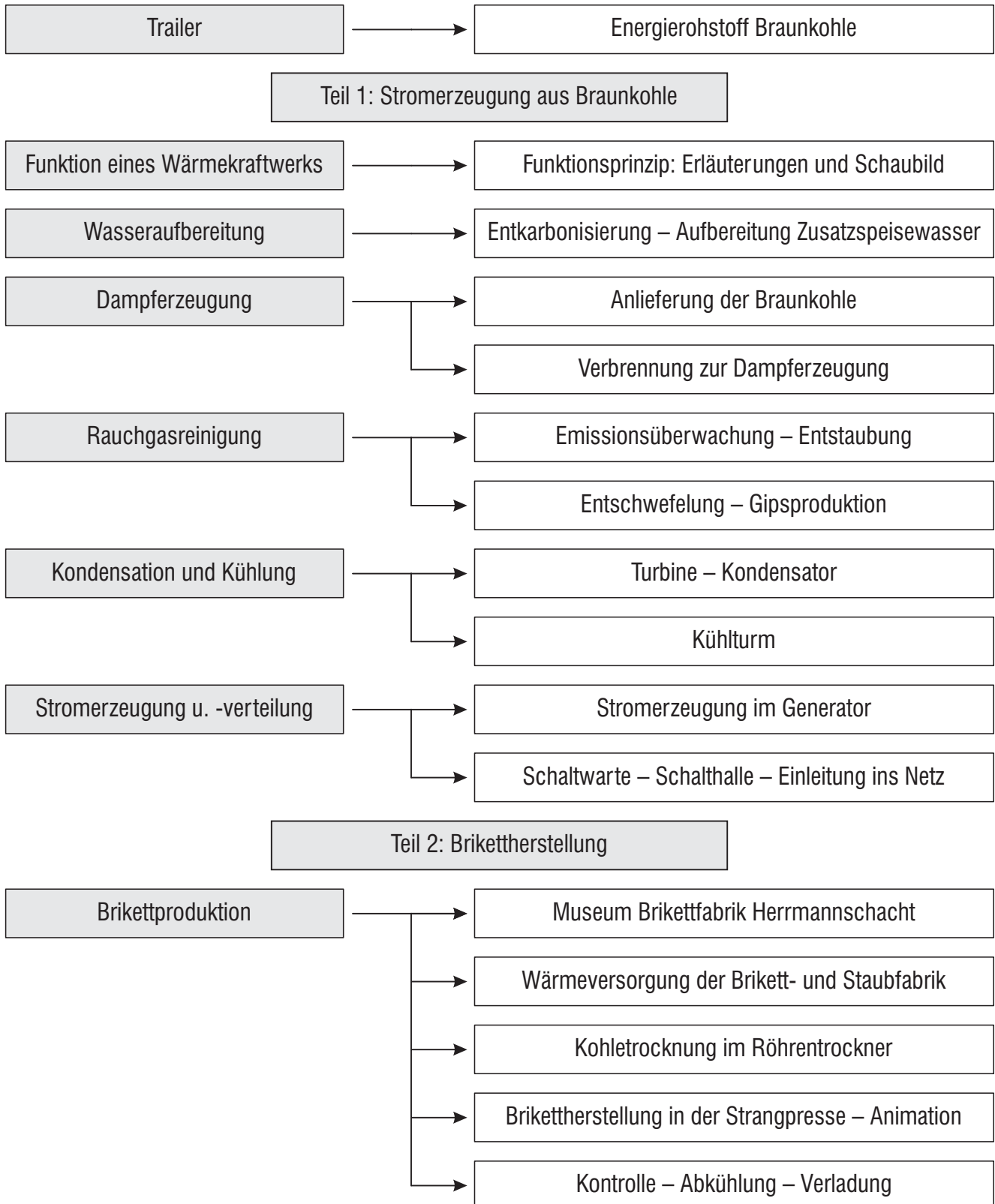


## Braunkohleveredlung – Stromerzeugung und Brikettherstellung

### Filmstruktur



Kapitel

Szene

Wiederholung / Vertiefung



B - C



Filmtext:  
Braunkohleveredlung (1)

## Braunkohleveredlung – Stromerzeugung und Brikettherstellung (1)

Länge:	ca. 35 Minuten
Aufnahmezeitraum:	2010/11
Einsatzmöglichkeit:	Jahrgangsstufen 8 bis 10
Trailer	Braunkohle ist der wichtigste Energierohstoff in Deutschland. Er wird vorwiegend zur Stromerzeugung eingesetzt. Auch Briketts werden aus Braunkohle hergestellt.

### Teil 1: Stromerzeugung aus Braunkohle

Die Braunkohle wird zum größten Teil zur Erzeugung von Strom genutzt. Die folgenden Aufnahmen entstanden in den beiden Industriekraftwerken Wählitz und Deuben. Sie gehören zur MIBRAG, der Mitteldeutschen Braunkohle mbH, die auch die beiden Tagebaue Profen und Vereinigtes Schleenhain betreibt.

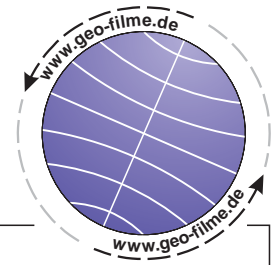
### Funktionsweise eines Wärmekraftwerks

O-Ton: Funktionsweise eines Wärmekraftwerks	
Schaubild	<p>Das Schaubild zeigt das Funktionsprinzip eines Wärmekraftwerks.</p> <p>Die Kohle wird verbrannt.</p> <p>Mit der dabei entstehenden Wärme wird Wasser erhitzt und unter hohem Druck verdampft.</p> <p>Der Wasserdampf treibt den Läufer einer Turbine an und dieser schließlich einen Generator, der Strom erzeugt.</p> <p>Der Strom gelangt dann über das Stromnetz zu den Verbrauchern.</p> <p>Dem Wasserdampf wird in einem Kondensator die Verdampfungswärme entzogen und das Kondensat dann dem Kreislaufsystem erneut für die Dampferzeugung zur Verfügung gestellt.</p> <p>Das Kühlwasser nimmt im Kondensator die Verdampfungswärme auf und gibt sie im Kühlturm an die Luft ab.</p> <p>Auf dem Weg durch die Turbine werden Teilmengen des Dampfes mit unterschiedlichem Druck aus dem System entnommen und für Produktionszwecke oder zur Erzeugung von Fernwärme genutzt.</p> <p>Die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase werden nach der Reinigung über einen Schornstein abgeleitet.</p>
Industriekraftwerke	Bei den beiden vorgestellten Kraftwerken handelt es sich um Industriekraftwerke. Sie erzeugen vorwiegend Strom für den Betrieb der Tagebaue und Wärme für die Brikett- und Staubproduktion sowie Fernwärme.
Schaubild Wählitz	<p>Das Schaubild zeigt die Zusammenhänge am Beispiel des Kraftwerks Wählitz.</p> <p>Brennstoff, Hilfsstoffe, Zuschlagstoff für die Rauchgasentschwefelung und aufbereitetes Wasser werden dem Kraftwerksprozess zugeführt.</p> <p>Dabei entstehen Strom und als Nebenprodukte Wärme und verwertbare Asche.</p> <p>Nicht weiter verwertbare Asche, Rauchgas Abwasser und Abwärme sind die Reste dieses Prozesses.</p>

### Wasseraufbereitung

	Maximal 120 Kubikmeter Rohwasser gelangen pro Stunde aus dem Tagebau Profen ins Kraftwerk Wählitz und werden dort aufbereitet.
Entkalkung	In einem ersten Schritt wird dem Wasser mit Kalkmilch die Karbonathärte entzogen. Der überwiegende Teil dieses entkarbonisierten Wassers wird als Kühlwasser benötigt. Ein kleiner Teil wird zu Zusatzspeisewasser aufbereitet. Speisewasser ist das für die Verdampfung benötigte Wasser. Es zirkuliert zwar in einem geschlossenen Kreislauf. Entstehende Verluste müssen aber kontinuierlich ausgeglichen werden.
Aufbereitungsanlage	<p>Die Aufbereitung des Zusatzspeisewassers erfolgt in Ionenaustauschern in weiteren aufwändigen Schritten. Entfernt werden dabei verschiedene Mineralien und Salze sowie im Wasser gelöste Gase. Verblieben sie im Wasser, würden sie sich absetzen oder zu Korrosion führen und dadurch die Anlage schädigen.</p> <p>Nach der Aufbereitung ist ein sehr reines Wasser, das so genannte Deionat, für die Dampferzeugung entstanden.</p>
Wartung	Pumpen und Geräte müssen regelmäßig gewartet werden.

Fortsetzung



## Braunkohleveredlung – Stromerzeugung und Brikettherstellung (2)

### Dampferzeugung

Kohleanlieferung	Die Braunkohle wird per Bahn aus dem etwa 10 Kilometer entfernten Tagebau Profen angeliefert. Dreimal am Tag kommt hier ein Zug an und bringt etwa 1000 Tonnen Rohbraunkohle.
Kohleentladung	Waggon für Waggon wird in den so genannten Grabenbunker entleert. Mit einem Grabenschöpfergerät gelangt die Rohbraunkohle aus dem Grabenbunker auf ein Förderband.
Kohlebunker	Dieses Förderband transportiert die Kohle zum Rohbraunkohlebunker, wo sie bis zur Verbrennung gelagert wird.
Brennkammer	Dann wird die Kohle verbrannt, um mit der Wärme das Wasser zum Sieden zu bringen und in unter hohem Druck stehenden Dampf zu überführen. Der Verbrennungsprozess geschieht in einer modernen Wirbelschichtbrennkammer.
Schaubild	Dazu werden kontinuierlich Braunkohle und Kalk in die Brennkammer gefüllt. Die Zufuhr von Luft hält den Brennvorgang in Gang. Der Kalk hat dabei die Aufgabe, das bei der Verbrennung anfallende Schwefeldioxid zu binden. Durch die mehrstufige Verbrennung bei der vergleichsweise niedrigen Temperatur von etwa 850 °C wird die Stickoxidbildung weitgehend verhindert und die Zugabe von Kalk sorgt für die Entschwefelung der Rauchgase. Aus dem Rauchgas muss später noch der Staub entfernt werden.
Luftzufuhr	Über dieses Rohr wird die Luft für die Verbrennung zugeführt.
Brennstoffeinsatz	Das Schaubild zeigt die für die Stromerzeugung benötigten Brenn- und Zuschlagstoffe sowie die erforderliche Wassermenge. Bei Störfällen wird die Anlage vorübergehend mit Heizöl betrieben.

### Rauchgasreinigung

Staubentfernung	O-Ton: Rauchgasreinigung Der den Rauchgasen entzogene Staub wird in diesen Behältern aufgefangen. Über den Schornstein werden die bei der Verbrennung entstehenden und gereinigten Rauchgase in die Luft abgegeben.
Schaubild 2	Bei Kraftwerken mit anderer Brenntechnik entsteht als weiteres Nebenprodukt Gips.
Gipszerzeugung	Dies geschieht in einer nassen Rauchgaswäsche. Das Gips enthaltende Wasser fließt auf ein großes bewegliches Filterband, von dem das Wasser abgesaugt wird. Der Gips gelangt über ein Förderband in ein Silo. Gips ist also ein Abfallprodukt der Rauchgasreinigung und zugleich ein wichtiger Baustoff.

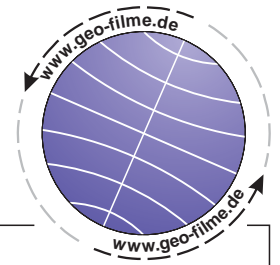
### Kondensation und Kühlung

Dampfturbine	Der überhitzte Wasserdampf treibt schließlich eine Turbine an. Dabei wird Wärmeenergie in Bewegungsenergie umgewandelt. Im Inneren der Turbine befindet sich eine Gruppe von Schaufelrädern, die vom durchströmenden Dampf in Rotation versetzt wird und den Generator antreibt.
Turboläufer	Diese bei einer Revision ausgebaute Schaufelrad-Gruppe vermittelt einen Eindruck vom „Innenleben“ der Turbine.
Kondensator	Im nachfolgenden Kondensator wird der Dampf wieder zu Wasser kondensiert. Wenn der Wasserdampf nach dem Verlassen der Turbine an Rohren mit kaltem Wasser vorbeiströmt, kondensiert er. Für diesen Kühlprozess wird das Kühlwasser benötigt, das – wie wir gesehen haben – vor dem Einsatz in der Wasseraufbereitung entkarbonisiert wurde.
Kühlturm	Die Kondensationswärme des Wasserdampfs wird mit dem Kühlwasser aus dem Kondensator abgeleitet und im Kühlturm an die Umgebungsluft abgegeben.
Pumpen	Pumpen befördern das Wasser zwischen Kondensator und Kühlturm im Kreislauf.

### Stromerzeugung und Stromverteilung

Generator	Im Generator wird die mechanische Energie der Turbine in elektrische Energie umgewandelt. Der Generator funktioniert im Prinzip wie ein Fahrraddynamo.
Schaltwarte Deuben	O-Ton: Aufgabe
110-kV-Schalthele	O-Ton: Aufgabe
Leitwarte	Gesteuert und überwacht wird das gesamte Kraftwerk von einer Leitwarte aus.

Fortsetzung



## Braunkohleveredlung – Stromerzeugung und Brikettherstellung (3)

### Teil 2: Brikettherstellung

Ein Blick zurück	1889 wurde in Zeitz, im mitteldeutschen Braunkohlerevier, die „Brikettfabrik Hermannschacht“ errichtet. Sie ist heute Museum. Die Briketts der Marke „Rekord“ waren zur DDR-Zeit wichtigster Energieträger für private Haushalte. Zum 30. Jahrestag der DDR gab es eine Sonderprägung. In der Folgezeit hat die Brikettproduktion Höhen und Tiefen durchlebt. O-Ton: Braunkohleveredlung
Kraftwerk Deuben	Hier im Kraftwerk Deuben wird nicht nur Strom erzeugt, sondern es werden auch Kohlenstaub und Briketts hergestellt. O-Ton: Staub- und Brikettherstellung
Leitwarte	Auch die Brikettherstellung wird von einer Leitwarte gesteuert. Hier laufen alle Informationen aus dem Produktionsprozess zusammen, werden überwacht und geregelt.
Röhrentrockner	In einem ersten Bearbeitungsschritt der Brikettherstellung wird die Rohbraunkohle getrocknet, d. h. der Wassergehalt wird von etwa 50 % auf 20 % reduziert. Dies geschieht in Röhrentrocknern.
Modell	Hier ein Modell. Der schräg stehende Röhrentrockner wird von der Einfallsseite – rechts – beschickt. Am unteren Ende verlässt die getrocknete Kohle den Trockner.
Kohlezudosierung	Die noch feuchte Kohle fällt zunächst in die Rohre des Röhrentrockners. Hier wird 180 °C heißer Dampf zugeführt. Die Kohle wird mit heißem Dampf getrocknet.
Wendeleiste	Wendeleisten, wie hier links im Bild eine zu sehen ist, und der sich drehende Trockner transportieren die Kohle durch die einzelnen Rohre. Das aus der Kohle ausgetriebene Wasser gelangt als „Brüden“ über einen Kamin in die Atmosphäre. Zuvor wird der enthaltene Staub mit einem Elektrofilter entfernt.
Klopfwerk	Mit dem Klopfwerk wird der aus dem „Brüden“ abgefilterte Staub, der sich in der Anlage absetzt, abgeklopft und in ein Silo gefördert.
Strangpresse 1	Die Briketts werden in einer mit Dampf angetriebenen Strangpresse geformt.
Monometer	Die beiden Manometer zeigen die Stärke des dazu benötigten Antriebsdampfes – links – und des Abdampfes – rechts. Beim Pressen wird die Wärme des Dampfes ausgenutzt. Das Vibrieren der Nadel ist eine Folge des sich auf- und abbauenden Drucks in der Presse.
Formhaken	Zwei zusammengesetzte Formhaken, wie hier einer zu sehen ist, bilden einen Hohlraum, in den die zerkleinerte und getrocknete Kohle eingefüllt wird.
Animation	Ein Stempel mit dem eingravierten Markennamen presst die Kohle zum Brikett zusammen. Das vorangehende Brikett bildet dabei den Gegendruck, weil es bei seinem Weg durch den Formhaken einen Buckel überwinden muss.
Strangpresse 2	Hier verlässt der Brikettstrang die Presse.
Kontrolle	Ein Mitarbeiter prüft, ob die Stärke der Briketts stimmt.
Rutsche	Über eine Rutsche gelangen die Briketts auf ein Förderband. Dabei kühlen sie ab, denn wenn sie die Presse verlassen, haben sie eine Temperatur von etwa 80 °C.
Fließband	Beim Herunterfallen auf das Band, löst sich der Strang in einzelne Briketts auf, die dann direkt auf einen Lkw verladen werden.



B - C



Filmprotokoll

## Braunkohleveredlung – Stromerzeugung und Brikettherstellung

### Hinweis zur Führung des Filmprotokolls:

1. Lies dir zunächst die Fragen und Aufgaben durch. Dann kannst du den Film aufmerksamer und vor allem zielgerichtet verfolgen.
2. Schau dir nun den Film **aufmerksam** an. Mache dir dabei **kurze** Notizen (Stichpunkte!) in Spalte ①. Unmittelbar nach dem Film kannst du sie in Spalte ② ergänzen.

① Stichpunkte	② erklärende Notizen / Skizzen

### Aufgaben:

1. Erkläre die Funktionsweise eines Wärmekraftwerks.
2. Beschreibe die Wasseraufbereitung und Rauchgasreinigung.
3. Erstelle ein einfaches Schaubild, das den Prozess von der Dampferzeugung bis zur Kühlung zeigt.
4. Beschreibe die Funktion der Strangpresse.