



Bei einer Visualisierungstour im vergangenen Jahr zeigte Sarah Albiez vom Forum Energiedialog Baden-Württemberg auf einem Tablet Ansichten des im Wald bei Wachendorf, Bierlingen und Felldorf geplanten Windparks. Archivbild: Ulmer

Umstritten sind Pläne für Windkraftanlagen fast überall. Bürgerinitiativen beklagen Waldrodungen und kritisieren, die Landschaft werde verunstaltet. Anwohner befürchten einen Wertverlust ihrer Immobilien. Manche Leute haben aber auch Angst vor einer angeblichen Gesundheitsgefahr durch Infraschall. Die Fachleute der Stadtwerke Tübingen (SWT), die in Starzach einen Windpark planen, haben auf TAGBLATT-Anfrage zu einigen Kritikpunkten Stellung genommen.

**Wieso im Wald?** Da jede Region 1,8 Prozent ihrer Fläche für Windkraftanlagen zur Verfügung stellen müsse, würden in waldreichen Bundesländern „aus Platzgründen immer mehr Anlagen im Wald errichtet“. So ließen sich etwa die Abstände zur Wohnbebauung leichter einhalten. „Werden Anlagen im Wald errichtet, ist es für alle am Projekt Beteiligten immer das Ziel, die dafür benötigten Eingriffe so gering wie möglich zu halten.“ Die Flächeninanspruchnahme im Forst müsse „ausgeglichen“ werden. Denkbar sei etwa eine „Aufwertung von Habitatstrukturen durch Waldauflichtung“, die Ausweisung von „Waldrefugien“ oder Habitatbaumgruppen – oder ein Waldumbau, bei dem aus Fichtenwald ein Eichenwald entsteht. Zudem leiste ein Windpark im Wald einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Erhaltung der Umwelt: Wälder, die stark unter den Auswirkungen des Klimawandels leiden, „werden durch den Ausbau von Erneuerbaren Energien und dessen Treibhausgasersparungen langfristig betrachtet geschützt“.

**Artenschutz:** Von Frühjahr bis Herbst 2023 gab es den SWT zufolge „umfangreiche Vogel- und Fledermausuntersuchungen“ in dem Gebiet. Im Kern laute das Ergebnis: „Der Bau von Windrädern in Starzach ist aus artenschutzrechtlichen Gründen unbedenklich.“

**Energiebilanz:** Für die Produktion von Windkraftanlagen wird reichlich Stahl und Beton verwendet, deren Produktion viel CO<sub>2</sub> verursacht. Dennoch: „Schon nach drei bis sieben Monaten hat eine Windenergieanlage den Strom produziert, der für ihre Herstellung benötigt wurde“, teilen die SWT mit. Während ihrer Laufzeit von 20 Jahren erzeuge eine Anlage gut 40 bis 70 Mal so viel Energie, wie für ihre Herstellung, Nutzung und Entsorgung eingesetzt werde. Rechne man die Wiederverwertung der Materialien in die Ökobilanz mit ein, erzeuge eine Anlage sogar bis zu 90 Mal mehr Energie: „Kein anderer Anlagentyp zur Stromerzeugung hat sich bereits nach so kurzer Zeit energetisch amortisiert.“

**Versorgungssicherheit:** Die Erzeugung von Wind- und Solarstrom unterliegt witterungsbedingten Schwankungen. Eine verlässliche Grundversorgung lasse sich aber gewährleisten durch den Ausbau der Windenergie, die Kombination mit anderen erneuerbaren Energiequellen, den Ausbau von Speichertechnologien und „die Kombination mit flexiblen Gaskraftwerken“. Denn „meist scheint entweder die Sonne oder der Wind weht, so dass an fast allen Tagen im Jahr ausreichend Energie geliefert werden kann“. Aus Biomasse, Wasserkraft und Geothermie könne wetterunabhängig immer Strom gewonnen werden: „So können naturbedingte Schwankungen bei der Einspeisung von Windenergie ausgeglichen werden.“

# Gute Klima-Bilanz, aber schwer zu recyceln

**Windpark Starzach** Warum werden Bäume gefällt, um Windräder zu errichten?

Wie sinnvoll sind Anlagen in der hiesigen „Schwachwind“-Region? Wie laut oder gar gefährlich sind die Dinger? Und wer stellt den vollständigen Rückbau der Anlagen sicher?

Die Experten der Stadtwerke Tübingen geben Auskunft. Von Philipp Koebnik

**Öfter mal abgeschaltet:** Windräder werden bisweilen abgeschaltet: da der Strom wegen einer drohenden Netzüberlastung nicht eingespeist werden kann oder weil die Strompreise bei einem Überangebot ins Negative fallen. „Durch strategische Abschaltungen von Windrädern in Baden-Württemberg“, teilen die SWT mit, „gehen weniger als 5 Prozent des Gesamtenergieertrags verloren.“ Die Anlagen lassen sich demnach schnell aus- und wieder einschalten: „Ein deutlicher Vorteil im Gegensatz zu trägen fossilen und nuklearen Kraftwerken“. In das „Wirtschaftlichkeitsmodell“ von Windrädern sind Abschaltungen mithin einkalkuliert.

**Warum „Schwachwindanlagen“ im Südwesten?** Der Ertrag sogenannter „Schwachwindanlagen“ in Baden-Württemberg sei „sehr gut“, teilen die Stadtwerke mit: „Technische Innovationen ermöglichen ertragreiche Windparks auch auf Flächen mit geringer Windöffnigkeit: Anlagen mit höherer Nabenhöhe erreichen windstärkere Zonen und ermöglichen größere Rotorblätter, wodurch auch die überstrichene Fläche der Flügel vergrößert werden kann.“ Dank größerer Generatoren könnten die modernen Anlagen viel mehr Energie produzieren. Und: „Der bisher wenig bebauten Süden ist gesetzlich verpflichtet, Windkraftanlagen zu errichten – politisch gewollt ist der Ausbau außerdem, weil Anlagen an wind-schwachen Standorten eine höhere Einspeisevergütung erhalten.“

**Stillstand:** Wie oft stehen Windräder still, weil kein Wind weht? Dazu verweist das Unternehmen auf eigene Anlagen: SWT-Windräder in Baden-Württemberg drehten sich im Jahr 2023 „bis zu 84 Prozent der Zeit“ (Basis der Daten sind alle 15 Minuten erhobene Messwerte). Manche Windparks liegen freilich auch darunter. Fazit: „Aufgrund der erhobenen Daten ist davon auszugehen, dass sich auch die Windräder in Starzach rund 80 Prozent der Zeit drehen werden. Das entspricht über 7000 von rund 8760 möglichen Stunden.“

**Leistung:** Untersuchungen zufolge

lieferten Windparks in Deutschland von 2010 bis Mitte 2023 durchschnittlich nur 19 Prozent der installierten Leistung. Diese Zahlen erscheinen den SWT „plausibel“, jedoch sei zu beachten, „dass die Prozentzahl durch die technologische Weiterentwicklung immer weiter ansteigt“. Die maximale Nennleistung von Windparks könne nicht durchgehend erreicht werden – dies sei bekannt und werde bei jeder Projektentwicklung eingeplant. „Je nach Windaufkommen werden unterschiedliche Leistungswerte erreicht.“

**Ertrag:** Die neun geplanten Anlagen könnten laut SWT rund 100 bis 110 Gigawattstunden Strom pro Jahr liefern. Der von einem Windrad erzeugte Ökostrom würde den Strombedarf von rund 2500 Vier-Personen-Haushalten decken. „In einer Stadt der Größe Tübingens könnte der Windpark Starzach rund ein Viertel des Gesamtstrombedarfs decken.“

**Keine Speicher geplant:** Der Strombedarf in der Region Neckaralb sei hoch, der Anteil Erneuerbarer Energien noch sehr gering. „Speicher sind darum aktuell noch nicht sinnvoll“, finden die SWT. Prinzipiell ließe sich der Windpark Starzach aber nachträglich um einen Speicher oder Elektrolyseur (zur Produktion von grünem Wasserstoff) erweitern, heißt es weiter.

**Vorteile für Starzach:** Die Gemein-

dekasse profitiert von Pacht- und Gewerbesteuer-Einnahmen sowie der finanziellen Beteiligung an den Stromerträgen in Höhe von 0,2 Cent je Kilowattstunde (rund 20000 Euro pro Windrad und Jahr). Außerdem könnten sich die Starzacher über die vier kooperierenden Energiegenossenschaften selbst finanziell beteiligen.

**Warnlichter:** Windräder würden heute standardmäßig mit einer sogenannten „bedarfsgerechten Nachkennzeichnung“ ausgestattet: „Seit Anfang 2024 sind die roten Signalleuchten verpflichtend und blinken nur, wenn sich im Dunkeln ein Flugzeug nähert.“

**Geräuschpegel:** Für Windenergieanlagen gebe es klare baurechtliche Vorschriften, die Grenzwerte für die erlaubten Geräuschpegel festlegen. Die zulässige Geräuschbelastung durch Windräder liegt demnach zwischen 35 Dezibel in reinen Wohngebieten und 45 Dezibel in Mischgebieten. „35 Dezibel entsprechen in etwa einem menschlichen Flüstern. 45 Dezibel kann man mit üblichen Geräuschen in einer Wohnung vergleichen.“ Damit ein Windpark genehmigt wird, müssen Projektbetreiber in Schallgutachten nachweisen, dass diese Anforderungen eingehalten werden. „Grundsätzlich sind moderne Windenergieanlagen leiser als ihre Vorgänger aus der Pionierzeit der Windenergie.“

Sie sind besser schallgedämmt und besitzen schalltechnisch optimierte Rotorblattformen“, teilen die SWT weiter mit. Schon in wenigen Hundert Metern Entfernung sei „das durch die Rotorblätter hervorgerufene gleichmäßige Rauschen kaum noch wahrnehmbar“. Zudem überlagerten Umgebungsgläusche wie Straßenlärm oder der Wind, der durch Baumkronen rauscht, die Geräuschkulisse von Windrädern „bei weitem“.

**Infraschall:** Tieffrequente Geräusche und Infraschall sind bei Windenergieanlagen zwar nachweisbar, „aber für den Menschen nicht hörbar“, so die SWT. Die Frequenzen bei Infraschall lägen unterhalb der durch das menschliche Ohr wahrnehmbaren Frequenzen von 16 Hertz. „Infraschall ist in unserem Alltag an vielen Stellen gegenwärtig: Natürliche Quellen sind Gewitter, Wasserfälle und Meeresbrandung“, technische Quellen seien etwa der Straßenverkehr, Flugzeuge, Kühlschränke und Klimaanlage. Durch die gesetzlichen Abstände zwischen Windrädern und Wohnbebauung bleibe der von den Anlagen erzeugte Infraschall „deutlich unter der Hör- und Wahrnehmungsschwelle des Menschen“. Unter anderem Langzeitstudien der Landesämter für Gesundheit Bayern und Baden-Württemberg würden belegen, „dass keine gesundheitlichen Belastungen zu erwarten sind“.

**Schattenwurf:** Abhängig vom Sonnenstand, von Wetterbedingungen, der Windrichtung und vom Betrieb kann ein Windrad mit seinen rotierenden Flügeln einen bewegten Schatten werfen. Im Genehmigungsverfahren müssen Betreiber laut SWT durch Gutachten nachweisen, „dass keine unzulässigen Schattenbelästigungen auftreten“. Überschreitungen würden mit einem speziellen Sensor und durch eine Abschaltautomatik vermieden. Ausgehend von den jährlichen Betriebsstunden der Anlagen für jeden Himmelsrichtungssektor und die Sonnenscheinwahrscheinlichkeiten für jeden Monat seien folgende Grenz-

werte einzuhalten: eine maximale jährliche Beschattungsdauer von 8 Stunden und eine maximale tägliche von 30 Minuten.

**Eiswurf:** Windräder sind den SWT zufolge „mit einer automatischen Eiserkennung ausgestattet und gehen erst wieder in Betrieb, wenn die Rotorblätter eisfrei sind“. Eine Gefahr durch Eiswurf gehe von den Anlagen daher nicht aus.

**Rodungen:** Pro Anlage wird zunächst rund 1 Hektar Wald gerodet, etwa die Hälfte davon soll nach der Errichtung der Windräder aufgeforstet werden. Kritiker befürchten, dass der Waldboden nach dem Schwerlastverkehr so stark verdichtet ist, dass eine Rekultivierung nicht ohne weiteres möglich sei. Die SWT haben indes nach eigener Auskunft positive Erfahrungen mit der Rekultivierung von Waldstücken nach dem Bau von Windparks gemacht. Sie betonen: „Für die Freigabe von Windparks in den Wäldern Baden-Württembergs ist ForstBW verantwortlich. Expertinnen und Experten von ForstBW überwachen die anschließende Rekultivierung.“ Die Kosten dafür trügen die SWT.

Laut Kritikern von Windkraftanlagen in Wäldern erhöhe bleibende Schneisen (zum Beispiel zur Geräteanlieferung für Wartungsarbeiten) die Gefahr von Sturmschäden im Wald. Dazu die SWT: „Bleibende Schneisen und eine erhöhte Gefahr durch Sturmschäden könnten die SWT in der Umgebung ihrer Windräder bisher nicht feststellen.“ Die Rekultivierung der Flächen werde „akribisch“ von ForstBW überwacht.

**Anlieferung:** Die Einzelteile der Windräder in den Starzacher Wald zu transportieren wird aufwändig. Wie viele LKW-Fahrten nötig sind, wo diese entlang führen könnten und ob Straßen für den Schwerlastverkehr ausgebaut werden müssen, darüber soll in diesem Jahr eine Streckenstudie Aufschluss geben.

**Rückbau:** „Der vollständige Rückbau von Windkraftanlagen ist bereits Teil ihrer Genehmigung“, versichern die SWT. Er werde über eine hinterlegte Bankbürgschaft vor Baubeginn garantiert: für den Fall einer Insolvenz des Betreibers. „Die Stadtwerke Tübingen sichern zu, die Windräder nach der Betriebsphase zurückzubauen. Dazu gehören neben den Windenergieanlagen auch die Fundamente, die Kabel und die Wege.“ Letztere würden nach Abstimmung mit Behörden und Grundstückseigentümern oftmals bestehen bleiben und könnten weiter genutzt werden.

**Entsorgung:** 85 bis 90 Prozent der Gesamtmasse einer Windkraftanlage könnten „mittlerweile in etablierten Recyclingkreisläufen verwertet werden“. Das gelte vor allem für Beton und Stahl. Kupfer aus Leitungen, Generator, Transformator und Umrichter werde ebenfalls zurückgewonnen.

Allerdings sind viele weitere Stoffe in Windrädern verbaut, darunter Aluminium, Silber, Chrom, Bauxit, Molybdän und Seltene Erden. „Beim Recycling der Rotorblätter gibt es aktuell noch die größten Herausforderungen“, räumen die SWT ein: Die „sehr speziellen Verbundstoffe der Rotorblätter“ erschweren das Trennen der Materialien – sie werden in der Zementindustrie oder thermisch verwertet. Indes würden neue Materialien für die Rotorblätter entwickelt, um das Recycling zu erleichtern. Daher sei zu erwarten, dass sich die Öko-Bilanz der Anlagen künftig verbessere.

## Neun Anlagen, bis zu 285 Meter hoch

Im Oktober 2022 hat der Starzacher Gemeinderat beschlossen, gemeindeeigene Flächen für den Bau eines Windparks zu verpachten. In derselben Sitzung hatte das Gremium erstmals über das Thema diskutiert – nicht wenige Ratsmitglieder fühlten sich überrumpelt. Inzwischen hat sich eine Bürgerinitiative ge-

gründet, die gegen die Windpark-Pläne mobil macht.

Bis zu 9 Windräder könnten nach aktuellem Stand ab 2027 in Starzach Strom liefern. Wie groß der bei Felldorf und Bierlingen geplante Windpark tatsächlich wird, hängt den Stadtwerken Tübingen (SWT) zufolge aber noch von

weiteren Untersuchungen ab. Betrieben würden die SWT die Anlagen zusammen mit vier Bürgerenergie-Genossenschaften auf kommunalen und privaten Flächen. Infrage kommen moderne Anlagen der Marke Vestas V172 mit einer Nabenhöhe von bis zu 199 Metern und einer Gesamthöhe von bis zu 285 Metern.