



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 110 552.5**

(22) Anmeldetag: **03.05.2018**

(43) Offenlegungstag: **07.11.2019**

(51) Int Cl.: **H03M 7/30** (2006.01)

G01D 3/024 (2006.01)

G01D 1/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Endress+Hauser Process Solutions AG, Reinach,
CH**

(74) Vertreter:
**Hahn, Christian, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 79576 Weil
am Rhein, DE**

(72) Erfinder:
Wohlgemuth, Markus, Erschwil, CH

(56) Ermittelter Stand der Technik:

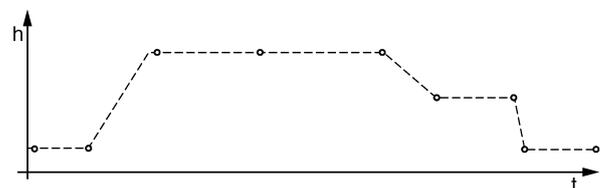
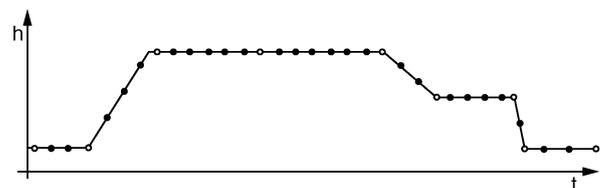
DE	10 2009 039 097	B3
DE	102 09 734	A1
DE	10 2014 102 660	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Reduzieren einer zu übertragenden Datenmenge eines Feldgeräts**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren einer zu übertragenden Datenmenge eines Feldgeräts (FG), wobei das Feldgerät (FG) Werte von zumindest einer Prozessvariablen (h) erfasst, wobei das Feldgerät (FG) mit einem Netzwerkteilnehmer (BE, GW) über ein Kommunikationsnetzwerk in Kommunikationsverbindung steht und dazu ausgestaltet ist, die erfassten Werte der Prozessvariablen (h) an den Netzwerkteilnehmer (BE, GW) zu übermitteln, wobei zu festgelegten Zeitpunkten (t), welche festgelegte Zeitpunkte (t) insbesondere eine konstante Zeitdifferenz zu einander aufweisen, eine Überprüfung des aktuellen Werts der Prozessvariable (h) erfolgt, wobei im Zuge der Überprüfung ein Wert der Prozessvariable (h(t1)) an einem ersten Zeitpunkt (t1), welcher erste Zeitpunkt dem Zeitpunkt der Überprüfung entspricht, mit dem Wert der Prozessvariable (h(t2)) eines zweiten Zeitpunkts (t2) verglichen wird, wobei der zweite Zeitpunkt (t2) der zuvor liegende Zeitpunkt des ersten Zeitpunkts (t1) ist, und wobei der Wert (h(t1)) der Prozessvariable (h) des ersten Zeitpunkts (t1) nur dann übermittelt wird, wenn der Betrag der Differenz des Wertes (h(t1)) der Prozessvariable (h) des ersten Zeitpunkts (t1) zu dem Wert (h(t2)) der Prozessvariable (h) des zweiten Zeitpunkts (t2) größer gleich einem vorbestimmten ersten Betrag ($\Delta h(t1)$) ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert (h(t1)) der Prozessvariable (h) des ersten Zeitpunkts (t1) nur dann übermittelt wird, wenn zusätzlich ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren einer zu übertragenden Datenmenge eines Feldgeräts.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind bereits Feldgeräte bekannt geworden, die in industriellen Anlagen zum Einsatz kommen. In der Automatisierungstechnik ebenso wie in der Fertigungsautomatisierung werden vielfach Feldgeräte eingesetzt. Als Feldgeräte werden im Prinzip alle Geräte bezeichnet, die prozessnah eingesetzt werden und die prozessrelevante Informationen liefern oder verarbeiten. So werden Feldgeräte zur Erfassung und/oder Beeinflussung von Prozessgrößen verwendet. Zur Erfassung von Prozessgrößen dienen Sensoreinheiten. Diese werden beispielsweise zur Druck- und Temperaturmessung, Leitfähigkeitsmessung, Durchflussmessung, pH-Messung, Füllstandmessung, etc. verwendet und erfassen die entsprechenden Prozessvariablen Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Füllstand, Durchfluss etc. Zur Beeinflussung von Prozessgrößen werden Aktorsysteme verwendet. Diese sind beispielsweise Pumpen oder Ventile, die den Durchfluss einer Flüssigkeit in einem Rohr oder den Füllstand in einem Behälter beeinflussen können. Neben den zuvor genannten Messgeräten und Aktoren werden unter Feldgeräten auch Remote I/Os, Funkadapter bzw. allgemein Geräte verstanden, die auf der Feldebene angeordnet sind.

[0003] In modernen Industrieanlagen sind Feldgeräte in der Regel über Kommunikationsnetzwerke wie beispielsweise Feldbusse (Profibus®, Foundation® Fieldbus, HART®, etc.) mit übergeordneten Einheiten verbunden. Bei den übergeordneten Einheiten handelt es sich um Steuereinheiten, wie beispielsweise eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung), einem PLS (Prozessleitsystem) oder Cloud (Datenbank, welche über das Internet kontaktierbar ist). Die übergeordneten Einheiten dienen unter anderem zur Prozesssteuerung, Datenspeicherung und Datenauswertung, sowie zur Inbetriebnahme der Feldgeräte. Die von den Feldgeräten, insbesondere von den Sensoreinheiten, erfassten Messwerte werden über das jeweilige Bussystem an eine (oder gegebenenfalls mehrere) übergeordnete Einheit(en) übermittelt, die die Messwerte gegebenenfalls weiterverarbeiten und an den Leitstand oder weitere Systeme der Anlage weiterleiten. Der Leitstand und die weiteren Systeme dienen zur Prozessvisualisierung, Prozessüberwachung, Prozessoptimierung, Wartung, Datenanalyse und Prozesssteuerung über die übergeordneten Einheiten. Daneben ist auch eine Datenübertragung von der übergeordneten Einheit über das Bussystem an die Feldgeräte erforderlich, insbesondere zur Konfiguration und Parametrierung von Feldgeräten sowie zur Ansteuerung von Aktoren.

[0004] In der Prozessindustrie werden im Rahmen der Digitalisierung und mit dem Drang zu dem „Industrial Internet of Things“ (IIoT) immer mehr Feldgeräte, bzw. deren Sensoren auch an beweglichen und schwer zugänglichen Orten benötigt. Die Daten dieser Feldgeräte werden daher oft drahtlos übertragen. Idealerweise werden solche Feldgeräte über autarke Energiequellen mit der zum Betrieb benötigten elektrischen Energie versorgt. Zur Stromversorgung werden endliche Energiequellen wie beispielsweise Batterien, oder zumindest kurzzeitig kontinuierliche Energiequellen wie Solarzellen oder das sogenannte „Energy-Harvesting“ verwendet. Für einen autarken Betrieb eines Feldgerät ist die benötigte Energiemenge dessen Sensors und der Datenübertragung der erhobenen Prozesswerte entscheidend. Ein großes Ziel ist dabei die vom Feldgerät benötigte elektrische Energie zu minimieren.

[0005] Bei einer drahtlosen Datenübertragung (z.B. unter Verwendung des drahtlosen Industrieprotokolls Wireless-HART) hängt die benötigte elektrische Energie direkt von der Datenrate ab. Soll ein Wert einer Prozessvariablen jede Minute übertragen werden, benötigt dies bedeutend mehr Energie, als wenn der Wert der Prozessvariablen beispielsweise nur jede Stunde oder einmal pro Tag übertragen wird. Bei einer konstant kleinen Übertragungsrate (z.B. einmal pro Stunde) gehen aber in der Regel Informationen verloren, da nicht bekannt ist, wie sich die Prozessvariable zwischen den zwei Übertragungen (bzw. den beiden erhobenen Werten) verhalten hat. Dem Empfänger der übertragenen Daten fehlen diese Informationen, um den Verlauf der Prozessvariablen korrekt nachbilden zu können. Eine einfache lineare Interpolation der Datenpunkte ist bei einer kleinen Übertragungsrate ist hierfür gegebenenfalls nicht ausreichend.

[0006] Wird die Datenübertragungsrate konstant hoch eingestellt (beispielsweise auf eine Übertragung pro Minute), so benötigt man bei einem länger konstanten Prozesswert viel Energie um denselben Wert der Prozessvariablen gegebenenfalls immer wieder zu übertragen. Als Ausgleich ist eine Änderung der Prozessvariablen für den Empfänger der übertragenen Daten in einer guten Auflösung nachvollziehbar.

[0007] Wird die Datenübertragungsrate konstant tief eingestellt (beispielsweise auf eine Übertragung pro Stunde), so benötigt man bei einer länger konstanten Prozessvariablen wenig Energie um deren konstant bleibenden Wert zu übertragen. Im Gegensatz dazu ist eine Änderung des der Prozessvariablen für den Empfänger der übertragenen Daten in einer schlechteren Auflösung nachvollziehbar.

[0008] Speziell bei Prozessen bzw. bei Prozessvariablen, bei denen der Wert über längere Zeit

konstant ist und sich dann wieder zeitweise relativ schnell ändert, ist eine konstante Datenübertragungsrate nachteilig.

[0009] Aus dem Stand der Technik sind Verfahren bekannt, mit welcher die von einem Feldgerät zu übertragende Datenmenge angepasst werden kann. Aus der DE 102 09 734 A1 ist es beispielsweise bekannt, Übertragungszeitpunkte festzulegen. Zu einem Übertragungszeitpunkt wird geprüft, ob der aktuell zum Übertragungszeitpunkt erhobene Wert einer Prozessvariablen von demjenigen Wert einer Prozessvariablen abweicht, welcher am vorherigen Übertragungszeitpunkt erhoben wurde. Nur wenn der aktuelle Wert der Prozessvariablen um einen vorbestimmten Wert von dem vorherigen Wert der Prozessvariablen abweicht, wird der aktuelle Wert der Prozessvariablen am Übertragungszeitpunkt übertragen. Jedoch kann es selbst nach Anwendung dieses Verfahrens vorkommen, dass mehr Daten übertragen - und somit mehr Energie verbraucht wird - als es zum zuverlässigen Nachbilden einer Messkurve seitens des Empfängers der übertragenen Daten notwendig wäre.

[0010] Ausgehend von dieser Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzustellen, welches es erlaubt, die Energiemenge für eine Datenübertragung von Werten einer Prozessvariablen mit einer variablen Übertragungsrate zu minimieren, ohne Informationen zum Verlauf der Werte der Prozessvariablen zu verlieren.

[0011] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Reduzieren einer zu übertragenden Datenmenge eines Feldgeräts gelöst, wobei das Feldgerät Werte von zumindest einer Prozessvariablen erfasst, wobei das Feldgerät mit einem Netzwerkteilnehmer über ein Kommunikationsnetzwerk in Kommunikationsverbindung steht und dazu ausgestaltet ist, die erfassten Werte der Prozessvariablen an den Netzwerkteilnehmer zu übermitteln, wobei zu festgelegten Zeitpunkten, welche festgelegte Zeitpunkte insbesondere eine konstante Zeitdifferenz zueinander aufweisen, eine Überprüfung des aktuellen Werts der Prozessvariable erfolgt, wobei im Zuge der Überprüfung ein Wert der Prozessvariable an einem ersten Zeitpunkt, welcher erste Zeitpunkt dem Zeitpunkt der Überprüfung entspricht, mit dem Wert der Prozessvariable eines zweiten Zeitpunkts verglichen wird, wobei der zweite Zeitpunkt der zuvor liegende Zeitpunkt des ersten Zeitpunkts ist, und wobei der Wert der Prozessvariable des ersten Zeitpunkts nur dann übermittelt wird, wenn der Betrag der Differenz des Wertes der Prozessvariable des ersten Zeitpunkts zu dem Wert der Prozessvariable des zweiten Zeitpunkts größer gleich einem vorbestimmten ersten Betrag ist. Erfindungsgemäß wird der Wert der Prozessvariable des ersten Zeitpunkts nur dann übermittelt, wenn zusätzlich der Betrag der Differenz des Wertes der Pro-

zessvariable des ersten Zeitpunkts zu dem Wert der Prozessvariable des zweiten Zeitpunkts zumindest um einen vorbestimmten Faktor von einem Betrag einer Differenz des Werts der Prozessvariable des zweiten Zeitpunkts zu einem Wert der Prozessvariable eines dritten Zeitpunkts abweicht, welcher dritte Zeitpunkt der zuvor liegende Zeitpunkt des zweiten Zeitpunkts ist.

[0012] Der große Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die von einem Feldgerät zu übertragende Datenmenge weiter reduziert werden kann. Dadurch wird die Lebensdauer einer endlichen Energiequelle erhöht bzw. der Energiebedarf einer kontinuierlichen Energiequelle optimiert. Die zu übertragende Datenmenge kann gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren dahingehend weiter reduziert werden, indem eine Steigung eines Messwertanstiegs, bzw. Messwertabstiegs berechnet wird. Hierfür wird die Differenz zwischen zwei Werten der Prozessvariablen gebildet. Anschließend wird der aktuelle Wert der Prozessvariablen am nachfolgenden Zeitpunkt erhoben und die Steigung zu dem Wert der Prozessvariablen am davorliegenden Zeitpunkt berechnet. Sind diese beiden Steigungen nahezu gleich, bzw. weichen diese um nicht mehr als einen vorbestimmten Wert voneinander ab, so wird der aktuelle Wert der Prozessvariablen nicht übertragen. An den nachfolgenden Zeitpunkten werden diese Verfahrensschritte wiederholt, bis die jeweiligen Steigungen um mehr als den vorbestimmten Wert voneinander abweichen und der aktuelle Wert der Prozessvariablen übertragen wird. Auf diese Weise besitzt der Empfänger der übertragenen Daten, also der übertragenen Werte der Prozessvariablen, diejenigen Informationen, welche er benötigt um den Verlauf der Prozessvariablen mit ausreichend hoher Genauigkeit nachbilden zu können. Auf diese Art und Weise ist eine maximale Information über den Verlauf der Prozessvariablen bei minimalem Energieverbrauch für die Datenübertragung möglich.

[0013] Bleibt der Wert der Prozessvariablen über einen definierten Zeitraum konstant, so kann vorgesehen sein, nach Ablauf dieses Zeitraums des aktuellen Wert der Prozessvariablen zum nächsten festgelegten Zeitpunkt zu übertragen. Auf diese Art und Weise kann ein Benutzer überprüfen, dass das Feldgerät nach wie vor funktionsfähig ist, bzw. die Energiequelle nicht erschöpft, beziehungsweise gestört ist.

[0014] Feldgeräte, welche im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erwähnt werden, sind bereits im einleitenden Teil der Beschreibung beispielhaft genannt worden.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass im Falle, dass der Betrag der Differenz des Wertes

der Prozessvariablen des ersten Zeitpunkts zu dem Wert der Prozessvariablen des zweiten Zeitpunkts größer gleich einem vorbestimmten zweiten Betrag ist, wobei der zweite Betrag größer als der erste Betrag ist, zusätzlich der Wert der Prozessvariablen des zweiten Zeitpunkts übermittelt wird. Auf diese Weise kann der Verlauf der Prozessvariablen auch im Falle eines sprunghaften Anstiegs, bzw. einen sprunghaften Abstiegs der Prozessvariablen vom Empfänger der übertragenen Daten zuverlässig nachgebildet werden.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Werte der Prozessvariablen mit einem Zeitstempel versehen werden, wobei der Zeitstempel dem Zeitpunkt der Überprüfung entspricht.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass das Feldgerät die mit dem Zeitstempel versehenen Werte der Prozessvariablen als Historiendaten speichert und wobei das Feldgerät auf Basis der Historiendaten den ersten Betrag und/oder den zweiten Betrag und/oder den Faktor bestimmt. Basierend auf einem stetig wachsenden Erfahrungsschatz kann das Feldgerät die relevanten und für seine Applikation optimalen Werte selbstständig bestimmen, ohne dass ein Benutzer eine Eingabe tätigen muss. Für das Vergleichen der Historienwerte und das Bestimmen des ersten Betrags, des zweiten Betrags und/oder des Faktors wird beispielsweise ein KI(Künstliche Intelligenz)-Algorithmus, insbesondere basierend auf neuronalen Netzwerken, verwendet.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass als Kommunikationsnetzwerk ein Drahtlosnetzwerk verwendet wird, wobei die Werte der Prozessvariablen drahtlos von dem Feldgerät an den weiteren Netzwerkteilnehmer übermittelt werden.

[0019] Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1: eine Anwendung eines Feldgeräts der Automatisierungstechnik, in welcher das erfindungsgemäße Verfahren Anwendung findet;

Fig. 2: eine erste Veranschaulichung des Grundproblems, welches von dem erfindungsgemäßen Verfahren gelöst wird;

Fig. 3: eine zweite Veranschaulichung des Grundproblems, welches von dem erfindungsgemäßen Verfahren gelöst wird;

Fig. 4: einen Lösungsansatz, wie dieser im Stand der Technik beschrieben ist;

Fig. 5: einen ersten erfindungsgemäßen Lösungsansatz;

Fig. 6: einen zweiten erfindungsgemäßen Lösungsansatz; und

Fig. 7: ein zusammenfassendes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0020] In Fig. 1 ist ein Behälter **BH** abgebildet, welcher in einer Anlage der Prozessautomatisierung eingesetzt ist und an welchem ein Feldgerät **FG** angebracht ist. In dem Behälter ist ein Füllgut **FL** gelagert, bei welchem es sich in diesem Ausführungsbeispiel um Salz handelt. Es kann sich bei dem Füllgut **FL** aber alternativ um ein beliebiges fluidartiges Medium oder Schüttgut handeln. Zur Überwachung der Füllhöhe **h** des Füllgutes **FL** in dem Behälter **BH** wird ein Feldgerät **FG** in Form eines berührlosen Füllstandmessgerätes an dem Behälter **BH** angebracht. Die Füllhöhe **h** des Füllgutes **FL** wird dadurch gemessen, dass das Feldgerät ein Messsignal **MS** emittiert. Das Messsignal **MS** wird an der Oberfläche des Füllgutes **FL** reflektiert. Das reflektierte Signal **RS** wird von dem Feldgerät **FG** empfangen und bearbeitet. Anhand Kenngrößen des reflektierten Signals **RS**, beispielsweise anhand der Dauer zwischen dem Emittieren des Messsignals **MS** und dem Empfang des reflektierten Signals **RS** kann auf die Füllhöhe **h** des Füllgutes **FL** als Prozessvariable geschlossen werden. Das Feldgerät erhebt die aktuellen Werte der Prozessvariablen **h** in einer festgelegten Messrate.

[0021] Das Feldgerät besitzt eine autarke Energiequelle **EQ**, welche das Feldgerät **FG** mit seiner zum Betrieb notwendigen elektrischen Energie versorgt. Bei der Energiequelle **EQ** handelt es sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel um eine Batterie. Es kann sich bei der Energiequelle **EQ** alternativ aber auch um eine kontinuierliche Energiequelle, wie beispielsweise eine Solarzelle, handeln.

[0022] Des Weiteren weist das Feldgerät **FG** einen Funkadapter **WA** auf. Der Funkadapter **WA** wird ebenfalls von der Energiequelle **EQ** mit seiner zum Betrieb notwendigen elektrischen Energie versorgt. Der Funkadapter ist dazu ausgestaltet, den aktuellsten vom Feldgerät **FG** erhobenen Wert der Prozessvariable **h** abzufragen und drahtlos zu übertragen. Hierbei wird insbesondere das Protokoll Wireless HART verwendet. Der übertragene Wert der Prozessvariablen **h** wird anschließend von einem weiteren Netzwerkteilnehmer empfangen. Bei dem weiteren Netzwerkteilnehmer handelt es sich beispielsweise um eine Bedieneinheit **BE**, welche den empfangenen Wert der Prozessvariablen **h** selbstständig verarbeitet, oder um ein Gateway **GW**, welches den empfangenen Wert der Prozessvariablen **h** weiterleitet, beispielsweise an die Leitstelle der Anlage. Allgemein ist davon auszugehen, dass der Betrieb des Funkadapters eine wesentlich höhere elektrische Energie benötigt, als zum Betreiben des Messbetriebs des Feldgeräts **FG** vonnöten ist. Die Übertragungsrate des Funkadapters **WA** (welche in allen Fällen klei-

ner als die Messrate des Feldgeräts **FG** ist) muss daher dermaßen gewählt werden, dass ein guter Kompromiss zwischen der Anzahl an übertragenen Daten pro Zeiteinheit und der dadurch benötigten Energiemenge erzielt ist.

[0023] **Fig. 2** veranschaulicht das Grundproblem, welches bei der Auswahl dieses Kompromisses vorliegt und welches dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrunde liegt. Auf einer Zeitachse t , in **Fig. 2a** gezeigt, ist der Verlauf der Prozessvariablen h eingezeichnet. Zu festgelegten Zeitpunkten t_{x-1} , t_x , t_{x+1} , t_{x+2} , usw., welche jeweils um das feste Zeitintervall Δt_1 voneinander beabstandet liegen, fragt der Funkadapter den aktuellen Wert der Prozessvariablen h ab und überträgt diesen per Funk an den weiteren Netzwerkteilnehmer **BE**, **GW**. Das Zeitintervall Δt_1 ist in diesem Beispiel kurz gewählt und beträgt beispielsweise eine 1 Minute.

[0024] In **Fig. 2b** sind die vom Netzwerkteilnehmer **BE**, **GW** empfangenen Werte der Prozessvariablen h abgebildet. Durch stückweises lineares Interpolieren der einzelnen empfangenen Werte kann die Verlaufskurve der Prozessvariable zu einem hohen Grade zuverlässig nachgebildet werden. Die nachgebildete Verlaufskurve unterscheidet sich nur unwesentlich von der in **Fig. 2a** abgebildeten realen Verlaufskurve der Prozessvariablen h . Jedoch fällt aufgrund der häufigen Datenübertragung ein hoher Energiebedarf an, sodass die Energiequelle **EQ** das Feldgerät **FG**, bzw. den Funkadapter **WA**, unter Umständen nur für einen kurzen Zeitraum versorgen kann.

[0025] **Fig. 3** zeigt einen weiteren Aspekt des Grundproblems. Auf einer Zeitachse t , in **Fig. 2a** gezeigt, ist der Verlauf der Prozessvariablen h eingezeichnet. Zu festgelegten Zeitpunkten t_{x-1} , t_x , t_{x+1} , t_{x+2} , usw., welche jeweils um das feste Zeitintervall Δt_1 voneinander beabstandet liegen, fragt der Funkadapter den aktuellen Wert der Prozessvariablen h ab und überträgt diesen per Funk an den weiteren Netzwerkteilnehmer **BE**, **GW**. Das Zeitintervall Δt_1 ist in diesem Beispiel lange gewählt und beträgt beispielsweise eine 1 Stunde.

[0026] In **Fig. 3b** sind die vom Netzwerkteilnehmer **BE**, **GW** empfangenen Werte der Prozessvariablen h abgebildet. Durch stückweises lineares Interpolieren der einzelnen empfangenen Werte kann die Verlaufskurve der Prozessvariable jedoch nur schlecht nachgebildet werden. Die nachgebildete Verlaufskurve unterscheidet sich sehr von der in **Fig. 3a** abgebildeten realen Verlaufskurve der Prozessvariablen h . Jedoch fällt aufgrund der weniger häufigen Datenübertragung ein niedrigerer Energiebedarf als in dem in **Fig. 2** beschriebenen Beispiel an, sodass die Energiequelle **EQ** das Feldgerät **FG**, bzw. den Funkadapter **WA**, unter Umständen für einen längeren Zeitraum versorgen kann.

[0027] **Fig. 4** zeigt einen Lösungsansatz, wie dieser im Stand der Technik, beispielsweise in der DE 102 09 734 A1 beschrieben ist. **Fig. 4a** zeigt hierbei die reale Messkurve der Prozessvariable h mit den Zeitpunkten, an welchen die Werte übertragen werden. **Fig. 4b** zeigt eine mittels Interpolation nachgebildete Messkurven aus den empfangenen Werten der Prozessvariable h .

[0028] Auch in diesem Beispiel werden die Werte der Prozessvariable h zu festgelegten Zeitpunkten abgerufen. Anschließend wird jedoch berechnet, ob eine Änderung der Werte der Prozessvariablen h zwischen zwei Zeitpunkten aufgetreten ist. Nur wenn diese Änderung größer gleich einem vorbestimmten Wert ist, wird der aktuelle Wert der Prozessvariablen h übertragen.

[0029] Beispielsweise wird der Wert $h(t_1)$ zum Zeitpunkt t_1 erhoben. Anschließend wird der Betrag der Differenz $h(t_1)-h(t_2)$ zu dem Wert $h(t_2)$ gebildet. In diesem Fall ist dieser Betrag größer als ein festgelegter Betrag Δh_1 , sodass der Wert $h(t_1)$ übertragen wird.

[0030] Falls keine, oder eine unzureichend signifikante Änderung eintritt, wird ein Wert nicht übertragen. Somit kann Energie eingespart werden. Jedoch kann es selbst nach Anwendung dieses aus dem Stand der Technik bekannten Verfahrens vorkommen, dass mehr Werte übertragen - und somit mehr Energie verbraucht wird - als es zum zuverlässigen Nachbilden der Verlaufskurve der Prozessvariablen h seitens des Netzwerkteilnehmers **BE**, **GW** notwendig wäre. Auch können plötzliche Sprünge, sogenannte Spikes, der Prozessvariablen h nur unzureichend übertragen werden.

[0031] **Fig. 5** zeigt einen ersten erfindungsgemäßen Lösungsansatz für dieses Problem. Zusätzlich dazu, dass der Betrag der Differenz zwischen zwei Werten gebildet und mit einem festgelegten Betrag verglichen wird, wird ein Wert der Prozessvariablen h nur dann übertragen, wenn dieser Betrag der Differenz von dem Betrag der Differenz der beiden vorherigen Zeitpunkte zu einem vorbestimmten Faktor abweicht. In anderen Worten, erst wenn eine signifikante Änderung der Steigung auftritt, wird ein Wert der Prozessvariablen wieder übertragen. Im vorliegenden Anwendungsbeispiele kann Energie somit bei langsamen, kontinuierlichen Füllvorgängen des Behälters **BH** eingespart werden.

[0032] In **Fig. 5a** ist die reale Verlaufskurve der Prozessvariable h abgebildet. Der Messwert $h(t_2)$ am Zeitpunkt t_2 wird übertragen, da dieser um mehr als einen vorbestimmten Betrag von dem Messwert ($h(t_3)$) abweicht. Dieselbe Prüfung erfolgt zum Zeitpunkt t_1 . Es wird der Betrag der Differenz $h(t_1)-h(t_2)$ gebildet und mit dem Betrag der Differenz $h(t_2)-h(t_3)$ verglichen. Im vorliegenden Fall unterscheiden sich diese

Beträge, bzw. Steigungen kaum, daher wird der Wert $h(t_1)$ nicht übertragen. Erst am Zeitpunkt t_x liegt eine veränderte Steigung vor, so dass der Wert $h(t_x)$ übertragen wird.

[0033] Wie in **Fig. 5b** ersichtlich, kann die Verlaufskurve der Prozessvariablen h trotz Reduktion der übertragenen Werte gut durch stückweise lineare Interpolation nachgebildet werden.

[0034] **Fig. 6** zeigt einen zweiten erfindungsgemäßen Lösungsansatz für dieses Problem, der auch mit dem ersten Lösungsansatz aus **Fig. 5** kombiniert werden kann. Analog zu der in **Fig. 4** beschriebenen Vorgehensweise wird auch hier der Betrag der Differenz zwischen zwei Werten gebildet und mit einem festgelegten Betrag Δh_1 verglichen und ein Wert der Prozessvariable h abhängig von dieser Überprüfung übertragen. Überschreitet der Betrag der Differenz zusätzlich einen festgelegten Betrag Δh_2 , wobei $\Delta h_2 > \Delta h_1$, so wird der Wert der Prozessvariable h vom vorherigen Zeitpunkt ebenfalls übertragen.

[0035] Als Beispiel hierfür ist in **Fig. 6a** die reale Verlaufskurve der Prozessvariable h abgebildet. Der Wert $h(t_1)$ wird zum Zeitpunkt t_1 erhoben. Anschließend wird der Betrag der Differenz $h(t_1) - h(t_2)$ zu dem Wert $h(t_2)$ gebildet. In diesem Fall ist dieser Betrag größer als ein festgelegter Betrag Δh_1 , sodass der Wert $h(t_1)$ übertragen wird. Außerdem ist dieser Betrag größer als ein festgelegter Betrag Δh_2 , sodass zusätzlich der Wert $h(t_2)$ übertragen wird.

[0036] In **Fig. 6b** sind zwei nachgebildete Verlaufskurven **VK1**, **VK2** der Prozessvariablen h abgebildet. Die erste Verlaufskurve **VK1** wurde nach einer Übertragung der Werte der Prozessvariablen h nach dem bisher bekannten Verfahren (siehe **Fig. 4**) gebildet. Hierbei wurde der Wert $h(t_2)$ nicht übertragen, so dass die Verlaufskurve **VK1** den realen Verlauf der Prozessvariablen h nur unzureichend widerspiegelt. Die zweite Verlaufskurve wurde nach dem Übertragen der Werte der Prozessvariablen h nach dem zweiten erfindungsgemäßen Lösungsansatz gebildet. Da der Wert $h(t_2)$ zusätzlich übertragen wurde, kann die Verlaufskurve **VK2** den realen Verlauf der Prozessvariablen h ausreichend gut abbilden.

[0037] **Fig. 7** zeigt eine Übertragung von Werten der Prozessvariablen h , welche eine Kombination der in **Fig. 4** bis **Fig. 6** beschriebenen Verfahren darstellt. Auf dieser Art und Weise kann die Datenübertragung auf ein absolutes Minimum reduziert werden, ohne dass wesentliche Informationen verloren gehen.

[0038] **Fig. 7a** zeigt einen realen Verlauf der Prozessvariablen h . Zu festgelegten Zeitpunkten, welche jeweils um das feste Zeitintervall Δt_1 voneinander beabstandet liegen, fragt der Funkadapter **WA** den aktuellen Wert der Prozessvariablen h ab und führt die

einzelnen Verfahrensschritte durch. Es werden nach Anwendung der Regeln jeweils nur diejenigen Werte der Prozessvariablen h übertragen, welche mit einem ungefüllten Kreis dargestellt sind. Die mit einem ausgefüllten Kreis dargestellten Werte der Prozessvariablen h werden nicht übertragen.

[0039] In **Fig. 7b** ist eine nachgebildete Verlaufskurve anhand der übertragenen Werte dargestellt. Diese entspricht der realen Verlaufskurve aus **Fig. 7a** nahezu vollständig.

[0040] Es sei hierbei angemerkt, dass das erfindungsgemäße Verfahren auf eine Vielzahl weiterer Anwendungen angewendet werden kann und nicht auf die in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Auch können beliebige andere Typen von Feldgeräten **FG** und mitnichten ausschließlich Füllstandmessgeräte verwendet werden.

[0041] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Feldgerät **FG** die erhobenen Werte mit einem Zeitstempel versieht und die mit dem Zeitstempel versehenen Werte der Prozessvariablen als Historien-daten speichert. Auf Basis der Historien-daten wird anschließend der erste Betrag Δh_1 (siehe **Fig. 4**) und/oder der zweite Betrag Δh_2 (siehe **Fig. 6**) und/oder der Faktor (siehe **Fig. 5**) bestimmt. Basierend auf einem stetig wachsenden Erfahrungsschatz kann das Feldgerät **FG** die relevanten und für seine Applikation optimalen Werte selbstständig bestimmen, ohne dass ein Benutzer eine Eingabe tätigen muss. Für das Vergleichen der Historienwerte und das Bestimmen des ersten Betrags, des zweiten Betrags und/oder des Faktors wird beispielsweise ein KI(Künstliche Intelligenz)-Algorithmus, insbesondere basierend auf neuronalen Netzwerken oder Deep Learning, verwendet.

Bezugszeichenliste

BE	Bedieneinheit, Netzwerkteilnehmer
BH	Behälter
EQ	Energiequelle
FG	Feldgerät
FL	Füllgut
h	Prozessvariable (Füllhöhe)
h(t_x)	Werte der Prozessvariablen an vorbestimmten Zeitpunkten
GW	Gateway, Netzwerkteilnehmer
MS	Messsignal
RS	reflektiertes Signal
t_x	vorbestimmte Zeitpunkte
VK1, VK2	Verlaufskurven

WA Funkadapter
 Δh_1 erster Betrag
 Δh_2 zweiter Betrag

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10209734 A1 [0009, 0027]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reduzieren einer zu übertragenden Datenmenge eines Feldgeräts (FG), wobei das Feldgerät (FG) Werte von zumindest einer Prozessvariablen (h) erfasst,

wobei das Feldgerät (FG) mit einem Netzwerkteilnehmer (BE, GW) über ein Kommunikationsnetzwerk in Kommunikationsverbindung steht und dazu ausgestaltet ist, die erfassten Werte der Prozessvariablen (h) an den Netzwerkteilnehmer (BE, GW) zu übermitteln,

wobei zu festgelegten Zeitpunkten (t), welche festgelegte Zeitpunkte (t) insbesondere eine konstante Zeitdifferenz zueinander aufweisen, eine Überprüfung des aktuellen Werts der Prozessvariable (h) erfolgt,

wobei im Zuge der Überprüfung ein Wert der Prozessvariable ($h(t_1)$) an einem ersten Zeitpunkt (t_1), welcher erste Zeitpunkt dem Zeitpunkt der Überprüfung entspricht, mit dem Wert der Prozessvariable ($h(t_2)$) eines zweiten Zeitpunkts (t_2) verglichen wird, wobei der zweite Zeitpunkt (t_2) der zuvor liegende Zeitpunkt des ersten Zeitpunkts (t_1) ist, und

wobei der Wert ($h(t_1)$) der Prozessvariable (h) des ersten Zeitpunkts (t_1) nur dann übermittelt wird, wenn der Betrag der Differenz des Wertes ($h(t_1)$) der Prozessvariable (h) des ersten Zeitpunkts (t_1) zu dem Wert ($h(t_2)$) der Prozessvariable (h) des zweiten Zeitpunkts (t_2) größer gleich einem vorbestimmten ersten Betrag (Δh_1) ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wert ($h(t_1)$) der Prozessvariable (h) des ersten Zeitpunkts (t_1) nur dann übermittelt wird, wenn zusätzlich der Betrag der Differenz des Wertes ($h(t_1)$) der Prozessvariable (h) des ersten Zeitpunkts (t_1) zu dem Wert ($h(t_2)$) der Prozessvariable (h) des zweiten Zeitpunkts (t_2) zumindest um einen vorbestimmten Faktor von einem Betrag einer Differenz des Wertes ($h(t_2)$) der Prozessvariable (h) des zweiten Zeitpunkts (t_2) zu einem Wert ($h(t_3)$) der Prozessvariable (h) eines dritten Zeitpunkts (t_3) abweicht, welcher dritte Zeitpunkt (t_3) der zuvor liegende Zeitpunkt des zweiten Zeitpunkts (t_2) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Falle, dass der Betrag der Differenz des Wertes ($h(t_1)$) der Prozessvariablen (h) des ersten Zeitpunkts (t_1) zu dem Wert der Prozessvariablen (h) des zweiten Zeitpunkts (t_2) größer gleich einem vorbestimmten zweiten Betrag (Δh_2) ist, wobei der zweite Betrag (Δh_2) größer als der erste Betrag (Δh_1) ist, zusätzlich der Wert ($h(t_2)$) der Prozessvariablen (h) des zweiten Zeitpunkts (t_2) übermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Werte ($h(t_1)$, $h(t_2)$, $h(t_3)$) der Prozessvariablen (h) mit einem Zeitstempel versehen werden, wobei der Zeitstempel dem Zeitpunkt (t_1 , t_2 , t_3) der jeweiligen Überprüfung entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Feldgerät (FG) die mit dem Zeitstempel versehenen Werte ($h(t_1)$, $h(t_2)$, $h(t_3)$) der Prozessvariablen (h) als Historiendaten speichert und wobei das Feldgerät (FG) auf Basis der Historiendaten den ersten Betrag (Δh_1) und/oder den zweiten Betrag (Δh_2) und/oder den Faktor bestimmt.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Kommunikationsnetzwerk ein Drahtlosnetzwerk verwendet wird und wobei die Werte der Prozessvariablen (h) drahtlos von dem Feldgerät (FG) an den weiteren Netzwerkteilnehmer (BE, GW) übermittelt werden.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

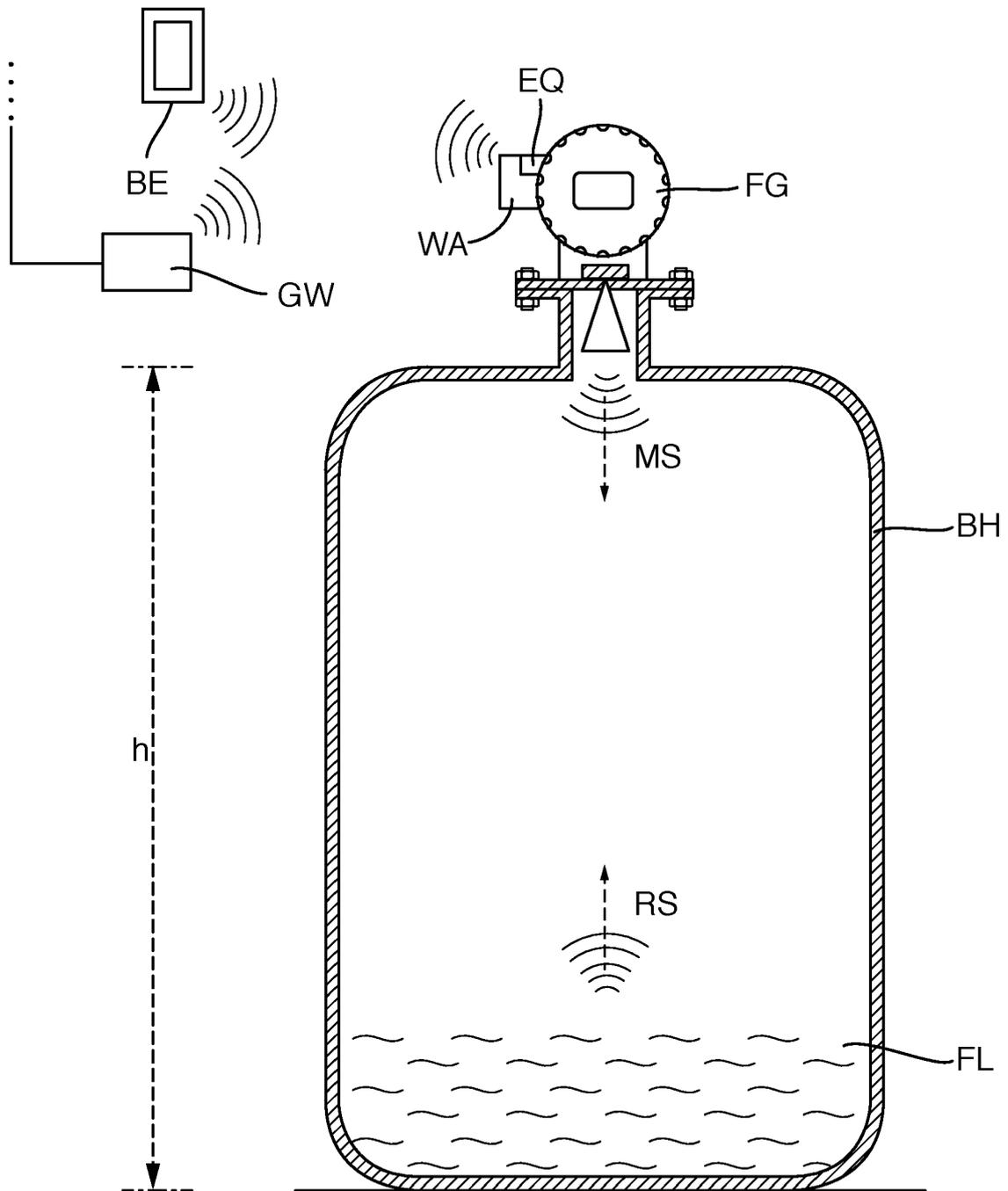


Fig. 1

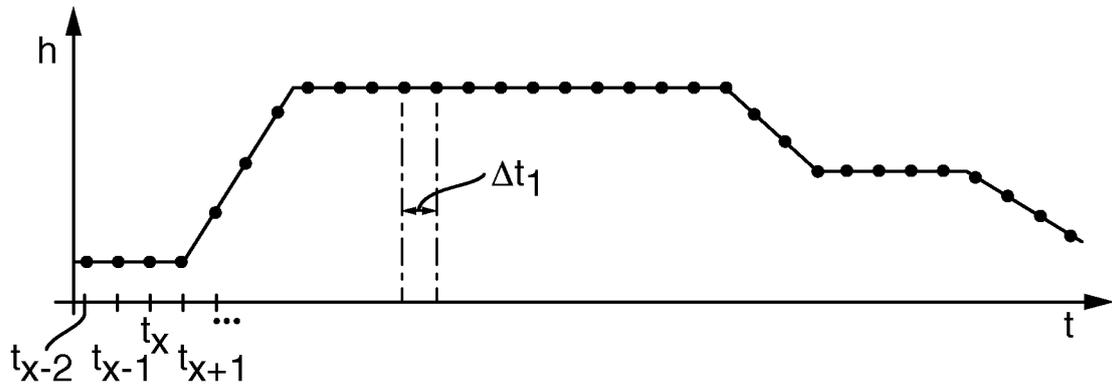


Fig. 2a

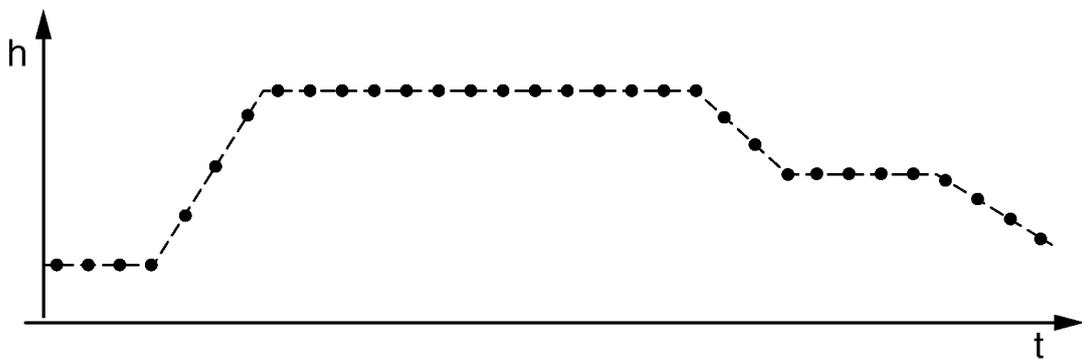


Fig. 2b

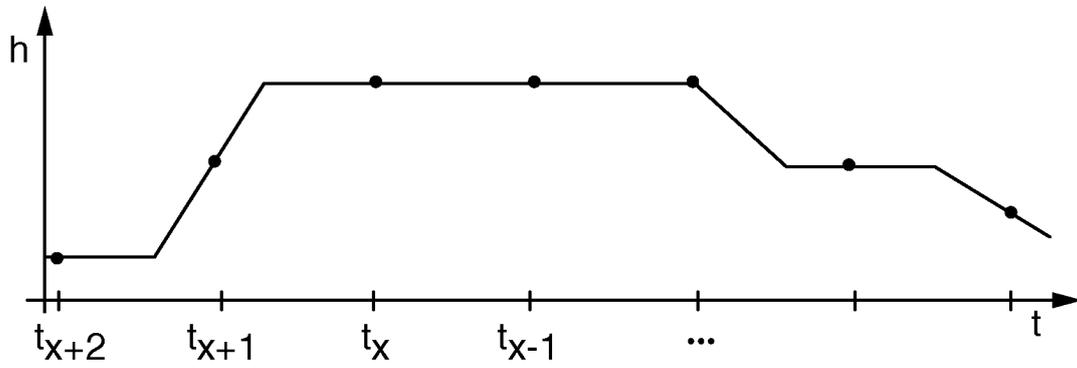


Fig. 3a

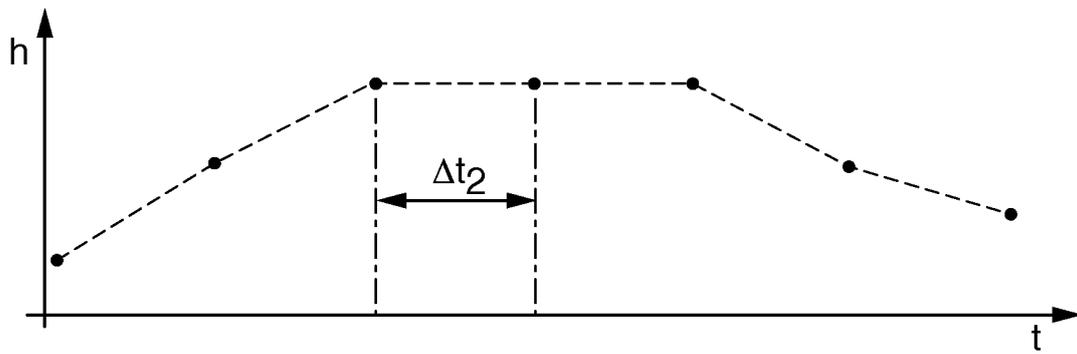


Fig. 3b

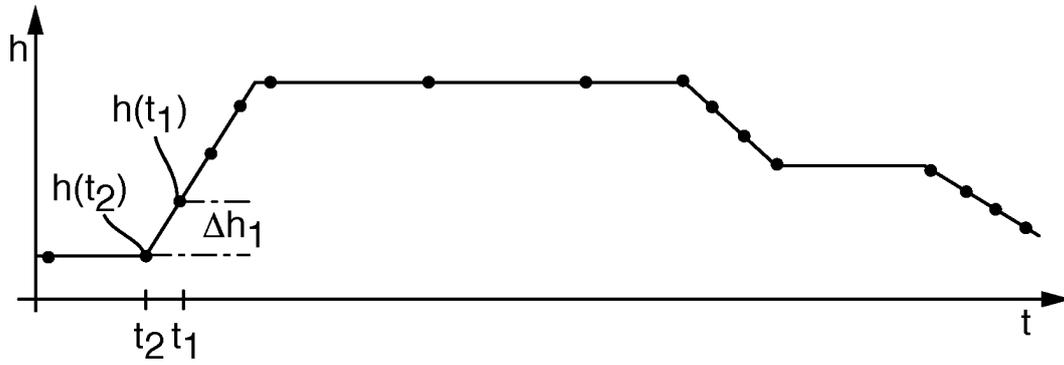


Fig. 4a

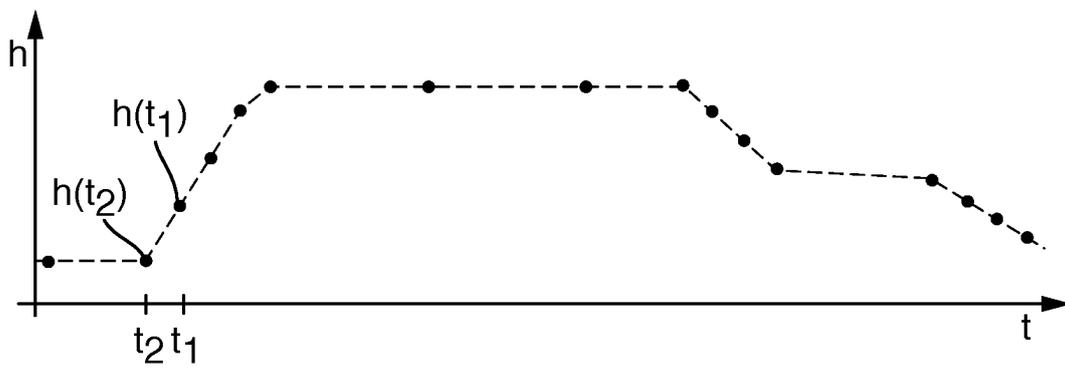


Fig. 4b

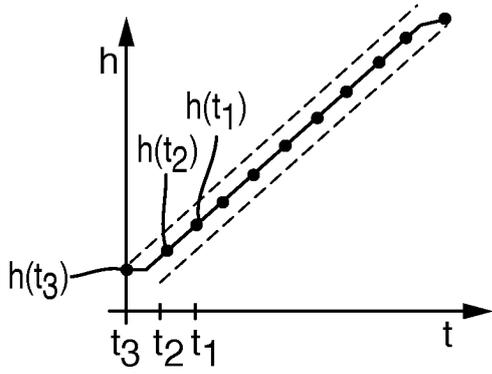


Fig. 5a

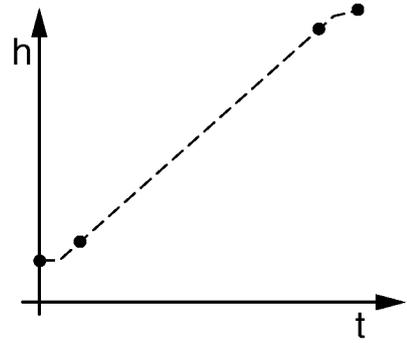


Fig. 5b

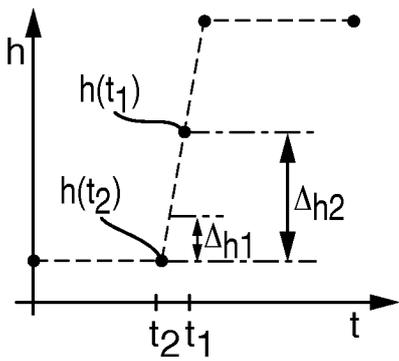


Fig. 6a

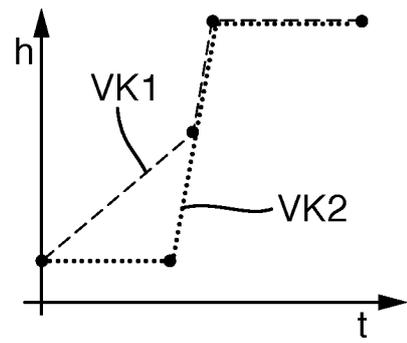


Fig. 6b

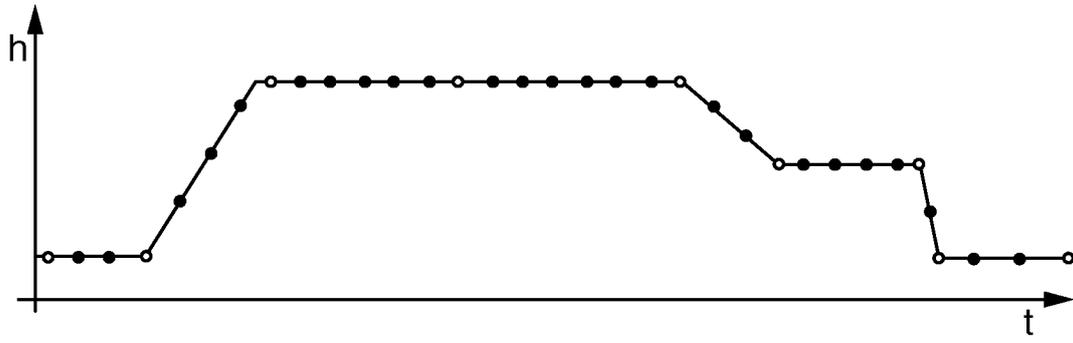


Fig. 7a

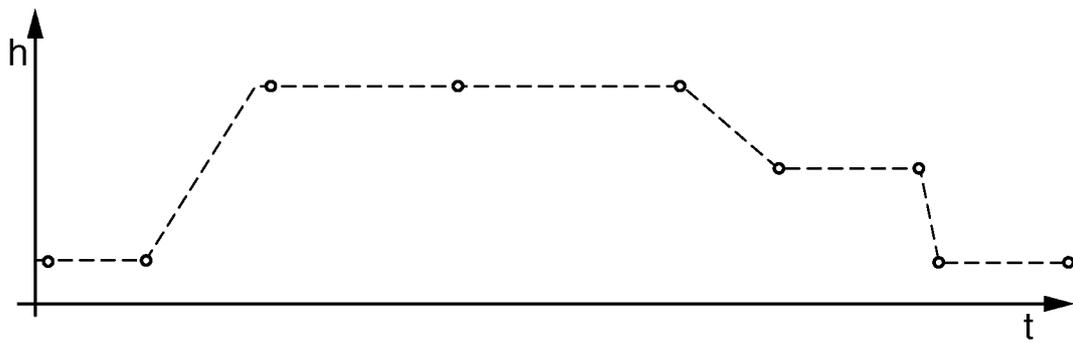


Fig. 7b