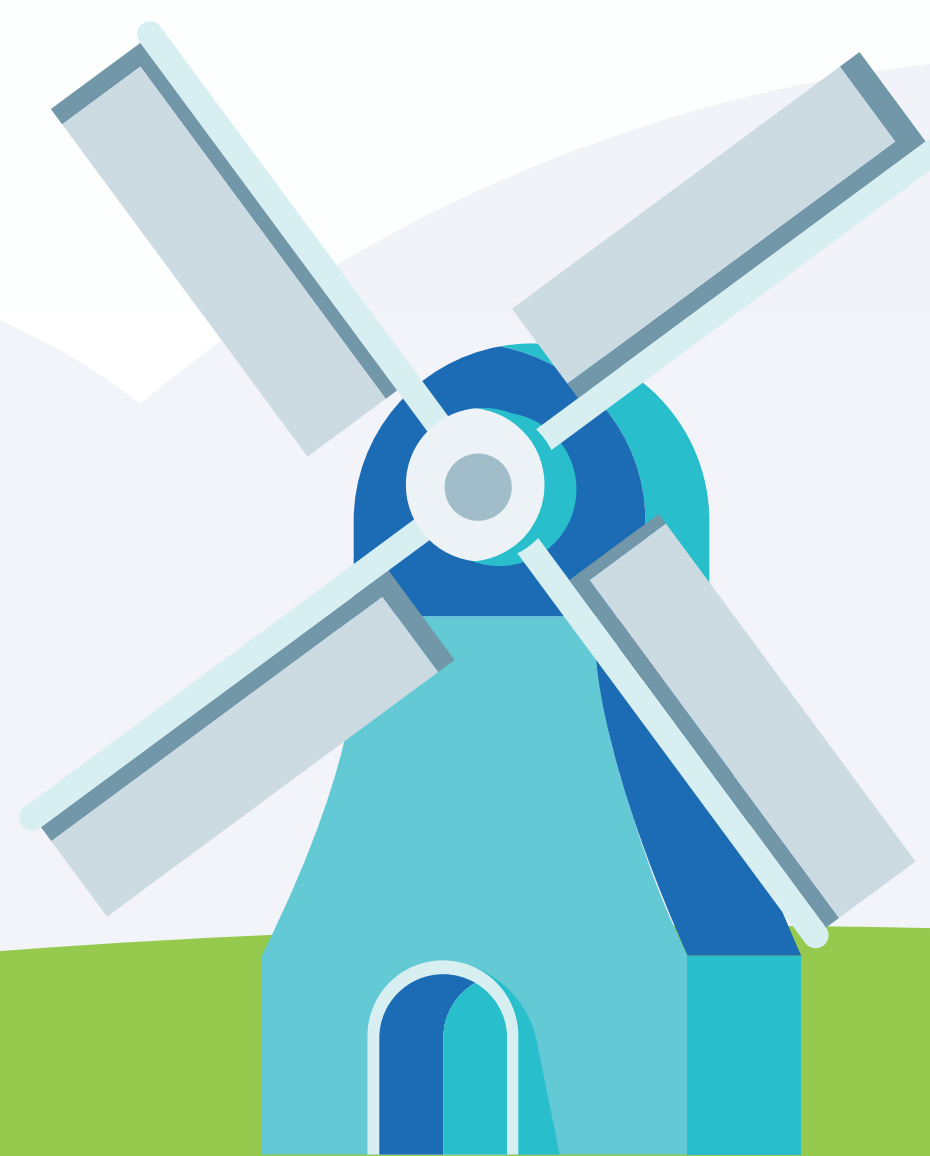


Willkommen im Windpark Bescheid-Süd

Windenergie ist eine der wichtigsten Energiequellen in Deutschland. Auf vier Informationstafeln erfahren Sie hier im Windpark Bescheid-Süd, wie ein Windrad funktioniert, was das für die Umwelt bedeutet und wie die Anlagen errichtet werden.

Traditionelle Energieerzeugung

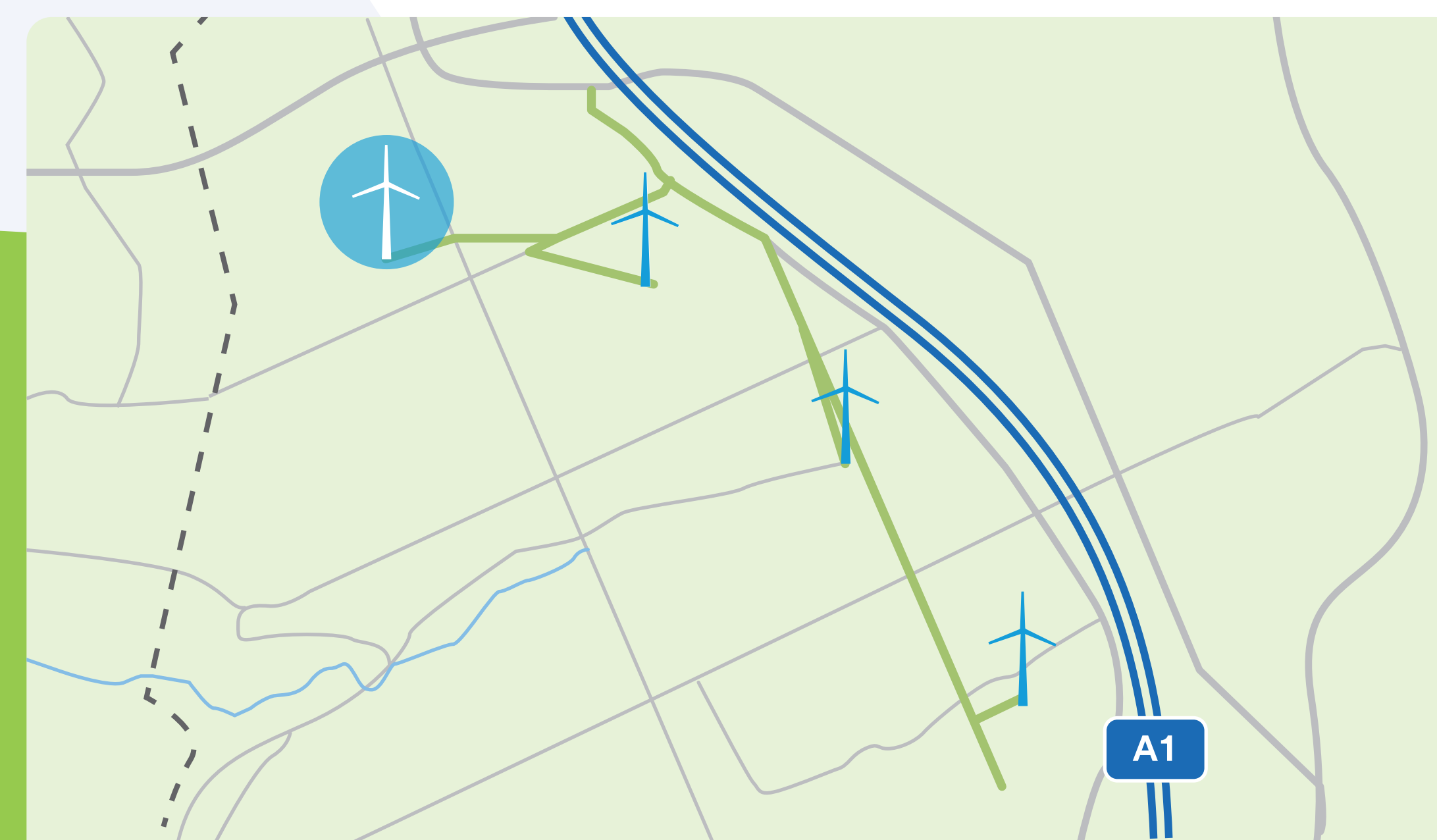
Seit Jahrtausenden nutzen Menschen die Kraft des Windes. Bis zur Erfindung der Dampfmaschine gab es in Europa mehrere hunderttausend Windmühlen. Mit ihnen wurde Korn zu Mehl gemahlen oder Wasser gepumpt. Heute können wir dank der technischen Entwicklung nach dem gleichen Prinzip die Strömungsenergie des Windes in mechanische Energie und anschließend in Strom umwandeln. Die Leistungsfähigkeit dieser Anlagen unterscheidet sich jedoch von den damaligen Windmühlen wie ein modernes Auto von einem Eselskarren.



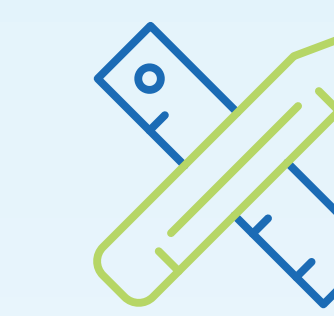
Ökostrom aus regionaler Produktion

Moderne Windenergie-Anlagen wie **die vier Vestas V150** liefern bereits bei niedrigen bis mittleren Windstärken jede Menge Strom. Eine Windenergie-Anlage dieses Typs produziert im Durchschnitt 13 Millionen Kilowattstunden pro Jahr. Damit kann man rund **3.500 Haushalte** mit sauberem Strom versorgen. In puncto Klimaschutz bedeutet das: Dank des Windparks Bescheid-Süd wird pro Jahr der Ausstoß von ca. **40.000 Tonnen CO₂** vermieden.

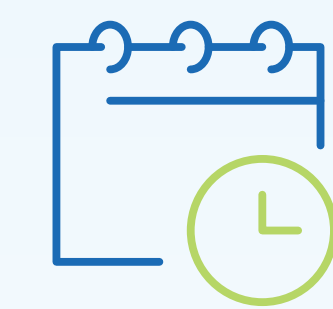
Infotafeln im Windpark



Rotorblatt: 74 Meter
Material: Glasfaserverstärkter Verbundstoff



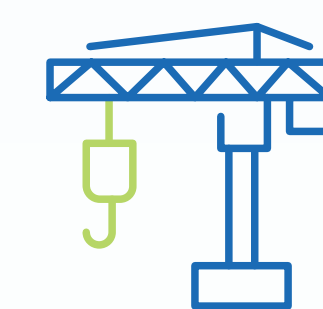
Vom Boden bis zur Nabe des Rotors sind es **166 Meter**, der Rotordurchmesser beträgt **150 Meter**. Ist die Rotorblattspitze oben, sind es also **241 Meter**.



Mit den ersten Planungen für den Windpark in Bescheid-Süd wurde bereits **im Jahr 2011** begonnen. Nach einem umfangreichen Planungs- und Genehmigungsprozess startete der Bau der vier Anlagen im Frühjahr 2023. **Seit November 2023** sind alle Anlagen in Betrieb.



Eine Anlage wiegt rund **700 Tonnen**. Der Turm ist dabei mit knapp 500 Tonnen das schwerste Bauteil. Die gesamte Anlage steht auf einem knapp 2.000 Tonnen schweren Beton-Fundament.



Entwickelt und gebaut wurde der Park von der **JUWI-Gruppe** aus Wörrstadt, einem der Pioniere im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland.

Turm: 166 Meter
Material: Stahl

Fundament: ca. 2.000 Tonnen
Material: Stahl und Beton



GUTE FRAGE

Warum drehen sich alle Rotoren in die gleiche Richtung?

Das hat sich einfach so ergeben, denn für die Funktionsweise der Windenergie-Anlagen ist die Drehrichtung der Rotoren völlig egal. Der Generator produziert von linksdrehenden Windenergie-Anlagen genauso viel Strom wie von rechtsdrehenden. Zur Zeit der Windmühlen vor der Industrialisierung drehten sich die Windmühlen in den Niederlanden und Dänemark nach links, also gegen den Uhrzeigersinn. In vielen anderen Ländern drehten sie sich nach rechts, also mit dem Uhrzeigersinn. Zu Beginn der Entwicklung heutiger moderner Windenergie-Anlagen waren beide Drehrichtungen vertreten. Letztendlich setzte sich aus ästhetischen Gründen eine einheitliche Drehrichtung im Uhrzeigersinn durch.

JUWI

Ein Gemeinschaftsprojekt von



Wie entsteht Strom aus Windenergie?

Windenergie ist eigentlich Sonnenenergie. Die Sonne erwärmt die Luft über der Erdoberfläche, wodurch kühlere und wärmere Bereiche entstehen, die einen Druckunterschied aufweisen. Die Natur gleicht diesen Unterschied aus, indem die Luft vom hohen zum niedrigen Druck strömt. Diese Bewegungsenergie nennt man Windenergie.

Das Prinzip des Flugzeugflügels

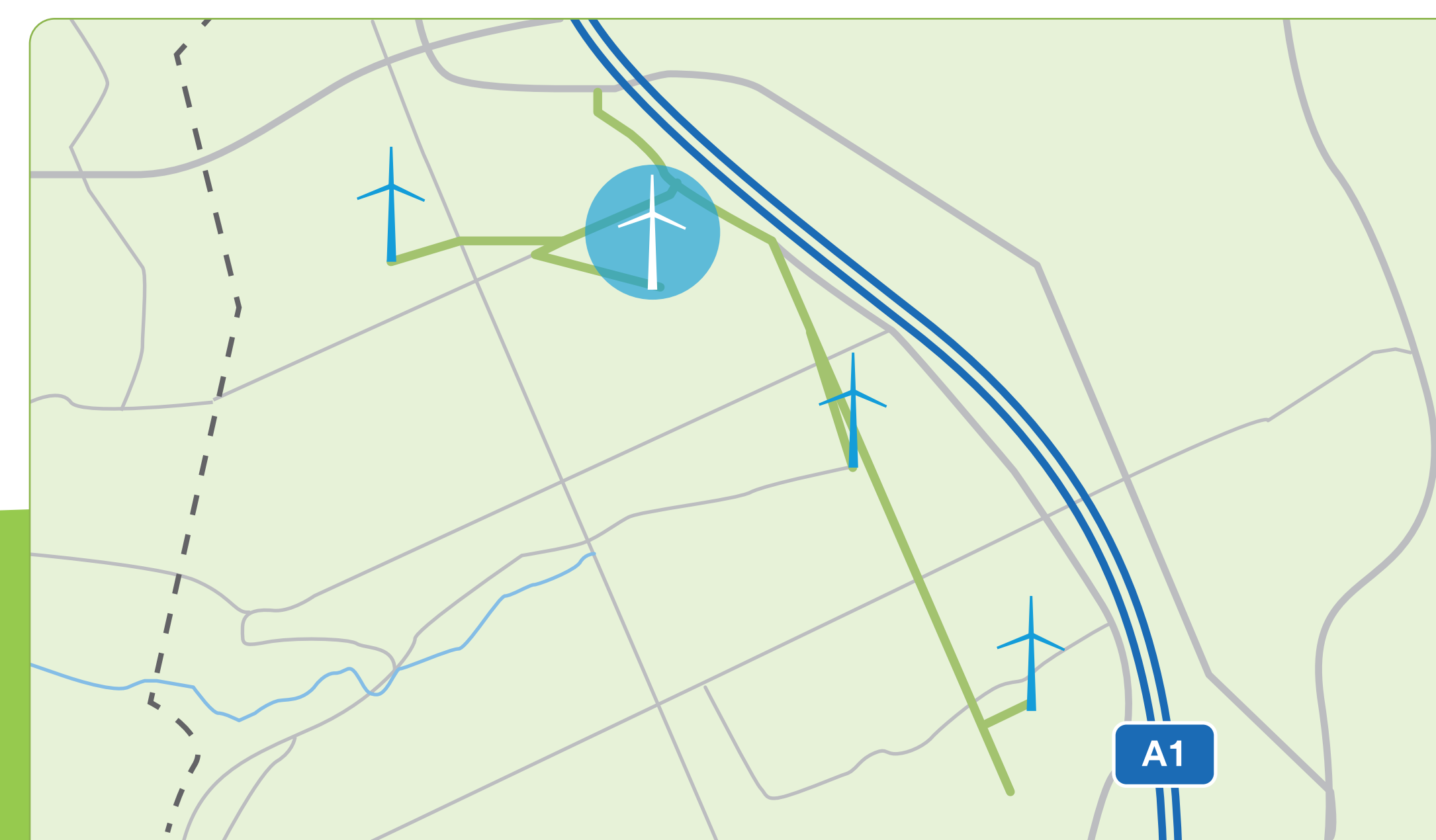
Eine Windenergie-Anlage fängt diese Bewegungsenergie des Windes mit ihren Rotoren ein und wandelt sie im Generator in Strom um. Moderne Windturbinen nutzen hierbei das Auftriebs-Prinzip wie bei einem Flugzeug: Trifft Wind auf einen Flügel, wird der Luftstrom an der Vorderkante abgelenkt. Entlang der stark gewölbten Oberseite muss er einen längeren Weg zurücklegen als an der Unterseite. Dadurch wird die Luftströmung beschleunigt, wobei Unterdruck entsteht; an der Unterseite ist es umgekehrt. Durch den Druckunterschied wird der Flügel bewegt. Der Rotor treibt einen Generator an, der ähnlich wie ein Fahrraddynamo elektrische Energie erzeugt.

Wenn man davon ausgeht, dass ein Fahrraddynamo eine maximale elektrische Leistung von drei Watt erzeugt, dann entspricht die Leistung einer einzigen Windenergie-Anlage dieses Windparks ungefähr **1,4 Million Fahrraddynamos**.

Aufbau einer Windenergie-Anlage

Die Windenergie-Anlagen hier sind vom Typ V150 des Herstellers Vestas. Die drei **Rotorblätter(1)** und die **Nabe(2)** bilden den Rotor. Über mehrere Wellen – die größte ist die Hauptwelle – ist der Rotor mit dem **Getriebe(3)** und dem **Generator(4)** im **Maschinenhaus(5)** verbunden. Das Getriebe übersetzt die langsame Drehzahl des Rotors auf die erforderliche schnelle Drehzahl der Generatorwelle. Dabei verhindert der bei Vestas hinten auf dem Maschinenhaus montierte **Kühler(6)** eine Überhitzung der Anlage. Das Maschinenhaus ist drehbar auf dem **Turm(7)** gelagert, um die Windenergie-Anlage automatisch nach der jeweiligen Windrichtung auszurichten.

Infotafeln im Windpark



Warum stehen Windräder manchmal still?



Manchmal weht einfach **zu wenig Wind**. Es kann aber auch sein, dass der **Sturm** so extrem ist, dass die Anlagen aus Sicherheitsgründen automatisch ausgeschaltet und die Rotorblätter aus dem Wind gedreht werden.



Damit Windenergie-Anlagen sicher und zuverlässig laufen, müssen sie **regelmäßig gewartet** werden. Zur Sicherheit der Servicemitarbeiter werden sie dann abgeschaltet.



Mit der Genehmigung für Windenergie-Anlagen können auch bestimmte **Auflagen zum Schutz von Vögeln und Fledermäusen** verbunden sein, zum Beispiel das Abschalten von Windenergie-Anlagen in Zeiten, in denen Fledermäuse auf Beutejagd sind.



Es gibt strenge Regeln für **Schall und Schattenwurf**. Wenn hier bestimmte Werte überschritten werden, müssen die Anlagen zeitweise abgeschaltet oder mit reduzierter Leistung betrieben werden.



Hier produzieren fünf Windenergie-Anlagen des dänischen Herstellers Vestas mit einer Nennleistung von je 4,2 Megawatt an rund 7.500 Stunden im Jahr Strom – das entspricht etwa **85 Prozent des Jahres**.



GUTE FRAGE

Ab welcher Windgeschwindigkeit schaltet die Windkraftanlage an?

Dies ist abhängig vom Hersteller. Die Einschaltgeschwindigkeit liegt aber meistens bei circa 3 bis 5 Metern pro Sekunde, das entspricht rund 10 bis 18 Stundenkilometern. Bei einer Windgeschwindigkeit von rund 20 bis 25 Metern pro Sekunde (im Zehn-Minuten-Mittelwert), also 72 bis 90 Stundenkilometern, schaltet die Anlage ab, das heißt die Rotorblätter werden aus dem Wind gedreht. Wenn der Wind so stark weht, brechen Äste an Bäumen ab, Ziegel werden von Dächern geweht und die Terrassenmöbel werden durcheinander gewirbelt.



Windenergie und Umweltschutz

Der Ausbau der erneuerbaren Energien dient dem Klima- und Umweltschutz – ohne die Abkehr von fossilen Energieträgern sind die Lebensräume von Mensch und Tier gefährdet.

Klimaschutz für Mensch und Natur



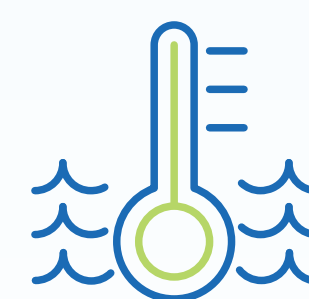
Gesundheit

Wissenschaftler rechnen damit, dass im Jahr 2050 bis zu einer Milliarde Menschen an der Folge von Hitzewellen leiden werden. Zudem befördert der Klimawandel die Ausbreitung von Krankheiten wie dem Denguefieber.



Tiere und Pflanzen

Eine von sechs Arten könnte durch die Klimaerwärmung innerhalb des nächsten Jahrhunderts aussterben, prognostizieren Wissenschaftler.



Anstieg des Meeresspiegels

Schmelzendes Eis und wärmeres Wasser sorgen für einen Anstieg des Meeresspiegels. Nach Berechnungen der US Forschungsorganisation Climate Central sind bei einem Temperaturanstieg von zwei Grad Celsius 130 Millionen Menschen vom höheren Meeresspiegel betroffen.



Landwirtschaft und Ernährung

Trockenheit, extreme Wetterereignisse und Schädlinge sind die gefürchteten Begleiter des Klimawandels für die Landwirtschaft. Experten gehen davon aus, dass ein Temperaturanstieg von einem Grad die durchschnittliche Maisernte um sieben Prozent und die Weizenernte um sechs Prozent verringert.



Stürme

Mit der Erderwärmung steigt auch die Zahl extremer Wetterereignisse mit entsprechenden Schäden. Der Rückversicherer Munich Re beobachtet seit Mitte der 1980er-Jahre einen Anstieg von 250 auf 750 Schadensereignisse pro Jahr.

GUTE FRAGE

Wie umweltfreundlich sind Windenergie-Anlagen?

Die Ökobilanz einer Windenergie-Anlage fällt im Vergleich zu anderen Energieerzeugern sehr gut aus: Sie erzeugen während ihrer mindestens 20-jährigen Laufzeit bis zu 70 Mal so viel Energie, wie für ihre Herstellung, Nutzung und Entsorgung benötigt wird. Anders gesagt: Bereits innerhalb des ersten Jahres ist die Energiebilanz einer Windenergie-Anlage positiv. Hinzu kommt: Der Wind ist kostenlos, während beispielsweise Kohle aufwendig abgebaut und transportiert werden muss. Endlager-Probleme wie beim Brennstoff für Atomkraftwerke gibt es in der Windenergie nicht. Moderne Windräder lassen sich fast vollständig verwerten, etwa im Straßenbau und in der Stahlproduktion – und für den späteren Rückbau der Anlage inklusive Fundament muss jeder Anlagenbetreiber bereits vor dem Bau eine Bürgschaft hinterlegen.

Intensive Prüfung vor dem Bau

Vor dem Bau von Windenergie-Anlagen müssen wie bei jeder Fabrik, jedem Straßenprojekt oder jedem Gewerbegebiet die Auswirkungen auf die direkte Umwelt geprüft werden. Deshalb gibt es zahlreiche Gutachten und **eine Umweltverträglichkeitsprüfung**, ohne die keine Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (kurz: BImSchG) erteilt werden kann.

Ausgleichsmaßnahmen

Bereits die Planung eines Windparks beinhaltet Maßnahmen, um den Eingriff in die Natur durch die Bauarbeiten am Windpark und dessen Betrieb auszugleichen. Ein einzelnes Windrad beansprucht in der Regel **eine Fläche von ein bis zwei Fußballfeldern**. Nach der Bauphase kann rund die Hälfte der Fläche wieder bepflanzt werden.

Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen für den Windpark Bescheid-Süd



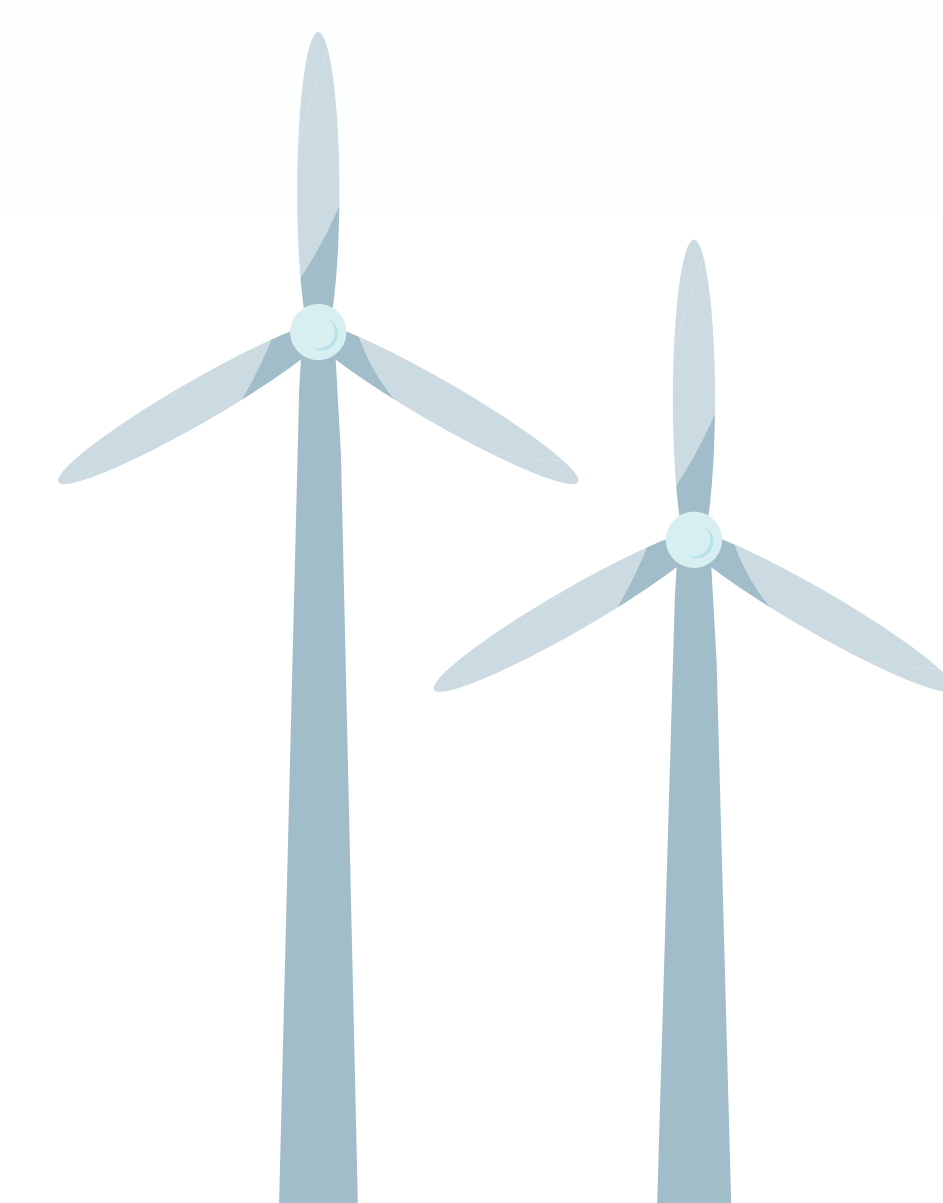
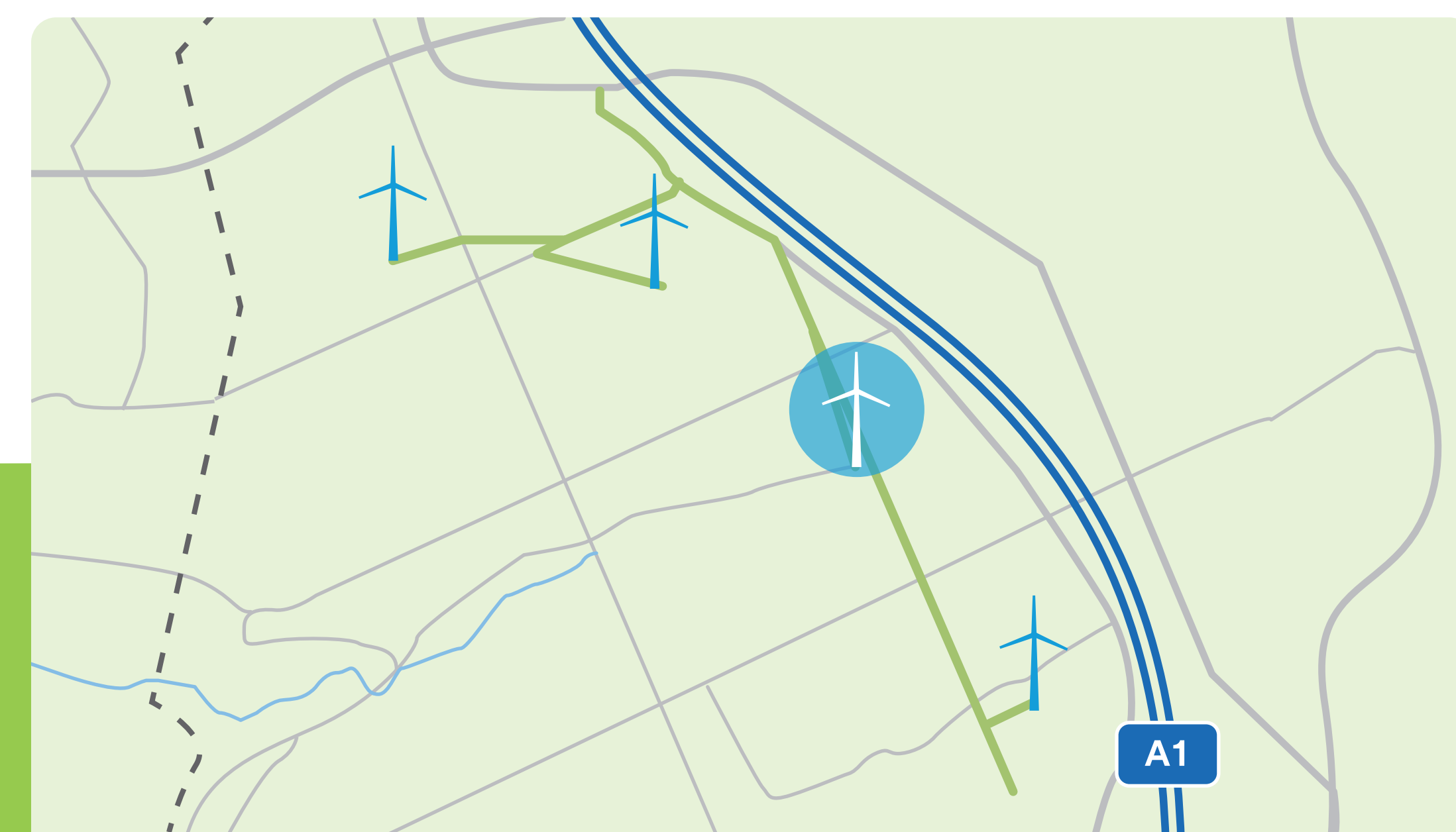
Für Fledermäuse wurden 30 neue Quartierräume angelegt. Zusätzlich wurden 42 Fledermauskästen aufgehängt.

Zwischen Baumkronen und der Flügelunterkante des Windrads ist ein freier Luftraum von circa 50 Metern. Die meisten Flugbewegungen von Fledermäusen und Vögeln erfolgen in diesem

bodennahen Bereich. Zugvögel wie Kraniche fliegen wiederum deutlich über den Anlagen. Nur bei entsprechenden Witterungsbedingungen besteht eine Kollisionsgefahr. Um hier **Fledermäuse zu schützen, gibt es automatisierte Abschaltvorrichtungen** für die Anlagen.

15 ha Waldfläche wurden vollständig aus der forstlichen Nutzung genommen und nicht standortgerechte Gehölze (insbesondere Fichten) entfernt. Auf weiteren 4,7 ha wurde eine Beruhigung bzw. forstliche Extensivierung umgesetzt. Diese Fläche dienen künftig als hochwertige Habitatflächen für diverse Tierarten. Insgesamt wurden 7 ha Wald für den Windpark gerodet. Davon wurden 3,2 ha direkt im Windpark nach Abschluss der Bauarbeiten wieder als Laubmischwald aufgeforstet und ca. 2,5 ha Fläche naturnah begrünt. Entlang des Bickenbachs und des Etgesbachs wurden zur Förderung der Habitatqualität nicht standortgerechte Gehölze entfernt.

Infotafeln im Windpark



So wird eine Windenergie-Anlage aufgebaut



Mit Spezialtransporten ans Ziel

Die verschiedenen Teile einer Windenergie-Anlage werden in Fabriken hergestellt und dann mit Spezialtransporten zur Baustelle gebracht. Da die Teile sehr groß sind, müssen sämtliche Wege vorab überprüft werden. Manchmal müssen Straßen extra für die Transporte gesperrt werden. Deshalb werden die Anlagenteile häufig nachts transportiert. Für den direkten Zugang zum Windpark muss häufig eine eigene **vier Meter breite Zufahrtsstraße** gebaut werden, über die die schweren und großen Teile transportiert werden können. Vor Ort werden die Anlagenteile dann auf einer eigens dafür vorgesehenen Fläche zusammengesetzt.



Ein solides Fundament

Nachdem die Fläche vorbereitet ist, wird ein Fundament mit rund 24 Metern Durchmesser und 3,20 Meter Tiefe ausgehoben. **Das Herzstück des Fundaments ist ein Stahlgerüst**, welches vorher in der Grube aufgebaut wird. Dieses wird später das gesamte Gewicht der Windkraftanlage tragen. Das Stahlgerüst aus 88 Tonnen Stahl wird mit circa 800 Kubikmetern Beton ausgegossen. Dadurch ist die Windenergie-Anlage fest im Boden verankert und kann selbst starke Stürme unbeschadet überstehen.

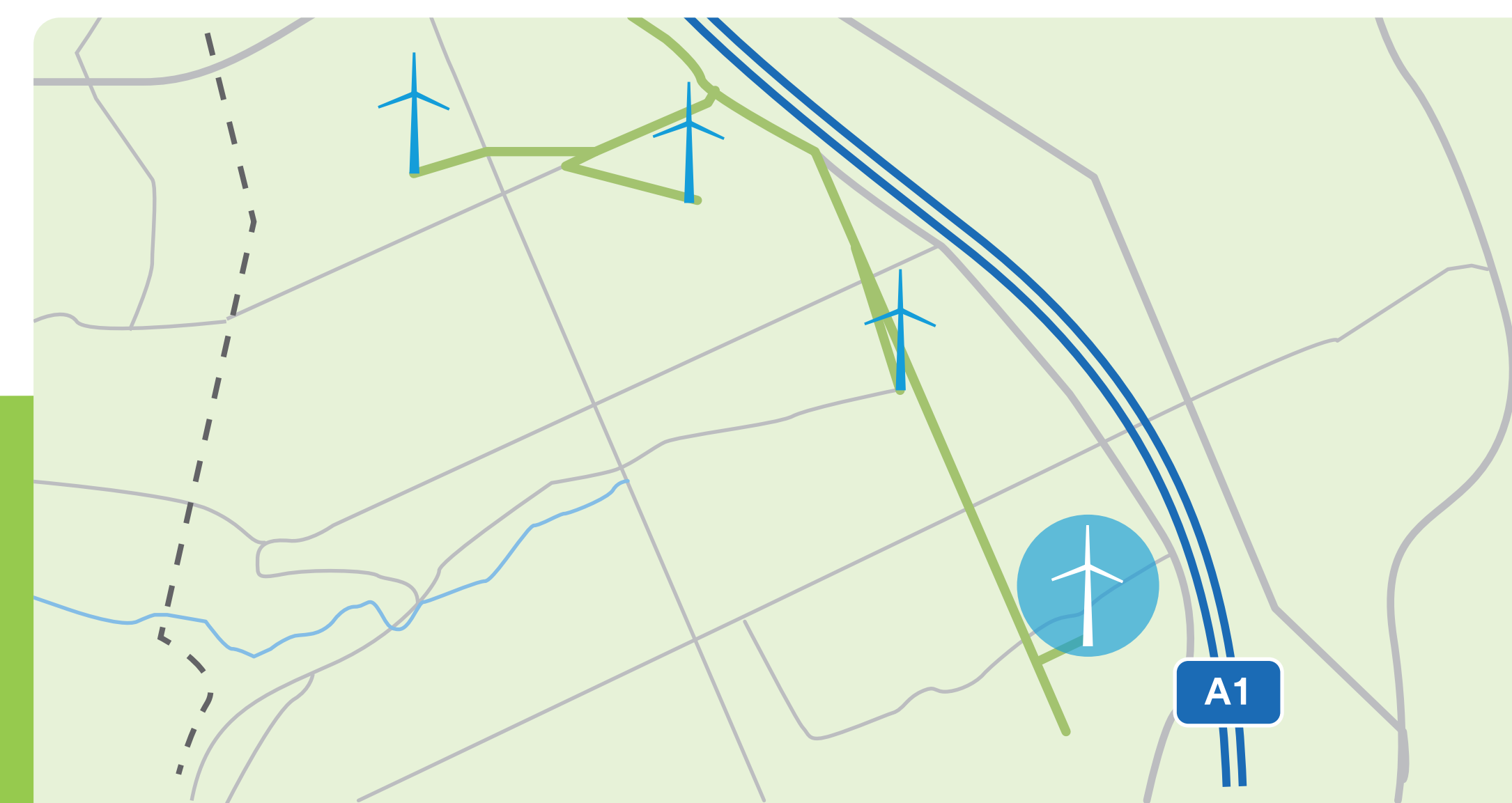


Der Turm wächst in die Höhe

Nachdem der Beton rund einen Monat ausgehärtet ist, kann mit dem Bau des Turms begonnen werden. Der Turm wird von vielen Schwertransporten in Einzelteilen wie ein Baukasten angeliefert. Ein Schwerlastkran ist für die Montage der einzelnen Teile des Stahlturms in der Höhe zuständig. Sobald der Turm steht, wird das Maschinenhaus in die Höhe gehoben und auf dem Turm montiert. Zum Schluss werden die **Rotorblätter einzeln in die Höhe gehoben** und an der Nabe der Gondel montiert. Die Gondel und die Rotorblätter sind beweglich. Dadurch können sie im späteren Betrieb immer optimal auf die jeweilige Windrichtung und Windstärke angepasst werden.



Infotafeln im Windpark

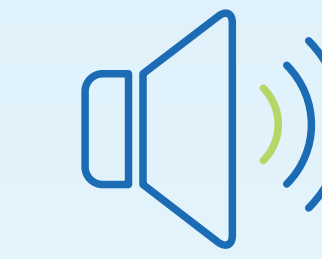


So gelangt der Strom ins Netz

Der Windpark wird über **ein Erdkabel** am nächstgelegenen Netzverknüpfungspunkt an das allgemeine Stromnetz angeschlossen. Für den Windpark Bescheid-Süd haben wir ein **eigenes Umspannwerk** nordwestlich des Windparks errichtet. Dort wird der Strom auf das Spannungsniveau des Verteilnetzes von 110kV transformiert. Beim Verlegen der Kabeltrassen wird darauf geachtet, dass der Eingriff in die Natur und Landschaft so gering wie möglich ist und dass die Flächen im Anschluss ohne Einschränkungen wieder nutzbar sind.



Schall und Signallichter



Die Rotorblätter im Windpark Bescheid-Süd verfügen über so genannte Trailing-Edge-Serrations. Die gezackten Enden am Flügel **verringern die Luftverwirbelungen** hinter den Rotorblättern. Das reduziert die Windgeräusche, die Windräder laufen **geräuschärmer**.



Die **Positionslichter** an einer Windenergie-Anlage nennt man „Befeuerung“. Um Menschen und Tiere so wenig wie möglich zu stören, wird über ein GPS-Signal das Blinken **im gleichen Takt synchronisiert**. Die Leuchtstärke richtet sich nach den aktuellen Sichtbedingungen und wird bei klarer Witterung reduziert. Ab spätestens 2025 wird die Befeuerung so geregelt, dass sie nur noch dann angeht, wenn sich ein Luftfahrzeug nähert.



GUTE FRAGE

Warum haben Windenergie-Anlagen genau drei Rotorblätter?

Auch Windräder mit zwei oder vier Rotorblättern würden sich drehen und Strom erzeugen. Je mehr Rotorblätter eine Anlage besitzt, umso mehr Energie erzeugt sie. Warum verbaut man dann nicht noch mehr Rotoren? Die Antwort ist ganz einfach: Drei Blätter haben das beste Preis-Leistungs-Verhältnis. Ab vier Rotoren steigen die Kosten für Produktion, Aufbau und Wartung stärker als die Energieausbeute. Zwar liefert eine Windenergie-Anlage mit vier Blättern mehr Ertrag als eine mit drei. Dieser Mehrertrag reicht aber nicht aus, um die Kosten für das vierte Blatt zu decken.