

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	"praktisches Atomgewicht"	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	Einzelatomgewicht, soweit bisher festgestellt
86	<i>Ein</i>	<i>Emanation</i>	222	<i>Radium-Emanation</i>	<i>RaEm</i>	222 ¹⁾
87						
88	<i>Ra</i>	<i>Radium</i>	226.0	<i>Aktinium X</i>	<i>AcX</i>	(222)
				<i>Thorium X</i>	<i>ThX</i>	224
				<i>Radium</i>	<i>Ra</i>	226.0
				<i>Mesothorium 1</i>	<i>Ms Th₁</i>	228
89	<i>Ac</i>	<i>Aktinium</i>		<i>Aktinium</i>	<i>Ac</i>	(226)
				<i>Mesothorium 2</i>	<i>Ms Th₂</i>	228
90	<i>Th</i>	<i>Thorium</i>	232.1	<i>Radioaktinium</i>	<i>RaAc</i>	(226)
				<i>Radiothorium</i>	<i>RaTh</i>	228
				<i>Ionium</i>	<i>Io</i>	230 ²⁾
				<i>Uran V</i>	<i>UY</i>	(230)
				<i>Uran X₁</i>	<i>UX₁</i>	234
91	<i>Pa</i>	<i>Protaktinium</i>		<i>Protaktinium</i>	<i>Pa</i>	(230)
				<i>Uran X₂</i>	<i>UX₂(Bv)</i>	234
92	<i>U</i>	<i>Uran</i>	238.2	<i>Uran II</i>	<i>UII</i>	234
				<i>Uran I'</i>	<i>UI</i>	238

Die Einzel-Atomgewichte sind mit der Genauigkeit angegeben, wie sie die Bestimmungsmethode zuläßt (in den besten Fällen etwa 1%). Da diese Methoden also vorläufig nicht die Genauigkeit beanspruchen können, mit der die praktischen Atomgewichte festgestellt werden konnten, so ist es nicht zu entscheiden, ob die sicher vorhandenen Abweichungen von der Ganzahligkeit, wie z. B. beim Stickstoff (14,01) oder beim Phosphor (31,04) auf spurenweise Beimengungen von Isotopen oder auf Massendefekte zurückzuführen sind.

Das Weitere ergibt sich aus den Anmerkungen, die der Tabelle II beigelegt sind.

M. Bodenstein, O. Hahn,
O. Höngschmid, R. J. Meyer,
W. Ostwald, Vors. [A. 216.]

Das Madruckverfahren und seine Bedeutung für die chemische Industrie.

Von Berg- und Hütteningenieur HEINRICH CARO-Berlin.

(Eingeg. 24.8. 1921.)

Aus dem Ruhrrevier kommen beunruhigende Nachrichten über die Aussichten der Winterversorgung des inländischen Steinkohlenbedarfs, bei der alles in allem drei Momente ungünstig dabei ins Gewicht fallen: 1. der fortdauernde Mangel an Qualitätskohlen; 2. der bevorstehende Wagenmangel und 3. der Rückgang der Lagerbestände, der sich in der nächsten Zeit besonders unangenehm bemerkbar machen wird. Dadurch wird die wichtige Nebenproduktserzeugung erheblich in Mitleidenschaft gezogen werden und ihre Rückwirkung auf die chemische Industrie wird besonders stark hervortreten. Der Ausfall an Nebenprodukten würde sich allerdings teilweise aufbalancieren lassen, wenn man die in der Torftrockensubstanz enthaltenen wertvollen Nebenprodukte der chemischen Industrie zuführen könnte.

Bei der Entgasung des Torfs mit 60 oder 40% H₂O ergeben sich außer dem hochwertigen Torfkoks, der für die Feineisenindustrie von hohem Wert ist, Leuchtgas, leichte und schwere Öle, Paraffin, Essigsäure, Holzgeist, Ammoniak, Asphalt, Butter-, Valerian- und Metaceton-säure, während die Vergasung des Torfs neben Kraftgas den wertvollen Stickstoff in Form von Ammoniak fördert. Eine Fülle wertvoller, wissenschaftlicher Arbeit ist auf diesem Gebiet geleistet worden, und es sei hier besonders auf die Arbeiten von Hoering, Pettenkofer, Thenius, Wagenmann, Vöhl und vornehmlich auf die klassischen Arbeiten von N. Caro und Frank hingewiesen.

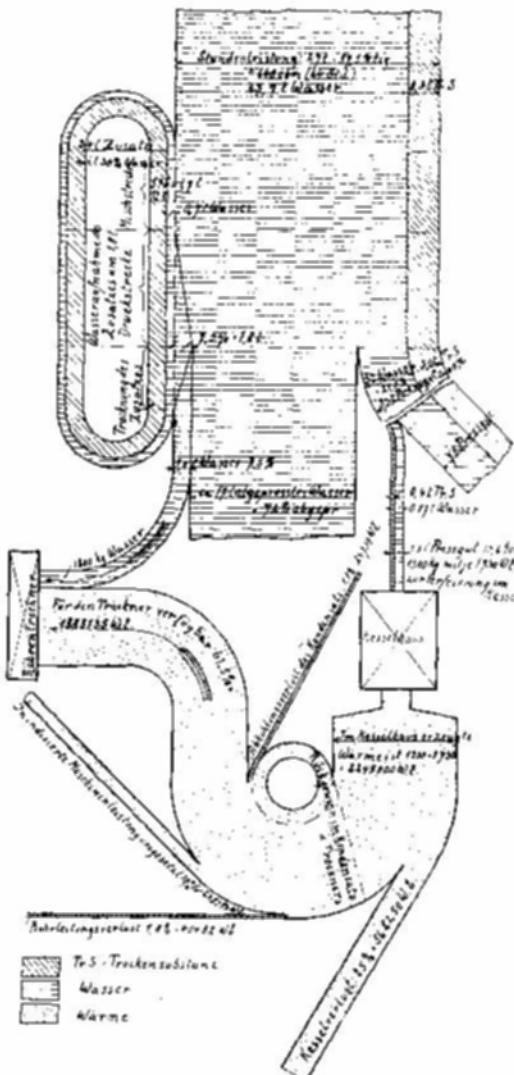
Die Grundlage einer wirtschaftlichen Erzeugung der Nebenprodukte wird immer die Beschaffung eines Halbtrockenguts mit 60–40% H₂O sein. Die Lufttrocknung, deren man sich bis jetzt bedienen mußte, bietet aber wegen ihrer Abhängigkeit von der Witterung und der kurzen Trocknungsperiode von etwa 100 Tagen keine Gewähr für einen zuverlässigen großindustriellen Betrieb. Man muß daher die Torfgewinnung unabhängig von Witterung und Saison machen; und das kann nur dadurch geschehen, daß dem Torf sein gewaltiger

¹⁾ Der Wert wurde durch direkte Dichte-Bestimmung innerhalb der Versuchsfehler bestätigt.

²⁾ Der Wert wurde durch experimentelle Atomgewichts-Bestimmung eines Ionium-Thorium-Gemisches gestützt.

Wasserballast durch mechanische Abpressung entzogen wird. Aber dies läßt sich nur ermöglichen, wenn vor der Abpressung der kolloide Charakter des Torfs beeinflußt oder zerstört worden ist.

Zersetzer Rohtorf ist als eine kolloidale Lösung anzusprechen, in dem sich neben Resten noch guterhaltener Zellmembranstoffe Zersetzungprodukte bilden, die das eigenartige Verhalten des Torfes beim Entwässern und Trocknen bedingen. In einer kolloidalen Lösung sind die Humusteilchen außerordentlich fein verteilt, nicht wie z. B. zwischen Sandkörnern und Wasser im nassen Sandboden, sondern wie gequollene Gelatine. Daraus resultiert die starke Anziehungs-kraft zwischen dem Wasser und der Trockensubstanz, und dies bedingt wiederum die Unmöglichkeit, lediglich durch Pressung das Wasser von der Trockensubstanz abzuspalten. Will man also das Wasser abspalten, so muß zunächst die Oberflächenspannung gestört werden, d. h. die Haftspannung, die das Wasser in der Trockensubstanz festhält, aufgehoben werden.



Mehrere Wege führen zu diesem Ziel. Den einfachsten Weg ging Alexander in Stockholm, der das Torf kolloid durch Frost zerstörte und die aufgetauta Masse abpreßte. Das Preßgut läßt sich aber wegen seiner pulverigen Beschaffenheit nicht verwerten. Das Verfahren des Grafen Schwerin-Wildenhoff und der Elektro-Coal-Werke in Kilberry, Irland, das sogenannte Elektro-Osmose-Verfahren, wendet den elektrischen Strom zur Abspaltung des kolloidal gebundenen Wassers an, während Eckenberg und ten Bosch überhitzten Dampf aufwenden; aber der Wirkungsgrad ist bei dem hohen Eigenbedarf dieser Verfahren zu gering, um eine Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

Einen neuen Weg zur Lösung des Problems eröffnet das Verfahren der Gesellschaft für maschinelle Druckentwässerung in Ürdingen a. Niederrhein, das unter der Bezeichnung „Madruckverfahren“ als zurzeit wirtschaftlichstes Verfahren in den Vordergrund getreten ist. Das Verfahren, das von den Dipl.-Ing. Brune und Horst ausgearbeitet wurde, ist von der Technischen Abteilung für Torfwirtschaft bei der Landesanstalt für Moorwirtschaft in München während des letzten Jahres eingehend geprüft worden. Die Technische Abteilung hatte neuerdings die Prüfungsergebnisse auf der Ausstellung für Wasserkraft und Energiewirtschaft in München ausgestellt, und man kann sagen, daß durch dieses Verfahren der langgesuchte Weg gefunden und das Problem, Torf lediglich durch Druck zu entwässern, gelöst erscheint.

Das Madruckverfahren basiert auf der Tatsache, daß das Torfkolloid beeinflußt werden kann, wenn ein fein verteilter Zusatzstoff dem Rohtorf beigemengt wird, der eine Veränderung der Oberflächenspannung des kapillar festgehaltenen Wassers und eine Herabsetzung des Quellungsdruckes des Torfkolloids bewirkt. Als Zusatz verwendet man den Stoff, den man an Ort und Stelle zur Verfügung hat, nämlich Trockentorf mit 30% H₂O, der bezogen auf die im Rohmoor enthaltene Trockensubstanz im Verhältnis von 1:2 beigemengt wird. Dadurch gelingt es, Halbtrockengut von 50—60% H₂O bei einem Eigenbedarf von 20% des Produktes, also mit einem Wirkungsgrad von 80% zu erzeugen.

Der Beweis für diese Angabe soll an der Hand eines praktischen Preßvorganges im nachfolgenden geliefert werden.

Das gebaggerte Rohmoor wird zunächst mittels einer Feldbahn zu einer Torfvorratsgrube gebracht, um den Betrieb dreischichtig durchzuführen, während die Baggerung einschichtig erfolgt. Aus der Vorratsgrube wird der Torf durch einen Elevator mit Hilfe eines Transportbandes in Reißwölfe befördert, die den Torf ohne — und dies ist sehr wesentlich für die Durchführung des Prozesses — ihn zu quetschen oder zu kneten, wodurch eine Strukturveränderung vermieden wird, in kleinkörnige Stücke zerreißen. Der zerkleinerte Torf fällt auf ein Transportband, das mit einer Schicht 30%igem Trockentorf bedeckt ist, und wandert in eine Mischtröhre, wo die Substanzen lose miteinander vermengt werden. Das Mischgut wird nun durch einen Elevator auf ein Transportband und Rücklauftransporteur gebracht, der die Ringpresse beschickt, die das Mischgut auf 60% und darunter abpreßt. Durch die Abpressung wird dem Rohmoor vier Fünftel seines Wasserballastes entzogen, so daß das Preßgut sich fast trocken anfühlt und sieben läßt. Von diesem Preßgut wird nun ein Teil abgetrennt, der mittels eines Transportbandes nach dem Trockner gebracht und auf 30% herunter getrocknet wird, um von neuem als Trockenzusatz dem Rohmoor beigegeben den Kreislauf zu schließen (s. Abb.). Als Schulbeispiel soll nur ein Rohmoor mit 87,5% H₂O angenommen werden und eine Madruckanlage, die 640 cbm pro Tag verarbeitet. Diese Zahlen sind aus dem Grunde angenommen, weil ein Torffeld von 1 qkm und einer Mächtigkeit von 3 m bei der angenommenen Förderung etwa 15 Jahre ausreicht. Auf die Arbeitsstunde berechnet, werden 27 t dem Preßprozeß unterworfen. Da, wie oben ausgeführt, der Trockenzusatz zu der im Rohmoor befindlichen Trockensubstanz im Verhältnis von 1:2 steht, so beträgt die Zusatzmenge 1,7 t 30%iges Torfpulver, die sich beim Preßprozeß auf etwa 60% H₂O anreichert, also um etwa 1,8 t auf 3,5 t. Diese 1,8 t H₂O müssen, damit ein 30%iges Zusatzgut für den Kreislauf des Prozesses zurückgewonnen wird, im Röhrentrockner verdampft werden, der durch den Abdampf der Betriebsmaschine geheizt wird. Dem aus der Presse austretenden 60%igen Preßgut wird die pro Stunde zur Verfeuerung notwendige Menge entnommen, in diesem Falle 1,3 t = 15,6%, während 7 t = 84,4% zur weiteren Verwendung bleiben.

Zur Erzeugung des gesamten Kraftbedarfs und der benötigten Wärmemenge für den Trockner ist eine Dampfanlage von 300 PSi erforderlich, die, wenn der auf 300° überhitzte Zudampf eine Spannung von 12 Atm. und der zum Trockner überströmende Abdampf eine solche von 2 Atm. besitzt, 8,6 kg Dampf pro PSi/St. verbraucht. Nimmt man den Wirkungsgrad der Kesselanlage zu 75% an und ferner, daß die Spannung im Kessel 12,5 Atm. Überdruck bei 330° Überhitzung beträgt, und daß das Kondensat aus dem Trockner mit 100° abfließt und mit 90° wieder in den Kessel gelangt, so beträgt bei einem stündlichen Dampfverbrauch von 8,6 × 300 = 2580 kg die Erzeugungswärme pro kg Dampf = 655 WE. und die stündlich aufzuwendende Wärmemenge = 2249000 WE. Der hierzu notwendige Brennstoff wird dem aus der Presse austretenden 60%igen Preßgut entnommen. Da 1 kg dieses Materials bei 5% Aschengehalt etwa 1730 W.E. besitzt, so sind hiervon pro Stunde 1300 kg erforderlich, das sind 15,6% (= 1,3 t) der Gesamtmenge des Preßgutes.

Für die erzielten 1730 × 1300 = 2249000 W.E. ergibt sich nun folgende theoretische Wärmeverteilung:

Kesselverlust	562250 WE./St. =	25%
Rohleitungsverlust	40482 " "	= 1,8%
in indizierte Maschinenleistung umgesetzt	238394 " "	= 10,6%
für den Trockner verfügbar	1383135 " "	= 61,5%
Abkühlungsverlust des Kondensats	24739 " "	= 1,1%
Summa	2249400 WE./St. =	100%

Eine Störung der Oberflächenspannung durch Teilchen von Trockentorf zeigt bereits im Mischgut Veränderungen durch die Annahme einer flockigen und krümeligen Beschaffenheit. Die dispersierten Teilchen verdichten sich auf der Oberfläche des Zusatzkörpers, z. nächst noch getrennt durch Flüssigkeitshäutchen stärkerer Konzentration. Nach Ostwald wird durch diese Aggregation die Bildung eines Hydrogels bewirkt infolge der nunmehr eintretenden weiteren Annäherung durch den Preßdruck. Zugleich kann das nicht mehr gebundene Wasser auf den durch die Pressung gebildeten Schichten ablaufen. Nunmehr ist das Humusteilchen zum Dispersionsmittel geworden und Wasser zur dispersierten Phase, wobei in diesem Zustand ein kleiner Teil bei der Auflösung in Wasser sich noch fein verteilt und eintretende Krustenbildung den Vorgang verlangsamt. Dipl.-Ing. Groß von der Technischen Abteilung für Torfwirtschaft in München stellt nun auf Grund seiner eingehenden Versuche, die teils in München im Laboratorium der bodenkundlichen Abteilung der Forst-

lichen Versuchsanstalt mittels eines Madruck-Preßelementes und dann mittels der großen Versuchsanlage der Gesellschaft in Ürdingen ausgeführt wurden, folgende physikalische Merkmale im Hinblick auf das Madruckverfahren auf: Die Humusstoffe verlieren bei zunehmender Zersetzung das kapillare Aufsaugevermögen und erhöhen die molekulare Anziehungskraft zu Wasser, wobei sie sich zu einer Teilchengröße von 10⁻⁸, den sogenannten Amikronen entwickeln und sich dadurch der Molekulargröße von 10⁻⁷ nähern. Sie besitzen infolgedessen starke innere Reibung, so daß sich Rohtorf mit über 75% Wassergehalt noch formen und zerkleinern läßt. Sie zeigen elektronegatives Verhalten und besitzen geringere Leitfähigkeit als Goldlösung, die als typischer Vertreter der Körnchenkolloide angesehen werden kann und setzen der Fällung durch Elektrolyse ziemlich starken Widerstand entgegen. Die Reversibilität in den früheren Zustand reicht bis zu einem gewissen Wassergehalt. Getrockneter Torf zeigt eine irreversible Zustandsänderung. Die Adsorptionsfähigkeit der Humusstoffe ist äußerst stark entwickelt. Dieser Punkt ist in bezug auf das Madruckverfahren ganz besonders hervorzuheben, da durch die Einlagerung von fein gemahlenem Torf in die Rohmasse Oberflächenwirkungen eintreten, die für die jeweilige Abgabe von Wasser von bestimmender Bedeutung sind.

Das Preßgut, das in festen Kuchen der Presse entfällt, hat seinen Moorcharakter vollkommen verloren und ähnelt der Rohbraunkohle in so hohem Maße, daß man füglich sagen kann, eine Madruckanlage stellt eine Braunkohlengrube dar. Wie Rohbraunkohle läßt sich das Preßgut auf Treppenrostern verfeuern und läßt sich vortrefflich brikkettieren. Die bayerische Landeskohlenstelle gibt über die aus dem nach dem Madruckverfahren entwässerten Moor hergestellten Brikkets folgendes Gutachten: Die Brikkets mit 15% Wassergehalt haben einen unteren Heizwert von 4400—4500 WE. und einen oberen Heizwert von 4130—4570 WE. Aschengehalt auf Trockensubstanz bezogen, bei Hochmooren von 0,5—3, höchstens 5%, bei abbauwürdigem guten Niederungsmoor 5—10%. Die Festigkeit der Brikkets ist sehr gut, besser als bei Braunkohlenbrikkets. Sie sind nicht selbstentzündlich und nahezu schwefelfrei. Verhalten im Feuer: Das Brikkett behält die Form und ist langflammig, seine Asche ist gutartig. Die Brikkets sind reinlich und schmutzen nicht.

Ganz besonders eignet sich das Preßgut wegen seiner porösen Beschaffenheit zur Vergasung und Entgasung und eröffnet somit, wie oben erwähnt, der deutschen chemischen Industrie eine neue Quelle, aus der sie die wertvollen Nebenprodukte schöpfen kann. [A. 202.]

Aus der Technik. Neuartige elektrische Öfen für Temperaturen von 2500 Grad C und darüber.

In Göttingen haben sich die altbekannten Firmen der Feinmechanik, Optik und Elektrotechnik zu der „Verkaufsvereinigung Göttinger Werkstätten, G. m. b. H., Göttingen, Geiststr. 3, zusammengeschlossen, um ihre Apparate gemeinsam durch diese Verkaufsvereinigung vertreiben zu lassen, um ferner Ausstellungen gemeinsam zu beschicken und so ein Bild zu geben von den Leistungen der Göttinger Industrie. — Das Göttinger Elektro-Schaltwerk, welches dieser Vereinigung angehört, stellte zur Ausstellung anlässlich des Physikertages in Jena einen neuen elektrischen Ofen aus, welcher sich besonders durch die hohen Temperaturen, die man mit demselben schnell erreichen kann, ferner durch die äußerst feine Regulierbarkeit der Temperaturen, durch sehr geringen Stromverbrauch, große Sauberkeit, große Konstanz der Temperatur, bequeme Handhabung und leichte Transportfähigkeit auszeichnet.

Mit Hilfe des Ofens ist es möglich, Temperaturen bis 2500° C und noch höher zu erreichen und alle Temperaturgrade in den feinsten Grenzen einzustellen, was für sehr viele chemische, physikalische u. a. Versuche von größter Wichtigkeit ist. — Das Prinzip entspricht ungefähr demjenigen der bekannten Schmelzeinrichtungen nach Nernst-Tammann.

In den primären Stromkreis eines Einphasen-Wechselstroms ist ein Schieberwiderstand geschaltet, welcher gestattet, die primäre Spannung und Stromstärke in den allerfeinsten Grenzen zu regulieren. — An die sekundäre Seite von großer Stromstärke wird dann der Ofen unter Zwischenschaltung eines Ampèremeters angeschlossen. — Die jeweilige Spannung des Ofens kann an einem Voltmeter abgelesen werden.

Die ganze Anlage ist sehr kompakt gehalten (siehe Abb.). Der Transformator ist in einem perforierten Kasten untergebracht. Die Meßinstrumente, Schalter, Sicherungen, Widerstände versenkt eingebaut, der Ofen ist auf dem perforierten Kasten kippbar angeordnet.

Die Öfen bestehen im wesentlichen aus den Heizröhren oder Muffeln, welche direkt vom Strom durchflossen werden. Dieselben sind umgeben von Mantel und Isoliermaterial. Die Röhre und Muffeln sind sehr leicht auswechselbar; je nach ihrer Wandstärke können verschiedene Höchsttemperaturen erreicht werden. — Der Ofen ist in jeder Lage benutzbar und kippbar, so daß das Schmelzgut bequem ausgegossen werden kann. — Da die Wärmeabgabe der Heizrohre, resp. der Heizmuffeln nach innen eine sehr gute, nach außen aber sehr gering ist, ist der Wirkungsgrad des Ofens sehr günstig.