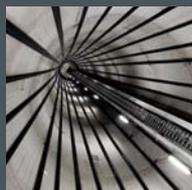
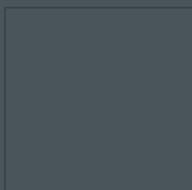
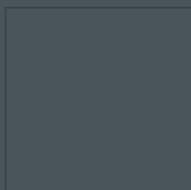




# Hybridturm System Max Bögl

Fortschritt baut man aus Ideen.





» Saubere Energie  
verwurzelt in  
Ihrer Region.



Stefan Bögl



Johann Bögl

Seit über sechs Jahrzehnten ist Energie das maßgebliche Element unseres Lebensstandards. Ohne ihren permanenten Einsatz könnten wir uns nicht als Industrienation behaupten. Der sorgsame und nachhaltige Umgang mit dieser Energie wird die große Aufgabe unserer Gesellschaft in der Zukunft sein.

Das Ziel der Bundesregierung ist, den Anteil der regenerativen Energieträger von heute 25 Prozent bis zum Jahr 2020 auf 35 Prozent zu steigern und dadurch konventionelle Kraftwerke zu ersetzen. Nur so können wir für den Erhalt unserer Umwelt sorgen und gleichzeitig unseren Lebensstandard wahren.

Wir bei Max Bögl nehmen die anstehenden Herausforderungen an, welche die Energiewende mit dem Ausbau der regenerativen Energien mit sich bringt. Dass wir dazu in der Lage sind, beweist unser umfangreiches Know-how bei der Entwicklung, der Planung und dem Bau von großen Windenergieanlagen.

Unsere hybriden Windkrafttürme aus Beton und Stahl sorgen für eine wesentlich höhere Effizienz und Energieausbeute im Binnenland. Gefertigt werden die bis zu 143 Meter hohen Windkrafttürme im Multi-Megawatt-Bereich an den firmeneigenen Produktionsstätten in Sengenthal und zukünftig auch im schleswig-holsteinischen Osterrönhofeld am Nord-Ostsee-Kanal.

Der Bau von Windenergieanlagen beeinflusst aber nicht nur den Klimaschutz positiv, sondern bedeutet auch Wertschöpfung für die Region, in der Wind geerntet wird. Bestes Beispiel dafür ist Bayerns größter Bürgerwindpark in Berching, der im Herbst 2012 ans Stromnetz geht. Sechs leistungsstarke Windenergieanlagen versorgen rund 40.000 Menschen mit sauberer und sicherer Energie.

Unsere Firmengruppe geht mit dem Windenergiefonds maxwind noch einen Schritt weiter in Richtung Energiewende. Als Generalübernehmer sorgen wir nicht nur für die kom-

plette Planung und bauliche Umsetzung von Windenergieanlagen, sondern investieren mit unserem Fonds selbst in Anlagen in Süddeutschland. Als attraktive Alternative zu konventionellen Geldanlagen bieten wir mit maxwind den Menschen in der Region die Möglichkeit, sich ganz persönlich an der Energiewende zu beteiligen.

Stefan Bögl  
Vorstand Max Bögl Wind AG

Johann Bögl  
Vorstand Max Bögl Wind AG



# Wertschöpfung für die Region

Wenige Wochen nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima hat die Bundespolitik den endgültigen Ausstieg aus der Atomenergie beschlossen. Die „Energiewende“ ist seither zum prägenden Begriff für die Neuausrichtung deutscher Energiepolitik geworden. Bis 2020 soll der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung in Deutschland von heute 20 Prozent auf 35 Prozent steigen. Darüber hinaus will die Bundesregierung ebenfalls bis zum Jahr 2020 den Kohlendioxid-Ausstoß

in Deutschland um 40 Prozent<sup>1</sup> senken. Auf Basis des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) wird der Vorrang der Energieeinspeisung aus erneuerbaren Energien mit festen Mindestvergütungssätzen für eine Laufzeit von 20 Jahren festgeschrieben.

Vor diesem Hintergrund helfen moderne Windparks durch Erzeugung umweltfreundlicher Energie nicht nur dem Klimaschutz. Als dezentral organisierte Kraftwerke bedeuten sie zugleich auch Wertschöpfung

für die Region. Neben der Schaffung neuer Arbeitsplätze nimmt die Gemeinde zusätzliche Gewerbesteuer ein, die bei herkömmlichen Großkraftwerken der Heimat bleibt. Die Nutzung der Windkraft wird somit zur wirtschaftlich attraktiven Gewerbeansiedlung.

Von der Identifizierung geeigneter Standorte und der technisch-wirtschaftlichen Planung des Parks über das Genehmigungsverfahren, den Bau und die Netzanbindung bis hin zum

*Moderne leistungsstarke Windenergieanlagen, wie hier auf dem Winnberg im Landkreis Neumarkt, versorgen die Bürger mit sauberer und sicherer Energie.*



Betrieb des Kraftwerks: Ein Windkraftprojekt ist ein komplexes Vorhaben. Erfahrung und Fachwissen zahlreicher Spezialisten entscheiden über den Erfolg der Realisierung. Dabei stellen Schnittstellen zwischen Projektphasen und Projektbeteiligten Risiken dar, die nur durch eine professionelle Projektführung zu bewältigen sind. Hier steht Ihnen Max Bögl als kompetenter, verlässlicher und leistungsstarker Partner zur Seite – sei es bei der Auswahl möglicher Standorte oder der

Prüfung der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit bereits vorhandener Projektideen.

Ist die Entscheidung für den Bau eines Windparks gefallen, begleiten und unterstützen wir Sie auf Wunsch während der gesamten Projektdauer. Dabei können Sie sich auf unser umfangreiches Know-how bei der Entwicklung, Planung und Umsetzung selbst größter Windenergieanlagen verlassen. Unter Einbeziehung der Gemeinde führen wir mit unseren Spezial-

listen, gerne auch unter Einbindung von Ingenieurbüros aus Ihrer Umgebung, eine detaillierte Projektplanung durch. Mit den gewonnenen Erkenntnissen erstellen wir ein wirtschaftliches Gesamtkonzept inklusive eines Finanzierungsvorschlages unter Beteiligung auch lokaler Kreditinstitute. Eigene Fachleute und ausgewählte externe Spezialisten unterstützen Sie in allen Phasen des Genehmigungsprozesses.



## Windpotenzial voll ausschöpfen

Eines der wichtigsten wirtschaftlichen Ziele des Windparkbetreibers ist es, möglichst viel Energie aus dem Wind „zu ernten“. Eine hohe Stromausbeute insbesondere an windschwächeren Standorten des Binnenlandes erreicht man am besten durch Windenergieanlagen, bei denen große Nabenhöhen mit großen Rotoren kombiniert sind.

Dies ergibt sich zum einen daraus, dass in den bodennahen Luftschichten die Windgeschwindigkeit mit der Höhe zunimmt, und zum anderen aus den physikalisch-technischen Möglichkeiten zur Nutzung der Windenergie. Die elektrische Leistung  $P$  [kW] nimmt dabei exponentiell in der dritten Potenz mit der Zunahme der Windgeschwindigkeit zu. Sie steigt darüber hinaus quadratisch mit der Zunahme des

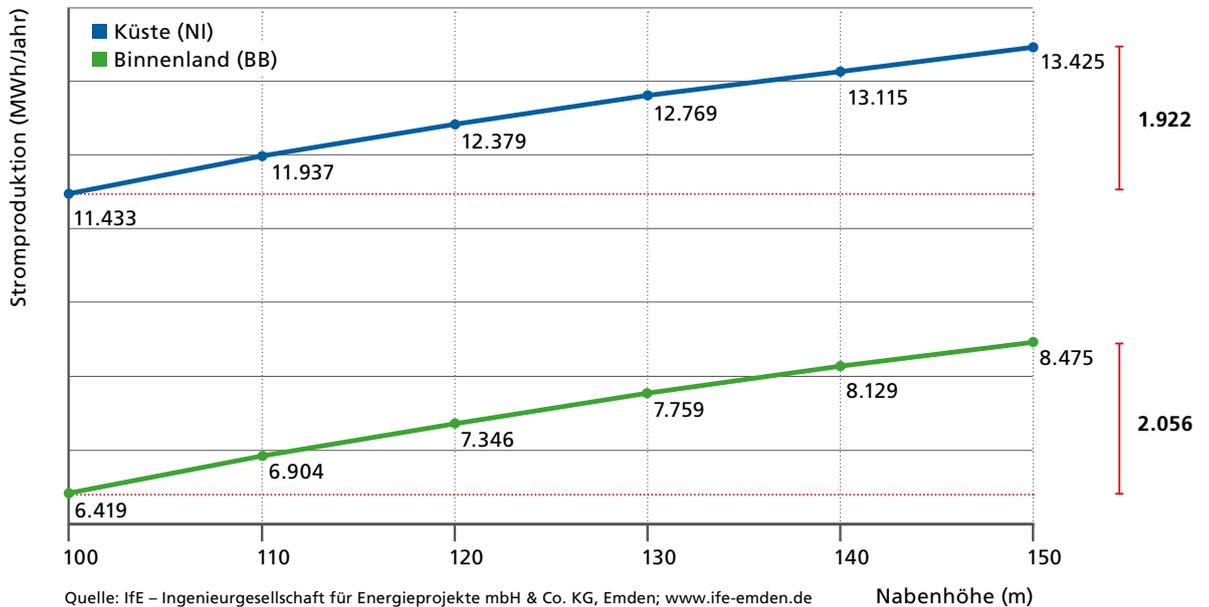
Rotorblattdurchmessers an. Als Faustformel gilt: Jeder Meter Höhengewinn steigert den jährlichen Stromertrag um 0,5 bis 1 Prozent.

Mit Hybridtürmen von Max Bögl können maximale Nabenhöhen erreicht werden, damit die modernsten und leistungsfähigsten Windturbinen der Welt das Windpotenzial voll ausschöpfen können.



Windenergieanlagen mit großen Nabenhöhen und Rotoren ermöglichen eine hohe Stromausbeute.

## Beispielrechnung an zwei unterschiedlichen Standorten (Küste/Binnenland)



## Hybridturm System Max Bögl

Max Bögl zählt zu den führenden Fertigteilerherstellern in Deutschland. In enger Zusammenarbeit mit dem eigenen Stahl- und Anlagenbau sowie der Abteilung Forschung und Entwicklung realisierte die Firmengruppe 2010 erstmalig einen Hybridturm aus Spannbeton und Stahl für eine der bis dato leistungsstärksten Onshore-Windenergieanlagen der 3-MW-Klasse, einer REpower 3.4 M mit 128 m Nabenhöhe.

Heute liefert die Max Bögl Wind AG serienmäßig verschiedene Varianten dieses Turmtyps für unterschiedliche Nabenhöhen zwischen 123 und 143 m an namhafte Windenergieanlagen-Hersteller.

Für die Zukunft hat sich Max Bögl viel vorgenommen. Im Winter 2011/2012 kam erstmals ein modifizierter Turmdrehkran für die Errichtung von drei Windenergieanlagen des

Typs Vestas V112 mit Nabenhöhen von 140 m zum Einsatz. Die erfolgreiche Einführung dieses innovativen Montagesystems zeigt das technische und wirtschaftliche Potenzial der Firmengruppe in der Realisierung von Windenergieanlagen mit Nabenhöhen auch jenseits von 150 m Nabenhöhe. Hierdurch wird sich die mögliche „Windernte“ zukünftiger Turbinen deutlich steigern lassen.







# Werksfertigung

Antrieb und Motivation zur Eigenentwicklung des hybriden Windkraftturms entsprangen der hohen Fachkompetenz der Firmengruppe Max Bögl in der Konstruktion und Fertigung hochpräziser Betonfertigteile. Die jeweils 3,80 m hohen und 30 cm starken Betonfertigteile werden im eigenen Fertigteilwerk in Sengenthal und ab 2014 zusätzlich in Oster-

rönfeld – abhängig von Größe und Gewicht – entweder als kompletter Ring oder in mehreren Stahlbetonsegmenten hergestellt. Dieses Sortiment aus konischen und zylindrischen Ringen lässt sich nach einem modularen Baukastensystem zu Betontürmen unterschiedlicher Höhe und Geometrie kombinieren. Auf diese Weise können verschiedenste Turmvarianten

passgenau auf die speziellen statisch-dynamischen Anforderungen jeder modernen Windturbine ausgelegt werden.

Die werkseitig gefertigten Betonringe werden zur Vorbereitung auf die spätere Baustellenmontage an ihrer Ober- und Unterseite mittels einer CNC-Schleifmaschine plangenaue auf das exakte Maß bearbeitet.



*In modernsten Produktionshallen am Hauptsitz in Sengenthal werden im Fertigteilwerk und im Stahl- und Anlagenbau die hybriden Turmsegmente aus Spannbeton und Stahl präzise gefertigt.*



In einem zweiten Arbeitsgang wird anschließend an den vertikalen Außenflächen der Ringe ein spezielles farbiges Beschichtungssystem aufgebracht. Auf diese Weise können die fertigen Ringe bei der späteren Errichtung zum Betonturm „in trockener Fuge“, also ohne jegliche Mörtel- oder sonstige Ausgleichsschicht, einfach aufeinandergesetzt werden.

Die Werksfertigung garantiert dabei eine gleichbleibend hohe Qualität der Bauteile durch definierte klimatische Bedingungen sowie eine permanente Qualitätsüberwachung im gesamten Produktionsprozess. Die mögliche Zwischenlagerung vorgefertigter Bauteile sichert eine flexible Logistik und damit verbunden eine gesicherte Lieferbereitschaft.



*Der Transport der bis zu 62 to schweren Betonfertigteile erfolgt durch den eigenen leistungsstarken Fuhrpark, aber auch zunehmend per Schiff über den Rhein-Main-Donau-Kanal.*

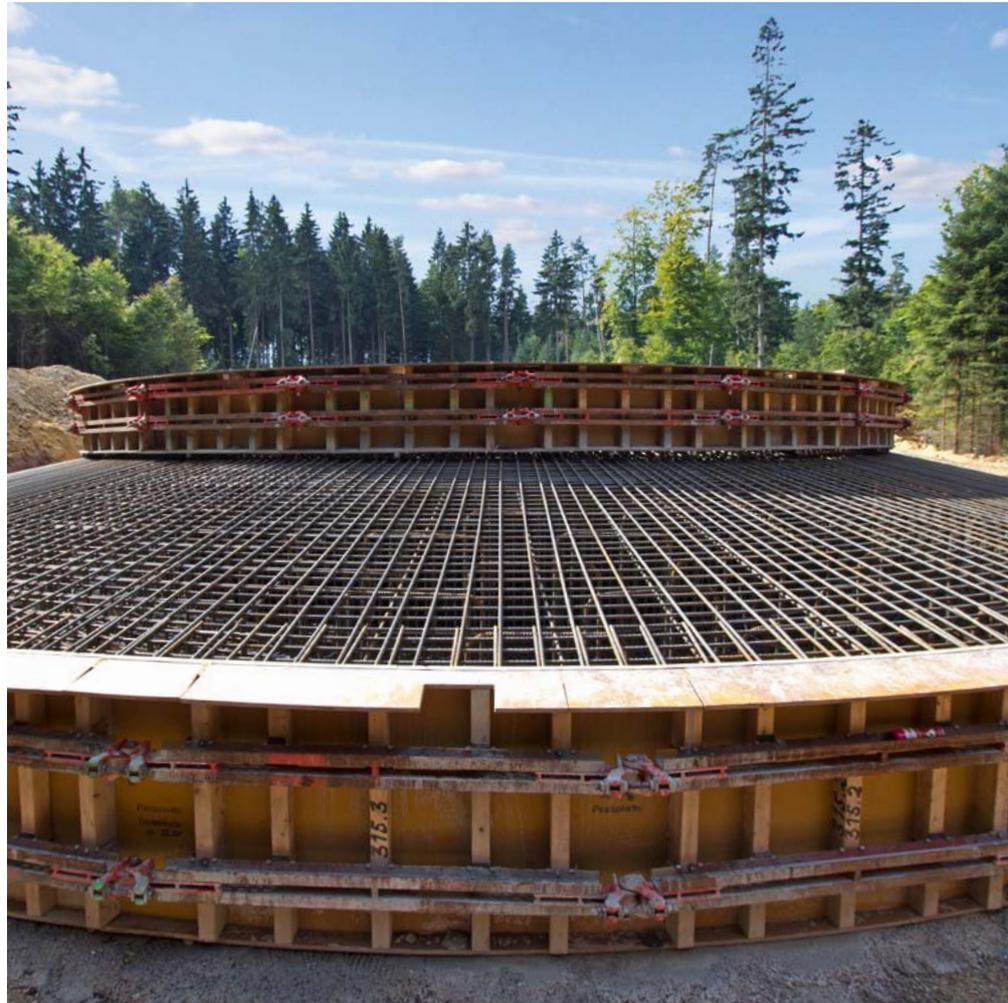


# Bauteile-Transport

Für die komplette Baustellenlogistik und den sicheren Transport der Beton- und Stahlsegmente sorgt der Unternehmensbereich Transport und Geräte. Dank des eigenen großen Fuhrparks mit mehr als 300 Transportfahrzeugen können die Bauteile flexibel und unabhängig auch über weite Entfernungen terminge-

recht und wirtschaftlich zum Einsatzort befördert werden. Aufgrund steigender Anforderungen an Umweltschutz und Logistik werden neben den normalen Straßen- auch Schiffstransporte durchgeführt – insbesondere ab 2014 am neuen Standort Osterrönfeld über den Nord-Ostsee-Kanal.

Über das kreisförmige Ringfundament aus Ortbeton ist der hybride Windkraftturm fest mit dem Untergrund verwurzelt.



# Fundamentgründung

Um die Lasten aus Wind und Eigengewicht der Anlage sicher in den Untergrund abzuleiten, wird der Hybridturm auf einem kreisförmigen Fundament aus Ortbeton gegründet. Für die

Turmmontage mittels Turmdrehkran wird das Fundament zusätzlich statisch-konstruktiv so ausgelegt, dass sich der Kran in seinem Fußpunkt direkt auf dem Fundament abstützt.







*Das erste Drittel des Turmdrehkranes wird mit einem Mobilkran montiert, dann beginnt der Kletterprozess für die Montage der Beton- und Stahlsegmente.*



# Montage Hybridturm

Für die Montage der Beton- und Stahlsegmente mit exakt auf die jeweilige Situation abgestimmtem Hebegerät sorgen qualifizierte Montageteams der Firmengruppe. Mithilfe speziell entwickelter Montagevorrichtungen werden die werkseitig hergestellten Betonringsegmente (Halbschalen) auf der Baustelle zu ganzen Ringen zusammengefügt. Ist der unterste Betonring eingemessen und dauerhaft fixiert, werden alle weiteren Ringe in „trockener Fuge“, ohne Mörtel- oder sonstige Ausgleichsschicht,

einfach aufeinandergesetzt. Diese Bauweise ermöglicht es, bei nahezu jeder Witterung, insbesondere auch bei Regen oder extrem tiefen Temperaturen, annähernd ganzjährig zu bauen.

Den oberen Abschluss des Betonturms bildet ein speziell ausgebildeter Ring, der als Stahl-Beton-Verbundkonstruktion für den Anschluss des nachfolgenden Stahlrohturms ausgebildet ist. Dieses Übergangsstück dient zudem als oberes Widerlager für die



*Betonring um Betonring wächst der Hybridturm modular in die Höhe. Nach Einbau des Übergangsstückes erfolgt die Montage des Stahlschaftes als Turmspitze.*



auf der Innenseite des Betonturms verlaufenden, externen Spannglieder, die im Spannkeller des Fundamentes ihr zweites Widerlager finden. Nach dem Aufbringen der Vorspannung und der Verankerung der vorgespannten Seile ist der auf diese Weise errichtete Spannbetonturm in sich tragfähig. Anschließend wird die erste Stahlsektion auf das Übergangsstück aufgesetzt und mit den werkseitig einbetonierten Ankerstangen des Übergangsstückes kraftschlüssig verschraubt.

Es folgt die Montage aller weiteren Stahlsektionen bis zur Fertigstellung des gesamten Hybridturms.



# Selbstkletternder Turmdrehkran

Für die Montage der Hybridtürme wurde in Zusammenarbeit mit dem Baumaschinenhersteller Liebherr ein modifizierter Turmdrehkran entwickelt, der mit einer einzigen Abspannung zum Windkraftturm eine Endhakenhöhe von über 150 m erreicht. Diese Abspannung erfolgt in rund 85 m Höhe am Übergangsstück des Windkraftturms, dem Übergang von Beton auf Stahl. Der Betonturm wird mit externen Spanngliedern, die am Übergangsstück verankert sind, vorgespannt. In diese stabile Betonkonstruktion

können die Abstützkräfte aus dem Turmdrehkran sicher eingeleitet werden.

Hinsichtlich der Erstellung des Betonturms wie auch der Endmontage des Stahlturms und des Maschinenhauses ermöglicht dieser speziell entwickelte und patentierte Montageprozess noch einen problemlosen Kranbetrieb bei Windgeschwindigkeiten bis zu 20 m/sec. Vor allem bei Waldstandorten bietet diese Montagetechnik klare Vorteile.

Die Turmmontage mit Raupenkranen erfordert zum Aufbau und zum Ablegen des Auslegers eine etwa 160 m lange Schneise im Wald. Diese Fläche sowie die eigentliche Kranstellfläche entfallen beim Turmdrehkran, sodass sich die befestigte Fläche vor dem Windkraftturm von rund 3.600 m<sup>2</sup> auf etwa 1.400 m<sup>2</sup> reduzieren lässt. Der Transport des Turmdrehkranes kann mit normalen LKWs durchgeführt werden. Bei vergleichbarer Traglast benötigt ein Raupenkran bei diesen Hakenhöhen in etwa 60 Schwertransporte.

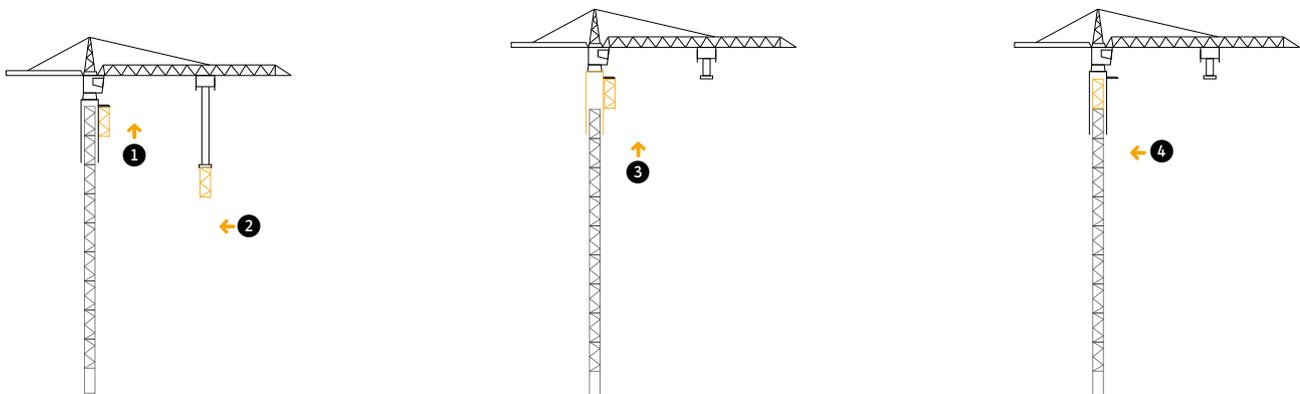


• Noch bei Windgeschwindigkeiten von 20 m/s werden die bis zu 70 to schweren Bauteile des Windkraftturms mit dem modifizierten Turmdrehkran in Position gehoben.

### Vorteile des Systems auf einen Blick:

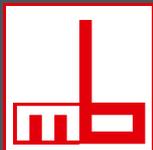
- externe Vorspannung
- Austauschbarkeit und Prüfbarkeit
- CNC-Bearbeitung der Betonringe
- geschliffene, „trockene“ Betonfuge
- „Stapeln“ der Ringe (trockene Horizontalfuge)
- weitgehende Witterungsunabhängigkeit
- hohe Qualität durch Werksfertigung
- europaweite Lieferung/Produktion möglich
- Abwicklung der Transporte inkl. Kraneinsatz mit eigenem Unternehmen
- hohe Maßgenauigkeit
- lange Lebensdauer durch wartungsfreien Hochleistungsbeton
- einfacher Rückbau

### Schematischer Ablauf des Kletterprozesses:



- 1 | Hochziehen des Turmstücks
- 2 | Positionieren des Turmstücks

- 3 | Hochfahren der Klettereinrichtung
- 4 | Einschieben des Turmstücks



**MAX BÖGL**

Fortschritt baut man aus Ideen.

Max Bögl Wind AG  
Max-Bögl-Straße 1  
92369 Sengenthal

Postanschrift:  
Postfach 11 20  
92301 Neumarkt

Telefon +49 9181 909-11624

wind@max-boegl.de  
www.max-boegl.de