

Mehr als nur den Wind liefern

In Schottland wächst die Windkraft schnell – die Unternehmen müssen aber erst lernen, ihren Standortvorteil zu nutzen

BENJAMIN TRIEBE, GLASGOW

Die Grenze zwischen England und Schottland ist unsichtbar und doch gut zu bemerken. Reisenden aus dem Süden wird schnell klar, wann sie englischen Boden verlassen haben: Ab der schottischen Grenze stehen Windräder. Dutzende weisse Riesen mit rotierenden Armen säumen die Hügelzüge auf dem Weg nach Glasgow. Etwas südlich der grössten Stadt Schottlands wartet die Windfarm Whitelee. Es ist der grösste Windpark auf dem Festland des Vereinigten Königreichs. 215 Windräder zerfurchen die Luft auf 55 Quadratkilometern, einer Fläche etwas grösser als die Stadt Bern.

Klimawandel oder Landschaft?

«Welcher Politiker will unseren Kindern erklären, wir hätten den Klimawandel aufhalten können, aber uns gefiel leider nicht, wie Windräder aussehen?», fragte unlängst Keith Anderson an der All-Energy in Glasgow, Grossbritanniens grösster Konferenz für erneuerbare Energien. Anderson ist Chef des Stromversorgers Scottish Power, dem der Windpark Whitelee gehört. Im vergangenen Oktober erklärte Scottish Power, die Firma habe ihre Kohlekraftwerke abgeschaltet, die Erdgaskraftwerke verkauft und erzeuge nun nur noch Elektrizität aus erneuerbaren Energien.

Schottland sieht sich als Pionier beim Ökostrom, und weil es einer der windigsten Orte der Welt ist, funktioniert das nicht ohne Windenergie. Optimisten hoffen, dass erneuerbare Energien eine Reindustrialisierung in jenem Land einläuten, das einst die Wiege der auf Kohle basierenden Industrialisierung war. Doch es gibt ein Problem: «Die Stärken der schottischen Beschaffungsketten müssen viel mehr genutzt werden», forderte Nicola Sturgeon, die Erste Ministerin Schottlands, in ihrer Replik auf Anderson.

In Schottland drehen sich zwar immer mehr Windräder, aber es sind keine schottischen, und sie werden in der Regel auch nicht dort entworfen und gebaut. Im Whitelee-Windpark stammen die Anlagen von dem französischen Industriekonzern Alstom und von Siemens aus Deutschland. Nicht nur dort: Allein von Siemens drehten sich 1100 Windräder in Schottland, heisst es in der Branche. «Die Schotten hatten nie die Vision, Windturbinen zu entwickeln. Sie haben sie einfach gekauft», sagt ein Unternehmer aus der Region, dessen Firma sich auf die Aufbereitung gebrauchter Bauteile von Windrädern spezialisiert hat.

Eine verpasste Chance

Dabei gab es einst das Potenzial, ein schottisches Pendant zu Siemens oder Alstom zu schaffen: Der schottische Industriegüterkonzern Howden, der auf den Ingenieur James Howden aus dem 19. Jahrhundert zurückgeht, gehörte zu den Pionieren der Entwicklung von Windrädern. 1982 lieferte er die erste Turbine in Grossbritannien aus, 1984 exportierte er in die USA. Doch fünf Jahre später gab Howden das Geschäft mit Windrädern auf. Das war kurzzeitig, wie man heute weiss.

Die Konkurrenz auf dem europäischen Kontinent forschte weiter, und seit der Jahrhundertwende macht sie in Schottland gute Geschäfte. Knapp 52% der dort erzeugten Elektrizität wurden 2018 aus erneuerbaren Energien gewonnen – im Rest des Vereinigten Königreichs waren es nur 26%. Von dem grünen schottischen Strom stammen wiederum 72% aus Windkraft. Möglich wurde das, weil so viele Windräder aufgestellt wurden, dass die Erzeugungskapazität von 1,4 Gigawatt (GW) im Jahr 2000 auf 10,9 GW im Jahr 2018 stieg. Nach Regierungsangaben sind derzeit weitere 12,6 GW entweder geplant oder bereits im Bau.

Die Entwicklung von Windrädern für das Festland (onshore) hat Schottland verpasst. Dieser Fehler soll sich bei Offshore-Anlagen auf offener See nicht



Die Windfarm Whitelee ist der grösste Windpark auf dem britischen Festland.

JASON ALDEN / BLOOMBERG

wiederholen. Die Stromgewinnung mit Windkraftanlagen insbesondere in tieferen Gewässern steckt noch in der Entwicklung, wächst aber in Grossbritannien stetig. Vertreter der Windenergie und die Regierung haben im März mit einem «Sector Deal» das Ziel formuliert, bis zum Jahr 2030 den heimischen Anteil an der Wertschöpfung auf 60% zu erhöhen. Derzeit liegt er laut dem Branchenverband Renewable UK unter 50%, aber die Zahl klingt freundlicher, als sie ist: Sie kommt durch die hohen britischen Anteile bei der Projektplanung und bei der Wartung zustande, die zu einem gewissen Grad zwangsläufig lokal erfolgen müssen. Von den Anlageinvestitionen entfallen hingegen unter 30% auf Grossbritannien.

Die Küste ist lang

Für Regierungschefin Nicola Sturgeon ist klar, was geschehen muss: Lokale Firmen müssten die nötigen Investitionen tätigen, um wettbewerbsfähig zu werden, und Projektentwickler öfter auf sie zurückgreifen, sagte sie in Glasgow. Darüber würde sich Graeme Mackie freuen. Er hat das Unternehmen Oceanflow Energy gegründet, das eine neue Art von schwimmenden Plattformen für Windräder entwickelt. Mackie ist zur All-Energy gefahren, um Investoren zu finden. Seine Argumentation ist einfach: Damit Grossbritannien eine verlässliche Versorgung mit Windenergie erhält, braucht es Windräder sowohl vor der Küste Englands als auch Schottlands – «der Wind weht schliesslich nicht immer überall, aber irgendwo immer».

Vor der englischen Küste ist das kein Problem, wegen der geringen Tiefe von nur 20 bis 30 Metern dieses «flachen Teichs namens Nordsee», wie Mackie es formuliert. Das erlaubt es, die Windräder direkt auf dem Meeresboden zu errichten. Vor der schottischen Küste hingegen wird die Nordsee sehr schnell zu tief für ein Fundament im Meeresboden. Die

Windräder müssen schwimmen. Dafür haben sich international zwei Systeme durchgesetzt: entweder ein langer Zylinder, der senkrecht unter der Wasseroberfläche schwimmt und auf dem das Windrad steht – oder ein Dreieck aus schwimmenden Plattformen, und auf einer Ecke wird das Windrad aufgestellt. Beide Varianten werden mit Ankern und langen Ketten an Ort und Stelle gehalten, aber sie verschlingen viel Material, nehmen viel Raum ein, sind deshalb teuer und aufwendig zu montieren.

«Wir haben etwas sehr Einfaches gemacht, eine neue Lösung auf Basis der existierenden Technologien», sagt Mackie: ein schwimmendes Dreieck aus Plattformen, aber in der Mitte mit einer Halterung, in welcher ein Zylinder versenkt wird, auf dem das Windrad steht. Kombiniert können sowohl die Fundamente als auch der Zylinder kürzer sein als in den getrennten Varianten. Umfang und vor allem Tiefe der Installation sind reduziert, sie kann näher an der Küste placiert werden. Das ist günstiger, denn je weiter draussen ein Windrad auf dem Meer steht, desto teurer ist sein Betrieb, unter anderem wegen der Stromkabel zum Festland. Zudem sind die Bauteile kleiner, billiger sowie einfacher zu produzieren und aufzustellen. Das soll den Wettbewerb unter den Herstellern intensivieren und zu niedrigeren Preisen führen.

Knackpunkt Marktreife

Seit zwei Jahren arbeitet Graeme Mackie an dem Starfloat genannten Projekt, das helfen soll, schwimmende Offshore-Windräder zu einem kommerziell rentablen Massenprodukt zu machen. Früher arbeitete er am Design von Kriegsschiffen, später entwarf er Bohrinseln für die Erdölindustrie. Jetzt ergeht es ihm wie vielen Erfindern: Zwar erhält Oceanflow Energy öffentliche Förderung, aber Mackie braucht weitere Finanzierungen durch Investoren oder Subventionen, weil Starfloat noch in der Testphase steckt: «Wir sehen eine wunderbare Technologie am Horizont, aber zuerst müssen wir durch das Tal des Todes.»

Wenigstens kann sich Mackie nicht über mangelndes Interesse an dem Thema beklagen. Die britische Regierung hat das Ziel ausgerufen, bis 2030 einen Drittel des landesweit verbrauchten Stroms mit Offshore-Windkraft zu erzeugen. Heute sind es 6%. Grossbritannien ist bereits der grösste Erzeuger von Offshore-Windenergie in Europa, will das auch bleiben und 2030 einen Fünftel der globalen Kapazität stellen. Die Erzeugungskosten sind in den ver-

gangenen zwei Jahren deutlich gefallen, wodurch der Offshore-Strom gegenüber anderen Stromarten langsam konkurrenzfähig wird.

Der Grundstein ist gelegt: Der erste schwimmende Windpark der Welt wurde vor der schottischen Küste errichtet (von der norwegischen Equinor mit Siemens-Turbinen und Zylinder-Fundamenten). Die derzeit weltgrösste Windfarm auf See befindet sich vor der englischen Küste in der flachen Irischen See (die Fundamente wurden auf traditionelle Weise in den Meeresboden gerammt).

Doch das Tal des Todes, von dem Graeme Mackie spricht, kennt auch Theodore Holtom. «Potenzielle Investoren warten ungeduldig auf Erträge und sind nicht an Erfindungen in einem frühen Stadium interessiert», klagt er. Die Hersteller von Windturbinen wollten hohe Stückzahlen verkaufen – «und wenn die Leute sie ohnehin kaufen, warum sollten sie etwas an den Turbinen ändern?», fragt der Ingenieur rhetorisch. Holtom hat eine Erfindung, die Turbinen effizienter und belastbarer machen könnte. Dafür bekam er bereits 2 Mio. £ öffentliche Förderung. Jetzt muss der Sprung an den Markt funktionieren.

Schottische Besonderheiten

Holtom arbeitet seit 2006 in der Windenergiebranche und rief 2012 in Glasgow die Firma Wind Farm Analytics ins Leben. Wie Mackie geht es ihm darum,

Windkraftanlagen besser an die lokalen Gegebenheiten anzupassen. Wind ist nicht gleich Wind: «Wenn man sich einen Baum anschaut, der vom Wind geschüttelt wird, dann sieht man, dass der Wind nicht überall gleichmässig greift. Jetzt stelle man sich die Schwankungen bei einem weitaus grösseren Windrad vor.»

Wo der Wind wie stark weht, hängt vom Wetter, aber auch vom Terrain ab. Die Windräder, die in Deutschland oder Dänemark entwickelt werden, würden auf sehr flachem Gelände getestet, argumentiert Holtom. Doch Schottland und auch Japan, China oder Spanien sind oft hügelig und der Windstrom daher fast immer komplex, unabhängig vom Wetter. «Zwei Windräder desselben Modells auf derselben Windfarm können sich in abwechslungsreichem Gelände ganz anders verhalten», sagt er. Der Unterschied in der Stromproduktion könne leicht 10% oder mehr betragen.

Für ein Windrad ist Wind eine Belastung. Er zerrt an der Mechanik, und ist er zu stark, erhöht das den Verschleiss. Deshalb drehen sich die Räder möglichst genau in den Wind, schalten die Rotoren im Extremfall ab, und neuere Anlagen justieren die Neigung der Rotorblätter, um die Strömung abzuleiten. Das funktioniert umso besser, je genauer die Räder wissen, was auf sie zuweht. Derzeit erfassen sie die Stärke und Richtung des Windes über einen einzigen Messpunkt am Ende der Turbine – viel zu ungenau, wie Holtom sagt. Er hat ein lasergestütztes Messsystem entwickelt, das von drei Punkten aus den Wind vor den Rotoren erfasst und ein dreidimensionales Strömungsmodell erstellt.

Windrad vor Wind schützen

Die Lasergeräte lassen sich um das Windrad herum aufbauen, um temporär Daten zu sammeln, oder gleich fest in den drei Rotorblättern einbauen. Mit Holtoms System sollen sich die Räder genauer und schneller an den Wind anpassen können, was ihre Belastung reduziert, Wartungskosten senkt, Ausfälle vermeidet und die Lebensdauer sowie den Ertrag erhöht. Holtom sagt, wenn die Belastung dauerhaft niedrig gehalten werde, könnten die Turbinen und Rotoren mit weniger Materialeinsatz gebaut werden, weil sie nicht so widerstandsfähig sein müssen.

Holtoms Suche nach Kapitalgebern zieht sich hin. Einen Teil der Schuld daran, dass sich die Begeisterung der Investoren dahinschleppet, sieht er in der britischen Vergangenheit, in der langen Geschichte des Abbaus fossiler Brennstoffe, zuerst von Kohle und dann von Erdöl und Erdgas. Das habe grossen Einfluss auf die Ingenieurbemühungen bei alternativen Energien gehabt. «Die dort investierten Geldgeber sahen die Erneuerbaren immer als Bedrohung», ist Holtom überzeugt. Die Frage ist: Wann dreht der Wind?

Windrad-Trend: grösser, stärker, weniger

Manche Gegner sehen Windräder als Bedrohung der Landschaft, vor allem auf dem Festland. Es geht nicht nur um die Eröffnung neuer Parks, sondern auch um die Renovation alter Windfarmen. Eine Ausserbetriebnahme gilt in der Industrie nur als Notlösung. Mit einer geplanten Lebenszeit von rund 20 Jahren stehen immer mehr ältere Anlagen vor einer Modernisierung. Der Trend geht zu weniger, aber grösseren Rädern, die leiser und leistungsfähiger sind.

Ein Beispiel ist die Erneuerung von Schottlands erster Windfarm, die 1995 in South Lanarkshire im Süden des Landes errichtet wurde. Gegenwärtig drehen sich dort unter anderem 26 alte (Siemens-)Windräder mit einer maximalen Höhe von 55 Metern und einer Gesamtkapazität von knapp 16 Megawatt (MW). Sie sollen durch 14 Räder ersetzt werden, die bis zur Rotorspitze 200 Meter hoch in den Himmel ragen und 84 MW Strom erzeugen können.

Auch Sabrina Malpede ist sich der wachsenden Dimensionen der Windräder und des Bedarfs an Erneuerung alter Anlagen bewusst. Die italienische Ingenieurin hat im Jahr 2015 in Glasgow die Firma ACT Blade gegründet, deren Handvoll Mitarbeiter an einer neuen Art von Rotorblättern forscht. Statt wie heute üblich aus einem mit Glasfaser verstärkten Kunststoff möchte ACT Blade die Rotoren aus einem Gerüst von Verbundwerkstoff konstruieren, über das eine Textilloberfläche gespannt wird.

Diese Methode würde die Rotoren leichter machen und so noch längere Blätter ermöglichen, die zudem billiger und einfacher herzustellen sind. «Es gibt einen etablierten technologischen Standard, und wir möchten ihn mit einem radikal neuen Ansatz herausfordern», sagt Malpede. Sie ist sich bewusst, wie schwierig diese Aufgabe ist: «Man sagt uns, es sei ein sehr konservativer Markt.»

