

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 49 (1958)

**Heft:** 5

**Artikel:** Récents développements de l'accumulateur alcalin

**Autor:** Piguet, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059710>

#### 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:** 25.01.2026

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

Ausser den bereits erwähnten Aufwertungsformeln von Moody und Ackeret soll hier noch auf diejenigen von Staufer und Gregorig hingewiesen werden. Wenn man entsprechend der neuesten Definition des Turbinenwirkungsgrades [7] in der Formel von Gregorig  $K_{c3}$ <sup>2)</sup> weglässt, so geht diese Formel ohne weiteres in diejenige von Staufer über, sofern die kinematische Zähigkeit  $v_m = v_a$  gesetzt werden darf, was zulässig erscheint, wenn in beiden Fällen Wasser mit ungefähr gleicher Temperatur verwendet wird. Der Vollständigkeit halber muss noch darauf hingewiesen werden, dass in allen diesen Formeln der Einfluss der relativen Rauhigkeit der vom Wasser bestreichenen Flächen nicht berücksichtigt ist.

Nach Staufer ist

$$\eta_{Ha} = 1 - (1 - \eta_{Hm}) \sqrt[4]{\frac{D_m}{D_a} \sqrt{\frac{H_m}{H_a}}}$$

Der Ableitung dieser Formel wurde die Reibungsformel von Blasius zu Grunde gelegt, die allerdings nur für Reynoldssche Zahlen kleiner als 100 000 gilt. Etwas allgemeiner würde die Formel lauten:

$$\eta_{Ha} = 1 - (1 - \eta_{Hm}) \sqrt[4]{\frac{R_{em}}{R_{ea}}}$$

Wenn nun, wie früher erwähnt,  $k_m = k_a = k$  gesetzt wird, so folgt:

nach Moody I

$$\eta_{ta} = k \left[ 1 - \left( 1 - \sqrt[4]{\frac{\eta_{tm}}{k}} \right) \sqrt{\frac{D_m}{D_a}} \right]^2$$

nach Staufer

$$\eta_{ta} = k \left[ 1 - \left( 1 - \sqrt{\frac{\eta_{tm}}{k}} \right) \sqrt[4]{\frac{D_m}{D_a} \sqrt{\frac{H_m}{H_a}}} \right]^2$$

<sup>2)</sup>  $K_{c3} = \frac{c_3}{\sqrt{2gH}}$  ( $c_3$  Austrittsgeschwindigkeit aus dem Saugrohr)

In diesen Formeln sind alle Grössen durch Messung bekannt und nur der Faktor  $k$  ist für jeden Turbinentyp durch systematische experimentelle Untersuchungen zu bestimmen. Für die erwähnte Francisturbine wurde  $k$  praktisch gleich 1 gefunden, und auch für Propeller- und Kaplanturbinen dürfte sich  $k$  in der Nähe von 1 befinden.

Eine kleine Überlegung zeigt dass,  $k > \eta_{tm}$  sein muss.

Anderseits lässt sich z. B. mit der Aufwertungsformel von Staufer zeigen, dass:

$$k < \left[ \frac{1 - \sqrt[4]{\frac{D_m}{D_a} \sqrt{\frac{H_m}{H_a}} \sqrt{\eta_{tm}}}}{1 - \sqrt[4]{\frac{D_m}{D_a} \sqrt{\frac{H_m}{H_a}}}} \right]^2$$

Zum Schluss sei noch einmal erwähnt, dass es natürlich am sichersten ist, wenn der Wert von  $k$  beim Versuch mit dem betreffenden Turbinenmodell bestimmt wird.

#### Literatur

- [1] Dubs, R.: Angewandte Hydraulik, S. 168...173. Zürich: Rätscher 1947.
- [2] Gerber, A.: Untersuchungen über Grenzschichtabsaugung. Diss. ETH. Zürich: Leemann 1938.
- [3] Pantell, K.: Aufwertungsformeln für Turbomaschinen. Z. VDI Bd. 95(1953), Nr. 4, S. 97...100.
- [4] Hutton, S. P.: Component Losses in Kaplan Turbines and the Prediction of Efficiency from Model Tests. Proc. Instn. mech. Engrs. Bd. 168 (1954), Nr. 28, S. 743...762.
- [5] Strassburg, F. W.: Kennzeichnung und Messung der Oberflächengüte. Techn. Rdsch. Bd. 44(1952), Nr. 40, S. 25...27. Bickel, Erich und Eduard Freitag: Die Definition und der zahlenmässige Ausdruck für die Rauhigkeit. Ind. Organisation Bd. 21(1952), Nr. 5, S. 131...142.
- [6] Hassan, Mohamed Jzzedin: Der Einfluss der Schaufelzahl des Laufrades auf den Wirkungsgrad bei Kreiselmaschinen. Überdrucklaufräder. Diss. ETH. S. 39...44. Zürich: Leemann 1946.
- [7] Schweizerischer Elektrotechnischer Verein: Schweizerische Regeln für Wasserturbinen. 3. Aufl. Zürich: SEV 1957.

#### Adresse des Autors:

a. Prof. R. Dubs, Guggerstrasse 33, Zollikon ZH.

## Récents développements de l'accumulateur alcalin

Par J. Piguet, Yverdon

621.355.8

Après un rappel des caractéristiques de l'accumulateur alcalin classique, les propriétés et utilisations des accumulateurs à plaques frittées et des accumulateurs étanches sont décrites.

Nach kurzer Rekapitulation des Aufbaus des klassischen alkalischen Akkumulators werden die Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der Akkumulatoren mit gesinterten Platten sowie der gasdichten Akkumulatoren beschrieben.

C'est au cours des premières années du siècle que débute la fabrication de l'accumulateur alcalin sous l'impulsion de ses inventeurs, Edison aux Etats-Unis et Jungner en Suède. Assez rapidement cet élément s'impose par sa robustesse mécanique et électrique. Ces dernières années, il est l'objet de deux développements très intéressants: l'accumulateur à plaques frittées d'une part et l'accumulateur étanche, d'autre part. Avant d'étudier plus en détail ces dé-

veloppements, rappelons les caractéristiques principales de l'accumulateur alcalin du type classique.

### I. Accumulateur alcalin du type classique

L'accumulateur alcalin classique (Fig. 1) est composé d'électrodes positives, d'électrodes négatives et d'électrolyte. L'électrode positive est une plaque constituée par un assemblage de pochettes ou de tubes perforés. La matière active est de l'hydroxyde

de nickel généralement additionné d'un peu de graphite ou de nickel métallique pour augmenter la conductibilité. L'électrode négative est une plaque constituée par un assemblage de pochettes perforées contenant de l'oxyde de fer ou de cadmium. L'électrolyte est de la potasse chimiquement pure à 21 %, additionnée quelquefois de lithine.

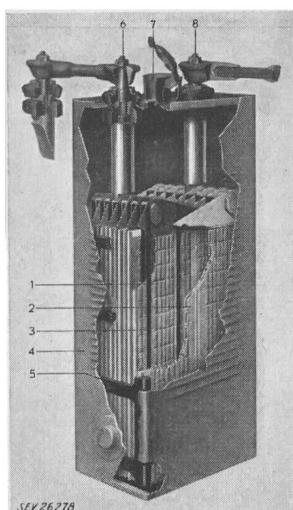
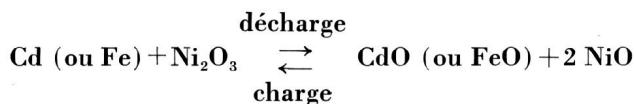


Fig. 1  
Accumulateur alcalin du type classique  
1 plaque négative; 2 plaque positive; 3 baguette ébonite; 4 bac en tôle d'acier; 5 cadre ébonite; 6 pôle négatif; 7 orifice de remplissage; 8 pôle positif

Les réactions chimiques lors de la charge et de la décharge de l'accumulateur, peuvent être exprimées schématiquement par la relation:



L'électrolyte ne prend pas part à la réaction, contrairement à ce qui se passe dans l'accumulateur au plomb. Il n'agit que comme milieu permettant le passage des ions.

Les principales caractéristiques de l'accumulateur alcalin du type classique sont:

a) la robustesse mécanique, c'est-à-dire, l'insensibilité aux chocs et aux trépidations. Cette propriété est due à la construction en acier des plaques et en général des bacs.

b) la longue durée de vie. Un nombre considérable de charges et de décharges peuvent être faites sans détérioration de la batterie, même lorsque les conditions d'intensité ou de température sont défavorables. Cette remarquable propriété trouve probablement son explication dans le fait que la structure cristalline de la matière active ne varie que très peu avec le degré d'oxydation.

c) l'insensibilité à la surcharge. Le support métallique n'est pas attaqué par une charge prolongée, comme cela est le cas pour la grille positive de l'accumulateur au plomb.

d) la conservation de la charge pendant de longues périodes.

e) l'insensibilité au stockage. L'électrolyte ne participant pas à la réaction, il ne se produit pas de phénomène semblable à la sulfatation de l'accumulateur au plomb.

L'accumulateur alcalin présente néanmoins quelques désavantages par rapport à l'accumulateur au plomb. Ce sont son coût plus élevé, sa résistance interne plus grande et son rendement électrique inférieur. Les principaux domaines d'utilisation sont: la traction, l'éclairage, la signalisation, la téléphonie, les installations de secours, etc ...

## II. Accumulateur à plaques frittées

Les réactions chimiques lors de la charge et de la décharge sont les mêmes que dans le cas précédent. Cependant, grâce à une construction toute différente de la plaque, on obtient des caractéristiques nouvelles.

Les électrodes positives et négatives sont fabriquées par frittage d'une poudre de nickel très légère, obtenue à partir du carbonyle de nickel. Cette poudre est placée sur un support métallique; par traitement thermique sous atmosphère réductrice, les particules sont soudées les unes aux autres, en formant une électrode très poreuse (Fig. 2). Les pores

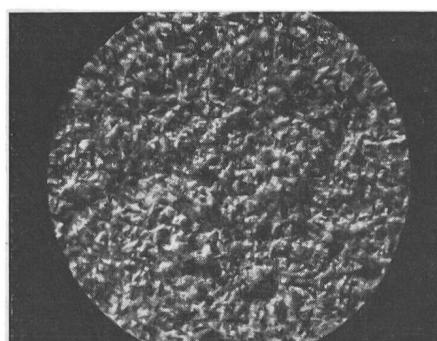


Fig. 2  
Electrode frittée  
Agrandissement 120 fois

sont alors remplis de matière active positive ou négative lors d'une opération longue et délicate qui s'appelle l'imprégnation. Enfin, les électrodes sont formées et assemblées en accumulateur dans un bac généralement en matière plastique.

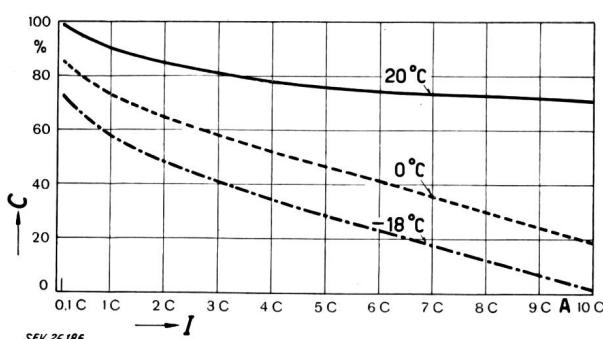


Fig. 3  
Variation de la capacité (quantité d'électricité) en fonction de l'intensité de la décharge  
(accumulateur du type F 70)

C Capacité exprimée en % de la capacité obtenue à +20 °C et à une intensité de décharge égale à 0,1  $C_n$  ampères ( $C_n$  capacité nominale) jusqu'à une tension de 1 V

I Intensité de décharge en ampères exprimée proportionnellement à la valeur de la capacité nominale  $C_n$

Fortsetzung von Seite 180

### Récents développements de l'accumulateur alcalin (Fortsetzung)

Les électrodes utilisées sont des plaques dont l'épaisseur varie entre 0,5 mm et 5 mm. C'est surtout le type à plaques minces qui retiendra notre attention; en effet, la résistance interne est alors diminuée au maximum (elle n'est par exemple que de  $1 \text{ m}\Omega$  pour le type F 70: 1,2 V; 7 Ah;  $48 \times 30 \times 100 \text{ mm}$ ) par le fait que la surface des électrodes est très grande. La fig. 3 indique la perte de capacité remarquablement faible même à fort régime et à basse température.

Etant donné leurs propriétés, c'est principalement pour les fortes décharges instantanées que les accumulateurs à plaques frittées sont utilisés, démarrage de véhicules, par exemple. D'autre part, ils trouvent un emploi dans l'alimentation d'appareils fonctionnant à basse température; les petits modèles en bac plastique ont fait leur preuve comme source de courant pour appareils portatifs divers. Enfin, les plaques frittées sont également utilisées dans la construction de certains modèles d'accumulateurs étanches.

### III. Accumulateur étanche

Un autre développement très important consiste en la construction d'un accumulateur étanche. Comment une telle réalisation est-elle possible alors que chacun sait que, lorsque les électrodes sont chargées, le passage du courant produit un dégagement gazeux?

#### 1. Principe

Pour comprendre le principe, il faut tout d'abord examiner ce qu'est un état stationnaire lors d'une électrolyse d'oxydo-réduction.

Remplissons un petit récipient en verre d'une solution diluée d'acide chlorhydrique saturée d'hydrogène, fermons-le de façon étanche et appliquons une légère différence de potentiel entre les deux électrodes en treillis de platine (tension inférieure à la tension de décomposition) (Fig. 4).

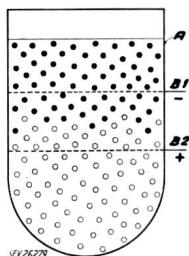


Fig. 4  
Etat stationnaire obtenu lors de l'électrolyse d'une solution d'acide chlorhydrique dilué saturée d'hydrogène  
A récipient en verre  
B1 et B2 cathode et anode en treilles de platine  
● molécule  $\text{H}_2$   
○ ion  $\text{H}^+$

A l'anode, nous avons une oxydation de la molécule  $\text{H}_2$  en ion  $\text{H}^+$ , à la cathode une réduction de l'ion  $\text{H}^+$  en molécule  $\text{H}_2$ . Le ion  $\text{H}^+$  voyage de l'anode à la cathode sous l'influence du champ électrique et de la diffusion; seul il assure le passage du courant; la molécule  $\text{H}_2$  voyage de la cathode à l'anode par diffusion uniquement. Au bout d'un certain temps, un état stationnaire est créé, qui ne correspond pas à l'état initial, mais à un nouvel état d'équilibre. Cet état stationnaire peut être entièrement déterminé par le calcul. Il est ainsi possible de connaître la différence de potentiel dans

la solution, les concentrations des ions et de la molécule en chaque endroit du liquide et le courant passant dans la solution, lorsque les concentrations initiales et le potentiel appliqué sont connus.

Ce qu'il faut surtout remarquer dans le cas choisi, c'est qu'il est possible de poursuivre l'électrolyse continuellement sans avoir de changement dans la solution, ni de surpression dans le récipient.

Dans le cas de l'accumulateur étanche réalisé, c'est exactement la même chose. On a simplement facilité la diffusion du gaz (qui dans ce cas est de l'oxygène) en lui aménageant des passages à travers le liquide ( séparateur spécial). Cependant, le principe reste le même et il est possible de surcharger l'élément d'une façon continue, à condition de ne pas dépasser un régime fixé à une valeur égale au dixième de la capacité.

#### 2. Réalisations

Les réalisations pratiques ont été faites en deux exécutions: cylindrique et plate. La forme plate permet le montage en série pour la réalisation de bat-



Fig. 5

#### Accumulateurs étanches

- a de forme cylindrique; type 32A60, capacité 2,5 Ah, diamètre 32 mm, hauteur 60 mm
- b de forme plate; type 225 B, capacité 225 mAh, diamètre 25 mm, épaisseur 8,6 mm

teries de tension. En principe, il n'y a pas de limites dans le capacités. C'est ainsi que des accumulateurs de 8 mAh ont été réalisés ainsi bien que des accumulateurs de 100 Ah. Les électrodes utilisées sont soit des électrodes classiques (tubes ou pochettes), soit des électrodes agglomérées, soit des électrodes frittées. A titre d'exemple, les caractéristiques du modèle de 32 mm de diamètre et de 60 mm de hauteur (type 32 A 60) sont indiquées dans la légende des fig. 5...7.

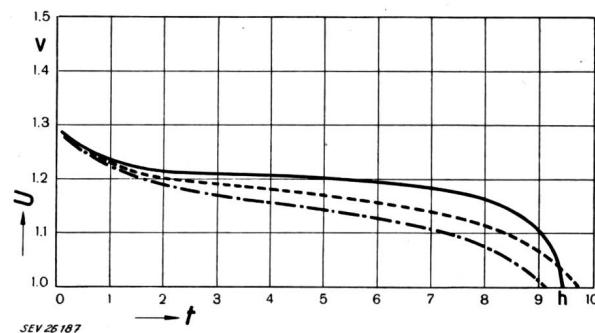


Fig. 6  
Accumulateur 32A60; Essai de cycles  
Charge 8 h à 300 mA, décharge 4 h à 300 mA  
U tension; t temps

- courbe de décharge après 1 cycle
- - - courbe de décharge après 200 cycles
- — — courbe de décharge après 470 cycles

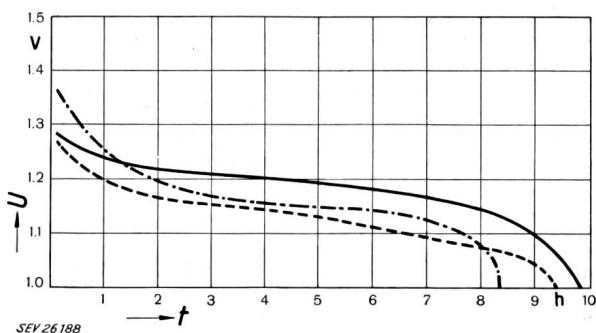


Fig. 7  
Accumulateur 32A60; Essai de surcharge  
Surcharge 300 mA  
 $U$  tension;  $t$  temps  
— courbe de décharge après 1300 h  
- - - courbe de décharge après 3200 h  
- - - courbe de décharge après 4300 h

L'essai de surcharge retiendra spécialement notre attention, car il est en fait la preuve de la formation d'un état stationnaire lors du passage du courant. En effet, l'élément a reçu une surcharge de 300 mA pendant 4300 heures, soit 1290 Ah. Selon la loi de Faraday, à chaque passage de 96 500 Coulombs, un équivalent-gramme de gaz est dégagé sur chaque électrode. Si le processus de l'état stationnaire que nous avons décrit n'existe pas, il est clair que notre élément aurait rapidement fait explosion sous l'influence de la pression interne, ce qui ne s'est pas produit.

### 3. Utilisation

La réalisation d'un accumulateur entièrement étanche ouvre de nombreuses possibilités d'applications. Les constructeurs ont maintenant à leur disposition un élément nouveau ne nécessitant aucun entretien et pouvant être



Fig. 8  
Lunette acoustique équipée de deux accumulateurs 60 B

monté dans un appareil comme n'importe quelle autre pièce détachée: condensateur, résistance, etc. Ces accumulateurs ont trouvé une application dans les appareils de surdité où ils remplacent avantageusement, dans la plupart des cas, les autres éléments utilisés jusqu'alors (Fig. 8).

Dans le domaine de l'éclairage portatif, ils sont utilisés dans des lampes qui se rechargent à l'aide de chargeurs indépendants ou directement sur le réseau, lorsque le chargeur est incorporé. La faible résistance interne des nouveaux accumulateurs permet même de réaliser des briquets électriques sans essence (Fig. 9).

De nombreux fabricants de radios portatives ont déjà équipé leurs appareils avec un accumulateur étanche en lieu et place de la pile de chauffage.

Il faut encore mentionner la réalisation de jouets électriques, de rasoirs électriques, de lampes de mines, de pendules et de montres électriques ou électroniques, etc. Il est certain que de nombreuses utilisations nouvelles seront encore trouvées ces prochaines années.

### IV. Conclusions

Deux développements très intéressants ont été réalisés dans le domaine de l'accumulateur alcalin: l'accumulateur à plaques frittées et l'accumulateur étanche. Ces nouveaux accumulateurs conservent les excellentes propriétés de l'accumulateur alcalin classique et présentent, en outre, de nouvelles propriétés remarquables. Les applications ne sont qu'à leur début, mais elles sont déjà très prometteuses.

#### Adresse de l'auteur:

J. Piguet, D'ès sc. chim., Leclanché S. A., Yverdon (VD).

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Der Punktgleichrichter, ein neuer Selen-Kleinstgleichrichter

621.314.634-181.4

[Nach R. D. Murmann: Der Punktgleichrichter, ein neuer Selen-Kleinstgleichrichter. Siemens Z. Bd. 31(1957), Nr. 4, S. 190...191]

Den technischen Ansprüchen an möglichst kleine Gleichrichter, wie sie z. B. für Ladegeräte von Kleinstakkumulatoren in Schwerhörigenapparaten benötigt werden, genügen in vollstem Masse die nur niedrige Herstellungskosten erfordern Punktgleichrichter. Sie bestehen aus einem oder mehreren Selenplättchen von 5 mm Durchmesser, die aus grossen, serienweise hergestellten Einheitsplatten gestanzt werden. Durch Tauchen in Giessharz erhalten die Plättchen eine gute mechanische Festigkeit und Schutz gegen äussere Einflüsse. Dank dem kleinen Raumbedarf von etwa  $6 \times 6 \times 4$  mm und ihrem geringen Gewicht von etwa 1 g lassen sich Punktgleichrichter frei in den Leitungszug einlöten und in gedruckten Schaltungen verwenden.

Die Siemens-Punktgleichrichtertabletten haben eine wirksame Gleichrichterfläche von etwa  $0,15 \text{ cm}^2$  und liefern bei einer Gleichrichterspannung von 1 V einen Nennstrom von

max. 40 mA, entsprechend einer Stromdichte von etwa  $250 \text{ mA/cm}^2$ . Je nach Einschalt- und Spieldauer kann der Durchlaßstrom bei intermittierendem Betrieb noch erhöht werden. Pro Selentablette beträgt die Sperrspannung bei Wechselstrom 25 V. In Gleichstromschaltung kann der Gleichrichter als Ventil bis zu 20 V pro Tablette sperren, wenn er vorwiegend in Sperrrichtung und nur kurzzeitig in Durchlassrichtung beansprucht wird. Bei Belastung in Durchlassrichtung soll die Sperrspannung 15 V nicht übersteigen.

Die Kapazität der Selengleichrichter hängt von der Grösse der Spannung in Sperrrichtung und von der Frequenz ab. Pro Gleichrichtertablette beträgt die Kapazität um 0 V etwa  $6000 \mu\text{F}$  (Null-Kapazität) und bei 1 V in Sperrrichtung noch etwa  $3000 \mu\text{F}$ . Bei 10 V beträgt sie nur noch etwa  $1200 \mu\text{F}$  und sinkt bei noch höherer Spannung nicht mehr wesentlich. Die Kapazität bei 100 kHz ist etwa 15 % kleiner als bei 700 Hz.

Der Gütefaktor (Verhältnis von Durchlasswiderstand zu Sperrwiderstand) beträgt bei  $\pm 1$  V etwa  $10^5 \dots 10^6$ . Ein besonderer Vorzug der Siemens-Punktgleichrichter ist die geringe Streuung der elektrischen Kenndaten, bedingt durch das gewählte Herstellungsverfahren. Günstig verhalten sich die Punktgleichrichter auch hinsichtlich des Deformierungs-