

# Energieeffizienz – Nachhaltigkeit bei Aufzügen und deren Betrieb

Aufzüge im Übergang in das 21. Jahrhundert

Friedhelm Meermann, Herbolzheim

Die Behandlung der Energieeffizienz von Aufzügen hat mit der Veröffentlichung der Richtlinie VDI 4707 Blatt 1 im März 2008 zu einer regen Auseinandersetzung in der Aufzugsbranche geführt. Darin werden einheitliche Kriterien für die Beurteilung und Kennzeichnung des Energiebedarfs und -verbrauchs beschrieben. Nachfolgend wird über die weiterführenden Anstöße und Folgen dieser Richtlinie für Aufzüge berichtet und die Erfordernisse und Auswirkungen der Energieeinsparung für Bauherren und Betreiber mit einbezogen. Neben bestehenden Hemmnissen zur Umsetzung werden die Anforderungen an die Konstruktionen und die konstruktiven Optimierung für den energieeffizienten Betrieb aufgezeigt.

Im Jahr 1995 ermöglichte die Aufzugsrichtlinie 95/16/EG neue konstruktive Lösungen für moderne Aufzüge. Getriebe-lose Antriebe waren die Überraschung im Markt. Im Übergang auf das 21. Jahrhundert wurde diese Gearless-Technologie – auf der Basis von Synchronmotoren – Standard. Die Aufstellung im Schacht mit Verzicht auf den Triebwerksraum erfüllt die Wünsche der Architekten und Bauherren nach Raumeinsparung. Nahezu alle gebräuchlichen Einsatzbereiche der Aufzüge bezüglich Tragkraft und Geschwindigkeiten werden abgedeckt. Ergänzend Standard wurden geregelte Steuerungen mit aufzugstauglichen Frequenzumrichtern und Bussystemen. Erste Konzepte und Realisierungen für vorbeugende Instandhaltung wurden angeboten.

Auf das wirtschaftliche Ergebnis eines „geringen Energieverbrauchs beim Betrieb“ wird vor allem bei Aufzugssystemen hingewiesen<sup>1)</sup>. Eine Vergleichbarkeit der Aufzugsangebote ist jedoch mangels vereinbarter Definition und fehlender Transparenz nicht möglich.

Nur unwesentlich beachtet werden bei den Angeboten die gesetzlichen Beschränkungen für die Umlegung der Kosten von Bauherren und Betreibern bei Vermietung von Wohnraum mit – max. 11 %/a bei Modernisierung und – ca. 0,24 DM/m<sup>2</sup> bei Aufwendungen für den Betrieb.

2002 wurden – vorrangig vom Zentrum für Aufzugstechnik in Roßwein und dem dortigen Deutschen Liftinstitut – die Entwicklung von energieeffizienten Aufzügen

sowie die Festlegung von Definitionen zur Vergleichbarkeit angeregt.

## Normative Anstöße – Richtlinie VDI 4707

Bereits ab 2002 verstärkten die von der Europäischen Kommission verabschiedeten Normen die Forderungen nach Energieeffizienz sowohl für Produkte als auch für den Betrieb. Branchenexperten<sup>2)</sup> entwickelten – vorrangig im VDI – Initiativen für ressourceneffizientes Wirtschaften. Von den Forderungen nach Energieeffizienz angestoßen, wurden Aufzugskonstruktionen und -betrieb auch unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit kritisch betrachtet. In der Schweiz wurde im Jahr 2005 für die Energie im Hochbau die Norm SIA 380<sup>3)</sup> gültig. Sie enthält eine beispielhafte Studie zum Stromverbrauch von Aufzügen und deren Einsparpotenziale. Erstmals wurde die Bedeutung des Stand-by-Betriebs für Aufzüge nachgewiesen, und zwar durch Messungen der Fa. Schindler Aufzüge AG in Ebikon, deren Messwerte bis heute anerkannt sind.

Wiederum waren es engagierte Experten der Branche, die unter Berücksichtigung der Ergebnisse dieser SIA-Studie eine Richtlinie für Energieeffizienz<sup>4)</sup> bei Aufzügen erarbeiteten. Ziel war es, mit eindeutigen Definitionen Transparenz und Vergleichbarkeit der Aufzüge bezüglich des Stand-by-Betriebs und des Fahrtbedarfs festzulegen. Anhand von Energieeffizienzklassen sollte der errechnete Nenn-Jahresbedarf nach zwischenzeitlich internationalem Label angegeben und ausgewiesen werden. Diese

normative Arbeit wurde im März 2008 mit Veröffentlichung der Richtlinie VDI 4707 abgeschlossen.

Die Grundgedanken der Energieeffizienz wurden in der Branche national sehr schnell aufgenommen, die Bewertungen darüber hinaus europaweit und nachfolgend weltweit diskutiert. Sie gaben – im Wettbewerb – Konstrukteuren und Herstellern für ihre Entwicklungen neue Anstöße. Fachplaner fühlten sich zur Erstellung von Leistungsverzeichnissen mit nachweisbaren nachhaltigen Konzeptionen aufgefordert. Demgegenüber erfolgte Kritik, vor allem von kleineren und mittelständischen Montage- und Instandhaltungsunterneh-

<sup>1)</sup> Mit deutlichen Hinweisen auf die Einsparung von Energie machte 1995 vor allem Fa. KONE auf sich aufmerksam. Dem folgten weitgehend alle Anbieter von Aufzügen und Komponenten.

<sup>2)</sup> Die Bewertung der Energieeffizienz und nachfolgend die Nachhaltigkeit wurden für die Branche vor allem von Dipl.-Ing. Wilhelm Seiffert, Prof. Horst Patzelt, Ing. Hans M. Jappsen und Friedhelm Meermann angestoßen. Letzterer war Obmann der Richtlinie VDI 4707 Blatt 1.

<sup>3)</sup> SIA 380/4-2006: Elektrische Energie im Hochbau. Schweizerische Norm für das Bauwesen. Ausführlich wird der Elektrizitätsbedarf von Aufzugsanlagen gewürdigt. Die Fa. Schindler Aufzüge in Ebikon lieferte hierzu in einer umfangreichen Messreihe unterschiedlicher Aufzüge und Hersteller die Daten.

<sup>4)</sup> Nachhaltigkeit: Ziel des „nachhaltigen Bauens“ ist, vor allem Qualität in einer umfassenden Perspektive, d. h. im gesamten Bau- und Nutzungsablauf, sicherzustellen. Die Ausweisung erfolgt anhand von vier Hauptfeldern: Ökologie, Ökonomie, Ressourcenverbrauch und Funktionalität.

men. Sie verlangten, den Lebenszyklus der Aufzüge ganzheitlich zu betrachten. Die Faktoren der Nachhaltigkeit sollten die Gewinnung der Materialien, ihre Verarbeitung, die Herstellung sowie die Montage, die Fahrqualität, den Betrieb und die Entsorgung mit einzuschließen.

**Messung der Energieeffizienz**

Der Stromverbrauch eines Aufzugs lässt sich nach einheitlichen Kriterien feststellen. Die Richtlinie VDI 4707 Blatt 1 enthält Definitionen zur energetischen Vergleichbarkeit, die Ausführung der Messungen und die Berechnungen der Energieeffizienz. Dabei wird der Aufzug nach festgelegter Nutzungsklasse eingeteilt. Gemessen werden die Stromverbräuche nach festgelegtem Fahrtzyklus sowie der Stand-by-Verbrauch. Die ermittelten Gesamtwerte für den Fahrtverbrauch und den Stand-by-Betrieb werden mit Referenzwerten der Richtlinie verglichen und daraus die Energieeffizienzklasse des Aufzugs festgestellt.

Die Messungen werden nach dem Hauptschalter für den Kraftstromkreis und nach dem Schalter für den Beleuchtungsstromkreis des Aufzugs durchgeführt. Zum Anbringen der Stromzangen zur Strommessung und den Klemmen zur Spannungsmessung wird die Aufzugsanlage vom Netz getrennt. Für die Messungen kommt vorrangig das Messgerät FLUKE 434 (als Three Phase Power Quality Analyser ausgewiesen) zum Einsatz (Bild 1 und 2).

Das Zertifikat über die Energieeffizienzklasse des Aufzugs nach VDI 4707 Blatt 1 beinhaltet

- die technischen Daten des Aufzugs,
- den jeweiligen Stillstandsbedarf in W,
- den spezifischen Fahrtbedarf in mWh(kg·m) als Energiebedarfsklasse sowie
- den Nenn-Jahresbedarf mit dem Nennwert kWh.

Dies wird mit dem dafür festgelegten Energielabel dokumentiert.

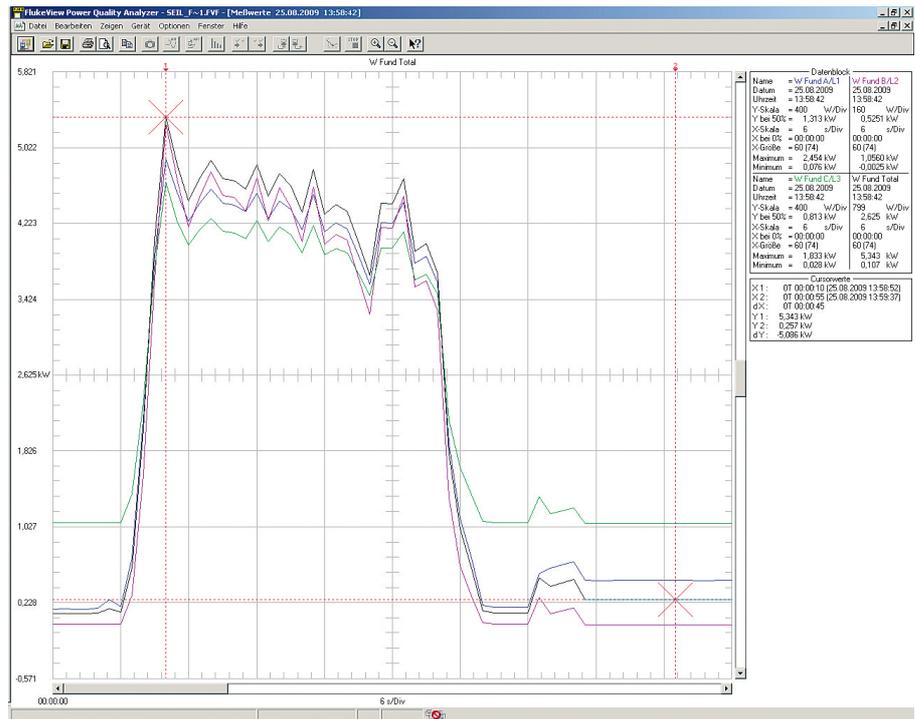
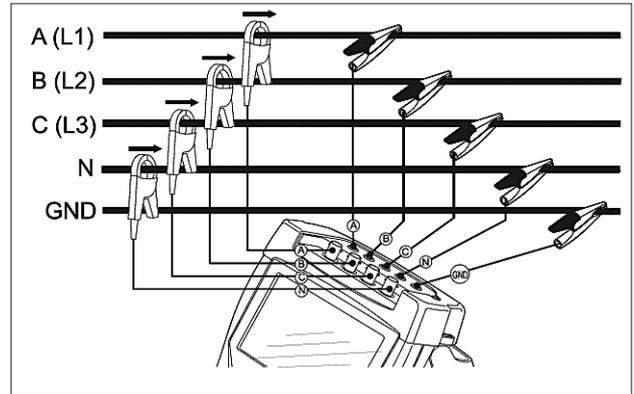
Normativ sind bei der Ausführung der Messungen ergänzend zu beachten

- DIN EN ISO 25745-1: Energieeffizienz von Aufzügen und Fahrsteigen - Teil 1: Energiemessung und Konformität,
- DIN EN 61000: Elektromagnetische Verträglichkeit,
- DIN EN 50160: „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen sowie
- DIN EN ISO 18738: Messung des Fahrkomforts von Aufzügen.

Die Richtlinie VDI 4707 Blatt 1 zeigt zwar die Ermittlung der Daten explizit auf. Pro-

**Bild 1** Spannungsabgriff mit dem Messgerät FLUKE 434.

Messtechnik, angewandt von Systemberatung Ulrich Nees, Eisbergen, in Zusammenarbeit mit der AC GmbH



**Bild 2** Energieeffizienzmessung bei Aufzug 15xxx. Messung der max. Leistung beim Beschleunigen, Messung der Leistung im Stillstand, Verbrauch während der Fahrt nach ISO 4707, Öffnen der Tür in der Haltestelle incl. aller Verbraucher. Durchführung: Systemberatung Ulrich Nees, Eisbergen, in Zusammenarbeit mit der AC GmbH

blematisch für Hersteller und Montagebetriebe ist aber, dass die Wirksamkeit erst nach der Inbetriebnahme ermittelt wird. Zwischenzeitlich gibt es für die Planung Prognosemodule. Doch das Ergebnis der Energieeffizienz und die Ausweisung mit einem Energielabel kann nur individuell und erst nach jeder Aufzugserrichtung, d. h. im Betrieb, ermittelt werden. Faktoren der Planung und Montagequalität dringen zu sehr in das Ergebnis ein, als dass hier ein generelles Zertifikat für eine Baureihe erstellt werden könnte. Hinzu kommen die Anforderungen an das fachtechnische Wissen und die Praxiserfahrung. Beruflich qualifiziertes Fachpersonal ist zur Sicherstellung fehlerfreier Messungen

erforderlich. Nur wenige Experten ermitteln derzeit diese Energieeffizienzwerte.

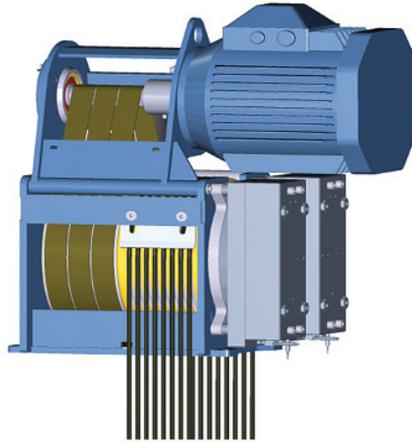
**Impulse für Konstruktionen, Betrieb und Umwelt**

Die Richtlinie VDI 4707 Blatt 1 hat Impulse für neue energieeffiziente Produktentwicklungen gesetzt. Verstärkt werden nunmehr die Nachhaltigkeitsfaktoren<sup>4)</sup> unter dem Gesichtspunkt der Lebenszykluskosten betrachtet. So werden jetzt Aufzugskonstruktionen mit einem neuen „Soll-Zustand“ angestrebt. Dieser schließt den gesamten Lebenszyklus ein. Zusätzlich wird die Wirkungsweise sowohl in der Gebäudetechnik als auch in der Gebäude-

automation bewertet. Die Forderungen der Nachhaltigkeit dringen damit dynamisch in die Branche. Sie erhalten mit den VDI-Richtlinien ihr normatives, aber auch konstruktives Gerüst, da bereits die Richtlinien – VDI 2067 den Definitions- und Bewertungsentwurf der Lebenszykluskosten enthält, was neben Produktkostentransparenz den Bauherrn und Betreibern die voraussehbaren Kosten kalkulieren lässt,

- VDI 6017 die Voraussetzungen für offene Steuerungen beschreibt und
- VDI 3014 Blatt 4 die Datenpunkte und Anschlüsse zur Gebäudeautomation regelt.

Die zwischenzeitlich veröffentlichte Selbsterklärung der nationalen und euro-



**Bild 3** Asynchronmotor von ABB – energieeffiziente dreistufige Baureihe. Bild: LOGOS

Einerseits führt dies im Wettbewerb zu erweiterten Sicherheiten und Angebotspaketen, andererseits zu Kostenminderung bei Steuerungen und Signalisierung.

- Die „funktionale Sicherheit“ wird durch sicherheitsgerichtete elektrische und programmierbare elektronische Steuerungssysteme realisiert. Sie hat unter dem Namen PESSRAL die Aufzugstechnologie erreicht. Sie führt in besonderem Maße durch veränderte Betrachtungsweise – weg von der bisher angewandten Deterministik hin zur Probabilistik – zu eindeutiger Bewertbarkeit der Betriebssicherheit, mehr Energieeffizienz und Nachhaltigkeit (**Bild 5**).

- Die von Großbetreibern geforderte Integration der Aufzugssteuerung in die Gebäudeautomation und deren Betriebszentrale wird realisiert.
- Die drahtlose Übertragung der Energie ist verwirklicht.

- Ferndiagnose und -wartung werden aus technischen und vor allem wirtschaftlichen Gründen obligatorisch.
- Notrufsysteme mit Basis GSM werden mit erhöhter Sicherheit angeboten.

- LED wird für Beleuchtung, Anzeigen und Signalisierung eingesetzt.
- Stufenschaltungen für Steuerungen zur schonenden Stromversorgung der Frequenzumrichter bzw. Drosselung der Betriebsbereitschaft in betriebsarmen Zeiten stehen zur Verfügung.

Dies alles sind Maßnahmen, deren Realisierung weitgehend vom Ruf nach mehr Energieeffizienz und/oder Nachhaltigkeit beeinflusst werden. Die Forderungen nach Energieeffizienz sind von der Industrie sehr schnell aufgenommen worden. Ihre aktuellen Angebote berücksichtigen bereits „nachhaltig“ zu bewertende Konstruktionen – bei erhöhter Sicherheit! Beispielfhaft dafür gelten die Konstruktionen von Systemaufzügen, Bausätze für Neuanlagen und Modernisierungen, vereinfachte Montagen und verringerte Instandhaltung.

Dies alles sind Maßnahmen, deren Realisierung weitgehend vom Ruf nach mehr Energieeffizienz und/oder Nachhaltigkeit beeinflusst werden. Die Forderungen nach Energieeffizienz sind von der Industrie sehr schnell aufgenommen worden. Ihre aktuellen Angebote berücksichtigen bereits „nachhaltig“ zu bewertende Konstruktionen – bei erhöhter Sicherheit! Beispielfhaft dafür gelten die Konstruktionen von Systemaufzügen, Bausätze für Neuanlagen und Modernisierungen, vereinfachte Montagen und verringerte Instandhaltung.



**Bild 4** Moderne Steuerung mit Frequenzumrichter im Kleinformat, mit Bustechnologie und diversen Gebäudeleittechnik-Interfaces; ein TÜV-zertifizierter Notruf mit GSM-Übertragung ist integriert. Bild: NEWLIFT

päischen Fachverbände fördert die Entwicklungen zur Energieeffizienz. Sie wird als ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil beschrieben. Die Folgen sind: Dynamisch, zum Teil geradezu revolutionär, werden neue Komponenten – mehrfach bereits industriell im Einsatz – für Aufzüge entwickelt bzw. effiziente Betriebsweisen ermittelt:

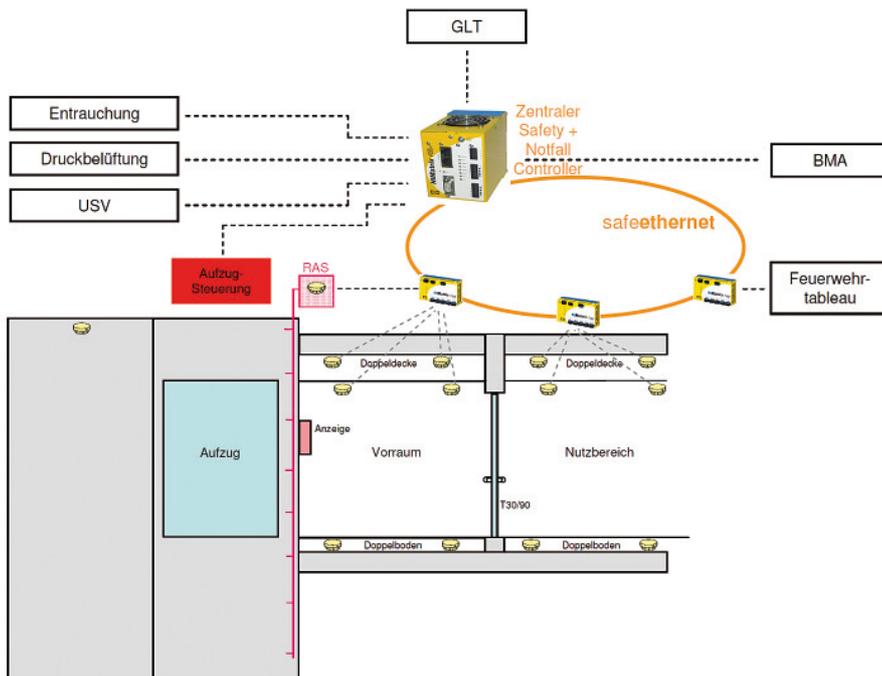
- Zum Synchronantrieb mit seinem aufwendigen Herstellungsprozess, den schwer bestimmbareren Lebenszyklen und den Hemmnissen bei der Instandhaltung wer-

den bereits Alternativen angeboten. Dazu bietet sich die Asynchrontechnologie mit aufzugstauglicher Frequenzregelung mit industrieprobten Produkten an (**Bild 3**). Ressourcensparende Merkmale sind u. a. einfache Montage, kostengünstige Instandhaltung und berechenbare Lebenszyklen.

- Die eingesetzten Bussysteme erhalten Konkurrenz durch die Nutzung des Ethernet oder dem Ersatz durch universell einsetzbare CANopen-Applikationen (**Bild 4**).

## Ökonomisierung für Bauherren und Betreiber

Nicht zu übersehen sind die Chancen für Bauherren und Betreiber, vor allem für den Wohnungsbau und die Vermieter. Sie sind gehalten, wirtschaftlich zu handeln. Die gesetzlichen Vorgaben in Deutschland setzen ihnen einen strengen Rahmen für die Umlegung der Kosten. Für sie bedeuten die Nachfolgeentwicklungen der Energieeffizienz: Die umlegbaren Kosten für die Beschaffung von Neuanlagen oder Modernisierung mit 11%/a können auf derzeitigem



**Bild 5** Sicherheits-SPS + Brandfallsteuerung: Das HIMA-Steuerungssystem kommt bei sicherheitsrelevanten Automatisierungsaufgaben und der Prozessorttechnologie (z. B. Steuerung TWIN) zum Einsatz. Bild: HIMA GmbH

Stand gehalten werden oder sich verringern und für den Betrieb mit derzeit max. 0,19 €/m<sup>2</sup> durch Modifizierung der Betriebsabläufe oder Austausch von Komponenten eingehalten oder ebenfalls gemindert werden.

**Fazit**

Eine Vergleichbarkeit energieeffizienter Aufzüge bei der Beschaffung ist mit Berechnung der Lebenszykluskosten gegeben. Die gesetzlichen Vorgaben für derzeitige Kos-

tenumlagen können eingehalten werden, ggf. ist sogar eine Minderung der Kosten machbar.

Gesellschaftlich und für die Wirtschaft Deutschlands betrachtet, kann eine beträchtliche Menge Energie eingespart und damit ein nicht unwesentlicher Beitrag zur Schonung des Klimas erreicht werden<sup>5)</sup>. Die Aufzugsbranche will für Bauherren und Betreiber mitwirken, die Forderungen zum Einsatz klimaschonender und energiesparender Aufzüge so weit wie möglich

zu unterstützen. Sie sieht sich gezwungen, die konstruktiven und betriebstechnischen Maßnahmen dynamisch zu fördern und zu realisieren. Allein in Deutschland warten jährlich ca. 10 000 Neuanlagen, 12 000 Modernisierungen und mehr als 650 000 Aufzüge im Bestand darauf. Im Zeichen des Klimawandels sind noch schnellere Lösungen erwünscht. TÜ 850

<sup>5)</sup> Der Energieverbrauch von Aufzügen in Gebäuden beträgt ca. 4 bis 8 % des Gesamt-Energieverbrauchs. In Deutschland wird mit einem Einsparvolumen von ca. 4 % des Stromverbrauchs gerechnet. Die mittelfristige Einsparung pro Jahr könnte dabei ca. 412 GWh betragen. Urs Lindegger, Fa. Schindler Aufzüge, berichtete 2007 im Ausschuss VDI 4707 und 2008 beim „European LIFT congress Heilbronn“ u. a.: „Allein für die Schweiz – so eine Hochrechnung – würde sich durch machbare, verbesserte Technik ein Einsparvolumen des Stromverbrauchs der Aufzüge pro Jahr von insgesamt 220 GWh ergeben. Dies entspricht der Jahresleistung des Veraska-Werkes!“ Gerhard Thumm, ThyssenKrupp Aufzüge, berichtet in LiftReport 1/2009 u. a.: „2008 werden weltweit ca. 500 000 neue Aufzüge installiert werden. ... Der weltweite Bestand wird auf 8,5 Mio. geschätzt. Eine Senkung der heutigen Energiekosten bei diesen Anlagen um 25 % würde eine jährliche Einsparung von ca. 5 Terra/Wattstunden bedeuten. Dies entspricht einer Leistung von etwa 3 800 Windkraftanlagen.“



**Friedhelm Meermann**, AC GmbH – Anlagen-Contracting für Fördertechnik, Herbolzheim.