



VAKUUM FÜR ENERGIESPEICHER

Teil 2: Lösungen für stationäre Schwungradspeicher

Dem weltweit steigenden Bedarf an Energie stehen Klimawandel und gesteigertes Umweltbewusstsein unserer Gesellschaft gegenüber. Als Folge wird auch die Nachfrage nach verbesserten Technologien bei der Energiespeicherung, insbesondere von erneuerbaren Energien, immer größer. Dieser Trend treibt die Entwicklung neuer Technologien und innovativer Produktionsprozesse in diesem Bereich an. Neue Technologien müssen aufgrund der Vielfalt möglicher Anwendungsbereiche verschiedenste Herausforderungen erfüllen. Je nachdem, wie lange die erzeugte Energie gespeichert werden soll und je nach Anzahl der Auf- und Entladungen, sind verschiedene Technologien in Erwägung zu ziehen. Eines ist ihnen allen jedoch gemeinsam: Vakuumtechnologie ist für sie unverzichtbar.

Vakuum für die Schwungradtechnologie

Die kurzfristige Energiespeicherung wurde vor einiger Zeit von einer innovativen Technologie revolutioniert: mechanische Schwungradspeicher. Sie werden als stationäre und als mobile Systeme in verschiedensten Anwendungen eingesetzt. Dieser zweite Teil der Reihe „Vakuum für Energiespeicher“ von Pfeiffer Vacuum widmet sich dem Prinzip der stationären Schwungradspeicher.

Stationäre Schwungradsysteme werden beispielsweise zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) in Datenspeichertzentren und Krankenhäusern eingesetzt. Zudem werden Netzausgleichsfunktionen wegen der verstärkten Nutzung von Solar- und Windenergie immer wichtiger und können von Schwungradsystemen unterstützt werden. Eine



Abbildung 1: Stationäre Schwungradsysteme werden u. a. für die kurzzeitige Speicherung von Solar- und Windenergie genutzt

lange Lebensdauer selbst bei zahlreichen Ladezyklen sowie die Möglichkeit, die gespeicherte Energie bei Bedarf unmittelbar bereitzustellen, machen sie zur perfekten Wahl für diese Anwendung.

Die grundlegenden Prinzipien der Energiespeicherung mithilfe einer rotierenden Masse sind zwar leicht verständlich, das Design eines effizienten und sicheren Systems ist jedoch eine große Herausforderung.

Konstruktion eines Schwungrad-Massenspeichers

Einer der Hauptbestandteile eines Schwungrads ist der Rotor. Er besteht üblicherweise aus gehärtetem Stahl oder faserverstärktem Kunststoff. Die Auswahl des richtigen Materials stellt eine große Herausforderung dar: eine hohe spezifische Festigkeit bei enormen Kräften muss ebenso gewährleistet werden wie ein niedriges Elastizitätsmodul, um die engen Toleranzen einzuhalten und eine hohe Energiedichte zu ermöglichen. Die Drehzahl des Rotors kann mehrere zehntausend Umdrehungen pro Minute betragen. Einige Modelle erreichen sogar

bis zu neunzigtausend Umdrehungen pro Minute. Aufgrund dieser Drehzahlen wird eine hohe Energiedichte erreicht.

Die Lagerung des Rotors ist entweder mechanisch oder magnetisch ausgeführt und muss mit minimaler Reibung konstruiert werden. Das Gehäuse muss auch bei einem Defekt des Rotors die Sicherheit gewährleisten. Der Abstand zwischen Rotor und Gehäuse muss zudem groß genug sein, sodass sich der Rotor bei dynamischem und thermischem Druck ausdehnen kann (siehe Abbildung 2).

Ein integrierter Elektromotor, der auch als Generator betrieben werden kann, sorgt für die Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie. Das Laden des Schwungradspeichers erfolgt dabei im Motorbetrieb, das Entladen hingegen im Generatorbetrieb.

Vakuum garantiert Effizienz

Um die Effizienz eines Schwungrads als Energiespeicher zu gewährleisten, müssen Verluste durch Reibung auf ein Minimum reduziert werden. Dazu wird das Schwungradgehäuse mithilfe von Vakuumpumpen evakuiert. Typische Enddrücke liegen zwischen $1 \cdot 10^{-1}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ hPa oder darunter. So werden Wärmegenerierung und Energieverluste deutlich reduziert. Wegen der konstanten Gaslast durch kleine Lecks und die Gasabgabe des Rotors ist jedes Schwungradsystem mit Vakuumpumpen ausgestattet. Aufgrund ihres niedrigen erreichbaren Enddrucks, ihrer hohen Zuverlässigkeit und den geringen Betriebskosten sind zweistufige Drehschieberpumpen optimal für diese Anwendung. Bei Systemen mit vergleichsweise hoher Gaslast oder einem anvisierten Enddruck unter $1 \cdot 10^{-3}$ hPa ist zusätzliches Vakuumequipment notwendig. Zu diesem Zweck wird das System meist um Turbopumpen ergänzt. Sie liefern ein hohes Saugvermögen auch im tiefen Druckbereich bei geringem Energieverbrauch.

Die Vakuumpumpen im Schwungradsystem müssen hohe Anforderungen erfüllen: Am wichtigsten sind Kompaktheit, niedriger Enddruck und geringer Stromverbrauch.

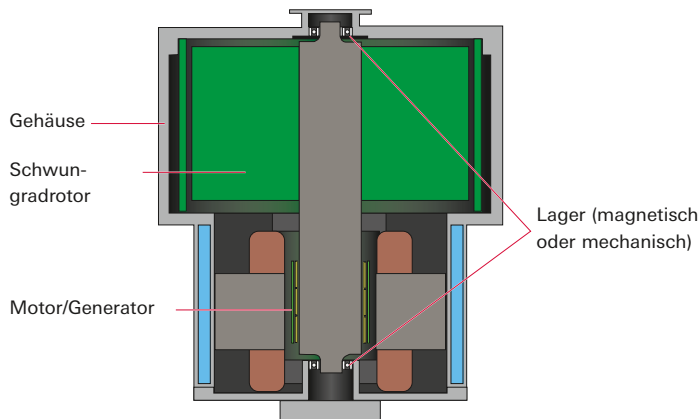


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Schwungradspeichers



Abbildung 3: Die Duo 3 DC von Pfeiffer Vacuum ist die optimale Lösung für 24 V DC Anwendungen

Optimale Lösung von Pfeiffer Vacuum

Mit den zweistufigen Drehschieberpumpen der DuoLine und den bewährten HiPace Turbopumpen bietet Pfeiffer Vacuum ideale Lösungen für die Anforderungen von Schwungradspeichern. Die neue Spezialversion der Duo 3 mit einem innovativen Gleichstromantrieb ist dabei eine bedeutende Neuheit auf dem Markt: Die Pumpe kann mit 24 V DC betrieben werden und arbeitet in einem Temperaturbereich zwischen -20°C und +60°C Grad. Somit ist sie ideal für mobile Schwungradanwendungen geeignet. Vakuumpumpen und -messröhren von Pfeiffer Vacuum kommen weltweit in Schwungradsystemen zum Einsatz.

Vorreiter der Energiespeicher-Technologie vertraut auf Pfeiffer Vacuum

Levisys – französischer Pionier in der Entwicklung von Energiespeichersystemen – vertraut bei seinen Versuchen und Entwicklungen von Anfang an auf Lösungen von Pfeiffer Vacuum. Das Start-up-Unternehmen entwickelte ein stationäres 10 kWh Schwungrad-Speichersystem und implementierte es am Produktionsstandort von Engie Ineo, einem großen französischen Unternehmen der Elektrotechnik, in Toulouse. Das Unternehmen betreibt ein sogenanntes „Smart-Grid“, in dem ein stationäres Schwungradsystem genutzt wird, um Schwankungen bei der Energieversorgung auszugleichen. So trägt die neue Speichermethode für Elektrizität zur regulären Stromversorgung des Produktionsstandorts bei. Sie ergänzt die Lithium-Ionen-Batterien, die bisher zur Energiespeicherung genutzt wurden. Nach einer ersten Testphase werden neun weitere stationäre Schwungrad-Speichersysteme installiert. Mit ihnen wird eine Speicherkapazität für 100 kWh erreicht.

In den stationären Schwungradmassenspeichern von Levisys sind DuoLine Drehschieberpumpen, HiPace Turbopumpen sowie Vakuummessröhren im Einsatz, um das benötigte Vakuum zu generieren und zu messen. Die Anforderungen an das Vakuumequipment sind hoch: Neben Zuverlässigkeit sind

insbesondere eine niedrige Leistungsaufnahme sowie geringe Abmessungen entscheidende Kriterien.

Mit ihrer hohen Zuverlässigkeit und Qualität sind die Lösungen von Pfeiffer Vacuum optimal für die Anforderungen von Levisys geeignet und stehen beispielhaft für weitere Lösungsmöglichkeiten.

Drehschieberpumpe Duo 1.6

- Saugvermögen zwischen 1,25 und 11 m³/h
- Optional verfügbare wartungsfreie Magnetkupplung ermöglicht individuelle Prozessanpassung
- Hohe Betriebssicherheit durch hydraulisch gesteuerte Hochvakuum-Sicherheitsventile
- Einfache Systemintegration durch kleinere Abmessungen und optimierte Anordnung der Vakuumanschlüsse
- Integrierte Anschlussstelle für Ölrückführung vereinfacht die Nachrüstung
- Energieeffiziente 1-Phasen Elektromotoren für geringe Leistungsaufnahme
- 1-phasiger Motor mit integriertem Sicherheits- und Gasballastventil

Turbopumpe HiPace 300

- Saugvermögen von bis zu 260 l/s für N₂
- Maximale Zuverlässigkeit in kompakter Bauweise
- Hohes Saugvermögen und höchste Kompression für alle Gase
- Semi S2- und UL/CSA-Zertifizierung
- Ideal für Industrie und Forschung
- Integrierte Antriebselektronik, industrietauglich durch Schutzart IP54
- Kontinuierliche Überwachung der Betriebsdaten

Vakuummessröhren der DigiLine

- Druckbereich von 5 · 10⁻¹⁰ bis 2.000 hPa deckt den gesamten Vakuumbereich ab
- Digitale Signalübertragung für störungsfreie Kommunikation mit einem PC oder einer SPS
- Geeignet für die Integration in automatisierte Anwendungen mit HiPace Turbopumpen
- Feldbusschnittstellen oder Analogausgang mit zwei Schalterpunkten als Option
- Übertragung numerischer Druckwerte erspart Kennlinien und Umrechnungen
- Schutzart IP54 und M12-Steckverbinder für zuverlässigen Betrieb in rauen Umgebungen



Abbildung 4: Schwungradspeicher von Levisys



Abbildung 5: Turbopumpe, Drehschieberpumpe und Pirani-Messröhre von Pfeiffer Vacuum im Einsatz bei Levisys

VAKUUMLÖSUNGEN AUS EINER HAND

Pfeiffer Vacuum steht weltweit für innovative und individuelle Vakuumlösungen, für technologische Perfektion, kompetente Beratung und zuverlässigen Service.

KOMPLETTES PRODUKTSORTIMENT

Vom einzelnen Bauteil bis hin zum komplexen System:

Wir verfügen als einziger Anbieter von Vakuumtechnik über ein komplettes Produktsortiment.

KOMPETENZ IN THEORIE UND PRAXIS

Nutzen Sie unser Know-how und unsere Schulungsangebote!

Wir unterstützen Sie bei der Anlagenplanung und bieten erstklassigen Vor-Ort-Service weltweit.

Sie suchen eine perfekte
Vakuumlösung?
Sprechen Sie uns an:

Pfeiffer Vacuum GmbH
Headquarters · Germany
T +49 6441 802-0

www.pfeiffer-vacuum.com