

## Netzrückspeisung in Aufzugsanlagen, wann lohnt sie sich wirklich?

Dieser Bericht setzt die Grundkenntnisse zur Berechnung von Hub- und Bremsleistung als bekannt voraus. In früheren ersten Fachaufsätzen (siehe Kundeninformation KI0102d0, KI0109do beschäftigten wir uns ausführlich mit den Energieverhältnissen, sowie dem Leistungsbedarf von Aufzugswinden. Unter dem Thema 'Gebäudemanagement' gewinnt heute der Energieverbrauch zunehmend an Bedeutung. Ist Netzrückspeisung wirtschaftlich? Welche Vor- und Nachteile entstehen, wenn ein solches System in Aufzügen zum Einsatz kommt?

Erinnern wir uns: Ein durchschnittlicher Aufzug - mit Gegengewicht - erzeugt bei seiner Abwärtsfahrt (leere Kabine) typisch bis zu einem Drittel seiner Hubleistung als mögliche Rückspeiseenergie. Legen wir ein modernes Getriebe oder einen Synchron-Gearless (mit ausreichend hoher Gegen-EMK und Drehzahl) zu Grunde, bedeutet dies bei z. B. 12kW Hubleistung, dass bis zu 4kW in einem Bremswiderstand in Wärme umgesetzt würden. Im Durchschnitt liegt der Wert in der Praxis jedoch nur bei 2kW während der konstanten Fahrt. Nehmen wir an, der Lift macht 240 Fahrten pro Stunde und davon 120 Leerfahrten abwärts, immer zwischen der untersten und obersten Haltestelle. Nehmen wir weiter an, 10% dieser Fahrzeit steht der Aufzug, um die Türen zu öffnen und wieder zu schließen. Selbst im ungünstigsten Fall (Türen immer geschlossen), kommen wir - pro Zyklus - auf 2kW für die generatorische bzw. 12kW für die motorische Fahrt. Die Anlage würde also im Schnitt 10kW aufnehmen, wenn sie den ganzen Tag jene 240 Fahrten leisten müsste. Ist die Anlage nur 12 Stunden am Tag mit 240 Fahrten pro Stunde belastet, jedoch (z. B. in der Nacht) nur auf 'stand-by', so müssen wir den Eigenverbrauch unseres verwendeten Rückspeisegerätes mit berücksichtigen. Wir setzen hier 1% der maximalen Bremsleistung an, was in unserem Beispiel mit  $0,04\text{kW} * 12\text{h} = 0,48\text{kWh}$  (also rund  $0,5\text{kWh}$ ) realistisch ist. Im ungünstigsten Fall könnte die 'stand-by'-Zeit so hoch sein, dass die gewonnenen Energie dadurch wieder verbraucht wird. Bei einem Einzel-Aufzug mit 12kW-Hubleistung sind die Mehrkosten durch eine Netzrückspeisesystem demnach so nicht zu rechtfertigen.

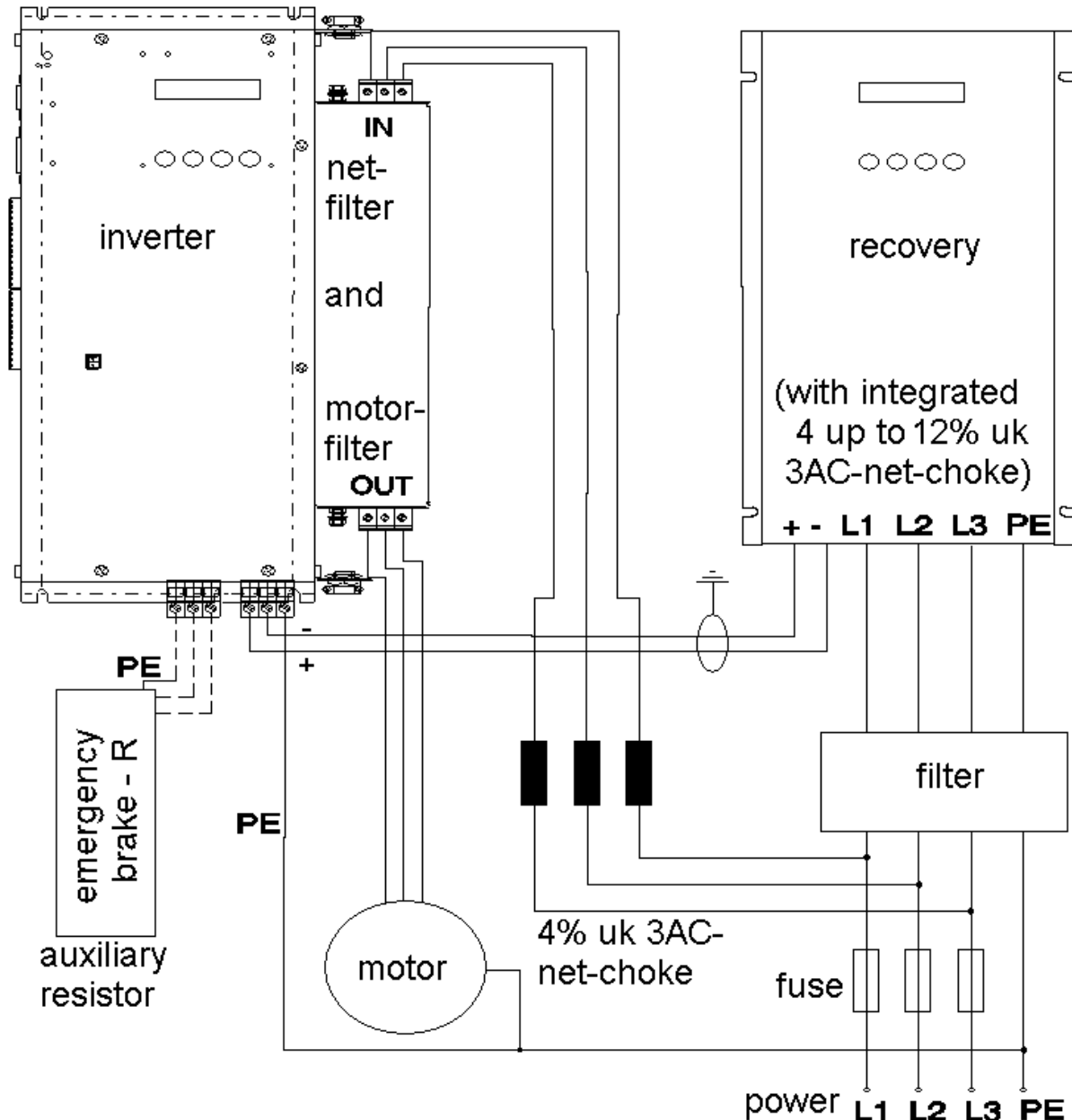
Etwas anders sieht es aus, wenn die Hubleistung nicht 12kW sondern 24kW wäre und die maximale Hubhöhe - statt typisch 20m - auf 40m wächst. Obwohl sich obige Werte hier vorerst nur verdoppeln, kommt noch ein entscheidender Effekt hinzu: Das Problem mit der Abwärme! Schon in sehr alten 'High-Rise'-Anlagen ging es eigentlich weniger um das direkte Sparen von Energie innerhalb des Antriebspakets, sondern um die erhebliche Mehrbelastung für die Klima-Technik im Maschinenraum. Nehmen wir an, dass unser Aufzug mit 2m/s die 40m Höhe zurücklegt, beheizt er den Bremswiderstand etwa 20 Sekunden lang mit durchschnittlich 4kW. Vernachlässigen wir einmal sonstige Abwärme von Frequenzumrichter und Winde, haben wir 24h lang eine 'Zusatzheizung' von 2kW. In unserem Beispiel verdoppelt das etwa die Verlustwärme, welche aus dem Maschinenraum abzuführen ist. Muss also - wegen hohen Außentemperaturen - sogar Zu-Luft abgekühlt werden, kann die Netzrückspeisung - selbst bei einem Einzel-Lift - wirtschaftlich werden.

In der Praxis haben wir es - in der Tat - nur mit 'High-Rise'-Gruppen mit mindestens 2 (typisch aber 4) vernetzten Aufzügen zu tun. Derartige Liftanlagen fahren mindestens 2,5m/s (typisch 4m/s) und haben mehr als 20 Haltestellen je Aufzug. Dabei sorgt eine optimal programmierte Gruppensteuerung dafür, dass die Fahrten so geschickt auf die Anlagen verteilt werden, dass sich motorische und generatorische Richtungen weitgehend ausgleichen können. Für den Wirkungsgrad der Anlagen und die Stabilität im Netz ist es sinnvoll, es zu vermeiden, dass alle Aufzüge in der Gruppe einseitig motorisch bzw. auch generatorisch auf das Netz wirken. Von der Kostenseite bewegen sich derartige Anlagen auch schon in einem Bereich, bei dem der Anteil durch das Netzrückspeisegerät nicht mehr so dominant wird. Im folgenden Beispiel ist die Netzrückspeiseeinheit nur für die generatorische Richtung (und dem zu erwartenden maximalen Rückstrom) ausgelegt.

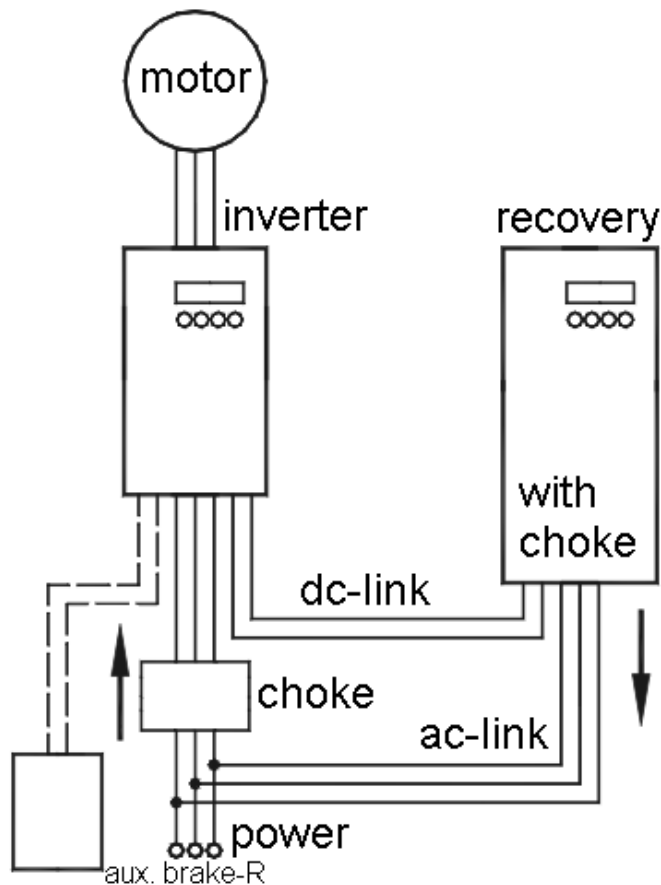
In **Bild 239** ist der Schaltschrank einer 90kW-Aufzugswinde (asynchron-Gearless 4m/s) zu sehen. Die Netzurückspeise-Einheit kann kurzzeitig mindestens 30kW zurückföhren. Nicht im Bild zu sehen ist der zusätzliche Notbrems-Widertstand, der – auch bei Ausfall der Röhkspeisung – den Aufzug noch sicher in die nächste Etage föhrt. Das Notbrems-System wurde nachtröhglich eingebaut, da die Netzverhöltnisse vor Ort an bestimmten Tagen oder Uhrzeiten so schlecht waren, dass die generatorische Energie nicht immer korrekt zuröhkgeföhrt wurde. Der Fahrgast merkt dies i. d. R. nur daran, dass er den Ruf neu geben muss, wenn er urspröhglich in eine weiter entfernte Haltestelle wollte. Das Röhkspeise-System übertnimmt automatisch, wenn die Netzverhöltnisse wieder ok sind.



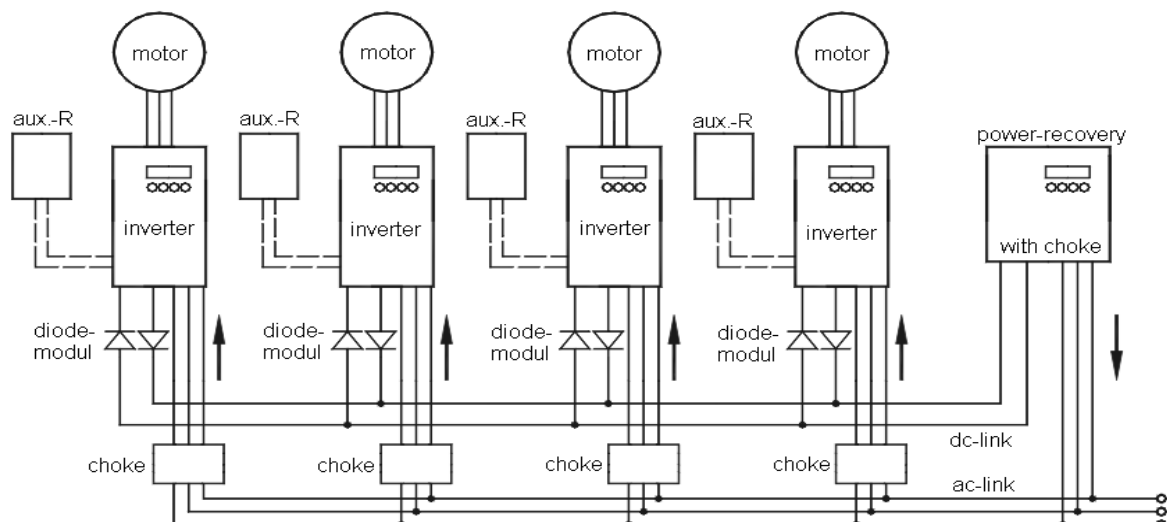
In **Bild 240** ist die typische Schaltung zu erkennen. Wichtig ist die gute Entkopplung von Vorwärts- und Revers-Netzbetrieb im Netz durch entsprechende Drosseln und Filter. Der Frequenzumrichter muss mit '4% uk-Drosseln' von der Rückspeisung getrennt sein. Jene Rückspeiseeinheit hat - im vorliegenden Fall - ebenfalls integrierte Netzdrosseln (je nach Verfahren zwischen 4% und 12% uk). Diese dienen sowohl zur Entkopplung als auch zur Stromglättung. Heutige Netzrückspeisungen arbeiten 'sinusförmig'. Früher war auch ein 'trapezförmiges' Strombild üblich (Thyristor-Umformer). Heute werden moderne IGBT-Brücken verwendet, womit sich auch Vorschriften einhalten lassen, welche sich auf die Oberwellen, Klirrfaktor und EMV-Wirkung beziehen: EN12015, IEEE519, EN61000 usw.!



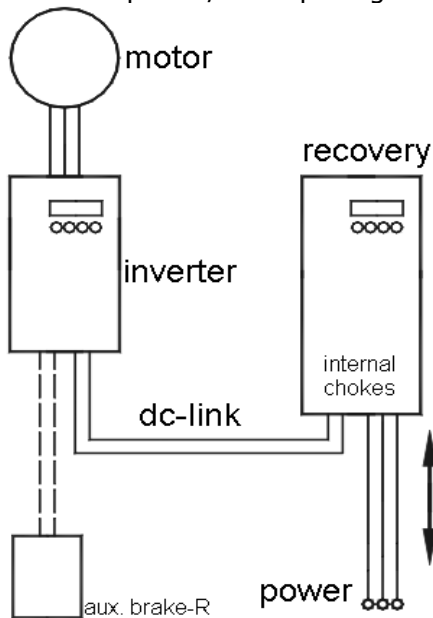
Haben wir es mit einer Gruppe zu tun, ist es u. U. möglich, statt der Einzel-Lift-Lösung (Bild 241 bzw. Bild 243) auch Geräte-Kombinationen zu bilden (Bild 244 bzw. Bild 244). Die Anlage in **Bild 241** entspricht unserem Beispiel aus Bild 239 bzw. Bild 240 und stellt die häufigste Lösung dar. Sie hat den Vorteil, autark und äußerst störunanfällig zu sein. Der ebenfalls eingezeichnete Notbremswiderstand ist in stabilen Netzen nicht notwendig.



**Bild 242** zeigt eine 4-er-Gruppe mit einem gemeinsamen Rückspeisegerät. Die Lösung kann zwar preiswerter sein, bei einem Ausfall der Rückspeiseeinheit sind jedoch alle 4 Aufzüge in ihrer Funktion beeinträchtigt. Die Zwischenkreise sind über Dioden getrennt.



**Bild 243** ist in Aufzugs-Anlagen weniger üblich. Hier arbeitet die Rückspeise-Einheit in beiden Netz-Richtungen. Solche Systeme sind in schweren Hochregal-Bedien-Geräten üblich, bei denen (wie später in Bild 244 noch zu sehen) mehrerer 'Achsen' mit u. U. sehr unterschiedlichen Leistungen zusammenarbeiten müssen. Der Nachteil dabei ist, dass hier das Speise-/Rückspeisegerät für die volle Vorwärtsleistung ausgelegt werden muss.



**Bild 244** zeigt eine Auslegung mit gemeinsamen DC-Bus. Der Nachteil besteht in der Abhängigkeit von dem Speise-/Rückspeisegerät. Ein Vorteil aber ist, dass mit jeder zusätzlichen 'Achse' das System auch wieder günstiger wird, da die Gleichrichter und Eingangsznetzdrosseln und Einzel-Netzfilter entfallen. Der Wirkungsgrad ist ebenfalls sehr hoch, da ein Teil der Energien zwischen den einzelnen Umrichtern ausgeglichen werden.

