

Internationale Fachzeitschrift für die Technologie  
von Aufzügen und Fahrtreppen  
International Trade Magazine for the technology  
of Elevators and Escalators

● ● ● ● lift  
*report*

Sonderdruck aus 1 | 2013



AUFZUG - SYSTEME + BERATUNG

Anlagen und Qualitätsmanagement

# Praktische Anwendung von Mess- und Prüfsystemen im Aufzugsbau

Ulrich Nees<sup>1)</sup>

**Bevor der Leser mit der Lektüre beginnt, erwartet er sicherlich Antworten auf einige Fragen: In welcher Absicht wurde der Artikel geschrieben und wer soll den Artikel lesen? Die Beantwortung der Fragen ist alles andere als einfach, eine einleuchtende Erwiderung wäre am Ende des Artikels wesentlich einfacher, aber auch gänzlich überflüssig. Wir halten es daher für besser darauf hinzuweisen, was der Artikel nicht sein soll: Kein Fachartikel der Aufzugstechnik, auch keine systematische Einführung in elementare messtechnische Grundlagen aber vor allem keine Lösungsanleitung für Messungen nach ISO 18 738, VDI 4707, VDI 2566 usw.**

Vielmehr war es unsere Absicht, in groben Zügen Möglichkeiten der Qualitätsfeststellung mittels diverser Messsysteme aufzuzeigen. Wir versuchen zu skizzieren, welche Einflüsse die Qualität einer Aufzugsanlage beeinflussen. Daten aus Betriebsanleitungen, Funktionsbeschreibungen und tatsächlich gewonnene Daten aus Messungen werden analysiert und bewertet. Messungen bzw. die gewonnenen Messwerte können sicherlich unterschiedlich interpretiert und analysiert werden. Wir sind uns durchaus bewusst, dass nicht alle Schlussfolgerungen und Lösungsansätze von unseren Lesern geteilt werden. Wir werden aus einem reichhaltigen Fundus von Messungen, Analysen und Bewertungen schöpfen, um die praktische Anwendung von Mess- und Prüfsystemen im Aufzugsbau anschaulich zu machen. Wenn wir Aufzugsanlagen bzw. die Qualität von Aufzugsanlagen beschreiben, dann bewerten wir in der Ausführung und in ihrer Anwendung gleichwertige Aufzugsanlagen. Nur über den Vergleich, von gleichwertigen Komponenten und Aufzugsanlagen können wir eine relativ objektive Beurteilung der Qualität bezogen auf Fahreigenschaften, Energiebedarf, Luft- und Körperschall usw. gewährleisten.

## Mess- und Prüfmittel

Am Markt gibt es eine Reihe von Mess- und Prüfmitteln, die speziell für den

Aufzugsbau entwickelt wurden und wertvolle Dienste leisten. Neben den speziellen Mess- und Prüfmitteln für den Aufzugsbau, müssen wir, um Messungen besser bewerten und interpretieren zu können, auch Mess- und Prüfmittel aus anderen technischen Bereichen einsetzen.

Es werden Systeme verwendet, mit denen parallel Luft- und Körperschall gemessen werden können (nur das macht Sinn), sowie Netzqualität bis Energiebedarf. Des Weiteren sollen Schwingungsanalysatoren den Abnutzungsgrad von Lager und Getriebe feststellen, mittels Thermografie Hotspots an mechanischen und elektrischen Bauteilen erkennen und beurteilen, Veränderung der Seilspannung über die Förderhöhe und der Temperatureingang an Antrieben (Seil- und Hydraulikantrieben) aufgezeigt werden, um mögliche Leistungs- und Qualitätsverluste zu detektieren.

Hinzu kommt die Messung von Umwelteinflüssen, die auf das System Aufzug wirken und nicht zuletzt die Feststellung der Fahrqualität. Die Auflistung ist nur rudimentär und gibt nur einen Teil der von uns eingesetzten Möglichkeiten zur Optimierung von Systemen wieder.

## Anforderung an Mess- und Prüfmittel und deren Auswahl

Die Auswahl der Mess- und Prüfmittel muss sorgsam auf jede Mess- und Prüfaufgabe abgestimmt werden. Nach unserer Erfahrung ist es wichtig, dass Messungen zeitlich parallel ausgeführt werden. Es hat sich in vielen praktischen Anwendungen gezeigt, dass z. B. Luft- und Körperschall parallel zueinander gemessen werden sollten/müssen, damit beide Werte wirklich miteinander in ein Verhältnis gesetzt werden können. Werden bestimmte Messungen nicht parallel durchgeführt, können Ergebnisse nur bedingt zugeordnet werden.

Als Beispiel dient die Entstehung von Körperschall und dem daraus resultierenden Luftschall, der sich vom Aufzugsschacht in eine Wohnung über-

trägt. Die Veränderung der Seilspannung im Seilset über die Förderhöhe und die zeitgleiche Überwachung der Fahrqualität gibt Aufschluss über die Qualität der Tragmittel sowie den Rundlauf von Treibscheibe und Umlenksrollen. Die Auswahl und Funktionalität der Mess- und Prüfmittel entscheidet darüber, ob ein möglicher Fehler erkannt wird und die Optimierung einer Aufzugsanlage erreicht werden kann.

## Auswahl der Mess- und Prüfmittel

Es stehen viele Mess- und Prüfmittel für den Aufzugsbau zur Qualitätsfeststellung zur Verfügung, dabei bilden Messgeräte auf Basis der ISO 18738 (Fahrqualität) die Grundlage. Firma Henning stellt mit dem LiftPc mobile Diagnose ein Mess- und Prüfmittel zur Verfügung, mit dem elektrische, elektromechanische und mechanische Qualitätsbeeinträchtigungen einer Aufzugsanlage sicher erkannt und bewertet werden können. Die Fahrqualität bezogen auf den Einsatzort/Einsatzfall der Aufzugsanlage ist mit entscheidend für den Energiebedarf inkl. der Feststellung von Veränderungen über die Zeit, der Nachhaltigkeit, der Lebensdauer von Komponenten, der Entwicklung von Luft- und Körperschall, dem Verschleiß von Tragmitteln, usw.

Das erste Mess- und Prüfmittel zur Optimierung oder zur Fehlersuche an Aufzugsanlagen ist für uns der LiftPc mobile Diagnose. Auf Basis dieser Messergebnisse wird entschieden, ob und welche Messgeräte zur weiteren Analyse eingesetzt werden. Mit dem LiftPc mobile Diagnose ist es möglich, Änderungen der Taktfrequenz eines Frequenzumrichters zu erkennen, ebenso Veränderungen der Fahrqualität durch das Antriebssystem, defekte oder lockere Schienenhalter, Veränderungen von Komponenten über die Betriebszeit, das Zusammenspiel von Komponenten und der Konstruktion, Qualität der Türrollen, Veränderung der Seilspannung, erste Hinweise, wo

1) Aufzug – Systeme + Beratung

Körperschall erzeugt wird usw. Mit einer zusätzlichen Software (Vibrationsanalyse/Quadrat Cepstrum) für den LiftPc mobile Diagnose sind Messungen und entsprechende Auswertungen auch auf stationären Komponenten wie Antriebe, Lager, Schienenhalterungen, Rollenträger usw. möglich.

An dieser Stelle beenden wir die Aufzählung der Möglichkeiten die dieses System bietet, da sonst der Rahmen des Artikels gesprengt wird.

## Schwingungsanalysator

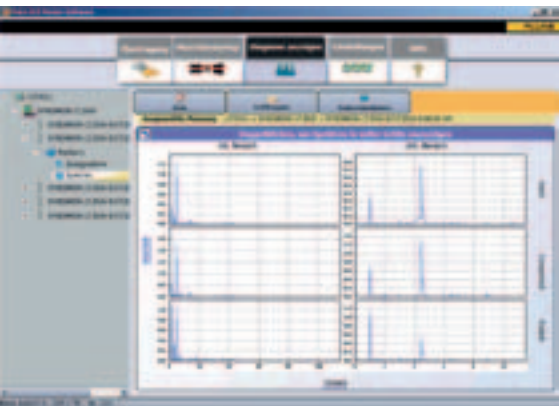


Bild 1: Diagramm Abnutzungsgrad

Zur Feststellung von Maschinenfehlern (Bild 1), bezogen auf die mechanischen Komponenten, arbeiten wir zusätzlich mit einem Schwingungsanalysator, um den Abnutzungsgrad von Maschinenteilen zu ermitteln. Der Vorteil bei diesem System ist eine „vereinfachte“ Darstellung zur Analyse des Abnutzungsgrads von Maschinenteilen. Zur Unterstützung und schnellen Analyse gibt es eine Anzeige in vier Farbabstufungen (grün, gelb, orange und rot), um den Verschleiß zu visualisieren. Die Visualisierung bietet für die vorbeugende Instandhaltung von Antrieben Vorteile, da auch ohne besondere Fachkenntnisse der Zustand eines Antriebes deutlich wird.

## Netzqualität und Energiemessung

Die Netzanalyse und die Energiemessung (Bild 2 bis 4) sind Schwerpunkte



Bild 2: Energiemessung

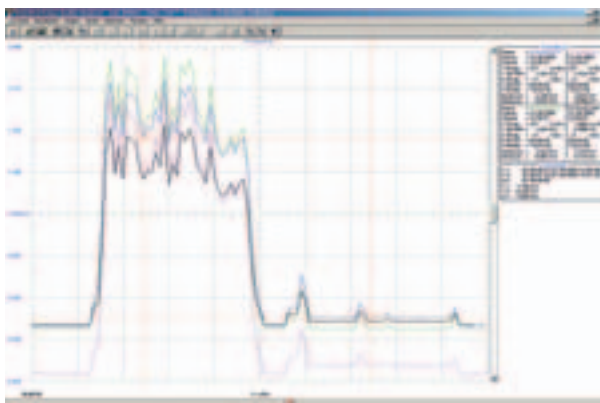


Bild 3: Energiemessung



Bild 4: Fahrqualität

der Messungen in den letzten Monaten. Hier liegt das Augenmerk auf der Veränderung des Energiebedarfes über die Zeit bzw. über die Betriebsstunden der Aufzugsanlage. Die Konstruktion und die Auswahl der Komponenten entscheidet nachhaltig, wie sich der Energiebedarf verändert. Wir konnten feststellen, dass eine Veränderung der Fahrqualität, z.B. durch Verschleiß von Komponenten, den Energiebedarf einer Aufzugsanlage entsprechend verändert. Es gibt eindeutig einen kausalen Zusammenhang zwischen der Veränderung der Fahrqualität und dem Energiebedarf einer Aufzugsanlage.

## Umgebungsbedingungen und Wärmequellen

Die Qualität von Aufzugsanlagen mit oder ohne Triebwerksraum ist u.a. abhängig von den Umweltbedingungen. Mit einem AirMeter können Ursachen ermittelt werden, die der Montagebetrieb nur bedingt beeinflussen kann. Dazu gehören zum Beispiel eine unzureichende Lüftung, direkte Sonneneinstrahlung, eine Nut-

zungsänderung der Aufzugsanlage mit einer entsprechenden Erhöhung der Fahrtenzahl und die dadurch bedingte steigende Wärmeentwicklung der Aufzugsanlage bzw. deren Komponenten.

Mit dem AirMeter kann Temperatur, Luftgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit, CO<sub>2</sub>- und CO-Gehalt gemessen werden. Alle Messwerte können über einen bestimmten Zeitraum (z. B. ein Tag/ eine Woche) aufgezeichnet werden, um mögliche Umwelteinflüsse die sich negativ auf die Lebensdauer der Aufzugsanlage auswirken zu erfassen. Wärme bzw. eine zusätzliche Wärmeabfuhr bedeuten einen höheren Energiebedarf und eine Reduzierung der Leistung.



Bild 5: Messung von Umweltbedingungen

Betreibern von Aufzugsanlagen kann auf Basis der Energiemessung und dem Einfluss der Wärmeentwicklung die Umrüstung auf eine frequenzgeregeltere Hydraulikanlage empfohlen werden.

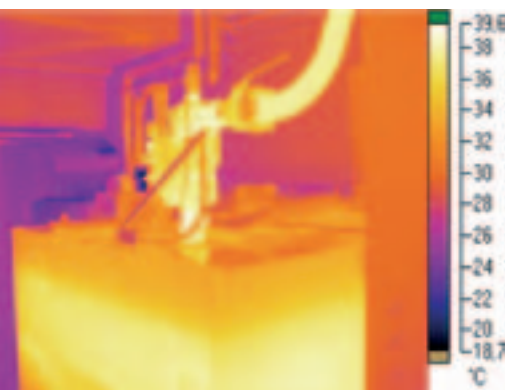


Bild 6: Thermografie-Hydraulik

Hochauflösende Wärmebildkameras finden ihre Anwendungen in allen Bereichen der Instandhaltung und für die Inspektionen zur Vorbeugung eventueller Ausfälle. Um die Möglichkeiten der Thermografie vollständig zu nutzen, werden Wechselobjektive mit unterschiedlichen Brennweiten benötigt, die je nach Größe des Objektes verwendet werden.

Die Thermografie ist ein fester Bestandteil von Mess- und Prüfgeräten um vorbeugend aktiv zu werden, bevor Systemausfälle zu beklagen sind.

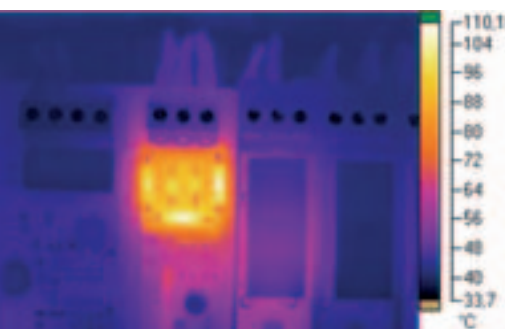


Bild 7: Thermografie elektr. Bauteile



Bild 8: Thermografie Antrieb

## Seilspannung im Seilset

Die Seilspannung im Seilset ist ein wichtiger Faktor in Bezug auf Verschleiß und Fahrqualität. In Kombination aus Messung der Fahrqualität und der Seilspannung können viele Daten gewonnen werden. Die Ergebnisse werden unter folgenden Aspekten beleuchtet: Wie verändert sich die Seilspannung über die Förderhöhe und über die Zeit (Betriebsstunden), wie ist der



Bild 9: Messung der Seilspannung im Seilset

Rundlauf/Maßhaltigkeit der Seilrillen, wie verändert sich die Seilspannung z.B. durch einen konstruktiv notwendigen Schrägzug der Seile, rutschen die Seile über die Treibscheibe, usw.

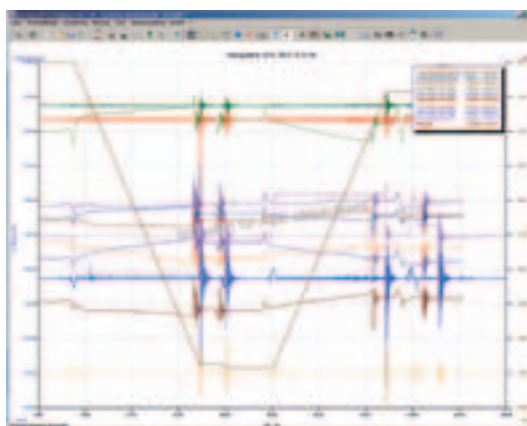


Bild 10: Diagramm der Seilspannungen über die Förderhöhe

## Luft- und Körperschall

Übertragung von Luft- und Körperschall wird durch Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum verstärkt zu einem zentralen Thema für Betreiber und für Mieter oder Eigentümer von Wohn- und Geschäftsräumen.

Die Diagramme zeigen jeweils zwei Fahrten von der obersten Haltestelle zur untersten Haltestelle und zurück. Luft(grün)- und Körperschall(rot) spie-

geln die Fahrten des Fahrkorbes durch den Aufzugsschacht wider.

Diese Beispiele zeigen eindrucksvoll, dass Luft- und Körperschall parallel zueinander gemessen werden müssen, um einen Bezug zwischen Ursache und Wirkung herstellen zu können.

Eine Messung der Fahrqualität mit dem LiftPc mobile Diagnose und eine entsprechende Messung des Energiebedarfes bestätigen die bisherigen Ergebnisse. Auf dieser Basis können Aktionen eingeleitet werden.

## Vorbereitung und Dokumentation

Mess- und Prüfgeräte gewährleisten eine reproduzierbare Datenaufnahme und einen objektiven Vergleich gemessener Daten. Werden Messungen und Prüfungen durchgeführt, müssen die Messpunkte, die Umweltbedingungen, der Aufzugsanlagenzustand und die Anlagendaten dokumentiert werden.

Nur wenn sichergestellt ist, dass unter vergleichbaren Bedingungen Messungen durchgeführt werden, kann eine Vergleichbarkeit der Messergebnisse gewährleistet werden. Alle Messungen, die durchgeführt werden, müssen die gültigen Normen und Richtlinien erfüllen. Aus unserer Erfahrung heraus müssen wir feststellen, dass einige beschriebene Anforderungen gemäß den Normen und Richtlinien nicht immer alltagstauglich sind, bzw. kein wirklich sinnvolles Verfahren darstellen, um damit sach- und fachgerechte Er-



Bild 11: Messung von Luft- und Körperschall in einer Wohnung, die an einen Aufzugsschacht angrenzt

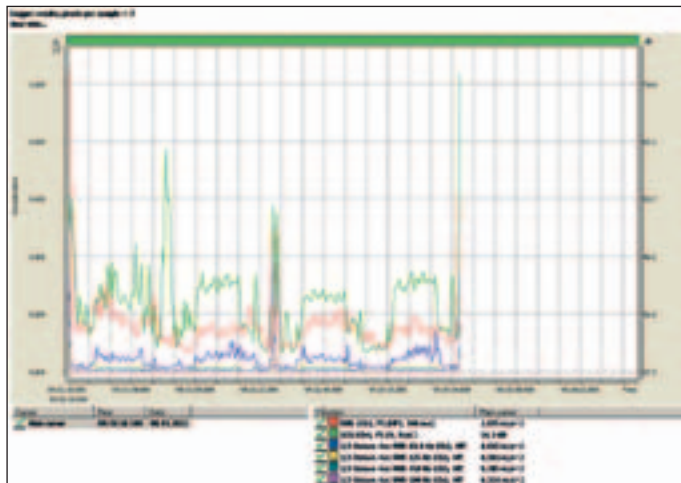


Bild 12: Messungen gemäß VDI 2566 mit den entsprechenden Oktavbandmittelfrequenzen

gebnisse zu erzielen. Bei der Messung des Energiebedarfs stellt sich die Frage, ob drei Messungen pro Sekunde wirklich zielführend sind und das Verfahren insgesamt wirklich repräsentativ ist, in Bezug auf den Jahresenergiebedarf. Auch im Bereich der VDI 2566 Teil 1 und Teil 2 gibt es Punkte, die etwas praxisorientierter ausgeführt werden sollten. Normen und Richtlinien sollten nach unseren Erfahrungen für den Praktiker anwendbar gestaltet werden. Ein Blick in Normen anderer Gewerke die sich mit gleichartigen Problemen beschäftigen, zum Beispiel „Luft- und Körperschall“ oder „Grundlagen der Instandhaltung“ (DIN 31051), könnte sicherlich vieles erleichtern.

Die Umsetzbarkeit von Mess- und Prüfergebnissen muss auf den Montagebetrieb zugeschnitten werden, denn der Montagebetrieb bildet die Schnittstelle zum Kunden/Betreiber und muss diesem bei Bedarf verständliche Analysen vorlegen.

## Durchführung und Anwendung der Mess- und Prüfgeräte

Mess- und Prüfgeräte sind eine feine Sache und helfen bei der objektiven Bewertung von Aufzugsanlagen und bei der Suche von möglichen Fehlern. Sicher ist aber auch, dass wir nur zu fach- und sachgerechten Ergebnissen kommen, wenn die Erfahrung des Praktikers mit in die Bewertung einfließt. Das subjektive Fahrgefühl und die Verfügbarkeit einer Aufzugsanlage ist letztendlich das entscheidende Maß der Dinge für unsere Kunden.

Mess- und Prüfgeräte sehen wir als Hilfsmittel auf dem Weg zu einer Aufzugsanlage an, die eine hohe Verfügbarkeit aufweist, im Zeitraum der Vollunterhaltung wenig Kosten verursacht, zudem liefern die Mess- und Prüfgeräte Argumente für eine Modernisierung oder, bei Bedarf, Anhaltspunkte zur Optimierung und Fehlersuche. Die Durchführung von Messungen zur Feststellung der Anlagenqualität dient also in erster Linie dem Montagebetrieb. Damit Messungen/Messgeräte sinnvoll und zielgerichtet eingesetzt werden können, ist es von Vorteil, wenn der zuständige Monteur eine Fehlerhistorie zur Hand hat, die den Fehler so exakt wie möglich beschreiben kann und die technischen Daten der Aufzugsanlage bzw. Komponenten zur Verfügung stellt. Auf Basis dieser Informationen und der uns vorliegenden Bewertungen und Analysen von vergleichba-

ren Aufzugsanlagen können wir zielgerichtet die entsprechenden Mess- und Prüfgeräte einsetzen. Durch den täglichen Einsatz der vorhandenen Mess- und Prüfgeräte und die Anpassung der Systeme an die Erfordernisse zur Optimierung oder Fehlersuche an einer Aufzugsanlage erfolgt der Einsatz der Mess- und Prüfgeräte zielgerichtet.

## Ursache und Wirkung

Da eine Aufzugsanlage ein komplexes System ist mit direkten und indirekten Störbeeinflussungen, muss als erstes die Ursache eines Problems aufgespürt/ermittelt werden. Aus unserer Erfahrung und hier als Beispiel, muss nicht zwingend der Frequenzumrichter oder der Antrieb der Verursacher einer „mäßigen“ Fahrqualität sein. Probleme mit der Rückführung, nicht fachgerecht aufgelegte Leitungsschirme, klemmende Führung, verschlissene Führungsschuheinlagen oder andere indirekte Störbeeinflussungen können auch Verursacher sein.

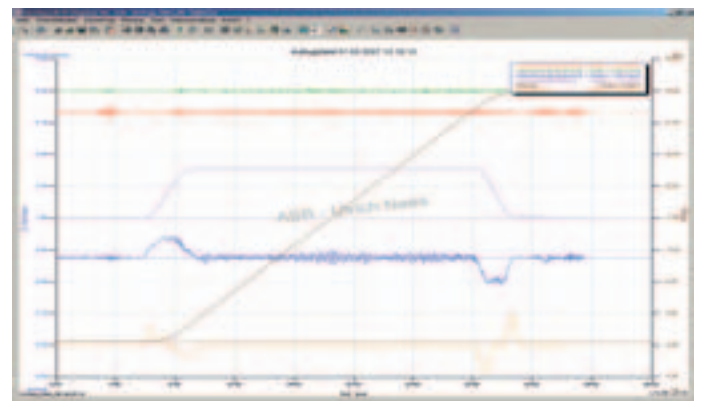


Bild 13: Fahrdiagramm

Bei dieser Messung treten hohe Beschleunigungen in Z-Richtung (Fahrtrichtung) auf. Ursache ist nicht die Führung, der Antrieb, oder der nicht lotrechte Einbau der Führungsschienen, sondern der Frequenzumrichter. Der zielgerichtete Einsatz von Mess- und Prüfgeräten kann die Ursache detektieren.

In Bild 14 werden die gemessenen Werte des Schwingungsanalysators angezeigt. In Bild 15 wird das Diagramm und das Quadrat-Cepstrum des Motorlagers, gemessen mit dem LiftPc mobile Diagnose, dargestellt. Der Schwingungsanalysator zeigt direkt die Beschleunigungswerte in Axial,

| Fehlerbeschreibung: Verschleiß Motorlager |           |            |                      |         |         |
|-------------------------------------------|-----------|------------|----------------------|---------|---------|
| Fehlerschweregrad: Mäßig                  |           |            |                      |         |         |
| Titeltes Maximum                          | Lager     | Achse      | Schwingungsamplitude | Reihenf | Bereich |
| Ztiert. Max.1                             | Position1 | Tangential | 1,97 mm/sec          | 4,44    | Niedrig |
| Ztiert. Max.2                             | Position1 | Axial      | 1,14 mm/sec          | 4,44    | Niedrig |
| Ztiert. Max.3                             | Position1 | Radial     | 0,60 mm/sec          | 4,44    | Niedrig |
| Ztiert. Max.4                             | Position1 | Tangential | 0,37 mm/sec          | 13,5    | Hoch    |
| Ztiert. Max.5                             | Position1 | Axial      | 0,15 mm/sec          | 13,5    | Hoch    |
| Ztiert. Max.6                             | Position1 | Tangential | 0,14 mm/sec          | 8,87    | Niedrig |
| Ztiert. Max.7                             | Position1 | Radial     | 0,12 mm/sec          | 17,7    | Hoch    |
| Ztiert. Max.8                             | Position1 | Radial     | 0,10 mm/sec          | 6,44    | Niedrig |
| Ztiert. Max.9                             | Position1 | Radial     | 0,09 mm/sec          | 13,3    | Hoch    |

Bild 14: Fehlerbeschreibung Motorlager

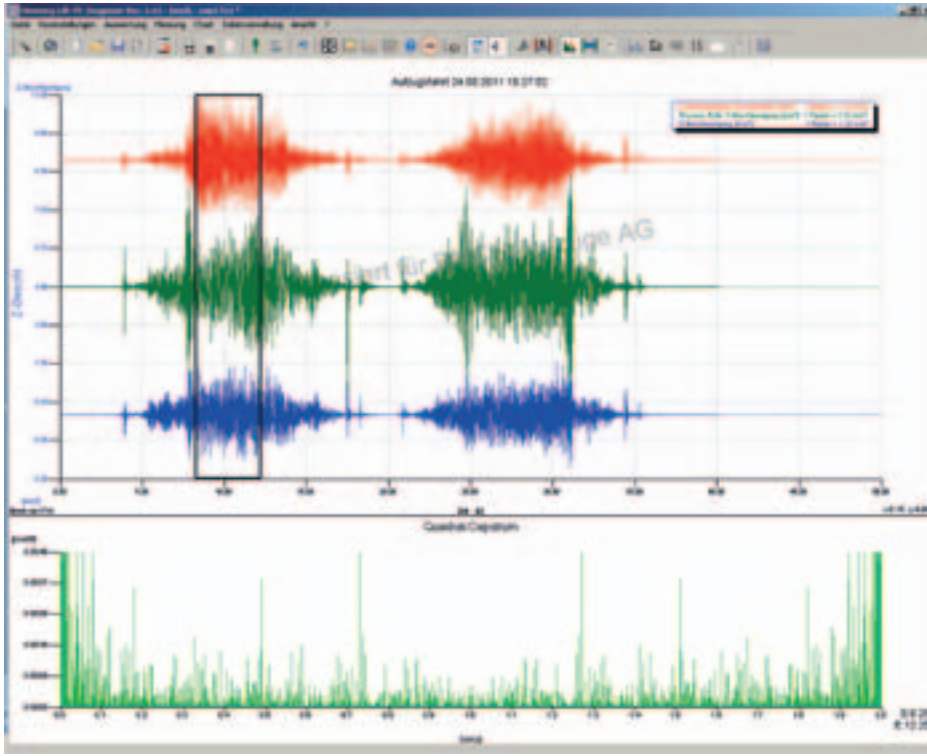


Bild 15: Fehlerbeschreibung Motorlager

Tangential- und Radialrichtung an und bewertet den Abnutzungsgrad. Beide Messgeräte kommen bei der Bewertung von Lager und Achse zu einem vergleichbaren Ergebnis.

### Analyse und Bericht

Die Analyse / Auswertung der Messungen nimmt im Allgemeinen mehr Zeit in Anspruch als die Durchführung der Messungen selbst. Die Analyse / Auswertung der Messergebnisse erfolgt unter zwei Gesichtspunkten: Dem theoretischen Teil mit entsprechenden Messwerten, Berechnungen, Tabellen

und Vergleichen, basierend auf unserer Datenbank, und dem für den Kunden entscheidenden praktischen Teil, mit den Hinweisen für die Umsetzung. Der Umsetzung wird ein breiter Raum eingeräumt, da dies für den Praktiker von wesentlichem Interesse ist. Theoretische Betrachtungen sind eine wichtige Grundlage und es kann trefflich diskutiert werden, ob dieser oder jener Ansatz zusätzlich zu beachten ist. Für den Montagebetrieb zählt jedoch ausschließlich das Ergebnis in der praktischen Umsetzung, mit dem die Aufzugsanlage in einen Zustand versetzt

wird um wirtschaftlichen, technischen und qualitativen Interessen gerecht zu werden. Es zeigt sich immer mehr, dass die Zusammenstellung von Komponenten, unter Berücksichtigung der Anlagekonstruktion, nicht zwingend dem Motto gehorcht, dass teuer die beste technische Lösung ist. Die Messungen in Bezug auf z.B. Luft- und Körperschall in angrenzenden Räumen, zeigt aber auch, dass nicht zwingend der Aufzug die Quelle von Problemen ist. Mangelhafte Schallisolierung von Räumen gegenüber dem Aufzugschacht ist nicht selten die Ursache, dass die Werte für Luft- und Körperschall auf Basis der VDI 2566 Teil 1 und Teil 2 nicht eingehalten werden. So mancher Montagebetrieb investiert viel Zeit und Material ohne das Problem von Ursache und Wirkung wirklich in den Griff zu bekommen. Montagebetriebe die baumustergeprüfte Aufzugsanlagen mit in ihr Programm aufnehmen, erleiden ab und an Schiffbruch. Die beschriebenen Qualitäten der Hersteller solcher Aufzugsanlagen erweisen sich teilweise als etwas „grenzwertig“, was den Montagebetrieb gegenüber seinem Kunden/Betreiber in Erklärungsnot bringt.

Wenn die angestrebte Qualität einer Aufzugsanlage nicht erreicht wird, liegt das Problem nicht unbedingt an dem Montagebetrieb, es gibt auch Ursachen, die ein Montagebetrieb nur bedingt beeinflussen kann. Messungen helfen das Prinzip von Ursache und Wirkung zu entschlüsseln, ohne dass der Aufzugssachverständige auf der Strecke bleibt.

## Practical Use of Instrumentation and Testing Systems in Elevator Engineering

UK

Ulrich Nees<sup>1)</sup>

**As you launch into this article, you will certainly be expecting answers to at least two questions: Why was this piece written and for whom is it intended? The answers are anything but simple. Providing a lucid reply at the end of the article would be far easier, but thoroughly superfluous, as well. That is why it seems better just to point out what this article is not supposed to be: not a technical essay on elevator technology, not a systematic**

**primer on measurements and instrumentation, and above all not a list of techniques for measurements made as per ISO 18738, VDI 4707, VDI 2566, and the like.**

The intention is instead to point out, in broad strokes, options for assessing elevator quality using a variety of measurement systems. We are attempting to sketch out the influences which affect the quality of an elevator. Data from operating instructions and

functional descriptions – and data actually derived from measurements – are analyzed and evaluated. Measurements and/or the measured values thus derived can certainly be interpreted and analyzed in different ways. We are quite aware that not all our readers will share in every respect our conclusions and our approaches to finding solutions. We will draw upon a rich

<sup>1)</sup> Proprietor of an elevator systems and consulting firm

storehouse of measurements, analyses and evaluations in order to illustrate the practical application of instruments and test systems in elevator engineering. When we describe elevators or their quality, then we must always talk about systems that are equivalent in both design and application. Only when comparing equivalent components and elevators can we achieve a relatively objective evaluation of quality – referenced to the travel properties, energy consumption, airborne and structural noise, etc.

## Measurement and examination devices

The market offers a number of measurement and inspection devices developed especially for elevator engineering. They all do great work. In addition to the instrumentation built especially for elevator engineering, we also resort to measurement and inspection devices from other fields of technology in order to better evaluate and interpret measurements.

Systems are used with which airborne and structural sound transmission can be measured simultaneously (and only that makes any sense). Others evaluate energy consumption and the quality of the power grid. In addition, vibration analyzers should be used to determine the degree of wear in bearings and gearing. Thermograms are used to detect and evaluate hot spots at mechanical and electrical components. Also to be recorded and assessed are changes in rope tension along the ascent height and the temperature curves at drives (both traction and hydraulic systems) in order to detect any losses in performance and quality.

All this is augmented by measuring environment influences that will affect the elevator. Finally, one has to evaluate ride quality. This listing is by no means exhaustive and reflects only some of the options we use for system optimization.

## Measurement and inspection equipment requirements and selection

The choice of measurement and inspection equipment has to be aligned carefully with each measurement and inspection assignment. Our experience shows how important it is to carry out

measurements simultaneously. Many practical applications have shown, for instance, that airborne and structural noise should and ought to be measured in parallel so that the two values can in fact be related one to another. If certain measurements are not carried out simultaneously, then there are limitations on the analysis. One example is the generation of structural noise and the resulting airborne noise, which would be transmitted from the elevator hoistway into a residence. Determining the change in rope tension across the ascent height while monitoring ride quality makes it possible to draw conclusions about the quality of the suspension means and smooth running of the drive sheave and diverter pulleys. The selection and features of the measurement equipment will be decisive in regard to whether a potential fault is recognized and whether an elevator can be optimized.

## Choosing the measurement and inspection devices:

There are many devices available for assessing quality in elevator engineering. Instrumentation based on ISO 18738 (ride quality) forms the basis here. The Henning company offers its “LiftPc Mobile Diagnosis” unit. This device reliably detects and evaluates electrical, electromechanical and mechanical factors that degrade elevator quality. The ride quality, referenced to the elevator’s location and use, is one of the decisive factors for energy demand. Also important are detecting changes over the course of time, estimating the durability and the service lives of components, the development of airborne and structural sound, wear at suspension means etc.

We see the LiftPc Mobile Diagnosis unit as being the first choice in measurement equipment used to optimize systems and to troubleshoot elevators. The results it finds form the basis for deciding whether and what instrumentation will be utilized for further analyses. The LiftPc Mobile Diagnosis unit makes it possible to discern changes in the chopping frequency of a frequency inverter. It also detects changes in ride quality caused by the drive system, defective or loose rail brackets, deterioration of components over the course of time, the interplay of components, the design and quality of door rollers, changes in rope tension,

initial clues as to where structural noise is generated, and the like. Additional software (vibration analysis/power cepstrum) available for use with the LiftPc Mobile Diagnosis makes it possible to carry out measurements and the corresponding analyses for stationary components, as well, including drives, bearings, guiderail brackets, sheave mounts and the like.

At this point we are concluding the list of options this system offers, as otherwise this would go beyond the scope of this article.

## Vibration analyzer

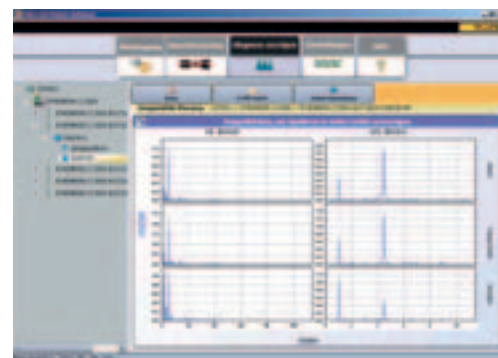


Fig. 1: Charts reflecting the degree of wear

To detect machinery faults (Figure 1) originating at mechanical components we also use a vibration analyzer to assess wear at mechanical components. The advantage of this system is a “simplified” depiction, used to analyze wear at machine components. To facilitate quick analysis, the display uses a four-color scale (green, yellow, orange and red) to visualize wear. This visualization offers advantages for preventive maintenance programs, since the drive’s status is made clear even without any particular technical knowledge.

## Power grid quality and energy consumption

The analysis of the power grid and the measurement of energy consumption (Figures 2 to 4) were the main focus of testing carried out in recent months. Of interest here is the change in energy

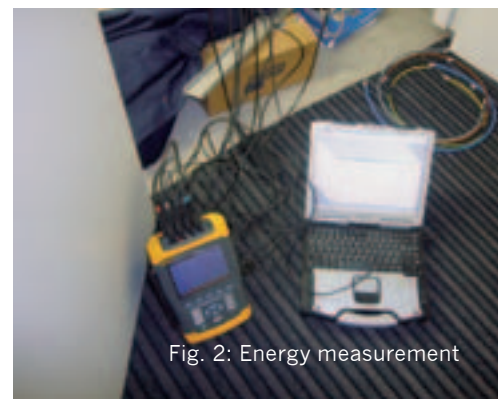


Fig. 2: Energy measurement

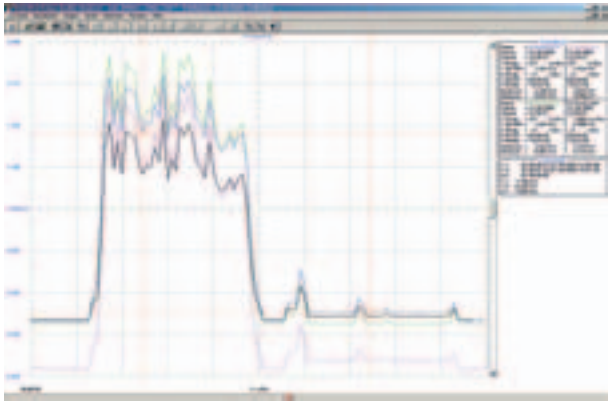


Fig. 3: Energy measurement

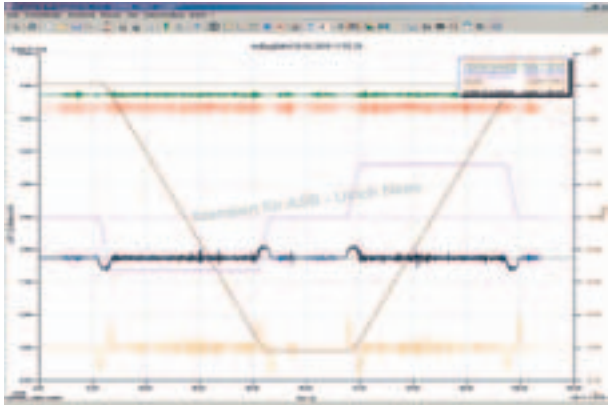


Fig. 4: Ride quality

consumption over the course of time, measured in terms of the elevator's operating hours. Component design and selection have a long-term effect on how energy consumption changes. We were able to determine that a change in the travel quality – caused by component wear, for instance – can alter the amount of energy drawn by an elevator. There is clearly a cause-and-effect relationship between a change in ride quality and the power drawn by the elevator.

### Ambient conditions and heat sources

The quality of an elevator, either with or without a separate machine room, will depend in part on the environmental situation. An AirMeter was used to detect causes which the installer can hardly counteract during installation. Among these are, for instance, insufficient ventilation, the sun's direct rays, a change in the use of the elevator involving a larger number of trips per day, and the ensuing increase in the amount of heat given off by the elevator and its components.

The AirMeter can be used to measure temperature, air velocity, relative humidity, and CO<sub>2</sub> and CO content. All the measured values can be compiled over a certain period of time (e.g. one day or one week) so as to identify environmental factors that could have a negative effect on the elevator's service life. Excess heat and additional heat removal measures imply higher energy requirements and an overall reduction in the elevator's performance.

Using the energy measurements and the influence of thermal emissions as the basis, one can recommend that elevator owners/operators rebuild the elevator using a frequency-controlled hydraulic system.

High-resolution thermographic cameras are used in all kinds of maintenance work and during preventive inspections intended to avert failures. Full utilization of the options offered by thermography requires interchangeable lenses with varying focal lengths. Which lens is used will depend on the size of the subject.

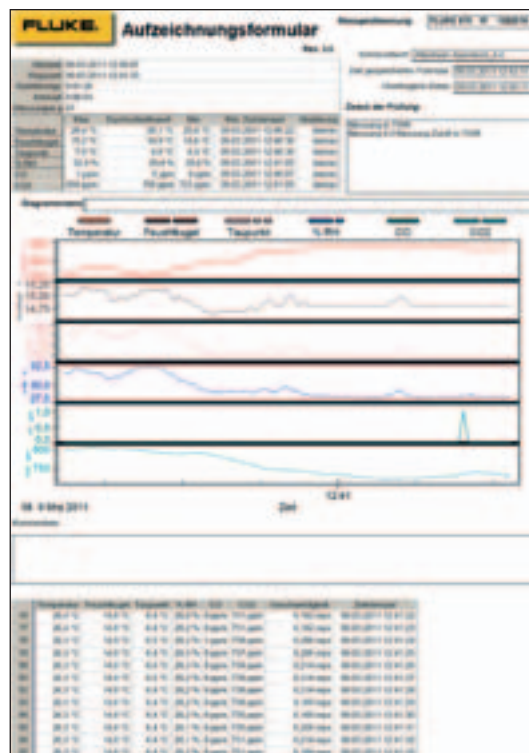


Fig. 5: Measurements of ambient conditions

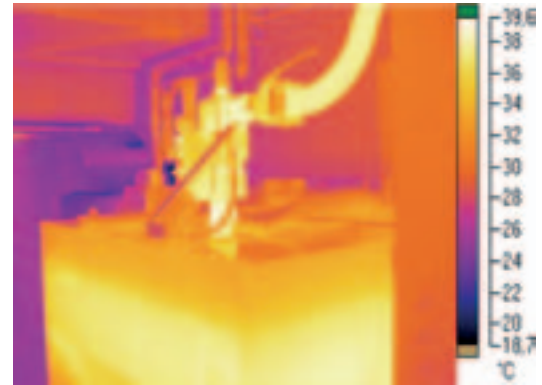


Fig. 6: Thermogram of the hydraulics

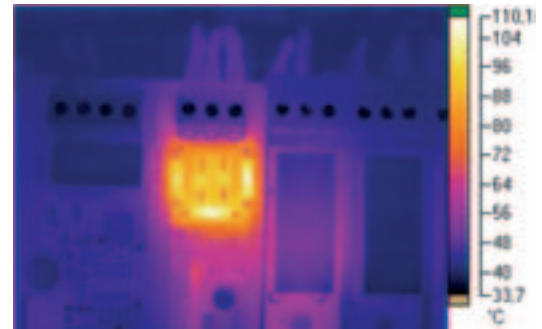


Fig. 7: Thermogram of electrical components



Fig. 8: Thermogram of the drive

Thermography is a permanent utensil in the "toolbox" used for preventive maintenance. The purpose is to determine measures to be undertaken before a system fails.

### Tension in the suspension ropes

Rope tension is an important factor in wear and ride quality. Combinations measuring ride quality and rope tension can generate a vast amount of data. Several aspects must be considered when investigating the results. How does the rope tension change over the ascent height and over time (hours in operation)? Are the rope grooves in the sheaves absolutely concentric with the shaft and are dimensions within specifications? How is the rope tension affected by the rope's fleet angle, dictated by the engineering design? Is there slip between the ropes and the drive sheave? Other questions could also be pursued.



Fig. 9: Measuring the tension in the rope set

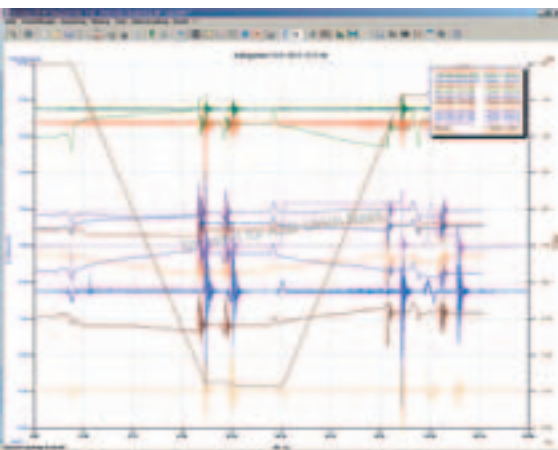


Fig. 10: Chart showing rope tensions along the ascent height

### Airborne and structural noise

Transmission of airborne and structural noise has become a central topic for owner/operators and for renters or owners of residential and business

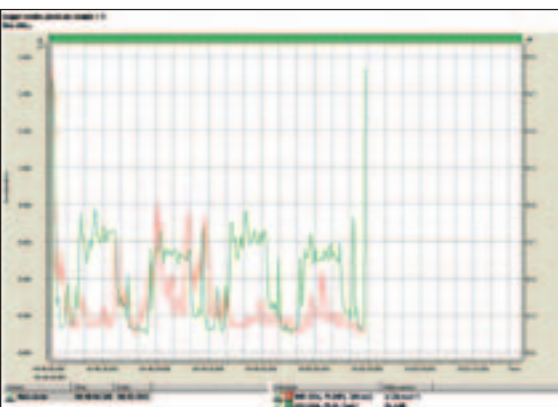


Fig. 11: Measurement of airborne and structural noise in an apartment adjoining an elevator hoistway

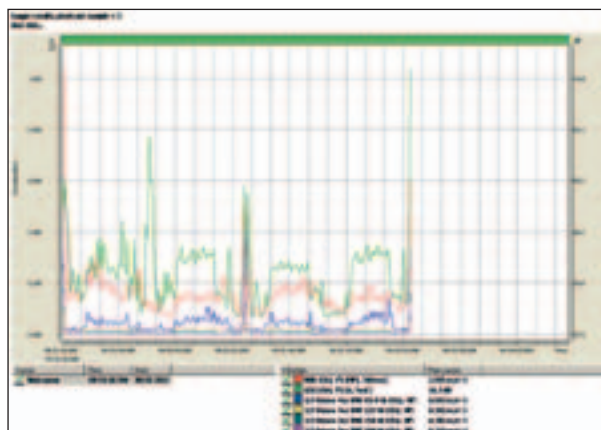


Fig. 12: Measurements as per VDI 2566, with the octave band center frequencies

premises. This results from the increased use of elevators without a separate machine room.

Each chart shows two trips from the uppermost to the lowermost landing and back. The tracings for airborne (green) and structural (red) noise reflect the car's travel through the elevator shaft.

These examples illustrate quite clearly that airborne and structural noise will have to be measured simultaneously in order to be able to form a correlation between cause and effect.

Measuring the ride quality with LiftPc Mobile Diagnosis while assessing energy use confirms previous findings. Corrective measures can be launched on this basis.

### Preparation and documentation

Measurement and inspection instruments ensure reproducible data acquisition and an unbiased comparison of the data measured. Whenever measurements are carried out, it is necessary to document the measurement points, ambient conditions, elevator system status, and system data. Only when measurements have been effected under identical conditions is there any guarantee that the measurement results can be compared. All the measurement procedures will have to be in compliance with applicable standards and regulations. Our experience has shown that some of the expectations put forth in standards and regulations are not always compatible with real-world practice. In some cases they do not describe a process that would really be able to achieve technically correct results. When measuring power consumption, the question that automatically arises is whether three

measurements per second are actually useful and whether the process as a whole is truly representative of annual energy consumption. In VDI 2566, Parts 1 and 2, there are items that could be made somewhat more compatible with the real world. Standards and regulations should, in our experience, be designed so that they can actually be used by the technician in the field. Examining

standards for other trades but which deal with similar problems could certainly bring about a simplification. Here one might use as examples "Airborne and Structural Noise" or "Fundamentals of Maintenance" (DIN 31 051). The degree to which measurement results can actually be implemented will have to be coordinated with the installation contractor, since the installer forms the interface to the customer (or owner) and has to be able to present understandable analyses as required.

### Using the measurement and test instruments

Measurement and inspection devices are fine things and assist in impartial evaluation of elevators and in the search for potential faults. But it is also quite certain that we can arrive at correct results only if the experience of the man in the field is included in the evaluation. The subjective feeling during the ride and the elevator's availability are ultimately the decisive factors for our customers.

We view measurement instrumentation as a tool that helps us build an elevator that satisfies multiple needs. It must be available at all times, generate low costs for the maintenance contractor when under an extended warranty. Instrumentation provides good arguments in favor of modernization and may be required for optimization and troubleshooting purposes. Thus conducting measurements to determine elevator quality primarily serve the installer's interests. To ensure that measurement instruments and the results they produce are used sensibly and to good purpose, it is advantageous for the technician to have a fault log at hand. It must describe the

fault as exactly as possible and include the technical specifications for the elevator and its components. On the basis of this information – and using evaluations and analyses available to us for similar elevators – we can put the measurement instruments to best use.

Cause and effect

Since an elevator is a complex system subject to both direct and indirect sources of disruption, it is first necessary to track down the cause of a problem. Our experience shows – and this is used as an example here – it must not of necessity be the frequency inverter or the drive system that causes lackluster ride quality. Problems with feedback to the frequency inverter, improperly installed shields for electrical cables, misaligned guiderails, worn guide shoe pads, and other indirect disruptive influences can also be the cause.

During this measurement cycle high acceleration values are found along the Z axis (direction of travel). This was caused not by the guiderails, the drive, or out-of-plumb guiderails, but rather by the frequency inverter. Proper use of measurement and test equipment can detect the cause.

Shown in Figure 14 are the values measured by the oscillation analyzer. Figure 15 shows the chart and the power cepstrum of the motor bearing, measured with LiftPc Mobile Diagnosis. The oscillation analyzer shows directly the acceleration values in the axial, tangential and radial directions and estimates the amount of wear. Both measurement instruments arrive at similar results in the evaluation of the bearings and the shafts.

Analysis and reports

The analysis and evaluation of the measurements generally take more time than actually conducting the measurements. Two aspects are considered in the analysis and evaluation of the measurement results. One is more theoretical, with the corresponding measured values, calculations, tables, and comparisons, drawing upon our database. The other is more practical and decisive for the customer, to include notes on implementation. A great deal of time and energy is devoted to implementation, since this is of vital interest to anyone interested in more practical matters. Theoretical observations are an important foundation and it is certainly worth discussing whether another approach has to be considered, as well. But as far as the installation company goes, the only issue is the result in practical implementation, where the elevator satisfies economical, technical and qualitative expectations. It is being seen ever more frequently that the configuration of the components, taking account of the specific elevator design, does not always adhere to the old adage that “expensive is better”. The measurements of airborne and structural noises in adjacent rooms also show that the elevator is not necessarily the source of existing problems. Inadequate acoustic insulation between the rooms and the elevator shaft is not infrequently the reason why airborne and structural noise exceeds the values in VDI Standard 2566, Parts 1 and 2. Some installation companies have invested a lot of time and material without actually getting a handle on the “cause and effect” problem. Even installers that incorporate type-tested elev-

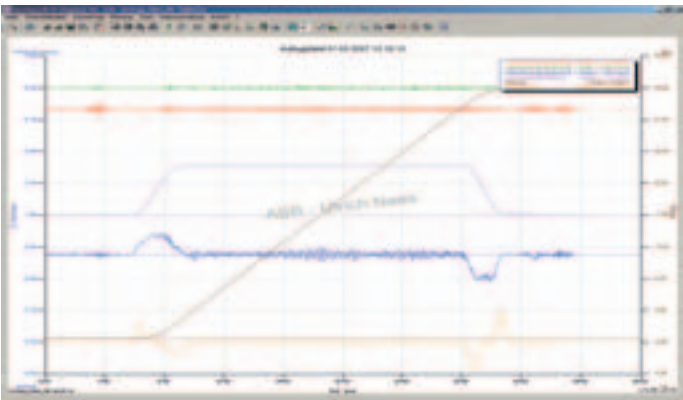


Fig. 13: Travel diagram

ators in their line occasionally suffer a debacle. The qualities – as described by the manufacturers of such elevators – are in some cases somewhat “marginal” and that often leaves installation companies at a loss to explain the situation to the owner or operator.

If the targeted quality of an elevator is not reached, then it is not always the installation company that is at fault. There are also causes which are essentially beyond the influence of the assembler. Measurements help to unravel the tangle of causes and effects – without technical understanding for the elevator falling by the wayside.

Fehlerbeschreibung: Verschleiß Motorlager  
Fehlerschweregrad: Mäßig

| Titelart | Maximum | Lager     | Achse      | Schwingungsamplitude | Relativ | Bereich |
|----------|---------|-----------|------------|----------------------|---------|---------|
| Zittert. | Max.1   | Position1 | Tangential | 1.97 mm/sec          | 4.44    | Niedrig |
| Zittert. | Max.2   | Position1 | Axial      | 1.14 mm/sec          | 4.44    | Niedrig |
| Zittert. | Max.3   | Position1 | Radial     | 0.60 mm/sec          | 4.44    | Niedrig |
| Zittert. | Max.4   | Position1 | Tangential | 0.37 mm/sec          | 13.5    | Hoch    |
| Zittert. | Max.5   | Position1 | Axial      | 0.15 mm/sec          | 13.5    | Hoch    |
| Zittert. | Max.6   | Position1 | Tangential | 0.14 mm/sec          | 8.87    | Niedrig |
| Zittert. | Max.7   | Position1 | Radial     | 0.12 mm/sec          | 17.7    | Hoch    |
| Zittert. | Max.8   | Position1 | Radial     | 0.10 mm/sec          | 6.44    | Niedrig |
| Zittert. | Max.9   | Position1 | Radial     | 0.09 mm/sec          | 13.5    | Hoch    |

Fig. 14: Description of faults in the abrasion of motor bearings

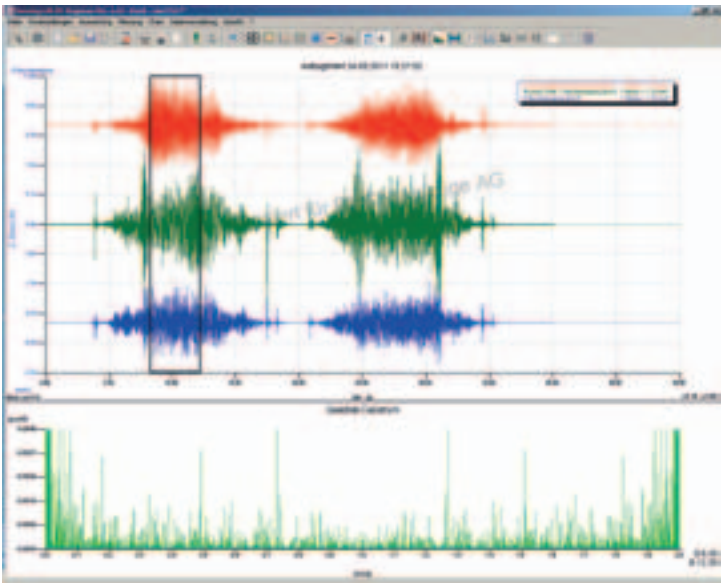
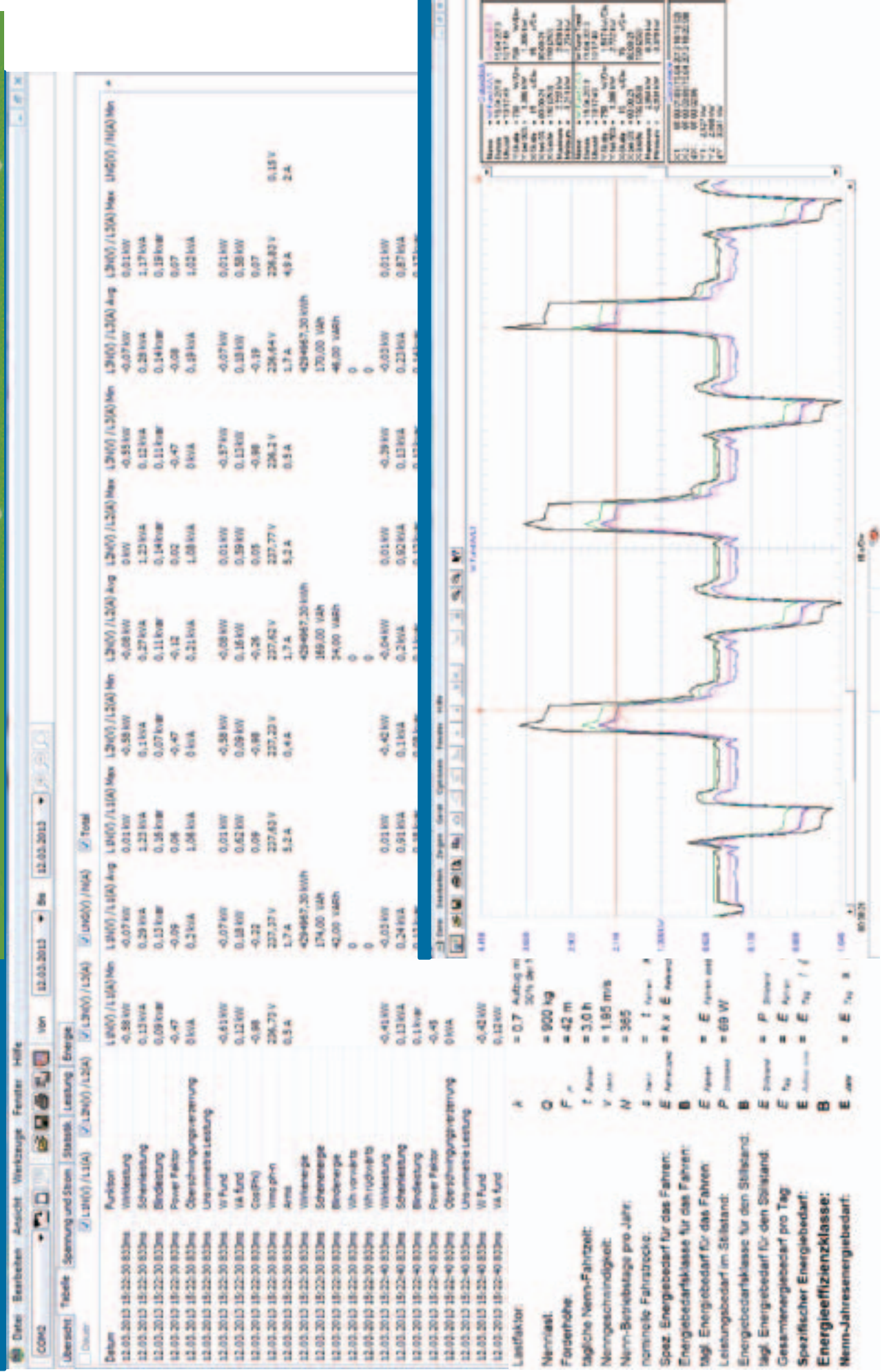
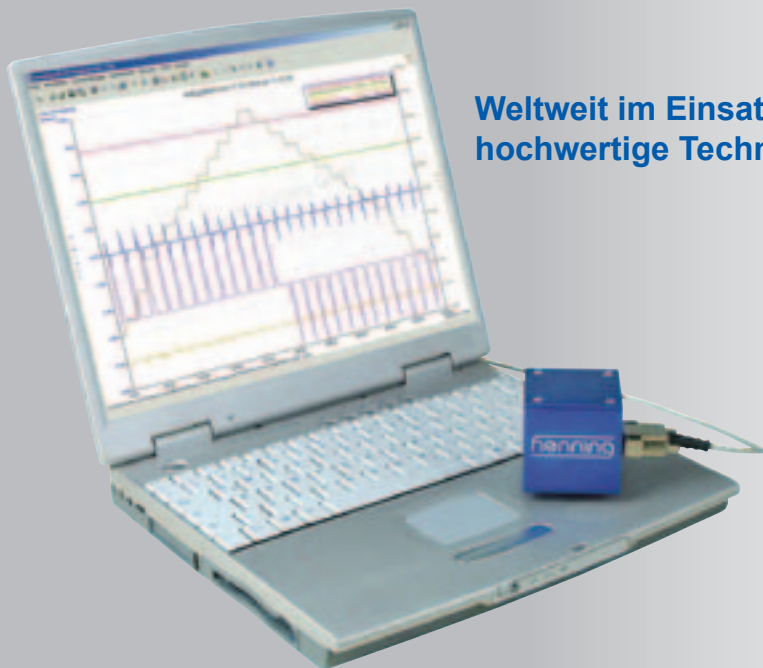


Fig. 15: Description of faults in the motor bearings



# Mobile Diagnose



**Weltweit im Einsatz —  
hochwertige Technologie!**

## Einsatzfelder:

- zur Dokumentation der gelieferten Qualität über Vergleich vorher / nachher
- zur zustandsorientierten Instandhaltung und Wartung
- zur gezielten Reaktion bei auftretenden Mängeln
- zur Vorbereitung von Inbetriebnahmen und TÜV-Abnahmetermenen

## Merkmale zur Messung:

- Beschleunigungs- und Verzögerungsverhalten in allen 3 Achsen
- Stoß- und Rüttelbewegungen am Fahrkorb und an den Führungsschienen
- Erkennen der Türbewegungen

## Vorteile:

- dokumentiert alle wichtigen Fahrqualitäts- und Leistungsdaten
- gibt Auskunft über Unregelmäßigkeiten an Türen, Schienen, Antriebsregelung
- liefert exakte Informationen, an welcher Stelle eine Störung zu lokalisieren ist



## RIDEwatcher



## Das Multimeter für Fahrprofile

- einfache und intuitive Handhabung
- Messung und unmittelbare Auswertung der Fahreigenschaften
- automatische Bewertung der Messergebnisse
- Dokumentationsmöglichkeit durch internen Speicher

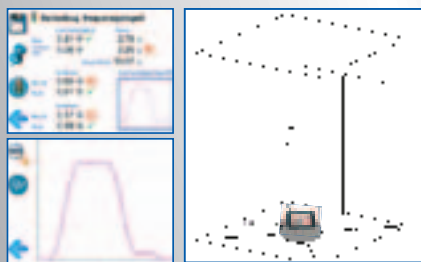
Der **RIDEwatcher** ist ein neuartiges Messgerät mit intuitivem Bedienkonzept zur einfachen und schnellen Messung und Analyse der Aufzugsfahrt.

### Einsatzfelder:

- Dokumentation des Fahrprofils
- Einstellung der korrekten Fahrparameter
- Messung von Beschleunigung, Verzögerung, Ruck und Geschwindigkeit
- Fehlersuche bei auftretenden Mängeln

### Die Vorteile im Überblick:

- ideales Werkzeug zur zeit- und kostensparenden Einstellung von Aufzugsanlagen
- Kontrolle der Fahreigenschaften
- automatische Bewertung der Fahrprofile
- Störungslokalisierung
- intuitives Bedienkonzept
- sofort Ergebnisse ohne zeitaufwendige Einweisungen und Schulungen



# weight watcher

DAS SEILLAST-MESS-SYSTEM

## Mobile Seillastmessung für bis zu 12 Seile/Gurte

- schnelle Gewichtsermittlung von Kabine und Gegengewicht
- zeitsparende Seilspannungseinstellung
- speichert bis zu 100 Messungen als druckbare Dokumentation

Das patentierte Messprinzip der Seillast-Sensoren erlaubt Ihnen neben der Messung des Kabinen- und Gegengewichts auch die Messung der einzelnen Seilspannungen. Die optimale Einstellung der Seilspannung verringert eine Seilabnutzung im Aufzug.

Eine PC-Software ermöglicht die Dokumentation der Gewichtsmessung und Seileinstellung.

