

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten von Motoren elektrischer Antriebe

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung, Auswertung und Darstellung
5 von Messwerten von Motoren elektrischer Antriebe und eine Vorrichtung zur Umsetzung des Verfahrens.

In zahlreichen technischen Vorrichtungen werden Umstellvorgänge zwischen
mechanischen Zuständen mithilfe von Elektromotoren realisiert. Häufig sind die
10 Umstellvorgänge in dem Sinne zyklisch, dass immer zwischen mindestens zwei definierten Zuständen hin- und hergestellt wird. Beispiele für solche elektrisch angetriebenen Anlagen sind Schranken für Bahnübergänge, Antriebe zum Umstellen der Weichenlage bei schienengebundenem Verkehr oder Antriebe zum Öffnen und Schließen von Fenstern, Toren, etc. Die Stellmotoren laufen dabei
15 in reproduzierbarer Weise von definierten Anfangs- zu definierten Endpunkten und wieder zurück.

Wenn die Funktionsfähigkeit und der technische Zustand solcher Anlagen überwacht werden sollen, ist es u.a. erforderlich, eine Aussage über die Schwergängigkeit der Anlage zu treffen. Hierzu werden beispielsweise die
20 elektrischen Kennkurven der Antriebsmotoren ermittelt und ausgewertet. Eine Schwergängigkeit, die z.B. durch Verschleiß hervorgerufen werden kann, würde sich dadurch bemerkbar machen, dass eine höhere Leistungsaufnahme des Motors gemessen wird, als durch Referenzwerte vorgegeben ist.

Um den technischen Zustand der elektrisch angetriebenen Anlage beurteilen zu
25 können, ist eine Auswertung der Messwert-Daten erforderlich.

Bei Weichenantrieben wird beispielsweise hierfür der Stromverlauf während eines Umstellvorgangs aufgenommen und mit einer Referenzkurve verglichen.

Die Darstellung der Daten erfolgt dabei an einem Ausgabegerät, das ein gewöhnliches Koordinatensystem aufweist, bei dem als Abszisse die Messzeit und
30 als Ordinate die Stromstärke bzw. die Differenz zwischen den gemessenen Stromwerten und der Referenzkurve gewählt wird.

Bei einer solchen Darstellung ist jedoch ein Vergleich mit früheren oder späteren Messungen nur schwer anschaulich zu machen.

35 Die DE 197 33 001 A1 beschreibt ein Verfahren zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten, bei dem die Mess- oder Vergleichswerte in alpha-

numerischer Form dargestellt werden, wobei der alphanumerischen Darstellung eines Mess- oder Vergleichswertes jeweils ein Farbwert in der Darstellung zugeordnet wird, der jeweils in Abhängigkeit von dem festgestellten Vergleichswert gewählt wird.

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem der technische Zustand von Motoren elektrischer Antriebe nicht nur zu einem gegebenen Zeitpunkt beurteilt werden kann, sondern auch die zeitliche Entwicklung des Zustands erfasst und veranschaulicht wird, sodass auch Aussagen über einen zu erwartenden Wartungsaufwand getroffen werden können und Rückschlüsse bzgl. der Ursachen von Zustandsänderungen gezogen werden können. Weiterhin soll eine Vorrichtung bereitgestellt werden, welche das Verfahren umsetzt.

10

15 Diese Aufgaben werden durch das erfindungsgemäße Verfahren gemäß Anspruch 1 und die zugehörige Vorrichtung gemäß Anspruch 4 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstände der abhängigen Ansprüche.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 stellt ein Messverfahren dar, bei dem die Messwerte von Motoren elektrischer Antriebe erfasst, ausgewertet und dargestellt werden. Als Messwerte können insbesondere die von mindestens einem Sensor gemessenen elektrischen Kennwerte des Motors verwendet werden. Weiterhin können auch noch Rahmenparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit, etc. gemessen und in die Auswertung einbezogen werden. Die Messwerte werden an eine Datenverarbeitungsanlage übermittelt und dort gespeichert und ausgewertet. Bei der Auswertung kann es vorteilhaft sein, die Messwerte geeignet zu bearbeiten. So kann eine Auswertefunktion beispielsweise die Messwerte mit Referenzwerten unter den gegebenen Rahmenbedingungen vergleichen und als weiter zu betrachtende Daten nur die Differenzen zwischen den Messwerten und den Referenzwerten verwenden. Da elektrische Motoren, wie sie z.B. bei Schranken-, Weichen-, Fenster- oder Torantrieben verwendet werden, ein zyklisches Betriebsmuster haben, lassen sich die Messwerte in Abhängigkeit von der mechanischen Stellung der angetriebenen Komponenten über einen mehrere Stellvorgänge umfassenden Zeitraum hinweg miteinander vergleichen. Wenn sich beispielsweise das Anlaufverhalten des

25

30

35

Motors aufgrund einer verschleißbedingten Schwergängigkeit der Mechanik verändert, wird sich der Leistungsaufnahmebedarf des Antriebs über die Zeit allmählich erhöhen. Um solch einen Trend bereits frühzeitig erkennen zu können, müssen die Daten aus einem längeren Zeitraum miteinander verglichen werden. Bei einer Anzeige der Daten auf einer zweidimensionalen Bildschirmoberfläche oder einem zweidimensionalen Papierausdruck ist eine mehrdimensionale Darstellung nur dann übersichtlich, wenn die Information aufbereitet wird. Dies erfolgt erfindungsgemäß, indem zwei Zeitkoordinaten betrachtet werden. Die Messwerte innerhalb eines Umlaufzyklus des Antriebs werden in Abhängigkeit von der einen Zeitkoordinate beschrieben, die als Umlaufzeit T_U bezeichnet wird. Die zweite Zeitkoordinate wird als Vergleichszeit T_V bezeichnet und gibt den Zeitpunkt jedes einzelnen Umlaufs an. Zwei oder mehr aufeinanderfolgende Umläufe des Antriebs finden demnach zu zwei oder mehr unterschiedlichen Zeitpunkten T_{V1} und T_{V2} , etc. statt. Zu jedem dieser Zeitpunkte gibt es einen Messwerteverlauf während eines Umlaufs $z = f_{T_{Vi}}(T_U)$. Um die Abhängigkeit der Daten von beiden Zeitkoordinaten zu beschreiben, werden erfindungsgemäß beide Koordinatenachsen senkrecht zueinander gewählt. In x-Richtung kann beispielsweise T_V dargestellt werden, während die y-Richtung durch T_U charakterisiert wird. Um nun auf einer zweidimensionalen Darstellungsebene auch noch die zu jedem $(y_i; z_i)$ -Paar gehörenden Werte der Daten im Koordinatensystem anzuzeigen, könnte eine perspektivische Darstellung gewählt werden. Da diese jedoch schnell unübersichtlich werden kann, wird erfindungsgemäß eine Projektion der z-Achse auf die x-y-Ebene betrachtet. Um dabei eine Information über die Zahlenwerte der Daten darstellen zu können, werden die z_i -Werte farblich kodiert. Die Abfolge von farbigen Datenpunkten in y-Richtung zeigt dabei die Differenz zwischen Datenwert und Referenzwert innerhalb einer Umlaufzeit T_U an, die bei einem Umlauf zur Zeit T_{Vi} gemessen wurde. Beim nächsten Umlauf des Stellantriebs in die gleiche Richtung werden die Datenwerte bei $T_{V(i+1)}$ in der gleichen Weise dargestellt. Da die $(y(i+1); z(i+1))$ -Wertepaare zu den $(y_i; z_i)$ -Wertepaaren in Richtung der T_V -Achse parallelverschoben sind, werden beide Messungen nebeneinander dargestellt und können zur Auswertung leicht miteinander verglichen werden. Datenwerte für gleiche Phasen des Umstellvorgangs bei unterschiedlichen Stellvorgängen liegen dabei immer auf einer Parallelen zur T_V -Achse. Dadurch kann die Entwicklung der Messwerte bei jeder Phase des Umstellvorgangs effizient

ausgewertet werden, indem man die Entwicklung der Farbe entlang von Parallelen zur x- bzw. T_V -Achse analysiert.

5 Besonders vorteilhaft wird die Informationsmenge dadurch reduziert, dass nicht jeder einzelne z-Wert, sondern nur bestimmte Werteklassen kodiert werden, die sich nach definierten Toleranzwerten für die Daten richten. Durch Vergleich der Daten mit Referenzwerten und einer Vorgabe von einem bis wenigen Toleranzbereichen wird mithilfe von wenigen Farbwerten eine aussagekräftige Darstellung erreicht. Anhand der Farbe des Datenpunkts ist somit erkennbar, welche
10 Toleranzgrenze von dem Datenpunkt (y; z) überschritten wird.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn bei der Auswertung der Daten auf einen Untersuchungsbedarf des Antriebs hingewiesen wird. Dies kann beispielsweise dann erfolgen, wenn ein Datenpunkt eine zu definierende Toleranzgrenze, die
15 als Nachweis eines Schadens oder einer Gefährdung des Antriebs bekannt ist, mindestens einmal erreicht hat.

Weiterhin werden die Datenpunkte entlang einer Parallelen zur Vergleichszeit-Achse daraufhin analysiert, ob eine Veränderung der Datenpunkte in Richtung einer zu definierenden Toleranzgrenze erfolgt. Wenn also ein Datenwert bei
20 einer bestimmten Umlaufphase des Antriebs allmählich immer höhere Toleranzschwellen überschreitet, ist damit zu rechnen, dass ein kritischer Zustand des Antriebs folgt, sodass auch hier eine Meldung an der Ausgabeeinheit erfolgt, die darauf hinweist, dass die Anlage vom Service-Personal untersucht werden muss.

25

Die Ansprüche 4 bis 6 betreffen eine Vorrichtung zur Realisierung des Verfahrens aus den vorigen Ansprüchen.

30 Erfindungsgemäß vorgesehen ist eine Vorrichtung, welche die Messwerte von Motoren elektrischer Antriebe erfasst, speichert, auswertet und darstellt.

Die Vorrichtung besteht aus mindestens einem Mess-Sensor, der mit einer Datenverarbeitungsanlage verbunden ist, die über eine Ausgabeeinheit zur Darstellung der Auswerteergebnisse sowie über Mittel zur Dateneingabe verfügt. Die Auswertung der Messdaten erfolgt mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage.

35 Als Messwerte können insbesondere die von mindestens einem Sensor gemessenen elektrischen Kennwerte des Motors verwendet werden. Weiterhin kann

die Vorrichtung auch noch Rahmenparameter wie Temperatur, Feuchtigkeit, etc. messen und in die Auswertung einbeziehen.

Für die Auswertung der Daten kann es vorteilhaft sein, wenn die Vorrichtung die Messwerte geeignet bearbeitet. So kann die Vorrichtung beispielsweise mit Hilfe einer Auswertefunktion die Messwerte mit Referenzwerten unter den gegebenen Rahmenbedingungen vergleichen und als weiter zu betrachtende Daten nur die Differenzen zwischen den Messwerten und den Referenzwerten verwenden. Die Vorrichtung betrachtet erfindungsgemäß zwei Zeitkoordinaten.

Sie beschreibt die Messwerte innerhalb eines Umlaufzyklus des Antriebs in Abhängigkeit von der Umlaufzeit T_U . Die zweite Zeitkoordinate wird als Vergleichszeit T_V bezeichnet und gibt den Zeitpunkt jedes einzelnen Umlaufs an. Zwei oder mehr aufeinanderfolgende Umläufe des Antriebs finden demnach zu zwei oder mehr unterschiedlichen Zeitpunkten T_{V1} und T_{V2} , etc. statt. Zu jedem dieser Zeitpunkte gibt es einen Messwerteverlauf während eines Umlaufs $z = f_{TVi}(T_U)$.

Die Darstellung der Daten erfolgt in einem zweidimensionalen Koordinatensystem mit zwei senkrecht zueinander stehenden Koordinatenachsen, mit T_V als Abszisse (x-Achse) und T_U als Ordinate (y-Achse).

Die Vorrichtung zeigt auf ihrer Ausgabeeinheit die zu jedem $(y_i; z_i)$ -Paar gehörenden Werte der Daten im Koordinatensystem an, indem sie die Messwerte auf die T_U -Achse projiziert und dabei die durch die z_i -Werte gegebenen Messwerte farblich kodiert. Die Abfolge von farbigen Datenpunkten in y -Richtung zeigt dabei die Differenz zwischen Datenwert und Referenzwert innerhalb einer Umlaufzeit T_U an, die bei einem Umlauf zur Zeit T_{Vi} gemessen wurde. Beim nächsten Umlauf des Stellantriebs in die gleiche Richtung stellt die Vorrichtung auf ihrer Ausgabeeinheit die Datenwerte bei $T_{V(i+1)}$ in der gleichen Weise dar. Da die $(y(i+1); z(i+1))$ -Wertepaare zu den $(y_i; z_i)$ -Wertepaaren in Richtung der T_V -Achse parallelverschoben sind, können die beiden nebeneinander dargestellten Messungen zur Auswertung leicht miteinander verglichen werden.

Besonders vorteilhaft reduziert die Vorrichtung die Informationsmenge dadurch, dass sie nicht jeden einzelnen Messwert im Messbereich mit einer eigenen Farbe kodiert, sondern nur bestimmte Werteklassen, die sich nach definierten Toleranzwerten für die Daten richten. Durch Vergleich der Daten mit Referenzwerten und einer Vorgabe von einem bis wenigen Toleranzbereichen weist die Vorrichtung den z -Werten nur wenige Farben entsprechend zu. Anhand der

Farbe des Datenpunkts ist somit erkennbar, welche Toleranzgrenze von dem Datenpunkt (y; z) überschritten wird.

Vorteilhaft weist die Vorrichtung bei der Auswertung der Daten auf einen Untersuchungsbedarf des Antriebs hin. Dies erfolgt beispielsweise dann, wenn ein
5 Datenpunkt eine zu definierende Toleranzgrenze, die als Nachweis eines Schadens oder einer Gefährdung des Antriebs bekannt ist, mindestens einmal erreicht hat.

Weiterhin analysiert die Vorrichtung die Datenpunkte entlang einer Parallelen zur Vergleichszeit-Achse daraufhin, ob eine Veränderung der Datenpunkte in
10 Richtung einer zu definierenden Toleranzgrenze erfolgt. Wenn ein Datenwert bei einer bestimmten Umlaufphase des Antriebs allmählich immer höhere Toleranzschwellen überschreitet, gibt die Vorrichtung an der Ausgabeeinheit eine Meldung aus, die darauf hinweist, dass die Anlage vom Service-Personal untersucht werden muss.

15

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels, das durch zwei Figuren dargestellt wird, näher erläutert.

Fig. 1 zeigt beispielhaft die Analyse von Weichen im Schienennetz eines spur-
20 gebundenen Verkehrssystems. Mithilfe von Magnetfeldsensoren, die beispielsweise als 3D- oder mehrdimensionale Magnetfeldsensoren ausgestaltet sind, wird mithilfe der gemessenen Magnetfelder von einer Datenverarbeitungsanlage die Stromstärke und die Drehrichtung des Weichenantriebs ermittelt.

Die Stromverlaufskurve wird bei der Analyse der Daten als Maß für die Schwergängigkeit der Weiche verwendet.
25

In der Abbildung ist jedem 4-adrigen Weichenantriebskabel ein einfacher Strich zugewiesen; es werden also 3 Weichen mit der Diagnosevorrichtung überwacht. Die Diagnosevorrichtung misst direkt an der bestehenden Verkabelung des jeweiligen Weichenantriebs, in der Nähe einer Klemmleiste. Idealerweise wird
30 hierfür die Klemmleiste zwischen Außenkabel und Innenkabel verwendet.

Die Übertragung der Messdaten erfolgt mithilfe einer geeigneten Schnittstelle. In diesem Beispiel wird eine 4-20 mA Schnittstelle verwendet. Je nach Umweltbedingungen und Entfernungen sind auch andere drahtgebundene Schnittstellen möglich, genauso wie drahtlose, z.B. Funkschnittstellen.
35

Die Steuerung des Messvorgangs, die Aufbereitung der Messdaten und die Weiterleitung an ein Diagnosesystem sind Funktionen der angeschlossenen Datenverarbeitung.

5

Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Darstellung der Messdaten für die Auswertung der Daten des Weichenantriebs. Die gemessenen Stromwerte werden von den in einer Datenbank gespeicherten Referenzwerten eines intakten Antriebs subtrahiert.

10 Die Unterschiede zu den Referenzwerten, ΔI , werden in Toleranzbereiche eingeteilt. Keine oder nur geringe Abweichungen vom Referenzwert sind in diesem Beispiel dem Toleranzbereich T0 zugeordnet. Größere Abweichungen den Toleranzbereichen T1 bis T4. Bei Erreichen des Toleranzbereichs T4 ist eine akute Gefährdung der Funktionsfähigkeit des Antriebs gegeben.

15 Negative Abweichungen weisen auf eine bessere Schwergängigkeit des Antriebs im Vergleich zu den Referenzwerten auf. Diese Messwerte sind dem Toleranzbereich T-1 zugeordnet. Jedem Toleranzbereich ist nun eine eigene Farbe bei der Darstellung der Messwerte zugewiesen.

Die Farbe Grün ist in diesem Beispiel dem Toleranzbereich T0 zugewiesen und steht somit für eine Übereinstimmung der Messdaten mit den Referenzwerten bzw. eine nur unerhebliche Abweichung. T1 bis T4 sind beispielsweise die Farben Gelb, Orange, Hellrot und Dunkelrot zugeordnet, T-1 die Farbe Blau.

25 In x-Richtung ist die Vergleichszeit T_V aufgetragen, die y-Richtung zeigt die Messwerte während eines Umlaufs (T_U) des Antriebs. Dabei ist ausgehend von der x-Achse in der Mitte der Figur nach unten die Bewegung des Weichenantriebs in eine Rechtslage dargestellt, während die Daten, die von der Mitte nach oben dargestellt sind, eine Auslenkung des Antriebs in die Linkslage beschreiben. Entlang der T_V -Achse sind mehrere Umläufe nebeneinander dargestellt.

30 Der Weichenantrieb kommt dabei jeweils nach etwa der gleichen Umlaufzeit T_{UE} in die Endlage. Gleiche Phasen des Umlaufes sind daher entlang von Parallelen zur T_V -Achse miteinander vergleichbar.

Im unteren Abschnitt der Figur 2 (Rechtslauf) ist zu sehen, wie bei etwa der Hälfte der Umlaufdauer über mehrere Umläufe hinweg die Werte allmählich zunehmend vom Referenzwert abweichen. Dies ist dadurch erkennbar, dass bei 35 T_U im Bereich der halben Umlaufszeit entlang einer Parallelen zur T_V -Achse die

Farbe von Grün über Gelb zu Orange gewandert ist. Bei den ersten Umläufen zu Beginn der Messungen war der Messwert also noch in Übereinstimmung mit dem Referenzwert, während er sich mit zunehmender Zahl der Umläufe mehr und mehr von seinem Referenzwert entfernt hat.

- 5 Dies ist ein Hinweis darauf, dass sich der Zustand des Antriebs verschlechtert hat im Vergleich zum Beginn der Messungen und somit ein Wartungsbedarf besteht, bevor der Antrieb einen kritischen Zustand erreicht. Bei der Analyse der Daten wird daher ein Auftrag zur Inspektion des Weichenantriebs ausgelöst. Hierbei wird durch Vergleich mit in der Datenbank abgelegten Daten eine
- 10 Vorhersage über den zu erwartenden zeitlichen Schadensverlauf angezeigt. Anhand dieser Prognose kann der optimale Wartungszeitpunkt festgelegt werden.

- Im oberen Bereich der Figur 2 (Linkslauf) ist beispielhaft zu sehen, wie ein plötzlicher Übergang von grünen Farbwerten auf rote erfolgt. Hier ist durch ein
- 15 Ereignis ein Schaden an der Weiche aufgetreten, der sofort behoben werden muss. Entsprechend wird eine Alarmmeldung ausgegeben und eine sofortige Überprüfung der Anlage ausgelöst. Die zur Reparatur benötigten Ersatzteile werden aus Vergleich mit den in einer Datenbank abgelegten Daten ermittelt und angezeigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten von
5 Motoren elektrischer Antriebe, wobei von mindestens einem Sensor Mess-
werte gemessen werden, die an eine Datenverarbeitungsanlage übermittelt
werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Zeitkoordinaten betrachtet
werden, wobei die Messwerte innerhalb eines Umlaufzyklus des Antriebs in
10 Abhängigkeit von der einen Zeitkoordinate beschrieben werden (Umlaufzeit)
und die aufeinanderfolgenden Umläufe des Antriebs in Abhängigkeit der
zweiten Zeitkoordinate beschrieben werden (Vergleichszeit), wobei die
Messwerte eines Umlaufzyklus des elektrischen Antriebs gespeichert und
gegebenenfalls mit einer Auswertefunktion bearbeitet werden, diese Daten
dann mit einer Referenzkurve verglichen werden, wobei die Abweichungen
15 zwischen den Daten und der Referenzkurve farblich kodiert werden und
derart auf einer Ausgabeeinheit angezeigt werden, dass die beiden Zeitko-
ordinaten senkrecht zueinander dargestellt werden, und von jedem Daten-
punkt die zur Abweichung vom Referenzwert gehörende Farbe auf der Um-
laufzeit-Achse angezeigt wird, sodass sich bei mehreren Messzyklen eine
20 Aneinanderreihung der farbig kodierten Datenpunkte ergibt.
2. Verfahren zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten von
Motoren elektrischer Antriebe gemäß Anspruch 1, wobei die Kodierung der
Farbwerte für die Abweichungen der Daten von den Referenzwerten in Ab-
25 hängigkeit von Toleranzbereichen gewählt wird, sodass anhand der Farbe
des Datenpunkts bei der Ausgabe der Daten erkennbar ist, welche Tole-
ranzgrenze von den Messwerten bei dem jeweiligen Datenpunkt überschrit-
ten wird.
- 30 3. Verfahren zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten von
Motoren elektrischer Antriebe gemäß einem der vorigen Ansprüche 1 bis 2,
wobei auf einen Untersuchungsbedarf des Antriebs hingewiesen wird, wenn
ein Datenpunkt eine zu definierende Toleranzgrenze mindestens einmal er-
reicht hat oder wenn der Vergleich der Datenpunkte entlang einer Parallelen
35 zur Vergleichszeit-Achse eine Veränderung der Datenpunkte in Richtung ei-
ner zu definierenden Toleranzgrenze ergibt.

4. Vorrichtung zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten von Motoren elektrischer Antriebe, wobei mindestens ein Sensor Messwerte misst und diese an eine Datenverarbeitungsanlage übermittelt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungsanlage so eingerichtet ist, dass sie zur Auswertung Zeitkoordinaten verwendet, wobei sie die Messwerte innerhalb eines Umlaufzyklus des Antriebs in Abhängigkeit von der ersten Zeitkoordinate beschreibt (Umlaufzeit) und sie die aufeinanderfolgenden Umläufe des Antriebs in Abhängigkeit der zweiten Zeitkoordinate beschreibt (Vergleichszeit), wobei sie die Messwerte eines Umlaufzyklus des elektrischen Antriebs speichert und gegebenenfalls mit einer Auswertefunktion bearbeitet, diese Daten dann mit einer Referenzkurve vergleicht, wobei sie die Abweichungen zwischen den Daten und der Referenzkurve farblich kodiert und sie derart auf einer Ausgabeeinheit anzeigt, dass sie die beiden Zeitkoordinaten senkrecht zueinander darstellt, und sie dabei jedem Datenpunkt die zur Abweichung vom Referenzwert gehörende Farbe auf der Umlaufzeit-Achse anzeigt, sodass sich bei mehreren Messzyklen eine Aneinanderreihung der farbig kodierten Datenpunkte ergibt.
5. Vorrichtung zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten von Motoren elektrischer Antriebe gemäß Anspruch 4, wobei die Datenverarbeitungsanlage so eingerichtet ist, dass sie die Kodierung der Farbwerte für die Abweichungen der Daten von den Referenzwerten in Abhängigkeit von Toleranzbereichen wählt, sodass anhand der Farbe des Datenpunkts an der Ausgabeeinheit erkennbar ist, welche Toleranzgrenze die Messwerte an dem jeweiligen Datenpunkt überschreiten.
6. Vorrichtung zur Erfassung, Auswertung und Darstellung von Messwerten von Motoren elektrischer Antriebe gemäß einem der vorigen Ansprüche 4 bis 5, wobei die Datenverarbeitungsanlage so eingerichtet ist, dass sie mithilfe einer Meldung auf einen Untersuchungsbedarf des Antriebs hinweist, wenn ein Datenpunkt eine zu definierende Toleranzgrenze mindestens einmal erreicht hat oder wenn der Vergleich der Datenpunkte entlang einer Parallelen zur Vergleichszeit-Achse eine Veränderung der Datenpunkte in Richtung einer zu definierenden Toleranzgrenze ergibt.