

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50567/2023
(22) Anmeldetag: 17.07.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2025

(51) Int. Cl.: **G06Q 10/0639** (2023.01)

(71) Patentanmelder:
Brantner Environment Group GmbH
3500 Krems (AT)

(74) Vertreter:
Puchberger & Partner Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines Arbeitsprozesses**

(57) Verfahren zur Überwachung eines Arbeitsprozesses, umfassend die Schritte Erfassen, durch eine Aufnahmeeinheit, von Audiodaten, und Weiterleitung der Audiodaten an eine Signalverarbeitungseinheit, Transformieren, durch die Signalverarbeitungseinheit, der erfassten Audiodaten in den Frequenzbereich innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite B, Erstellen eines Spektrogramms durch spektrale Analyse, beispielsweise durch Anwendung einer Fourier-Transformation, Weiterleitung des Spektrogramms an eine Datenverarbeitungseinheit, Identifizieren, durch die Datenverarbeitungseinheit, zumindest eines Geräuschtyps im Spektrogramm, indem das Spektrogramm mit einer Vielzahl vordefinierter, in einem Speicher abgelegter Referenzgeräusche verglichen wird, Markieren, durch die Datenverarbeitungseinheit, des Zeitpunkts, zu dem der Geräuschtyp im Spektrogramm identifiziert wurde, Zuordnen, durch die Datenverarbeitungseinheit, des erkannten Geräuschtyps zu dem markierten Zeitpunkt, und Erstellung einer elektronischen Zuordnungstabelle, Vergleichen, durch die Datenverarbeitungseinheit, der erstellten Zuordnungstabelle mit zumindest einer, in einem Speicher abgelegten Referenztabelle, Ausgeben, durch die Datenverarbeitungseinheit, eines Datensignals, wenn beim Vergleichen der Zuordnungstabelle mit der Referenztabelle eine Abweichung festgestellt wird, die einen Schwellwert übersteigt.

Zusammenfassung

Verfahren zur Überwachung eines Arbeitsprozesses, umfassend die Schritte Erfassen, durch eine Aufnahmeeinheit, von Audiodaten, und Weiterleitung der Audiodaten an eine Signalverarbeitungseinheit, Transformieren, durch die Signalverarbeitungseinheit, der erfassten Audiodaten in den Frequenzbereich innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite B, Erstellen eines Spektrogramms durch spektrale Analyse, beispielsweise durch Anwendung einer Fourier-Transformation, Weiterleitung des Spektrogramms an eine Datenverarbeitungseinheit, Identifizieren, durch die Datenverarbeitungseinheit, zumindest eines Geräuschtyps im Spektrogramm, indem das Spektrogramm mit einer Vielzahl vordefinierter, in einem Speicher abgelegter Referenzgeräusche verglichen wird, Markieren, durch die Datenverarbeitungseinheit, des Zeitpunkts, zu dem der Geräuschtyp im Spektrogramm identifiziert wurde, Zuordnen, durch die Datenverarbeitungseinheit, des erkannten Geräuschtyps zu dem markierten Zeitpunkt, und Erstellung einer elektronischen Zuordnungstabelle, Vergleichen, durch die Datenverarbeitungseinheit, der erstellten Zuordnungstabelle mit zumindest einer, in einem Speicher abgelegten Referenztabelle, Ausgeben, durch die Datenverarbeitungseinheit, eines Datensignals, wenn beim Vergleichen der Zuordnungstabelle mit der Referenztabelle eine Abweichung festgestellt wird, die einen Schwellwert übersteigt.

Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines Arbeitsprozesses

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Arbeitsprozesses.

Aus dem Stand der Technik sind Verfahren und Vorrichtungen zur Überwachung von Arbeitsprozessen grundsätzlich bekannt, hauptsächlich im Bereich der industriellen Prozesstechnik und Verfahrenstechnik. Hierbei beruht die Überwachung des Arbeitsprozesses in der Regel auf der Messung physikalischer Parameter wie Druck, Temperatur oder Durchfluss der zu bearbeitenden Medien und Stoffe. Industrielle Anlagen werden zu diesem Zweck mit Sensoren versehen, um die entsprechenden Parameter messen zu können.

Hingegen beruht die Überwachung von nicht-industriellen Arbeitsprozessen, insbesondere wenn diese größtenteils in unstrukturierten, öffentlichen Räumen ablaufen, regelmäßig auf manueller Datenerfassung. Derartige nicht-industrielle Arbeitsprozesse sind beispielsweise die Verteilung von Poststücken, die Sicherheitskontrolle in einem geografischen Bereich oder die Abholung von Müll. Hier erfolgt die Überwachung des Arbeitsprozesses regelmäßig durch Erfassung und Analyse visueller Daten, durch manuelles Eintragen von abzuarbeitenden Prozessschritten in einer Liste, oder durch ebenfalls manuelle Betätigung von Kontrolluhren. Derartige Methoden zur Überwachung von Arbeitsprozessen sind jedoch anfällig für Fehler und Missbrauch.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, diese und andere Probleme zu beheben und ein objektives und verlässliches Verfahren sowie eine entsprechende Vorrichtung zur Überwachung eines Arbeitsprozesses bereitzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Überwachung eines Arbeitsprozesses umfasst die nachfolgenden Schritte.

In einem **ersten Schritt** erfasst mindestens eine Aufnahmeeinheit Audiodaten und leitet die Audiodaten an eine elektronische Signalverarbeitungseinheit weiter. Bei der Aufnahmeeinheit kann es sich um ein Mikrofon handeln. Die Signalverarbeitungseinheit kann als digitaler Signalprozessor ausgeführt sein.

In einem **zweiten Schritt** transformiert die Signalverarbeitungseinheit die erfassten Audiodaten innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite B in den Frequenzbereich und führt eine spektrale Analyse zur Erstellung eines Spektrogramms durch, beispielsweise durch Anwendung einer Fourier-Transformation. Die Signalverarbeitungseinheit leitet das erstellte Spektrogramm an eine Datenverarbeitungseinheit weiter. Die Bandbreite B kann in einem Bereich von etwa 5 Hz bis 50 kHz, vorzugsweise 10 Hz bis 30 kHz, besonders bevorzugt 15 Hz bis 20 kHz liegen.

Die Datenverarbeitungseinheit kann als Mikrocontroller oder Mikrocomputer in einem Smartphone oder dergleichen ausgebildet sein und eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), einen flüchtigen Halbleiterspeicher (RAM), einen nichtflüchtigen Halbleiterspeicher (ROM, SSD-Festplatte), einen magnetischen Speicher (Festplatte) und/oder einen optischen Speicher (CD-ROM) sowie Schnittstelleneinheiten (Ethernet, USB) und dergleichen umfassen. Die Bestandteile derartiger

Datenverarbeitungseinheiten sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt.

Die oben genannte Signalverarbeitungseinheit kann auch als Softwaremodul im RAM oder ROM der Datenverarbeitungseinheit vorgesehen sein.

In einem **dritten Schritt** identifiziert die Datenverarbeitungseinheit zumindest einen Geräuschtyp im Spektrogramm, indem sie das Spektrogramm mit einer Vielzahl vordefinierter, in einer Datenbank abgelegter Spektrogramme von Referenzgeräuschen vergleicht. Die Datenbank kann als Softwaremodul in der Datenverarbeitungseinheit oder in einem externen Speicher vorgesehen sein. Statt eines einzigen Geräuschtyps kann auch eine Vielzahl gleicher oder unterschiedlicher Geräuschtypen im Spektrogramm identifiziert werden.

In einem **vierten Schritt** markiert die Datenverarbeitungseinheit den oder die Zeitpunkte, zu dem einzelne Geräuschtypen im Spektrogramm identifiziert wurden. Danach ordnet die Datenverarbeitungseinheit die erkannten Geräuschtypen den markierten Zeitpunkten zu und erstellt eine elektronische Zuordnungstabelle. Aus der Zuordnungstabelle geht hervor, zu welchem Zeitpunkt welcher der vordefinierten Geräuschtypen im Spektrogramm erkannt wurde. In der Zuordnungstabelle kann jedem der verschiedenen oder gleichen im Spektrogramm identifizierten Geräuschtypen ein separater Zeitpunkt zugeordnet werden.

Danach vergleicht die Datenverarbeitungseinheit die erstellte Zuordnungstabelle mit zumindest einer, in einem Speicher abgelegten Referenztabelle. Die Referenztabelle kann dabei vordefinierte Zeitpunkte und vordefinierte Geräuschtypen umfassen, und einen Referenz-Prozess abbilden, der nach Möglichkeit eingehalten werden soll.

Schließlich gibt die Datenverarbeitungseinheit ein Datensignal aus, wenn bei dem Vergleichen der Zuordnungstabelle mit der zumindest einen Referenztabelle eine Abweichung festgestellt wird, die einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt. Das Datensignal kann zur Ansteuerung einer Bildaufnahmeeinheit verwendet werden, oder als E-Mail oder SMS verschickt werden.

Die Datenverarbeitungseinheit kann zur Identifizierung des zumindest einen Geräuschtyps im Spektrogramm einen Matching-Algorithmus oder ein Klassifikationsverfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens anwenden, insbesondere ein mit Spektrogrammen vordefinierter Referenzgeräusche trainiertes neuronales Netz. Das neuronale Netz kann Teil der Datenverarbeitungseinheit sein.

Insbesondere können vorab Untersuchungen angestellt werden, um typische Geräusche einzelner Arbeitsschritte bei dem Arbeitsprozess zu identifizieren – beispielsweise können bei der Müllabholung das Anheben der Mülltonne, das Entleeren der Mülltonne in den LKW, und das Abstellen der leeren Mülltonne als einzelne Arbeitsschritte mit jeweils unterschiedlichen Referenzgeräuschen definiert sein. Die entsprechenden Spektrogramme können zum Training eines entsprechend ausgebildeten neuronalen Netzes verwendet werden.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass zunächst die Aufnahme der Audiodaten erfolgt, und Erstellung und Analyse der Spektrogramme durch spektrale Analyse und die Identifikation vordefinierter Geräuschtypen danach durchgeführt wird. Zu diesem Zweck kann Erfassung der Audiodaten innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters T erfolgen. Das Zeitfenster T kann in einem Bereich von 1 Sekunde bis 120 Sekunden, vorzugsweise 2 Sekunden bis 90 Sekunden, besonders bevorzugt 5 Sekunden bis 6 Sekunden liegen.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die Aufnahme der Audiodaten und Erstellung der Spektrogramme laufend und im Wesentlichen in Echtzeit erfolgt.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass eine mit der Datenverarbeitungseinheit verbundene Bildaufnahmeeinheit aktiviert wird, sobald im Spektrogramm ein vordefinierter Geräuschtyp erkannt wird. Dies kann dazu dienen, den erkannten Arbeitsschritt zu fotografieren oder zu filmen und somit auch visuell überprüfen zu können. Insbesondere kann die Bildaufnahmeeinheit aktiviert werden, wenn ein Datensignal empfangen wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein computerlesbares Speichermedium, umfassend Anweisungen, die eine Datenverarbeitungseinheit zur Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens veranlassen.

Die Erfindung betrifft ferner die **Verwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens** zur Analyse der Arbeitsabläufe in einem nicht-industriellen Arbeitsprozess, insbesondere im Bereich der kommunalen Müllabfuhr, wobei als Audiodaten die während des Arbeitsprozesses erzeugten Geräusche, insbesondere Schüttgeräusche, und als Referenzgeräusche vorab aufgenommene Geräusche während des Arbeitsprozesses, insbesondere Schüttgeräusche verschiedener Sorten und Zusammenstellungen von Müll, oder Schüttgeräusche bei der Verwendung kaputter Sammeltonnen, herangezogen werden.

Dadurch kann während des Arbeitsprozesses erkannt werden, welche Arten von Müll entsorgt werden (Restmüll, Papier, Glas, Biomüll, etc). Gegebenenfalls kann aus den Audiodaten auch erkannt werden, ob eine kaputte Mülltonne verwendet wird, oder ob die Mülltonne durch die Handhabung beschädigt wurde.

Die Erfindung betrifft ferner eine **Vorrichtung** zur Überwachung eines Arbeitsprozesses, umfassend mindestens eine Aufnahmeeinheit, eine Signalverarbeitungseinheit, und eine Datenverarbeitungseinheit, wobei die Aufnahmeeinheit dazu ausgebildet ist, Audiodaten zu erfassen, und an die Signalverarbeitungseinheit weiterzuleiten, die Signalverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, die erfassten Audiodaten in den Frequenzbereich innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite B zu transformieren und ein Spektrogramm zu erstellen, beispielsweise durch Anwendung einer Fourier-Transformation, und das Spektrogramm an die Datenverarbeitungseinheit weiterzuleiten, die Datenverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, zumindest einen Geräuschtyp im Spektrogramm zu identifizieren, indem sie das Spektrogramm mit einer Vielzahl vordefinierter, in einem Speicher abgelegter Referenzgeräusche vergleicht, den Zeitpunkt, zu dem der Geräuschtyp im Spektrogramm identifiziert wurde, zu markieren, den erkannten Geräuschtyp dem markierten Zeitpunkt zuzuordnen, und eine elektronische Zuordnungstabelle zu erstellen, die erstellte Zuordnungstabelle mit zumindest einer, in einem Speicher abgelegten Referenztabelle zu vergleichen, und ein Datensignal auszugeben, wenn bei dem Vergleichen der Zuordnungstabelle mit der zumindest einen Referenztabelle eine Abweichung festgestellt wird, die einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.

Die Datenverarbeitungseinheit kann dazu ausgebildet sein, eine Vielzahl gleicher oder unterschiedlicher Geräuschtypen im Spektrogramm zu identifizieren, und in der Zuordnungstabelle jedem identifizierten Geräuschtyp einen Zeitpunkt zuzuordnen.

Die Datenverarbeitungseinheit kann dazu ausgebildet sein, zur Identifizierung des zumindest einen Geräuschtyps im Spektrogramm einen Matching-Algorithmus oder ein Klassifikationsverfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens anzuwenden, insbesondere ein mit vordefinierten Referenzgeräuschen trainiertes neuronales Netz.

Die Aufnahmeeinheit kann dazu ausgebildet sein, die Audiodaten innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters T zu erfassen. Das Zeitfenster T kann in einem Bereich von 1 Sekunde bis 120 Sekunden, vorzugsweise 2 Sekunden bis 90 Sekunden, besonders bevorzugt 5 Sekunden bis 6 Sekunden liegen. Die Aufnahmeeinheit kann aber auch dazu ausgebildet sein, die Audiodaten laufend zu erfassen.

Die Bandbreite B kann in einem Bereich von 5 Hz bis 50 kHz, vorzugsweise 10 Hz bis 30 kHz, besonders bevorzugt 15 Hz bis 20 kHz liegen.

Die Datenverarbeitungseinheit kann dazu ausgebildet sein, die Audiodaten laufend und im Wesentlichen in Echtzeit spektral zu analysieren und die vordefinierten Geräuschtypen laufend und im Wesentlichen in Echtzeit zu identifizieren.

Es kann eine mit der Datenverarbeitungseinheit verbundene Bildaufnahmeeinheit vorgesehen sein, wobei die Datenverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, die Bildaufnahmeeinheit zu aktivieren, sobald im Spektrogramm ein vordefinierter Geräuschtyp erkannt wird. Zu diesem Zweck kann die Bildaufnahmeeinheit dazu ausgebildet sein, ein Datensignal von der Datenverarbeitungseinheit zu empfangen.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich aus den Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels.

In einem exemplarischen, nicht einschränkenden Ausführungsbeispiel wird ein erfindungsgemäßes Verfahren angewandt, um einzelne, vordefinierte Arbeitsschritte bei der kommunalen Müllabfuhr zu überwachen.

Im konkreten Beispiel sind dies das Anheben der vollen Mülltonne, das Entleeren der Mülltonne, und das Absetzen der leeren Mülltonne. Vorab wurde ein neuronales Netz in einer Datenverarbeitungseinheit mit typischen Spektrogrammen dieser drei Arbeitsschritte darauf trainiert, diese Arbeitsschritte zu erkennen. Ferner wurden in einer Referenztabelle typische Zeitpunkte und Zeitdauern dieser Arbeitsschritte hinterlegt – beispielsweise 5 Sekunden für das Anheben der Mülltonne, 10 Sekunden für das Entleeren der Mülltonne, und 5 Sekunden für das Abstellen der Mülltonne.

Bei dem Ausführungsbeispiel wird das Verfahren zur Überwachung der Arbeitsprozesse bei der Müllentleerung eingesetzt.

In einem ersten Schritt erfasst ein Mikrofon Audiodaten innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters T von 60 Sekunden und leitet die Audiodaten an eine Signalverarbeitungseinheit weiter. Diese transformiert die erfassten Audiodaten in den Frequenzbereich innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite von 20 kHz und erstellt ein Spektrogramm durch spektrale Analyse, nämlich durch Anwendung einer Fourier-Transformation. Die Signalverarbeitungseinheit leitet das Spektrogramm an eine Datenverarbeitungseinheit weiter. Diese identifiziert die Geräuschtypen im Spektrogramm, indem sie das Spektrogramm an das trainierte neuronale Netz weiterleitet, welches mit den Referenzgeräuschen trainiert wurde.

Das neuronale Netz erkennt im Spektrogramm die Geräuschtypen des Anhebens, Entleerens und Abstellens der Mülltonne. Die Datenverarbeitungseinheit markiert dann jeweils den Zeitpunkt, zu dem der Geräuschtyp im Spektrogramm identifiziert wurde, und ordnet den erkannten Geräuschtyp dem markierten Zeitpunkt zu.

In Folge erstellt die Datenverarbeitungseinheit eine elektronische Zuordnungstabelle, welche die Zeitpunkte der erkannten Geräuschtypen und die erkannten Geräuschtypen beinhaltet, und vergleicht diese mit der gespeicherten Referenztabelle.

Sofern beim Vergleichen der erstellten Zuordnungstabelle mit der Referenztablelle eine, einen Schwellwert übersteigende, Abweichung im Zeitpunkt, in der Dauer, oder in anderen Aspekten festgestellt wird, gibt die Datenverarbeitungseinheit ein Datensignal aus.

Ein Datensignal kann beispielsweise auch dann ausgegeben werden, wenn ein typisches Geräusch erkannt wird, welches in dem betreffenden Arbeitsprozess nicht auftreten sollte, beispielsweise das Geräusch einer zersplitternden Mülltonne oder, sofern es sich um die Abholung von Biomüll handelt, das Geräusch von fallendem Glas oder Restmüll.

Die Erfindung beschränkt sich aber nicht auf das vorliegende Ausführungsbeispiel, sondern umfasst sämtliche Merkmale im Rahmen der nachfolgenden Patentansprüche.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Arbeitsprozesses, umfassend die Schritte
 - a. **Erfassen**, durch mindestens eine Aufnahmeeinheit, von Audiodaten und Weiterleitung der Audiodaten an eine Signalverarbeitungseinheit,
 - b. **Transformieren**, durch die Signalverarbeitungseinheit, der erfassten Audiodaten in den Frequenzbereich innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite B, und Erstellen eines Spektrogramms durch spektrale Analyse, beispielsweise durch Anwendung einer Fourier-Transformation, und Weiterleitung des Spektrogramms an eine Datenverarbeitungseinheit,
 - c. **Identifizieren**, durch die Datenverarbeitungseinheit, zumindest eines Geräuschtyps im Spektrogramm, indem das Spektrogramm mit einer Vielzahl vordefinierter, in einer Datenbank abgelegter Spektrogramme von Referenzgeräuschen verglichen wird,
 - d. **Markieren**, durch die Datenverarbeitungseinheit, des Zeitpunkts, zu dem der Geräuschtyp im Spektrogramm identifiziert wurde,
 - e. **Zuordnen**, durch die Datenverarbeitungseinheit, des erkannten Geräuschtyps zu dem markierten Zeitpunkt, und Erstellung einer elektronischen Zuordnungstabelle,
 - f. **Vergleichen**, durch die Datenverarbeitungseinheit, der erstellten Zuordnungstabelle mit zumindest einer, in einem Speicher abgelegten Referenztabelle,
 - g. **Ausgeben**, durch die Datenverarbeitungseinheit, eines Datensignals, wenn bei dem Vergleichen der Zuordnungstabelle mit der zumindest einen Referenztabelle eine Abweichung festgestellt wird, die einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vielzahl gleicher oder unterschiedlicher Geräuschtypen im Spektrogramm identifiziert werden, und in der Zuordnungstabelle jedem identifizierten Geräuschtyp ein Zeitpunkt zugeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit zur Identifizierung des zumindest einen Geräuschtyps im Spektrogramm einen Matching-Algorithmus oder ein Klassifikationsverfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens anwendet, insbesondere ein mit Spektrogrammen vordefinierter Referenzgeräusche trainiertes neuronales Netz.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassung innerhalb eines Zeitfensters T erfolgt, wobei das Zeitfenster T in einem Bereich von 1 Sekunde bis 120 Sekunden, vorzugsweise 2 Sekunden bis 90 Sekunden, besonders bevorzugt 5 Sekunden bis 6 Sekunden liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandbreite B in einem Bereich von 5 Hz bis 50 kHz, vorzugsweise 10 Hz bis 30 kHz, besonders bevorzugt 15 Hz bis 20 kHz liegt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spektrale Analyse und die Identifikation vordefinierter Geräuschtypen laufend und im Wesentlichen in Echtzeit erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit der Datenverarbeitungseinheit verbundene Bildaufnahmeeinheit aktiviert wird, sobald im Spektrogramm ein vordefinierter Geräuschtyp erkannt wird oder ein Datensignal von der Datenverarbeitungseinheit empfangen wird.
8. **Computerlesbares Speichermedium**, umfassend Anweisungen, die eine Datenverarbeitungseinheit zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 veranlassen.
9. **Verwendung** eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Analyse der Arbeitsabläufe in einem nicht-industriellen Arbeitsprozess, insbesondere im Bereich der kommunalen Müllabfuhr, wobei als Audiodaten die während des Arbeitsprozesses erzeugten Geräusche, insbesondere Schüttgeräusche, und als Referenzgeräusche vorab aufgenommene Geräusche während des Arbeitsprozesses, insbesondere Schüttgeräusche verschiedener Sorten und Zusammenstellungen von Müll oder Schüttgeräusche bei der Verwendung kaputter Sammeltonnen, herangezogen werden.

10. **Vorrichtung** zur Überwachung eines Arbeitsprozesses, umfassend mindestens eine Aufnahmeeinheit, eine Signalverarbeitungseinheit, und eine Datenverarbeitungseinheit, wobei
- a. die Aufnahmeeinheit dazu ausgebildet ist, Audiodaten zu erfassen, und an die Signalverarbeitungseinheit weiterzuleiten,
 - b. die Signalverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, die erfassten Audiodaten in den Frequenzbereich innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite B zu transformieren, und ein Spektrogramm zu erstellen, beispielsweise durch Anwendung einer Fourier-Transformation, und das Spektrogramm an die Datenverarbeitungseinheit weiterzuleiten,
 - c. die Datenverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist,
 - i. zumindest einen Geräuschtyp im Spektrogramm zu identifizieren, indem sie das Spektrogramm mit einer Vielzahl vordefinierter, in einem Speicher abgelegter Referenzgeräusche vergleicht,
 - ii. den Zeitpunkt, zu dem der Geräuschtyp im Spektrogramm identifiziert wurde, zu markieren,
 - iii. den erkannten Geräuschtyp dem markierten Zeitpunkt zuzuordnen, und eine elektronische Zuordnungstabelle zu erstellen,
 - iv. die erstellte Zuordnungstabelle mit zumindest einer, in einem Speicher abgelegten Referenztabelle zu vergleichen, und
 - v. ein Datensignal auszugeben, wenn bei dem Vergleichen der Zuordnungstabelle mit der zumindest einen Referenztabelle eine Abweichung festgestellt wird, die einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, eine Vielzahl gleicher oder unterschiedlicher Geräuschtypen im Spektrogramm zu identifizieren, und in der Zuordnungstabelle jedem identifizierten Geräuschtyp einen Zeitpunkt zuzuordnen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, zur Identifizierung des zumindest einen Geräuschtyps im Spektrogramm einen Matching-Algorithmus oder ein Klassifikationsverfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens anzuwenden, insbesondere ein mit vordefinierten Referenzgeräuschen trainiertes neuronales Netz.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zeitfenster T in einem Bereich von 1 Sekunde bis 120 Sekunden, vorzugsweise 2 Sekunden bis 90 Sekunden, besonders bevorzugt 5 Sekunden bis 6 Sekunden liegt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandbreite B in einem Bereich von 5 Hz bis 50 kHz, vorzugsweise 10 Hz bis 30 kHz, besonders bevorzugt 15 Hz bis 20 kHz liegt.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, die Audiodaten laufend und im Wesentlichen in Echtzeit spektral zu analysieren und die vordefinierten Geräuschtypen laufend und im Wesentlichen in Echtzeit zu identifizieren.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit der Datenverarbeitungseinheit verbundene Bildaufnahmeeinheit vorgesehen ist, wobei die Datenverarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, die Bildaufnahmeeinheit zu aktivieren, sobald im Spektrogramm ein vordefinierter Geräuschtyp erkannt wird oder ein Datensignal von der Datenverarbeitungseinheit empfangen wird.