützt, in denen die Wahrscheinlichkeit der erfolgreichen Feststellung einer archäologischen Fundstelle als das Produkt der Wahrscheinlichkeit betrachtet wird, dass die Fundstelle tatsächlich durch eine der Sondagen geschnitten wird ($P_{\text{geschnitten}}$), und der Wahrscheinlichkeit, dass ein archäologischer Befund oder Fund entdeckt werden wird ($P_{\text{Entdeckung}}$)¹². Der einzige Weg zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit, dass Befunde durch Sondagen geschnitten werden, ist die Vereinfachung des Umrisses einer archäologischen Fundstelle zu einem Kreis oder einer Ellipse¹³. Die Wahrscheinlichkeit für das Schneiden durch Sondagen hängt dann sowohl vom verwendeten Sondageraster als auch von der erwarteten Fläche der archäologischen Fundstelle ab. Ein anderer Ansatz zur Bewertung der Effektivität von Suchschnitten wurde im Zuge großflächiger Bauprojekte in Frankreich¹⁴ und England angewandt¹⁵. Hier wurden zunächst variable Flächenaufdeckungen und Sondageraster auf Versuchsflächen gelegt, deren Ergebnisse nach der vollständigen Ausgrabung bewertet wurden. In manchen Studien wurde dieses Vorgehen auch in einem GIS simuliert, indem verschiedene Raster über Ausgrabungspläne projiziert wurden¹⁶. Die verfügbaren Studien dieser Art stützen sich allerdings auf eine sehr begrenzte Anzahl von Wiederholungen des gleichen Rasters, das zudem eine spezifische Lage und Ausrichtung aufweist.

In dieser Untersuchung wollen wir deshalb die Aufmerksamkeit auf die inhärente Variabilität lenken, die die Ergebnisse von Suchschnitten aufweist, sobald man zahllosen Varianten unterschiedlicher Ausrichtung und Positionierung der Schnitte mit in Betracht zieht. Durch eine hohe Anzahl von Simulationen wollen wir die Bandbreite von möglichen Schnittquoten quantifizieren, die beim Einsatz eines spezifischen Sondagerasters erwartet werden können. Diese Simulationen ermöglichen es außerdem, die Effektivität eines ausgewählten Sondagerasters und der Flächenaufdeckung zu bewerten. Den Rahmen dieser Untersuchung bildet die alltägliche Praxis der archäologischen Prospektion mit Suchschnitten in Flandern

sowie großflächige Ausgrabungen in dieser Region. Es wird dabei bewertet, wie robust ein ausgewähltes Raster auf (mehrperiodigen) Untersuchungsflächen funktioniert, wie variabel die Ergebnisse ausfallen, wenn bestimmte Raster und Flächenabdeckungen verwendet werden, und wie sich dies zur Befunddichte verhält.

2. Material und Methoden

2.1. Archäologische Ausgrabungen

Für diese Untersuchung wurden 16 Projekte ausgewählt, in deren Rahmen großflächige archäologische Ausgrabungen durchgeführt wurden (Abb. 2). Der Datensatz ist repräsentativ für die gegenwärtige archäologische Praxis in Flandern und besteht hauptsächlich aus mehrperiodigen Fundstellen, die eine große chronologische Bandbreite vom Mesolithikum bis zum 2. Weltkrieg aufweisen¹⁷. Der Datensatz umfasst keine Fundstellen mit Fundkonzentrationen, die außerhalb von konkreten Befunden auftraten. Die Flächen der ausgewerteten Fundstellen reichen von 0,0054 km² bis fast 0,12 km² und liegen auf sandigen bis lehmigen Böden sowie Auelehmen¹⁸.

Da jedes dieser Projekte eine Rettungsgrabung war, entspricht jede „Fundstelle“ einem flächig ausgegrabenen Areal, dessen Umriss durch den Umfang der Bau- oder Erschließungsarbeiten sowie dem Ergebnis der vorhergegangenen Prospektionen bestimmt wird.

Die Ausgrabungspläne wurden als zwei shapefiles digitalisiert¹⁹, von denen der eine alle dokumentierten Befunde in Form von Polygonen (zu den Grabungsplänen der verschiedenen Untersuchungsgebiete s. u. 5 Ergänzendes Material) und der andere die Begrenzung der Grabungsfläche enthält. Die Befunddichte jeder untersuchten Fundstelle wurde als das Verhältnis der Gesamtfläche der dokumentierten Befunde zur Gesamtfläche der Ausgrabung berechnet. Zwei willkürlich gesetzte Schwellenwerte für die Befunddichte teilen den Datensatz in Fundstellen mit geringer ($\leq 5\%$), mittlerer (zwischen 5 und 10 %) und hoher Dichte ($\geq 10\%$) ein. Dadurch lassen sich einige der Fundstellen als „Fundstellen mit geringer Dichte“ (z. B. BO_KRE: 0,7 %), ansprechen und andere (z. B. TI_GRI: 14,2 %) eindeutig als „Fundstellen mit hoher Dichte“. Die Mehrheit der ausgegrabenen Flächen wird im Datensatz allerdings als „Fundstellen mit mittlerer Befunddichte“ klassifiziert (Abb. 2). Eine weitere Unterscheidung wird zwischen ausgegrabe-

Nr.	Gemeinde: archäologisches Projekt	Bezeichnung	Fläche der untersuchten Fundstelle (km ²)	Zahl der Befunde	Befund dichte (%)	Boden	Epoche(-n)
1	Boom: Krekelenberg II	BO_KRE	0,0118	535	0,7	lehmgiger Sand	Eisenzeit; Römerzeit
2	Beerse: Krommenhof	BE_KRO	0,0195	1163	8,5	Sand	Neolithikum; Bronzezeit
3	Wichelen: Wijmeers 2	WI_WIJ	0,0054	420	11,0	toniges Alluvium	Römerzeit
4	Sint-Amandsberg: Hogeweg	SA_HOG	0,0523	2968	8,5	lehmgiger Sand	Bronzezeit; Eisenzeit; 2. Weltkrieg
5	Mortsel: Roderveldlaan	MO_ROD	0,0048	143	5,1	sandiger Lehm	Bronzezeit
6	Beerse: Beukenlaan	BE_BEU	0,0214	1032	8,5	Sand	Mittelalter
7	Wijnegem: Blikstraat	WIJ_BL	0,0229	963	7,4	lehmgiger Sand	Bronzezeit; Eisenzeit
8	Lier: Duwijck II	LI_DUW	0,0669	1162	3,5	sandiger Lehm	Mesolithikum; Eisenzeit
9	Olen: Industrielaan	OL_IND	0,0822	2459	9,2	sandiger Lehm/Sand	Bronzezeit; Eisenzeit; Frühe Neuzeit; 2. Weltkrieg
10	Hasselt: Ekkelgaarden	HA_EKK	0,0088	364	17,8	sandiger Lehm	Eisenzeit; Römerzeit
11	Tienen: Grijpenveld	TI_GRI	0,1195	3882	14,2	Lehm	Römerzeit
12	Wevelgem: Ezelstraat	WE_EZE	0,0143	283	9,1	sandiger Lehm	Römerzeit; Mittelalter
13	Retie: Molenakkers	RE_MOL	0,0297	602	0,9	Sand	Eisenzeit
14	Herentals: Draeybomen	HE_DBS	0,0158	836	12,4	lehmgiger Sand	Bronzezeit; Eisenzeit; Römerzeit; Mittelalter
15	Ieper: Kleine Poezelstraat	IE_KPS	0,0148	51	4,4	sandiger Lehm	1. Weltkrieg
16	Poperinge: Sappenleen	PO_SAP	0,0175	31	4,0	sandiger Lehm	1. Weltkrieg

Abb. 2 Übersicht über die ausgewählten archäologischen Projekte und ihre charakteristischen Eigenschaften.

nen Flächen gemacht, die hauptsächlich kleine und kompakte Befunde (etwa Pfostenlöchern) enthalten, und anderen, die einen beträchtlichen Anteil langer und großflächiger Befunde (Gräben oder Schützengräben) aufweisen. Um die Vielfalt in Form und Ausdehnung der Befunde zu quantifizieren und visualisieren, wurde für jeden Befund der isoperimetrische Quotient (IQ) berechnet.

$$IQ = \frac{4\pi A}{L^2}$$

wobei L der Länge einer geschlossenen Kurve und A der durch diese eingeschlossenen Fläche entspricht. Längliche Befunde erhalten dadurch einen niedrigen Wert, während eher kreisförmige Befunde sich

einem Wert von 1 nähern. Ein Histogramm der IQ-Werte für jede der ausgewerteten Fundstellen liefert eine hilfreiche visuelle Einschätzung von Formen und Ausdehnungen der Befunde auf jeder der untersuchten Flächen (Abb. 3). Wenn man außerdem für jede der ausgewerteten Fundstellen die durchschnittliche Fläche der Befunde im Verhältnis zur Befunddichte aufträgt, wird deutlich, dass der Datensatz eine große Variabilität in Bezug auf Befunddichten, Formen und Flächen der Fundstellen repräsentiert (Abb. 4). Zwei der untersuchten Fundstellen, IE_KPS und PO_SAP, sind in diesem Diagramm nicht berücksichtigt, da sie sehr große Befunde enthalten (die durchschnittliche Fläche der Befunde liegt über 12,5 m² bzw. 22,5 m²), die jedoch eine niedrige Befunddichte von ca. 4 % aufweisen.

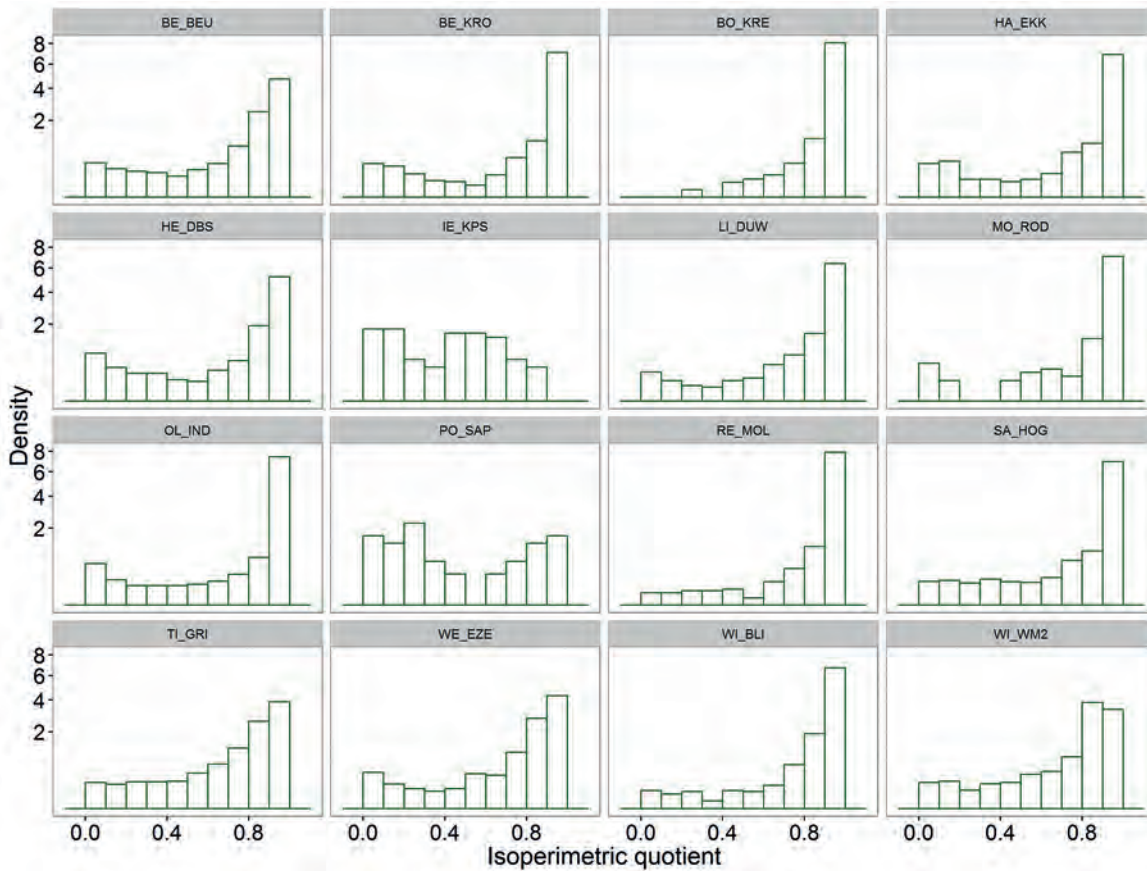


Abb. 3 Histogramm des isoperimetrischen Quotienten aller Befunde pro untersuchter Fundstelle.

2.2. Der ArcGIS-Werkzeugkasten

Mit Hilfe von ArcMap™ 10.1 (©2010 ESRI) wurde eine Art „Werkzeugkasten“ entwickelt, mit dem eine Vielzahl von Konfigurationen von Suchschnitten simuliert werden kann. Dieser Werkzeugkasten ermöglicht es, die Parameter der Konfiguration bei drei grundlegenden Sondagerastern zu variieren: Raster aus fortlaufenden Schnitten (CT), parallel versetzte Raster (PG) und das Standardraster (SG). Für jedes dieser Rasterlayouts kann die Breite der Schnitte (W), die Länge der Schnitte (L) und die Entfernung zwischen den Schnitten in Querrichtung (D) verändert werden. Das Intervall (I) zwischen den Sondagen in Schnittrichtung ist ein bedeutender zusätzlicher Parameter im Fall von parallel versetzten Rastern und Standardrastern.

Bei der Einstellung der Simulation kann die Ausrichtung der Schnitte manuell oder zufällig festgelegt werden, ebenso die Position des Rastermittelpunkts. Das ermöglicht es uns, ein bestimmtes Sondageraster (bei einer festgelegten Schnittgröße) in zahllosen mög-

lichen Positionen über den shapefile eines archäologischen Ausgrabungsplans zu legen, indem man dasselbe Sondageraster immer und immer wieder verwendet. Dieser Vorgang kann mit verschiedenen C-Werten, Schnittgrößen und Rasterlayouts wiederholt werden.

Nach jedem Durchgang werden drei grundlegende Ergebnisse festgehalten:

- (1) Die Anzahl der Befunde, welche durch die Sondagen geschnitten werden (F_{INT}) und deren Verhältnis zu der Gesamtanzahl der Befunde der analysierten Fundstelle (F_{INT_P}).
- (2) Die Gesamtfläche der geschnittenen Befunde (A_{INT}) und deren Verhältnis zu der Gesamtfläche aller Befunde (A_{INT_P}).
- (3) Die Häufigkeit, mit der Befunde geschnitten werden (N_{INT}) und deren Verhältnis zu der Gesamtanzahl von Befunden der Fundstelle (N_{INT_R}).

Das dritte Ergebnis kann u.U. höher als 100 % ausfallen, z.B. wenn längliche Befunde mehrfach durch verschiedene Sondagen geschnitten wurden.

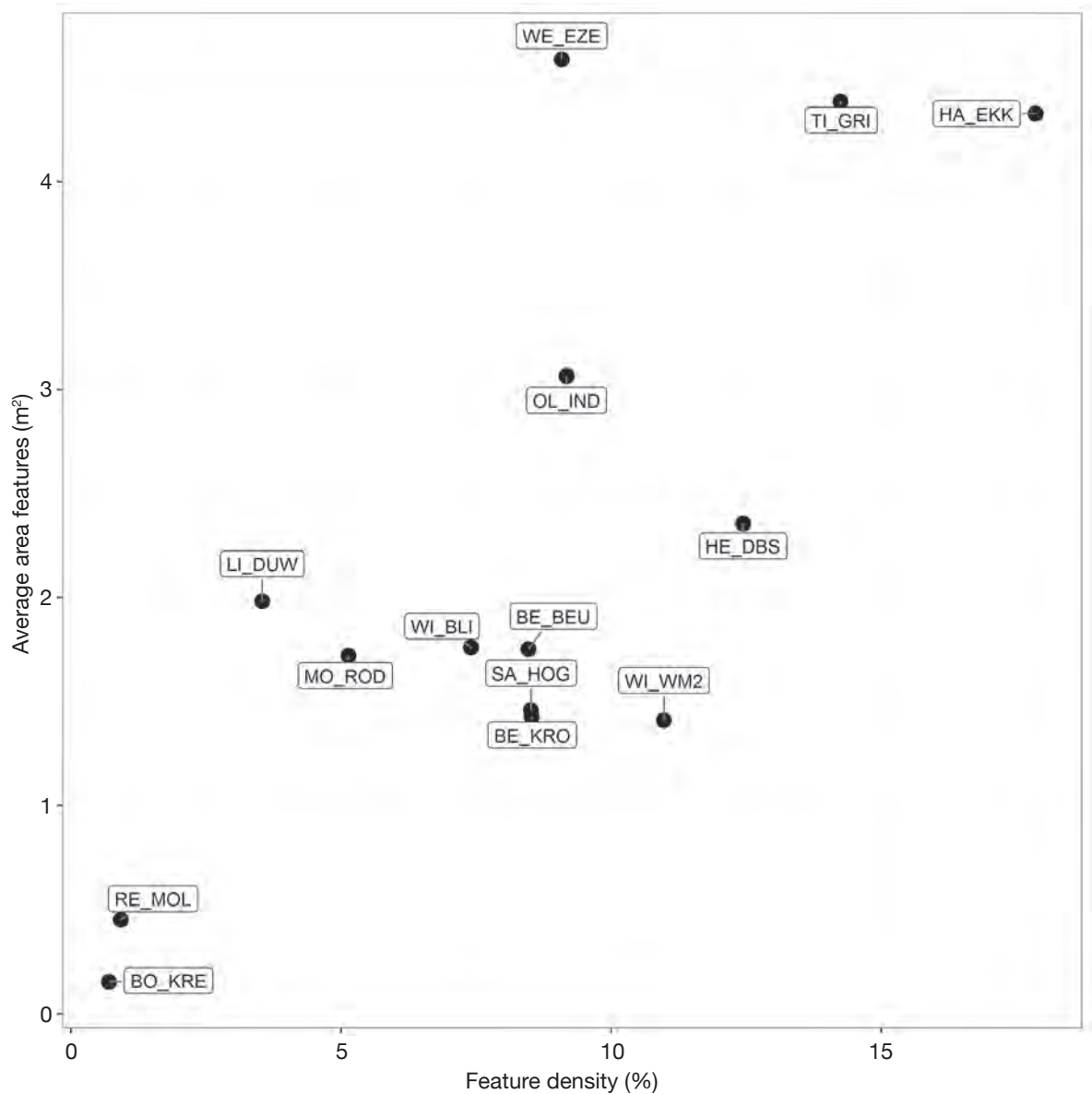


Abb. 4 Darstellung der Befunddichte im Vergleich mit der durchschnittlichen Befundfläche für jede untersuchte Fundstelle (IE_KPS und PO_SAP nicht enthalten).

2.3. Simulierte Sondageraster und Aufdeckung

Die drei genannten Sondageraster (fortlaufende Schnitte, parallel versetzte Schnitte und Standardraster) wurden in wechselnden Konfigurationen simuliert. Für die fortlaufenden Schnitte wurde die Breite W der Schnitte auf 2 m (CT_W2) oder 4 m (CT_W4) festgelegt. Für beide Breiten wurde die Entfernung D zwischen den Schnitten angepasst, um eine Flächenabdeckung C von 2,5 %, 5 %, 7,5 %, 10 %, 12,5 %, 15 %, 17,5 %, 20 %, 40 %, 60 % und 80 % ($C = W/D$) zu erhalten. Wenn der Wert für C 20 % übersteigt, wurden größere Intervalle ausgewählt, da

solche Konfigurationen, obwohl theoretisch interessant, nie in der alltäglichen Praxis auftreten.

Für die parallel versetzten Raster wurden drei Optionen für die Längen L der einzelnen Schnitte ausgewählt: kurze ($L = 10$ m), mittlere ($L = 25$ m) und lange ($L = 50$ m) Schnitte. Zusätzlich wurden noch zwei Konfigurationen ausgewählt: In der einen entspricht das Intervall der Länge der Schnitte, $I = L$ (PG1), und in der zweiten dem Doppelten ihrer Länge, $I = 2 \times L$ (PG2). Bei der Anwendung des zweiten Rasters wurde eine geringere Entfernung D zwischen den Längsschnitten benötigt, um die gleiche Aufdeckung C zu erhalten wie bei dem Raster mit

$I = L$. Für PG1 wurden sowohl 2 m breite (PG1_W2) als auch 4 m breite (PG1_W4) Schnitte betrachtet. Dies führte schließlich zu neun verschiedenen Konfigurationen für parallel versetzte Schnitte, die für dieselben Aufdeckungen simuliert wurden wie bei den durchgehenden Schnitten, indem die Entfernung D in Querrichtung zwischen den Schnittfluchten ($C = (W \times L) / (D \times I)$) angepasst wurde. Für PG2_W2, mit $I = 2 \times L$, kann eine Abdeckung von $C \geq 40\%$ nicht simuliert werden, da die Schnitte hier anfangen sich selbst zu schneiden (kritischer Wert: $D - W/2 < W$). Im Standardraster wurden die Schnitte abwechselnd rechtwinklig zueinander angelegt. Auch in diesem Fall wurden kurze, mittlere und lange Schnitte betrachtet. Das Intervall I wurde hier so eingestellt, dass es der Länge L der Schnitte oder dem Doppelten dieser Länge entsprach. Auf diese Weise wurden sechs verschiedene Anordnungen für das Standardraster konfiguriert. Nicht alle Werte C konnten simuliert werden, da die Schnitte beginnen sich selbst zu schneiden, sobald $D < L/2 + W/2$ ist. Bei mittleren ($L = 25$ m) und langen ($L = 50$ m) Schnitten trifft dieses Kriterium bereits bei einem C von 7,5 % bzw. 5 % zu.

3. Ergebnisse

3.1. Wiederholungen

Vor der Simulation von größeren Mengen verschiedener Sondageraster wurden zunächst Testläufe durchgeführt, um die geeignetste Zahl von Wiederholungen für jede Konfiguration festzustellen. Diese musste hoch genug liegen, um die zufällige statistische Streuung und das gesamte Spektrum möglicher Ausrichtungen und Lagen jedes Sondagerasters für die ausgewählten Fundstellen abzudecken. Für zwei Fundstellen wurden deshalb 1000 Simulationen von fortlaufenden, 2 m breiten Schnitten (CT_W2) mit einer Flächenabdeckung von 12 % durchgeführt. Für BO_KRE (eine Fundstelle mit niedriger Befunddichte) und HA_EKK (eine Fundstelle mit hoher Dichte) wurden sowohl Ausrichtung wie Lage des Rastermittelpunktes so eingestellt, dass sie per Zufall variierten. Aus diesen Simulationen wurde eine zufällige Teilmenge von n Simulationen entnommen (wobei n sich von 25 bis 975 in Schritten von 25 erstreckt) und die durchschnittliche Fläche der geschnittenen Befunde (A_INT_P) berechnet. Diese Prozedur wurde pro 25er-Schritt 1000 mal wiederholt. Je größer die Teilmenge war (zunehmender Wert n), umso geringer fiel

die beobachtete Variabilität im Durchschnitt A_INT_P jeder Teilmenge aus. Bei der Fundstelle mit niedriger Befunddichte (BO_KRE) stabilisierten sich die Mittelwerte von A_INT_P nach mehr als 500 Simulationen derart, dass das 95,4 %-Intervall (doppelte Standardabweichung) nun weniger als 0,5 % breit war (Abb. 5, gestrichelte Linien). Bei HA_EKK wurde dieser Punkt bereits bei Teilmengen von 150 Durchgängen erreicht (Ergebnis nicht abgebildet). Auf dieser Grundlage wurde beschlossen, bei Flächenabdeckungen bis 20 % 500 Simulationen für jede Konfiguration durchzuführen. Für höhere Werte von C wurden nur 300 (bei $C = 40\%$) oder 200 (bei $C = 60\%$ und 80%) Simulationen durchgeführt, da diese Konfigurationen stabilere Ergebnisse liefern.

3.2. Variabilität

3.2.1. Variabilität aufgrund von Randeffekten

Es ist eine verbreitete Praxis, bei der Auswahl eines spezifischen Sondagerasters die Entfernung D zwischen den Schnitten anzupassen, um die angestrebte Flächenabdeckung C zu erhalten. Bei einem C von 10 % mit 2 m breiten, fortlaufenden Schnitten (CT_W2) wird $D = 20$ m, während bei einem parallel versetzten Raster mit $I = 2 \times L$ (PG2_W2) und Schnitten von 25×2 m die Entfernung $D = 10$ m wird, und so fort. Folgt man der vorgegebenen Rasterstruktur jedoch zu streng, könnte dies dazu führen, dass einige Schnitte nicht komplett angelegt werden können, da sie dann in Teilen außerhalb der Grenze der für die Prospektion festgelegten Fläche liegen würden. Solche Randeffekte können beträchtlich sein, besonders wenn die Grenze unregelmäßig verläuft und das Verhältnis von Umfang zu Oberfläche ansteigt. Die durch Randeffekte hervorgerufene Variabilität wird deutlich erkennbar, wenn man die festgelegte Flächenabdeckung C einem ausgewählten Sondageraster mit der eigentlich durch die Schnitte in diesem Raster abgedeckten Fläche vergleicht (Abb. 6). In 95 % der Fälle beträgt die Abweichung vom angestrebten Wert C weniger als 0,5 %. Dies trifft auf die meisten Konfigurationen zu. Wenn jedoch 4 m breite Schnitte eingesetzt werden, fällt der Randeffekt wesentlich deutlicher aus, was dann zu einer größeren Abweichung vom angestrebten Wert C führen kann. Bei der Planung der Anlage fortlaufender Schnitte mit 4 m breiten Suchschnitten und einem C von 10 % wird die tatsächlich abgedeckte Fläche generell zwischen 9 % und 11 % variieren.

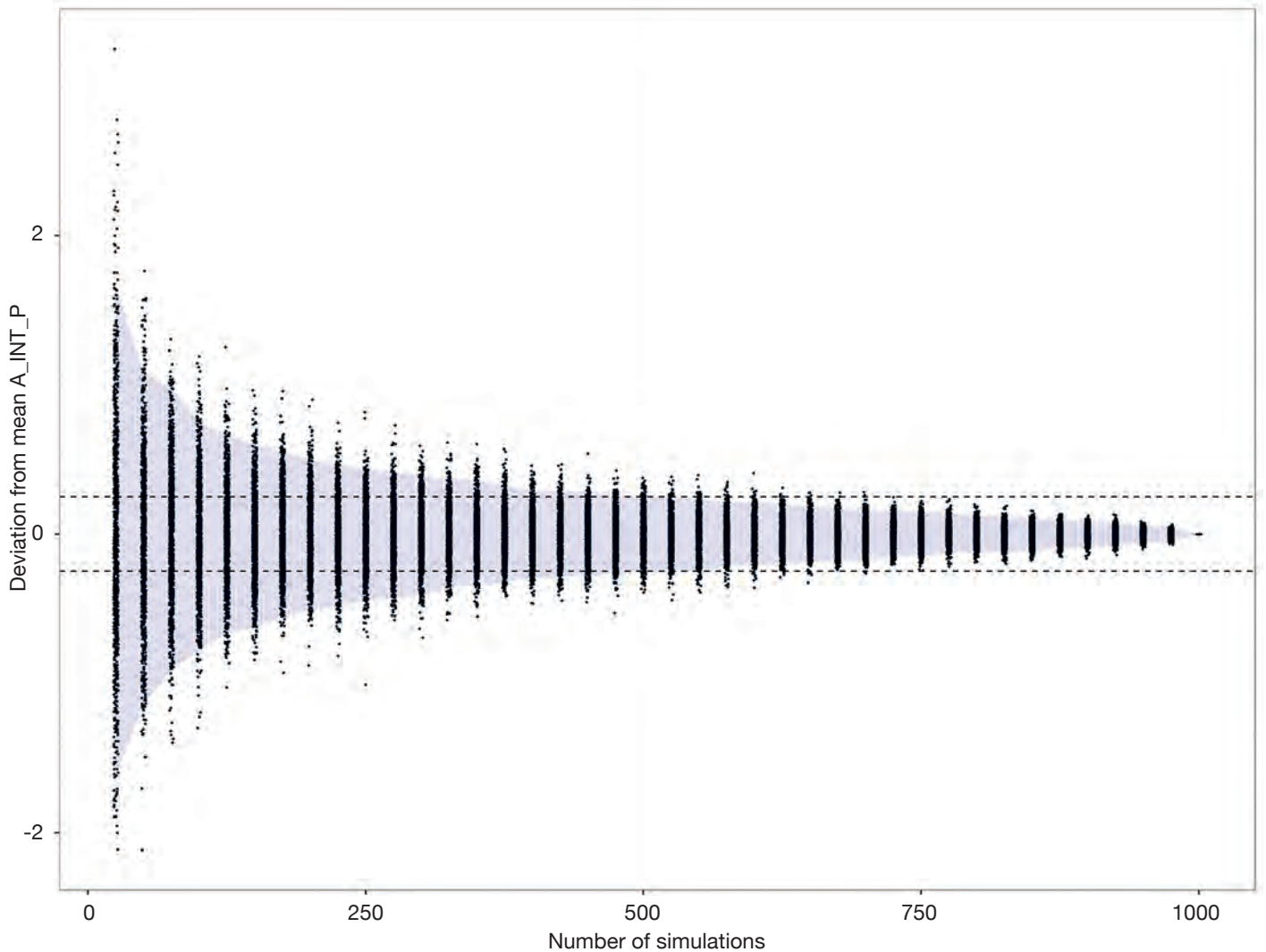


Abb. 5 Entwicklung der Variabilität des durchschnittlichen Wertes von A_{INT_P} für eine zunehmende Anzahl von Simulationen an der untersuchten Fundstelle BO_KRE. Die blaue Fläche repräsentiert die 95 %-Intervalle für Zuverlässigkeit, die gestrichelten parallelen Linien umreißen ein Band aus 0,5% Abweichungen vom eigentlichen Mittelwert.

3.2.2. Variabilität aufgrund der Lage des Schnittrasters

Wenn man die gleiche Rasterstruktur mit zufällig variierender Ausrichtung und Lage des Rastermittelpunktes wiederholt über einen archäologischen Ausgrabungsplan legt, führt dies zu einer Reihe von Werten für die Anzahl und Flächen der durch die Suchschnitte geschnittenen Befunde, die in absoluten oder relativen Zahlen ausgedrückt werden können. Die Streuung potenzieller Schnittquoten (ausgedrückt durch das 95 %-Intervall und die Standardabweichung (σ) um den Mittelwert) hängt mit dem gewählten Raster und den Charakteristiken der untersuchten Fundstellen zusammen.

3.2.2.1. Flächen der geschnittenen Befunde

Wenn zunächst die Gesamtfläche der geschnittenen Befunde betrachtet wird, sollte es klar sein, dass basierend auf der Gesamtmenge der Simulationen die durchschnittliche Fläche der geschnitten Befunde immer der Flächenaufdeckung der Schnitte entspricht. Wenn C also 10 % entspricht, werden durchschnittlich 10 % der Befundfläche geschnitten. Abb. 7 zeigt die Bandbreite möglicher Ergebnisse bei 500 Simulationen an zwei konkret untersuchten Fundstellen, bei denen ein Raster von fortlaufenden, 2 m breiten Schnitten (CT_W2) mit $C = 12,5\%$ ($D = 16\text{ m}$) eingesetzt wurde. In den meisten Fällen nähert sich die Häufigkeitsverteilung des Prozentsatzes geschnittener Befundflächen einer Normalverteilung; dies ist, etwa im Fall von BO_KRE, nicht immer gegeben. Die Stan-

Standardabweichung (σ) des Prozentsatzes geschnittener Befundflächen liegt in den meisten Fällen um 1–1,5 % (Abb. 8). Bei manchen Fundstellen wurden allerdings extrem hohe (z. B. BO_KRE, MO_ROD & RE_MOL) und niedrige (z. B. TI_GRI & OL_IND) σ -Werte verzeichnet. Entsprechend kann die Differenz zwischen den Minimal- und Maximalwerten der Prozentsätze geschnittener Befundflächen zwischen den Fundstellen stark variieren (z. B. mit 25,8 % für RE_MOL, aber nur 3,2 % für TI_GRI, Abb. 8). Wenn man alle ausgewerteten Fundstellen mit gleichem Sondageraster und identischer Flächenaufdeckung gemeinsam betrachtet, sind in einigen Fällen lediglich 3,5 % (MO_ROD) der Gesamtbefundfläche geschnitten, bei anderen Fundstellen jedoch bis zu 30,1 % (RE_MOL) (Abb. 8). Das 95 %-Intervall für alle Beobachtungen pro Fundstelle liegt zwischen 1,7 % (TI_GRI) und 14,1 % (BO_KRE) (Abb. 8). Diese Zahlen führen deutlich vor Augen, dass sich die Ergebnisse der Simulationen in Bezug auf die Variabilität signifikant unterscheiden können. Bei BO_KRE, einer Fundstelle mit geringer Befunddichte, sind die Ergebnisse kaum vorhersagbar; der Prozentsatz von Flächen geschnittener Befunde variiert hier je nach Lage der Schnitte stark mit Schnittquoten zwischen 5,1 % und 25,6 % (Abb. 7). Bei der Fundstelle TI_GRI, die eine hohe Dichte von Befunden aufweist, ist dieses Intervall sehr viel schmaler: sie liegt zwischen 10,8 % und 13,9 % (Abb. 7).

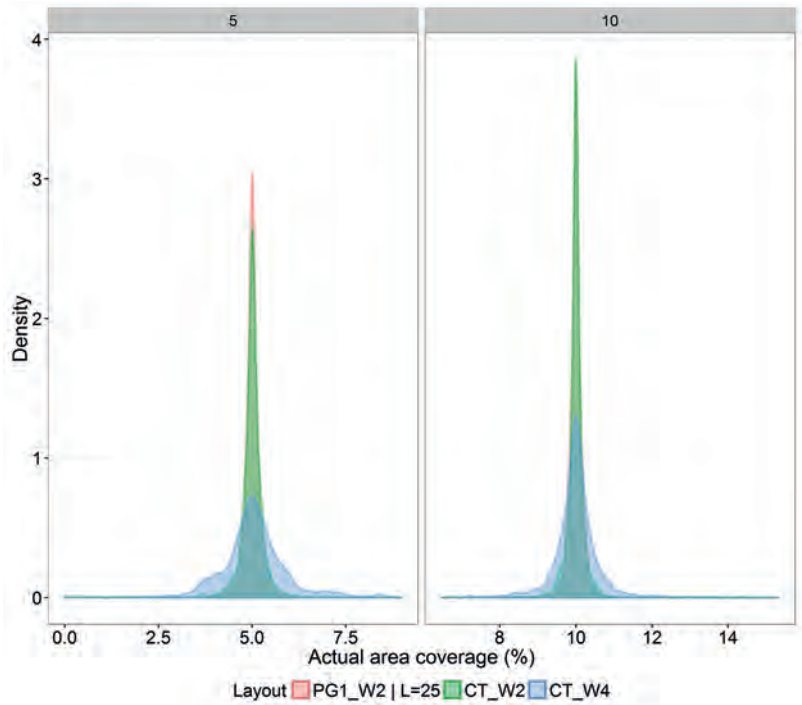


Abb. 6 Dichtefunktion der tatsächlichen durch einzelne Schnitte aufgedeckten Fläche für drei Sondageraster bei einer Flächenaufdeckung C von 5% und 10%.

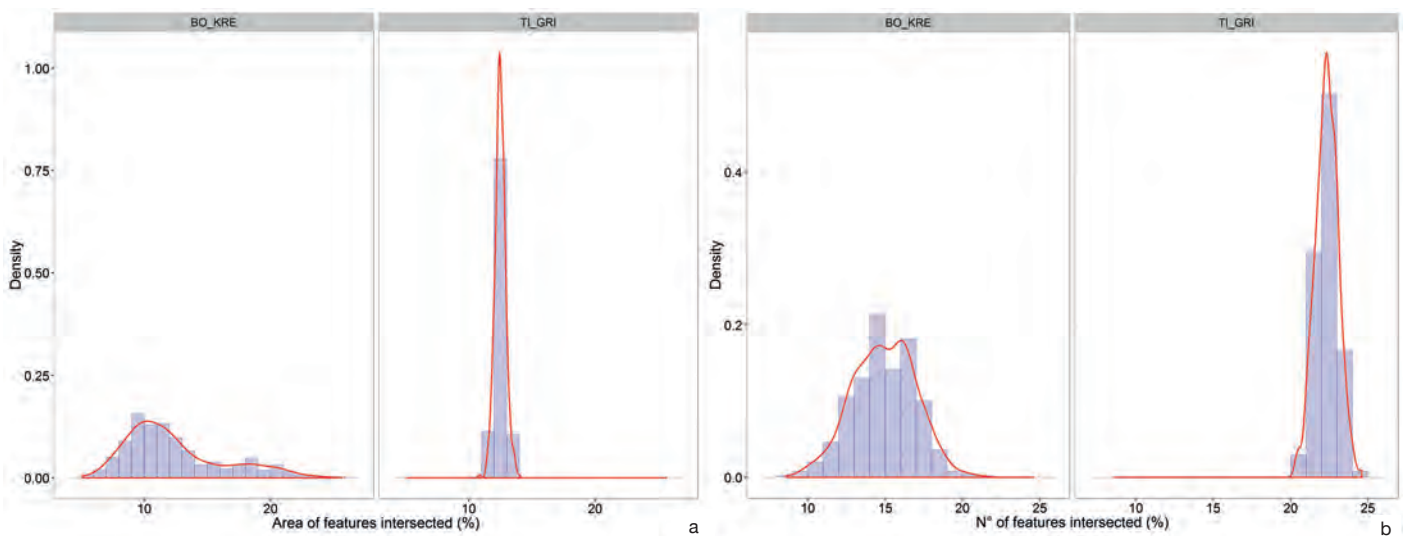


Abb. 7 Dichtefunktion der Fläche (a) und Anzahl (b) geschnittener Befunde (ausgedrückt als Prozentsatz der Gesamtanzahl der Befunde pro Fläche), mit wiederholter Anwendung des gleichen Sondagerasters auf die Fundstelle mit niedriger Befunddichte BO_KRE und die Fundstelle mit hoher Befunddichte TI_GRI; für eine Flächenabdeckung C von 12,5%.

Fundstelle	Geschnittene Befundfläche (% der Gesamtanzahl): A_INT_P					Anzahl der geschnittenen Befunde (% der Gesamtanzahl): F_INT_P				
	Mittel	Standard- abweichung	min	max	Größe der 95% Band- breite	Mittel	Standard- abweichung	min	max	Größe der 95% Band- breite
BE_BEU	12,5	1,1	8,2	17,5	4,2	19,7	1,7	14,9	27,3	7,0
BE_KRO	12,5	1,3	8,8	19,0	5,1	18,5	2,1	12,2	25,0	8,0
BO_KRE	12,3	3,9	5,1	25,6	14,1	14,9	2,0	8,6	21,1	7,9
HA_EKK	12,5	1,5	8,3	18,4	6,2	21,7	3,0	14,3	29,9	11,8
HE_DBS	12,5	1,1	8,8	17,1	4,8	22,8	2,2	16,3	28,6	8,7
IE_KPS	12,4	2,1	7,1	18,3	7,8	46,7	7,0	27,5	70,6	27,5
LI_DUW	12,5	1,2	9,1	16,3	4,7	18,5	1,5	14,5	23,3	5,9
MO_ROD	12,4	3,5	3,5	20,7	13,4	20,1	3,4	11,2	29,4	13,3
OL_IND	12,5	0,6	10,2	15,1	2,3	20,3	1,2	16,7	23,7	4,6
PO_SAP	12,4	2,0	7,2	19,6	8,3	52,5	8,0	29,0	74,2	29,0
RE_MOL	12,5	2,8	4,3	30,1	11,8	15,6	2,4	8,6	22,6	9,6
SA_HOG	12,4	1,0	9,2	15,8	4,2	17,7	1,2	14,8	21,2	4,4
TI_GRI	12,5	0,4	10,8	14,0	1,7	22,3	0,7	20,3	24,6	2,8
WE_EZE	12,6	1,8	7,1	20,0	7,5	22,4	2,5	15,9	30,7	9,4
WI_BLI	12,6	1,2	7,4	16,7	5,1	16,6	1,7	12,5	21,5	6,8
WI_WM2	12,5	2,0	5,7	18,8	8,5	17,9	3,5	7,9	30,7	13,0

Abb. 8 Übersicht über die Simulationsergebnisse für Fläche und Anzahl geschnittener Befunde für durchgehende Schnitte (2 m breit) bei C = 12,5 %.

3.2.2.2. Anzahl der geschnittenen Befunde

Die Bandbreite der Ergebnisse für die Anzahl angeschnittener Befunde korreliert nicht mit den Werten für Flächen geschnittener Befunde. Im Durchschnitt ist der Prozentsatz von geschnittenen Befunden beträchtlich höher als der Prozentsatz der Flächen geschnittener Befunde (Abb. 7–8). So sind zum Beispiel bei den Fundstellen PO_SAP und IE_KPS, die eine niedrige Befunddichte, aber langgestreckte Befunde aufweisen (Abb. 3–4), die Ergebnisse extrem variabel. Das 95 %-Intervall möglicher Ergebnisse für die Anzahl geschnittener Befunde von diesen Fundstellen ist 29,0 % bzw. 27,5 % groß. Dies zeigt deutlich, dass bei Fundstellen mit langgestreckten Befunden die Werte für die Anzahl angeschnittener Befunde für die Effizienzevaluation der Sondageraster mit Vorsicht zu interpretieren sind.

3.2.2.3. Befunddichte

Die Dichte archäologischer Befunde einer Fundstelle scheint auch das Ergebnis und die Variabilität der Simulationen zu beeinflussen. Bei der Wiederholung mit gleichem Raster bei verschiedenen Ausrichtungen und Lagen scheint es, dass Fundstellen mit geringerer Dichte tendenziell eine größere Variabilität der

Ergebnisse für die Flächen geschnittener Befunde, im Vergleich zu Fundstellen mittlerer bis hoher Befunddichte, aufweisen (Abb. 9). Bei einer Befunddichte von mehr als 5 % variiert das 95 %-Intervall möglicher Ergebnisse für durchgehende Schnitte zwischen 2,5 % und 7,5 %. Ähnliche Tendenzen lassen sich beobachten, wenn man andere Sondageraster einsetzt, etwa versetzte, nicht durchgehende Schnitte (Abb. 9). Aber auch bei dieser Konfiguration kann man das höchste 95 %-Intervall möglicher Ergebnisse bei Fundstellen mit niedriger Befunddichte feststellen.

3.2.2.4. Befunddichte in Schnitten

Häufig wird die Befunddichte einer Fundstelle geschätzt, indem die in den Suchschnitten beobachtete Befunddichte (T_dens) auf die gesamte untersuchte Fundstelle extrapoliert wird. Die Ergebnisse der Simulationen zeigen jedoch, dass dies potenziell zu einer beträchtlichen Über- oder Unterschätzung der tatsächlichen Befunddichte der ausgegrabenen Fundstelle führen kann. Der potenzielle Unterschied zwischen der echten Befunddichte einer untersuchten Fundstelle und der Befunddichte, die in den einzelnen Schnitten beobachtet wird, ist bei niedrigen C-Werten am stärksten ausgeprägt; eine Tendenz, die

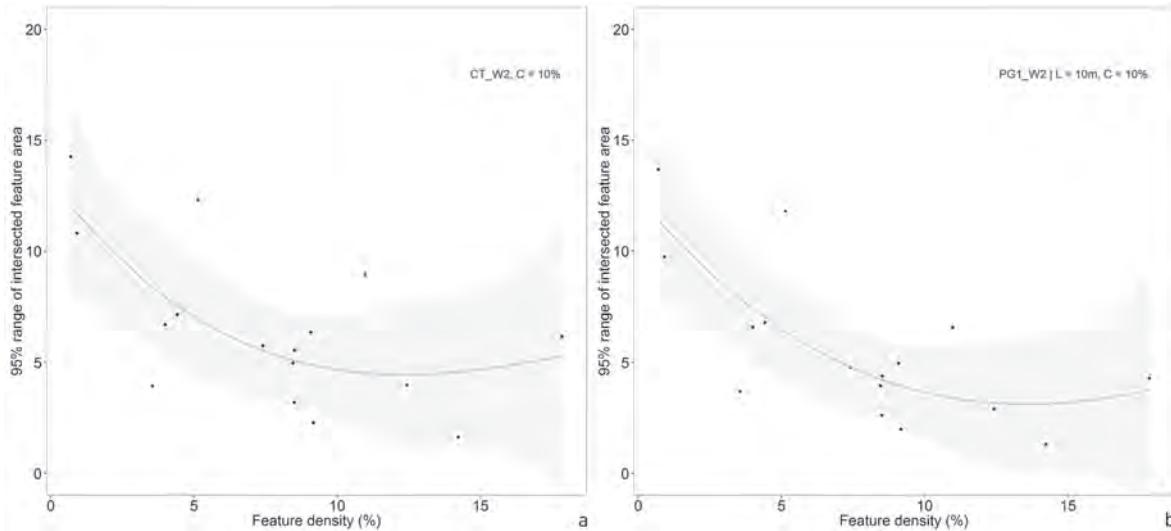


Abb. 9 Die 95%-Bandbreite möglicher Ergebnisse für die Fläche geschnittener Befunde (A_INT_P) für zwei Sondageraster: (a) durchgehende Schnitte von 2 m Breite; (b) nicht fortlaufendes, paralleles Raster mit kurzen Schnitten. Die allgemeine Tendenz wird durch eine Spline-Funktion mit assoziierten Konfidenzintervallen dargestellt (graues Band).

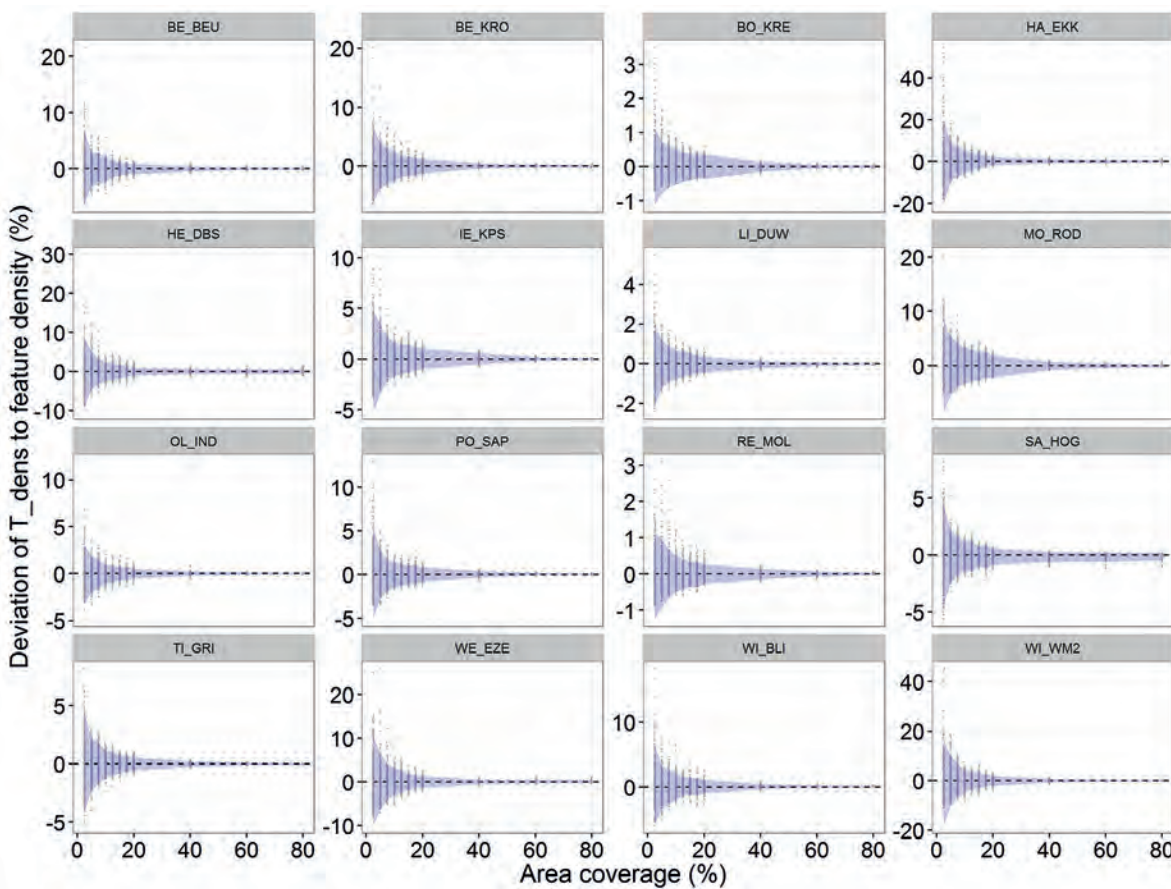
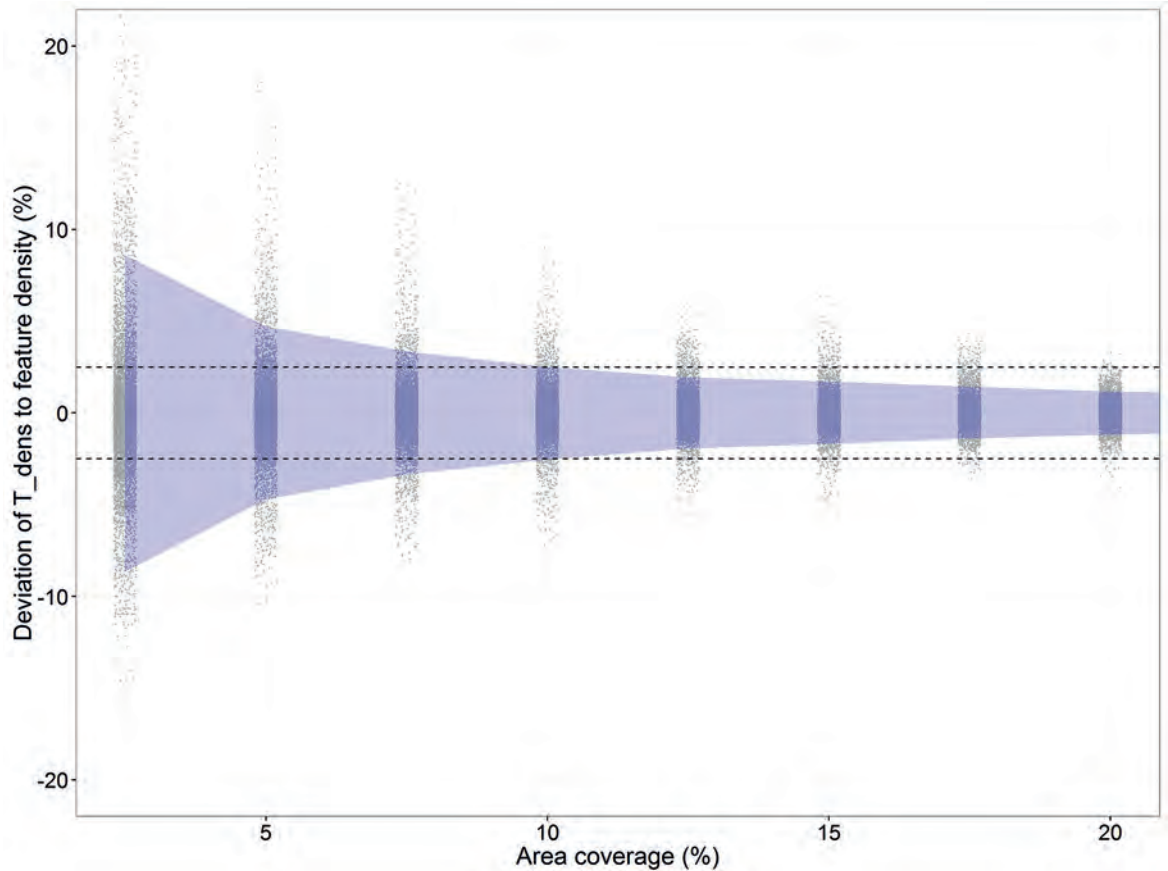


Abb. 10 Beobachtete Befunddichte in durchgehenden, 2 m breiten Suchschnitten (T_dens), ausgedrückt als Abweichung von der tatsächlichen Befunddichte jeder untersuchten Fundstelle. Das blaue Band umreißt die 95%-Bandbreite aller Simulationen.

sich bei allen Fundstellen beobachten lässt (Abb. 10). Vor allem bei Fundstellen mit hoher Befunddichte, etwa HA_EKK und HE_DBS, wurde eine potenzielle Abweichung von bis zu 10 % von der tatsächlichen

Befunddichte beobachtet, wenn nur ein niedriger Prozentsatz (2,5–7,5 %) durch Suchschnitte aufgedeckt wurde. Bei Fundstellen mit niedriger Befunddichte (z. B. BO_KRE und RE_MOL) führt die Abweichung

Abb. 11 Beobachtete Befunddichte in durchgehenden, 2 m breiten Suchschnitten (T_{dens}), ausgedrückt als Abweichung von der tatsächlichen Befunddichte, für den gesamten Datensatz. Das blaue Band umreißt die 95%-Bandbreite aller Simulationen, während die gestrichelten Linien die maximale Abweichung von 2,5% von der eigentlichen Befunddichte umreißen.



von der Befunddichte der Fundstelle zu einer Über- oder Unterschätzung der eigentlichen Befunddichte von weniger als 1% (Abb. 10).

Bei der Betrachtung des Datensatzes als Ganzes wurde beobachtet, dass bei C Werten von über 10% die T_{dens} -Abweichung von der tatsächlichen Befunddichte niedriger als 2,5% ausfiel (Abb. 11). Dies bedeutet, dass in 95% aller Simulationen die in den Schnitten beobachtete Befunddichte nicht mehr als 2,5% von der tatsächlichen Befunddichte abweicht. Für niedrigere C Werte fällt diese potenzielle Abweichung beträchtlich höher aus (7,1% für $C = 7,5$ und 9,8% für $C = 5$).

3.3. Flächenabdeckung im Vergleich zu festgestellten Befunden

Für jede Konfiguration wurden die beobachtete Anzahl und Fläche der geschnittenen Befunde unter Verwendung von Box-Whisker-Plots visualisiert. Dies ermöglicht es, die bei einer Zunahme von C von 2,5% bis 80% beobachteten Tendenzen zu evaluieren. Wie erwartet folgt die durchschnittliche geschnittene Befundfläche bei einer Zunahme von C einem strikt

linearen Verhältnis von 1:1 (Abb. 12b). Das bedeutet, dass, wenn 10% der Fläche sondiert wird, im Durchschnitt auch 10% der Fläche der Befunde geschnitten wird, gleich welche Konfiguration ausgewählt ist.

Die Anzahl der geschnittenen Befunde folgt einer eher kurvilinearen Tendenz. Dort, wo C höhere Werte (60–80%) erreicht, fällt der Zuwachs geschnittener Befunde weniger deutlich aus (Abb. 12a). Im Bereich von 2,5–20% scheint die Tendenz jedoch linear zu sein, mit einer Steigung die höher als 1 ist. Das bedeutet, dass für jeden Prozentpunkt, den C zunimmt, der Prozentsatz von geschnittenen Befunden um mehr als 1% zunimmt. Die zwei Fundstellen mit großen und langen Schützengräben aus dem 1. Weltkrieg (IE_KPS, PO_SAP) weisen ein anomales Muster auf, bei dem die Steigung bei einer Erhöhung von C von 2,5% auf 20% sogar größer als 3 ist. Abb. 12 zeigt deutlich, dass unabhängig vom gewählten C Wert weder ein Optimum erreicht wird noch ein Wendepunkt im Bereich von 2,5–20% auftritt, an dem eine Zunahme von C in einer proportional niedrigeren Zunahme von Informationen, sei es hinsichtlich der Anzahl oder der Fläche geschnittener Befunde, resultiert.

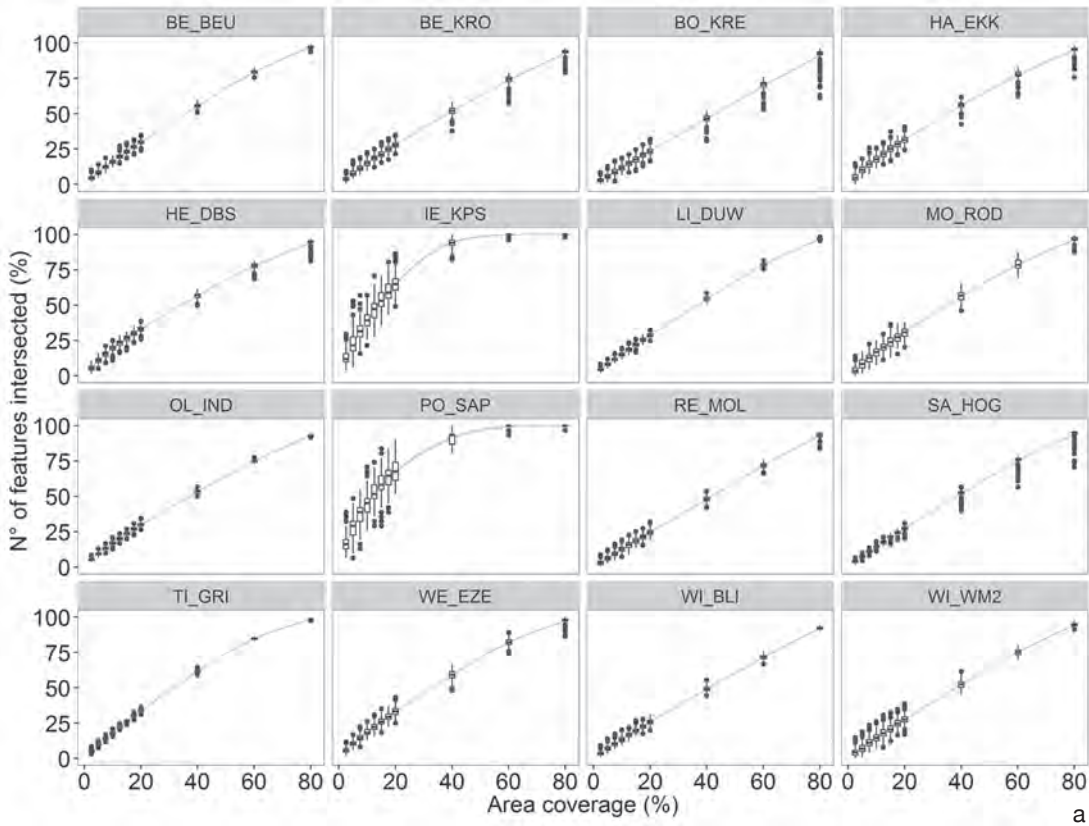
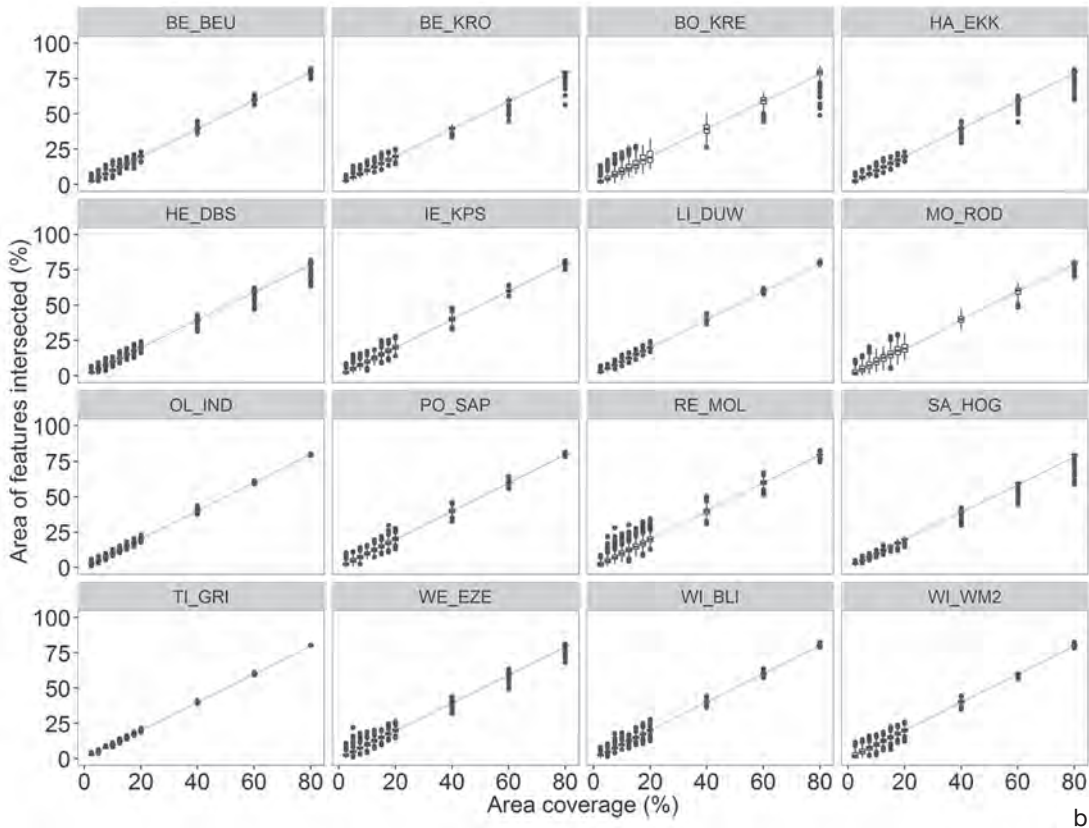


Abb. 12 Anzahl (a) und Fläche (b) von Befunden, die bei zunehmender Flächenaufdeckung von durchgehenden Sondagen geschnitten wurden.



b

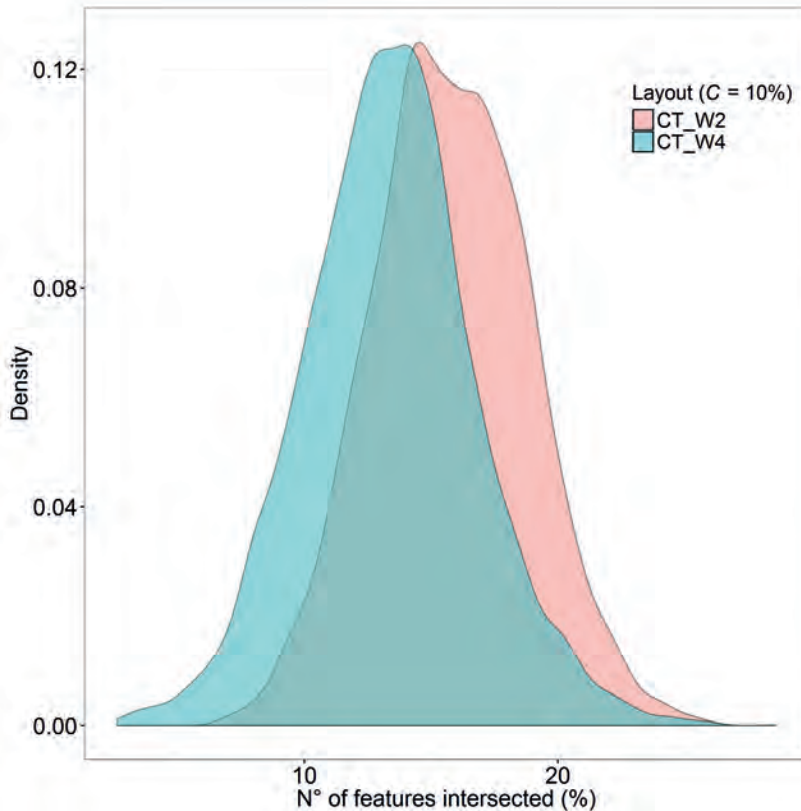


Abb. 13 Dichtefunktion der Anzahl der von durchgehenden Sondagen mit 2 m und 4 m Breite geschnittenen Befunde; bei 10% Flächenaufdeckung für den gesamten Datensatz.

3.4. Breite und normale Schnitte im Vergleich

In Flandern wird archäologische Prospektion normalerweise in Form von 2 m breiten, durchgehenden Schnitten durchgeführt. Manche Archäologen bevorzugen im Gelände jedoch breitere Schnitte, um die Erkennbarkeit von Befunden verbessern. Ein Sondageraster mit 4 m breiten, fortlaufenden Schnitten bringt es jedoch mit sich, dass die Distanz zwischen den Schnitten verdoppelt wird, um den gleichen Wert C zu erreichen. Die durchschnittliche Anzahl von geschnittenen Befunden wird hier als Maßstab für die Effektivität der Methode genutzt. Wenn man Simulationen mit beiden Breiten für den gleichen Wert C vergleicht (Abb. 13) wird deutlich, dass 4 m breite Sondagen in Bezug auf die mittlere Anzahl geschnittener Befunde schlechter abschneiden. Die mittlere Anzahl geschnittener Befunde ist für die 4 m breiten Schnitte signifikant ($p < 0,001$) niedriger (bei $C = 10\%$: 13,4 % verglichen mit 15,8 % für 2 m breite Schnitte). Außerdem ist die Standardabweichung bei 4 m breiten Schnitten größer (bei $C = 10\%$: 3,4 % im Gegensatz zu 3,1 %). Wenn man die Flächen der geschnittenen Befunde betrachtet, gleichen sich offensichtlich die Mittelwerte

für beide Methoden (und hängen mit C zusammen); die Differenz der Standardabweichung ist jedoch noch stärker ausgeprägt: 1,9 % für 2 m breite und 2,9 % für 4 m breite Schnitte ($C = 10\%$).

Dieses Muster lässt sich bei jeder Fundstelle im Datensatz beobachten (Abb. 14), wobei die maximale Abweichung von der durchschnittlichen Anzahl geschnittener Befunde (bei $C = 10\%$) beim Vergleich von 2 m und 4 m breiten durchgehenden Schnitten 4,2 % beträgt (TI_GRI). Das bedeutet, dass die Anzahl der in den breiteren Schnitten beobachteten Befunde sehr variabel und stark von der (zufälligen) Wahl der Ausrichtung und des Rastermittelpunkts abhängig sein kann.

Obwohl die durchschnittliche Fläche geschnittener Befunde bei verschiedenen Sondagerastern nicht variiert, ist die Standardabweichung bei 4 m breiten Schnitten im Vergleich zu 2 m breiten systematisch größer. Die größte Differenz in der Standardabweichung beider Methoden (bei $C = 10\%$) kann bei der Fundstelle WI_WM2 festgestellt werden (2,2 % [$w = 2$] im Vergleich zu 4,4 % [$w = 4$]; Differenz 2,2 %). In Bezug auf die Robustheit müssen Raster mit 4 m breiten Schnitten als weniger zuverlässig betrachtet werden, da sie eine niedrigere durchschnittliche Anzahl geschnittener Befunde aufweisen sowie ein höheres Risiko besitzen, dass in den Schnitten eine Befunddicke beobachtet wird, welche stark von der tatsächlichen Befunddicke der Fundstelle abweicht. Offenkundig kann die Beobachtung einer nicht repräsentativen Anzahl von Befunden in einzelnen Schnitten dazu führen, dass die Befunddicke für die gesamte auszugrabende Fläche beträchtlich unter- oder überschätzt wird.

Wenn man ein Raster aus parallel versetzten Schnitten betrachtet, lässt sich eine ähnliche Tendenz beobachten. Die Verwendung von 4 m breiten Schnitten führt zu einer niedrigeren Entdeckungsrate von Befunden. Außerdem ist die Variationsbreite (ausgedrückt als Standardabweichung oder 95 %-Intervall) im Vergleich zu einem Raster aus durchgehenden, 2 m breiten Schnitten größer (Abb. 14).

3.5. Nicht durchgehende, parallele Raster

Im Fall der parallel versetzten Schnitte gibt es eine große Bandbreite von möglichen Rastern, mit denen die gewünschte Flächenabdeckung C erreicht werden kann. Eine wichtige Entscheidung betrifft hier die Wahl der Länge L der einzelnen Schnitte. Für diese Untersuchung wurden Schnitte von 10, 25 und

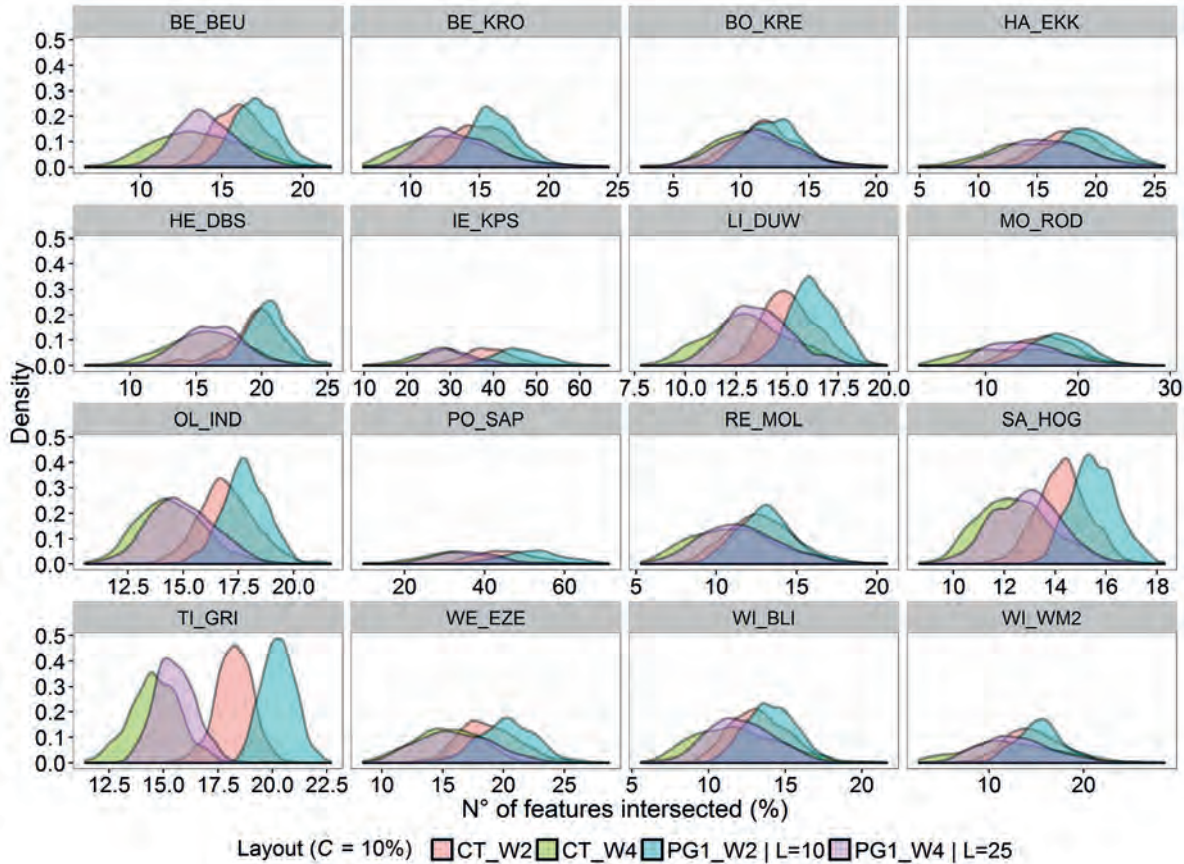


Abb. 14 Vergleich der Dichteplots der Anzahl der von durchgehenden Sondagen mit 2 m und 4 m Breite sowie von zwei Sondagerastern mit nicht durchgehenden, parallelen Sondagen geschnittenen Befunde, alle mit einer Flächendeckung C von 10%.

Abb. 15 Das Abschneiden von neun verschiedenen Sondagerastern mit parallelen, versetzten Schnitten (L = 10 m, 25 m oder 50 m) bei zunehmender Flächendeckung C.

50 m Länge simuliert. Außerdem wurde das Intervall I zwischen Sondagen der selben Flucht gleich (PG1) oder doppelt so lang (PG2) angesetzt wie die Länge der Schnitte. Wenn man den Durchschnittswert der Anzahl geschnittener Befunde für PG1 (sowohl für normale 2 m wie auch für breite 4 m Schnitte) und PG2 vergleicht, wird klar, dass der niedrigste Durchschnittswert bei den drei parallelen Rastern (PG1) aus 4 m breiten Schnitten erreicht wird, unabhängig von ihrer Länge L oder Flächendeckung C (Abb. 15). Diese Art von Raster schneidet im Allgemeinen ca. 4–5 % Befunde weniger als Raster mit gleich langen, 2 m breiten Schnitten und einer Flächendeckung von 10 %. Wenn C höhere Werte annimmt werden diese Differenzen sogar noch ausgeprägter. Die Differenz zwischen parallelen Rastern mit $I = L$ und $I = 2 \times L$ ist relativ gering. Das PG1-Raster funktioniert im Vergleich mit PG2 ein wenig besser, aber im Allgemeinen liegen die absoluten Differenzen bei weniger als 1 % und sind damit zu gering, um signifikant zu sein ($p < 0,001$) wenn C niedriger als 12,5 % ist. Bei der Konfiguration mit 50 m langen Schnitten gibt es jedoch für C höher als 2,5 % einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Layouts.

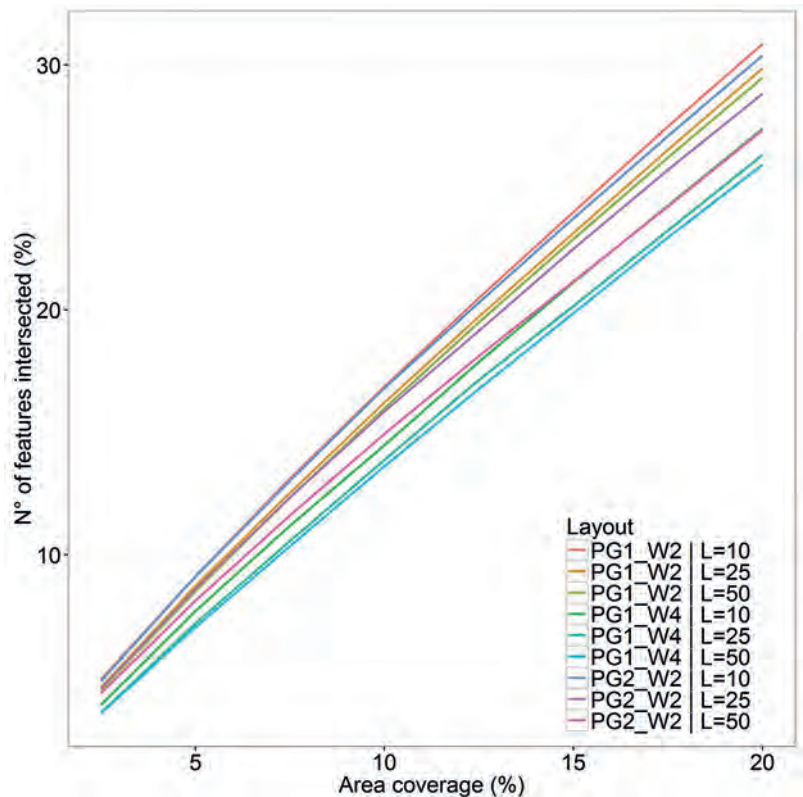


Abb. 16 Lineare Regressionskoeffizienten für vier Modelle mit der Vorhersage der proportionalen Anzahl geschnittener Befunde für ein bestimmtes Sondageraster.

Struktur	Term	Schätzung	Standardfehler	t-Wert	p-Wert	R ²
CT_W2	Achsenabschnitt a	1,833	0,040	45,918	p<0,0001	0,81
	Steigung b	1,375	0,003	463,732	p<0,0001	
CT_W4	Achsenabschnitt a	0,920	0,042	21,858	p<0,0001	0,76
	Steigung b	1,237	0,003	395,785	p<0,0001	
PG1_W2 L=10	Achsenabschnitt a	2,218	0,041	53,557	p<0,0001	0,82
	Steigung b	1,445	0,003	469,564	p<0,0001	
PG1_W2 L=25	Achsenabschnitt a	1,975	0,040	49,052	p<0,0001	0,82
	Steigung b	1,405	0,003	469,761	p<0,0001	

Abb. 17 Lineare Regression der Anzahl geschnittener Befunde bei zunehmender Flächenabdeckung durch die Suchschnitte für vier Sondageraster.

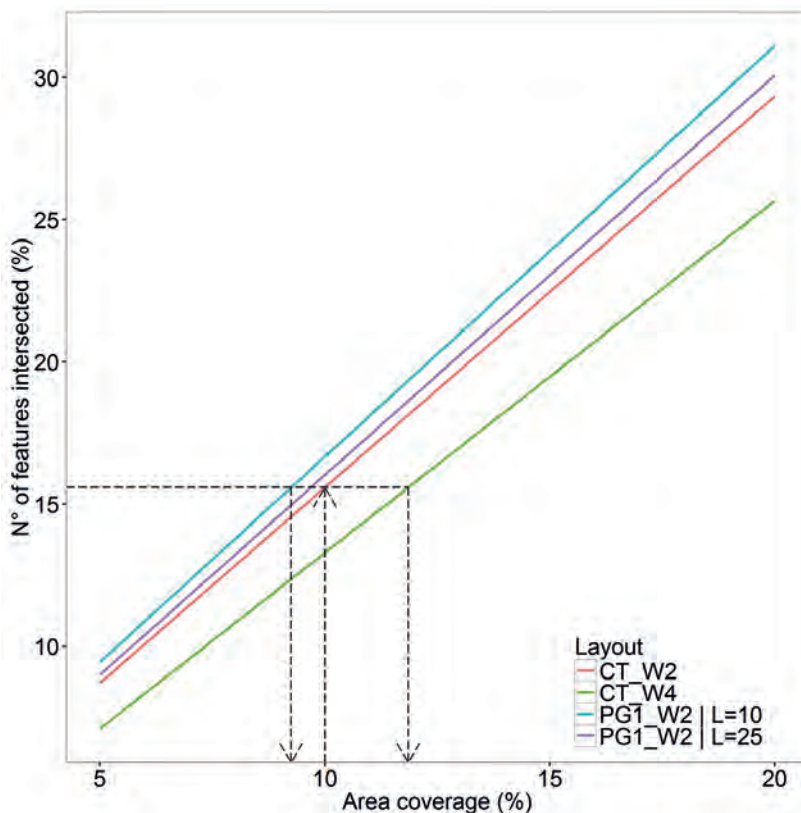
Die auffälligste Beobachtung ist jedoch, dass parallele Raster mit kurzen Schnittlängen (L = 10 m bei PG1 und PG2) immer bessere Ergebnisse zeigen, was die Anzahl geschnittener Befunde angeht, als die gleiche Rasterstruktur mit langen Schnitten (Abb. 15). Der größte Nachteil bei dieser Anordnung ist, dass sich die Anzahl der Schnitte signifikant von 10 pro ha bei L = 50 m auf 50 pro ha erhöht, wenn L auf 10 m reduziert wird (bei einer Flächenabdeckung von 10 %). Dies

erfordert einen höheren Planungsaufwand als auch mehr Zeit in der Durchführung.

3.6. Durchgehende Schnitte im Vergleich zu versetzt parallelen Sondagen

Es stellt sich nun die Frage, ob die etwas höhere Erfolgsquote beim Schneiden archäologischer Befunde genügt, um den Einsatz eines Rasters aus parallel versetzten Schnitten an Stelle von fortlaufenden Schnitten zu empfehlen (Abb. 15). Um diesen Effekt zu quantifizieren wurde eine lineare Regression an den Simulationsergebnissen durchgeführt, sowohl für durchgehende Schnitte von 2 m und 4 m Breite wie auch für parallele Raster mit Sondagen von 10 m und 25 m Länge, bei Flächenabdeckungen C zwischen 2,5 % und 20 %. Innerhalb dieses Bereichs zunehmender Flächenabdeckung steht eine entsprechende Anzahl geschnittener Befunde (F_INT_P) in einer linearen Beziehung zu C als dem Vorhersagewert [F_INT_P = a + b * (C)] (Abb. 16). Alle vier Modellrechnungen unterscheiden sich signifikant voneinander (p < 0,0001).

Aus diesen Modellen kann das Äquivalent eines Layouts in Bezug auf die durchschnittliche Anzahl F_INT_P bei festgelegtem C durch den Einsatz eines anderen Sondagerasters hergeleitet werden. Nimmt man etwa fortlaufende 2 m breite Schnitte und eine Flächenabdeckung von 10 %, so lässt sich die gleiche durchschnittliche Anzahl geschnittener Befunde (d. h. F_INT_P = 15,6 %) mit versetzten, 10 m langen, parallelen Schnitten (PG1_W2 | L = 10 m) bei einer Flächenabdeckung von 9,3 % erreichen (Abb. 17). Die Differenz bei C fällt sogar noch geringer aus, wenn man Schnitte mittlerer Größe (L = 25 m) mit paral-



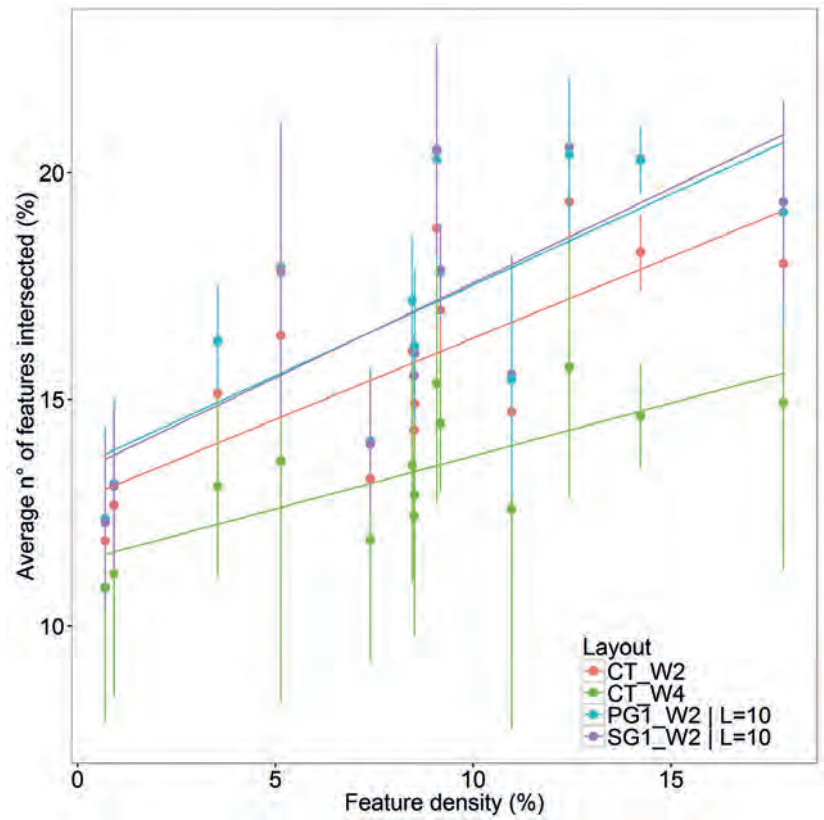
lenen Schnitten ($\Delta = 0,31\%$) vergleicht. Der Unterschied wird etwas deutlicher, wenn die Flächenabdeckung ansteigt. Bei der Verwendung durchgehender, breiter Schnitte ($W = 4\text{ m}$) wird der gleiche Wert für $F_{\text{INT_P}}$ bei einer Flächenabdeckung von $11,6\%$ erreicht. Was die Effizienz anbelangt, erfordern fortlaufende, breite Schnitte eine Zunahme von mindestens $1,6\%$ Flächenabdeckung, um die gleiche Schnittrate wie die kleineren, 2 m breiten, fortlaufenden Schnitte zu erreichen.

Angesichts dieser Ergebnisse wird klar, dass der Mehrwert relativ gering ausfällt – was die niedrige Flächenabdeckung angeht –, wenn man parallelen Rastern mit kleinen oder mittelgroßen Schnitten gegenüber durchgehenden Schnitten den Vorzug gibt. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass parallele Schnitte in Bezug auf ihre inhärente Variabilität robuster abschneiden, d. h. die Simulationen weisen eine im Vergleich mit durchgehenden Schnitten niedrigere Standardabweichung auf.

3.7. Befunddichte

Die Effizienz, mit der Suchschnitte archäologische Befunde feststellen, hängt natürlich auch von der Befunddichte einer archäologischen Fundstelle ab (Abb. 9). Ganz offensichtlich sind die Chancen, auf einer Fundstelle mit geringer Befunddichte diese archäologischen Spuren auch zu finden sehr viel geringer als auf einer Fundstelle mit höherer Befunddichte. Es stellt sich die Frage, ob es möglich wäre, das Sondageraster entsprechend der zu erwartenden Befunddichte, die aus vorherigen archäologischen Forschungen im gleichen Gebiet, Bodeneigenschaften oder der örtlichen Topographie hergeleitet werden, zu optimieren. Deshalb wurde das Ergebnis der Simulationen verschiedener Sondageraster mit der Dichte der archäologischen Befunde auf den Fundstellen in Bezug gesetzt (= Gesamtbefundfläche/Gesamtfläche der untersuchten Fundstelle). Abb. 18 zeigt die durchschnittliche Anzahl geschnittener Befunde ($F_{\text{INT_P}}$) und die Standardabweichung für jede Fundstelle bei einer Flächenabdeckung von 10% . Die zwei Fundstellen mit Schützengräben des 1. Weltkrieges (PO_SAP und IE_KPS) wurden nicht in den Datensatz aufgenommen, da sie als Ausreißer betrachtet werden können, welche die allgemeine Tendenz verzerren würden.

Es ist wiederum deutlich erkennbar, dass das Layout der Schnitte einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der geschnittenen Befunde hat, gleich wel-



che Art von Fundstellen mit Suchschnitten prospektiert wird. Der Einsatz breiter Schnitte ($W = 4\text{ m}$) ist, unabhängig von der angetroffenen Befunddichte, die ineffizienteste und unzuverlässigste Methode, vor allem bei Fundstellen niedriger Befunddichte, bei denen die Methode im Durchschnitt einen niedrigen Prozentsatz an archäologischen Befunden aufdeckt. Außerdem ist die Standardabweichung von der mittleren Anzahl geschnittener Befunde sehr hoch, so dass die Methode für Prospektionen von Fundstellen niedriger Befunddichte unzuverlässig ist. Je höher die Befunddichte, umso größer wird auch die Differenz in der mittleren Anzahl geschnittener Befunde zwischen den Methoden. Das Standardraster und die nicht durchgehenden, parallelen Schnitte, beide mit $L = 10\text{ m}$, liefern die höchsten Werte für $F_{\text{INT_P}}$, dicht gefolgt von dem Sondageraster mit durchgehenden, 2 m breiten Schnitten.

4. Diskussion

Durch die bis zu 500-malige wiederholte Anwendung bestimmter Raster auf Ausgrabungsplänen von 16 verschiedenen bereits untersuchten Fundstel-

Abb. 18 Die Anzahl durch verschiedener Sondageraster geschnittener Befunde ($C = 10\%$); für untersuchte Fundstellen bei zunehmender Befunddichte. Die allgemeine Tendenz wird durch Tendenzlinien für jedes Sondageraster hervorgehoben.

len konnten gute Einblicke in die Tendenzen und Schwankungen gewonnen werden, die den gewählten Mustern für die Anlage der Suchschnitte inhärent sind bzw. durch zufällige Variationen in Ausrichtung und Lage der Sondageraster verursacht werden. Um die der jeweils gewählten Methode zugrundeliegende Variabilität auf ein möglichst geringes Maß senken zu können, ist eine fundierte Entscheidung über die einzusetzenden Sondageraster zwingend notwendig. Die Simulationen verdeutlichen, dass der Einsatz von 4 m breiten Schnitten die unzuverlässigste Methode darstellt, vor allem hinsichtlich der Variabilität der möglichen Ergebnisse. Sowohl bei den fortlaufenden Schnitten als auch bei dem nicht durchgehenden, versetzten Raster schneiden die breiten Schnitte im Durchschnitt 2,4 % bzw. 1,9 % weniger Befunde als die nur 2 m breiten, fortlaufenden Schnitte (Abb. 14). Ebenso ist das Risiko, dass die Anzahl der geschnittenen Befunden nicht für die gesamte Fundstelle repräsentativ ist, bei den breiten Schnitten viel höher, was sich bei allen Simulationen in der höheren Standardabweichung ausdrückt (Abb. 14). Aus diesem Grund sollten jene Sondageraster, die 4 m breite Schnitte verwenden, als weniger robuste Prospektionsmethoden eingestuft werden.

Die Sondageraster, die hinsichtlich der Überschneidungen und Robustheit (niedrige Standardabweichung) am besten abschneiden, sind Standardraster und das parallele Raster mit kurzen ($L = 10$ m) und 2 m breiten Schnitten. Diese Sondageraster eignen sich besser als solche mit gleichem Layout aber längeren oder fortlaufenden Schnitten. Dieses Resultat wurde schon von Hey und Lacey herausgearbeitet und durch statistische Modellrechnungen bestätigt²⁰. Für den Fall des Standardrasters haben schon Verhagen und Borsboom darauf hingewiesen, dass diese Methode besonders für das Schneiden linearer Befunde relevant ist. Diese können besonders leicht unentdeckt bleiben, wenn sie dieselbe Ausrichtung wie die Suchschnitte aufweisen²¹. Allerdings stellte sich auch heraus, dass sich bei der Anwendung dieser Raster auf die große Bandbreite untersuchter Fundstellen dieses Datensatzes die Erfolgsquoten des Standardrasters und des parallel versetzten Rasters hinsichtlich Anzahl geschnittener Befunde und Variabilität kaum unterschieden.

Betrachtet man die Effizienz, mit der verschiedene Sondageraster einen bestimmten Prozentsatz der Befunde einer untersuchten Fundstelle schneiden, liegt die Differenz zwischen einem Raster aus durchgehenden Schnitten (CT_W2) und einem versetzt

parallelen Raster (PG1_W2 | $L = 10$ m) noch innerhalb von 1 % der gesamten Flächenabdeckung. Mit anderen Worten, wird ein versetztes Raster aus parallelen Schnitten bei einer Flächenabdeckung C von minus ~ 1 % die gleiche Anzahl von Befunden anschnitten wie ein Raster aus durchgehenden Sondagen (Abb. 17). Bei ausgedehnteren Fundstellen könnte dieser Anstieg von C um 1 % jedoch dazu führen, dass die Menge an Oberboden, der beim Anlegen der Suchschnitte umgesetzt werden muss, beträchtlich zunimmt. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die durch ein paralleles Raster erzielten Ergebnisse in Bezug auf ihre Variabilität robuster sind. Der Unterschied wird beim Einsatz von 4 m breiten Schnitten deutlicher, da diese eine Zunahme von C von mindestens 1,6 % benötigen, um den gleichen Anteil von Überschneidungen zu erzielen (Abb. 17). Auf die Praxis bezogen sind sowohl parallele als auch Standardraster anspruchsvoller, was die Planung oder Maschineneinsatz und -bewegung angeht, und damit potenziell weniger kosteneffizient²².

Die Bewertung der Überschneidungsraten konzentriert sich offensichtlich auf einen speziellen Aspekt archäologischer Fundstellen, der Dichte der Befunde. Für eine vollständige Würdigung des wissenschaftlichen und historischen Wertes einer Fundstelle ist es aber auch notwendig, die Qualität der erhaltenen Befunde und Funde zu bewerten, die vorliegenden Strukturen zu entschlüsseln und das Verhältnis der Fundstelle zur umgebenden Landschaft und Umwelt anzusprechen. Die Dichte als solche ist keine ausreichende Grundlage für eine vollständige Würdigung des wissenschaftlichen Potenzials einer archäologischen Fundstelle²³. Die hier angewandten Methoden sind von daher nicht in der Lage, das Risiko zu vermeiden, dass archäologische Fundstellen mit niedriger Befunddichte, aber großem wissenschaftlichen Wert, nicht erkannt oder unterschätzt werden. Dieses Problem kann nur gelöst werden, wenn man im Zuge der Prospektionsmaßnahme eine beträchtliche Anzahl zusätzlicher fensterartiger Testschnitte und Schnitterweiterungen anlegt. Diese zusätzlichen Fenster sind nicht etwa dafür gedacht, die in den Schnitten beobachtete Befunddichte (künstlich) zu vermehren, sondern dienen dazu, bestimmte Befunde, Strukturen und die räumliche Anordnung der aufgedeckten archäologischen Zeugnisse besser einzuordnen. Außerdem erhöhen diese Fenster und Folgeschnitte deutlich die Chance, besonders seltene Befunde zu entdecken, etwa Brunnen, die oft die wertvollsten Informationen zur Landschaftsentwicklung liefern, aber gleichzeitig

die aufwendigsten Grabungs- und Untersuchungsmethoden erfordern.

Nichtsdestotrotz bleibt die Befunddichte die erste und wichtigste Variable bei der Entscheidung über das weitere Vorgehen und eine Schätzung der anfallenden Kosten. Deshalb wird häufig das, was in den Suchschnitten beobachtet wurde, auch auf die gesamte zu untersuchende Fundstelle übertragen. Die vorliegende Untersuchung wird zeigen, dass niedrigere Werte bei der Flächenabdeckung C das Risiko erhöhen, nicht repräsentative Werte für die geschnittene Befundfläche zu erhalten. Die in den Schnitten beobachtete Befunddichte (T_{dens}) ist daher nicht immer repräsentativ für die tatsächliche Befunddichte der gesamten Fundstelle. Vor allem bei Fundorten mit hoher Dichte kann die Abweichung der tatsächlichen Befunddichte einer Fundstelle von der in den Suchschnitten beobachteten (T_{dens}) bis zu 10 % erreichen, wenn weniger als 10 % der Fundstelle tatsächlich untersucht werden. Das Risiko einer Unter- oder Überschätzung der Befunddichte auf der Grundlage von Prospektionsergebnissen wird beträchtlich reduziert, wenn C höher als 10 % ist (Abb. 11). Unter diesen Bedingungen fällt die Differenz zwischen T_{dens} und der tatsächlichen Befunddichte der gesamten untersuchten Fundstelle auf weniger als 2,5 % (bei einem 95 % Vertrauensbereich).

Dabei ist zu bedenken, dass die hier vorgestellten Ergebnisse einen rein analytischen Ansatz für die archäologische Prospektion mit Suchschnitten darstellen. Der ArcGIS Werkzeugkasten berechnet die Überschneidung von Befunden, die in Form von 2D-Polygonen erfasst sind. Dies ist jedoch nicht deckungsgleich mit der Auffindung und Identifikation archäologischer Befunde im Gelände. Darüber hinaus erlaubt dieser analytische Ansatz nicht, die Mög-

lichkeit abzuschätzen, dass der Erhaltungszustand archäologischer Befunde und Artefakte bewertet werden kann, was jedoch ein Hauptziel von Prospektionsmaßnahmen ist, die der Auffindung und Bewertung dienen²⁴. Immerhin, je mehr Befunde geschnitten werden, sowohl hinsichtlich ihrer Gesamtanzahl als auch ihrer Fläche, umso höher sind auch die Chancen, dass archäologische Befunde identifiziert und bewertet werden können. Ganz offensichtlich kann nicht ausgewertet werden, was nicht geschnitten wurde. Es ist auch klar, dass diese Untersuchung sich weder auf bestimmte kulturgeschichtliche Epochen konzentriert hat noch auf die Erkennbarkeit und mögliche Auswertbarkeit von archäologischen Strukturen, die für diese Zeitabschnitte charakteristisch sind. Die im Datensatz enthaltenen untersuchten Fundorte überschneiden archäologische Fundstellen, die mehrere Epochen umfassen. Es wird davon ausgegangen, dass sie eine repräsentative Stichprobe solcher archäologischer Fundstellen darstellen, wie sie regelmäßig in Flandern dokumentiert werden. Der Werkzeugkasten und die Methodik, die hier vorgestellt wurden, können darüber hinaus verwendet werden, die Schnitt- bzw. Auffindungswahrscheinlichkeiten für bestimmte kulturgeschichtliche Epochen und die zugehörigen spezifischen Befunde, Artefakte und Strukturen genauer zu betrachten.

5. Ergänzendes Material

Die Ausgrabungspläne aller für die Simulationen verwendeten Fundstellen bietet die englische Onlineversion dieses Beitrags: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/arp.1564/full>.

Anmerkungen

* Korrespondenz-Autor

¹ Der hier in Deutsch vorgelegte Beitrag erschien zuerst als: K. Haneca, S. Debruyne, S. Vanhoutte, A. Eryvynck, M. Vermeyen, P. Verhagen, Simulating trial trenches for archaeological prospection: assessing the variability in intersection routes. *Arch. Prospection* 24, 2019, 195–210 [online: <https://doi.org/10.1002/arp.1564>].

² M. Vander Linden/L. Webley, Development-led archaeology in northwest Europe. Frameworks, practices and outcomes. In: L. Webley/M. Vander Linden/C. Haselgrove/R. Bradley (Hrsg.), *Development-led archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a round table at the University of Leicester 19th–21st November 2009* (Oxford 2012) 1–8.

³ A. Tol/P. Verhagen/A. Borsboom/M. Verbruggen, *Prospectief boren. Een studie naar de betrouwbaarheid en toepasbaarheid van booronderzoek in de prospectiearcheologie*. RAAP-rapport 1000 (Amsterdam 2004).

⁴ P. Verhagen, Site discovery and evaluation through minimal interventions: core sampling, test pits and trial trenches. In: C. Corsi/B. Slapšak/F. Vermeulen (Hrsg.), *Good practice in archaeological diagnostics. Non-invasive survey of complex archaeological sites*, *Natural Science in Archaeology* (Cham 2014) 209–225; L. Webley/M. Vander Linden/C. Haselgrove/R. Bradley, *Development-led archaeology in Northwest Europe. Proceedings of a round table at the University of Leicester 19th–21st November 2009* (Oxford 2012) 22–28.

⁵ W. De Clercq/M. Bats/J. Bourgeois/P. Crombé/G. De Mulder/J. De Reu/D. Herremans/P. Laloo/L. Lombaert/G. Plets/

- J. Sergeant/B. Stichelbaut, Development-led archaeology in Flanders: an overview of practices and results in the period 1990–2010. In: Webley u. a. (Anm. 1) 29–55; W. De Clercq/M. Bats/P. Laloo/J. Sergeant/P. Crombé, Beware of the known: methodological issues in the detection of low density rural occupation in large-surface archaeological landscape-assessment in Northern-Flanders (Belgium). In: G. Blancquaert/F. Malrain/H. Stäuble/J. Vanmoerkerke (Hrsg.), Understanding the past: a matter of surface-area. Acts of the XIIIth session of the EAA congress, Zadar 2007, BAR Int. Ser. 2194 (Oxford 2011) 73–89; W. Wouters, Development-led archaeology in Flanders: legal framework. In: Webley u. a. (Anm. 1) 22–28.
- ⁶ G. Blancquaert/M. Medlycott, Archaeological evaluation of rural areas in the Planarch area of North West Europe (Maidstone 2006); P. Brun/C. Marcigny/J. Vanmoerkerke, Essai d'évaluation des opérations de grande surface. In: P. Brun/C. Marcigny/J. Vanmoerkerke (Hrsg.), Une archéologie des réseaux locaux. Quelles surfaces étudier pour quelle représentativité? Actes de la table ronde des 14 et 15 Juin 2005 à Châlons-en-Champagne. Les Nouvelles de l'Archéologie 104–105, 2006, 88–96.
- ⁷ A. J. Borsboom/J. W. H. P. Verhagen/A. Tol, KNA Leidraad Inventariserend Veldonderzoek. Deel: Proefsleuvenonderzoek (IVO-P) ²(Gouda 2012).
- ⁸ A. A. Fitzpatrick, Development-led archaeology in the United Kingdom: a view from AD 2010. In: Webley u. a. (Anm. 1) 139–156.
- ⁹ H. Stäuble/C. Steinmann/P. de Vries, Large-scale archaeology projects in Saxony, Germany. In: Blancquaert u. a. (Anm. 4) 25–46.
- ¹⁰ De Clercq u. a. 2011 (Anm. 4).
- ¹¹ De Clercq u. a. 2011 (Anm. 4); H. Fokkens, Sleuven of boren? Archeologische prospectie van oude cultuurlandschappen. In: R. Jansen, L. P. Louwe Kooijmans (Hrsg.), Van contract tot wetenschap. Tien jaar archeologisch onderzoek door Archol BV, 1997–2007 (Leiden 2007) 59–69.
- ¹² Verhagen (Anm. 3); J. J. Krakker/M. J. Shott/P. D. Welch, Design and evaluation of shovel-test sampling in regional archaeological survey. Jour. Field Arch. 10, 1983, 469–480.
- ¹³ P. Verhagen/A. Borsboom, The design of effective and efficient trial trenching strategies for discovering archaeological sites. Journal Arch. Science 36, 2009, 1807–1815.
- ¹⁴ So etwa Planarch 1 und 2: Blancquaert/Medlycott (Anm. 5); J. Dubouloz, Évaluation des méthodes de diagnostic: Simulations sur des sites de l'Aisne. Les Nouvelles de l'Archéologie 91, 2003, 46–50.
- ¹⁵ T. Champion/St. Shennan/P. Cuming, Planning for the past. Volume 3. Decision-making and field methods in archaeological evaluation (London 1995); G. Hey/M. Lacey, Evaluation of archaeological decision-making processes and sampling strategies (Oxford 2001).
- ¹⁶ Blancquaert/Medlycott 2006 (Anm. 5); Hey/Lacey (Anm. 14).
- ¹⁷ Chronologische Gliederung nach: K. Slechten, Namen noemen: het CAI-thesaurusproject. In: CAI-I, De opbouw van een archeologisch beleidsinstrument. IAP-Rapporten 14 (Brüssel 2004) 49–54.
- ¹⁸ S. Dondeyne/E. Van Ranst/J. Deckers, Converting the legend of the soil map of Belgium to world reference base for soil resources: case studies of the Flemish region. Unveröffentlichter Bericht, Universität Gent/K. U. Leuven (Gent/Löwen 2012).
- ¹⁹ ESRI, ESRI shapefile technical description. An ESRI white paper (Redlands 1998).
- ²⁰ Hey/Lacey (Anm. 14); Champion u. a. (Anm. 14); Borsboom u. a. (Anm. 7); Verhagen/Borsboom (Anm. 6).
- ²¹ Verhagen/Borsboom (Anm. 6).
- ²² Hey/Lacey (Anm. 14); Verhagen/Borsboom (Anm. 6); Dubouloz (Anm. 13).
- ²³ De Clercq u. a. 2012 (Anm. 4).
- ²⁴ De Clercq u. a. 2011 (Anm. 4); ders. u. a. 2012 (Anm. 4); Hey/Lacey (Anm. 14); Verhagen/Borsboom (Anm. 6); Verhagen (Anm. 3).

Abbildungsnachweis

1–18 K. Haneca

Feldbegehungen sind seit über 100 Jahren ein fester Bestandteil des Methodenkanons archäologischer Prospektion. Zunächst meist für die Entdeckung bislang unbekannter Fundstellen genutzt, dienen sie heute zur Beantwortung eines weiten Spektrums unterschiedlicher Fragestellungen, das von kleinräumigen Analysen des archäologischen und bodendenkmalpflegerischen Potenzials bis zur Rekonstruktion archäologischer Landschaften reicht.

Neue technische Möglichkeiten, sich wandelnde methodische Vorgehensweisen und Auswertungsmöglichkeiten waren Anlass, Anwenderinnen und Anwender aus den unterschiedlichen Teilbereichen der archäologischen Prospektion im Rahmen einer Fachtagung zusammenzubringen. Der Band legt nun den Großteil der Beiträge und Präsentationen dieser 2017 bei der Fritz Thyssen Stiftung in Köln veranstalteten Tagung vor.

Unter vier Themenschwerpunkten – ephemere Fundplätze, Prospektion und präventive Archäologie, Landschaftsarchäologie in Südeuropa sowie in Mitteleuropa – berichten Autorinnen und Autoren aus zwölf europäischen Ländern über Erfahrungen und neueste Ergebnisse aus ihren aktuellen Prospektionsprojekten.

ISBN 978-3-9820399-1-6

LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland

