Ueber die Grenzleistung des Einphasenbahnmotors mit Zahnradantrieb

Autor(en): Döry, Iwan

Objekttyp: Article

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Band (Jahr): 79/80 (1922)

Heft 13

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-38069

Nutzungsbedingungen

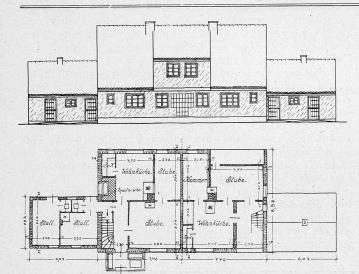
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung 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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek* ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch



möglichst wirksamer Windschutz erzielt wird; zwei Gruppen grosser Linden geben dem Platz sein besonderes Gepräge.

Seeufer und Hangstrasse sind durch schmale Verbindungswege, die an ihren Rändern planmässige Obstbaum-Anpflanzungen erhalten, mit dem Höhenwege verbunden; am südlichen Abzweigungspunkt dieses Höhenweges von der Hangstrasse bot eine kleine Platzanlage Gelegenheit zu symmetrischer Anordnung der gleichartig mit Unterfahrten ausgebildeten Schmiede und Stellmacherei. Bei der Führung der Hangstrasse über die westliche Bodenwelle ergab sich durch die notwendig werdende Versetzung des Weges sozusagen von selbst ein kleiner städtebaulicher Reiz; sonst wurde überall grösste Sachlichkeit angestrebt.

Das gleiche gilt von den einzelnen Gebäudetypen, bei deren Durchbildung das ostpreussische Pfannendach als formgestaltender Faktor stark mitsprach. Dieses Dach, dessen im Querschnitt wellig gebogene Pfannen grossen Formats, des langen und schweren Winters und der besonders ungünstigen Schneeverhältnisse wegen, auf einer schuppenartigen Stülpschalung ohne Mörtel verlegt werden, hat sich hier seit alter Zeit, allen Neuerungsversuchen zum

Trotz, als die zweckmässigste Dachhaut erwiesen. Da ein Durchdecken der Kehlen nicht angängig ist, werden diese am besten ganz vermieden, und 由 Dachaufbauten folgerichtig nur mit der, dem Fremden zuerst immer etwas schwerfällig erscheinenden, beim First beginnenden Schlepplucke eingedeckt. So zwingt also hier bereits das Dachdeckungsmaterial zu der grundsätzlich stets erwünschten, ein-

> Gebäudetypen. Die Herstellungskosten für eine Siedlerstelle mit etwa 1/4 ha Landzugabe und einem halben Doppelhaus mit

fachsten Gestaltung der

Einliegerwohnung stellten sich im Jahre 1921 auf rd. 80 000 M., was etwa dem zwölffachen Friedenspreis entspricht. Von der



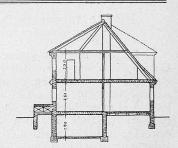


Abb. 3. Typ A. Doppelhaus für vier Familien. - Masstab 1:300.

Ueberteuerung werden durch staatliche "Landesdarlehen" die für 20 Jahre zinsfrei hergegeben werden, etwa 35000 M. abgebürdet, während die Stadtgemeinde weitere 5000 M. zu denselben Bedingungen gewährt. Unter der Voraussetzung, dass der Siedler selbst einen Teil der Bauarbeiten ausführt, bleibt ein Verkaufspreis von rund 35000 M., deren Verzinsung durch den Kredit der staatlichen Rentenbank in Höhe von 17000 M. zu sehr günstigen Bedingungen erheblich erleichtert wird. Die Miete aus der Einliegerwohnung und der Ertrag des Acker- und Gartenlandes machen so die Stelle auch für einen minderbemittelten Siedler trotz des scheinbar hohen Kaufpreises durchaus rentabel.

Ueber die Grenzleistung des Einphasenbahnmotors mit Zahnradantrieb.

Von Dr. Iwan Döry, Ingenieur. Stellvertretender Direktor der Pöge E. A. G, Chemnitz.

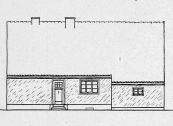
Aus der Leistungsgleichung, die Ossanna für Einphasenbahnmotoren aufgestellt hat (Elektrotechnik und Maschinenbau 1916, Heft 31 bis 33), ergibt sich, dass die Leistung des Einphasenbahnmotors für gleiche Ankergeschwindigkeit und für im übrigen gleiche Verhältnisse, so wie die Leistung jeder andern elektrischen Maschine, dem Ankerdurchmesser proportional steigt, dass also die Leistung pro cm Ankerdurchmesser angenähert konstant ist. Ihr Wert hängt von der Ausnutzung der Baustoffe des Motors und von der Motorbreite ab, die durch die Einbauverhältnisse bestimmt wird. Die Erfahrung hat gezeigt, dass man für gute Einphasenbahnmotoren mit angenähert 7 PS Dauerleistung pro cm Ankerdurchmesser rechnen kann.

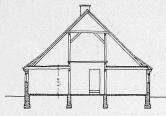
Durch die Wahl grosser Ankerdurchmesser kann also die Leistung des Einphasenbahnmotors beliebig gesteigert werden. Die Leistung eines direkt antreibenden Motors wird deshalb nur durch die Abmessungen des Ankerdurchmessers begrenzt, die mit Rücksicht auf das Fahrzeugprofil noch zulässig sind. Die Leistung eines Zahnradmotors dagegen wird durch den Ankerdurchmesser begrenzt, der mit Rücksicht auf die Zahngeschwindigkeit noch zulässig ist, durch die zulässige Zahnradbreite und schliesslich durch die Antriebsart und die von ihr zugelassene Ueberhöhung der Vorgelegewelle über Treibachsmitte.

1. Ueber die Grenzen, die der Leistung durch die Zahngeschwindigkeit gesetzt sind.

Der Durchmesser des grossen Zahnrads steigt mit wachsender Motorleistung, weil die Zentrale des Zahnrad-Vorgeleges immer grösser sein muss als der Motordurchmesser. Um die Geschwindigkeit des Zahnrads trotz steigendem Durchmesser niedrig zu halten, müsste man seine Drehzahl erniedrigen. Das ist aber nur in engen Grenzen möglich, weil die Drehzahl des Zahnrads gleich der Triebraddrehzahl ist. Für jede Zahngeschwindigkeit gibt es deshalb einen Grenzwert für den Durchmesser des grossen Zahnrads und damit für den Ankerdurchmesser und für die Motorleistung.

Der grösste Ankerdurchmesser folgt aus der Bedingung, dass die Zentrale (C) um mindestens den Betrag, der für die Anordnung der Vorgelegewelle gebraucht wird





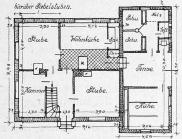


Abb. 6. Typ E. Einzelhaus für kleinbäuerliche Stellen. - 1:300.

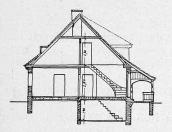
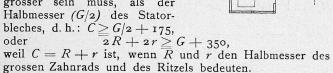


Abb. 4. Typ D. Doppelhaus für kleinbäuerliche Stellen. - 1:300.

Kleinsiedelung in Sensburg.

(und der für 300 mm Vorgelegewellen-Durchmesser rund 300/2 + 25 = 175 mm beträgt), grösser sein muss, als der



Der Gehäusedurchmesser G ist gleich dem Ankerdurchmesser D_A vermehrt um die doppelte Rückenhöhe Hdes Statorbleches:

$$G = D_A + 2H$$

 $G = D_A + {}_2H$ Beachtet man noch, dass sich die Geschwindigkeit der Zahnräder v_Z , des Ankers v_A und der Triebräder v_T so verhalten, wie die Durchmesser der Zahnräder (2R, 2r), des Ankers (D_A) und der Triebräder (D_T) , dass also $\frac{2R}{D_T} = \frac{vZ}{v_T} \text{ und } \frac{2r}{D_A} = \frac{vZ}{v_A}$ ist, so wird die Ungleichung: $\frac{vZ}{v_T} D_T + \frac{vZ}{v_A} D_A \ge D_A + 2H + 350.$

$$\frac{2R}{D_T} = \frac{v_Z}{v_T}$$
 und $\frac{2r}{D_A} = \frac{v_Z}{v_A}$

$$\frac{v_Z}{v_T}D_T + \frac{v_Z}{v_A}D_A \ge D_A + 2H + 350$$

Der grösste Ankerdurchmesser ist demnach
$$D_A \leq \frac{\frac{vZ}{vT} D_T - (2H + 350)}{1 - \frac{vZ}{vA}} (1)$$

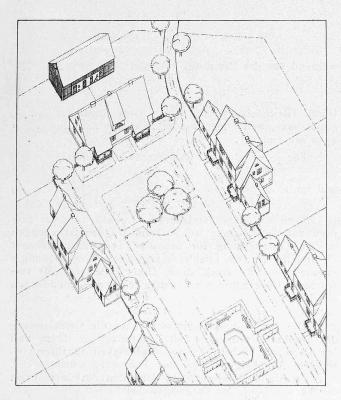
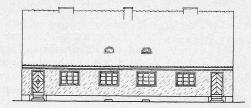
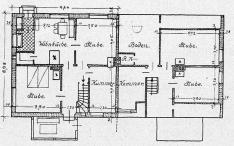


Abb. 2. Fliegerbild des "Dorf-Angers", aus Norden





Der Ankerdurchmesser wächst also mit der Zahngeschwindigkeit vz und mit dem Triebraddurchmesser D_T und

nimmt mit wach-

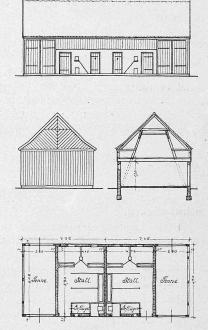


Abb. 5. Doppel-Stallscheune zu Typ D.

sender Fahrzeuggeschwindigkeit v_T und mit der Drehzahl der Triebräder ab. Um seine Abhängigkeit von der Zahngeschwindigkeit und von der Fahrzeuggeschwindigkeit durchsichtig zu machen, ist die Beziehung (1) in den Abb. 1 und 2 auf Seite 168 als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit dargestellt und zwar für $v_Z = 20$ m/sek und für $v_{\rm Z} = 18 \text{ m/sek}$ höchste Zahngeschwindigkeit. Die Ankerhöchstgeschwindigkeit ist zu $v_A = 45$ m/sek und die Statorrückenhöhe zu H = 100 mm angenommen worden. Dieser kleine Wert für die Statorrückenhöhe ist nur für Motoren mit niedriger Transformatorspannung pro Windung, ihres kleinen magnetischen Flusses wegen, noch erreichbar. Sie gibt ersichtlich die grössten Ankerdurchmesser.

Mit dem Ankerdurchmesser ist auch die Dauerleistung des Motors bestimmt, weil die Leistung pro cm Ankerdurchmesser bekannt ist. Die den Ankerdurchmessern bei 7 PS/cm entsprechenden Leistungen sind in die Abbildungen eingetragen.

II. Ueber die Grenzen, die der Leistung durch die Zahnradbreite gesetzt sind.

Die Leistung des Zahnradmotors wird auch durch die Breite der Zahnräder begrenzt. Die Zahnradbreite hängt vom grössten Zahndruck ab. Er tritt bei der Höchstzugkraft der Lokomotive auf, die durch die Adhäsion des Fahrzeugs begrenzt wird. Nimmt man sie gleich 1/3 des Reibungsgewichtes Q, so ist die Höchstzugkraft der Lokomotive $\frac{Q}{3}$ kg und der grösste Zahndruck:

$$\frac{Q}{3}\frac{D_T}{2R} = \frac{Q}{3}\frac{v_T}{v_Z} \text{ kg,}$$

 $rac{Q}{3}rac{D_T}{{}^2R}=rac{Q}{3}rac{v_T}{v_Z}\,\mathrm{kg},$ wenn D_T und 2R den Durchmesser der Triebräder und des grossen Zahnrads, v_T und v_Z die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Zahngeschwindigkeit bedeuten.

Erfahrungsgemäss kann man als höchstzulässigen Zahndruck 450 kg/cm Zahnradbreite annehmen. Legt man der Rechnung diesen Wert zu Grunde, so ist die Zahnradbreite $B = \frac{Q}{3 \cdot 450} \frac{v_T}{v_Z} \text{ cm} \qquad (Q \text{ in kg})$

oder wenn man das Reibungsgewicht Q in t und die Fahrzeuggeschwindigkeit v_T in km/h ausdrückt und die höchste Zahngeschwindigkeit $v_Z = 20 \text{ m/sek setzt:}$ $B = \text{rund} \frac{Q v_T}{100} \text{ cm, } (Q \text{ in t, } v \text{ in km/h})$

$$B = \text{rund} \frac{Q v_T}{\text{roo}} \text{ cm}, (Q \text{ in t, } v \text{ in km/h})$$

d. h., die Zahnradbreite beträgt 1/100 cm pro t Reibungsgewicht und pro km/h Fahrzeuggeschwindigkeit.

Ist a die Reibungsziffer bei der Dauerzugkraft Z, also

dann wird

 $B = a Z v_T \cdot 10^{-5} \text{ cm } (Z \text{ in kg, } v \text{ in km/h})$

 $L = \frac{\frac{2}{3}v_T Z}{270} PS$ $(Z \operatorname{in} \operatorname{kg}, v \operatorname{in} \operatorname{km/h})$ gesetzt (vorausgesetzt, dass die grösste Dauerzugkraft bei ²/_a der Höchstgeschwindigkeit auftritt):

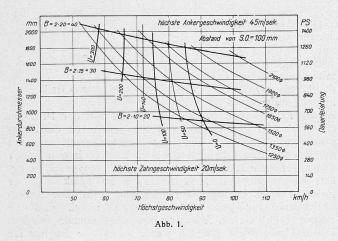
 $B = 405 \cdot 10^{-5} \, a \, L \, \text{cm}$

Die grösste Dauerleistung des Zahnradmotors wird also

 $L=rac{10^5}{405}rac{B}{a}$ PS für 20 m/sek höchste Zahngeschwindigkeit

 $L = \frac{18}{20} \frac{10^5}{405} \frac{B}{a} = \frac{10^5}{450} \frac{B}{a} \text{ PS für } 18 \text{ m/sek höchste Zahn-}$ geschwindigkeit.

Diese Leistungsgrenzen sind in die Abbildungen 1 und 2 eingetragen und zwar für beiderseits des Motors



angeordnete Zahnräder von je 10 cm, 15 cm und 20 cm Zahnradbreite, also für gesamte Zahnradbreiten von B =20 cm, B=30 cm und B=40 cm pro Motor. Für die Reibungsziffern a sind die Höchstwerte angenommen worden, die auf der Strecke Spiez-Frutigen bei trockenen Schienen festgestellt worden sind und die betragen, bei:

80 km/h
$$a = 9$$

60 km/h $a = 8$
40 km/h $a = 6$

Bemerkenswert sind die niedrigen Leistungsgrenzen. Sie liegen für 15 cm Zahnradbreite und für 18 m/sek höchste Zahngeschwindigkeit bei

740 PS bei 120 km/h höchster Fahrzeuggeschwindigkeit und bei

1100 PS bei 60 km/h höchster Fahrzeuggeschwindigkeit Aus der Beziehung

$$B = \frac{Q_v}{100}$$
 für 20 m/sek Zahngeschwindigkeit

oder
$$B = \frac{Q_v}{90}$$
 für 18 m/sek Zahngesehwindigkeit

oder $B = \frac{Q_v}{90}$ für 18 m/sek Zahngesehwindigkeit folgt für $B = 2 \times 15 = 30$ cm gesamte Zahnradbreite: Qv = 2700 (18 m/sek Zahngeschwindigkeit, Q in t, v in km/h) Das Reibungsgewicht pro Motor darf also betragen, bei:

$$V=100 \text{ km/h}$$
: höchstens $Q=27 \text{ t}$
 75 km/h : "36 t

50 km/h: " 54 t d. h. 15 cm Zahnradbreite, 18 m/sek höchste Zahngeschwindigkeit und 18 t Triebachsdruck vorausgesetzt: B-Lokomotiven sind nur bis 75 km/h mit einem Motor aus-

führbar und erfordern für höhere Geschwindigkeiten zwei Motoren.

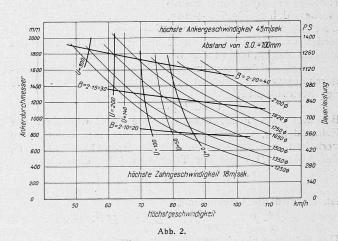
C-Lokomotiven sind nur bis 50 km/h mit einem Motor und nur bis 100 km/h mit zwei Motoren ausführbar. Für höhere Geschwindigkeiten sind drei Motoren erforderlich.

III. Ueber die Grenzen, die der Leistung durch die Antriebsart gesetzt sind.

Die Rücksichtnahme auf die Zahngeschwindigkeit und auf die Zahnradbreite allein entscheidet indes noch nicht die Frage nach der Grenzleistung. Sie wird auch durch die Antriebsart beeinflusst und zwar durch die von ihr zugelassene Ueberhöhung der Vorgelegewelle über Triebachsmitte.

Die Ueberhöhung muss Null sein bei der normalen Strassenbahnaufhängung, bei der die Triebachse selbst als Vorgelegewelle dient. Die Ueberhöhung kann etwa 25 mm für horizontale Kuppelstangen zwischen Vorgelegewelle und Triebachse und etwa 75 bis 125 mm für horizontale Kuppelstangen mit Stein, d. i. für sogenannte Schlitzkuppelstangen, betragen. Antriebe mittels Dreieckstangen verwenden Ueberhöhungen von 200 bis 300 mm.

Bezeichnet man die Ueberhöhung mit ü, den Halbmesser des grossen Zahnrads am Teilkreis gemessen mit R, den Halbmesser des Triebrads mit $D_T/2$ und wählt man



den Abstand des Zahnradschutzkastens vom Teilkreis mit 40 mm und von der Schienenoberkante mit 100 mm, so folgt aus der Identität

$$R + 40 + 100 + \ddot{u} = \frac{D_T}{2}$$

$$\frac{v_Z}{v_T} = \frac{2R}{D_T} = I - \frac{280 + 2\ddot{u}}{D_T} . . . (a)$$

während aus der Beziehung (1) folgt:

$$\frac{v_Z}{v_T} = \frac{D_A}{D_T} \left(\mathbf{I} - \frac{v_Z}{v_A} \right) + \frac{2H + 350}{D_T} \quad . \quad (b)$$

Durch Gleichsetzung der beiden Gleichungen (a) und (b) erhält man, wenn man wieder H=100 mm und $v_A=$ 45 m/sek einführt:

Für $v_Z = 18 \text{ m/sek Zahngeschwindigkeit:}$

und für
$$v_Z = 20 \text{ m/sek}$$

 $D_A = 1,8 (D_T - 830 - 2 \vec{u})$. . . (2)

Weil der Ankerdurchmesser D_A nach früherem proportional der Leistung ist, so kann aus den Beziehungen (2) die Grenzleistung für beliebige Triebraddurchmesser D_T und für die vom Triebwerk zugelassene Ueberhöhung \ddot{u} ermittelt werden. Auch diese Grenzwerte sind für verschiedene Ueberhöhungen unmittelbar aus den Abbildungen abzulesen.

Die Abbildungen veranschaulichen die Grenzleistung des Einphasenbahnmotors mit Zahnradantrieb für 20 und für 18 m/sek höchste Zahngeschwindigkeit in ihrer vielseitigen Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit, vom Triebraddurchmesser, von der Zahnradbreite und von der Ueberhöhung der Vorgelegewelle.