

Mistral – die Wind- und Luftströmungsmeldeanlagen der Zukunft

Thomas Kuppler

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Anlage Mistral. Dieser neue Anlagentyp setzt auf ein Prinzip der Windmessung ohne bewegte Teile und zeichnet sich daher durch hohe Betriebssicherheit und lange Lebensdauer aus. Das Detektionsprinzip erlaubt die Verwendung als Wind- und als Luftströmungsmeldeanlage mit den gleichen Komponenten. Die hohe Modularität und Einfachheit des Aufbaus wird aufgezeigt.

Windmeldeanlagen (WMA) und Luftströmungsmeldeanlagen (LsMA) sind seit Langem im Bahnbetrieb bekannte Einrichtungen. Die Windmeldeanlage wird an kritischen Abschnitten eingesetzt, um Beeinträchtigungen des Bahnverkehrs durch Wind zu erkennen. Die Luftströmungsmeldeanlage hingegen findet Einsatz im Tunnel, wo sie die Richtung der Luftströmung kontinuierlich überwacht und bei einem Unfall im Tunnel den Helfern den Weg der Frischluft zeigt. Die bisher verwendeten Anlagen sind jedoch nicht mehr Stand der Technik und die installierten Systeme haben das Ende ihres Lebenszyklus erreicht. Dies hat die Entwicklung einer neuen Generation von Systemen angestoßen.

Wind und Luftströmung sind Begriffe für das gleiche physikalische Phänomen: bewegte Luft. Es ist daher folgerichtig, eine Messeinrichtung zu entwerfen, die beides bestimmen kann. Im Bereich der Bahn sind hier noch besondere Anforderungen zu berücksichtigen, wie z. B. einfache Installation, einfache Wartung in langen Abständen und die Fähigkeit der Selbstüberwachung.

SST Signal & System Technik hat mit der Anlage Mistral ein solches System für die Bahnen realisiert. Die Bahngesellschaften können beide Anwendungen mit dem gleichen Anlagentyp bedienen und so bei den Aspekten Wartung, Mitarbeiterschulung und Ersatzteilbevorratung eine Vereinfachung und Einsparung erzielen. Diese Entwicklung wurde durch den Einsatz moderner, wartungsfreier Ultraschall-Anemometer möglich, die in zwei Varianten eingesetzt werden können:

- als eindimensionaler Detektor (1D) zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit in nur einer Achse oder
- als zweidimensionaler Detektor (2D) zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit und Strömungsrichtung in der Ebene.

In Abhängigkeit vom Typ des Detektors besitzt er entweder zwei oder vier Ultraschallsensoren, die am Ende der Sensorarme sitzen. Die Auswerteelektronik ist für beide Einsatzmöglichkeiten identisch.

Das System ist voll in das Meldeanlagen-system der DB AG integriert und besitzt eine Zulassung des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA).

1 Messprinzip

Ausgangsbasis ist die Geschwindigkeit des Schalls bei Windstille und gegebener Temperatur. Dieser Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls in ruhender Luft überlagert sich die Geschwindigkeitskomponente einer Luftbewegung in Windrichtung. Weht der Wind in dieselbe Richtung, in die sich der Schall ausbreitet, so erhöht sich die Geschwin-

digkeit des Schalls um die Windgeschwindigkeit. Umgekehrt gilt: Kommt der Wind aus entgegengesetzter Richtung, so vermindert sich die Schallgeschwindigkeit um die Windgeschwindigkeit.

Da die Schallgeschwindigkeit auch von der Temperatur der Luft abhängt, wird die Laufzeit des Schalls auf jeder Messstrecke – zwischen den Sensoren eines jeden Paares von Sensorarmen (Bilder 1 und 2) – in beiden Richtungen gemessen. Hierdurch kann der Einfluss der Temperatur auf das Messergebnis eliminiert werden.

Durch Anordnung zweier senkrecht aufeinander stehender Messstrecken erhält man zwei Windgeschwindigkeitsvektoren, die rechtwinklig zueinander stehen. Nach Messung dieser Geschwindigkeitskomponenten werden sie durch den Prozessor des Anemometers in Polarkoordinaten transformiert und als Betrag und Winkel der Windgeschwindigkeit ausgegeben. Beim 1D-Anemometer wird natürlich nur eine Richtungsinformation in Bezug zum Streckenverlauf ausgegeben (aufsteigende oder absteigende Kilometrierung). Hierbei wird nur die Vektorkomponente der Geschwin-



Bild 1: Eindimensionaler Detektor



Bild 2: Zweidimensionaler Detektor



Bild 3: Mistral als Windmeldeanlage

digkeit ausgewertet, die in der Linie der beiden Sensoren liegt.

Der Detektor ist beheizt, so dass auch unter extremen klimatischen Bedingungen (z. B. bei drohender Vereisung) die Funktion nicht beeinträchtigt wird (s. Test der EUMETNET SWS II Projekt 2001/2002 unter <http://www.eumetnet.eu/contsws.html>).

Es sind keine mechanisch bewegten Teile vorhanden, was die Haltbarkeit und Zuverlässigkeit wesentlich erhöht. Dieses Prinzip eignet sich daher hervorragend für die trägeheitslose Messung. Im Besonderen können Böen und Spitzenwerte sofort erfasst werden.

Bild 1 zeigt den 1D-Detektor für die Luftströmungsmeldeanlage, und in Bild 2 ist der Detektor in der 2D-Variante für den Einsatz als Windmeldeanlage zu sehen. Die Sensorarme sind immer paarweise gegenüberliegend angeordnet und jeweils mit einem Sensor (Ultraschallsender und -empfänger) ausgestattet. Damit kann die Strömungsgeschwindigkeit in beiden Richtungen zwischen den Armen gemessen werden.

2 Übersicht der Gesamtanlage

In Bild 3 sind die drei Hauptkomponenten der Windmeldeanlage zu sehen:

- die Detektoren auf dem Mast (hier die 2D-Anemometer),
- der Mast, der auf einem Fuß mit Gelenk zum Kippen montiert ist und
- die Elektronik, die in einem frei aufstellbaren Schrank untergebracht ist.

Als Windmeldeanlage besteht für die Mistral noch die Option für einen zweiten Mast, auf dem ein dritter Detektor montiert wird. Die beiden Masten werden dann auf gegenüberliegenden Seiten des Gleises aufgestellt (zur Erfassung des Einflusses auf beide Gleise).

Wenn die Anlage als Luftströmungsmeldeanlage betrieben wird, ist statt des Mastes ein Halter an der Tunnelwand befestigt, an dem zwei Detektoren angebracht sind (einer aufrecht stehend und einer darunter hängend). In dieser Konfiguration werden die 1D-Anemometer verwendet.

In der Grundkonfiguration jedes Systems sind immer zwei Detektoren enthalten. Die Redundanz erhöht die Verfügbarkeit des Gesamtsystems und lässt die Prüfung der Messwerte auf Plausibilität zu.

3 Aufbau der Mistral

Unabhängig vom Einsatz als Windmeldeanlage oder Luftströmungsmeldeanlage ist die grundlegende Konfiguration identisch, wie im Bild 4 zu sehen ist. Der Systemschrank ist ein gebräuchliches Gehäuse des Typs KvZ82, das auch für andere Zwecke im Freien genutzt wird. In diesem ist der Modulschrank als EMV-dichter Stahlschrank eingebaut. Der Modulschrank wird durch Ventilatoren gekühlt. Alle Komponenten wurden so gewählt, dass nur minimale Abwärme entsteht und damit auf ein Klimagerät verzichtet werden kann.

Die Software der Mistral überwacht laufend den technischen Zustand des Systems (Ansprechen des Überspannungsschutzes, Temperatur des Transformators, Funktion des Anemometers, Funktion der Lüfter im Schrank und die Stromversorgung). Außerdem kann jede Installation der Mistral per Ferndiagnose überwacht werden. Hierzu ist – wegen der teilweise abgelegenen Standorte – eine Einwahl über GSM möglich.

4 Entwicklung, erste praktische Erfahrung und Zulassung

Die gesamte Entwicklung der Software wurde nach DIN EN 50128 durchgeführt. Als Grundlage diente das genehmig-

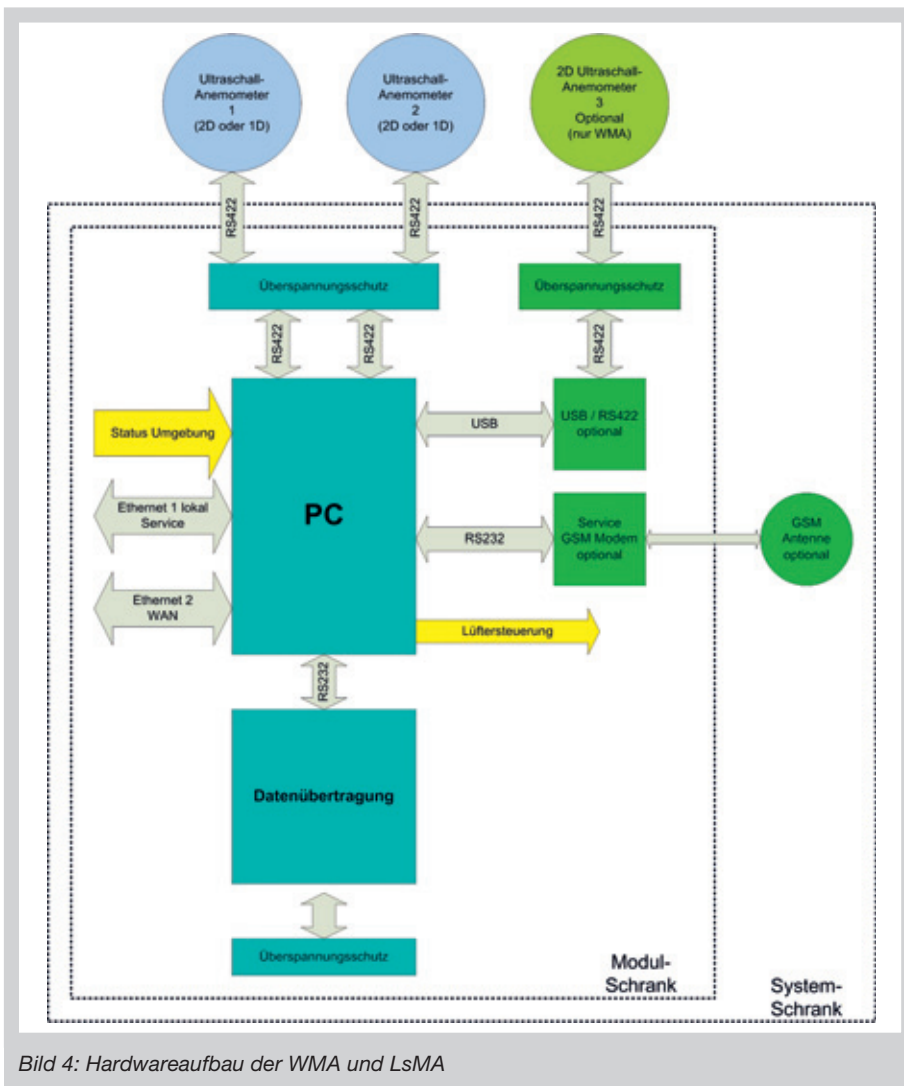


Bild 4: Hardwareaufbau der WMA und LsMA

te Lastenheft der DB AG. Der Entwicklungsprozess wurde vom TÜV Rheinland begleitet und am Ende auditiert. Nach umfangreichen Labortests wurde die Praxiserprobung an zwei Standorten durchgeführt:

- Windmeldeanlage: Gehrenroder Damm (südlich von Hildesheim)
- Luftströmungsmeldeanlage: Landrückentunnel Südportal (südlich von Fulda)

Die Betriebserprobung hat ergeben, dass die Anlage zuverlässig arbeitet, keine Fehler verursacht und korrekte Werte für die Windmessung liefert. Für den Einsatz im Tunnel wurde der Nachweis zur Standfestigkeit bei durchfahrenden Zügen mit bis zu 300 km/h erbracht.

Aufgrund der eingereichten Unterlagen, Tests und der erfolgreichen Betriebserprobung wurde vom Eisenbahn-Bundesamt die Zulassung für das System Mistral erteilt.

5 Ausblick

Die DB AG hat sich zum flächendeckenden Einsatz der Mistral in Deutsch-

land entschieden. Die älteren Systeme werden ersetzt und weitere kritische Standorte mit neuen Anlagen ausgerüstet.

Damit ist eine kostengünstige Serienfertigung möglich, die die Anlage Mistral auch für andere Bahnunternehmen technisch und wirtschaftlich interessant macht. Es gibt in Europa viele Stellen, an denen Windgefährdung besteht und die mit diesem System abgesichert werden können. Da die verwendete Technologie dem neuesten Stand entspricht, ist auch langfristig die Lieferung, Wartung und Ersatzteilversorgung gesichert.

Das System ohne mechanisch bewegte Teile wird auch bei harten Witterungsbedingungen seinen Dienst erfüllen. Durch die präzise und sehr schnelle Messwerterfassung ist sicher gestellt, dass rechtzeitig die notwendigen Informationen bereit stehen. Die Einbindung in das Meldeanlagen-system der Bahn sichert die reibungslose Informationsübertragung an die zuständigen Meldestellen.

Die Art der Sensorik und der modulare Aufbau erleichtern die Wartung, was

sich in einer Reduktion der Kosten niederschlägt.

Der Autor

Dipl.-Inf. Thomas Kuppler
Leiter des Bereichs Vertrieb, SST Signal & System Technik GmbH
Anschrift: Bahnweg 1,
D-56427 Siershahn
E-Mail: tkuppler@sst.ag

■ SUMMARY

Mistral – the new generation of wind and airstream sensor systems

The article presents the Mistral. This new type of equipment is based on the principle of wind measurement without mechanically moving parts and is characterised by high operational safety and a long lifespan. It can be used as a wind or an airstream sensor system. The article describes the high level of modularity and the design simplicity of the system.



... vertrauen Sie lieber den Spezialisten.

PINTSCH BAMAG
Antriebs- und Verkehrstechnik GmbH

Hünxer Straße 149 · D-46537 Dinslaken
Phone + 49 - 20 64 / 60 2-0 · Fax + 49 - 20 64 / 60 2-266
www.pintschbamag.de · info@pintschbamag.de