Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 31 (1940)
Heft: 1

Artikel: Production d'électricité par la force musculaire
Autor: Hug, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057981

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Production d'électricité par la force musculaire.

Par *F. Hug*, Baden.

612.76
621.087 : 621.313.12

L'auteur décrit le montage et le fonctionnement d'un modèle de démonstration pour la production d'électricité par la force musculaire. Il expose ensuite les relations entre la puissance et le travail humains et les unités bien connues de la puissance et du travail.

Schaltung und Wirkungsweise eines Demonstrationsmodells zur Erzeugung von elektrischer Energie aus Muskelkraft werden näher beschrieben. Es wird die Beziehung der menschlichen mechanischen Leistung und Arbeit zu den bekannten elektrischen Einheiten der Leistung und Arbeit erörtert.

La roue à échelons servait autrefois à tirer de l'eau des cours d'eau et à élever des fardeaux. Mues par la force musculaire des hommes, ces roues ont été utilisées à la construction de canalisations et de fortifications. A l'Exposition Nationale Suisse de 1939, à Zurich, on a eu l'heureuse idée de représenter la capacité du travail musculaire humain en unité de puissance électrique, le kilowatt (kW), et en unité de travail, le kilowattheure (kWh). Les visiteurs de cette Exposition ont eu ainsi l'occasion de transformer leur travail musculaire en énergie électrique, celle-ci étant transformée à son tour en lumière, en chaleur et en travail mécanique (fig. 1). La production d'énergie électrique par la force des bras, des jambes et par le poids du corps s'obtenait respectivement à l'aide d'une manivelle, d'une bicyclette et d'une roue à échelons. Un commutateur permettait de permuter cette combinaison, de façon que les trois génératrices électriques fussent toujours chargées par des consommateurs appropriés (fig. 2 et 3). La puissance musculaire humaine étant relativement faible et les pertes dues aux transformations mécaniques et électriques d'une si petite installation étant beaucoup trop considérables, il a été nécessaire d'avoir recours à une transmission indirecte à l'aide d'énergie auxiliaire, afin d'obtenir un rendement apparent de 100 %. Ce problème de réglage fut résolu en utilisant la puissance produite directement pour fournir une tension de réglage qui servait à doser correctement l'énergie auxiliaire disponible en vue de compenser les pertes électromécaniques.

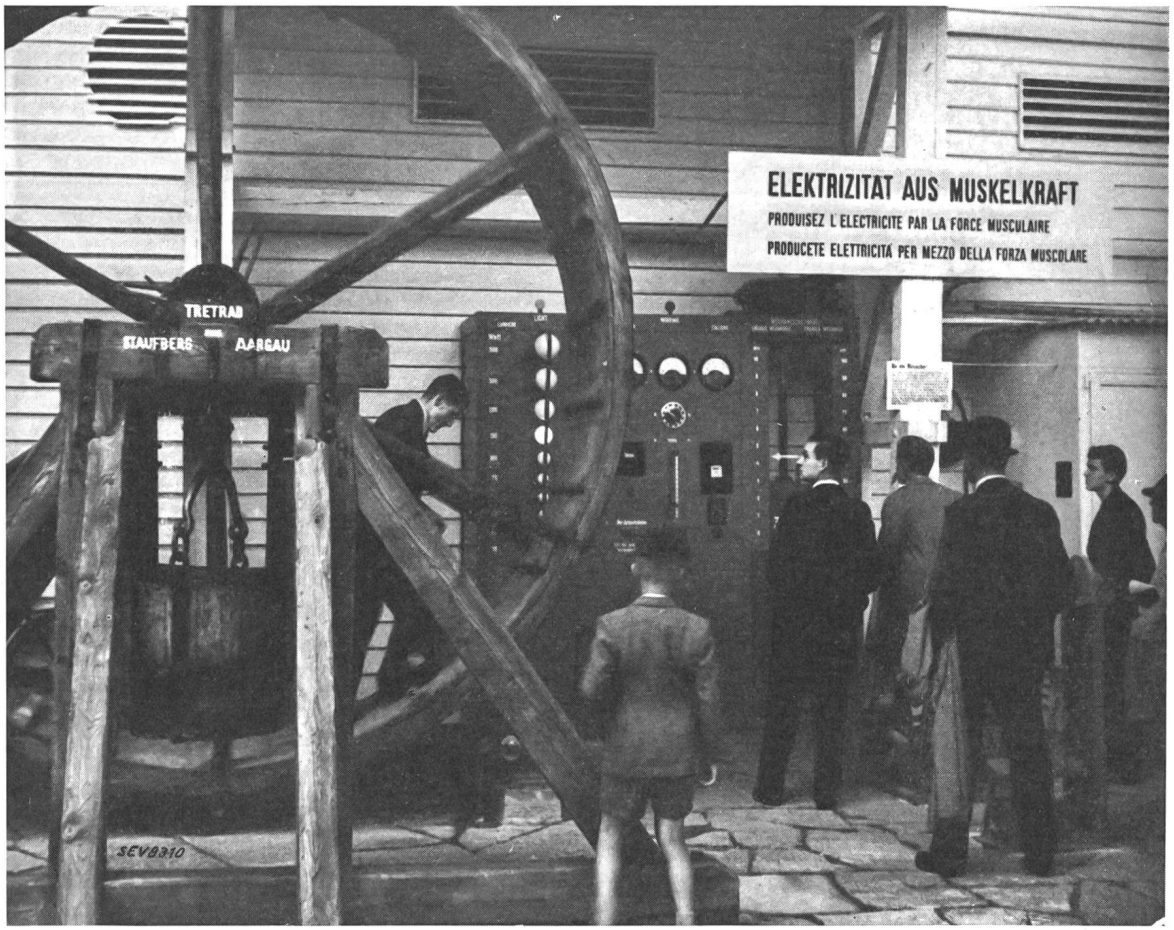

Fig. 1a.
La roue à échelons.

Chacune des trois commandes entraîne par chaîne et multiplicateur à engrenage une dynamo à excitation séparée d'une puissance au régime per-

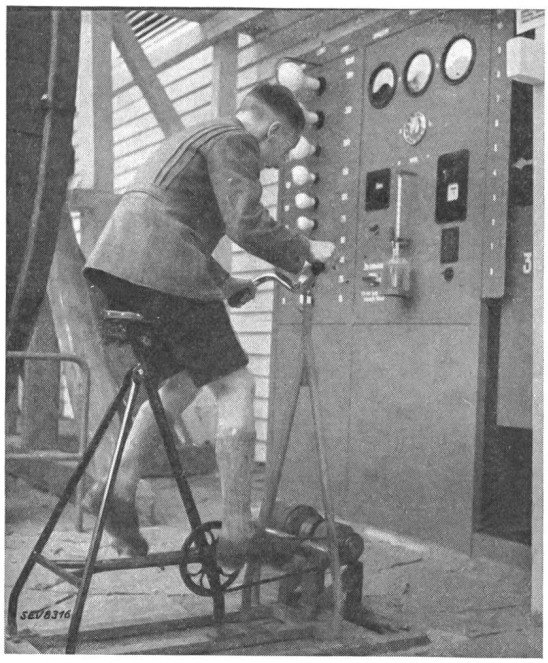

Fig. 1b.
La bicyclette.

manent d'environ 160 watts. La tension continue ainsi obtenue varie linéairement avec la vitesse de rotation. Elle agit sur une résistance de charge réglée en vue d'opposer au fournisseur bénévole d'énergie le couple de freinage correspondant à la vitesse la plus favorable. La tension et l'intensité du courant augmentent donc avec la vitesse de rotation de la commande, et la puissance fournie présente un caractère quadratique (fig. 4). Les rendements totaux d'un tel groupe avaient été déterminés au laboratoire des machines de l'EPF, afin d'obtenir les valeurs de la puissance réellement fournie à la commande.

La tension de réglage agit sur un électro-aimant, dont le noyau mobile à ressort et à amortisseur à huile actionne des interrupteurs basculants à mercure, disposés sur un disque. Ces interrupteurs ferment successivement un circuit d'alimentation séparé, selon la position du disque, enclenchant ainsi un consommateur (lampe à incandescence, thermo-plongeur, moteur) correspondant à la puissance mécanique fournie. Les caractéristiques de traction de l'électro-aimant à diverses tensions et à diverses positions du noyau, donnent, avec la

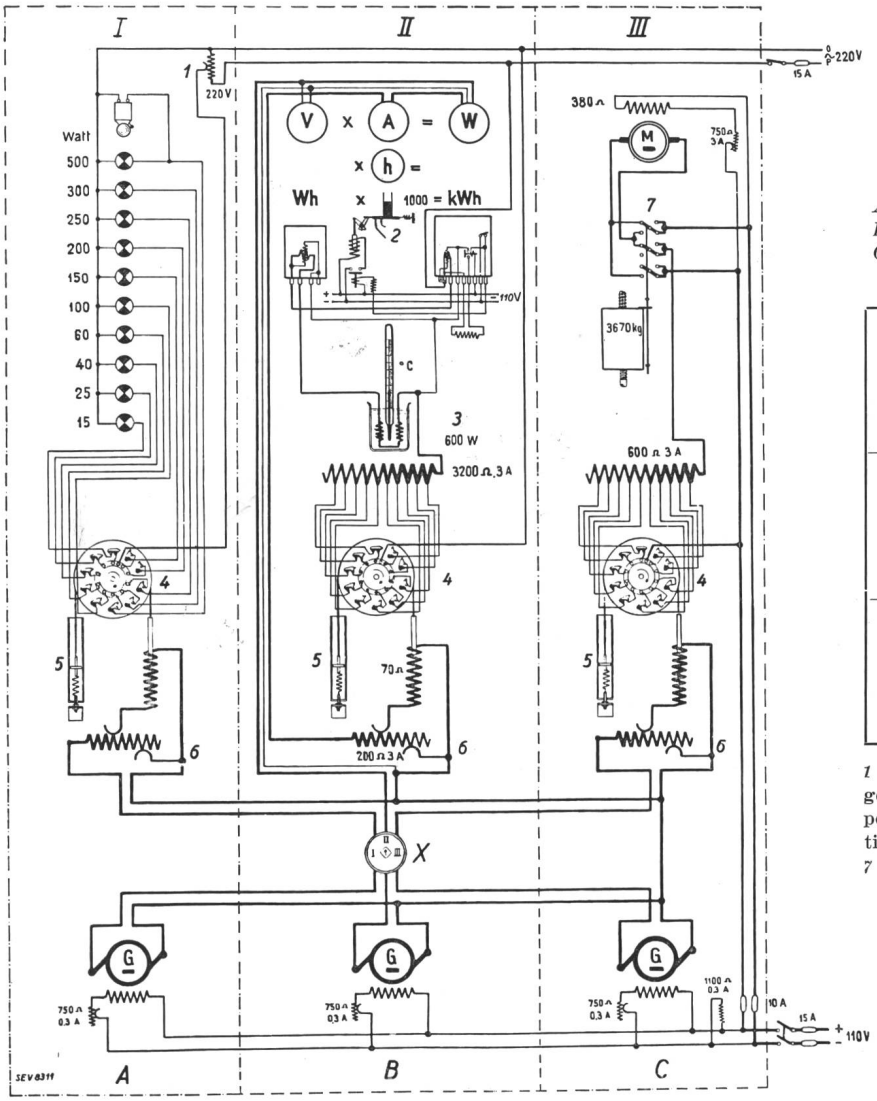

Fig. 2.
Schéma des connexions.

A Roue à échelons. *I* Lumière.
B Bicyclette. *II* Chaleur.
C Manivelle. *III* Travail mécan.

X. Commutateur.

Position I: Roue à échelons — lumière Bicyclette — chaleur Manivelle — travail mécanique
Position II: Roue à échelons — chaleur Bicyclette — travail mécanique Manivelle — lumière
Position III: Bicyclette — lumière Manivelle — chaleur Roue à échelons — travail mécanique

1 Autotransformateur. *2* Distributeur d'argent. *3* Plongeur 600 W. *4* Disque supportant les bascules à mercure. *4* Amortisseur à huile. *6* Résistance de charge. *7* Commutateur à action instantanée de fin de course.

force antagoniste linéaire du ressort, des points stables qui s'échelonnent sensiblement selon le carré de la tension de réglage et par conséquent de la vitesse de la dynamo (fig. 5). Un réglage encore plus précis a pu être obtenu en réglant l'inclinaison des contacts basculants à mercure.

En ce qui concerne le schéma des connexions, il y a lieu d'ajouter que l'étalonnage de l'ampèremètre et du wattmètre devait tenir compte des rendements totaux de la partie électro-mécanique.

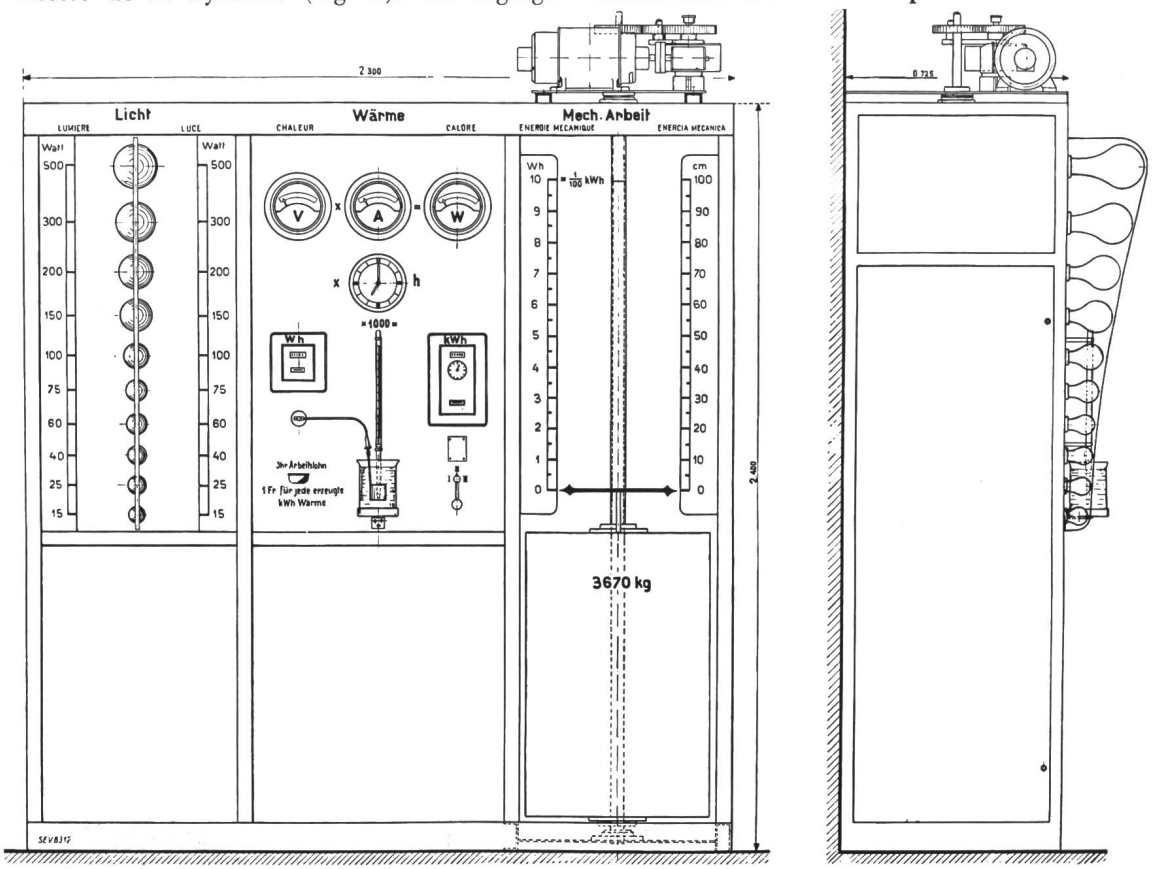

Fig. 3.
Tableau.

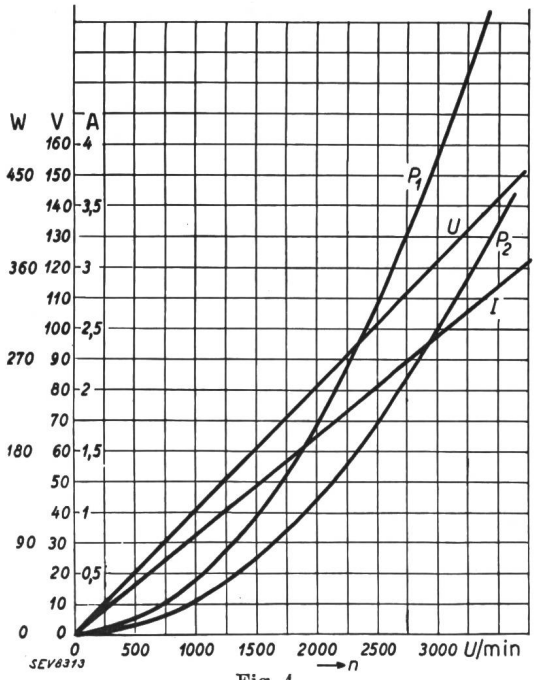

Fig. 4.
Courbes caractéristiques de la dynamo à courant continu (excitation séparée).
P_1 Puissance d'entraînement. P_2 Puissance fournie.
U Tension. I Courant. n Nombre de tours.

Le travail électrique transformé en chaleur est mesuré directement par un compteur wattheuremètre et un compteur kilowattheuremètre. Ce dernier commande un automate qui distribue une pièce d'un franc lorsqu'un kilowattheure d'énergie thermique a été produit. Au cour des 6 mois que dura l'Exposition, l'énergie fournie de la sorte a atteint environ 42 kWh.

Pour représenter le travail mécanique, un poids de 3670 kg pouvait être élevé d'un mètre, ce qui correspond à un travail de 10 wattheures ($^1/_{100}$ kWh). Un appareil de réglage modifie à cet effet le courant statorique d'un moteur à courant continu à excitation séparée, qui élève le poids par l'intermédiaire d'un train d'engrenages et d'une tige filetée. Lorsque la position supérieure est atteinte, ce poids est redescendu automatiquement à sa position de départ.

Ce modèle de démonstration rappelait également d'une façon fort simple les équivalents de la puissance et de l'énergie [1]).

Il était tout particulièrement intéressant de présenter visuellement, à l'aide de tels dispositifs, la caractéristique du travail musculaire humain en

[1]) **Puissance:**
1 kW = 101,9 kgm/s = 1,359 ch = 0,239 kcal/s.
Energie, travail:
1 kWh = 367 000 kgm = 860 kcal.

unités techniques bien connues, telles que le watt et le wattheure. La figure 6 indique les puissances maxima fournies par des visiteurs et relevées par rapport au temps et classées. L'asymptote correspond sensiblement à une puissance au régime permanent d'environ 83 watts (environ 1/9 ch.). La capacité de surcharge atteint donc 5 à 10 fois la puissance au régime permanent. Le travail journalier maximum d'un être humain est de l'ordre de 0,6 à 0,7 kWh.

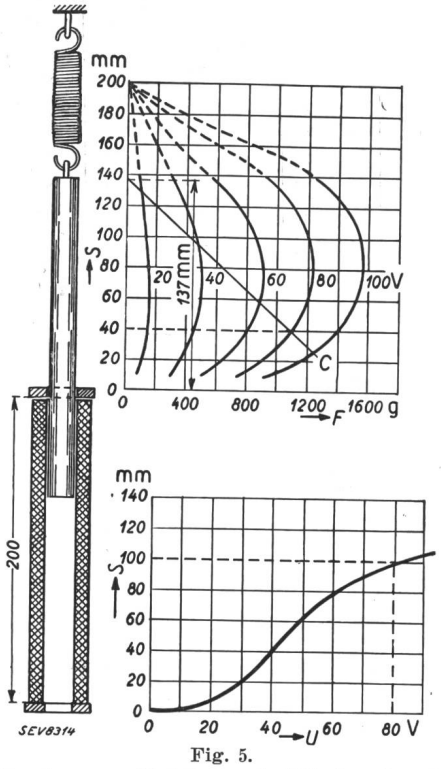

Fig. 5.
Courbes caractéristiques de l'électro-aimant.
En haut: Chemin s en fonction de la force de traction magnétique F, respectivement force antagoniste du ressort. C caractéristique du ressort.
En bas: Chemin s en fonction de la tension U aux bornes de la bobine de l'électro-aimant.

L'effort musculaire humain ne permet guère de pénétrer plus avant dans la zone de travail hachurée. Le modèle de la figure 7 montre le travail correspondant à chaque point de puissance et relevé perpendiculairement au plan de la feuille, en fonction de la durée de l'effort. Le plus grand volume de travail est atteint aux charges partielles et non pas aux puissances de pointe. Cette représentation intéresse d'une façon générale diverses branches de la technique, car depuis quelque temps les commandes à force musculaire humaine ont acquis à nouveau une certaine importance, en particulier dans les postes de radio-télégraphie et de signalisation militaires, les installations de ventilation des casemates et des abris contre les bombardements aériens, le service de secours en haute montagne, etc.

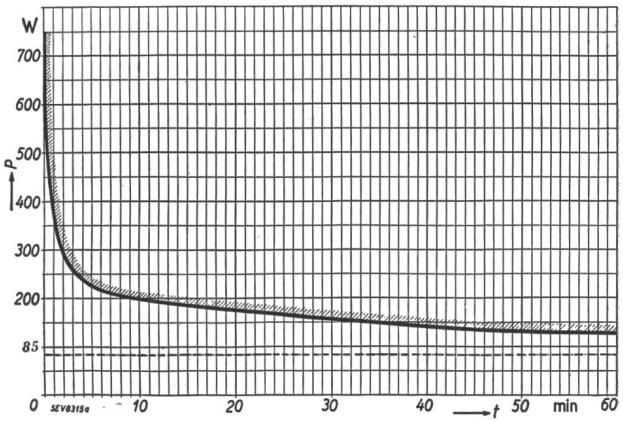

Fig. 6.
Courbe de la puissance fournie par un être humain.

La conception que l'énergie chimique des aliments se transforme dans le corps humain en travail musculaire et en chaleur trouve une analogie dans la technique. En effet, la décharge maximum de brève durée ou même instantanée d'un accumulateur au plomb permet de fournir un travail semblable au travail musculaire humain. Ainsi, un accumulateur Oerlikon du type J 3 I développe en se

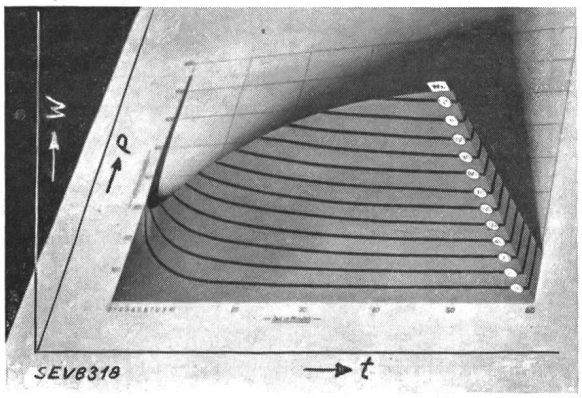

Fig. 7.
Modèle du volume de travail de l'être humain.
t Durée de l'effort fourni, en min. P Puissance en W. W Travail en Wh.

déchargeant une énergie horaire qui se rapproche remarquablement, aussi bien en quantité qu'en qualité, de l'énergie musculaire fournie par un homme et illustrée par le modèle dont il vient d'être question. Cette étroite relation entre la technique et la physiologie est une nouvelle preuve de l'unité fondamentale qui lie tous les phénomènes naturels.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Eine neue Steckfassung für Glühlampen.

621.329.1

In der modernen Beleuchtungstechnik müssen sehr oft Transparente, Leuchtschemata und Signalanlagen aller Art von der Rückseite aus intensiv ausgeleuchtet werden. Das Auswechseln ausgebrannter Glühlampen bietet aber meist infolge der speziellen Konstruktion der Leuchtanlage einige Schwierigkeiten und macht häufig ein Abstellen der Anlage nötig. Um diese Nachteile zu beheben, wurde eine Spezialfassung entwickelt [1]), welche ein Auswechseln der Glühlampen von der Rückseite des Lampensockels her auf bequeme Art absolut gefahrlos gestattet.

Aus Fig. 1 ist der konstruktive Aufbau dieser Steckfassung ersichtlich. Diese besteht aus einer ringförmigen Grundplatte

[1]) Durch Rauscher & Stoecklin A.-G., Sissach.