

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 22 (1931)  
**Heft:** 16

**Artikel:** Über die Grundlagen der Staubsaugerbeurteilung  
**Autor:** Heuberger, Josef  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058594>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

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

serait possible d'obtenir avec des matières premières différentes.

A en juger d'après l'histoire de l'humanité, nous nous approchons donc de la fin d'une époque. Cela veut dire que quelque part, avec l'époque qui suivra celle-là, il se développera un processus de production de l'énergie entièrement nouveau et différent. Avant que nous ayons atteint les bornes de ce qui est possible par les méthodes présentes, la nouvelle méthode se présentera à nous comme un enfant à l'état embryonnaire, demandant d'être discutée, nourrie et portée à travers une période d'adolescence jusqu'à ce que finalement on se dise: Que c'est simple! Pourquoi personne n'y a songé plutôt?

A l'heure qu'il est personne ne peut encore dire d'où et comment cette nouvelle époque viendra. Mais si nous continuons dans la voie suivie jusqu'à présent, elle découlera des recherches fondamentales auxquelles nous travaillons maintenant ou que nous entreprendrons dans un avenir rapproché. Les idées qui nous ont été transmises sur la matière et l'énergie, les atomes et les oscillations, la continuité et la discontinuité étant jetées par dessus bord ou au moins modifiées de manière à être rendues presque méconnaissables, il nous semblera nous trouver en face d'une marmite en ébullition de laquelle sortira quelque chose de haute importance. Nous pouvons admettre que ce sera au moins quelque chose qui rendra désuètes nos installations

d'énergie avant que nous ayons trouvé et commercialisé des métaux qui résisteront aux sollicitations que nous sommes en voie de leur faire supporter.

Pour terminer je ne voudrais pas que cette étude soit prise pour une réflexion sur les œuvres du passé. Si l'on considère ce qui a été fait dans le domaine de l'énergie pendant quelques courtes générations et ce qui en est résulté au point de vue social et économique, on en est littéralement écrasé. Il est particulièrement significatif que presque tous ces progrès importants réalisés dans les installations et les méthodes sont dus à des recherches auxquelles on n'avait jamais songé auparavant.

Je ne tiens aucunement à rabaisser la valeur du passé. Il est magnifique. Je demande seulement, que nous et nos descendants se montrent dignes des traditions et des devoirs que nous ont légués les géants de la pensée qui ont su mener les choses si loin en si peu de temps. Et je suis fermement convaincu que la «recherche» qui fut dans leurs mains une arme si efficace, la sera également dans les nôtres à condition que nous sachions l'employer avec le même soin que ceux qui nous l'ont transmise. A ceux qui seraient enclins à ergoter sur le prix de tels progrès, je me contenterai de citer le passé qui montre de la manière la plus claire que tout ce qui a été dépensé pour des recherches est insignifiant en face des résultats auxquels elles ont abouti.

## Ueber die Grundlagen der Staubsaugerbeurteilung.

Von Josef Heuberger, Fil. Doktor, Stockholm.

648.525.00.14

Der Autor bespricht in kritischer Weise die im Bulletin 1930, Nr. 17, von Velisek entwickelte Methode der Bewertung von Staubsaugeapparaten durch Bestimmung der Saugleistungsmaxima. Als wesentlichen Fehler der Betrachtungen Veliseks bezeichnet er die Annahme der Ventilatorleistung als Mass für die Güte eines Staubsaugers; er versucht darzutun, dass diese Annahme zu falschen Schlüssen über die Güte eines Staubsaugers führt.

L'auteur commente en la critiquant la méthode exposée par Velisek au Bulletin 1930, N<sup>o</sup> 17, pour l'appréciation d'appareils aspirateurs de poussière par la mesure des maximums de la puissance d'aspiration. D'après lui Velisek commet une erreur importante en admettant la puissance du ventilateur comme mesure de la qualité d'un aspirateur; supposition qui conduit, comme l'auteur essaye de le montrer, à des conclusions fausses sur la qualité de l'appareil essayé.

Die Bewertung von Staubsaugern durch Bestimmung von Saugleistungsmaxima war kürzlich Gegenstand einer Veröffentlichung im Bulletin des SEV<sup>1)</sup>. In dieser Veröffentlichung wurde vorgeschlagen, Staubsauger verschiedener Fabrikate am Maßstabe der Ventilatorleistung miteinander zu vergleichen.

Ganz abgesehen davon, dass es a priori kaum richtig sein kann, Staubsauger, die doch keine Luftfördermaschinen, sondern Entstaubungsmaschinen sind, an Hand einer typischen Ventilatorgröße zu vergleichen, scheinen auch die theoretischen Grundlagen in der genannten Veröffentlichung nicht einwandfrei zu sein. Wir werden im folgenden einen Vergleich zweier Staubsaugertypen, eines Niedrigvakuum- und eines Hochvakuumapparats,

unter vereinfachten schematischen Annahmen durchführen und beschränken uns dabei ganz auf die ventilatorische Seite des Problems.

Es bezeichnet im folgenden:

$H$  den Unterdruck,  
 $Q$  die geförderte Luftmenge,  
 $P = Q \cdot H$  die Ventilatorleistung,  
 $h_{\max}$  den maximalen Unterdruck,  
 $q_{\max}$  die maximale Luftmenge.

Im  $HQ$ -Diagramm der Fig. 1 sind die Unterdruckkurven der beiden zu vergleichenden Staubsaugertypen

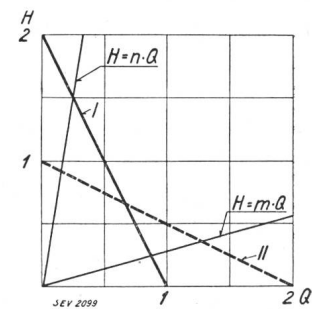


Fig. 1.

Unterdruckkurven eines Hoch- und eines Niedrigvakuumstaubsaugers.

I Hochvakuum.  
 II Niedrigvakuum.

<sup>1)</sup> A. Velisek, Bewertung von Staubsaugeapparaten durch Bestimmung der Saugleistungsmaxima. Bull. SEV 1930, Nr. 17, S. 571.

eingetragen. Der Einfachheit halber ist angenommen, dass der Zusammenhang zwischen Unterdruck und geförderter Luftmenge linear ist. Der maximale Unterdruck des Hochvakuumapparates ist doppelt so gross als der des Niedrigvakuumapparates und seine maximale Luftmenge halb so gross als die des letzteren Staubsaugers.

Mit Rücksicht auf die obige Annahme linearen Zusammenhangs zwischen Unterdruck und Fördermenge, welche Annahme mit den tatsächlichen Verhältnissen in erster Annäherung gut übereinstimmt, ist die allgemeine Gleichung der Unterdruckkurve

$$H = h_{\max} \cdot \left(1 - \frac{1}{q_{\max}} Q\right) \quad (1)$$

d. h. die Gleichung einer Geraden durch die Punkte  $(0, h_{\max})$  und  $(q_{\max}, 0)$  auf den Koordinatenachsen.

Die Ventilatorleistung haben wir definiert  $P = Q \cdot H$  und wir erhalten somit mit Hilfe von Gl. (1) den Ausdruck

$$P = h_{\max} \cdot Q \left(1 - \frac{1}{q_{\max}} Q\right) \quad (2)$$

Im Diagramm der Fig. 2 sind die beiden Leistungsparabeln der zu vergleichenden Staubsauger als Funktion der Fördermenge eingetragen. Nach Velisek (l. c.) wären nun diese beiden Kurven

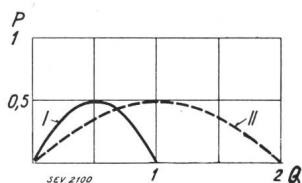


Fig. 2.  
Ventilatorleistungsparabeln eines Hoch- und eines Niedrigvakuumstaubsaugers.  
I Hochvakuum.  
II Niedrigvakuum.

direkt vergleichbar; er sagt: „Die höher gelegene und weiter ausladende Leistungscharakteristik spricht für den besseren Sauger“. Beide Leistungsparabeln liegen in unserem Beispiel gleich hoch, die Parabel des Niedrigvakuumapparates ladet aber doppelt so weit aus. Bei Vergleich nach dieser

«graphischen Prüfmethode», als deren Vorzüge Velisek Uebersichtlichkeit, Berücksichtigung des gesamten Kurvenbildes, sowie grosse Anschaulichkeit anführt, wäre also der Niedrigvakuumapparat dem Hochvakuumapparat «augenscheinlich» bedeutend überlegen.

Hier wie so oft trügt aber der Augenschein, da die beiden Leistungsparabeln nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Dies ergibt sich schon aus sehr einfachen Erwägungen.

Wenn man z. B. die entsprechende Leistungsparabel eines Tischventilators, also einer reinen Luftfördermaschine, nach obigem «Prüfverfahren» mit einem beliebigen Staubsauger vergleicht, würde man für den Tischventilator eine sehr weit ausladende Parabel finden, ohne dass man behaupten könnte, dass der Ventilator ein besserer Staubsauger ist. Das widersinnige Resultat, das man beim graphischen Vergleich nach Velisek erhalten würde, ist darauf zurückzuführen, dass Velisek die

Leistungen als Funktionen der geförderten Luftmenge vergleicht. Dieser Vergleich würde bei Apparaten mit verschiedener maximaler Luftmenge nur nach einer Abszissentransformation zu recht bestehen. Man müsste die maximale Luftmenge als Abszisseneinheit wählen und die geförderten Luftmengen in dieser Einheit ausdrücken. In unserem Beispiele in Fig. 2 würden dann die beiden Parabeln zusammenfallen. Die «steile» und die «flache» Leistungscharakteristik würden also identisch werden.

Ein weiterer, leicht einleuchtender Einwand gegen die Prüfmethode nach Velisek ist folgender: In Gl. (2), die der Prüfmethode zugrunde liegt, ist die Ventilatorleistung als Funktion der Luftmenge dargestellt. Mit demselben Recht könnte man natürlich auch die Leistung als Funktion des Unterdrucks ausdrücken und würde dann erhalten:

$$P = q_{\max} \cdot H \left(1 - \frac{1}{h_{\max}} H\right) \quad (3)$$

Nach dieser Gleichung würde man in einem der Fig. 2 entsprechenden  $PH$ -Diagramm zwei mit den Parabeln in Fig. 2 identische Kurven erhalten, deren weitausladende aber in diesem Falle dem Hochvakuumapparat zugeordnet wäre.

Der wesentliche Fehler in den Betrachtungen Veliseks liegt darin, dass er die Ventilatorleistung  $P$ , die als Mass für die Wirkungsweise einer Luftfördermaschine in einem gewissen Betriebsstadium dient, auch bei einem Staubsauger, bei dem ja die Betriebsstadien beim praktischen Arbeiten unausgesetzt variieren, ohne weiteres als Mass für die Güte des Staubsaugers verwertet.

Wenn wir zunächst der Einfachheit halber annehmen, dass beim praktischen Betrieb des Staubsaugers die geförderte Luftmenge zwischen den extremen Grenzen 0 und  $q_{\max}$  gleichförmig variiert, müssen wir, um einen Ausdruck für die praktische Ventilatorleistung zu erhalten, den Mittelwert  $P_{\text{med}}$  der Leistung über diesen Variationsbereich bilden. Dieser Mittelwert ist

$$P_{\text{med}} = \frac{\int_0^{q_{\max}} P \, dQ}{\int_0^{q_{\max}} dQ} = \frac{h_{\max}}{q_{\max}} \int_0^{q_{\max}} \left(1 - \frac{1}{q_{\max}} Q\right) \cdot dQ \quad (4)$$

Wir führen die Integration aus und finden

$$P_{\text{med}} = \frac{1}{6} h_{\max} q_{\max} \quad (5)$$

Die mittlere Ventilatorleistung ist somit proportional dem Produkt aus maximalem Unterdruck und maximaler Luftmenge.

Wenn man also Staubsauger als Luftfördermaschinen graphisch vergleichen will, kann man die Flächeninhalte der im  $HQ$ -Diagramm von den Kennlinien und den Koordinatenachsen gebildeten Dreiecke vergleichen. Eine Einteilung in Staubsauger mit steilen und Staubsauger mit flachen Leistungscharakteristiken ist also ventilator-technisch

nicht gerechtfertigt. Ein derartiger Vergleich wird immer nur hauptsächlich ventilatortechnisches Interesse haben; für die Beurteilung eines Staubsaugers als *Entstaubungsmaschine* besitzt er untergeordnetes Interesse.

Die Integration der Gl. (4) haben wir in erster Annäherung zwischen den Grenzen 0 und  $q_{\max}$  ausgeführt. In der Praxis werden aber diese Grenzen durch den grössten und den kleinsten Luftwiderstand, der beim Staubsaugen auftritt, bestimmt. Diese extremen Widerstandslinien sind mit der Annahme, dass beide Sauger mit gleichen Düsen arbeiten, in das Diagramm der Fig. 1 der Einfachheit halber wieder als Gerade eingetragen. Die Gleichungen dieser Geraden seien

$$\begin{aligned} H &= n \cdot Q \text{ und} \\ H &= m \cdot Q. \end{aligned} \quad (6)$$

Aus Gl. (6) und Gl. (1) finden wir, dass Gl. (4)

$$\text{zwischen den Grenzen } \frac{h_{\max}}{n + \frac{h_{\max}}{q_{\max}}} \text{ und } \frac{h_{\max}}{m + \frac{h_{\max}}{q_{\max}}}$$

zu integrieren wäre. Der Winkel, den die Gerade  $H = m \cdot Q$  mit der Abszissenachse bildet, wird im allgemeinen grösser sein als der zwischen der Geraden  $H = n \cdot Q$  und der Ordinatenachse. Ein näheres Eingehen auf diese Frage würde uns aber

vom ventilatortechnischen auf das entstaubungstechnische Gebiet führen. Auf die in der zitierten Arbeit von Velisek behandelten entstaubungstechnischen Fragen werde ich aber in einem anderen Zusammenhange zurückkommen.

Wenn wir abschliessend zu unserem in Fig. 1 und 2 als Beispiel gewählten Vergleich zurückkehren, müssen wir feststellen, dass der nach der Velisekschen graphischen Prüfmethode zufolge seiner «steilen» und «wenig ausladenden» Leistungscharakteristik unterlegene Hochvakuumapparat nach der hier entwickelten Gl. (5) für die mittlere Ventilatorleistung dem Niedrigvakuumapparat gleichwertig ist. Bei Berücksichtigung der Geraden kleinsten und grössten Luftwiderstandes würde der Hochvakuumapparat auch sogar als Luftförderungsmaschine überlegen sein.

Es schien mir notwendig, durch vorstehende Erörterungen auf die unsichere theoretische Grundlage der graphischen Prüfmethode nach Velisek hinzuweisen, da einerseits Velisek selbst diese Methode zur Klassifikation und zu Werturteilen über Staubsauger benützt<sup>2)</sup> und da seine Darstellungsmethode auch von andern<sup>3)</sup> übernommen worden ist.

<sup>2)</sup> Vgl. A. Velisek, Elektrizitätsverwertung 1930, S. 133.

<sup>3)</sup> P. Scholl, ETZ 1931, S. 261.

## Berichtigungen. — Rectifications.

**1. Berechnung des Spannungsverlustes unter Berücksichtigung der Selbstinduktion der Leitungen.** Von W. Keller, St-Imier. Bull. SEV 1931, No. 14, S. 337.

Wir bitten, folgende Fehler auf S. 337 zu berichtigen:

Erste Spalte, 2. Zeile von unten: Statt  $\sin \varphi^2 \sin^2 \varphi$ .

Zweite Spalte, 6. Zeile von unten: Statt  $U_0 U_0^2$ .

5. Zeile von unten: Statt  $y^2 = y (U_a^2 \dots$   
 $y^2 - y (U_a^2 \dots$

3. Zeile von unten, unter der Wurzel:  
Statt  $\dots - a^2 k_2 P^2 - 4 a^2 k_2 P^2$ .

**2. Briefe an die Redaktion. Schutzmassnahmen gegen zu hohe Berührungsspannung in Niederspannungsanlagen.** Aesserung von B. Szapiro, Krakau. Bull. SEV 1931, No. 13, S. 328.

Wir bitten, die Formel für  $U_A$  auf S. 328, erste Spalte, wie folgt zu berichtigen:

$$U_A = \frac{380}{\left(r: \frac{a b}{a + b}\right) + 1} = \frac{380}{\left(r \frac{a + b}{a b}\right) + 1}$$

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Teilelektrifizierung der Furkabahn.

621.331(494):625.3(494)

Der Lokomotivpark der Furkabahn, den diese von der alten Gesellschaft aus der Liquidation übernommen hatte, erweist sich mit zehn Maschinen den wachsenden Anforderungen des erweiterten Fahrplanes im Durchgangsverkehr über die fast 100 km lange Linie immer mehr als ungenügend. Der Verwaltungsrat sieht sich daher vor die Frage der Beschaffung weiterer Lokomotiven gestellt und hat es bei diesem Anlass als gegeben erachtet, eine wenigstens teilweise Elektrifizierung der Linie in Erwägung zu ziehen. Als erste Etappe ist die Elektrifizierung der Sirecke Brig—Gletsch in Aussicht genommen, wodurch für die übrige Strecke vorläufig genügend Dampflokomotiven verfügbar würden. Auf der Furka- und der Oberalpstrecke könnte eine Elektrifizierung nur mit sehr hohen Kosten durchgeführt werden, da sie umfangreiche Sicherungsbauten für den Winter erfordern würde. Auch lohnt sich wohl eine Traktionsänderung für die Betriebsdauer dieser Teilstrecken von nur vier Monaten nicht ohne weiteres. Bei Bedarf könnten auf der Strecke Brig—Gletsch Triebfahrzeuge der Visp—Zermatt-Bahn herangezogen werden. Aus der Elektrifizierung ergäbe sich nicht nur eine angenehmere Fahrt, sondern auch ein nicht unbedeutlicher Zeitgewinn.

Als Stromsystem kommt wegen des Anschlussbahnhofes

Brig nur Einphasenstrom von 11 000 V, 16% Per./s, wie bei der Visp—Zermatt- (und der Rhätischen) Bahn, in Frage. Dieses System scheint sich für die Verhältnisse der Furka-Oberalp-Bahn am besten zu eignen und hat sich bei der Visp—Zermatt-Bahn<sup>1)</sup> auch bei schwerem Zahnradbetrieb bewährt.

Die Stromlieferung erfolgt voraussichtlich ab Kraftwerk Massaboden der SBB wie für die Visp—Zermatt-Bahn, welche seinerzeit bei der Vertragschliessung mit den SBB die Stromlieferung an die Furka-Oberalp-, Schöllenen- und Gornergrat-Bahn zu den gleichen Bedingungen ebenfalls gesichert hat. Beim Kraftwerk Massaboden ist eine Freilufttransformatorenstation von 3500 kVA Dauerleistung, 15 000/11 000 V, geplant.

Die Fahrleitung ist, wie bei der Visp—Zermatt-Bahn, mit Kettenaufhängung projektiert, in ausschliesslich windschiefer Lage in den Kurven<sup>2)</sup>. Die windschiefe Aufhängung bewirkt neben einer bessern Stromabnahme eine erhebliche Verminderung der Baukosten, da weniger Maste, Ausleger und Isolatoren erforderlich sind. Für die Stationen ist, wie im Bahnhof Brig, nur Einfachaufhängung an Querseilen vorgesehen.

<sup>1)</sup> Siehe Bulletin SEV 1929, Nr. 17, S. 577.

<sup>2)</sup> Siehe Bulletin SEV 1930, Nr. 20, S. 670.