

## Das Total Productive Maintenance-Konzept im Rahmen der Ausbildung für Ganzheitliche Produktionssysteme

---

### Abstract

Um der Einführung eines Ganzheitlichen Produktionssystems (GPS) bei Volkswagen (hier speziell der *Volkswagenweg* im Werk Kassel) auch in der Berufsausbildung gerecht zu werden, sind in dem Projekt *GPSKomp* Ansätze entwickelt worden, Methoden und Werkzeuge des GPS bei Volkswagen in der Ausbildung zu vermitteln und anzuwenden. Einbezogen werden hierbei die Lernorte Volkswagen (Werk Kassel), Herwig-Blankertz-Schule und der Projektnehmer Volkswagen Coaching GmbH, Niederlassung Kassel. Zunächst wurde mit der Umsetzung der GPS-Elemente *Arbeitsplatzorganisation, Qualitätsprozesse, Gruppenarbeit, Verbesserungsprozesse* und *TPM (Total Productive Maintenance)* begonnen. In Kooperation mit der wissenschaftlichen Projektbegleitung wurden Kompetenzen im Zusammenhang mit Ganzheitlichen Produktionssystemen formuliert, die Auszubildende im Verlauf der Berufsausbildung erlangen sollen, um die veränderten betrieblichen Anforderungen bereits nach dem Ende der Berufsausbildung zu erfüllen. Dafür wurde eine integrativer Ansatz gewählt, d. h. die Modifikation der Ausbildung erfolgte im Rahmen der Verordnung der industriellen Metallberufe. Dieses Vorgehen wird nachfolgend am Beispiel des GPS-Elements TPM dargestellt. TPM ist in der betrieblichen Praxis eine Methode, um Instandhaltung effektiv zu gestalten und die Anlagenverfügbarkeit und Prozesssicherheit zu erhöhen. Maßgeblich ist hierbei die vorbeugende Instandhaltung, um ungeplante Anlagenausfälle eines größeren Ausmaßes zu verhindern.

---

## 1 Einleitung

### 1.1 Das Projekt „GPSKomp“

Um der Einführung eines Ganzheitlichen Produktionssystems (GPS) bei Volkswagen<sup>1</sup> auch in der Berufsausbildung gerecht zu werden, sind in dem Projekt „GPSKomp“ (Kompetenzentwicklung für Ganzheitliche und Standardisierte Produktionssysteme)<sup>2</sup> Ansätze entwickelt worden, Methoden und Werkzeuge eines GPS in der Ausbildung zu vermitteln und anzuwenden. Einbezogen werden hierbei die Lernorte Volkswagen, Werk Kassel, Herwig-Blankertz-Berufsschule Wolfhagen und Volkswagen Coaching GmbH, Niederlassung Kassel (Projektnehmer). Begonnen wurde zunächst mit der Umsetzung der GPS-Elemente *Arbeitsplatzorganisation, Qualitätsprozesse, Gruppenarbeit, Verbesserungsprozesse* und *Total Productive Maintenance (TPM)*.

---

<sup>1</sup> hier speziell der *Volkswagenweg* im Werk Kassel

<sup>2</sup> Das Projekt „GPSKomp“ wird gefördert durch das Land Hessen mit Mitteln des Europäischen Sozialfonds.

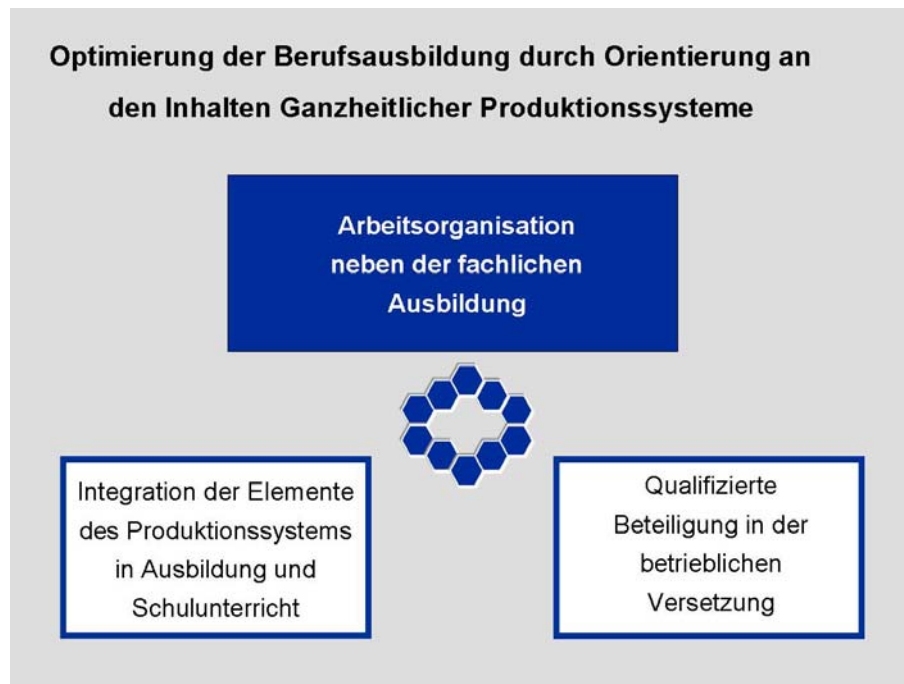


Abb. 1: Ziel des Projektes *GPSKomp*

Ziel der Ausbildung in der Volkswagen Coaching GmbH ist es, Inhalte von GPS in Qualifizierungsbausteine zu integrieren und für Auszubildende in der täglichen Ausbildungspraxis zum Bestandteil der Berufsausbildung werden zu lassen.

In der betrieblichen Ausbildung besteht das Ziel darin, dass Auszubildende Methoden und Werkzeuge von GPS in der Fabrik erlernen und an deren Anwendung beteiligt werden (z. B. Teambesprechungen, selbständige Durchführung von Wartungsmaßnahmen nach TPM-Konzept, etc.)

In Kooperation mit der wissenschaftlichen Projektbegleitung<sup>3</sup> wurden Kompetenzen im Zusammenhang mit GPS formuliert, die Auszubildende im Verlauf der Berufsausbildung erlangen sollen, um die veränderten betrieblichen Anforderungen bereits nach dem Ende der Berufsausbildung zu erfüllen. Zugrunde gelegt wurden dabei die Vorgaben der Verordnung der industriellen Metallberufe aus dem Jahre 2004.

## 1.2 Das GPS-Element „Total Productive Maintenance“ (TPM)

TPM ist in der betrieblichen Praxis eine Methode, um die Instandhaltung effektiv zu gestalten und so die Anlagenverfügbarkeit und Prozesssicherheit zu erhöhen. Maßgeblich ist hierbei die vorbeugende Instandhaltung, um ungeplante Anlagenausfälle eines größeren Ausmaßes zu verhindern. Hierzu gehören u. a. die Anwendung anlagenspezifischer standardisierter Wartungs- und Reinigungspläne und die Nutzung von Software zur Planung und Dokumentation von Instandhaltungsmaßnahmen.

<sup>3</sup> Universität Hamburg; Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Prof. Dr. Thomas Vollmer; zum Ansatz des Projektes *GPSKomp*, siehe den Beitrag von Thomas VOLLMER in diesem Band

Nachfolgend wird zunächst ein TPM-Konzept als 5-Säulen-Modell vorgestellt, wie es in der Werkspraxis angewendet wird, anschließend wird auf die notwendigen Kompetenzen im Rahmen der Berufsausbildung der Industriemechaniker eingegangen und schließlich werden Beispiele aus der Ausbildungspraxis vorgestellt.

## 2 Das 5-Säulen-Modell eines TPM-Konzeptes

TPM ist ein ganzheitliches Konzept mit dem Ziel, Instandhaltungsprozesse zu optimieren, um eine Erhöhung der jeweiligen Gesamtanlageneffektivität (Anlagenverfügbarkeit, Anlageneffizienz, Qualitätsrate) über den gesamten Lebenszyklus zu erreichen. Fünf Säulen bilden das TPM-Konzept. Variationen in Anzahl und Inhalt der Säulen sind in der Abhängigkeit des jeweiligen Ortes der TPM-Umsetzung möglich:

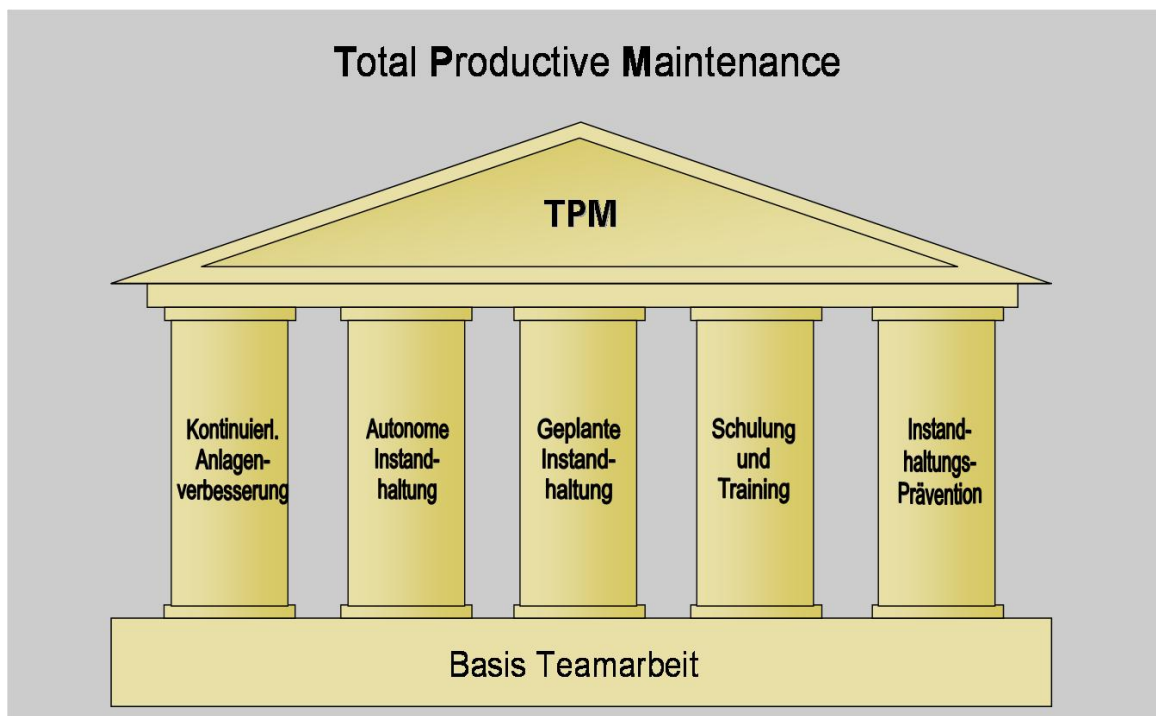


Abb. 2: 5-Säulenmodell des TPM-Konzeptes

### 2.1 Kontinuierliche Anlagenverbesserung

Ziel ist eine höchstmögliche Produktionseffektivität durch Beseitigung von sechs wichtigen Schwerpunktproblemen (vgl. Tabelle 1) bei Engpassanlagen zu erreichen, die unmittelbar zu Zeitverlusten und Terminüberschreitungen führen können.

Tabelle 1: **Sechs chronische Verlustquellen (Schwerpunktprobleme)**

<b>Stillstand- und Anlagenausfall</b>	<b>Leistungsverluste</b>	<b>Qualitätsverluste</b>
1. Maschinenausfälle	3. Leerlauf und kleinere Störungen	5. Fehlerhafte Teile
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausfall eines Elektromotors</li> <li>– Mechanische Störung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkstücke blockieren eine Zuführung</li> <li>– Kurzzeitige Fehlfunktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausschuss</li> <li>– Nacharbeit</li> </ul>
2. Rüst- und Justierzeiten	4. Geschwindigkeitsverluste	6. Anlaufverluste
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Werkzeugwechsel</li> <li>– Einstellarbeiten an Wechselteilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Unterschiede zwischen möglichen (realen) und tatsächlichen Taktzeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verluste zwischen Produktionsbeginn und stabiler Produktion</li> </ul>

Kontinuierliche Anlagenverbesserung wird erreicht durch:

- Identifizierung von Engpassanlagen,
- Ermittlung von Schwerpunktproblemen,
- Anwendung von Problemlösungsmethoden zur Beseitigung der Schwerpunktprobleme.

## 2.2 Autonome Instandhaltung

Die Autonome Instandhaltung im TPM-Konzept sieht vor, dass Produktionsmitarbeiter selbständig zum Teil Inspektions- und Wartungsmaßnahmen übernehmen. Sie tragen somit mehr Verantwortung für die Funktion "ihrer Produktionsanlage": Keine absolute Trennung mehr von Bedienen und Instand halten. Die Produktionsmitarbeiter können aufgrund ihrer Nähe zur Anlage und ihrer Fachkenntnisse Störungen schnell entdecken und Gegenmaßnahmen veranlassen. Aufgrund der Übertragung von bestimmten Wartungs- und Inspektionsarbeiten auf Produktionsmitarbeiter können Instandhalter frei gewordene Kapazitäten dazu nutzen, um vorbeugende Instandhaltung nach einem geplanten Instandhaltungsprogramm durchzuführen. Voraussetzung ist allerdings die Festlegung von Standards in Form von anlagenbezogenen Wartungs- und Reinigungsplänen.

## 2.3 Geplante Instandhaltung

In einem geplanten Instandhaltungsprogramm werden Instandhaltungsmaßnahmen von Mitarbeitern der Instandhaltung durchgeführt, die einen stabilen Fertigungsprozess sicherstellen und ungeplante Stillstände verringern. Im Gegensatz zur geplanten Instandhaltung wird die störungsbedingte Instandhaltung (Feuerwehreinstandhaltung) meist unter hohem Zeitdruck

und teilweise nur notdürftig durchgeführt, da die Störung eines Produktionsvorganges möglichst schnell beseitigt werden muss. Der Anteil an vorbeugender Instandhaltung gegenüber der störungsbedingten Instandhaltung wird deutlich erhöht.

## 2.4 Schulung und Training

Betroffene Mitarbeiter müssen in der TPM-Systematik sowie deren Methoden und Werkzeugen qualifiziert werden, damit sie die an sie gestellten Anforderungen erfüllen können. Hierzu gehört einerseits die Schulung in Problemlösungstechniken, Visualisierung und Standardisierung sowie andererseits die fachliche Weiterbildung (maschinenspezifisch) und ein Diagnosetraining.

## 2.5 Instandhaltungsprävention

Mitarbeiter (Planer, Instandhalter und Produktionsfacharbeiter) wirken bereits bei der Erstellung des Anlagenkonzepts und der Konstruktion mit, um Fehler und Störungen von Anbeginn (ab Inbetriebnahme der Anlage) zu vermeiden. Auf der Basis des Wissens der Mitarbeiter aus der Produktion und der Instandhaltung können somit die Anlagen arbeits- und instandhaltungsgerechter konstruiert werden.

## 3 Notwendige Kompetenzen für die TPM-Durchführung

Die Kompetenzen, die Auszubildende während ihrer Ausbildung zum Industriemechaniker erlangen sollen, wurden ausgehend von den Ergebnissen und Erfahrungen aus der betrieblichen Umsetzung von TPM-Inhalten ermittelt. Während des Projektes *GPSKomp* entstand daraus eine Matrix, in der Kompetenzen zu GPS-Elementen systematisch nach Lernorten sortiert erfasst wurden. Der für TPM relevante Auszug aus der Matrix wird in Tab. 2 dargestellt, wobei folgende Lernorte berücksichtigt werden:

- An dem Lernort **Unterrichts- und Laborräume der Volkswagen Coaching GmbH** werden im Rahmen des Qualifizierungsbausteins GPS die Grundlagen für das Verständnis für Ganzheitliche Produktionssysteme gelegt.
- An dem Lernort **Werkstatt** in der Volkswagen Coaching GmbH werden den Auszubildenden Fertigkeiten wie z.B. Drehen oder Fräsen vermittelt. Sie übernehmen hier im Rahmen des TPM-Konzeptes sowohl die Rolle von Maschinenfacharbeitern als auch von Instandhaltern.
- An dem Lernort **Fabrik** arbeiten die Auszubildenden unter realen Produktionsbedingungen und werden während ihres Einsatzes zunehmend mit Aufgaben im Rahmen des betrieblichen TPM-Konzeptes betraut.

Tabelle 2: **Förderung der TPM-Kompetenzen der Auszubildenden**

<b>Lernort VW-Coaching: Qualifizierungsbaustein GPS</b>	
<b>Kompetenz: Fähigkeit zur ...</b>	<b>Erläuterung</b>
Herstellung des Zusammenhangs von TPM und anderer Elemente eines Ganzheitlichen Produktionssystems	Ganzheitliche Betrachtung bedeutet u. a., dass einzelne Elemente nicht isoliert stehen, sondern abhängig sind von anderen Elementen und Schnittstellen aufweisen.
Benennung möglicher Anlagenfehler	In der betrieblichen Praxis werden Fehler aufgelistet und nach Klassen eingeteilt. Auszubildende lernen verschiedenartige Fehler kennen und ihre Bedeutung für den Produktionsablauf einzuordnen.
Anwendung der Paretoanalyse	Paretoanalyse mit vorhandenem Zahlenmaterial einüben und als Werkzeug zur Analyse von Schwerpunktproblemen kennen lernen
Anwendung von Problemlösungstechniken	Verschiedene Methoden zur Lösung von Problemen werden angesprochen und eine Methode auf ein Problem angewendet und dokumentiert.

<b>Lernort Werkstatt und Fabrik / Rolle Maschinenarbeiter</b>	
<b>Kompetenz: Fähigkeit zur ...</b>	<b>Erläuterung</b>
Durchführung von Arbeiten der Maschinenarbeiter im Rahmen des TPM-Konzeptes	Der Maschinenarbeiter beherrscht die Maschine, an der er arbeitet. Nach dem Prinzip der Autonomen Instandhaltung übernimmt er einfache Inspektionen und Wartungsarbeiten.
Durchführung von Arbeiten nach standardisierten Wartungsplänen	Standardisierte Wartungspläne geben Reinigungs- und Wartungsmaßnahmen mit den entsprechenden Intervallen vor
Dokumentation von Wartungsarbeiten	Wartungsarbeiten werden in einer Anlage des Standardisierten Wartungsplanes handschriftlich dokumentiert
Meldung und Dokumentation von Störungen über die Instandhaltungssoftware ESB (Elektronisches Schichtbuch)	Bei Auftreten eines Anlagenfehlers, der nicht durch die Maschinenarbeiter behoben werden kann, wird das Problem im ESB dokumentiert. Instandhalter übernehmen in diesem Fall.

<b>Lernort Werkstatt und Fabrik / Rolle Instandhalter</b>	
<b>Kompetenz: Fähigkeit zur ...</b>	<b>Erläuterung</b>
Durchführung von Arbeiten der Instandhalter im Rahmen des TPM-Konzeptes	Die Auszubildenden, die die Rolle eines Instandhalters übernehmen, haben die Aufgabe vorbeugende Instandhaltung durchzuführen und im Fehlerfall die Anlagen instand zu setzen. Komplexe Wartungsarbeiten übernehmen ebenfalls Instandhalter.
Dokumentation von Instandhaltungsarbeiten in der Instandhaltungssoftware ESB	Anlagenausfälle, die im ESB-System registriert sind, werden vom Instandhaltungsteam behoben. Reparaturen werden nach vorgegebenem Standard dokumentiert.
Erstellung und Anpassung von Standardisierten Wartungsplänen	Der Standard eines Wartungsplans ist flexibel. Sobald bessere Möglichkeiten zu Wartungsmaßnahmen und -intervallen gefunden werden, wird der Wartungsplan geändert.
Aktualisierung von TPM-Informationstafeln	Auf der TPM-Infotafel werden Fehlerhäufigkeiten von Anlagen dargestellt und aktuelle Maßnahmen beschrieben.

An dem Lernort **Schule** werden die theoretischen Grundlagen zu TPM vermittelt, die in den oben beschriebenen Lernorten praktisch umgesetzt werden. Hierzu zählen folgende Inhalte:

- Grundbegriffe Instandhaltung und TPM,
- Wartungspläne, Betriebsanleitungen,
- Instandhaltungsstrategien,
- Verschleißmechanismen,
- Stillstandszeiten, Ausfallkosten,
- Störungsursachen,
- Paretoanalyse.

#### **4 Beispiele für die Ausbildung an verschiedenen Lernorten**

Die Ausbildung wird in Kooperation der Lernorte Volkswagen Coaching GmbH, Betrieb und Berufsschule durchgeführt. Einige Aufgaben, die die verschiedenen Lernorte wahrnehmen sind in Abb. 3 dargestellt.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> zur Lernortkooperation innerhalb des Projektes *GPSKomp* sei auch auf den Beitrag zu den HT 2008 von VOLLMER „Veränderung der Berufsausbildung von Industriemechaniker/-innen im Kontext eines ganzheitlichen und standardisierten Produktionssystems“ in diesem Band verwiesen.

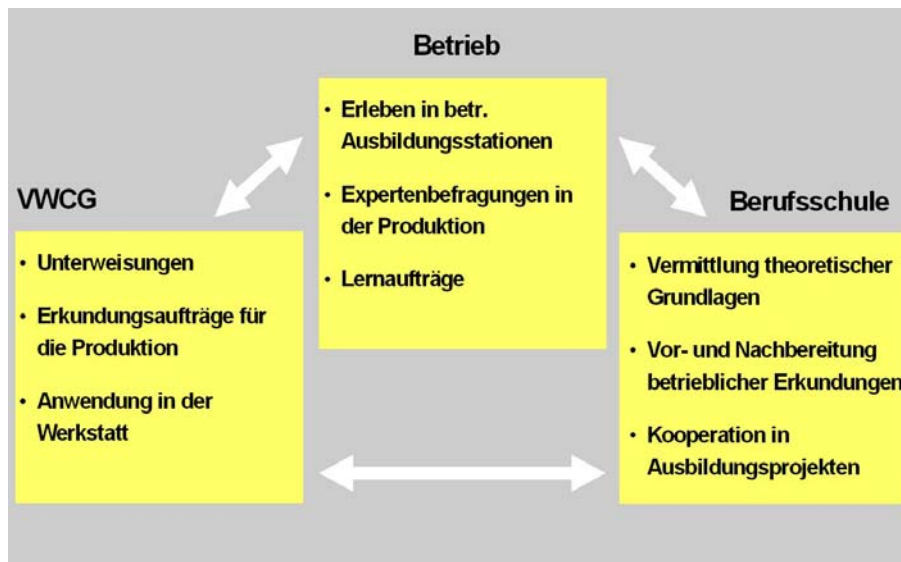


Abb. 3: Kooperation der drei Lernorte

#### 4.1 Kooperation am Beispiel „Betriebserkundung zum Thema TPM“

Zu Beginn des ersten Ausbildungsjahres finden Betriebserkundungen zu unterschiedlichen Schwerpunktthemen (z.B. TPM) statt. Erfahrungen mit betrieblichen Arbeitsprozessen gibt es zu diesem Zeitpunkt noch nicht. Ziel dieser Erkundungen ist es, dass Auszubildende ein Überblickswissen erlangen und die Fabrik in einem ersten Kontakt aus verschiedenen Blickrichtungen wahrnehmen. Im Fall von TPM werden die Visualisierungen auf einer TPM-Tafel betrachtet und analysiert. Die Informationen, welche die Auszubildenden visuell aufnehmen, werden dadurch dokumentiert und in einer Präsentation erläutert. Entscheidend ist hier die Zusammenarbeit von Ausbildern, Lehrern und Experten aus der Fabrik:

- Den Erkundungsauftrag erhalten die Auszubildenden in der Schule;
- die fachliche Begleitung erfolgt durch die Ausbilder;
- in der Produktion wird die Erkundung mit Experten vor Ort durchgeführt;
- in der Schule findet die Präsentation der Erkundung statt und wird gemeinsam mit Ausbildern und Lehrern reflektiert.

#### 4.2 TPM im Qualifizierungsbaustein GPS

Der Qualifizierungsbaustein GPS (QB GPS) wurde mit dem Ziel entwickelt, den Auszubildenden zum Industriemechaniker im 1. Ausbildungsjahr die Grundlagen Ganzheitlicher Produktionssysteme zu vermitteln. Die wichtigsten und leicht zugänglichen Methoden und Werkzeuge der Elemente *Standardisiertes Arbeiten*, *Arbeitsplatzorganisation*, *Gruppenarbeit*, *TPM*, *Qualitätsprozesse* und *Problemlösungsprozesse* werden gemeinsam mit den Auszubildenden erarbeitet, verbunden mit Arbeitsaufträgen für Betriebserkundungen und Übungen verschiedener Methoden im Rahmen von TPM (z. B. Paretoanalyse, Problemlösung). Die



bislang erfahrenen Inhalte zu TPM werden hier reflektiert, Wissen vertieft und in Relation zu TPM in der betrieblichen Realität gesetzt. Expertengespräche und Gespräche mit Mitarbeitern in der Produktion werden geführt, aufbereitet und präsentiert.

### 4.3 TPM in der betrieblichen Versetzung

Mit Beginn des 2. Ausbildungshalbjahres werden die Auszubildenden der Industriemechaniker in betrieblichen Versetzungsstationen eingesetzt. Einsatzbereiche sind betriebliche Werkstätten, Instandhaltungsteams, mechanische Fertigung und Montage in Bereichen der Getriebefertigung. Auszubildende werden mit TPM-Aufgaben sowohl als Instandhalter als auch als Produktionsmitarbeiter betraut.



Abb. 4: Auszubildender in der Getriebemontage

In der Rolle der Produktionsfacharbeiter arbeiten Auszubildende produktiv an Fertigungs- und Montagelinien nach standardisierten Abläufen mit, führen allerdings auch Wartungsarbeiten an ihren Anlagen durch. Ebenfalls gehört der Umgang mit Instandhaltungssoftware (ESB, Elektronisches Schichtbuch) zu den täglichen Aufgaben.

### 4.4 TPM im Instandhaltungsteam der Volkswagen Coaching GmbH

Bei der Einführung des TPM-Konzeptes in der Ausbildungswerkstatt wurde nach einer Grundreinigung im Maschinenpark eine Bestandsaufnahme der Maschinen mit der Analyse des Zustandes durchgeführt. Handbücher wurden gesichtet und aus den Vorgaben des jeweiligen Herstellers Standards für die Reinigung und Wartung der Maschinen entwickelt, Pläne erstellt und leicht zugänglich an den Maschinen angebracht. Auszubildende, die im Instandhaltungsteam eingesetzt sind, erfüllen folgende Aufgaben:

- Durchführung von Wartungsmaßnahmen, die über die Aufgaben / Kompetenzen der Produktionsmitarbeiter hinausgehen;
- Erledigung von Reparaturarbeiten an Maschinen in der Werkstatt;
- Nutzung der Instandhaltungssoftware / softwareunterstützte Auftragsbearbeitung;
- Überprüfung der Dokumentationen von Wartungsarbeiten;
- Änderung vorhandener Wartungspläne und Erstellung von neuen nach Bedarf.



Abb. 5: Auswechseln einer Spindel

### **TPM in der Fachausbildung Drehen in der Volkswagen Coaching GmbH**

Da in der Fachausbildung in der Regel keine Serienproduktion stattfindet, kann hier TPM nur eingeschränkt angewendet werden. Entscheidend ist die Organisation von Wartung und Instandhaltung mit dem Instrument *Standardisierte Wartungspläne* nach den Grundsätzen der *Autonomen Instandhaltung*.

Im ersten Ausbildungshalbjahr werden die Auszubildenden an Werkzeugmaschinen in Drehen und Fräsen qualifiziert. Neben den fachlichen Inhalten erhalten sie eine Einweisung in ihre Rolle im TPM-Konzept der VW Coaching. In dieser Rolle als Maschinenfacharbeiter sind sie für „ihre“ Maschine verantwortlich und haben die Aufgabe, neben der Fachausbildung die Schritte des Wartungs- und Reinigungsplans konsequent durchzuführen und zu dokumentieren.



Abb. 6: Auszubildender beim Prüfen des Ölstandes

## 5 Schlussbemerkung

Mit der Integration der TPM-Inhalte in die einzelnen Ausbildungsphasen an den unterschiedlichen Lernorten ist es gelungen, den Jugendlichen die Zusammenhänge der Produktionsfacharbeit näher zu bringen. Wie die Auswertungsgespräche gezeigt haben, war es ihnen dadurch nicht nur möglich, TPM im Kontext der übrigen GPS-Elemente und damit das Wesen des Konzeptes des Produktionssystems zu verstehen. Sie konnten auch während ihrer Aufenthalte in der Produktion ohne längere Einweisungen mit erfahrenen Produktionsfachkräften kompetent und verantwortlich zusammenarbeiten. Teilweise werden die Auszubildenden sogar als diejenigen angesehen, die neues know how in die Produktion einbringen. Aufgrund der guten Erfahrungen mit dem TPM-Konzept ist geplant, weitere Maschinenarbeitsplätze einzubeziehen und die Anzahl der Eingabeterminals zur Nutzung der Instandhaltungssoftware ESB zu erhöhen. Zudem war in der Erprobungsphase nur die Berufsgruppe der Industriemechaniker/innen beteiligt. Um auch elektrotechnische Inhalte einzubeziehen, werden zukünftig die Instandhalter durch Auszubildende des Berufs Elektroniker/in für Automatisierungstechnik unterstützt, um einerseits die interdisziplinäre Zusammenarbeit zu fördern und andererseits auch Elektroniker/innen einen Zugang zum TPM-Konzept zu ermöglichen.

## Der Autor

---



### **Dipl.-Ing. Thomas Schmidt**

Volkswagen Coaching GmbH, Nd. Kassel, Projekte u. Modellversuche

E-mail: thomas.schmidt1 (at) volkswagen.de

Homepage: [www.volkswagen-coaching.de](http://www.volkswagen-coaching.de)