



**BAU AUF SICHERHEIT
BAU AUF DICH**



Technische Herausforderungen beim Bau von Windkraftanlagen

- Hebebühnen/Krane – Mastkletterbühnen, Neue Europanorm
- Spezialtiefbau – Kompensationsinjektion Infrastrukturprojekte
- Bauen im Bestand – Asbest – die Gefahr ist noch nicht gebannt
- Malerarbeiten – Kalkausblühungen
- Hautverhinderer in Bautenlacken
- EDV – Verschiedene Beiträge

BauPortal

Heft 5 • 129. Jahrgang • Juli 2017
Fachzeitschrift der
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft



www.bgbau.de
www.BauPortal-digital.de
Redaktion: bauportal@bgbau.de

Erscheinungsweise:

8 Ausgaben im Jahr 2017:

| | |
|------------|---------------|
| 1 (Januar) | 5 (Juli) |
| 2 (März) | 6 (September) |
| 3 (April) | 7 (Oktober) |
| 4 (Juni) | 8 (Dezember) |

Titelbild:

Montage des Hybridturms einer
Windkraftanlage mittels eines
selbstkletternden Turmdrehkrans
(Beitrag ab Seite 2)
(Foto: Firmengruppe Max Bögl/
Willi Wilhelm)



Inhalt:

| | |
|---|------------------------|
| Technische Herausforderungen von Windkraftanlagen | 2 |
| Naturstromspeicher Gaillardorf | 10 |
| aktuell – rund um die BG BAU | 14 |
| Spezialtiefbau | |
| • Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Spezialtiefbau | 15 |
| • Kompensationsinjektion als flankierende Maßnahme bei innerstädtischen Infrastrukturprojekten | 22 |
| • Fachtagung Spezialtiefbau der BG BAU | 27 |
| • Aus dem Unfallgeschehen: Tod durch umstürzendes Drehbohrgerät | 31 |
| • Schrobenhausener Tage: Bauen im Bestand, technische Innovationen und Wertewandel | 32 |
| Bauen im Bestand | |
| • Fachplaner Kampfmittelräumung Neue postgraduale akademische Zusatzausbildung | 37 |
| • Asbest – die Gefahr ist noch nicht gebannt | 38 |
| • Hohe Sicherheitsanforderungen an Bauwerke und Bauprodukte müssen erhalten bleiben | 45 |
| • Bedeutung der Bauwerksinstandsetzung steigt – Beton-Insta 2017 | 46 |
| Malerarbeiten / Bautenschutz | |
| • Kalkausblühungen auf farbigen Fassadenbeschichtungen | 49 |
| • Neueinstufung für Hautverhinderer in Bautenlacken | 51 |
| • Einsatz von Entstaubern/Staubsaugern in der Bauwirtschaft | 53 |
| • Neue DBV-Publikationen | 54 |
| Hebebühnen | |
| • Sanierung asbesthaltiger Fassaden mit Mastkletterbühnen-Technik | 56 |
| Krantechnik | |
| • Cloudbasiertes Management für Turmdrehkraneinsätze | 61 |
| • Neue Europeanorm für Krane | 63 |
| • Kranfachtagung 2017 in Magdeburg | 65 |
| EDV / Digitalisierung | |
| • Projektrealisierung mit BIM ab Leistungsphase 5 | 69 |
| • Störungsfrei Bauen mit BIM-Modellen | 70 |
| • Mobiler industrieller 3D-Baudruck gestartet | 72 |
| • Impuls für Digitalisierung im Hochbau | 72 |
| Fachbereich Bauwesen – Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test | 76 |
| Mitteilungen aus der Industrie | 35, 47, 55, 59, 67, 74 |
| Veranstaltungen | 77 |
| Buchbesprechungen | 79 |
| Impressum | 80 |

Technische Herausforderungen von Windkraftanlagen

Prof. Dr.-Ing. Sebastian Bauer, Schrobenhausen



(Quelle: Nordex SE)

Spätestens seit dem Unglück von Fukushima, aber im Prinzip schon seit dem Abkommen von Kyoto, ist der politische und gesellschaftliche Wille bezüglich regenerativer Energien in Deutschland klar: ihr Anteil am Gesamtenergiebedarf soll möglichst schnell gesteigert werden, um so in absehbarer Zeit die Kernenergie ablösen und mittelfristig auch die Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen weitgehend ersetzen zu können.

Politisch wurde dieses gesellschaftliche Ziel durch entsprechende wirtschaftliche Anreize umgesetzt. Durch langfristig garantierte Einspeisevergütungen ergibt sich gerade für Investoren in Deutschland eine – angesichts der weltweit geringen Kapitalverzinsung und der Unsicherheit bei sonstigen Investitionen – wirtschaftlich interessante Kapitalrendite; beispielsweise bei Verkauf einer neu gebauten Anlage in Höhe von 6–10 % auf die Baukosten – nach Berechnungen des CWD (Center for Wind Power Drives der RWTH Aachen).

Dadurch war in den letzten Jahrzehnten ein beispielloser weltweiter Boom beim Bau von Windkraftanlagen zu beobachten, der seinen bisherigen Höhepunkt 2015 mit dem Neubau von Anlagen mit einer Gesamtleistung von knapp 64 GW erreichte. Dies entspricht in etwa 43 modernen Kernkraftwerks-Blöcken. Insgesamt wurde 2016 weltweit durch Windkraft mit einer installierten Leistung von 490 GW etwa 4 % des weltweiten Stromverbrauchs gedeckt (im Vergleich dazu waren es bei Kernenergie 420 GW).

Gesellschaftlicher Wille, Stromgestehungskosten

In Deutschland lag 2016 der Zubau bei gut 5.400 MW und der Anteil der Windenergie am Stromverbrauch liegt dort mittlerweile schon bei knapp 12 % (Abb. 2). Dieser gewaltige Markt hat starke Wettbewerber ins Feld gerufen, was wiederum ein hohes Maß an Kreativität und Innovation freigesetzt hat, um sich jeweils durch technische und wirtschaftliche Vorteile der Anlagen im Markt behaupten zu können.

Diese technische Weiterentwicklung hat zu einer gewaltigen Steigerung der Kos-

teneffizienz bei gleichzeitiger Steigerung der möglichen Gerätegröße geführt.

Je nach Standort sind die Stromgestehungskosten von Windkraftanlagen an Land – mit Ausnahme der in Deutschland nur begrenzt verfügbaren Wasserkraft – die niedrigsten aller erneuerbaren Energien und sie sind mittlerweile unter günstigen Umständen ohne Subventionen mit denen konventioneller Kraftwerke konkurrenzfähig. Die Stromgestehungskosten (Abb. 3) liegen im Vergleich gemäß einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE von 2013 bzw. diversen anderen Quellen (s. Wikipedia) in folgenden Höhen (in €/t/kWh):

- | | |
|------------------------------|-----------|
| • Windkraftanlagen an Land | 4,5–10,7 |
| • Photovoltaik-Anlagen | 7,8–14,2 |
| • Biogas | 13,5–21,5 |
| • Braunkohle | 3,8–5,3 |
| • Steinkohle | 6,3–8,0 |
| • Gas- und Dampfkraftwerke | 7,5–9,8 |
| • Konventionelle Wasserkraft | 4,5–10 |
| • Kernenergie | 2,4–12,7 |
- je nach Ideologie des Betrachters und Einrechnung der Kosten für Endlagerung, Risiko und anderes.

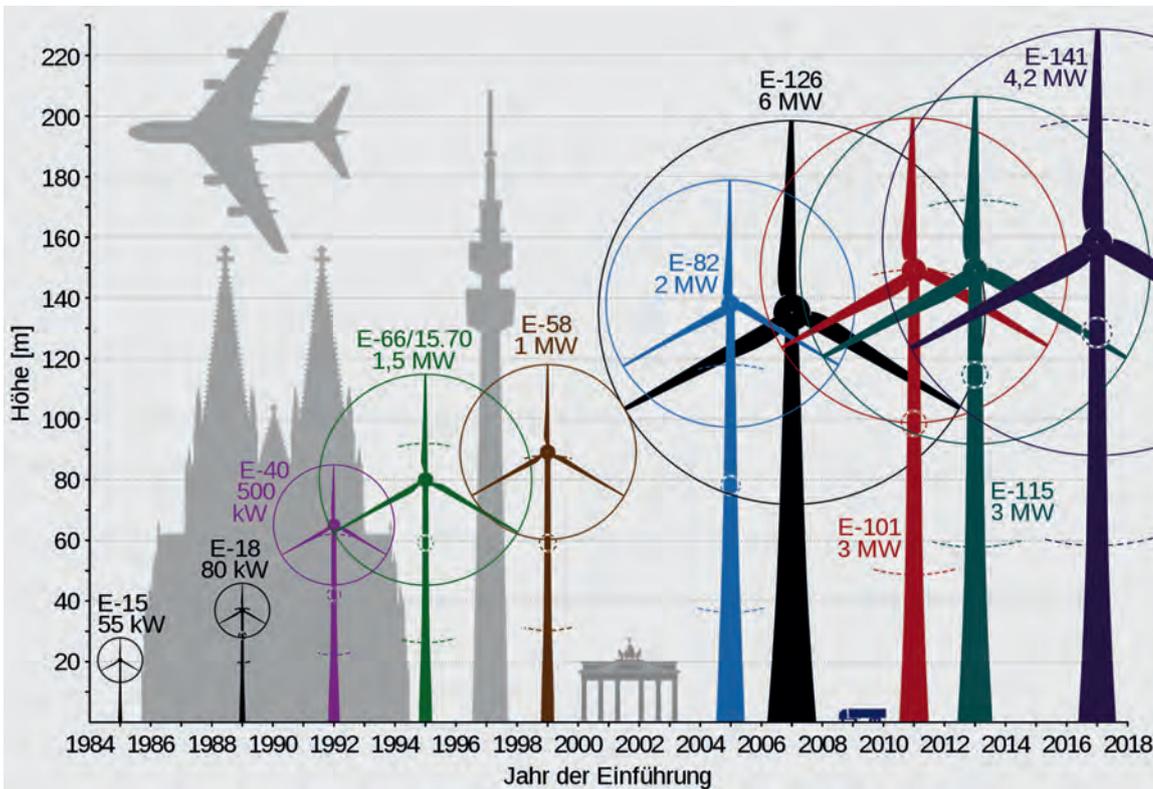


Abb. 1: Auswahl von Enercon Windkraftanlagen, Airbus A380, Kölner Dom, Florianiturm, Brandenburger Tor und Sattelzug mit 40'-ISO-Container. Die Windkraftanlagen sind anhand ihres Einführungsjahres eingetragen.

(Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Windkraftanlage#/media/File:EnerconSizes_de.svg Von Jahobr

Beim guten Abschneiden der Windkraft – und mit gewissen Abstrichen bei der Photovoltaik – im Vergleich zu den nicht erneuerbaren Energien – ist allerdings nicht berücksichtigt, dass erstere nicht grundlastfähig sind. Solange es keine preiswerten Speicher für große Energiemengen gibt, muss für jedes Megawatt installierter Leistung dieser beiden Energieformen die selbe Leistung bei einem anderen Kraftwerk vorgehalten werden, das einspringt, wenn kein Wind weht oder die Sonne nicht scheint.

Während am 14.4.2014 Wind- und Solarenergie 40,5 % der in Deutschland erzeugten Energie erbrachten, waren es am 3.12.2014 nur 2,6 % (Abb. 4). Daher müssen bei einem gerechten Vergleich sowohl

Abb. 2: Bruttostromerzeugung in Deutschland 2016 in TWh (Quelle: AG Energiebilanzen, Stand März 2017)

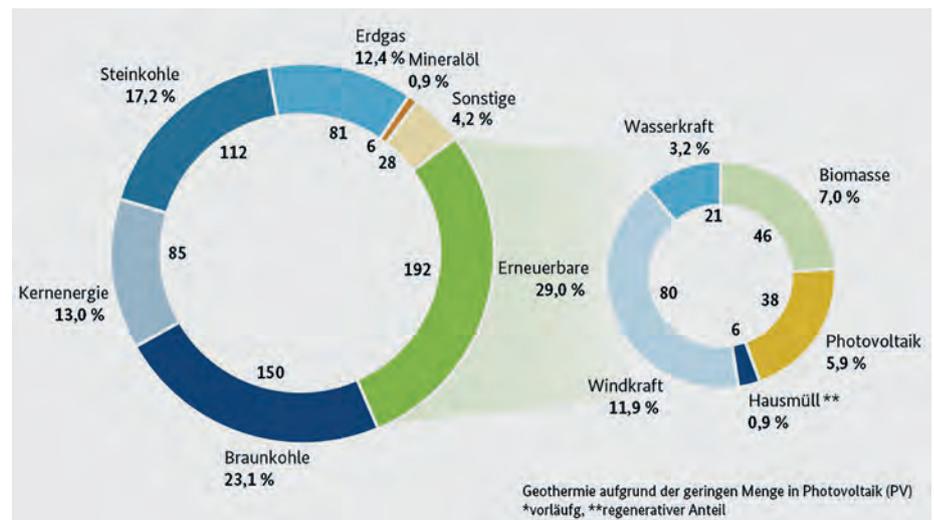
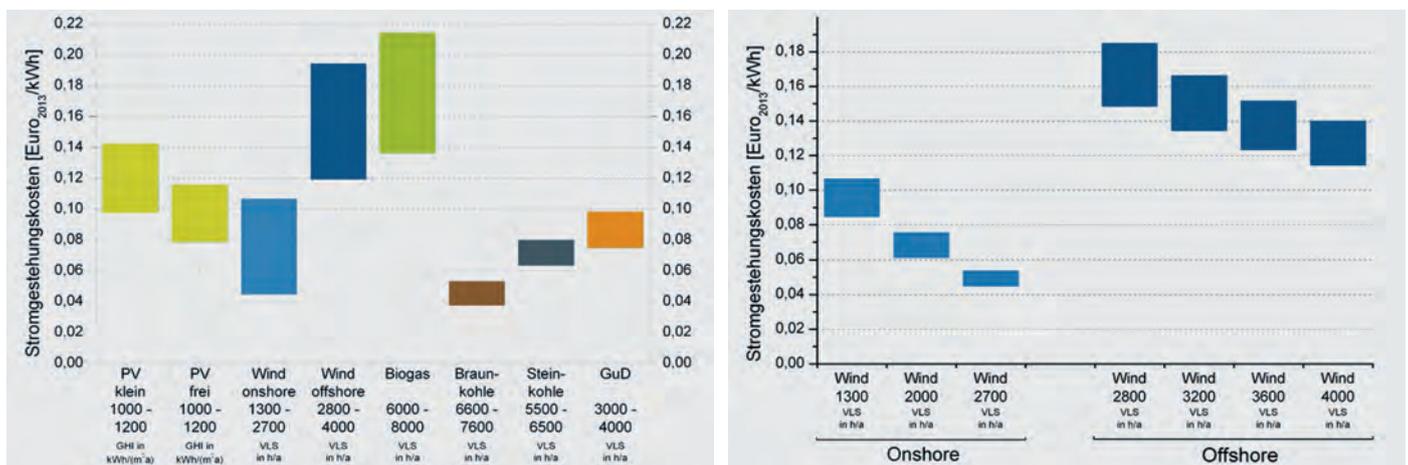


Abb. 3a und b: Stromgestehungskosten verschiedener Energieerzeugungen (Quelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2013, Stand November 2013). GHI = Ø solare Einstrahlung/Tag, VLS=Volllaststunden/Jahr



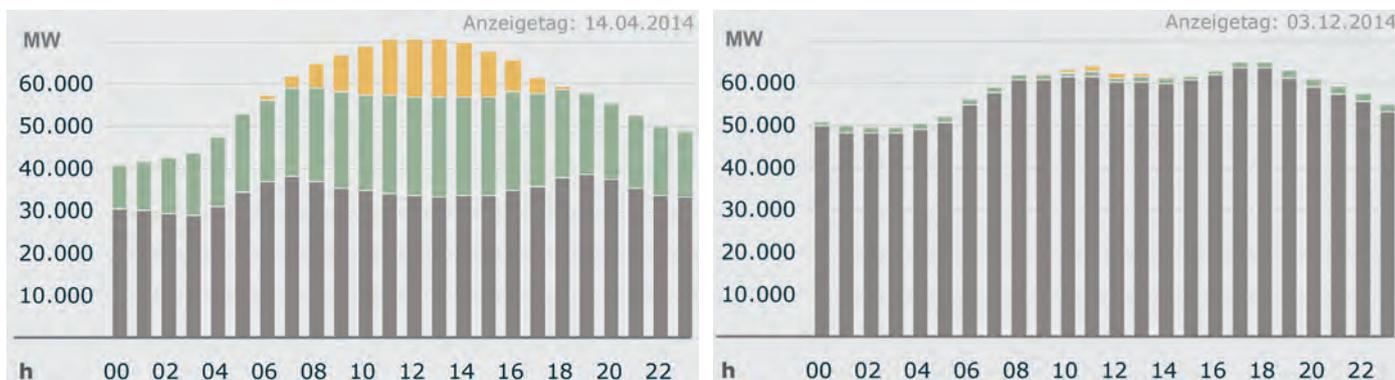


Abb. 4a und b: Tatsächliche Produktion an Tagen mit höchstem und geringstem Anteil der Wind- und Sonnenenergie. grau: konventionelle Energieerzeugung, grün: Windenergie, gelb: Photovoltaik (Quelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2015)

die entsprechenden Vorhaltekosten der konventionellen (grundlastfähigen) Kraftwerke – also Kapitalkosten, Abschreibung sowie Leerlauf- und Betriebskosten – berücksichtigt werden als auch deren schlechtere Effizienz und schnellere Abnutzung durch die ungleichmäßige Belastung. Insgesamt sind aber in Deutschland die Erneuerbaren Energien mittlerweile nicht mehr wegzudenken: Am Sonntag (natürlich der Wochentag mit dem geringsten industriellen Stromverbrauch) den 8.5.2016 wurden durch Erneuerbare Energien 86,3 % des Strombedarfs in Deutschland gedeckt.

Herausforderungen

Um nun wieder auf den gesellschaftlichen Willen zurückzukommen: Gerne will man die mit kaum kalkulierbaren Risiken behaftete Kernenergie ablösen und selbstverständlich möchte man die unabsehbaren Folgen aufgrund der großtechnischen Verbrennung fossiler Energieträger zur Stromerzeugung auf das weltweite Klima vermeiden. Aber ebenso selbstverständlich ist, dass gerade in Deutschland kaum jemand bereit ist, dafür in einem merklichen Ausmaß individuelle Beeinträchtigungen zu ertragen: Der Strompreis für privat genutzte elektrische Energie darf aufgrund der Maßnahmen nicht wachsen und die Sicherheit des Arbeitsplatzes soll nicht durch höhere Energiekosten, die die Konkurrenzfähigkeit der Produktion beeinträchtigen können, gefährdet werden. Niemand will eine Windkraftanlage in der Nähe seines Wohnorts haben, um nicht durch Laufgeräusche oder den Schattenwurf beeinträchtigt zu werden. Insbesondere Schallemissionen unterhalb der Hörschallfrequenzen, sog. Infraschall, steht bei manchen im Verdacht, je nach Schallpegel Auswirkung auf Befinden und Gesundheit zu haben. Gleichzeitig werden aber auch Stromtrassen, mit denen Windenergie von weiter entfernten Standorten herantrans-

portiert wird soweit als möglich abgewehrt. Und zuletzt soll auch die Biosphäre durch die Anlagen nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

All diese potenziellen unerwünschten Folgen zu vermeiden oder zumindest deren Auswirkungen so gering wie möglich zu halten, stellt die Herausforderung an die Ortswahl der Anlagen aber auch an deren technische Weiterentwicklung dar.

Standortwahl

Es müssen Standorte gefunden werden, bei denen im Jahresdurchschnitt eine hohe Windenergie vorherrscht. Gleichzeitig sollen diese Standorte aber nahe an den Hauptverbrauchern – im allgemeinen in den dicht besiedelten und industriell hochentwickelten Gegenden – liegen; dies nicht nur, weil Stromtrassen durch Deutschland teuer und unbeliebt sind, sondern auch, weil Leistungsverluste entstehen. Darüber hinaus sollen die Anlagen so weit entfernt von allen Häusern sein, dass niemand durch den Schattenwurf oder durch die Geräuschentwicklung der Windenergieanlage gestört wird. Außerdem soll auch berücksichtigt werden, wo Vögel und Fledermäuse in signifikanter Zahl vorkommen, die durch die sich bewegenden Rotorblätter gefährdet werden könnten, und deren (Flug-)Verhalten in Betracht gezogen werden.

Die Regelungen zum Schutz der Anwohner richten sich auf deren zulässige Beeinträchtigung und nur in seltenen Fällen (Bayern) auf pauschale Mindestabstände der Anlagen von Bewohnern: So ist geregelt, wie lange Anwohner dem Schatten der Anlage (vor allem dem des Rotors, welcher zu einer flackernden Helligkeit führt) pro Tag und pro Jahr ausgesetzt sein dürfen. Dies ist ja vom Stand der Sonne abhängig und kann nicht nur durch eine entsprechende Positionierung der Anlage sondern auch durch eine zeitweise Abschaltung beeinflusst werden. Auch die Geräuschentwicklung der Anlage selbst ist

üblicherweise nicht beschränkt, sondern die durch sie beim Anwohner hervorgerufene Lautstärkewirkung (den Schallpegel), so dass hier durch den technischen Fortschritt Verbesserungen erreicht werden können. Diesen Bemühungen wirkt allerdings entgegen, dass die Anlagen immer größer und stärker werden, da größere Anlagen mehr Schatten werfen und mehr Lärm erzeugen.

Das in Bayern beschlossene Abstandsgesetz für Windkraftanlagen sieht vor, dass der Abstand zwischen der Windkraftanlage und der nächsten Wohnbebauung mindestens das 10-fache der Anlagenhöhe betragen muss. Geht man von modernen Anlagen mit 200 m Höhe (bis zur höchsten Position der Rotorblattspitze) aus, bedeutet das 2 km Abstand. Zeichnet man um jedes Haus einen Kreis mit 2 km Radius, bleiben nicht mehr viele Standorte übrig, und diese müssen ja zusätzlich noch den oben genannten Kriterien entsprechen, so dass kaum noch mögliche Standorte übrig bleiben (laut SPD-Energieexpertin Kohnen nur 0,05 % Bayerns).

Wirtschaftliche Herausforderungen

Die Höhe der Stromgestehungskosten und damit die Wirtschaftlichkeit einer Anlage sind von folgenden Faktoren abhängig:

- Grundflächenbedarf während des Baus und dem Betrieb,
- Baukosten für Gründung, Turm, Maschinenhaus (Gondel) und Rotor,
- Energieausbeute (Anpassung an Windverhältnisse des Standorts, Energieeffizienz),
- Wartungs- und Reparaturaufwand im Betrieb.

Dass der Bau kleiner Anlagen i.d.R. nicht mehr rentabel ist, liegt daran, dass eine ganze Reihe von Grundkosten für Planung, Bau und Betrieb kaum von der Größe abhängig sind. Für sehr große Anlagen steigt aber aufgrund der mechanischen und strömungsmechanischen Gesetz-

mäßigkeiten das Gewicht (und damit die Investitionskosten) der Anlage stärker als deren Leistung: Während sich nämlich die Leistung mit der zweiten Potenz des Rotordurchmessers (also quadratisch) erhöht, steigt die mechanische Belastung (z.B. die Biegebelastung der Rotorblätter und des Turms oder die Torsionsbelastung der Welle) mit der dritten Potenz, so dass das Verhältnis aus Leistung und mechanischer Belastung (der durch eine stärkere Dimensionierung der Komponenten begegnet werden muss) für größere Anlagen ungünstiger wird.

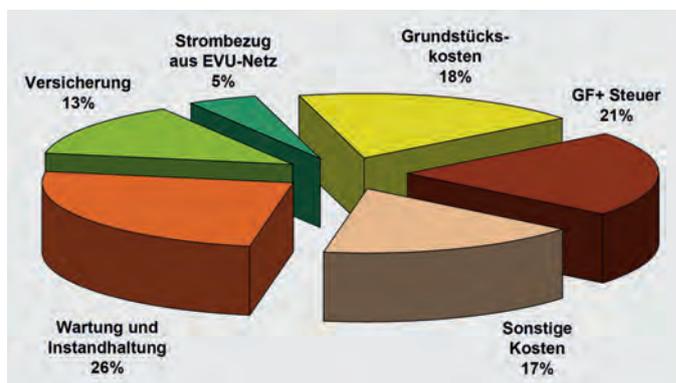
Zwischen diesen zwei Extremen – sehr kleine Anlagen oder ausgesprochen große Anlagen – liegt das Optimum der Wirtschaftlichkeit. Wo das Optimum genau liegt ist von den jeweils bestehenden Randbedingungen abhängig: den Windverhältnissen am Standort, der Kostenentwicklung mit der Größe der Komponenten, der Verfügbarkeit und der Kosten der Standorte und anderen Faktoren, die sich natürlich auch über die Zeit und mit der technischen Entwicklung verschieben.

In Deutschland gibt es im Gegensatz zu den meisten anderen Ländern derzeit für Windkraftanlagen mehr Investitionskapital als standortbedingt verfügbare Investitionsmöglichkeiten. Dadurch verschiebt sich die Größe projektierte bauender Land-Windkraftanlagen in Richtung höherer Leistungen. Für Landanlagen in Deutschland liegt laut Berechnungen des CWD dieses Optimum mit den gegenwärtigen Randbedingungen bei Anlagenleistungen von 1,5 bis 1,8 MW. Da für Offshore-Anlagen aufgrund der logistischen und technischen Problemstellungen auf hoher See der Basisaufwand – u.a. für die Gründung und die Anlagen-Montage, aber auch für spätere Wartung und Reparatur – viel größer ist als an Land, liegt hier das Optimum viel höher und die Größe der neu installierten Anlagen wird gegenwärtig durch die technischen Möglichkeiten begrenzt. 5 MW sind fast die Regel geworden und die modernsten Anlagen liegen bei ca. 7 MW.

Technische Herausforderungen

Während also bei Offshore-Anlagen die größte Herausforderung darin besteht, immer größere Anlagen technisch beherrschbar zu machen, liegt diese bei den Onshore-Anlagen vor allem darin, die Herstellkosten und den Wartungsaufwand der bestehenden Anlagengrößen durch technische Verbesserungen zu reduzieren. Gleichzeitig lag in den letzten Jahren ein Schwerpunkt der Entwicklung der Onshore-Anlagen darin, wie es gelingt, auch

Abb. 5: Wirtschaftlichkeit von Windenergieanlagen – Betriebskosten (Quelle: DEWI-Studie 2002)



an Standorten mit niedrigeren durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten eine höhere Energieausbeute zu erreichen.

Außerdem wird natürlich weiterhin an einer Erhöhung der Energieeffizienz der Anlagen gearbeitet sowie an einer Reduzierung der Schallemissionen.

Gründung

Onshore

Die Gründung von Windkraftanlagen an Land erfolgt i.d.R. nach dem gleichen Prinzip wie das Aufstellen eines Sonnenschirms mittels eines schweren runden Fußes. Es wird aus mit Stahl bewehrtem Beton eine runde Basis gegossen, die einerseits durch ihr Gewicht den Gesamt-schwerpunkt der Anlage weiter nach unten bringt und durch ihren Durchmesser die Kippkante ausreichend weit von ihrem Schwerpunkt legt, dass die Anlage durch die maximal angreifenden Windkräfte nicht umgeworfen werden kann. Durch die Verstellung der Richtung der Rotorachse kann, falls notwendig, die Anlage aus dem Wind gedreht werden, um das Kippmoment zu begrenzen.

Bei einer Anlage mit einer Leistung von 2,4 MW und einer Nabenhöhe von 141 m verwendet man beispielsweise eine Basis mit etwa 22 m Durchmesser. Dieser Radius von 11 m stellt den Abstand der Kippkante vom Schwerpunkt der Anlage dar. Durch die maximalen Kräfte des Windes verschiebt sich der dynamische Schwerpunkt

um ca. 4 m. Damit dies nicht zum Umfallen der Anlage führen kann, muss der Boden eine ausreichend steife Bettung dieses „Schirmständers“ bieten, so dass sich die Anlage weder durch elastisches Einsinken noch durch Kriechbewegungen so weit neigen kann, dass sich der Schwerpunkt bis über die Kippkante wegbewegt. In der Praxis kommt dieser katastrophale Fall praktisch nicht vor. Es muss allerdings verhindert werden, dass das Fundament durch die Schubkraft des Rotors einseitig einsinkt und sich der Turm dauerhaft neigt.

Da solche Anlagen in Deutschland selten direkt auf Felsgrund gebaut werden, muss in den meisten Fällen die Tragfähigkeit des Bodens durch Bodenverbesserungsmaßnahmen erhöht werden. Das gebräuchlichste Verfahren hierzu ist die Rüttelstopfverdichtung, die darin besteht, ein langes Rohr mit einer Rüttelspitze vertikal in den Boden zu drücken, in der über eine Unwucht mit vertikaler Drehachse eine umlaufende Vibrationskraft erzeugt wird, die den Boden verdichtet und verdrängt. In das entstehende Loch wird dann Kies eingefüllt und wiederum verdichtet und in den umliegenden Boden gedrückt. Dadurch erhält der umliegende Boden eine erhöhte Tragfähigkeit, die Kiessäule entwickelt eine zusätzliche Stützwirkung und der Boden wird entwässert, so dass instabile Wasserpolster vermieden werden.

Die Gründung mit Ortbetonpfählen ist demgegenüber für die meisten Bodenver-



Abb. 6: Fundament einer Onshore-Windkraftanlage (Quelle: Firmengruppe Max Bögl/Herbert Stolz)

hältnisse bei den derzeitigen Anlagen-
größen unwirtschaftlicher und würde erst
für deutlich größere Anlagen wirtschaft-
lich.

Die Herausforderung hierbei liegt darin,
dass der Untergrund immer nur unvoll-
ständig bekannt ist. Häufig wird pro An-
lage nur eine Aufschlussbohrung zur Bau-
grunderkundung gebohrt. Der Boden ist
aber gerade in hügeligen und bergigen
Lagen, also dort, wo aufgrund der Wind-
ausbeute die bevorzugten Aufstellungs-
orte sind, so inhomogen, dass sich noch
innerhalb des Durchmessers des Funda-
ments deutliche Änderungen der Boden-
verhältnisse einstellen können. Darüber
hinaus ändern sich die Bodeneigenschaf-
ten bei stärkerem Regen deutlich, so dass
die festgestellten Bodeneigenschaften
nochmal stark streuen können.

Die Gründung muss also mit situations-
spezifischen Sicherheitsfaktoren ausge-
legt werden und mit so robusten Prozes-
sen gefertigt werden, dass trotz dieser
Unwägbarkeiten eine funktionssichere
Gründung entsteht.

Offshore

Ramm-Gründung

Dem gegenüber sind Flachgründungen
und Schwergewichtsgründungen bei Off-
shore-Anlagen nur bis zu einer gewissen
Tiefe wirtschaftlich sinnvoll. Darunter
arbeitet man mit großen Monopiles (Ein-
zelpfählen), mit Tripods (drei kleinere
Pfähle, die zu einem großen zusammen-
gefasst werden) oder mit Jackets (vier
Pfähle, die über eine Fachwerk-Struktur
zu einer Basis für die Anlage zusammen-
gefasst werden). Werden die Tiefen noch

größer, führt man die Offshore-Plattfor-
men schwimmend aus und verankert sie
im Meeresgrund gegen Wegdriften.

Die Gründung im Meeresboden wird dabei
i.d.R. durch hämmerndes Einrammen von
großen und dickwandigen Stahlrohren, die
bei Monopfählen einige hundert Tonnen
Gewicht haben können, ausgeführt. Ob-
wohl die Rammungen eine bewährte und
relativ einfache zu beherrschende Technik
darstellen, entstehen dabei zwei Probleme:

- Beim Rammen der Rohre kann sich
durch Verdichtung und Verspannung
des Korngerüsts im Inneren des Rohrs
ein Pfropfen bilden, durch den ein wei-
teres Rammen mit den bestehenden
Mitteln unmöglich wird. Abhilfe schaf-
fen hier u.a. Drehbohr-Methoden, mit
denen der Pfahl ausgebohrt wird, so
dass er danach weitergerammt werden
kann. Im Offshore-Windpark Barrow
wurde dies z.B. mit einem sog. FlyDrill
gemacht, einem Bohrapparat, der mit-
hilfe des Schiffskrans auf das Rohr ge-
hoben wird und sich darauf verklemmt
(Abb. 7). Mittlerweile wurden unter
dem Namen DiveDrill auch Geräte kon-
zipiert, die am Seil in das Bohrloch ein-
gesenkt werden und sich dann zum
Bohren im Rohr verspannen. Er arbeitet
dann im Kellybohrverfahren als voll
autarke Bohranlage und wird vom
Schiff aus ferngesteuert. Kann abge-
sehen werden, dass unter den zu
erwartenden Bodenverhältnissen beim
Rammen eine Pfropfbildung möglich
ist, sollten entsprechende Gerätschaf-
ten an Bord mitgeführt werden.
- Da beim Rammen Hydraulikhämmer
mit Schlaggewichten von bis zu 180 t
verwendet werden, treten beim Auf-

schlag auch entsprechend hohe
Schwingungen auf, die u.a. durch den
eingeschlagenen Pfahl ins Wasser als
Unterwasserlärm abgegeben werden.
Das Wasser leitet die Schwingungen
mit relativ geringer Dämpfung weiter,
so dass das Einrammen eines Pfahls an
der Europäischen Nordseeküste noch
an der Küste Nordamerikas akustisch
gemessen werden kann. Gerade bei
Meeressäugetieren ist das Gehör nach-
weislich so empfindlich, dass durch
diesen Unterwasserlärm schwere
physische Schäden entstehen können
und auch das Orientierungsvermögen
geschädigt wird.

Daher wurde in Deutschland vom Um-
weltbundesamt als Grenzwert für Off-
shore-Arbeiten ein Unterwasser-Schall-
energiepegel von 160 dB in 750 m Entfer-
nung von den Rammarbeiten definiert.
Die 160 dB gelten für den sog. Einzelereig-
nispegel (SEL) und beziehen sich auf die
in 750 m Entfernung gemessene Schall-
energie eines Schlags über seine Wirk-
dauer, wobei als Basis des Pegels $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$
gesetzt ist. Daneben gilt für den Spit-
zenpegel, also den maximal auftretenden
Schalldruck eines Ereignisses, ein
Grenzwert von 190 dB (peak-to-peak) bzw.
184 dB (peak). Aufgrund der unterschied-
lichen Referenzwerte der Schallpegelan-
gaben in Luft und in Wasser, aber auch
aufgrund der unterschiedlichen physika-
lischen Eigenschaften unterscheiden sich
gleiche Pegelangaben (d.h. gleiche dB-
Werte) für Luft und Wasser in ihrer Inten-
sität (also der Energieflussdichte) um ca.
62 dB, was die dem Anschein nach extrem
hohen Grenzwerte und Messwerte unter
Wasser erklärt.

Abb.7a und b:
Ausbohren des Pfropfens bei einem Ramm-
pfahl mit $\varnothing 4,5 \text{ m}$ mit dem BAUER Flydrill BFD 5500
für das Projekt Offshore-Windpark Barrow
(Quelle: BAUER AG)

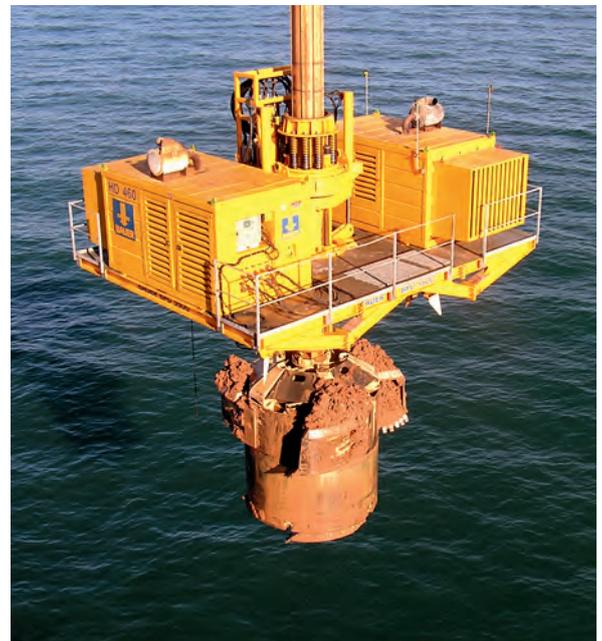
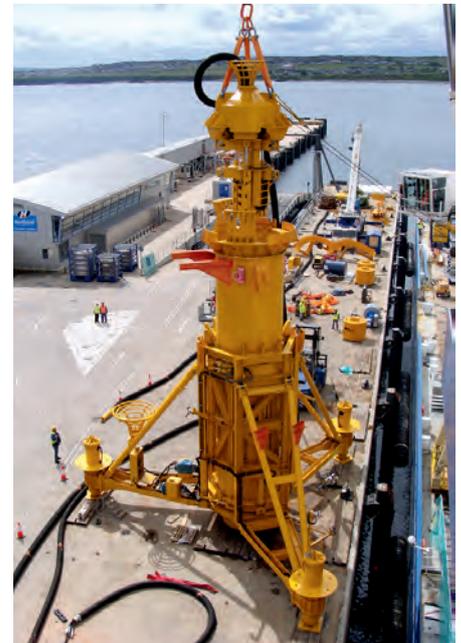




Abb. 8a und b:
Bohren einer Gründung für eine Tidenkraft-Anlage in
knapp 40 m Meerestiefe mit dem BAUER Seadrill BSD 3000
(Quelle: BAUER AG)



160 dB unter Wasser entsprechen also über Wasser einem Schallpegel von ca. 98 dB. Die Werte der dB-Skala beziehen sich jeweils auf eine logarithmische Skala, so dass eine Erhöhung um 3 dB einer Verdopplung der Schallenergie entspricht. Konventionelle Rammarbeiten mit großen Hämmern liegen i.d.R. weit über diesem Grenzwert.

Zur Reduzierung der Schallemissionen wurde eine Reihe von Methoden vorgeschlagen und getestet, z.B. das Legen eines Blasenschleiers um die Ramm-Stelle mithilfe eines kreisförmigen, perforierten Schlauchs am Meeresboden, in den mit großen Kompressoren Luft eingepumpt wird. Allerdings hat sich herausgestellt, dass bei großen Gründungen mehrere Maßnahmen kombiniert werden müssen, um die Grenzwerte zu unterschreiten. Dies führt zu komplexen, schwer beherrschbaren Arbeiten und hohen Kosten.

Bohrende Gründungsverfahren

Als Alternative zu den rammenden Gründungsverfahren wurden vielfach bohrende Gründungsverfahren vorgeschlagen, wie sie an Land die Regel sind. Bei der Gründung der Tidenenergie-Pilotanlage von RWE Innogy im Orkney-Archipel im Rahmen des European Marine Energy Centre (EMEC) konnte nachgewiesen werden, dass Bohrungen selbst in sehr hartem Untergrund (150 MPa) eine geringere Schalleistung erzeugen als das Schiff, welches das Bohrgerät trägt, und dass das Bohrgeräusch in 750 m Entfernung im Grundgeräusch des Meeres untergeht (Abb. 8).

Für Gründungsbohrungen von Offshore-Windkraftanlagen wurden eine Reihe von Bohrverfahren vorgeschlagen. Allerdings

ist es außerordentlich schwierig, diese Verfahren in der Praxis zu etablieren, da jeder Betreiber eines zukünftigen Windkraftparks das Risiko scheut, auf neue, noch nicht im großen Feldtest erprobte Verfahren zu setzen.

Ein auftragsunabhängiger Test ist teuer und für entsprechende Spezialtiefbauunternehmen ohne weitreichende Forschungsbezuschussung wirtschaftlich kaum zu stemmen. Und bei herkömmlichen Gründungen wird bei Überschreitung der Lärmgrenzwerte von den Behörden immer noch milde reagiert, solange die Bemühung zu einer Reduzierung der Lärmemissionen spürbar ist.

Turm

Je höher der Rotor einer Anlage sitzt, umso höher liegt dort die durchschnittliche Windgeschwindigkeit. Speziell bei Wäldern ist die Windgeschwindigkeit kurz oberhalb der Bäume noch stark reduziert. Und natürlich ist es für die Belastung der Rotorblätter und des Hauptachsenlagers ungünstig, wenn bei zu großer Nähe des Rotors zum Boden die durchschnittliche Windkraft am Rotor zwischen der obersten Stellung und der untersten Stellung zu stark schwankt.

Mit dem Rotordurchmesser muss also auch die Turmlänge entsprechend wachsen. In neuerer Zeit hat der Wunsch, auch in windschwächeren Gebieten eine gute Leistungsausbeute zu erreichen, zur Einführung sog. Schwachwindanlagen geführt. Diese haben einen ausgesprochen großen Rotor (daher natürlich auch einen entsprechend hohen Turm) und einen relativ kleineren Generator.

Die hohen Turmlängen und die durch entsprechend höhere Biegebelastung induzierten großen Turmfußdurchmesser stellen aber ein logistisches Problem dar. Dies umso mehr, weil Windkraftanlagen häufig in höheren Positionen in unwegsamem Gelände und abseits der Städte und Verkehrsadern gebaut werden.

Für den Offshore-Bereich haben sich Stahlrohrtürme, die unten konisch auseinanderlaufen, etabliert. Die Einzelstücke, deren Länge sich nach den Transportmöglichkeiten richten, werden über Flansche aneinandergeschraubt. An Land entwickelt sich neben den Stahltürmen und teilweise Gittermast-Türmen die Hybridbauweise zu einer logistisch sehr günstigen Variante: im unteren Teil werden Betonfertigteile – meistens jeweils nur Rohr-Halbschalen (bzw. Konus-Halbschalen) – zusammengesetzt und dann mit Spannseilen, die durch Löcher in diesen Halbschalen gefädelt werden, vertikal zusammengespannt. Im oberen Teil sind dann wieder geflanschte Stahlrohre zu finden.

Klassischerweise werden für die Montagearbeiten große Mobilkrane eingesetzt. Diese haben aber den Nachteil, dass sie einen gewissen Abstand vom Turm brauchen, so dass entsprechende Rangierflächen geschaffen werden müssen (was gerade im Wald ungünstig ist).

Neuerdings hat sich – entwickelt von der Firma Bögl – auch der Einsatz von selbsterrichtenden obendrehenden Turmdrehkränen etabliert, die auf dem Fundament der Windkraftanlage stehen und sich mit zunehmendem Baufortschritt des Turms auch an diesem abstützen können.



Abb. 9a und b: Montage der Gondel bzw. des Turms einer Windkraftanlage mittels eines Raupenkrans bzw. eines Turmdrehkrans (Quelle: Firmengruppe Max Bögl)

Rotor

Eine Herausforderung stellt natürlich auch der Transport der Rotorblätter dar: Beispielsweise hat eine Siemens 6.5-150 Anlage mit 6 MW Leistung eine Einzelblatt-Länge von 75 m. Diese Blätter werden in einem Stück gefertigt und müssen natürlich auch so transportiert werden.

Onshore-Anlagen haben zwar etwas kürzere Rotorblätter, aber diese müssen teilweise auf Bergstraßen gefahren werden. Daher wurden spezielle Sattelaufleger entwickelt, bei denen der Rotor nach oben oder zur Seite geneigt werden kann, um so an Hindernissen vorbeizukommen.

Der Rotor einer Windkraftanlage entspricht dem Flügel eines Flugzeugs. Durch den Auftrieb der Tragflächenform des Rotors dreht der Wind diesen und treibt damit über die Hauptachse – eventuell über ein Getriebe drehzahlübersetzt – den Generator der Anlage an. Dabei hat aufgrund der geringeren Blattgeschwindigkeit der innere Teil des Rotors ganz andere Strömungsverhältnisse als der äußere Rotorteil, was eine Verwindung des Blatts zur Folge hat. Die Rotoren werden üblicherweise aus Glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) hergestellt.

Aufgrund strömungsmechanischer Gesetzmäßigkeiten liegt bei üblichen Dreiblattrotoren das Verhältnis zwischen der Windgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit der Rotorspitze in etwa bei 1:7–1:8 (man bezeichnet dieses Verhältnis als

Schnellaufzahl). Bei den maximalen Betriebswindgeschwindigkeiten von Windkraftanlagen ergibt sich daher als höchste Rotorspitzen geschwindigkeit eine Zahl von 300–400 km/h.

Bei solchen Geschwindigkeiten können natürlich Vögel und Fledermäuse den Blättern nicht mehr ausweichen und können von diesen erschlagen werden. In der Realität ist aber bei intelligenter Standort-Auswahl die Gefährdung dieser Tiere nicht allzu hoch, so dass Windkraftanlagen eher eine geringere Sterblichkeit die-

ser Tiere hervorrufen als andere Industrieanlagen.

Gleichzeitig rufen solch hohe Geschwindigkeiten natürlich entsprechende Geräusche hervor; und dies noch dadurch verstärkt, dass durch Verwirbelungen in der Luft noch höhere Strömungsgeschwindigkeiten als die Absolutgeschwindigkeit des Rotors entstehen können. Wenn auch Windkraftanlagen im normalen Betrieb relativ leise sind, ist es eine wesentliche Herausforderung der Weiterentwicklung, den Rotor strömungsmechanisch noch effizienter und leiser zu machen.

Dabei nimmt man sich die Entwicklungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie zum Vorbild. Die Strömung am Rotor kann z.B. durch Winglets (wie sie bei modernen Verkehrsflugzeugen an den Enden der Tragflächen nach oben weisen) noch weiter verbessert werden. Und die Umströmung der Rotoren lässt sich durch Behandlung der Oberfläche z.B. durch Schleifen weiter verbessern.

Auch die Regelungsstrategie der Windkraftanlage hat einen Einfluss auf ihre Geräuschentwicklung. Früher wurde zur Drehzahl und Überlastregelung bewusst ein Strömungsabriss am Blatt verursacht, was zu entsprechenden Verwirbelungen und Geräuschentwicklungen geführt hat. Heutzutage lässt sich dieses Ziel auf wesentlich intelligentere und leisere Art erreichen.

Zur Senkung der Herstellkosten wird heutzutage an der Automatisierung der Rotorfertigung gearbeitet. Auch das Material der Rotoren ist eine neue Herausforderung: Aufgrund der immer größeren Rotordurchmesser bei Offshore-Anlagen wird die Biegebelastung dieser Rotoren immer

Abb. 10: Rotorblätter bei der Verladung aufs Schiff am Rostocker Hafen (Quelle: Nordex SE)





Abb. 11a und b: Gondel einer getriebelosen Siemens-Windkraftanlage mit Synchrongenerator mit Permanentterregung und einer Nordex-Anlage mit Getriebe und doppelt gespeistem Asynchrongenerator (Quelle: www.siemens.com/presse; Nordex SE)

höher. Um die höheren Spannungen übertragen zu können wird daher vermehrt Kohlenfaserverstärkter Kunststoff (CFK) eingesetzt.

Um die Rotoren an die Windgeschwindigkeit anzupassen, wird deren Anstellung zum Wind angepasst, indem sie mit Motoren um ihre Längsachse geneigt werden. Das Windströmungsfeld in der Rotorfläche, bei der Samsung S7.0-171 immerhin über 23.000 m², also mehr als die 3-fache Fläche eines Fußballfelds, ist allerdings nicht gleichmäßig. Das beginnt mit der Windabschattung des Rotors beim Vorbeigang am Anlagenturm. Um dies auszugleichen und damit vor allem die dynamische Belastung von Rotorblatt und Hauptlager zu reduzieren, wurde vor einiger Zeit die Einzelblattverstellung eingeführt, durch die dieser Effekt weitgehend ausgeglichen wird.

Schwieriger ist dies bei den natürlichen Fluktuationen des Winds in der Rotorfläche. Um auch hier auszugleichen, wird an der Online-Vermessung der Windge-

schwindigkeit in dieser Fläche geforscht und daran, wie die Rotorblätter diese Fluktuationen schnell ausgleichen können. Die übliche Pitch-Verstellung der Einzelblätter ist hier zu langsam, so dass z.B. eine Art Höhenruder am Blatt angedacht ist.

Maschinenhaus (Gondel)

Getriebe und Generator haben einen eminenten Einfluss auf den Wirkungsgrad der Anlage als auch auf deren Wartungs- und Reparaturbedarf. Hier stehen sich verschiedene Konzepte gegenüber, die alle ihre Vor- und Nachteile haben und zwischen denen noch nicht der letztendliche Sieger zu ermitteln ist.

Anlagen mit Getriebe erfordern aufgrund der höheren Antriebsdrehzahl nur einen kleineren Generator, was diesen natürlich preisgünstiger macht. Getriebelose Anlagen, bei denen der Generator größer und teurer ist haben den Vorteil, dass ein nicht vorhandenes Getriebe auch keine War-

tung und Reparaturen braucht. Der Blick in die Statistik zeigt allerdings, dass weit mehr Probleme von Windkraftanlagen aus dem elektrischen Teil kommen, als aus dem mechanischen Getriebe.

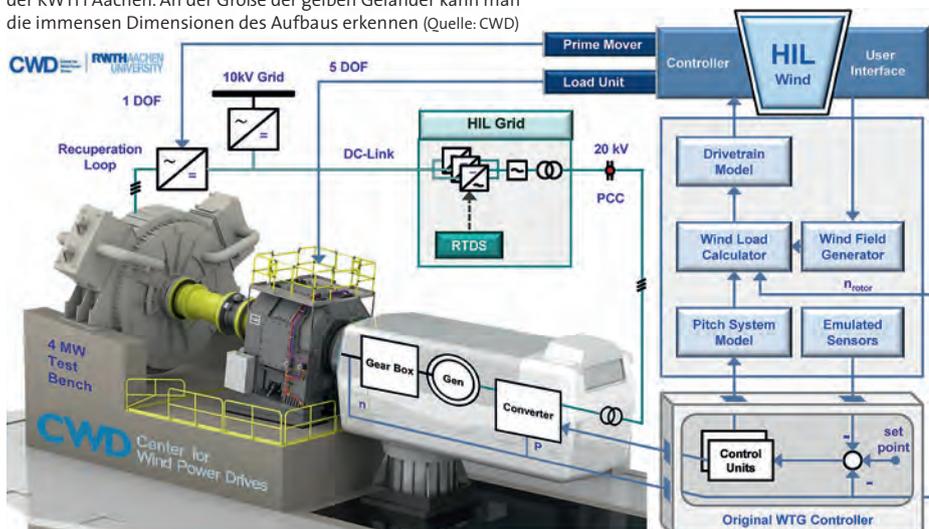
Beim Generator wiederum liegen die Konzepte im Wettstreit, die Erregung im Rotor-Teil des Generators durch einen hochleistungsfähigen Permanentmagneten zu machen, der mit speziellen Seltenen Erden arbeitet, was ihn sehr teuer macht. Demgegenüber steht die preiswertere aber voluminösere Anregung durch eine Spule im Rotorteil. Bei beiden Konzepten wird im Generator eine drehzahl- und damit windabhängige Wechselspannung erzeugt, die durch einen teuren und verlustbehafteten elektronischen Frequenzumrichter auf die Netzfrequenz umgerichtet werden muss.

Einen Teil dieses Aufwands kann man sparen, wenn die Erregerspule durch eine Spannung variabler Frequenz beaufschlagt wird, womit man die Ausgangsfrequenz des Generators direkt auf Netzfrequenz regeln kann. Dadurch muss nur ein Teil des Energiehaushalts des Generators durch einen Frequenzumrichter transformiert werden.

Windkraftanlagen werden heutzutage auf 20 bis 25 Jahre Betrieb ausgelegt. Um während dieser Betriebszeit keine unangenehmen Überraschungen bezüglich der Haltbarkeit zu erleben und die Konstruktion der Anlage auf möglichst geringe Wartungs- und Reparaturkosten zu optimieren (die in der Gesamtkostenrechnung eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen), muss die Anlage ausführlich getestet werden und innerhalb relativ kurzer Zeit das Lastspektrum aufgeprägt werden, das normalerweise innerhalb der genannten 25 Jahre entsteht.

Dazu wurden in letzter Zeit riesige Versuchssimulatoren entwickelt und gebaut, die die Belastungen auf die Komponenten und im Speziellen auf Hauptlager, Getriebe und Generator aufbringen. Als besonderes Highlight dieser Entwicklung kann der Prüfstand des Center for Windpower Drives (CWD) der RWTH Aachen gelten, der gerade im finalen Aufbau im Großmaßstab ist. Hier wird online die Rückwirkung des dynamischen Verhaltens der Komponenten auf die einwirkenden Lasten simuliert, indem die strömungsmechanischen und strukturmechanischen Effekte in Echtzeit gerechnet werden und über riesige Aktuatoren auf die Komponenten aufgebracht werden.

Abb. 12: 4 MW Hardware-in-the-loop-Teststand des Center for Wind Power Drives (CWD) der RWTH Aachen. An der Größe der gelben Geländer kann man die immensen Dimensionen des Aufbaus erkennen (Quelle: CWD)



Autor:
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Bauer
BAUER Maschinen GmbH

aktuell – rund um die BG BAU

Tag gegen Lärm warnt vor Hörschäden

Risiken für Auszubildende sind besonders hoch

Kreissägen, Pressluftschlämmer und dröhnende Maschinen erreichen auf vielen Baustellen hohe Lärmpegel: Wer sich nicht schützt, wird krank. Lärmschwerhörigkeit ist nach Hautkrebs durch UV-Strahlung die häufigste anerkannte Berufskrankheit in der Bauwirtschaft. Deshalb startete die BG BAU am Tag gegen Lärm 2017 zusammen mit dem Branchennachwuchs praktische Aktionen direkt in den Ausbildungszentren. Dabei schärfte die Fachleute der BG BAU das Bewusstsein der Jugendlichen über Lärmrisiken in Beruf und Freizeit und informierte über Schutzmaßnahmen. Denn sicheres Verhalten lohnt sich für alle Beschäftigten und ihre Familien: Das ist auch die Kernbotschaft des Präventionsprogramms der BG BAU „Bau auf Sicherheit. Bau auf Dich“, dessen Bestandteil die Aktionen zum Tag gegen Lärm waren.

Maschinen und Werkzeuge am Bau sind laut: Schwere Fahrzeuge oder Kompressoren z.B. kommen auf 90 dB(A), Baukreissägen und Schlagbohrmaschinen über 100 dB(A). Wer ungeschützt und über längere Zeit einem Schallpegel über 85 dB(A) ausgesetzt ist, kann unheilbare Schäden davon tragen. Arbeitsstellen mit solchen Lärmpegeln sind deshalb als Lärmbereiche zu kennzeichnen. Technische und organisatorische Maßnahmen sind dort notwendig, um Lärm zu mindern.

Beim technischen Standard hat sich in den vergangenen Jahren viel bewegt. So haben Hersteller viele lärmreduzierte Arbeitsmittel auf den Markt gebracht. Beispiele sind geräuschreduzierte Diamanttrennscheiben für Steinsägen, Spezialzangen für leisere Abbrucharbeiten oder schalldämmte Sägeblätter für Kreissägen. Sinnvoll sind oft auch mobile Schallschutzwände und -kapseln.

Doch nicht überall werden solche Möglichkeiten genutzt, immer noch ist die „Akustische Vielfalt“, so das Motto des Tages gegen Lärm 2017, auf vielen Baustellen viel zu lautstark. Wenn Lärm nicht vermieden werden kann, kommt persönlicher Gehörschutz zum Einsatz. Ab einer durchschnittlichen Lärmbelastung an einem 8-stündigen Arbeitstag von 80 dB(A) – das entspricht starkem Straßen-



verkehr oder einem vorbeifahrenden Lkw – haben Arbeitgeber ihren Beschäftigten geeigneten Gehörschutz bereitzustellen. Beschäftigte müssen ihn ab 85 dB(A) tragen. Schutzmaßnahmen sind dringend geboten: Deutschlandweit sind rd. 5 Mio. Beschäftigte schädigendem Lärm ausgesetzt, so die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Die gewerblichen Berufsgenossenschaften zahlten 2015 fast 117 Mio. € an Heilbehandlungen, Rehabilitation und Renten für rd. 39.000 Lärmgeschädigte. Die BG BAU hatte im gleichen Jahr über 17 Mio. € für über 6.000 Lärmgeschädigte aufzubringen.

Dabei stellt sich Lärmschwerhörigkeit schleichend und über längere Zeit ein und wird von den Betroffenen zunächst nicht wahrgenommen. Erste Anzeichen lassen sich aber durch kostenlose Hörtests des ASD der BG BAU erkennen.

Die Zahl der Geschädigten kann in den kommenden Jahren noch anwachsen. Grund: Gerade junge Leute setzen sich auch in der Freizeit großem Lärm aus. Mehrere Studien (z.B. OHRKAN-Studie des Universitätsklinikums Regensburg 2015/2016 und Erhebungen der HNO-Ärzte) haben festgestellt, dass die Musik-Hörgewohnheiten von Jugendlichen die Gefahr eines lärmbedingten Hörschadens bergen. Der ASD der BG BAU stellt immer wieder fest, dass manche Jugendliche schon am Beginn ihrer Ausbildung über ein nicht mehr ganz intaktes Gehör verfügen.

Für junge Beschäftigte vom Bau sind die Risiken, nach einigen Berufsjahren eine

Lärmschwerhörigkeit davonzutragen, besonders hoch: Laute Musik in Clubs, Konzerten, mobilen Abspielgeräten oder im Auto erreichen locker Schallpegel von 90 bis 100 dB(A). Bei solchen Lautstärken leidet das Gehör schon nach 15 Minuten wie nach einem 8-stündigen Arbeitstag mit einer Belastung von 85 dB(A). Das Gehör aber macht keinen Unterschied zwischen Lärm in Beruf und Freizeit. Wird es zu oft und zu lange hohem Schall ausgesetzt, können sich die Hörsinnszellen im Innenohr nicht mehr regenerieren. Folge ist ein irreparabler Hörschaden.

Deshalb informierten die Fachleute der BG BAU die Auszubildenden während des Aktionstages praxisnah über Lärmgefahren in Beruf und Freizeit. Direkt an ihren Lernorten erfuhren sie, dass der Lärm von Handkreissägen, Winkelschleifern und Elektro-Bohrhämmer über 85 dB (A) liegt. Ohne Gehörschutz geht da nichts.

Dabei sind die Aktionen der BG BAU zum Tag gegen Lärm in den Rahmen des über mehrere Jahre angelegten Präventionsprogramms „Bau auf Sicherheit. Bau auf Dich“ eingebettet. Ziel des Programms ist es, die Beschäftigten der Bauwirtschaft insgesamt stärker für die Belange des Arbeitsschutzes zu sensibilisieren. Der Arbeitsschutz soll als Bestandteil des alltäglichen Handelns etabliert werden, denn ganzheitliche Prävention lässt sich nicht auf das Einhalten von Regelwerken beschränken. Daher liegt der Fokus des Programms auf dem individuellen Verhalten der Beschäftigten.

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Spezialtiefbau

Dipl.-Ing. Volker Sinnhuber, Hamburg



Der Spezialtiefbau als eine Sparte im Bauwesen verlangt spezielle Kenntnisse sowohl der Geotechnik als auch der Maschinenbautechnik. Ebenso sind Kenntnisse der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes für das Zusammenspiel von Menschen, Maschinen und örtlichen Gegebenheiten notwendig. Der folgende Beitrag erläutert diese Interaktionen insbesondere mit Blick auf Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.

Tätigkeitsfelder im Spezialtiefbau

Um einen Überblick zu erhalten, ist es notwendig, die einzelnen Tätigkeitsfelder im Spezialtiefbau zu benennen. Wesentliche Tätigkeitsmerkmale, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, sind:

- Bohr-, Bohrpfahl- und Bohrpfahlwandaarbeiten,
- Schlitzwandaarbeiten,
- Dichtwandaarbeiten,
- Ramm-, Rüttel- und hydraulische Einpressarbeiten,
- Verbauarbeiten,
- Unterfangungsarbeiten,
- Injektionsarbeiten,
- Baugrundvereisung,
- Verpressankerarbeiten,
- Wasserhaltungsarbeiten,
- Brunnenbau.

Unfallzahlen

Alle Verfahren des Spezialtiefbaus sind sehr maschinenintensiv und nicht nur der Herstellungsprozess von vertraglich geschuldeten Leistungen führt zu Unfällen, sondern auch Auf-, Abrüst- und Wartungsarbeiten an den Maschinen. Die Unfallzahlen spiegeln rund 100 untersuchte Unfälle der Aufsichtspersonen von 2010 bis 2016 wider. Dabei sind die vor Ort gesammelten Erkenntnisse eingeflossen. Maschinenart, Tätigkeit, Aufenthaltsort der Beschäftigten und Randbedingungen der Baustelle sowie die Aussagen der Beschäftigten wurden berücksichtigt. Hieraus lassen sich Schlüsse ziehen, die wiederum in die Vorschriften, Regeln, Normungen und Forschungen einfließen können. So haben z.B. Einzugsunfälle bei den Geräten für Anker-, Geothermie- und Aufschlussbohrungen besonders in England und Frankreich dazu geführt, dass die sog. Käfige Einzug in die neue Norm DIN EN 16228 „Geräte für Bohr- und Gründungsarbeiten“ gefunden haben.

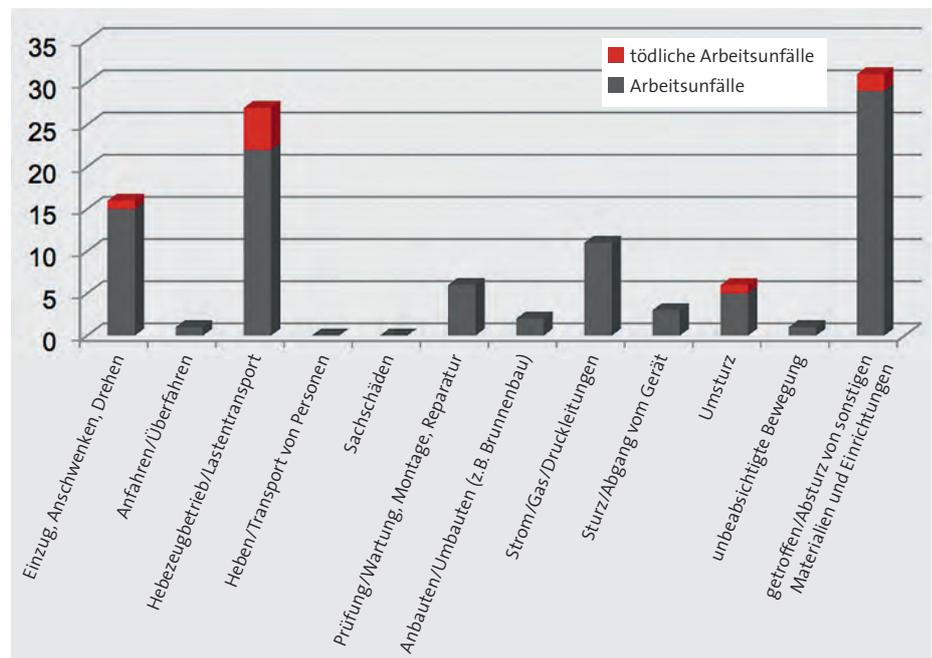
Die Unfälle wurden in verschiedene Rubriken unterteilt, wobei die Reihenfolge willkürlich gewählt wurde (Abb. 1). Der Einzug, das Anschwenken oder Drehen von Geräten des Spezialtiefbaus bildet die erste Rubrik. In der noch gültigen Berufsgenossenschaftlichen Regel „Arbeiten im Spezialtiefbau“ (DGUV Regel 101-008 ehemals BGR 161) ist der Sachverhalt Aufenthalt im Gefahrenbereich einer Maschine beschrieben. Der Einsatz von Überwachungseinrichtungen, Kommunikationsmitteln, Sicherheitsschaltungen/Verriegelungen und der Einsatz von Sicherheitsposten werden als Schutzmaßnahmen genannt.

Beobachtungen auf Baustellen und die untersuchten Unfälle zeigen i.d.R. jedoch, dass sich die Mitarbeiter bei nahezu allen Arbeitsgängen im Gefahrenbereich befinden. Die Kommunikation findet aufgrund der Maschinenlautstärke nicht statt und Kamera-Monitorssysteme, die z.B. den verdeckten Bereich des Mäklers abbilden, sind nicht vorhanden. Mit Funk ausgerüstete

Kapselgehörschützer sind selten anzutreffen. Klassische Einzugsunfälle durch drehendes Bohrgestänge sind in den Jahren 2010 bis 2016 nur zwei untersucht worden. Einer dieser Unfälle ereignete sich auch noch zwischen Bohrloch und unterer Aufnahme des Bohrgestänges am Bohrgestänge, so dass weder Schaltleinen noch Verdeckungen den Unfall verhindert hätten.

Die zweite Rubrik befasst sich mit dem An- oder Überfahren von Mitarbeitern. Hier ist nur ein untersuchter Unfall erfasst, bei dem ein Bagger beim Andienen eines Bohrrohres einem Mitarbeiter über den Fuß fuhr. Der Aufenthalt im Gefährdungsbereich von Erdbaumaschinen ist zunächst grundsätzlich verboten und nur bei der Lastaufnahme im Hebezeugbetrieb unter gewissen Voraussetzungen erlaubt. Trotz dieser eher geringen Unfallanzahl wird darauf hingewiesen, dass auch bei den nachfolgenden Rubriken immer wieder Erdbaumaschinen involviert sind. Bagger, Radlader und Teleskoplader sind „die“ Arbeitsmittel für das Bewegen von Lasten.

Abb. 1: Unfälle im Spezialtiefbau 2010–2016, die von der BG BAU untersucht wurden (Quelle: BG BAU/Sinnhuber)



Der Hebezeugbetrieb bzw. der Lasten-transport bildet die nächste Gruppe. In den Jahren 2014 bis 2016 waren fünf tödliche Unfälle zu verzeichnen. Der Aufenthalt unter schwebenden oder hängenden Lasten scheint nicht mit einer Gefährdung verbunden zu werden. Auch das mögliche Kippen von Spundwandbohlen, Betonfertigteilpfählen oder Trägern wird selten in einer Gefährdungsbeurteilung erfasst. Insbesondere auffällig ist die Tatsache, dass das Baustellenpersonal häufig gar keine Chance hatte, lange Ramm-elemente sicher zu handhaben, da die hierfür erforderlichen angepassten Anschlagmittel fehlten. In der Betriebssicherheitsverordnung wird darauf hingewiesen, dass der Arbeitgeber nur solche Arbeitsmittel zur Verfügung stellen darf, die unter Berücksichtigung der vorgesehenen Einsatzbedingungen bei der Verwendung sicher sind. Bei allen untersuchten tödlichen Unfällen traf dieser Sachverhalt nicht zu. Das Tätigkeitsmerkmal der erwähnten tödlichen Unfälle war immer das Hinein- oder Herausvibrieren von Spundwänden oder Trägern. Immer beteiligt war das Anschlags- oder Sicherungselement „Knebelkette“. Dieser Umstand hat die BG BAU bewogen, dafür einen Forschungsauftrag zu vergeben.

Die arbeitsunfallträchtigste Rubrik ist das „Getroffenwerden“ von sonstigen Materialien und Einrichtungen. Ob nun Bohrschnecken auf die Lafette fallen und Hände einklemmen oder Betonierrohre beim Kontraktorverfahren Finger einklemmen, viele Variationen waren in dieser Rubrik festzustellen. Tödliche Unfälle waren ebenso zu verzeichnen. Ein Fall resultierte aus der Modifizierung der Tragkraft einer Hilfswinde eines Großbohr-/Rammgerätes. Hier versuchte man mittels Seildreieck die Tragkraft zu erhöhen. Ein Element dieses Dreiecks schlug beim Hebevorgang einem Mitarbeiter gegen den Kopf und verletzte ihn tödlich. Der zweite Fall wurde ursächlich durch einen nicht mittels Fangeinrichtung gesicherten Druckluft-Spülkopf eines Brunnenbohrgerätes ausgelöst. Hinzu kam noch, dass die Maschine über Jahre nicht von einer zur Prüfung befähigten Person in Augenschein genommen wurde. Der sich lösende Druckspülkopf schlängelte, unter Druck stehend, zunächst gegen das Bein eines Mitarbeiters und dann gegen den Kopf des zweiten Mitarbeiters, der diesen Schlag nicht überlebte.

Bei den Unfällen, in denen Maschinen des Spezialtiefbaus umstürzten, ist bei einem Unfall ein Versicherter ums Leben gekommen, bei allen anderen Unfällen wurden die Beteiligten leicht bis mittelschwer

verletzt. Bemerkenswert hierbei ist, dass nur ein Unfall mit einem Großbohrgerät untersucht wurde. In der Regel werden diese reinen Sachschäden der BG BAU nicht mitgeteilt, so dass häufig Informationen über die örtliche Presse an den gesetzlichen Unfallversicherer gelangen. Die glimpflich ausgegangenen Unfälle passierten mit Minibaggern, Mobilbaggern oder Kleinbohrgeräten. Die Bundesfachabteilung Spezialtiefbau im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie hat eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die sich mit Fragen der Standsicherheit von Geräten des Spezialtiefbaus beschäftigt. In der zurzeit gültigen Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB) ist eindeutig beschrieben, dass der Auftraggeber ausschreibungstechnisch das Planum zu erwähnen hat. Unterhalten werden muss dieses vom Auftragnehmer.

Abschließend sei noch die letzte in ihrer Häufung auffälligste Unfallrubrik erwähnt, das Anbohren oder Treffen von erdverlegten Leitungen. Sowohl bei den sog. Erdkabeln als auch bei den Horizontalbohrungen werden Erdgas- und Stromleitungen getroffen. Hier konnte man sowohl die nicht korrekten Lagebezeichnungen der Betreiber der Leitungen unfallursächlich nennen, als auch das Versäumnis der ausführenden Firmen, die Leitungspläne der Betreiber einzusehen. Inwieweit Isolierungen der Bohr-/Erdkabelstränge bei der Beschädigung von stromführenden, erdverlegten Leitungen Unfälle verhindern, müssten die Anwender mit den jeweiligen Herstellern sondieren.

Die Erfahrungen aus den Unfalluntersuchungen, die Gespräche während der Spezialtiefbauseminare und der Kontakt zu den Fachfirmen lassen den Schluss zu, dass eine substanzielle Arbeitsvorbereitung nach wie vor nicht durchgeführt wird oder werden kann. Gleichzeitig zögern die Bauunternehmen aufgrund des Marktdrucks Auftraggeberpflichten einzufordern.

Forschung und Entwicklung

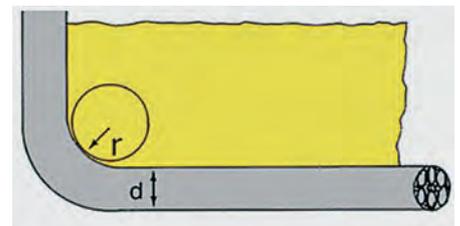
Die beschriebenen fünf tödlichen Arbeitsunfälle waren Motivation für die BG BAU, einen Forschungsauftrag für das Handling von langen Rammelementen zu vergeben. Die Grundüberlegung bestand zunächst darin, eine Klemmzange zu entwickeln, welche um 90° kippbar ist, um eine liegende Bohle aufnehmen zu können. Des Weiteren sollte dann ein Bolzen im Klemmmechanismus, welcher durch das Spundwandloch führt, die Bohle formschlüssig sichern. Ob das wiederum mit einem Federmechanismus oder hydraulisch

bewerkstelligt würde, war zunächst dahingestellt. Schnell wurde klar, dass diese Konstruktion nicht funktionieren würde. Denn durch die hohen Masse-schwingungen der Vibratoren und den fehlenden Platz im Bereich der Klemmzange würde das relativ filigrane Konstrukt in kürzester Zeit versagen.

Die wesentliche Unfallursache lag bei den Knebelketten. Diese können an der einen Seite der Knebelzange des Rüttlers mittels Bolzen fest installiert sein, werden durch das Loch des Rammelementes geführt und auf der anderen Seite mittels Knebel in eine dafür vorgesehene Tasche an der Rüttlerzange eingehakt. Damit erreicht man zunächst den Formschluss beim Hochziehen. Allerdings erfüllt diese Variante nicht die Forderung, dass die Kante, um die eine Kette geführt wird, mindestens den gleichen Radius wie das Ketten-glied haben soll (Abb. 2). Ein wirksamer Kantenschutz wäre wünschenswert.

Häufig wird der Knebel aber nicht in die dafür vorgesehene Tasche geführt, sondern verbleibt unmittelbar am Loch des Rammelementes. Die Bohle bzw. der Träger wird dann direkt über den Knebel hochgezogen. Dabei ist die Vorgabe der Hersteller der Knebelketten zu beachten. Diese geben ein Knebel/Spundwandloch-verhältnis vor. Zu einem 95-mm-Knebel gehört ein kreisrundes Loch in Bohle oder Träger von 40 mm. Möglich ist auch das Verhältnis 120 mm Knebel zu 60 mm kreisrundem Loch. Die Forderung erweist sich als problematisch, wenn es sich um Bohlen/Träger handelt, welche schon verwendet und abgebrannt wurden oder wenn vergessen wurde, werksseitig die Löcher stanzen zu lassen. Die Betriebe behelfen sich mit Brennen der Löcher vor Ort oder auf dem Betriebshof. Die Forderung nach 40 mm kreisrundem Loch wird somit zunächst nicht eingehalten.

Abb. 2a und b: DGUV Information 209-013 „Anschläger“-Verhältnis Kette zur Kante $r \geq d$



Die Lösung ist auf den ersten Blick banal. Man nimmt eine kreisrunde Scheibe (Abb. 3) mit 40 mm Innendurchmesser und legt sie vor das Loch. Allerdings hat die Scheibe wie auch das regelrecht gestanzte Loch einen weiteren Nachteil. In beiden Fällen liegt das erste, etwas längere Kettenglied nach dem Knebel so an der Lochkante, dass eine unmittelbare Kerbwirkung auf diesem besteht (Abb. 4). Wiederum wird die Forderung nach der Kante, wie bereits erwähnt, nicht erfüllt. Bei einem der fünf tödlichen Unfälle war der Riss des besagten ersten Kettengliedes unfallursächlich, bei einem weiteren Unfall stimmte das Knebel/Lochverhältnis nicht und in einem Fall war zu vermuten, dass die Knebelkette gar nicht durch das Loch geführt wurde. Hier bestand also reiner Kraftschluss durch die Klemmzange und die Bohle fiel ungesichert herab.

In Anbetracht der Unfälle sollte nun die Quadratur des Kreises als Lösung erforscht werden, die hinsichtlich der Bewertungskriterien sinngemäß lautet:

- Sicherheit (formschlüssig) als Ausschlusskriterium,
- Handhabung/Funktionalität,
- Universalität,



Abb. 3: Knebelkette mit Unterlegscheibe \varnothing 40 mm auf gebranntem Loch

- Schnittstellen/Energie (zur Maschine),
- Kosten/Lebensdauer.

Um Lösungsansätze zu finden, hat ein während des Forschungsprojekts beauftragtes Institut eine Sondierung des Marktes vorgenommen. Weltweit wurden allerdings keine technischen Entwicklungen eruiert, die eine sichere und praktikable Handhabung der Bohlen und Träger gewährleisten. Auch eine Recherche auf Internetvideoportalen führte nur zu Rüttelvorgängen, bei denen Sicherungen des Rammelementes gar nicht stattgefunden haben und die Bohlen und Träger nur über den Kraftschluss der Klemmzangen be-



Abb. 4a und b: Knebelkette und Kerbwirkung durch die Kante auf das erste Kettenglied

weg wurden. Somit musste aus der Vielzahl von Lastaufnahmemitteln für alle erdenklichen Lasten eine neue Variante konstruiert werden.

| Kriterium Nr. | Bewertungskriterien Last aufnehmen/leiten | Gewichtung | max. Punkte | Stahlbau/ Maschine | Kette | Seil | Gurt | Kette mit Form- stücken |
|------------------|--|------------|----------------|-----------------------|------------|------------|------------|-------------------------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Sicherheit | | 80 | 75 | 51 | 33 | 33 | 54 |
| 1 | Formschluss (Ausschlusskriterium) | 1 | 5 | – | – | – | – | – |
| 2 | mechanische Festigkeit | 5 | 25 | 5 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| 3 | Sicherungsmechanismus | 4 | 20 | 5 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| 4 | Verwechslung/Fehlbedienung | 6 | 30 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| | Handhabung/Funktionalität | | 70 | 54 | 48 | 46 | 50 | 48 |
| 5 | Montage/Demontage | 6 | 30 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 6 | Masse/Handling | 4 | 20 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 7 | Fernbedienbarkeit | 2 | 10 | – | – | – | – | – |
| 8 | Verschmutzung/Lagerung | 2 | 10 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| | Universalität | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | schmale/breite Profile | – | – | – | – | – | – | – |
| 10 | erste Bohle | – | – | – | – | – | – | – |
| 11 | I-Profile | – | – | – | – | – | – | – |
| 12 | Lochgröße/Position/Form | – | – | – | – | – | – | – |
| | Schnittstellen/Energie | | 30 | 15 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 13 | Schnittstelle Maschine erforderlich | 3 | 15 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 14 | kontrollierbar durch Maschinenbediener | 2 | 10 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | Sensor/Energie erforderlich | 1 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | Kosten/Lebensdauer | | 20 | 13 | 13 | 9 | 9 | 15 |
| 16 | Herstellkosten Gesamtsystem | 1 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 17 | Lebensdauer/Verschleiß | 1 | 5 | 5 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| 18 | Service/Wartung | 2 | 10 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 |
| | Bewertung ges. (Max. = 200) | | 200 | 157 | 136 | 112 | 116 | 141 |

Tabelle 1: Bewertungskriterien zur Konstruktion eines Lastaufnahmemittels (Quelle: IBAF/BG BAU)

An dieser Stelle sei erwähnt, dass Anschlagmittel für Bohlen und Träger auf dem Markt existieren, die eine formschlüssige Lastaufnahme ermöglichen: Die sog. Sicherheitsschäkel, in denen ein Bolzen mit Ratsche oder Schrittschaltwerk durch das Loch im Rammelement geführt wird (Abb. 5). Diese sind allerdings in Situationen nicht einsetzbar, in denen sie die Aufnahme des Kopfes des Rammelementes in die Klemmzange des Rüttlers behindern. Exemplarisch sei der Ziehvorgang oder das Rammen der ersten Bohle genannt.



Unter verschiedenen, auf dem Markt befindlichen Einzellösungen wurde anhand von Bewertungskriterien (Tabelle 1) relativ schnell eine Kette mit Formstücken favorisiert. Die in der Tabelle nach Punktzahl vorn liegende maschinentechnische Lösung schied wegen der mangelnden Umsetzbarkeit aus.

Nach der Festlegung des Lösungsansatzes Kette mit Formstücken wurden diese konstruiert, mittels Kunststoffdrucker hergestellt und Aufsicht führenden Polieren aus dem Spezialtiefbau vorgestellt. Rege Diskussionen bestätigten zwar eine gute Idee, die Haltbarkeit wurde aber in Frage gestellt. Gemeinsam wurde dann das vorgestellte Exemplar modifiziert und erneut per Kunststoffdruck gefertigt (Abb. 6). Die anschließende Befragung der Poliere er-

reichte die Lösung wieder in Frage gestellt. Gemeinsam wurde dann das vorgestellte Exemplar modifiziert und erneut per Kunststoffdruck gefertigt (Abb. 6). Die anschließende Befragung der Poliere er-



Abb. 6a und b:
Kette mit Formstück
und Kantenschutz

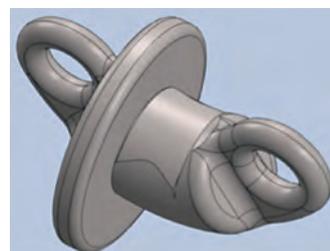


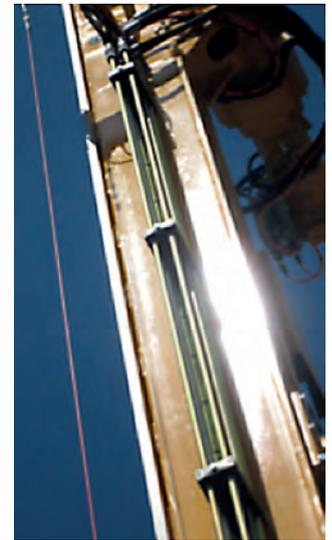
Abb. 5:
Formschlüssige
Sicherheitsschäkel



Abb. 7: Beweglich trennende Schutzeinrichtung (Foto: BG BAU/Winkler/Leisering)



Abb. 8a und b:
Notausleinen und Notausschalter
(Foto: BG BAU/Winkler/Leisering)



gab keine Beanstandungen mehr. Dieses Exemplar wurde über einen eingeschalteten Patentanwalt designgeschützt, so dass sich der Markt am Muster bedienen kann, ohne eine Monopolstellung zu erwirken.

Vorschriften, Normen und Branchenhinweise

Vor geraumer Zeit haben die Berufsgenossenschaften entschieden, das Vorschriftenwerk, insbesondere die berufsgenossenschaftlichen Regeln, zu überarbeiten. So wird auch die BGR 161 „Spezialtiefbauarbeiten“ außer Kraft treten und durch Unterkapitel Spezialtiefbau in der neuen Branchenregel Tiefbau ersetzt werden. Das Themenfeld Spezialtiefbau im Sachgebiet Tiefbau des Fachbereichs Bauwesen der DGUV hat dafür vier Abschnitte erarbeitet, die sich auf die verschiedenen Arbeitsverfahren beziehen. Eine Orientierung innerhalb der Abschnitte bilden die Ereignisse und Arbeitsunfälle der vergangenen Jahre. Danach wird im Spezialtiefbau differenziert in:

Kapitel 3.7 Spezialtiefbau (Entwurf)

3.7.1 Bohrfahl- und Rammarbeiten

3.7.2 Anker-, Brunnenbohr- und Injektionsarbeiten

3.7.3 Schlitz-, Schmal- und Dichtwände

3.7.4 Gesteuerte Horizontalbohrverfahren und unbemannte Rohrvortriebsarbeiten

Im Rahmen der Sachgebietsitzungen des Sachgebietes Tiefbau der DGUV wurden die Regeltexte mit den Sozialpartnern und interessierten Kreisen diskutiert. Inwieweit Informationen diese Regeln weiter konkretisieren, z.B. für den Brunnenbau, wird zu überlegen sein.

Eine weitere Änderung, den Spezialtiefbau betreffend, hat es in der Normung gegeben. Die Normen DIN EN 791 „Bohrgeräte“ und DIN EN 996 „Rammausrüstung“ wurden in der neuen Norm DIN EN 16228 „Geräte für Bohr- und Gründungsarbeiten“ zusammengefasst (veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union am 13.02.2015). Besondere Aufmerksamkeit erlangte in dieser Norm der Schutz vor beweglichen Teilen, wie z.B. das Bohr-

gestänge bei Anker- und Brunnenbohrgeräten. Zunächst wurde hier allerdings differenziert in feststehende trennende Schutzeinrichtungen und beweglich trennende Schutzeinrichtungen (Abb. 7). Im allgemeinen Sprachgebrauch werden diese Schutzeinrichtungen als Käfige bezeichnet. Zusätzlich sind auch berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen wie Radar, Ultraschall, 3D-Kameras oder RFID-Technologien gemäß Norm möglich. Allerdings sind diese Varianten im rauen Spezialtiefbaubetrieb nicht so zuverlässig, dass damit entsprechende, vorgegebene Performance Level erreicht werden. Hinzu kommen noch die bekannten druckempfindlichen Schutzeinrichtungen wie Notausleinen und Notausschalter (Abb. 8).

Für die Anwender ergaben sich nun Probleme, die den Ablauf der Tätigkeiten teilweise behindern. Zwar lässt die neue Norm unter bestimmten Umständen den Entfall von trennenden und nicht trennenden Schutzeinrichtungen zu, dies aber nur in beengten Räumen, eingeschränkten Arbeitsbereichen oder bei Arbeiten in der Nähe von Hindernissen oder Bauwerken

und mit dem zusätzlichen Einsatz von druckempfindlichen Schutzeinrichtungen (Notausleinen/Notausschalter). Kaufen die Anwender nun ein neues Gerät mit entsprechenden Käfigen, ergeben sich u.a. für das Bohren von Anker Schwierigkeiten, weil das Bohrgestänge immer über die Funktion „Käfig auf, Käfig zu“ auf die Lafette gelegt werden muss. Hierbei wird die eingeschränkte Betriebsart ROM (Restricted Operating Mode) gefordert; das bedeutet, die Drehgeschwindigkeit reduziert sich automatisch und die Stellteile (Steuerhebel) der Maschinen müssen selbstständig rückstellend sein. Aus Leistungsgründen werden i.d.R. diese Ankerbohrarbeiten mit Geräten durchgeführt, die ein Gestängemagazin besitzen, oder das Gestänge wird mittels Minibagger aus einem Köcher auf die Lafette gelegt und gekuppelt. Somit ist der Aufenthalt im Gefahrenbereich nicht notwendig.

Weiterhin sind unter Umständen Ankerneigungen nicht möglich, da der Käfig gegen die zu verankernde Wand schlägt, wenn er öffnet. Wie es um die Standicherheit bei entsprechend voll ausgeführter Lafettenkinematik und zusätzlichem Käfig steht, wird auch zu überprüfen sein.

Aus diesen Gründen hat man sich entschlossen, die DIN EN 16228, obwohl sie gerade in Kraft getreten ist, zu überarbeiten und u.a. die exemplarisch aufgezeigten Fragestellungen zu beantworten. Bis dato waren hauptsächlich Vertreter der gesetzlichen Unfallversicherung als Schnittstellenexperten Baupraxis/Maschinenteknik/Arbeitsschutz involviert. Glücklicherweise haben Appelle an die Anwender der Spezialtiefbaumaschinen, in der Normung mitzuarbeiten, gewirkt. Sie können in den Sitzungen der Normen-Arbeitsgruppen bauverfahrenstechnische Aspekte für die Vertreter aus dem konstruktiven Bereich besser darstellen. Somit besteht die Hoffnung, dass die Norm DIN EN 16228 für den Spezialtiefbau optimiert wird.

Ein Teilbereich des Spezialtiefbaus bildet der Brunnenbau. Aus den untersuchten Unfällen ging hervor, dass u.a. auch Modifikationen sowie fehlende Prüfungen der Brunnenbohrgeräte ursächlich waren. Um den Unternehmen eine Hilfestellung zu geben, hat die BG BAU in Zusammenarbeit mit dem BAU ABC in Rostrup und der Bundesfachgruppe Brunnenbau im ZDB ein Faltblatt erarbeitet, welches die wesentlichen Punkte beim Umbau von Bohrgeräten und dem Anpassen an Bohrvorgang beinhaltet. In der zweiten Hälfte des Jahres 2017 wird dieses Faltblatt zur Verfügung stehen.

Arbeitsschutz auf Baustellen

Das Themenfeld Spezialtiefbau im SG Tiefbau des FB Bauwesen der DGUV erreichen immer wieder Anrufe von Baustellen mit sehr speziellen Fragestellungen. Im Wesentlichen handelte es sich hier um die Themen Kampfmittel, Vibrationen und Lärm.

Kampfmittel

Die Frage der Kampfmittelfreiheit stellt sich zunächst bei fast allen Spezialtiefbauarbeiten. Grundsätzlich verantwortlich für die Kampfmittelfreiheit ist der Bauherr als sog. Zustandsstörer. Er hat dafür zu sorgen, dass Untersuchungen des Baubereichs hinsichtlich der Kampfmittelbelastung durchgeführt werden. Kampfmittel sind jedoch nicht nur Bomben. Ein Blick in die Historie gibt auch Aufschluss über Truppenbewegungen im Zweiten Weltkrieg. Sämtliche Einheiten haben alle erdenklichen Kampfmittel verstreut zurückgelassen, die nicht alle nur über Luftbildauswertung zu identifizieren sind oder waren.

Ausführende Firmen werden oft aufgefordert zu arbeiten, obgleich eine schriftliche Bestätigung der Kampfmittelfreiheit nicht vorliegt oder aber Verdachtspunkte (Anomalien) bestehen, die aus Kostengründen nicht geborgen werden können/sollen. Auch werden Abstände (10–20 m) vom Auftraggebern vorgeben, die bar jeder Vernunft sind. So hat es im Norden der Republik einen Fall gegeben, in dem eine Anomalie in ca. 10 m Entfernung und 9 m Tiefe zu einer zu rammenden Spundwand sondiert wurde. Aus der Erfahrung wurde eine Abschätzung vorgenommen, was an Kampfmittel zu erwarten wäre. Die lapidare Aussage lautete 10–2.000 englische Pfund, also im schlimmsten Fall ein Blindgänger von ca. 1 t. Warum ein Sicherheitsabstand in Abhängigkeit von einer möglichen Gefährdung von 10 m aus Sicht des Bauherrn ausreichend war, konnte nicht aufgeklärt werden. Somit wurden die vorgesehenen Rüttelarbeiten so nicht durchgeführt.

Informationen bietet www.Kampfmittelportal.de. Bei Ungewissheit vor Ort können die wichtigsten Aspekte zur Kampfmittelfreiheit online eingesehen werden. Hilfe kann auch über die Präventionshotline der BG BAU eingeholt werden.

Es wurde festgestellt, dass bei einem großen Anteil der Baustellen, bei denen der Spezialtiefbau und/oder der Erdbau die ersten Protagonisten sind, die Bauherrn oder deren Vertreter ihren gesetzlichen Verpflichtungen nicht nachkommen. Nach § 2 der Baustellenverordnung ist der Bauherr verpflichtet, sich bereits während der

Planung um den Arbeitsschutz zu kümmern. Auf Fragen, was in der Planungsphase zu Kampfmitteln und den hieraus sich unter Umständen ergebenden Verfahren festgelegt worden ist, gab es keine Antworten.

Vibrationseinwirkungen

Vibrationen entstehen nicht nur bei Spezialtiefbauarbeiten, sondern auch beim Abbruch. Viele Anfragen von Baustellen an die BG BAU Hotline betreffen das Kappen von Betonpfählen, welcher Art auch immer. Bis auf wenige Ausnahmen werden diese Betonpfähle durch Minibagger und montiertem Meißel bearbeitet, mit der Unterstützung von manuell geführten Stemmhammern. Diese handgeführten Arbeitsmittel emittieren Schwingungen in den Hand/Arm-Apparat, die auf die Dauer nicht förderlich für den menschlichen Körper sind. Diese Erkenntnisse flossen in die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung ein (LärmVibrationsArbSchV). Nun standen die Spezialtiefbauunternehmen vor dem Dilemma, dass insbesondere der staatliche Arbeitsschutz diesen Umstand auf den Baustellen monierte. Hinzu kam, dass die Kapp-/Abspitzarbeiten von darauf spezialisierten Nachunternehmern ausgeführt wurden. Die Spezialtiefbauunternehmen mussten nun, um vertraglich schädigende Bauzeitverzögerungen auszuschließen, Lösungen für Tätigkeiten finden, die sie selbst gar nicht ausführten. Wenig Erfolgsaussichten hat hier eine Drangsalierung des Nachunternehmers „Kappen“.

Die Lösung ist relativ einfach, hatte aber einen Haken. Aus der Gefährdungsbeurteilung ist bekannt, dass die Verwendung der Arbeitsmittel und die hiermit verbundenen Gefahren erfasst werden müssen. Hinweise sind über die Betriebsanleitung der Hersteller zu bekommen. In der Regel finden sich hier Sicherheitshinweise und technische Daten, u.a., welche Schwingungen die Stemmhammer aussenden. Aus der LärmVibrationsArbSchV oder auch im Internet kann man die maximalen Einwirkzeiten von Schwingungen tabellarisch ermitteln. Beachtet man bei der Auswahl des Stemmhammers dessen ausgesendete Schwingungswerte, z.B. 5,5 m/s², so sind Arbeitszeiten von 5–6 Stunden unter weiteren Voraussetzungen möglich und die Baustelle kann termingerecht abgeschlossen werden. Leider findet man auch Stemmhammer, die 20 m/s² aussenden; hier ist die Stemmsschicht für den Mitarbeiter bereits nach ca. 25 Minuten beendet, da dann die Grenzwerte überschritten werden.

Der Haken bei dieser Ermittlung: Ist der Stemmhammer noch Stand der Technik?

Auf dem Weltmarkt befinden sich zurzeit drei Systeme, die diesen Stand der Technik widerspiegeln. Es handelt sich um den Pfahlkopfspalter von DARDA, dem Pile-Breaker oder PileCracker von TAETS aus Holland und einer Pfahlkopffräse aus der Schweiz. Zu bedenken ist der Reparaturfall, denn nur DARDA hat in Deutschland seinen Betriebssitz. Weiterhin ist vor dem Einsatz das situative Umfeld zu klären. Betonpfähle direkt an der Nachbarbebauung sind mit den vorgestellten Systemen nicht immer zu kappen. Pfahlroste (Abb. 9) können i.d.R. auch nicht gekappt werden. Ebenso entscheidend sind die Bewehrungsführung, der Pfahlabstand, die Zugänglichkeit für das Trägergerät Bagger, der weitere Bauablauf und vieles mehr. Somit muss durchaus in der Planung des Bauwerkes, im Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan des Bauherrn, die Pfahlart-/anordnung und somit das Kappen Berücksichtigung finden. Denn wenn für den Bauherrn der Stand der Technik nach § 2 Baustellenverordnung in der Planung gilt, muss dieser auch realisierbar sein.

Lärmeinwirkungen

Auch Lärm ist immer wieder das Thema von Anrufen bei der Präventionshotline der BG BAU. Einer der jüngsten Fälle befasste sich z.B. mit dem Erreichen eines Pegels von 60 dB bei Spundwandrammarbeiten in 20 m Gebäudeentfernung. Die geometrischen Randbedingungen erlaub-



Abb. 9: Pfahlanordnung in der Planungsphase lässt hydraulisches Kappen nicht zu (Foto: Franki)

ten nicht, dass Lärmschutzwände, egal welcher Ausführung, einsetzbar waren. In einem weiteren Fall wurde das Ausschlagen des Bohreimers bei innerstädtischen Bohrpfahlarbeiten untersagt. Die Mitarbeiter sollten mit Spaten den Bohreimer räumen. Nun sind diese Fragen eher von den staatlichen Behörden zu beantworten, dennoch wenden sich die Mitgliedsunternehmen an die BG BAU.

Empfohlen wird ein Merkblatt zum Baulärm. Unter www.baulaermportal.de gibt es Hinweise, was die Beteiligten am Bauvorhaben in welcher Phase beachten müssen. Zunächst ist der Bauherr als Nutzer des Grundstücks von dem die Immissionen ausgehen gefragt und nicht der Bauunternehmer. So können z.B. über eine Baulärmprognose für die Baumaßnahme entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Fazit

Der Spezialtiefbau ist nach wie vor ein spannendes Themenfeld, welches in allen Tätigkeitsbereichen Optimierungspotenzial für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz hat. Die angesprochenen Themen wie Lastaufnahme im Spezialtiefbau, Isolierung von Horizontalbohrsträngen, Handling von Rammelementen und Kappen von Pfählen sind nur ein Teil der aktuellen Fragestellungen. Weitere Themen wie die Standsicherheit von Großbohr- und Rammgeräten, die Ausführung des Planums für diese Geräte sowie das Einrütteln von Spundwänden mit Hebezeugen sind Projekte, die in Bearbeitung sind oder noch initiiert werden müssen.

Quellen:

Betriebssicherheitsverordnung
LärmVibrationsArbSchV
DGUV Information 209-013 „Anschläger“
Kampfmittelportal.de
Baulaermportal.de

Autor:
Dipl.-Ing. Volker Sinnhuber
BG BAU Prävention und
Obmann des Themenfeldes Spezialtiefbau
im Sachgebiet Tiefbau des Fachbereichs Bauwesen
der DGUV

Spezialtiefbau – aber sicher!

Fachtagung Spezialtiefbau der BG BAU

Nach nunmehr 5 Jahren fand am 22. März 2017 in Stuttgart wieder eine Spezialtiefbau Fachtagung der BG BAU statt. Die Veranstaltung richtete sich an die in der Planung, Ausschreibung, Ausführung und Bauüberwachung tätigen Führungskräfte im Spezialtiefbau. Allen am Baugeschehen Beteiligten, wie die bauausführenden Unternehmen, Auftraggeber, Behörden und Hochschulen, wurde mit dieser Veranstaltung ein Forum zu einem Erfahrungsaustausch geboten.

Dipl.-Ing. Bernhard Arenz (Leiter Prävention der BG BAU) begrüßte rd. 170 Teilnehmer und hielt danach auch den ersten Vortrag „Strategie in der Prävention“. Er verdeutlichte die Aufgaben der Berufsgenossenschaft als Träger der gesetzlichen Unfallversicherung und insbesondere die Aufgaben der Prävention. Neben Informationen zum Arbeitsschutz für die am Bau Beteiligten wurden auch die Serviceleistungen beschrieben. Mit der Prüfung und Zertifizierung von Arbeitsmitteln, der Förderung der Beschaffung von Arbeitsmitteln für den sicheren Bau und Unterhalt von Bauwerken, der Initiierung von Forschungsaufträgen für das Herstellen neuer sicherer Arbeitsmittel, der Normungsarbeit und der Mitarbeit in staatlichen sowie berufsgenossenschaftlichen Regelwerken wurden Tätigkeitsfelder skizziert, die neben der Überwachung von Baustellen ebenfalls zum Leistungsumfang der Prävention gehören. Abschließend wurde auf die Unfallzahlen eingegangen (Abb. 1) und auf die Präventionsprogramme der BG BAU.

Auf große Resonanz stoßen die Arbeitsschutzprämien. Für 2017 wurde das Programm wieder erweitert und auch das

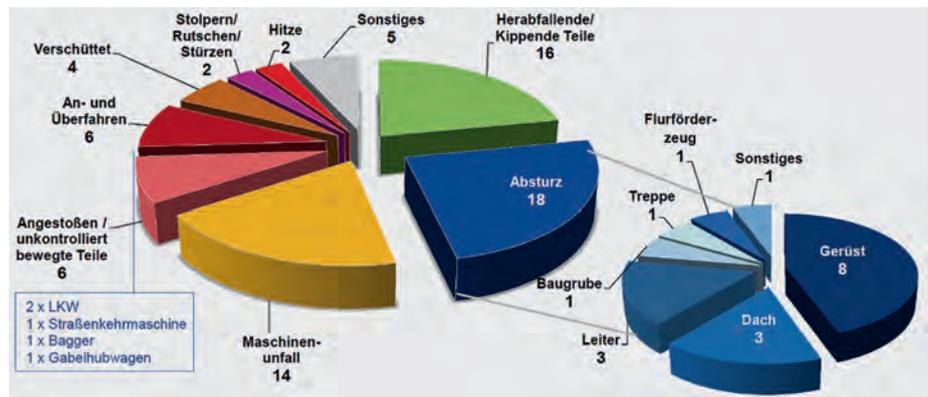


Abb. 1: Ursachen für tödliche Arbeitsunfälle (Quelle: BG BAU)

Budget erneut erhöht, weil es im Vorjahr komplett abgerufen wurde.

Mit dem Slogan: „Bau auf Sicherheit. Bau auf Dich.“ wurde ein langfristig angelegtes Strategieprogramm der Sozialpartner und der Berufsgenossenschaft vorgestellt, welche die Arbeitnehmer motivieren soll, das eigene Verhalten stärker zu hinterfragen. Denn bei den Beschäftigten auf dem Bau ist das Risikobewusstsein für das eigene Handeln im Vergleich zu anderen Branchen besonders gering ausgeprägt.

„Prävention im Spezialtiefbau“ lautete das Thema von Dipl.-Ing. Volker Sinnhuber (Obmann für das Themenfeld Spezialtiefbau im Sachgebiet Tiefbau des DGUV). Vorgestellt wurden die neue Norm für Bohr und Gründungsgeräte, die sich an den Spezialtiefbau wendenden Seiten der Bausteine und das Kapitel Spezialtiefbau in der Branchenregel Tiefbau, die zurzeit noch erarbeitet wird. Darin werden für jeden Arbeitsbereich die Gefährdungen beschrieben und entsprechende Präventionsmaßnahmen dargestellt. Dies kann

als Grundlage für Gefährdungsbeurteilungen hilfreiche Unterstützung geben.

Es folgte die Darstellung der Unfallzahlen im Spezialtiefbau (Abb. 2). Insbesondere die Lastaufnahme von langen Rammelementen wie Spundbohlen oder Träger haben im Zeitraum von 2014 bis 2016 zu sechs tödlichen Arbeitsunfällen geführt. Bemerkenswert an diesen Fällen: immer wurde die Kombination Rüttler-Spundwand/Träger und Knebelkette eingesetzt. Dieser Sachverhalt war der Anstoß für die Präventionsleitung einen Forschungsauftrag zu vergeben, der sich dieser Problematik annimmt.

Auch auf der bauma 2016 konnten Exponate von ausländischen Rüttler-Herstellern besichtigt werden, die ein sicheres Aufnehmen/Ablegen der Rammelemente unter Beachtung der Betriebssicherheitsverordnung nicht ermöglichen (Abb. 3). Hingewiesen wurde in diesem Zusammenhang auch auf die Vorgaben der Hersteller von sog. Knebelketten. Hier wird immer ein kreisrundes Loch von 40 mm

Abb. 2: Ursachen für Unfälle im Spezialtiefbau (Quelle: BG BAU)

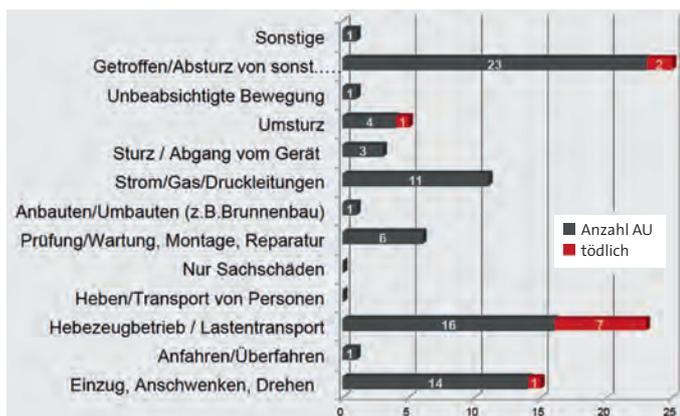


Abb. 3a, b: Exponate auf der bauma 2016





Abb. 4: Merkblatt Baulärm

für eine Knebelkette mit einem 95 mm Knebel gefordert.

Das Großprojekt Stuttgart 21 war Grund für die Wahl des diesjährigen Veranstaltungsortes in Stuttgart. In mehreren Vorträgen wurden einzelne Teilprojekte vorgestellt und die Ausführung der dazugehörigen Bauwerke beschrieben. B. Eng. Lea Witt und Dipl.-Ing. Christian Schmitz (Züblin Spezialtiefbau GmbH) stellten den DB-Tunnel Südkopf vor. Eingebettet im Gesamtkonzept Stuttgart 21 wurde auf die bautechnischen Besonderheiten des Tunnels Südkopf eingegangen. Die durch die vorhandene Infrastruktur vorgegebenen Randbedingungen verlangten temporäre sowie in den Endzustand eingebundene Bauwerke, die nicht nur den Spezialtiefbau, sondern auch Baugruben und Gräben sowie Unterfangungen mit komplizierten Abläufen notwendig machten. Beeindruckend dargestellt wurde der Aufwand für die Querung des Dücker Nesenbach.

Es folgte die Vorstellung eines weiteren hoch komplizierten und aufwändigen Bauwerkes im Rahmen der Talquerung Stuttgart, der DB-Tunnel Nordkopf mit der Abfangung der ehemaligen DB-Direktion. Moritz Kilian MA (Züblin Spezialtiefbau GmbH) verstand es mit beeindruckenden Bildern die Komplexität der Aufgabe zu vermitteln. Die einzelnen Schritte für die Abfangung des Bauwerkes mittels Großbohrpfählen und Pressensockel, Mikropfählen in beengten Räumen, Streichbalken und eine vorgespannte Abfangplatte ließen erahnen, warum Kosten im Bauwesen nicht immer exakt zu definieren sind. Beide Projekte werden in BauPortal ausführlich vorgestellt werden.

| | | | |
|----------|--|--------------------|----------------------|
| A | Gebiete, in denen <u>nur gewerbliche oder industrielle Anlagen</u> und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind | | 70 dB(A) |
| B | Gebiete, in denen <u>vorwiegend gewerbliche Anlagen</u> untergebracht sind | tagsüber nachts | 65 dB(A) 50 dB(A) |
| C | Gebiete mit <u>gewerblichen Anlagen und Wohnungen</u> , in denen noch Wohnungen untergebracht sind | tagsüber nachts | 60 dB(A) 45 dB(A) |
| D | Gebiete, in denen <u>vorwiegend Wohnungen</u> untergebracht sind | tagsüber nachts | 55 dB(A) 40 dB(A) |
| E | Gebiete, in denen <u>ausschließlich Wohnungen</u> untergebracht sind | tagsüber nachts | 50 dB(A) 35 dB(A) |
| F | <u>Kurzegebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten</u> | tagsüber nachts | 45 dB(A) 35 dB(A) |

Als Nachtzeit gilt die Zeit von 20 Uhr bis 7 Uhr.

Abb. 5: Zulässige Immissionsrichtwerte (IRW) gemäß AVV Baulärm (Quelle: AVV Baulärm)

Alle beschriebenen Bauaktivitäten ziehen natürlich Beeinträchtigungen des Umfeldes mit sich. Ein großer Teil der Spezialtiefbauverfahren sind nicht geräuscharm, weil es weltweit noch keine Lösungen gibt. Somit sind Bauherren, Planer und Bauunternehmen aufgefordert diese Randbedingungen zu beachten. Diesem Thema widmete sich Dipl.-Ing. Dirk Siewert (Geschäftsführer der Bundesfachabteilung Spezialtiefbau im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie). Zunächst sollte ein Bauherr bzw. dessen Planer mittels Baulärmprognose Lärmkonflikte identifizieren, wenn möglich minimieren und zuständige Behörden einbeziehen. In der Ausschreibung und der Vergabe müssen diese Erkenntnisse einfließen und alle leistungs- und preisrelevanten Sachverhalte beschrieben sein. Dies wird in der VOB/C mit der Aufnahme von Maßnahmen zum „Herstellen, Vorhalten und Beseitigen von Spritzschutz- oder Lärmschutzeinrichtungen“ unterstrichen. Insbesondere wurde hier auf das Merkblatt Baulärm verwiesen www.baulaermportal.de.

Anknüpfend an seinen Vortrag während der Fachtagung 2011 stellte Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Grabe (Institut für Geotech-

nik und Baubetrieb der TU Hamburg-Harburg) die Weiterentwicklung einer „Stand sicherheits-Sensorik für Großbohr- und Rammgeräte“ vor. Insbesondere verwies er darauf, dass die Aufstellflächen der Geräte nicht als starre Platten ähnlich Betonsohlen anzunehmen sind, sondern eher als nachgiebige Böden. Auf diesen nachgiebigen Böden wurde das Bewegungsverhalten von virtuellen Fahrzeuggmodellen mittels Finite-Elemente-Modellierungen durchgeführt. Hierbei galt es, das realitätsnahe Stoffverhalten für den Boden zu berücksichtigen. Ziel ist es, über die Identifikation von kritischen Bewegungsmustern und Untersuchungen virtueller Mess-Regelungs-Steuerungssystemen einen Fahrsicherheitsassistenten zu implementieren. Besonders beeindruckend waren die animierten Sequenzen des Kippverhaltens von Großbohr- und Rammgeräten mit dem Fahrwerk längs und quer zum Oberwagen und im Nachgang die Vermeidung des Umkippens durch ein Sicherheitssystem.

Den Praxisbezug zum vorangegangenen Vortrag stellte Dipl.-Ing. Frank Jacob, Fachkraft für Arbeitssicherheit (Bauer Spezialtiefbau GmbH), her. „Arbeitsplanien für

Abb. 6: FE-Modelle zum Umsturzverhalten, Bohrgerät auf Böschung, links: Fahrwerk längs, rechts: Fahrwerk quer (Quelle: Technische Universität Hamburg)

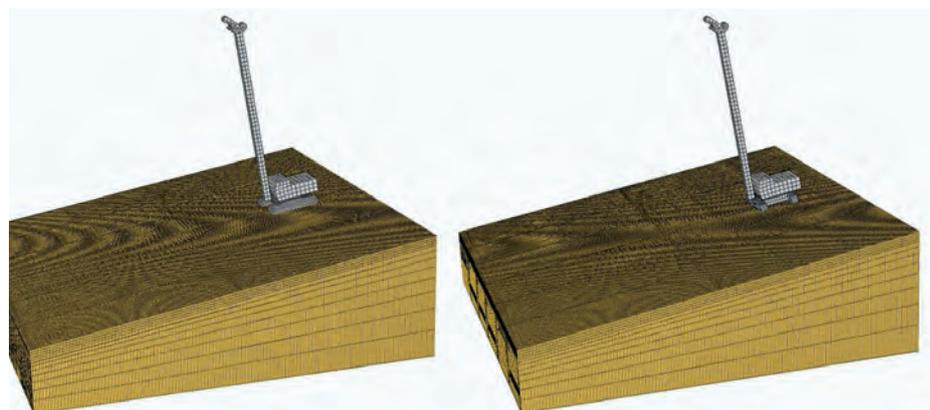




Abb. 7: Bei der Ausführung einer Dichtwand kam es 2016 in Bremen zum Umsturz eines MIP-Gerätes RG 25 (Quelle: BAUER Spezialtiefbau GmbH)

Großgeräte“ werden in Europa wie auch weltweit vertraglich zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber geregelt. Exemplarisch wurden die internationalen Standards bei Projekten in Großbritannien und Australien gezeigt. Dem Auftraggeber wurden die auftretenden Flächenpressungen der avisierten Geräte mitgeteilt. Der Auftraggeber bzw. dessen Planer erstellte das Design für das Planum, dieses wurde nach Vorgabe hergestellt und abgenommen. Hierbei hatte man sich des Lastplattenversuchs bedient. Danach folgte die Ausstellung eines „Plattform Zertifikates“. Nunmehr konnte auf diesem Planum gearbeitet werden. Dieser Ablauf wurde in Deutschland i.d.R. nicht eingehalten und war häufig Ursache von umstürzenden Spezialtiefbaugroßgeräten. Aus diesem Grund wurden in Deutschland diverse Arbeitsgruppen ins Leben gerufen, die sich mit dem Thema beschäftigen und Lösungsansätze finden sollen. Als weitere Präventionsmaßnahme wurde auf die Qualifizierung der Maschinenführer hingewiesen. Die Ausbildung und Schulung zum „Geprüften Fahrer von Großdrehbohrgeräten und Rammern“ wird von der Institution „Zugelassene Maschinenführer in der Bauwirtschaft“ (www.zumbau.org) durchgeführt.

Neben den umstürzenden Spezialtiefbaugeräten wurde mit dem Vortrag „Entwicklung eines Anschlagmittels für lange Rammeelemente“ ein weiterer Unfallschwerpunkt innerhalb des Spezialtiefbaus dargestellt. Die BG BAU musste in den Jahren 2014 bis 2016 durch herabfallende Spundbohlen und Träger sechs tödliche Unfälle untersuchen. Aus diesem Grund wurde ein Forschungsauftrag vergeben. Dr.-Ing. Frank Tintrup (IBAF Institut für Baumaschinen, Antriebs- und Förder-technik GmbH) stellte die Herangehensweise bei diesem Forschungsauftrag vor. Von einem weißen Blatt Papier über die auf dem Markt befindlichen Anschlagelemente mit Wirkprinzipien und der Generierung von Lösungsprinzipien näherte man sich etwaigen Gesamtkonzepten. Diese wurden dann einer Bewertung unterzogen. Hieraus entwickelten sich 3-D-Skizzen. Gemeinsam mit den Anwendern (Poliere Ausführung, Hersteller Bohr- und Rammgeräte) wurden dann die per Kunststoffdruck hergestellten Exponate diskutiert. Die Vorzugsvariante wurde von der BG BAU über eine Schutzrechtsanmeldung designgeschützt. Die nächsten Ziele sind das Bekanntmachen sowie Strategien



Abb. 8: Vorzugsvariante Gesamtsystem wurde designgeschützt (Quelle: IAMT Gruppe)

zur Markteinführung und Entwicklungspartner zu finden, um schließlich der Branche eine Lösung zur Verfügung zu stellen, mit der das Aufnehmen, Rammen, Ziehen und Ablegen sicherer gestaltet werden kann.

Ein immer wieder unterschätzter Gefährdungsfaktor im Spezialtiefbau ist die Vibration. Insbesondere das Kappen von Pfählen mit dem Stemmhammer führt zu Belastungen des Hand-Arm-Apparates. Zum Thema „Minimierung von Vibrationsbelastungen beim Kappen von Pfählen“ referierte Dipl.-Ing. Björn Kass (FRANKI Grundbau GmbH). Zunächst stellte er die technischen Möglichkeiten wie Pile-Cracker, Pfahlkopffräse, Hydraulische Spaltgeräte oder „Pfahlbeißer“ vor, anschließend das manuelle Kappen mittels Stemmhammer. Insbesondere die an der Planung Beteiligten sind verantwortlich für das eingesetzte Verfahren. Nicht immer lassen die Anordnung und der Abstand der Pfähle, deren Erreichbarkeit sowie der Terminplan technische Möglich-



4. Pfahlkopf nachstemmen
3. Oberteil ausheben
2. Pfahl schälen
1. Pfahl einschneiden auf OK Pfahlkopf

Abb. 9: Arbeitsablauf Kappen von Pfählen (Quelle: FRANKI Grundbau)

Abb. 10: Bauvorhaben Trautmannsdorf in Österreich (Foto: FRANKI Grundbau)



keiten zu. Dann kann es notwendig werden, den Pfahl mit dem Stemmhammer zu kappen. Dies erfordert Kenntnisse über Vibrationsbelastungen, die ein Stemmhammer induziert. Dafür sind Angaben in der Betriebsanleitung zwingend notwendig. In Abhängigkeit der Vibrationspegel ergibt sich auch die Dauer der Arbeitszeit, die ein Beschäftigter mit dem jeweiligen Stemmhammer arbeiten darf, bevor es zu Schädigungen des Hand-Arm Apparates kommt. Als Arbeitshilfe steht der Kennwertrechner des Institutes für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung zur Verfügung unter www.dguv.de/medien/ifa/de/pra/software/kennwertrechner/vibration_calculator.xls.

Auch die Mitarbeit in der Normung ist ein Bestandteil der berufsgenossenschaftlichen Arbeit. Dipl.-Ing. (Univ) Peter Winkler (DGUV Test, Prüf- und Zertifizierungsstelle, Fachbereich Bauwesen) und Dipl.-Ing. Horst Leisering (DGUV, Sachgebiet Tiefbau im Fachbereich Bauwesen) stellten die neue Norm DIN EN 16228 „Geräte für Bohr- und Gründungsarbeiten“ (2015) vor. Diese Norm ersetzte die EN 996 für Rammen und die EN 791 für Bohrgeräte ohne Übergangsfrist. Damit wurde u.a. den zahlreichen Einzugsunfällen bei Anker-, Brunnen-, Geothermie- und Aufschlussbohrarbeiten Rechnung getragen. Wesentliche Aspekte waren die beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen „Käfige“ an Bohrgeräten (ausgenommen Großbohrgeräte). Bei diesen Schutzeinrichtungen werden mehrere Betriebsarten unterschieden. Der Normalbetrieb bedeutet, dass der „Käfig“ geschlossen oder eine berührungslos wirkende Schutzeinrichtung aktiv ist (in der Bauindustrie zurzeit, den Anforderungen entsprechend, nicht vorhanden), und/oder dass das Gerät rastende Stellteile besitzt und die volle Geschwindigkeit aktiviert wird. Die eingeschränkte Betriebsart (ROM) bei geöffnetem „Käfig“ hat die Geschwindigkeitsreduzierung zur Folge und die Stellteile müssen selbstzurückstellend sein. Unter



Abb. 11: Schutzeinrichtung an Bohrgeräten (Foto: BG BAU/Leisering)

der Voraussetzung, dass in beengten Räumen der Normalbetrieb nicht ausführbar ist, gibt es die besondere Schutzbetriebsart (SPM). Hierbei benötigt man selbstrückstellende Stellteile, zusätzlich aktive druckempfindliche Schutzeinrichtungen und es kann mit voller Geschwindigkeit produziert werden.

Obgleich die DIN EN 16228 erst vor Kurzem eingeführt wurde, stellte sich sehr schnell Änderungsbedarf heraus. Insbesondere die „Käfiglösung“ wird kritisch gesehen, da der Käfig bei z.B. wechselnden Platzverhältnissen an- und abgebaut werden müsste und ohne Käfig gar kein Schutz mehr besteht. Horst Leisering stellte den momentanen Sachstand der Überarbeitung der DIN EN 16228 dar. Bisher wurde erreicht, dass bei Ankerbohrarbeiten der Käfig bei der Verwendung von Gestängemagazinen entfällt und dafür Sicherheitsleine und Nullstellungszwang der Stellteile zum Einsatz kommt. Mit Unterstützung der Bauindustrie konnte die deutsche Delegation in dem europäischen Gremium verstärkt und damit die Erfolgsaussichten für die weitere Optimie-



Abb. 13: Sonderheft „Vorsicht Kampfmittel“ (Quelle: www.kampfmittelportal.de)

rung der Norm verbessert werden. Generell sollten sich die Vertreter der Verwender (Sozialpartner) noch mehr in die Normung einbringen, um technische Entwicklungen im Sinne der Verwender positiv beeinflussen zu können.

Den abschließenden Vortrag zum Thema „Kampfmittel im Spezialtiefbau“ übernahm Dipl.-Ing. Alexander Rostert (Züblin Spezialtiefbau GmbH) in Vertretung für Dipl.-Ing. Uwe Hinzmann (Keller Grundbau GmbH). Ausgehend von der Situation nach dem 8. Mai 1945 schilderte er zunächst die Kampfmittelsituation in Deutschland. Dabei sind nicht nur Blindgänger zu berücksichtigen, sondern auch zahlreiche Granaten und sonstige Sprengstoffe, die durch Truppenbewegungen im Zentrum Europas weiträumig verstreut zurückgelassen wurden. Kampfmittel sind eben nicht nur Bomben, die per Luftbildauswertung identifiziert werden. Hinzu kommen eine Vielzahl von juristischen Problemen wie unübersichtliche Länderregelungen und ungenaue Erkundungsverfahren. Anschaulich wurden diverse Detektionen bei Spezialtiefbauarbeiten dargestellt und möglichen Sanktionen durch den Staat. Bei bestimmten Baumaßnahmen, wie z.B. unter Gebäuden oder auf stark befahrenen Straßen, sollten Kampfmittel baubegleitend sondiert werden. Als Arbeitshilfe wurde auf das Sonderheft „Vorsicht Kampfmittel“ und das entsprechende Internetportal hingewiesen www.kampfmittelportal.de.

Dipl.-Ing. Volker Sinnhuber
BG BAU Prävention
Dipl.-Ing. Ramona Bischof
Redaktion BauPortal

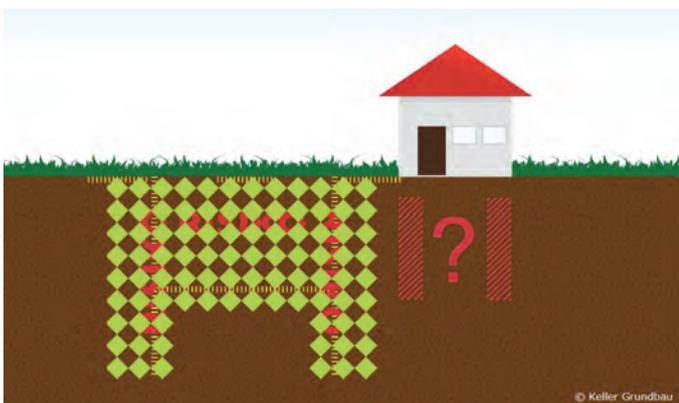


Abb. 12: Vertikale Detektion der Umschließung und der Baugrube (Quelle: Keller Grundbau)

Aus dem Unfallgeschehen

Tod durch umstürzendes Drehbohrgerät

Eine Spezialtiefbaufirma führte Bohrpfahlgründungsarbeiten an einem Ersatzneubau einer Brücke aus. Die Rückbauarbeiten der alten Brücke sowie die Vorbereitung des Baugrundes für den Neubau hatte eine Tief- und Straßenbaufirma ausgeführt. Als Vorbereitung für die Bohrpfahlarbeiten wurden an beiden Ufern Rampen sowie Standebenen für das Pfahlbohrgerät aus 30 cm verdichtetem Recycling-Material auf Kiesschüttung hergestellt. Die Uferbereiche sowie die Böschungen zur Nachbarbrücke waren mit Spundwänden verbaut worden. Hierzu gab es eine Abnahme durch die Bauleitung der bauausführenden Firma unter Mitwirkung des Baustellenkoordinators. Am Freitag wurde die Baustelle durch die Spezialtiefbaufirma eingerichtet und eine Ersteinweisung der Arbeiter vorgenommen. Am Montag wurde nach der Bewehrungsabnahme mit den Bohrarbeiten auf der Westseite des Fließes begonnen.

Auf jeder Uferseite sollten jeweils 9 Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 75 cm und 8 m Tiefe aus bewehrtem Beton ohne Schalung eingebracht werden. Hierzu wurde ein Bohrgerät mit Bohraufsatz eingesetzt. Am Montag wurde ein Bohrpfahl in Ufernähe eingebracht. Am Dienstag wurden 6 Bohrpfähle bis ca. 18 Uhr eingebracht. Anschließend wurden sowohl das Bohrgerät und die Betonpumpe gereinigt und sollten in Ruheposition gebracht werden.



Abb. 1:
Gesamtansicht
der Unfallstelle
(Foto: BG BAU)

Unfallhergang

Aus bisher nicht geklärter Ursache hat der Fahrer das Pfahlbohrgerät an eine für die Ausführung der Bohrarbeiten nicht geplante Stelle versetzt. Er fuhr dabei direkt auf ein Erdloch zu. Dabei sackte das ca. 50 t schwere Bohrgerät über das in Fahrtrichtung linke vordere Kettenlaufwerk in den Untergrund ein und kippte um. Da sich auf dieser Seite das Fahrerhaus befand, wollte sich der Fahrer mit einem Sprung aus der Fahrerkabine retten, wurde aber dabei vom umstürzenden Gerät erfasst und tödlich verletzt.

Unfallursache

Die Unfallursache ist wegen des verstorbenen Fahrers schwer zu ermitteln, zumal sich zu dem Unfallzeitpunkt keine weiteren Beschäftigten mehr auf der Baustelle aufgehalten haben.

Die Polizei hat hierzu ein Sachverständigengutachten beauftragt.

Präventionsmaßnahmen

Erdbaumaschinen müssen so eingesetzt bzw. betrieben werden, dass ihre Standsicherheit gewährleistet wird (§ 2 (1) UVV „Grundsätze der Prävention“ in Verbindung mit § 6 und Anhang 1, Nr. 1 und 2 der Betriebssicherheitsverordnung und Abschnitt 3.5 des Kapitels 2.12 der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“). Bei dem Mobilbagger wurde der Grenzbereich der möglichen Belastung überschritten.

Bei einem Pfahlbohrgerät, das durch seinen hohen Ausleger extrem kippgefährdet ist, muss dem standsicheren Baugrund aber auch dem Fahrweg besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Vor dem Betrieb von Spezialtiefbaugeräten ist die Bedienungsanleitung zu prüfen auf Hinweise zur richtigen Positionierung der Mäklern beim Verfahren des Geräts, um ggf. Unebenheiten berücksichtigen zu können.

Abb. 2 und 3: Im Boden eingedrückte Fahrerkabine des Pfahlbohrgerätes (Fotos: BG BAU)



Neueinstufung für Hautverhinderer in Bautenlacken

In der Vergangenheit war MEKO das häufigste Hautverhinderungsmittel in Alkydharzlacken. 2017, spätestens 2018 wird MEKO als krebserzeugend eingestuft. Dann wird diese heute schon bekannte Eigenschaft von MEKO auch durch die Kennzeichnung auf dem Lackgebinde offenkundig werden. Wie sind die von Lackherstellern verwendeten Alternativen zu sehen?

MEKO (Abkürzung für Methylalkylketoxim, auch 2-Butanonoxim genannt) ist in Bautenlacken bis zu 1 % enthalten und verhindert die Hautbildung in den Lackdosen. Beim Lackieren wird MEKO freigesetzt, denn sonst kann der Lack nicht hart werden. 2013 hat der Ausschuss für Gefahrstoffe einen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für MEKO festgelegt, in Höhe von 1 mg/m³. Gemeinsame Untersuchungen des Verbandes der Deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie (VdL) und der BG BAU haben ergeben, dass beim Lackieren (Handanstrich) dieser AGW deutlich überschritten wird (Gartz, Reinecke und Schulz: Bautenlacke – Gefahrstoffexpositionen und Schutzmaßnahmen beim Verarbeiten; BauPortal, 4/2016, S. 36). Bei den üblichen Bautenlacken mit bis zu 0,6 % MEKO werden knapp 7 mg/m³ erreicht, der AGW also 7-fach überschritten. Beim Einsatz dieser Bautenlacke muss somit Atemschutz verwendet werden. Werden Spezialprodukte eingesetzt mit bis zu 1 % MEKO, liegen die Expositionen noch höher (16-fache Überschreitung des AGW).

Noch ist MEKO als krebserzeugend eingestuft. Studien haben aber schon vor einigen Jahren ergeben, dass MEKO krebserzeugend ist. Das entsprechende Verfahren, damit diese Einstufung rechtskräftig wird, dauert einige Jahre, so dass Ende 2017, eventuell erst 2018 mit einer offiziellen Einstufung von MEKO als krebserzeugend für den Menschen zu rechnen ist. Dann sind auf den Lack-Gebinden einige der in Abbildung 1 aufgeführten Hinweise zu sehen. Auch in Sicherheitsdatenblättern wird auf diese Gefahr hingewiesen werden.

Die Mehrzahl der Hersteller der Bautenlacke reagiert auf diese kommende Einstufung. Meist werden schon andere Hautverhinderer eingesetzt. Leider wird vielfach auf Pentanonoxim zurückgegriffen oder andere Oxime. Diese Oxime haben mit Butanonoxim, also MEKO, die sog. Oxim-Gruppe gemeinsam (HO-N=C-Gruppe) (Abb. 2). Für Toxikologen ist klar, dass die für Butanonoxim festgestellten Eigenschaften bei den anderen Oximen ebenfalls zu erwarten sind. Auch in der Begründung des Ausschusses für Gefahrstoffe für den AGW für Butanonoxim heißt es:

„Die vorliegenden in vivo-Befunde zur Entstehung modifizierter Nukleoside deuten darauf hin, dass Butanonoxim sowie alle anderen bislang untersuchten Ketoxime, z.B. Acentoxim, 4-Heptanonoxim, Pentanonoxim, und sekundären Nitroalkane, z.B. 2-Nitropropan, 2-Nitrobutan, 3-Nitropentan, zu den gleichen Nukleinsäure-Modifikationen in der Leber führen, was auf einen gemeinsamen Aktivierungsmechanismus schließen lässt.“

Anders ausgedrückt, über kurz oder lang ist damit zu rechnen, dass alle Oxime als krebserzeugend eingestuft werden. Eine entsprechende toxikologische Stellungnahme kann, neben weiteren Informationen zu Oximen, unter www.bgbau.de (Webcode WCS85G) abgerufen werden.

Die Maler sollten ebenso wie ihre Kunden die Hersteller der Bautenlacke auffordern, ihnen oximfreie Bautenlacke zu liefern.

Denn es ist nicht damit getan, dass die Bautenlacke wegen der Überschreitung des AGW für MEKO mit Atemschutz aufgetragen werden müssen. Bei Renovierungsarbeiten ist das Bewohnern, die diese Arbeiten beobachten, ohnehin schwer zu erklären. Die Maler müssen zudem ihren Kunden erläutern, dass noch Tage nach Beendigung der Malerarbeiten krebserzeugende Stoffe aus den Bautenlacken entweichen.

Die Hersteller, die Pentanonoxim einsetzen, argumentieren, dass es für diesen Stoff keinen Arbeitsplatzgrenzwert gibt und er auch nicht als krebserzeugend oder gar krebserzeugend eingestuft ist. Warum ist das aber so? Weil Pentanonoxim bisher



Abb. 1: Vorgeschlagene Kennzeichnung für Methylalkylketoxim (MEKO) auf Gebinden, die nur MEKO enthalten (Quelle: BG BAU)

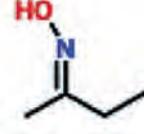
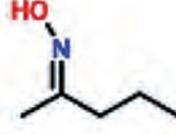
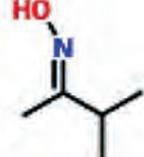
| 2-Propanonoxim, Acetonoxim, Dimethylketonoxim, DMKO | 2-Butanonoxim, Methylethylketonoxim, MEKO | 2-Pentanonoxim, Methylpropylketonoxim, MPKO | 3-Methyl-2-butanonoxim, Methylisopropylketonoxim, MIPKO |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |

Abb. 2: Strukturen verschiedener Oxime, immer mit der Oxim-(HO-N=C-)Gruppe (Quelle: BG BAU)

in so geringen Mengen hergestellt wurde, dass die entsprechenden toxikologischen Studien noch nicht durchgeführt werden mussten. Zu Pentanonoxim gibt es somit noch keine Studien, die eine Aussage zu krebserzeugenden Eigenschaften erlauben. Zudem gilt bei einem Stoff ohne Grenzwert das Minimierungsgebot nach den §§ 7 (4) und 9 (2) der Gefahrstoffverordnung.

Eigentlich ist das Oxim-Problem schon lange gelöst. 2011 hat der VdL gemeinsam mit der Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie sowie vielen Länderbehörden eine Broschüre veröffentlicht, in der darauf hingewiesen wird, dass oximfreie Hautverhinderungsmittel existieren: „So kann das sensibilisierende und unter Krebsverdacht stehende Methyl-

ethylketoxim (MEKO), das als Antioxi-dantie eingesetzt wird, um Hautbildungen auf Farben und Lacken zu verhindern, durch ein Lackadditiv mit dem Handelsnamen Antigel®KF ersetzt werden, das überwiegend aus nicht chemikalienrechtlich eingestuftten Stoffen hergestellt wird“, (Handlungshilfe zur Minimierung der Lösemittelbelastung bei der Lackherstellung; www.farbeundlack.de/Markt-Branche/Branchenverbaende/Handlungshilfe-zur-Minimierung-der-Loesemittelbelastung-bei-der-Lackherstellung).

Antigel®KF war 2010 sogar mit dem deutschen Gefahrstoffschutzpreis ausgezeichnet worden. Allerdings möchte der VdL heute von dieser Veröffentlichung nichts mehr wissen. Daher sollten die Maler ihren Herstellern dringend deutlich

machen, dass sie nicht gewillt sind, Bautenlacke zu verarbeiten, aus denen krebserzeugende Stoffe entweichen und, dass sie noch weniger Lust haben, dies ihren Kunden zu erklären.

In Oberflächenbehandlungsmitteln für Parkett und andere Holzfußböden (Parkettsiegel) ist das Thema übrigens schon durch. Der Verband Parkett und Fußbodentechnik (die Parkettleger), die IG BAU, die BG BAU und der Herstellerverband (Chemisch-Technischen Arbeitsgemeinschaft Parkettversiegelung, CTA, www.c-t-a.de) haben schon 2015 erklärt, dass sie nur noch oximfreie (nicht nur MEKO-freie) Parkettsiegel einsetzen.

Dr. Reinhold Rühl
BG BAU Prävention

Einsatz von Entstaubern/Staubsaugern in der Bauwirtschaft

Zulässige Kategorien

Die im Handwerk und in der Industrie eingesetzten Entstauber/Staubsauger werden in die Kategorien L, M und H unterteilt. Dabei sind im Regelfall die Staubsauger der Kategorie L am günstigsten und Entstauber der Kategorie H die teuersten Geräte. L-Sauger sind auf Baustellen nicht zulässig, auch gibt es keinen Zuschuss von der BG BAU beim Kauf eines L-Saugers, wohl aber bei einem Bau-Entstauber der Staubklasse M. Um diesen Zuschuss zu erhalten, muss der Antragsteller ein Mitgliedsunternehmen der BG BAU sein und der Sauger muss zudem den Anforderungen für Bau-Entstauber entsprechen. Eine ständig aktualisierte Übersicht zu den geförderten Bau-Entstaubern kann auf der Internetseite der BG BAU unter Arbeitsschutzprämien eingesehen werden.

Sauger ohne eine L-, M- oder H-Kennzeichnung (Abb. 1) dürfen nicht in Betrieben zur Aufnahme von gesundheitsschädlichen Stäuben wie dem auf Baustellen immer vorhandenen Quarzstaub eingesetzt werden.

Staubklasse H-Entstauber sind vor allem bekannt durch ihren Einsatz bei Asbestsanierungen. Entstauber der Staubklasse M werden als Standardgeräte am Bau eingesetzt, z.B. als von der BG BAU definierte und subventionierte Bau-Entstauber.

Die TRGS 559 „Mineralischer Staub“ fordert in Abs. 4.8 mindestens die Verwen-

dung der Staubklasse M zum Aufsaugen bzw. zur Erfassung von mineralischen Stäuben. In Abschnitt 4.6 der TRGS 559 werden die Anforderungen an die Luftfilterung der vom Arbeitsprozess verunreinigten und in den Atembereich des Beschäftigten zurückgeführten Luft beschrieben. Für die Absaugung von Handmaschinen werden (in Verbindung mit Abschnitt 4.8) ebenfalls mindestens Entstauber der Staubklasse M gefordert. Das gilt somit für das Absaugen von Stäuben aus Bearbeitungsmaschinen wie Mauernutfräsen, Wandschleifern, Bohrmaschinen oder Trennschleifern.

Der Einsatz bzw. die Auswahl des richtigen Sicherheitssaugers liegt in der alleinigen Verantwortung des Unternehmers. Er muss hierauf bei der Anschaffung besonderes Augenmerk legen. Nur H- und M-Sauger sind auf Baustellen zulässig, nur die in der Förderliste der BG BAU aufgeführten Bau-Entstauber erhalten von der BG BAU eine Förderung (www.bgbau.de/praeuv/arbeitschutzpraemien/entstauber-staubklasse-m). Auch die Hersteller werden bei ihrer Beratung hierauf verweisen.

Die von der BG BAU geförderten Bau-Entstauber verfügen über eine akustische und/oder visuelle Warneinrichtung, die den Benutzer warnt, sobald die Absaugleistung des Entstaubers zu stark nachlässt. Die Warneinrichtung ist erforderlich, da unzureichend abgesaugte Maschinen wesentlich mehr Staub freisetzen kön-

nen, als es die Unterschiede zwischen den Filtermedien ausmachen würden.

Die 2016 erschienene TRGS 504 „Tätigkeiten mit Expositionen gegenüber A- und E-Staub“ stellt klar, dass nicht nur bei mineralischem Staub, sondern bei allen Stäuben im Geltungsbereich dieser TRGS nur Entstauber der Staubklassen M und H zulässig sind (siehe Kasten Auszüge aus der TRGS 504). Für die Unterhaltsreinigung sollten Staubsauger mit Filtern der Staubklasse M verwendet werden.

Da auf Baustellen so gut wie nie Stäube vorkommen, die weder unter die TRGS 504 noch unter die TRGS 559 fallen, bleibt festzuhalten, dass dort nur noch Entstauber mindestens der Staubklassen M zulässig sind. Darüber sollte beim Kauf deutlich hingewiesen werden. Staubsauger der Staubklasse L dürfen auf Baustellen nicht eingesetzt werden.

In den Bauunternehmen muss man sich darauf einstellen, dass bei dieser Rechtslage L-Sauger stillgelegt werden können, wenn sie bei Kontrollen auf Baustellen angetroffen werden.

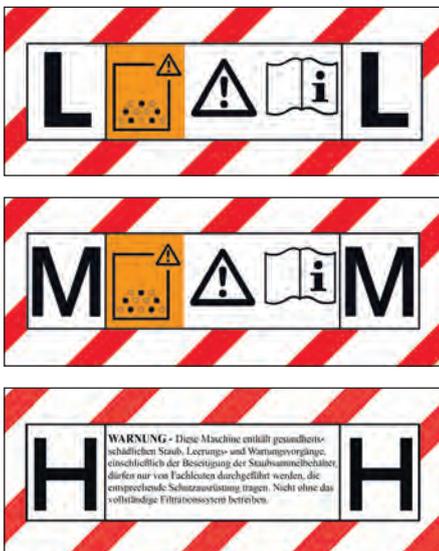
Reinhold Rühl,
BG BAU Prävention

Michael Seeling, Starmix –
Electrostar GmbH

Axel Walzer, DeWalt –
Stanley Black&Decker Deutschland GmbH

Jürgen Weiss, Alfred Kärcher
Vertriebs GmbH

Abb. 1: Kennzeichnung von L-, M- und H-Saugern (DIN EN 60335-2-69, Anhang AA)



Auszüge aus der TRGS 504

4.1.2 Technische Schutzmaßnahmen

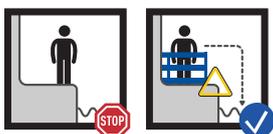
(5) Werden handgeführte Maschinen (z.B. Trennschleifer, Schlitz- oder Putzfräsen oder Schleifgeräte) verwendet, so sind diese mit Entstaubern mindestens der Staubklasse M auszustatten, soweit es nach dem Stand der Technik möglich ist¹¹).

4.2.5 Reinigungsarbeiten

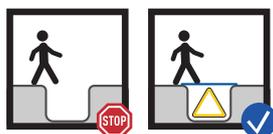
- (3) Geeignet sind für den industriellen Bereich auch Staub beseitigende Maschinen oder Geräte, wie z.B. Industriestaubsauger (mindestens Staubklasse M) und Kehrsaugmaschinen mit wirksamer Staubfilterung.
- (4) Für die Unterhaltsreinigung sollten Staubsauger mit Filtern der Staubklasse M verwendet werden.

¹¹) Eine Auswahl geeigneter Maschinen mit Stauberfassungselementen und Entstaubern ist im Internet unter www.gisbau.de abrufbar.

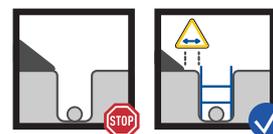
9 ANTWORTEN AUF DIE GEFAHR: 9 LEBENSWICHTIGE REGELN!



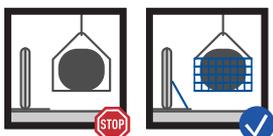
1. Wir sichern
Absturzkanten.



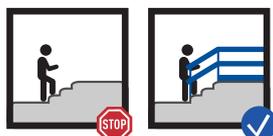
2. Wir sichern Boden-
öffnungen.



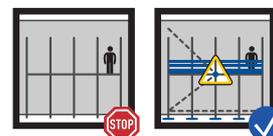
3. Wir sichern Bau-
gruben und Gräben.



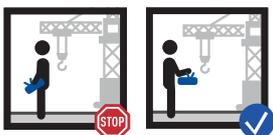
4. Wir sichern Bauteile
und Lasten gegen Um-
stürzen und Herabfallen.



5. Wir benutzen nur
sichere Verkehrswege.



6. Wir benutzen nur
sichere Gerüste.



7. Wir bedienen
Maschinen und Anla-
gen vorschriftsmäßig.



8. Wir meiden Gefah-
renbereiche von
Maschinen und Lasten.



9. Wir benutzen nur
geeignete PSA.

BAU AUF SICHERHEIT
BAU AUF **DICH**

www.bau-auf-sicherheit.de

 **BG BAU**
Berufsgenossenschaft
der Bauwirtschaft

Fachbereich Bauwesen

Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test

Europäisch notifizierte Stelle, Kenn-Nummer 0515

Zertifizierung von Maschinen, Geräten und Sicherheitsbauteilen sowie QM-Zertifizierung

Von der Prüf- und Zertifizierungsstelle wurden folgende Maschinen hinsichtlich der Arbeitssicherheit geprüft und auf Grundlage der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bzw. des ProdSG zertifiziert.



Datenbank für geprüfte Produkte:
www.dguv.de/dguv-test/produkte

Erdbaumaschinen

Gebrüder Egli Maschinen AG
CH-9512 Rossrüti
Hydraulikmagnet
EgliMag 1100A
Hydraulikmagnet
EgliMag 900/900A



Wilhelm Schäfer GmbH,
D-68307 Mannheim-Sandhofen
Hydraulikbagger
TB 210R, US und EU Version
Raupenlader
TL 12V-2 vertical lift

Takeuchi France SAS,
F-95310 Saint-Quen-l'Aumône
Kompaktlader
TL 10V2
Kompaktlader
TL 12R2

Straßenbaumaschinen

Wirtgen GmbH,
D-53578 Windhagen
Kaltrecycler
WR 250i - 11 WR

Von der Prüf- und Zertifizierungsstelle wurden folgende Maschinen bzw. Sicherheitsbauteile gemäß Anhang IV der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG geprüft und zertifiziert.

Erdbaumaschinen

Kramer-Werke GmbH,
D-88630 Pfullendorf
Sicherheitsbauteil FOPS Kat. II
Kabine, Bauteil-Nr.: 1000330390,
1000330525, 1000330526,
für Kramer Teleskoplader 418-02
Sicherheitsbauteil ROPS
Kabine, Bauteil-Nr.: 1000330390,
1000330525, 1000330526,
für Kramer Teleskoplader 418-02

Von der Prüf- und Zertifizierungsstelle wurde das Qualitätsmanagementsystem folgender Firma nach DIN EN ISO 9001:2008 oder über Konformitätsbewertungsverfahren nach EG-Richtlinie 2000/14/EG, Anhang VIII (Schall) bzw. nach EG-Richtlinie 2006/42/EG, Anhang X (Sicherheitsbauteile) auditert und zertifiziert.



| Firma | Qualitätsmanagementsystem nach |
|--|--|
| Yanmar Compact Germany GmbH D-74564 Crailsheim | Anhang VIII der Richtlinie 2000/14/EG für Hydraulik- und Seilbagger < 500kW (20), Lader < 500kW (21), Baggerlader < 500kW (37) |

Veranstaltungen

66. Geomechanik Kolloquium

Die Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, Innsbrucker Bundesstraße 67, 5020 Salzburg, Tel. +43/662/875519, Fax 886748, salzburg@oegg.at, www.oegg.at, veranstaltet von 11. bis 13. Oktober 2017 in Salzburg das „66. Geomechanik Kolloquium“ inkl. Spezialseminare.

Fertigteilfeassaden aus Architekturbeton

Die InformationsZentrum Beton GmbH, Teltower Damm 155, 14167 Berlin, Ansprechpartnerin Sonja Henze, Tel. 030/3087778-30, berlin@beton.org, www.beton.org, führt zusammen mit der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. am 14. November 2017 die Veranstaltung „Fertigteilfeassaden aus Architekturbeton“ in Leipzig durch.

BWI Bau

Die BWI-Bau GmbH, Institut der Bauwirtschaft, Uhlandstraße 56, 40237 Düsseldorf, Tel. 0211/6703-293, Fax -282, Kundenbetreuung@BWI-Bau.de, www.BWI-Bau.de, führt von September bis November 2017 folgende Veranstaltungen durch:

37. Fernkurs:

„Rechnungswesen und kaufmännische Abwicklung von Bauarbeitsgemeinschaften“

Start: 11.9., 4 Seminartreffen in Düsseldorf

Das neue Bauvertragsrecht 2018 – Alle Änderungen und Besonderheiten im BGB-Bauvertrag

12.9. Düsseldorf

Geschäftsführung der Bau-ARGEN – Rechtliche Fragen

19.9. Nürnberg-Wetzendorf

Kaufmännische Abwicklung von Bau-Arbeitsgemeinschaften

20.9. Nürnberg-Wetzendorf

Digitale Unternehmenskultur: Anforderungen an Mitarbeiter, Strukturen und Prozesse

27.9. Nürnberg-Wetzendorf

Verhandlungspositionen durchsetzen – Partner bleiben

5.10. Nürnberg-Wetzendorf

Erfolgreiche Dokumentation am Bau – Maximale Ertragssteigerung durch

effiziente Nutzung begrenzter Kapazitäten

15.11. Stockdorf bei München

Forum Zukunft Bauen: Landwirtschaftliches Bauen

Die InformationsZentrum Beton GmbH, Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel. 0711/32732-215, Fax -201, ostfildern@beton.org, www.beton.org, Ansprechpartner: Siegfried Fiedler, Tel. 0172/7661156, siegfried.fiedler@beton.org, veranstaltet am 18. Oktober 2017 das Forum „Landwirtschaftliches Bauen“ im Landwirtschaftlichen Zentrum (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf.

Neue Seminarreihe Bauphysik in der Denkmalpflege

Das Fraunhofer-Zentrum für Energetische Altbau-sanierung und Denkmalpflege führt 2017 eine neue Seminarreihe mit zwei Veranstaltungen im Kloster Benediktbeuern, Don-Bosco-Straße 1, 83671 Benediktbeuern, durch:

Klimastabilität historischer Gebäude 22.9.

Schadensvermeidung im Altbau und Baudenkmal 17.11.

Weitere Informationen und Anmeldung: Tabea Ries, Tel. 08024/643-261, Fax -366, tabea.ries@ibp.fraunhofer.de

Fernlehrgang SiGe-Koordination nach RAB 30

Das Institut für Baubetriebswesen der TU Dresden ist ein anerkannter Lehrgangsträger zur Durchführung von Lehrgängen zum Erwerb der speziellen Koordinatorenkenntnisse für SiGe-Koordinatoren nach RAB 30.

Der Fernlehrgang gliedert sich in ein zweistufiges Selbststudium und einen Präsenztage. Sie bearbeiten die Ihnen zugesandten Studienunterlagen entsprechend Ihres persönlichen Zeitbudgets und beantworten die zu den jeweiligen Kapiteln gehörenden Fragebögen. Die Rücksendung der (richtig) beantworteten Fragebögen ist Voraussetzung für die Teilnahme am obligatorischen Präsenztage mit Lehrveranstaltungen und Übungen. Der Präsenztage schließt mit einer schriftlichen Prüfung ab.

Während Ihres gesamten Selbststudiums steht Ihnen für alle Fragen ein erfahrener SiGe-Koordinator telefonisch und per E-Mail zur Verfügung.

Der Beginn des Fernlehrganges ist jederzeit möglich. Die Termine für den Präsenztage werden individuell mit den Teilnehmern vereinbart.

Weitere Informationen: Tel. 0351/46335730 und <https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/ibb> unter dem Button Veranstaltungen.

VDI-Wissensforum

Die VDI Wissensforum GmbH, Kundenzentrum, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf, Tel. 0211/6214-201, Fax -154, wissensforum@vdi.de, www.vdi-wissensforum.de, bietet bis Mai 2018 folgende Seminare an:

Serielles Bauen – Gebäude aus Containern und Modulen

17./18.10. Berlin,

30./31.1.2018 München

Honorar- und Vertragsrecht in der TGA

– 1. Seminartag: Aktuelle Probleme und Rechtsprechung zur HOAI 2013

18.9. Berlin,

15.1.2018 Düsseldorf, 14.5.2018 Nürnberg

– 2. Seminartag: Ingenieurvertragsrecht

19.9. Berlin,

16.1.2018 Düsseldorf, 15.5.2018 Nürnberg

Crashkurs Technische Gebäudeausrüstung (TGA)

4./5.9. Düsseldorf, 27./28.11. Aschheim bei

München, 26./27.2.2018 Dresden

8. Betonfachtagung Nord

Die InformationsZentrum Beton GmbH, Hannoverse Straße 21, 31319 Sehnde, Tel. 05132/502099-0, Fax -15, gabriele.meyer-landrut@beton.org, www.beton.org, veranstaltet vom 27. bis 28. September 2017 die „8. Betonfachtagung Nord“ in Hannover.

Alles Wichtige zum reformierten Bauvertragsrecht ab 1.1.2018

Die Management Circle AG, Postfach 56 29, 65731 Eschborn/Ts., Tel. 06196/4722-700, Fax -999, anmeldung@managementcircle.de, www.managementcircle.de, führt das Seminar „Bauvertragsrecht – Alles Wichtige zum reformierten Bauvertragsrecht ab 1.1.2018“ an verschiedenen Veranstaltungsorten zu folgenden Terminen durch:

31.8.–1.9. Köln, 19.–20.9. Frankfurt/M.,

9.–10.10. München

Mercedes-Benz Transporter Training on Tour

Nach dem erfolgreichen Auftakt Ende März setzt Mercedes-Benz Vans seine diesjährige Veranstaltungsreihe „Transporter Training on Tour“ noch bis Anfang Dezember fort. Die ganztägigen Transportertrainings finden in speziellen Fahrtechnikzentren verteilt über das gesamte Bundesgebiet statt und können über den Mercedes-Benz-Handel gegen eine Teilnehmergebühr von 50 € gebucht werden. Vor der dreiwöchigen Sommerpause finden an mehreren süddeutschen Standorten (Kastellaun 20. bis 23.7.) Veranstaltungen statt, bevor es ab Mitte August wieder in den Westen, Norden und Osten der Bundesrepublik geht.

Weitere Informationen: www.transporter-training-on-tour.de, Ansprechpartner Andreas Leo Tel. 030/2694-3017, andreas.leo@daimler.com oder Katja Bott, 0711/1784020, katja.bott@daimler.com

Haus der Technik e.V.

Der Haus der Technik e.V., Hollestr. 1, 45127 Essen, Tel. 0201/1803-1 (Zentrale), Fax -269 (Zentrale), hdt@hdt-essen.de, www.hdt-essen.de, führt von September bis Oktober 2017 in der Niederlassung Berlin, Haus der Technik, Seydelstr. 15, 10117 Berlin, folgende Veranstaltungen durch:

HOAI 2013 –

Fallstricke und Möglichkeiten bei der Vertragsgestaltung und Honorarabrechnung 14.9.

Grundlagen der VOB für Einsteiger 21.9.

Der Umgang mit schwierigen Verhandlungssituationen und -partnern im Bauwesen 11.10.

Update Bauleiterrecht – Aktuelle Rechtsprechung VOB/B 12.10.

HOAI 2013 –

Honorierung von Ingenieurleistungen im Tiefbau-, Straßen- und Schienenbau 19.10.

Baubetriebsplanung als Grundlage für den Projekterfolg 23.10.

BIM-Konferenz: BILT EUR – Beyond Automation

Die RTC Europe Foundation, Region Manager Silvia Taurer, Noordeinde 9b, NL 2611 KE Delft, Niederlande, Tel. +31/85 8772744, silvia.taurer@rtcevents.com, www.rtcevents.com, veranstaltet vom 5. bis 7. Oktober 2017 die „BILT EUR“ (bisher bekannt als RTC Europe Conference) im dänischen Aarhus, Midtjylland. Bereits im Vorfeld der BILT EUR startet das Building Content Summit (BCS) am 3. und 4. Oktober 2017. Die BIM-Konferenz thematisiert die gesamte Wertschöpfungskette Bau.

Fachtagung Rohre und Schachtbauwerke

Die InformationsZentrum Beton GmbH, Hannoversche Str. 21, 31319 Sehnde, www.beton.org, der Verband Beton- und Fertigteilindustrie Nord e.V. (VBF Nord), Raiffeisenstr. 8, 30938 Großburgwedel, www.vbf-nord.de, die Fachvereinigung Betonrohre

und Stahlbetonrohre e.V. (FBS), Schlossallee 10, 53179 Bonn, www.fbsrohre.de und der Unternehmerverband Mineralische Baustoffe (UVMB) e.V., Walter-Köhn-Str. 1c, 04356 Leipzig, www.uvmb.de, veranstalten am 9. November 2017 in Leipzig und am 16. November 2017 in Hamburg die Fachtagung „Rohre und Schachtbauwerke – Moderner Kanalbau mit Beton und Stahlbeton“.

4. Essener Baubetriebs- & Baurechtsforum 2017

Die Leinemann Partner Rechtsanwälte mbB, Friedrichstr. 185–190, 10117 Berlin, Tel. 030/206419-0, www.leinmann-partner.de, die MCE-CONSULT AG, Il. Hagen 7, 45127 Essen, Tel. 0201/63008-0, www.mce-consult.com und kkp INGENIEURE, Veronikastr. 34, 45131 Essen, Tel. 0201/84728-00, www.kkp-ingenieure.de, veranstalten am 13. und 14. Oktober 2017 auf dem Gelände der Zeche Zollverein in Essen das „4. Essener Baubetriebs- & Baurechtsforum 2017“ unter dem Motto „Effizient bauen: Großprojekte und Infrastruktur richtig anpacken“.

GEC Geotechnik expo & congress 10. Deutscher Geologentag

Die Messe Offenburg, Schutterwälder Str. 3, 77656 Offenburg, Tel. 0781/9226-0, Fax -77, info@messe-offenburg.de, www.messe-offenburg.de, veranstaltet zeitgleich am 25. und 26. Oktober 2017 die GEC Geotechnik expo & congress und den 10. Deutschen Geologentag des Berufsverbands Deutscher Geowissenschaftler.

Bayerische BauAkademie

Die Bayerische BauAkademie, Ansbacher Str. 20, 91555 Feuchtwangen, Servicetelefon 09852/9002-0, www.baybauakad.de, führt vom September bis Dezember 2017 folgende Seminare und Lehrgänge durch:

| | |
|---|--------------|
| Typische Schadensbilder im Hochbau – Ursachen, Vermeidung, Instandsetzung | 26.9. |
| Absicherung von Zahlungsansprüchen am Bau | 10.10. |
| Mängel im Bauablauf vermeiden – Abnahme erfolgreich durchführen | 10.10. |
| Maßtoleranzen im Hoch- und Ausbau | 11.10. |
| Baustellensteuerung mit elektronischem Bauzeitenplan | 12.–13.10. |
| Risse in Bauwerken – Ursachen, Vermeidung, Instandsetzung | 17.10. |
| Bauwerksprüfung Hochbau | 18.–20.10. |
| Optimale Baustellenabwicklung für Bauleiter | 19.–20.10. |
| Schwachstellen am Bau analysieren und Verbesserungspotenziale aufzeigen | 24.10. |
| Wissen kompakt: Ausgleichsberechnung von kalkulierten aber nicht gedeckten Bauumlagekosten | 25.10. |
| Befähigte Person für Arbeits- und Schutzgerüste | 25.–27.10. |
| Die neuen Abdichtungsnormen für den Hochbau | 9.11. |
| Wissen kompakt: Praktische Umsetzung von BIM – Building Information Modeling | 14.11. |
| Kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Bauunternehmen | 18.11. |
| Der Bauleiter und sein Schriftverkehr | 23.–24.11. |
| Schlüsselfertige Projekte – von der Akquise bis zur Abnahme und die Dauer der Gewährleistung | 29.11. |
| Kalkulieren – Strukturieren – Dokumentieren – Fakturieren | 30.11.–1.12. |
| Aufmaß und Abrechnung im Hochbau | 7.–8.12. |

International VDI Conference Automation & Digitization of Cranes

19. und 20. September 2017,
Rotterdam, The Netherlands

VDI Wissensforum GmbH, P.O. Box 10 11 39, 40002 Düsseldorf, Germany, Phone +49/211/6214-201, Fax -154, wissensforum@vdi.de, www.vdi-international.com/cranes

BauPortal

Heft 5 • 129. Jahrgang • Juli 2017

Fachzeitschrift der
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

www.bgbau.de
www.BauPortal-digital.de

ISSN: 1866-0207

Verlag:

Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG,
Genthiner Straße 30 G, 10785 Berlin,
Telefon (030) 25 00 85-0, Fax (030) 25 00 85-305,
ESV@ESVmedien.de, www.ESV.info

Verantwortlicher Schriftleiter:

Klaus-Richard Bergmann,
Hauptgeschäftsführer der
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Redaktion:

Dipl.-Ing. Bernhard Arenz,
Leiter Prävention der BG BAU
Dipl.-Ing. Ramona Bischof,
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Blasch,
Jessica Mena de Lipinski,
Hildegardstraße 29/30, 10715 Berlin,
Telefon (030) 857 81-396, Fax 0800 6686 6883 8200,
bauportal@bgbau.de

Die mit Namen oder Initialen gezeichneten Beiträge entsprechen nicht in jedem Fall der Meinung der BG BAU. Für sie trägt die BG BAU lediglich die allgemeine pressegesetzliche Verantwortung.

Vertrieb:

Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG,
Genthiner Straße 30 G, 10785 Berlin,
Telefon (030) 25 00 85-228, Fax (030) 25 00 85-275,
Vertrieb@ESVmedien.de
Konto: Berliner Bank AG
Kto.-Nr. 512 203 101 (BLZ 100 708 48)
IBAN: DE 31 1007 0848 0512 2031 01
BIC(SWIFT): DEUTDEDB110

Bezugsbedingungen:

Bezugsgebühren im Jahresabonnement
€ 42,-/sfr 60,-
für in Ausbildung befindliche Bezieher jährlich
(gegen Vorlage einer Studien- bzw. Ausbildungs-
bescheinigung)
€ 21,20/sfr 24,-
Einzelbezug je Heft
€ 6,-/sfr 5,-
(jeweils einschl. 7 % MwSt, zzgl. Versandkosten).
Die Bezugsgebühr wird jährlich im Voraus erhoben.
Abbestellungen sind mit einer Frist von 2 Monaten
zum 1.1. jeden Jahres möglich.
Bei den Mitgliedsbetrieben der BG BAU ist
der Bezugspreis im Mitgliedsbeitrag enthalten.
Preise für gebundene Ausgaben früherer Jahrgänge
auf Anfrage.

Die Zeitschrift ist auch als eJournal erhältlich,
weitere Informationen unter
www.BauPortal-digital.de

Anzeigen:

Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG,
Genthiner Straße 30 G, 10785 Berlin,
Telefon (030) 25 00 85-628/-626/-629,
Fax (030) 25 00 85-630,
Anzeigen@ESVmedien.de
Anzeigenleitung: Sibylle Böhler
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr. 52
vom 1. Januar 2017, die unter
<http://mediadaten.BauPortal-digital.de>
bereit steht oder auf Wunsch zugeschickt wird.
Der Anzeigenteil ist außer Verantwortung der
Schriftleitung.

Gesamtherstellung:

PC-Print GmbH,
Balanstraße 73 / Haus 09, 81541 München



IVW-
geprüfte
Auflage

LABAU

Arbeitsgemeinschaft

Kostenfrei für Mitglieds- unternehmen der BG BAU: BauPortal als eJournal

Jetzt Zugang sichern!

Lesen Sie auf www.BauPortal-digital.de das aktuelle Gesamtheft oder Einzelbeiträge zu den folgenden Themen:

- ▶ Bauen und Energie
- ▶ Bauzyklus (Planen, Bauen, Ausbau, Wartung, Instandsetzung, Rückbau)
- ▶ Bauverfahren und Baustoffe
- ▶ Maschinenteknik
- ▶ Arbeits- und Gesundheitsschutz

Besonderes Plus – das Archiv

Hier finden Sie alle Ausgaben seit dem Jahr 2000 und können Einzelbeiträge downloaden.

Jetzt per E-Mail bestellen unter:

📧 BauPortal@ESVmedien.de



www.BauPortal-digital.de

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG

Auf Wissen vertrauen

Bestellungen bitte an den Buchhandel oder: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG · Genthiner Str. 30 G · 10785 Berlin
Tel. (030) 25 00 85-228 · Fax (030) 25 00 85-275 · ESV@ESVmedien.de · www.ESV.info