

Gastkommentar von Dipl.-Ing. Ingo Busch

Das Instandhaltungs-Paradoxon Is there any glory in prevention?

Die Corona-Pandemie hat unsere Weltsicht in vielen Aspekten verändert, ja sogar bereichert. So liefert etwa die Betrachtung des im medizinischen Bereich formulierten „Präventionsparadoxons“ Erkenntnisse, die durchaus bei der Analyse und Lösung des „Grundproblems der Instandhaltung“ hilfreich sein können.

Das „Grundproblem der Instandhaltung“ lässt sich am besten an der zu geringen Wertschätzung illustrieren, die Instandhaltern im Produktionsprozess entgegen gebracht wird. Dieser Mangel an Anerkennung ergibt sich daraus, dass Verluste durch Anlagendefekte in der Regel dem zu späten oder zu lange dauernden Eingriff der Instandhaltung zugeschrieben werden. Hingegen wird die tagtäglich erfolgende „imaginäre“ Wertschöpfung, etwa durch Verhinderung von Produktionsausfällen, nicht ausreichend gewürdigt. Die wichtigste Ursache dafür liegt darin, dass diese Wertschöpfung sich sehr schwer ermitteln lässt. Die Folgen eines Produktionsausfalls können schließlich von „vernachlässigbar“ bis „katastrophal“ reichen, je nach der konkreten Situation seines Auftretens. Gerade deshalb sind jedoch derartige Abschätzungen notwendig, um den benötigten finanziellen, personellen und materiellen Umfang des Instandhaltungsbudgets zu festzulegen.

Versuche zur Auflösung des Dilemmas

So verwundert es nicht, dass es seit den frühen Zeiten der industriellen Entwicklung nicht an Versuchen gefehlt hat, dieses Dilemma aufzulösen. Dazu ist es im ersten Schritt hilfreich, Eintrittswahrscheinlichkeiten von Unregelmäßigkeiten im Produktionsprozess einzuschätzen und diese möglichst auf einer Zeitachse zu fixieren. Im nächsten Schritt bieten dann diese zeitlichen Randbedingungen die Grundlage für konkrete Instandhaltungsstrategien. Diese werden so ausgearbeitet, dass sie Unregelmäßigkeiten in der Produktion möglichst ausschließen oder deren Auswirkungen minimieren. Das klingt allerdings einfacher, als es sich in der Praxis darstellt. Die zeitlichen Abschnitte, mit denen gearbeitet wird, ergeben sich nämlich aus der Abschätzung stochastischer Abläufe in der gesamten Wertschöpfungskette und sind damit nur statistisch bestimmt.

Instandhaltung und Medizin

Wie sich zeigt, treten derartige Probleme auch in anderen Bereichen des Lebens auf. Einer davon ist die derzeit sehr aktuelle Gesundheitsvorsorge. Das verwundert nicht, weisen doch die Medizin und die Instandhaltung mit ihren Aufgabenbereichen Inspektion, Wartung, Instandsetzung, und Verbesserung strukturelle Ähnlichkeiten auf.

Das Grundproblem der Instandhaltung findet dabei sein medizinisches Gegenstück im so genannten Präventivparadoxon, das derzeit in der Pandemiebekämpfung diskutiert wird.

Das Präventivparadoxon in Medizin und Technik

Beschrieben wurde diese Problematik erstmals 1981 von dem britischen Epidemiologen Geoffrey Rose am Beispiel der koronaren Herzkrankheiten als ein grundlegendes Dilemma der bevölkerungs- und risikogruppenbezogenen Krankheitsprävention.

Der Autor Peter Franzkowiak [1]erläutert das Präventivparadoxon in einer Ausarbeitung der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung so: „Die Kernaussage ist, dass eine präventive Maßnahme, die für Bevölkerung und Gemeinschaften einen hohen Nutzen bringt, dem einzelnen Menschen oft nur wenig nützt – und umgekehrt.“

Was bedeutet das nun für die Lösung der Aufgabe, die Auswirkungen von Infektionen, etwa durch das Coronavirus, mithilfe geeigneter Maßnahmen zu minimieren? Solche Maßnahmen können von der Weigerung, die Gefahr überhaupt zur Kenntnis zu nehmen bis zum endlosen strikten „Lockdown“ des gesamten gesellschaftlichen Lebens reichen. Und auch hier gilt, ähnlich wie in der Instandhaltung, dass sich der Nutzen der getroffenen oder zu treffenden Maßnahmen für die Gesellschaft nur als Berechnungsgröße in einem stark stochastisch bestimmten und komplex strukturierten Umfeld ermitteln lässt.

Formulierungen und Sinn des Präventivparadoxons

Dabei erweist sich das Paradoxon als etwas komplizierter, als es in der üblichen Darstellung gehandhabt wird. Die lautet nämlich oft: „Selbst wenn eine Maßnahme relevante Auswirkungen hat, können wir diese deshalb nicht erkennen, weil sie infolge der Umsetzung eben dieser Maßnahme nicht eingetreten sind.“ Eine solche Interpretation vertritt etwa auch der Virologe Prof. Christian Drosten. Eine solche verkürzte Formulierung gibt jedoch nicht den wirklichen Sinn des Präventivparadoxons wieder. Sie entspricht hingegen etwa dem Witz von einem Mann, der ein weißes Pulver auf der Straße verstreut. Auf die Frage nach dem Zweck seines Handelns antwortet er, es diene dazu, Löwen und Tiger fernzuhalten. Als er darauf hingewiesen wird, dass an diesem Ort ja derartige Tiere nicht vorkommen, antwortete er dann: „Da sehen Sie mal, wie gut das Pulver wirkt!“

Die mögliche völlige oder weitgehende Wirkungslosigkeit der Maßnahme wird in einer solchen Handhabung des Präventionsparadoxons nicht erfasst. Hier gibt es lediglich einen gewissen Aufwand und die Schlussfolgerung einer relevanten, aber infolge des Paradoxons nicht erkennbaren Wirkung. Eine solche Ausdeutung des Präventionsparadoxons bezüglich der Pandemiebekämpfung spiegelt jedoch nicht die wahren Verhältnisse wider. Denn hier geht es nicht um klare kausale Abhängigkeiten, sondern um Korrelationen. Das Pulver im Witz ist vielleicht nur bedingt wirksam gegen Löwen und Tiger, was hier wegen der geringen Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Tiere keine große Rolle spielt. Zudem geht der Witz stillschweigend davon aus, dass es unschädlich ist.

Optimierung von Aufwand, Nutzen und Schaden

Die Wirksamkeit von Lockdowns als Vorsorge gegen Infektionen ist, zumindest in einer gewissen Größenordnung, durchaus vorhanden. Es können jedoch weitere Auswirkungen auftreten, die den Nutzen der Infektionsvorsorge sogar stark übersteigen. Das gilt nicht nur im materiellen, sondern auch im ethischen Bereich: Den vor dem Virus geretteten Menschenleben stehen Opfer von entzogener ärztlicher Behandlung, von Depressionen und Suiziden gegenüber – von den immensen Auswirkungen starker Lockdowns auf Wirtschaft und Gesellschaft einmal ganz abgesehen. Der „Aufwand“ der Maßnahme ist damit sehr viel höher als nur das „Verstreuen eines harmlosen weißen Pulvers“.

In der Instandhaltung entsprechen in dieser Betrachtungsweise einerseits der Aufwand an Arbeitskraft und materiellen Mitteln, andererseits die verhinderten oder nicht verhinderten Folgen von Produktionsanomalien. Dabei ist zu beachten, dass auch fehlerhafte Instandhaltungsstrategien, etwa in der Kerntechnik oder der chemischen Industrie, zu Todesopfern führen können. Der ethische Hintergrund unterscheidet sich damit von dem in der Medizin nicht grundlegend.

Die Optimierungsaufgabe

Es ist mithin in beiden Bereichen sehr wichtig, das Grundproblem der Instandhaltung bzw. das Präventionsparadoxon so zu betrachten und möglichst aufzulösen, dass es gelingt, den Gesamtverlust aus dem Schadensereignis und dem Aufwand zu dessen Verhinderung zu minimieren. Das reicht über die Logik der vereinfachten Betrachtung des Präventionsparadoxons hinaus. Denn wie im Witz geht man hier von einer a priori hohen Wirksamkeit des Pulvers aus. Andererseits aber werden mögliche Schäden ausgeblendet.

Die Lösung der Epidemiologen

Wie versuchen nun die Epidemiologen, diese Optimierungsaufgabe zu lösen? Frankowiak erläutert im Weiteren dazu, dass „die WHO seit Anfang der 2000er Jahre eine „richtige Balance“ zwischen Bevölkerungs- und Teilpopulationsstrategie (BS) und Hoch-Risiko-Strategie (HRS) empfiehlt. Die BS wird differenziert umgesetzt unter Berücksichtigung epidemiologischer und sozialökologischer Mediatorvariablen (z.B. Alter, Geschlecht, sozialer Status und Bildungsstatus, Lebensweise, Gesundheitsverhalten, präventivmedizinischer Risikostatus). Das Krankheitsrisiko einer oder eines Einzelnen steht nicht im Mittelpunkt. Primär ist die Intervention gegen gesicherte Ursachen, Vorläufer und Risikofaktoren von Krankheitsinzidenzen bei möglichst vielen Menschen gerichtet. Maßnahmen der BS müssen für jeden gelten und anwendbar sein, und sie sollten keine schädlichen Nebenwirkungen haben.

Die HRS hingegen beinhaltet das Suchen und die gezielte Behandlung von Risikoträgern und -trägerinnen bzw. Patientinnen und Patienten mit hohem Risiko. Solche Personen machen nur einen geringen Prozentsatz aus, profitieren aber aufgrund ihres hohen absoluten Risikos sehr stark von auch aufwendigen präventiven Maßnahmen. Eine absolute Gegenüberstellung der Idealtypen (BS vs. HRS) erscheint nicht sinnvoll. Nützlicher ist die Annahme eines Kontinuums, in dem Zwischenstufen zwischen beiden Extremen bestehen – in Abhängigkeit vom jeweiligen Krankheitsrisiko. Daher ist es mittlerweile üblich, im HRS-Ansatz zwischen einer Risikogruppenstrategie und einer Hochrisikopersonenstrategie zu differenzieren.“

HRS- und BS- Strategien in der Instandhaltung

Bezogen auf die Instandhaltung sind die beiden Grund-Strategien vergleichbar mit den Extremen der detaillierten Überwachung einzelner, hoch belasteter Bauteile (HRS) – oder der weitgehenden Schonung der Anlagen bzw. von großen Anlagenteilen durch geringe Belastung (BS). Erstere Option wird in der Industrie oft gewählt. Im ersten Fall handelt sich dabei um vorbeugende Instandhaltung, also den regelmäßigen Austausch von Bauteilen mit dem Ziel, deren Ausfall vorzubeugen. Um den damit verbundenen Aufwand zu senken, kann ein Condition Monitoring, also eine Zustandsüberwachung durch vorhandene oder zusätzliche Sensorik, vorgeschaltet werden.

Aber selbst die auf den ersten Blick widersinnige zweite Lösung, der Quasi-Stillstand der Anlage, ist nicht ausgeschlossen und bietet in bestimmten Fällen Vorteile. Sie ist etwa dann sinnvoll, wenn aus welchen Gründen auch immer keine hohe Anlagenverfügbarkeit erforderlich ist. Derartige Verhältnisse dürften sich nach der derzeitigen Krise sogar häufiger ergeben, als wir heute annehmen – und als uns lieb ist.

Die „richtige Balance“ in der Instandhaltung

Die Gegenstücke von BS und HRS-Strategien werden auch in der Instandhaltung in der möglichst „richtigen Balance“ genutzt. Der Schwerpunkt liegt hier aber erfahrungsgemäß mehr auf Seiten der HRS-Strategien, die möglichst auf umfangreichen analytischer Betrachtungen und Messungen beruhen. Das sorgt zwar für einen hohen Aufwand beider Schwachstellenanalyse als Pendant zur „Suche und gezielten Behandlung von Risikoträgern und -trägerinnen bzw. Patientinnen und Patienten mit hohem Risiko“, minimiert aber erfahrungsgemäß den Verlust durch Ausfälle. Voraussetzung für die Erarbeitung und erfolgreiche Umsetzung derartiger Strategien ist allerdings auch hier ein hoher analytischer Aufwand, um den „Preis der Besorgung des weißen Pulvers, der Erprobung von dessen Wirksamkeit und die Wahrscheinlichkeit des Auftauchens von Löwen und Tigern“ zu ermitteln.

Paradigmenänderung durch Digitalisierung

Gerade dieser Aufwand aber lässt sich mit Fortschreiten der Digitalisierung zunehmend einfacher bewältigen. Das betrifft zuerst einmal die bereits bekannten und bereits in größerem Umfang umgesetzten Techniken des Condition Monitoring und der Verarbeitung der dabei gewonnen Daten und Informationen mit moderner Analytik bis hin zur Künstlichen Intelligenz KI. Die Strategien, die in

der gesundheitlichen Prävention den HRS-Strategien entsprechen, bedürfen jedoch der Ergänzung durch BS-Strategien. Diese werden vom weiteren Umfeld der Produktionsanlage oder des Bauteils bestimmt. Die hier relevanten Größen dienen der Intervention gegen „gesicherte Ursachen, Vorläufer und Risikofaktoren“. Dazu gehören Größen wie etwa Schwankungen der Rohstoffeigenschaften, Probleme der angeschlossenen Logistik, gesamtwirtschaftliche Entwicklungen des Bedarfs am jeweiligen Produkt, aber auch Fehlbedienungen, Fehlentscheidungen des Managements oder sogar politische Entwicklungen.

KI und Korrelationen

Für diese Art von Größen ist es bisher viel schwieriger, ein „Condition Monitoring“ aufzubauen, als im HRS-Bereich. Um dieses Ziel zu erreichen ist zumindest ein sehr viel umfassender und aussagefähiger Datensatz notwendig. Auf dieser Grundlage sollte es dann mithilfe einer ebenfalls sehr fortgeschrittenen Analytik möglich werden, konkrete Maßnahmen festzulegen und deren Auswirkungen mit ausreichender Zuverlässigkeit einzuschätzen.

Der driftende „Punkt des Optimums“

Was sind nun die Erkenntnisse aus dieser Gegenüberstellung? Im Moment scheint die industrielle Instandhaltung mehr auf HRS-Strategien zu setzen, die Pandemievorsorge auf BS-Strategien. Beide aber sind offensichtlich noch nicht an einem Punkt der „richtigen Balance“ angelangt. Dabei wird dieses Optimum in der Industrie offensichtlich in Richtung auf BS-Strategien driften. Das geschieht unter anderem infolge der stärkeren analytischen Durchdringung des weiteren Umfeldes der Produktionsanlage bzw. der Auswirkungen von bereits früher identifizierten „Bottlenecks“.

Hier ist so zu sagen das weiße Pulver bereits vorhanden. Nun geht es darum zu klären, ob Löwen und Tiger wirklich auftauchen können.

In der Pandemievorsorge, wie sie sich derzeit darstellt, ist die Konstellation umgekehrt: Die Gewichtung erfolgt hier in den BS-Strategien, etwa der strikten Lockdowns. Dabei ist die Forderung, dass keine schädlichen Nebenwirkungen auftreten sollen, klar nicht erfüllt. Lockdowns haben Nebenwirkungen, und nicht zu knapp. Hier sind also im übertragenen Sinne die Löwen und Tiger schon vor Ort, aber es fehlt an einem wirksamen weißen Pulver.

Zusätzlich spielen hier im Moment auch noch die Möglichkeiten von Impfungen eine Rolle. Diese verschieben zwar die Lage des optimalen Punktes, ändern aber nichts an der Notwendigkeit, die Optimierungsaufgabe bei veränderten Randbedingungen zu lösen. Dabei sind zudem noch die Gefährdungen durch umfassende Impfprogramme zu berücksichtigen. Die Lösung ist unter diesen Bedingungen nicht etwa einfacher zu finden, sondern erfordert einen noch höheren Aufwand.

Die Bedeutung der KI

Dabei kann in beiden Bereichen die Data Science durch Analyse der Verhältnisse im engeren bzw. weiteren Rahmen wertvolle Hilfe leisten. Es zeichnet sich ab, dass gerade die KI hier eine wichtige Rolle spielen wird. Mit Hilfe derartiger Algorithmen sollte es einfacher werden, die tatsächlichen Einflussgrößen bei der Minimierung der Gesamtverluste zu identifizieren.

Predictive Maintenance und BS-Strategien

In der industriellen Instandhaltung geschieht das bereits im Rahmen der so genannten Predictive Maintenance, etwa bei der Untersuchung von Korrelationen zwischen gemessenen oder berechneten Anlagenparametern und globalen KPI des Unternehmens.

In der Pandemievorsorge scheint die Orientierung auf BS-Strategien, also etwa umfassende Lockdowns, stärker verankert zu sein. Es gibt derzeit wenige Hinweise auf solide analytische Untersuchungen zur Bedeutung einzelner Faktoren der Erfassung oder der Weiterverbreitung von Viren. Solche Faktoren sind etwa die Belegung der Intensivstationen oder die Sterblichkeitsrate in größeren Populationen und Altersgruppen in ganz Deutschland, in anderen europäischen Staaten oder weltweit.

Mit Teamwork zu Ruhm und Ehre

Derartige Untersuchungen sind in beiden Bereichen unbedingt Teamwork. In der Industrie müssen hier etwa Instandhalter, Technologen, Vertriebler und Logistiker mit den Data Scientists zusammenarbeiten. In der Pandemievorsorge wären das neben Virologen sicherlich auch praktische Ärzte, Statistiker, mathematisch orientierte Soziologen und Naturwissenschaftler wie Physiker und Chemiker, die den Input für die KI zusammen tragen und die Data Scientists bei der Auswahl der mathematischen Modelle beraten.

Somit eröffnet sich hier ein Arbeitsfeld, das so manchen Data Scientist begeistern dürfte. Diese Begeisterung sollte sich auch daraus nähren, dass hier Ruhm und Ehre winken. Zwar hatte der Virologe Prof. Drosten geseufzt, dass „no glory in prevention“ zu finden sei.

Das gilt allerdings nur, wenn man das Präventionsparadoxon so deterministisch und formal handhabt, wie es derzeit oft geschieht: „Es gab keine schweren Folgen der Pandemie, weil unsere Maßnahmen gegriffen haben.“ Ob dabei allerdings die Strategien so gewichtet waren, dass die Gesamtverluste im Bereich des Minimums lagen, bleibt offen – weil das einfach nicht untersucht wird.

Yes, there should be glory in prevention!

Eine optimierte Prävention, die es noch zu erarbeiten gilt, dürfte hingegen ihren Autoren unbedingt Ruhm und Ehre einbringen. Diesen Ruhm würden sie wahrscheinlich allein schon deshalb ernten, weil sich aus der Diskussion der Experten ein nachvollziehbarer gesellschaftlicher Diskurs entwickelt. Das wäre dann Grundlage der allgemeinen Akzeptanz gemeinsam festgelegter Maßnahmen.

Das klingt zu esoterisch? In der Industrie (aber auch auf U-Booten, wenigstens im Film) gibt es die Überzeugung, dass viele erfahrene Instandhalter ein Gefühl dafür haben, ob es ihrer Anlage gut geht oder nicht. Sie bestimmen so zu sagen eine Art von Integral Health Indicator mit einem Denkprozess entsprechend dem Deep Learning, bei dem die Korrelationen sich nicht mehr zurückverfolgen lassen – und werden so zu lokalen Berühmtheiten. Ähnliches lässt sich jedoch auch mithilfe der von Teams geschaffenen KI in großem Maßstab umsetzen. In Zukunft werden diese Teams, denen es gelingt, das Präventionsparadoxon richtig zu interpretieren, die seinem Optimum entsprechenden Maßnahmen zu bestimmen und umzusetzen, vielleicht sogar berühmt werden. Das kann in der Gesundheitsfürsorge ebenso geschehen wie in der industriellen Instandhaltung.

Ingo Busch

[1] Peter Franzkowiak: Präventionsparadox, Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention, 2018

Kontakt:

Dipl.-Ing. Ingo Busch

Fachjournalist

Tel.: +49 / 8341 955 71 55

Mail: ibusch876@gmail.com