

# Schein und Sein – am

Wie sähe eine Windturbine am Ortsrand aus – und vor allem: Was würde man von ihr hören? Empa-Forscher entwickeln Computermodelle, die den charakteristischen Sound einer Windturbine an ihrem geplanten Standort simulieren. Um die optische Simulation kümmert sich die ETH Zürich.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa

**G**uten Abend. Willkommen zur Lärmvorhersage.» Mit diesen Worten kann Kurt Heutschi in ein paar Monaten seine Zuhörer begrüßen, wenn sein Forschungsprojekt abgeschlossen sein wird. Heutschi arbeitet gewissermassen an einer Grenzüberschreitung: Die Zunft der Akustik-Spezialisten konnte bisher die Lärmbelastung für jeden Ort in der Schweiz exakt berechnen (s. Seite 10) – nun wollen die Spezialisten selber Lärm erzeugen. Etwa den synthetischen Lärm einer Windturbine, die noch gar nicht existiert.

Ziel des Projekts namens VisAsim (Visual-acoustic simulation for landscape impact assessment of wind farms), das gemeinsam von der ETH Zürich und der Empa bearbeitet wird, ist eine naturgetreue Simulation des sicht- und hörbaren Eindrucks einer Windturbine. Auf einer Leinwand wird das sich drehende Windrad gezeigt, selbst die Grashalme auf der Wiese bewegen sich in der Simulation. Dazu hört der Beobachter aus einer Heimkino-Surround-Sound-Anlage die Arbeitsgeräusche des Windkraftwerks. So soll es Gemeinderäten und Investoren, aber auch Bürgerinitiativen und Umweltschützern möglich sein, ein Windkraftwerk einzuschätzen, noch bevor es genehmigt wird. Empa-Forscher Heutschi betreut den akustischen Teil, die optische Simulation entwickelt die Forschungsgruppe PLUS (Planung von Landschaft und



# Beispiel der Windturbine

Urbanen Systemen) der ETH Zürich. Das Projekt, gefördert vom Schweizerischen Nationalfonds, begann 2011 und läuft bis 2014. Ein erster Simulationsfilm ist bereits auf Youtube ([youtu.be/1tsHPnb5PzE](http://youtu.be/1tsHPnb5PzE)) und zeigt eine animierte Landschaft mit Windturbinen. Als Basis diente die Software CryEngine3 des deutschen Computerspieleherstellers Crytek. So hilft die Game-Industrie am Ende der Wissenschaft.

Für Kurt Heutschi und seinen Kollegen Reto Pieren war die Sache dagegen etwas schwieriger: Synthesizer für Maschinengeräusche gibt es bislang nicht. Sie mussten alles von Grund auf selber bauen. Zunächst generieren sie das Emissionssignal, abhängig von Turbinentyp und Windgeschwindigkeit. Dann wird der Standort des Zuhörers gewählt und die Ausbreitung des Schalls simuliert. Steht die Windturbine auf einem Hügel oder in einer Ebene? Dämpft ein Waldstreifen das Geräusch, oder wird es von einem Hausdach abgeschirmt? Schliesslich werden verschiedene Wetterbedingungen hinzugerechnet. Ein stiller Abend? Ein Morgen mit dichtem Bodennebel? Oder eine starke Bise, die das Geräusch direkt auf den Zuhörer zutreibt?

Doch damit nicht genug: Die Störung durch Lärm hängt auch von den Hintergrundgeräuschen ab. «Bei Starkwind stört eine Windturbine gar nicht so sehr», sagt Heutschi. «Da rauscht der Busch, da pfeift das Hauseck. Es gibt genügend Lärm drumherum.» Bei mittleren Windgeschwindigkeiten ist die Störung hingegen besonders gross. Gerade da muss die Simulation besonders exakt sein. Im Moment arbeitet das Empa-Team an der Simulation von Waldrändern. Heutschi: «Wir unterscheiden zwischen Nadel- und Laubwald – natürlich auch zwischen Sommer und Winter.» Die Simulation teilt den Waldrand in jeweils 30 Meter lange Abschnitte und simuliert das Rauschen als Punktquelle – damit die Berechnung einfach bleibt.

Zum Schluss wird die Geräuschmischung genau auf den Standpunkt des Beobachters abgestimmt und durch eine Surround-Anlage mit fünf Lautsprechern wiedergegeben. Die Beobachtergruppe sieht die Windturbine vor sich auf der Leinwand und hört die einzelnen Lärmkomponenten genau aus den Richtungen, aus denen sie auch in der Realität kommen.

Noch steht das «Windturbinen-Heimkino» in der Empa. Bald aber zieht die Simulationsanlage an die ETH Zürich um. Dort sollen Probanden die Simulation mit echten Aufnahmen vergleichen. Dieses Feedback verpasst der Methode dann den Feinschliff. //



Oben: Akustikspezialist Kurt Heutschi führt einer Gruppe von Testpersonen die optische und akustische Simulation einer Windturbine vor. Nun geht es ums Feintuning: Klingt alles wie echt? Grosses Bild links: Windkraftanlagen inmitten einer Hafenanlage in Göteborg.



Video:  
Simulationsfilm des  
Projekts VisAsim

Ein erster Simulationsfilm zeigt eine animierte Landschaft mit Windturbinen. Als Basis diente die Software CryEngine3 des Computerspieleherstellers Crytek.

[youtu.be/1tsHPnb5PzE](http://youtu.be/1tsHPnb5PzE)

Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen  
(etwa mit der App «Scanlife»)