Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 26

Artikel: Von der Anstalt zur Technologie-Institution
Autor: Nideröst, Rémy
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79532

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: 08.08.2025

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

Rémy Nideröst, Dübendorf

Von der Anstalt zur Technologie-Institution

«Der Untersuchungsrichter hat die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) mit der Abklärung der Schadensursache beauftragt.» Dieser Satz steht in manch einem Zeitungsartikel über einen Unglücksfall, der sich in der Schweiz ereignet hat. Seit ihrer Gründung 1880 untersuchte die Empa immer wieder mehr oder minder spektakuläre Schadenfälle. Damit erfüllt sie ihren auch im Leitbild verankerten Auftrag, der Sicherheit von Mensch und Umwelt zu dienen.

Die «Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien», wie die Empa damals hiess, wurde 1880 unter der Leitung von Prof. Ludwig von Tetmajer im Kellergeschoss des Polytechnikums - der heutigen ETH - in Zürich gegründet. Die entscheidende Wichtigkeit einer Materialprüfung und Qualitätskontrolle war also schon früh erkannt worden. Die Untersuchungen erfolgten auf einer Werderschen Universalprüfmaschine (Bild 1), die der Bund im Jahre 1866 angeschafft hatte und die ihren Dienst an der Empa bis Mitte der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts versah.

Eine Bewährungsprobe hatte die junge Anstalt schon 1880 zu bestehen. Es ging um umfassende Qualitätsprüfungen von Bau- und Konstruktionsmaterialien für die Schweizerische Landesausstellung, die 1883 in Zürich stattfand. Die Ergebnisse waren so interessant, dass sie weithin Beachtung fanden. Zu erwähnen sind speziell die neuartigen Untersuchungen an Zement, die zu einer für ihre Zeit sehr fortschrittlichen Normung führten, sowie jene an schweizerischen Bauhölzern.

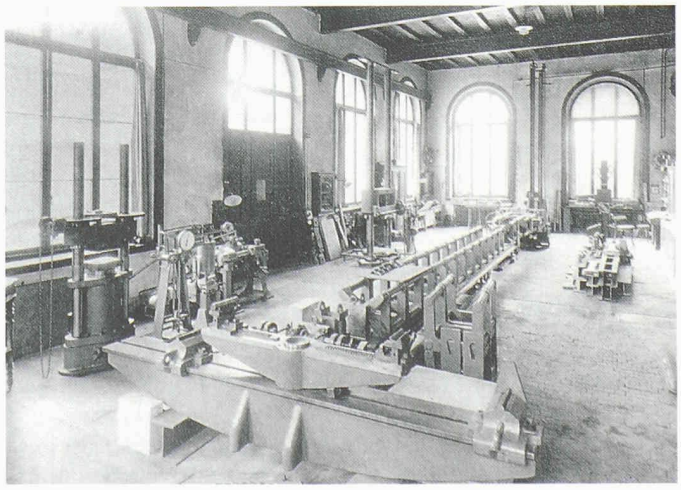
Professor Tetmajer entwickelte komplementär zum Prüfbetrieb eine intensive und erfolgreiche Forschungstätigkeit. Grundlegend waren besonders seine Untersuchungen über die Knickfestigkeit kurzer Stahlstäbe. Dies waren Arbeiten, die ihm beim Ermitteln der Schadenursache der eingestürzten Münchensteiner Eisenbahnbrücke zugute kamen. Diese Brücke war vom berühmten Ingenieur Gustave Eiffel erbaut worden. 1891 kam es in Münchenstein zur grossen Eisenbahnkatastrophe (Bild 2). Ein Zug der Jura-Simplon-Bahn stürzte von der gusseisernen Brücke herab in die Birs, was den Tod von über 70 Menschen zur Folge hatte. Sofort tauchten Fragen nach der Unfallursache auf. Ein selbsternannter «Experte» beeilte sich zu erklären, dass zur Zeit des Brückenbaus die Lokomotiven sehr viel leichter gewesen seien und deshalb Überlastung die Ursache sei. Er forderte entsprechende Schritte zur Vermeidung weiterer Katastrophen. Der offiziell mit der Untersuchung beauftragte Tetmajer dagegen konnte nach kurzer Zeit aufzeigen, dass die bisher zur Ermittlung der Knickspannung von Fachwerkelementen verwendete Eulersche Hyperbel nur im elastischen Bereich des zur Diskussion stehenden Stahls verwendet werden darf. Gedrungene Stäbe im unelastischen Bereich mussten mit der heute nach Tetmajer benannten Geraden bemessen werden. Dieser für das damalige Ingenieurwesen entscheidende Beitrag rückte die Empa erstmals in das weltweite Interesse der Öffentlichkeit und der Ingenieure. Noch heute gehört die Tetmajersche Gleichung zum festen Lehrstoff aller Bau- und Maschineningenieure (Bild 3).

Textilkontrollstelle/Schweizerische Versuchsanstalt St. Gallen

Die Materialprüfung hat in St. Gallen eine sehr lange Geschichte. Bereits im 14. Jahrhundert gab es dort amtlich vereidigte Warenbeschauer, welche die in St. Gallen produzierte Leinwand auf ihre Qualität kontrollierten und in Gruppen einteilten. Mangelhafte Ware wurde zerschnitten und verbrannt. «St. Galler Leinen» wurde zum weithin geschätzten Qualitätsbegriff. Im 18. Jahrhundert kam die Baumwolle hinzu, die später zusammen mit der Stickerei zur Hauptindustrie der Region aufstieg. Aus der 1885 auf privater Basis geschaffenen «Kontrollstelle für Baumwollgarne» entstand 1911 die erweitere «Kontroll- und Versuchsstelle für die Textilindustrie». Ihr wurde etwas später ein chemisch-technisches Laboratorium angegliedert, was die Untersuchungen an Geweben, Ausrüstverfahren und konfektionierten Waren auf eine viel breitere Basis stellte. Es konnten nun auch wegweisende wissenschaftliche Versuche durchgeführt und neue Prüfmethoden entwickelt werden. Als Anerkennung der erfolgreichen Tätigkeit und der zunehmenden Bedeutung über die regionalen Grenzen hinaus erhielt das Institut 1918 das Recht, sich «Schweizerische Versuchsanstalt» zu nennen. Gleichzeitig wurden seine Atteste für die Bundesverwaltung als verbindlich erklärt. Der Arbeitsumfang stieg zwar in der Folge von Jahr zu Jahr, aber durch die Wirtschaftskrise der dreissiger Jahre war die wirtschafliche Lage der zur Finanzierung beitragenden Industrien prekär geworden. Die Bedeutung der Versuchsanstalt war jedoch so gross, dass eine dauerhafte Lösung gefunden werden musste. Im Jahr 1937 übernahm der Bund diese Einrichtung und gliederte sie in die Empa ein.

«Empa» etabliert sich

Die Empa erhielt 1938 die bis vor zehn Jahren gültige Bezeichnung «Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe». Die Kurzform «Empa» war aber schon seit langem



1
Die Werdersche Universalprüfmaschine, heute ein denkwürdiges Museumsstück

zum geläufigen Begriff geworden. Im Krieg waren Industrie, Bauwesen und Gewerbe von der Kontingentierung und Rationierung von Materialien und Werkstoffen aller Art, wie Baustoffen, Metallen, Treib- und Brennstoffen, Textilien, Leder und Waschmitteln, stark betroffen. Die Sparmassnahmen weckten das Interesse an der Erforschung von Ersatzstoffen. Die Folge waren beträchtliche Anforderungen an die Empa bei der Prüfung solcher Stoffe wie auch bei der Beratung und Mitwirkung an deren Entwicklung. In vielen Fällen gelang es, innert nützlicher Frist für die Praxis gangbare und vorteilhafte Lösungen zur Einsparung und zum Ersatz vielfältiger Materialien zu finden. Die Kriegswirtschaft führte zu einem weiteren Arbeitsfeld für das Prüf- und Versuchswesen: Altstoffe, Abfall- und Nebenprodukte mussten intensiv erfasst und technisch wiederverwertbar gemacht werden. Bau- und Werkstoffe mussten auf Schutz und Konservierung untersucht werden.

Angewandte Forschung statt Routineprüfung

Seit 1988 liegt das Schwergewicht der Tätigkeit der Empa nicht mehr auf der Prüftätigkeit. Dies manifestierte sich zuerst in einer Namensänderung. Aus der «Versuchsanstalt» wurde die «Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt». Auf Kosten wenig synergieträchtiger Routineprüfung wurden die Bereiche der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung ausgebaut. Die Druckbehälterprüfung zum Beispiel konnte erfolgreich an eine private Organisation abgetreten werden.

Die Empa wurde auch nach dem Einsturz der Brücke von Münchenstein immer wieder von Gerichten, Firmen und Privatpersonen mit der Abklärung von Schaden- oder Unfallursachen betraut. Die Gerichte verlangen eine neutrale, objektive Untersuchung, auf Grund derer sie ihr Urteil fällen können und aus der hervorgeht, wie der Schaden hätte vermieden werden können. Den Produktherstellern dagegen geht es primär darum, wirtschaftliche Ausfälle und aus der Produktehaftung entstehende Ansprüche durch Kenntnis der Ursachen in Zukunft zu vermeiden.

Wenn nach einem Flugzeugunglück in der Zeitung zu lesen ist: «Laut Untersuchungsbehörden ist der Absturz auf einen Ermüdungsbruch zurückzuführen ...», kann sich wahrscheinlich kaum jemand vorstellen, dass diese Diagnose auf Bruchcharakteristiken beruht, die kleiner als ein hundertstel Millimeter sind. Solche Detektivarbeit ist jedoch nicht nur in der Luftfahrt, sondern auch bei Schadenfällen im Bauwesen, in der Medizinaltechnik und durch

2
Beim Einsturz der vom weltberühmten Gustave Eiffel erbauten Eisenbahnbrücke bei Münchenstein gab es 1891 über siebzig Tote (Copyright Keystone)

Alltagsgegenstände nötig. Da Werkstoffschäden meist mit einem Bruch enden, hat der Wissenschaftszweig der Fraktographie eine grosse Bedeutung bei der Schadenanalyse. Das wichtigste Instrument dazu ist das Rasterelektronenmikroskop.

Meistens sind es jedoch nicht Materialfehler, die zum Schaden führen, sondern eine Verkettung mehrerer unglücklicher Umstände, Konstruktionsfehler oder menschliches Versagen. Einige Beispiele von Unfällen, bei denen die Empa die Untersuchungen durchgeführt hat oder wesentlich daran beteiligt war:

- Absturz einer Caravelle der Swissair bei Dürrenäsch
- Einsturz eines Lehrgerüsts bei der Tössbrücke Wülflingen
- Bersten eines Reaktionsgefässes für Ammoniak mit Schaden von einigen Millionen Franken
- Bersten eines Lagerbehälters für Wasserstoff, Schaden ca. 70 Millionen
- Einsturz verschiedener Futtermittelsilos
- Unfälle von Helikoptern und Flächenflugzeugen
- Seilbahnunfälle Bettmeralp und Saas Fee

Beispiele aus jüngster Zeit waren der Brandfall in der Papierfabrik Tela, bei dem die Empa später Simulationsprüfungen der Atemschutzgeräte im Prüfofen durchgeführt hat oder der Seilbahnunfall auf der Riederalp im Dezember 1996.

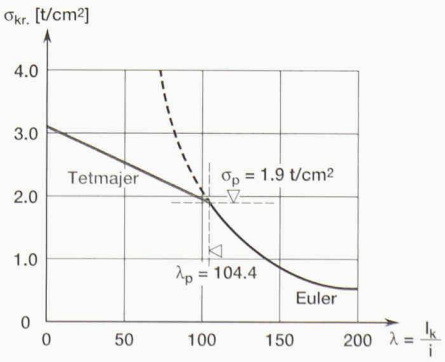
Durch Schaden wird man klug

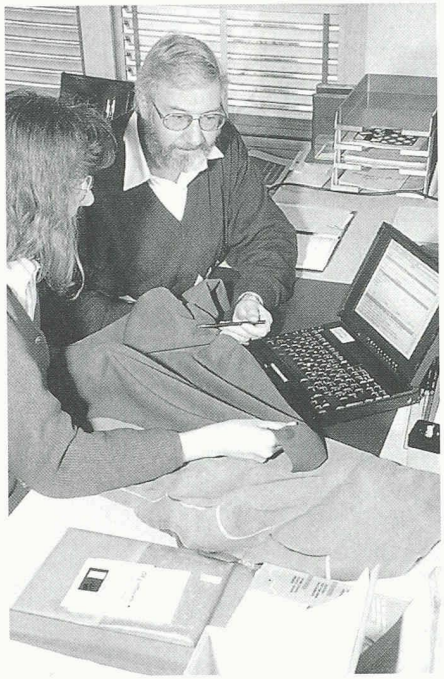
Die Empa nutzt ihr über die Jahre erworbenes multidisziplinäres Wissen zur Abklärung der Schäden auf den verschiedensten Gebieten. Besonders wichtig ist dabei die Erkenntnis, wie ähnliche Schäden vermieden werden könnten. Im folgenden hierzu zwei Beispiele, das erste aus dem Bausektor, das zweite aus dem textilen Bereich:

«Aus Bauschäden lernen» heisst eine Dokumentation, von der mittlerweile 5000 Exemplare verkauft worden sind. Seit 20 Jahren analysiert ein kleines Expertenteam aus Architekten, Ingenieuren und Naturwissenschaftern Bauschäden aller Art und hat so ein beispielloses Fachwissen zusammengetragen.

Bauliche Mängel sind häufig auf das Zusammenwirken ungünstiger Faktoren zurückzuführen: schwierige Ortsverhältnisse, schlechtes Wetter, neue Baustoffe und Konstruktionen. Durch bessere Kenntnis der Risiken könnten viele Schäden vermieden werden. Auch wenn man angeblich aus Schaden klug wird, ist es nicht vertretbar, dass jeder am Bau Beteiligte seinen ganz persönlichen Lernprozess durchmacht. Bauschäden sind aber auch von volkswirtschaftlicher Bedeutung: Die geschätzte Schadensumme in der Schweiz pro Jahr beträgt rund eine Milliarde Franken! Die Empa hat eine Datenbank mit etwa 2500 Expertisen und rund 30 000 Farbdias sowie einer Fülle von Zusatzinformationen aufgebaut. Damit verfügt die Schweiz schon seit Jahren über etwas, was z.B. in Deutschland erst aufgebaut wird, nachdem der Deutsche Bundestag 1989 die Errichtung einer Faktendatenbank zu den

3
Tetmajersche Gleichung





4
Mit der Software TESS lässt sich die Ursache eines textilen Schadenfalls leicht ermitteln. Im Bild berät die Leiterin des Projekts, Susanne Gehring, einen Kunden

Bauschäden forderte. Weil der vertrauliche Charakter der gesammelten Daten einen Zugang für die interessierte Öffentlichkeit verbietet, ist das Bauschadenbuch der Empa entstanden. Es fasst die Erfahrungen zusammen und macht sie in sachlicher und neutraler Form der Allgemeinheit zugänglich. Mit 850 Fotos und Zeichnungen werden Schadenbilder, -ursachen und Mängelbehebungen dokumentiert sowie Empfehlungen zur Schadenverhütung gegeben.

Ebenfalls zum Thema Schadenprävention durch Schadenanalyse gehört das Projekt «TESS», das vor fünf Jahren gestartet wurde (Bild 4). Es sollte ein Expertensystem für textile Schadenfälle praxisgerecht entwickelt und angeboten werden. Die erste Phase umfasste die Suche einer geeigneten Software und die Erstellung eines Prototyps. In der Aufbauphase wurden früher bearbeitete und gelöste Schadenfälle von der Empa und zwölf Partnerfirmen aus der Textilindustrie als Wissensbasis des Expertensystems erfasst. In der Schlussphase wurde die Praxistauglichkeit des Expertensystems getestet und die Markteinführung vorbereitet. Es steht nun der Textilindustrie als nützliches und wichtiges Hilfsmittel für die Bearbeitung von textilen Schäden in Geweben zur Verfügung.

Durch Sicherheitsüberwachung Schäden verhüten

Die regelmässige Überprüfung von sicherheitsrelevanten Teilen an bestehenden Anlagen und Konstruktionen ist eine wichtige Tätigkeit der Empa, die hilft, Schäden zu verhüten. So überprüft sie zum Beispiel im Auftrag des Bundesamts für Verkehr periodisch die Trag- und Zugseile aller konzessionierten Luftseilbahnen der Schweiz. Ein an der Empa entwickeltes Gerät wird dabei über das gesamte Seil geführt und prüft dieses, ohne es zu zerstören (Bild 5). Stellt man fest, dass es ersetzt werden muss, wird das neue Seil vor dem Einbau mittels verschiedener Verfahren an der Empa sorgfältig geprüft, unter anderem zur Ermittlung der Festigkeit, des Verformungsverhaltens und der Zugfestigkeit. Mit einer Zerreissprobe wird zudem die Bruchlast ermittelt. Erst nach Bestehen der Tests erteilt das Bundesamt die Zulassung, und das Seil darf verwendet werden.

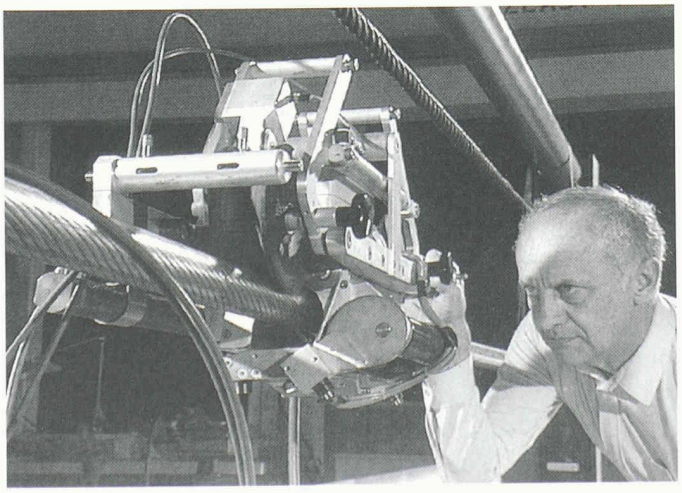
Neben den amtlich angeordneten, periodischen Überwachungen macht die Empa auch Sicherheitsabklärungen an einzelnen Objekten, beispielsweise an bestehenden Bauwerken. Nach dem tragischen Hallenbadunglück von Uster wurden viele Deckenkonstruktionen von Bädern geprüft. In Einzelfällen musste die Empa auf eine Sanierung zur Sicherheit aller Benützer bestehen.

Auch bei der Sanierung von Brücken und Kunstbauten leistet die Empa oft wichtige Vorabklärungen. So ermittelt sie das dynamische (das heisst modale) Verhalten von Brücken mittels der Finite-Elemente-Methode, also durch Berechnungen auf dem Computer, um nachher Empfehlungen zur Sanierung geben zu können. Die experimentelle Modalanalyse kann ferner dazu dienen, die Sicherheit von Brücken zu testen oder um das Verhalten eines Staudamms bei einem Erdbeben abzuschätzen. Auf diesem Gebiet ist die Empa im In- und Ausland führend. Sie untersuchte etwa die Aarebrücke in Aarburg, die Hochgeschwindigkeits-Bahnlinie Madrid-Sevilla, eine Autobahnbrücke in Berlin, die Staumauer Vieux Emosson und die Dala-Brücke bei Leuk.

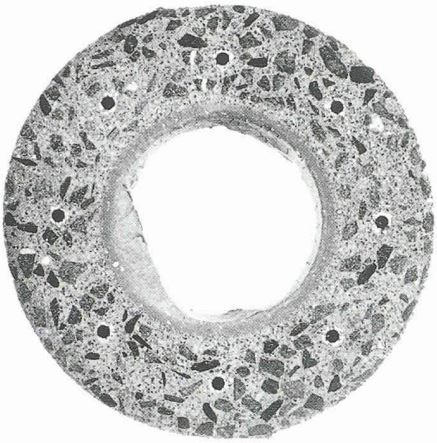
Schadenprävention

Die umfassenden Materialkenntnisse der Empa - teils aus der Prüfung gewonnen - kommen auch der Forschung und Entwicklung zugute. So werden heute moderne Werkstoffe dank Empa-Forschungsprojekten zur Verstärkung bestehender Gebäude eingesetzt. Ein Beispiel hierzu ist die nachträgliche Verstärkung mittels Kohlenstoff-Fasern (CFK). Das aus der Raumfahrt bekannte CFK wird heute oft an Stelle von Stahl zur Sanierung von Brücken und Gebäuden eingesetzt. Diese neuen Anwendungsmöglichkeiten hat die Empa mit eigenen Forschungsarbeiten angeregt, konnte sie doch nachweisen, dass CFK gegenüber Stahl wesentliche Vorteile - so etwa die Korrosionsbeständigkeit - mit sich bringt. Eine Weltpremiere war 1991 die nachträgliche Verstärkung und Sanierung der Ibachbrücke bei Luzern mit drei CFK-Lamellen, die in drei Nächten durch die Empa und eine Baufirma auf der Unterseite der Brücke angebracht wurden. Seither sind mit dieser Technologie in der Schweiz Hunderte von Objekten verstärkt worden. Der Marktdurchbruch ist weltweit gelungen.

CFK wird auch in weiteren Entwicklungen der Empa eingesetzt, etwa bei Starkstrommasten. Diese wurden in der Schweiz bisher entweder aus Stahl oder aus geschleudertem Stahlbeton gefertigt. Der Vorteil von Stahlmasten ist ihr Gewicht; sie sind etwa um die Hälfte leichter als jene aus Stahlbeton. Dies ist insbesondere bei



5
August Haller kontrolliert das von ihm entwickelte Gerät zur Sicherheitskontrolle von Drahtseilen. Es prüft die Seile mittels eines starken Magnetfeldes an Stelle der sonst eingesetzten Röntgenstrahlung



6
Querschnitt eines Starkstrommasts aus geschleudertem Beton. Deutlich zu erkennen die darin verlaufenden CFK-Drähte zur Verstärkung

Montagen in schwer zugänglichen Gebieten von grosser Bedeutung. Der Nachteil von Stahlmasten ist ihre Anfälligkeit auf Korrosion, die routinemässige Unterhaltsarbeiten zur Folge hat. Die Empa und ein industrieller Partner setzten sich zum Ziel, einen speziellen Betonmast unter Einsatz von hochfesten, korrosionsbeständigen, kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffdrähten zu entwickeln (Bild 6). Dadurch sollte sich die Masse gegenüber klassischen Stahlbetonmasten um 45% reduzieren lassen. Das ebenfalls von der Kommission für Innovation und Technologie (KTI) unterstützte Projekt konnte erfolgreich abgeschlossen werden und wird nun vom Industriepartner schrittweise in die Praxis umgesetzt.

Steigende Anforderungen an Werkstücke lassen sich durch spezielle Oberflächenschichten erfüllen. Die Empa entwickelte zusammen mit einem Industriepartner ein Verfahren, Lager und andere stark beanspruchte Teile mit einer diamantartigen Schicht zu versehen, die dank ihrer sehr guten Notlaufeigenschaften bei Ausfall der Schmierung einen teuren Maschinenschaden sowie lange Stillstandzeiten verhindern kann. Das Verfahren wurde 1991 mit dem Preis «Technologiestandort Schweiz» ausgezeichnet.

Auf einem ähnlichen Gebiet setzte das Empa-Projekt «Microlub» neue Standards: Mechanische Luxusuhren sind ein wichtiges Segment in der Schweizer Uhrenindustrie. Bisher musste eine solche Uhr etwa alle fünf Jahre gewartet werden. Diesen Wartungszyklus auf 15 Jahre auszudehnen, war das Ziel der Empa und ihres Industriepartners. Gemeinsam wurde das von der KTI unterstützte Projekt «Microlub» angegangen, um die kritischen Tribosysteme, d.h. die Schmierung von Anker und Ankerrad, entscheidend zu verbessern. Die hochgesteckten Erwartungen wurden erfüllt. Der Erfolg stützt und fördert die dominierende Stellung der Schweizer Uhrenindustrie im Bereich von mechanischen Qualitätsuhren.

Zur Vermeidung von Korrosionsschäden kann eine neuartige Folie gebraucht werden, die an der Empa entwickelt wurde und wasser-, luft- sowie gasdicht ist. Diese Eigenschaften werden durch eine hauchfeine Barriereschicht aus hochvernetztem Kohlenwasserstoff erzielt, die mit Hilfe der Plasmatechnologie auf ein Trägermaterial - beispielsweise auf eine 12 µm dicke, transparente Folie aus umweltfreundlichem PET - aufgebracht wird. Die Folie bleibt dabei flexibel in der Form, transparent, ultradünn, mikrowellentauglich und ökologisch leicht abbaubar. Sie eignet sich somit auch für die Nutzung in der Verpackungsindustrie, der Medizinaltechnik und der Elektronik. Das Projekt wurde mit dem Preis «Technologiestandort Schweiz 98» ausgezeichnet und im April 1998 an der Hannover Messe vorgestellt.

Empa als internationale Technologie-Institution

Die Empa hat den Auftrag, in erster Linie der Sicherheit von Mensch und Umwelt zu dienen. Sie erfüllt so eine wichtige Aufgabe für die Schweiz. Traditionsgemäss pflegt sie jedoch auch enge Kontakte zu ihren europäischen Partnern, die sich heute zum grossen Teil in der EU befinden. Die auf guter gegenseitiger Kenntnis und auf Vertrauen basierende Zusammenarbeit erweist sich für die Schweizer Wirtschaft als ausserordentlich nützlich, braucht es doch in der EU für Produktezertifizierungen im gesetzlich geregelten Bereich die Zustimmung einer in Brüssel benannten Zertifizierungsstelle («notified body»). Die Empa verfügt über die Zusage verschiedener «notified bodies» der EU, Prüfzertifikate der Empa im sogenannten Subcontracting-Verfahren anzuerkennen. Eine Voraussetzung ist allerdings, dass die Empa ihrerseits auf dem betreffenden Gebiet akkreditierte Prüfstelle ist, was sie inzwischen auf 33 Fachgebieten auch ist.

Adresse des Verfassers:
Rémy Nideröst, Empa, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf