

## Editorial

Werte Leser,

Automaten und Automatismen erleichtern uns in vielen Bereichen das alltägliche Leben und nehmen uns teils lästige, teils langweilige Dinge ab.

Kritisch zu betrachten sind aber Situationen, in denen der Computer oder die dadurch verwirklichte Künstliche Intelligenz (KI) Funktionen und Tätigkeiten nicht nur anwenderspezifisch erleichtert, sondern, wenn auch nur kurzzeitig, die Kontrolle soweit übernimmt, dass der Mensch nicht mehr korrigierend eingreifen kann.

Eine solche Situation haben die Piloten der beiden verunglückten Boeing Flugzeuge erfahren müssen, als sie durch den Eingriff einer vermeintlich unterstützenden Software von den eigentlichen Herren der Lage zu einflusslosen Zuschauern degradiert worden sind.

Menschliches Handeln ist unter anderem von Ethik und Intuition geprägt. Beides sind Dinge, die aufgrund ihrer Restsubjektivität keiner noch so weit entwickelten KI nach menschlichem Vorbild gelehrt werden können. Eine KI kann immer nur auf Umstände reagieren, die ihre Algorithmen sie annehmen lassen. Das Antizipieren von Situationen ist der KI nur begrenzt möglich.

Schon allein deshalb ist es für viele Menschen heutzutage noch schwer oder gar nicht vorstellbar, einem vollständig autonom fahrenden Fahrzeug zu vertrauen, d. h. einem, das kein Lenkrad mehr hat und den Menschen auf dem ehemaligen Fahrersitz zum "Beförderungsgut" werden lässt. Wie denken Sie darüber?

*Die Redaktionsleitung*

## Termine

- Jahreshauptversammlung 2020  
17.09.2020 bis 19.09.2020 in Hannover
- Jahresarbeitsstagung 2021  
11.03.2021 bis 13.03.2021 in Hannover

## Inhalt

1. Personalia
2. News
3. Aus den Fachgruppen
4. Aufsätze
  - Auslegung von Betriebsmitteln zum Anschluss von PV-Anlagen  
Dipl.-Ing. Hans-Peter Prang
  - Plastic Gate  
Dipl.-Ing. Freya Landgraf

## 1. Personalia

Auch im vergangenen Halbjahr war der BTE bei der Mitgliedersuche erfolgreich und konnte dabei gleich vier neue Mitglieder gewinnen. BTE Präsident Dipl.-Ing. Erik Thees hat im Rahmen der vergangenen Jahreshauptversammlung in Münster Dipl.-Ing. Freya Landgraf, Dipl.-Ing. Frank Grief, Dipl.-Ing. Matthias Trost und Dr. Rainer Hettich in den Kreis des BTE aufgenommen, nachdem die Kandidaten ihre zweite Prüfung erfolgreich absolviert haben. Die Büroadressen der Neumitglieder finden Sie am Ende der Ausgabe.



Im Bild von links: Erik Thees, Matthias Trost, Freya Landgraf und Dr. Rainer Hettich (nicht im Bild Frank Grief)

## 2. News

### Fachartikel

#### Nutzung von Abwärme zur Erzeugung elektrischer Energie

##### Sind pyroelektrische Kraftwerke eine Energiequelle der Zukunft?

Die effiziente Nutzung der bei verschiedenen technischen Prozessen anfallenden Abwärme, z. B. aus Verbrennungskraftmaschinen, beschäftigt Forschende seit Jahrzehnten; sind die Abwärmeverluste mit bis zu mehr als zwei Drittel der eingesetzten Energie doch beträchtlich. Bei hoher Temperatur der Abwärme ist die Nutzung vergleichsweise einfach, wie bei einem BHKW. Wenn der Temperaturunterschied zur Wärmesenke gering ausfällt, wird die Abwärme heutzutage noch häufig an die Umwelt abgegeben, da eine Nutzung ineffizient ist.

Einen Teil dieser Abwärme könnten sogenannte pyroelektrische Stromgeneratoren zukünftig in wirtschaftlich nutzbare Mengen elektrischer Energie umwandeln. US-Wissenschaftler haben einen Prototypen eines solchen Generators vorgestellt.

Dieser zeichnet sich dadurch aus, dass er bereits bei kleinen Temperaturunterschieden effizient elektrische Energie erzeugt.

Pyroelektrische Materialien werden bereits bei Wärmesensoren von Bewegungsmeldern eingesetzt. Bei Erwärmung des pyroelektrischen Materials werden elektrische Ladungen auf und an der Oberfläche getrennt und eine elektrische Ladungsdifferenz erzeugt. Die Forschenden haben mittels eines Moduls aus einem speziellen Bleititanat einen pyroelektrischen Minigenerator entwickelt, bei dem das Modul mittels einer Heizwendel auf seine Stromerzeugungskapazitäten aus Wärme untersucht werden konnte.

Da die elektrische Energie immer nur bei einer Temperaturerhöhung erzeugt wird, wählte man eine sehr dünne Bleititanatschicht, die innerhalb weniger Millisekunden erwärmt und wieder abgekühlt werden konnte. Diese Schicht wurde in Versuchsreihen bis zu eintausend Mal pro Sekunde auf Temperaturen von bis zu 120°C erwärmt und wieder auf Raumtemperatur abgekühlt. Bei einer Temperaturdifferenz von 56 K und 1.000 Heizzyklen/Sekunde zeigte das Bleititanat seine maximale Leistungsdichte mit 526 W/cm<sup>3</sup>; die größte Energiedichte wurde mit 40 Heizzyklen/s und einer Temperaturerhöhung von 90 K erreicht und betrug fast 1 Joule/cm<sup>3</sup>.

Für die pyroelektrische Stromerzeugung sind also bereits geringe Temperaturdifferenzen ausreichend. Wenngleich die Energiemenge verhältnismäßig gering ist, reicht sie doch für den Betrieb von kleinen Verbrauchern. Damit könnte die Palette thermisch angetriebener Elektrogenatoren erweitert werden. Die bislang eingesetzten thermoelektrischen Module arbeiten mit wesentlich höheren Temperaturunterschieden.

Beide Module können einen Beitrag dazu leisten, den Anteil der Anergie zu verringern und den der Exergie zu erhöhen. Thermoelektrische Module kommen bei hohen Temperaturunterschieden und mit größerer Ausbeute zum Einsatz, hochgetaktete pyroelektrische Generatoren könnten beispielsweise die Abwärme von elektronischen Bauteilen effizient nutzbar machen.

Quelle: „Pyroelectric energy conversion with large energy and power density in relaxor ferroelectric thin films“, Shishir Pandya et al.; *Nature Materials*, DOI: 10.1038/s41563-018-0059-8

### 3. Aus den Fachgruppen

#### FG Bauwesen

#### **Bewertung Reste - Wiederaufbau auf vorhandenen Fundamenten und Sohle nach Zerstörung und Abbruch des Gebäudes oberhalb der Bodenplatte**

Dipl.-Ing. Knud Kersten

Technische Möglichkeiten von Stützsanierungen unter Erhaltung der Fundamente, Auswirkungen

von Laständerungen aufgrund neuer Normung, Bestandsschutz, Beispiele & Diskussion  
Weitergehende Informationen über:

Kersten und Partner - Ing. für Tragwerksplanung  
Tel.: 02150/706430

E-Mail: kersten-partner@statik-kersten.de

#### **Sanierungsverfahren zur Reinigung / Dekontamination von Brandschäden**

(Fachgruppenübergreifender Vortrag zusammen mit der Fachgruppe Naturwissenschaften & Sondergebiete)

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Kaiser

Trocken- und Nassverfahren, Sanierungsverfahren nach Brandschäden an Gebäuden, manuelle Verfahren, maschinelle Sanierung, Trocken- und Feuchtstrahlverfahren, Strahlmittel, Eisverfahren, Geruchsneutralisation, Definition der Zielanforderung, geeignete Methoden, Beispiele & Diskussion  
Weitergehende Informationen über:

Kaiser Sachverständigenbüro

Tel.: 02351/3682010

E-Mail: post@svkaiser.de

#### **Nicht tägliche Praxis - Auswirkungen von Quell- und Schrumpfvorgängen auf Sachsubstanzen sowie mögliche Leistungen durch Versicherer**

Dipl.-Ing. Sebastian Renz

Rissbildungen in einem Produktionsgebäude, Setzungen infolge von Grundwasserabsenkungen, negative Mantelreibung, Sanierungsmöglichkeiten, als Elementar-Schaden versichert? Beispiele & Diskussion

Weitergehende Informationen über:

Renz + Partner mbB Architekten

Tel.: 02241 / 87170

E-Mail: post@svrenz.de

#### **Bestandsschutz (-verlust) vs. behördliche Wiederherstellungsbeschränkungen bei Gebäudeschäden**

Dipl.-Ing. Matthias Gotthardt, Dipl.-Ing. Andreas Raab, Dipl.-Ing. Matthias Wunsch

Grundlagen, Definition, verwaltungstechnischer und baulicher Bestandsschutz, „verfassungsrechtliche Eigentumsgarantie“, Gebäude rechtmäßig errichtet? Was ist passiv und was ist aktiv begünstigt? Auflagen nach Bauantrag, Entfall des Bestandsschutzes, Anpassung nur bei bauantragspflichtigen Wiederaufbauten, Beispiele & Diskussion

Weitergehende Informationen über:

Gotthardt Bausachverständige

Tel.: 05508/97478-0

info@gotthardt-sv.de

Sachverständigenbüro Raab

Tel.: 06071/88871

sv-raab@web.de

Matthias Wunsch Sachverständigenengesellschaft mbH

Tel.: 030/20624504

info@matthiaswunsch.de

## FG Maschinenwesen

### Störlichtbogen

*Dipl.-Ing. (FH) Stefan Götzelmann*

Videopräsentation von Praxisbeispielen verschiedener Störlichtbögen als Diskussionsgrundlage, ob es sich um eine Explosion oder einen Brand im Sinne der AFB oder die Wirkung des elektrischen Stroms handelt.

Weitergehende Informationen über:

Sachverständigenbüro Götzelmann & Dilßner  
Tel.: 030 / 79780532  
E-Mail: goetzelmann@sv-gd.de

### Schäden an Biogasanlagen und BHKW-Aggregaten / Abgrenzung von Brand- und Maschinenschäden

*Dipl.-Ing. Alexander Ohlau (Gast)*

Funktionsweise, verschiedene typische Schadensfälle infolge von Bränden und Maschinenversagen, aktuelle Anforderungen aus der Novellierung der BDEW-Mittelspannungsrichtlinie für Energieerzeugeranlagen im Mittelspannungsnetz, Beispiele & Diskussion

Weitergehende Informationen über:

Sachverständigenbüro Küster  
Tel.: 05136 / 972270  
E-Mail: info@sv-kuester.de

## FG Naturwissenschaften & Sondergebiete

### Desinfektionsmittel bei Schimmelschäden

*Dr. Ilka Toepfer (Gast)*

Bei Sanierungen von Schimmelbefall werden oft Desinfektionsmittel/Biozide eingesetzt. Gesundheitliche Auswirkungen eines Schimmelbefalls auf den Raumnutzer sind vor allem allergische, irritative oder toxische Reaktionen; nur bei immungeschwächten Personen kann es zu einer Infektion (Mykose) kommen. Die reaktiven Bestandteile der Schimmelpilze sind auch nach dem Einsatz von Bioziden wirksam, so dass ein Abtöten des Befalls keinen gesundheitlichen Vorteil bringt. Ferner sind beim Biozideinsatz mögliche Korrosionen an Bauteilen und längere Trocknungszeiten zu beachten.

Daher wird der Einsatz von Bioziden durch die Regelwerke, z. B. Schimmelpilzleitfaden des UBA, DGUV-Information bzw. VdS-Richtlinie 3151, nicht als fachgerechte Sanierung anerkannt. Im Vordergrund stehen der Ausbau der befallenen Materialien und die Beseitigung der Pilzsporen. Nur in Ausnahmen ist ein gezielter Einsatz von Bioziden sinnvoll.

Weitergehende Informationen über:

ABIS - Analytik- und Beratungsinstitut für Innenraumschadstoffe GmbH  
Tel.: 0441 / 55979757  
E-Mail: toepfer@abis-analytik.de

### Cyberangriffe und Cyberversicherungen

*Dipl.-Phys. Dipl.-Sich.-Ing. Rainer Kiefer*

„Cyberrisiken - Ist der BTE bereit?“ Vorstellung

möglicher Risiken, die in der vernetzten digitalen Welt auftreten können und deren Auswirkungen, wie Datenverluste, Datenfälschungen etc. Es gilt, ein Bewusstsein für mögliche Probleme in der digitalen Welt zu schaffen. Das eigene Handeln ist den Risiken anzupassen. Möglicherweise ist eine Versicherung gegen Cyberrisiken sinnvoll. Mögliche Lösungsansätze wurden in der Fachgruppe diskutiert. Einzelne Mitglieder haben bereits Angriffe aus der digitalen Welt erlebt.

Weitergehende Informationen über:

Kiefer. Sachverständigenbüro  
Tel.: 02102 / 8944160  
E-Mail: info@sv-kiefer.de

Brandschäden in Windenergieanlagen

*Dipl.-Ing. Harald Eden (Gast)*

Grundsätze zum Aufbau von Windenergieanlagen mit Vorstellung verschiedener Typen. Darstellung von Schadenbildern und Ursachen sowie des Arbeitsschutzes und der Arbeitsbedingungen bei der Sanierung. Insgesamt kann gesagt werden, dass oftmals als Schadenursachen Schäden im Bereich der Elektrotechnik sowie durch menschliches Versagen vorliegen.

Weitergehende Informationen über:

Sachverständigenbüro Harald Eden  
Tel.: 04463/808533  
E-Mail: info@sv-eden.de

## FG Betriebswirtschaft

Die Mehrheit der Fachgruppe Betriebswirtschaft empfiehlt folgende Auslegung der FBU 2010 zum Thema Abschreibungen: Grundlage für die Ermittlung der ersparten Abschreibung (definiert als ersparter Werteverzehr) ist die Kosten- und Leistungsrechnung. Bei total beschädigten, dem Betrieb dienenden Sachen, wird die bisherige Praxis zur Ermittlung des ersparten Werteverzehrs beibehalten. Basis ist der Neuwert gemäß AFB am Schadentag. Bei teilbeschädigten und nur indirekt vom Sachschaden betroffenen Sachen, sind gebrauchsbedingte (leistungsabhängige) Abschreibungen, im Sinne eines ersparten Werteverzehrs, im Einzelfall zu prüfen und zu bewerten.

## 4. Aufsätze

Die Beiträge geben die Meinung der jeweiligen Autoren wieder und entsprechen nicht zwangsläufig der Auffassung des BTE.

*Dipl.-Ing. Hans-Peter Prang*

*Manfred Kremer*

Tel.: 030 / 8458810

E-Mail: post@prang-berlin.de

### Auslegung von Betriebsmitteln zum Anschluss von PV-Anlagen

Im vorliegenden Fall sollte eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 334 kWp an das öffentliche Netz angeschlossen werden. Zwei kleinere

PV-Anlagen mit insgesamt 37 kWp und sowie ein BHKW mit 265 kW waren bereits über eine MS-Station, welche eigens für diesen Anschlussnehmer auf dessen Hof errichtet wurde, angeschlossen. Um die zukünftige Gesamtleistung von 566 kVA (unter Abzug des Eigenbedarfs) tragen zu können, sollte der vorhandene 400 kVA Trafo gegen einen 630 kVA Trafo gewechselt werden.

Der zuständige Netzbetreiber weigerte sich jedoch über Jahre hinweg, den Umbau und Anschluss vorzunehmen. Seiner Ansicht nach hätte an der Stelle mindestens ein 800 kVA Trafo eingebaut werden müssen, welcher aber nicht in das vorhandene Stationsgebäude gepasst hätte. Deshalb war er auch der Meinung, der Anschlussnehmer hätte auf eigene Kosten die neue PV-Anlage an einem ca. 2 Kilometer entfernten Punkt anschließen lassen müssen, was erhebliche Kosten verursacht hätte.

Die Nichteignung eines 630 kVA Trafos begründete der Netzbetreiber unter Hinweis auf die VDE-AR-N 4105 in der es heißt, „... es ist mit der maximalen Summe der Scheinleistung ... und in der Regel mit dem Belastungsgrad 1 zu rechnen“. Weiterhin verwies der Netzbetreiber auf die DIN VDE 0671-202, in der u.a. die Bemessungsgrenzen von Transformatoren unter Berücksichtigung von Umgebungsbedingungen beschrieben sind.

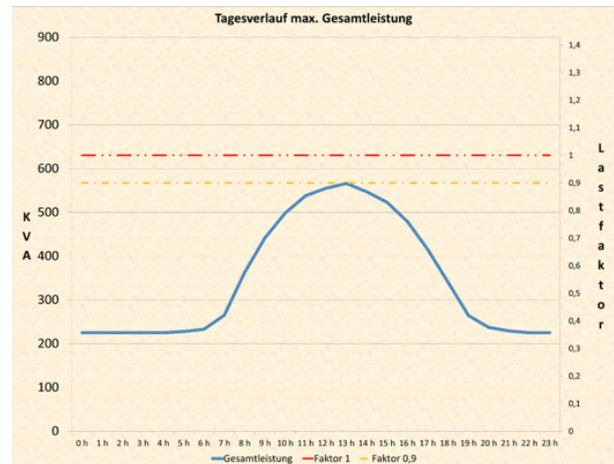
Bei der Anwendung dieser Norm ist den Verantwortlichen jedoch ein gravierender Fehler unterlaufen. Anstatt, wie vorgesehen, die jährliche Durchschnittstemperatur als Umgebungstemperatur anzusetzen wurde ein Wert von 40°C (Maximalwert) zur Ermittlung des Reduktionsfaktors genommen, was letztlich zu einem völlig falschen Ergebnis führte. Demnach hätte ein dort eingesetzter Trafo nur noch mit 50% belastet werden dürfen. Bei Ansatz des richtigen Wertes (8,6 °C) hätte sich eine mögliche Dauerbelastung von 90% ergeben, was im vorliegenden Fall dem sicheren, ganzjährigen Betrieb bereits genügt hätte.

Bedenkt man, dass bei PV-Anlagen die maximale Einspeiseleistung immer nur für eine kurze Zeit erreicht werden kann (siehe Bild 1) und die thermische Trägheit des Trafo-Öls einen raschen Temperaturanstieg verhindert, ist es völlig unverständlich, warum lt. Anwendungsregel mit einem Belastungsgrad von 1 (Dauerlast) gerechnet werden soll. Dieser Forderung kann ich mich aus mehreren Gründen nicht anschließen.

Die Anwendungsregel VDE-AR-N-4105 fasst unter dem Titel „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ Windenergieanlagen, Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen, Wasserkraft- und Photovoltaikanlagen pauschal zusammen, obwohl deren Einspeisecharakteristiken völlig unterschiedlich sind.

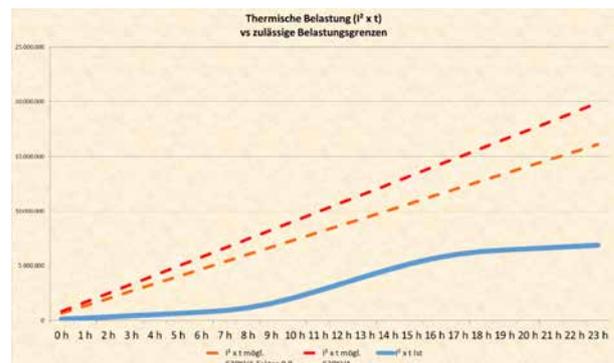
Insbesondere PV-Anlagen haben einen typischen Tageslastgang und können nur zwischen Sonnenauf- und -untergang Energie erzeugen, wobei, je nach

Ausrichtung der Module, nur zur Mittagszeit und bei wolkenfreiem Himmel die maximale Leistung erreicht werden kann.



**Bild 1** Tagesverlauf der max. Gesamtleistung

Hier den Belastungsgrad 1 anzusetzen hieße damit zu rechnen, dass die Sonne 24 Stunden am höchsten Punkt stehen bleiben könnte! Hinzu kommt, dass an heißen Sommertagen, an denen kritische Temperaturen auftreten könnten, sich die Einspeiseleistung reduziert, da der Wirkungsgrad der PV-Module mit steigenden Temperaturen abnimmt.



**Bild 2** Thermische Belastung und Belastungsgrenzen

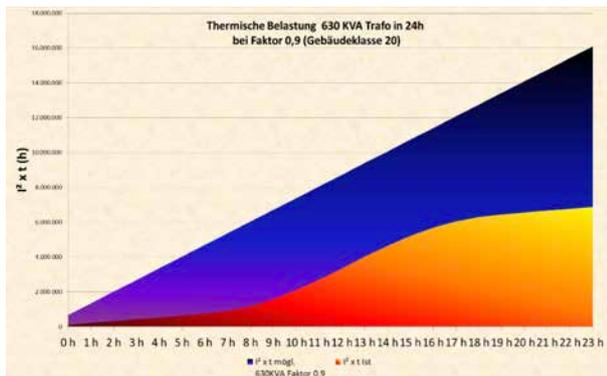
Daher empfiehlt Prof. Dr.-Ing. Jäger in seinem Buch „Duale Netzplanung“ (Springer Vieweg, 2016) bei PV-Anlagen mit einem Belastungsgrad von nur 0,3 zu rechnen: „... dies liegt an der hohen tageszeitlichen Schwankung der eingespeisten Leistung. Außerdem erreichen PV-Anlagen aufgrund ihrer Auslegung ihre installierte Leistung zu fast keinem Zeitpunkt“.

Auf eine ausführliche Schilderung aller Argumente verzichte ich an dieser Stelle, möchte aber noch darauf hinweisen, dass es sich bei der VDE-AR-N 4105 um eine Anwendungsregel und nicht um eine DIN-VDE Norm handelt. Der Herausgeber der Anwendungsregel ist das Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN).

Für den geschilderten Fall hat das beharrliche Verweisen des Netzbetreibers also auf eine von ihm selbst mitinitiierte Anwendungsregel in Verbindung mit der falschen Interpretation einer VDE-Norm zu einem enormen Schaden durch Nichteinspeisung erheblicher Mengen regenerativer Energie und zu

nutzloser Überdimensionierung von Betriebsmitteln und damit zu überhöhten Kosten für den Eigentümer der PV-Anlage geführt.

Inzwischen wurde der Netzbetreiber durch gerichtliches Urteil dazu verpflichtet, einen 630 kVA Trafo einzusetzen und die PV-Anlage anzuschließen. Weiterhin war Schadenersatz für die entgangenen Einspeisevergütungen der letzten Jahre zzgl. Zinsen zu entrichten.



**Bild 3** Thermische Belastung 630 kVA Trafo

Es fällt im beruflichen Alltag häufiger auf, dass Netzbetreiber gerne mit zweierlei Maß messen. Liegen die Kosten auf Seiten der Netzbetreiber, wird mit EVU-Last (Belastungsgrad 0,7) und Gleichzeitigkeitsfaktoren die Auslegung „kleingerechnet“. Liegen die Kosten aber auf Seiten des Anschlussnehmers, werden maximale Anforderungen gestellt.

Es wäre wünschenswert, wenn in Zukunft für beide Seiten gleiche und praxisnahe Anforderungen gelten würden.

Dipl.-Ing. Freya Landgraf  
Tel.: 030/89401503  
E-Mail: hellofox@foxgmbh.com

## Plastic Gate

**Wie es mit differentialdiagnostischer Analyse gelingt, in letzter Minute eine wirtschaftliche Katastrophe abzuwenden.**

Ein Lebensmittelproduzent kauft für seine Abfüllanlage eine Maschine zur Herstellung von PET-Einweg-Verpackungen. Der Maschinenbauer liefert und montiert wie geplant. Die sogenannte Streckblas-Maschine wird in Betrieb genommen, alles geht seinen Gang. Auf den ersten Blick scheint dies eine Alltagssituation in der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie zu sein: Business as usual. Doch nur vier Wochen nach Inbetriebnahme wird der Produktionsalltag durch eine Reklamationsmeldung unterbrochen: Ein Endverbraucher hat sich beschwert, beim Trinken sei ein Plastikstück in seinen Mund gekommen, das er versehentlich verschluckt habe.

Nur zwölf Stunden später bringt der Außendienst des Lebensmittelherstellers zwei weitere von Kunden reklamierte Verpackungen in den Betrieb zurück – auch hier geht es um „Plastikstückchen im Mund“.

Auf den ersten Blick zeigt sich: Teile des Verpackungsgewindes (Schraubverschluss) sind abgebrochen. Die Abbruchstellen haben eine Größe von bis zu 7 mm (**Bild 1** und **Bild 2**). Zwei Stunden später steht die gesamte Anlage still.

Nun startet eine Kettenreaktion: Der Lagerbestand muss umgehend überprüft, die Lebensmittelaufsicht informiert werden. In höchster Eile wird ein Krisenstab einberufen. Es wird analysiert und diskutiert: Wie hoch ist der Krisenfaktor? Die wichtigste Entscheidung lautet nun: Rückruf oder Rücknahme? Ein öffentlicher Rückruf wäre der Super-GAU: Neben den Händlern müssten auch die Endverbraucher informiert werden, der Fall würde schlimmstenfalls in die Medien gespült. Ein stiller Rückruf wird zwar an den Handel kommuniziert, der öffentliche Image-Schaden würde jedoch abgewehrt. Die letzte Alternative wäre eine Rücknahme, doch das Risiko ist zu hoch.



**Bild 1** Abgeschertes Gewindestück > 7 mm



**Bild 2** Beispiel für ein abgeschertes Gewinde

Der Krisenstab entscheidet sich für einen bundesweiten, stillen Rückruf. Die Uhr läuft, jede Sekunde ist kostbar: Großhändler, Einzelhändler und Zwischenhändler müssen informiert werden. Die

Logistiker arbeiten auf Hochtouren. Die Mitglieder des Krisenstabs sind non-stop im Einsatz.

Der stille Rückruf ist bereits eingeleitet, nun geht es um Ursachenforschung. Fieberhaft wird geprüft, schließlich schlägt jede weitere Stillstandsminute mit ca. 28€ zu Buche.

In meiner jahrelangen Berufspraxis sind Situationen wie diese immer wieder vorgekommen. Leicht kochen bei den Betroffenen die Emotionen hoch. Umso wichtiger ist es, sich strikt an ein analytisches Handlungsmuster zu halten. Eigens für solche Fälle habe ich eine spezielle Methode entwickelt: Im Rahmen meiner differentialdiagnostischen Schadensanalyse definiere ich zunächst jeden einzelnen Prozessschritt, der für den Schaden relevant sein könnte. Anschließend erfolgt die Analytik der technologischen Parameter. Anhand einer Ausschlussdiagnose wird dann die Ursache identifiziert.

Gerade bei komplexen Schadenfällen mit technologischem Hintergrund und einer Vielzahl an Einflussfaktoren hat dieses von der Chirurgie inspirierte Verfahren ungemeine Vorteile, zumal es in kürzester Zeit belastbare Ergebnisse liefert.

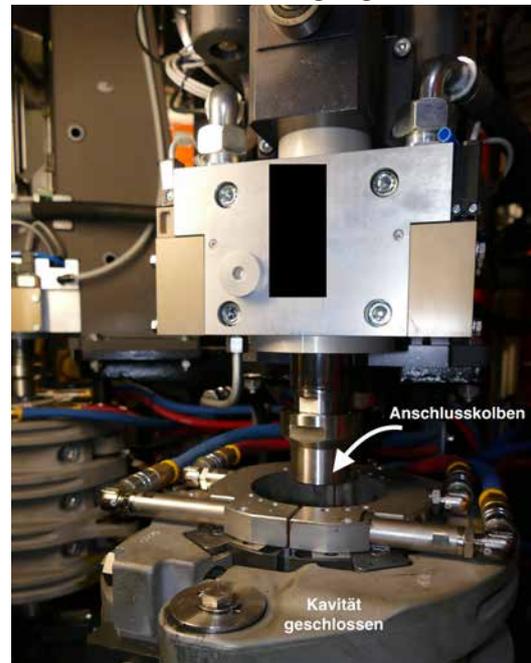
Zuerst wird der Lagerbestand stichprobenartig untersucht. Von 2.500 geprüften Verpackungen zeigen 5% Gewindebeschädigungen. Auffällig ist, dass der Schaden nur bei zwei von insgesamt drei Verpackungsgrößen auftritt. Die drei Verpackungen unterscheiden sich primär durch zwei Faktoren: Zum einen die Nennfüllmengen, zum anderen die damit verbundenen unterschiedlichen Einstellleistungen bei der Herstellung der Verpackung im Streckblas-Verfahren mit der neu erworbenen Streckblas-Maschine. Da nur zwei der drei Verpackungsformen betroffen sind, ist nun klar, dass es sich um einen systemischen Fehler handeln muss. Hätte es sich um eine Schädigung der Vorformlinge gehandelt, wären bei allen drei Verpackungsformen Probleme festgestellt worden. Zur Sicherheit wurden die Vorformlinge (Prefroms) im Lager ebenfalls einer Stichprobenkontrolle unterzogen – ohne Befund.

Die Streckblas-Maschine muss inspiziert werden. Der Maschinenhersteller hat einen Techniker geschickt, gemeinsam begeben wir uns auf die Suche nach dem Problem. Dabei wird – Baugruppe für Baugruppe – minutiös jede einzelne Stelle untersucht, an der die Gewinde mit der Maschine in Kontakt treten (**Bild 3** und **Bild 4**).

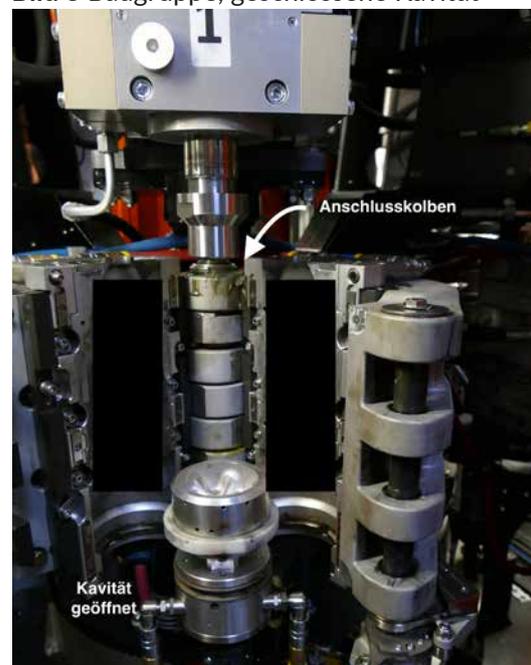
Im Rahmen der Baugruppenüberprüfung wird die Anschlusskolbenmutter ausgebaut. Blasdüse und Anschlusskolbenmutter werden sowohl optisch als auch haptisch überprüft und hier zeigt sich die gesuchte Unregelmäßigkeit: Einige der Anschlusskolben sind am inneren Rand beschädigt (**Bild 5**).

Die Beschädigungen sind in Form von Graten deutlich zu erkennen. Ohne Laboruntersuchung lässt sich der Ursprung der Schäden jedoch nicht eindeutig feststellen. Vermutet werden ungeplante, mechanische Einwirkungen.

Insgesamt weisen zwei von sechs Anschlusskolben die gezeigten Beschädigungen auf. Sie werden umgehend ausgetauscht. Doch nach wie vor ist nicht eindeutig klar, was zu den Schäden an der betroffenen Verpackung geführt hat. Es wird davon ausgegangen, dass die Grate an den Anschlusskolben eine schadensbeschleunigende Wirkung hatten. Die Ursache kann ihnen nicht eindeutig zugeordnet werden.



**Bild 3** Baugruppe, geschlossene Kavität



**Bild 4** Baugruppe, einzeln geöffnete Kavität

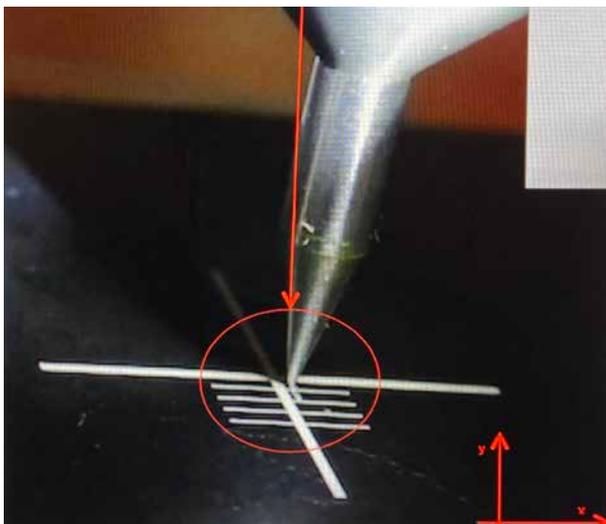
Die Analyse gibt den nächsten Schritt vor. Die Synchronitätskontrolle steht an. Dabei wird die Ausrichtung der Übergabesterne von Heizstrecke zum Kavitäten-Rondell im Tippbetrieb mit Preforms kontrolliert. Es zeigt sich eine weitere Unregelmäßigkeit: Von der Übergabe der Heizstrecke zu den sechs Kavitäten (Blasformen) ist es zu Beschädigungen am bzw. unterhalb vom Flaschenneck gekommen.

Es folgt die Synchronitätskontrolle mittels einer Messlehre. Offenbar ist die Sternzentrierung in der horizontalen als auch in der vertikalen Achse asynchron.



**Bild 5** Anschlusskolben ausgebaut

Die Verschiebung auf der X-Achse um ca. 1,5 mm ist deutlich zu erkennen (**Bild 6**). Diese Verschiebung ist mangelhaft und als Auslöser für die Asynchronität in der Übergabe von der Heizstrecke zu sehen. Die Verschiebung auf der Y-Achse ist innerhalb der Toleranzen und gebindespezifisch. Die Asynchronität durch die mangelhafte Zentrierung überträgt sich auf die Preform-Positionierung (**Bild 7**). Der Anschlusskolben setzt dadurch schräg auf und beschädigt somit das Gewinde.

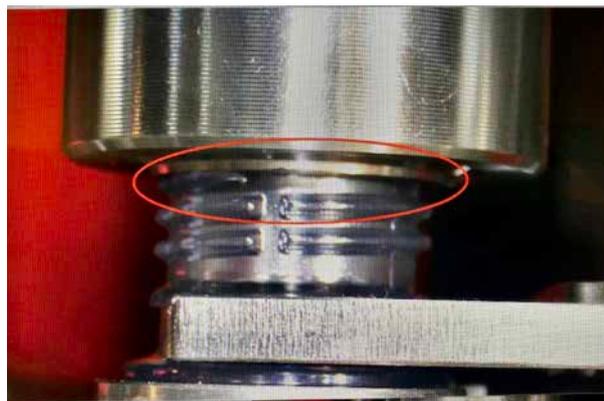


**Bild 6** Synchronitätskontrolle

Die Achsenposition des Übergabesterns von Heizstrecke zum Kavitäten-Rondell muss neu ausgerichtet werden. Eine Korrektur der Achsenposition kann nur unter Entfernung der Arretierungsstifte im Säulenfuß des Übergabesterns erfolgen.

Nachdem die Korrektur erfolgt ist, wird die Maschine erneut in Betrieb genommen – es muss nachgewiesen werden, dass die Synchronität wieder hergestellt ist und eine weitere Beschädigung des Gewindes ausgeschlossen werden kann.

Nach wie vor stellt sich die Frage, was die Dezentrierung innerhalb der Maschine ausgelöst hat. Eine Dezentrierung des Übergabesterns durch äußere mechanische Kräfte am Produktionsstandort kann nicht nachgewiesen werden. Um eine verankerte Säule in einem Maschinenrahmen zu verschieben, müssen erhebliche Kräfte aufgebracht werden und das würde sichtbare Spuren hinterlassen. Solche sind jedoch nicht nachweisbar. Dazu kommt, dass die Säule mit Arretierungsstiften original versiegelt ist – die Maschine muss also mit dieser Ausrichtung ausgeliefert worden sein.



**Bild 7** Schräg sitzender Preform in der Übergabe

Die Maschine ist beinahe brandneu – nach nur vier Wochen Laufzeit zeigt sich keinerlei betriebsbedingte Abnutzung oder gar ein erschöpfter positiver Abnutzungsvorrat. Offenbar liegt die Crux in einer mangelhaften Produktion und/oder Fertigung der Maschine. Der Einbau der Zentrierungssäule in den Maschinenrahmen scheint fehlerhaft ausgeführt worden zu sein.

Ein dezentrierter Übergabestern von Preforms aus der Heizstrecke zum Kavitätenrondell entspricht nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Die aktuellen Einstellungen entsprechen nicht den Anforderungen einer Hochleistungspräzisionsmaschine. Ein Problem liegt in der entstehenden Arbeitsungenauigkeit begründet, die zur Folge hat, dass die Anforderungen an die GMP nicht eingehalten werden. Außerdem entsteht eine Verbrauchergefährdung (vgl. Verordnung (EG) 1935/20041, als auch die allgemeinen Anforderungen eines HACCP Systems, sowie LFBG).

Ein weiterer Testlauf muss erfolgen – erst wenn auch dieser erfolgreich verläuft, kann die Anlage wieder freigegeben werden. Doch die Produktion steht weiterhin: Bei dem erneuten Testlauf konnten zwar keine abgescherten Gewinde mehr identifiziert werden. Doch 0,05% der 32.000 untersuchten Verpackungen wiesen immer noch geringfügige Gewindebeschädigungen auf.

Der nächste Messschritt steht an: Die Kurvensteuerung wird zwecks korrekten Aufsetzens des Blaskopfes nochmals vermessen. Eine Abweichung von den Soll-Werten wird erkannt. Die Kurvensteuerung wird nachjustiert.

Im Ideal-Zustand läuft die erhitzte Preform aus dem Heizztunnel über den Einlaufstern in die Blasform. Die Form ist geöffnet, übernimmt die Preform und von oben fährt der Anschlusskolben nach unten auf das Gewinde. Die Form schließt exakt in dem Moment, in dem von oben der Anschlusskolben auf die Preform aufsetzt. Hier zeigt sich schlussendlich, was zum „Plastic Gate“ geführt hat: Die Blasform hat erst verspätet geschlossen. Durch die noch geöffnete Blasform und den zu früh aufsetzenden Blaskopf wurde die Preform leicht verkeilt und es kam zu den Beschädigungen am Gewinde der Verpackung.

Die Instandsetzung erfolgt. Erneut prüfen wir minutiös, doch es ist kein Anhaltspunkt mehr zu entdecken, der auf eine Verbrauchergefährdung durch mangelhaft produzierte Verpackungen hinweist. Die beschädigten Gewinde sind Geschichte.

Die Ergebnisse der komplexen Analyse und meine Beobachtungen während der schrittweisen Instandsetzung lassen nur einen Schluss zu: Der Mangel hat bereits bei der Übergabe der Maschine bestanden. Die Ursache für die an- und abgebrochenen Gewindgänge sind in der Asynchronität der Übergaben sowie in der nicht korrekt ausgerichteten Kurvensteuerung der Streckblas-Maschine zu sehen. Beide Einstellparameter hätten bei Übergabe korrekt eingestellt sein müssen.

Die Gesetzgebung ist eindeutig. Die Verordnung (EG) 1935/20041 beschreibt die Rahmenbedingungen für das Herstellen und Inverkehrbringen von Lebensmittelbedarfsgegenständen bzw. Lebensmittelkontaktmaterialien wie folgt. Eine grundlegende Forderung gilt hier dem Übergang von Stoffen aus den Materialien: *Lebensmittelbedarfsgegenstände „sind nach Guter Herstellungspraxis so herzustellen, dass sie unter den normalen oder vorhersehbaren Verwendungsbedingungen keine Bestandteile auf Lebensmittel in Mengen abgeben, die geeignet sind, die menschliche Gesundheit zu gefährden oder eine unverträgliche Veränderung der Zusammensetzung der Lebensmittel oder eine Beeinträchtigung der organoleptischen Eigenschaften der Lebensmittel herbeizuführen.“* Dabei heißt es weiter, dass der stoffliche Übergang von Bedarfsgegenständen auf Lebensmittel gemäß den allgemeinen Anforderungen nicht grundsätzliche verboten ist; er ist tolerierbar unter der Voraussetzung, dass davon keine Gefahren für die menschliche Gesundheit oder untragbare Folgen für die Beschaffenheit des Lebensmittels ausgehen.

Bei Kunststoffsplittern, ungeachtet welcher Größe, gibt es keine Diskussion. Sie stellen eindeutig ein hohes Risiko für den Verbraucher dar. Das bedeutet für den hiesigen Schadensfall, dass alle Verpackungen, die in dem Zeitraum von Inbetriebnahme der neuen Maschine bis zur Schadensmeldung und der darauf folgenden Stilllegung der Maschine produziert wurden, nicht in Verkehr gebracht werden durften bzw. zurückgenommen werden mussten.

Die Ursache für die mangelhaften Verpackungen liegt eindeutig in der mangelhaften Produktion

der Verpackungen, ausgelöst durch die fehlerhafte Arbeitsausführung der Maschine. Am Ende menschliches Versagen, da die Maschine nicht hinreichend vor Übergabe geprüft wurde.

Insgesamt standen die Maschinen für 240 Stunden still. Der Produktionsausfall addiert mit den Rücknahmekosten, Materialvernichtung, Regieaufwand, etc. führte zu einer Schadenssumme im oberen sechsstelligen Bereich. Kein Endverbraucher kam durch Plastic Gate zu Schaden. Die Öffentlichkeit hat nie von dem Vorfall erfahren.

### Büroadressen der Neumitglieder

Dipl.-Ing. Freya Landgraf  
FOX Engineering GmbH  
Stargarder Str. 69  
10437 Berlin  
Tel.: 030/89401503  
E-Mail: hellofox@foxgmbh.com

Dipl.-Ing. Matthias Trost  
Trost Energy Consult  
Ballastkai 9  
D-24937 Flensburg  
Tel.: 0461/48070950  
E-Mail: info@trost-energy-consult.com

Dr. Rainer Hettich  
Gutachterlabor  
Dr. Lowicki, Dr. Schaich und Dr. Hettich  
Bretonischer Ring 5  
D-85630 Grasbrunn  
Tel.: 089 / 51518775  
E-Mail: office@gutachterlabor.de

Dipl.-Ing. Frank Grief  
Rollefstraße 69  
D-52078 Aachen  
Tel.: 0241/95784828  
E-Mail: info@grief-aachen.de

### IMPRESSUM

Herausgeber:  
Bund Technischer Experten e.V.  
Händelstraße 50  
40593 Düsseldorf  
E-Mail: geschaeftsstelle@experte.tbte.de  
Internet: www.experte.tbte.de

Redaktion:  
Dr. Markus Fenner  
Kastanienweg 11  
44577 Castrop-Rauxel  
Tel.: 02305 / 581 582  
E-Mail: fenner@sv-fenner.de