

Bild 2. Regelspursystem mit Reihenweiten von 1050 mm und 750 mm in der Kartoffelproduktion

Bild 1. Gemeinsam nutzbare Spurweite von 2250 mm in der Hackfruchtproduktion; a) Kartoffeln, b) Rübren

satz vorgesehenen Fahrzeuge zu organisieren.

Für die LKW-Variante Robur 4 × 4 werden serienmäßig die Spurweiten für die Vorder- und Hinterachse mit 1636 mm bzw. 1664 mm angegeben. Sie ist mit der Bereifung 10-20 8PR für Mehrzweckverwendung ausgerüstet. Ihr Einsatz auf Kartoffelschlägen bzw. im Regelspurverfahren bedingt sowohl eine entsprechende Spuranpassung als auch die Absenkung des Bodendrucks bis auf etwa 200 kPa, je nach Zuladung durch Umstellung auf die Bereifung 12.5-20 10PR.

Die vom ACZ Pirna in Zusammenarbeit mit dem VEB Robur-Werke Zittau erarbeitete Lösung sieht dafür den Einsatz des Scheibenrades 11 × 20 F75 nach Standard TGL 10 521 vor, das auf der Grundlage einer mit dem VEB Fahrzeugzubehörwerke Ronneburg und dem Zentralinstitut für Schweißtechnik Halle abgestimmten Technologie zentral so umzuarbeiten ist, daß an der Vorderachse Scheibenräder 11 × 20 F120 und an der Hinterachse Scheibenräder 11 × 00 F zum Einsatz kommen. Damit werden Spurweiten von

etwa 1530 mm (vorn) und 1500 mm (hinten) verwirklicht. Für einen LKW müssen also zwei allseitig paßfähige Ersatzräder bereitgestellt werden. Die Spurverringern an der Vorderachse führt unter Beibehaltung der Federspur und der Lenkungslage zwangsläufig zu einer Spur- bzw. Wendekreisvergrößerung und bedingt eine Lenkeinschlagbegrenzung. An der technischen Lösung, die den Einsatz eines speziellen Spurstangenhebels sowie einer anderen Spurstange erfordert, wird gearbeitet. Nähere Bedingungen dafür werden Bestandteil eines Merkblatts für die Umrüstung sein.

Durch den VEB Robur-Werke Zittau wird eine Umbaurichtlinie vorbereitet, die nach Abstimmung mit dem Kraftfahrzeugtechnischen Amt den Einsatz der Bereifung 12.5-20 10PR mit Profil U31 für die o. g. LKW Robur im Bereich der Land- und Forstwirtschaft gestattet.

Eine Vergrößerung der Spurweite auf 1800 mm, wie sie von einigen ACZ versucht worden ist, kann an diesen Fahrzeugen nicht realisiert werden. Begründet ist dies durch

die bei der Verwirklichung dieser Spurweite unzulässig anwachsenden Lenkkräfte sowie durch die dadurch notwendige Herabsetzung der zulässigen Achsbelastungen.

Zusammenfassung

Der Einsatz von LKW oder anderen selbstfahrenden Maschinen in Regelspuren von 1800 mm ist demzufolge erst mit neuentwickelten Fahrzeugen möglich. Vorerst sind in Regelspuren von 1800 mm (Zuckerrübenanbau) nur Traktoren sinnvoll einzusetzen. Durch das Vorhandensein zahlreicher LKW Robur für Pflanzenschutzarbeiten und zunehmend auch für die Kopfdüngung, deren Bestand künftig auch durch Zuführung von Neufahrzeugen vergrößert wird, ist die Regelspur von 1500 mm vorrangig anzuwenden.

Literatur

[1] Kruse, B.: Reihenordnung in der Kartoffelproduktion. Institut für Kartoffelforschung Groß-Lüsewitz, Dissertation 1986 (unveröffentlicht).

A 5080

Praktische Erfahrungen bei der Erfassung von Primärdaten zum Bestimmen des Ausfallverhaltens von Instandhaltungsobjekten

Dr.-Ing. D. Grey, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

1. Problematik

Die Kenntnis des Ausfallverhaltens der Schädigungselemente eines Instandhaltungsobjekts ist eine notwendige Voraussetzung für das Ermitteln optimaler Instandhaltungsmethoden, die zweckmäßige Vorbereitung und Durchführung von Instandhaltungsprozessen und das Bemessen erforderlicher Instandhaltungskapazitäten.

Das Ausfallverhalten von Schädigungselementen kann nach folgenden Methoden ermittelt werden:

- Erfassen, Aufbereiten und statistisches Auswerten effektiver Lebensdauerwerte bis zu vorbeugenden und/oder wiederherstellenden Instandsetzungen [1 bis 7]
- Expertenbefragung [8]
- Übertragen der Ergebnisse experimenteller Untersuchungen des Ausfallverhaltens konstruktiv gleicher Schädigungselemente auf die jeweiligen Einsatzbedingungen
- Übertragen des Ausfallverhaltens kon-

struktiv ähnlicher auf die betrachteten Schädigungselemente

- Anwenden analytischer verschleißtheoretischer Verfahren [9]
- Restbetriebsdauerprognose auf der Grundlage einiger bekannter Punkte des Schädigungs-Betriebsdauer-Verlaufs unter Verwendung mathematisch-statistischer Schädigungsmodelle [10, 11]
- Auswerten von Informationen aus dem Zirkulationsprozeß [12]
- Kombination der vorgenannten Methoden.

Eine Beurteilung der Vor- und Nachteile der aufgeführten Methoden ist nur unter Berücksichtigung des jeweiligen Anwendungsfalles möglich. Eine Analyse des derzeitigen Erkenntnisstandes zeigt, daß das Erfassen und statistische Auswerten von effektiven Lebensdauerwerten bis zu vorbeugenden und/oder wiederherstellenden Instandsetzungen in vielen Fällen die einzig mögliche Vorgehensweise zum Bestimmen des unter prakti-

schon Einsatz- und Instandhaltungsbedingungen auftretenden Ausfallverhaltens ist.

Nachfolgend werden, ausgehend von den bei der mehrjährigen Erfassung, Aufbereitung und Auswertung derartiger Daten gesammelten Erfahrungen, Hinweise zur rationalen Ermittlung des Ausfallverhaltens gegeben.

2. Vorgehensweise beim Bestimmen des Ausfallverhaltens

Beim Bestimmen des Ausfallverhaltens sollte zweckmäßigerweise zwischen folgenden Arbeitsschritten unterschieden werden:

- Vorbereitung der Datenerfassung
- Datenerfassung
- Datenaufbereitung
- Datenauswertung.

Diese Betrachtungsweise resultiert daraus, daß sich die Arbeitsschritte in bezug auf

- Charakter der auszuführenden Arbeiten
- an der Realisierung beteiligter Personenkreis

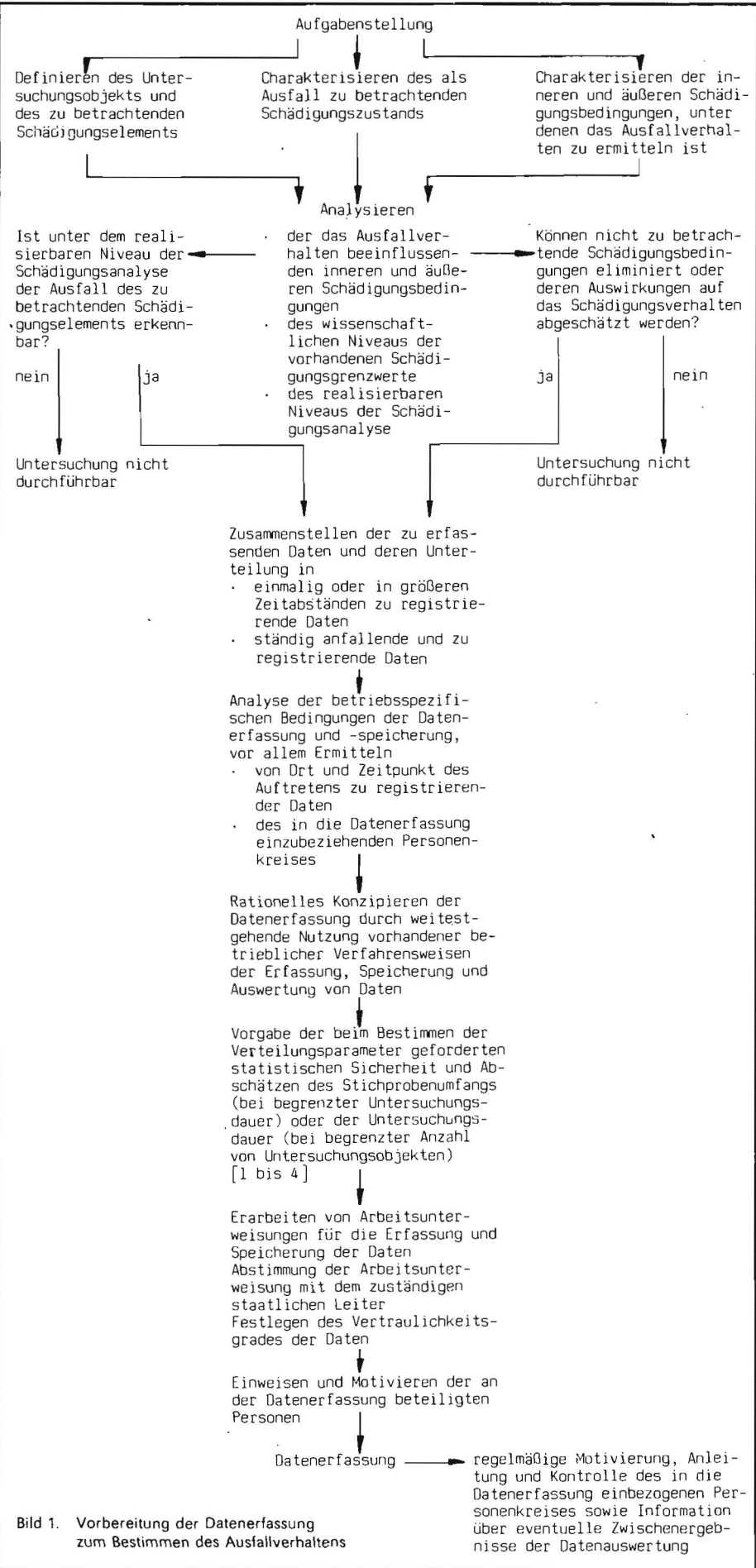


Bild 1. Vorbereitung der Datenerfassung zum Bestimmen des Ausfallverhaltens

- Art und Kompliziertheitsgrad der eingesetzten Hilfsmittel
- Ort der Ausführung der Arbeitsschritte unterscheiden.
- Qualifikation der an der Realisierung beteiligten Personen
- Das Beachten dieser Besonderheiten ist eine wichtige Voraussetzung für das rationale

und exakte Bestimmen des Ausfallverhaltens. Inhalt und prinzipielle Vorgehensweise beim Abarbeiten der einzelnen Arbeitsschritte sind in den Bildern 1 bis 3 dargestellt. Praktische Erfahrungen haben gezeigt, daß die Vorbereitung der Datenerfassung und -aufbereitung (Bild 1) in enger Zusammenarbeit zwischen den beauftragten Personen erfolgen muß. Auf diese Weise ist es möglich,

- die Instandhaltungspraktischen Erfahrungen des Instandhaltungspersonals für die zweckmäßige Organisation der Datenerfassung und -aufbereitung zu nutzen
- betriebspezifische Einflüsse auf die Prozesse der Datenerfassung und -aufbereitung zu erkennen und in geeigneter Weise zu berücksichtigen
- Ursachen einer möglichen fehlerhaften Datenerfassung und -auswertung zu erkennen und zu eliminieren
- enge Arbeitskontakte zu den mit der Datenerfassung beauftragten Personen herzustellen, diese umfassend über Zielstellung und Probleme der Datenerfassung zu informieren und sie für das Erfüllen der Aufgabe zu motivieren.

Die Datenaufbereitung (Bild 2) kann räumlich und zeitlich getrennt von der Datenerfassung erfolgen. Sie erfordert neben detaillierten Kenntnissen von Konstruktion und Instandsetzungstechnologie des betrachteten Objekts ein anwendungsbereites Wissen auf dem Gebiet der mathematischen Statistik.

Eine wichtige, im Zusammenhang mit der Datenaufbereitung zu lösende Aufgabe ist das Erkennen und Aussondern fehlerhafter Stichprobenwerte. Sofern derartige Werte nicht auf der Grundlage ingenieurtechnischer Überlegungen oder durch Befragen der mit der Datenerfassung beauftragten Personen erkannt werden, sind sie nach Anwendung entsprechender Testverfahren [1, 3] auszusondern. Die Datenaufbereitung und -nach Erreichen entsprechender Stichprobenumfänge - auch die Datenauswertung sollten besonders in der Anfangsphase der Untersuchung zeitlich parallel zur Datenerfassung vorgenommen werden. Auf diese Weise können prinzipielle Fehler der Datenerfassung rechtzeitig erkannt und beseitigt werden.

Die Datenauswertung (Bild 3) beinhaltet das statistische Auswerten der in Form kompletter oder unvollständiger Stichproben vorliegenden Daten. Sie setzt die Vorgabe einer gewünschten Schätzgenauigkeit voraus und kann nach Abarbeiten der vorgelagerten Arbeitsschritte unabhängig von diesen erfolgen. Das Ermitteln des Ausfallverhaltens durch Datenerfassung unter Einsatzbedingungen führt häufig zu mehrfach unvollständigen Stichproben [6]. Ein EDV-Programm zur Auswertung kompletter sowie einfacher und mehrfach unvollständiger weibullverteilter Stichproben wird in [5] beschrieben.

3. Fehlerquellen beim Ermitteln des Ausfallverhaltens

Einige häufig bei der Ermittlung des Ausfallverhaltens auftretende Fehlerquellen und deren Auswirkungen auf das Ausfallverhalten sowie Möglichkeiten zu ihrer Beseitigung oder Reduzierung sind in Tafel 1 zusammengestellt.

Die Entscheidung über die beim Ermitteln des Ausfallverhaltens als Fehlerquellen zu betrachtenden Einflüsse ist von den auf der Grundlage des Ausfallverhaltens zu gewinn-

nenden Aussagen abhängig. So erfordert z. B. das Planen von Instandsetzungskapazitäten die Ermittlung des gesamten innerhalb eines Betrachtungszeitraums auftretenden Instandsetzungsbedarfs. In diesem Fall ist das Ausfallverhalten unter Einbeziehung aller Normal- und Zufallsausfälle zu bestimmen. Im Gegensatz dazu sind bei der Betrachtung von Prozessen, die auf die Beeinflussung von Normalausfällen gerichtet sind oder ausschließlich von diesen abhängen, beim Bestimmen des Ausfallverhaltens Zufallsausfälle auszusondern. Das trifft z. B. für Untersuchungen im Zusammenhang mit der Anwendung der Instandhaltung nach Überprüfung zu, da durch diese Instandhaltungsmethode nur die durch Normalausfälle bestimmte Komponente des Ausfallverhaltens beeinflusst wird [15]. Das Erkennen von Ausfallursachen und Eliminieren der Zufallsausfälle bereitet oftmals Schwierigkeiten, weil die Voraussetzungen für eine hinreichend exakte Schadensanalyse häufig nicht gegeben sind.

Für die Praxis der Datenerfassung ist es unter diesen Bedingungen erforderlich, die häufigsten zu Zufallsausfällen führenden Ausfallursachen sowie charakteristische Schadensbilder von Zufallsausfällen zusammenzustellen und dem Datenerfasser auf diese Weise das Erkennen von Zufallsausfällen zu erleichtern.

4. Zusammenfassung

Das statistische Auswerten einer Stichprobe der bis zur vorbeugenden oder wiederherstellenden Instandsetzung erreichten effektiven Lebensdauerwerte einer Betrachtungseinheit (z. B. Schädigungselement, Einzelteil, Baugruppe) ist häufig der einzig mögliche Weg zum Bestimmen ihres Ausfallverhaltens. Auf der Grundlage praktischer Erfahrungen und in Auswertung einschlägiger Literatur werden Hinweise zur rationellen und präzisen Erfassung, Aufbereitung und Auswertung von Primärdaten zum Bestimmen des Ausfallverhaltens gegeben.

Literatur

- [1] Rasch, D., u. a.: Verfahrensbibliothek Versuchsplanung und -auswertung. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1978.
- [2] Weber, E.: Grundriß der biologischen Statistik. Jena: VEB Gustav-Fischer-Verlag 1986.
- [3] Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag 1969.
- [4] Eichler, C.: Instandhaltungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1985.
- [5] Grey, D.; Beckmann, W.; Reinke, M.: Bestimmen von Möglichkeiten und Grenzen sowie optimalen Anwendungsbereichen von Teilinstandsetzungen und Austauschgrundinstandsetzungen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Abschlußbericht 1985.
- [6] Berten, B.; Grey, D.; Rohr, W.: Ein Verfahren zum Bestimmen des Ausfallverhaltens aus kompletten und unvollständigen weibullverteilten Stichproben. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 9, S. 423-425.
- [7] Härtler, G.: Statistische Methoden für die Zuverlässigkeitsanalyse. Berlin: VEB Verlag Technik 1983.
- [8] Liskovsky, V.: Ermittlung von Zuverlässigkeitskenngrößen für Kraftfahrzeuge und deren Betrachtungseinheiten durch Expertenschätzungen. Wissenschaftliche Beiträge der Ingenieurhochschule Zwickau 7 (1981) 3, S. 96-101.

Fortsetzung auf Seite 84

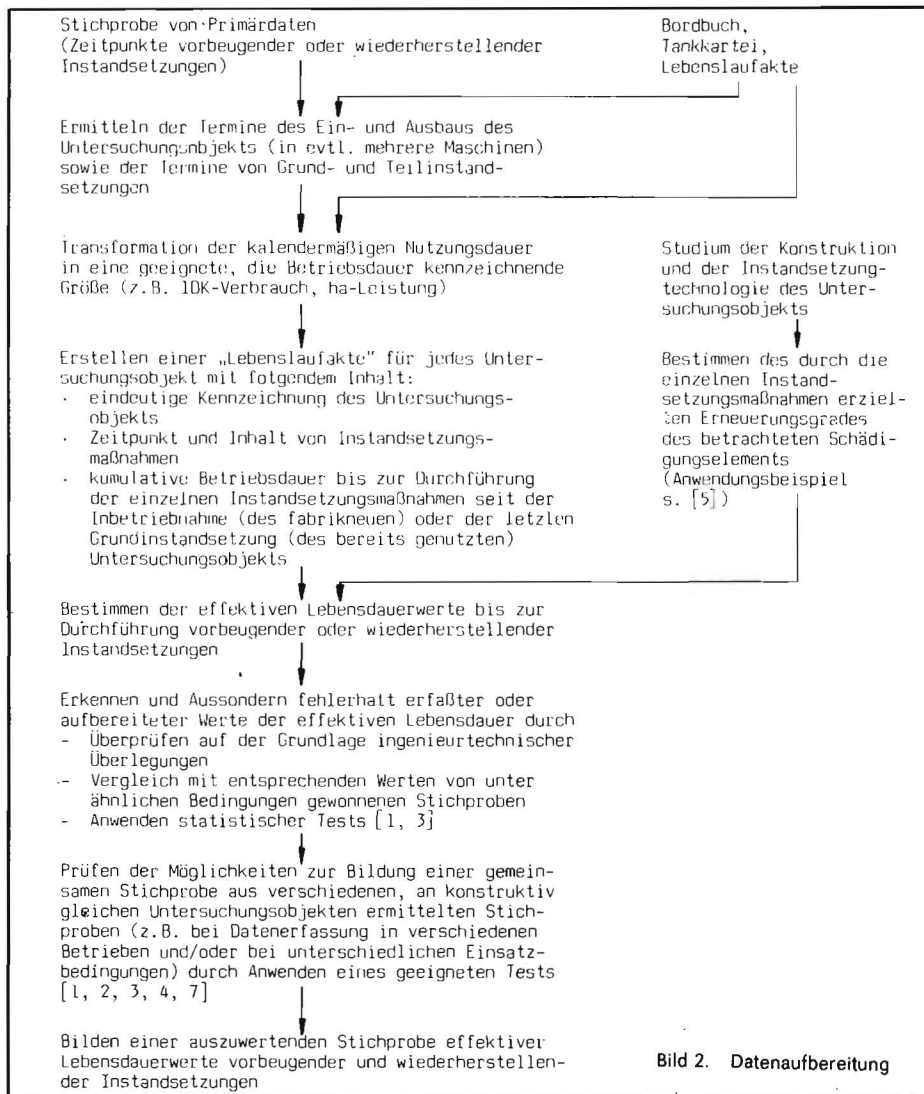


Bild 2. Datenaufbereitung

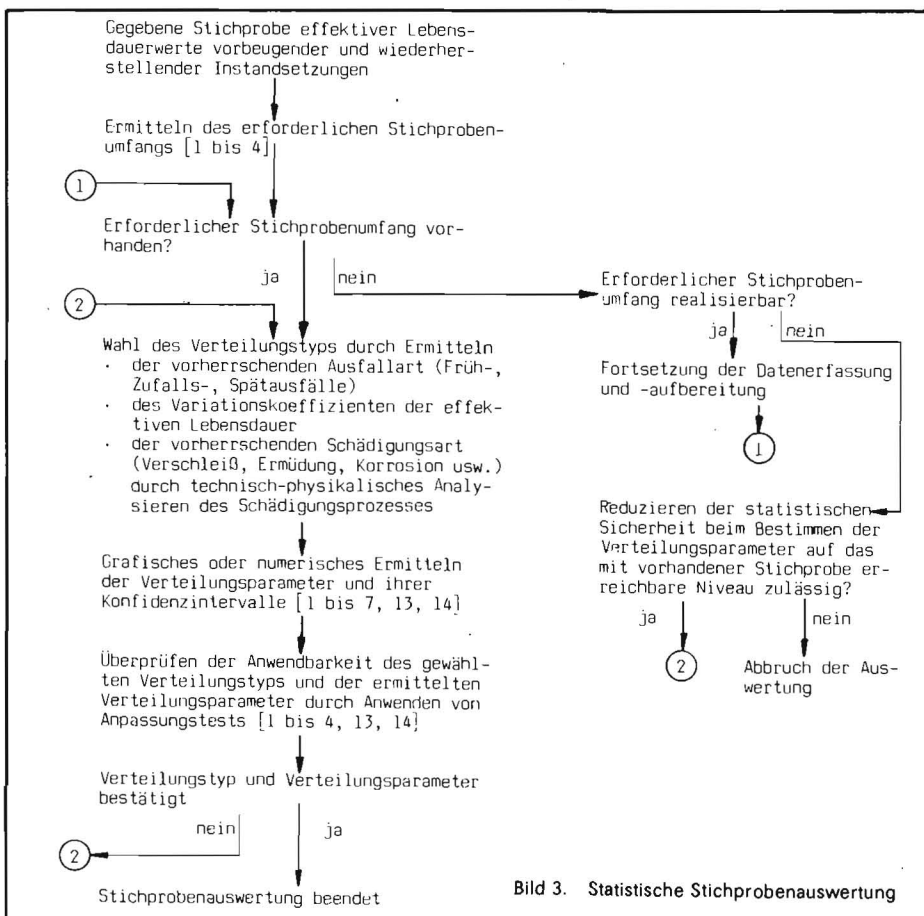


Bild 3. Statistische Stichprobenauswertung

Tafel 1. Fehlerquellen beim Bestimmen des Ausfallverhaltens und Möglichkeiten ihrer Reduzierung

Fehlerquelle	Fehlereinfluß	Möglichkeiten zum Erkennen und Quantifizieren des Fehlereinflusses	Maßnahmen zur Reduzierung des Fehlereinflusses
1. Nutzung			
1.1. Bedienfehler	<ul style="list-style-type: none"> – Auftreten von Frühausfällen – abnorme Schädigungsintensität 	<ul style="list-style-type: none"> – Kontrolle der Maschinenbedienung – Kontrolle auf extreme Änderungen von Betriebsparametern – Ermitteln der Ausfallursachen (im Normalfall sind nur extreme Bedienfehler als Ausfallursache erkennbar) – Vergleich mit einer unter repräsentativen Einsatz- und Betriebsbedingungen gewonnenen Stichprobe 	<ul style="list-style-type: none"> – Aussondern der aus Bedienfehlern resultierenden Ausfälle
1.2. extremes Niveau von Pflege und Wartung	siehe 1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleich mit einer unter repräsentativen Einsatz- und Betriebsbedingungen gewonnenen Stichprobe 	<ul style="list-style-type: none"> – Ermitteln des Einflusses des Niveaus von Pflege und Wartung auf die Stichprobenwerte
1.3. Gewaltnutzung	siehe 1.1.		<ul style="list-style-type: none"> – Aussondern der durch Gewaltnutzung verursachten Ausfälle
1.4. höhere Gewalt	<ul style="list-style-type: none"> – i. allg. sofortiger Schadenseintritt 	<ul style="list-style-type: none"> – bei unmittelbarer zeitlicher Aufeinanderfolge von Gewalteinwirkung und Schadenseintritt erkennbar 	<ul style="list-style-type: none"> – Aussondern der durch höhere Gewalt verursachten Ausfälle
2. Vorbereitung der Datenerfassung			
2.1. unexakte Definition des zu betrachtenden Schädigungselements	<ul style="list-style-type: none"> – fehlerhaftes Registrieren von Termin und Anzahl vorbeugender oder wiederherstellender Instandsetzungen 	<ul style="list-style-type: none"> – erheblich abweichende Werte der effektiven Lebensdauer bei mehrfacher unabhängiger Datenerfassung – siehe 1.2. 	<ul style="list-style-type: none"> – exakte Definition des zu betrachtenden Schädigungselements
2.2. unexakte Definition des als Schaden zu betrachtenden Schädigungszustands	siehe 2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – unterschiedliche Beurteilung des Schädigungszustands bei mehrfacher unabhängiger Schadensaufnahme – siehe 1.2. 	<ul style="list-style-type: none"> – Anwenden exakt definierter Schädigungsgrenzwerte
2.3. Anwenden fehlerhafter Schädigungsgrenzwerte	siehe 2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Bewertung des Schädigungszustands auf der Grundlage der fehlerhaften Schädigungsgrenzwerte entspricht nicht dem realen Schädigungszustand – siehe 1.2. 	<ul style="list-style-type: none"> – Anwenden wissenschaftlich begründeter Schädigungsgrenzwerte oder adaptives Ermitteln von Schädigungsgrenzwerten
3. Datenerfassung			
3.1. Informationsverluste zwischen Maschinenbediener, Instandhalter und Datenerfasser	<ul style="list-style-type: none"> – Nichterfassen zufälliger Einflüsse auf den Schädigungsprozeß – fehlerhaftes Registrieren von Zeitpunkt und Umfang der Instandhaltungsmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> – Abweichungen des Schädigungsverhaltens bei mehrfacher unabhängiger Datenerfassung – siehe 1.2. 	<ul style="list-style-type: none"> – exakte Vorbereitung sowie regelmäßige Anleitung und Kontrolle der Datenerfassung – Organisation eines zuverlässigen Informationsflusses zwischen allen an der Datenerfassung und -aufbereitung beteiligten Personen – Motivation der an der Datenerfassung beteiligten Personen – Senkung des für die Datenerfassung benötigten Arbeitszeitaufwands durch Einsatz der EDV – siehe 3.1. – permanentes demontageloses Überwachen des Schädigungszustands
3.2. fehlende oder mangelhafte Möglichkeiten zum exakten Bestimmen der effektiven Lebensdauer bis zum Schadenseintritt	<ul style="list-style-type: none"> – fehlerhaftes Bestimmen der effektiven Lebensdauer bis zum Schadenseintritt 	siehe 3.1.	
3.3. unexaktes Registrieren von Zeitpunkt und Umfang der Instandsetzungen	siehe 3.2.		
3.4. fehlerhaftes Unterscheiden zwischen Normal- und Zufallschäden	<ul style="list-style-type: none"> – fehlerhaftes Ermitteln des Schädigungsverhaltens durch Einbeziehen von Zufallsausfällen in die Stichprobe 	siehe 3.1.	<ul style="list-style-type: none"> – siehe 3.1. und Verbesserung der Möglichkeiten zur Schadensanalyse
4. Datenaufbereitung			
4.1. fehlerhafte Tankkartei	<ul style="list-style-type: none"> – fehlerhaftes Ermitteln der Betriebsdauerintervalle bis zur Durchführung vorbeugender oder wiederherstellender Instandsetzungen 	siehe 3.1.	<ul style="list-style-type: none"> – regelmäßige Anleitung und Kontrolle bei der Erfassung der effektiven Lebensdauerwerte – Motivation der an der Datenerfassung beteiligten Personen – Senkung des für die Datenaufbereitung erforderlichen Aufwands durch Einsatz der EDV – siehe 4.1.
4.2. fehlerhaftes Auswerten der Tankkartei	<ul style="list-style-type: none"> – fehlerhaftes Ermitteln der Betriebsdauerintervalle bis zur Durchführung vorbeugender oder wiederherstellender Instandsetzungen 	siehe 3.1.	
4.3. Nichtbeachten der im Rahmen anderer Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführten vorbeugenden oder wiederherstellenden Instandsetzungen des betrachteten Schädigungselements	siehe 4.2.	siehe 3.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Unterweisung der mit der Datenaufbereitung beauftragten Personen in die konstruktiv und instandsetzungs-technologisch bedingte Verknüpfung der Schädigungselemente
5. Datenauswertung			
5.1. Datenmaterial			
5.1.1. Stichprobenumfang zu gering	<ul style="list-style-type: none"> – unzulässig großer Fehler beim Bestimmen des Ausfallverhaltens 	<ul style="list-style-type: none"> – Berechnen des erforderlichen Stichprobenumfangs in Abhängigkeit vom Unvollständigkeitsgrad der Stichprobe [1 bis 6] 	<ul style="list-style-type: none"> – Ermitteln des erforderlichen Stichprobenumfangs, Erweiterung des Stichprobenumfangs durch Verlängerung des Untersuchungszeitraums oder Erhöhung der Anzahl der untersuchten Objekte
5.1.2. zu geringer Anteil wiederherstellender Instandsetzungen an der Gesamtanzahl der Ausfälle	siehe 5.1.1.	siehe 5.1.1.	siehe 5.1.1.
5.2. Schätzverfahren			
5.2.1. Anwendung eines ungeeigneten Schätzverfahrens	siehe 5.1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleich der mit verschiedenen Schätzverfahren erreichbaren Genauigkeit [9] 	<ul style="list-style-type: none"> – Literaturstudium, Auswahl eines geeigneten Schätzverfahrens
5.2.2. fehlerhafte Anwendung des Schätzverfahrens	<ul style="list-style-type: none"> – fehlerhaftes Ermitteln der Verteilungsparameter des Ausfallverhaltens 	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleich der ermittelten Verteilungsparameter mit den entsprechenden Werten vergleichbarer Stichproben 	<ul style="list-style-type: none"> – Literaturstudium, richtiges Anwenden des Schätzverfahrens

Rationalisierung der technologischen Vorbereitung von Reparaturschweißungen

Dipl.-Ing. B. Hidde, KDT, Ingenieurschule für Landtechnik „M. I. Kalinin“ Friesack

1. Problemstellung

Das Reparaturschweißen als eine technische Lösungsmöglichkeit, betriebsuntauglich gewordene Bauteile von Maschinen und Anlagen wieder instand zu setzen, hat im Komplex der Instandsetzung nach wie vor eine gewisse Berechtigung. Insgesamt werden rd. 30 bis 60% aller Instandsetzungen an landtechnischen Arbeitsmitteln durch das effektive Fügeverfahren Schweißen (Verbindungs- und Auftragschweißen) realisiert. Unter den Bedingungen der operativen Instandsetzung – hier wird der überwiegende Teil der Reparaturschweißungen ausgeführt – ergibt sich jedoch eine Reihe von technisch-technologischen und auch sicherheitstechnischen Problemen, deren Nichtbeachtung zu Qualitätsmängeln bzw. ernsthaften Schäden mit schwerwiegenden Folgen führen kann.

Stellvertretend für die Kompliziertheit der zu beherrschenden Teilfragen sei auf die Vielfalt und die damit teilweise vorhandene Unsicherheit bei der Einhaltung der Schweißvorschriften (zum Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz rd. 400 Seiten TGL, sicherheitstechnische Forderungen u. a.) hingewiesen.

Technisch-technologische Probleme ergeben sich hauptsächlich durch unzureichende Kenntnisse zum Grundwerkstoff sowie durch die mit der Anwendung der Schweißtechnik prinzipiell auftretenden Gefahren des Sprödbruchs bzw. der Minderung der Dauerfestigkeit durch „innere“ und äußere Kerben. Da-

durch kann z. B. die Festigkeit des hochfesten Werkstoffs H52-3 bis auf die Festigkeit des allgemeinen Baustahls St38 absinken. Die praktische Lösung der werkstofftechnischen Probleme wird weiter durch die große Anzahl der eingesetzten Werkstoffe, die von Massenbaustählen über hochfeste und korrosionsträge Stähle sowie Nichteisenmetalle bis zu Gußwerkstoffen reicht, erschwert. Die ingenieurmäßige Vorbereitung und die sachkundige Durchführung beeinflussen somit in hohem Maß die Qualität der Reparaturschweißung.

Erfahrungsgemäß ist der Anteil möglicher Fehler in der Vorbereitungsphase größer als in der Durchführungsphase. Häufig wird kurze Zeit nach dem Schadenseintritt vom Praktiker (Meister, Schweißtechnologe, Schweißingenieur) eine verbindliche Einschätzung zu folgenden Fragen verlangt:

- Instandsetzungsverfahren und -umfang
- notwendige Demontearbeiten
- Anwendung effektiver Schweißverfahren bei Gewährleistung der Gebrauchseigenschaften
- erforderlicher Zeitaufwand für die Schadensbeseitigung.

Die Beantwortung dieser Fragen erfordert das Erfassen und Auswerten von Informationen über das Schadenteil als notwendige Voraussetzung für eine fachgerechte Reparatur. Die effektive ingenieurmäßige Bearbeitung der dabei notwendigen werkstofftechnischen und technisch-technologischen Informationen setzt unter den heutigen Bedingungen die Anwendung von Rahmentechnologien [1, 2, 3, 4] sowie den Einsatz der Computertechnik [5, 6] voraus.

2. Grundsätze für Reparaturschweißungen

Im Schweißnahtbereich treten durch Kaltverfestigung der Fügestelle infolge Gewaltbruch und/oder durch die Wärmewirkung des Schweißverfahrens selbst Eigenschaftsänderungen des Bauteils auf, die im Rahmen der Bewertung der Schweißbarkeit [7] gezielt untersucht und beurteilt werden müssen.

Definierte Schweißnahtqualitäten sowie deren Ausführbarkeit nach bestimmten Technologien erfordern eine Einstufung der Reparaturschweißung in Ausführungsklassen [8, 9].

Während die Einstufung von zu schweißenden Stahlrohrleitungen in Abhängigkeit von der Mediengruppe durch solche meßbaren Größen, wie Betriebsdruck, Betriebstemperatur und Nennweite, relativ eindeutig vorgenommen werden kann [9], erfolgt die Zuordnung aller anderen Bauteile in erster Linie nach sicherheitstechnischen, funktionellen und fertigungstechnischen Aspekten (Tafel 1).

Eine weitere Möglichkeit der Einstufung in Abhängigkeit von den zulässigen Spannungen wird in [10] gezeigt.

Eine Reparaturschweißtechnologie ist also an eine Vielzahl quantitativer und qualitativer Ausgangswerte gebunden, die unter Praxisbedingungen schnell, systematisch und fehlerfrei verknüpft werden müssen (Bild 1).

Bei der Bauteilanalyse sind neben der eindeutigen Benennung Angaben zur Funktion, zur Belastung sowie zum Betriebsregime für die notwendige Schadensanalyse von Bedeutung. Wichtige Informationen dazu können der „Dokumentation Technische Vorbereitung der Ersatzteilinstandsetzung“ [11] entnommen werden.

Besondere Probleme bereitet die Beurteilung der Schweißbeignung von Bauteilen, deren Werkstoff nicht eindeutig bekannt ist (Alt- und Importtechnik). Hier ist neben den bekannten Schnellbestimmungsmethoden (Ferromagnetismus, Schleiffunktenanalyse, Härtemessung, Spektralanalyse mit dem Gerät metascope u. a.) bei funktionswichtigen und komplizierten Teilen eine entsprechende Werkstoffanalyse notwendig (50 g Bohrspäne als Spanbruchstücke mit Angabe des Prüfumfanges, z. B. 5er-Analyse).

Die Charakteristik von Schadensart bzw. Schadensbild einschließlich möglicher Schadensursachen ist für den Inhalt und den Umfang der nachfolgenden Reparatur von entscheidender Bedeutung. Während Risse und Brüche infolge Überlastung, Havarie oder Unfall (Bild 2) eine Reparaturschweißung erforderlich machen, die die Bauteilform nur unwesentlich ändern, bedeuten Dauerbrüche infolge konstruktiver Schwachstellen immer eine von der Bauteilform- und -beanspruchung her notwendige konstruktive Änderung (Bild 3).

Eine Sonderstellung nehmen Risse und Brüche bei vorangegangener Kaltverformung ein. Bei der Schadensaufnahme sind deshalb die zulässigen Grenzwerte nach Standard TGL 12910 sowie kritische Reckgrade zu beachten. Die dabei entstandenen Kaltumformungsspannungen und die Verschlechterung des Zähigkeitsverhaltens erfordern zusätzliche technologische Maßnahmen [13]. Im Zusammenhang mit der Reparaturschweißung müssen dann folgende technisch-technologischen und organisatorischen Bedingungen beachtet werden:

- Durch Auswahl eines geeigneten Verfahrens, einer zweckmäßigen Nahtvorbereitung und Positionierung der Bauteile ist der Wärmeeintrag auf ein Minimum zu reduzieren.
- Grundsätzlich sind Steifigkeitssprünge zu vermeiden und allmähliche Übergänge zu schaffen [12].
- Schweißnähte sind nicht an Stellen hoher Betriebsbeanspruchung anzuordnen und in entsprechenden Abständen von kaltverformten Zonen vorzusehen [12].
- Bei Schweißarbeiten an zulassungspflichtigen Bauteilen muß eine schweißtechnische Zulassung – bei Lenkungssteilen und Zugvorrichtungen eine bestätigte Technologie nach § 10 bzw. § 33 der 3. Durchführungsbestimmung zur StVZO – durch die Zulassungskommission vorliegen.

Im Einzelfall ist bei einer mit Hilfe der Schweißtechnik nicht durchführbaren Reparatur ein anderes technologisches Verfahren (KGL-, Schraub-, Löt-, Klammertechnik u. a.) auszuwählen.

Fortsetzung von Seite 82

- [9] Fleischer, G.; Kröger, H.; Thum, H.: Verschleiß und Zuverlässigkeit. Berlin: VEB Verlag Technik 1980.
- [10] Festersen, R.: Restbetriebsdauerprognose – Grundlagen und Anwendungsbereiche. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1986.
- [11] Thum, H.; Pieper, V.; Tiedge, J.: Betriebsdauerprognose von Verschleißteilen durch Anwendung mathematisch-statistischer Verschleißmodelle. Technische Hochschule „Otto von Guericke“ Magdeburg, Forschungsbericht 1981.
- [12] Ihle, G.; Walther, J.: Bewertung der Zuverlässigkeit instand gesetzter Baugruppen durch Informationen aus dem Zirkulationsprozeß. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 9, S. 400–402.
- [13] Schulz, W.: Zur Parameterschätzung und Stichprobenplanung in Weibullverteilungen. Technische Hochschule „Otto von Guericke“ Magdeburg, Dissertation 1982.
- [14] Beyer, O.; Hackel, H.; Pieper, V.; Tiedge, J.: Mathematik für Ingenieure, Naturwissenschaftler, Ökonomen und Landwirte. Band 17: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. Leipzig: B. G. Teubner Verlagsgesellschaft 1985.
- [15] Eichler, C.: Probleme der Modellierung von Instandhaltungsprozessen aus der Sicht der Bestimmbarkeit des Schädigungsverhaltens. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe 29 (1980) 3, S. 1–4.

A 5028