

UE Wind-Wasser-Pumpe

Energietechnik & Produktentwicklung

Die Windpumpe gehört zu den Tausendsassas der NwT-Projekte. Zum einen, weil theoretisch fast alle LernBausteine zur Mechanik, Energie und Konstruktion (13 an der Zahl!) sinnvoll eingesetzt oder wiederholt werden können. Zum anderen sind hier auch Projektmanagement- und Produktentwicklungsmethoden in variablem Umfang einföhr- und anwendbar. Somit bietet diese Unterrichtseinheit die Möglichkeit, viele inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen des NwT-Bildungsplans zu vermitteln. Von Vorteil ist auch, dass man dabei unterschiedliche Schwerpunkte in den Fokus rücken kann. Sie werden jeweils von der Vorgehensweise beim Unterrichten, insbesondere vom Einstieg und dem Projektauftrag bestimmt. Durch diese Fähigkeit zur Anpassung ist das Projekt Windpumpe für NwT-Fachschaften bei der Festlegung ihres Curriculums sehr interessant. Dies gilt vor allem für die 10. Klasse, da in dieser Stufe das Thema Energie eine große Rolle spielt. Wenn man allerdings zu viele neue Inhalte in die Qualifizierung packt, kann diese Phase zu lang und ein halbes Jahr zu knapp werden.

Da Windpumpenprojekte schon vielfach im Unterricht und auf Fortbildungen erprobt sind, gibt es valide Erfahrungswerte und ein Begleitheft der NwT-Fortbildungsreihe *T-Time*, in welchem eine Durchführungsmöglichkeit beschrieben ist. Es trägt den Titel "Wirkungsgradbestimmung am Beispiel der Windenergienutzung" und beinhaltet neben einem Unterrichtsgang viele Hintergrundinformationen zu den Themen Windrad und Pumpe, sowie wichtige praktische Tipps zur Durchführung des Projekts. Am Ende steht eine umfangreiche Materialliste, die auch deutlich macht, dass bei den Vorbereitungen des ersten Durchlaufs dieser Einheit ein gewisser Aufwand zu treiben ist. Im Folgenden wird es mehrfach Bezüge auf dieses T-Time-Heft geben.

Den Schülerinnen und Schülern bereitet das Planen, Konstruieren und Fertigen einer Windpumpe nach den allermeisten Erfahrungen Freude und sie sind somit während des Projekts mit Eifer dabei. Manche genießen es auch, dass dieses Projekt ganz ohne Elektrizität durchführbar ist.

UE Windpumpe

Rahmen der Unterrichtseinheit:

- Klasse 9 oder 10
- Dauer: 1 Halbjahr (ca. 30 DS)
- Werkmöglichkeit erforderlich
- Einstieg in CAD & CNC ist gut integrierbar
- Notebooks bzw. Computer in halber Gruppenstärke benötigt

Ziele und Schwerpunkte:

- Realisierung und Optimierung eines energietechnischen Funktionsmodells
- Forschungsreihe zu Windrädern
- Getriebedimensionierung

Benötigte Vorkenntnisse:

Die folgenden Kenntnisse sind bei dieser Darstellung der UE vorausgesetzt:

- Technisches Zeichnen, Statik, Umgang mit Holzkonstruktionen
- LB zum Forschen
- Getriebe 1, 2
- Energie 1
- Mechanik 1,2

Neue LernBausteine:

- Mechanik 3, Energie 2

Windbetriebene Förderanlagen für Wasser

Dieser Unterrichtsgang lehnt sich inhaltlich stark an das T-Time-Heft an. Ein Unterschied besteht darin, dass die Schülerinnen und Schüler komplett qualifiziert werden, bevor sie in das Projekt starten. Weiterhin kann man den Projektauftrag so öffnen, dass sie auch andere Vorrichtungen für das Wasserheben und den Windantrieb realisieren können. Damit sie den dadurch entstehenden größeren Spielraum in der Gruppe strukturieren können, ist ein planerisches Vorgehen notwendig. Um arbeitsteilig vorzugehen, müssen sie das System selbst in Teilsysteme zerlegen.

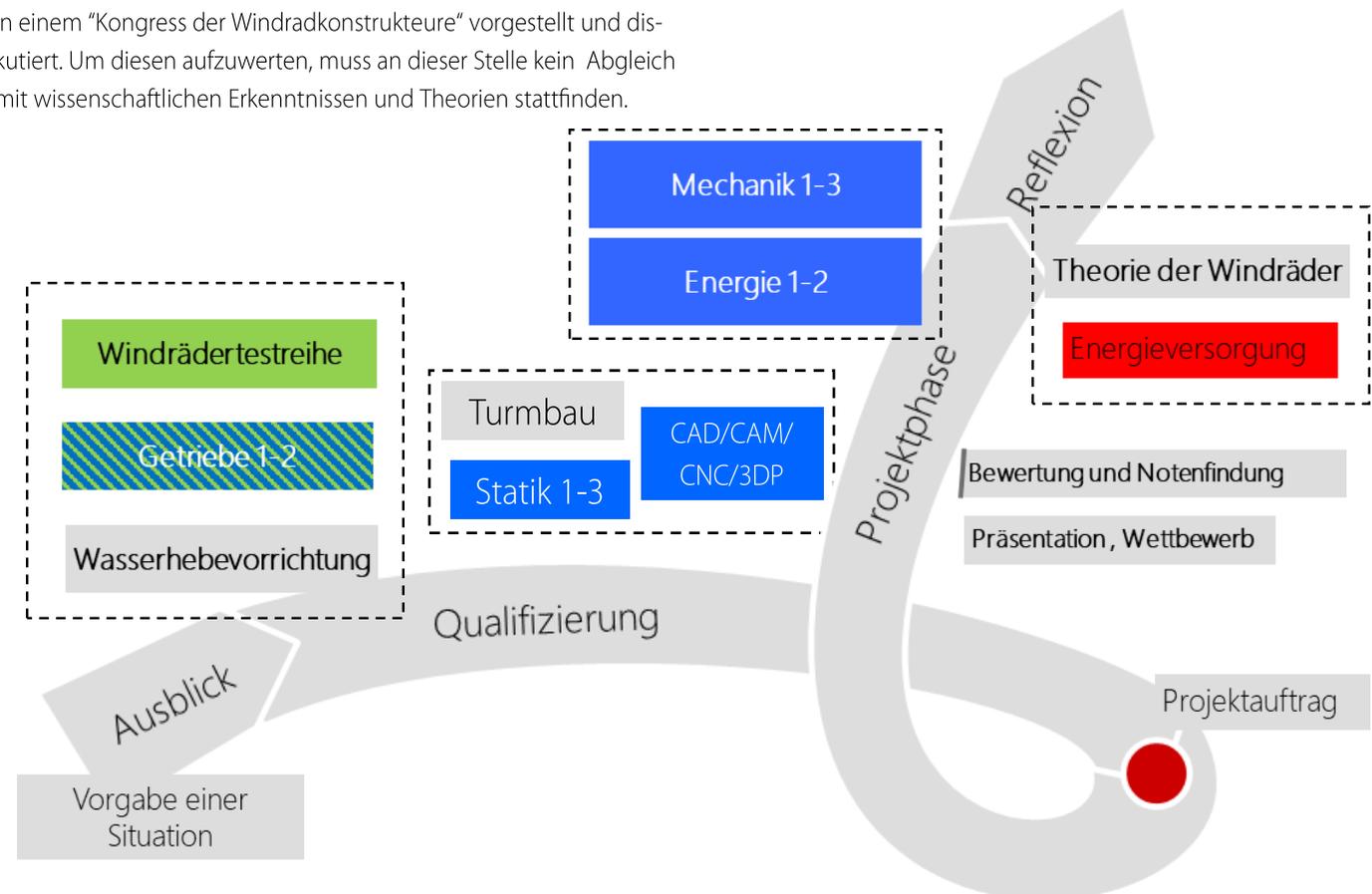
Der Windantrieb

In einer Forschungsreihe untersuchen verschiedene Gruppen den Einfluss unterschiedlicher Parameter. Die Ergebnisse werden dann in einem "Kongress der Windradkonstrukteure" vorgestellt und diskutiert. Um diesen aufzuwerten, muss an dieser Stelle kein Abgleich mit wissenschaftlichen Erkenntnissen und Theorien stattfinden.

Die Schüler sollen beim Bearbeiten des Projektauftrags ihre eigenen Forschungsergebnisse verwenden. Erst in der Reflexionsphase gibt es einen Beitrag zum modernen Windradbau, beispielsweise in Form eines Referats.

Wasser heben

Hierfür stehen gleich drei gleichwertige Vorrichtungen zur Disposition: die im T-Time-Heft beschriebene Kolbenpumpe, eine archaische Schraube oder ein Schöpfrad. Alle haben ihre eigenen Reiz mit ganz unterschiedlichen technischen Herausforderungen. Es ist sehr spannend mitzuerleben, wenn Arbeitsgruppen versuchen, auf verschiedenen Wegen zum selben Ziel zu gelangen.



Getriebe

Auch die Theorie der Getriebedimensionierung kann man nach einer empirischen Vorgehensweise bei der Auswahl der richtigen Übersetzung an den Schluss des Projekts stellen. Dies ist sinnvoll, wenn die Qualifizierungsphase zu umfangreich wird. Didaktische Gründe können dafür sprechen, die für die Lernenden eher komplizierte Theorie der Antriebskennlinien auf der Basis von praktischen Erfahrungen im Nachgang zu vermitteln (LB Energie 2). Dazu muss im Projektauftrag aber verlangt werden, dass die Vorrichtung so geplant werden soll, dass mehrere unterschiedliche Übersetzungen getestet werden können. Dazu kann beispielweise auch die Veränderung des Hebels bei einem Schubkurbelgetriebe zählen. Die verschiedenen Messergebnisse werden dokumentiert, die beste Übersetzung für den abschließenden Wettbewerb übernommen.

Stützstruktur

Je nach Teillösungen muss ein entsprechendes Gerüst konstruiert werden. Dabei kommt es darauf an, welche Fertigungsmethoden die Schülerinnen und Schüler schon beherrschen oder in diesem Projekt lernen sollen. Die Spannweite reicht von der Vorgabe von Lochblechen über CNC-gefertigte Holzplattenkonstruktionen bis hin zu Fachwerkkonstruktionen, welche auf den Kenntnissen der Statik-LernBausteine basieren. Bei Lagerungs- und Verbindungselementen wie den Naben kann der 3D-Drucker eingesetzt werden.

Produktentwicklung & Projektorganisation

Da dieser Unterrichtsgang durch seine offene Aufgabenstellung von Vielfalt geprägt ist, wird ihnen eine größere Entwicklungsleistung abverlangt. Dazu brauchen sie eine Methode, die ihnen eine strukturierte und zielführende Vorgehensweise erlaubt. Folgende Methode kann hier bei der Planung geübt werden:

1. Schritt: In der Funktionsanalyse legen Schüler jeweils in ihren Gruppen fest, was die technische Vorrichtung laut Projektauftrag alles können und welche Eigenschaften sie haben soll.
2. Schritt: Es wird in der Gruppe darüber gesprochen, welche der Funktionen und weitere Eigenschaften wie wichtig sind.
3. Schritt: Es werden verschiedene technische Lösungen zusammen getragen (Beispiele: Kolbenpumpe mit Westernmill oder Archimedische Schraube mit Savoniusrotor)
4. Schritt: Diese Lösungsmöglichkeiten werden jetzt mit den Ergebnissen aus Schritt 2 bewertet. Die Lösung mit den insgesamt besten Bewertungen ist nicht bindend, hat aber meistens den größten Konsens in der Gruppe und kann als Grundlage zur Konstruktion dienen. Sie muss noch mit dem Lehrer besprochen werden. Im Vordergrund dieses Planungsverfahrens steht der Prozess.

Der Einsatz eines Scrumboards ist von Beginn an sinnvoll, da sich schon in der Planungsphase Aufgaben wie Recherche und Berechnungen zur Machbarkeit ergeben. Im weiteren Verlauf ergibt sich seine hilfreiche Funktion wegen der klar ersichtlichen Teilsysteme, welche gleichzeitig und arbeitsteilig konstruiert und gefertigt werden können, von selbst.

3DP und CNC

Die Unterrichtseinheit eignet sich sehr gut, um CNC-Fräse und 3D-Drucker zu nutzen.

Will man sich aus zeitlichen Gründen auf CAD beschränken, so können die von den SchülerInnen entworfenen Pläne quasi als Auftragsarbeit an den Lehrer oder Schülerexperten z.B. zum CNC-Fräsen übergeben werden.

Wettbewerb und Reflexion (3 DS)

Wettbewerb und Wirkungsrad

Motivierendes Ziel als Abschluss der Leistungsoptimierung durch Verbesserungen an der Konstruktion und Testen der besten Getriebeübersetzung ist der Wettbewerb, bei welchem auf einem Messstand die innerhalb einer Minute über eine im Auftrag vorgegebene Höhe geförderte Wassermenge miteinander verglichen wird. Hier ist auch der passende Zeitpunkt für die Wirkungsgradbestimmung. (In der Regel liegt dieser für die Modelle im einstelligen %-Bereich oder darunter.)

Das beste Team bekommt einen Preis. Den Schülerinnen und Schülern sollte aber klar sein, dass das Wettbewerbsergebnis nicht maßgeblich die Projektnote bestimmt. Zur Abrundung kann man die Entwicklungsphase mit einer Feier mit Saft und Salzstangen abschließen.

Reflexion

Je nachdem wie man den Unterrichtsgang gestaltet, verbleiben noch verschiedene Themen im Nachgang:

Kennlinien von Antrieben und Getriebedimensionierung

Die empirische Auswahl des richtigen Getriebes für einen leistungsstarken Antrieb kann auch durch eine theoretische Herangehensweise ersetzt werden: Die Kunst liegt in der Bestimmung des Maximum Power Points des Windrades und dem benötigten Drehmoment der Wasserförderanlage. Danach wird das Getriebe dimensioniert. Siehe T-Time-Heft und LernBaustein Energie 2.

Windradkunde

Warum ist es bei unserer kleinen Windwasserpumpe von Vorteil, wenn sie viele Flügel hat und warum sind die leistungsstarken Anstellwinkel

um einiges größer als 45° ? Wie funktionieren große Windkraftanlagen zur Energiebereitstellung mit dem elektrischen Strom? Wie groß kann oder sollte ein Windrad sein? Wie wird ein Windrad gegen einen Orkan geschützt? Kann man ein Windrad wieder abbauen?... Diese und andere Fragen stellen sich nach der Forschungsreihe und können auch noch im Nachgang gut behandelt werden. Siehe u.a. T-Time-Heft.

Windenergie in Deutschland

Welche Rolle spielt die Windkraft bei der Energieversorgung in Deutschland? Nach welchen Kriterien werden die Standorte ausgewählt? Welche Vor- und Nachteile, welches Potential für die Zukunft haben Windkraftanlagen? Wie ist die Akzeptanz in der Bevölkerung und welche Entscheidungen werden auf politischer Ebene getroffen? Gibt es auch kleine Windkraftanlagen? - Fragestellungen, mit denen sich ein mündiger Mitbürger in den Zeiten des Klimawandels auseinandersetzen können sollte. Hierbei kann auch auf Statistiken von Energieerzeugung und -verbrauch eingegangen werden. Siehe u.a. ThemenBaustein Energieversorgung.

Produktentwicklung

Wenn zum ersten Mal mit einer Produktentwicklungsmethode wie dem Scrumboard gearbeitet wurde, sollte diese Vorgehensweise reflektiert werden. Nicht immer empfinden die Lernenden solch eine Methode als Hilfe, weil sie sie als Selbstzweck empfinden. Beim Scrumboard sind die bisherigen Erfahrungen aber überwiegend positiv, da es den Schülerinnen und Schülern die Strukturierung ihres Vorhabens in einer recht übersichtlichen Weise ermöglicht.