

Bergschadensforum  
Tagungsband  
9. März 2012  
Elsdorf

RWE Power Aktiengesellschaft  
Bergschäden  
[www.rwe.com](http://www.rwe.com)

---

## **Grußwort**

Alois Herbst, RWE Power AG  
Wilfried Effertz, Bürgermeister Stadt Elsdorf

## **Können Bodenbewegungsmodelle das Bodensenkungsverhalten im Rheinischen Braunkohlenrevier beschreiben?**

Prof. Dr.-Ing. Heiner Kuhlmann, Universität Bonn

## **Bodenbewegungen im Rheinischen Braunkohlenrevier**

Prof. Dr.-Ing. Axel Preuße, RWTH Aachen

## **Rissanalyse - Ursachen von Setzungsschäden**

Dipl.-Ing. Michael Soretz, ELH-Ingenieure

## **Bergschadensthematik aus Sicht einer Revierkommune**

Barbara Weinthal, Stadt Mönchengladbach

## **Geotechnische Untersuchungen auf der Basis der DIN EN ISO Normen - Eurocode 7 und DIN 1054:2010**

Prof. Dr.-Ing. Richard A. Herrmann, Universität Siegen

## **Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 – Bergschadensbearbeitung auf dem Prüfstand**

Dr. Malte Reske, Fa. quo connect management consulting GmbH

## **Oberflächennaher Abbau von Mergel, Sand und anderen Böden – Auswirkungen auf die Tagesoberfläche**

Prof. Dr. Renate Gerlach, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland

## **Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW – Ein Erfahrungsbericht**

Gero Debusmann, Vorsitzender der Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW  
Vera Müller, Leiterin Geschäftsstelle der Anrufungsstelle

## Grußwort

Vermessungsassessor Alois Herbst, RWE Power, Leiter Flächenmanagement und Umsiedlung

Sehr geehrte Damen und Herren, ich möchte Sie recht herzlich zu unserem 2. Bergschadensforum begrüßen und freue mich, dass Sie so zahlreich den Weg hier nach Niederzier gefunden haben. Wie Sie der Einladung entnehmen konnten, haben wir auch in diesem Jahr wieder ein informatives Programm rund um das Thema Bergschäden geschnürt. Ich freue mich ganz besonders, dass wir dazu nicht nur Fachleute von Hochschulen und Universitäten sondern auch direkt aus der Praxis als Referenten gewinnen konnten. Dadurch ist sichergestellt, dass das Thema Bergschäden durch Grundwasserabsenkungen von allen Seiten umfassend beleuchtet wird.

In den zurückliegenden Wochen mit eisigen Temperaturen von weniger als 10 Grad unter Null hat sich gezeigt, wie wichtig unsere heimische Braunkohle für die Sicherung unserer Stromversorgung ist. Die kurze Sonnenscheindauer im Winter und der geringe Windanteil durch ein stabiles Hochdruckgebiet haben dafür gesorgt, dass die Einspeisung regenerativer Energie ins öffentliche Stromnetz eher bescheiden war. Zusätzlich gab es Lieferengpässe beim Gas. Hier hat sich die Braunkohlenverstromung einmal mehr als Partner der Erneuerbaren bewiesen und dazu beigetragen, die witterungsbedingten Ausfälle zu kompensieren. Außerdem ist die Förderung und Verstromung von Braunkohle nach wie vor der Wirtschaftsmotor im Rheinischen Revier und darüber hinaus. Damit bleibt nicht nur die gesamte Wertschöpfung in Deutschland,

sondern es werden auch qualifizierte Arbeitsplätze bei RWE Power und den Partnern gesichert.

Selbstverständlich, und das wollen wir hier an dieser Stelle auch gar nicht verschweigen, bringt dieser Wirtschaftszweig auch Probleme mit sich. Die für einen Tagebau notwendige Grundwasserabsenkung führt zu einer gleichförmigen Bodenbewegung, die bei geologischen Besonderheiten zu Bodensenkungsdifferenzen führen kann und damit zu Schäden an Gebäuden. Hierbei sind viele unterschiedliche Parameter zu berücksichtigen, die das Thema so kompliziert machen. Um hier den Durchblick zu behalten, ist der Fachmann gefragt, der mit Fachkompetenz und Erfahrung den Ursachen und Auswirkungen auf den Grund geht und dies dem Laien transparent und verständlich darlegt. Dieser Sachverstand hat sich heute hier zusammengefunden, um Ihnen Rede und Antwort zu stehen.

In den letzten zwei Jahren seit unserem ersten Bergschadensforum im März 2010 ist auf diesem Gebiet viel geschehen.

Das wir im Bereich der Bergschadensermittlung und Regulierung gute Arbeit leisten, davon waren wir überzeugt. Doch wir wollten es genauer wissen. Aus diesem Grund haben wir den gesamten Arbeitsbereich von einer unabhängigen Zertifizierungsstelle der DEKRA überprüfen lassen. Die Prüfer haben dabei nicht nur den Arbeitsprozess unter die Lupe genommen, sondern auch mit den einzelnen Mitarbeitern In-

terviews geführt. Ziel dabei war es herauszufinden, ob die Theorie auch in der täglichen Praxis Anwendung findet. Am Ende stand die Zertifizierung unserer Arbeit nach DIN ISO 9001. Damit haben wir ab sofort nicht nur ein geprüftes Qualitätsmanagement sondern auch die Verpflichtung, uns einem jährlichen Audit der DEKRA zu stellen.

In einem zweiten Schritt wollten wir aber auch wissen, wie uns die Menschen beurteilen, die von Bergschäden betroffen sind. Daher haben wir zu Beginn des Jahres eine Befragung bei den betroffenen Bürgerinnen und Bürgern gestartet. Ziel war es zu erfahren, wie zufrieden oder auch unzufrieden die Beteiligten mit unserer Arbeit sind. Die Ergebnisse liegen nun vor und es zeigt sich, dass trotz aller Diskussionen die Betroffenen die Arbeit unserer Bergschadensabteilung sehr positiv beurteilen. Ganz besonders hat uns gefreut, dass unsere Mitarbeiter dabei als kompetente Fachleute auf diesem Gebiet angesehen werden. Natürlich gab es auch Kritikpunkte. Für viele Bürger ist die Abfassung der Texte zu bürokratisch. Dem werden wir selbstverständlich nachgehen um es abzustellen. Denn unser Ziel ist auch hier immer besser zu werden.

Doch für die Betroffenen hat sich noch mehr geändert. So hat am 1. September 2010 die Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW ihre Arbeit aufgenommen. Seitdem können sich alle Bergschadensbetroffenen, die sich mit uns im Verfahren nicht einigen konnten, hier-

---

hin wenden. Unter der Leitung von Herrn Gero Debusmann wird der Fall dann noch einmal von unabhängiger Stelle begutachtet. Durch die Tätigkeit des unabhängigen Gremiums konnte in vielen Fällen eine Klärung des Streits herbeigeführt und somit eine gerichtliche Auseinandersetzung vermieden werden. Ich freue mich, dass Herr Debusmann und Frau Müller, die Leiterin der Geschäftsstelle, heute hier anwesend sind und uns über ihre bisherige Arbeit berichten werden.

Meine Ausführungen zeigen: Das Thema Bergschäden wird auch in

Zukunft eine wichtige Rolle im Rheinischen Revier spielen. Dessen sind wir uns bewusst und dem werden wir uns auch stellen. Dass hier nicht immer ein Konsens erreicht wird, liegt sicher in der Natur der Sache. Wichtig ist allerdings, dass beide Seiten fair und sachlich miteinander umgehen und nicht versuchen, ihre oft politisch motivierten Ziele zu erreichen, indem Sie die Sorgen und Ängste der Bürger schüren. Das ist nicht unser Verständnis. Wir wollen gerade durch eine sachlich und fachlich fundierte Aufklärung unseren Beitrag dazu leisten, den Bürgerinnen und

Bürgern unnötige Ängste bei dem Thema Bergschäden zu nehmen. Das heutige 2. Bergschadensforum ist hierfür ein deutlicher Beweis.

Diesen Dialog wollen wir auch in Zukunft fortsetzen, um den Gesprächsfaden zwischen den Betroffenen, den Kommunen und den Fachleuten nicht abreißen zu lassen.

In diesem Sinne wünsche ich der Veranstaltung einen erfolgreichen Verlauf und hoffe, dass Sie sich an einer regen Diskussion beteiligen.

Glückauf!

## Grußwort

---

Wilfried Effertz, Bürgermeister Stadt Elsdorf

Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger  
sowie Gäste,

ich darf Sie im Namen von Rat und Verwaltung der jungen Stadt Elsdorf zu dem zweiten RWE – Bergschadensforum hier in Elsdorf, im Herzen des Rheinischen Braunkohlenreviers, Willkommen heißen.

Dies gilt insbesondere für die Herren Herbst und Schaefer seitens RWE, Herrn Debusmann, den Vorsitzenden der Anrufungsstelle „Bergschäden“ bei der Bezirksregierung, Frau Müller, die Leiterin Anrufungsstelle, sowie die Professorin Dr. Gerlach und die Professoren Dr.-Ing. Kuhlmann, Preuße und Hermann, Frau Weinthal und Herr Dr. Reske.

„Bergschäden“ gibt es auch auf dem Gebiet der Stadt Elsdorf. Von 1987 bis 2010 wurden 162 Fälle bei

dem „VBHG“ gemeldet. 2 Fälle sind derzeit noch offen, nebst 4 Restfällen aus 2009, wurden 10 in die Kategorie A, 1 Fall in die Kategorie B und 1 Fall in die Kategorie D eingestuft.

Den Betroffenen fällt es meistens nicht leicht zu verstehen, dass ein plötzlich auftretender Schaden an einem schon älteren Gebäude nicht mit dem nahen Tagebau und den damit verbundenen Bodenabsenkungen und Bewegungen zu tun haben soll. Sie fühlen sich hilflos dem als übermächtig empfundenen Tagebautreibenden ausgeliefert. Insbesondere, weil die überwiegende Zahl der gemeldeten Fälle keine Bergschäden sein sollen. Dies führt u. a. dazu, dass sich rund um den

Tagebau Bürgerinitiativen gründen; zuletzt in Elsdorf die Gruppierung „50189“.

Nach meinem Dafürhalten würde hier nur eine „Umverteilung der Beweislast“ weiterhelfen.

Ich hoffe, dass die heutige Veranstaltung dazu beiträgt, Vorurteile auszuräumen, die Diskussion zu versachlichen und das Verfahren transparent zu gestalten.

In diesem Sinne wünsche ich der Veranstaltung einen positiven Verlauf und möchte das Wort an Herrn Werner Schaefer, den Leiter der Abteilung Bergschäden bei RWE Power, weitergeben.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

# Können Bodenbewegungsmodelle das Bodensenkungsverhalten im Rheinischen Braunkohlenrevier beschreiben?

Prof. Dr.-Ing. Heiner Kuhlmann, M. Sc. Christian Eling, M. Sc. Christoph Holst  
Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn

## 1 Problemstellung

Im Rahmen der Braunkohleförderung wird Grundwasser im Einflussbereich der Tagebaue abgesenkt, sodass im Sumpfungsbereich des Bergbaus Bodensenkungen auftreten. Mit dem Ziel, Aussagen über das generelle Senkungsverhalten in den jeweiligen Untersuchungsgebieten treffen zu können, werden auftretende Bodensenkungen von der RWE Power AG und von der Vermessungsverwaltung in regelmäßigen Zeitabständen mit Hilfe von Höhenmesskampagnen überwacht. Fragen, die bei der Analyse der Höhenmesskampagnen beantwortet werden sollen, sind bspw., ob Aussetzungen, tektonische Störungen oder Krümmungen auftreten. In diesem Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, das Antworten auf diese Fragen liefert. Des Weiteren bietet dieses Verfahren, welches im weiteren Verlauf als Flächenansatz bezeichnet wird, die Möglichkeit, Aussagen über die Qualität des Beobachtungsnetzes zu treffen und Abweichungen einzelner Punkte vom generellen Bodensenkungsverhalten zu detektieren.

In den folgenden Abschnitten wird der Flächenansatz zur Auswertung von Bodensenkungen erläutert. In diesem Zusammenhang werden Methoden aufgezeigt, geeignete Modelle zur mathematischen Beschreibung der Bodenbewegungen aufzustellen. Anschließend folgt eine Beschreibung von Kriterien, die eine Beurteilung der entwickelten Modelle ermöglichen. Dabei werden sowohl die Komplexität der Bodenbewegungen als auch die räumliche Verteilung des Beobachtungsnetzes berücksichtigt, um die Modelle optimal und in Abhängigkeit des zu-

grunde liegenden Datensatzes zu entwickeln. Anhand von Fallbeispielen soll abschließend die Frage beantwortet werden, inwieweit Bodenbewegungsmodelle geeignet sind, um das Bodensenkungsverhalten im Rheinischen Braunkohlenrevier beschreiben zu können.

## 2 Beschreibung des Senkungsverhaltens durch Anwendung des Flächenansatzes

Zur Bestimmung von Höhenunterschieden führen die RWE Power AG und die Vermessungsverwaltung Nivellementmessungen durch. Zur Beurteilung der daraus abgeleiteten Bodenbewegungen ist es sinnvoll, die gemessenen Höhenänderungen durch mathematische Modelle zu beschreiben. Die verwendeten Beobachtungen, die mathematischen Modelle sowie verschiedene Kriterien, auf denen die Aufstellung dieser mathematischen Modelle beruht, werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

### 2.1 Verwendete Beobachtungen

Unter Nutzung von Nivellementergebnissen aus mehreren Messepochen lassen sich Höhenänderungen für die Zeiträume zwischen den jeweiligen Epochen ableiten. Zur Auswertung dieser Höhenänderungen werden alle von der RWE Power AG übergebenen Messungen verwendet. Dies bedeutet, dass für die Auswertung weder Beobachtungen künstlich hinzugefügt werden noch Punkte zur besseren Analyse entfernt werden.

Bei der Abschätzung der Genauig-

keit der gemessenen Höhenänderungen müssen neben der Genauigkeit des Nivellierverfahrens auch die Unsicherheiten der Punktvermarkungen mit berücksichtigt werden. In Summe wird im Folgenden eine Standardabweichung von  $\sigma = 1\text{mm}$  für die äußere Genauigkeit (Messgenauigkeit und Punktsicherheit) angenommen. Diese Annahme beruht auf theoretischen Überlegungen, die sich aus langjährigen Erfahrungswerten ergeben. Die Größenordnung kann aber auch empirisch durch eine hohe Anzahl an durchgeführten Messungen und zugehöriger Epochenvergleichen verschiedener Gebiete bestätigt werden. Neben dieser hohen Genauigkeit der Messungen kann außerdem von einer großen Zuverlässigkeit der Beobachtungen ausgegangen werden, da selten grobe Abweichungen in Form von falsch zugeordneten Punktvermarkungen oder ähnlichem vorliegen.

Ein Ziel der Auswertung der Beobachtungen ist die Unterscheidung der unvermeidlichen Beobachtungsabweichungen von tatsächlichen Punktbeobachtungen. Hierzu werden die Abweichungen des bestimmten Modells von den gemessenen Werten betrachtet: kleine Abweichungen werden als Beobachtungsabweichungen, große als tatsächliche Bewegungen gewertet. Abweichungen sind dabei üblicherweise als „klein“ einzustufen, wenn sie innerhalb des Konfidenzbereichs von  $3\sigma$  liegen. Dies entspricht einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 99,7 %, d. h. 99,7 % aller unvermeidlichen Beobachtungsabweichungen liegen in diesem Bereich von  $3\sigma$ . Im Folgenden werden allerdings  $2,57\sigma$  (99,0 %) als Konfidenzbereich gewählt, damit

mehr Abweichungen als tatsächliche Bewegungen interpretiert werden. Punkte, deren Modellabweichungen größer als der Schwellwert von  $2,57 \sigma$  sind, werden fortlaufend als „auffällige“ Punkte bezeichnet. Liegen solche Punkte vor, müssen diese im Hinblick auf mögliche Ursachen für die signifikante Abweichung näher untersucht werden.

Grundsätzlich wären neben der Verwendung von Feinnivellementmessungen als Grundlage für die flächenhaften Senkungsanalysen auch andere Messmethoden denkbar. Zu nennen sind hier das Airborne Laserscanning und das Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DInSAR), wobei auch hier Bodensenkungen jeweils aus Epochenvergleichen gewonnen werden. Beim erstgenannten Verfahren wird eine großflächige Aufnahme des Geländes aus einem Flugzeug oder einem Helikopter mit Hilfe eines Laserscanners erstellt. Bei einer Flughöhe bis zu 2.000 m können Genauigkeiten von 0,05 m bis 0,2 m in der Höhe und von 0,2 m bis 1,0 m in der Lage erreicht werden. Die maximale räumliche Auflösung liegt im Bereich von Dezimetern (Trägerplattform Helikopter) bis Metern (Trägerplattform Flugzeug). Beim DInSAR kann die Bodenbewegung mit Hilfe eines Radars (z. B. TerraSAR-X oder TanDEM-X) und einer Bodenauflösung von ca. 1 m bis 10 m bestimmt werden. Die Höhengenaugigkeit liegt im Bereich von einigen Zentimetern, mit PSI

(Persistent Scatterer Interferometry) können Genauigkeiten von Millimetern pro Jahr relativ zu „Festpunkten“ erreicht werden.

Vorteile bei beiden Verfahren bestehen in der großräumigen, flächenhaften Beobachtungsverteilung. Der Nachteil des Airborne Laserscannings ist allerdings die signifikant niedrigere Genauigkeit; es ist nicht möglich, das Millimeterniveau, wie es beim Feinnivellement der Fall ist, zu erreichen. Beim DInSAR mit PSI ist eine Höhengenaugigkeit von Millimetern pro Jahr möglich, allerdings sind als Probleme die Punktsignalisierung (bei Gebäuden können nur die Dächer gesehen werden), Abschattungen durch Gebäude und die natürliche Oberflächenveränderung un bebauter Flächen zu nennen. Daraus ergibt sich, dass das Feinnivellement trotz seiner nur diskret und inhomogen verteilten Beobachtungen, speziell aufgrund seiner hohen Genauigkeit, eine geeignete Grundlage für die flächenhaften Senkungsanalysen darstellt, wenn auch das DInSAR aufgrund seiner ebenfalls hohen Genauigkeit in Zukunft interessant werden könnte.

## 2.2 Erläuterung des Flächenansatzes

Die Messungen der Höhenänderungen können nur an vereinzelten, räumlich ungleichmäßig verteilten Orten durchgeführt werden. Daher wird ein Modell herangezogen, das basierend auf diesen diskreten Messgrößen eine flächenhafte Approximation ermöglicht, sodass bei optimaler Modellierung eine Aussage zum generellen Senkungsverhalten im gesamten Untersuchungsgebiet getroffen werden kann. Zur Parametrisierung wird dabei ein Flächenpolynom herangezogen. Diese Parametrisierung mit der flächenhaften, kontinuierlichen Darstellung der gemessenen Senkungen ermöglicht es, alle im Betrachtungsgebiet vorliegenden Senkungen zu erfassen, vorausgesetzt, dass das Flächenmodell anhand geeigneter Kriterien zufriedenstellend entwickelt werden konnte (siehe Abschnitt 2.4). Dies kann exemplarisch anhand einer eindimensionalen Skizze erläutert werden (siehe Abbildung 1):

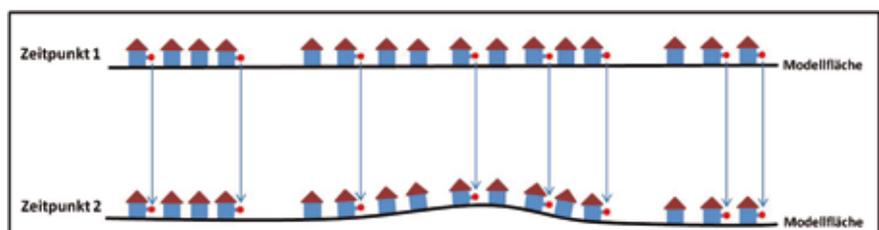


Abb. 1: Skizze zur flächenhaften Senkungsanalyse

Die an verschiedenen Häusern angebrachten Nivellementbolzen sind in rot dargestellt, die gemessenen Höhenänderungen zwischen zwei Zeitpunkten mit blauen Pfeilen. Aus diesen Höhenänderungen lässt sich eine mathematische Modellfläche entwickeln, die in schwarz angedeutet ist. Diese Skizze ist vereinfacht dargestellt: Es müssen deutlich mehr Höhenunterschiede gemessen sein als zur Berechnung der Fläche notwendig sind. Liegen dann alle gemessenen Höhenunterschiede bis auf die unvermeidlichen Beobachtungsabweichungen auf der Fläche, ist es sehr unwahrscheinlich, dass andere, nicht beobachtete Punkte nicht auf dieser Fläche liegen. Daher ist bei einem optimal entwickelten Flächenmodell unter den genannten Voraussetzungen davon auszugehen, dass alle Bodenbewegungen im gesamten Untersuchungsgebiet erfasst werden. Es ist aufgrund der flächenhaften Parametrisierung also nicht nötig, die Höhen an jedem einzelnen Gebäude zu messen. Aussagen zur optimalen Entwicklung eines Flächenmodells werden in den folgenden Abschnitten 2.3 und 2.4 dargelegt.

Allgemein ist die Parametrisierung des Flächenpolynoms an die Komplexität des Bodensenkungsverhaltens anzupassen. Je komplexer die Bodenabsenkung, desto größer ist auch die Parameteranzahl. Grundsätzlich kann zwischen drei verschiedenen Flächenmodellen unterschieden werden:

#### (1) Schollensetzung

Diese Senkungskategorie beschreibt eine gleichmäßige Bodensenkung. Es liegen keine Neigungen oder Krümmungen vor. Sie lässt sich mit Hilfe nur eines Parameters beschreiben, der die

Größe der absoluten Senkung angibt.

#### (2) Schollenschiefstellung

Neben den gleichmäßigen Bodensenkungen ist noch eine räumliche Schiefstellung zu verzeichnen. Daraus ergeben sich drei Parameter, wobei die zwei zusätzlichen Parameter Indikatoren für die Neigung in Nord-Süd- bzw. Ost-West-Richtung darstellen.

#### (3) Komplexes Flächenpolynom

Sind komplexere Bodenbewegungen im Untersuchungsgebiet vorhanden, muss die Parameteranzahl weiter erhöht werden. Daraus ergeben sich verschiedene Neigungen und Krümmungen, die zur besseren Anpassung an die gemessenen Höhenänderungen modelliert werden. Die Parameteranzahl ist größer als drei und richtet sich nach der Komplexität der Bodenbewegungen.

Aus den entsprechenden Modellparametern lassen sich Informationen über das Bodenbewegungsverhalten, z. B. bzgl. einer Absenkung, Neigung oder Krümmung, ableiten.

## 2.3 Kriterien zur Prüfung der Eignung eines Bodenbewegungsmodells

Das im vorherigen Abschnitt beschriebene Flächenpolynom ist nur ein Grundkonstrukt, da die geeignete Parameteranzahl zur Beschreibung eines bestimmten Gebietes nicht im Vorhinein bekannt ist. Daher muss ein iterativer Approximationsprozess durchgeführt werden, der die Komplexität des Flächenpolynoms an den Datensatz anpasst, damit eine optimale Beschreibung der Bodenbe-

wegung durchgeführt werden kann. Dieser Approximationsalgorithmus beruht dabei auf der Formulierung von fünf Kriterien, die entscheidend für die erfolgreiche Analyse und Modellierung der Bodenbewegungen basierend auf den gegebenen Beobachtungspunkten und dem vorgestellten Modellansatz sind:

- i. Anzahl auffälliger Punkte vs. Gesamtanzahl der Punkte  
Als auffällige Punkte werden diejenigen bezeichnet, die signifikant vom großräumigen Senkungsverhalten im Untersuchungsgebiet abweichen (siehe Abschnitt 2.1). Die Anzahl dieser Punkte sollte im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Punkte gering sein, da ansonsten von einem Modellfehler auszugehen ist.
- ii. Anzahl Parameter vs. Gesamtanzahl der Punkte  
Zur Gewährleistung einer zuverlässigen Parameterschätzung mit einer hohen Sicherheitswahrscheinlichkeit, muss die Gesamtanzahl der Messpunkte signifikant größer sein als die Anzahl der Parameter. Wenn zur Beschreibung komplexer Bodensenkungen im Untersuchungsgebiet eine hohe Anzahl an signifikanten Parametern nötig ist, muss entsprechend der Komplexität auch die Gesamtanzahl der zur Verfügung stehenden Punkte groß sein.
- iii. Räumliche Verteilung der auffälligen Punkte  
Auffällige Punkte lassen auf einen Modellfehler schließen, wenn sie gehäuft in einem räumlich begrenzten Bereich auftreten. In diesem Fall ist das Modell nicht geeignet gewählt (siehe Kriterium (i)).

- iv. „Muster“ in den Modellabweichungen der Punkte  
Damit die Bestimmung eines Flächenpolynoms als optimal angesehen werden kann, müssen die Abweichungen zwischen dem entwickelten Modell und den tatsächlich gemessenen Höhenunterschieden normalverteilt sein, d. h. der Mittelwert ist Null und die Streuung um den Mittelwert ist rein zufällig und folgt keinen „Mustern“, die auf systematische Abweichungen hindeuten würden.
- v. Empirische Standardabweichung ( $s = 1\text{mm}$ )  
Die äußere Genauigkeit der gemessenen Höhenunterschiede wird wie beschrieben mit  $\sigma = 1\text{mm}$  angenommen. Die empirische Standardabweichung, berechnet aus den Verbesserungen zwischen den Höhenunterschieden des Modells und den gemessenen Höhenunterschieden, sollte nicht signifikant von dieser äußeren Genauigkeit abweichen. Im Falle einer signifikant zu kleinen empirischen Standardabweichung  $s \ll \sigma$  läge eine Überparametrisierung vor, d. h. im Modell werden zu viele Parameter und somit eine zu große Komplexität angenommen. Daraus folgt, dass Messabweichungen als tatsächliche Anomalien im Höhenunterschied interpretiert würden. Im Falle einer signifikant zu großen empirischen Standardabweichung  $s \gg \sigma$  läge eine Unterparametrisierung vor, d. h. im Modell werden zu wenige Parameter und somit eine zu geringe Komplexität angenommen. Demnach würden tatsächlich vorhandene Anomalien im Höhenunterschied als

Messabweichung interpretiert.

## 2.4 Vorgehen bei der Entwicklung der Modelle (iterative Festlegung der Parameter)

Im vorherigen Abschnitt wurden die fünf Kriterien vorgestellt, auf deren Basis für jedes Gebiet datenadaptiv die optimale Schätzung eines Flächenpolynoms mit optimaler Parameteranzahl durchgeführt wird. Wichtig ist dabei, dass alle fünf Kriterien eingehalten werden und eine Analyse des entwickelten Flächenpolynoms sowie dessen Abweichungen zu den Messungen die Güte des Modells bestätigt. Die Entwicklung der Modelle und die darin enthaltene iterative Festlegung der Parameter inkl. der Detektion von auffälligen Punkten wird wie folgt schematisch in drei Schritten zusammengefasst:

- I. Bestimmung auffälliger Punkte und der Komplexität des Flächenpolynoms  
Im ersten Schritt wird vom Modell einer Schollensetzung ausgegangen. Dieses Modell wird an die Messungen angepasst, wobei iterativ nach der Modellbestimmung immer der auffälligste Punkt aus der Parameterbestimmung entfernt und eine Neubestimmung des Flächenpolynoms durchgeführt wird. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis entweder die Kriterien (i) und (iii) nicht mehr erfüllt sind, oder bis Kriterium (v) erfüllt ist. Im ersten Fall werden aufgrund der niedrigen Komplexität des Modells zu viele (benachbarte) Punkte fälschlicherweise als auffällig angesehen. Das führt dazu, dass die Kom-

plexität des Flächenpolynoms erhöht werden muss, sodass nun das Modell einer Schollenschieflstellung angenommen wird. Folgend werden die bisherigen Schritte erneut durchlaufen, bis diesmal das Kriterium (v) erfüllt ist oder die Komplexität des Flächenpolynoms weiter erhöht werden muss. Die Komplexität des Flächenpolynoms wird dabei solange erhöht, bis Kriterien (i), (iii) und (v) positiv ausfallen. Sind diese drei Kriterien erfüllt, kann vorläufig von einer nun geeigneten Komplexität des Flächenpolynoms ausgegangen werden.

- II. Bestimmung aller nötigen Parameter

Durch die nun festgelegte Komplexität des Flächenpolynoms ist auch die Anzahl an Parametern für dessen Beschreibung definiert. Diese Parameter sind allerdings nicht alle gleich wichtig für das Modell. Demnach können Parameter der statistischen Testtheorie folgend eliminiert werden, die keinen signifikanten Einfluss auf die Modellierung der Höhenänderung haben. Dies ist der Fall, wenn der Parameterwert im Verhältnis zu seiner Varianz nicht signifikant von Null abweicht. In einem iterativen Prozess werden so alle nicht signifikanten Parameter aus dem Modell entfernt. Die endgültige Bestimmung des Flächenpolynoms wird anschließend mit allen signifikanten Parametern durchgeführt. Nach dieser Elimination ist zu beachten, dass das Kriterium (ii) erfüllt sein muss, d. h., dass die Anzahl an Parametern des Modells im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Punkte keinen zu großen

Wert annimmt. Ist dies dennoch der Fall, muss begutachtet werden, ob das gewählte Modell des Flächenpolynoms geeignet für die Modellierung des Untersuchungsgebietes ist.

### III. Fachmännische Analyse der Modellabweichungen

Im letzten Schritt werden die Ergebnisse beurteilt. Dies beinhaltet eine fachmännische Analyse der Modellabweichungen, speziell in Bezug zu Kriterium (iv). Können abschließend alle fünf Kriterien als erfüllt angesehen werden, ist von einer erfolgreichen Modellierung der Höhenänderungen auszugehen.

## 3 Beispiele zur Anwendung eines Bodenbewegungsmodells

Zur Beantwortung der im Titel dieses Beitrags genannten Fragestellung, ob Bodenbewegungsmodelle geeignet sind, das Bodensenkungsverhalten im Rheinischen Braunkohlenbergbau zu beschreiben, werden in diesem Abschnitt zwei Untersuchungsgebiete vorgestellt, die im Sumpfungsbereich des Rheinischen Braunkohlenreviers liegen. Dabei wird klar, dass die Einhaltung aller fünf vorgestellten Kriterien zur erfolgreichen Modellierung mit Hilfe eines Flächenpolynoms, abhängig vom gegebenen Beobachtungsnetz und den vorhandenen Höhenänderungen, nicht immer möglich ist. Beim ersten Untersuchungsgebiet kann die Approximation mit Hilfe der vorgestellten Methode unter Einhaltung aller Kriterien problemlos durchgeführt werden. Dahingegen ist beim zweiten Fallbeispiel zunächst eine Aufteilung des Unter-

suchungsgebietes in Teilbereiche nötig, für welche die Anwendung des Flächenansatzes jeweils geprüft werden muss.

### 3.1 Fallbeispiel 1: Heppendorf

Das Untersuchungsgebiet in Heppendorf erstreckt sich über eine Ausdehnung von etwa 800 m in West-Ost-Richtung und 700 m in Nord-Süd-Richtung (siehe Abbildung 2). Für die vorliegende Untersuchung wurden 28 Messpunkte verwendet, an denen 1998 und 2006 Höhenmessungen durchgeführt wurden. Diese sind relativ homogen verteilt und es sind keine vereinzelt, abgegrenzten Punkte enthalten, die die Analyse erschweren würden.

Zur Bestimmung des Bodensenkungsverhaltens wird das oben beschriebene Vorgehen durchgeführt. Auf dessen Basis ergibt sich die Modellierung eines Flächenpolynoms mit 6 Parametern, die alle als signifikant eingestuft werden können. Basierend auf den berechneten Modellabweichungen (siehe Abb. 3) lassen sich anschließend folgende Bewertungen des bestimmten Flächenpolynoms ziehen:

- Kriterium (i): Es sind keine auffälligen Punkte vorhanden, da alle Modellabweichungen innerhalb des Signifikanzbereichs von 2,57 mm enthalten sind.
- Kriterium (ii): Die Parameteranzahl von 6 ist im Gegensatz zur Punktzahl von 28 signifikant kleiner, sodass eine zuverlässige Schät-

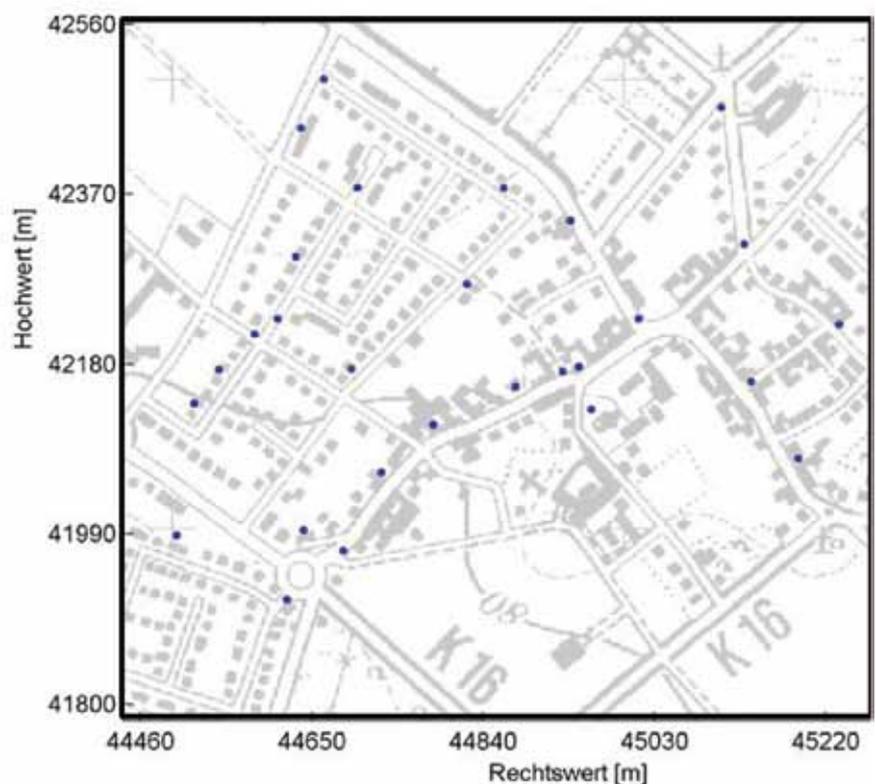


Abb. 2: Punktlage Untersuchungsgebiet 1

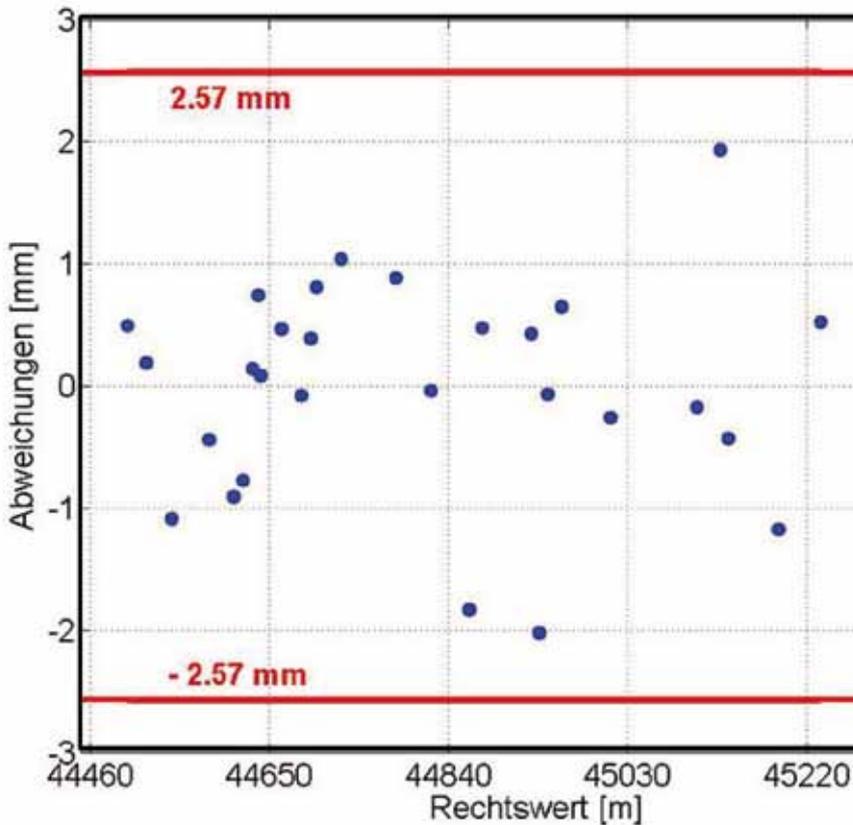


Abb. 3: Modellabweichungen Untersuchungsgebiet 1

zung der Parameter erfolgen kann.

- Kriterium (iii): Da keine auffälligen Punkte vorhanden sind, entfällt dieses Kriterium.
- Kriterium (iv): Der Mittelwert der Modellabweichungen beträgt 0 mm und die Streuung kann als zufällig angesehen werden. Daher sind keine Systematiken bzw. Muster in den Abweichungen zu erkennen.
- Kriterium (v): Die empirische Standardabweichung der Modellabweichungen beträgt  $s = 0,9\text{mm}$ . Dieser Wert weicht nicht signifikant von der äußeren Genauigkeit ( $\sigma = 1\text{ mm}$ ) ab, sodass weder von einer Über-, noch von einer Unterparametrisierung gesprochen werden kann. Da alle fünf Kriterien erfüllt sind, kann das gewählte Bodenbewegungsmodell als geeignet angesehen werden, Bodensenkungen zu beschreiben. Daher ist davon auszugehen, dass keine Senkungsverhalten im Untersuchungsgebiet enthalten sind, die nicht durch das Modell erfasst wurden. Das berechnete Modell mit den farblich codierten Bodensenkungen ist in Abbildung 4 dargestellt. Die mathematische Darstellung der Fläche lautet

$$P(x,y) = a_{00} + a_{01} \cdot y + a_{02} \cdot y^2 + a_{10} \cdot x + a_{11} \cdot x \cdot y + a_{20} \cdot x^2,$$

wobei  $x$  und  $y$  die Lagekoordinaten der Messpunkte sind und  $a_{00}$ ,  $a_{01}$ ,  $a_{02}$ ,  $a_{10}$ ,  $a_{11}$ ,  $a_{20}$  die sechs geschätzten Parameter.

### 3.2 Fallbeispiel 2: Merken

Das Untersuchungsgebiet, das in diesem Abschnitt betrachtet wird, umfasst eine Fläche von etwa 900 m x 1.200 m. Als Grundlage für die Aus-

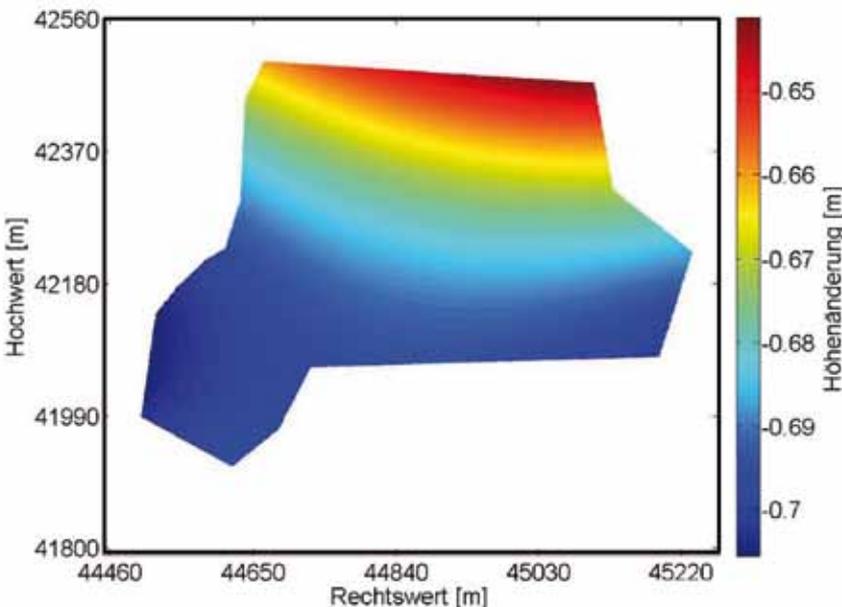


Abb. 4: Approximierte Bodenabsenkung Untersuchungsgebiet 1

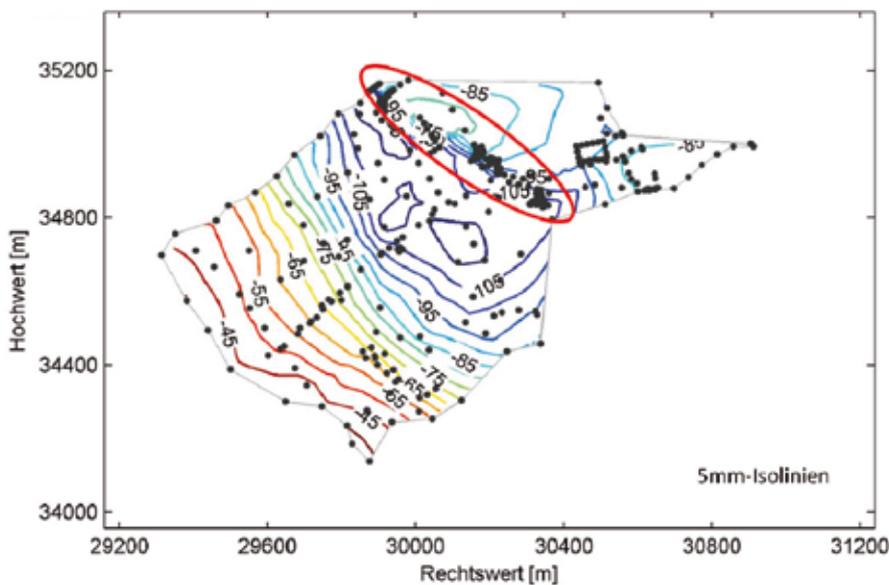


Abb. 5: Isolinienplan zur Darstellung der Bodensenkungen

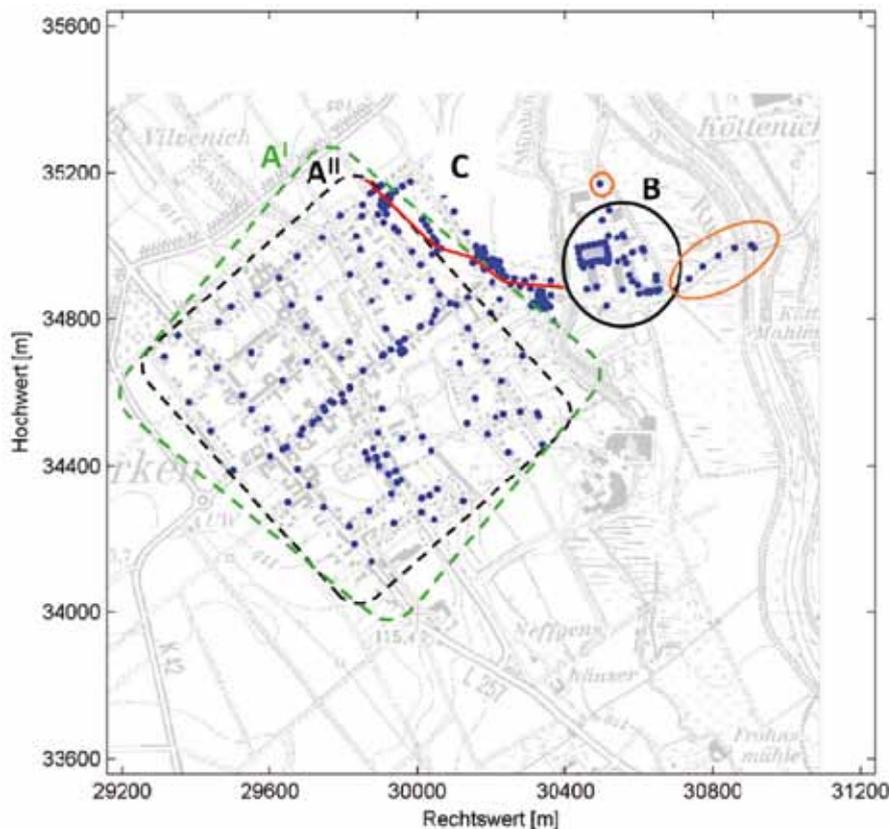


Abb. 6: Lage der Höhenmesspunkte im Untersuchungsgebiet

wertung in diesem Gebiet dienen Höhenmessungen aus den Jahren 2003 und 2009. In Abb. 5 sind die relativen Bodensenkungen im Untersuchungsgebiet in Form von 5mm-Isolinien zusammen mit den zur Verfügung stehenden Messpunkten (schwarze Punkte) dargestellt.

Anhand dieser Grafik ist zu erkennen, dass innerhalb des Untersuchungszeitraums Höhenänderungen von ca. - 40 mm bis - 110 mm aufgetreten sind. Das Ausmaß der relativen Bodensenkungen nimmt dabei zur Mitte des Gebietes hin zu. Es treten Neigungen und Krümmungen auf, so dass die Modellierung dieser Fläche mit Hilfe von einer geneigten Ebene (Schollenschiefstellung) unzureichend wäre. Des Weiteren wird unter genauer Betrachtung deutlich, dass sich die Isolinien im Bereich der roten Ellipse stark verdichten. Diese Verdichtungen sind Anzeichen für eine bewegungsaktive tektonische Störung. Aufgrund dieser bewegungsaktiven tektonischen Störung, dem sogenannten „Sprung von Pier“, ist es nicht möglich, das Senkungsverhalten des gesamten Untersuchungsgebietes mit einer Modellfläche vollständig zu beschreiben. Demnach ist eine Abgrenzung von verschiedenen Teilflächen vorzunehmen, welche anschließend separat zu analysieren sind.

In Abb. 6 sind die für die Flächenanalyse zur Verfügung stehenden Punkte blau dargestellt. Entsprechend des Verlaufs der tektonischen Störung, die stark generalisiert durch eine rote Linie abgebildet ist, müssen drei Bereiche (A, B und C) unterschieden werden. Die Festlegung der Gebietsgrenzen des Teilgebiets B ergibt sich unmittelbar aus der Punktverteilung. Die Punkte in den orangenen Ellipsen finden keine Berücksichtigung, da

die einzelnen Punktabstände zu der Fläche B zu groß sind.

Die Eingrenzung des Teilbereichs A ist hingegen aufwändiger als für den Teilbereich B. Sie erfolgt mittels des iterativen Prozesses unter Nutzung des Flächenansatzes (vgl. 2.4). Ausgehend von dem im grünen Rechteck dargestellten Gebiet AI wird der Flächenansatz berechnet.

Es zeigt sich, dass das gewählte Modell nicht zur vollständigen Beschreibung des vorliegenden Senkungsverhaltens geeignet ist. Zur Veranschaulichung sind in Abb. 7 die Punkte rot markiert, die nicht durch das Modell beschrieben werden können. Auffällig ist, dass insbesondere im Bereich der Störzone viele Punkte vom generellen Senkungsverhalten abweichen (Kriterien (i) und (iv) werden verletzt).

Diese Erkenntnis wird unter Betrachtung der Höhenänderungen entlang einzelner Profile (rot und grün) aus Abb. 7 ebenfalls deutlich, welche in Abb. 8 zu sehen sind. Neben den in blau dargestellten beobachteten Höhenänderungen, sind in der genannten Abb. 8 auch die aus dem Flächenmodell entlang des Profils abgeleiteten Höhenänderungen in Form von Linien sichtbar. Auf der Rechtsachse ist dabei jeweils der Abstand der einzelnen Punkte von der in Abb. 7 eingezeichneten blau gestrichelten Bezugslinie aufgetragen.

Grundsätzlich ist anhand der Profile gut zu erkennen, dass die glatte Modellfläche die mittels der Messwerte repräsentierten Bodensenkungen insgesamt sehr gut beschreibt. Dies gilt jedoch nicht für den Bereich der Bruchzone, in dem deutliche Ände-

rungen im Senkungsverhalten auftreten. Somit können nach und nach Punkte detektiert werden, die der Störzone zuzuordnen sind. Entsprechend dieser Zuordnung, werden diese am Rand liegenden Punkte aus der Berechnung ausgeschlossen. Das Gebiet wird dadurch verkleinert. Als Ergebnis ergibt sich der Teilbereich AII, der wie auch der Teilbereich B mittels des Flächenansatzes analysiert werden kann. Die Ergebnisse dieser Bodensenkungsanalyse werden in den folgenden Abschnitten dargestellt. Im Teilbereich C, welcher auch alle Punkte im Bereich der bewegungsaktiven tektonischen Störzone enthält, kann der Flächenansatz nicht verwendet werden. Hier sind stattdessen Einzelpunktbetrachtungen erforderlich, falls auftretende Bodensenkungen analysiert werden sollen.

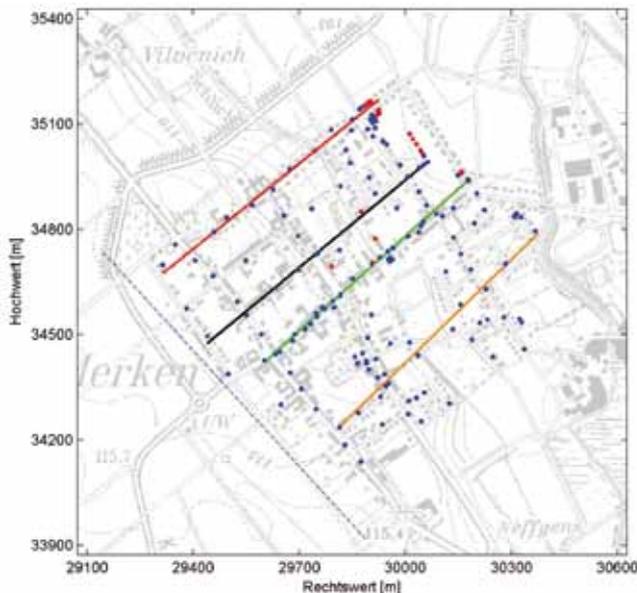


Abb. 7: Detektion der Störzone unter Anwendung des Flächenansatzes

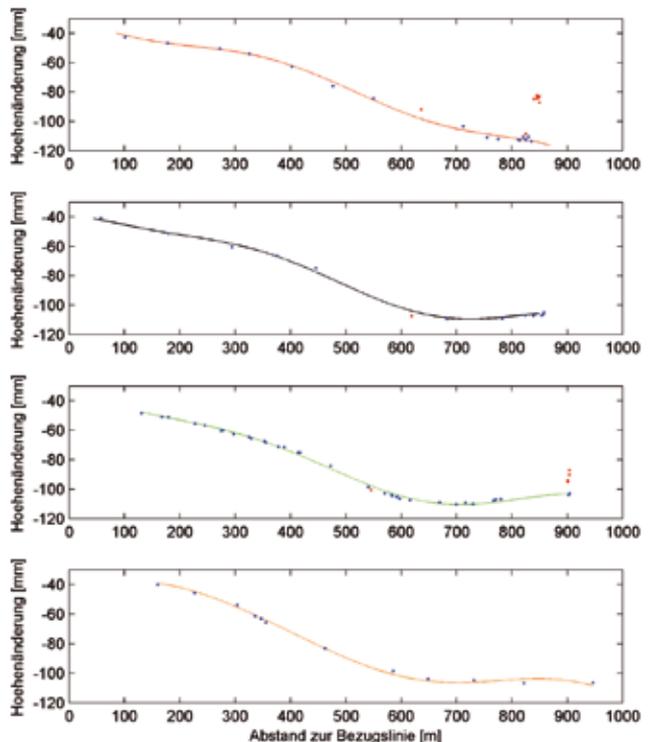


Abb. 8: Modellabweichungen entlang der in Abb.7 eingezeichneten Profile

## Teilbereich A

Für den Teilbereich AII wurde ein 2D-Flächenpolynom mit 21 Parametern verwendet, welches die Modellierung von vorhandenen Krümmungen und Neigungen zulässt, dabei lokal aber sehr glatt verläuft. Auf diese Weise ist es auch hier möglich, lokale Abweichungen vom generellen Bodensenkungsverhalten zu detektieren. In Abb. 9 sind die signifikant von der Modellfläche abweichenden (auffälligen) Punkte in rot dargestellt. Die detektierten Punkte sind zudem mit der Größe der Abweichung in der Einheit mm beschriftet. Messungen, die das Flächenmodell stützen, sind in blau abgebildet. In Summe weichen 5 der 139 Punkte (4 % der Messungen) signifikant von der Modellfläche ab. Demnach ist die Anzahl der auffälligen Punkte nicht groß. Allerdings muss jeder dieser Punkte durch andere Verfahren einzeln analysiert werden, um zu ergrün-

den, woher die große Abweichung stammt.

Die Anzahl der Messpunkte ist in Relation zu der Anzahl der zu schätzenden Parameter noch groß genug. Demnach fallen die Kriterien (i) und (ii) positiv aus.

Mittels der Residuen der einzelnen Messungen lässt sich eine empirische Standardabweichung von  $s = 1,1$  mm berechnen (ohne Berücksichtigung der groben Abweichungen). Da dieser Wert in der Größe der äußeren Genauigkeit ( $=1$  mm) liegt, ist auch das Kriterium (v) erfüllt.

In Abb. 10 sind die Modellabweichungen in Form von einem Histogramm dargestellt. Darin wird deutlich, dass diese annähernd normalverteilt sind, so dass keine systematischen Abweichungen sichtbar werden, was auch unter Betrachtung der räumlichen Lage auffälliger Punkte gestützt wird. Demnach kön-

nen auch die Kriterien (iii) und (iv) angenommen und die Eignung des Modells zur Beschreibung der Bodensenkungen bestätigt werden.

## Teilbereich B

Unter Betrachtung der Isolinien in Abb. 5 wird deutlich, dass im erheblich kleineren Teilbereich B ebenfalls Senkungen aufgetreten sind, die sich nicht durch eine horizontale oder geneigte Ebene darstellen lassen. Demnach wurde der Teilbereich B analog zum Teilbereich A durch ein Flächenpolynom approximiert. Es handelt sich in diesem Gebiet allerdings um ein sehr viel homogeneres Senkungsverhalten als im Teilbereich A. Aus diesem Grund ist die Anzahl der für die Modellierung benötigten (signifikanten) Parameter mit 4 Koeffizienten auch erheblich geringer. Die Anzahl der Parameter ist bei einer Gesamtzahl von 49 Punkten nicht groß, so dass das Kriterium (ii) erfüllt ist.

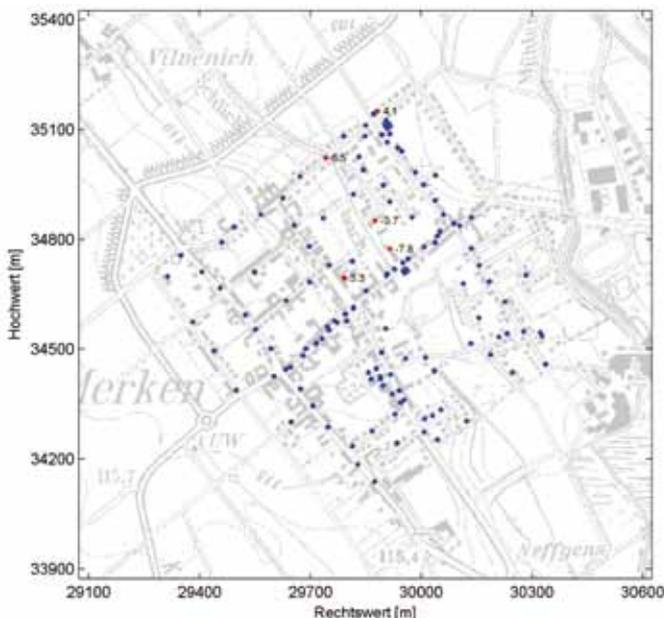


Abb. 9: Verteilung der signifikant vom Modell abweichenden Messwerte im Teilbereich A (Abweichungen in mm)

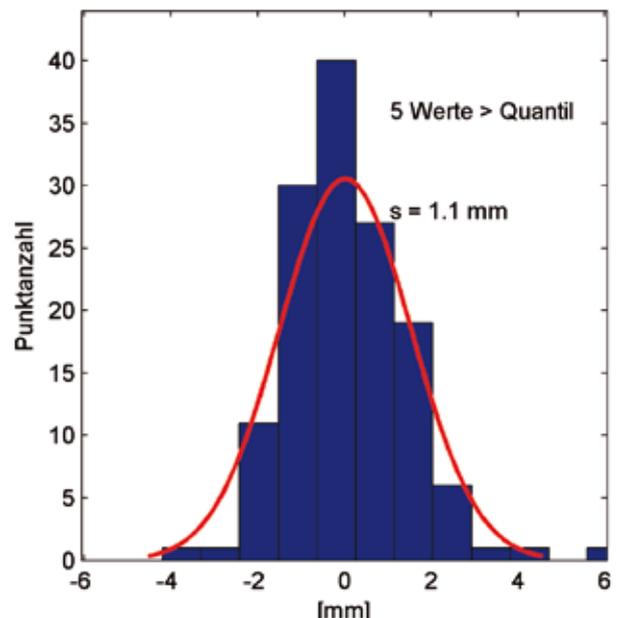


Abb. 10: Darstellung der Modellabweichungen in Form eines Histogramms

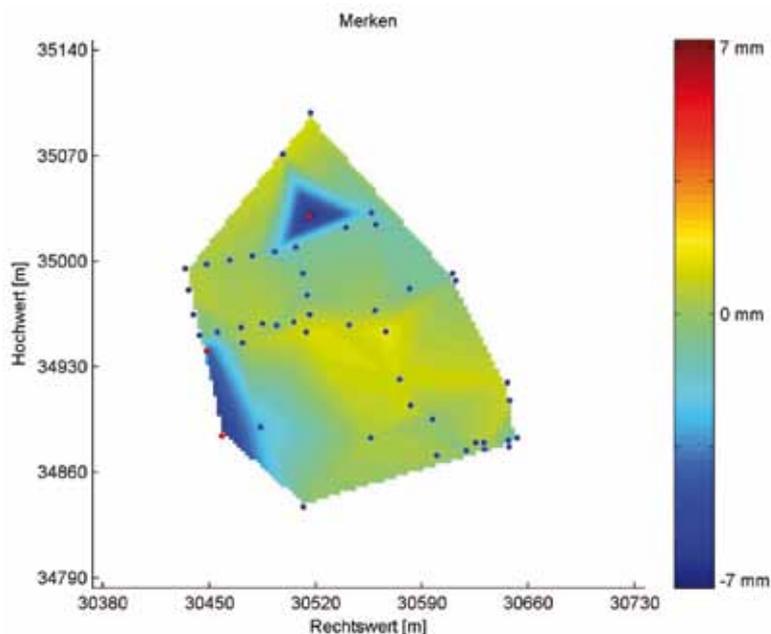


Abb. 11: Flächenhafte Darstellung der Modellabweichungen (rote Punkte sind auffällige Messpunkte)

Wie auch bei dem Teilbereich A kann die Eignung des Flächenpolynoms u. a. anhand der Residuen beurteilt werden. Die empirische Standardabweichung, die sich aus den Residuen berechnen lässt, entspricht mit  $s = 0,9$  mm fast dem erwarteten Wert der Nivelliergenauigkeit (= 1 mm). Das Kriterium (v) ist also ebenfalls erfüllt. In Abb. 11 sind die im Teilbereich B auftretenden Abweichungen von der Modellfläche flächenhaft dargestellt. Mit 3 von 49 Punkten weichen ca. 6 % aller Punkte von der Modellfläche ab, so dass auch das Kriterium (i) positiv ausfällt. Unter Betrachtung der räumlichen Verteilung der im Teilbereich B auffälligen Punkte wurden keine Systematiken sichtbar. Das gleiche gilt auch für die Modellabweichungen, so dass die Eignung des gewählten Modells zur Beschreibung der Bodensenkungen unter Annahme der Kriterien (iii) und (iv) bestätigt wird.

Zusammenfassend lässt sich für das zweite Fallbeispiel festhalten, dass

der Flächenansatz auch im Falle einer ausgeprägten Tektonik anwendbar ist. Durch bewegungsaktive tektonische Störungen getrennte Bereiche müssen in einem solchen Fall separat betrachtet werden. Aus dem Auswerteprozess resultieren neben abweichenden Punkten auch diejenigen Punkte, die keiner der beiden Flächen A und B zugewiesen werden können. Diese Punkte liegen in unmittelbarer Nähe von Bruchkanten und sind mittels einer Einzelprüfung oder einer Objektbetrachtung zu analysieren.

Die Voraussetzungen für die Anwendung des Flächenansatzes sind allerdings nicht immer gegeben. Ist die Verteilung der Messpunkte im Verhältnis zur Komplexität des Bodensenkungsverhaltens ungünstig und die räumliche Verteilung der auffälligen Punkte systematisch, kann der Flächenansatz nicht angewandt werden, wie dies im Teilbereich C der Fall ist.

## 4 Fazit

In diesem Beitrag konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, Bodensenkungen im Rheinischen Braunkohlenrevier mit Hilfe einer Modellierung in Form von gekrümmten, jedoch glatten Flächen zu beschreiben. In diesem Zusammenhang können Punkte detektiert werden, deren Bewegung signifikant vom generellen Bodensenkungsverhalten abweicht. Es wurden fünf verschiedene Kriterien definiert, die zur Verifizierung der Flächenmodellierung heranzuziehen sind. Unter Einhaltung dieser Kriterien kann davon ausgegangen werden, dass das verwendete Bodenbewegungsmodell geeignet ist, um das zugrunde liegende Bodensenkungsverhalten zu beschreiben. Im Falle des ersten Beispiels war eine Einhaltung der genannten Kriterien problemlos möglich.

Anhand des zweiten Beispiels wurde dargelegt, dass der Flächenansatz ebenfalls die Detektion tektonischer Störungen oder Bewegungsanomalien zulässt. Im Falle einer tektonischen Störung ist es nicht möglich, das gesamte Untersuchungsgebiet mittels einer einzelnen Fläche zu approximieren. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass Teilbereiche durch einzelne Flächenmodellierungen erfolgreich analysiert werden können. Die Aufteilung in mehrere Gebiete führt allerdings auch dazu, dass die Einhaltung der Grundvoraussetzungen für den Flächenansatz nicht immer gegeben ist. Dies liegt in der Regel vor allem an einer schlechten Punktverteilung im Vergleich zur Komplexität des Bodensenkungsverhaltens.

# Bodenbewegungen im Rheinischen Braunkohlenrevier

Prof. Dr.-Ing. Axel Preuße, Dr. Ralf Schulte  
 Institut für Markscheidewesen, Bergschadenkunde und Geophysik im Bergbau, RWTH Aachen

## 1 Grundwasserstandsveränderungen als Ursache für Höhenveränderungen an der Tagesoberfläche

Die Niederrheinische Bucht entstand in ihrer heutigen Ausdehnung vor etwa 30 bis 35 Millionen Jahren mit dem Absenken eines Teils des Rheinischen Schiefergebirges. Bis zu 1.000 m mächtige tertiäre Lockersedimente liegen in Wechsellagerung von Tonen, Sanden und Kiesen auf verfestigten Gesteinen des Paläozoikums als Basis des Rheinischen Beckens. Die aus dem Miozän stammenden Braunkohlenflöze sind in dieser Schichtung breit gefächert eingebettet. Diese Zone erstreckt sich in Richtung Südost-Nordwest.

Der abgesenkte Bereich wurde durch tektonische Einwirkungen in die Kölner-, die Erft-, die Rur- und die Venloer Scholle aufgespalten. Diese Schollen begrenzen Störungszonen

mit Verwurfsbeträgen von bis zu mehreren hundert Metern; sie werden wiederum von einer Vielzahl von weiteren Verwerfungen begleitet und dadurch in schmale Teilschollen

untergliedert. Das Hauptstreichen der Störungen ist in Richtung Nordwest-Südost mit einer bevorzugten Einfallensrichtung nach Südwest und einem Einfallen von 60° bis 80°.

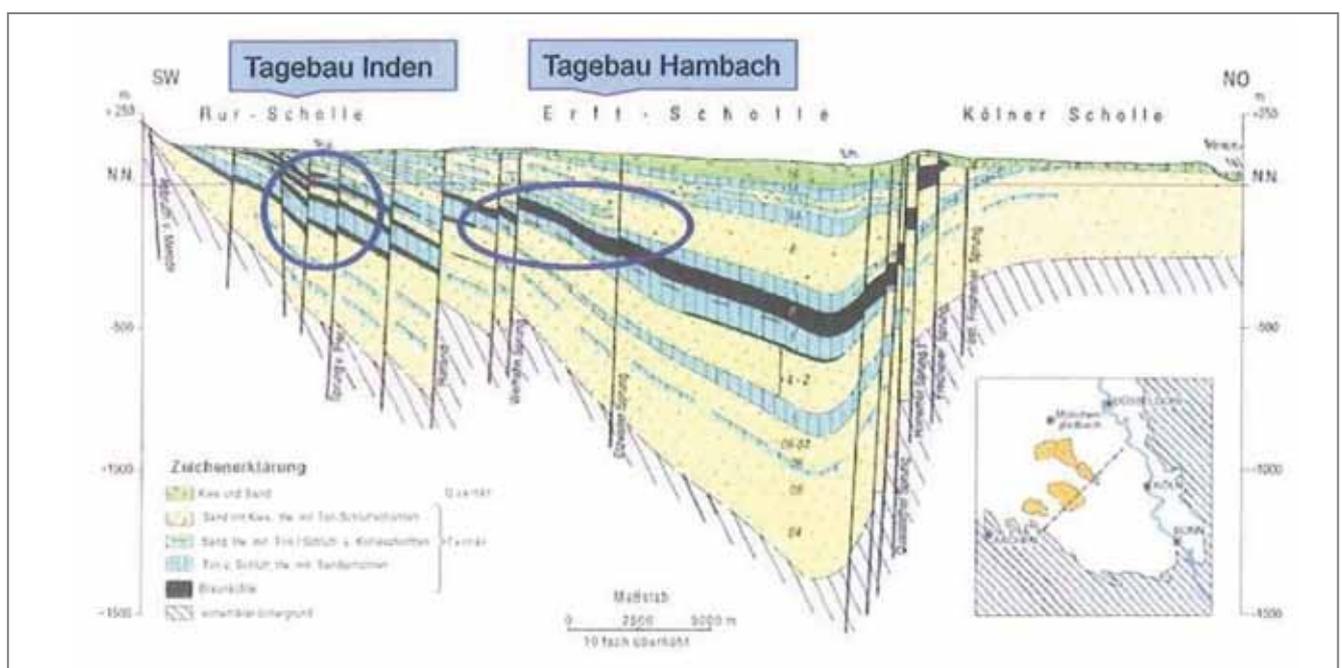
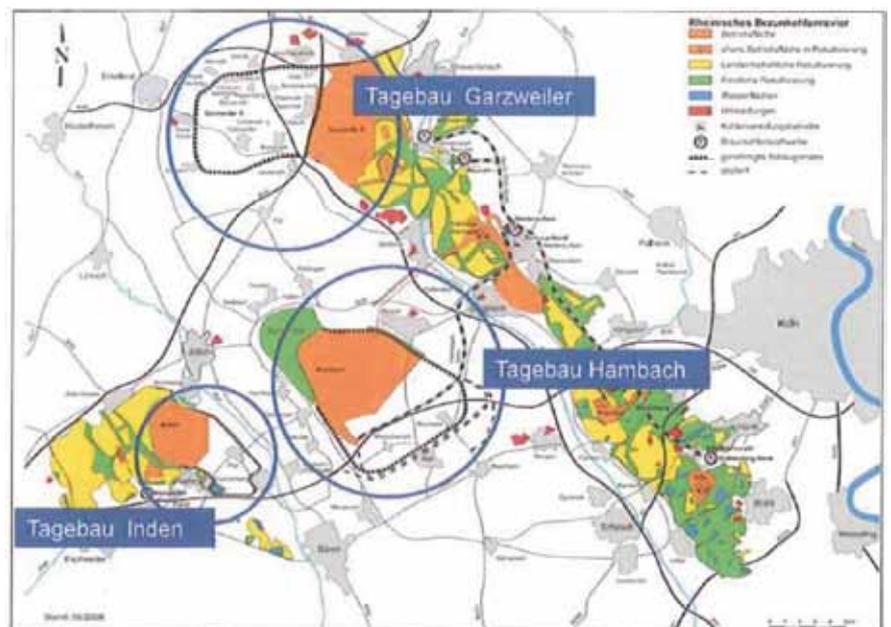


Abb. 1: Rheinisches Braunkohlenrevier (Revierkarte und Querschnitt)

Die Lockersedimente sind natürlicherweise mit Grundwasser gefüllt. Wasserstauende Tonhorizonte sind weiträumig verbreitet. Diese und ebenso wasserstauende Braunkohlenflöze trennen das Grundwasser in übereinander angeordnete Grundwasserhorizonte. Diese Grundwasserhorizonte sind artesisch gespannt. Die Ausnahme bildet der oberste, freie Grundwasserhorizont.

Um den Abbau der Braunkohle im Tagebau sicher zu betreiben, muss das Grundwasser in den Gebirgsschichten abgesenkt werden.

Grundwasserabsenkungen im Bereich des Braunkohlentagebaus und die damit einhergehende Veränderung der Spannungsverhältnisse im Gebirge führen zu konsolidierenden Setzungen der Gebirgsschichten und damit zu Bodensenkungen an der Erdoberfläche. Einerseits wird durch das in das Nebengestein abfließende Wasser der zuvor im wassergefüllten Gestein vorhandene Porenwasserdruck abgebaut und damit das Porenvolumen verringert,

wodurch als Folge sich die Gebirgsschicht setzt. Weiterhin entsteht durch den nahezu grundwasserfreien bzw. entspannten Gebirgskörper ein Auftriebsverlust mit einhergehender Belastungszunahme des Korngerüstes. Damit kommt es zu einem Zusammendrücken und einer Kornumlagerung und infolge dessen zu Setzungen der Gebirgsschichten.

Die Grundwasserentnahme sandiger und kiesiger Schichten führt zu einer schnellen Entwässerung der vorhandenen und relativ großen Porenräume, womit die Konsolidation dieser Schichten zeitlich eng mit der Entwässerung verläuft. Allerdings ist das damit verbundene Setzungspotential gering. Tonige Schichten geben aufgrund ihres geringen Porenvolumens ihr Porenwasser dagegen nur sehr langsam ab. Der Setzungsverlauf dieser Schichten verläuft kontinuierlich und sehr langsam mit einem „Nachlaufen“ nach erfolgter Grundwasserentnahme.

Ein umfassendes und regelmäßig eingemessenes Pegelnetz erfasst

die Grundwasseränderungen im gesamten beeinflussten Gebiet. Ebenfalls werden großräumige Bodensenkungen, welche im gesamten Revier seit Mitte der 1950er Jahre mit der damals beginnenden Grundwasserabsenkung auftreten, durch Leitnivellements (Präzisionshöhenmessungen) im Zweijahresrhythmus erfasst und dokumentiert.

Darüber hinaus finden flächendeckend Ortslagenmessungen und Beobachtungen von Einzelbauwerken (Bauwerke, Leitungen, etc.) statt, um das spezifische, kleinräumige Bodenbewegungsverhalten zu erfassen. Die Bodenbewegungen an der Erdoberfläche verlaufen zeitlich sehr langsam entsprechend der Konsolidation der Gebirgsschichten.

Die Bodensenkungen sind flächenhaft betrachtet sehr gleichmäßig und großräumig, da die Grundwasserabsenkung bzw. -entspannung sich von den Sumpfungsbunnen aus im Regelfall gleichmäßig wie eine Parabel ausbreitet. In Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen und den Sumpfungsmaßnahmen hat sich ein Maximum der Bodensenkungen bis 2009 mit ca. 4,3 m eingestellt.

Nach Einstellung von Sumpfungsmaßnahmen kommt es infolge eines Grundwasserwiederanstiegs je nach Ausdehnung des sumpfungsbeeinflussten Gebietes zu Hebungen, die in der Regel ebenso gleichförmig und mit verminderter Geschwindigkeit wie die zuvor auftretenden Bodensenkungen verlaufen. Bodensenkungen werden nicht vollständig, sondern teilweise reversibel sein [1].

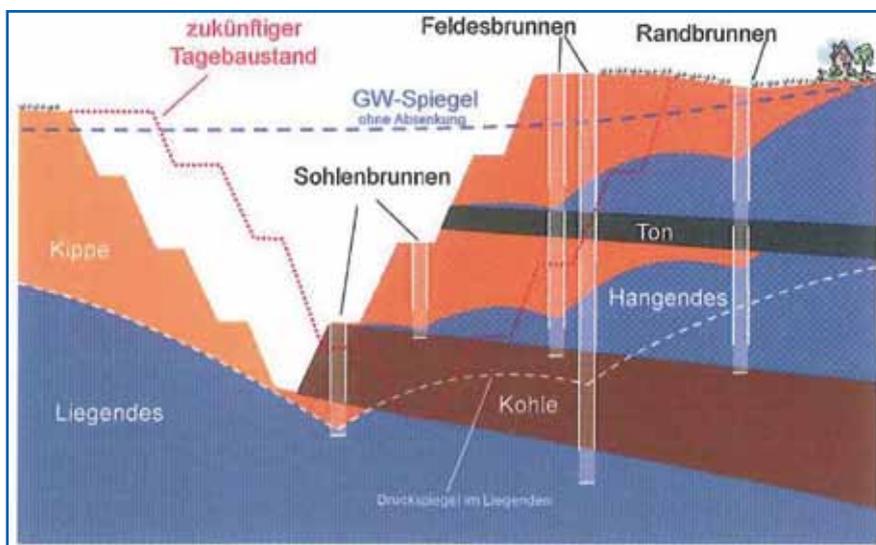


Abb. 2: Entwässerung der Tagebaue

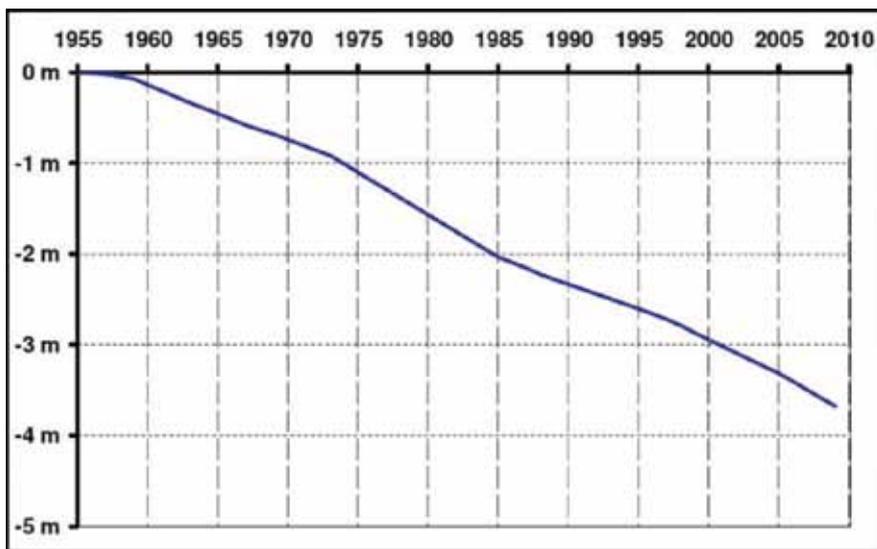


Abb. 3: Bodensenkungen seit 1955

kungen auf Bauwerke und Infrastrukturen an der Tagesoberfläche auf eine Einzelbetrachtung der einzel-

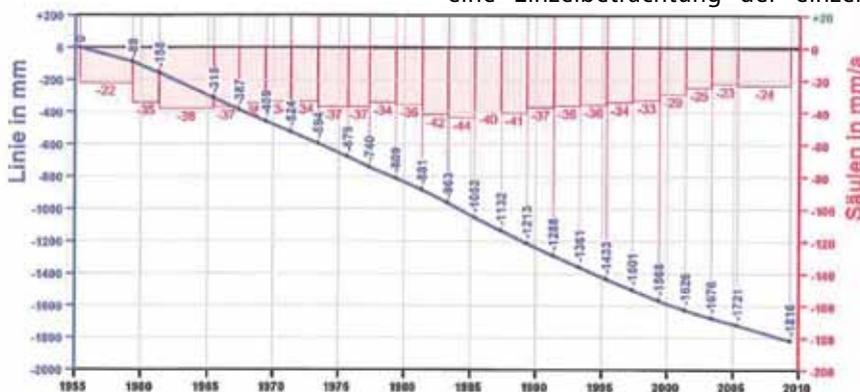


Abb. 4: Beispielhafter Zeitsenkungsverlauf

## 2 Bergschadenkundliche Relevanz der Höhenveränderungen an der Tagesoberfläche

Eine ganzheitliche Betrachtung des Zusammenwirkens aller Bodenbewegungsgrößen ist zwar sinnvoll, ist aber aufgrund der Komplexität der Einwirkungen und der daraus resultierenden Beanspruchungen kaum praktikabel. Deshalb bleiben Auswir-

nen Einwirkungsgrößen beschränkt. Hierzu wurden in einem konkreten Fallbeispiel die Bodenbewegungen berechnet und auf ihre Bergschadensrelevanz hin untersucht. Nachfolgend seien einige Grundgedanken zu den wichtigsten Bewegungsgrößen und deren Auswirkungen allgemein zusammengefasst:

- So führen gleichmäßige Senkungen oder Hebungen an Bauwerkeinrichtungen nicht zu Beanspruchungen der Konstruktion; allenfalls der Betrieb von Wasserstraßen oder vom Grundwasser-

stand abhängige Einrichtungen können durch Senkungen oder Hebungen in ihrer Gebrauchsfähigkeit beeinträchtigt sein.

- Nach DIN 21917 [2] sind Schiefungen die 1. Ableitung aus Senkungs- und Hebungsbeträgen. Schiefungen, d. h. gleichmäßig unterschiedliche Senkungen benachbarter Bodenpunkte beeinflussen naturgemäß eher hohe, schlanke Bauwerke als Wohngebäude. Bei Schiefungen von mehr als 25 mm/m ist die Nutzung von Gebäuden stark beeinträchtigt, und es sind ggf. Hebungmaßnahmen durchzuführen, um eine ordnungsgemäße Bauwerksnutzung aufrecht erhalten zu können.
- Nach DIN 21917 [2] sind Schiefstellungen die 1. Ableitung aus Verschiebungsbeträgen und beeinflussen als teufenbezogene Verschiebungsunterschiede in erster Linie in den Baugrund „eingerdete“ Bauwerke, wie z. B. Schächte.
- Horizontale Längenänderungen (Zerrungen und Pressungen) beanspruchen alle Bauwerkskonstruktionen in Abhängigkeit von ihrer Größe. (Extrempressungswerte können im Ruhrrevier bei bis zu 15 mm/m liegen.) Die Empfindlichkeit von Gebäuden gegenüber Zerrungen und Pressungen wird grundsätzlich beeinträchtigt durch die Baukonstruktion sowie den sich einstellenden Erddruck bzw. durch die resultierenden Reibungskräfte zwischen Bauwerk und Baugrund. Für den Steinkohlenbergbau ist ferner zu erwähnen, dass abbaubedingte Zerrungen auch einen Einfluss auf die Entstehung von Unstetigkeitszonen haben [3].

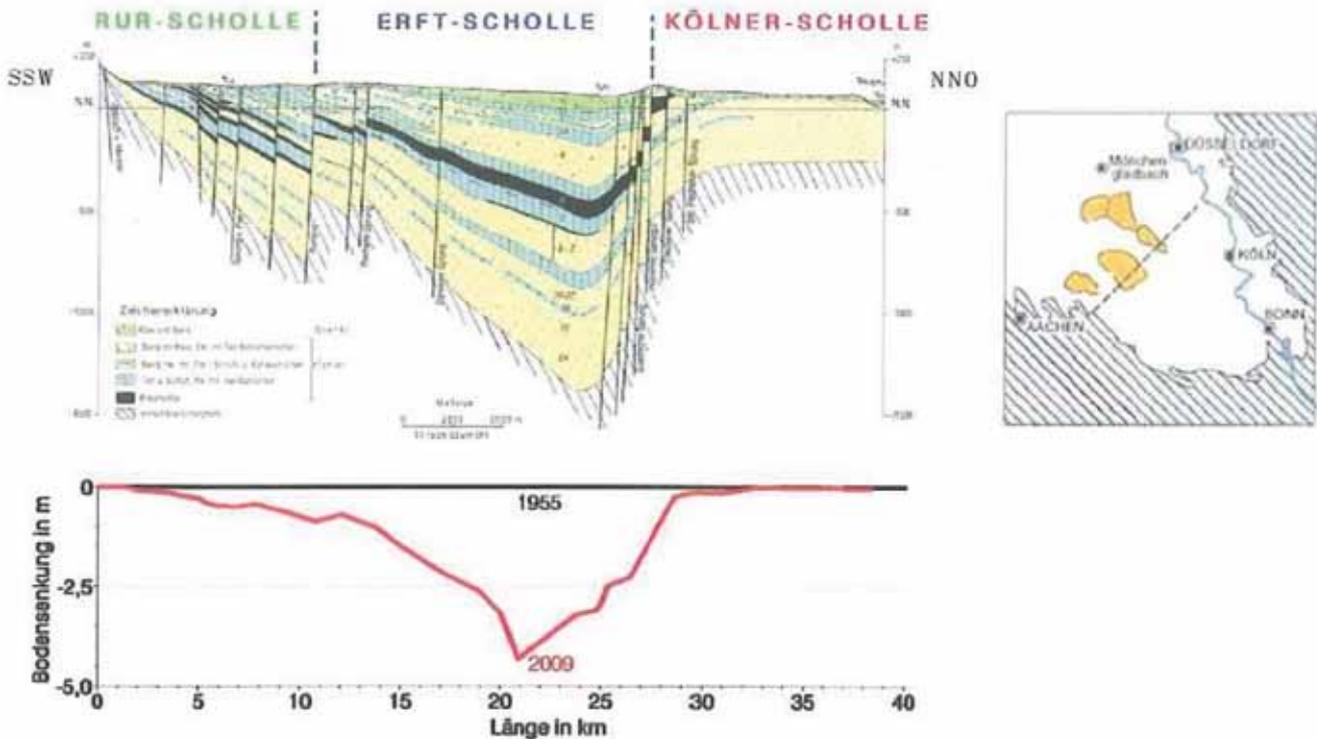


Abb. 5: Bodensenkungsverlauf mit Maximum

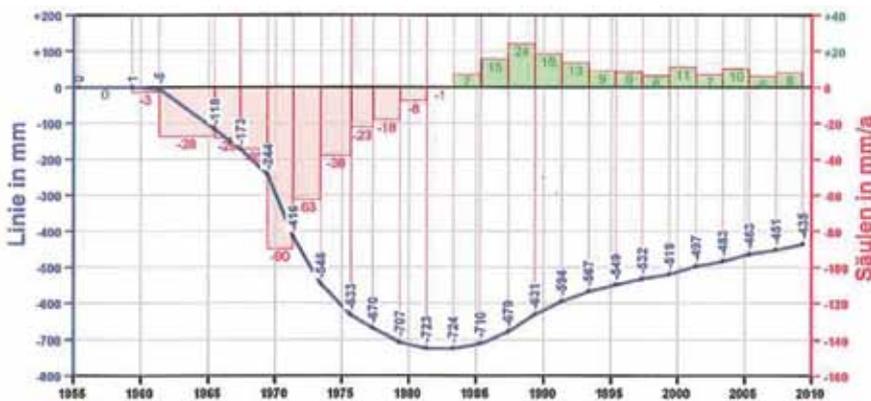


Abb. 6: Beispielhafte Bodenhebungen infolge Grundwasseranstieg [1]

Im Rheinischen Braunkohlenrevier verlaufen sumpfsbedingte Bodenbewegungen im Allgemeinen als sogenannte Schollensetzungen, die gleichförmig und für Wohngebäude unschädlich sind, da sich die Ge-

ländeoberfläche in lokal begrenzten Gebieten gleichmäßig setzt. Diese gleichmäßigen Schollensetzungen können in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Verhältnissen in sogenannte „Schollenschiefstellungen“

übergehen. Auch die durch die Schollenschiefstellung bedingte Schiefelage einzelner Bauwerke bewirkt im Regelfall keine Schäden an normalen Gebäuden. Die Schollenschiefstellung ist allenfalls für langgestreckte Bauwerke, wie z. B. Kanäle, von Bedeutung, da hierdurch das Kanalgefälle beeinträchtigt werden kann.

Schädliche Bodenbewegungen können lediglich in Bereichen mit geologischen Besonderheiten wie bewegungsaktive tektonische Störungen (s. Abb. 7) auftreten [4,5].

Die Krümmung gehört zu den vertikalen Komponenten der bergbauinduzierten Bodenbewegungen und ist nach DIN 21917 [2] die zweite Ableitung der Senkung. Der Krümmungsradius  $R$  als Kehrwert der Krümmung ist der Radius des Kreises, der sich im

Betrachtungspunkt an die Senkungs-kurve anschmiegt. In der Praxis wird zur Bewertung der Krümmung im Regelfall der Krümmungsradius angegeben. Krümmungen als längenbezogene Schieflagenunterschiede können sich insbesondere negativ auf Einzelbauwerke mit großen Grundrissabmessungen wie z. B. langgestreckte Industrieanlagen auswirken, wenn die Krümmungsradien kritische Größen aufweisen. Die Krümmung ist ein Kriterium zur Abschätzung von Auswirkungen insbesondere des untertägigen Steinkohlentiefbaus auf Objekte an der Tagesoberfläche. Für Standardwohngebäude mit Bauwerkslängen von ca. 10 m spielt die Krümmung in der Regel keine Rolle.

Bei der Bemessung „kritischer“ Krümmungsradien ist zu bemerken, dass die Beanspruchung von Bauwerken in Sattellage „aufgrund der in die Gründungsebene absinkenden neutralen Faser der Wandscheiben“ bei gleichen Krümmungsradien wesentlich größer ist als bei Bauwerken in Muldenlagen. Man kann bei Durchsicht der diesbezüglichen Fachliteratur festhalten, dass die verträglichen Grenzdicken unabhängig von den untersuchten Bauwerkslängen bei Sattellagen ungefähr halbiert werden.

Im Ergebnis seiner Berechnungen zieht Pohl folgende Schlussfolgerungen für Objekte in Muldenlage zur Rissvermeidung bzw. zum Erhalt der Gebrauchsfähigkeit [6]:

- Eine Gefährdung von 50m langen Stahlbetonbauwerken kann bei Berücksichtigung eines Krümmungsradius von  $R = 20$  km ausgeschlossen werden, wenn bei einem 2,5-geschossigen Gebäude davon ausgegangen werden kann, dass die Geschosebenen zur Gesamtsteifigkeit beitragen.
- Eingeschossige 50 m lange Stahlbetonbauwerke reagieren insbesondere bei Sattellagen empfindlich auf Krümmungseinwirkungen, wenn die Radien bei 20 km liegen.
- Bei biegeweichen Mauerwerksgebäuden mit einer Länge von 50 m und 3 bis 3,5 Geschosebenen betragen die ermittelten Grenzdicken für Rissbildungen ca. 4 km bis 12 km in Muldenlagen und 8 km bis 32 km in Sattellagen und bei solchen mit einer Länge von 10 m und 2 bis 2,5 Geschosebenen 4 km bis 6 km in Muldenlagen und 8km bis 18 km in Sattellagen. Von entscheidendem Einfluss für die Empfindlichkeit auf Krümmungen ist hierbei die Aussteifung in der

Krümmungsebene.

- Grenzwerte für Standardwohngebäude mit einem Grundriss von ca. 10 m x 10 m zur Vermeidung von Rissbildung sind nach Pohl 6 km in Muldenlage und 12 km in Sattellage und zum Erhalt der Gebrauchsfähigkeit nach Schürken/Finke [7] 2 km in Muldenlage und 4 km in Sattellage.

Witzke untersuchte [8] ebenfalls den Einfluss der Krümmung auf Bauwerksschäden und stellte dabei aufgrund seiner Literaturrecherche die von verschiedenen Autoren genannten Grenzwerte des Krümmungsradius zur Vermeidung von Rissen bzw. zum Erhalt der Gebrauchsfähigkeit gegenüber. Es wird ersichtlich, dass in keinem der o. g. Fälle in Sattel- und Muldenlagen ein höherer kritischer Krümmungsradius als 50 km angegeben wird. Für Standardwohngebäude mit Bauwerkslängen von 10 m beträgt der kritische Krümmungsradius in Sattellage 4 km bzw. in Sattellage 2 km (gleiche Ergebnisse wie Pohl).

Für ein konkretes Beobachtungsgebiet wurden auf der Basis eines dichten Beobachtungsnetzes flächenhaft Senkungen, Schieflagen und Krümmungen berechnet [9]. Auf dieser Basis fand eine Bewertung hinsichtlich der Bergschadensrelevanz statt.

Bezüglich der eingetretenen Schief-lagen ist festzustellen, dass in Anlehnung an den Steinkohlenbergbau gemäß des Minderwertabkommens RAG/VBHG von 2001 [10] Ansprüche auf Entschädigung erst ab einer maßgebenden Schief-lage von 2 mm/m bestehen.

Solche Werte wurden im vorliegenden Fall nicht annähernd erreicht. Die maximal ermittelten Schief-lagen betragen nur etwa eine

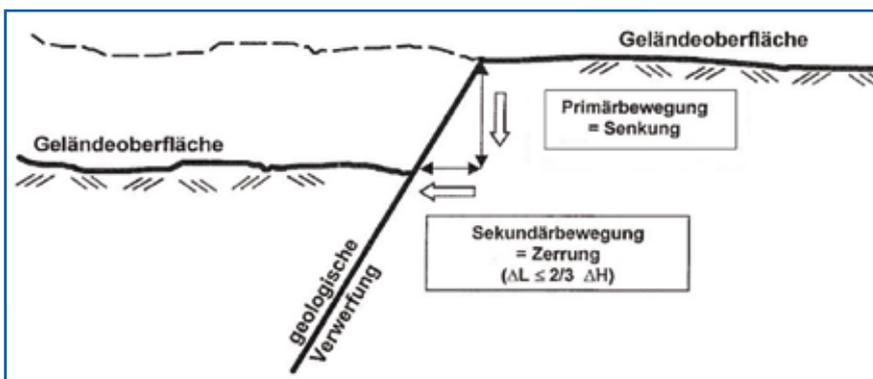
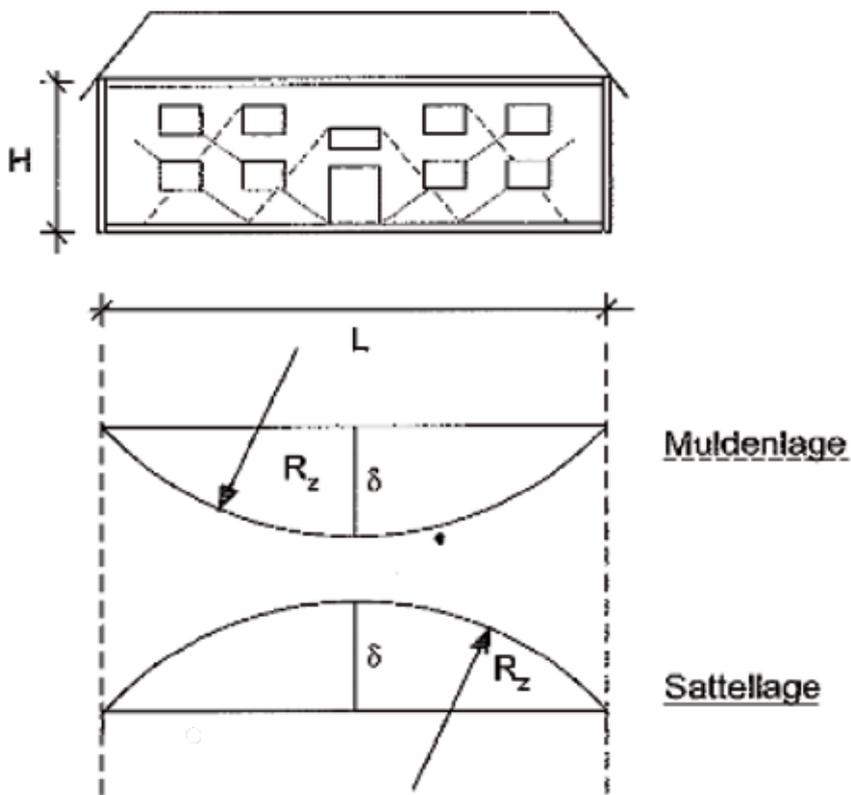


Abb. 7: Generalisierter Bewegungsablauf an einer bewegungsaktiven, hydrologisch wirksamen geologischen Verwerfung [4,5]



Zehnerpotenz der oben genannten Grenzwerte.

Für die Krümmungen ermittelte Kuhlmann [9] Krümmungsradien, die mindestens eine Zehnerpotenz geringer waren als die oben genannten kritischen Krümmungsradien. Diese Krümmungsradien sind unter Schadensaspekten hinsichtlich von Wohngebäuden nicht relevant.

Abb. 8: Krümmungsradius und maximale Senkungsordinate für Mulden- und Sattellage eines Gebäudes [6]

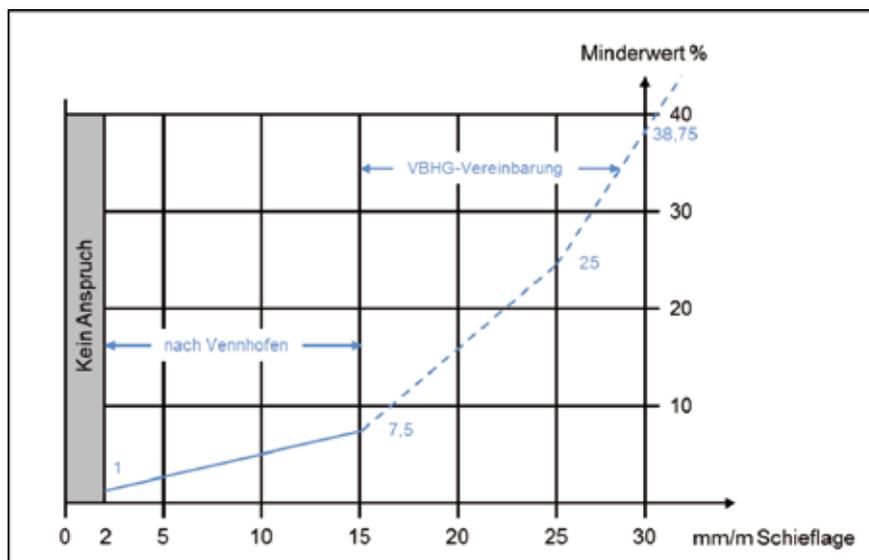


Abb. 9: Entschädigung nach Minderwertabkommen (VBHG, 2001) [10]

### 3 Sonderfälle der Höhenveränderungen an der Tagesoberfläche

Aus bergschadenskundlicher Sicht kommen im Rheinischen Braunkohlenrevier zwei Arten von Unstetigkeiten in Betracht. Zum einen kleinräumige Setzungen, die in Auegebieten mit humosen Böden infolge der Absenkung des obersten Grundwasserspiegels auftreten können und zum anderen Senkungen an bewegungsaktiven tektonischen Störungen, deren Aktivierung im Zusammenhang mit der Grundwasserabsenkung in den gespannten tiefen Grundwasserleitern steht.

Auegebiete sind gekennzeichnet durch flurnahe Grundwasserstände. In Auegebieten stehen Überschwemmungsböden mit mehreren

Meter Mächtigkeit an, die mit humosen Einlagerungen bis hin zum Torf durchsetzt sein können. Weist ein geologisches Profil oberflächennah z. B. Schluffboden aus und daran anschließend einen tragfähigen Kieshorizont und ist der ursprüngliche Grundwasserflurabstand ausreichend groß, scheidet der Auegesichtspunkt aus.

Bewegungsaktive tektonische Störungen prägen sich durch linienhafte Strukturen aus mit Setzungsdifferenzen auf wenigen Metern Entfernung. Das Bewegungsbild wird gekennzeichnet durch unterschiedliche flächenhafte Schollensetzungen. Die sogenannte „Feste Scholle“ setzt sich gleichförmig aber geringer als die sogenannte „Abgehende Scholle“ schiebt quasi auf der Störzzone ab. In Abhängigkeit vom Einfallen der

Störung stellt sich im Störungsbe- reich eine Vertikalkomponente und eine Horizontalkomponente ein. Eine Zweischollenbewegung würde man deutlich und markant anhand der Analyse der Abstände der Setzungs- isolinien erkennen. Solange die Iso- linien gleichbleibende Abstände aufweisen und keine Verringerung auf kurzer Entfernung erkennbar ist, ist eine Bewegungsunstetigkeit, die auf eine aktive tektonische Störung hinweist, auszuschließen. Gleichbleibende Isolinienabstände deuten auf eine gleichförmige Schollenschief- stellung bzw. -krümmung hin. Eine Krümmung ist immer dann zu unter- suchen, wenn die Abstände der Iso- linien der Bodenbewegungen tenden- ziell zu- oder abnehmen, eine gleich- bleibende Äquidistanz bedeutet dagegen, dass eine gleichförmige Schiefstellung vorliegt.

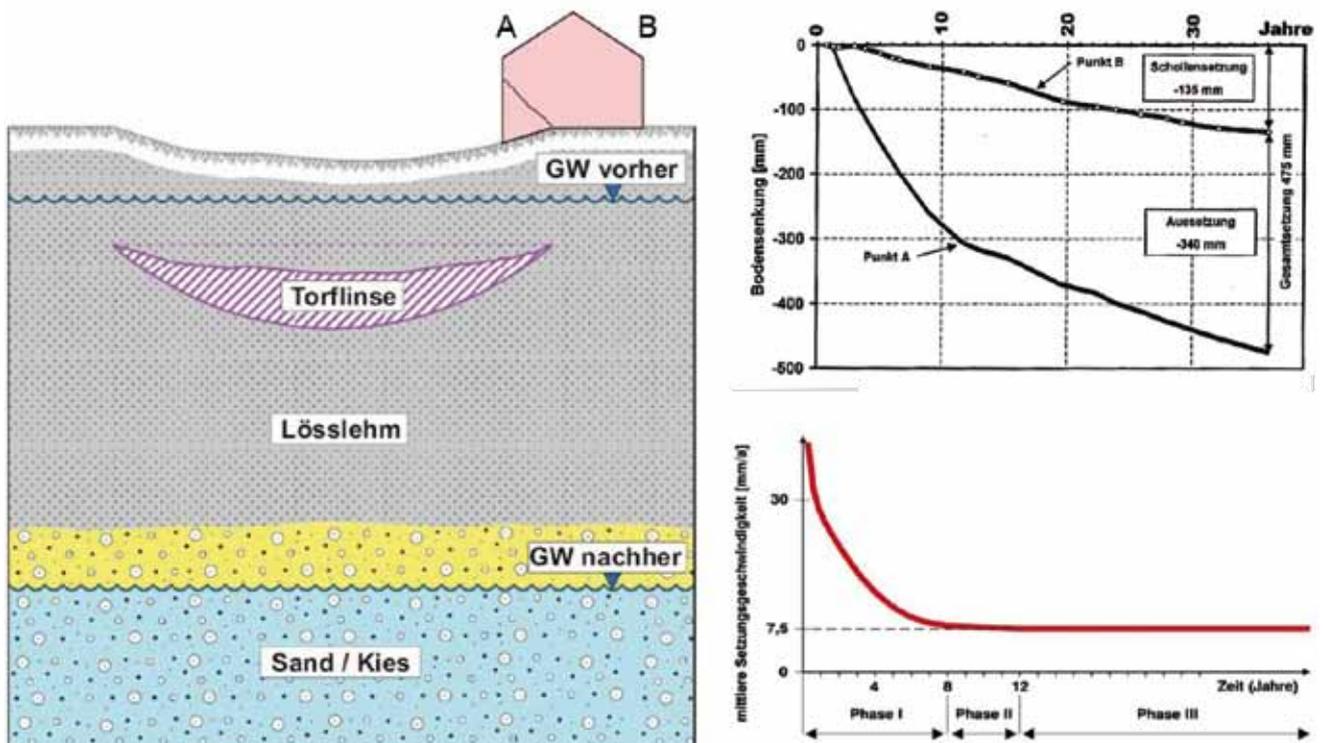


Abb. 10: Ungleichförmige Setzungen in Auegebieten

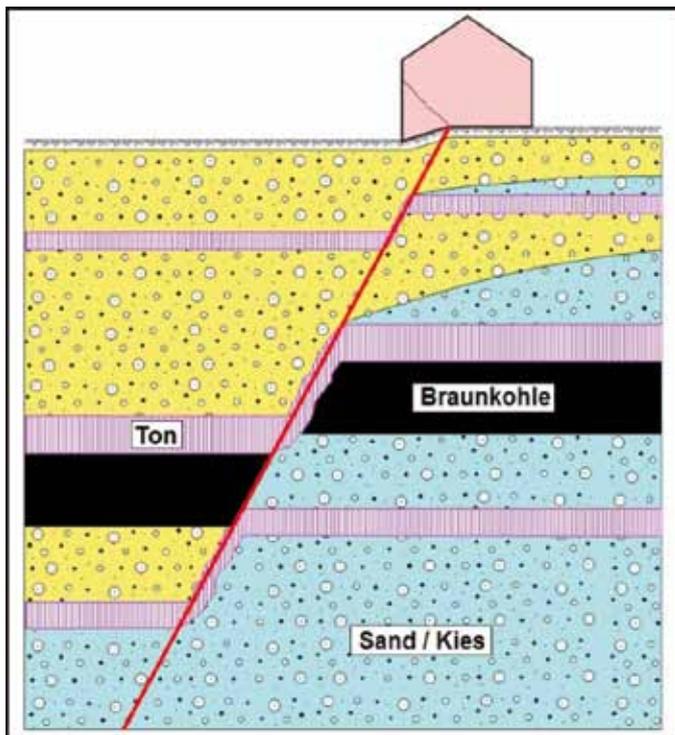


Abb. 11: Ungleichförmige Setzungen an bewegungsaktiven Störungen

## 4 Zusammenfassung

Großräumige Grundwasserabsenkungen sind im Rheinischen Braunkohlenrevier für den Abbau des dort anstehenden Energierohstoffs unabdingbar. Grundwasserabsenkungen bewirken großräumige Bodensenkungen, die im Regelfall sehr gleichmäßig in Form von großräumigen flachen Mulden auftreten. Die Relevanz der auftretenden Schieflagen und Krümmungsradien wurde in Bezug auf mögliche schädigende Wirkung untersucht. Es ergab sich, dass die für einen Untersuchungsraum ermittelten Werte aus bergschadenkundlicher Sicht unkritisch sind. In der Niederrheinischen Bucht auftretende Sonderfälle (Auegebiete und bewegungsaktive tektonische Störungen) wurden betrachtet.

## 5 Literatur

- [1] Schaefer, W.: Bodenbewegungen infolge Grundwasserwiederanstieg in ehemaligen Braunkohleabbaugebieten. Vortrag in Bochum, 13. Juli 2011.
- [2] DIN 21917: Deutsche Norm: Gebirgs- und Bodenbewegungen, Ausgabe Februar 1999.
- [3] Grün, E.: Analyse und Prognose von Unstetigkeiten als Folge bergbaubedingter Bodenbewegungen im linksrheinischen Steinkohlengbiet. Dissertation RWTH Aachen, Dezember 1995.
- [4] Schaefer, W.: Optimierung von Sicherungen an Pipelines und Gasleitungsnetzen im rheinischen Braunkohlenrevier. Geokinematischer Tag TU Bergakademie Freiberg, 2003.
- [5] Kratzsch, H.: Bergschadenkunde, 5. Auflage. Deutscher Markscheider-Verein, Bochum, 2008.
- [6] Pohl, F.: Beurteilung von Bauwerken hinsichtlich ihrer bautechnischen Empfindlichkeit gegenüber bergbauinduzierten Bodenbewegungen an der Tagesoberfläche des Ruhrreviers. Dissertation TU Bergakademie Freiberg, 2002.
- [7] Schürken, Finke: Bewertung von Bergschäden, 3. Auflage. Theodor Oppermann Verlag Isernhagen, 2008.
- [8] Witzke, R.: Grenzwerte für Bauwerksschäden durch Krümmung. Facharbeit (unveröffentlicht), 2009.
- [9] Kuhlmann, H.: Gutachterliche Beurteilung der Eignung von Höhenvergleichsmessungen zur Detektion von Bodenbewegungsanomalien. Gutachten (unveröffentlicht), Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn, Mai 2011.
- [10] VBHG: Gesamt-Minderwertabkommen VBHG/RAG. Sonderdruck, Verband Bergbaugeschädigter Haus- und Grundeigentümer e.V. Sonderdruck 2001.

## Rissanalyse - Ursachen von Setzungsschäden

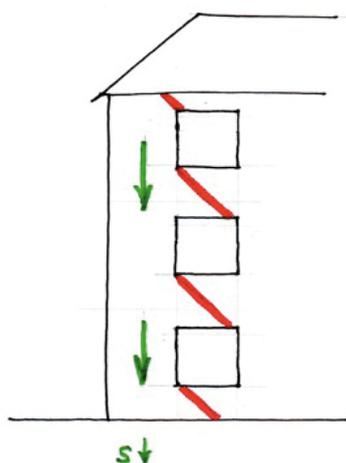
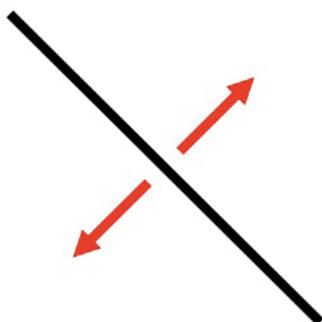
Dipl.-Ing. Michael Soretz, Sachverständiger für Bauschäden, Baugrunduntersuchungen und Baugründungen  
c/o ELH Ingenieure GmbH Sachverständige für Erd- und Grundbau und Altlasten, Hannover

Nichts ist statisch. Alles ist in Bewegung. Wir planen und bauen die Gebäude so, dass sie möglichst durch die unvermeidlichen Verformungen und Bewegungen keinen Schaden leiden. Wenn Risschäden oft vorschnell als „Setzschäden“ gesehen und beurteilt werden, ist dieses Vorurteil bei näherer Analyse häufig zu revidieren. In meiner Eigenschaft als Baugrundsachverständiger werde ich auch häufig mit „Setzschäden“ konfrontiert, die bei näherer Betrachtung ganz andere Ursachen haben als Setzungen. Aus dem Grund zeige ich hier einige wesentliche Erkennungsmerkmale für unterschiedliche Ursachen von Risschäden. Außerdem wird in aller Kürze an nur zwei Beispielen gezeigt, wie vielgestaltig die Ursachen sein und welche Konsequenzen sich daraus ergeben können.

Setzungen verursachen Zwangsbeanspruchungen. Wenn z. B. eine Wand daraus überbeansprucht wird, dann reißt sie. Durch den Riss wird der Zwang abgebaut.

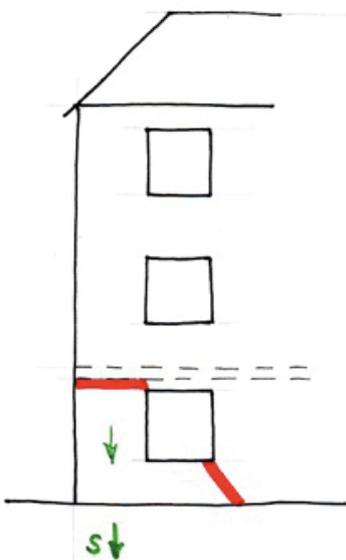
Der Riss verläuft senkrecht zur Richtung der Hauptzugspannungen.

Aus den beiden nebenstehenden Bildern ist zu sehen, dass die Ursachen für eine sehr ähnliche Rissbildung nicht unbedingt dieselben sein müssen. Im rechten Bild die Auswir-



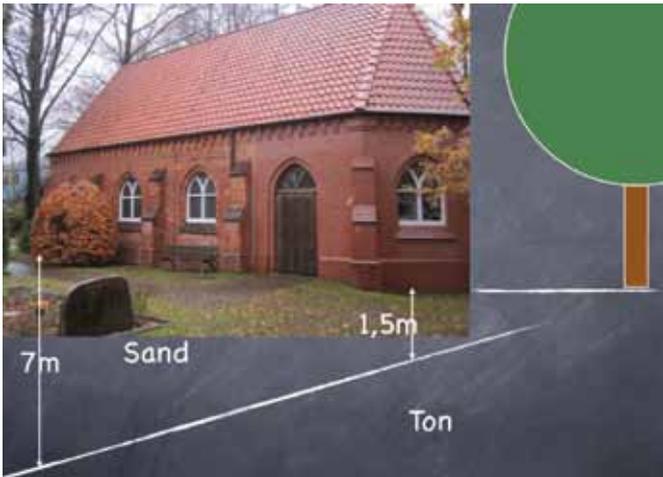
kungen einer lastbedingten Setzung. Im linken Bild demgegenüber Risse infolge Sackens von Boden, also die Folge lastunabhängiger Setzungen.

Ein Beispiel einer lastunabhängigen Setzung auf den Bildern unten auf dieser Seite. Die Risse sind hier verursacht durch Schrumpfen von Tonboden infolge des Wasserentzugs durch eine Weide talseitig des Gebäudes. Innerhalb von 10 Jahren wuchs die Weide auf diese Größe. Innerhalb zweier trockener Sommer entstanden Risse dieser Breite.



Aber Vorsicht, nicht jede lastunabhängige Setzung ist eine Schrumpfsetzung - Voraussetzung dafür sind Ton, trockene Witterung und eine Ursache für die Austrocknung.

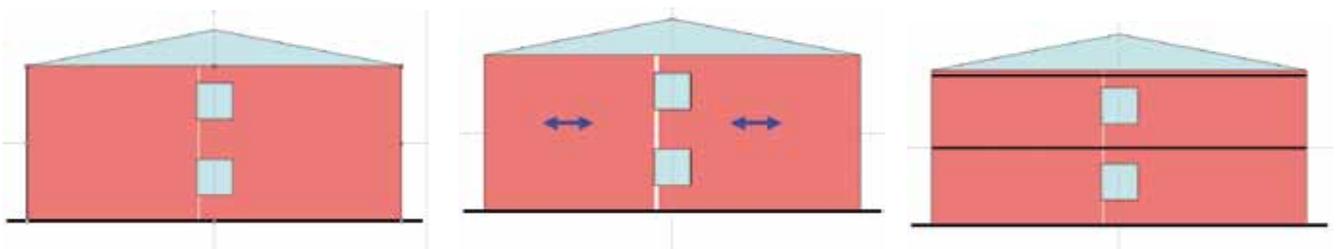
Der Anbau einer Friedhofskapelle hat sich infolge von Schrumpfsetzungen, die von einem nahestehenden Baum in trockenen Zeiten verursacht wurden, einseitig gesetzt. Im letzten trockenen Sommer traten neue Risse auf, die entgegengesetzt gerichtet sind und den Eindruck vermitteln, es setze sich nun das andere Ende der Kapelle auch. Bei genauer Betrachtung der Risse zeigt sich jedoch, dass diese gefiedert, also von Scherkräften verursacht sind. Außerdem verlaufen die Risse durch die steifsten Bereiche der Wände und nicht durch die Brüstung und den Bogen über dem Fenster.



Im Zuge des Anbaus an die alte Kapelle wurde das Dach erneuert und ein „Ringbalken“ als Auflagerbalken für das neue Dach eingebaut. Durch weitere Setzungen des Anbaus wird dieser den Ringbalken gezogen und über die Reibungskräfte am Altbau reißt die alte Außenwand entsprechend ihrer Beanspruchung.  
 Bodenuntersuchungen bestätigen

durch die tiefe Lage des Tones am „anderen Ende“ der Kapelle, dass dort keine Schwindfsetzungen aufgetreten sein konnten. Auch die senkrechte Lage der westlichen Abschlusswand verifiziert die Analyse.  
 Senkrechte Risse entstehen meist als Schwindrisse und vergrößern sich durch bauphysikalische Ursachen. Um diese Rissaufweitungen zu vermeiden, werden in Neubauten Ringanker eingebaut.

Es ist nicht selten, dass senkrechte Risse als Folge von Setzungen interpretiert werden, aber es ist relativ selten, dass diese Interpretation zutrifft.  
 Im vorgeführten Beispiel ist ein annähernd senkrecht verlaufender Riss zu sehen, der nach oben und





nach unten ausläuft. Es gibt kein kinematisches Modell, das einen Setzungsvorgang erklärt, bei dem ein Riss oben und unten ausläuft und die größte Rissweite in der Mitte der Höhe des Gebäudes aufweist. Auch diese Rissbildung erfolgte infolge von Schwindspannungen. Der Riss vergrößerte sich dann im Laufe der Zeit durch „Atmen“ bei Temperaturwechsel.

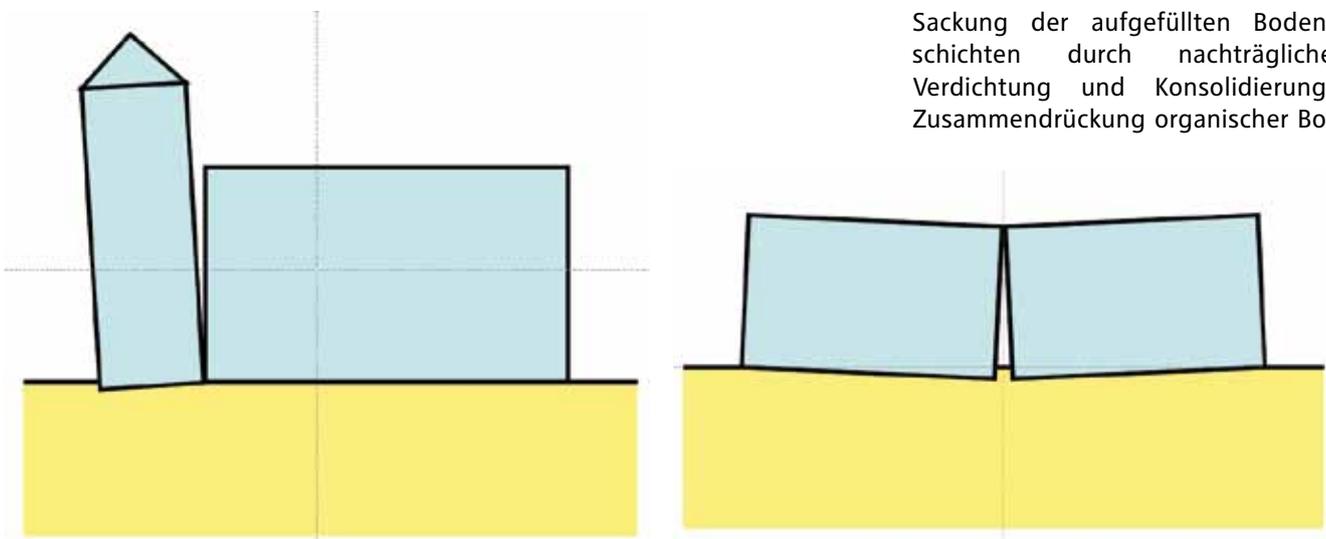
Wichtig ist die richtige Analyse jedenfalls bei der Sanierung eines Gebäudes, weil diese Risse sich bei einer erforderlichen Sanierung der

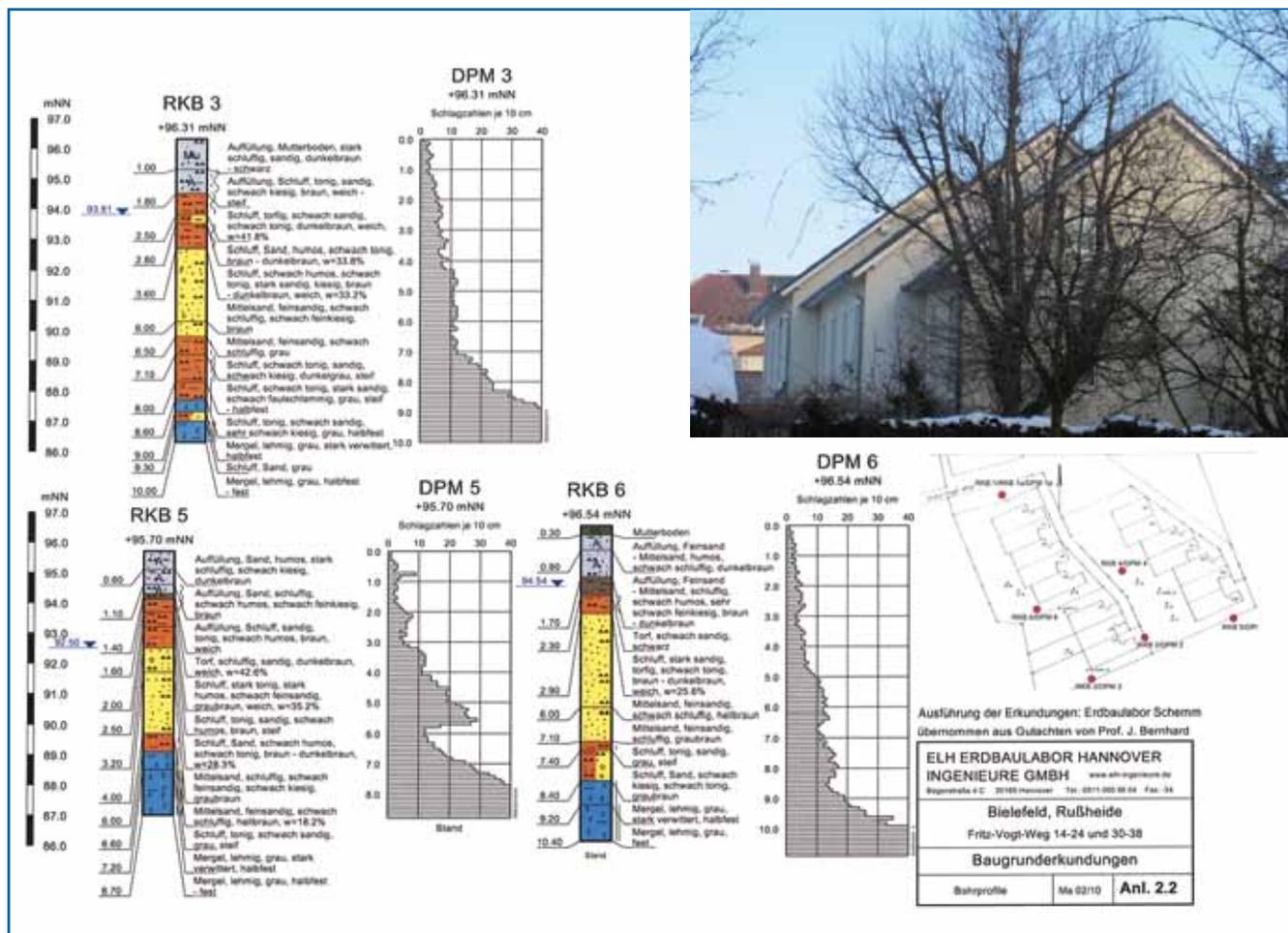
Gründung wegen anderer Schäden und anschließender Sanierung der Fassade wieder auftreten und weiter wachsen werden.

An Reihenhäusern, die in eine aufgefüllte Niederung hineingebaut wurden, traten Setzungen auf, die zu Verkantungen der einzelnen Häuser gegeneinander und auch zu Risschäden in den Gebäuden führten.

Für die richtige Sanierung ist die Kenntnis der wahren Ursache von entscheidender Bedeutung. Im vorliegenden Fall gibt es drei Ursachen, nämlich:

Sackung der aufgefüllten Bodenschichten durch nachträgliche Verdichtung und Konsolidierung, Zusammendrückung organischer Bo-







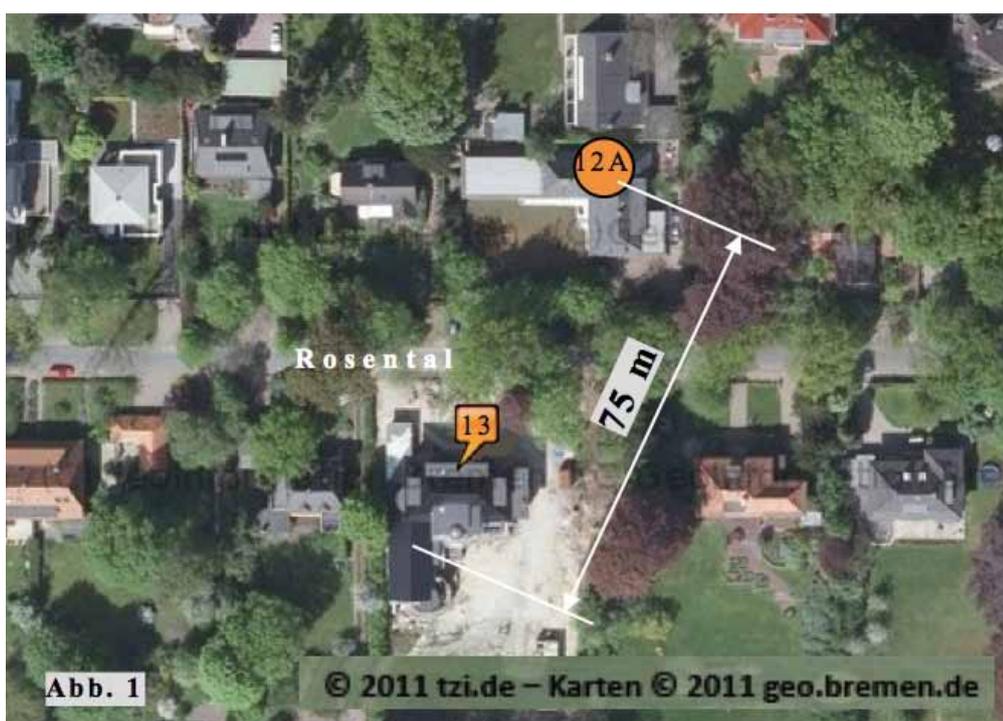
denschichten infolge der Belastung mit der Auflast aufgefüllten Bodens und der Bebauung und schließlich Schrumpfssetzung der organischen Böden durch Wasserentzug über große Bäume.

In diesem Fall ist die benachbarte Baumaßnahme, als Schadenursache bereits „ausgeglückt“.

Es sprechen jedoch bei genauer Betrachtung viele Gründe dafür, dass die Schäden bereits vor Beginn der benachbarten Baumaßnahme vorhanden waren. Normale Nutzung des Hauses und notwendige bauphysikalisch bedingte Verformungen führen nach allgemeiner Lebenserfahrung und auch nach eingehenden tech-

nischen Überlegungen notwendig zu den festgestellten Schadenbildern.

Demgegenüber sind die Ursachen Setzung infolge Grundwasserabsenkung und Bauerschütterungen bei den gegebenen Entfernungen und Baugrundverhältnissen, wie auch nach den möglichen Beobachtungen am Bauwerk nicht nachzuvollziehen.





Risse im Marmorboden diagonal zur Richtung der Fugen zwischen den Steinen



Risse im Bereich Holzdach/Mauerwerk



Riss in Klinkerverkleidung der langen Außenwand

## Bergschadensthematik aus Sicht einer Revierkommune

Barbara Weinthal, Stadt Mönchengladbach

### 1 Mönchengladbach, eine wassergeprägte Stadt

Mönchengladbach ist mit etwa 260.000 Einwohnern die größte Stadt am linken Niederrhein und gehört als Oberzentrum zum Regierungsbezirk Düsseldorf. Ihre Oberflächengewässer und ihre Grundwasserreichtum spielten und spielen für ihre Entwicklung eine wesentliche Rolle. Deshalb war sie beispielsweise bereits in prähistorischer Zeit Anziehungspunkt für Menschen, was Funde in Rheindahlen und entlang der Niers in Rheydt belegen.

Das saure Wasser der Feuchtgebiete war für die Herstellung von Leinen bereits früh unerlässlich. Mit seiner Hilfe „röstete“ man in Flachskuhlen (wassergefüllte Vertiefungen) die Halme des Flachses um sie aufzubrechen und an die wertvolle Faser zu kommen.

Wasser spielte auch zur Zeit der Franken eine bedeutende Rolle. Man nutzte die Wassernähe um Motten anzulegen, das sind in der Aue aufgeschüttete Erdhügel, die mit einem Wassergraben umgeben sind, der die Zugänglichkeit erschwert.

Am Wasserlauf der Niers die Schlösser Rheydt und Wickrath sowie im Hoppbruch das Haus Horst. Zahlreiche Öl-, Papier- und Getreidemühlen nutzten die kleineren Bäche und die Niers zum Antrieb ihrer Wasserräder. Viele Ortsbezeichnungen wie auch der Name der Stadt selbst – Mönchengladbach – weisen auch heute noch auf die Lage am Wasser und eine sumpfige Landschaft hin: so auch Rheydt (von Ried), Morr, Broich oder Hoppbruch.

Schließlich verdankte die Stadt dem Wasserreichtum auch ihren industri-

ellen Aufstieg im 19. Jahrhundert mit der Ansiedlung von Betrieben der Textilindustrie und des Maschinenbaus. Die Betriebe nutzten im Laufe der Zeit nicht nur die Oberflächengewässer, sondern zusätzlich die ausgeprägten Grundwasservorkommen.

Heute besitzt die Stadt immer noch eine zum Teil stark vom Wasser abhängige Wirtschaftsstruktur: z. B. Getränkeindustrie, Nahrungs- und Genussmittelherstellung, Textilindustrie und Maschinenbau. Die qualitativ hochwertigen Grundwasservorkommen garantieren die eigenständige Trinkwasserversorgung.

Im Laufe der Zeit wurden viele der ursprünglichen Auengebiete durch Bebauung und Straßen versiegelt. Dennoch verblieben insbesondere entlang der Niers wertvolle grundwasserabhängige Feuchtgebiete wie das Finkenberger Bruch, das Niersbruch, das Gütterather und das Wetscheweller Bruch. In diesen artenreichen Erlenbrüchen gibt es seltene Pflanzen und Tierarten. Deshalb stehen sie unter Naturschutz.

Einen noch höheren Schutzstatus als europäisches Flora-Fauna-Habitat-Gebiet erreichen die artenreichen Erlenbrüche am Mühlenbach, Knipertzbach und Hellbach im Westen der Stadt, die zugleich Teil des internationalen Naturparks Maas-Schwalm-Nette sind.

### 2 Sümpfungsauswirkungen durch die Tagebaue Garzweiler I und II

Der Wasserreichtum der Stadt wurde etwa seit Beginn der 60er Jahre spürbar durch den herannahenden Braunkohlenabbau gemindert. Die für die Trockenhaltung der Tage-

baue erforderliche Sümpfung bedingte eine deutliche Veränderung von Quantität und Qualität des Grundwasserhaushalts und sehr bald zeigten sich diese Folgen:

- Trinkwasser- und Brauchwasserversorgung: Verknappung der Wassermenge und Beeinträchtigung der Qualität
- Flora und Fauna: Austrocknen und Absterben grundwasserabhängiger Feuchtgebiete
- Oberflächengewässer: verminderte Wasserführung bzw. vollständiges Austrocknen von Bächen und anderen Gewässern
- Bauwerke und Infrastruktur: Bergschäden in Auebereichen und an hydraulisch aktiven Verwerfungen

### 3 Mönchengladbach als Tagebauegner

In der Stadt führten diese Auswirkungen zu einem erheblichen Widerstand gegen die Tagebaue, der in den 80er Jahren in der Forderung nach Rückführung des Wassers mündete und zu einer Ablehnung des Tagebauvorhabens Garzweiler II führte. Bis heute ist die Stadt Tagebauegnerin, die mit fachlich fundierten Argumenten und dem Aufbau eigener Beweissicherungsinstrumente versucht, die Auswirkungen des Tagebaus auf das Stadtgebiet zu vermeiden oder zumindest so gering als möglich zu halten.

### 4 Verwaltungsorganisation: Das „Produkt Braunkohle“ und seine Aufgaben

Zur Erreichung des vom Rat der Stadt vorgegebenen Ziels der Auswirkungsminimierung der Tagebaue ist beim städtischen Fachbereich

Umweltschutz und Entsorgung das sogenannte „Produkt Braunkohle“ gebildet worden. Diese hat bezüglich städtischer Belange folgende Aufgaben:

- Federführung für alle Braunkohlenangelegenheiten
- Gesamtstädtische Beweissicherung
- Stellungnahmen zu bergrechtlichen Verfahren
- Beratung in Bergschadensangelegenheiten
- Kompetenzpartner z. B. für Vernäzungsdiskussionen, für Stadtplanung, Straßenbau und Bauordnung, für Konfliktmanagement im Tagebaurandbereich
- Teilnahme am Monitoring Garzweiler II
- Öffentlichkeitsarbeit, Berichtswesen
- Beratung und Information politischer Gremien

## 5 Beweissicherung Bergschäden

Entsprechend der Beeinflussung der verschiedenen Grundwasserhorizonte durch die Tagebaue kommt es im Stadtgebiet Mönchengladbach seit Jahrzehnten zu Bergschäden

- an Gebäuden, vor allem in Form von Rissen und Schiefstellungen
- an der Bandinfrastruktur (Versätze an Verkehrsanlagen wie Straßen und Eisenbahnlinien, Brüche von Ver- und Entsorgungsleitungen wie Kanälen, Gasleitungen etc.)
- als Geländesenkung z. B. in Form von Muldenbildungen
- Trockenfallen von Brunnen
- Trockenfallen von Oberflächenflächengewässern und grundwasserabhängigen Feuchtgebieten.

Die Ursache begründet sich im dem Zusammenspiel des geologisch-hydrologischen Aufbaus des Unter-

grundes und der vom Bergbau verursachten Grundwasserabsenkung. Der vom Bergbau unter das Tagebaufeste abgesenkte Grundwasserspiegel bedingt dabei einen Absenktrichter, der weit über den Bereich des eigentlichen Tagebaus hinausgeht und das Gros des Stadtgebietes Mönchengladbach umfasst.

Die Stadt beklagt dabei, dass das Bundesberggesetz bezüglich der Schäden durch Braunkohle keine Beweislastumkehr vorsieht, sodass der Geschädigte dem Bergbautreibenden die Schadensverursachung nachzuweisen hat. Etwa seit Beginn der 70er Jahre führt sie deshalb zum Thema Bergschäden eine eigenständige Beweissicherung durch und versucht für sich und ihre Bürger ein klareres Bild über die komplexen Zusammenhänge sowie das Bergschadenspotenzial im Stadtgebiet zu erhalten.

### 5.1 Beweissicherungsinstrument Höhennivellement

Bereits vor ungefähr 40 Jahren begann, eigenfinanziert, der Aufbau eines städtischen Höhenmessnetzes, das in das landeseigene Messnetz eingebunden ist. Hier werden die Geländebewegungen insbesondere in den südlichen Teilen der Stadt erfasst, und es wird beobachtet, wie sich das Gelände insbesondere als Folge der Druckentlastung der tieferen Grundwasserstockwerke verhält.

Die Messungen erfolgen an 366 städtischen Messpunkten und 517 Landesmesspunkten. Seit 1985 wird dieses Messprogramm alle 4 Jahre in das landesweite Leitnivellement eingebunden (Abb. 1).

Die Entwässerung des freien oberen Grundwasserleiters, aber vor allem die Druckspiegelabsenkung in den tieferen gespannten Grundwasserleitern führt, wie die Vermessungen

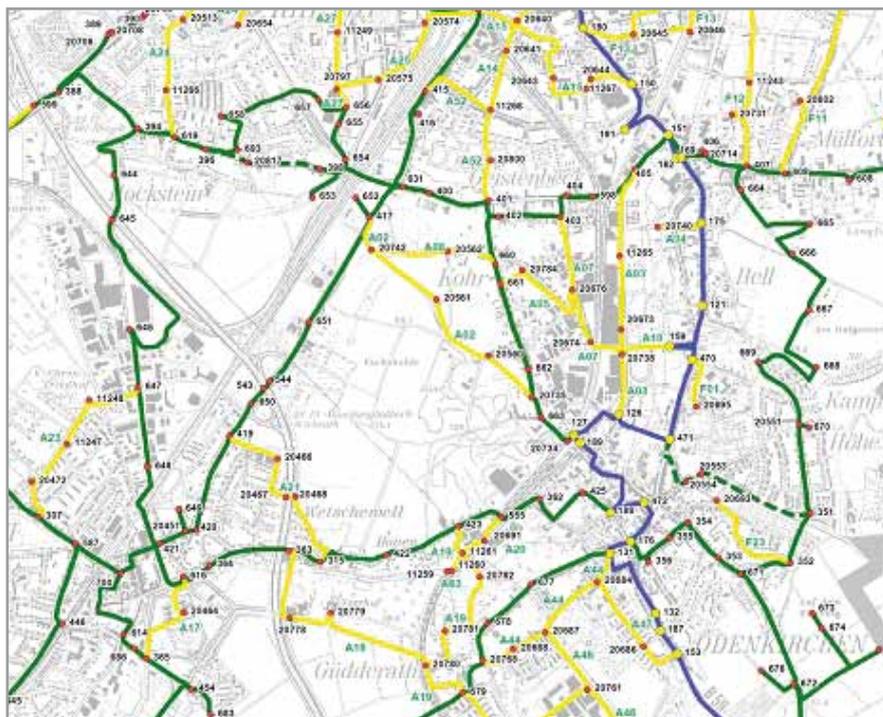


Abb. 1: Ausschnitt aus dem Leitnivellement- und Sondermessnetz Mönchengladbach

nachweisen, zu großräumigen Bodensenkungen (Subsidenz), die zu einer leichten Neigung des Stadtgebiets in Richtung Tagebau führt.

## 5.2 Beweissicherungsinstrument Geologie und Tektonik

Für die Stadt galt es zu ermitteln, inwieweit die geologischen Verhältnisse auf den Grundwasserentzug reagieren. Neben den Daten des Höhennivellements galt es deshalb Geologie und Tektonik zu untersuchen und zu kartieren.

Schichten aus Löss, Kies, Sand, Ton und Braunkohle prägen den Untergrund Mönchengladbachs. Diese Schichten sind Grundwasser erfüllt, wobei Tone und Braunkohlenflöze als Grundwasserstauer fungieren. Sande und Kiese dagegen sind grundwassererfüllende Schichten. Die Schichten sind als Folge der bereits seit Jahrmillionen am Niederrhein anzutreffenden tektonischen Beanspruchung im Stadtgebiet in unterschiedlicher Tiefe und Mächtigkeit anzutreffen. Es gibt im Stadtgebiet mehrere Teilschollen, die durch Verwerfungen voneinander abgegrenzt sind. Eine bedeutende Untergliederung ist hierbei die Trennung der Venloer Hoch- von der Venloer Tiefscholle. Hier verläuft der Rheindahlener Sprung (Rheindahlener Verwerfung), an dem z. B. das Braunkohlenflöz Morken um 150 m versetzt ist.

Für das Auftreten von Bergschäden war wesentlich herauszufinden, welche der Sprünge als Folge der Bergbauaktivitäten hydraulisch akti-

viert werden. Die natürlichen Bewegungen der meisten Sprünge liegen messtechnisch unter der Nachweisgrenze. Eine Ausnahme bildet hier der Viersener Sprung im Nordosten des Stadtgebiets.

Messtechnisch nachgewiesen hat sich in Mönchengladbach nach bisherigen Kenntnissen ausschließlich der bereits o. g. Rheindahlener Sprung als durch den Bergbau hydraulisch aktiviert herausgestellt und sogenannte Tektonikschäden hervorgerufen. Dieser Sprung verläuft von Westen her kommend entlang der Honschaften Broich-Peel, durchquert Rheindahlen, Hockstein, Geistenbeck und gliedert sich in der Niersaue auf. Ein bedeutender Ast zweigt dort zunächst fast nord-südlich in Richtung Odenkirchen ab und biegt dann nach Südosten in Richtung Sasserath.

Durch die Verschneidung von geologischen und vermessungstechnischen Daten versuchte die Stadt u. a. durch die Untersuchungen von SAILER (1992) und HOLTRUP (STADT MÖNCHENGLADBACH, 1998) mit neuen Untersuchungsmethoden ein genaueres Bild über das im Raum Mönchengladbach vorhandene Setzungspotenzial zu gewinnen. Bis heute liegen hierzu seitens des Bergbautreibenden nur sehr generelle Daten vor.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Subsidenz binnen zweier Messperioden des Leitnivellements zwischen 1985 und 1989 sowie 1989 und 1993 im südlichen Stadtgebiet. Deutlich erkennt man, dass mit den herannahenden Tagebau auch die Subsidenz zunimmt, so setzte sich

Wickrath während der ersten Messperiode um bis zu 4,0 mm/a und während der zweiten Messperiode um bis zu 6,0 mm/a. Besonders deutlich kristallisiert sich der Rheindahlener Sprung heraus mit seinen der tagebauzugewandten Seite höheren Setzungsraten (Abb. 2).

Zwar zeigt die Auswertung für weite Teile der Stadt gleichmäßige Setzungsbeträge, jedoch führt die Subsidenz insgesamt zu der Sorge, dass es insbesondere in Tagebaunähe zu einer Umkehr der Vorflut des Kanalsystems kommt. Hier ist noch weitere Beweissicherung erforderlich.

Einige Schadensbilder ließen aus statischer Sicht vermuten, dass der Rheindahlener Sprung sich nicht nur vertikal abschiebt, sondern gleichzeitig horizontal verschiebt. Untermauert wird diese Annahme durch Forschungsergebnisse, die beweisen, dass solche horizontalen Blattverschiebungen am Niederrhein durchaus vorkommen (KLOSTERMANN, 1991). Deshalb wurde Ende der 90er Jahre ein Sondermessnetz entlang des Rheindahlener Sprungs angelegt. Bisher blieb der Nachweis für eine horizontale Bewegung allerdings aus.

Es besteht aus Sicht der Stadt noch Forschungsbedarf, inwieweit das Gelände mit weiteren Setzungen reagiert, zumal das Maximum der Sümpfungsmenge noch nicht erreicht ist und wie sich das Gelände mit dem Wiederanstieg des Grundwasserspiegels nach Tagebauende verhält. Ob dann der gesamte Absenkungsbetrag wieder ausgeglichen werden wird, ist fraglich.

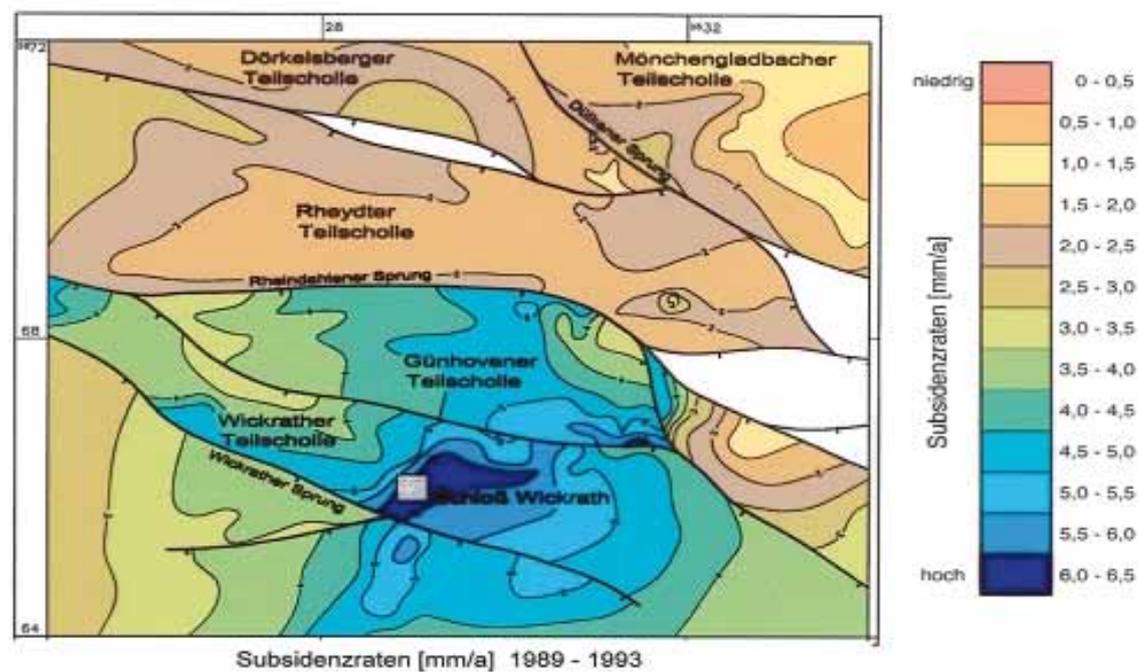
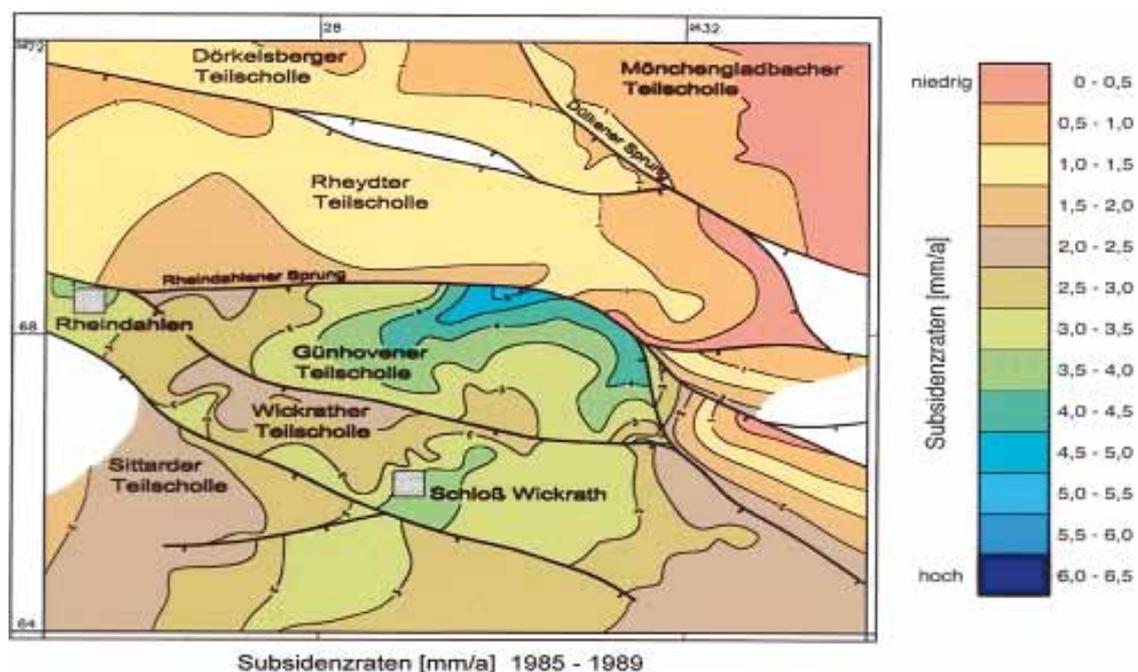


Abb. 2: Subsidenzraten in Mönchengladbach zwischen 1989 und 1993

### 5.3 Beweissicherungsinstrument Grundwassermessstellen

Ein weiteres wesentliches Instrument der Beweissicherung stellt die Auswertung der Grundwasserstände dar, die in den verschiedenen Grundwasserhorizonten erfasst werden. Hier hat die Stadt zur Darstellung der Sumpfungseinflüsse bereits vor Jahrzehnten ihr Messstellennetz ver-

dichtet. Sie besitzt heute über 1.000 Messstellen – insgesamt existieren im Stadtgebiet etwa 5.400.

Die Ergebnisse aus diesem Messstellennetz werden seit Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre in Grundwasserganglinien und kartographisch z. B. in Flurabstandskarten (Abb. 3) und Grundwassergleichenkarten ausgewertet. So entstanden in Zusammenarbeit mit den damaligen Stadtwerken zur Beweissicherung die sogenannten wasserwirtschaftlichen

Berichte, die bis Mitte der 90er Jahre den Sumpfungseinfluss darstellten. Mit Hilfe der Berichte war die Stadt in der Lage, ihre Forderungen nach Ersatzwasser wissenschaftlich zu untermauern. Die Fortsetzung dieser Berichte wurde mit der Initiierung des wasserwirtschaftlich-ökologischen Monitorings als heutigem im Braunkohlenplan und in der Wasserrechtlichen Erlaubnis zu Garzweiler II festgelegten Beweissicherungsinstrument obsolet.

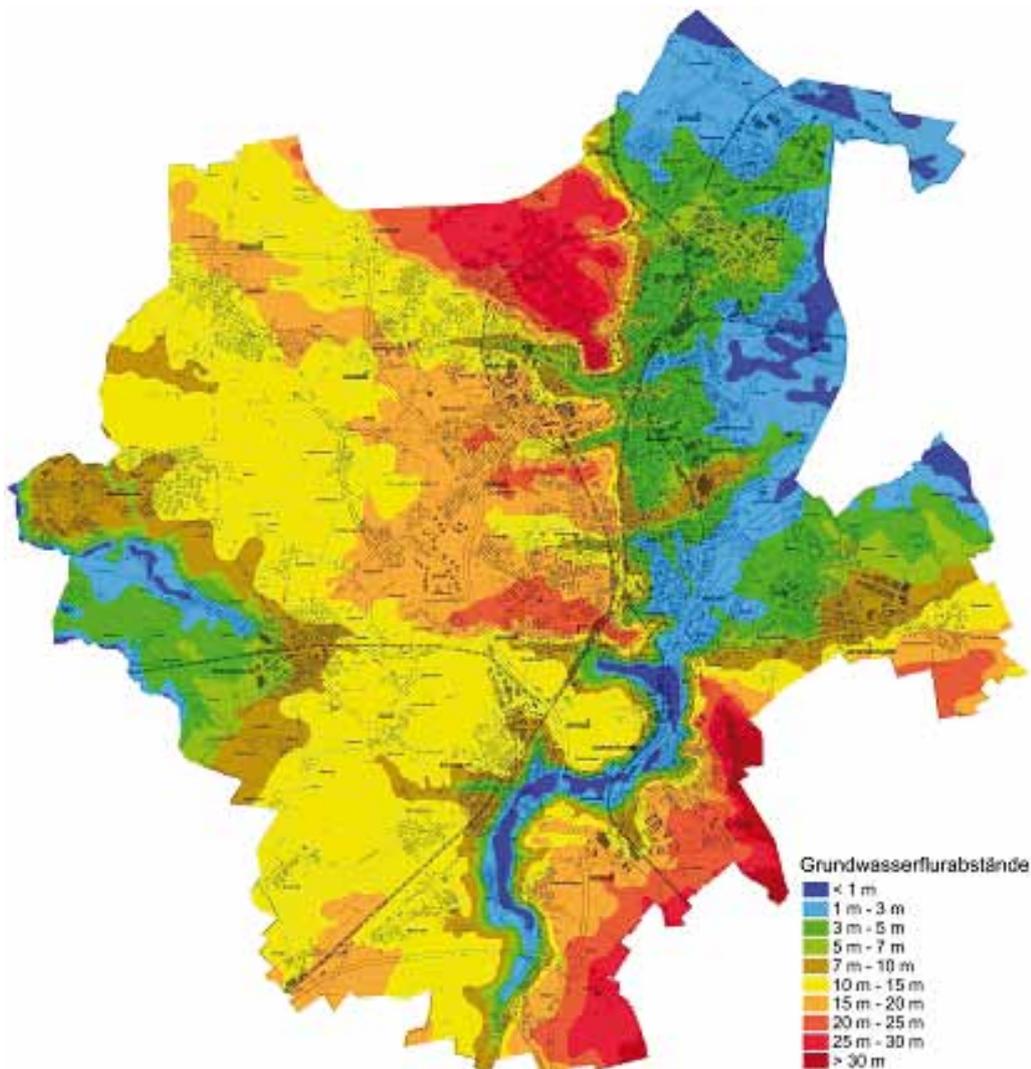


Abb. 3: Beispiel einer Grundwasserflurabstandskarte für das Stadtgebiet Mönchengladbach

### 5.4 Beweissicherungsinstrument Vorkommen setzungsempfindlicher Böden/Ersatzwasserversickerung

Das Stadtgebiet Mönchengladbach ist in weiten Teilen durch Auebereiche geprägt, in denen Böden vorkommen, die auf Grundwasserentzug mit oft sehr heterogenen Setzungen reagieren. Vor allem die Niers besitzt weitläufige Auen. Insbesondere aufgrund der Wassernutzung durch die Textilindustrie und den damit verbundenen Ausbau der Industrie- und Wohnbebauung (am Arbeitsstandort) wurden die im Stadtgebiet grundwassergeprägten Bereiche be-

reits früh baulich genutzt. „Da der sumpfige Baugrund nicht auf Anrieb standfest war, erfolgte seit Jahrhunderten eine Verbesserung der Gründungssituation mittels Holzpfählen. Prominenteste Beispiele sind hierfür Schloss Rheydt und Schloss Wickrath, aber auch Haus Horst. Daneben schätzen Experten, dass im Stadtgebiet etwa 2.000 bis 3.000 weitere Gebäude auf Holzpfählen gründen.

Solange das Holz im Bereich des Grundwassers verbleibt, ist es eine über Jahrhunderte stabile Stütze für jedes Fundament. Problematisch wird es, wenn der Grundwasserspiegel absinkt. Bereits nach wenigen Wochen befällt ein Pilz das Holz und zersetzt es. Dieser Pilz bleibt auch

dann aktiv, wenn das Grundwasser wieder ansteigt. Von daher droht durch die bergbaubedingten Sumpfungen eine ernsthafte und dauerhafte Gefahr für die Standsicherheit“ (STADT MÖNCHENGLADBACH 2010, 2. Braunkohlenbericht, S. 71).

Kenntnisse über die Verbreitung der grundwassergeprägten Böden erhält man zunächst aus der amtlichen Bodenkarte des Geologischen Dienstes NRW. Sie wird im städtischen Geographischen Informationssystem mit der Bebauung verschnitten. Dabei muss man sich bewusst sein, dass diese Karte entstand, als ein Großteil der Aue bereits bebaut war. Deshalb ist sie im bebauten Bereich nur bedingt aussagefähig. Zur Ermittlung

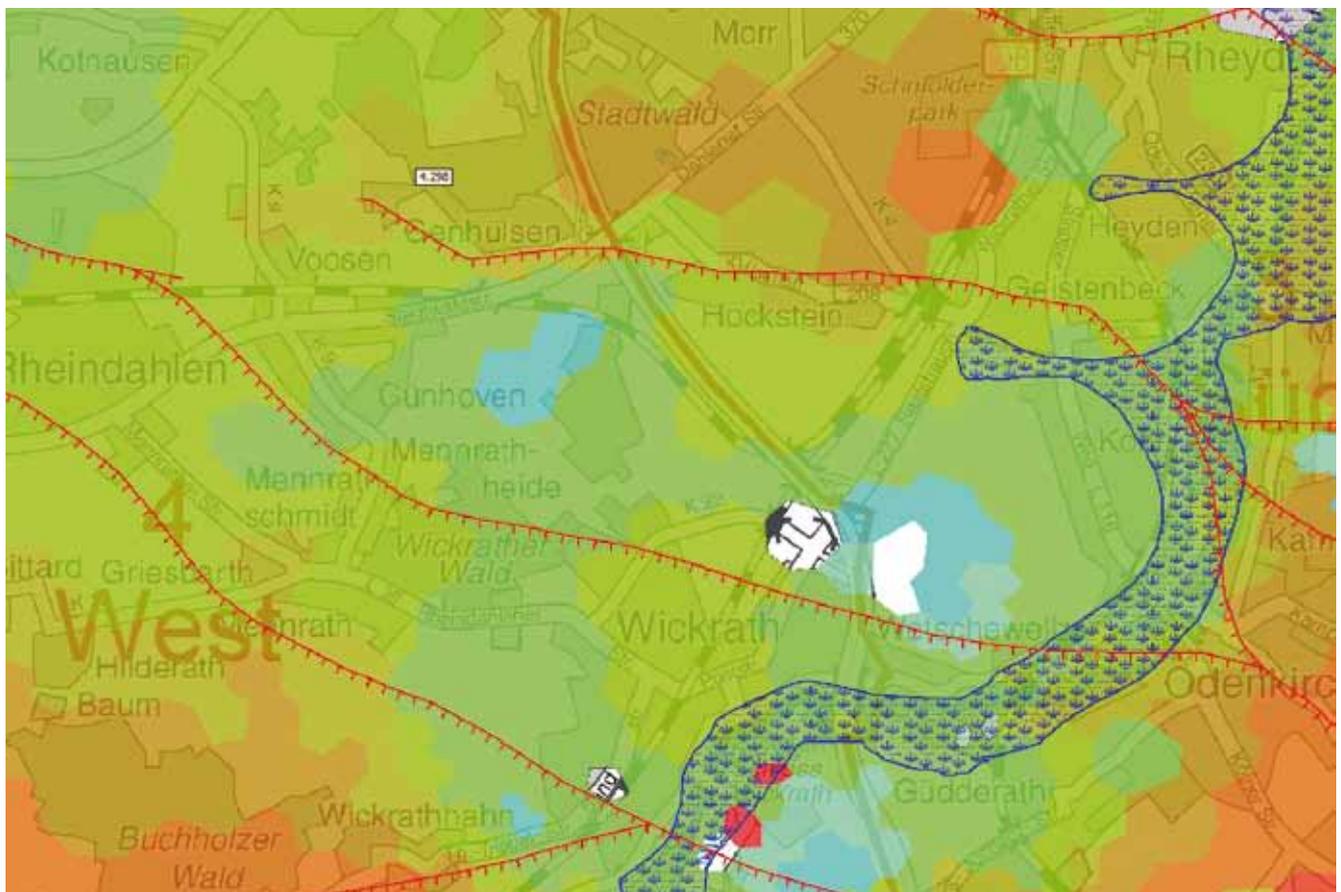


Abb. 4: Verwaltungseigene Karte zur Ermittlung des Bergschadenspotenzials (Ausschnitt)

der historischen Situation hilft es hier in einem ersten Schritt, die Karten von Tranchot und von Müffling vom Beginn des 19. Jahrhunderts sowie die Preußische Uraufnahme von 1844 heranzuziehen. Auch die heute noch erkennbare Geländetopographie kann weitere Erkenntnisse liefern. Die genauesten Daten allerdings erreicht man über eine Bodenuntersuchung.

Seit Beginn der 90er Jahre erhält die Stadt aufgrund ihrer Forderungen nach Rückführung des Sumpfungswassers über Direkteinleitungen in Oberflächengewässer und Versickerungen in den Grundwasserleiter Ersatzwasser. Die erfolgreiche Rückführung in den oberen Grundwasserleiter ist für die Dauer des Bergbaueinflusses unerlässlich für den Erhalt von Holzpfahlgründungen und die Stabilisierung der setzungsempfindlichen Böden. Der Erfolg zeigt sich auch im seit Beginn der Ersatzwasserlieferungen tatsächlichen Rückgang der Aueschäden.

### **5.5 Beweissicherungsinstrument Einschätzung des Bergschadenspotenzials im Stadtgebiet**

Mit Hilfe des Geographischen Informationssystems der Stadt erfolgt eine Verschneidung folgender Daten:

- Städtisches Kataster (Bebauung)
- Setzungsempfindliche Böden aus der amtlichen Bodenkarte
- Tektonik aus eigenen Untersuchungen
- Sumpfungseinfluss aus dem Monitoring Garzweiler II. (Mit dem wasserwirtschaftlich-ökologischen Monitoring zu Garzweiler II wur-

de in den letzten 10 Jahren eine Grundlage geschaffen, die den Bergbaueinfluss auf das Grundwasser exakt darstellt).

Als Ergebnis entsteht eine Karte (Abb. 4), aus der sich ein Bergschadenspotenzial ermitteln lässt. Diese Karte kann allerdings nur Näherungswerte darstellen. Im Falle eines Schadens ist stets die Vor-Ort-Prüfung ausschlaggebend.

### **5.6 Beweissicherungsinstrument regelmäßiger Datenaustausch**

Im Bereich der Bergschäden findet seit Beginn der 90er Jahre zwischen dem Bergbautreibenden und der Verwaltung ein regelmäßiger Datenaustausch statt. Unter Federführung des Fachbereichs Umweltschutz und Entsorgung nehmen hieran vor allem der Fachbereich Vermessung und Kataster sowie der Fachbereich Bauordnung und Denkmalschutz teil.

Oftmals wurde diese Runde durch Vertreter des Geologischen Dienstes NW und des Landesvermessungsamtes (heute Bezirksregierung Köln) verstärkt. Zum Datenaustausch gehört auch die durch den Bergbautreibenden definierte Karte der Meldegebiete gemäß § 110 Bundesberggesetz (BBergG), in der die Bereiche festgesetzt sind, aus denen dem Bergbautreibenden Bauvorhaben zu melden sind.

Die intensive Beweissicherung versetzte die Stadt stets in die Lage gegenüber dem Bergbautreibenden, aber auch den verschiedenen Landesbehörden, qualifizierte Forderungen stellen zu können.

Mit dem Datenaustausch wird der Verwaltung auch die Vorgehensweise der Beweissicherung

des Bergbautreibenden vermittelt. So helfen Erkenntnisse beispielsweise von Gebäudefotografien aus den 60er Jahren. Diese hat der Bergbautreibende vorgenommen um zu dokumentieren, welche Gebäude in Mönchengladbach bereits sichtbare Schäden aufwiesen. Hierbei wurde ein besonderer Schwerpunkt auf denkmalgeschützte Objekte gesetzt.

Besonders aussagefähig ist die Beweissicherung des Bergbautreibenden über die Verdichtung des Höhenmessnetzes. Hierbei werden sowohl Messstrecken verdichtet als auch Messbeobachtung an Einzelobjekten durchgeführt. Zur Erhärtung der Beweislage werden ggf. Bodengutachten erstellt. Zudem wird die Öffentlichkeit durch Broschüren informiert. Jede Meldung wird möglichst rasch bearbeitet, und es erfolgt sowohl eine persönliche als auch schriftliche Beratung des Meldenden.

### **Bergschadensbearbeitung durch die Stadtverwaltung**

Die Stadt Mönchengladbach betreibt die Beweissicherung nicht nur für die eigenen Gebäude und Bandinfrastrukturen, sondern sie versteht sich gleichermaßen als Anlaufstelle für betroffene Bürger. Mittlerweile hat es sich, auch als Folge von Pressemitteilungen, in der Bevölkerung herumgesprochen, dass die Stadt im Fachbereich Umweltschutz und Entsorgung zum Thema Bergschäden berät. Die Erstberatung erfolgt im Regelfall telefonisch. Da die Stadt Mitglied im Verband bergbaugeschädigter Haus- und Grundeigentümer e. V. (VBHG) ist, wird den Ratsuchenden empfohlen sich für eine kostenlose technische Vorprüfung über die Stadt an diesen Verband zu wenden.

Zusätzlich wird gleichermaßen die Möglichkeit erörtert sich mit dem Bergbautreibenden unmittelbar in Verbindung zu setzen.

Gerade im Falle älterer Bürger, sozial Schwacher oder hilfloser Personen und natürlich tatsächlich Bergbaugeschädigter ist eine weitere Unterstützung durch die Stadt eine große Hilfe. Unerlässlich ist hier die Beurteilung des Schadensbildes durch städtische Statiker vom Fachbereich Bauordnung und Denkmalschutz. So gelingt vor Ort - auch in Zusammenarbeit mit dem Bergbautreibenden - die Erarbeitung von Lösungen.

Darüber hinaus sensibilisieren Fortbildungen der Verwaltungskollegen diese für das Thema. Die Öffentlichkeit wird über Veröffentlichungen, Pressemitteilungen und Vorträge informiert.

Vom Beginn der 80er Jahre bis Ende März 2012 sind bei der Stadtver-

waltung 650 Schadensmeldungen eingegangen, die ab 1988 vorwiegend vom VBHG beurteilt wurden. Die vom Bergbautreibenden anerkannten Bergschadensfälle betragen insgesamt 141, davon sind 41 Aueschäden und 100 Tektonikschäden.

Die verhältnismäßig geringe Zahl der Aueschäden erklärt sich, wie oben beschrieben, durch die wasserwirtschaftlichen Gegenmaßnahmen. So werden beispielsweise die Holzpfehlgründungen der wertvollen Schlösser bis heute geschützt.

Bezüglich der Tektonikschäden kam es zu zahlreichen Sanierungen u. a. durch Unterfangungen an Gebäuden. Prominentes Beispiel ist hier die Kirche St. Margareta in Hockstein, die auf hydraulisch anhebbaren Federtöpfen steht, mit denen die Absenkung der Günhovener Teilscholle ausgeglichen wird. Leider kam es, wenn der Verlauf der Verwerfung durch ein Gebäude statisch sehr kri-

tisch war, auch zu Abrissfällen.

In Bezug auf die Bauinfrastruktur gibt es, dort wo der Rheindahleiner Sprung diese tangiert, Sicherungsmaßnahmen bei Gas-, Trinkwasser- und Kanalleitungen. Nach Bundesbergrecht sind ebenfalls Bereiche ausgewiesen, in denen der Bergbautreibende aufgrund des Verlaufs des bewegungsaktiven Sprungs die Bebauung untersagt hat (Abb. 5).

Insgesamt erweist sich die Beurteilung von Schadensbildern als sehr komplex und die Vermittlung der Ursachen gegenüber den Eigentümern als anspruchsvoll. In zahlreichen Fällen stellt sich heraus, dass die auftretenden Risse ihre Ursache nicht in einer Bodensenkung durch bergbaubedingten Grundwasserentzug haben, sondern z. B. in bauphysikalischen Gründen, Unterspülungen durch defekte Entsorgungsleitungen oder mangelhaften Bauausführungen. Es gibt aber auch Fälle, in denen die Schadensursache ungeklärt bleibt. Hinzu kommt, dass Schäden in Auegebieten gerade in früherer Zeit durch wasserwirtschaftliche Entnahmen Dritter bereits erfolgt sind. Hier ist es wichtig, den Absenkungsbetrag des Bergbaus genau zu kennen, um den oder die Verursacher finden zu können.

## 7 Bergschadensbearbeitung – weitere Erfordernisse und Optimierungsbedarf

Grundsätzlich sieht die Stadt Mönchengladbach es als dringend erforderlich an, dass das Bundesberggesetz analog der Regelungen zum Steinkohlenbergbau eine Umkehr der Beweislast vorsieht und fordert dies von den verantwortlichen Politikern ein.



Abb. 5: Einbau einer flexiblen Gasanschlussleitung im Querungsbereich des Rheindahleiner Sprungs an der Talstraße

Sie begrüßt jedoch außerordentlich, dass der Braunkohlenausschuss auf ihre Forderung nach Einrichtung eines Bergschadensmonitorings eingegangen ist und erwartet von allen Verantwortlichen, dass dieses so schnell wie möglich nach dem Vorbild des wasserwirtschaftlich-ökologischen Monitorings zu Garzweiler II installiert wird. Neben einer Potenzialbetrachtung von bergschadensrelevanten Gebieten verlangt sie vom

Monitoring Bergschäden detaillierte Prognosen zu Geländesenkungen/ Geländeanstiegen sowie zum Verhältnis Grundwasserwiederanstieg/ zukünftiges Geländeniveau. Daneben sieht sie die Schaffung von Bewertungsstandards zu Bergschäden als dringend erforderlich an.

Aus ihrer Sicht ist als dauerhafte Kontrollgrundlage ein Erhalt und Ausbau der Messnetze unabdingbar. Hier fordert die Stadt, dass das Land die

von Bergschäden betroffene Region finanziell unterstützt.

Insbesondere durch die Einrichtung des Monitorings sollte es nach Ansicht der Stadt Mönchengladbach gelingen, die Diskussionen um das Thema Bergschäden zu versachlichen und den Betroffenen ausreichende fachlich fundierte und finanzielle Unterstützungen zu geben.

## Literatur:

KLOSTERMANN, J. (1991): Die Wanderung der Kontinente. – Grundlage der Plattentektonik und die junge Beanspruchung der Niederrheinischen Bucht aus heutiger Sicht. – In: Natur und Landschaft am Niederrhein. Niederrheinische Schriften zur Landeskunde und Geschichte des Niederrheins, Bd. X, S. 61 – 107, Krefeld.

SAILER, C. (1992): Hydrogeologische Untersuchungen zu Subsidenz im südlichen Stadtgebiet von Mönchengladbach. – Dipl. Arb. Univ. Aachen, 121.S, 38 Abb., 4 Tab., 6 Anl.; Aachen. – [unveröff.]

STADT MÖNCHENGLADBACH (1998): Änderungen im Verhalten von tektonischen Verwerfungen im Stadtgebiet von Mönchengladbach als Folge von Grundwasserabsenkungen. – Untersuchungsbericht Dipl.-Geol. O. Holtrup; Münster / Mönchengladbach.

STADT MÖNCHENGLADBACH (2003): <http://www.moenchengladbach.de/probuergermg/getfile.cfm?id=f247&CFID=38155882&CFTOKEN=36506706> Grundwasserbericht; 20 S., 24. Abb., Mönchengladbach.

STADT MÖNCHENGLADBACH (2008): <http://www.moenchengladbach.de/probuergermg/getfile.cfm?id=f434&CFID=38155882&CFTOKEN=36506706> -Braunkohlenbericht -, Februar 2007, 62 S., zahlr. Abb., Mönchengladbach

STADT MÖNCHENGLADBACH (2011): <http://www.moenchengladbach.de/probuergermg/getfile.cfm?id=f792&CFID=38155882&CFTOKEN=36506706> 2. Braunkohlenbericht – Zusammenschau 2005 – 2010, Fortschreibung 2009/2010. 90 S., zahlr. Abb., August 2010, Mönchengladbach

# Geotechnische Untersuchungen auf der Basis der europäischen und nationalen Normung

## Eurocode 7 – DIN 1054 – DIN 4020

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard A. Herrmann, Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät der Universität Siegen, Department Bauingenieurwesen, Institut für Geotechnik

### 1 Einführung

Die DIN EN 1997, Eurocode 7, zu dem Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik unterteilt sich grundsätzlich in zwei Teile, die

- DIN EN 1997-1: Teil 1: Allgemeine Regeln
- DIN EN 1997-2: Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes.

Durch die Einführung der europäischen Normen sind die grundsätzlichen Anforderungen harmonisiert worden. Ergänzende Regelungen zu diesem europäischen Regelwerk sind in Nationalen Anhängen (DIN EN 1997-1/NA), bzw. Ergänzenden

Regelungen zur DIN EN 1997 (DIN 1054) festgelegt, die zu einem Normenhandbuch zusammengefasst werden. Darüber hinaus können weitere Regelwerke für die Bemessung geotechnischer Bauwerke maßgebend werden. Hier sind insbesondere die Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EA Pfähle), die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB), die Empfehlungen des Ausschusses Uferneinbauten, Häfen und Wasserstraßen (EAU) und die Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen (EBGeo) zu nennen.

Die weiteren bisher gültigen nationalen Berechnungsnormen in der Geotechnik, wie z.B. die Berechnung des Erdruckes (DIN 4085) oder die

Berechnung des Grundbruchwiderstandes (DIN 4017) behalten weiterhin ihre Gültigkeit.

Im Folgenden werden die Grundsätze des EC 7, Teil 1 und 2 in Verbindung mit den ergänzenden nationalen Regelungen nach Berechnungs- und Ausführungsnormen bzw. den Normenwerken zu Untersuchungen und Erkundungen erläutert und anschließend die Änderungen gegenüber dem derzeitigen Konzept dargestellt.

Die Eingliederung des Eurocode 7 – Teil 1 und Teil 2 in die nationalen Normenwerke stellt nachfolgendes Bild 2 dar.

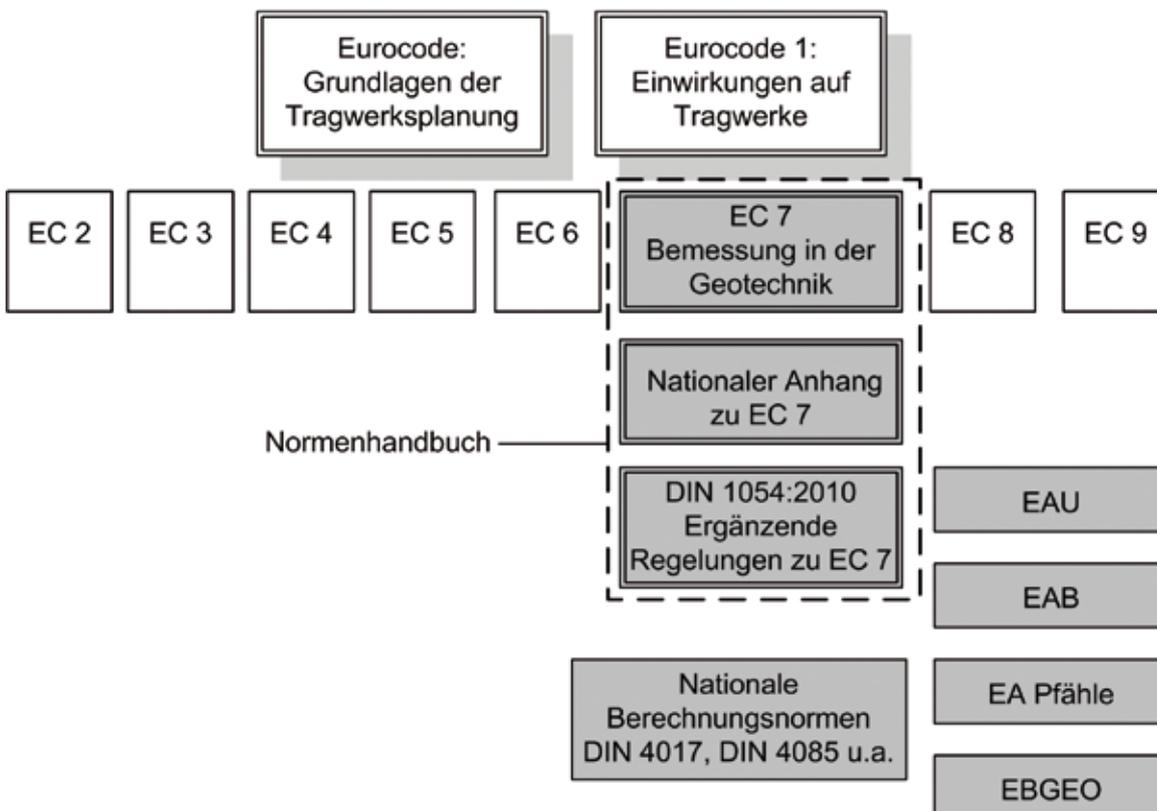


Bild 1: EC 7 und nationale Normenwerke, in Anlehnung an [3]

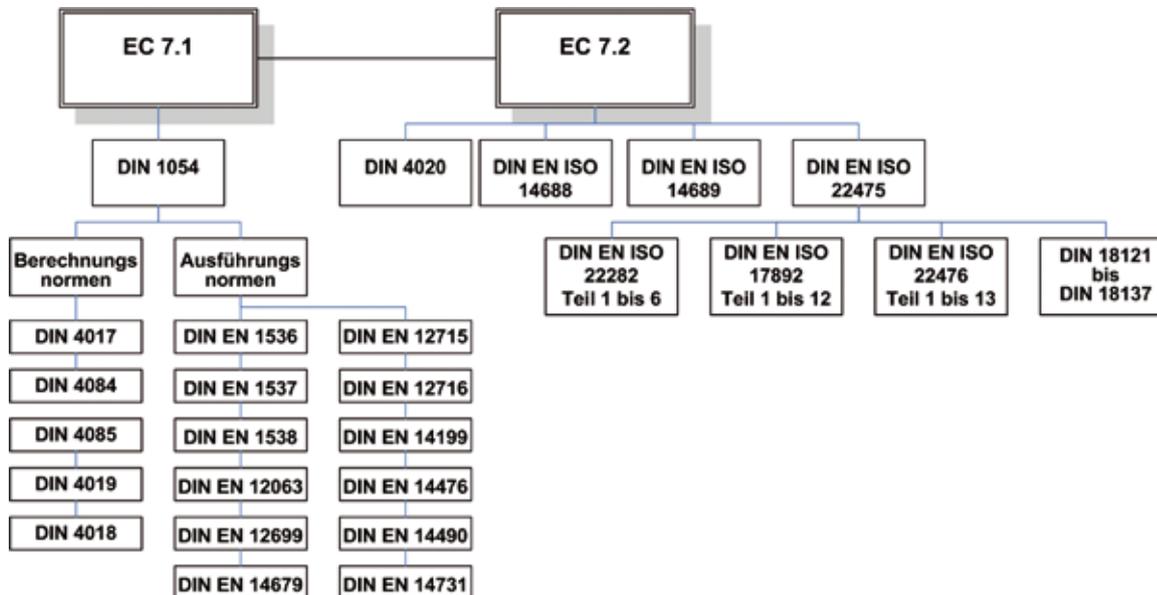


Bild 2: Eingliederung des EC 7.1 und EC 7.2 und nationale Normenwerke

Wie aus Bild 2 erkennbar ist, sind in dem nationalen Anhang (NA) der Europäischen Normen direkt die DIN 1054, für den EC 7.1 und die Normen DIN 4020, DIN EN ISO 22475, DIN EN ISO 14688 und DIN EN ISO 14689 für den EC 7.2 angegliedert worden.

Nachfolgend sind die Bezeichnungen der Normen zum besseren Verständnis noch einmal aufgeführt:

**DIN 1997 – 1 (EC 7-1): Allgemeine Regeln beinhaltet im NA:**

DIN 1054: Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau; (12.2010)

**als Berechnungsnormen:**

- DIN 4017: Grundbruchberechnung;
- DIN 4084: Berechnung der Geländebruchsicherheit;
- DIN 4085: Berechnung des Erddrucks;
- DIN 4019: Berechnung der Setzung;
- DIN 4018: Berechnung der Sohldruckverteilung.

**bzw. als Ausführungsnormen:**

- DIN EN 1536: Bohrpfähle
- DIN EN 1537: Verpressanker;
- DIN EN 1538: Schlitzwände;
- DIN EN 12063: Spundwandkonstruktionen;
- DIN EN 12699: Verdrängungspfähle;
- DIN EN 12715: Injektionen;
- DIN EN 12716: Düsenstrahlverfahren (Hochdruckinjektion, Hochdruckbodenvermörtelung, Jetting);
- DIN EN 14199: Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle);
- DIN EN 14475: Bewehrte Schüttkörper;
- DIN EN 14490: Bodenvernagelung;
- DIN EN 14679: Tiefreichende Bodenstabilisierung;
- DIN EN 14731: Baugrundverbesserung durch Tiefenrüttelverfahren.

**DIN 1997 – 2 (EC 7-2): Erkundung und Untersuchung des Baugrunds beinhaltet im NA:**

- DIN 4020: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke;
- EN ISO 14688-1: Benennen, Beschreiben und Klassifizierung von Boden;
- EN ISO 14689-1: Benennen, Beschreiben und Klassifizierung von Fels;
- EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Aufschluss- und Probenentnahmeverfahren und

Grundwassermessungen;

**als Felduntersuchungen**

DIN EN ISO 22476, Teil 1 bis 13:

Teil 1: Drucksondierungen mit hydraulischen Druckaufnehmern;

Teil 2: Rammsondierungen;

Teil 3: Standard-Penetration-Test;

Teil 4: Ménard-Pressiometerversuch;

Teil 5: Flexibler Dilatometerversuch;

Teil 6: Selbstbohrender Pressiometerversuch;

Teil 7: Seitendruckversuch;

Teil 8: Vollverdrängungspressiometerversuch;

Teil 9: Flügelscherversuch;

Teil 10: Flachdilatometerversuch;

Teil 11: Gewichtssondierung;

Teil 12: Drucksondierungen mit mechanischen Druckaufnehmern;

Teil 13: Lastplattenversuche

**als geohydraulische Untersuchungen**

DIN EN ISO 22282, Teil 1 bis 6

Teil 1: Allgemeine Regeln;

Teil 2: Wasserdurchlässigkeitsversuche in einem Bohrloch unter Anwendung offener Systeme;

Teil 3: Wasserdruckversuch in Fels;

Teil 4: Pumpversuche;

Teil 5: Infiltrometerversuche;

Teil 6: Wasserdurchlässigkeitsversuche in einem Bohrloch unter Verwendung geschlossener Systeme.

**als Laborversuche**

DIN ISO 17892, teil 1 bis 12

Teil 1: Bestimmung des Wassergehaltes;

Teil 2: Bestimmung der Dichte feinkörniger Böden;

Teil 3: Bestimmung der Korndichte;

Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung;

Teil 5: Oedometerversuch mit stufenweiser Belastung;

Teil 6: Fallkegelversuch;

Teil 7: Einaxialversuch;

Teil 8: Unkonsolidierter undrännierter Triaxialversuch;

Teil 9: Konsolidierung triaxialer Kompressionsversuche;

Teil 10: Direkte Scherversuche;

Teil 11: Bestimmung der Durchlässigkeit;

Teil 12: Bestimmung der Zustandsgrenzen.

**bzw. DIN-Normen zu „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben“**

DIN 18121: Bestimmung des Wassergehaltes

DIN 18122: Bestimmung der Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen)

DIN 18123: Bestimmung der Korngrößenverteilung;

DIN 18124: Bestimmung der Korndichte;

DIN 18125: Bestimmung der Dichte des Bodens

DIN 18126: Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung;

DIN 18127: Proctorversuch;

DIN 18128: Bestimmung des Glühverlustes;

DIN 18129: Kalkgehaltsbestimmung;

DIN 18130: Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes

DIN 18132: Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens;

DIN 18136: Einaxialer Druckversuch;

DIN 18137: Bestimmung der Scherfestigkeit.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Erforderliche Untersuchungen zum Baugrund

Eine zentrale Forderung der eingeführten Normen stellt die fachgerechte Untersuchung und Beurteilung des Baugrundes dar. Verdeutlicht wird dies mit der Feststellung der DIN 4020 für den Anwendungsbereich des EC 7.2 „DIN EN 1997-2 und DIN 4020 sollen sicherstellen, dass Aufbau, Beschaffenheit und Eigenschaften des Baugrunds **bereits für den Entwurf und die Ausschreibung eines Bauvorhabens** bekannt sind. (DIN 4020 – Ziff. 1).

Hier wird ein wesentlicher Grundsatz für jede Baumaßnahme gefordert. Für jedes Vorhaben sind bereits in der Entwurfs- und Ausschreibungsphase Baugrunduntersuchungen durchzuführen. Hierbei ist nicht nur der Aufbau des Baugrundes zu erkunden, sondern weitergehend sind auch die Eigenschaften zu benennen. Eigenschaften des Baugrundes sind nur von Personen mit vertieften Kenntnissen in der Geotechnik zu ermitteln.

Der Baustoff Boden unterscheidet sich von anderen Baustoffen elementar in dem Maße, dass er für jeden Standort spezifisch vorgegeben ist und nicht nach Rezeptur hergestellt werden kann. Hieraus leitet sich ab, dass der Baustoff Boden nicht frei wählbar ist und die Maßnahmen auf die vorliegenden Gegebenheiten angepasst werden müssen und man den Baugrund nicht ohne weitere Maßnahmen an das Bauwerk anpassen kann. Hierzu sind vertiefte Kenntnisse zur Beurteilung nötig, die durch ein Untersuchungsprogramm gesicherte Werte über den Baustoff

Boden liefern können.

Leider werden bei einer großen Anzahl von Maßnahmen zu geringe oder im schlechtesten Fall gar keine Untersuchungen zu dem Baugrund ausgeführt. Somit ergeben sich während der Ausführung oder nach Fertigstellung von Bauvorhaben Probleme (Bauschäden) zu denen dann ein geotechnischer Gutachter hinzugezogen wird. Somit werden in den meisten Fällen viel höhere Kosten, meist auch gerichtliche Prozesskosten heraufbeschworen, die bei einer Einhaltung der gängigen Regeln der Technik eingespart worden wären. Auch sind zu hohe, versteckte Kosten durch fehlerhafte Einschätzung des Baugrundes, z. B. bei der Dimensionierung von Gründungen für den Bauherren nicht erkennbar. Die Norm DIN 4020 stellt somit eine Mindestanforderung an den Untersuchungsumfang, der allerdings häufig aus Kostengründen, aber auch aus Unkenntnis der Normenwerke nicht berücksichtigt wird.

Je nach Anforderungen, siehe auch Kap. 2.2, ist der Bauherr oder sein Beauftragter, Architekt o. a., verpflichtet zu prüfen, in welchem Umfang Untersuchungen des Baugrundes durchzuführen sind. Werden keine Untersuchungen durchgeführt so ist dies zu begründen.

Weitergehend fordert die Norm, dass „Geotechnische Erkundungen und Untersuchungen nach DIN EN 1997-2, DIN EN 1997-2/NA und DIN 4020 **Voraussetzung für die Sicherheitsnachweise** nach DIN EN 1997-1, DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054 (DIN 4020 – Ziff. 1)“ sind.

Hieraus wird ersichtlich, dass sie für jede statische Berechnung eine geotechnische Erkundung und Un-

tersuchung des Untergrundes voraussetzt, um die Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit führen zu können.

Weitergehend wird festgelegt dass, abhängig von der Einstufung der Bauvorhaben in Geotechnische Kategorien „Mit den Ergebnissen der geotechnischen Untersuchungen **müssen die charakteristischen Werte der Baugrundkenngrößen festgelegt und die Sicherheitsnachweise** nach DIN EN 1997-1, DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054 geführt werden können (DIN 4020 – Ziff. 2).“

Durch die Verwendung des Begriffes „müssen“ wird sichergestellt, dass ohne eine geotechnische Untersuchung kein Sicherheitsnachweis geführt werden kann, bzw. keine Bemessungswerte als charakteristische Werte ermittelt werden können. Ob diese Werte über Korrelationen aus Feldversuchen oder weitergehenden bodenmechanischen Laboruntersuchungen ermittelt werden ist wieder von der Qualität der Aufschlüsse, bzw. von den Anforderungen an das Bauwerk abhängig.

Abschließend wird der hohe Stellenwert der Untersuchung und Beschreibung des Baugrundes für den Ausführenden durch die Einführung des Begriffes des Baugrundrisikos hervorgehoben:

#### **Baugrundrisiko**

ein in der Natur der Sache liegendes, unvermeidbares Restrisiko, das bei Inanspruchnahme des Baugrunds zu unvorhersehbaren Wirkungen bzw. Erschwerissen, z. B. Bauschäden oder Bauverzögerungen führen kann, obwohl derjenige, der den Baugrund zur Verfügung stellt, seiner Verpflichtung zur Untersuchung und Beschreibung der Baugrund- und

Grundwasserverhältnisse nach den Regeln der Technik zuvor vollständig nachgekommen ist und obwohl der Bauausführende seiner eigenen Prüfungs- und Hinweispflicht Genüge getan hat“ (DIN 4020 Ziff. 1.5.3.17)

Hierzu ist anzumerken, dass man den Begriff „Baugrundrisiko“ in der Praxis in ein „echtes“ und ein „unechtes“ oder „allgemeines Baugrundrisiko“ unterscheidet. ENGLERT [5] führt zu der Einstufung folgende Beispiele zur Einstufung aus:

Ein (echtes) Baugrundrisiko liegt vor wenn:

- trotz bestmöglicher, den Regeln der Technik entsprechender Erkundung der Baugrundverhältnisse (vgl. DIN 4020 und Beiblätter) und
- trotz Erfüllung aller Prüfungs- und Hinweispflichten der Baubeteiligten (vgl. insb. für die Auftraggeber § 9 VOB/A und DIN 18299 ff., Abschnitte 0; für Auftragnehmer §§ 3 Nr.3; 4 Nr.3 VOB/B sowie eine Fülle von Spezial-DIN-Normen der VOB/C) sich
- die in jedem Baugrund versteckte Gefahr einer Abweichung des während der Ausführung von (Tief-) Bauarbeiten vorgefundenen Zustands der Boden- und Wasserverhältnisse von den vorgestellten erkundeten Verhältnissen (z.B. auf Grund von Bodengutachten oder unmittelbaren örtlichen Erfahrungen) verwirklicht.

Ein „unechtes Baugrundrisiko“, oder „allgemeines Baurisiko“ liegt vor, weil:

- die Ausschreibung unzureichend war, vgl. § 9 VOB/A
- die Boden- und Wasserverhältnisse nicht ausreichend erkundet wurden

- die Mängel in der Leistungsbeschreibung „ins Gesicht springen“, dennoch aber vom Auftragnehmer nicht gerügt werden
- notwendige Bedenken und Hinweise seitens des Auftragnehmers fehlen
- nicht nach den anerkannten Regeln der Technik gearbeitet wird. [5]

## 2.2 Geotechnische Kategorien

Nach DIN EN 1997-1 können zur Festlegung geotechnischer Anforderungen vor Beginn einer Baumaßnahme drei Geotechnische Kategorien 1, 2 und 3 eingeführt werden. Diese geotechnischen Kategorien (GK) sind entsprechend ihrem Schwierigkeitsgrad an die Bebauung oder an den Baugrund gegliedert. Zur Verdeutlichung der Einstufung in geotechnische Kategorien sind nach DIN 1054, DIN 4020 bzw. EC 7 nachfolgende Anforderungen auszugswise dargestellt.

### Geotechnische Kategorie 1 (GK 1)

- Baumaßnahmen mit geringem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund
- Einfache und überschaubare Baugrundverhältnisse, d. h. waagerechtes oder schwach geneigtes Gelände, welches gesichert tragfähig und setzungsarm ist
- Grundwasser liegt unterhalb der Baugruben- oder Gründungssohle
- Beispiele: setzungsunempfindliche, flach gegründete Bauwerke mit Stützenlasten von bis zu 250 kN und Streifenlasten bis 100 kN/m u. a.

### Geotechnische Kategorie 2 (GK 2)

- Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund
- durchschnittliche Baugrundverhältnisse
- durchschnittliche Grundwasserverhältnisse, d. h. keine Beeinflussung der Umgebung, Wasserhaltung mit üblichen Maßnahmen beherrschbar
- ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerischer Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit erforderlich
- Beispiele: Übliche Hoch- und Ingenieurbauten auf Einzelfundamenten, Streifenfundamenten, Gründungsplatten und Pfahlgründungen u. a.

### Geotechnische Kategorie 3 (GK 3)

- Baumaßnahmen mit hohem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund
- Ungewöhnliche und besonders schwierige Baugrundverhältnisse, z. B. Böden die zum Fließen, Kriechen, Quellen oder Schrumpfen neigen, weiche organische Böden, ungünstige Störungszonen im Fels, Bergsenkungsgebiete u. a.
- Gespanntes Grundwasser (Arteser)
- Ingenieurmäßige Bearbeitung und rechnerischer Nachweis der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit erforderlich
- Zusätzliche Untersuchungen des Baugrundes, sowie vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen auf dem jeweiligen Spezialgebiet

- Beispiele: Bauwerke mit hoher Verformungsempfindlichkeit, Bauwerke mit ungewöhnlichen Lastkombinationen, die für die Gründung maßgebend sind, Bauwerke mit besonders hohen Lasten, Maschinenfundament mit hohen dynamischen Lasten u. a.

Weitere Beispiele und Anforderungen zur Einstufung in Geotechnische Kategorien sind dem Anhang der DIN 1054 zu entnehmen.

Eine Einstufung in Geotechnische Kategorien muss vor dem Beginn der Maßnahme und insbesondere vor Beginn der Baugrunduntersuchung durchgeführt werden, da durch diese Einstufung der Umfang der geotechnischen Untersuchungen festgelegt wird. Unter Umständen ist anhand der Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen eine Neueinteilung in eine andere Kategorie nötig.

## 2.3 Geotechnischer Bericht

### 2.3.1 Allgemeines

Die DIN 4020 fordert für jedes Bauvorhaben, auch für die Geotechnische Kategorie 1, einen Geotechnischen Bericht. Umfang und Einordnung in die internationalen Normen zeigt nachfolgendes Bild.

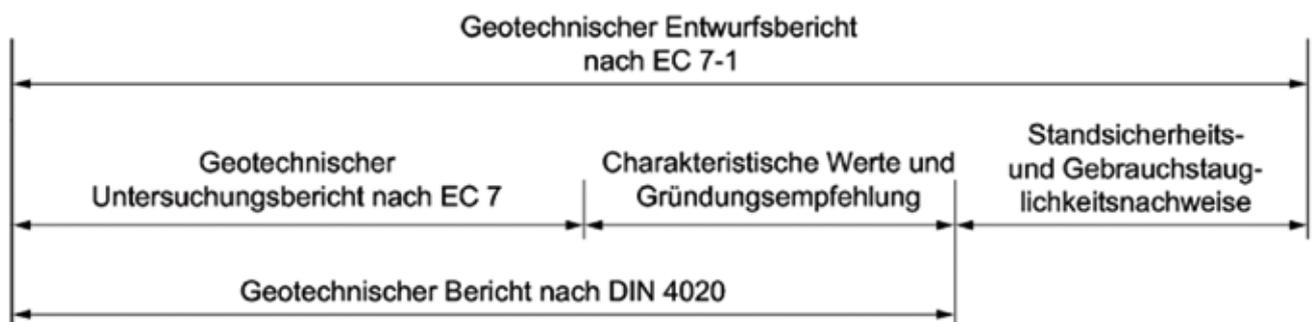


Bild 3: Einordnung des Geotechnischen Berichtes nach DIN 4020

Ein geotechnischer Bericht sollte folgende Teile beinhalten:

- Grundlagen
- Aus- und Bewertung
- Folgerungen, Empfehlungen
- Charakteristische Werte
- erstellt vom Sachverständigen für Geotechnik

Für den Bericht müssen folgende Untersuchungen vor bzw. während der Baumaßnahme erfolgen bzw. festgelegt werden:

- Voruntersuchungen
- Hauptuntersuchungen
- Anordnung / Abstand
- Aufschlusstiefe
- Baubegleitende Untersuchungen
- Baubegleitende Messungen

Entsprechend den Anforderungen und dem Schwierigkeitsgrad des Baugrundes, des Vorhabens ist für die GK 2 und 3 ein Sachverständiger für Geotechnik in die Untersuchungen und insbesondere in die Bewertung des Baugrundes hinzuzuziehen.

Nach der Empfehlung EASV der DGGT e. V. sowie den entsprechenden Normen lässt sich der Arbeitsaufwand des Sachverständigen wie folgt umschreiben:

Der Sachverständige für Geotechnik plant für ein Bauvorhaben die erforderlichen geotechnischen Untersuchungen und Messungen. Er überwacht die fachgerechte Ausführung der Aufschlüsse sowie der Feld- und Laborversuche. Aus dem Untersuchungsbefund zieht er die

Folgerungen für Planung und Ausführung. Dabei sind die Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und Baugrund sowie die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Umgebung zu beachten. Außerdem sind Aspekte der Konstruktion, Wirtschaftlichkeit, Bauausführung sowie mögliche Georisiken zu beachten. Bei Projekten, die der Geotechnischen Kategorie 3 zugeordnet werden, muss der Sachverständige für Geotechnik vertiefte Kenntnisse und Erfahrungen auf den für das jeweilige Projekt maßgebenden Teilgebieten besitzen (DIN 1054, DIN 4020) [EASV].

Der Sachverständige für Geotechnik erstellt den Geotechnischen Untersuchungsbericht nach DIN EN 1997-2 und den Geotechnischen Bericht nach DIN 4020. Ferner erstellt

er für die geotechnischen Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise den Geotechnischen Entwurfsbericht nach DIN EN 1997-1. Bei der Erstellung der geotechnischen Sicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise sorgt der Sachverständige für Geotechnik für die Einhaltung der einschlägigen Normen und der sonstigen in Frage kommenden technischen Regeln.

### 2.3.2 Baubeteiligte

Die Norm unterteilt die am Bau Beteiligten in nachfolgende Personen und weist Ihnen entsprechende Aufgaben in der Entwurfsphase, während und nach der Bauausführung zu:

- **Bauherr**  
stellt den Werkstoff Boden als Baugrund zur Verfügung
- **Entwurfsverfasser**  
verantwortlich für Gestaltung und sichere Konstruktion
- **Sachverständiger für Geotechnik**  
Fachplaner für Geotechnik (DIN 1054) = Sachverständiger für Geotechnik (DIN 4020)

#### A 1.5.3.24 Sachverständiger für Geotechnik (DIN 4020)

*Sonderfachmann oder Fachplaner mit Sachkunde und Erfahrung auf dem Gebiet der Geotechnik*

*(ANMERKUNG A1: Der Sachverständige für Geotechnik ist der Fachmann, der nach den Bauordnungen der Länder hinzuzuziehen ist, falls der Entwurfsverfasser nicht selbst über die erforderliche Sachkunde und Erfahrung auf dem Gebiet der Geotechnik verfügt.)*

Die Sicherung von Bauwerken und

die Vorsorge zur Vermeidung von Schäden aus Erdbeben, Hangbewegungen, Bergsenkungen, Hebungen, Auslaugungen, Überflutung und sonstigen Naturereignissen ist von der jeweiligen Baugrundsituation abhängig. Auf dieser Grundlage ergibt sich, dass sich die Person, die sich mit dem Baugrund geotechnisch beschäftigt, eine besondere Verantwortung gegenüber der Gesellschaft, sowohl im Hinblick auf die öffentliche Sicherheit als auch im volkswirtschaftlich sorgfältigem Umgang mit natürlichen Ressourcen hat [EASV, 2011].

Bereits 1969 wurde in der DIN 1054 festgelegt, dass für schwierige Fälle „in Grundbau und Bodenmechanik erfahrene **Sachverständige**“ und nur **Unternehmen** mit „besonderer Sachkenntnis und Erfahrung im Grundbau“ beauftragt werden.

Der Baustoff Boden incl. dem Grundwasser ist von der Natur, geologisch oder durch die Vornutzung bedingt vorgegeben. Um eine gesicherte Beschreibung und Bewertung durchführen zu können ist, mindestens ab GK 2 ein Sachverständiger für Geotechnik in die Planungen einzubinden. Stellen sich Zweifel an der Einstufung der Baumaßnahme in die Geotechnische Kategorie 1, so ist auch hier ein Sachverständiger zu kontaktieren.

Vor dem Hintergrund der aufgezeigten Entwicklungen der Normen ist es aus Sicht der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) – seit mehr als 60 Jahren als anerkannter fachwissenschaftlicher Verein für die Fortschritte in der geotechnischen Normung maßgebend – erforderlich, das persönliche Anforderungsprofil für den Sachver-

ständigen für Geotechnik im Rahmen einer Empfehlung, der EASV, zu definieren [EASV,2011].

Zur Vervollständigung der Liste der Sachverständigen in der Geotechnik, deren Qualifikation bereits nachgewiesen wird, sind hier noch zu nennen [EASV]:

- Öffentlich bestellt und vereidigte (ö.b.u.v.) Sachverständige:  
werden von den Industrie- und Handelskammern öffentlich bestellt und vereidigt. Ihre fachliche Kompetenz wird durch den Sachverständigen Fachausschuss „Erdbau, Grundbau, Felsbau“ geprüft und überwacht.
- Prüfsachverständige für Erd- und Grundbau  
Diese Fachleute, deren Kompetenz von einem Beirat der Bundesingenieurkammer geprüft und festgestellt wird, stehen zur Unterstützung der baustatischen Prüfstellen und Prüflingenieur nach Bauordnungsrecht der Länder bedarfsweise zur Verfügung. Als Prüfsachverständige für Erd- und Grundbau können nur Personen anerkannt werden, die als Absolventen der Studiengänge Bauingenieurwesen, Geotechnik oder eines Studiengangs mit Schwerpunkt Ingenieurgeologie ein Studium an einer deutschen Hochschule oder ein gleichwertiges Studium an einer ausländischen Hochschule abgeschlossen haben (MPPVO: 2008-09, §23(1)1).
- EBA Sachverständige  
Für Baumaßnahmen im Eisenbahnbau werden vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) Sachverständige für Geotechnik mit entsprechender Erfahrung im Eisenbahnbau nach

einem besonderen Prüfverfahren als „Gutachter/Prüfer in Verwaltungsverfahren mit dem EBA“ anerkannt.

Im Gegensatz zu den o. g. Sachverständigen, die Ihre Qualifikation vor Prüfungsausschüssen, Ingenieurkammern o. ä. nachweisen müssen und somit als Sachverständige für Geotechnik im Sinne der europäischen und deutschen Normenwerke ausgewiesen sind, können zur Zeit auch Personen ohne Nachweis der Sachkunde und Erfahrung Nachweise und Berichte nach EC 7, DIN 1054 und DIN 4020 als Sachverständige für Geotechnik ausführen, da eine prüfbare Qualifikation in der Norm nicht gefordert wird. Hieraus lässt sich für den Auftraggeber die Qualifizierung eines Angebotes nicht ausreichend prüfen. Deshalb will die DGGT durch die Einführung

der EASV eine „Mindestanforderung für die Erstellung geotechnischer Berichte sowie für die Berufstätigkeit zu ordnen“.

Im vorliegenden Beitrag werden die Grundlagen für Geotechnische Untersuchungen in der Geotechnik auf der Basis der europäischen und nationalen Normung dargestellt. Die allgemeinen Regeln sowie die Eingliederung der nationalen Bemessungs-, Ausführungs- und Versuchsnormen, sowie sonstige Regelwerke werden aufgeführt.

Im Weiteren werden die erforderlichen Untersuchungen zum Baugrund, die am Bau Beteiligten und der Ablauf einer qualifizierten Baugrunduntersuchung nach den Vorgaben der Normen vorgestellt. Ein besonderer Schwerpunkt wird hier auf die Qualifikation der am Bau be-

teiligten Personen, insbesondere des „Sachverständigen für Geotechnik“ gelegt. Hierzu soll die Qualifikation, zumindest in Deutschland, eindeutiger mit der Einführung der Empfehlung „EASV – Sachverständige für Geotechnik, Anforderungen an Sachkunde und Erfahrung“ der deutschen Gesellschaft für Geotechnik, geregelt werden.

### 3 Beispiel

Zur Darstellung und Verständnis der im Hauptbeitrag vorgestellten Zusammenhänge in diesem komplexen Themengebiet soll anhand eines einfachen Beispiels die Notwendigkeit der Einhaltung der vorhandenen Normen - insbesondere der DIN 4020 - aufgezeigt werden.

Betrachtet wird ein Baugebiet (NRW) in Siegen am Rosterberg, siehe nachfolgendes Luftbild, das durch eine ältere Bebauung (Jahrhundertwende) und eine jüngere Bebauung (50 - 60er Jahre) geprägt ist. Die vorhandene Bebauung erfolgte somit vor der Einführungen der Geotechnischen Kategorien mit der Fassung 1990 der DIN 4020.

Ort: Siegen Rosterberg



Bild 4: Siegen Rosterberg, [<http://maps.google.de/maps?hl=de&tab=wl>]

**Objekt und allgemeine Geologie**

Bauwerk	Einfamilienhaus, keine außergewöhnlichen Lasten
Baugrund	lt. Geologischer Karte von Siegen: vorwiegend Tonschiefer, z. T. gebändert mit Einlagerungen von Sandstein und Grauwacke
Ort	Rosterberg, Siegen – vorwiegend Wohnbebauung
Baugrunduntersuchungen	nicht bekannt



Bild 5: Einfamilienhaus [wdr.de]

Aufgrund der Daten zu dem Objekt handelt es sich um ein „kleineres Bauvorhaben mit geringen Lasten“ und nach der allgemeinen Geologie steht mit dem „Tonschiefer, z. T. gebändert mit Einlagerungen von Sandsteinen und Grauwacken“ ein gut bis sehr gut tragfähiger Baugrund und infolge der Hanglage „ein größerer Flurabstand zum Grundwasser an“ womit eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie 1 gegeben ist.

Einstufung in Geotechnische Kategorie

**Geotechnische Kategorie 1**

Diese Einschätzung lag offensichtlich bei den Genehmigungsbehörden im Rahmen der Bebauung in den 50 bis

60 Jahren für den Bereich des Baugrundstückes ebenfalls vor. Tatsächlich ging im Bereich des Baugrundstückes und des Baugebietes ein umfangreicher Eisenerzbergbau um, der infolge des langen Zeitraums seit der Aufgabe in Vergessenheit geriet und Recherchen im Sinne einer Vorerkundung nach DIN 4020 mit der Aushebung historischer Unterlagen fanden nicht statt. Aufmerksam wurden man auf diesen Umstand durch aufgetretene Tagesbrüche an der benachbarten Wohnbebauung, siehe nachfolgende Bilder, die eine umfangreiche Sanierung des betroffenen Gebietes in einer Höhe von mehreren Millionen Euro erforderte, die vom Land NRW und der Stadt

Siegen zu tragen war. Durch diese Umstände ist für das genannte Einfamilienhaus die

tatsächliche Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 3**

gegeben. Eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie 3 hätte mit der Einschaltung eines Sachverständigen für Geotechnik und der Einsichtnahme in die Bergbauunterlagen (Grubenblätter, Saigerrisse, genehmigte Bergbaufelder u. a.) sofort Klarheit zu den besonderen Baugrundrisiko verschafft und die Nichtbebaubarkeit des Baugebietes vor einer Bergbausanierung ergeben.

**Begründung:**

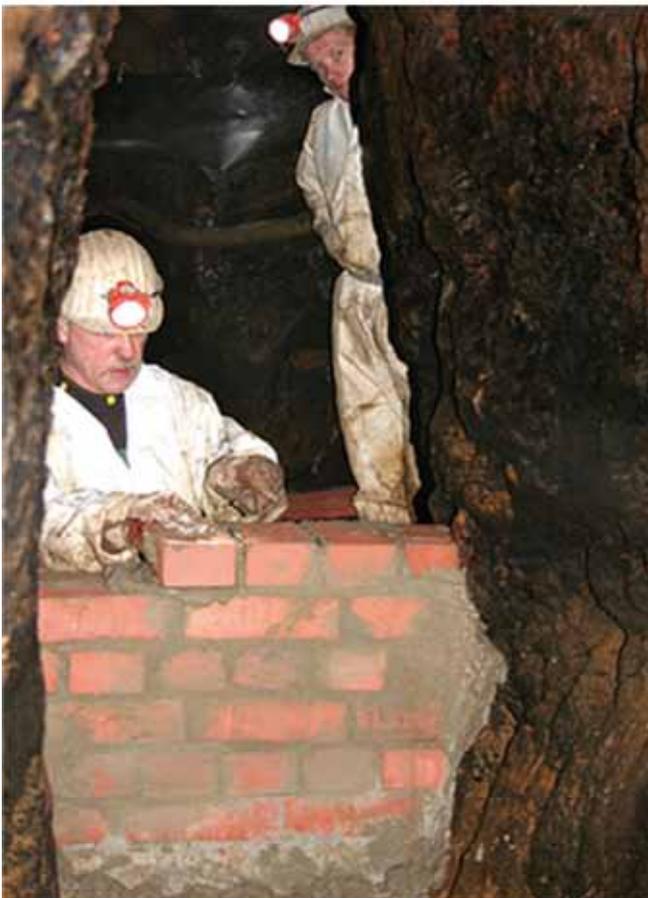


Bild 6: Blick auf die Einfahrt des Wohnhauses und in den Rosterberg [Quelle: www.wdr.de]

Wie in dem vorgestellten Beispiel aufgezeigt werden soll, ist in dem Baugebiet jahrhundertlang oberflächennaher Eisenerz-Bergbau betrieben worden. Aufgrund dieser Umstände ist ein solches Gebiet in die Geotechnische Kategorie 3 (GK 3) einzustufen. Die aus der fehlenden oder falschen Einstufung resultierenden Schäden, s. Bild oben links, wären aber durch eine -in der DIN 4020 ausgewiesene Vorerkundung- bzw. durch das Heranziehen von Kartenmaterialien oder auch Erfahrungen aus der Vergangenheit zu vermeiden gewesen, da es bereits in den 60er Jahren des vorherigen Jahrhunderts

im Bereich des Rosterberges und der Umgebung zu Schadensfällen mit Tagesbrüchen aus versagenden Altbergbaustätten gekommen ist.

Bei konsequenter Anwendung der neuen DIN-EC Normen sollen solche Schadensfälle vermieden werden und nicht mehr auftreten. Hierbei soll aber auch auf die besondere Geschichte im Bergbau hingewiesen werden, wo an vielen Stellen, neben den ausgewiesenen Schächten und Abbauorten bereits seit mehreren hundert Jahren, zurück bis in die Neuzeit, Bergbau stattgefunden hat. Diese Stellen sind natürlich heute oft

nicht mehr bekannt. Umso wichtiger ist eine konsequente Anwendung der Normung um neben den bekannten „geologischen Besonderheiten“ im Baugrund, z. B. aus Saigerrissen o. ä. auch die nicht bekannten, hier Hohlräume, zu erkennen und zu bewerten. Diese Einschätzung gilt generell für eine Vielzahl von Einflüssen aus der historischen Nutzung des Baugrundes oder sonstigen Umwelteinflüssen.

Die Regelung der Norm DIN 4020/ DIN 1054/EC-7 sollen somit helfen, Schäden zu minimieren und helfen, diese auszuschließen.

## Referenzen

- DIN EN 1997-1: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln, 2009
- DIN EN 1997-2: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, 2009
- DIN EN 1997-1/NA: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter, 2010
- DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997, 2010
- DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, 2005
- DIN 4020: Baugrund – Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2, 2010
- Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle (EA Pfähle), Ernst & Sohn, 2007
- Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB), Ernst & Sohn, 2006
- Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen, Häfen und Wasserstraßen (EAU), Ernst & Sohn, 2004
- Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen (EBGeo), Ernst & Sohn, 2010
- Empfehlung „EASV – Sachverständige für Geotechnik, Anforderungen an Sachkunde und Erfahrung“, DGGT, 2011 [Entwurf]

[1] Grundbau Taschenbuch, Teil1: Geotechnische Grundlagen, Ernst & Sohn, 2010

[2] Schuppener, B. Ruppert, F.: Zusammenführung von europäischen und deutschen Normen Eurocode 7, DIN 1054 und DIN 4020, Bautechnik (84), Heft 9, Ernst & Sohn, 2007

[3] Schuppener, B.: Das Normenhandbuch zu EC 7-1 und DIN 1054, Vortrag zu dem Grundbauseminar 2010, TU Berlin

[4] von Soos, P.: Die neue DIN 4020, Vortrag auf der Entscheidungsschulung der Bundesanstalt für Wasserbau, Bonn, 2003

[5] Englert, K.: Aktuelle Rechtsprechung zum Baugrundrisiko, GEOLEX 1.02, Aufsatz

<http://www.wdr.de/Fotostrecken/wdrde/Panorama/2010/12/rosterberg.jsp>

<http://www.wdr.de/Fotostrecken/wdrde/Panorama/2009/07/bergsicherung.jsp?hi=Panorama>

[http://www.wdr.de/Fotostrecken/wdrde/Panorama/2008/03/bergwerk\\_schule.jsp](http://www.wdr.de/Fotostrecken/wdrde/Panorama/2008/03/bergwerk_schule.jsp)

<http://maps.google.de/maps?hl=de&tab=wl>

# Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 – Bergschadensbearbeitung auf dem Prüfstand

---

Dr. Malte Reske, quo connect management consulting GmbH

## 1 Einleitung

In 2010 und 2011 wurde die Bergschadensbearbeitung der RWE Power AG bei der Weiterentwicklung ihres Qualitätsmanagementsystems von der Firma quo connect unterstützt und bis zur Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 begleitet. Vor diesem Hintergrund hat uns der Leiter der Bergschadensbearbeitung, Herr Schaefer, gebeten im Bergschadensforum zu den Ergebnissen und Erkenntnissen des Projektes zu berichten. Für diese Einladung danken wir Herrn Schaefer ganz herzlich.

Der Vortrag gliedert sich in zwei Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden die grundlegenden Begriffe zum Thema Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen beschrieben. Im Zweiten Abschnitt wird dargestellt wie der Bereich Bergschadensbearbeitung der RWE Power AG ein Managementsystem entwickelt und eingeführt hat.

## 2 Grundlegende Begriffe zur Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001

### 2.1 Begriff "Qualitätsmanagementsystem" (QMS)

Der Begriff Qualitätsmanagementsystem lässt sich u. a. über den Nutzen sowie die wesentlichen Inhalte eines QMS erläutern.

#### 2.1.1 Nutzen des Qualitätsmanagementsystems

Produzierende Unternehmen und Dienstleister stehen vor folgendem grundlegenden Problem. Wenn sie als Lieferanten nicht darlegen können, dass sie fähig sind Kundenanforderungen zu erfüllen, so verlieren sie ihre Kunden. In bestimmten Branchen wie im Schienenverkehr oder der Kernenergie kann durch behördliche Verfügung sogar die Berechtigung entzogen werden, Lieferungen und Leistungen zu erzeugen.

In einer Kunden-Lieferanten-Beziehung stellt der Kunde seine Produktanforderungen an den Lieferanten, der diese im Produkt umsetzt. Der Kunde steht bei seiner Entscheidung, Leistungen von einem Lieferanten zu beziehen, vor der Fragestellung, ob seine Anforderungen korrekt umgesetzt werden. Seine Unsicherheit diesbezüglich kann unter anderem durch Qualitätsprüfungen reduziert werden. Der Aufwand hierzu kann aber relativ hoch sein und beeinflusst die Kaufentscheidung des Kunden.

Abbildung 1 stellt die Kunden-Lieferantenbeziehung schematisch dar.

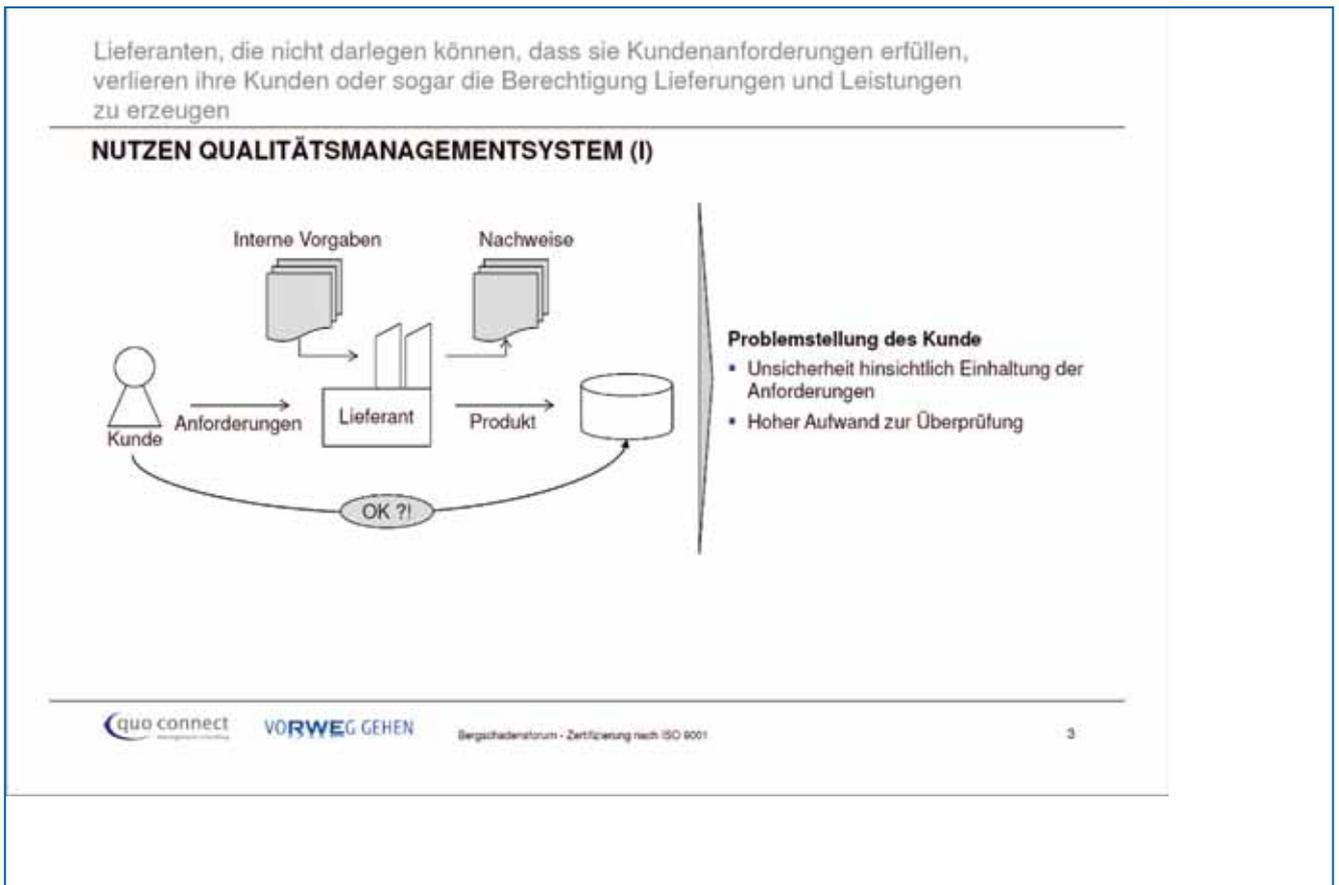


Abb. 1: Nutzen Qualitätsmanagementsystem (I)

Um das Vertrauen des Kunden in die Leistungen des Lieferanten zu erhöhen, dokumentieren Lieferanten daher ihre Fähigkeit „Qualität“ zu erzeugen in einem Qualitätsmanagementsystem (QMS). Diese Fähigkeit lassen sie sich durch einen unabhängigen externen Zertifizierer bestätigen. Im Wesentlichen wird hierzu durch den Lieferanten dar-

gelegt, dass die Anforderungen in internen Vorgaben umgesetzt werden und dass über die Umsetzung dieser Vorgaben Nachweise geführt werden. Das QMS wird üblicherweise nach dem branchenübergreifenden Standard der DIN EN ISO 9001 beschrieben. Der Zertifizierer erteilt nach erfolgreicher Überprüfung des QMS das Zertifikat. In Abbildung 2

sind die Dokumentation eines QMS und die Zertifizierung schematisch dargestellt. Der Nutzen des Zertifikats ist, dass der Kunde an Hand des Zertifikats erkennen kann, dass der Lieferant systematisch Kundenanforderungen erfasst und umsetzt und damit aufwändige Qualitätssicherungsmaßnahmen oder Lieferanten-audits entfallen können.

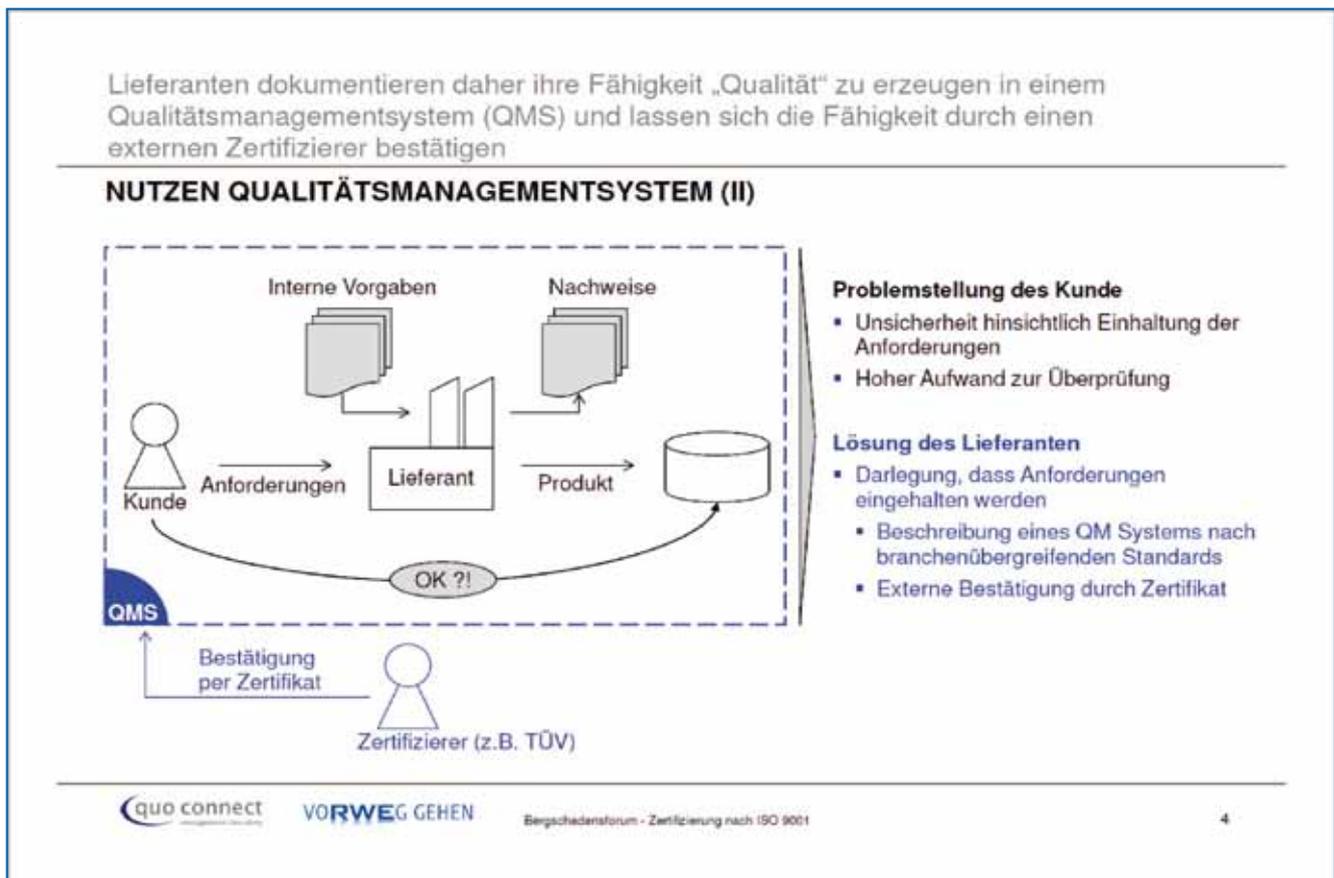


Abb. 2: Nutzen Qualitätsmanagementsystem (II)

## 2.1.2 Kernelemente des Qualitätsmanagementsystems

Die Kernelemente eines QMS sind in Abbildung 3 dargestellt. Ein Managementsystem legt für Mitarbeiter und Führung verbindlich fest, wie die Anforderungen an das Unternehmen umzusetzen sind und welche Nachweise zu führen sind.

Die verschiedenen Anforderungen leiten sich unter anderem aus Regelwerken wie zum Beispiel technische

Normen ab. Allen voran steht die DIN EN ISO 9001 als Norm für Qualitätsmanagementsysteme. Hinzu kommen Gesetze, die Rechtsprechung und spezielle technische Richtlinien. Sowie sonstige Forderungen der verschiedenen Anforderungsgruppen, den Kunden, der Gesellschaft und den Mitarbeitern.

Aus den Anforderungen leiten sich die Inhalte ab, die in einem Managementsystem beschrieben und gelebt werden. Die Kundenorientierung, stellt den zentralen Aspekt des QMS dar. So stellt ein QMS sicher, dass

Kundenanforderungen systematisch aufgenommen und umgesetzt werden. Das Ressourcenmanagement stellt sicher, dass die erforderlichen Produktions- und Betriebsmittel geplant und bereitgestellt werden. Das Personalmanagement stellt sicher, dass geeignete personelle Ressourcen geplant und bereitgestellt werden. Weitere Kernelemente sind die Festlegung der Unternehmenspolitik und Ziele sowie deren konsequente Verfolgung und die Lenkung von Aufzeichnung als Nachweise zur Einhaltung der internen Vorgaben.

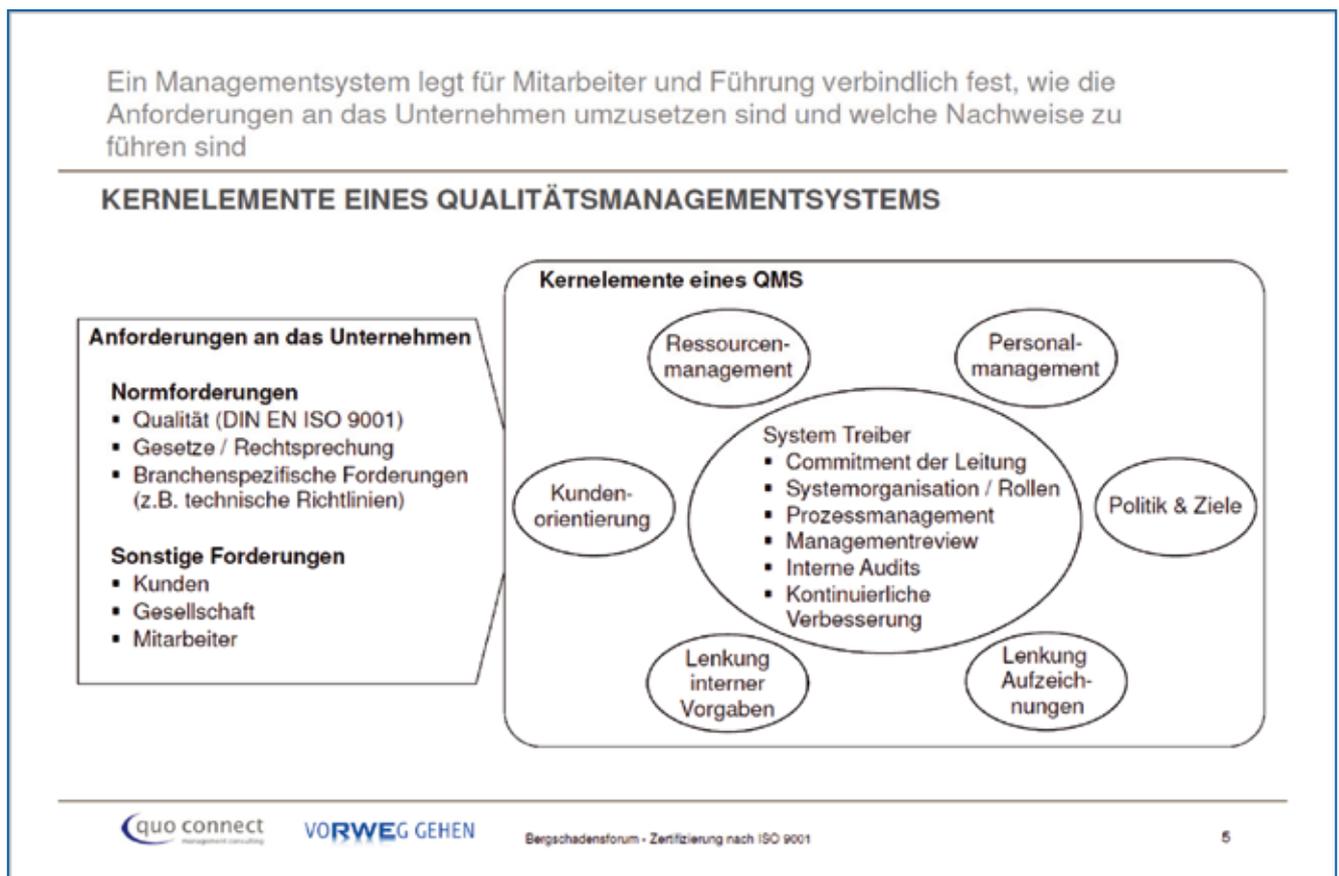


Abb. 3: Kernelemente eines Qualitätsmanagementsystems

Das zentrale Element eines QMS sind die Systemtreiber, ohne die das System nicht aufrechterhalten werden kann. Insbesondere muss erstens die Leitung hinter dem System stehen. Zweitens muss die Verantwortung für die Weiterentwicklung des Systems in der Organisation verankert sein. Drittens müssen Prozesse zur ständigen Überwachung und Verbesserung des Systems gelebt werden (u. a. durch Reviews und Audits).

## 2.2 Begriff der Zertifizierung

Ein Zertifikat ist die unabhängige Bestätigung der normkonformen Umsetzung des Managementsystems. Die Zertifizierung ist der „Prozess“ zum Zertifikat

setzung des Managementsystems. Die Zertifizierung ist der „Prozess“ zum Zertifikat

Dieser Prozess ist in Abbildung 4 dargestellt. Er durchläuft mehrere vorbereitende Schritte und schließlich das Zertifizierungsaudit, bei dem die eigentliche Überprüfung des Systems stattfindet. Die Aufgaben des Zertifizierers sind hierbei:

- das QM-System auf Basis der Anforderungen der DIN EN ISO 9001 stichprobenartig zu überprüfen
- Befragungen von Mitarbeitern und Führungskräften durchzuführen

- Unternehmensprozesse zu beobachten und Dokumente zu prüfen
- Verbesserungspotenziale zu identifizieren
- Ergebnisse des Audits nachvollziehbar in einem Bericht zu dokumentieren

Vereinfacht gesprochen erteilt der Zertifizierer das Zertifikat, falls keine Abweichungen gegenüber der Norm festgestellt werden. Nach erfolgreicher Erstzertifizierung erfolgen in regelmäßigen Abständen weitere externe Audits, um den Status der Zertifizierung aufrechterhalten zu können.

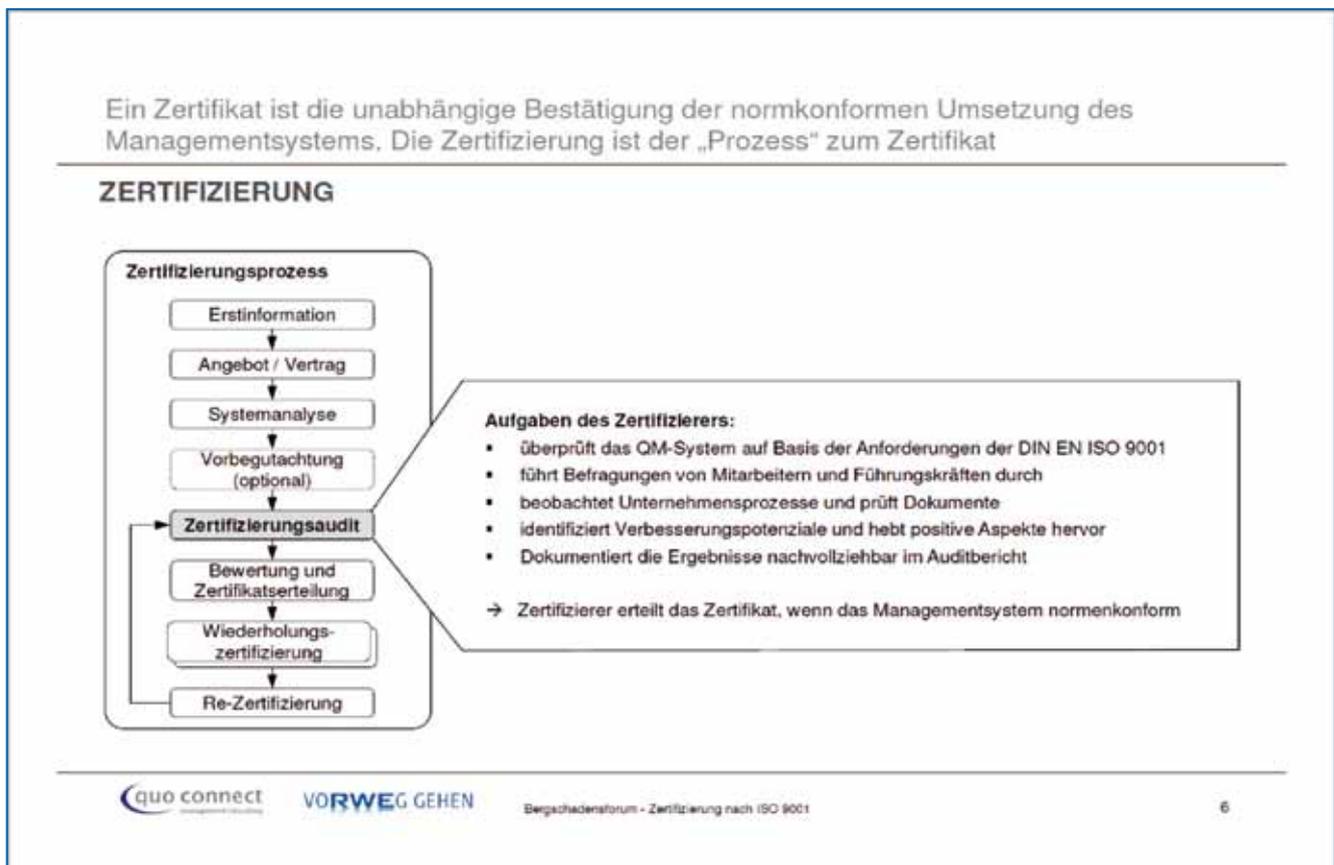


Abb. 4: Zertifizierung

### 3 Umsetzung des QMS in der Bergschadensbearbeitung

#### 3.1 Anforderungen und Ziele im Projekt

Die Bergschadensbearbeitung der RWE Power AG sieht sich verschiedenen Anforderungsgruppen gegenübergestellt.

Zum einen die Anforderungen der Geschädigten:

- Fachlich, sachliche Richtigkeit der Gutachten

- Transparente und schnelle Begutachtung
- Entscheidung nach einheitlichen und nachvollziehbaren Kriterien

Zum anderen die Anforderungen der Kommunen:

- Kompetente Bearbeitung der Anfragen
- Fairer Umgang mit den Geschädigten

Zielstellung des Projektes für 2011 war es darzulegen, dass deren Anforderungen systematisch erfüllt werden. Hierzu sollte:

- Vertrauen geschaffen werden durch eine externe „Beurteilung“ der Bergschadensbearbeitung

- Nachweislich standardisierte Prozesse beschrieben und gelebt werden

- Ein Qualitätsmanagementsystem auf Grundlage der DIN 9001:2008 eingeführt und bis Mitte 2011 zertifiziert werden

Die Anforderungen an die Bergschadensbearbeitung und die Projektziele sind in Abbildung 5 dargestellt.



Abb. 5: Anforderungen an die Bergschadensbearbeitung und Ziele im Projekt

### 3.2 Prozessmanagement

Zur Erreichung der Projektziele wurde das Managementsystem auf Basis der Methode des Prozessmanagements entwickelt. In Abbildung 6 ist das Prozessmanagement als geschlossener Kreislauf in vier Schritten dargestellt. Schwerpunkt bei

der Entwicklung des QMS bildete die Entwicklung & Einführung der prozessorientierten Systemdokumentation, um allen Beteiligten die Arbeitsabläufe transparent zu machen. Dabei wurden die Prozesse mit den Mitarbeitern beschrieben und abgestimmt und dann ggf. mit begleitenden Maßnahmen und Unter-

weisungen eingeführt.

Nach der Entwicklung und Einführung schließen die fortlaufende Messung und die Verbesserung der Prozesse den Zyklus des Prozessmanagements. Im Folgenden wird zunächst beschrieben wie das QMS dokumentiert ist.

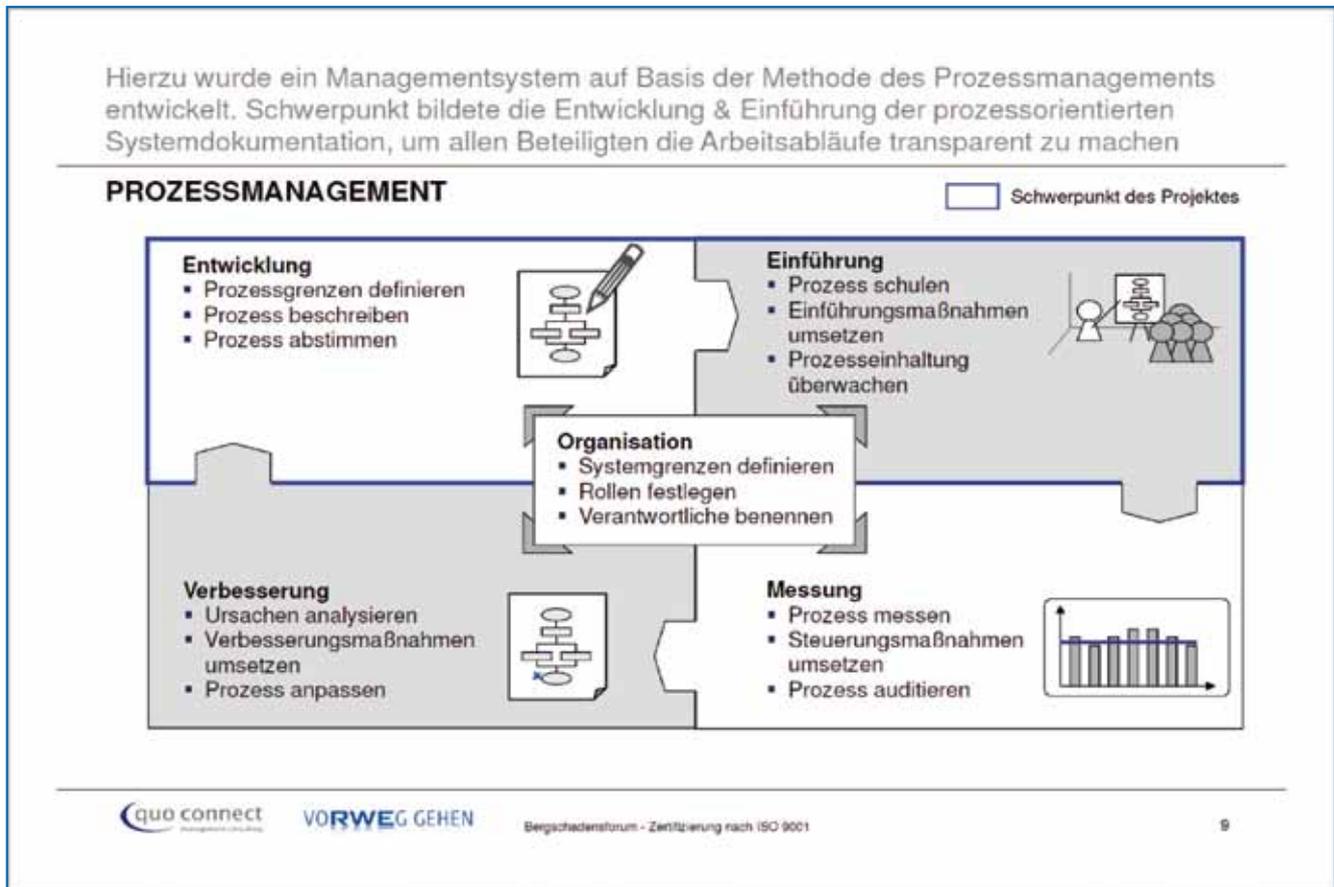


Abb. 6: Prozessmanagement

### 3.3 Prozessnetz

Das Prozessnetz der Bergschadensbearbeitung ist in Abbildung 7 dargestellt. Im Prozessnetz sind die wesentlichen Prozesse definiert, mit denen das Managementsystem und damit die Anforderungen an die Bergschadensbearbeitung umgesetzt werden.

Die Prozesse sind in Management-,

Kern- und Unterstützungsprozesse gegliedert. Die Kernprozesse beschreiben die Prozesse zur Erstellung der Leistungen der Bergschadensbearbeitung, wie zum Beispiel „Marktscheiderische Stellungnahmen erstellen“ oder „Bodenuntersuchungen“. Kernprozesse sind üblicherweise sehr unternehmensspezifisch. Die Management- und Unterstützungsprozesse beschreiben überwiegend

die Umsetzung der Anforderungen aus der DIN EN ISO 9001. Diese Prozesse sind in Unternehmen mit eingeführten Managementsystemen in den grundlegenden Schritten relativ ähnlich.

Hinter jedem Kasten im Prozessnetz steht eine Prozessbeschreibung, deren Erstellung und Aufbau wir im Folgenden näher betrachten.

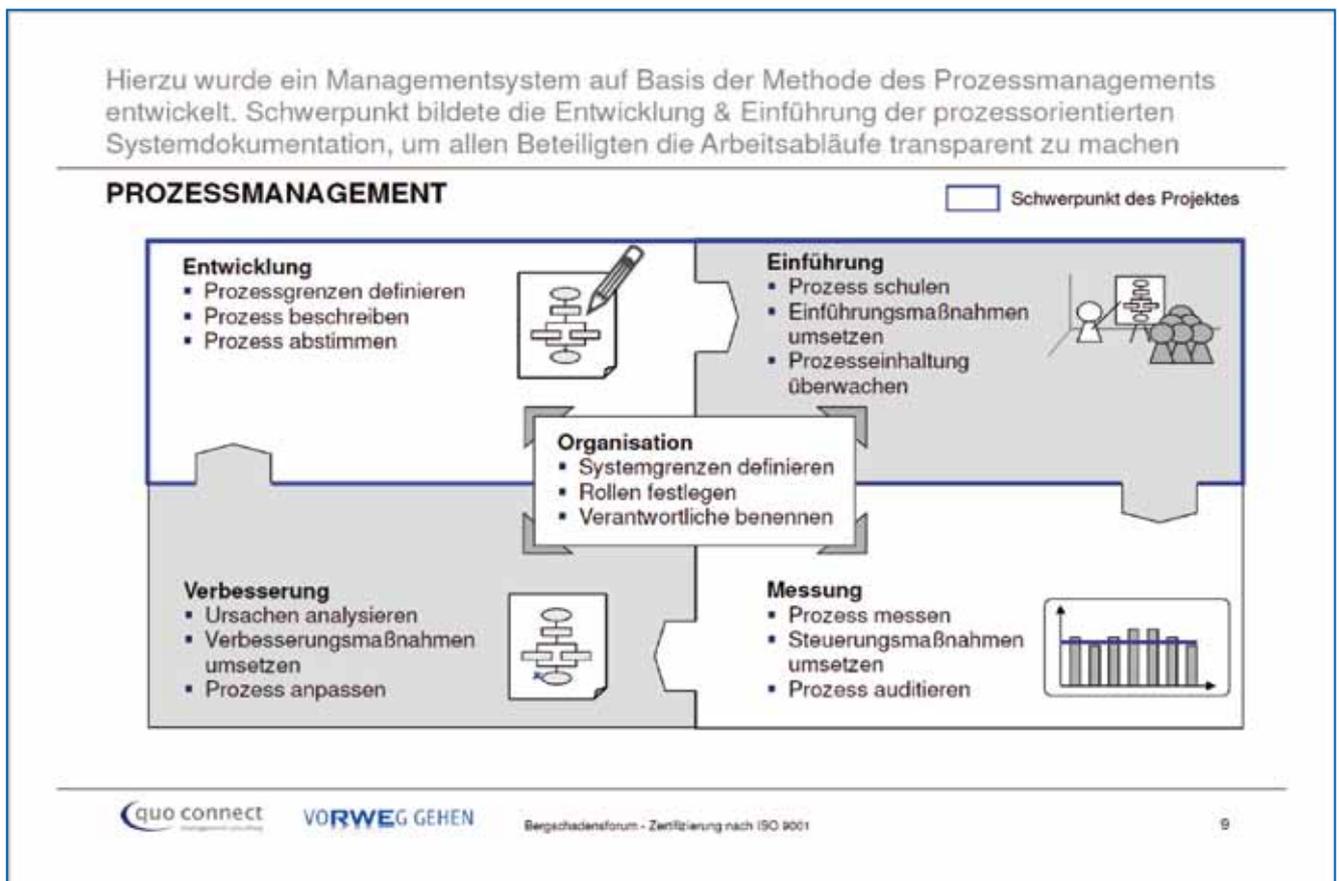


Abb. 7: Prozessnetz

### 3.4 Erstellung der Systemdokumentation

Abb. 8 zeigt die Darstellung der Prozessbeschreibungen der Bergschadensbearbeitung und beschreibt deren Erstellung.

Die Prozessbeschreibungen und die sonstigen Unterlagen zur Systemdokumentation wurden im Team entwickelt. Dies hat den Vorteil, dass das Experten-Wissen der Be-

teiligten direkt in die Beschreibung der Arbeitsabläufe eingeflossen ist. Dadurch finden sich die Mitarbeiter in den Vorgaben wieder und identifizieren sich mit den Prozessen.

Bei der Beschreibung wurden insbesondere alle qualitätsrelevanten Schritte beschrieben und bestehende interne Vorgaben, konzernweite Regelungen sowie Normanforderungen und Gesetze eingearbeitet.

Vorteil der prozessorientierten Dar-

stellung ist:

- Die Visualisierung der Abläufe im Flussdiagramm
- Die Transparenz der Verantwortlichkeiten, deren Zuordnung zu den Tätigkeiten aus der Tabelle zum Flussdiagramm abgelesen werden kann
- Die übersichtliche Beschreibung der Tätigkeiten vom Groben ins Detail

Die Prozessbeschreibungen und die sonstigen Unterlagen zur Systemdokumentation wurden im Team entwickelt. Dabei wurden die bestehenden internen Vorgaben, konzernweite Regelungen, Normanforderungen & Gesetze eingearbeitet

---

#### ERSTELLUNG DER SYSTEMDOKUMENTATION

**Entwicklung der Prozesse im Team**

- Berücksichtigung des Experten Know How
- Identifikation der Mitarbeitern mit den Prozessen

**Prozesse beinhalten**

- Standardisierung qualitätskritischer Schritte
- Verweise auf relevante RWE-Richtlinien

**Vorteile der Darstellung**

- Visualisierung der Abläufe
- Transparenz der Verantwortlichkeiten
- Übersichtliche Beschreibung der Tätigkeiten vom Groben ins Detail

**Darstellung der Prozessbeschreibungen**

---

Bergschadenforum - Zertifizierung nach ISO 9001

11

Abb. 8: Erstellung der Systemdokumentation

### 3.5 Zugriff der Mitarbeiter auf die Dokumentation

Von zentraler Bedeutung für den Erfolg des Managementsystems ist, dass die Vorgaben den Mitarbeitern zugänglich bereitgestellt werden. Bei der Bergschadensbearbeitung wurde eine komfortable Lösung ge-

wählt, bei der die Systemdokumentation für alle Mitarbeiter in einem elektronischen Dokumentensystem abgelegt ist. Damit ist der Zugriff auf einheitliche Vorgaben und somit eine standardisierte Bearbeitung der Schadensfälle sichergestellt.

Die Vorteile des elektronischen Dokumentenmanagementsystems PID

sind in Abbildung 9 dargestellt. Auf der Benutzeroberfläche in PID kann sich der Anwender intuitiv durch das Prozessnetz zu seinen Regelungen „klicken“. Daneben stehen für die Auswahl der Regelungen eine Suchfunktion sowie Verzeichnisbäume zur Verfügung.

Die Systemdokumentation ist für alle Mitarbeiter in einem elektronischen Dokumentensystem abgelegt, um den Zugriff auf einheitliche Vorgaben und damit eine standardisierte Bearbeitung der Schadensfälle sicherzustellen

---

#### ZUGRIFF DER MITARBEITER AUF DIE DOKUMENTATION

**Vorteile des elektronischen Dokumentenmanagementsystems PID**

- Zugriff aller Mitarbeiter über das Intranet am Arbeitsplatz
- Dokumente sind immer im aktuell freigegebenen Stand verfügbar
- Verlinkung zu anderen Dokumenten der RWE Power sowie externen Regelwerken
- Freigabe und Änderungsrechte sind durch das System vorgegeben

**Benutzeroberfläche PID**



---

quo connect management consulting    VORWEG GEHEN    Bergschadensforum - Zertifizierung nach ISO 9001    12

Abb. 9: Zugriff der Mitarbeiter auf die Dokumentation

### 3.6 Kontinuierliche Verbesserung und Systementwicklung

Nach der Betrachtung der Prozessentwicklung bei der Bergschadensbearbeitung kommen wir nun zur kontinuierlichen Verbesserung und Weiterentwicklung des QMS. Die hierzu erforderlichen Schritte „Messung“ und „Verbesserung“ sind in Abb. 10 blau eingrahmt dargestellt.

Bei der kontinuierlichen Weiterentwicklung des Qualitätsmanagementsystems wird die Wirksamkeit der Prozesse gemessen und Anpassungsbedarf festgestellt, der beispielsweise aufgrund geänderter Rahmenbedingungen entstehen kann. So wurde unter anderem in diesem Jahr eine Umfrage zur Zufriedenheit der Kunden mit den Leistungen der Bergschadensbearbeitung durchgeführt. Die Ergebnisse der Umfrage werden aktuell ausgewer-

tet, um Verbesserungsmaßnahmen festzulegen. Weiterhin finden bis Ende dieses Monats die jährlichen Audits und das Managementreview statt, um die Eignung des Systems zu überprüfen und bei Bedarf Maßnahmen anzustoßen. Auf Grund einer Organisationsänderung in der Bergschadensbearbeitung wurden zum Beispiel Anfang dieses Jahres die Prozessbeschreibungen überarbeitet.

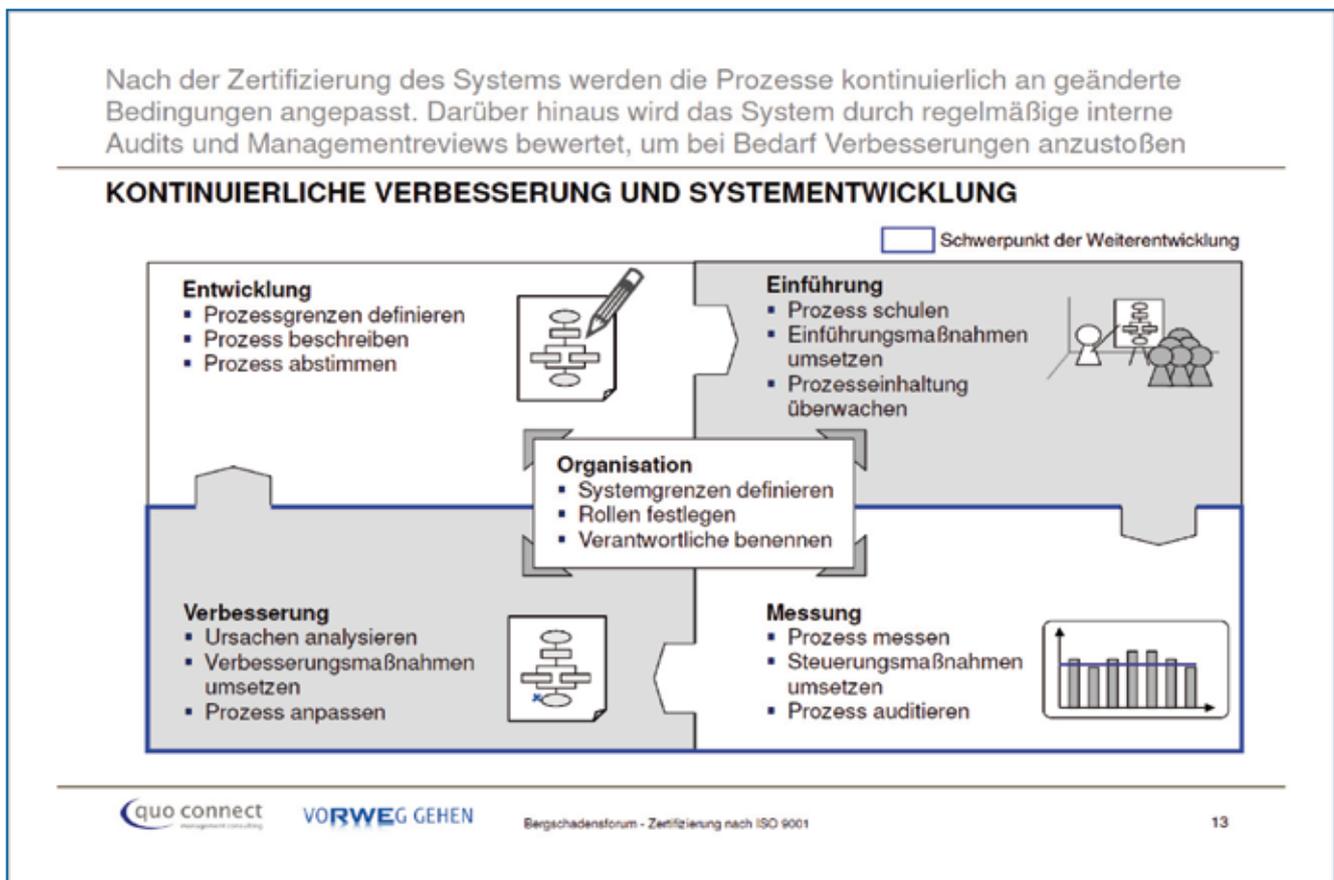


Abb. 10: Zugriff der Mitarbeiter auf die Dokumentation

### 3.7 Fazit zur Zertifizierung

Das Managementsystem der Bergschadensbearbeitung der RWE Power AG wurde erfolgreich eingeführt und im Mai 2011 zertifiziert. Das Feedback des Zertifizierers, der Mitarbeiter und des Managements war durchweg positiv.

Die Zertifizierungsurkunde in Abb. 11

dokumentiert die erfolgreiche Zertifizierung in 2011. Die Externe Überprüfung hat die bisherigen Vorgehensweisen der Bergschadensbearbeitung und die Qualität der Ergebnisse bestätigt. Gemeinsam mit den Mitarbeitern wurde die Dokumentation der Abläufe und der internen Regelungen vereinheitlicht und bestehende Unterlagen aktualisiert. Damit wurden eine größere Transpa-

renz der Abläufe und ein besseres Verständnis der Mitarbeiter für den Gesamtzusammenhang der Aufgaben und Abläufe geschaffen. Erste Prozessverbesserungen konnten angestoßen und umgesetzt werden. Die Leitung der Bergschadensbearbeitung hat sich daher entschieden, die Zertifizierung ihres Qualitätsmanagementsystems nach DIN EN ISO 9001 aufrecht zu erhalten.

Das Managementsystem der Bergschadensbearbeitung der RWE Power AG wurde erfolgreich eingeführt und im Mai 2011 zertifiziert. Das Feedback des Zertifizierers, der Mitarbeiter und des Managements war durchweg positiv

---

#### FAZIT ZUR ZERTIFIZIERUNG



**ZERTIFIKAT**  
ISO 9001:2008

**VORWEG GEHEN**

RWE Power AG  
Anlagen- und Bergschadensbearbeitung

**Fazit / Was hat es gebracht?**

- Zielstellung Zertifizierung 2011 erreicht
- Externe Überprüfung und Bestätigung bisheriger Vorgehensweisen und guter Ergebnisqualität
- Einheitliche Dokumentation
- Aktualisierung der bestehenden Unterlagen
- Transparente Abläufe
- Besseres Verständnis der Mitarbeiter für den Gesamtzusammenhang der Aufgaben und Abläufe
- Erste Prozessverbesserungen

**→ Der Zertifizierungsprozess wird aufrecht erhalten**

---

 **VORWEG GEHEN** Bergschadensforum - Zertifizierung nach ISO 9001 14

Abb. 11: Fazit zur Zertifizierung

## 4 Zusammenfassung

### 4.1 Grundlegende Begriffe zur Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001

Lieferanten, die nicht darlegen können, dass sie Kundenanforderungen erfüllen, verlieren ihre Kunden oder sogar die Berechtigung Lieferungen und Leistungen zu erzeugen. Lieferanten dokumentieren daher ihre Fähigkeit „Qualität“ zu erzeugen in einem Qualitätsmanagementsystem (QMS) und lassen sich die Fähigkeit durch einen externen Zertifizierer bestätigen. Ein Managementsystem legt für Mitarbeiter und Führung verbindlich fest, wie die Anforderungen an das Unternehmen umzusetzen sind und welche Nachweise zu führen sind. Ein Zertifikat ist die unabhängige Bestätigung der normkonformen Umsetzung des Managementsystems. Die Zertifizierung ist der „Prozess“ zum Zertifikat.

### 4.2 Umsetzung eines QMS in der Bergschadensbearbeitung

Die Bergschadensbearbeitung der RWE Power AG sieht sich verschiedenen Anforderungsgruppen gegenübergestellt. Zielstellung für 2011 war es darzulegen, dass deren Anforderungen systematisch erfüllt werden. Hierzu wurde ein Managementsystem auf Basis der Methode des Prozessmanagements entwickelt. Schwerpunkt bildete die Entwicklung & Einführung der prozessorientierten Systemdokumentation, um allen Beteiligten die Arbeitsabläufe transparent zu machen. Im Prozessnetz sind die wesentlichen Prozesse definiert, mit denen das Managementsystem und damit die Anforderungen an die Bergschadensbearbeitung umgesetzt werden. Die Prozessbeschreibungen und die sonstigen Unterlagen zur Systemdokumentation wurden im

Team entwickelt. Dabei wurden die bestehenden internen Vorgaben, konzernweite Regelungen, Normanforderungen und Gesetze eingearbeitet. Die Systemdokumentation ist für alle Mitarbeiter in einem elektronischen Dokumentensystem abgelegt, um den Zugriff auf einheitliche Vorgaben und damit eine standardisierte Bearbeitung der Schadensfälle sicherzustellen. Nach der Zertifizierung des Systems werden die Prozesse kontinuierlich an geänderte Bedingungen angepasst. Darüber hinaus wird das System durch regelmäßige interne Audits und Managementreviews bewertet, um bei Bedarf Verbesserungen anzustoßen.

Fazit: Das Managementsystem der Bergschadensbearbeitung der RWE Power AG wurde erfolgreich eingeführt und im Mai 2011 zertifiziert. Das Feedback des Zertifizierers, der Mitarbeiter und des Managements war durchweg positiv.

# Oberflächennaher Abbau von Lehm, Mergel und anderen Sedimenten - Auswirkungen auf die Tagesoberfläche im Lößgebiet aus archäologischer Sicht

Prof. Dr. Renate Gerlach, LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland

## 1 Die durchlöchernte Löß-Landschaft

Zu den Aufgaben der Landesarchäologie (LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland) gehören die Dokumentation, der Schutz und die Ausgrabung von Hinterlassenschaften früherer Epochen und Kulturen im Boden. Da gerade die fruchtbaren rheinischen Lößböden seit über 7.000 Jahren besiedelt wurden, ist deren Boden voll mit archäologischen Relikten nahezu aller Zeitstellungen. Mit zu den zahlreichsten, markantesten und auch folgenreichsten Eingriffen zählen die Überreste des Abbaus von Lehm, Mergel, Sand und Kies. Umso erstaunlicher ist es, dass dieser in historischer Zeit alltägliche bäuerliche Kleinbergbau, welcher noch vereinzelt bis in die 50er Jahre des 20. Jahrhunderts betrieben wurde, inzwischen nahezu vollständig vergessen worden ist.

In den Fokus der Landesarchäologie

gerieten die Spuren des bäuerlichen Kleinbergbaus, die man zuvor nur sporadisch dokumentiert hatte, vor allem seit vermehrt große Flächen und Bodenprofile, z. B. im Rahmen der Braunkohlentagebaue, auf Verursachergrabungen und bei der Begleitung von Gasleitungsgräben untersucht wurden. Kilometerlange Schnitte und mehrere Hektar große Flächen erlauben seither auch dort Einblicke in den Boden, wo bislang keine Oberflächenfunde auf Archäologie hinwiesen; dabei entdeckte man unter anderem eine große Anzahl von Abbaugruben und Schächten im Untergrund (Gerlach 2001, Baumwerd-Schmidt & Gerlach 2001). Dabei war zu beobachten, dass manche der Abbaustellen auch an der Oberfläche zu erkennen waren, nämlich dann, wenn sie nicht oder nur unvollständig verfüllt waren. Von den Geowissenschaften wurden solche abflusslosen Hohlformen in der Lößlandschaft als Pingos, fossile Hinterlassenschaften

eines Dauerfrostbodens aus der letzten Kaltzeit, gedeutet (Schneider 1969). Erst die Ausgrabungen offenbarten ihre wahre Natur als sichtbare Relikte eines Kleinbergbaus.

Solche abflusslosen Hohlformen, mit Durchmessern zwischen einigen wenigen Dezimetern bis 200 m, sind zahlreich in der Lößlandschaft zu beobachten und auf topographischen Karten unschwer auszumachen. Keramik, wie grün glasierte Ware aus dem 19. Jahrhundert, und vor allem der unverwitterte, frische Charakter des eingefüllten Bodenmaterials, datieren die Befunde ganz überwiegend in einen jungen, frühneuzeitlichen bis neuzeitlichen Zeitraum. Zusätzlich weist die hin und wieder auftretende Vergesellschaftung der abflusslosen Hohlformen mit Flurnamen wie „Mergelskuhle“ oder „Lehmkaule“ bereits auf ihre Entstehung als Entnahmegruben hin (s. Abb. 1).

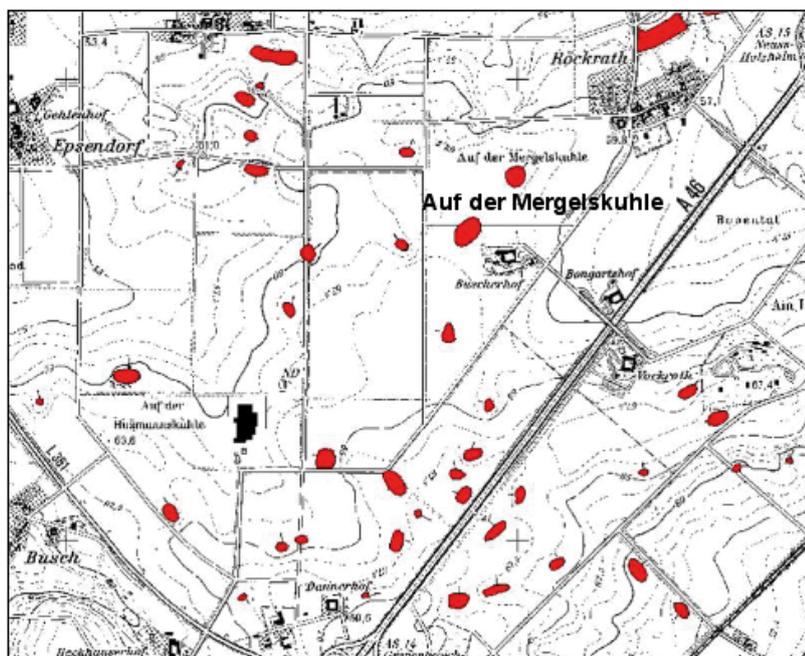


Abb. 1: Ehemalige Materialentnahmegruben sind teilweise als abflusslose Hohlformen erkennbar. Flurnamen weisen auf den Abbau. Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1:25:000 Blatt Korschenbroich. (Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW und Materialentnahmegruben-Datenbank LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, aus Eckmeier & Gerlach 2002, S. 154)

## 2 Die Kartierung der „Löcherlandschaft“ (Materialentnahmegruben-Datenbank (Mat-Dat))

Die Entdeckung der massenhaften Existenz solcher Gruben hat für die Archäologie zwei Seiten: Zum einen stellen sie Relikte der alten Kulturlandschaft dar und verraten etwas über ein nahezu völlig vergessenes Alltagsgewerbe, zum anderen stören und zerstören sie aber auch ältere Fundstätten und nicht selten ist das eingefüllte Bodenmaterial mit Funden wie urgeschichtlicher Keramik oder römischen Ziegeln angereichert, die einen älteren Fundplatz vortäuschen können (Baumewerd-Schmidt & Gerlach 2002). Insbesondere diese Gefahr von Scheinfundstellen und die untergründige Zerstörungen echter Fundplätze hat dazu geführt, dass im Sachbereich Geoarchäologie des LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland eine Materialentnahmegruben-Datenbank, kurz MatDat, aufgebaut wurde (Eckmeier & Gerlach 2002).

Dabei machte man sich die Tatsache zunutze, dass zumindest ein Teil der Entnahmelöcher noch im Relief und auf der Karte erkennbar ist. Dafür werden verschiedene Kartenwerke in digitalisierter Form mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) ausgewertet: Deutsche Grundkarten mit Höhenlinien 1:5.000, Topographische Karten 1:25.000 und ihre historischen Vorgänger (Preußische Uraufnahme um 1840, Preußische Neuaufnahme um 1890, diverse Kartenstände aus dem 20. Jh.) sowie bodenkundliche und geologische Karten des Geologischen Dienstes NRW in verschiedenen Maßstäben.

Es werden folgende Merkmale kartiert:

1. Abflusslose Hohlformen. Diese Löcher sind auf den Lößflächen – anders als auf der Niederterrasse und in der Aue, wo es auch natürliche Hohlformen gibt – infolge einer unvollständig verfüllten offenen Abbaugrube oder infolge einer inzwischen eingebrochenen bergmännisch angelegten Mergelkam-

mer zurückgeblieben. Gerade letztere kommen in der Lößlandschaft häufig vor. Je nach Bedarf und Geologie konnten mehrere Rohstoffe (Lehm, Mergel, Sand und Kies) abgebaut werden, daher wurde der neutrale Oberbegriff „Materialentnahmegrube“ gewählt.

2. Neben diesen rein morphologischen Formen werden auch die auf den verschiedenen Kartenständen vermerkten Ziegeleien, Kies-, Lehm- und Sandgruben inklusive der Braunkohlentagebaue sowie bereits umgelagerte Böden (nach bodenkundlichen Karten des Geologischen Dienstes NRW) kartiert.
3. Hinzu kommen Kartierungen von Hohlwegen aus alten Kartenständen, die heute bereits zum Teil verfüllt und durch Flurbereinigungsmaßnahmen (Verlagerung von Wegen) unsichtbar geworden sein können. Im Sinne der Archäologie sind sie wie die alten Abbaulöcher Kulturlandschaftsrelikte und Bodenstörungen zugleich.

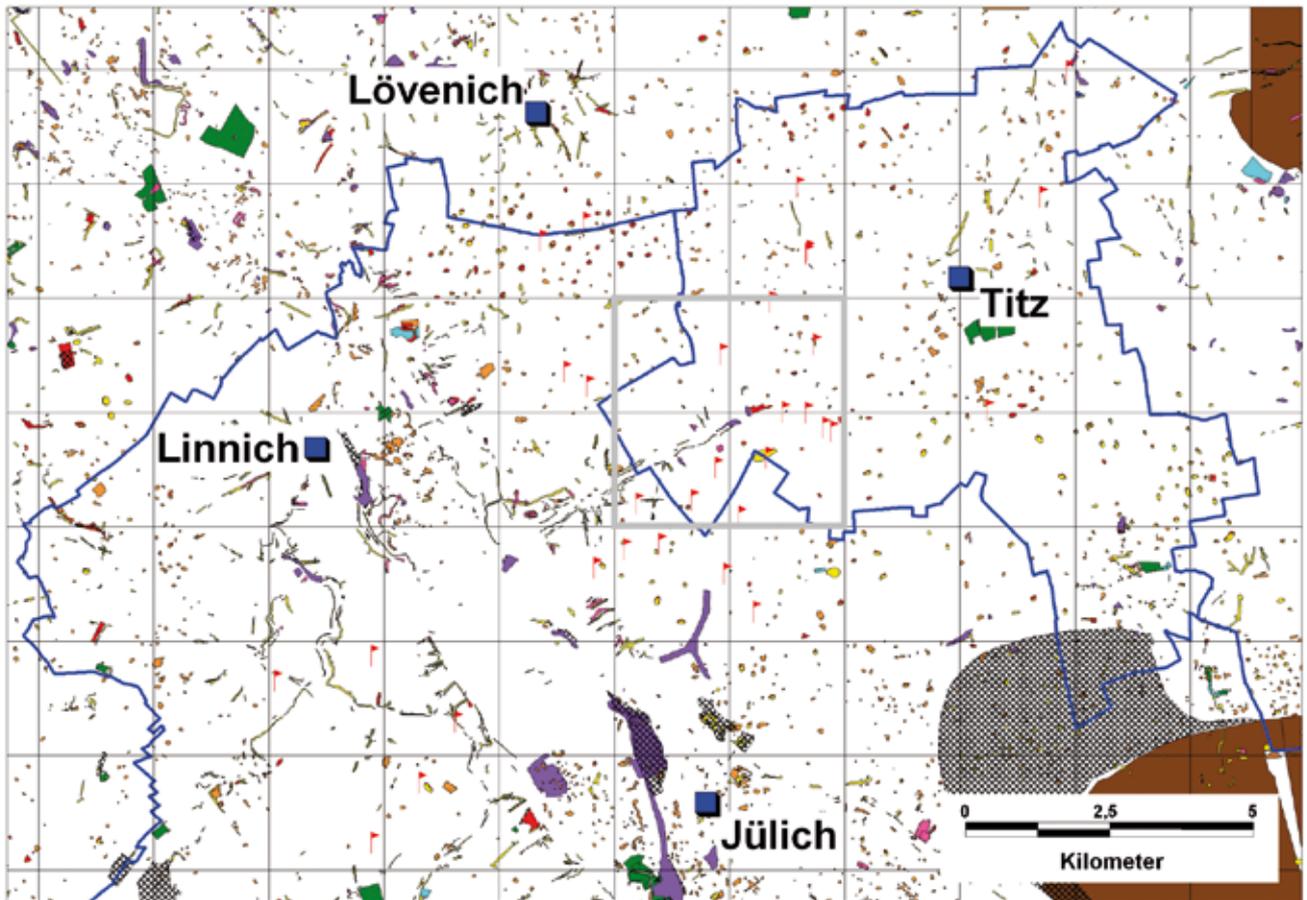


Abb. 2: Ausschnitt aus der Materialentnahmegruben-Datenbank (MatDat) des LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland für den nördlichen Teil des Kreises Düren (blau: Kreisgrenze und Grenze der Gemeinde Titz). Kartiert wurden abflusslose Hohlformen, bekannte Abgrabungen (am Westrand sind im N und S die Tagebaue Garzweiler und Hambach zu sehen), Hohlwege und Bodenaufträge (s. Text). Die verschiedenen Farben verweisen auf die unterschiedlichen Kartenstände und -arten. Rote Fähnchen: Fundmeldungen von Schachteinbrüchen. Graues Quadrat: s. Abb. 3.

Diese Basiskartierung zeigt zwar bereits einen Großteil der bergbaulichen Relikte (Abb. 2), die mit Abstand beste Quelle um alte Abgrabungen in der Lößlandschaft in Form

der abflusslosen Hohlformen zu erkennen, sind allerdings digitale Geländemodelle (DGM) (Herzog 2002, Gerlach & Herzog 2004) (s. Abb. 3).

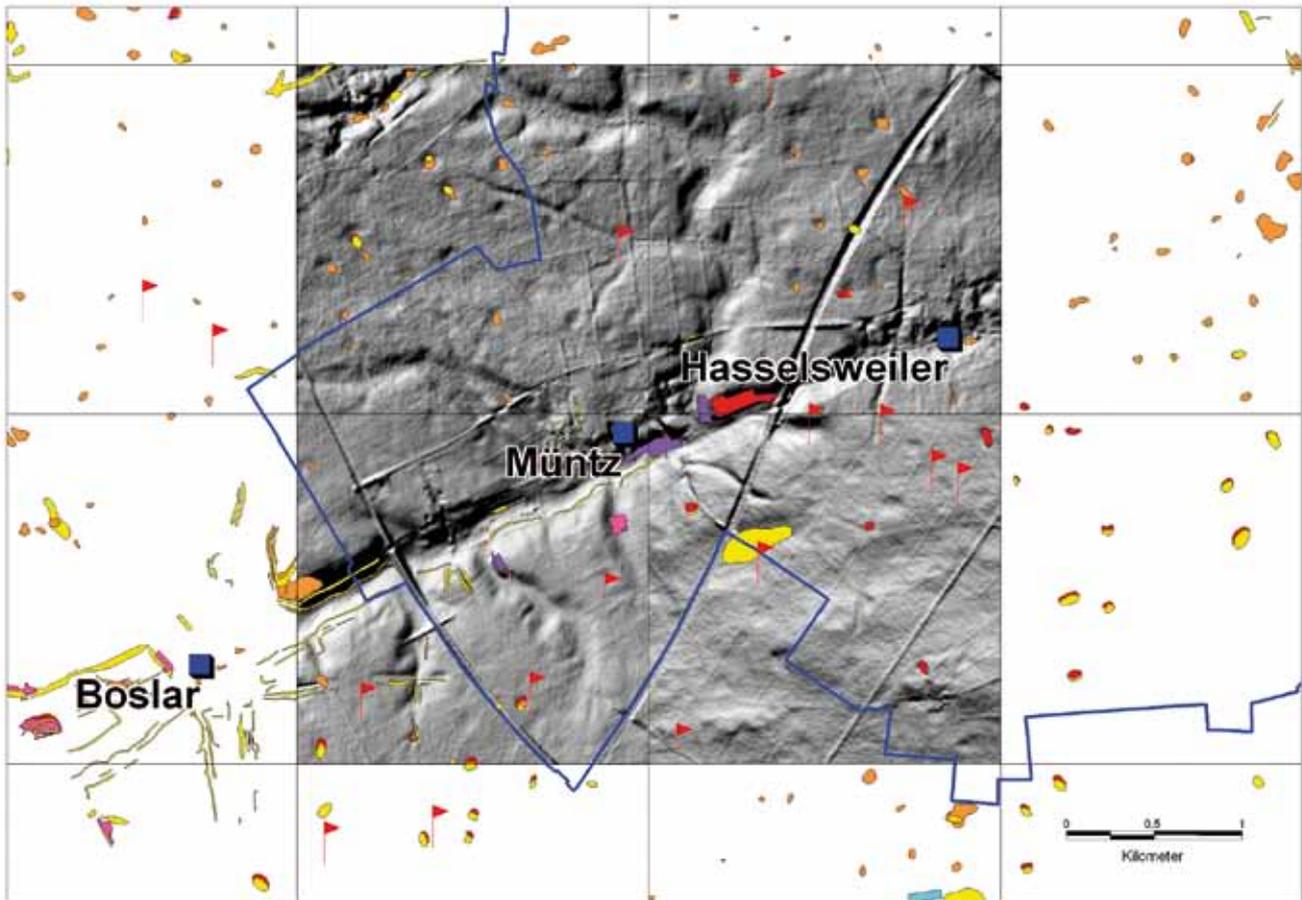


Abb. 3: Detail aus Abb. 2 (graues Quadrat) mit dem digitalen Geländemodell DGM 10 (Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW). Gegenüber der Basiskartierung der MatDat sind weitaus mehr abflusslose Hohlformen erkennbar. Die roten Fähnchen markieren Fundmeldungen von Schachteinbrüchen. In den meisten Fällen sind diese noch nicht mit größeren Löchern verbunden, so dass davon auszugehen ist, dass die Kammern im Untergrund noch intakt sind.

Dafür eignet sich bereits das gängige DGM10 mit dem 10 m Raster von Lage- und Höhenpunkten (Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW). Bei einer Darstellung als Schattenrelief-Karte kommen selbst Abbaustellen an Hängen zum Vorschein, die auf den topographischen Karten nicht zu erfassen sind (Herzog 2002). Häufig

zeigt sich auch, dass der tatsächliche Umriss einer auf der Topographischen Karte 1:25.000 scheinbar runden Hohlform eher eckig ist und es regelrechte Ein- und Ausfahrten gibt. Allerdings fehlen hier zeitliche Einschätzungen und die Verbindung zu Flurnamen und anderen topographi-

schen Merkmalen wie alte Ziegeleien o. ä..

Weder die heutige Nutzung, noch die Bodenkarte zeigen in der Regel die Störungen des Untergrundes an, die erst auf dem digitalen Geländemodell sichtbar werden (s. Abb. 4).



Abb. 4: Während das Luftbild (Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW) und die Bodenkarte (Geologischer Dienst, NRW) eines 2 qkm großen Gebietes der Lößlandschaft bei Baesweiler kaum Störungen erkennen lassen, zeigt das digitale Geländemodell (Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW) wie durchlöchert die Oberfläche in Wirklichkeit ist.

Bei all den Versuchen anhand von abflusslosen Hohlformen den Kleinbergbau in der Lößlandschaft räumlich zu erfassen, muss beachtet werden, dass dies notwendigerweise unvollständig bleibt, denn es gibt etliche Materialentnahmegruben, die nicht im Relief erkennbar sind: weil sie komplett verfüllt worden sind, so dass keine Hohlformen zurückblieben, in Hänge gegraben wurden, aus weiten, flachen Abbaufeldern (Ziegeleien) bestehen oder - wie im Falle der Mergelschächte - noch nicht

eingebrochen sind. Eine Schätzung aufgrund von Grabungsergebnissen ergab, dass nur etwa ein Viertel der tatsächlich vorhandenen Abbauspuren vorher im Relief erkennbar war.

Die Materialentnahmegruben-Datenbank zeigt also nur einen kleinen Teil der tatsächlichen Bodenstörungen; keine kartierbaren Störungen in der MatDat heißt keinesfalls, dass hier eine ungestörte Oberfläche vorliegt. Da die MatDat aus vorhandenen Karten heraus kartiert wird, liegen aus-

schließlich zweidimensionale Informationen vor. Wie tief eine mögliche Abgrabung reicht oder wie hoch eine Verfüllung ist, können wir anhand dieser Quellen nicht angeben.

Aufgrund von Grabungsergebnissen und den schriftlichen Quellen (s. u.) wissen wir aber, dass die Eingriffstiefen von 2 bis 20 m reichen konnten. Dies ist abhängig von dem gewünschten Material, der Teufe der Lagerstätte und der daraus resultierenden Abbautechnik.

### 3 Obertägiger Abbau: Lehm für die Ziegelei und oberflächennaher Mergel

Primäres Gewinnungsziel eines obertägigen Abbaus mit einer maximalen Eingriffstiefe von bis zu 2 m war Lehm.

Lehm wurde zwar seit Beginn des Hausbaus für den Fachwerkbau benötigt, erlangte aber in unserer Region erst seit Beginn des 19. Jahrhunderts mit dem vermehrten Aufkommen des Ziegelbaus den Status eines Massenrohstoffs, den man nun nicht mehr allein rund ums eigene Haus, sondern in größeren Abbaustellen auf dem Feld oder in der Gemarkung gewinnen musste. Gewaltige Ausmaße nahm der Bedarf an Ziegellehm mit der Industrialisierung und Verstädterung seit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts an. Auch auf dem Land wurden nun die Gebäude mit Ziegeln errichtet (Doege 1997, Immenkamp 2001). Wegen der Transportkosten war so-

wohl der Abbau wie die Produktion bis nach dem Zweiten Weltkrieg ein Nahgewerbe, so dass es tatsächlich Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts „Ziegeleien überall“ gab (Momburg 2000). Dabei wurde im ländlichen Raum noch bis zum Ersten Weltkrieg auf die alte Tradition der saisonalen Feldbrandziegelei zurückgegriffen (Doege 1997, Seeling 1963).

In der Lößlandschaft dienten die obersten 1 - 2 m der Lößdecke, die infolge der Verwitterung (Bodenbildung) mit Ton und Eisenoxiden angereichert waren, als Rohstoff. Die Tongehalte und Eisenoxide führten zu einem dichten roten Backstein. Der humose Oberboden sowie der unverwitterte hellgelbe kalkhaltige Löß (Mergel) unter dem verlehmtten Horizont waren wenig bis gar nicht für die Ziegelherstellung geeignet. Nach der Lehmgewinnung auf dem Feld wurde das Loch in beinahe allen Fällen zuerst mit Umgebungs- oder Fremdbodenmaterial und zuoberst mit dem zurückgelegten Mutterbo-

den zugeschoben. Dabei wurde der Acker höchstens eine Saison lang beansprucht und war schon im nächsten Jahr wieder nutzbar. Aufgrund eines Massendefizits oder nach der Setzung der lockeren Einfüllung konnte eine Mulde zurückbleiben.

Manchmal wurde auch der unter dem Lößlehm anstehende kalkhaltige Mergel in offenen Gruben gewonnen. Wegen der tieferen Lage der Lagerstätte (ab ca. 2 m unter der Oberfläche) kam dies aber seltener vor. Südlich von Erkelenz-Lövenich sind solche offenen Mergelkuhlen in den Hang hinein gegraben worden (Frohnhofen 1959) (siehe die Häufung von Hohlformen im Grenzbereich zwischen Lövenich und dem Kreis Düren in Abb. 2). Solche obertägigen Eingrabungen lassen sich an vielen Lößhängen in der Bördellandschaft beobachten. Das Austreten des kalkhaltigen Lößes an den Hängen und das Gefälle erleichterten Abbau wie Abtransport des Materials.

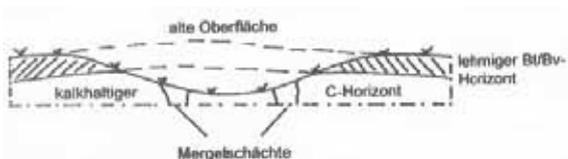


Abb. 5: Lehmgrube bei Pulheim-Geyen, von deren Basis noch Mergelschächte angelegt wurden (Baumewerd-Schmidt & Gerlach 2001, S. 15f).

Es ist auch dokumentiert, dass zunächst die Lehmdecke abgegraben wurde und dann der Mergel im Schachtabbau von der Sohle der Lehmgrube aus vorangetrieben wurde (Abb. 5).

Um den wertvollen Ackerboden aber nicht übermäßig zu beanspruchen, wurde der Mergel zumeist im reinen Schachtabbau gewonnen.

#### 4 Untertägiger Schachtabbau: Mergelbrunnen und Sandbrunnen

In der vorindustriellen Landwirtschaft, in der es noch keinen Kunstdünger gab, musste die Bodenfruchtbarkeit mit natürlichem Dünger mehr recht als schlecht aufrechterhalten

werden. Neben Fäkalien und Ernterückständen, Asche und Hausmüll, war das Aufbringen von Kalk oder kalkhaltiger Erde üblich. Kalkhaltiges Material wurde bereits von den Römern als Dünger genutzt. Es ist zwar wahrscheinlich, dass diese Technik auch bei uns nicht in Vergessenheit geriet, sie wurde aber wohl erst wieder im 18. Jahrhundert allgemein gebräuchlich. Diverse landwirtschaftliche Beschreibungen (von Schwerz 1836) und Statistiken aus dem 19. Jahrhundert (von Mülmann 1867 nach Seeling 1979) berichten von dem (über-)reichlichen Gebrauch und damit auch Abbau von Mergel in den Lößböden.

Dieser Abbau unterlag, wie der bäuerliche Abbau von Lehm, keiner ge-

setzlichen Grundlage und konnte freivonstatten gehen: „Mergel war wie Sand, Torf und Raseneisenerz kein regales Mineral, das der Aufsicht und Genehmigungspflicht der Bergbaubehörde unterstand. So erklärt sich, daß es so gut wie keine Aufzeichnungen über die Lage der Mergelgruben gibt.“ (Seeling 1979, S. 101).

Unter Mergel versteht man in der Lößlandschaft den im Untergrund ab ca. 1 - 2 m anstehenden unverwitterten kalkhaltigen Löß. Ausgehend von einem brunnenartigen Schacht mit rund 80 cm Durchmesser - weswegen auch der Begriff Lößbrunnen oder Lößpütz üblich ist - wurde der Mergel in drei bis fünf, sternförmig vom Schacht abgehenden, Stollen, die bis zu 2 m hoch und 5 - 6 m, manchmal auch bis zu 35 m lang waren, abgebaut und mit Eimern, an einem Strick oder mit einer Haspel, hochgezogen. Je nach Mächtigkeit der Lößdecke wurden die Schächte bis zu 18 m tief gegraben. Geringere Eingriffstiefen von bis zu 6 m waren aber wohl die Regel.

Mancherorts konnte der seitliche Vortrieb bereits nach 2 m beginnen. (Frohnhofen 1959, Seeling 1979, Schulze-Rettmer 1972) (s. Abb. 6).

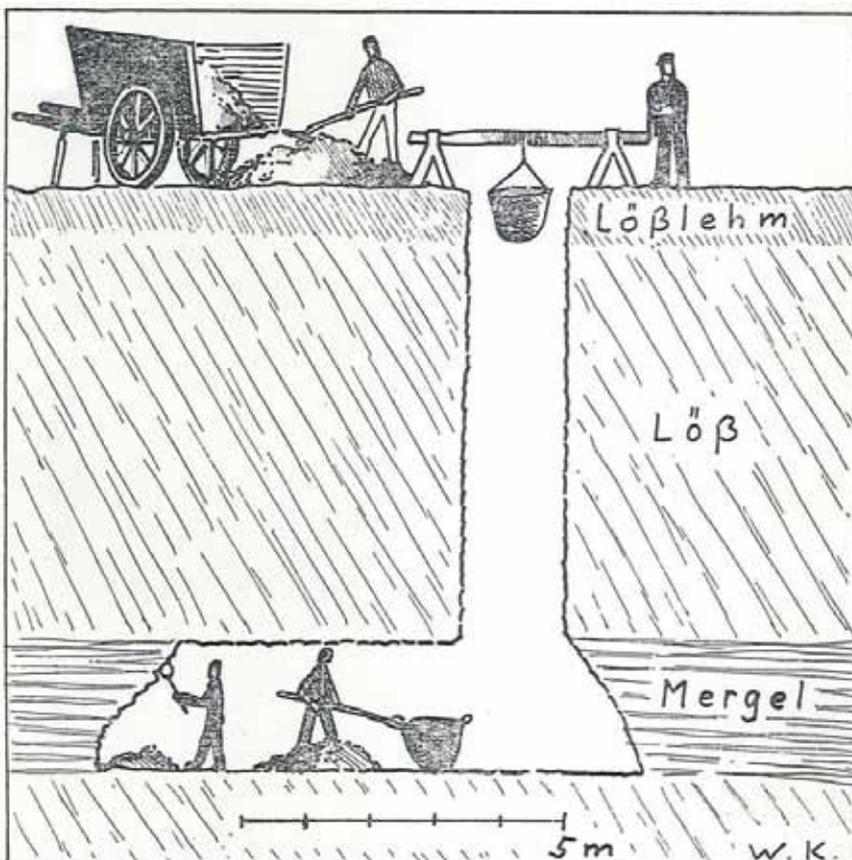


Abb. 6: Abbau in einem Mergelpütz bei Erkelenz (Frohnhofen 1959)

Diese Angaben entstammen den wenigen, dafür aber höchst anschauliche Beschreibungen des Kleinbergbaus, die überwiegend auf mündlicher Überlieferung beruhen. Das Gewerbe war noch in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts bekannt, aber schon in den 1970er Jahren nahezu vergessen. Sowohl bei Hans Frohnhofen (1959) für den Raum Erkelenz als auch bei Hans Seeling (1979), für die Umgebung von Glehn, Holzheim, Rommerskirchen, Erkelenz und Königshoven, werden der Abbau, dessen Technik und die noch lebenden Protagonisten ausführlich vorgestellt. Auch im Archiv des LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland sind einige wenige Augenzeugenberichte von ehrenamtlichen Mitarbeitern hinterlegt. Darunter ist auch der Bericht des Archäologen Waldemar Haberey (1951) über Sandbrunnen. Im Lößgebiet wurden demnach nicht nur der wertvolle Mergel, sondern auch Sand und Kies untertägig abgebaut. Noch 1951 gewann ein Bauunternehmer aus Kirchtroisdorf bei Bergheim bergmännisch mit einer handgegrabenen Schachanlage seinen Sand und Kies. Dabei musste man bis zu 20 m unter den Löß in den liegenden Sand und Kies graben. Wegen der größeren Einsturzgefahr fielen die Kavernen bedeutend kleiner als beim Lößabbau aus (Abb. 7).

Aus dem Jahr 1972 stammt ein Interview mit dem letzten Mergelbrunnenbauer im Bereich der Jülicher Lößbörde, Adolf Krichel aus Hasselsweiler (Gemeinde Titz), der bis in die 1930er Jahr hinein tätig war (Schulze-Rettmer 1972). Bereits sein Vater und Großvater hatten den gleichen Beruf. Mit der Schaufel wurde ein Schacht bis zur Lagerstätte ge-

graben und von dort - wegen der Einsturzgefahr - binnen einer Woche Stollen bis zu einer Länge von 35 m gegraben. In den Stollen sorgte Kerzenlicht für die Beleuchtung. Tatsächlich wurden Kerzennischen in allen gegrabenen Lößkammern gefunden (s. Abb. 9 und 10). Erstaunlicherweise erledigte der professionelle Mergelbrunnenbauer diese Arbeit weitgehend allein.

In den 1970er Jahren wurden vermehrt alte Mergelkammern im Bereich der Braunkohletagebaue, vor allem im Tagebau Frimmersdorf, dokumentiert. So wurden alleine durch ein engmaschiges Bohrraster (5 m Raster) auf einer Baggertransport-Trasse rund 30 Mergelkeller entdeckt. Unter anderem deckte man bei der anschließenden Ausgrabung der Kammern mit dem Bagger ein tonnenförmiges glattes Gewölbe mit den Strichlisten der abgegrabenen Eimer und dem Namen von Peter Josef Schimmelpfennig und den Jahreszahlen 1894 und 1900 auf (nach Seeling 1979). Dies wirft bereits ein Licht auf die Standfestigkeit der Abbaustollen. Es konnte damals noch die Tochter von Peter Josef Schimmelpfennig aus Bedburg-Königshoven, Anna Wingerath ausfindig gemacht werden. Sie hatte ihrem bis zum Ersten Weltkrieg als Mergelbrunnenbauer tätigen Vater

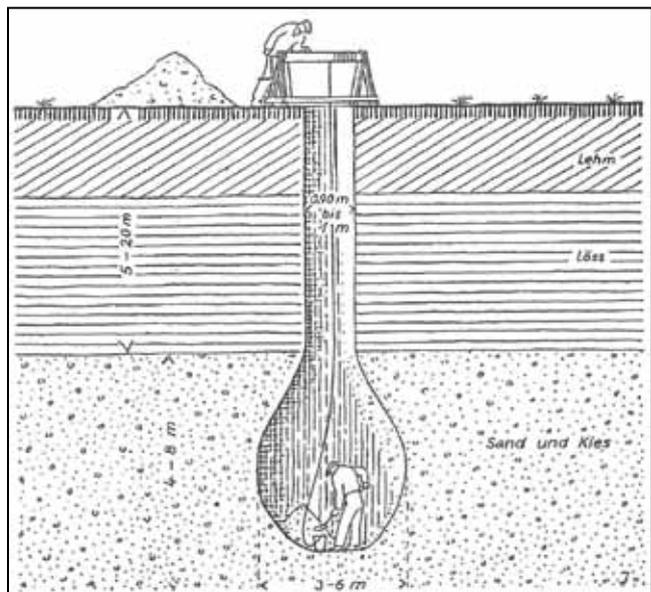


Abb. 7: Sandbrunnen bei Kirchtroisdorf, Bergheim (Haberey 1951, S. 122)

assistiert: "Nachdem der Mergel gewonnen war, ließen wir die im Löß nicht einfallenden Mergelkammern unverfüllt, und der Schacht wurde über einem Holzeinbau oberflächlich zugeschaufelt. Später gab es dann beim Bestellen der Felder manchmal Schwierigkeiten, wenn ein ganzes Fuhrwerk in die Mergellöcher einbrach. Einmal musste sogar ein Pferd erschossen werden ..." (zitiert nach Seeling 1979) (s. Abb. 8).

Heute gibt es wahrscheinlich niemanden mehr, der aus eigener Anschauung über dieses Gewerbe berichten kann, wie standfest und gut erhalten die Kammern aber trotz der großen Gefahr des Einsturzes noch bis heute sein können, zeigen die Bilder und Zeichnungen einer an der Baggerkante des Tagebaus Garzweiler archäologisch dokumentierten Mergelkammer (Arora 1998) (Abb. 9 und 10).



Abb. 8: Verbau der Mergelschächte bei Erkelenz (Frohnhofen 1959)

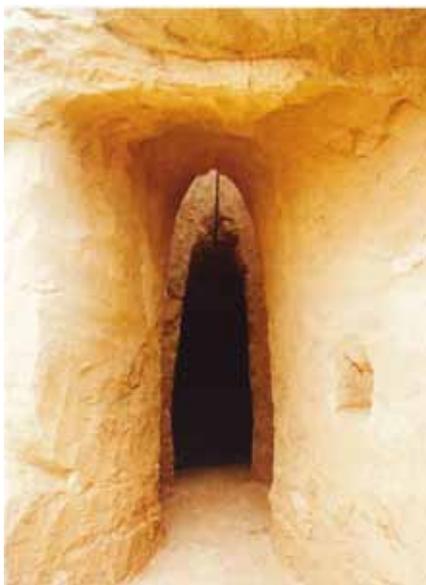


Abb. 10: Foto der Mergelkammer an der Abbauwand des Braunkohletagebaus bei Jüchen (Arora 1997, S. 146).

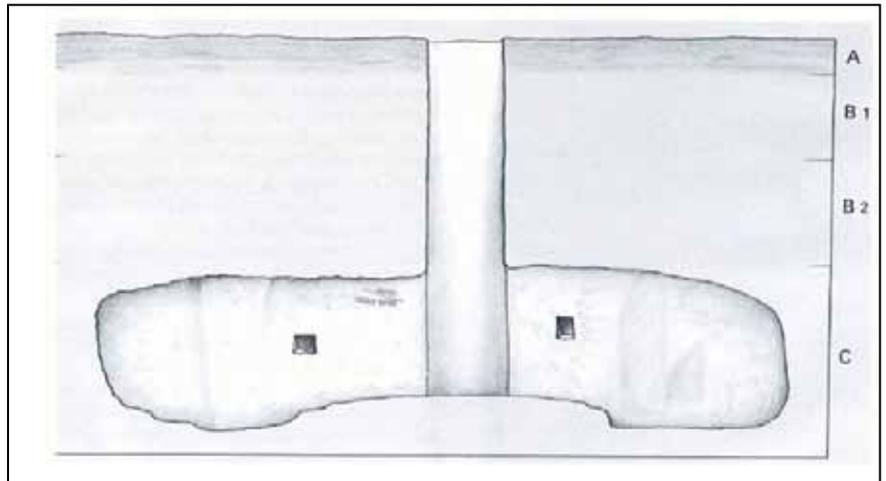


Abb. 9: Schnitt durch eine Mergelgrube, dokumentiert an der Abbauwand des Braunkohletagebaus bei Jüchen (Arora 1997, S. 145).

## 5 Unterirdische Gangsysteme

An den Abbaukanten und auf Ausgrabungen konnte auch ein weiteres Phänomen beobachtet werden: Die Existenz von verwinkelten Gängen und Kammern, die immer von Häusern und Ortslagen ausgehen. Solche Gänge können Fluchtgänge oder Vorratskammern sein und wurden u. a. in Königshoven, (Alt-)Garzweiler und Grevenbroich archäologisch dokumentiert. Anhand der Keramik in den Verfüllungen und den Zusammenhängen mit den Ortslagen werden sie in das Hochmittelalter datiert (Arora & Franzen 1987 und 1988).

Bei einem inmitten der alten Ortslage von Jüchen-Hochneukirch eingestürzten unterirdischen Hohlraum, dem eine Fischzuchtanlage im Hinterhof des Hauses zum Opfer fiel, liegt die Ursache aller Voraussicht nach auch in einem kollabierten Erdkeller oder -gang, den es hier nach

Augenzeugenangaben im Zweiten Weltkrieg gegeben hat (RP-Online, Jüchen, 13.7.2009). Ob es sich um einen historischen Bau handelt oder nicht bleibt ungeklärt. Es gibt Berichte aus Alsdorf, dass die dortigen Bergleute während des Zweiten Weltkriegs neue Lößkeller als Schutzbunker anlegten, deren Existenz heute noch bekannt ist (HYPERLINK „<http://www.alsdorf-online.de/geschichte/pdf/kapitel-12.01.pdf>“ <http://www.alsdorf-online.de/geschichte/pdf/kapitel-12.01.pdf>).

## 6 Gefahrenpotential des Kleinbergbaus

Es liegt auf der Hand, dass von diesen Schächten, Kammern und Gängen eine konkrete Gefährdung für Leib und Gut ausgehen kann, zumal dieses weitverbreitete Phänomen – anders als beim historischen Bergbau im Ruhrgebiet – inzwischen weitgehend unbekannt ist.

Hin und wieder sind allerdings Meldungen über Erdeinbrüche, die Landmaschinen, aber auch Wohngebäude betrafen, in der lokalen Presse zu finden.

Grundsätzlich können die in den Löß gegrabenen Hohlräume durchaus standfest und stabil sein, so sind in den Mitteldeutschen Lößregionen ganze Ortschaften, z. B. die sächsische Kleinstadt Lommatzsch durch mittelalterliche Lößkeller und -gänge unterhöhlt (Engel & Franke 1998). Mangelnde Kenntnis, Pflege und Sicherung sowie höhere Belastung durch Bauten und Verkehr führen aber inzwischen auch hier zu Sicherheitsproblemen. Schadensfälle sind dabei immer „eindeutig auf Wasserzutritt zurückzuführen“ (Engel & Franke 1998, S. 68). Wasserzutritt führt auch in den rheinischen Regionen zum Einstürzen der Kammern. „Kein Mensch kennt die Lage der Mergelkeller an Böschungen oder mitten im freien Felde, die bevorzugt im Frühjahr nach der Schneeschmelze oder nach langen Regenfällen einstürzen. Das dann getaute und versickernde Wasser sucht sich zuerst einen Abfluss im umgesetzten und lockeren Boden und bereitet dem mit Pferd, Traktor und Pflug ahnungslos ackernden Landwirt heimtückische Fallgruben.“ (Seeling 1979, S. 101f.)

Strenger Frost führt ebenfalls zum Einbruch der gefrorenen Kammerwände. Am Gillbach, bei Rommerskirchen brachte der kalte Winter 1939/1940 etliche Mergelkammern

zum Einbruch (Seeling 1979). Dies konnte ganz aktuell im Januar 2010 nachvollzogen werden, als sich ein Mergelschacht auf einem Acker bei Pulheim-Geyen, am Rande des Pulheimer Baches öffnete. Teile der Mergelkammer blieben aber im Untergrund als Hohlraum bestehen (Abb. 11).

Die Konstruktion der Mergelkammern bringt es mit sich, dass zuerst die Schächte mit vergleichsweise geringem Schaden einbrechen. Die dazugehörigen unterirdischen Kammern können noch lange danach stabil bleiben. Zwischen 1966 und 1971 Jahre protokollierte ein ehrenamtlicher Archäologe anhand eingestürzter Schächte auf den Äckern zwischen Jülich und Titz 26 neuzeitliche Mergel- und Sandgruben (siehe Abb. 12) (Schulze-Rettmer 1972, 1975).

Die dazugehörigen Hohlräume dürften noch im Untergrund schlummern, zumindest lässt sich noch kein Bezug zu größeren Hohlformen, die auf ein vollständiges Einbrechen schließen lassen, erkennen (s. Abb. 3).

Es steht allerdings zu befürchten, dass künstliche Wassereinträge, ebenso wie der Klimawandel mit seiner Zunahme von Extremereignissen, in nächster Zeit zu einer verstärkten Einsturzgefahr von noch intakten Mergelkammern führen werden.

Aktuelle Einbrüche liegen immer in einem Umfeld, in dem sich auch abflusslose Hohlformen befinden,

waren aber selbst nicht anhand einer existenten Hohlform erkennbar, da diese ja nur entstehen, wenn die Mergelkammern bereits vollständig kollabiert sind und eine entsprechend große auf Karten und im DGM erkennbare Reliefänderung zurücklassen. Eine Prognose, wo weitere, noch intakte Hohlräume im Untergrund sind, ist mit der Kartierung der MatDat also nicht möglich. Angesichts der Verbreitung von Löchern muss man nach dem jetzigen Kenntnisstand davon ausgehen, dass potentiell die gesamte Lößlandschaft mit Lößmächtigkeiten von mehr als 2 m von diesem Kleinbergbau betroffen ist.

Das LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland beschäftigt sich weiter mit diesem nicht nur archäologisch spannenden Thema. Zum Beispiel mit der Frage, ob sich anhand der Morphologie der Löcher obertägiger und untertägiger Abbau unterscheiden lassen oder ob sich das Verbreitungsgebiet der Mergelschächte unter Berücksichtigung des Reliefs, alter Gemarkungsgrenzen und der Lößmächtigkeit eventuell eingrenzen lässt. Die Kartierungen (s. Abb. 2) zeigen zumindest eine gewisse Gruppierung der Merkmale. Es gibt Hinweise darauf, dass viele dieser Schächte bewusst ausserhalb von bestehenden Höfen und Dörfern angelegt wurden (Arora 1998). Allerdings scheint dies nicht die Regel zu sein. Fluchtgänge sind hingegen gerade an bestehende Ortslagen gebunden.



Abb. 11: Eingebrochener Mergelschacht bei Pulheim-Geyen, Januar 2010. Hinter dem Zollstock ist der Gewölbeansatz der noch intakten Kammer zu erkennen. (Foto: Horst Engel, Pulheimer Bachverband)



Abb. 12: Notdürftig gesicherter Schachteinbruch bei Jülich-Boslar (Schulze Rettmer 1972)

Der beste Schutz vor den Folgen des historischen Kleinbergbaus beginnt aber mit dem Wissen um das Phänomen. Nur mit der vollen Kenntnis über diese Hinterlassenschaften ist die Planung für die Zukunft möglich. Erst dann können auch – falls notwendig – geeignete Maßnahmen zur Baugrunderkundung und -sicherung ergriffen werden.

## Literatur

- Arora, S. K. und Franzen, J. (1987): Ein mittelalterliches Fluchtgangsystem aus Königshoven, Stadt Bedburg, Erftkreis.- Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege (Hrsg.): Dörfer und Städte; Bonn.
- Arora, S. K. und Franzen, J. (1988): Unterirdische Gänge in hochmittelalterlichen Siedlungen im Abbaubereich Garzweiler.- Archäologie im Rheinland 1987; Bonn.
- Arora, S. K. (1998): Eine Mergelgrube am Dorninger Weg.- Archäologie im Rheinland 1997, Bonn.
- Baumewerd-Schmidt, H., Gerlach, R. (2001): Von Restfundstellen und Scheinfundstellen. Ergebnisse einer Grabenbetreuung in der Lößlandschaft.- Archäologische Informationen, 24/1: 13-19; Bonn.
- Baumewerd-Schmidt, H., Gerlach, R. (2002): Die ausgezielte Landschaft. Ausmaß, Folgen und Konsequenzen.- Archäologie im Rheinland 2001: 149-152; Stuttgart.
- Doege, C. (1997): Bauhandwerker und Ziegler im Rheinland.- Köln.
- Eckmeier, E., Gerlach, R. (2002): Achtung: Löcher in der Landschaft. Die Materialentnahmegruben- Datenbank.- Archäologie im Rheinland 2001: 152-154; Stuttgart.
- Engel, J., Franke, D. (1998): Erhaltung und Sanierung historischer unterirdischer Hohlräume im Lockergestein.- Bauingenieur, Band 73/2, S. 65-70; Düsseldorf.
- Frohnhofen, H. (1959): Mergeln im Lövenicher Feld. - Heimatkalender der Erkelenzer Lande 1959.
- Gerlach, R. (2001): Keinesfalls Ausnahmen. Materialentnahmegruben als Befundzerstörer.- Archäologische Informationen, 24/1: 29-38; Bonn.
- Gerlach, R., Herzog, I. (2004): Achtung Löcher in der Landschaft!“ Wie ein archäologisches Problem mit Hilfe von Karten und digitalen Geländemodellen eingegrenzt werden kann.- Verband Deutscher Vermessungsingenieure – Schriftenreihe, Bd. 23: 55-98; Wiesbaden.
- Haberey, W. (1951): Sandbrunnen.- Bonner Jahrbuch 151; S.122; Bonn.
- Herzog, I. (2002): Materialentnahmegruben in digitalen Geländemodellen erkennen.- Archäologie im Rheinland 2001: 155-157; Stuttgart.
- Hofmann, M. (1978): Ziegeleien im Niederrheinischen Tiefland - 1890-1977 und die von ihnen verursachten Lehm- und Tongrabungen. - Der Niederrhein 45: 9-15; Krefeld.
- Immenkamp, A. (2001) (Hrsg.): Ziegelei Lage - Museumsführer; Essen.
- Momburg, R. (2000): Ziegeleien überall. Die Entwicklung des Ziegeleiwesens im Mindener Lübbecke Land.- Mindener Beiträge, Bd. 28; Minden.
- Schneider, Friedrich Karl (1969): Fossile Pingos in der Niederrheinischen Bucht.- Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 17, S. 333-342; Krefeld.
- Schulze-Rettmer, R. (unveröffentlicht, 1972): Fundmeldung zu Jülich, Kreis Düren, betr.: Neuzeitliche Mergelgruben/Sandbrunnen.- Fundmeldung im Archiv des LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland, Bonn.
- Schulze-Rettmer, R. (1975): Jülich (Fundmeldung). - Bonner Jahrbuch 175, S. 363; Bonn.
- von Schwerz, J.N. (1836): Beschreibung der Landwirtschaft in Westfalen und Rheinpreußen, II. Teil.- Stuttgart 1836 (Faksimiledruck o. J. , um 1980 durch Rheinischer Landwirtschafts-Verlag, Münster/Bonn) (Digitale Version: [http://www.digitalis.uni-koeln.de/Schwerz/schwerz\\_index.html](http://www.digitalis.uni-koeln.de/Schwerz/schwerz_index.html))
- Seeling, H. (1963): Feldbrand und Wallonen-Ziegler im Kreise Neuss.- Almanach für den Kreis Neuss 1981, S. 139-149.
- Seeling, H. (1979): Mergelkammern und Sandbrunnen im Erftland.- Almanach für den Kreis Neuss 1979, S. 96-11.

## Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW - Ein Erfahrungsbericht

Gero Debusmann, Vorsitzender der Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW

Die Anrufungsstelle hat ihre praktische Arbeit Ende 2010 aufnehmen können. Nach kleineren Startschwierigkeiten hat sich das Verfahren stabilisiert und ist in etwa eingespielt. Mit den Beisitzern, deren Sachkunde besonders wertvoll und unverzichtbar ist, hat sich eine vertrauensvolle Zusammenarbeit entwickelt. Gleiches gilt für die Zusammenarbeit mit den übrigen Verfahrensbeteiligten, wenn auch ab und zu in einigen Sitzungen persönliche Spannungen den Zugang zum nüchternen Sachgespräch nicht einfach machen.

Die bisherige Arbeit ist ganz überwiegend dadurch geprägt, dass eine tragfähige Grundlage für einen Schlichtungsansatz erst nach intensiver Begutachtung der tatsächlichen Gegebenheiten gewonnen werden kann. Die Gutachteraufträge beziehen sich in vielen Fällen auf grundlegende Fragen. Es versteht sich daher von selbst, dass der von den Gutachtern beanspruchte Zeitaufwand ganz erheblich ist. Dadurch erklärt sich auch die bisher zu verzeichnende aus meiner Sicht zu lange Verfahrensdauer, die deutlich über den Schlichtungsverfahren im Steinkohlebereich liegt.

Die Verfahren werden schriftlich vorbereitet. Neben dem Antrag und einer mehr oder weniger ausführlichen Begründung erfolgt von Seiten des Bergbaubetreibenden eine Stellungnahme, die sich umfangreich mit den Messdaten und Wertungen, die bei den Bergbaubetreibenden vorhanden sind, beschäftigt. Diese Unterlagen sind nach der bisherigen Erfahrung sehr umfangreich und von hoher wissenschaftlicher Durchdringung geprägt. Auch aus diesem Gesichtspunkt müssen sich die

Gutachter mit hoher Sachkunde mit sehr detailreichen und komplexen Sachverhalten auseinandersetzen. Von daher ergeben sich nicht unbedeutende Schwierigkeiten bei der Auswahl geeigneter Gutachter.

Ein wesentlicher Teil der in der Geschäftsordnung definierten Aufgabe der Anrufungsstelle besteht darin, durch Einholung von Gutachten öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger eine unabhängige Entscheidungsgrundlage zu gewinnen. Diese Unabhängigkeit ist für die Anrufungsstelle eine zentrale Herausforderung. Leider ist die Rücklaufquote der zahlreichen Gutachteraufträge zum heutigen Zeitpunkt noch relativ überschaubar, so dass viele Verfahren noch ‚hängen‘.

Grundlegende Aussagen lassen sich deshalb zur Zeit sehr schwer formulieren. Lassen Sie mich aber vielleicht auf einen Gesichtspunkt hinweisen, dem aus meiner Sicht eine erhebliche Bedeutung zukommt. Die Zahl der Anrufungsfälle, wie eben vorgetragen worden ist, ist angesichts des Gesamtantragsvolumens beim Bergbaubetreibenden nicht unbedeutend. Dies schließe ich aus dem Vergleich mit den Zahlen im Steinkohlebereich, wo die Anträge an die Schlichtungsstelle allenfalls im unteren Promillebereich der Gesamtschadensanträge liegen. Hintergrund scheint mir zu sein, dass die Ablehnung seitens des Bergbaubetreibenden - Voraussetzung für die Einleitung eines Anrufungsverfahrens - keine hinreichende Überzeugungskraft entfaltet. Hier sehe ich ein Begründungsdefizit, das viele bisher eingegangenen Verfahren deutlich prägt. Lassen Sie mich diesen Gesichtspunkt kurz erläutern:

Die Feststellung des Bergbaubetreibenden, dass die von ihm als ausschließlich bezeichneten Schadensursächlichen Gegebenheiten - Aueboden bzw. tektonisch hydrologisch wirksame Störung - im konkreten Schadensfall nicht vorliegen, stellt häufig keine überzeugende Antwort dar, weil sie mit der Lebenswirklichkeit der Antragsteller kaum in Einklang zu bringen ist:

Hauseigentümer, die in den 60- bzw. 70iger Jahren des vorigen Jahrhunderts ihr Häuschen schadensfrei erbaut haben, dort seit mehreren Jahrzehnten wohnen und urplötzlich feststellen, dass sich zunehmend und immer stärker werdende Risse in ihren Häusern gebildet haben, deren Dynamik zum Teil noch zunimmt, lassen sich kaum mit der vorstehend geschilderten Erklärung überzeugen. Das einzige was sich in ihrem geologischen Umfeld für sie wahrnehmbar geändert hat, ist der Braunkohletagebau. Ihr Grundstück liegt häufig in der Nähe des Abbaugebiets und unter Umständen auch nur einige dutzend Meter von einer hydrologisch aktiven Störung entfernt. Hier lässt sich unmittelbar nachvollziehen, dass der Ausschluss bergbaubedingter Verursachung in der Lesart des Bergbaubetreibenden nur schwer einsehbar ist. Die hierzu von diesem angebotenen Alternativen sind schon deshalb nicht überzeugend, weil sie entweder nicht sachlich begründet werden, oder sogar in einigen Fällen spekulativ wirken. Wieso sollen nach über 40 Jahren beanstandungsfreier Bestandszeit ein mangelhafter Baugrund für entsprechende Setzungen verantwortlich sein, wenn nähere Begründungen fehlen und es Allgemeinwissen jeden Häuslebauers ist,

das Baugrundsetzungen in der Regel nach mehreren Jahren abklingen. Hier wäre eine geschärfte, standortbezogene Begründung sicherlich hilfreich. Als spekulativ werden Mutmaßungen empfunden, die darauf hinausgehen, die Risse könnten durch einen nicht sachgerecht aufgefüllten Steinbruch aus dem 19. Jahrhundert oder durch einen mangelhaft verfüllten Panzergraben aus dem 2. Weltkrieg entstanden sein. Es ist naheliegend, dass diese Erklärungsversuche eine jahrzehntelange mangelfreie Bestandszeit kaum erklären können. Als Vorsitzender der Anrufungsstelle, aber auch aus den Erfahrungen einer jahrzehntelangen Richtertätigkeit vertrete ich ganz definitiv den Standpunkt, dass es Aufgabe der sachverständigen Fachleute ist, ihr Wissen so zu vermitteln, dass es auch für den Laien nachvollziehbar, transparent und überzeugend wirkt.

Insgesamt wird dieses Kommunikationsdefizit aus meiner Sicht verstärkt

durch den Umstand, dass es nach meinen bisherigen Erfahrungen im Bergschadensfall immer nur um das ‚alles oder nichts‘ Prinzip geht. Das heißt entweder ist der Schaden zu 100 % Bergschaden oder ist es nicht. Mir fehlt bislang eine Erläuterung dafür, warum es gerade in komplexen geologischen Zusammenhängen nicht eine Mischverursachung geben soll, das heißt das unter Umständen vorhandene geologische Schwachstellen durch die Tätigkeit des Bergbaubetreibenden verstärkt oder sogar in Gang gesetzt worden sind. Die Frage nach einer möglichen bergbaulichen Mitverursachung in diesem Sinne ist bislang jedenfalls aus meiner Sicht noch nicht gestellt worden, unter Umständen auch, weil eine gesetzliche Verpflichtung im Rahmen einer Bergschadensvermutung rechtlich in dieser Form nicht vorgesehen ist. Der gesetzgeberische Hintergrund, der zu dieser gesetzlichen Regelung geführt haben soll, kann und soll an dieser

Stelle nicht von mir hinterfragt werden. Das wäre aus meiner Sicht auch überflüssig und entbehrlich, wenn mit 100%iger Sicherheit feststehen würde, dass die bislang im Vordergrund stehenden ausschließlichen Schadensursachen - Tektonik bzw. Aue, die Palette der wissenschaftlich denkbaren Ursachenabläufe mit 100%iger Sicherheit umfassen. Bislang habe ich aber nicht die Überzeugung gewinnen können, dass es zu diesem Komplex keinen Frage- und Untersuchungsbedarf mehr gibt. Theoretische Sicherheiten können sich nur solange halten, bis sie durch die Praxis widerlegt werden.

Dies gilt insbesondere für die hochkomplexen Geschehensabläufe im Zusammenhang mit der Bergschadensproblematik.

Es wird mit Sicherheit eine der wesentlichen Aufgaben der Anrufungsstelle sein, hier durch Einholung entsprechender Gutachten eine objektive Grundlage zu gewinnen.

## Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW - Ein Erfahrungsbericht

Vera Müller, Bezirksregierung Köln

Bezirksregierung Köln 

**Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW-  
- Ein Erfahrungsbericht**

**Vera Müller  
Bezirksregierung Köln**

1

Bezirksregierung Köln 

- 1. Einführung**
- 2. Organisation der Anrufungsstelle**
- 3. Inhaltliche Themen 2011**
- 4. Statistische Auswertungen 2010 - 2012**
- 5. Änderung des Regelablaufes**
- 6. Regionale Verteilung der Verfahren**
- 7. Ausblick**

2



## 1. Einführung

### **139. Sitzung des Braunkohlenausschusses am 16.04.2010 TOP 9: Bergschadensregulierung**

#### **Einstimmige Beschlussfassung**

1. Der Braunkohlenausschuss stellt fest, dass die zwischen dem Verband Bergbaugeschädigter Haus- und Grundeigentümer e. V. (VBHG) und RWE Power vereinbarten Verfahrensverkürzungen bei Prüfung und Bearbeitung möglicher Bergschadensfälle die Transparenz der Bergschadensregulierung erhöhen und die Position der Betroffenen stärken. Der Braunkohlenausschuss begrüßt in diesem Zusammenhang die **Einrichtung eines Bergschadensbeauftragten als zentrale Servicestelle** des Unternehmens für Bergschadensfälle.

Servicenummer / 0800882820

3



## 1. Einführung

2. Um in verbleibenden Streitfällen eine mit Kostenrisiken für die Bergschadensbetroffenen verbundene gerichtliche Auseinandersetzung möglichst zu vermeiden, wird **bei der Bezirksregierung Köln eine Anrufungsstelle eingerichtet**, deren Arbeitsweise sich an der bereits bestehenden Schlichtungsstelle Bergschäden Nordrhein-Westfalen orientiert, die im Bereich des Steinkohlenbergbaus tätig ist.
3. Der Braunkohlenausschuss beauftragt die Geschäftsstelle, die **erforderlichen Schritte zur Einrichtung der Anrufungsstelle** nach Maßgabe der in der niedergelegten, mit dem Unterausschuss „Bergbau-sicherheit“ des Landtags NRW abgestimmte Geschäftsordnung in der Fassung der Tischvorlage zu unternehmen.

4



## 1. Einführung

4. Der Braunkohlenausschuss bestellt im Einvernehmen mit RWE Power und den Interessenvertretungen der Betroffenen-Seite **Herrn Gero Debusmann, Präsident des Oberlandesgerichts Hamm a. D., zum Vorsitzenden der Anrufungsstelle.**
5. Die Regionalplanungsbehörde wird **einmal jährlich sowohl dem Braunkohlenausschuss als auch dem Unterausschuss „Bergbausicherheit“ des Landtags NRW einen Erfahrungsbericht vorlegen.**

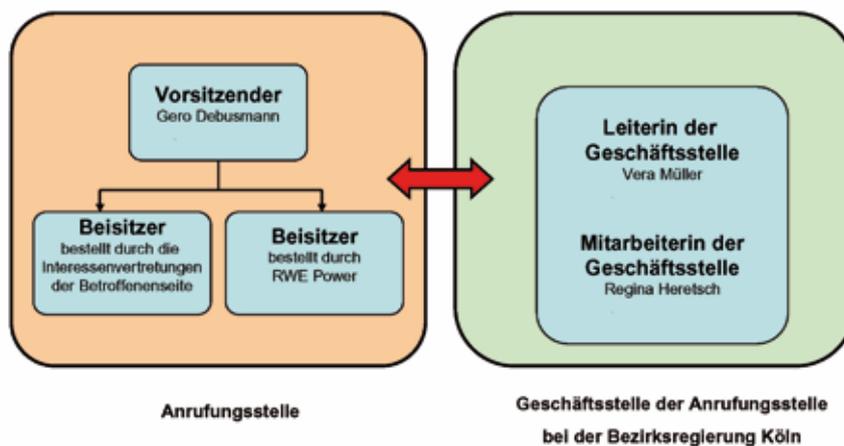
Die Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle NRW bei der Bezirksregierung Köln hat die Arbeit im September 2010 aufgenommen.

5



## 2. Organisation der Anrufungsstelle

Organisationsstruktur der Anrufungsstelle Bergschaden Braunkohle



6



## 2. Organisation der Anrufungsstelle

### **Netzwerk Bergbaugeschädigter e.V. des Rheinischen Braunkohlenreviers**

- Doris Vorloeper, Rechtsanwältin
- Wolfgang Schaefer, Diplom-Ingenieur
- Willi Strauch, Bausachverständiger, Beton- und Maurermeister
- Andreas Mollinga, Bauingenieur

### **LVBB; Landesverband Bergbaubetroffener NRW**

- Ulrich Behrens, Geschäftsführender Vorstandssprecher des LVBB
- Klaus Friedrichs, Rechtsanwalt, Vorstandssprecher des LVBB
- Klaus Wagner, Vorstandssprecher der LVBB
- Karlheinz Röcher, Beisitzer im Vorstand des LVBB

### **VBHG; Verband bergbaugeschädigter Haus- und Grundeigentümer e.V.**

- Helmut Balloff, Diplom-Ingenieur (Architekt)
- Willi Leber, Diplom-Ingenieur (Bauingenieur)

### **Bürger gegen Bergschäden (BgB) e.V.**

- Heinrich Spelthahn, Rechtsanwalt
- Jürgen Belitz, Vorstandsmitglied
- Dr. Wolfgang Meurer, Rechtsanwalt
- Georg Störing, Dipl. Geologe

7



## 3. Inhaltliche Themen 2011

- **Info-Veranstaltung am 24.05.2011 in Inden**

**Öffentlichkeit informiert über Presse**

- **Vortrag Prof. Dr. Klostermann,**

**Direktor des Geologischen Dienstes**

**„Tektonische Störzonen in der  
Niederrheinischen Bucht“**

- **Vereinbarung EBV und RWE Power AG**

- **Festlegung der Zuständigkeitsbereiche**

8

### 3. Inhaltliche Themen 2011

Bezirksregierung Köln



### 3. Inhaltliche Themen 2011

Bezirksregierung Köln



- Info-Veranstaltung am 13.09.2011 in Köln

#### **Teilnehmerkreis:**

**RWE Power AG und Interessenvertretung  
der Bergschadensbetroffenen**

#### **Tagesordnungspunkte**

- 1) Vortrag Prof. Dr. Kuhlmann

**„ Vorstellung seiner Analyse von Boden-  
bewegungsmessungen“**



### 3. Inhaltliche Themen 2011

#### 2) Kritik und Verbesserungsvorschläge zur Praxis der Anrufungsverfahren, z.B.

- Diskussion über den Standort der Geschäftsstelle
- Verbesserung des Internetauftritts
- mehr Präsenz vor Ort, z.B. Info-Veranstaltungen
- Übernahme der Kosten für Bevollmächtigte durch RWE Power AG



### 4. Statistische Auswertung 2010 - 2012

Stand: 08.03.2012

Jahr	Eingänge		Nach 1. Verhandlung und/oder Vor-Ort-Termin	Noch nicht verhandelte Anträge
		davon abgeschlossen	noch in Bearbeitung	offen
2010	6	4	2	
2011	40	12	18	10
2012	10			



### 5. Änderung des Regelablaufes

**Bis Mitte 2011 Durchführung von Verhandlungsterminen nach Vorlage der RWE Stellungnahme**

#### Geänderte Vorgehensweise

- Neu:**
- Durchführung von Vor-Ortterminen mit Gutachtern und oder Fachdienststellen
    - Festlegen von Kriterien für Begutachtung
    - Controlling der Gutachten
  - Einholung von Stellungnahmen im Vorfeld von Verhandlungsterminen z.B. vom Geologischen Dienst oder Erftverband.

13



### 5. Änderung des Regelablaufes

**Neu:** • Einladung von Sachverständigen zu Verhandlungsterminen

#### Ziele:

- Verkürzung der Verfahren
- Gezielte und abgestimmte Auftragsvergabe und/oder Klärung der weiteren Vorgehensweise

14

Bezirksregierung Köln 

**6. Regionale Verteilung der Verfahren**  
**bis 08.03.2012**



15

Bezirksregierung Köln 

**7. Ausblick**

**Regelmäßiger Erfahrungsaustausch mit den  
Vertretern der Betroffenenseite**

**nächster Termin 23.03.2012**

**Tagesordnungspunkte:**

- 1) Erfahrungsbericht zur Arbeit der Anrufungsstelle**
- 2) Beauftragung und Betreuung von Gutachten**
- 3) Vortrag Herr Simon (Ertfverband)  
Grundwassermodelle im Rheinischen  
Braunkohlenrevier**

16