

## Hintergrundinformation “Automatic Train Operation (ATO)” und «Grade of Automation (GoA)» bei smartrail 4.0

Die SBB nutzt zusammen mit mehreren Partnern aus der Bahnbranche durch das Programm smartrail 4.0 neue technologische Möglichkeiten der Digitalisierung, um die Stärken der Bahn, nämlich Zuverlässigkeit, Sicherheit, eine hohe Kapazität und Nachhaltigkeit auch künftig auszuspielen. Die Bahn soll für die Kundinnen und Kunden attraktiv und wettbewerbsfähig bleiben. Bereits heute ist der Schweizer Bahnbetrieb teilweise automatisiert: Über 90 Prozent der Stellwerke werden aus einer der sechs Betriebszentralen der SBB, BLS und SOB bedient. Mit einer Schritt für Schritt weiterentwickelten digitalen und automatisierten Zugsteuerung und kombiniert mit weiterentwickelten Anlagen wie einem digitalen Stellwerk, kann die Schweizer Bahnbranche mehr aus der bestehenden Infrastruktur rausholen. Ziel ist es, die Sicherheit und Kapazität weiter zu steigern, den Energieverbrauch zu optimieren und damit Kosten zu sparen.

Mit smartrail 4.0 soll unter anderem die Streckenkapazität des bestehenden Bahnnetzes besser genutzt werden. Das bedeutet, dass vor allem auf den Hauptstrecken, die Züge dichter und häufiger fahren werden. Dies bis hin zum Moving Block, bei dem die Züge eng aufeinander, in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Geschwindigkeit und somit nah an der Bremskurve, fahren. Ein Teilprogramm von smartrail 4.0 befasst sich mit dem Thema Automatic Train Operation (ATO). In diesem Zusammenhang werden Piloten durchgeführt um die Potentiale von Automatisierungsansätzen zur Unterstützung des Lokführers zu ermitteln. Die Automatisierung ist ein Baustein, um die Verdichtung der Zugfahrten zu vereinfachen. So kann der Lokführer, bei Fahrten mit kurzen Zugfolgezeiten und mit hohen Anforderungen an die Aufmerksamkeit, die Fahrt dem System per Autopilot übergeben.

ATO wird allgemein in verschiedene Automatisierungsgrade (Grade of Automation [GoA]) unterteilt. Dabei geht es darum, in welchem Ausmass der Zug die Fahrt selbständig ausführt und welche Aufgaben das Personal auf dem Zug übernimmt. Im Folgenden wird die Aufteilung der verschiedenen GoA Stufen und die aktuellen Tätigkeiten von smartrail 4.0 im Bereich ATO erläutert.

Grade of Automation (GoA)	Fahrt	Abfahrt	Halt am Bahnhof	Türschliessung	Störungsmanagement
 <b>GoA 1</b>	Lokführer mit Zugsicherungssystem (ZUB, ETCS, etc.)	Lokführer	Lokführer	Lokführer	Lokführer
 <b>GoA 2</b>	Lokführer mit Automatic Train Operation (ATO) Zugsicherungssystem (ETCS)	Lokführer oder Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO) oder durch Lokführer	Lokführer
 <b>GoA 3</b>	ATO, ohne Lokführer, mit Begleitpersonal auf dem Zug	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO) oder durch Zugbegleiter	Nach Bedarf: Zugbegleiter
 <b>GoA 4</b>	ATO, komplett autonome Zugfahrt ohne Personal	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Nach Bedarf: Automatisch, ferngesteuert oder mit Interventionspersonal

### GoA1 - Lokführer fährt, System sichert

Bei der ersten Stufe der Automatisierung handelt es sich um vom Lokpersonal gelenkte Fahrzeuge, in erster Linie mit einer Zugbeeinflussung welches mit einem Assistenzsystem auf dem Fahrzeug ergänzt sein kann. Assistenzsysteme, wie z.B. ADL (Adaptive Lenkung), übernehmen in diesem Fall nur unterstützende Funktionen, die eigentliche Zugführung wird komplett vom Lokpersonal übernommen. Die Zugfahrt wird dabei von einer automatischen Zugbeeinflussung (Automatic Train Protection, ATP) überwacht. Das ATP übernimmt die Schutzfunktion und verhindert durch automatische Zwangsbremmung z.B. das Überfahren von Halt zeigenden Signalen oder Überschreiten der zugelassenen Geschwindigkeit. Die bestehenden Fahrzeugflotten in der Schweiz verkehren heute nach GoA1. ATP wird durch das Zugsicherungssystem ETCS (European Train Control System) oder ZBMS (Zugbeeinflussung Meterspur Standard) wahrgenommen.

### GoA2 - Autopilot unterstützt Lokführer

GoA2 entspricht einem Autopiloten. Hierbei unterstützt das ATO System das Lokpersonal, indem es die Fahrt nach Aufforderung übernimmt. Der Lokführer übergibt dem System die eigentliche Fahrt und greift bei Bedarf ein, insbesondere im Ereignis- oder Störfall. Der Lokführer überwacht die Strecke, der Zug ist nicht zwingend mit weiteren Sensoren ausgestattet, auch wenn einige Zughersteller gerade weitere Assistenzsysteme zur Fahrwegüberwachung entwickeln. Die Türschliessung könnte in diesem Modus entweder weiterhin vom Zug- oder Lokpersonal oder durch das System übernommen werden. Sobald die Türen geschlossen sind, der Lokführer die ATO Funktion aktiviert hat und die Zustimmung zur Fahrt vorhanden ist, fährt das Fahrzeug automatisch ab und hält am nächsten Bahnhof wieder automatisch an. Die ideale Geschwindigkeit des Zuges wird, in Abhängigkeit von Faktoren wie Pünktlichkeit, Schienenzustand, Betriebssituation und Energie, anhand von ATO Fahrprofilen für die Strecke berechnet. ATP soll zukünftig schweizweit durch ETCS oder ZBMS (Zugbeeinflussung Meterspur Standard) erfolgen.

### GoA3 - autonome, begleitete Zugfahrt

Der Zug fährt voll automatisch, überwacht den Fahrweg selbst (mit Sensorik oder Objekterkennung) und hält an vorgesehenen Halteorten an. Im Zug befindet sich mindestens eine Begleitperson im Fahrgastraum, die hauptsächlich kundendienstliche Aufgaben wahrnimmt und bei Störungen am Fahrzeug eingreifen kann. Im Ereignisfall kann die Person sicherheitsrelevante Aufgaben wie Evakuierungen steuern. Je nach Bedarf kann auch die Türschliessung vom Zugbegleiter durchgeführt werden. Die Fahrprofile werden auch hier laufend berechnet und optimiert. Die Zugsicherung erfolgt durch ETCS oder durch ZBMS.

### GoA4 - vollautonome Zugfahrt ohne Begleitung

Bei der voll automatisierten Zugführung übernimmt das ATO System wie schon bei GoA3 die Zugführung. Es befindet sich aber kein Personal mehr auf dem Zug, da der Zug auch in den meisten Störfällen selbständig reagiert. Bei grösseren Störungen greift eine Zentrale via Fernsteuerung des Zuges ein oder es gibt stationäres Interventionspersonal vor Ort, insbesondere auch für den Ereignisfall.

### Sonderfall Fernsteuerung (Rangieren oder Störfall)

Bei GoA3 und GoA4 wird die Fahrt vollständig vom System übernommen, auch die Fahrwegüberwachung. Bei der Fernsteuerung überwacht und übernimmt im Gegensatz dazu wieder eine Person die Zugfahrt mittels eines Endgerätes z.B. ausserhalb des Zuges im Gleisfeld oder aus einer Betriebszentrale.

Weitere Informationen unter [www.smartrail40.ch](http://www.smartrail40.ch)