

## Pingen des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet – Genese, Detektion und Interpretation

### 1. Einleitung

Der frühe Steinkohlenbergbau im Ruhrgebiet beschränkte sich auf den Süden des Reviers, wo das flözführende Karbon ohne Überdeckung durch das kreidezeitliche Deckgebirge unmittelbar zutage tritt oder von einer nur geringmächtigen Verwitterungs- und Bodendecke überlagert wird. Vom Ruhr- und oberen Emschertal im Norden bis zur Südgrenze des flözführenden Karbons wurde bereits in vorindustrieller Zeit umfangreicher Steinkohlenbergbau betrieben. Kohlengräberei, Stollenbergbau und späterer Tiefbau haben in den dortigen Wäldern ein charakteristisches Kleinrelief aus Hohlformen (sog. Pingen) und Halden geschaffen.

Eine einheitliche Definition des Begriffs Pingge existiert nicht. Vielmehr handelt es sich um einen Oberbegriff für bergbaubedingte Hohlformen unterschiedlicher Form und Genese, der von verschiedenen Autoren unterschiedlich genutzt und abgegrenzt wird.<sup>1</sup> Wir verstehen unter Pingen sämtliche Hohlformen,

die direkt oder indirekt durch Bergbau entstanden sind und unmittelbar an Abbau, Exploration oder Versturz oberflächennaher Grubenbaue gekoppelt sind. Wir wählen dieses weit gefasste Begriffsverständnis, da die bergbaubedingte Entstehung zumeist eindeutig, eine nähere Ansprache der Genese jedoch nicht ohne Weiteres möglich ist. Mindestanforderungen an Größe oder Tiefe stellen wir keine. Nicht zu den Pingen zählen die durch Tiefbau hervorgerufenen großflächigen Bergsenkungen.<sup>2</sup>

Bei einer ersten fernerkundlichen Gesamtkartierung von Pingen des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet konnten gut 9.100 potenziell bergbaubedingte Hohlformen detektiert werden, von denen rund die Hälfte mit hoher Wahrscheinlichkeit als Pingge eingestuft wurde.<sup>3</sup> Trotz ihrer weiten Verbreitung wurde den Formen bisher wenig wissenschaftliches Interesse zuteil.

Die erste und zugleich intensivste Bearbeitung dieses Themenfeldes besorgte Diethelm Dusterloh<sup>4</sup> für das Niederbergisch-Märkische Hügelland. Vor kurzem legte Klöckner<sup>5</sup> für den Bochumer Raum eine Arbeit zur halb-automatisierten Detektion von Pingen und Halden auf Basis des digitalen Geländemodells vor. Methodisch bedingt konnten hierbei nur geschlossene Hohlformen mit größerer Tiefe erkannt werden. Dennoch zeigt die Arbeit das enorme Potential hochauflösender digitaler Geländemodelle für die Pingenforschung. Daneben existieren noch zahlreiche allgemeine Publikationen zu Bergschäden und geotechnisch ausgerichtete Spezialarbeiten zu Tagesbrüchen. Auch von archäologischer Seite wurde den Pingen im Ruhrgebiet bisher kaum Aufmerksamkeit gewidmet. Allerdings zeigen die wenigen archäologischen Untersuchungen an altbergbaulichen Befunden im Ruhrgebiet sowie die teils intensiven Forschungen zu (prä-)historischem Bergbau in anderen Regionen, dass sich hierdurch wichtige Erkenntnisse zur Bergbaugeschichte gewinnen lassen.<sup>6</sup> Insgesamt lässt sich festhalten, dass der Forschungsstand zum bergbaubedingten Kleinrelief des südlichen Ruhrgebiets noch zahlreiche Defizite aufweist und neue methodische Möglichkeiten bisher nur in Ansätzen genutzt werden. Die Pingen verdienen jedoch in mehrfacher Hinsicht eine größere Aufmerksamkeit: Aus geomorphologischer Sicht hervorzuheben sind die Veränderungen der ursprünglichen Geländeoberfläche, die zu einem regionaltypischen Kleinrelief geführt haben. Pingen und kleine Halden sind häufig die einzigen im Gelände erhaltenen Zeugnisse des frühen Bergbaus, was ihnen eine große bergbauhistori-

### ***Pits ("Pingen") of coal mining in the Ruhr region – formation, detection and interpretation***

*The historical German term Pingge (pl. Pingen) describes mining-related hollows. They originated from coal mining in pits and trenches, from adit entrances and shafts, and from collapse of near-surface mining cavities. Thousands of these holes are preserved in the forests of the Southern Ruhr region. The aim of this study is to show how the formation of Pingen can be reconstructed based on form and locational characteristics. We present a genetic classification of Pingen and exemplify how Pingen can be detected and analysed using digital elevation models and geographical information systems (GIS). Morphometric characteristics help to shed light on the former purpose of the Pingen. The morphogenetic approach provides new opportunities to explore the mining history of a given area.*

sche Relevanz verleiht. Hieraus leiten sich zwanglos Aspekte des Denkmalschutzes ab. Auch im Rahmen bergschadenkundlicher Analysen und des altbergbaulichen Risikomanagements können konkrete Kenntnisse zu Vorkommen und Genese der Pinggen einen wichtigen Beitrag leisten.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, wie sich aus Größe, Form- und Lagemerkmalen Rückschlüsse auf die Entstehung einer Pingge ziehen lassen. Hierbei konzentrieren wir uns auf die Möglichkeiten der digitalen Reliefanalyse unter Zuhilfenahme ergänzender Geodaten, berücksichtigen aber auch die Ansprache im Gelände.

Nach einem Überblick über die geologischen Verhältnisse und die technische Entwicklung des Steinkohlenbergbaus im südlichen Ruhrgebiet legen wir eine Typisierung von Pinggen nach ihrer Genese vor. Ausgehend von einer allgemeinen Betrachtung zu Vorkommen, Formenvielfalt und Vergesellschaftung der Pinggen im Ruhrgebiet werden schließlich die charakteristischen Form- und Lagemerkmale der verschiedenen Pingentypen als Grundlage einer genetischen Interpretation vorgestellt und diskutiert. Die Möglichkeiten und Grenzen des Ansatzes, allein aus der morphologischen Pinggenanalyse heraus Informationen zu altbergbaulichen Aktivitäten abzuleiten, verdeutlichen wir abschließend anhand eines Fallbeispiels.

## 2. Geologie des südlichen Ruhrkarbons

Die flözführenden Gesteinsschichten des Ruhrgebiets stammen aus dem Oberkarbon. Charakteristisch ist der zyklische Wechsel von Sandstein, Schluffstein, Schieferthon und Steinkohleflözen. Am Ende des Karbons wurden die Schichten von der variskischen Gebirgsbildung erfasst und dabei intensiv gefaltet. Aufgrund der Faltung streichen die Kohleflöze heute mehrfach nebeneinander aus. Generell streichen die Schichten von Westsüdwest nach Ostnordost. Aufgrund des Abtauchens der Sättel und Mulden kommt es jedoch häufig zu einem parabelförmigen Verlauf der Ausstrichlinien. Neben der Faltung erfolgten auch bruchtektonische Bewegungen, die das Gebirge in einzelne Schollen zerlegten. Die rechtwinklig zum Streichen verlaufenden Querstörungen bewirkten, dass die Kohleflöze nicht mehr durchgehend, sondern mit teils großem Versatz an der Karbonoberfläche ausstreichen.

Im Norden werden die kohleführenden Schichten vom kreidezeitlichen Deckgebirge überlagert. Bis ins frühe 19. Jahrhundert erfolgte der Steinkohlenbergbau ausschließlich südlich der Kreidegrenze. Die dort anstehende Schichtenfolge ist rund 1,5 km mächtig und enthält weit über 50 Steinkohlenflöze, von denen allerdings nur ein Teil abbauwürdig war. (Abb. 1)

## 3. Entwicklung des oberflächennahen Steinkohlenbergbaus

Der Ausgangspunkt des Steinkohlenbergbaus im Ruhrgebiet lag im Bereich der Ruhr und ihrer Nebentäler, wo das flözführende Oberkarbon an der Geländeoberfläche zu Tage tritt. Daneben ist früher Steinkohlenbergbau für das obere Emschertal bei Dortmund belegt.

Ein archäologischer Befund aus einer germanischen Siedlung in Essen-Überruhr-Hinsel bezeugt die Verwendung von Steinkohle aus dem Ruhrtal bereits für die Römische Kaiserzeit (2.-4. Jh. n.

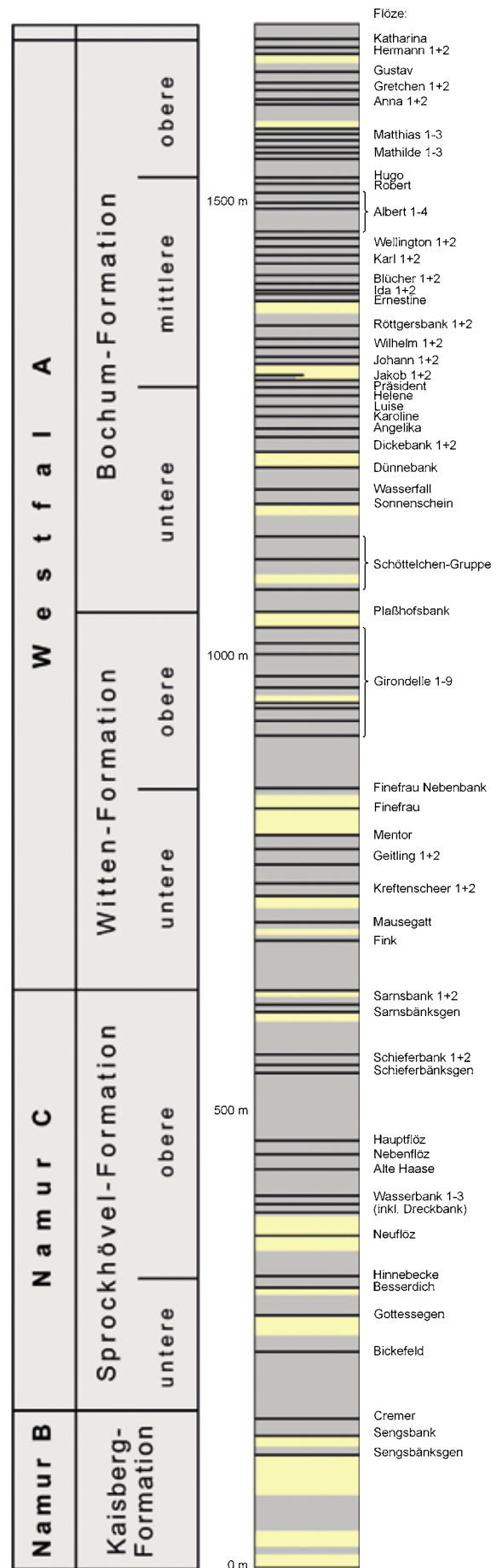


Abb. 1: Stratigraphische Gliederung des flözführenden Oberkarbons südlich des kreidezeitlichen Deckgebirges; Sandsteine sind gelb dargestellt. (eigene Darstellung, verändert nach Wrede 2005: Tab. 2)

Chr.).<sup>7</sup> Für die folgenden Jahrhunderte fehlen bisher sichere Nachweise einer Steinkohलगewinnung. Ab etwa 1300 n. Chr. finden sich zunehmend schriftliche Quellen, welche die Gewinnung und Nutzung der Steinkohle belegen.<sup>8</sup>

Bartels<sup>9</sup> hat jüngst auf das ambivalente Bild hingewiesen, welches sich für den vorindustriellen Steinkohlenbergbau abzeichnet. Auf der einen Seite steht die Kohलगräberei durch Bauern und Bürger, die vor allem im Winterhalbjahr Kohle in den Marken für den Eigenbedarf abbauten. Andererseits belegen Zollrechnungen, dass schon im 14. Jahrhundert ein Kohलगlexport vom „Ruhrrevier“ in das Bergische und Münsterland sowie über den Rhein bis nach Köln und Holland erfolgte.<sup>10</sup> 1374 ordnete Herzog Wilhelm von Jülich an, dass die in (Essen-)Werden gewonnenen Kohlen verzehntet werden müssen, was darauf hindeutet, dass der Steinkohlenbergbau bereits eine gewisse wirtschaftliche Relevanz besaß.<sup>11</sup> Bereits im 14. Jahrhundert wurde Steinkohle als Heizmaterial genutzt und hatte große Bedeutung für das Schmiedehandwerk erlangt.<sup>12</sup> Der Gebrauch von Steinkohle zum Kalkbrennen lässt sich bis ins 16. Jahrhundert zurückverfolgen.<sup>13</sup> Ab den 1570er Jahren wurde Steinkohle in den Alaun- und Vitriolsiedereien im Gericht Schwelm eingesetzt. Im 17. Jahrhundert stellten die Salinen in Unna und Werl auf Steinkohlefeuerung um und wurden zu marktbestimmenden Großabnehmern der Kohle.<sup>14</sup> Mitte des 18. Jahrhunderts existierten in der Grafschaft Mark 108 betriebene und 104 nicht betriebene Zechen. In den folgenden Jahrzehnten vervielfachte der märkische Bergbau seine Förderung.<sup>15</sup> Die nun große wirtschaftliche Bedeutung spiegelt sich auch in der Schiffbarmachung der Ruhr Ende des 18. Jahrhunderts wider. Der Bau von Schleusen ermöglichte einen umladungsfreien Kohलगtransport und machte die Ruhr in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zum meistbefahrenen Fluss Europas.<sup>16</sup>

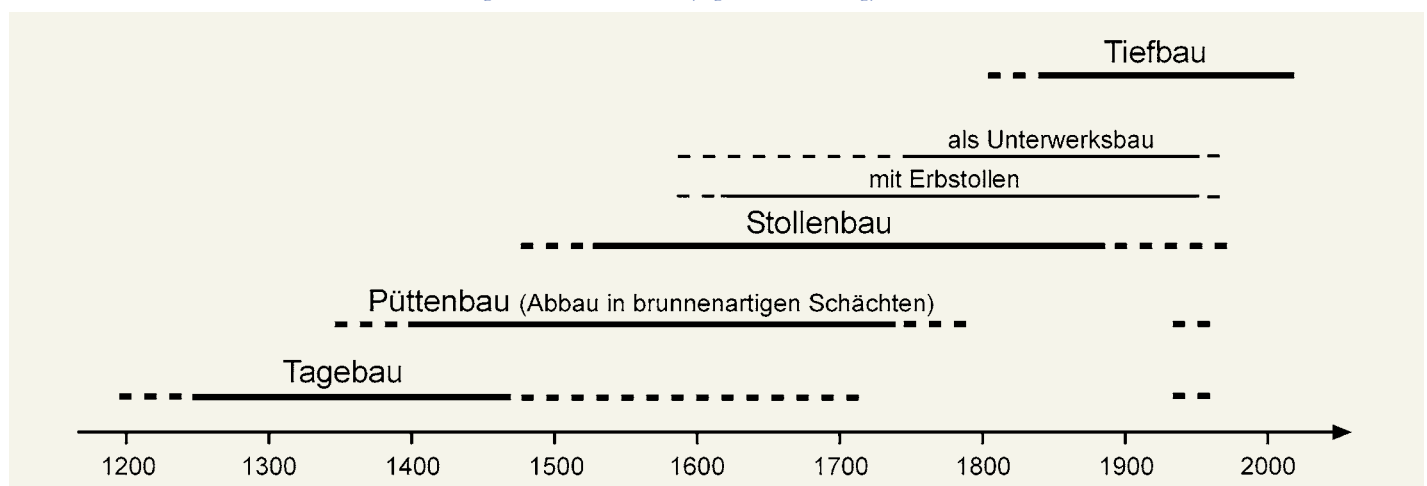
Diese kurze Zusammenfassung zur frühen Bedeutung der Steinkohle im Ruhrgebiet soll ausreichen, um zu zeigen, dass bereits Jahrhunderte vor der Industriellen Revolution in nicht zu unterschätzendem Maße Steinkohle gewonnen wurde. Im Folgenden soll der Blick auf die technische Entwicklung des oberflächennahen Steinkohlenbergbaus gelenkt werden, da sie von entscheidender Bedeutung für die Pingenerstehung ist.

Die einfachste und vermutlich auch früheste Form der Kohलगewinnung war die Kohलगräberei im Tagebau. (Abb. 2) Die Orte des Abbaus wurden als „kollengrafften“ (Kohलगräben) oder

„kollenbrecken“ (Kohlebrüche) bezeichnet.<sup>17</sup> Der Abbau erfolgte demnach in steinbruchartigen Gruben oder in einem Graben entlang des Flözes.<sup>18</sup> Die heutige Form der Kohलगräben lässt erkennen, dass stellenweise Kohलगpfeiler stehengelassen wurden, um ein Einstürzen des Hangenden zu verhindern, wodurch der Graben in einzelne Abschnitte segmentiert wird.<sup>19</sup> Auch in den Sandsteinbrüchen wird man vermutlich auf Steinkohle gestoßen sein und dann beides zusammen abgebaut haben.<sup>20</sup> Die Geometrie des Tagebaus wurde sicherlich von den jeweiligen geologischen und Reliefverhältnissen bestimmt. Verliehen die Flöze den Hang hinauf, übernahmen die Kohलगräben auch die Funktion, Wasser abzuführen. Strich das Flöz hingegen hangparallel, legte man mitunter einen hangabwärts verlaufenden Wasserabzugsgraben an.<sup>21</sup> Günstige Verhältnisse für einen Tagebau ergeben sich auch dort, wo die Kohle auf großer Fläche in geringer Tiefe ansteht. Diese Verhältnisse sind auf die Sattel- und Muldenachsen beschränkt oder auf den Fall, dass an einem Hang Flöz-einfallen und Hangneigung übereinstimmen. In solchen Fällen ist anzunehmen, dass in zahlreichen, mehr oder weniger wahllos angeordneten Gruben abgebaut wurde.

Wo es die Stabilität des Gebirges und die zulaufenden Wässer ermöglichten, grub man früh auch runde, brunnenartige Schächte (sog. Pützen oder Pütten<sup>22</sup>) ins Flöz, die oberhalb des standfesten Gebirges mit Reisig ausgebaut wurden. Diese einfache Abbaumethode wird als Püttenbau bezeichnet, den wir hier gemeinsam mit dem Tagebau zur Kohलगräberei zählen. (Abb. 3) In Körben oder Fässern wurde die Kohle mit Hilfe einer Handhaspel zutage gefördert. Ab einer gewissen Tiefe wurden die Pütten instabil oder zuströmendes Hang- und Grundwasser bereitete Probleme, sodass in Streichrichtung des Flözes ein neuer Pütt abgeteuft werden musste.<sup>23</sup> Erstmals begegnet uns der Begriff Pütt im Zusammenhang mit dem Überfall eines „Koleren“ bei Dortmund im Jahr 1447, dem man das Seil aus seinem „Koelputte“ (Kohlenpütt) zu entwinden versuchte.<sup>24</sup> Die Erwähnung des Seils macht deutlich, dass der Bergbau bereits in größere Tiefen vorgedungen war und nicht mehr im Tagebau erfolgte. Scheler<sup>25</sup> beschreibt, dass man beim Püttenbau zunächst in die Tiefe ging und dann dem Streichen folgend wenige Meter Kohle zu beiden Seiten abbaute, solange dies ohne Grubenausbau möglich war. 2017 konnte dies bei Bauarbeiten in Essen-Heidhausen bestätigt werden. Zwei freigelegte Abbauschächte, die an der Geländeoberfläche einen Durchmesser von etwa 2,5-3 m aufwiesen, senkten sich

Abb. 2: Zeitstrahl der Abbautechnik von der Kohलगräberei zum Tiefbau. (eigene Darstellung)



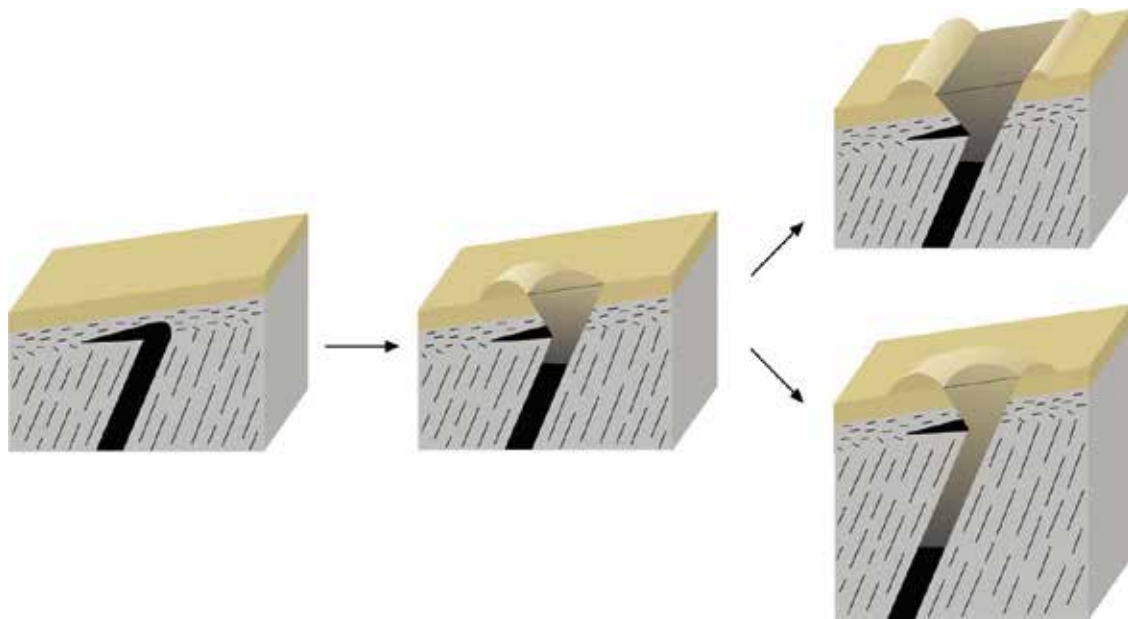


Abb. 3: Schematische Darstellung der Kohlengräberei. (eigene Darstellung)

trichterförmig ab bis in eine Tiefe von ca. 4,5 m. Von dort zweigten kurze, etwa 2-3 m lange und 1,5 m breite Strecken ab. Eine <sup>14</sup>C-Datierung von aus dem Befund geborgenem Holz deutet auf eine Entstehung der Form im 14. Jahrhundert hin.<sup>26</sup>

Der Püttenbau hielt sich bis ins 18. Jahrhundert.<sup>27</sup> Noch im Jahr 1735 bemängelt der Bergmeister August Heinrich Decker: „zwar stehet einem jeden frey zu graben, und in der Erde herum zu wühlen, wie er will, findet er nichts nach seinen Verlangen, so lässet er das Angefangene stehen, und meldet es nicht; findet Er aber eine gute Kohlen-Bank, so lässet er sich die Muthung geben, teuffet einen kleinen runden Schacht bis auf die Wasser ab, und fängt seinen Bau, der Prosterität nicht zum Besten, sondern auf dem Raub an, nimmt weg, was Er ohne viele Mühe und Kosten kriegen kann, und wenn er an einem Orte fertig, wirfft er es zu, lässet in der Teuffe die besten Kohlen stehen, gehet davon, fängt es an einem andern Orte wieder so an, wie er es vorher getrieben“.<sup>28</sup>

Düsterloh hat auf das überraschend seltene Auftreten von Kohlengräben hingewiesen und dies mit der starken oberflächennahen Verwitterung der Flöze erklärt. Da erst in größerer Tiefe die begehrten Stückkohlen gewonnen werden konnten, war man regelrecht zum Püttenbau gezwungen.<sup>29</sup>

All diesen frühen Formen der Kohlegewinnung war gemeinsam, dass der erreichbare Kohlenvorrat durch die Tiefenlage des Grundwassers begrenzt wurde. Nur in geringem Umfang ließ sich das Problem durch Wasserziehen oder das Anlegen eines Entwässerungsgrabens am Hang bewältigen. Einen entscheidenden Fortschritt stellte daher der Stollenbergbau dar. Hierzu wurde ausgehend von einem möglichst tiefgelegenen Punkt, zumeist von der Talsohle aus, ein Stollen leicht ansteigend durch das Flöz in den Hang vorgetrieben. Aufgrund des Gefälles konnte das anfallende Wasser abfließen, sodass sich der abbaubare Kohlenvorrat auf die Höhe zwischen Stollen und Oberkante des Gebirges vergrößerte. Daneben wurden Stollen auch querschlägig (rechtwinklig zum Streichen) aufgefahren, sodass sie mehrere Flöze durchstoßen konnten. Die wachsende Länge der Stollen, die bald mehrere hundert Meter erreichten, machte das Abteufen von

Schächten erforderlich, die der Bewetterung (sog. Lichtlöcher), Kohleförderung (Förderschächte) und Befahrung (Fahrschächte) dienten. Die ersten Stollen im Ruhrrevier dürften im 15. Jahrhundert aufgefahren worden sein, bereits zu Beginn des 16. Jahrhunderts war der Stollenbergbau weit verbreitet.<sup>30</sup> Die Stollen waren überwiegend in miserablen Zustand. Schlecht ausgebaut und nicht unterhalten gingen sie regelmäßig zu Bruch.<sup>31</sup>

Ab dem späten 16. Jahrhundert wurden von den Talsohlen der tieferen Täler ausgehend lange Erbstollen angelegt. Diese dienten in erster Linie der Entwässerung und ermöglichten den angeschlossenen Zechen einen noch tieferen Abbau als zuvor. Daneben dienten sie der Bewetterung und teilweise der Kohleförderung. Wenn die Kohlenvorräte über der Stollensohle aufgebraucht waren, ging man ab dem ausgehenden 16. Jahrhundert auch zum Unterwerksbau über, der in der Mitte des 18. Jahrhunderts eine gängige Abbauart darstellte.<sup>32</sup>

Die Erfindung der Dampfmaschine ermöglichte später das Abpumpen von Grubenwasser und das Antreiben von Maschinen zur Kohleförderung aus großer Tiefe. Hiermit begann am Anfang des 19. Jahrhunderts der Tiefbau als letzte Phase des Steinkohlenbergbaus an der Ruhr. Die Blütezeit des Stollenbergbaus (mit Erbstollen) hielt noch bis in die 1830er Jahre an, als der allgemeine Umbruch zum Tiefbau erfolgte.<sup>33</sup> Mit den Möglichkeiten des Tiefbaus setzte auch die Verlagerung der Bergwerke nach Norden in Richtung Emscher und Lippe ein. Ein letztes kurzzeitiges Mal lebte der Bergbau im Süden nach dem Zweiten Weltkrieg auf, als unzählige Kleinzechen und „wilde“ Pütts entstanden, die im Nachlesebergbau oberflächennahe Restkohlen und stehengebliebene Kohlenpfeiler abbauten.<sup>34</sup> Die letzten Zechen im Ruhrtal schlossen in den 1970er Jahren.

#### 4. Typisierung von Pingen nach ihrer Genese

Pingen fallen im Gelände durch ihre charakteristischen Formen auf, die überhaupt erst die Aufmerksamkeit auf das Kleinrelief lenken. Doch schon der Versuch, Pingen nach ihren Formeigen-

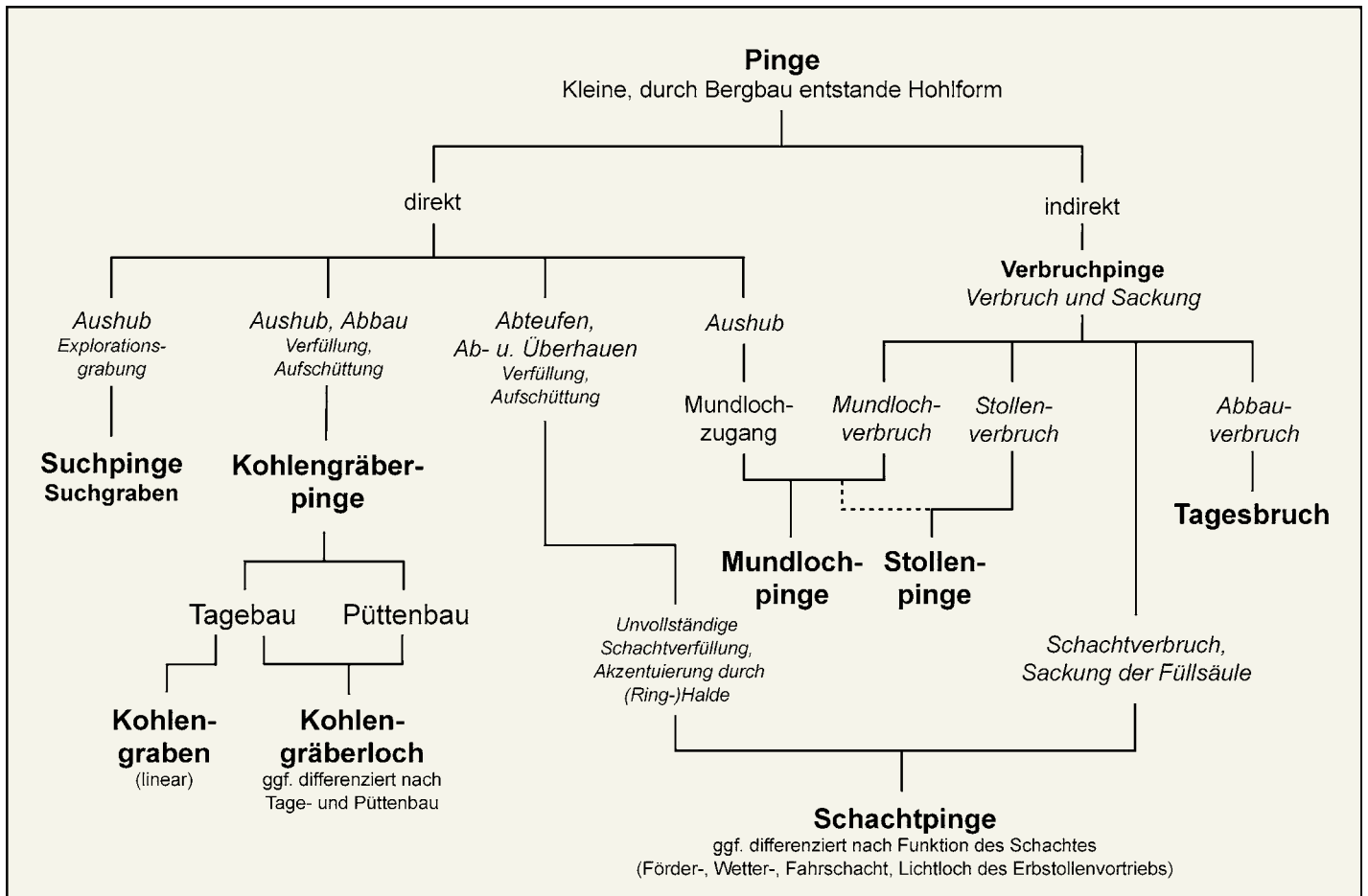


Abb. 4: Schema zur genetischen Pingentypisierung und -terminologie. (eigene Darstellung)

schaften zu typisieren, macht Schwierigkeiten deutlich, die einer einfachen Übersicht entgegenstehen. So lässt sich eine Vielzahl von Formeigenschaften unterscheiden: Grundrissform und -größe, Tiefe, Querschnittsform, Existenz und Größe von begleitenden Halden, etc. Weitere Möglichkeiten der Charakterisierung sind die Lage im Relief, der Abstand zu ausstreichenden Flözen und die Frage, ob die Pingen vereinzelt oder als lineare Pingenzüge auftreten oder sich zu Pingenfeldern gruppieren. Die Formeigenschaften und Lagecharakteristika lassen sich durch Beobachtung und Kartierung feststellen und können dazu dienen, die Genese und frühere Funktion der Pingen zu klären. Wenn dies bekannt ist, lässt sich bestenfalls durch Berücksichtigung der technischen Entwicklung des Bergbaus auch das Pingenalter näher eingrenzen. Als problematisch erweist sich hierbei jedoch, dass die Abbaumethoden über einen langen Zeitraum betrieben wurden und selbst die einfache Kohlengräberei noch in den Notzeiten während und nach dem Zweiten Weltkrieg wiederauflebte.<sup>35</sup> Der Erhaltungszustand von Pingen hängt mit ihrem Alter zusammen und ist vom Untergrund sowie der natürlichen und anthropogenen Überprägung beeinflusst (z. B. Verfüllung, Entfernung umgebenden Haldenmaterials, Nutzung als Mountainbike-Strecke).

Eine Typisierung von Pingen nach genetischen Aspekten ist die Grundlage für die Erfassung und das Verständnis des Pingenformenschatzes. Auch aus montanhistorischer Perspektive ist die Verortung genetisch differenzierbarer Pingentypen wünschenswert. Für das Ziel, aus Form- und Lagemerkmale auf

die Entstehung der Pingen zu schließen, ist eine möglichst klare und praktikable Terminologie unabdingbar. Unsere Typisierung greift unterschiedliche Vorlagen auf und modifiziert sie entsprechend der genannten Zielsetzung.<sup>36</sup>

Bei der Entstehung von Pingen kann grob zwischen einer direkten Entstehung durch Materialentnahme (Abbau im weitesten Sinn) und einer indirekten Entstehung durch Verbruch und Sackung oberflächennaher, bergbaubedingter Hohlräume (Tagesbrüche im weitesten Sinn) unterschieden werden, wobei sich beide Grundprozesse an ein und derselben Pinge überlagern können. (Abb. 4) Im Laufe der Zeit werden alle Pingen durch natürliche Materialverlagerungen überprägt. In Abb. 4 haben wir der Übersichtlichkeit wegen die nachträgliche Überprägung durch natürliche Prozesse nicht aufgenommen.

Pingen, die im Wesentlichen auf direktem Wege durch oberflächennahe Kohlengewinnung im Tage- und Püttenbau und den hierzu erforderlichen Abtrag von Boden und Nebengestein entstanden sind, bezeichnen wir als Kohlengräberpingen. Die ursprüngliche Form dieser Pingen ist in der Regel überprägt, da sie durch Menschenhand und/oder natürliche Prozesse wie die Ansammlung von Totholz und Laub sowie das Nachbrechen und Abrutschen der Pingenwände teilweise verfüllt sind. Bei den tieferen Pütten kann auch Versturz an der Pingenformung beteiligt gewesen sein, zumal wenn die Pütten nicht oder nur geringfügig verfüllt wurden. Als untergeordneter, sekundärer Formungsprozess ist auch eine Sackung des Verfüllmaterials zu berücksichtigen. Dennoch bleibt diesen Formen gemein, dass sie primär

durch Materialentnahme aus dem Untergrund und/oder das Aufwerfen von Abraum (Deckgebirge, Boden) und Bergematerial (Nebengesteine der Flöze) entstanden sind.

Eine Unterscheidung zwischen rundlichen Pingen des Tagebaus von solchen des Püttenbaus wäre nur durch eine mehr oder weniger willkürlich festgelegte Grenze eines morphologischen Merkmals möglich, z. B. der Tiefe. Doch lässt sie sich im Nachhinein nicht mehr ohne Weiteres ermitteln. Zudem ist von einem fließenden Übergang der beiden Abbaumethoden auszugehen. Rundliche Kohlengräberpingen sollen daher allgemein als Kohlengräberlöcher bezeichnet werden. Häufig wurde Kohle an steilen Hängen abgegraben, sodass nischenförmige Einbuchtungen im Hang entstanden. Selbst wenn diese Pingen nicht immer geschlossene Hohlformen darstellen, sollen sie mit dem Zusatz „nischenförmig“ als Kohlengräberlöcher bezeichnet werden. Wo Kohle in einem durchgehenden Graben abgebaut wurde, entstanden lineare Hohlformen, die wir als Kohlengräben bezeichnen.

Mit den Kohlengräberpingen eng verwandt sind Grabungen, die dem Auffinden von Flözen dienen. Die hierdurch entstandenen Pingen könnten in Anlehnung an die ursprüngliche Bedeutung des Wortes Schürfen<sup>37</sup> als Schürfpingen bezeichnet werden. Da der Begriff des Schürfens aber mittlerweile einen Bedeutungswandel im allgemeinen Sprachgebrauch durchgemacht hat und heute auch im Sinne von Abbau und Gewinnung verwendet wird, folgen wir hier der Terminologie Düsterlohs<sup>38</sup> und bezeichnen sie als Suchpingen (eher punktuell) oder Suchgräben (linear). Die zweite Gruppe von Pingen entsteht durch Verbruch von tagenahen Hohlräumen, was zu Sackungen und Einstürzen der Geländeoberfläche führt. Lässt sich die Art der verbrochenen Hohlform nicht rekonstruieren, kann der übergeordnete Begriff Verbruchpinge verwendet werden. Aus bergbauhistorischer Sicht ist es wünschenswert, die Pingen nach Art des verbrochenen Hohlräume (Schächte, Abbaue, Mundlöcher, Stollen) zu unterscheiden. Hohlformen über verstürzten Schächten werden hier als Schachtpingen, verbrochene Mundlöcher und Stollen als Mundloch- bzw. Stollenpingen bezeichnet.

Mundlochpingen markieren die Lage eines ehemaligen Stollenmundlochs. Sie entstehen durch Verbruch des Stolleneingangs sowie durch Aushub eines grabenartigen Zugangs zum Mundloch, denn der Stollen konnte erst aufgefahren werden, wenn die volle Stollenhöhe im anstehenden Gestein erreicht war. Der hierbei anfallende Aushub wurde häufig an den Seiten des Einschnitts aufgeschüttet.<sup>39</sup>

Stollenpingen entstehen durch Verbruch des Stollens hinter dem Mundloch, wo dieser in noch geringer Tiefe verläuft und daher die Gebirgsdecke wenig tragfähig ist. Als Faustformel für im Festgestein aufgefahrne Stollen gilt, dass die Standsicherheit der Tagesoberfläche gegeben ist, wenn die Felsüberdeckung mindestens das Vierfache der Stollenhöhe beträgt.<sup>40</sup> Bei einer typischen Stollenhöhe von ca. 2 m<sup>41</sup> wären Stollenverbrüche somit bis etwa 8 m unter der Festgesteinsoberfläche zu erwarten. Wo die Prozesse der Entstehung von Mundlochpinge und Stollenpingen eine zusammenhängende Hohlform geschaffen haben oder die ursächlichen Prozesse nicht rekonstruierbar sind, der Zusammenhang mit einem Stollen aber offenkundig erscheint, wird ebenfalls der Begriff Stollenpinge verwendet.

Als Tagesbrüche bezeichnen wir hier nur jene Pingen, die durch Einsturz oder Sackung über Abbauhohlräumen entstanden sind. Diese werden auch in der Bergschadenkunde als Tagesbrüche „im eigentlichen Sinne“ angesehen.<sup>42</sup> Während Verbruchpingen über querschlägigen oder zwischen den Flözen aufgefahrenen

Stollen recht sicher auf einen Stollenverbruch zurückzuführen sind, stellt sich bei Verbrüchen über im Flöz aufgefahrenen Stollen die Frage, ob die Pingen durch Verbruch des Stollens oder eines darüber befindlichen Abbauhohlraums entstanden sind. In unsicheren Fällen können sie bedenkenlos als Tagesbruch bezeichnet werden, da ein im Flöz aufgefahrner Stollen zugleich einen Abbauhohlraum darstellt.

Die Entstehung eines Tagesbruchs verläuft als sogenannter Hochbruchprozess. Vom Hohlraum beginnend arbeitet sich der Verbruchschlot nach oben fort und wird dabei häufig flaschenhalsförmig schmaler. Sobald der Verbruch die Oberfläche erreicht hat, ist ein Tagesbruch entstanden, der zunächst häufig steile oder überhängende Wände aufweist, im Laufe der Zeit aber meist eine trichterförmige Form annimmt.<sup>43</sup> In anderen Fällen führt der Verbruch nur zu unregelmäßigen Senkungen der Geländeoberfläche.<sup>44</sup>

Tagesbrüche sind auf tages- und oberflächennahen Bergbau beschränkt, während der tiefere Bergbau als setzungsfähig bezeichnet wird und zu Bergsenkungen führt. Verstürze im tiefen Bergbau laufen sich zudem tot, bevor sie die Tagesoberfläche erreichen.<sup>45</sup> Daher sind Tagesbrüche vor allem auf Grubenbaue bis etwa 60 m Teufe beschränkt, wobei die Tagesbruchgefahr mit zunehmender Teufe abnimmt.<sup>46</sup> Je steiler das Einfallen des Flözes, desto eher können auch Hohlräume in größerer Teufe einen Tagesbruch erzeugen. Die Breite des Gefährdungsbereiches an der Tagesoberfläche nimmt hingegen mit zunehmendem Einfallswinkel ab.<sup>47</sup> Tiefe und Durchmesser von Tagesbrüchen werden maßgeblich durch die primäre Hohlraumgeometrie (Höhe und Breite) und die Deckgebirgseigenschaften, insbesondere die Mächtigkeit, bestimmt.<sup>48</sup>

Schachtpingen entstehen durch Versturz eines unverfüllten oder des Nachsacken und Nachbrechen eines nicht standfest verfüllten Schachtes. Als Schächte werden hier zwecks klarer Abgrenzung zu den Pütten nur solche Grubenbaue bezeichnet, die eine Verbindung zwischen Tagesoberfläche und einem untertägigen Grubengebäude des Stollen- oder Tiefbaus herstellen. Im Regelfall werden stillgelegte Schächte mit verfügbarem Material teilweise oder komplett verfüllt, wobei die Verfüllungen früherer Zeiten aus heutiger Sicht nicht die erforderlichen Anforderungen an eine langfristige Standsicherheit erfüllten. Üblich war es, nur den oberen Teil des Schachtes zu verfüllen, indem eine Zwischenbühne eingebaut wurde. Wenn sie versagt, können die Verfüllmassen abgehen.<sup>49</sup> Bei nur locker verfüllten Schächten kann das Verfüllmaterial in die seitlichen Abbaue und Stollen gedrückt werden, sodass Hohlräume entstehen, die ein Nachsacken und Nachbrechen der Füllsäule auslösen. Insbesondere bei Wassersättigung des Lockermaterials kann die Füllsäule schlagartig zur Teufe abgehen. Bei Versagen des Schachtausbaus im nicht stand-sicheren Gebirge kann dies zu trichterförmigen Einbrüchen der Geländeoberfläche im Bereich des Schachtkopfes führen.<sup>50</sup> Zudem muss davon ausgegangen werden, dass viele Schächte unverfüllt blieben, etwa wenn Kleinzechen spontan stillgelegt wurden. So heißt es beispielsweise über die Zechen der adeligen Familie Romberg im 17. Jahrhundert, dass dort anstelle des verbreiteten Raubbaus professioneller langfristig ausgerichteter Abbau betrieben wurde, wozu auch die Verfüllung der Schächte gehörte.<sup>51</sup> Das ist ein indirekter Hinweis darauf, dass dies zu dieser Zeit nicht gang und gäbe war. Auch das Zubruchgehen von Schächten während des laufenden Zechenbetriebs war wohl keine Seltenheit, denn die in der Regel aus Holz gefertigten Schachtausbaue verrotten im Laufe der Zeit und verloren ihre Stützwir-

kung<sup>52</sup>, wodurch das angrenzende Gestein in den Schacht brach und an der Oberfläche einen breiten Einsturztrichter formte. Die durch Schachtverbruch entstandenen Pinggen sind nicht auf den Bereich des Schachtkopfes beschränkt. Bei seigeren Schächten sind die erwartbaren Lageabweichungen, auch aufgrund der zu meist geringen Mächtigkeit der Bodendecke im südlichen Ruhrgebiet, vernachlässigbar. Anders verhält es sich bei tonnlägigen Schächten, wo sich der verbruchgefährdete Einwirkungsbereich viele Meter vom Schachtkopf in Einfallrichtung erstrecken kann.<sup>53</sup> Neben Schachtverbrüchen kann eine Schachtpinge entstehen, wenn der Schacht nicht komplett bis zur Geländeoberfläche aufgefüllt wurde oder sich die Schachtverfüllung langsam setzt. In anderen Fällen entsteht eine Hohlform allein durch eine den Schacht umgebende Halde. Dann kann der tiefste Punkt der Pinge sogar über dem ursprünglichen Geländeniveau liegen. Die genannten Prozesse können sich an einem Schacht überlagern. Im Einzelfall lässt sich kaum klären, welchen Anteil unvollständige Verfüllung, Sackung der Füllsäule, Schachtverbruch, Nachrutschen der Pinggenwände und Aufwerfen von Haldenmaterial an der heutigen Hohlform haben. Die exakte Klärung der Genese einer einzelnen Pinge scheint uns hier weniger relevant als die Identifikation ehemaliger Schachtstandorte. Falls ausreichend Informationen vorliegen, können die Schachtpingen nach der Funktion der Schächte unterschieden werden.

## 5. Einsatz digitaler Geländemodelle und Flözkarten

Die Kombination aus Geländearbeit und Recherche zur Bergbaugeschichte stellt den klassischen Weg zur Erforschung des bergbaubedingten Kleinreliefs eines konkreten Untersuchungsraumes dar. Die Verwendung Digitaler Geländemodelle in Geographischen Informationssystemen (GIS)<sup>54</sup> bietet neue Möglichkeiten für die Reliefanalyse und Pinggenforschung. Ein wesentlicher Vorteil der Fernerkundung liegt in der Möglichkeit, große Gebiete vergleichsweise schnell auf das bergbauliche Kleinrelief zu überprüfen und dabei auch die im Gelände häufig schwer einzusehenden oder erreichbaren Pinggen zu berücksichtigen, sodass sich ein weitgehend vollständiges Bild ergibt. Im GIS lassen sich die Formen dann zeitsparend und ohne großen Aufwand vermessen und kartieren. Die fernerkundliche (Vor-)Kartierung stellt eine hilfreiche Grundlage für gezielte Detailuntersuchungen im Gelände und Recherchen dar. (Abb. 5) Die Datengrundlage der vorliegenden Arbeit bildet das auf der LiDAR<sup>55</sup> Vermessungsmethode basierende Digitale Geländemo-

dell (DGM)<sup>56</sup>, welches Informationen zur Geländehöhe mit einer räumlichen Auflösung von 1 m beinhaltet. Es existieren verschiedene Methoden der Reliefvisualisierung. Weit verbreitet ist die Schummerung: Die Beleuchtung des Geländes mit einer imaginären Lichtquelle erzeugt eine künstliche Schattierung und erweckt dadurch einen plastischen Reliefeindruck. Für eine bestmögliche Sichtbarkeit und Detektion von Pinggen hat sich die „Visualization for archaeological topography“ (VAT)<sup>57</sup> bewährt. Die VAT kombiniert verschiedene Methoden der Reliefvisualisierung zu einem Bild, welches sich besonders gut eignet, um archäologische Strukturen im Kleinrelief sichtbar zu machen.<sup>58</sup> Die Abbildungsgenauigkeit geht hierbei häufig über das vom menschlichen Auge Erfassbare hinaus.

Im GIS lassen sich auf Basis des DGM Höhenprofile entlang beliebiger Strecken erzeugen, um einen genaueren Eindruck von Form und Größe (Durchmesser, Tiefe) der Pinggen zu erhalten. Zur (halb-)automatischen Vermessung wurden die Pinggen zunächst visuell anhand des VAT-Bildes detektiert und im GIS als Polygone kartiert. Die Grundflächen der Pinggenpolygone wurden automatisch im GIS ermittelt. Aus ihnen wurde anschließend ein Äquivalentdurchmesser unter Annahme eines kreisrunden Grundrisses berechnet. Mit dem Ziel, die Pinggentiefe zu bestimmen, wurde ein 1 m breiter *Buffer* um das Pinggenpolygon gelegt. Im GIS ließ sich anschließend die mittlere Geländehöhe der *Buffer*-Fläche sowie die Höhe am tiefsten Punkt der Pinge berechnen. Die Differenz beider Werte ergab die Pinggentiefe.

Ergänzend zum DGM und VAT-Bild bietet das Informationssystem Geologische Karte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes 1:10.000 (im Folgenden als „Flözkarte“ bezeichnet) die Möglichkeit, den Verlauf von Flözen an der Karbonoberfläche, die Verbreitung von Sandsteinbänken und tektonische Strukturen (Sättel, Mulden, Verwerfungen) in die GIS-Karte zu integrieren.<sup>59</sup> Diese räumlichen Informationen sind eine wichtige Hilfe für die genetische Interpretation der Pinggen. Es ist zu beachten, dass der in der Flözkarte dargestellte Verlauf der Flöze um bis zu ca. 20 m von der tatsächlichen Lage abweichen kann<sup>60</sup> und nicht alle Flöze dargestellt werden. Die fehlenden Flöze lassen sich über die geologische Fachliteratur und regionale Richtschnitte ermitteln. (vgl. Abb. 1) Die in den Erläuterungen zu den Geologischen Karten 1:25.000 des Geologischen Dienstes NRW dargestellten Schichtenschnitte enthalten zudem Angaben über die Mächtigkeit der einzelnen Flöze, was zur Bewertung ihrer (früheren) Bauwürdigkeit von großem Wert ist. Die mitunter kleinräumigen Schwankungen der Flözmächtigkeit und Kohlequalität sind hierbei zu bedenken.

Abb. 5: Erkenntniswege zur genetischen Deutung von Pinggen des Steinkohlenbergbaus. Im Idealfall ergänzen sich alle drei Ansätze. Im Zentrum dieses Beitrags stehen die Möglichkeiten der digitalen Analyse. (eigene Darstellung)



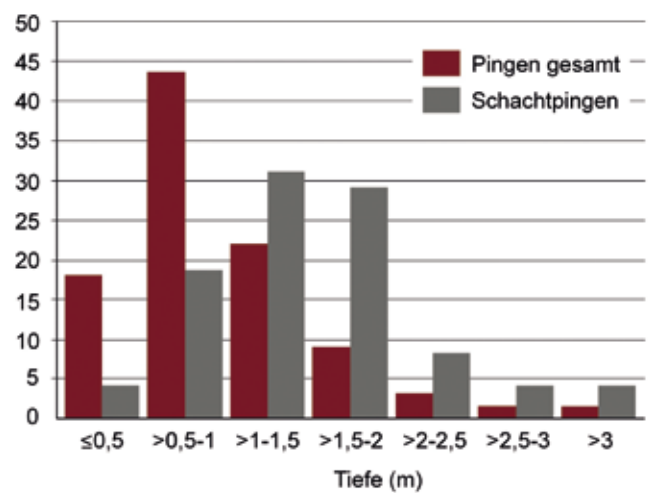
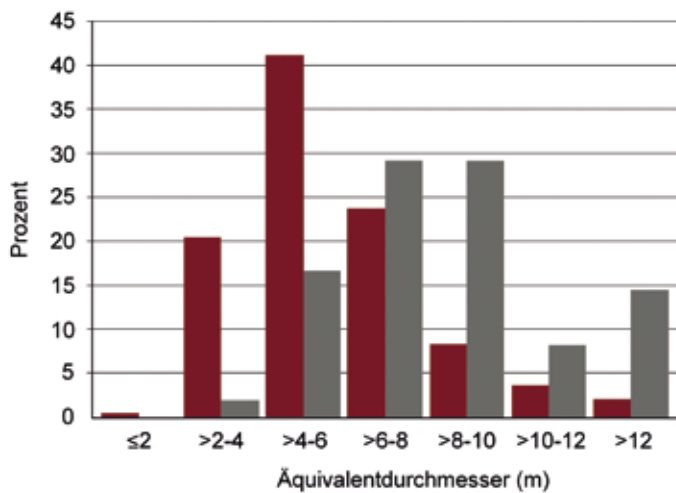


Abb. 6: Äquivalentdurchmesser und Tiefen aller kartierten Pingen (n = 1996) im Vergleich zu belegten Schachtpingen (n = 48). (eigene Darstellung)

## 6, Form, Lage und Vergesellschaftung von Pingen – eine Übersicht

### 6.1 Ursprüngliche Verbreitung und Erhalt von Pingen

Ursprünglich waren im südlichen Ruhrgebiet deutlich größere Flächen von Pingen geprägt als heute. Neben den Waldgebieten fanden sich Kohlenräberlöcher und Schächte auch in den Feldern, wie überlieferte Konflikte zwischen Ackerbau und Kohलगewinnung zeigen.<sup>61</sup> Im Ackerland sind diese Formen ein Hindernis für die Bodenbearbeitung, weshalb sie nach Möglichkeit schnell verfüllt und durch Pflügtätigkeit eingeebnet wurden. Auch die heute noch auftretenden Tagesbrüche im Ackerland werden rasch wieder verfüllt. Weitere Pingen sind im Zuge des Siedlungswachstums verloren gegangen. In den Waldgebieten hat sich das Kleinrelief aus Pingen und Halden in der Regel bis heute erhalten.

### 6.2 Form

Der Grundriss einer Pinge variiert übergangslos von rund über oval bis hin zu linear. Hinzu kommen die zu einer Seite geöffneten Pingen in Form von Nischen und Einbuchtungen im Hang. Unregelmäßig geformte sowie grabenförmige Pingen stellen die Ausnahme dar. Die meisten Pingen sind annähernd rund. Ihre Form reicht von flachen Mulden bis hin zu tiefen Trichtern und Kesseln, die kleinsten sind nur wenige Quadratmeter groß. Die Pinge des Schachtes Amalia der Zeche Glückauf (Sprockhövel-Schee), die zu den größten des Reviers zählt, hat eine Grundrissfläche von 230 m<sup>2</sup> und einen Durchmesser von ca. 17 m.

Die digitale Kartierung und Vermessung von knapp 2.000 Pingen in Waldgebieten des südlichen Ruhrgebiets zeigt die in Abb. 6 dargestellten Tiefen und Durchmesser. Die meisten sind weniger als 1,5 m tief, mit einem deutlichen Maximum der Häufigkeitsverteilung im Bereich von 0,5 bis 1 m, die tiefsten erreichen eine Tiefe von etwa 5 m. In Bezug auf den Äquivalentdurchmesser dominieren Pingen zwischen 2 und 8 m. 41 % besitzen einen Durchmesser von 4 bis 6 m. (Abb. 6)

Ein Großteil der Pingen wird von kleinen, aber vielgestaltigen Halden begleitet<sup>62</sup>. Sie bestehen in variabler Zusammensetzung aus Abraum und Aushub von Boden, Bergematerial und Feinkohle, die unmittelbar neben der Pinge aufgeschüttet wurden. Die Halden tragen maßgeblich zur Form der Pinge bei; häufig sind es erst die zugehörigen Halden, welche die Pingen akzentuieren und deutlich hervortreten lassen.

### 6.3 Vergesellschaftung

In Bezug auf die relative Lage der Pingen zueinander lassen sich Einzelpingen, kleine Pingengruppen, Pingenzüge und Pingenfelder unterscheiden. Zwischen diesen Grundtypen der Vergesellschaftung bestehen fließende Übergänge und sie durchdringen sich innerhalb eines Gebietes, sodass häufig ein nur schwer strukturierbares Gesamtbild resultiert. Charakteristisch für das südliche Ruhrgebiet sind dennoch die Pingenzüge, bei denen die Pingen entlang eines ausstreichenden Flözes wie eine Perlenkette aneinandergereiht sind. Häufig verlaufen mehrere dieser Pingenzüge parallel zueinander. Sie lassen sich mithilfe der FlözkarTE in der Regel eindeutig einem Flöz zuordnen. Pingenfelder sind durch eine weitgehend chaotische Ansammlung zahlreicher, eng benachbarter Pingen gekennzeichnet. Sie finden sich, wie weiter unten ausführlicher erläutert wird, häufig im Bereich geologischer Mulden und Sättel. Einzelpingen treten zumeist nicht allein, jedoch in größerem Abstand (mehrere Zehnermeter) zu anderen Pingen auf, häufig in der Nähe zu Pingenfeldern und -zügen, von deren Verbreitungsmustern sie jedoch abweichen.

## 7. Identifikation der Pingengenese anhand von Form- und Lagecharakteristika

### 7.1 Existenz von Halden

Im ersten Schritt der Pingenanalyse sollte das Vorhandensein von Halden geprüft werden, wobei hierunter auch kleinste Materialanhäufungen von Abraum, Bergematerial oder unbrauchbarer Kohle zu verstehen sind. Im GIS lassen sich DGM-basierte



Höhenprofile über die Pingen und ihre nähere Umgebung legen; sie machen die Halden erkennbar. In kritischen Fällen sollten mehrere Schnitte in unterschiedlicher Orientierung (hangabwärts und hangparallel) betrachtet werden. Zudem hat es sich als hilfreich erwiesen, zum Vergleich auch Höhenprofile neben den Pingen zu betrachten, welche das potenziell unveränderte Hangrelief widerspiegeln. Häufig lässt sich durch die digitale Vermessung des Reliefs jedoch nicht eindeutig klären, ob eine kleine Halde existiert. In diesen Fällen empfiehlt es sich, die Pingen im Gelände aufzusuchen und ihre Randbereiche nach (kohlehaltigem) Abraum oder Bergematerial abzusuchen.

Können auf diesem Wege Halden am Pingenrand sicher identifiziert werden, sind Tagesbrüche auszuschließen, es sei denn, es ergeben sich Anhaltspunkte, dass nach vorangegangener Kohlengräberei ein Tagesbruch erfolgte. Im Umkehrschluss bedeutet dies jedoch nicht, dass es sich sicher um einen Tagesbruch handelt, wenn keine Halde zu erkennen ist. Bei Kohlengräberlöchern war der anfallende Abraum gering, da nur der zumeist geringmächtige Boden über dem Flöz abgetragen werden musste. Dieser wurde dann eventuell wieder zurück in das Loch gekippt, wenn der Abbau an dieser Stelle beendet wurde. Im Fall sehr engständiger Kohlengräberlöcher in einem Pingenfeld ist es kaum möglich zu entscheiden, ob die Geländeoberfläche zwischen den Pingen künstlich erhöht wurde, da sich kaum noch Anhaltspunkte für die ursprüngliche Geländeoberfläche finden lassen. An sehr steil geneigten Hängen kann das Haldenmaterial zudem flächig über den Hang verteilt sein, sodass eine Akkumulationsform nur schwer erkennbar ist oder ganz fehlt. Auch zum Verfüllen von Schächten wurde sicherlich das vor Ort vorhandene Haldenmaterial genutzt, wodurch die Halden eventuell bis zur Unkenntlichkeit abgetragen wurden. Bei größeren Schachtverbrüchen ist denkbar, dass die den Schacht umgebende Ringhalde gänzlich in den Versturstrichter niedergegangen ist. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass an den Schächten unter bestimmten Umständen sehr wenig Bergematerial anfiel. So können Halden fehlen, wenn ein Schacht nicht der Förderung diente und tonnläbig im Flöz abgeteuft wurde, sodass selbst beim Abteufen kaum Berge, sondern überwiegend Kohle anfiel. Haldenmaterial fehlt auch, wenn die Schächte von unten her als Ta-

gesüherhauen angelegt wurden und danach kein Bergematerial gefördert wurde.

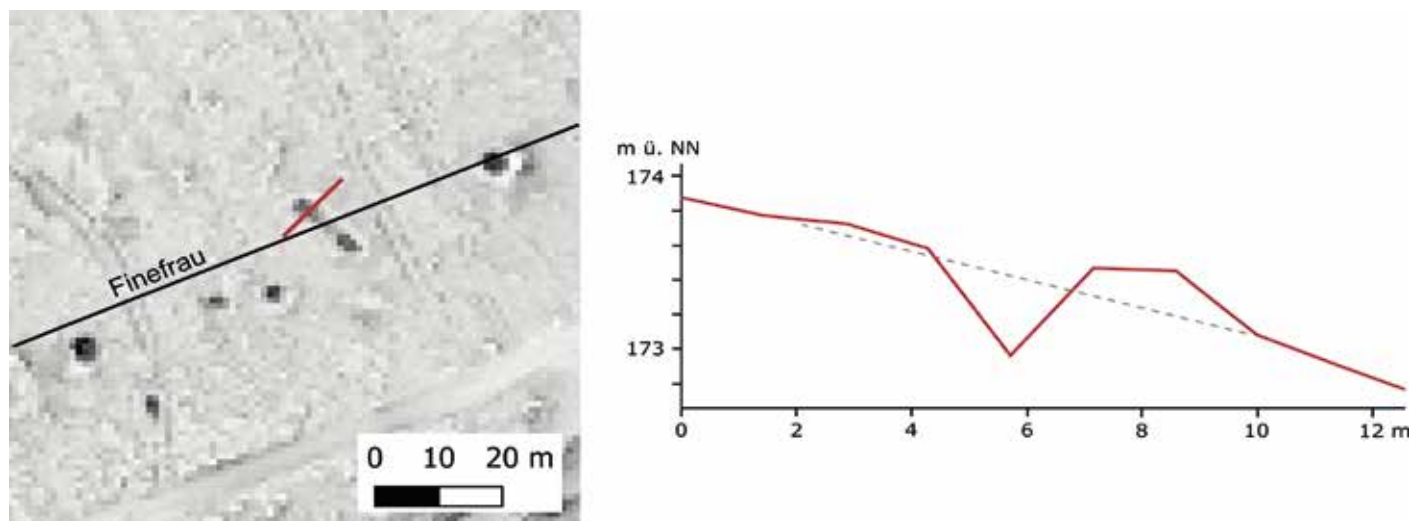
## 7.2 Suchpingen

Hinweisen auf die Lage von Flözen im Untergrund, wie beispielsweise kohlehaltiger Auswurf vor Tierbauten, ist man vermutlich mit vereinzelt Gruben nachgegangen. Da die charakteristische Streichrichtung der Flöze sicher früh bekannt war, wird man für ein strategisches und möglichst effektives Aufspüren der Flöze engständige Gruben oder einen durchgehenden Graben quer zum Streichen angelegt haben. Aufgrund ihrer Orientierung können sie von den streichend verlaufenden Kohlengräberlöchern und -gräben unterschieden werden. Finden sich in der Nähe zu anderen Bergbauspuren schmale Gräben von geringer Tiefe, die quer zum Streichen verlaufen und nicht als Erosionsform, Entwässerungsgraben oder Verbruch über einem querschlägigen Stollen anzusprechen sind, scheint die Annahme einer Suchpinge berechtigt. (Abb. 7)

In Essen-Heisingen konnte in einer Baugrube ein verfüllter Suchgraben archäologisch untersucht werden. Der Graben verlief quer zum Streichen und hatte an seiner Sohle eine Breite von etwa 0,4 bis 0,5 m. An den Grabenrändern waren deutliche Spateneinstiche zu erkennen. Der Graben hatte das Flöz Angelika angeschnitten, ein nachfolgender Abbau fand dort jedoch nicht statt, möglicherweise aufgrund zu starker Zermürbung der Kohle durch die Verwitterung.<sup>63</sup>

Da Suchpingen wahrscheinlich in die Anfänge des Bergbaus datieren, ist anzunehmen, dass sie und der zugehörige Aushub durch natürliche Prozesse oder Menschenhand wieder teilweise verfüllt bzw. abgetragen wurden. Generell wird man vorsichtig sein müssen, kleine Gruben abseits der Flözausstriche pauschal als erfolglose Suchpingen zu deuten. Wo hingegen kleine, rundliche Suchpingen erfolgreich ein Flöz aufspürten, wird man sie kaum von Kohlengräberlöchern unterscheiden können. Hier empfiehlt es sich, bei sehr kleinen Pingen im Gelände die Zusammensetzung des Abraums in der Umgebung der Pinge zu untersuchen. Besteht dieser im Wesentlichen aus Bodenmaterial und findet sich keine Steinkohle, kann eine erfolglose Suche vermutet werden.

Abb. 7: Potenzielle Suchpinge als kurzer Graben quer zur Streichrichtung in Witten-Vormholz. Die benachbarten Pingen deuten auf das erfolgreiche Auffinden des Flözes Finefrau hin. (eigene Darstellung; DGM-Datengrundlage: Geobasis NRW 2019; Flöze nach Geologischer Dienst NRW 2020)



### 7.3 Mundloch- und Stollenpingen

Mundlochpingen sind selten und zudem schwer eindeutig als solche zu identifizieren, wenn die ehemalige Existenz eines Mundlochs nicht anderweitig belegt ist. Sie kommen vor allem an Unterhängen und den tief gelegenen Enden von Pingenzügen in Betracht. Sie treten hier als kerb- oder halbkreisförmige Einbuchtungen in Erscheinung. Im digitalen Geländemodell lassen sich erstere kaum von natürlichen Erosionskerben unterscheiden. Sofern sie im Streichen liegen, können sie mit kurzen Kohlengräben oder nischenförmigen Kohlengräberlöchern verwechselt werden. Im Idealfall kann eine vorgelagerte größere Halde den Hinweis auf ein ehemaliges Stollenmundloch geben. Wenn der Stollen in einem mächtigeren Flöz aufgefahren wurde und keine Stollenförderung erfolgte, sind jedoch vor dem Mundloch keine größeren Halden zu erwarten.

Glücklicherweise ist die Lage ehemaliger Stollenmundlöcher weitgehend bekannt. Sucht man an solchen Stellen nach entsprechenden Mundlochpingen, wird man häufig feststellen, dass keine Hohlformen erhalten sind oder gar niemals existierten. Es war wohl in vielen Fällen nicht nötig, einen Mundlochzugang zu gra-

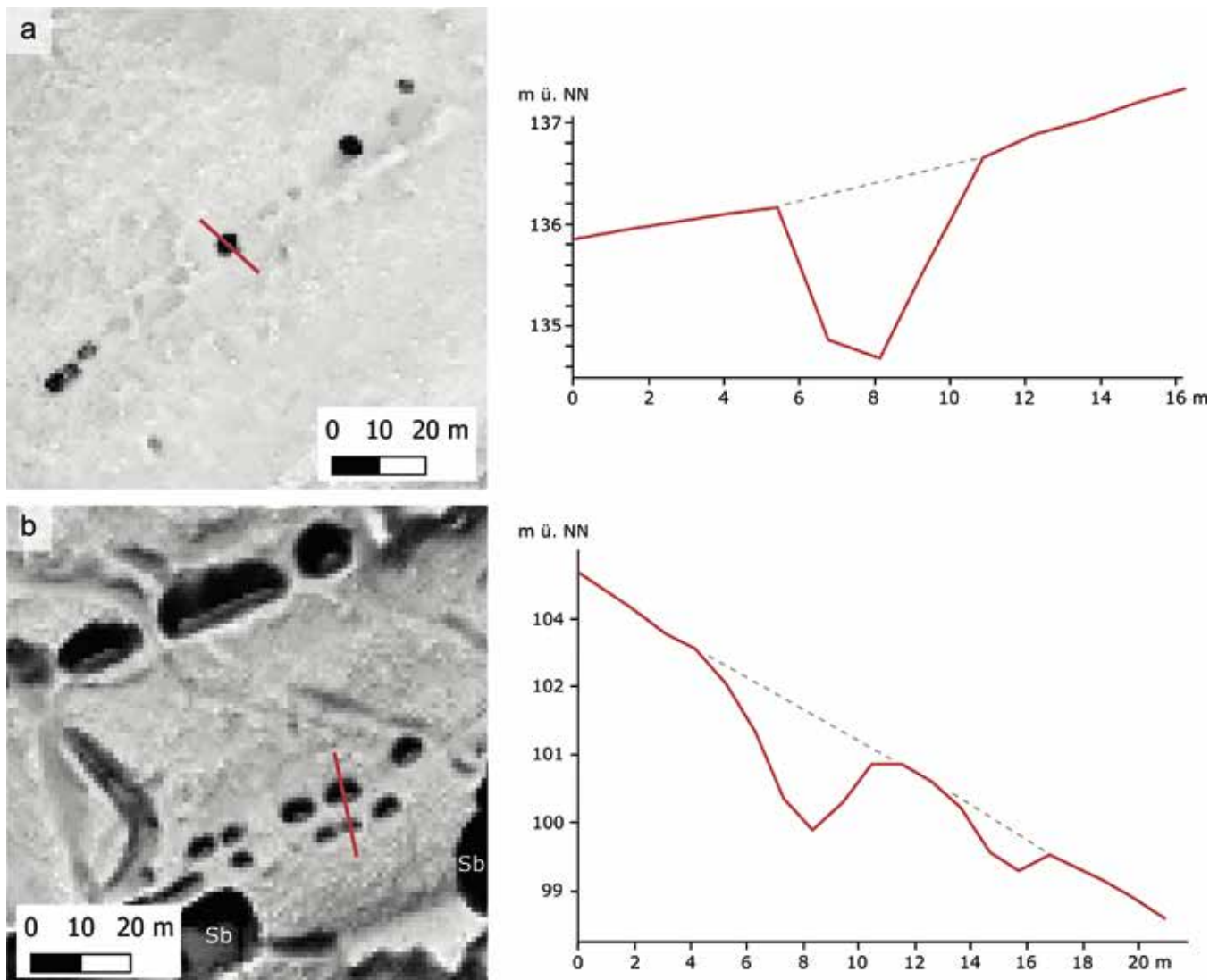
ben, zum Beispiel an sehr steilen Hängen mit unmittelbar anstehendem Festgestein. Zudem sind viele Mundlöcher nicht verbrochen, oder die Hohlformen wurden später verschüttet.

Stollenpingen treten als lineare Senkungen oder Einbrüche der Geländeoberfläche sowie als geschlossene Verbruchpingen auf. In der Regel liegen sie in geringer Entfernung zum Mundloch oder schließen sich direkt an dieses an. Eindeutig ist die Entstehung durch Stollenverbruch bei querschlägigem Verlauf.

### 7.4 Tagesbrüche

Ein charakteristisches Merkmal der Tagesbrüche ist das Fehlen von Halden. Weiteres Indiz ist das Auftreten mehrerer haldenfreier Pingen in einem streichenden Pingenzug. Häufig haben die Pingen einen in Streichrichtung orientierten ovalen bis länglichen Grundriss. (Abb. 8) Junge Tagesbrüche geben sich durch steile Pingenwände zu erkennen. Die steil abfallenden Pingenränder sind häufig von Moosen bewachsen, da sich dort kein Falllaub halten kann. (Abb. 9) Die Größe der Tagesbrüche variiert stark. Die kleinsten haben kaum mehr als einen Meter Durch-

Abb. 8: Tagesbrüche im VAT-Bild und Höhenprofil. Charakteristisch ist das Fehlen von Halden. (a) Bochum, westlich der Ruhr-Universität, (b) Essen, unteres Deilbachtal, drei Pingenzüge aus Tagesbrüchen, zwei Steinbrüche (Sb) sind am unteren und rechten Bildrand angeschnitten. (eigene Darstellung; DGM-Datengrundlage: Geobasis NRW 2019)



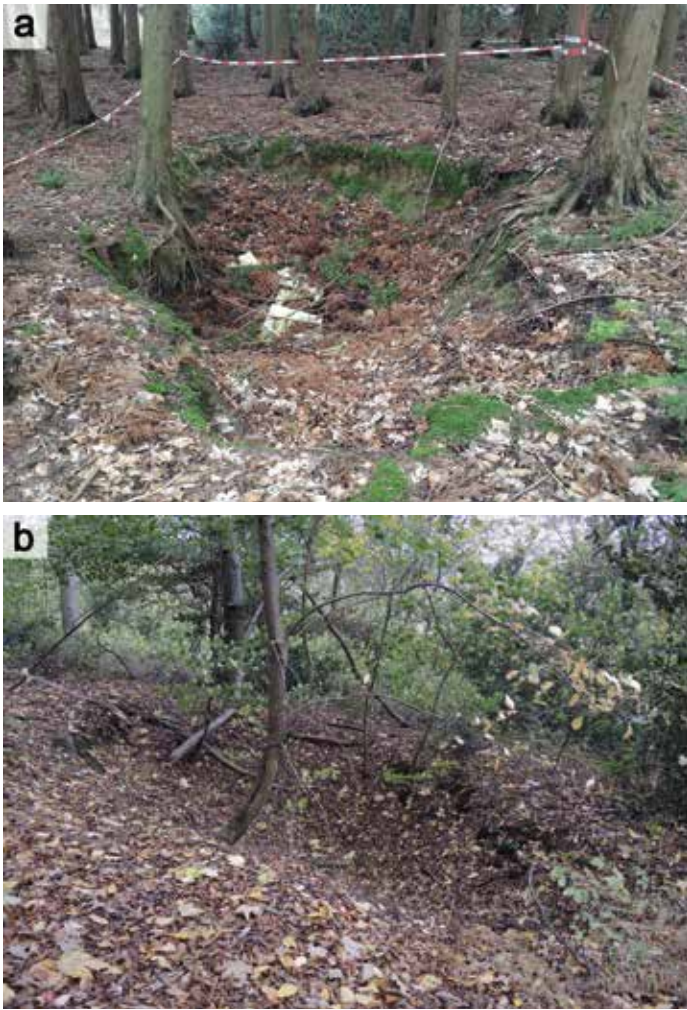


Abb. 9: Tagesbrüche. (a) Bochum, Waldgebiet westlich der Ruhr-Universität Bochum, (b) Essen, unteres Deilbachtal. (eigene Aufnahmen)

messer und wenige Dezimeter Tiefe, große Tagesbrüche sind über 10 m breit und mehrere Meter tief. Um 1900 existierten nahe des heutigen Autobahndreiecks Bochum-West zwei Reihen von Tagesbrüchen mit Durchmessern von bis zu über 40 m, die durch den Abbau steil gelagerter Flöze entstanden (<https://ruhrzechnaus.de/themen/bergschaeden.html>). Derart große, als Pingen erhaltene Tagesbrüche gibt es heute nicht mehr. Der mittlere Tagesbruch der nördlichen Pingenreihe in Abb. 8b misst 26 m x 10 m und gehört damit zu den größten seiner Art im Ruhrgebiet. Aufgrund der in Abschnitt 7.1 genannten Gründe ist das Fehlen einer Halde kein sicheres Indiz für einen Tagesbruch im eigentlichen Sinn. Wenn sehr steile Pingenwände und fehlende Anzeichen der Kohlengräberei in der näheren Umgebung auf einen Verbruch hindeuten, ein Schachtverbruch jedoch nicht auszuschließen ist, bietet sich der Begriff Verbruchpinge an. Diese Unsicherheiten treten vor allem bei Einzelpingen auf. Bei eng benachbarten Verbruchpingen und ovalem Grundriss wie in Abb. 8b kann von Tagesbrüchen ausgegangen werden.

### 7.5 Schachtpingen

Wenn Tagesbrüche aufgrund von Halden auszuschließen sind, kommen zahlenmäßig vor allem Kohlengräberpingen und

Schachtpingen in Betracht. Wenn die Halden deutlich größer sind als der bei Kohlengräberei anzunehmende Abraum, wird es sich um eine Schachtpinge handeln. Insbesondere bei Förderschächten können die zugehörigen Halden recht große Ausmaße erreichen, da hier über längere Zeit Bergematerial und unbrauchbare Feinkohle abgelagert wurden. Typisch sind ringförmige Halden in ebenem Gelände, hangabwärts anschließende Halden an Hängen und die größeren Kegelstumpfhalden mit in die Plattform eingesenkter Pinge.<sup>64</sup> (Abb. 10/11) Ein recht sicheres Indiz für Schachtpingen sind zudem bauliche Reste der Förderanlagen an der Pinge sowie größere Hangvereinungen neben der Pinge, die als Standort für Förderanlagen und Gebäude dienten.

Nur bei standfestem Schachtausbau im Bereich des Schachtkopfes entspricht der Durchmesser von durch Verbruch entstandenen Schachtpingen in etwa dem Schachtquerschnitt.<sup>65</sup> In der Regel sind diese Schachtpingen deutlich größer als der Schachtquerschnitt, wobei der Pingendurchmesser tendenziell mit zunehmendem Schachtquerschnitt, zunehmender Schachttiefe und Teufenlage des standsicheren Gebirges ansteigt.<sup>66</sup>

Um charakteristische Maße von Schachtpingen zu erhalten, wurden 48 bekannte Schachtpingen<sup>67</sup> nach der in Abschnitt 5 beschriebenen Methode vermessen. Im Vergleich zu allen kartierten Pingen sind Schachtpingen tendenziell größer und tiefer. (vgl. Abb. 6) Berücksichtigt man, dass unter allen kartierten Pingen zahlreiche Schachtpingen enthalten sind, ist der Unterschied zwischen Schachtpingen und Pingen anderer Genese sicherlich noch ausgeprägter. Einschränkend ist jedoch zu bedenken, dass es sich bei den ausgewerteten Schachtpingen überwiegend um größere, bedeutende Förderschächte handelt. Gerade die vielen kleinen namenlosen Tagesüberhauen zur Fahr- und Wetterführung dürften nur kleinere Pingen hinterlassen haben. Die Deutung als Schachtpinge allein anhand der Größe ist nur bei außergewöhnlich großen und tiefen Pingen zulässig, sofern eine Halde die Deutung als Tagesbruch ausschließt. Eindeutig ist die Ansprache als Schachtpinge, wenn Pingen mit Halden nicht im Ausstreichen eines Flözes liegen. Dann handelt es sich um geknickte oder seigere Schächte oder um Schächte eines querschlägigen Stollens (häufig Erbstollen). Da gerade in der frühen Phase des Bergbaus die Schächte zumeist tonnläufig angelegt wurden, liegen viele Schachtpingen jedoch im Ausstreichen des Flözes.

Bei genauerer Betrachtung von Pingenzügen lässt sich oftmals feststellen, dass einzelne Pingen dem Ausstreichen in Fallrichtung etwas vorgelagert sind. (Abb. 12) Sie weisen größere Abstände zueinander auf und sind tendenziell größer als die Pingen über dem Flözausstrich. Die vorgelagerten Pingen gehen dann auf geknickte (oder seigere) Schächte zurück. Ihre Anlage war notwendig, wenn das Gebirge im Bereich des ausstreichenden Flözes durch vorangegangenen Bergbau stark verritzt und damit zu instabil für die Anlage eines Schachtes war.<sup>68</sup>

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist der Pingenabstand, der insbesondere helfen kann, Schachtpingen von Kohlengräberlöchern zu unterscheiden. Eine der ältesten Quellen, die uns indirekt Hinweise auf die damaligen Schachtabstände liefert, ist die Nennung eines Stollens auf der „Fredtholter Bank“ in Wetter-Grundschöttel, der um 1660 eine Länge von 1.124 Fuß erreichte und mit 23 „Pützen“ zur Bewetterung und Förderung ausgestattet war, woraus sich ein mittlerer Schachtabstand von 15 m ergibt. Dusterloh gibt typische Abstände für Lichtlöcher zur Bewetterung mit 30 bis 50 m an.<sup>69</sup> Pfläging nennt als „normalen“ Schachtabstand des Stollenbergbaus 100 m; wenn man bei langen und tiefen Erbstollen Kosten sparen wollte auch bis zu 600 m.<sup>70</sup> Für die

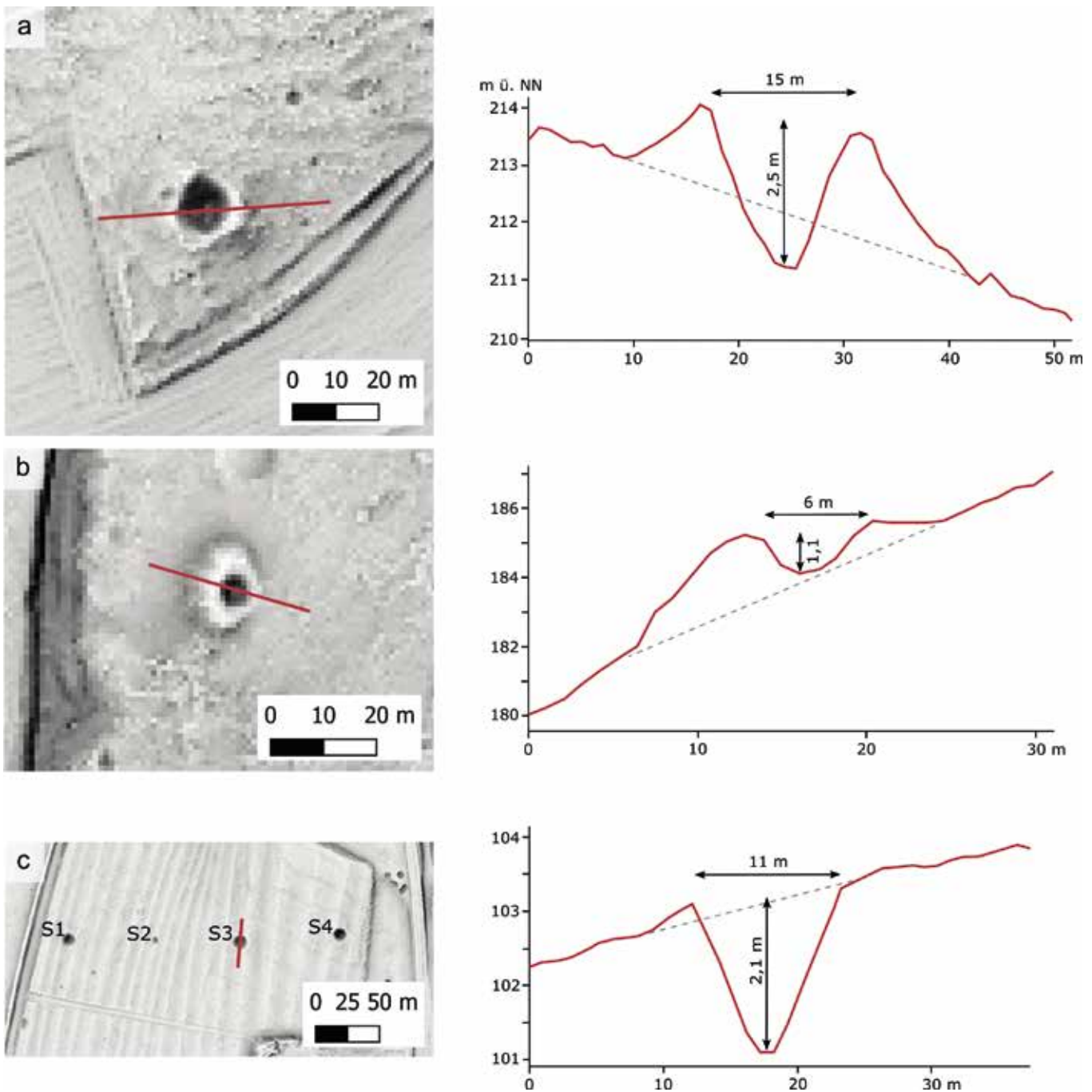


Abb. 10: Schachtpingen. (a) Pinge mit Ringhalde von Schacht Steinhaus (Wetter-Schlebusch); (b) Pinge eines Lichtlochs des Tiefen Stock und Scherenberger Erbstollens im Pleßbachtal mit großer, vor allem talwärts aufgeschütteter Halde (Sprockhövel, westl. Hagelsiepen); (c) Pingenzug aus vier (wahrscheinlichen) Schachtpingen im Osten des Rombergparks (Dortmund-Brünninghausen). Im Geländeprofil ist nur eine kleine Halde zu erkennen. Auf Schachtpingen deuten der gleichmäßige Abstand von ca. 70 m sowie der kreisrunde Grundriss hin. (eigene Darstellung; DGM-Datengrundlage: Geobasis NRW 2019)

Zeit um 1800 nennt Wüstenfeld<sup>71</sup> Abstände der Göpelschächte von 50 bis 200 m, und Serlo<sup>72</sup> gibt die Entfernung zwischen Lichtlöchern mit 100 bis 200 m an.

Aus der Hochphase des Stollenbergbaus liegt uns mit den von 1787 bis 1797 angelegten Niemeyerschen Karten eine solide Grundlage zur Ermittlung der damaligen Schachtabstände vor. Für ein größeres Gebiet bei Haßlinghausen wurde ein Ausschnitt der Niemeyerschen Karte<sup>73</sup> im GIS georeferenziert, um die Abstände zwischen den in der Karte eingezeichneten Schächten auszumessen (insg. 93 Schachtabstände). Das ausgewählte Gebiet zeichnet sich durch zahlreiche Stollenzechen mit zum Teil

sehr engständigen Schächten aus. Die Auswertung ergab, dass neben den großen Abständen von über 100 m (28 %) Schachtabstände von 30 bis 70 m (51 %) dominierten (Abb. 13). In über 90 % betragen sie mehr als 30 m. In nur drei Fällen lag der Abstand unter 20 m, wobei der geringste Abstand ca. 16 m betrug.

Aus den vorliegenden Informationen und Daten lässt sich ableiten, dass in der frühen Phase des Stollenbergbaus die Schachtabstände geringer waren als später. Mit zunehmender Tiefe des Abbaus vergrößerten sich Aufwand und Kosten für das Abteufen, sodass die Abstände wuchsen. Aus diesen Gründen wurden auch Erbstollen-Lichtlöcher häufig in den Tälern oder am Unter-



Abb. 11: Schachtpingen. (a) Schachtpinge im ebenen Gelände mit Ringhalde,  $\varnothing$  7 m (Essen, nahe Charlottenhof); (b) Schachtpinge am Hang mit von Kohle schwarz gefärbter Talringhalde,  $\varnothing$  8 m (Essen, Schellenberger Wald); (c) Schachtpinge mit Talringhalde,  $\varnothing$  13 m (Essen, Schellenberger Wald). (eigene Aufnahmen)

hang angelegt, um die Teufe so gering wie möglich zu halten. Allerdings waren noch um 1900 im südlichen Ruhrgebiet viele kleine Tagesüberhauen mit Querschnitten unter  $1,5 \text{ m}^2$  zur Befahrung und Bewetterung in häufig wechselnder Anzahl vorhanden.<sup>74</sup>

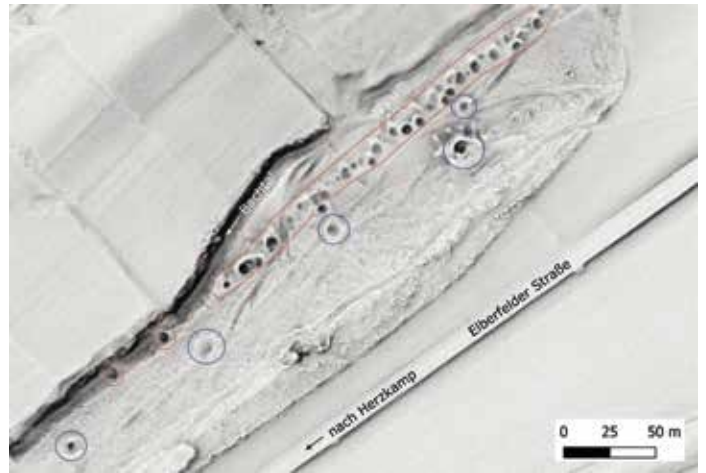


Abb. 12: Pingenzug in Flöz Hauptflöz (rot) auf dem Nordflügel der Haßlinghauser Mulde, das Flöz fällt nach Südosten ein. Bei den in Fallrichtung vorgelagerten Pingen (blau) muss es sich um Schachtpingen geknickter (oder seigerer) Schächte handeln. (eigene Darstellung; DGM-Datengrundlage: Geobasis NRW 2019)

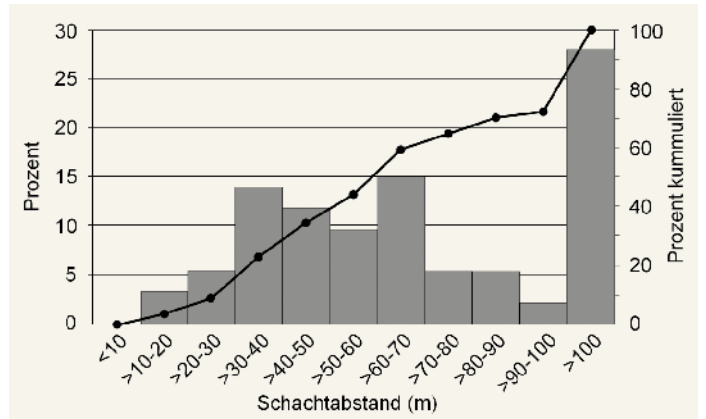


Abb. 13: Schachtabstände im Raum Haßlinghausen nach der Niemeyer'schen Karte vom Ende des 18. Jahrhunderts. (eigene Darstellung)

Trotz der generellen Tendenz zu größeren Abständen zwischen den Schächten können auch nah beieinander gelegene Schachtpingen auftreten. Im westfälischen Steinkohlenbergbau wurden nicht selten gepaarte Schächte abgeteuft, „um weniger Fläche frei zu machen“. Der Abstand zwischen den beiden Schächten betrug nur 12 bis 16 m.<sup>75</sup> Zudem brachen die mit hölzernem Ausbau versehen Schächte bisweilen zusammen. Anstatt der aufwändigen Aufwältigung wurde häufig ein neuer Schacht angelegt.<sup>76</sup> Es ist anzunehmen, dass manche der neuen Schächte im Sicherheitspfeiler um den alten Schacht abgeteuft wurden, wo das Gebirge nicht verritz war, was nah beieinander gelegene Schachtpingen erklären könnte. Auch ein Schachtverbruch, der einen Versturz neben dem Schachtkopf erzeugt, kann zusammen mit einer Pinge im Bereich des Schachtkopfes zwei eng benachbarte Pingen erzeugen. Insgesamt betrachtet stellen sehr eng beieinanderliegende Schachtpingen jedoch die Ausnahme dar. Zusammenfassend vermuten wir, dass Pingenabstände von unter 15 m darauf hindeuten, dass es sich nicht (ausschließlich) um Schachtpingen handelt. Dies gilt insbesondere dann, wenn in einem Pingenzug zahlreiche Pingen mit diesen geringen Abständen aufgereiht sind. In solchen Fällen wird es sich wohl nur bei den größten Pingen um Schachtpingen handeln. Bei zwei eng benachbarten Pingen können Schachtpingen jedoch nicht

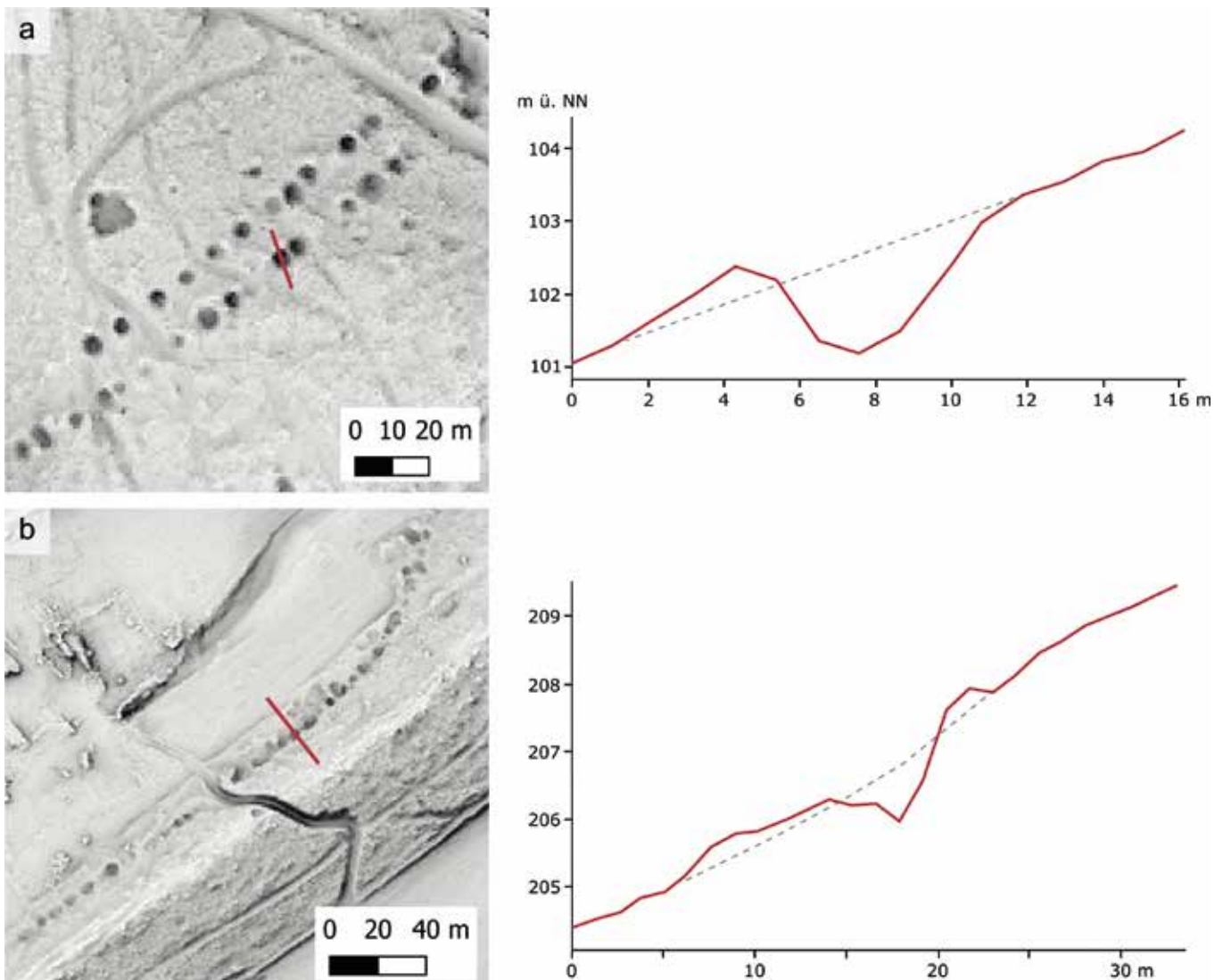


Abb. 14: Kohlengräberpingen. (a) Pingenzüge entlang von Flöz Wasserbank und Dreckbank, vermutlich überwiegend Püttenbau (Essen, Oefter Tal); (b) Pingenzug in Flöz Mausegatt, vermutlich überwiegend Tagebau (Sprockhövel, Auf dem Bruch). (eigene Darstellung; DGM-Datengrundlage: Geobasis NRW 2019)

ausgeschlossen werden. Wo sich hingegen in einem Pingenzug mehrere Pingin mit Abständen von deutlich über 20 m aneinanderreihen und die zuvor genannten typischen Größen und Tiefen auftreten, kann davon ausgegangen werden, dass es sich zumindest mehrheitlich um Schachtpingen handelt. (vgl. Abb. 10c)

## 7.6 Kohlengräberpingen

Kohlengräberpingen liegen im Ausstreichen der Flöze oder dort, wo ein Flöz auf größerer Fläche oberflächennah ansteht. Pingenzüge aus Kohlengräberlöchern können den Verlauf der Flöze in der Regel genauer anzeigen, als es die Flözkarten vermögen.

Kohlengräberlöcher, zu denen hier neben den kleinen Tagebauen auch die verfallenen Pütten zählen, dürften nur von kleinen Halden aus der abgetragenen, meist geringmächtigen Bodendecke und der oberflächennah verwitterten Kohle begleitet werden. Diesen Abraum wird man wohl auch dazu verwendet haben, Pütten wieder zu verfüllen, sodass Halden auch fehlen können (vgl. Abschnitt 7.1). Dort, wo zahlreiche Pingin mit einer kleinen Abraumhalde im Abstand von wenigen Metern im Ausstreichen

eines Flözes nebeneinander liegen, dürfte es sich um solche Kohlengräberlöcher handeln. (Abb. 14) Häufig liegen die Pingin so dicht beieinander, dass sich ihre Ränder berühren oder der Eindruck eines unregelmäßigen Grabens mit kleinräumig variierender Tiefe entsteht. In Pingenzügen, bei denen der enge Abstand eindeutig auf Kohlengräberei verweist, sind die runden Pingin zumeist weniger als 6 m breit und häufig weniger als 1 m tief. Gebogene Pingenzüge (erkennbar im Nordosten der Abb. 14b) lassen darauf schließen, dass die Kohlengräberei dem umlaufenden Streichen des Flözes im Bereich geneigter Sattel- oder Muldenachsen folgte.

Wo ein Flöz in einer kleinen Grube im Tagebau abgebaut wurde, ist es einleuchtend, dass in unmittelbarer Entfernung direkt die nächste Grube angelegt wurde. Hierin unterscheiden sich die Kohlengräberlöcher deutlich von den Schachtpingen. Näherungsweise kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei Pingin, die relativ klein sind und Abstände von unter 15 m aufweisen (gemessen zwischen den Pinginmittelpunkten), um Kohlengräberlöcher handelt; allerdings ist nicht auszuschließen, dass unter diesen eng gescharten Pingin auch vereinzelt – und dann meist aufgrund ihrer Größe herausstechende – Schachtpingen



Abb. 15: Kohlengräberlöcher, vermutlich des Püttenbaus (Essen-Kettwig, nahe des Charlottenhofes, siehe PZ1 in Abb. 19). (eigene Aufnahme)



Abb. 16: Kohlengräben. (a) In Flöz Mausegatt (Essen, Rodberg); (b) in Flöz Sonnenschein (Essen, Schellenberger Wald). (eigene Aufnahmen)

oder Tagesbrüche auftreten. Der Pingenabstand kann auch helfen, zwischen Kohlengräberlöchern des Tage- und Püttenbaus zu unterscheiden. Wenn die Pingen derart eng beieinander liegen,



Abb. 17: Pingenfelder der Kohlengräberei. (a) Bei Wetter-Sandberg (siehe Abb. 18); (b) bei Essen-Kettwig am Charlottenhof (siehe PF1 in Abb. 19). (eigene Aufnahmen)

dass sich ihre Ränder berühren, deutet dies auf einen Tagebau hin. Liegen einige Meter zwischen den Pingen, kommen auch solche des Püttenbaus in Betracht. (Abb. 14a) Pingen des Tagebaus sind tendenziell größer im Durchmesser und unregelmäßiger geformt als die runden Pingen des Püttenbaus. (Abb. 15) Eindeutig auf Tagebau verweisen die linearen Kohlengräben (Abb. 16), wobei lange, durchgehende Kohlegräben eher die Ausnahme darstellen.

Ein weiteres recht sicheres Indiz für Pingen der Kohlengräberei ist das Auftreten in Pingenfeldern. (Abb. 17) Sie sind im Achsenbereich geologischer Mulden und Sättel zu finden, wenn dort die Flöze in fast waagerechter Lagerung auf großer Fläche nah an die Geländeoberfläche treten. (Abb. 18) Diese Verhältnisse waren optimal für die Kohlengräberei geeignet. Im Fall von geologischen Mulden war diese Situation zum Anlegen von Schächten und Stollen hingegen völlig ungeeignet, da sich das Flöz nicht in die Tiefe fortsetzt. Allenfalls können Schächte hier auf tiefergelegene Flöze abgeteuft worden sein. Anders verhält es sich im Fall von Sätteln. Hier ist am äußeren Rand des Pingenfeldes mit tonnlägigen Schächten zu rechnen. Innerhalb solcher Pingenfelder liegen die Pingen häufig nur wenige Meter voneinander entfernt, sodass sich kaum noch entscheiden lässt, wo die eine Pinge en-

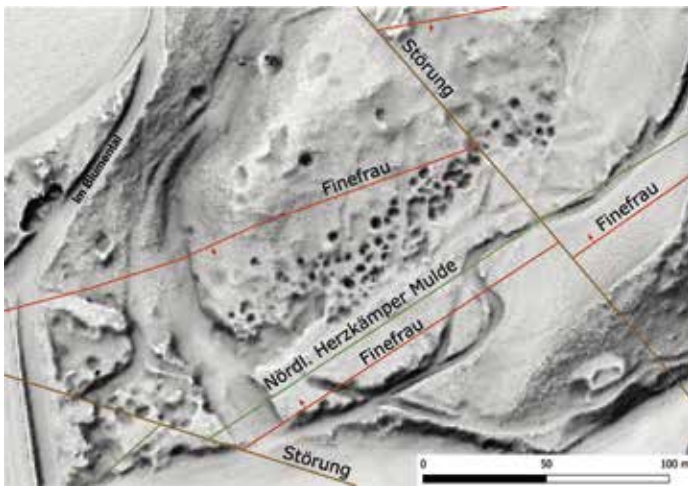


Abb. 18: Pingenfeld der Kohlengrube bei Wetter-Sandberg nördlich des Stollenbachs, vermutlich Tagebau der Zeche Lilie. Abgebaut wurde Flöz Finefrau in der Nördlichen Herzkämper Mulde (eigene Darstellung; DGM-Datengrundlage: Geobasis NRW 2019; Geologie nach Geologischer Dienst NRW 2020).

det und die andere beginnt oder inwiefern die höher gelegenen Bereiche die ursprüngliche Geländeoberfläche oder kleine Aufhaldungen repräsentieren.

Da auch in der Zeit des Stollenbergbaus oder in Notzeiten des 20. Jahrhunderts primitive Kohlengrube betrieben wurde, lassen sich die Kohlengrubepingen nicht ohne Weiteres datieren (vgl. Abschnitt 3).

### 7.7 Unterscheidung von Pingen an Pütten und Schächten

Problematisch ist die Abgrenzung von Pingen, die auf tiefe Kohlengrubelöcher (Pütten) und kleine tonnlägige Schächte zurückgehen, insbesondere dann, wenn sie nebeneinander im selben Pingenzug auftreten. Pütten und Schächte dürften ursprünglich eine ähnliche Tiefe und einen ähnlichen Durchmesser gehabt haben, woraus sich dieselben Pingenformen ergeben. Ein möglicher Ansatzpunkt zur Unterscheidung ist die Betrachtung des Haldenvolumens. Schachtpingen dürften in vielen Fällen deutlich größere Halden besessen haben als Pütten, da hier nicht nur das beim Abteufen unvermeidliche Bergematerial, sondern auch die beim Abbau und Streckenvortrieb anfallenden Berge zutage gefördert wurden. Das beim Püttenbau an die Oberfläche verbrachte Bergematerial lässt sich näherungsweise mit folgendem Rechenpiel abschätzen. Geht man von einem runden Pütt aus, der 10 m tief in einem 1,5 m mächtigen Flöz abgeteufte wurde und einen Durchmesser von 1,5 m besaß, ergibt sich ein Hohlraumvolumen von gut 18 m<sup>3</sup>. Bei einem Kohle-Berge-Verhältnis von 2:1 wären ca. 6 m<sup>3</sup> Bergematerial zu erwarten. Schlägt man noch 3 m<sup>3</sup> für den abzutragenden Boden auf, ergibt sich ein Haldenvolumen von 9 m<sup>3</sup>. Ein Großteil dieses Volumens wurde sicherlich dafür verwendet, den Pütt wieder zuzuwerfen. Auch wenn man den Pütt nicht vollständig verfüllte, dürfte durch das Nachbrechen der Pingenwände ein weiterer Teil des Haldenmaterials wieder in die Pinge verstrützt sein. Die heute noch vorhandene Halde dürfte demnach nur wenige Kubikmeter groß sein. Ein größeres Haldenvolumen würde daher auf einen ehemaligen Schacht hindeuten. Auch wenn solche Berechnungen auf unsicheren Annahmen beruhen, können sie in einzelnen Fällen dabei helfen, Kohlengrube

berlöcher auszuschließen. Bei sehr wenig Haldenmaterial kann aufgrund der weiter oben genannten Gründe jedoch nicht im Umkehrschluss auf einen ehemaligen Pütt geschlossen werden.

### 7.8 Pingenähnliche Hohlformen anderer Genese

Es existieren im südlichen Ruhrgebiet zahlreiche Hohlformen, die anhand ihrer Form leicht mit Pingen verwechselt werden können. Hierzu gehören u. a. Bombenkrater, Sand- und Lehmgruben, Steinbrüche, umgestürzte Bäume mit aufgestellten Wurzeltellern sowie in Streichrichtung verlaufende Hohlwege, Gräben und natürliche Erosionsformen.

Bombenkrater zeichnen sich durch ihren kreisförmigen Grundriss und ihre zumeist regellose Verteilung aus. Bomben desselben Kalibers und mit der derselben Zündereinstellung hinterlassen zudem im selben Untergrund Krater mit einheitlicher Größe. Wenn sich in einem Gebiet Bombenkrater und Pingen vergesellschaften, ist besondere Vorsicht geboten. Auch Steinbrüche bieten im digitalen Reliefbild Anlass zur Verwechslung, da Sandsteinbänke und Flöze dieselbe Streichrichtung zu eigen ist und die vorindustrielle Sandsteingewinnung oft in kleinen runden Gruben oder schmalen grabenartigen Brüchen erfolgte. Ihre Form kann den typischen Pingen der Kohlengrube gleichen. Als erster Schritt der Überprüfung sollte ein Blick auf die Flözkarte geworfen werden, die neben den Flözen auch die mächtigeren Sandsteinbänke beinhaltet. Ein Aufsuchen fraglicher Formen im Gelände ermöglicht in der Regel eine sichere Ansprache der Genese. Hin und wieder wurden in einem Steinbruch gleichzeitig die aufgeschlossenen Flöze mit abgebaut.<sup>77</sup>

Herausgerissene und aufgestellte Wurzelteller umgestürzter Bäume können für viele Jahre kleine Hohlformen hinterlassen, die sich auch im VAT-Bild erkennen lassen. Sie sind mit Durchmesser von wenigen Metern kleiner als die typischen Pingen, treten in chaotischer Anordnung auf und konzentrieren sich auf recht eng begrenzte Waldflächen.

Weit verbreitet und häufig sind historische Meilerplätze in Form von kreisrunden Strukturen mit 8 bis 10 m Durchmesser und charakteristischer Erscheinung im VAT-Bild. Im Gegensatz zu den Pingen handelt es sich Plattformen ohne zentrale Vertiefung.

### 8 Fallbeispiel zur genetischen Interpretation von Pingen

Im pingeneichen Waldgebiet östlich des Charlottenhofes (Charlottenhofstraße 61) in Essen-Kettwig-Laupendahl wurden zunächst potenzielle Pingen im VAT-Bild detektiert. Bei der anschließenden Geländebegehung mit Spaten und Handbohrer wurden einzelne Pingen stichprobenhaft auf das Vorhandensein von Haldenmaterial und dessen Zusammensetzung überprüft.

Das Kartiergebiet liegt in der Heisinger Mulde und wird von zwei Querstörungen durchzogen. Östlich der größeren Querstörung treten die Flöze Wasserbank und Hauptflöz beiderseits der Mulde zutage. Westlich der Querstörung verzeichnet die Flözkarte nur das Ausstreichen von Flöz Wasserbank auf der südlichen und nördlichen Muldenflanke. (Abb. 19) Über die Bergbaugeschichte des Gebietes ist wenig bekannt. Nach ersten erfolglosen Versuchen nahm die Zeche Werner 1951 den Betrieb mit einem Stollen nahe des Charlottenhofs auf. 1953 wurde mit einer Belegschaft von 30 Mann die maximale Förderung von



6.042 t erreicht. Bereits 1955 wurde die Kleinzeche wieder stillgelegt.<sup>78</sup> Im Bereich der Pingen P3 und P4 (vgl. Abb. 19) soll die Zeche einen Schacht betrieben haben.<sup>79</sup>

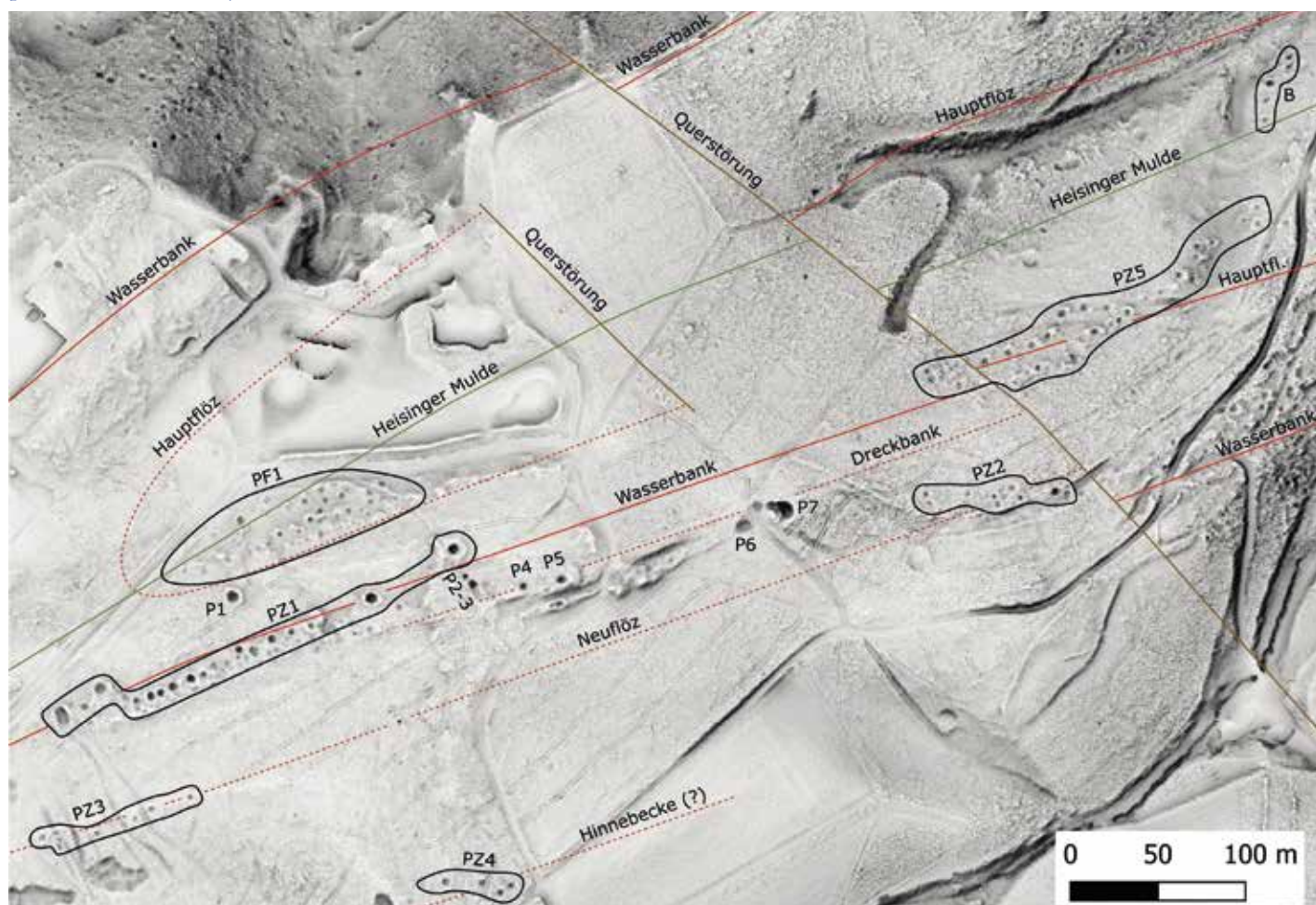
Im digitalen Reliefbild sowie im Gelände lassen sich zahlreiche Pingen erkennen, die im räumlichen und geologischen Kontext ein recht detailliertes Bild von Umfang und Technik des Bergbaus vermitteln. Besonders markant tritt ein Pingenzug im Streichen von Flöz Wasserbank (PZ1) in Erscheinung. Die kleinen engständigen Pingen im zentralen Bereich des Pingenzuges sind zu meist von kleinen, im VAT-Bild erkennbaren Ringhalden umgeben. Im Gelände konnten wir zudem feststellen, dass sich das Haldenmaterial nicht auf den Pingenrand beschränkt, sondern auch flächenhaft mit wenigen Dezimetern Mächtigkeit im weiteren Umfeld der Pingen abgelagert wurde. Größe und Pingenabstand deuten auf einen Abbau in Pütten hin.

Die beiden größeren Pingen am Ostende des Pingenzuges PZ1 können sicher als Schachtpingen gedeutet werden. Hierfür spricht neben dem größeren Durchmesser und der größeren Tiefe der weitere Abstand. Zudem sind beide Pingen von ausgeprägten Ringhalden umgeben. Nördlich der östlichen Schachtpinge existiert darüber hinaus ein zungenförmiger Haldenfortsatz und nach Süden erstreckt sich eine ausgedehnte, bis 1 m hohe Haldenfläche. Auch bei den beiden größeren Pingen am Westende von PZ1 könnte es sich der Größe nach um Schachtpingen handeln, zumal sie im Vergleich zu den engständigen Pingen des

Püttenbaus etwa 10 m weit in Fallrichtung des Flözes nach Norden versetzt sind. Eindeutig als Schachtpinge anzusprechen ist die dem Pingenzug rund 30 m nördlich vorgelagerte Einzelpinge P1 mit sichelförmiger Halde. Da die Pinge nicht im Ausstreichen eines Flözes liegt, muss es sich um einen seigeren oder geknickten Schacht gehandelt haben, der erst in größerer Tiefe auf Flöz Wasserbank stieß. Die Pingen P4 und P5 liegen etwa 30 m südlich von Flöz Wasserbank, vermutlich im Ausstreichen von Flöz Dreckbank, einem früher unter diesem Namen gesondert aufgeführten Flöz der Wasserbank-Gruppe.<sup>80</sup> Nur 750 Meter weiter östlich sind beide Flöze in der Flözkarte eingezeichnet. Im Tal des Römerbaches, etwa 1,5 km östlich des Kartiergebietes, bezeugen zwei parallele Pingenzüge den einstigen Abbau beider Flöze. (vgl. Abb. 14a) Nicht eindeutig sind die in querschlägiger Richtung orientierten Pingen P2 und P3. Möglicherweise handelt es sich um Tagesbrüche über einem Querschlag zwischen den Flözen Wasserbank und Dreckbank. Die geringen Mengen an Bergematerial schließen Tagesbrüche nicht aus, da sie von der westlich angrenzenden Halde stammen können.

Parallel zu dem konstruierten Ausstreichen von Flöz Dreckbank, südlich des Flözes, ist eine lineare Hohlform erkennbar, die von einem Waldweg in der Mitte geteilt wird. Die Orientierung in Streichrichtung ließ zunächst einen Kohlengraben vermuten. Bohrungen in der grabenartigen Hohlform lieferten jedoch keine Anhaltspunkte für einen dort erfolgten Kohleabbau. Die Grabenform

Abb. 19: Pingen in Essen-Kettwig östlich des Charlottenhofes. Die durchgezogenen Flözausstriche (rot) entsprechen der Flözkarte, die gestrichelten Flöze sind selbst konstruiert. Ausführliche Erläuterungen im Text. (eigene Darstellung; DGM-Datengrundlage: Geobasis NRW 2019; Geologie nach Geologischer Dienst NRW 2020)



wird durch eine am Südrand parallel verlaufende, schmale Bergehalde akzentuiert. Möglicherweise handelt es sich um einen alten Hohlweg. Im weiteren Verlauf nach Osten folgen die Hohlformen P6 und P7. Bei der 1,2 m tiefen Mulde P6 dürfte es sich um einen Tagesbruch handeln, da sie im Ausstreichen von Flöz Dreckbank liegt und sich in der unmittelbaren Umgebung keine Spuren von Bergematerial fanden. Ungeklärt bleibt die große Hohlform P7. Es könnte sich um einen Steinbruch oder eine Schachtpinge handeln. In der hoch aufragenden Umrahmung der Hohlform fand sich nur natürliches Bodenmaterial und viel Sandsteinbruch, jedoch keine Steinkohle.

Eindeutig dem Bergbau zuzuordnen ist der Pingenzug PZ2. Die kleinen Pingen sind nur im Randbereich von kleinen Ringhalden umgeben, welche aus abgegrabenem Boden und etwas Tonschiefer bestehen. Lediglich in einer von fünf überprüften Pingen konnte etwas stark verwitterte Steinkohle im Haldenmaterial festgestellt werden. Sollte hier je Kohle gewonnen worden sein, wurde der Abbau sicherlich schnell wieder eingestellt. Man könnte diese Pingen daher als Suchpingen bezeichnen. Vermutlich wurde hier das Flöz Neufloz aufgesucht, dass im Raum Kettwig jedoch meist nur als schmaler Kohlenstreifen ausgebildet ist.<sup>81</sup> Das nächste in der Flözkarte eingezeichnete Vorkommen von Flöz Neufloz liegt nur 500 m nordwestlich des Kartiergebietes, sodass auch für diesen Bereich, an der Südflanke der Heisinger Mulde, die Existenz des Flözes anzunehmen ist. Diese Annahme wird gestützt durch den kurzen Pingenzug (PZ3) im Westen des Kartiergebietes, den wir ebenfalls dem Flöz Neufloz zuordnen. Die Pingen waren von wenig Bergematerial aus Schiefer umgeben; Steinkohle konnte bei den wenigen Stichproben nicht festgestellt werden. Da sich aber immerhin mehrere Pingen im Streichen aneinanderreihen, wird man wohl auf das Flöz gestoßen sein. In dem westlichsten der kleinen Hohlwege, welche den Pingenzug in Nord-Süd-Richtung durchziehen, liegen drei kleine Pingen quer zum Streichen. Hier wurde offenbar der bereits bestehende Einschnitt genutzt, um mit geringem Aufwand das Flöz oder eine bauwürdige Partie desselben aufzusuchen. Insgesamt zeichnet sich jedoch ab, dass diese Bemühungen von wenig Erfolg gekrönt waren.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die vier kleinen Pingen im Süden (PZ4). Immerhin konnte hier in einer Ringhalde Steinkohle nachgewiesen werden. Die Zuordnung zu einem Flöz ist schwierig. Möglicherweise wurde hier Flöz Hinnebecke aufgespürt und in geringem Maße durch Kohlengröberei abgebaut.

Deutlich umfangreicher war der Bergbau im Pingenzug PZ5 im Osten des Gebietes. Auf einer Länge von rund 150 m reihen sich dort gut 20 Pingen aneinander. Sie alle werden von teils gut ausgebildeten Halden begleitet. Bei fünf der sechs überprüften Halden wurde auf Anrieb Steinkohle gefunden. Laut Flözkarte wurde hier Flöz Hauptflöz abgebaut. Die räumliche Anordnung der Pingen lässt erkennen, dass zwei Flöze abgebaut wurden. Aus anderen Teilräumen des Ruhrkarbons ist bekannt, dass sich Flöz Hauptflöz in bis zu drei Einzelbänke aufspaltet, von denen mitunter zwei (bedingt) abbaubar waren.<sup>82</sup> Als Abbautechnik kommt aufgrund des geringen Durchmessers (< 5 m), den relativ kleinen Halden sowie den geringen Pingenabständen (meist < 15 m) die Kohlengröberei, vermutlich im Püttenbau, in Frage. Die kleinen Hohlformen in der Nordostecke der Karte entpuppten sich bei der Geländebegehung als umgestürzte Bäume (B).

Das chaotisch anmutende Pingenfeld PF1 (vgl. Abb. 17b) mit einem dicht gescharten Nebeneinander aus kleinen Mulden und Kuppen verweist auf eine Entstehung durch Kohlengröberei. Eine mit dem Spaten angestochene Halde war sehr reich an Feinkohle

und daher tiefschwarz gefärbt. Aus der geologischen Situation ergibt sich, dass hier das Flöz Hauptflöz abgebaut wurde, welches im Zentrum der Heisinger Mulde auf größerer Fläche oberflächennah ansteht. Das nur oberflächennahe Auftreten des Flözes erklärt auch, weshalb es in der Flözkarte nicht verzeichnet ist. Der konstruierte Verlauf des Flözes ist in Abb. 19 mit einer gestrichelten Linie eingezeichnet.

Insgesamt betrachtet hat die Pingenanalyse das Bild des Bergbaus im Kartiergebiet deutlich erweitert. Vom Stollenbergbau, der sich vermutlich auf Flöz Wasserbank konzentrierte, sind nun mehrere Schächte mit exakter Lage bekannt. Kohlengröberei im Püttenbau ist in größerem Umfang für die Flöze Wasserbank und Hauptflöz belegt. Weitere Pingen berichten über die gescheiterten Versuche, den Flözen Neufloz und Hinnebecke (?) größere Mengen Kohle abzugewinnen. Keine gesicherten Angaben lassen sich hingegen zum Alter der Pingen machen. Für die Schachtpingen kann man davon ausgehen, dass sie zur Zeche Werner gehören. Die vielen Kohlengröberlöcher sind wahrscheinlich deutlich älter. In einer Karte von 1771 verweisen die Wörter "Kohle Lecken", ein Stollenmundloch sowie kleine Kreissignaturen (Schächte/Pütten?) auf damaligen Bergbau im hier besprochenen Gebiet.<sup>83</sup>

## 9. Fazit

Digitale Geländemodelle, fortgeschrittene Techniken zur Visualisierung des Kleinreliefs und die Möglichkeit, Kleinformen in einem Geographischen Informationssystem zu erfassen und zu vermessen, eröffnen neue Wege der Pingenkartierung und -analyse. Die reine Detektion und Lageverortung von Pingen und Halden vermag erste Hinweise auf die bergbauliche Prägung eines Raumes und die abgebauten Flöze zu geben. Den entscheidenden Mehrwert erhält die Kartierung allerdings erst, wenn die Pingen genetisch interpretiert werden, sodass sich Rückschlüsse auf die angewandte Abbautechnik ziehen lassen. Im vorliegenden Beitrag wurde gezeigt, wie sich anhand von Form- und Lagermerkmalen die Entstehung von Pingen rekonstruieren lässt. Belastbare Indizien ergeben sich in der Regel erst durch eine Betrachtung, die alle Merkmale einer Pinge berücksichtigt. Grundrissform und Größe, Tiefe und Lage im Relief sind ebenso zu berücksichtigen wie die räumliche Anordnung der Pingen und die Lagebeziehungen zwischen ihnen sowie der Abstand zu ausstreichenden Flözen. Wichtig ist zudem die Frage nach dem Vorhandensein und der Größe von begleitenden Halden, wobei auch kleinste Ablagerungen von Bergematerial und Abraum von Bedeutung sind. In vielen Fällen ist eine sichere Ansprache der Genese bereits durch digitale Reliefanalyse und Einbeziehung detaillierter geologischer Karten möglich. In kritischen Fällen oder wenn es gilt, Fehlinterpretationen auszuschließen, bleibt die Geländebegehung unabdingbar. Selbst wenn es nicht gelingt, in einem Untersuchungsgebiet die Genese einer jeden Pinge eindeutig zu bestimmen, verbleiben erfahrungsgemäß ausreichend Anhaltspunkte, die angewandten Abbautechniken zu rekonstruieren und die Kenntnisse zur lokalen Bergbaugeschichte zu erweitern.

Was die morphologische Pingenanalyse nur eingeschränkt leisten kann, ist eine Datierung der Befunde, da verschiedene Abbaumethoden über viele Jahrhunderte nebeneinander existierten und selbst primitive Kohlengröberei von frühgeschichtlicher Zeit bis in die Moderne betrieben wurde. Hieraus ergibt sich das Desiderat archäologischer Untersuchungen an Pingen. Neben einer Altersbestimmung wären auch neue Erkenntnisse zur Art der Ver-

füllung von Pinggen und zur Abbautechnik zu erwarten. So ist bis heute unklar, wie tief die Pütten reichten. Auch die für die morphologische Pinggenanalyse so wichtige Frage nach den möglicherweise sehr engen Schachtabständen des frühen Stollenbergbaus ist noch nicht hinreichend geklärt.

Es wäre wünschenswert, wenn die montanhistorische Forschung im Ruhrgebiet die Hinterlassenschaften im Relief noch stärker in ihre Aktivitäten integrieren würde und dabei die hier vorgestellte Pinggenanalyse angewandt und weiterentwickelt werden würde. Auch die Potenziale, die vielgestaltige Bergbaugeschichte der Öffentlichkeit anhand der Pinggen zu veranschaulichen, sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

## Anmerkungen

- 1 Zur unterschiedlichen Verwendung und Definition von Pingge vgl. Düsterloh 1967, S. 50ff; Cramm/Huske 2002, S. 52; Meier 2010, S. 2f; Murawski/Meyer 2010, S. 124; Hronček u. a. 2018; Klöckner 2019.
- 2 Zu Bergsenkungen im Ruhrgebiet siehe Harnischmacher 2012.
- 3 Gergs 2019, S. 30.
- 4 Düsterloh 1967.
- 5 Klöckner 2019.
- 6 Gorelik/Koetter 2006; Hopp 2019.
- 7 Hopp 2019, S. 25f.
- 8 U. a. Achenbach 1869, S. 1ff; Spethmann 1951, S. 37-47; Fessner 1998, S. 29; Koetter 2018, S. 9.
- 9 Bartels 2020.
- 10 Spethmann 1951, S. 47-82; Fessner 1998, S. 32.
- 11 Spethmann 1951, S. 42.
- 12 Spethmann 1951, S. 40, 44f; im 15. Jahrhundert wird Steinkohle zum Heizen in Bochum erwähnt (Bader/Röttger 1987, S. 23f).
- 13 Fessner 1998, S. 32; Scheler 1990, S. 114f.
- 14 Fessner 1998, S. 34, 48f, 73f; Fessner/Bartels 2012, S. 566f.
- 15 Rockenbach 1962, S. 88.
- 16 Wegener 1998, S. 43.
- 17 Spethmann 1951, S. 38f.
- 18 Düsterloh 1967, S. 114; Pfläging 1979, S. 29f.
- 19 Düsterloh 1967, S. 51; siehe auch: Gorelik/Koetter 2006, S. 296.
- 20 Düsterloh 1967, S. 114; viele bauwürdige Flöze streichen direkt neben mächtigen Werksandsteinbänken aus.
- 21 Scheler 1990, S. 114.
- 22 Düsterloh 1967, S. 114f; der Begriff „Pütz“ wurde später auch für „echte“ Schächte gebraucht, die auf einen Wasserableitungsstollen führten (Fessner 1998, S. 61).
- 23 Gantenberg/Wührl 2016, S. 15.
- 24 Düsterloh 1967, S. 114f.
- 25 Scheler 1990, S. 114.
- 26 Hopp 2019, S. 50f.
- 27 Hoffmann 1903, S. 15; Düsterloh 1967.
- 28 Zitiert nach Achenbach 1869, S. 17.
- 29 Düsterloh 1967, S. 51f.
- 30 Spethmann 1951, S. 94; Fessner 1998, S. 33.
- 31 Schulz-Briesen 1903, S. 5f.
- 32 Fessner 1998, S. 361; Fessner/Bartels 2012, S. 568.
- 33 Schulz-Briesen 1903, S. 7; Pfläging 1999, S. 139f.
- 34 Nies 2003, S. 4-18; Bähr 2015, S. 3.
- 35 Dege 1972, S. 18; Nies 2003, siehe dort u. a. die Erwähnung von „Schürfungen an der Tagesoberfläche“ (S. 11) und ausgehobenen Gruben mit „einer Tiefe von 8-10 m“ (S. 9).
- 36 U. a. Düsterloh 1967, S. 51-59; Hronček u. a. 2018, S. 436-442; Klöckner 2019, S. 12-17.
- 37 Althergebrachtes Schürfrecht, welches es jedermann erlaubte, nach Ausstellung eines Schürfscheins in zeitlich und räumlich begrenztem Maße nach Bodenschätzen zu suchen (Bader/Röttger 1987, S. 40).
- 38 Düsterloh 1967, S. 59.
- 39 Ebd., S. 52.
- 40 Clostermann 2019, S. 98.
- 41 Pfläging 1999, S. 20; Schulz-Briesen 1903, S. 10.
- 42 Meier 2020, S. 117f.
- 43 Meier/Meier 2007, S. 93; Canbulat u. a. 2017, S. 332.
- 44 Kratzsch 1974, S. 434.
- 45 Clostermann 2019, S. 93.
- 46 Kratzsch 1974, S. 434; Canbulat u. a. 2017, S. 333f.; Clostermann 2019, S. 85ff.

- 47 Clostermann 2019, S. 88.
- 48 Meier/Meier 2007, S. 94.
- 49 Meier 2020, S. 117.
- 50 Preuße u. a. 2007, S. 541.
- 51 Fessner/Bartels 2012, S. 568.
- 52 Hoffmann 1903.
- 53 Clostermann 2019, S. 97f.
- 54 Mit QGIS steht ein frei verfügbares Programm zur Verfügung (<https://www.qgis.org/de/site/>).
- 55 LiDAR = Light Detection and Ranging.
- 56 Die Digitalen Geländemodelle werden für Nordrhein-Westfalen von Geobasis NRW kostenfrei nach Open Data-Prinzipien zur Verfügung gestellt und können z. B. über TIM-online heruntergeladen werden (<https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/>).
- 57 Relief Visualization *Toolbox*, frei verfügbar unter <https://iaps.zrc-sazu.si/en/rvt#v>.
- 58 Kokalj/Somrak 2019.
- 59 Die Daten werden für die Nutzung im GIS als shape-Dateien vom Geologischen Dienst NRW zur Verfügung gestellt ([https://www.gd.nrw.de/pr\\_od\\_isrk10ko.htm](https://www.gd.nrw.de/pr_od_isrk10ko.htm)).
- 60 Klöckner 2019, S. 35.
- 61 Z. B. Scheler 1990, S. 115.
- 62 Vergleiche die Halden-Terminologie bei Düsterloh 1967, S. 53-57.
- 63 Hopp 2019.
- 64 Siehe die Halden-Terminologie bei Düsterloh 1967, S. 53-57.
- 65 Clostermann 2019, S. 149.
- 66 Preuße u. a. 2007, S. 542; Meier 2020, S. 132.
- 67 Als Grundlage dienten das Historische Portal Stadt Essen (<https://geoportal.essen.de/histverein/hipo/>), die Seiten [ruhrkohlenrevier.de](http://ruhrkohlenrevier.de) (Michael Tiedt) und [ruhrzechenaus.de](http://ruhrzechenaus.de) (Norbert Rescher), Informationen an bergbahnhistorischen Wanderwegen sowie Eintragungen in der Deutschen Grundkarte 1:5000.
- 68 Düsterloh 1967, S. 131f.
- 69 Ebd., S. 117.
- 70 Pfläging 1999, S. 148.
- 71 Wüstenfeld 1975, S. 28.
- 72 Serlo 1873, S. 358.
- 73 Karte 27 in Pfläging 1999.
- 74 Hoffmann 1903, S. 17.
- 75 Serlo 1873, S. 382.
- 76 Hoffmann 1903.
- 77 Düsterloh 1967, S. 114; Tiedt 2009.
- 78 Huske 1998, S. 1011; Historisches Portal Stadt Essen [23.09.2020], dort zitiert aus Rabas/Rubach 2008.
- 79 Historisches Portal Stadt Essen (<https://geoportal.essen.de/histverein/hipo/> [23.09.2020]). Die exakte Lage des Schachtes scheint unbekannt oder wird in der Karte ungenau angegeben, denn an der Stelle, wo der Schacht in der Karte verzeichnet ist, finden sich im Relief, abgesehen von der angrenzenden Halde, keine Hinweise auf einen Schacht.
- 80 Jansen 1995, S. 41; Amt für Bodenforschung Landesamt Nordrhein-Westfalen 1949, S. 9.
- 81 Wunstorf 1931, S. 42f.
- 82 Z. B. Jansen 1995, S. 42; Wrede 2005, S. 240.
- 83 Karte von dem Ruhrfluß [...] (1771/1779). Landesarchiv NRW, Abt. Rheinland, RW Karten, Nr. 453

## Bibliografie

- ACHENBACH, H.:  
1869 Geschichte der Cleve-Märkischen Berggesetzgebung und Bergverwaltung bis zum Jahre 1815, in: Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich 17 (1869), S. 178-228
- AMT FÜR BODENFORSCHUNG LANDESAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (Hg.):  
1949 Erläuterungen zur Geologischen Karte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes, Bielefeld 1949
- BADER, Karl Heinz/RÖTTGER, Karl:  
1987 250 Jahre märkischer Steinkohlenbergbau. Ein Beitrag zur Geschichte des Bergbaus, der Bergverwaltung und der Stadt Bochum, Bochum 1987
- BÄHR, Manfred:  
2015 Bochumer Zechen. Eine Datensammlung 1620-1974, 2. Aufl., Bochum 2015
- BARTELS, Christoph:  
2020 Europa vor 1750: Keine „Welt (fast) ohne Kohle“. Zur Geschichte des europäischen Bergbaus in vorindustrieller Zeit, insbesondere auf Steinkohle, in: Der Anschnitt 72 (2015), S. 24-44

- CANBULAT, Ismet/ZHANG, C./ BLACK, K./ JOHNSTON, J./ MCDONALD, S.:  
2017 Assessment of Sinkhole Risk in Shallow Coal Mining, in Kay, Don/Tong, Sim (Hg.): 10th Triennial Conference Proceedings – Mine Subsidence: Adaptive Innovation for Managing Challenges, Pokolbin 2017, S. 331-347
- CLOSTERMANN, Michael:  
2019 Gutachterliche Stellungnahme zu den Themen „Einwirkungsrelevanz des Altbergbaus, Bemessung von Einwirkungs- und Gefährdungsbereichen und Einfluss von Grubenwasserstandsänderungen“ im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg, o. O. 2019
- CRAMM, Tilo/HUSKE, Joachim:  
2002 Bergmannssprache im Ruhrrevier, 5. Aufl., Werne 2002
- DEGE, Wilhelm:  
1972 Das Ruhrgebiet, Braunschweig 1972
- DÜSTERLOH, Diethelm:  
1967 Beiträge zur Kulturgeographie des Niederbergisch-Märkischen Hügellandes. Bergbau und Verhüttung vor 1850 als Elemente der Kulturlandschaft, Göttingen 1967
- FESSNER, Michael:  
1998 Steinkohle und Salz. Der lange Weg zum industriellen Ruhrrevier (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 73), Bochum 1998
- FESSNER, Michael/BARTELS, Christoph:  
2012 Von der Krise am Ende des 16. Jahrhunderts zum deutschen Bergbau im Zeitalter des Merkantilismus, in: Bartels, Christoph/Slotta, Rainer (Hg.): Geschichte des deutschen Bergbaus, Band 1: Der alt-europäische Bergbau, Münster 2012, S. 453-590
- GANTENBERG, Walter E./WÜHRL, Engelbert:  
2016 Vom Kohlegraben zum Tiefbau. Der Wander- und Lehrpfad zur Bergbaugeschichte und zur Geologie im Stadtbezirk Bochum-Südwest. Die Befahrung der Dahlhauser Stollenzechen durch den Freiherrn vom Stein im Juni 1784, 2. Aufl., Bochum 2016
- GEOLOGISCHER DIENST NRW:  
2020 Informationssystem Geologische Karte des Rheinisch-Westfälischen Steinkohlengbietes 1:10000 (IS RK 10 KO). [https://www.gd.nrw.de/pr\\_od\\_isrk10ko.htm](https://www.gd.nrw.de/pr_od_isrk10ko.htm)
- GEOBASIS NRW:  
2019 Digitales Geländemodell DGM1. Download: <https://www.timeline.nrw.de/tim-online2/>
- GERGS, Julian:  
2019 Kartierung bergbaulicher Kleinformen im südlichen Ruhrgebiet durch Auswertung digitaler Geländemodelle. Bachelorarbeit, Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum 2019 (unveröffentlicht)
- GORELIK, Alexander/KOETTER, Gerhard:  
2006 Geschichte und Archäologie der Stollenzeche Turteltaube im Muttental bei Witten, in: Der Anschnitt 58 (2006), S. 295-304
- HRONČEK, Pavel/WEIS, Karol/DOKTOR, Marek/ČECH, Vladimír/JESENSKÝ, Miloš/RYPÁR, Pavol/BENČŮOVÁ, Barbora/BALÁŽ, Bartolomej/PŘIBIL, Martin:  
2018 Terminological definition of the terms „Pinge“ (Binge), in: Acta Montanistica Slovaca 23 (2018), S. 433-447
- HARNISCHMACHER, Stefan:  
2012 Bergsenkungen im Ruhrgebiet – Ausmaß und Bilanzierung anthropogeomorphologischer Reliefveränderungen (Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 261), Leipzig 2012
- HOFFMANN, L.:  
1903 Schächte, in: Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund u. a. (Hg.): Die Entwicklung des Nieder-rheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Bd. 3, Berlin 1903, S. 13-580
- HOPP, Detlef (Hg.):  
2019 Archäologische Spuren zum Bergbau in Essen. Vom Steinbeil bis zur Grubenlampe, Essen 2019
- HUSKE, Joachim:  
1998 Die Steinkohlenzechen im Ruhrrevier. Daten und Fakten von den Anfängen bis 1997 (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 74), 2. Aufl., Bochum 1998
- JANSEN, Fritz:  
1995 Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25.000, Erläuterungen zu Blatt 4510 Witten, 2. Aufl., Krefeld 1995
- KLÖCKNER, Till F.:  
2019 Airborne Laserscanning als ergänzende Erkundungsmethodik von bergbaubedingten Kleinformen im Bochumer Süden (Ruhrgebiet), (Scriptum online Nr. 8), Krefeld 2019
- KOETTER, Gerhard:  
2018 Als Steinkohle noch Zukunft war. Bergbaugeschichte und Geologie des Muttentals und der Zeche Nachtigall, Essen 2018
- KOKALJ, Žiga/SOMRAK, Maja:  
2019 Why Not a Single Image? Combining Visualizations to Facilitate Fieldwork and On-Screen Mapping, in: Remote Sensing 11 (2019), S. 747
- MEIER, Günter:  
2010 Tagesbruch oder Erdfall? in: Tagungsband 10. Altbergbau-Kolloquium (Freiberg, 4.-6. November 2010), Essen 2010, S. 309-319  
2020 „Bergschadenkundliche Analyse“. Grundlagen – Stand – Inhalt – Risikobewertung, in: DGGT/DGGV/DMV (Hg.): Geotechnisch-markscheiderische Untersuchung, Bewertung und Sanierung von altbergbaulichen Anlagen, Berlin 2020, S. 111-154
- MEIER, Günter/MEIER, Jörg:  
2007 Erdfälle und Tagesbrüche – Möglichkeiten einer numerischen Modellierung, in: Bulletin für angewandte Geologie 12 (2007), S. 91-103
- MURAWSKI, Hans/MEYER, Wilhelm:  
2010 Geologisches Wörterbuch, 12. Aufl., Berlin/Heidelberg 2010
- NIES, Stefan:  
2003 „Es gilt, diesen letzten Wald zu retten“. Kleinzechen im Weitmarer Holz und städtische Umweltpolitik in den 1950er Jahren, in: Bochumer Zeitpunkte 13 (2003), S. 3-21
- PFLÄGING, Kurt:  
1979 Die Wiege des Ruhrkohlenbergbaus. Die Geschichte der Zechen im südlichen Ruhrgebiet, 2. Aufl., Essen 1979  
1999 Steins Reise durch den Kohlenbergbau an der Ruhr (Schriftenreihe des Heimat- und Geschichtsvereins Sprockhövel e. V., Bd. 6), Horb am Neckar 1999
- PREUßE, Axel/KRÄMER, Jörg/SROKA, Anton:  
2007 Technische Abschätzung von Folgelasten des Steinkohlenbergbaus, in: Bergbau 12 (2007), S. 540-546
- RABAS, Karlheinz/RUBACH, Karl Albert:  
2008 Bergbauhistorischer Atlas für die Stadt Essen, Werne 2008
- ROCKENBACH, Klaus:  
1962 Der Bergbau der Mark, in: Heimatblätter für Hohenlimburg 23 (1962), S. 67-72/83-91
- SCHELER, Dieter:  
1990 Kohle und Eisen im mittelalterlichen „Ruhrgebiet“, in: Seibt, Ferdinand (Hg.): Vergessene Zeiten. Mittelalter im Ruhrgebiet. Katalog zur Ausstellung im Ruhrlandmuseum Essen, Bd. 2, Essen 1990, S. 111-117
- SCHULZ-BRIESEN:  
1903 Stollen, in: Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund u. a. (Hg.): Die Entwicklung des Nieder-rheinisch-Westfälischen Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Bd. 3, Berlin 1903, S. 3-11
- SERLO, Albert:  
1878 Leitfaden zur Bergbaukunde, Bd. 1, Berlin 1878
- SPETHMANN, Hans:  
1951 Forschungen zur Geschichte des Ruhrbergbaues. Erstes Buch: Die frühe Zeit, Essen/Lübeck 1951
- TIEDT, Michael:  
2009 Flözausstrich von Schieferbank, <http://www.ruhrkohlenrevier.de/ob9208.html> [19.11.2020]
- WEGENER, Wolfgang:  
1998 Das frühe Ruhrgebiet im 18. und in der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts, in: Siedlungsforschung: Archäologie – Geschichte – Geographie 16 (1998), S. 31-50
- WREDE, Volker:  
2005 Das Oberkarbon (Silesium) am Nordrand des rechtsrheinischen Schiefergebirges (Ruhrkarbon), in: Deutsche Stratigraphische Kommission (Hg.): Stratigraphie von Deutschland V: Das Oberkarbon (Pennsylvanien) in Deutschland (Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Bd. 254), Frankfurt am Main 2005, S. 225-254
- WUNSTORF, W.:  
1931 Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt Kettwig Nr. 2649 (neue Nr. 4607) (Hg.: Preußische Geologische Landesanstalt), Berlin 1931

## Anschrift der Autoren

Dr. Till Kasielke  
Prof. Dr. Harald Zepp  
Geographisches Institut  
Ruhr-Universität Bochum  
Universitätsstr. 150  
44780 Bochum