

Kohlenstaub als Kraftquelle

Autor(en): **Weihmann, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **4 (1949)**

Heft 11

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654497>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Kohlenstaub als Kraftquelle

Wasserkraft und Wärmekraft sind die beiden Energiequellen, aus denen man schöpft, um den ständig wachsenden Bedarf an elektrischem Strom zu decken. Die Wasserkraftwerke sind nicht nur vom Vorhandensein geeigneter Wasserläufe abhängig, sondern in gewissem Maße auch von der Witterung, selbst wenn sie in Verbindung mit Talsperren stehen, die die Trockenperioden überbrücken sollen. Hier bilden die Wärmekraftwerke eine notwendige Ergänzung: In Gebieten, die nicht von ausnutzbaren Flußläufen durchzogen sind — also etwa in Mitteldeutschland —, sind sie die einzige Energiequelle; dort, wo die Natur keinen Ausgleich der unregelmäßigen Niederschlagsmengen durch Speicherung im Boden oder durch Aufstauung zu schaffen vermag — wie in Oberbayern und der Schweiz —, liefern sie in den Perioden der Trockenheit die fehlenden Energiemengen. In solchen Wärmekraftwerken wird die in den Brennstoffen enthaltene Wärmeenergie zur Erzeugung von Hochdruckdampf verwendet, der dann, mit großer Geschwindigkeit aus dem Kessel auströmend, die Dampfturbinen treibt; hier wird also „kalorische“ Energie in Druck, und dieser dann in Bewegungsenergie umgesetzt. Bei solchen Energieumwandlungen geht allerdings ein kleiner oder auch größerer Prozentsatz der Energie verloren, der im „Wirkungsgrad“ zum Ausdruck kommt; darunter versteht man das prozentuale Verhältnis von zugeführter zu wiedergewonnener Energie. Beträgt der Wirkungsgrad beispielsweise 86 Prozent, so bedeutet dies, daß bei der Energieumwandlung 14 Prozent verlorengehen — sei es durch ungenutzte Wärmeabstrahlung, durch unvollkommene Verbrennung oder durch andere Ursachen. Das — praktisch allerdings unerreichbare — Ziel ist der Wirkungsgrad von 100 Prozent.

Gerade bei der Planung und dem Bau von Wärmekraftwerken legt man besonderen Wert auf einen hohen Wirkungsgrad aller Teile der Anlage, besonders der Feuerungseinrichtung; denn im Gegensatz zum kostenlos zur Verfügung stehenden Wasser bedeutet jedes verschwendete Kilogramm teuer eingekaufter Kohle einen finanziellen Verlust. So gilt es, die im Brennstoff „latent“ enthaltene, also verborgene Wärmemenge möglichst verlustfrei an das Wasser zu übertragen, es in Dampf zu verwandeln und mit diesem Dampf möglichst in überhitzter Form die Turbine zu betreiben. Bis weit in das 20. Jahrhun-

dert hinein wurde nun die Kohlenwärme durch Verbrennung in Rostfeuerungen freigemacht. Wenn diese Anlagen auch im Laufe der Zeit immer wieder verbessert wurden — sei es durch automatische Beschickung des Rostes und mechanische Abfuhr der Asche, sei es durch die Konstruktion von „Wanderrosten“ und anderen Einrichtungen —, so bringt doch die Verbrennung größerer, auf einem Rost liegender Stücke an sich schon immer einen gewissen Wärmeverlust mit sich.

Als August Nikolaus Otto am Ende des neunzehnten Jahrhunderts seinen ersten Verbrennungsmotor schuf, zerstäubte er das flüssige Benzin im Vergaser zu Nebel, ehe der Funke der Zündkerze die Verbrennung einleitete, um so eine besonders gute thermische Ausnutzung des Brennstoffs zu erzielen. Diesel spritzte den öligen Treibstoff durch eine feine Düse direkt in den Verbrennungsraum, in dem sich der Ölnebel an der komprimierten heißen Luft selbst entzündete. Beide verwerteten also in ihrer Konstruktion die Erkenntnis, daß die Temperatur bei einer Verbrennung desto höher wird, je inniger der Sauerstoff der Luft mit dem Brennstoff vermischt wird. Durch die Zerstäubung wird die Oberfläche des Brennstoffs tausendfach größer; jedes Tröpfchen ist dabei von Luft umgeben. Bei der Oxydation, also bei der chemischen Verbindung von Sauerstoff und Brennstoff, reagiert nahezu die gesamte Flüssigkeitsmenge in einem einzigen Augenblick; auf ihn konzentriert sich alle freiwerdende Wärmemenge, wodurch schlagartig eine besonders hohe Temperatur erreicht wird.

Vergrößerung der Brennstoff-Oberfläche durch feinste Verteilung und Einspritzung in den Verbrennungsraum — das ist auch das Prinzip der Kohlenstaubfeuerung, das damit weitab führt vom üblichen Wege der Rostfeuerung. Erst im Jahre 1923 entstand die erste Kohlenstaubfeuerungs-Anlage: In Milwaukee in den Vereinigten Staaten war sie Energiequelle eines Dampfkraftwerkes. Seitdem, also in wenigen Jahrzehnten, hat dieses Verbrennungsprinzip eine Vervollkommnung erlangt, zu der die Rostfeuerungen Jahrhunderte brauchten. Die Anlage in Milwaukee zeigte bereits wesentliche Merkmale moderner Staubfeuerungen. Das Hauptaugenmerk legten die Ingenieure von Anfang an auf eine genau zu regulierende Luftführung, da das Mengenverhältnis von Kohlenstaub und Luft und der Grad ihrer Verwirbe-

lung entscheidend für den ganzen Verbrennungsvorgang ist. Die vorher in Mühlen zu Staub aufbereitete Steinkohle wird dabei unter dem Druck der sogenannten Transportluft im oberen Teil eines großen Feuerungsraumes durch eine Düse, die man auch „Brenner“ nennt, schräg auf den Rost zu eingeblasen (s. Abb. 1). Einmal gezündet, schießt der Staub in einer Stichflamme abwärts. In ein bis zwei Sekunden ist der Kohlenstaub verbrannt, und nur wenige kleine Teilchen fallen auf den Rost, wo sie vollends ausbrennen. Dauernd aber bläst der Kohle-Luft-Strom nach; sein Brand kann nicht verlöschen, denn das heiße Mauerwerk und die Hitze im Verbrennungsraum sorgen automatisch für Zündung, wenn die Flamme einmal aussetzen sollte.

Maßgebend für den Wirkungsgrad der Kohlenstaub-Feuerungen ist die richtige Luftführung und die gute Verwirbelung. Überschüssige Luft kühlt, da sie keinen Brennstoff vorfindet, an den sie sich binden könnte, die Flamme unnötig ab; Luftunterschub läßt Brennstoff in Form von unverbrannten Gasen durch den Kamin entweichen. Moderne Feuerungsanlagen großer Elektrizitätswerke regulieren deshalb das Kohle-Luft-Gemisch automatisch: Der Druck im Dampfkessel, aus dem die Turbinen gespeist werden, regelt laufend die Staubmenge, ein Gasprüfeapparat im Kamin die Luftmenge. Die Wirbelung suchte man im Laufe der Entwicklung durch besondere „Wirbelbrenner“ zu verbessern, bei denen gewölbte Flügel an der Düsenmündung dem durchgeblasenen Gemisch aus Staub und Transportluft einen Drall mitgeben, der im Brennraum, zusammen mit dem entgegengesetzt rotierenden Strom von „Zweitluft“, besondere Wirbel hervorruft. Eine vorzügliche Konstruktion ist die „Eckenbrenner-Feuerung“, die viel gebaut wird: Hier sitzt in jeder Ecke des quadratisch gemauerten Feuerraumes eine Düse; diese Düsen sind schräg nach abwärts auf den Rost gerichtet, um hier durch den Druck des Strahles ein „Festfrieren“ der Schlacke zu verhindern; sie

sind dabei in ihrer Blasrichtung so gegeneinander versetzt, daß sich in der Mitte des Feuerungsraumes ein Wirbel bildet (s. Abb. 2).

In all diesen Kohlenstaubfeuerungs-Systemen ist freilich nur Steinkohlenstaub verwertbar. Manche Wärmekraftwerke aber, wie etwa die großen Werke

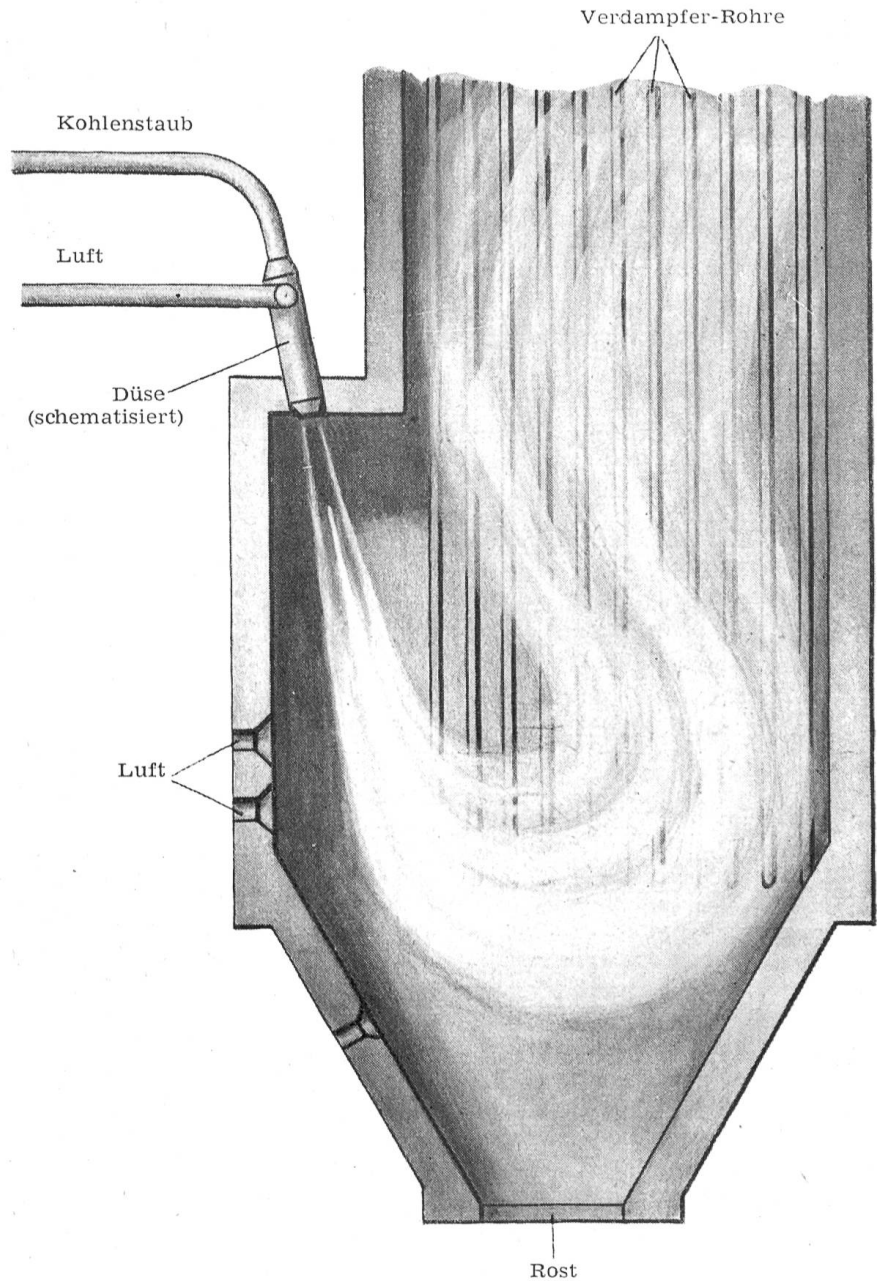


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung einer Steinkohlenstaub-Feuerung

in Mitteldeutschland, sind auf Braunkohle angewiesen. Es galt, für sie brauchbare „Rohstaubfeuerungs-Einrichtungen“ zu schaffen. Dabei ist es von großem Vorteil, daß Braunkohle nicht so fein vermahlen werden muß, da sie sehr gasreich ist und so dem Verbrennungsvorgang entgegenkommt. Mit der „Krämer-

Mühlenfeuerung“ war das Problem gelöst (s. Abb. 3): Unsere Abbildung zeigt einen Steinmüller-Höchstdruck-Sektionskessel, der in der Stunde vierzig Tonnen Dampf von 125 Atmosphären Druck und 460 Grad Celsius Temperatur erzeugt. Die Rohbraunkohle rutscht aus einem Bunker in eine unmittelbar an die Feuerung angebaute „Schlägermühle“ und wird hier nur grob ausgemahlen. Die durch die Abgase vorgewärmte Transport- und Verbrennungsluft wird durch ein Gebläse in die rotierende Mühle gedrückt;

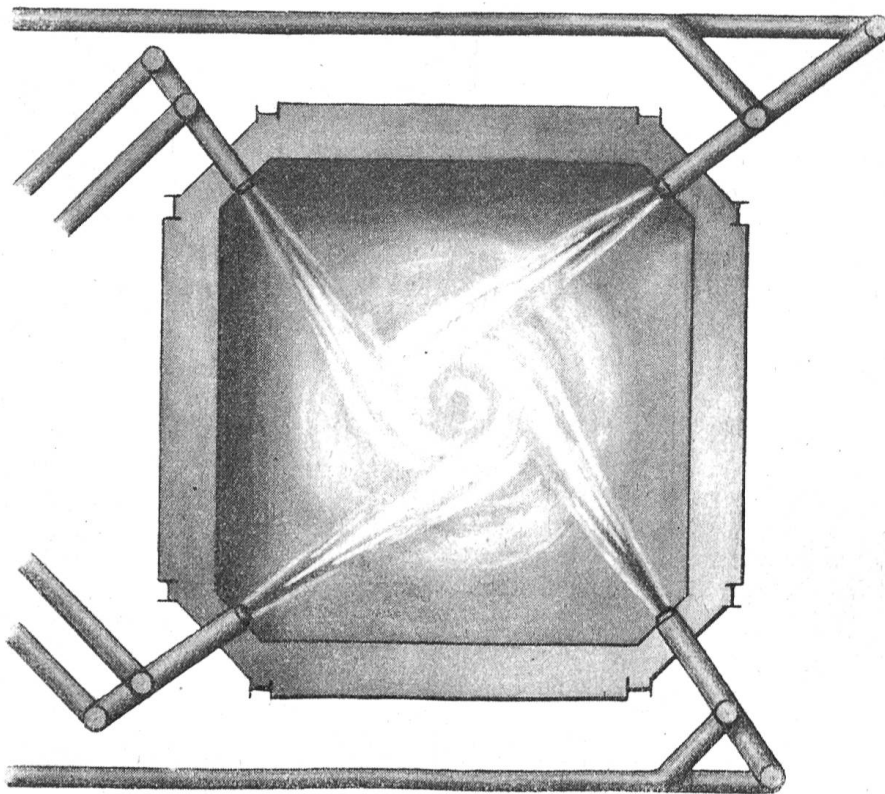


Abb. 2: Blick von oben in eine Eckenbrenner-Feuerung (schematische Darstellung)

dort trocknet sie die feuchte Rohkohle, reißt die durch Mahlprozeß und Trocknung genügend leichten Kohlenteile in die Höhe — man nennt diesen Vorgang „Windsichtung“ — und treibt sie in freiem Strom, also ohne Düse, in den Brennraum. Bei Eintritt entzündet sich das Kohle-Luft-Gemisch und verbrennt im Fluge. Nur wenige größere Teile fallen auf den mit Zusatzluft beschickten „Nachbrennrost“; dort wird ihr restlicher Wärmeinhalt ausgenutzt. Die gesamten heißen Verbrennungsgase strömen wie bei allen Dampfkessel-Feuerungen durch die großen Wasserverdampfer und erzeugen hier überhitzten Dampf für die Speisung der stromerzeugenden Dampfturbinen. Schließlich durchstreichen sie die Luftvorwärmer, geben dort ihre Restwärme an die frische Verbrennungsluft ab und entweichen dann ins Freie.

Freilich dürfen die konstruktiven und wirtschaftlichen Schwierigkeiten nicht übersehen werden, die es

zu überwinden gilt; ehe eine solche Einrichtung betriebsfertig ist. Da sind zunächst die Staubaufbereitungs-Anlagen, die die Kosten für Bau und Betrieb nicht unwesentlich verteuern: Großstückige Steinkohle muß zunächst durch Vorbrecher geschickt werden; liegt ihr Feuchtigkeitsgehalt über zwölf bis vierzehn Prozent, so muß sie anschließend rotierende „Trommeltrockner“ durchlaufen. Nun erst ist der Brennstoff vorbereitet, um durch die Brenner gejagt zu werden. Hier liegt der besondere Vorzug der Krämer-Mühlenfeuerung gegenüber

den Steinkohlen-Staubfeuerungen: Die für sie allein in Betracht kommende Braunkohle ist sehr gasreich; deshalb ist die Körnung vollkommen ausreichend, die man in der unmittelbar an den Feuerraum angebauten, verhältnismäßig einfachen Schlägermühle mit ihrer Kombination von Mahltrocknung und Windsichtung erzielt.

Eine wesentliche Eigenart sowohl der Steinkohlen- als auch der Braunkohlen-Staubfeuerungen ist die überaus hohe Temperatur in den Brennräumen, die bis auf 1600 Grad Celsius ansteigen kann. Die Kesselmauerungen müssen deshalb gekühlt werden, sollen sie keinen Schaden nehmen. Hierzu leitet man entweder die frische Verbrennungsluft oder das frische Dampfkessel-Speisewasser durch die Hohlräume der Mauerung;

die so abgeführten Wärmemengen werden also nutzbringend verwertet. Immerhin ist der technische Aufwand nicht unbedeutend. Ähnliches gilt für den Bau der Roste: Bei den meisten Staubfeuerungen ist im Boden des Kessels ein wassergekühlter Rost eingebaut; die aus dem Flammstrahl niedertropfende Schlacke wird auf ihm durch den Temperatursturz abgeschreckt und fein gekörnt; „Granulier-Rost“ nennt man ihn deshalb.

Mannigfaltig aber sind die Vorteile der verschiedenen Staubfeuerungsanlagen gegenüber Rostfeuerungen: Die leichte Regulierbarkeit von Brennstoff- und Luftzufuhr erlaubt eine schnelle Anpassung an schwankende Betriebsverhältnisse. Wie oft steigt der Strombedarf der Industrie von einer Minute zur anderen sprunghaft an, etwa morgens bei Schichtbeginn oder nach der Mittagspause. Dann fordern die Turbinen erhöhte Dampfmengen, welche die unelastische

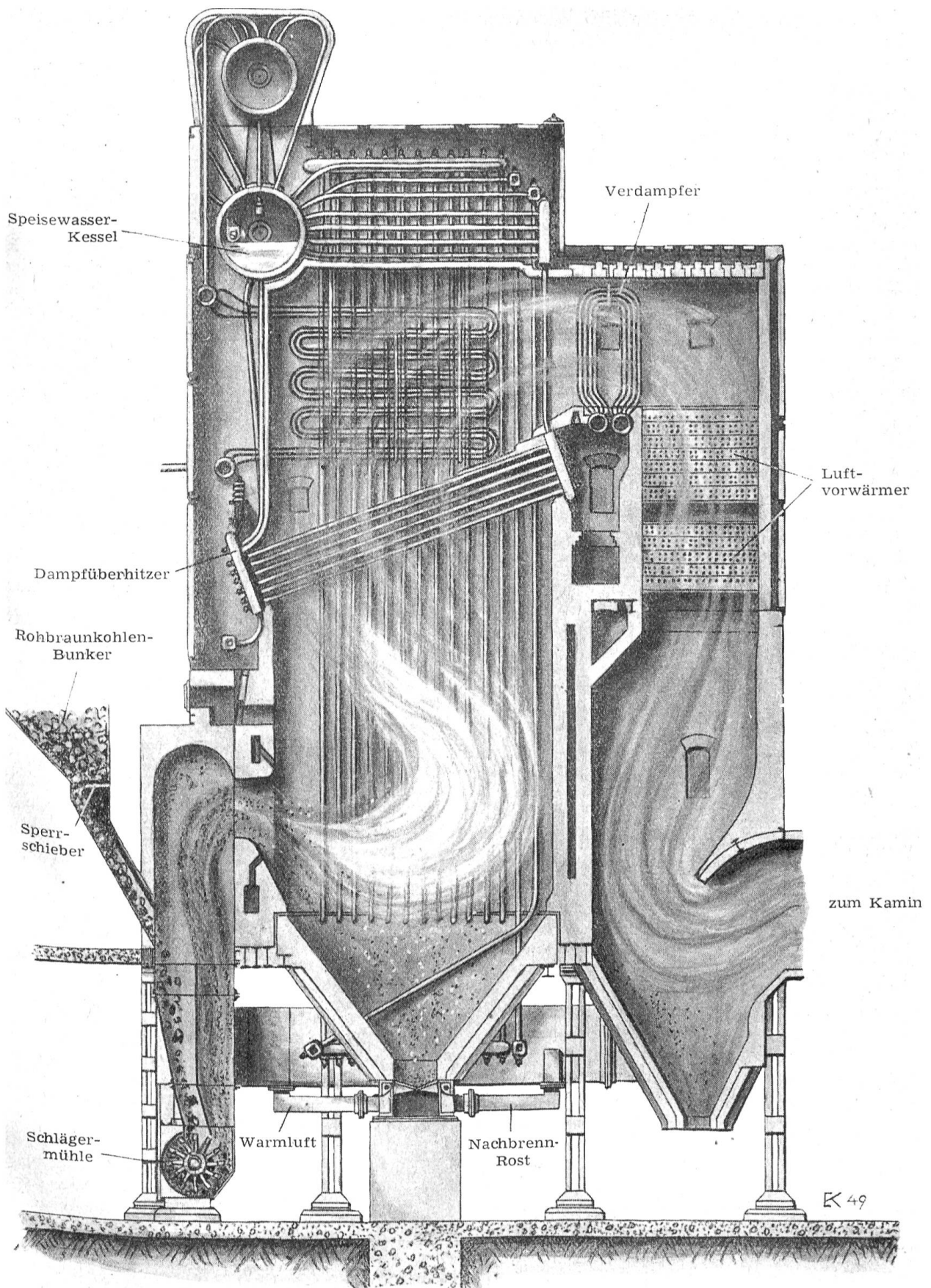


Abb. 3: Gesamtanlage eines Dampfkessels mit Krümer-Mühlens-Feuerung für Braunkohlen-Betrieb

Rostfeuerung nicht rasch genug zu liefern vermag, wohl aber die leicht regulierbare Staubfeuerung. Zur Erzielung kurzzeitiger Leistungsspitzen hat man auch „Zusatz-Staubfeuerungen“ konstruiert, die, an Rostfeuerungen angebaut, in dringenden Fällen für einige Zeit angeblasen werden können; sie schießen dann einen Kohlenstaub-Strahl in die Rostkohlen-Glut und steigern so die Temperatur beträchtlich.

Die Art der Verbrennung in einer Staubfeuerungs-Anlage ermöglicht eine nahezu vollständige Auswertung der im Brennstoff enthaltenen Wärmeenergie. Bis auf 96,5 Prozent konnte man den Wirkungsgrad der Feuerung treiben; nur 3,5 Prozent der mit der Kohle zugeführten Kalorienmenge gehen bei einem solchen Kessel durch unverbrannte Kohleteilchen und Gase oder durch ungenutzte Wärmeableitung verloren. Einige weitere Verlustprozente sind bei der nachfolgenden Dampferzeugung unvermeidlich. Für die ganze Feuerungs- und Dampferzeugungsanlage konnte man als Spitzenleistung bis heute einen Gesamtwirkungsgrad von 92 Prozent erreichen; dieser Anteil der in der zugeführten Kohle enthaltenen Wärmemenge findet sich also im Dampf wieder; insgesamt nur 8 Prozent gehen verloren. Der Wirkungs-

grad guter Rostfeuerungsanlagen dagegen liegt bei 78 bis 88 Prozent.

Zunächst hatte man wegen der höheren Baukosten Kohlenstaubfeuerungen nur für die Dampferzeugung in den großen Kraftwerken vorgesehen; hier erreichte man allerdings außerordentliche Ausmaße: Der größte Kessel der Welt steht am East River in den Vereinigten Staaten; er verträgt eine Belastung von 550 Tonnen Dampf in der Stunde. Die schnelle Anpassung an augenblickliche Betriebsnotwendigkeiten und die mühelose Bedienung ermutigten aber zu Versuchen, Steinkohlen-Staubfeuerungen in den Lokomotivbau einzuführen; auch hier hat man bereits gute Erfolge erzielt. Die derzeitige Entwicklung des Maschinenbaues scheint die Gasturbine in den Vordergrund der Forschungsarbeiten zu rücken. Die Laufräder solcher Turbinen könnten auch unmittelbar von den heißen Verbrennungsgasen der Staubfeuerungen getrieben werden, wenn einmal gegen die hier auftretenden hohen Gastemperaturen wärmebeständiges Material für die Turbinenschaufeln gefunden ist. So könnten gerade auf diesem Gebiet dem Kohlenstaub als Energiequelle neue Aufgaben erschlossen werden.

Dipl.-Ing. G. Weihmann

Ein Mond wird zum Planeten

Neue Rätsel unseres Sonnensystems

Der erst vor kurzem entdeckte zweite Neptunmond stellt die Astronomen vor neue Probleme. Er bewegt sich nämlich auf einer Bahn, die der des ersten Neptunmondes Triton genau entgegengesetzt ist, und im gleichen Drehungssinne wie der Neptun selbst. Triton dagegen verhält sich „falsch“, da er der Rotationsrichtung des Neptun entgegenläuft. Der amerikanische Astronom Dr. Gerard Kuiper von der Universität Chikago hat bereits eine Erklärung für diese seltsame Erscheinung: Er nimmt an, daß sich irgendwann einmal — vor vielen Jahrtausenden — im Weltraum, am Rande des Sonnensystems, eine Katastrophe abgespielt hat, deren Ursachen vielleicht nie ergründet werden können. Vor diesem Ereignis muß Neptun neben Triton und dem neuentdeckten Trabanten noch einen dritten Mond besessen haben, der sich bei diesem „kosmischen Feuerwerk“ plötzlich selbständig machte; dieser flüchtige Mond ist heute Pluto, der äußerste Planet des Sonnensystems.

Die Bahn dieses im Jahre 1930 entdeckten Sterns ist weit exzentrischer als die aller übrigen Planeten des Sonnensystems; sie ist unter etwa sieben Grad gegen die Ekliptik geneigt. Sein Durchmesser beträgt rund dreihundert Kilometer; seine Entfernung vom

Neptun muß zur Zeit, da er noch sein Trabant war, etwas mehr als anderthalb Millionen Kilometer betragen haben. Die Bahn des Pluto erinnert an eine Kometenbahn. Wenn er sich von der Sonne entfernt, schießt er bis zu einer Entfernung von 6680 Millionen Kilometer in den Raum hinaus und nähert sich dann der Sonne wieder bis auf 4160 Millionen Kilometer, wobei er in die Neptunbahn gerät.

Neptun nimmt unter den Planeten eine Ausnahmestellung ein. Er ist 4500 Kilometer von der Sonne entfernt — um 1500 Millionen Kilometer weiter, als es theoretisch der Fall sein müßte. Es sei erwähnt, daß der Abstand Erde—Sonne nicht ganz 150 Millionen Kilometer beträgt.

Auch die Bahn von Neptun ist ungewöhnlich; sie weist nämlich Störungen auf, die man mit der Anziehungskraft eines noch weiter von der Sonne entfernten Planeten erklären kann. Diese Annahme hat tatsächlich zur Entdeckung des Planeten Pluto geführt. Aber die Masse dieses Kleinplaneten ist zu gering, um die starken Abweichungen erschöpfend zu erklären. Die Entdeckung eines weiteren Planeten liegt also durchaus im Bereich der Möglichkeiten. Ein derartiger Riesenplanet könnte auch die Katastrophe