Geräuschkonflikte durch Geothermie-Tiefbohrungen im städtischen Umfeld - Lösungsansätze

Wolfgang Heitkämper, Cord Walter

GTA Gesellschaft für Technische Akustik mbH, 30177 Hannover, E-Mail: info@gta-akustik.de

Einleitung

Die Landeshauptstadt München hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 das Fernwärmenetz komplett aus erneuerbaren Energien zu versorgen, den größten Anteil soll dabei die geothermische Energie haben.

Um die in München in einer geologischen Schicht (Malm) in einer Tiefe von ca. 3.000 bis 4.000 m vorhandene Energie fördern zu können, sind Tiefbohrungen möglichst in der Nähe des Fernwärmenetzes wünschenswert. Dies bedeutet Tiefbohren auch in der Nähe von Wohnbebauung.

Ein beispielhaft vorgegebener Standort mit insgesamt acht Bohransatzpunkten befindet sich am westlichen Rand des Ostparks in München.

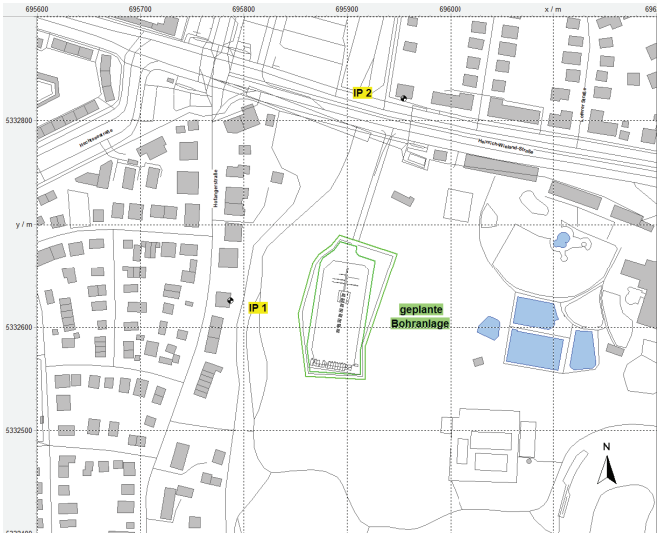

Abbildung 1: Standort einer geplanten Tiefbohranlage im Stadtgebiet von München.

Westlich dieses Standortes befindet sich in ca. 110 m Abstand eine dreigeschossige Wohnbebauung, die als allgemeines Wohngebiet einzustufen ist, und nördlich in ca. 200 m Abstand zum nördlichsten Bohrpunkt eine Wohnbebauung, die nach dem Flächennutzungsplan als reines Wohngebiet zu betrachten ist.

Die Hauptgeräuschquellen der Tiefbohranlage

Der durch den Top Drive über das Bohrgestänge angetriebene Bohrmeißel löst Gesteinsmaterial, das mittels einer geeigneten Spülflüssigkeit übertage transportiert wird.

Die Spülflüssigkeit wird von den Feststoffen durch gestufte Reinigungsschritte, wie Schüttelsiebe, Sandfang, Desander, Desilter und Zentrifugen, getrennt, bei Bedarf wieder aufbereitet und über die Spülungspumpen durch den Top Drive und das Bohrgestänge wieder dem Kreislauf zugeführt. Hauptgeräuschquellen sind im Bohrbetriebszustand der Top Drive, die Schüttelsiebe und die Spülpumpen.

Beim Ein- und Ausbau des Gestänges, um z. B. den Bohrmeißel zu wechseln, sind das Hebewerk, der elektrische oder hydraulische Antrieb sowie das Gestänge selbst wesentliche Geräuschquellen.

Studie zur Machbarkeit von Tiefbohrungen im urbanen Umfeld

Eine Untersuchung der Stadtwerke München zur Machbarkeit von Tiefbohrungen im urbanen Umfeld umfasst drei sehr unterschiedliche Konzeptionen von geeigneten Tiefbohranlagen:

- Die Tiefbohranlage Bentec Euro Rig 350t mit einer Gestängelänge von 27 m (Dreierzug) und einem klassischen Gestängehandling (Ablage in Fingerbühne).
- Die Tiefbohranlage Herrenknecht Vertical Terra Invader 350t mit hydraulisch angetriebenem Top Drive und Hebewerk und einer Gestängelänge von 18 m (Zweierzug).
- Die Supersingle-Anlage VDD 370.2 der Fa. Streicher mit hydraulischem Hebewerk und einer Gestängelänge von max. 13,5 m.

Die beiden letztgenannten Anlagen verfügen über ein teilautomatisches Pipehandling.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die klassische Bohranlage von Bentec mit dem 27 m langen Dreierzug und der Gestängeablage in der Fingerbühne.

Abbildung 2: Tiefbohranlage Bentec Euro Rig 350t

Die Ergebnisse von fortlaufend durchgeführten Geräuschemissionsmessungen an dieser Anlage werden in ein schalltechnisches Modell übertragen. Dabei beschränken sich die weiteren Ausführungen auf den Betriebszustand Bohren mit dem Top Drive als Bohrantrieb und die für den Lärmschutz wichtigere Nachtzeit.

Eine Schallausbreitungsrechnung des Ausgangszustandes führt zu folgender Lärmkarte. Diese zeigt erhebliche Überschreitungen der Nachtrichtwerte.

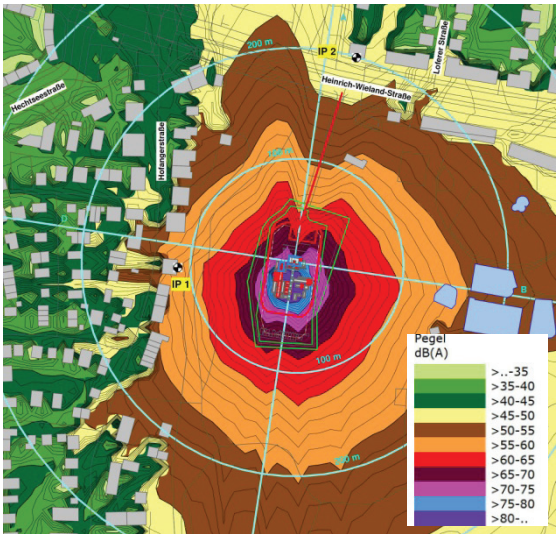

Abbildung 3: Lärmkarte für die Nachtzeit, Bohrbetrieb, Ausgangszustand ohne besondere Schallschutzmaßnahmen, Immissionshöhe 1. OG.

Eine Geräuschminderung ist im ersten Schritt schon durch die teilweise Kapselung des Antriebsteils der Spülpumpen zu erzielen.

Der nächste Schritt ist die Abschirmung der gesamten Anlage durch eine umlaufende, anlagenseitig absorbierende, mobile 10 m hohe Schallschutzwand, wie sie in der folgenden Abbildung gezeigt wird.

Abbildung 4: Mobile Lärmschutzwand, 10 m hoch.

Diese Lärmschutzwand (LSW) schirmt die bodennahen Schallquellen wirksam ab und ist bereits Standard für viele Bohranlagenstandorte.

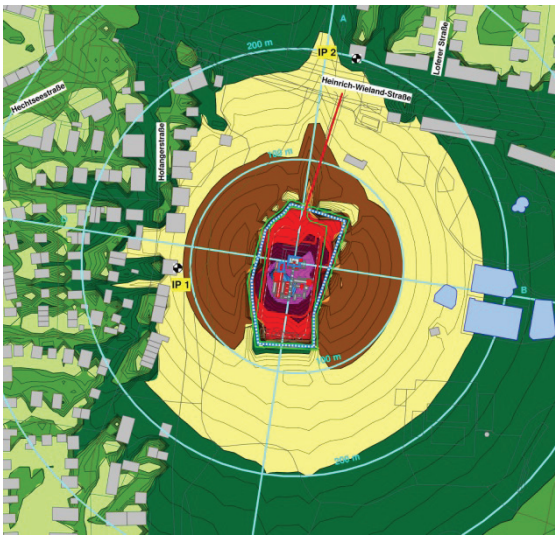

Abbildung 5: Lärmkarte für die Nachtzeit, Bohrbetrieb, mit Schallschutzmaßnahmen: teilgekapselte Spülpumpen, LSW 10 m hoch, Immissionshöhe 1. OG.

Die Lärmkarte (Abb. 5) mit Lärmschutzwand zeigt eine deutliche Pegelreduzierung im Vergleich zu Abb. 3.

Nach Durchführung dieser Maßnahmen werden die Nachtrichtwerte noch um mehr als 10 dB(A) überschritten.

Es ist jetzt die verbleibende punktförmige Abstrahlung einer hoch liegenden Schallquelle zu erkennen, d. h. der am Bohrmast langsam wandernde Top Drive ist nun die am stärksten wirkende Schallquelle. Damit werden Maßnahmen im Bereich des Bohrmastes erforderlich.

Eine Kapselung des Top Drives kommt aus bohrtechnischen Gründen nicht in Betracht, teilweise Abschirmungen reichen nicht aus ferner werden die Geräusche des Gestängehandlings dabei nicht reduziert.

1. Lösungsbaustein

Es wird daher eine den Bohrmast vollständig umschließende Mastumhausung berücksichtigt, die auf einem Entwurf des Herstellers der Anlage, der Bentec GmbH, beruht. Die Außenschale der Mastumhausung weist eine Schalldämmung von $R_w \geq 25$ dB sowie innenseitig eine schallabsorbierende Ausstattung mit $\alpha > 0{,}6$ auf.

Der Innenpegel ergibt sich aus den Geräuschemissionsdaten der jetzt innenliegenden Schallquellen, den zeitlichen Abläufen und den räumlichen Gegebenheiten dieses schachtförmigen Raumes.

Das schalltechnische Modell der Mastumhausung hat die in der folgenden Abbildung dargestellte Form.

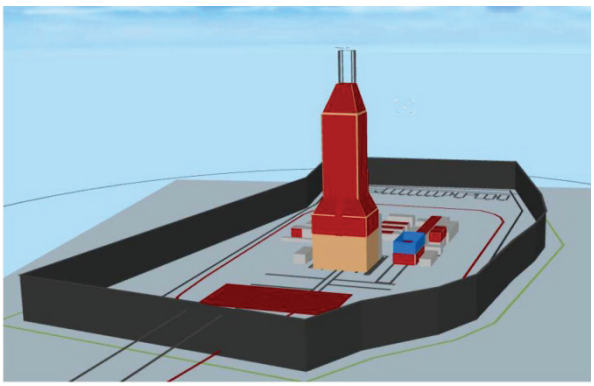

Abbildung 6: Schalltechnisches Modell der Mastumhausung einer Tiefbohranlage.

Die Mastumhausung umfasst die Wartungsbühnen sowie die Fingerbühne und lässt Öffnungen für die Mastdurchführung und die Gestänge- bzw. Rohreingabe frei.

Die Schallausbreitungsrechnung mit zusätzlicher Mastumhausung zeigt, dass durch diese Maßnahme ein wesentlicher Schritt in Richtung Richtwerteinhaltung zu erwarten ist. Der folgenden Lärmkarte in Abb. 7 ist zu entnehmen, dass nur noch geringfügige Richtwertüberschreitungen zu erwarten sind.

Abbildung 7: Lärmkarte für die Nachtzeit, Bohrbetrieb; Schallschutzmaßnahmen wie zu Abb. 5, zusätzlich Mastumhausung, Immissionshöhe 1. OG.

Da jetzt die Geräusche der die Lärmschutzwand überragenden Schallquellen am Bohrmast gut reduziert sind, kommt den bodennahen Schallquellen wieder eine größere Bedeutung zu. Daher sind weitere Schallschutzmaßnahmen an diesen Schallquellen erforderlich.

Dies betrifft:

- das Schließen der Öffnung für die Gestänge- und Rohreingabe an der A-Seite der Mastumhausung,
- die Konzeption und Errichtung einer gemeinsamen Schallschutzkapsel für die drei Spülungspumpen,
- die Erhöhung der separat aufgestellten Lärmschutzwand an der West- und Nordseite der Schüttelsiebe,
- die Minderung des Geräuschpegels der Lüftungsöffnung der Hydraulik-Power-Unit (HPU) im Bohrgerüst,
- die Kapselung der Service-Pumpen falls erforderlich, sowie
- die Abschirmung der außerhalb der Mastumhausung liegenden Teil-Schallquellen des Hebewerks (relevant für den Roundtrip).

Unter Berücksichtigung dieser zusätzlichen Schallschutzmaßnahmen sind in der folgenden Lärmkarte in Abb. 7 dargestellten Geräuschimmissionen zu erwarten.

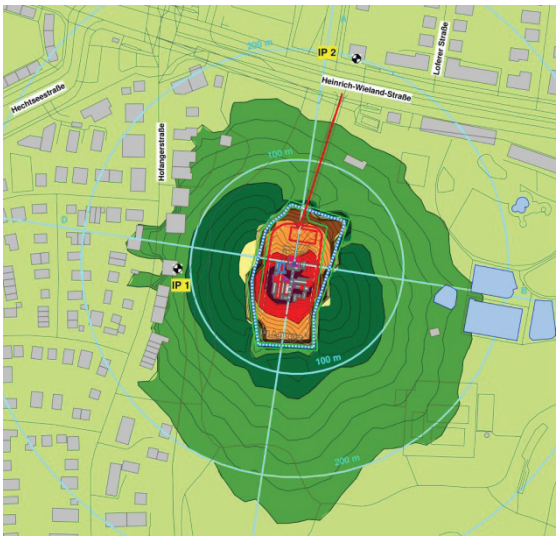

Abbildung 8: Lärmkarte für die Nachtzeit, Bohrbetrieb; Schallschutzmaßnahmen wie zu Abb. 6, zusätzlich Minderungsmaßnahmen an bodennahen Schallquellen, Immissionshöhe 1. OG.

Die Schallausbreitungsrechnung mit Mastumhausung und den weiteren Schallschutzmaßnahmen an bodennahen Schallquellen lässt bereits eine Unterschreitung der Richtwerte erwarten. Allerdings bleibt die Möglichkeit tieffrequenter Einwirkungen durch die Standard-Schüttelsiebe. Abhilfe kann eine andere Verfahrensweise bringen, die durch die sog. Vakuum-Siebe gegeben ist.

2. Lösungsbaustein

Die Schwingfrequenz der üblicherweise eingesetzten Schüttelsiebe liegt bei ca. 25 Hz, die höheren Ordnungen dieser Schwingung entsprechend bei 50 Hz und 75 Hz. Diese Schwingungen können, abgestrahlt von angrenzenden, großflächigen Bauteilen (Sandfang), zu tieffrequenten Geräuscheinwirkungen in benachbarten Wohnräumen führen. Bei etwas ungleicher Drehzahl der Asynchronmotoren des Exzenterantriebs der Schüttelsiebe kommt es zudem zu Schwebungen, insbesondere der 50 Hz-Komponente, die sich durch ein langsames An- und Abschwellen der Lautstärke des Einzeltons bemerkbar machen und damit eine besondere Belästigung hervorrufen.

Dies kann durch ein anderes Konzept der Feststofftrennung in der Spülflüssigkeit gewährleistet werden und ist beispielsweise beim MudCube der Firma Cubility AS, Stavanger (N) der Fall.

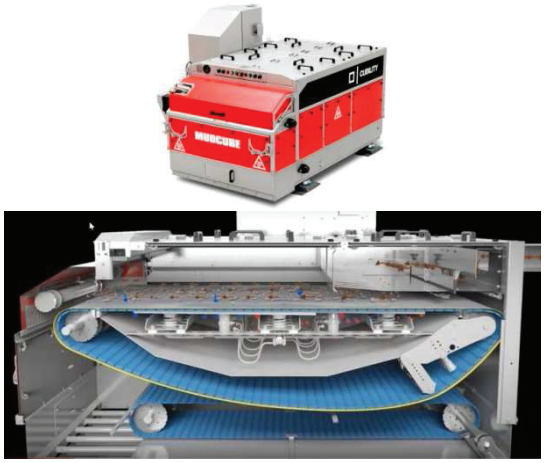

Abbildung 9: Vacuum-Shaker MudCube mit umlaufendem Sieb, das durch Aktoren zu Vibrationen mit einer Schwingfrequenz von 100 Hz angeregt wird. (© Cubility AS)

Die tiefste Einzeltonkomponente der Geräuschemissionen liegt hier bei 100 Hz und damit am oberen Rand des klassischen Bereichs tieffrequenter Geräuscheinwirkungen.

3. Lösungsbaustein

Da Geräuschprognosen mit Unsicherheiten behaftet sind, ist zu überlegen, welche Maßnahmen in der kurzfristigen Bohreinsatzplanung und während des betrieblichen Geschehens zu ergreifen sind.

Hierzu ist es von großer Bedeutung, sich nicht nur auf die lauten Betriebsphasen zu konzentrieren, sondern alle Phasen von Bohrungen zu verstehen und die zugehörigen Geräuschemissionen zu kennen. Mit diesem Wissen, wie es aus den Geräusch-Dauermessungen und Aufzeichnungen der Bohranlagendaten am Geothermie-Standort Schäftlarnstraße in München über zwei Jahre durch die Erdwerk GmbH (München) und die GTA mbH (Hannover) für mehr als 100 identifizierte Betriebsphasen gewonnen wurde, ist in Grenzen eine Planung und Steuerung der Geräuschentwicklungen während der Nachtzeit möglich. Ziel ist es, geräuschintensive Betriebsphasen während der Nachtzeit zu vermeiden und nach Möglichkeit durch weniger kritische Phasen zu ersetzen.

4. Lösungsbaustein

Um unmittelbar auf den betrieblichen Ablauf steuernd einzuwirken, kann ein Geräusch-Überwachungssystem installiert werden. Es ist in der gegenwärtigen Erprobung folgendermaßen aufgebaut:

Ein wetterfestes Mikrofon wird in der Nähe der Tiefbohranlage so positioniert, dass der Geräuschpegel am Messpunkt eine Aussage über die Geräuscheinwirkung am maßgeblichen Immissionsort zulässt. Hierzu wird ein Referenzpunkt so gewählt, dass zwischen diesem Punkt, beispielsweise außenseitig etwas unterhalb der Oberkante einer 10 m hohen Schallschutzwand, und dem maßgeblichen Immissionsort ein konstanter, von den Betriebszuständen unabhängiger Pegelunterschied besteht.

In der Folge wird das Messsignal verarbeitet und in das Logging-System der Bohranlage übertragen. Die gewünschten Geräuschpegel und Pegeldifferenzen werden dann auf den Monitoren der Bohranlage zusammen mit den Daten des üblichen Aufzeichnungs- und Überwachungssystems der Bohrparameter angezeigt.

Das folgende Bild zeigt dazu ein Beispiel.

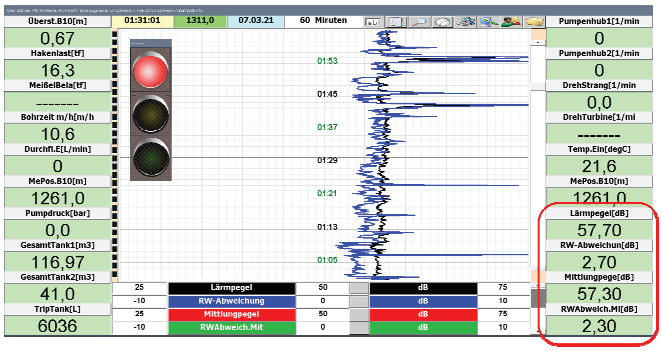

Abbildung 10: Anzeige für den Steuerstand; der auf den Messpunkt übertragene IRW für die Nachtzeit (40+15=55 dB(A)) wird überschritten; durch steuernden Eingriff soll der Augenblickswert so reduziert werden, dass auf Dauer der Mittelwert den IRW unterschreitet.

Ziel ist eine Steuerung des Bohrvorgangs hin zu geringerer Schallabstrahlung. Es ist beabsichtigt, diese Parameter in ein System zur Regelung des Bohrvorgangs zu integrieren.

Fazit

Die Erschließung geothermischer Energie durch Tiefbohrungen in einem urbanen Umfeld stellt höchste Anforderungen an den Schallschutz.

Ein Bündel von Geräuschminderungsmaßnahmen bis hin zur Mastumhausung und der Änderung von herkömmlichen Verfahrensweisen, beispielsweise bei der Feststoffseparation im Spülungskreislauf, ist grundlegend.

Im Rahmen einer Prozesssteuerung sollen geräuschintensive Betriebsphasen aus der Nachtzeit möglichst herausgehalten und nach Möglichkeit durch leisere ersetzt werden.

Ein Kontroll- und später Regelungssystem gleicht Unwägbarkeiten der Geräuschemissionen während des Betriebs in der Nachtzeit aus.