

# QUALITÄTSKONTROLLE VON GANGWAHLSCHALTERN



**DIPL.-ING. GÜNTHER BATTENBERG**  
ist geschäftsführender Gesellschafter von Battenberg Robotic GmbH & Co. KG in Marburg.



**DIPL.-ING. (FH) DANIEL GARTH**  
ist Entwickler bei Battenberg Robotic GmbH & Co. KG in Marburg.

Die Qualität der äußeren Schaltung bestimmt die Genauigkeit des Schaltvorgangs und vermittelt bei Fahrzeugen mit manuellen Schaltgetrieben ein Komfortempfinden. Dafür hat Battenberg Robotic eine automatisierte Prüfanlage entwickelt. Das wesentliche Prüfkriterium für solche Gangwahlschalter ist die korrekte Übertragung der eingestellten Fahrstufe an das Getriebe.

## AUFGABENSTELLUNG

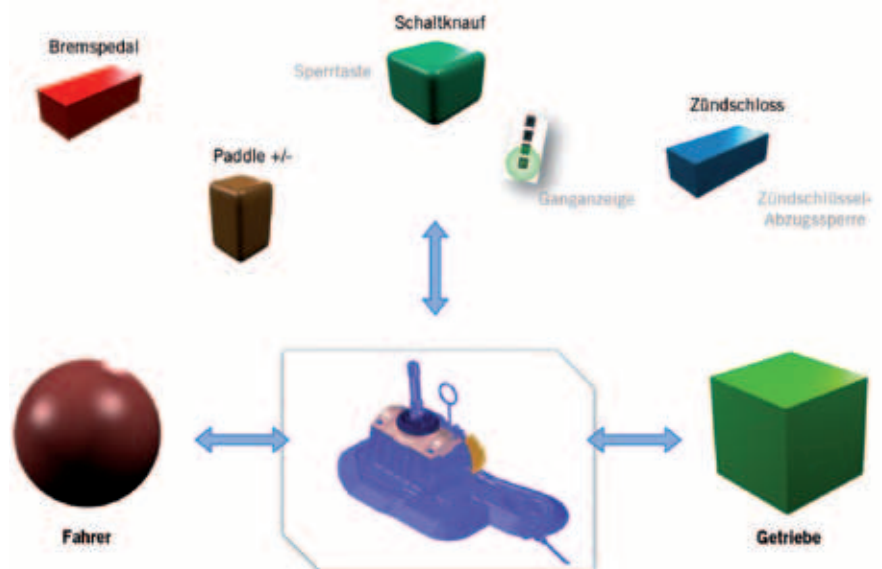
In Prüfanlagen für Gangwahlschalter wird der Prüfling durch alle Rasten hindurch betätigt und das zugehörige Ausgangssignal an das Getriebe kontrolliert. Für die Betätigung ist ein Aktor erforderlich, der die überwiegend kreisförmigen Schaltbewegungen ausführt. Auch kombinierte Bewegungen sind nötig, um zum Beispiel den Wählhebel nach unten zu drücken, um den Rückwärtsgang einzulegen. Während der Schaltbewegung zeichnet die Prüfanlage die Signale des Gangwahlschalters an das Getriebe synchron zum aktuellen Betätigungswinkel auf. Eine anschließende Analyse untersucht die Signalverläufe relativ zum Schaltwinkel und bewertet die Winkel der Signal-Umschaltpunkte.

Battenberg Robotic entwickelte einen Messroboter als Aktor, der den Wählhebel betätigt. Durch einen Kraftsensor an der Roboterhand bekommt der Messroboter eine Art Fingerspitzengefühl, sodass zum Beispiel der Schalthebel nicht bis zu einem festen Endwinkel, sondern auf Anschlag betätigt werden kann. Damit fällt der Vorbehalt weg, Roboter bewegen sich ausschließlich starr auf festgelegten Bahnen, unabhängig von möglichen Hindernissen wie einem hakenden Wählhebel oder einer zu prüfenden Wählhebelsperre.

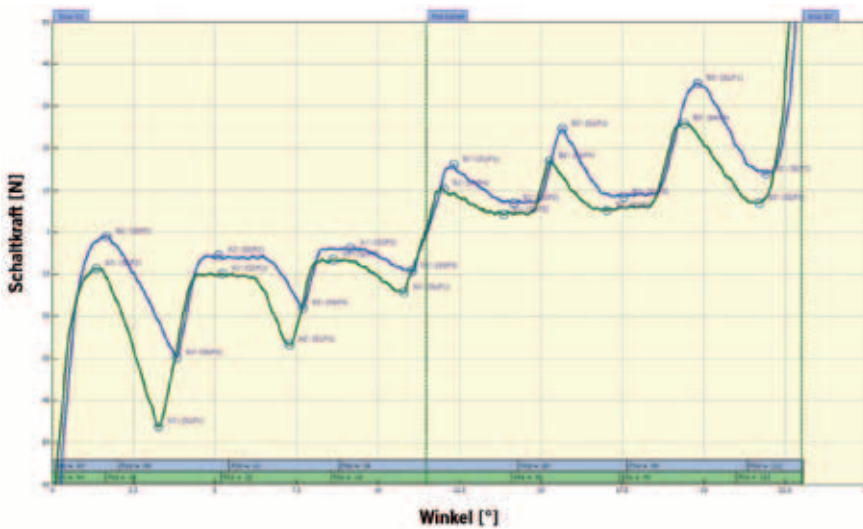
Der wesentliche Vorteil eines Roboters zur Betätigung von Gangwahlschaltern liegt in der freien Programmierbarkeit der Roboterbahn: Schaltungstypen mit den unterschiedlichsten Schaltbewegungen können durch denselben Messroboter betätigt und so auf derselben Prüfanlage getestet werden. Dazu ist der Messroboter mit einem Kombinations-Greiferwerkzeug ausgestattet, das die ausgewählten Wählhebeltypen greifen kann, um sie zu betätigen.

## ANFORDERUNGEN AN GANGWAHLSCHALTER

Eine Wählhebelschaltung ist die Schnittstelle des Fahrers zum Getriebe. Die gewünschte Fahrstufe wird über den Wählhebel eingestellt und an das Getriebe übertragen. Daneben verarbeitet die Schaltung Eingaben wie Bremspedal oder Paddleschalter am Lenkrad. Gewisse Wählhebelübergänge sind unter Umständen nicht



1 Gangwahlschalter im Fahrzeugumfeld



② Gemessener Zusammenhang zwischen Haptik und Schaltsignalen

gewählten Fahrstufe, Zündschlüssel-Abzugssperre etc.).

Das wesentliche Prüfkriterium ist dabei die korrekte Weiterleitung der Wählhebelstellung an das Getriebe. Gemäß seinem Schaltbild verfügt ein Schalthebel über stabile Rastpositionen, wodurch der Fahrer die haptische Rückmeldung bekommt, dass sich der Wählhebel in der Stellung zur Auswahl der gewünschten Fahrstufe befindet. Die Winkel dieser Rastpositionen müssen mit den elektrischen Signalen an das Getriebe korrelieren, ②. Die empfundenen Rastpositionen sind durch einen kraftfreien Zustand des Wählhebels gekennzeichnet, weshalb neben der Betätigung des Wählhebels auch die Schalkraft mit aufgezeichnet werden muss. Aus dem gemessenen Kraftverlauf werden die Rastpositionen als Nulldurchgänge der Schalkraft detektiert, die mit dem Ausgangssignal der Schaltung an das Getriebe und der angezeigten Fahrstufe übereinstimmen müssen.

Für Wählhebelschaltungen mit nur einer stabilen Stellung in der Mitte des Schaltbilds ist eine weitere Anforderung an die Qualität, dass die Schalkraft in jeder Wählhebelstellung genügend stark in Richtung der stabilen Mittelrast gerichtet sein muss, damit der Wählhebel nicht kraftfrei in einer Stellung stehen bleibt, die auf Dauer nicht zulässig ist. Das kann besonders durch Klemmen des Wählhebels geschehen und wird durch eine Analyse des Schalkraftverlaufs mit geprüft.



③ Abfolge von Prüfschritten zum Testen eines Seilzugs. Farblegende Blöcke: blau – Roboter-Messfahrt; grün – Analyse einer Messfahrt; orange – reine Roboterbewegung (ohne Messung)

**PRÜFANLAGE FÜR GANGWAHLSCHALTER**

Das Messsystem zur Prüfung von Gangwahlschaltern besteht im Wesentlichen aus Komponenten, die sich einteilen lassen in Messtechnik und Simulation des Fahrzeugumfelds. Die Vorrichtung zur Betätigung des Wählhebels entsprechend der Mechanik (Drehpunkt, Radius) und Haptik (Rastpositionen) des Gangwahlschalters muss mit einem Winkel-Messsystem ausgestattet sein, sodass elektrische Messwerte zu den Schaltwinkeln in Beziehung gesetzt werden können.

Sensoren an der Betätigungsvorrichtung dienen zur Messung der Kraft in Schalterichtung. Je nach Schaltbild und zu prüfenden Gassen kann die Betätigungs- und Messrichtung der Kraft auch drehen, sodass ein eindimensionaler Kraftsensor meist nicht genügt.

zulässig und werden in der Schaltung blockiert, bis eine Entsperrtaste gedrückt wird, wie zum Beispiel bei dem Übergang von P nach R. Die aktuelle Fahrstufe des Getriebes wird im Knauf oder einer Seitenleiste über LEDs angezeigt. Schließlich verhindert eine Keylock-Mechanik das Abziehen des Zündschlüssels, wenn sich der Wählhebel nicht in Grundstellung befindet.

Eine Prüfanlage für Gangwahlschalter muss all diese Funktionen an einer Schaltung kontrollieren, ①. Dazu werden die einzelnen Komponenten im Fahrzeugumfeld der Schaltung simuliert (Bremspedal, Paddle, Entsperrtaste etc.) und bei verschiedenen Wählhebelstellungen die Reaktionen des Gangwahlschalters überprüft (Signal an Getriebe, Anzeige der

Weiter sind Geräte zur Simulation des Getriebes, das heißt zur Kommunikation zwischen Wählhebelschaltung und Getriebe, je nach Art des Signals (CAN, LIN, digitales Signal) erforderlich. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Kommunikation vom Getriebe an die Schaltung, zum Beispiel durch zyklisches Senden der aktuellen Fahrstufe über CAN oder das regelmäßige Senden von „Alive“-Messages, um den Schaltungsbetrieb aufrecht zu erhalten. In der Gegenrichtung findet die Kommunikation von der Schaltung an das Getriebe statt. Beispielsweise durch Aufzeichnen von CAN-/LIN-Botschaften mit bestimmten IDs während der Hebelbetätigung.

Zu den weiteren Ausstattungsumfängen zählen

- : eine analoge Spannungsmessung zur Prüfung von Ruhe- und Betriebsstrom, Klemmen-Versorgungsspannung, PWM-Messung von LED-Signalen im Knauf, Stromaufnahme Shiftlock-Magnet
- : digitale Ausgänge zur Simulation einfacher Schaltsignale vom Fahrzeug an die Wählschaltung wie Bremspedal, Entsperrtaste, Paddle etc.
- : analoge Ausgänge zur Bereitstellung eines PWM-Takts an den Wählhebel, wenn dieser das PWM-Signal zur Ansteuerung der LEDs nicht selbst erzeugt.

In der Regel unterzieht die Prüfanlage ihre Messtechnik einer regelmäßigen automatischen Prüfung, um die Zuverlässigkeit ihrer Mess- und Prüfergebnisse sicherzustellen.

Neben der Messtechnik verfügt eine Prüfanlage für Gangwählschalter über Vorrichtungen zur Anlagenbedienung, zur Anzeige der Prüfergebnisse, zum Zu- und Abführen von Prüflingen, zur Teileanwesenheitskontrolle, zur Identifikation von Prüflingen sowie zur Arbeitssicherheit der Bediener. Auch eine Software zur Programmierung der Prüfschritte, zur Einstellung der Toleranzgrenzen für Prüfmerkmale und zur Archivierung der Messdaten ist standardmäßig Teil einer Prüfanlage.

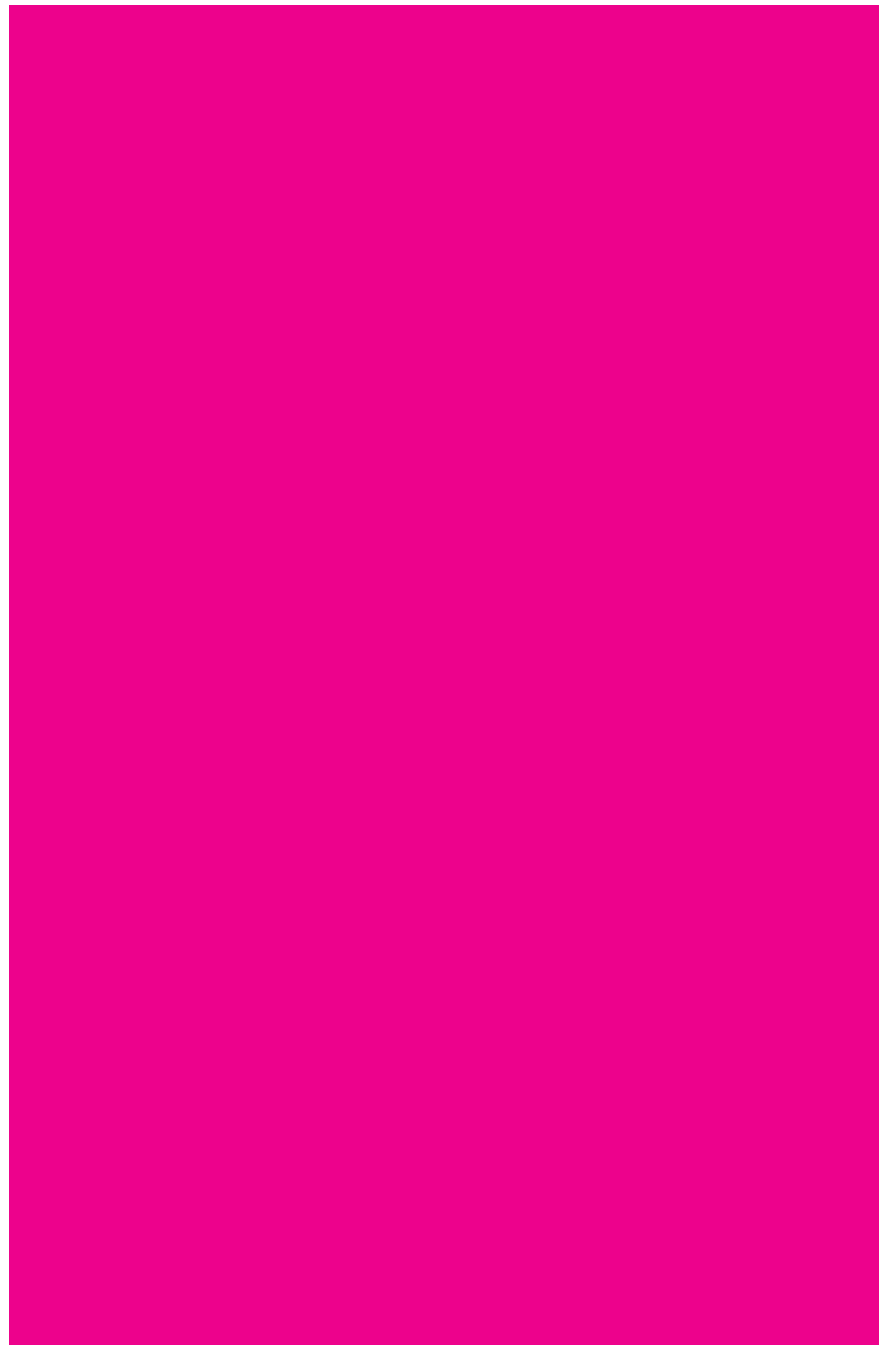
### **MESSROBOTIK ALS PRÜFANSATZ**

Messrobotik steht für die Kopplung der Bewegungsfreiheit eines Roboters mit der Messtechnik von Sensoren. Damit können Messvorgänge automatisiert werden, die an unterschiedlichen Orten oder entlang

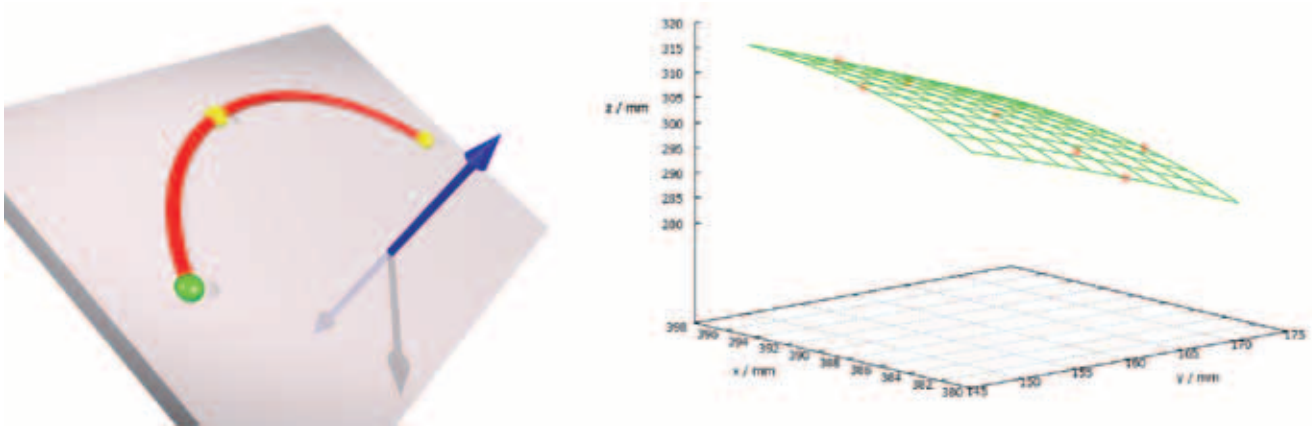
von Bahnen im Raum geschehen sollen. Insbesondere die Kopplung eines Kraft-Momenten-Sensors an die Hand eines Roboters ermöglicht es, die Haptik unterschiedlichster Bedienelemente zu messen. Eine Taste wird gedrückt und synchron zur Weginformation des Roboters zeichnet das System die Betätigungskraft auf.

Die Verwendung eines mehrachsigen Kraft-Momenten-Sensors erlaubt es, neben der axialen Kraft auch Seitenkräfte oder Kräfte senkrecht zur Bewegungsrichtung des Roboters aufzuzeichnen.

Die Bewegungsbahn eines Roboters ist frei programmierbar, so dass im Prinzip jede Betätigung an einem Prüfling geschehen







4 Bewegungsbahn der Roboterhand um den Drehpunkt und die Drehachse des Wählhebels.

kann, soweit sie innerhalb des Arbeitsbereichs des Roboters liegt und mit dem montierten Werkzeug ausführbar ist. Die Bewegung ist mechanisch nicht an einen einzigen Typ von Gangwahlschaltern gebunden, sondern kann nach Auslauf eines Serienmodells auf ein neues Modell eingelernt werden, oder erlaubt die gleichzeitige Prüfung von mehreren Typen auf einer einzigen Prüfanlage.

Durch die Kopplung eines sechsdimensionalen Kraft-Momenten-Sensor an der Hand eines Roboters steht ein System zur Verfügung, das einige Eigenschaften der menschlichen Hand besitzt und so die Prüfung von Gangwahlschaltern weitgehend realitätsnah ermöglicht. Da sowohl die passive Aufzeichnung von Kraftwerten während der Bewegung entlang eines Pfades im Raum möglich ist, als auch eine kraftgeregelte Anpassung der Roboterbewegungen, ermöglicht ein Messroboter für Haptik die Nachbildung einiger Eigenschaften der menschlichen Hand. Dazu zählt die Betätigung des Wählhebels bis zum Anschlag ebenso wie das Schalten in die nächste Rastposition. Während der Betätigung in Schaltrichtung ist ein Ausregeln von Seitenkräften möglich, sodass nur die reinen Schaltkräfte gemessen werden. Auch kombinierte Bewegungen wie das Anziehen einer Hülse zur Entsperrung des Wählhebels bei gleichzeitigem Aufbringen einer Kraft in Schaltrichtung sind möglich, um die Entsperrhöhe der Hülse zu ermitteln

Neben den Messaufgaben ermöglichen solche kombinierte Bewegungen auch kleine Montageaufgaben wie zum Beispiel das Einstecken einer Transportsicherung

im IO-Fall nach Ende einer Prüfung. Das Einführen erfolgt kraftgesteuert, während die Bewegung im freien Raum mit Maximalgeschwindigkeit eines Industrieroboters geschieht. Eine solche „intelligente“

Hand kann kraftgeregelt fügen, bis Anschlag ziehen oder unter definiertem Anpressdruck schieben. Mit dem geeigneten Zusatz am Greiferwerkzeug an der Roboterhand können auch Seilzüge mit

5 End-of-Line-Prüfzelle für Gangwahlschalter mit zwei Handeinlegeplätzen



Missbrauchskraft belastet werden, oder Seilzüge auf das Vorhandensein einer Feder geprüft werden, was durch den Verlauf der Kraft-Weg-Kurve nachgewiesen wird. Der Ablauf einer solch adaptiven Prüfung eines Seilzugs ist in ❸ zu sehen.

Zudem bietet die freie Beweglichkeit eines Haptik-Messroboters noch einige Möglichkeiten bei der Einrichtung und Überwachung der Prüfanlage. Sobald sich die Orientierung des Greiferwerkzeugs am Kraftsensor ändert – wie bei der Kreisbewegung um den Wählhebel-Drehpunkt – beeinflusst die Gewichtskraft des Werkzeugs die Messung der Schaltkraft. Diese Störung fällt umso mehr ins Gewicht, je weiter der Werkzeug-Schwerpunkt vom Kraftsensor entfernt ist und je größer der Betrag der Gewichtskraft ist. Zur Kompensation dieses Fehlereinflusses müssen Gewicht und Schwerpunkt bekannt sein, was durch einfache Schwenkbewegungen des Roboters mit montiertem Werkzeug

ausgemessen und berechnet werden kann.

Die Roboterhand mit Betätigungswerkzeug muss zudem exakt um den (oft im Gehäuse verborgenen) Drehpunkt der Wählhebelschaltung rotieren, damit die Schaltkräfte wirklich tangential zur Drehrichtung gemessen werden und keine Verkantung auftritt. Durch den Roboter steht eine Art Koordinatenmessmaschine zur Verfügung, die das äußere Ende des Wählhebels in verschiedenen Winkelstellungen antasten kann, um durch Ausgleichsrechnung den Kugelmittelpunkt, das heißt den Drehpunkt der Schaltung, zu ermitteln, ❹.

Die Kraft-Weg-Messung kann schließlich an einem beliebigen Ort innerhalb des Arbeitsbereichs des Roboters erfolgen. So auch vor einer Selbsttesteinrichtung der Prüfanlage, die aus einer waagrecht montierten Spiralfeder mit kalibriertem Kraft-Weg-Verlauf oder aus einem Refe-

renz-Wählhebel besteht. Auf diese Weise erhält man mehr Freiheit zur Abbildung der realen Messbedingungen im Selbsttest.

Battenberg Robotic entwickelt Prüfanlagen für Gangwahlschalter mit den genannten Prüfkompetenzen. Eine Prüfanlage mit zwei Prüfplätzen, die als Handeinlegeplätze ausgeführt sind, und einem Selbsttestsegment ist in ❺ zu sehen. Auf dieser Anlage werden derzeit Gangwahlschalter von drei verschiedenen Automobilherstellern geprüft, zwei davon jeweils in Linkslenker-/Rechtslenker-Varianten.



**DOWNLOAD DES BEITRAGS**  
[www.ATZonline.de](http://www.ATZonline.de)



**READ THE ENGLISH E-MAGAZINE**  
order your test issue now:  
[SAM-service@springer.com](mailto:SAM-service@springer.com)