

Tafel II, mittleres Diagramm, gibt die ganze Reihe der Drehmomente in einer Staffel wieder, bei denen das ausspringende Rechteck die Drehmomente für die Pressung des Materials selbst, die links oben aufgesetzten kleineren Rechtecke die Drehmomente für die eigene Beschleunigung der Ankermassen, die rechts unten angefügten Rechtecke die Drehmomente der Bremsung bedeuten. Die Kombination der errechneten Geschwindigkeits-Ordinaten, Tafel II unten, mit diesen errechneten Drehmomenten ergibt die von dem elektrischen Antrieb zu leistende Arbeit in kgm. Während die Drehmomente anfangs hoch ausfallen, werden die Arbeitsdiagramme für die ersten Stiche kleiner, folgend aus der Kürze der Zeit, für welche die Drehmomente aufgewendet werden müssen, und der verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit des Antriebes bei den ersten Stichen. Ein Blick auf diese Diagrammreihe zeigt einen periodischen Wechsel ungeheurer Beanspruchungen und dazwischenliegender Ruhepausen. Das Spiel wiederholt sich für ein bestimmtes Walzprogramm jedesmal fast ohne Abweichung, gibt jedoch ein verschobenes Bild je nach dem Fertigprofil, welches zurzeit ausgewalzt wird. (Vergl. Tafel III.)

Schaltung und Energieausgleich. Wollte man einen derartig schwankenden Betrieb unmittelbar aus dem Netz einer elektrischen Hüttenzentrale speisen, so würde man zu unangenehmen Verhältnissen gelangen. Es wäre nämlich, allein um die Reversierstrecke elektrisch betreiben zu können, je nach Art der Strecke erforderlich, 8—10 000 P. S. an Kraftmaschinen in der Zentrale vorzuhalten. Außerdem müßten Stromleitungen und Apparate im gleichen Verhältnis dimensioniert sein. Ein Ausgleichmittel, welches die Schwankungen auf ein mittleres, möglichst konstantes Maß vermindert, ist daher unerlässlich. Weiterhin ist es mit den heutigen Mitteln nicht angängig, so gewaltige Energien aus einem Netz konstanter Spannung zu schalten; wäre der Bau der hierzu notwendigen Kontrollapparate konstruktiv möglich, so ist deren Handhabung in exakter Weise, wie sie der Walzwerksbetrieb erfordert, kaum durchzuführen. Schließlich ist bei der Regulierung derartiger Energien mit Strenge darauf zu sehen, daß Verluste durch Abdrosseln der Spannung vermieden werden. Sämtliche geforderten Bedingungen erfüllt die unter dem Namen System Jlgner beliebt gewordene Anordnung von Schwungradumformern, welche Ihnen durch Veröffentlichung* über die Hauptschacht-Fördermaschinen zur Genüge bekannt ist. Die von Jlgner benutzte Leonardschaltung existiert länger als ein Jahrzehnt und ist vielfach praktisch verwendet. Die Eigentümlichkeit dieser Schal-

tung besteht ja darin, daß ein zum Betrieb einer Arbeitsmaschine dienender Elektromotor eine eigene Dynamomaschine, die sogenannte Anlaßmaschine, erhält, welche für den Stillstand des Motors unerregt, also unbelastet in Bewegung erhalten wird, während der Kollektor dieser Anlaßdynamo mit dem Kollektor des Motors untrennbar durch Leitungen verbunden ist. Soll der Motor in Drehung versetzt werden, so ist es nur nötig, die Anlaßmaschine von außen zu erregen. Das hierbei entstehende magnetische Feld induziert in dem bisher leer laufenden Anker der Anlaßmaschine eine elektromotorische Spannung, und der infolgedessen dem Anker des Motors zufließende Strom bringt diesen in Bewegung. Mit der Stärke der der Anlaßdynamo zugeführten Erregung wächst und fällt die an den Klemmen des Motors erscheinende Spannung und damit seine Umdrehungszahl, andererseits bedingt die Umkehrung der Erregung der Anlaßmaschine die Umkehrung der Drehrichtung des Elektromotors. Da weiter die für die Erregung einer Dynamomaschine aufzuwendende Energie bekanntlich nur Prozentteile der Dynamoleistung beträgt, so sind die zu steuernden Energiemengen gering. Hieraus folgt, daß der Steuerapparat selbst nur für geringe Stromstärken zu konstruieren und deshalb äußerst leicht zu handhaben ist. Ferner folgt, daß beim Anlassen und Regulieren zwischen Stillstand und voller Leistung des Motors Energieverluste nicht auftreten, da nur die jeweilig benötigte Spannung und demzufolge Energie durch die Erregung der Anlaßmaschine erzeugt wird. In dem hier wiedergegebenen Schema (Abb. 2) ist der wirklichen Ausführung entsprechend die Anlaßmaschine geteilt dargestellt; die beiden Hälften sind symmetrisch zu einem Drehstrommotor (3000 Volt) angeordnet, der die beiden Anlaßmaschinen betreibt. Zur Bewältigung des angestrebten Ausgleiches der Energieschwankungen dienen zwei Stahlgußschwungräder von je 26 t Schwunngewicht und 80 m Umfangsgeschwindigkeit in der Sekunde, entsprechend einer Umdrehungszahl des Umformers von 375 i. d. Minute. Die Bedeutung der Schwungräder ist bekannt; sollen Schwungmassen zur Abgabe von Arbeit herangezogen werden, so ist Bedingung, daß die Antriebsmaschine, welche durch das Schwungrad unterstützt werden soll (in diesem Falle der Drehstrommotor des Umformers) mit steigender Belastung in ihrer Umdrehungszahl nachläßt. Daraus erhellt sofort, daß z. B. ein Gleichstrommotor mit Nebenschlußwicklung einem mit ihm gekuppelten Schwungrad niemals Gelegenheit geben würde, sich an der Arbeit, etwa zum Betriebe eines Walzwerkes zu beteiligen. Das gleiche gilt von einem Drehstrommotor mit Kurzschlußwicklung, der, wie Ihnen erinnerlich, zwischen Leerlauf und Vollast nur einen ganz

* „Stahl und Eisen“ 1903 Nr. 13 S. 769.