(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 41 328 A1** 2004.03.18

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 41 328.2**
(22) Anmeldetag: **04.09.2002**
(43) Offenlegungstag: **18.03.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G06F 3/16**
G06K 9/22

(71) Anmelder:
Fachhochschule Regensburg, 93049 Regensburg, DE

(74) Vertreter:
PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR, 80801 München

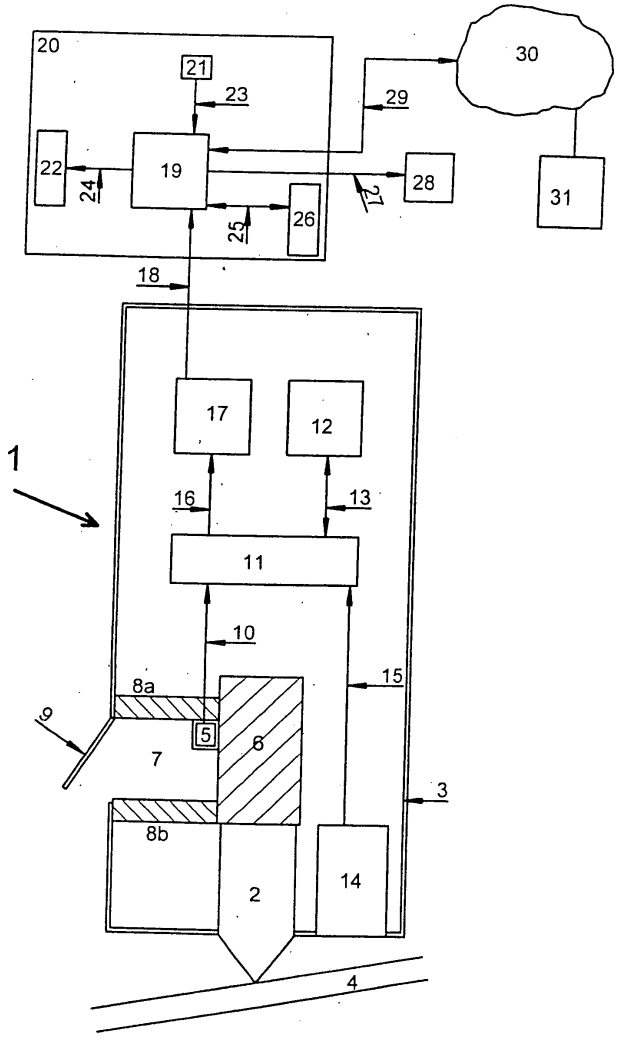
(72) Erfinder:
Kempf, Jürgen, 93093 Donaustauf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

(54) Bezeichnung: **Biometrisches Schreibsystem und Verfahren zur Personenidentifikation und Handschriftenerkennung mittels biometrischer Daten**

(57) Zusammenfassung: Biometrisches Schreibsystem mit einem Schreibstiftgehäuse zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage, mindestens einem in dem Schreibstiftgehäuse integrierten Mikrophon zur akustischen Erfassung von Schallsignalen, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden, und einer Datenverarbeitungseinheit zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Schallsignalen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein biometrisches Schreibsystem, bei dem mit einem in einem Schreibschriftgehäuse integrierten Mikrofon die bei der handgeführten Bewegung des Schreibstiftes hervorgerufenen Schallsignale akustisch erfasst und anschließend zu biometrischen Daten verarbeitet werden. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Personenidentifikation und Personenverifikation mittels eines biometrischen Schreibsystems sowie ein Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung.

[0002] Derzeit gibt es eine große Auswahl von konkurrierenden biometrischen Systemen. Den größten Anteil der biometrischen Systeme machen derzeit Systeme aus, die Fingerlinien als Erkennungsmerkmale nutzen, gefolgt von Systemen zur Gesichtserkennung und so genannte Irisscanner.

[0003] Durch die zunehmende elektronische Vernetzung in allen Bereichen des Geschäftslebens nimmt die Bedeutung der elektronischen Passwort- und Signaturerkennung ständig zu. Verträge werden in herkömmlicher Weise durch die beiden Vertragspartner geschlossen, indem eine Unterschrift zur Beurkundung geleistet wird. Die Unterschrift dient dabei zu Beweiszwecken und ist für denjenigen, der die Unterschrift leistet spezifisch. Bei Vertragsabschlüssen im Bereich des E-Commerce besteht die Notwendigkeit, dass die Vertragspartner zu ihrer Identifikation eine elektronische Unterschrift leisten müssen, die auf ihre Gültigkeit hin verifiziert werden muss. Voraussetzung für den breiten Einsatz einer elektronischen Unterschrift zur Verifikation der Identität der Vertragspartner ist eine hohe Verfälschungssicherheit der geleisteten elektronischen Unterschrift. Ferner muss die geleistete Unterschrift mit einer hohen Erkennungsrate erkannt und an einen entfernt gelegenen Rechner übertragen werden. Unerlässlich ist ferner, dass die Eingabe der elektronischen Unterschrift für einen großen Personenkreis ohne besondere Kenntnisse in einfacher Weise erfolgen kann.

[0004] Die bisher bekannten Schreibsysteme erfüllen diese Forderungen nicht und weisen zum Teil gravierende Nachteile auf.

[0005] Es sind Schreibstifte mit Beschleunigungssensoren bekannt (beispielsweise Accelerometer-based pens von British Telecommunications) zur Aufnahme von Beschleunigungskräften beim Schreiben mit dem Schreibstift. Der Nachteil dieses bekannten Schreibstiftes besteht in einer vergleichsweise geringen Erkennungsrate bei der Unterschriftenverifikation aufgrund des nur zweidimensionalen Datenraumes. Darüber hinaus muss der Schreibstift beim Schreiben stets gleich ausgerichtet sein, d.h. der Winkel zwischen dem Schreibstift und der Unterlage muss weitestgehend konstant sein, so dass ein natürliches Schreibverhalten beim Leisten einer Unterschrift nicht gewährleistet ist. Darüber hinaus setzt eine akzeptable Erkennungsrate eine Mindestschreibgeschwindigkeit voraus, da sonst die gemessenen Beschleunigungskräfte zu gering sind.

[0006] Eine Vielzahl von Schreibsystemen erkennen den handschriftlich geschriebenen Text bzw. Zeichen mittels der Schreibunterlage. Alle derartigen Schreibsysteme haben den Nachteil, dass spezielle Schreibunterlagen mit entsprechender Signalverarbeitung erforderlich sind.

[0007] Aus der US 4,513,437 ist ein Dateneingabestift zur Unterschriftenverifikation bekannt. Der Stift enthält einen Schreibstift zur Sichtbarmachung des Geschriebenen auf einer Unterlage sowie piezoelektrische Druck- und Beschleunigungssensoren zur Erfassung von Beschleunigungskräften, die durch transversale Schreibbewegungen des Stiftes auf der Schreibunterlage hervorgerufen werden. Darüber hinaus wird der Druck auf den Schreibstift in axial-paralleler Richtung des Schreibstiftes erfasst.

[0008] Der Nachteil des in der US 4,513,437 beschriebenen Dateneingabestiftes besteht darin, dass ausgeprägte Beschleunigungskräfte beim Schreiben erforderlich sind. Zur Erfassung sind daher starke Richtungsänderungen und/oder Geschwindigkeitsänderungen geradliniger Schreibbewegung zur Signalerfassung notwendig. Auch die US 5,181,661 beschreibt einen Schreibstift mit Beschleunigungssensoren zur Erfassung der Beschleunigung des Stiftes beim Schreiben in drei Raumrichtungen.

[0009] Der sog. Anoto-Digital-Stift beschreibt ein Schreibsystem, bei dem geschriebener Text auf einen Rechner übertragen werden kann. Der Schreibstift besteht aus einem Kugelschreiber mit einer integrierten digitalen Kamera. Ein Kraftsensor detektiert das Aufsetzen der Schreibmiene auf ein Spezialpapier. Bei dem Spezialpapier handelt es sich um ein Papier mit einem aufgedrucktem Punktemuster. Die integrierte digitale Kamera des Anoto-Schreibstiftes nimmt die Schreibbewegungen des Stiftes über dem Punktemuster wahr. Die Kamera nimmt eine Vielzahl von Bildern pro Sekunde auf. Jedes aufgenommene Bild wird mit dem darauffolgenden Bild verglichen und ein integrierter Prozessor errechnet daraus unter Berücksichtigung der Stifthaltung den Richtungswechsel und die Bewegungsstrecke der in dem Stift integrierten Schreibmiene. Auf dem Anoto-Spezialpapier befinden sich eine Vielzahl aufgedruckter Punkte, die mit Tinte auf Kohlenstoffbasis aufgebracht sind und einen Abstand von weniger als 1mm zueinander aufweisen. Jedes Rnoto-Spezialpapier besitzt ein anderes Punktemuster, so dass die einzelnen Seiten voneinander unterscheidbar sind. Eine Licht emittierende Diode (LED) beleuchtet die kohlenstoff-haltigen Tintenpunkte, die langwelliges Infrarotlicht absorbieren und somit für die integrierte Digitalkamera innerhalb des Anoto-Stiftes erkennbar sind. Durch das Anoto-Spezialpapier kann die Relativbewegung des Stiftes sowie die absolute Position des Stiftes auf dem Papier ermittelt werden.

[0010] Der Nachteil des Anoto-Stiftes besteht darin, dass ein spezielles Papier notwendig ist und dass die

Stifthaltung vorgegeben ist. Darüber hinaus ist die Verfälschungssicherheit der Unterschriftenverifikation zu gering, da keine personenspezifische biometrische Daten ermittelt werden. Durch den Anoto-Schreibstift wird nicht der individuelle Schreibdruck auf die Schreibmiene erfasst.

[0011] Neben der elektronischen Unterschriftenverifikation besteht ein zunehmender Bedarf zur elektronischen Erfassung handgeschriebener Texte bzw. Zeichen. Bei herkömmlichen Verfahren zur Handschrifterkennung werden handgeführte Schreibbewegungen optisch erfasst und die ermittelten Schriftbilddaten werden anschließend mittels OCR-Verfahren in ASCI-Codedaten umgewandelt. Herkömmlicherweise werden bei der Erkennung eines geschriebenen Wortes mehrere mögliche Wortkandidaten selektiert. Die Anzahl der möglichen Wortkandidaten ist dabei umso höher, je undeutlicher die Handschrift ist und je mehr ähnliche Worte existieren. Aus den verschiedenen möglichen Wortkandidaten wird anschließend durch eine statistische Auswertung der wahrscheinlichste Wortkandidat ermittelt und ausgegeben. Die statistische Auswertung erfolgt wie bei der maschinellen Spracherkennung mittels sog. Wortfolgenstatistikprogramme, die anhand der vorangehenden erkannten Worte die statistische Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des jeweiligen Wortkandidaten berechnen. Der am wahrscheinlichsten auftretende Wortkandidat wird selektiert und anschließend ausgegeben. Der Nachteil derartiger herkömmlicher Verfahren bei der Handschrifterkennung besteht darin, dass die Anzahl der möglichen Wortkandidaten in vielen Fällen sehr hoch ist, so dass die Erkennungsrate oft sehr niedrig ist.

[0012] Die deutsche Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen 102 04 962.9 mit Anmeldetag vom 6. Februar 2002 beschreibt ein optomechanisches Schreibsystem und ein Verfahren zur Handschriftenerkennung mittels biometrischer Daten. Bei diesem optomechanischen Schreibsystem ist in einem Schreibstiftgehäuse ein Schreibstift zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage integriert. Das Schreibstiftgehäuse enthält eine optische Sensoreinrichtung zur Erfassung der mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen als Bewegungs- bzw. Positionsdaten. Darüber hinaus ist in dem Schreibstiftgehäuse eine weitere Sensoreinrichtung zur Erfassung der bei den durchgeführten Bewegungen des Schreibstiftes auftretenden Kräfte integriert. Eine Datenverarbeitungseinheit dient zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Bewegungsdaten und den erfassten Schreibdruckdaten.

[0013] Schreibsysteme zur Unterschriftenverifikation, zur Personenidentifikation bzw. -verifikation sowie zur Handschriften- und Spracherkennung müssen eine sehr hohe Verfälschungssicherheit und geringe Fehlerraten aufweisen. Darüber hinaus darf die technische Realisierung nicht allzu aufwändig sein, um ein breites Anwendungsgebiet zu ermöglichen.

[0014] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein biometrisches Schreibsystem zu schaffen, das geringe Fehlerraten aufweist und eine sehr hohe Verfälschungssicherheit bietet.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein biometrisches Schreibsystem mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0016] Die Erfindung betrifft ein biometrisches Schreibsystem mit einem Schreibstiftgehäuse zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage, mindestens einem in dem Schreibstiftgehäuse integrierten Mikrofon zur akustischen Erfassung von Schallsignalen, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden, und mit einer Datenverarbeitungseinheit zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Schallsignalen.

[0017] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem ermöglicht die Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten, die für die Person einzigartig sind. Hierdurch ist es möglich, die Identität einer schreibenden Person zu verifizieren und durch Vergleich mit gespeicherten Referenzdaten sogar zu identifizieren. Das erfindungsgemäß biometrische Schreibsystem ermöglicht zudem eine Handschriftenerkennung bzw. Handskizzenerkennung zur Ermittlung und Ausgabe von handgeschriebenen Zeichen in digitaler Form.

[0018] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem enthält vorzugsweise eine Datenverarbeitungseinheit zur Rekonstruktion handgeschriebener Zeichen und Texte aus den erfassten Schallsignalen.

[0019] In dem Schreibstiftgehäuse ist vorzugsweise ein Schreibstift vorgesehen, der auf der Unterlage aufgesetzt und auf der Unterlage geführt wird.

[0020] Dies bietet den besonderen Vorteil, dass die Person ein natürliches Schreibgefühl hat, da sich das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wie ein normaler Schreibstift verhält.

[0021] Das durch die Reibung des Schreibstiftes auf der Unterlage während der handgeführten Schreibbewegung hervorgerufene akustische Schreibgeräusch wird vorzugsweise als Körperschallsignal über den Schreibstift und/oder zusätzlich als Luftschallsignal über die Umgebungsluft durch das in dem Schreibstiftgehäuse integrierte Mikrofon übertragen.

[0022] Da das Schreibgeräusch nicht allein über die Umgebungsluft, sondern auch als Körperschallsignal übertragen werden kann, eignet sich das erfindungsgemäße Schreibsystem auch für Anwendungsgebiete in akustisch lauten Bereichen.

[0023] Das Mikrofon ist vorzugsweise zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit dem Schreibstift gekoppelt.

[0024] Dabei ist das Mikrofon bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit einem mit dem Schreibstift verbundenen Klangkörper gekoppelt.

[0025] Der Klangkörper ist vorzugsweise als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt.

[0026] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems ist das Mikrofon in einer in dem Schreibstiftgehäuse vorgesehenen Luftschallkammer angeordnet.

[0027] Die Luftschallkammer ist vorzugsweise als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt.

[0028] Das Mikrofon ist vorzugsweise von einer Schalldämmung umgeben, die zur Dämpfung von Umgebungsgeräuschen vorgesehen ist und Schallsignale von dem Klangkörper und der Luftschallkammer durchlässt.

[0029] Die Luftschallkammer ist über eine in dem Schreibstiftgehäuse vorhandenen Gehäuseöffnung mit der Umgebungsluft koppelbar.

[0030] Die Gehäuseöffnung ist vorzugsweise mittels einer mechanischen Verschlusseinrichtung zur Unterdrückung von Außengeräuschen schließbar.

[0031] Dies bietet dem Benutzer die Möglichkeit, durch Schließen der Öffnung Störgeräusche aus der Umgebung zu unterdrücken.

[0032] Das Mikrofon erfasst bei geöffneter Gehäuseöffnung vorzugsweise das durch die handgeführte Schreibbewegung hervorgerufene interne und externe Schreibgeräusch als Körper- und Luftschallsignal und/oder ein von einer Person stammendes Sprechsignal.

[0033] Durch die akustische Erfassung des Sprechsignals zusätzlich zur akustischen Erfassung des Schreibgeräusches kann die Fehlerrate bei der Erkennung der Person erheblich reduziert werden. Durch die Kombination der Auswertung des Sprechsignals und des Schreibgeräusches wird eine sehr hohe Erkennungssicherheit des biometrischen Schreibsystems erreicht.

[0034] Das Mikrofon wandelt die erfassten akustischen Schallsignale vorzugsweise in ein elektrisches Schallsignal um.

[0035] Das elektrische Schallsignal wird vorzugsweise durch einen Analog-/Digitalwandler in Schallsignaldaten zur digitalen Datenverarbeitung durch die Datenverarbeitungseinheit umgewandelt.

[0036] Dabei werden das Schreibgeräusch und das Sprechsignal gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durch das Mikrofon erfasst.

[0037] Die erzeugten Schallsignaldaten sind vorzugsweise in einer Speichereinheit des biometrischen Schreibsystems abspeicherbar.

[0038] Die Schreibunterlage besteht vorzugsweise aus beliebigem Papier.

[0039] Dabei ist die Schreibunterlage vorzugsweise eine feste Unterlage, die eine bestimmte aufgeprägte Oberflächenrauhigkeit und Härte aufweist.

[0040] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems ist in dem Schreibstiftgehäuse ein Lautsprecher zur Wiedergabe erfasster Mikrofonsignale, zur Wiedergabe gespeicherter biometrischer Referenzdaten und zur Wiedergabe gesprochener Informationen vorgesehen.

[0041] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems ist zusätzlich eine optische Sensoreinrichtung vorgesehen, die Positionsdaten der handgeführten Schreibstiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Schreibunterlage erfasst.

[0042] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems ist ferner eine Druck-Sensoreinrichtung vorgesehen, die den statischen und dynamischen Druck des auf der Unterlage aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes erfasst.

[0043] Das Mikrofon ist vorzugsweise eine Elektrett-Mikrofon, ein piezoelektrisches Mikrofon, ein piezoresistives Mikrofon oder ein kapazitives Mikrofon.

[0044] In dem Schreibstift des biometrischen Schreibsystems ist vorzugsweise eine auswechselbare Schreibstiftmine vorgesehen.

[0045] Diese Schreibstiftmine ist vorzugsweise mittels einer Schalteinrichtung aus dem Schreibstift ausfahrbar.

[0046] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems weist die optische Sensoreinrichtung eine Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal auf.

[0047] Die Abbildungsoptik besteht dabei vorzugsweise aus optischen Linsen und/oder Glasfasern.

[0048] Bei der Wandlereinrichtung handelt es sich vorzugsweise um eine CCD-Kamera oder ein Photodiodenarray.

[0049] Ferner ist vorzugsweise eine Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen.

[0050] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist zusätzlich eine Laserdiode zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche und eines in den Stift integrierten optischen Gitters vorgesehen.

[0051] Die optische Sensoreinrichtung erfasst vorzugsweise die mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Unterlagenoberfläche.

[0052] Bei einer alternativen Ausführungsform erfasst die optische Sensoreinrichtung die mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten, aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes.

[0053] Die Schreibstiftmine gibt bei einer bevorzugten Ausführungsform in einem ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit ab, die die Strukturierung der Unterlagenoberfläche erhöht, so dass die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der optischen Sensorein-

richtung erleichtert und über das Tintenschriftbild auf der Unterlage eine natürliche Schreibweise hervorgerufen wird.

[0054] Die Datenverarbeitungseinheit ist vorzugsweise in dem Schreibstiftgehäuse oder in einer externen Empfangseinheit integriert.

[0055] Bei der externen Empfangseinheit handelt es sich dabei vorzugsweise um einen Computer, ein Mikrokontroller, ein Handy, einen Kreditkartenleser, ein Faxgerät oder um einen Drucker.

[0056] Die erfassten Schallsignale, die optischen Bewegungsdaten und die erfassten mehrdimensionalen Druckdaten werden vorzugsweise über eine Datenübertragungsstrecke von dem Schreibstiftgehäuse an die in externe Empfangseinheit integrierte Datenverarbeitungseinheit übertragen.

[0057] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem weist vorzugsweise eine in dem Schreibstiftgehäuse enthaltene Verschlüsselungseinheit zur Verschlüsselung von Schallsignaldaten, optischen Bewegungsdaten und Druckdaten auf.

[0058] Die Datenübertragungsstrecke ist dabei vorzugsweise drahtgebunden oder drahtlos.

[0059] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem weist vorzugsweise einen Datenspeicher zum Abspeichern von biometrischen Referenzdaten, von Positionsdaten der Schreibbewegung und von gesprochenen Informationen auf.

[0060] Die biometrischen Referenzdaten werden vorzugsweise durch die Datenverarbeitungseinheit aus den beim Schreiben und Sprechen eines Wortes erfassten Schallsignaldaten, aus optischen Bewegungsdaten und mechanischen Druckdaten berechnet und in dem Referenzdatenspeicher abgelegt.

[0061] Bei dem Referenzdatenspeicher handelt es sich vorzugsweise um einen Mikrochip eines Personalausweises, einer Kreditkarte, um eine Berechtigungsmagnetkarte oder um eine Speichereinheit eines Computers oder des biometrischen Schreibsystems.

[0062] Bei den geschriebenen und gesprochenen Wörtern und Zeichen handelt es sich vorzugsweise um Pincodes, Passwörter, Namen oder um Texte.

[0063] Die Positionsdaten der Schreibbewegung werden vorzugsweise aus dem beim Schreiben eines Wortes erfassten Schallsignaldaten, optischen Bewegungsdaten und mechanischen Druckdaten berechnet und in dem Datenspeicher zur Handschriftenerkennung abgelegt.

[0064] Der Referenzdatenspeicher ist dabei vorzugsweise in dem Schreibstiftgehäuse integriert.

[0065] Die in dem externe Empfangseinheit integrierte Datenverarbeitungseinheit ist vorzugsweise an einen Referenzdatenspeicher angeschlossen.

[0066] Der externe Empfangseinheit weist bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems eine Leseeinheit zum Lesen eines tragbaren von biometrischen Referenzdaten auf.

[0067] Der externe Empfangseinheit ist vorzugsweise über ein Datennetzwerk an eine Datenbank mit einem Referenzdatenspeicher verbunden.

[0068] Bei dem Datennetzwerk handelt es sich vorzugsweise um das Internet.

[0069] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems vergleicht die Datenverarbeitungseinheit die berechneten aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten zu deren Verifikation und Identifikation.

[0070] Die Datenverarbeitungseinheit erzeugt bei weitgehender Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten Referenzdaten ein Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignal.

[0071] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems gemäß der Erfindung erkennt die Datenverarbeitungseinheit bei vollständiger Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten die aktuellen biometrischen Daten als Raubkopie der gespeicherten Referenzdaten und erzeugt ein entsprechendes Warnsignal.

[0072] Die Datenverarbeitungseinheit erzeugt bei Abweichen der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten ein Abweichungsanzeigesignal.

[0073] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems weist dieses mindestens einen Aktor auf, der nach Erzeugen des Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignals betätigt wird.

[0074] Die Erfindung schafft ferner ein Verfahren zur Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten mit den folgenden Schritten:

Akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten,

Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal,

Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den Schallsignaldaten mittels Fourier-Transformation, Bestimmen von ersten biometrischen Referenzdaten aus der Schallintensität des digitalen Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion,

Bestimmen von zweiten biometrischen Referenzdaten aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion.

[0075] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens zur Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten werden die Verfahrensschritte mehrmals durchgeführt und die jeweils bestimmten Referenzdaten statistisch ausgewertet, wobei die ausgewerteten Daten als personenspezifische Referenzdaten verschlüsselt und anschließend abgespeichert werden.

[0076] Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die statistisch ausgewerteten, personenspezifi-

schen Referenzdaten in einem Mikrochip eines Personalausweises, in einem Mikrochip einer Kreditkarte, in eine Berechtigungsmagnetkarte oder in die Speichereinheit eines Computers bzw. eines Schreibsystems abgespeichert.

[0077] Vorzugsweise werden zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt.

[0078] Darüber hinaus werden bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Generierung von personenspezifischen, biometrischen Referenzdaten die bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Schreibkräfte durch Drucksensoren erfasst und entsprechend mindestens eindimensionale Schreibdruckdaten erzeugt.

[0079] Ferner werden vorzugsweise die beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen-/Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibbewegungen optisch erfasst und entsprechende Schreibbewegungsdaten erzeugt.

[0080] Die biometrischen Referenzdaten werden vorzugsweise aus der Schallintensität des digitalen Zeitschallsignals mittels Merkmalsextraktion, aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals mittels Merkmalsextraktion sowie aus den beim Schreiben und Sprechen eines Wortes erzeugten optischen Bewegungsdaten und Schreibdruckdaten bestimmt und in dem Referenzdatenspeicher als personenspezifische biometrische Referenzdaten verschlüsselt abgespeichert.

[0081] Es erfolgt vorzugsweise eine Datenreduktion der statischen und dynamischen Schreibbewegungsdaten, der Schreibdruckdaten, der optischen Bewegungsdaten und der Schallsignaldaten mittels Clusterbildung.

[0082] Aus den datenreduzierten Clusterdaten werden vorzugsweise Merkmalsparameter extrahiert.

[0083] Die generierten biometrischen Referenzdaten werden vorzugsweise innerhalb oder außerhalb des Schreibstiftes abgespeichert.

[0084] Die Erfindung schafft ferner ein Verfahren zur Verifikation einer Person mit den folgenden Schritten, nämlich akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch die Person durchgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten, Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal,

Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus dem Schall-Zeitsignal mittels Fourier-Transformation,

Bestimmen von ersten aktuellen biometrischen Daten aus der Schallintensität des digitalen Zeitschallsignals mittels Merkmalsextraktion,

Bestimmen von zweiten aktuellen biometrischen Daten aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion, und

Vergleichen der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person zur Verifikation, ob die aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person weitgehend übereinstimmen.

[0085] Dabei werden vorzugsweise zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt.

[0086] Die Erfindung schafft ferner ein Verfahren zur Identifikation einer Person mit den folgenden Schritten, nämlich akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten,

Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal,

Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus dem Schall-Zeitsignals mittels Fourier-Transformation,

Bestimmen von ersten aktuellen biometrischen Daten aus der Schallintensität des digitalen Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion,

Bestimmen von aktuellen zweiten biometrischen Daten aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion,

Vergleichen der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer Vielzahl von Personen zur Identifikation, ob die aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer der gespeicherten Personen weitgehend übereinstimmen.

[0087] Dabei wird vorzugsweise zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt.

[0088] Die Erfindung schafft ferner ein Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung mit den folgenden Schritten, nämlich

akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person ausgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten,

Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal,

Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den Schallsignaldaten mittels Fourier-Transformation, Bestimmen von ersten aktuellen akustischen Daten aus der Schallintensität des digitalen Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion zur Datenreduktion,

Bestimmen von aktuellen zweiten akustischen Daten zum Berechnen des Frequenzspektrums des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion zur Datenreduktion,

Berechnen einer Folge von Merkmalsvektoren aus

den akustischen Daten,
Vergleichen der Folge von Merkmalsvektoren mit gespeicherten personenspezifischen Referenzmerkmalsvektoren, Selektieren einer Folge von Referenzmerkmalsvektoren, die von den jeweiligen Merkmalsvektoren die geringste Abweichung aufweisen,
Ermitteln des Zeichens, des Wortes oder der Wortfolge aus der Folge selektierter Referenzmerkmalsvektoren mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren.

[0089] Vorzugsweise wird zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst, und es werden entsprechende Schallsignaldaten erzeugt.

[0090] Die beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen-/Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibbewegungen werden vorzugsweise zusätzlich optisch erfasst und entsprechende Positionsdaten erzeugt.

[0091] Vorzugsweise werden zusätzlich die bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Kräfte durch Drucksensoren erfasst und entsprechende, mindestens eindimensionale Schreibdruckdaten erzeugt.

[0092] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung wird das Zeichen, das Wort oder die Wortfolge aus der Folge selektierter Referenzmerkmalsvektoren, aus den Positionsdaten und aus den Schreibdruckdaten mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren ermittelt.

[0093] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden das ermittelte Zeichen der ausführenden Person zu deren Kontrolle optisch und/oder akustisch rückgemeldet.

[0094] Die generierten personenspezifischen Referenzdaten werden vorzugsweise zur Ermittlung psychologischer und/oder physiologischer Merkmale der Person ausgewertet.

[0095] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem ist vielfach einsetzbar.

[0096] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das biometrische Schreibsystem als Computereingabeeinrichtung verwendet.

[0097] Bei einer alternativen Verwendung wird das erfindungsgemäß Schreibsystem als Spracheingabeeinrichtung, insbesondere als Diktiergerät, verwendet.

[0098] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird vorzugsweise zur Erkennung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person verwendet.

[0099] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird ferner vorzugsweise als Therapiesystem zur Behebung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person eingesetzt.

[0100] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird ferner vorzugsweise als graphologisches System zur Ermittlung psychologischer/physiologischer Merkmale einer Person verwendet.

[0101] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird vorzugsweise als Schulungssystem zur Erlernen von Schreiben eingesetzt.

[0102] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird vorzugsweise als Schulungssystem zum Erlernen einer Sprache verwendet.

[0103] Des Weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems und des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Personenidentifikation, zur Personenverifikation, zur Generierung biometrischer Referenzdaten sowie zur Handschriften- und Handskizzenerkennung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale beschrieben.

[0104] Es zeigen:

[0105] **Fig.** 1 eine schematische Abbildung zur Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;

[0106] **Fig.** 2 eine Schnittansicht durch ein Schreibstiftgehäuse des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;

[0107] **Fig.** 3 eine Schnittansicht durch ein Schreibstiftgehäuse mit optischer Sensoreinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;

[0108] **Fig.** 4 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung der Handschriftenerkennung mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;

[0109] **Fig.** 5 eine Skizze zur Erläuterung einer optischen bzw. akustischen Rückmeldung für die schreibende Person;

[0110] **Fig.** 6 akustisch erfasste Schreibgeräusche bei unterschiedlicher Schreibgeschwindigkeit auf Karton und Schreibpapier;

[0111] **Fig.** 7 ein akustisch erfasstes Schall-Zeitsignal beim dreifachen Schreiben des Buchstabens "a";

[0112] **Fig.** 8 ein akustisch erfasstes Schall-Zeitsignal beim dreifachen Schreiben des Buchstabens "b";

[0113] **Fig.** 9 Frequenzsignale beim Schreiben der Buchstaben "a" bzw. "b" im Zeitverlauf;

[0114] **Fig.** 10 ein Amplitudenfrequenzsignal beim Schreiben eines zugehörigen Buchstabens "a";

[0115] **Fig.** 11 dynamisches Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben des Buchstabens "a";

[0116] **Fig.** 12 dynamischer Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben des Buchstabens "b";

[0117] **Fig.** 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems **1**. Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** umfasst einen Schreibstift **2**, der in einem Schreibstiftgehäuse **3** integriert ist. Der Schreibstift **2** dient zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage **4**. Bei der Unterlage **4** kann es sich um eine beliebige Unterlage mit be-

liebiger Oberfläche handeln. Vorzugsweise handelt es sich bei der Unterlage **4** um Papier. Die Schreibunterlage **4** ist vorzugsweise eine feste Unterlage, die eine bestimmte aufgeprägte Oberflächenrauigkeit und Härte aufweist.

[0118] Der Schreibstift **2** enthält vorzugsweise eine austauschbare Schreibstiftmine, die mittels einer nicht dargestellten mechanischen Schalteinrichtung aus denn Schreibstift **2** ausfahrbar ist. Das Schreibstiftgehäuse **3** dient zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf der Unterlage **4**. Dabei wird zur Vermittlung eines normalen Schreibgefühls durch den Schreibstift **2** und dessen Schreibstiftmine eine Schreibflüssigkeit auf die Unterlage **4** zur optischen Rückkopplung für die schreibende Person abgegeben. Beim Aufsetzen des Schreibstiftes **2** auf der Unterlage und dessen Bewegung auf der Oberfläche entstehen Schreibgeräusche. In dem Schreibstiftgehäuse **3** ist bei dem erfindungsgemäßen Schreibsystem **1** mindestens ein Mikrofon **5** zur akustischen Erfassung von Schallsignalen vorgesehen. Das Mikrofon **5** erfasst die Schallsignale, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden, d.h. das durch die Schreibbewegung hervorgerufene Schreibgeräusch. Die durch die Reibung des Schreibstiftes **2** auf der Unterlage **4** während der handgeführten Schreibbewegung hervorgerufenen akustischen Schreibgeräusche werden einerseits als Körperschallsignal über den Schreibstift **2** und andererseits als Luftschallsignal über die Umgebungsluft zu dem Mikrofon **5** übertragen. Dabei ist das Mikrofon **5** zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit dem Schreibstift **2** gekoppelt. Bei der in **Fig.** 1 dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist das Mikrofon **5** zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit einem mit dem Schreibstift **2** verbundenen Klangkörper **6** gekoppelt. Der Klangkörper **6** ist vorzugsweise als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt.

[0119] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, befindet sich das Mikrofon **5** in einer in dem Schriftstiftgehäuse **3** vorgesehenen Luftschallkammer **7**. Die Luftschallkammer **7** ist vorzugsweise als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt. Das Mikrofon **5** ist von einer Schalldämmung **8a**, **8b** umgeben, die zur Dämpfung von Umgebungsgeräuschen vorgesehen ist und lediglich Schallsignale von dem Klangkörper **6** und der Luftschaltkammer **7** durchlässt. Die Luftschallkammer **7** ist über eine in dem Schreibstiftgehäuse **3** vorhandene Gehäuseöffnung mit der Umgebungsluft koppelbar. Dabei ist die Gehäuseöffnung vorzugsweise mittels einer mechanischen Verschlusseinrichtung **9** zur Unterdrückung von Außengeräuschen schließbar. Das Mikrofon **5** erfasst bei geöffneter Gehäuseöffnung das durch die handgeführte Schreibbewegung hervorgerufene interne und externe Schreibgeräusch als Körpers- und Luftschallsignal und zusätzlich ein von einer Person stammendes Sprechsignal. Das Mikrofon **5** wandelt die erfassten akustischen Schallsignale in ein elektrisches Schallsignal um. Das elektrische Schallsignal wird durch einen Analog/Digitalwandler in Schallsignaldaten zur digitalen Datenverarbeitung umgewandelt. Die digitalen Signaldaten werden über eine Signalleitung **10** einer Datenverarbeitungseinheit **11** zur weiteren Datenverarbeitung zugeführt. Das beim Schreiben erzeugte Schreibgeräusch und das gegebenenfalls von der Person zusätzlich empfangene Sprechsignal werden entweder gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durch das Mikrofon **5** erfasst und in entsprechende Schallsignaldaten umgewandelt. Die der Datenverarbeitungseinheit **11** zugeführten Schallsignaldaten werden vorzugsweise in einer dafür vorgesehenen Speichereinheit **12**, die mit der Datenverarbeitungseinheit **11** über Leitungen **13** verbunden ist, gespeichert.

[0120] Neben dem Mikrofon **5** als akustischem Sensor weist das in

[0121] **Fig.** 1 dargestellte, erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** vorzugsweise zusätzlich eine optische Sensoreinrichtung **14** auf, die Positionsdaten der handgeführten Schreibstiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Schreibunterlage **4** erfasst. Die optische Sensoreinrichtung ist über eine Signalleitung **15** ebenfalls an die Datenverarbeitungseinheit **11** angeschlossen.

[0122] Bei dem Mikrofon **5** kann es sich beispielsweise um ein Elektrett-Mikrofon, ein piezoelektrisches Mikrofon, ein piezoresistives Mikrofon oder ein kapazitives Mikrofon handeln. Die optische Sensoreinrichtung **14** enthält vorzugsweise eine Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal. Das elektrische Signal wird durch einen Analog-/Digitalwandler in Positionsdaten bzw. Bewegungsdaten umgewandelt und über die Signalleitung **15** an die Datenverarbeitungseinheit **11** abgegeben. Die Abbildungsoptik der optischen Sensoreinrichtung **14** besteht vorzugsweise aus optischen Linsen und/oder Glasfasern. Bei der Wandlereinrichtung kann es sich um eine CCD-Kamera oder ein Photodiodenarray handeln. Vorzugsweise ist zusätzlich eine Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen. Ferner ist eine Laserdiode zur Beleuchtung eines in dem Stift integrierten optischen Gitters vorgesehen. Die optische Sensoreinrichtung **14** erfasst die mit dem Schreibstift **2** durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen, die die Oberfläche der Unterlage zeigen. Alternativ dazu kann die optische Sensoreinrichtung **14** auch derart ausgelegt sein, dass sie die mit dem Schreibstift **2** durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes erfasst.

[0123] Die Schreibstiftmine gibt im ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage **4** bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit

ab, die die Strukturierung der Oberfläche erhöht, so dass die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der optischen Sensoreinrichtung **14** erleichtert wird. Ferner wird über das Tintenschriftbild auf der Unterlage bei der schreibenden Person eine natürliche Schreibweise bewirkt.

[0124] Die Datenverarbeitungseinheit **11** ist, wie in **Fig.** 1 dargestellt, in dem Schreibstiftgehäuse **3** integriert. Bei einer alternativen Ausführungsform kann die Datenverarbeitungseinheit auch in einer externen Empfangseinheit integriert sein. Eine derartige Empfangseinheit ist beispielsweise ein Computer, ein Mikrokontroller, ein Handy, ein Kreditkartenleser, ein Faxgerät oder ein Drucker.

[0125] Die durch das Mikrofon **5** erfassten Schallsignaldaten und die durch die optische Sensoreinrichtung **14** erfassten Bewegungsdaten werden, sofern sich Datenverarbeitungseinheit extern in einem lokalen Rechner befindet, über eine Datenübertragungsstrecke **18** von dem Schreibstiftgehäuse **3** an diesen lokalen Rechner **20** übertragen. Die Datenverarbeitungseinheit **11** ist, wie in **Fig.** 1 zu erkennen, über eine Leitung **16** an eine nachgeschaltete Verschlüsselungseinheit **17** angeschlossen. Die Verschlüsselungseinheit **17** dient zur Verschlüsselung der von der Datenverarbeitungseinheit **11** innerhalb des Schreibstiftgehäuses **1** abgegebenen Schallsignaldaten und der erfassten optischen Bewegungsdaten. Die verschlüsselten Daten werden über die Datenübertragungsstrecke **18**, die drahtlos oder drahtgebunden ist, an eine Datenverarbeitungseinheit **19** innerhalb des lokalen Rechners **20** übertragen. Der lokale Rechner **20** verfügt neben der Datenverarbeitungseinheit **19** über einen Speicher **21** und eine Anzeige **22**, die jeweils über Signalleitungen **23**, **24** mit der Datenverarbeitungseinheit **19** verbunden sind. Die Datenverarbeitungseinheit **19** des lokalen Rechners **20** ist ferner über Leitungen **25** mit einer Leseeinheit **26** verbunden. Darüber hinaus steuert die Datenverarbeitungseinheit **19** des lokalen Rechners **20** über Steuerleitungen **27** einen Aktor **28**, beispielsweise eine Sicherheitstür. Die Datenverarbeitungseinheit **19** ist über eine Leitung **29** mit einem Datennetzwerk **30** verbunden, an dem eine externe Datenbank **31** angeschlossen ist. Bei dem Datennetzwerk **30** handelt es sich vorzugsweise um das Internet.

[0126] Das in **Fig.** 1 dargestellte biometrische Schreibsystem **1** enthält eine akustische Sensoreinrichtung **5** und eine optische Sensoreinrichtung **14**. Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** zusätzlich eine Drucksensoreinrichtung auf, die den statischen und dynamischen Druck des auf der Unterlage **4** aufgesetzten handgeführten Schreibstiftes erfasst und entsprechende Schreibdruckdaten an die Datenverarbeitungseinheit **11** abgibt. Die erfassten Schallsignaldaten, die optischen Bewegungsdaten und die erfasten mehrdimensionalen Druckdaten werden von der Datenverarbeitungseinheit **11** nach entsprechender Verschlüsselung durch die Verschlüsselungseinheit **17** über die Datenübertragungsstrecke **18** von dem Schreibstiftgehäuse **3** an die in dem lokalen Rechner **20** integrierte Datenverarbeitungseinheit **19** übertragen. Aus den erfassten Schallsignaldaten, den optischen Bewegungsdaten und aus den mechanischen Schreibdruckdaten werden durch die Datenverarbeitungseinheit, die sich innerhalb oder außerhalb des Schreibstiftgehäuses **3** befindet, biometrische Referenzdaten berechnet und in einem Referenzdatenspeicher, beispielsweise in dem Speicher **12** oder dem Speicher **21**, abgelegt. Bei dem Referenzdatenspeicher kann es sich bei alternativen Ausführungsformen um einen Speicher innerhalb eines Personalausweises, einer Kreditkarte, um eine Berechtigungsmagnetkarte oder um eine Speichereinheit eines beliebigen Computers handeln. Die geschriebenen Wörter und Zeichen, deren Schreibgeräusche durch das Mikrofon akustisch erfasst und als Schallsignaldaten abgegeben werden, sind insbesondere geschriebene Pincodes, Passwörter, Namen oder handgeschriebene Texte. Das durch die Person geschriebene Zeichen kann gleichzeitig durch die Person gesprochen werden und als Sprechsignal ebenfalls durch das Mikrofon **5** erfasst werden.

[0127] Die in dem lokalen Rechner **20** vorgesehene Leseeinheit **26** dient beispielsweise zum Lesen eines tragbaren Speichermediums für biometrische Referenzdaten. In der Datenverarbeitungseinheit **31** können berechnete, aktuelle biometrische Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten für eine Verifizierung und Identifikation verglichen werden. Bei weitgehender Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten Referenzdaten erzeugt die Datenverarbeitungseinheit **11** bzw. 19 ein Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignal. Dabei wird auf die Datenverarbeitungseinheit **19** nach Erzeugen des Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignals ein Aktor, beispielsweise eine Sicherheitstür, betätigt.

[0128] Erkennt die Datenverarbeitungseinheit **11** bzw. 19 eine vollständige Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten, werden die aktuellen biometrischen Referenzdaten durch die Datenverarbeitungseinheit **11**, **19** als Raubkopie der gespeicherten Referenzdaten erkannt und ein entsprechendes Warnsignal wird erzeugt.

[0129] Die gespeicherten personenspezifischen biometrischen Referenzdaten werden zunächst durch das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** für spätere Vergleiche generiert. Die Generierung der personenspezifischen biometrischen Referenzdaten erfolgt wie folgt. Zunächst werden die handgeführten Schreibbewegungen, die mit dem Schreibstift **2** auf der Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden, akustisch erfasst, d.h. das Schreibgeräusch wird durch das Mikrofon **5** akustisch erfasst. Das Mikrofon **5** generiert nach Ana-

log-/Digitalumsetzung Schallsignaldaten, die an die Datenverarbeitungseinheit **11** abgegeben werden. Die Schallsignaldaten werden als digitales Schallzeitsignal gespeichert und aus dem gespeicherten Schallzeitsignal wird ein zugehöriges Frequenzspektrum mittels Fourier-Transformation berechnet. Mittels Merkmalsextraktion werden aus der Schallintensität des gespeicherten digitalen Schallzeitsignals erste biometrische Referenzdaten bestimmt. Aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals werden mittels Merkmalsextraktion zweite biometrische Referenzdaten bestimmt. Diese Verfahrensschritte werden vorzugsweise mehrfach durchgeführt, und die jeweils bestimmten Referenzdaten werden statistisch ausgewertet, wobei die ausgewerteten Daten als personenspezifische Referenzdaten verschlüsselt abgespeichert werden. Die statistisch ausgewerteten, personenspezifischen Referenzdaten werden vorzugsweise in einem Mikrochip eines Personalausweises, einem Mikrochip einer Kreditkarte, in eine Berechtigungsmagnetkarte oder in die Speichereinheit eines Computers bzw. Schreibsystems abgespeichert. Neben dem Schreibgeräusch kann das Mikrofon **5** zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfassen und entsprechende Schallsignaldaten an die Datenverarbeitungseinheit **11** abgeben. Vorzugsweise werden zusätzlich durch die optische Sensoreinrichtung **14** die handgeführten Schreibbewegungen optisch erfasst und entsprechende Schreibbewegungsdaten erzeugt, die an die Datenverarbeitungseinheit **11** abgegeben werden. Darüber hinaus werden vorzugsweise die bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes **2** auftretenden Schreibkräfte über nicht dargestellte Drucksensoren erfasst, und entsprechend mindestens eindimensionale Schreibdruckdaten an die Datenverarbeitungseinheit **11** abgegeben. Die Datenverarbeitungseinheit **11** bestimmt die biometrischen Referenzdaten aus der Schallintensität des digitalen Zeitschallsignals mittels Merkmalsextraktion, aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals mittels Merkmalsextraktion sowie aus den beim Schreiben und Sprechen eines Wortes erzeugten optischen Bewegungsdaten und erzeugten Schreibdruckdaten. Vorzugsweise erfolgt anschließend eine Datenreduktion der statischen und dynamischen Schreibbewegungsdaten, der Schreibdruckdaten, der optischen Bewegungsdaten und der Schallsignaldaten mittels Clusterbildung. Aus den datenreduzierten Clusterdaten werden anschließend Merkmalsparameter extrahiert.

[0130] **Fig.** 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines Schreibstiftes des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems **1**. Das in **Fig.** 2 dargestellte Schreibstiftgehäuse **3** ist beispielsweise ein gewöhnliches Kugelschreibergehäuse. In dem Schreibstiftgehäuse **3** befindet sich ein Schreibstift **2** mit integrierter Schreibstiftmine. Der Schreibstift **2** ist mechanisch mit einem Klangkörper **6** zur Übertragung von Körperschallsignalen verbunden. Die Aufnahme des Schreibgeräusches durch das Mikrofon **5** erfolgt über den Schreibstift **2** und den Klangkörper **6**. Bei einer alternativen Ausführungsform kann der Schreibstift **2** selbst als Klangkörper dienen. Zusätzlich zu dem Schreibgeräusch kann das Mikrofon **5** ein von einer Person stammendes Sprechsignal akustisch erfassen, wenn die Luftschaltkammer **7** bzw. das akustische Fenster durch Öffnen einer Verschlusseinrichtung mit der Umgebung verbunden wird. Die Erfassung des Schreibgeräusches und des Sprechsignals kann gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durch das Mikrofon **5** erfolgen. Bei der in **Fig.** 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist das Mikrofon **5** ein Elektrett-Mikrofon. Bei der in **Fig.** 2 dargestellten Ausführungsform ist zusätzlich in dem Schreibstiftgehäuse **3** ein Lautsprecher **32** vorgesehen. Der Lautsprecher dient zur Wiedergabe erfasster Mikrofonsignale, und darüber hinaus kann der Lautsprecher **32** zur Wiedergabe gespeicherter biometrischer Referenzdaten und zur Wiedergabe gesprochener Informationen eingesetzt werden. Bei dem Lautsprecher **32** handelt es sich vorzugsweise um einen miniaturisierten handelsüblichen Lautsprecher.

[0131] Beim Schreiben bzw. bei der Bewegung des Schreibstiftes auf der Unterlage **4** entsteht ein akustisches Schreibsignal bzw. ein Schreibgeräusch. Der Schreibstift **2** kann aus einer Kugelschreibermine, einer Tintenfeder oder einem Stab mit definierter Spitze bestehen. Die Unterlage **4** besteht beispielsweise aus Papier oder aus einer Auflage mit natürlicher und zusätzlich aufgeprägter Oberflächenrauhigkeit und Härte. Die Oberflächenrauhigkeit der Unterlage **4** führt beim Schreiben des Schreibstiftes **2** zu statistisch angeregten, erzwungenen Schwingungen der Unterlage und des Schreibstiftes, d.h. es entstehen statistische Schreibkratz- und -schabgeräusche. Daraus werden je nach Auslegung des Schreibgerätes und der Unterlagen Luftschallwellen und/oder Körperschallwellen hervorgerufen und auf das Mikrofon **5** innerhalb des Schreibschriftgehäuses **3** übertragen. Der Stift **2** mit dem Gehäuse **3** als Klangkörper sowie die Luftschallkammer **7** in dem Schreibstiftgehäuse **3** sind optimal nach den Gesetzmäßigkeiten der Akustik auslegbar werden. Der Klangkörper **6** und der Luftschallraum **7** werden vorzugsweise als Resonatoren mit bestimmten Frequenzen festgelegt. Dabei werden vorzugsweise Frequenzen verwendet, die beim Schreiben den größten dynamischen Bereich in der Amplitudenänderung aufweisen.

[0132] Beim Schreiben des Schreibstiftes gibt das Mikrofon **5** ein Schallzeitsignal ab, das deutlich über dem Rauschsignal liegt und dessen Schallintensität empfindlich von der Schreibgeschwindigkeit und zu einem sehr geringen Teil von der unterschiedlichen Rauhigkeit der Schreibunterlage und dem unterschiedlichen mittleren Auflagedruck der Schreibmine abhängig ist. Die Schallintensität des aufgenommenen Schallzeitsignals nimmt mit der Schreibgeschwindigkeit zu. Bei gleicher Schreibgeschwindig-

keit sind die Intensitätsunterschiede bei verschiedenen Schreibpapieroberflächen vernachlässigbar. Das Frequenzspektrum des aufgenommenen Schallzeitsignals besteht aus einem kontinuierlichen Rauschspektrum, das deutlich von charakteristischen Frequenzlinien überlagert ist. Die Frequenzlinien treten hauptsächlich bei Frequenzen unterhalb 2 kHz auf. Die Amplituden dieser Frequenzlinien nehmen bei gleicher Frequenzlage deutlich mit der Schreibgeschwindigkeit zu. Die Amplituden der Frequenzlinien nehmen in geringem Maße mit zunehmender Oberflächenrauhigkeit der Schreibunterlage **4** zu. Die Frequenzlagen bleiben dabei unverändert. Bei gleicher Schreibgeschwindigkeit sind die Amplituden nahezu unabhängig von der benutzten Schreibunterlage **4**. Das luftschallgedämpfte Mikrofon **5** ist unempfindlich gegenüber Schallereignissen in der Umgebung. Wenn das Schreibstiftgehäuse **3** vollkommen geschlossen ist, hat die Luftschallkammer **7** keine Verbindung mit der Umgebungsluft. Bei geschlossener Luftkammer **7** haben Umgebungsgeräusche, insbesondere gesprochene Worte oder Motorengeräusche, beim Schreiben keinen Einfluss auf das aufgenommene Schallzeitsignal. In diesem Fall wird lediglich der über die Schreibmine erzeugte Körperschall durch das Mikrofon **5** aufgenommen.

[0133] Die biometrischen Merkmale der Schreibdynamik der Person werden aus der zeitlichen Änderung der akustischen Mikrofonsignale und/oder der Amplituden ausgewählter spektraler Linien ermittelt. Da für die Generierung biometrischer Referenzdaten nur die Dynamik der aufgenommenen Schallsignale ausgewertet wird, ist der Einfluss unterschiedlicher Rauhigkeiten der Unterlage **4** und der Einfluss von Fertigungsstreuungen bei der Herstellung des Schreibgerätes vernachlässigbar. Streuungen in der Schreibdynamik sind daher personenbedingt bzw. personenspezifisch und können daher zur Identifikation und Verifikation der Person ausgewertet werden. Das durch das Mikrofon **5** akustisch erfasste Schallzeitsignal ist im Gegensatz zu Schreibdrucksignalen, die den Schreibminendruck in verschiedene Richtungen wiedergeben, unabhängig davon, wie der Schreibstift auf der Unterlage **4** gehalten wird. Das durch das Mikrofon **5** erzeugte Schallsignal ändert sich nicht, wenn das Schreibstiftgehäuse **3** unterschiedlich um die Längsachse gedreht gehalten wird. Das in **Fig.** 2 dargestellte Schreibgerät kann hinsichtlich der Geometrie, dem Material, dem Schichtaufbau, der Dämpfung und der akustischen Kopplung zwischen der Schallquelle und dem Mikrofon **5** derart dimensioniert werden, dass sich optimale, akustisch wenig störanfällige biometrische Merkmale für Authentifizierungsverfahren generieren lassen. In dem Schreibstiftgehäuse **3** ist ein akustisches Fenster bzw. eine Öffnung vorgesehen, die per Knopfdruck durch die Person für Sprachaufnahme geöffnet werden kann. Hierzu genügt eine relativ kleine Öffnung im Schreibstiftgehäuse **3**, um den Luftschall beim Sprechen über das Mikrofon **5** mit aufzunehmen. Zur Erfassung des reinen akustischen Schreibsignals bzw. Schreibgeräusches wird das Gehäusefenster durch die Person geschlossen.

[0134] **Fig.** 3 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems **1**. Bei der in **Fig.** 3 dargestellten, besonders bevorzugten Ausführungsform sind in dem Schreibstiftgehäuse **3** neben dem Mikrofon **5** zur akustischen Erfassung von Schreibgehäusen zusätzlich weitere Sensoreinrichtungen vorgesehen. Der in **Fig.** 3 dargestellte biometrische Schreibstift enthält zusätzlich eine optische Sensoreinrichtung **33**. Die optische Sensoreinrichtung **33** erfasst die Positionsdaten der handgeführten Schreibstiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Schreibunterlage **4**. Die optische Sensoreinrichtung **33** enthält eine Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal.

[0135] Die Abbildungsoptik umfasst eine optische Linse **33a**. Bei der Linsenoptik kann es sich um Glasfaserbündel oder um GRIN-Linsen handeln. Die Wandlereinrichtung **33c** der optischen Sensoreinrichtung **33** ist beispielsweise eine CCD-Kamera mit integriertem Mikroprozessor. Alternativ kann ein Photodiodenarray eingesetzt werden. Vorzugsweise ist zusätzlich eine Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen. Bei einer alternativen Ausführungsform dient die Laserdiode zusätzlich zur Beleuchtung eines in dem Stift integrierten optischen Gitters.

[0136] Die optische Sensoreinrichtung **33** erfasst die mit dem Schreibstift **2** durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Unterlagenoberfläche. Bei einer alternativen Ausführungsform erfasst die optische Sensoreinrichtung die mit dem Schreibstift **2** durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes. Die Schreibstiftmine **2** gibt im ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage **4** bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit ab, die die Strukturierung der Unterlagenoberfläche erhöht. Hierdurch wird die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der optischen Sensoreinrichtung **33** leichter, und über das Tintenschriftbild erhält eine Person ein Feedback, wodurch die natürliche Schreibweise erleichtert wird.

[0137] Die in **Fig.** 3 dargestellte, besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems **1** enthält neben dem Mikrofon **5** zum Erfassen eines akustischen Schreibgeräusches und der optischen Sensoreinrichtung **33** zur Generierung von Positions- bzw. Bewegungsdaten zusätzlich auch eine Drucksensorik zur Erfassung des Schreibdruckes. Die Drucksensorik besteht beispielsweise aus Dehnungsmessstreifen DMS

oder kraftsensitiven Widerständen FSR sowie Piezosensoren **34a**, **34b**, **34c**, **34d**, die den statischen und dynamischen Druck des auf der Unterlage **4** aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes **2** sensorisch erfassen. Die durch das Mikrofon **5** abgegebenen Schallsignaldaten, die von der optischen Sensoreinrichtung **33** abgegebenen Bewegungsdaten und die erfassten mehrdimensionalen Schreibdruckdaten werden einer integrierten Datenverarbeitungseinheit **11a**, **11b** innerhalb des Schreibstiftgehäuses **3** zugeführt und zu biometrischen Daten verarbeitet. Die ermittelten biometrischen Daten werden vorzugsweise in einem Datenspeicher **12** innerhalb des Schreibstiftgehäuses **3** zwischengespeichert. Die aktuellen ermittelten biometrischen Daten werden anschließend vorzugsweise durch eine Verschlüsselungseinheit verschlüsselt und über eine Datenübertragungsstrecke an einen entfernt gelegenen Rechner übertragen.

[0138] Bei der in **Fig.** 3 dargestellten Ausführungsform kann durch Verschieben einer Schalldämmung **8b** innerhalb des Schreibstiftgehäuses **3** das akustische Fenster **7** zwischen Stimmen- und Schreibgeräuschaufnahme umgeschaltet werden. In einer lauten Umgebung kann beispielsweise durch Schließen des akustischen Fensters **7** das störende Außengeräusch unterdrückt werden. Zur Erhöhung der Erkennungssicherheit kann die Person das akustische Fenster öffnen und beispielsweise ein geschriebenes Passwort gleichzeitig oder zeitlich versetzt zusätzlich sprechen.

[0139] Das in den **Fig.** 1 bis 3 dargestellte biometrische Schreibsystem **1** ist vielseitig einsetzbar. Das biometrische Schreibsystem **1** kann als Computereingabeeinrichtung eingesetzt werden. Darüber hinaus eignet sich das biometrische Schreibsystem **1** als Spracheingabeeinrichtung, insbesondere als Diktiergerät. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit besteht in der Identifizierung und Verifizierung einer schreibenden Person durch Vergleich aktuell gewonnener biometrischer Daten mit abgespeicherten biometrischen Referenzdaten von Personen. Bei der Verifikation einer Person wird dabei geprüft, ob beispielsweise die gegebene Unterschrift tatsächlich von der richtigen Person stammt. Hierzu werden die aktuell generierten biometrischen Daten mit gespeicherten Referenzdaten dieser Person verglichen. Voraussetzung hierfür ist, dass zunächst die personenspezifischen biometrischen Referenzdaten dieser Person generiert werden. Hierfür werden zunächst handgeführte Schreibbewegungen, die von dieser Person unter Aufsicht ausgeführt werden, akustisch erfasst. Die ausführende Person unterschreibt beispielsweise unter Aufsicht mit ihrer Unterschrift, und das Mikrofon **5** innerhalb des Schreibgerätes erfasst die dabei auftretenden Schallsignale des Schreibgeräusches. Die aufgenommenen Schreibgeräusche werden als Schallsignaldaten an die Datenverarbeitungseinheit **11** abgegeben. Die Schallsignaldaten werden in einem Speicher **12** als digitale Schallzeitsignale zwischengespeichert. Anschließend erfolgt durch die Datenverarbeitungseinheit **11** eine Berechnung des zugehörigen Frequenzspektrums, beispielsweise mittels Fourier-Transformation. Aus dem abgespeicherten digitalen Schaltzeitsignal werden mittels Merkmalsextraktion erste biometrische Referenzdaten bestimmt. Aus dem berechneten und abgespeicherten Frequenzspektrum des Schaltzeitsignals werden ebenfalls mittels Merkmalsextraktion zweite biometrische Referenzdaten bestimmt. Diese Verfahrensschritte können vorzugsweise auch mehrfach durchgeführt werden, und die jeweils bestimmten biometrischen Referenzdaten werden statistisch ausgewertet. Die ausgewerteten Daten werden anschließend als personenspezifische Referenzdaten verschlüsselt und abgespeichert. Die generierten biometrischen Referenzdaten können anschließend zur Personenverifikation und Personenidentifikation bei einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden. Die generierten personenspezifischen Referenzdaten werden beispielsweise in einem Mikrochip eines Personalausweises, in einem Mikrochip einer Kreditkarte, in einer Berechtigungsmagnetkarte oder in einer beliebigen Speichereinheit eines Computers abgelegt. Bei der Generierung der biometrischen Referenzdaten wird vorzugsweise zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt. Beispielsweise kann die betreffende Person bei einer Bank oder einer Behörde unter Aufsicht eine Unterschrift leisten und gleichzeitig oder anschließend ihren eigenen Namen sprechen. Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit können zusätzlich auch die bei der Unterschriftsleistung auftretenden Schreibkräfte mittels der Drucksensorik erfasst und ausgewertet werden. Eine weitere Erhöhung der Sicherheit ergibt sich durch zusätzliche optische Erfassung der handgeführten Schreibbewegung, d.h. eine optische Erfassung der Positionsdaten der geleisteten Unterschrift. Der in **Fig.** 3 dargestellte Schreibstift erfasst sensorisch eine Vielzahl personenspezifischer Merkmale, insbesondere das Schriftbild der geleisteten Unterschrift, den beim Schreiben der Unterschrift auftretenden statischen und dynamischen Schreibdruck, das beim Schreiben der Unterschrift erzeugte Schreibgeräusch sowie zusätzlich das von der schreibenden Person gesprochene Wort, beispielsweise deren Name oder ein Passwort. Alle diese Daten werden zu biometrischen Referenzdaten verarbeitet und abgelegt. Dabei ist die Erkennungssicherheit und die Verfälschungssicherheit sehr hoch, da unterschiedlichste personenspezifische Merkmale sensorisch erfasst und ausgewertet werden. Zur Verifikation einer Person werden die durch das Schreibsystem generierten aktuellen biometrischen Daten mit den zuvor generierten und abgespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person verglichen, um festzustellen, ob die aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person weitgehend übereinstimmen. Bei einer

hundertprozentigen Übereinstimmung handelt es sich allerdings vermutlich um eine Raubkopie der abgespeicherten Referenzdaten, und das biometrische Schreibsystem **1** gemäß der Erfindung gibt ein entsprechendes Warnsignal ab.

[0140] Bei der Personenidentifikation werden die aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer Vielzahl von Personen verglichen und diejenige Person selektiert, deren biometrische Referenzdaten mit den aktuellen biometrischen Daten am besten übereinstimmen.

[0141] Neben der Personenverifikation und Personenidentifikation kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem zusätzlich auch zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung eingesetzt werden. **Fig.** 4 zeigt schematisch die Schritte zur Handschriftenerkennung. Die beim Schreiben des Schreibstiftes **2** auf der Unterlage **3** beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge auftretenden Schreibgeräusche werden durch das Mikrofon **5** akustisch erfasst und in entsprechende Schallsignaldaten umgewandelt. Nach einer akustischen Signalverarbeitung erfolgt eine Codierung. Die erzeugten Schallsignaldaten werden als digitales Schallzeitsignal zwischengespeichert, und anschließend wird das zugehörige Frequenzspektrum aus den Schallsignaldaten mittels Fourier-Transformation berechnet.

[0142] In einem weiteren Schritt werden erste aktuelle akustische Daten aus der Schallintensität des digitalen Schallzeitsignals mittels Merkmalsextraktion zur Datenreduktion bestimmt. Aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals werden ebenfalls mittels Merkmalsextraktion aktuelle zweite akustische Daten bestimmt. Auch dieser Schritt dient vor allem der Datenreduktion. Aus den akustischen Daten werden schließlich eine Folge von Merkmalsvektoren berechnet, und diese berechneten Merkmalsvektoren werden mit gespeicherten personenspezifischen Referenzmerkmalsvektoren in einem Mustervergleich verglichen. Es wird daraufhin eine Folge von Referenzmerkmalsvektoren, die von den jeweiligen Merkmalvektoren die geringste Abweichung aufweisen, selektiert. Aus der Folge selektierter Referenzmerkmalsvektoren werden mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren das geschriebene Zeichen, das geschriebene Wort oder die geschriebene Wortfolge ermittelt.

[0143] Bei den statistischen Verfahren handelt es sich beispielweise um Hidden-Markow-Modelle zur Erkennung eines größeren Vokabulars. Bei den konnektionistischen Verfahren werden vor allem neuronale Netzwerkmodelle zur Erkennung eines begrenzten Vokabulars eingesetzt. Bei den wissensbasierten Verfahren handelt es sich beispielsweise um Fuzzy-Logic-Modelle. Die Referenzmerkmalsvektoren werden bei der Stellung des Schreibsystems systemspezifisch und vor dem Einsatz des Systems personenspezifisch durch wiederholtes handschriftliches Schreiben eines Trainingstextes erzeugt und abgespeichert. Über längere Einsatzzeiten werden die Referenzmerkmalsvektoren der Person adaptiv und automatisch über neu geschriebene Zeichen und Wörter aktualisiert. Alle Verfahren basieren auf akustischen Modellen von Zeichen, Buchstaben, Silben und Wörtern des Vokabulars einer Sprache in Lautschrift. Die Lautschrift des Vokabulars einer Sprache wird durch Lautelemente, d.h. kurze, lautliche Einheiten (Allophone) des Schreibgeräusches gebildet. Jedes Wort des Vokabulars wird als Folge von Allophonen gespeichert. Die akustischen Modelle ermitteln aus dem Vokabular in Lautschrift mehrere Wortkandidaten, die mit der größten Wahrscheinlichkeit zu der akustischen Symbolfolge gehören. Die Wahrscheinlichkeit für jedes Wort wird dabei über die HMM (Hidden-Markow-Modelle) oder die Neuro-Fuzzy-Systeme bestimmt. Der wahrscheinlichste Wortkandidat wird über eine Schwellenwertentscheidung oder über ein Wortfolgestatistikmodell bzw. Sprachmodell bestimmt. Das ermittelte Zeichen wird anschließend beispielsweise als formatierter Text oder als handschriftlicher Text ausgegeben. Zur Erhöhung der Erkennungssicherheit wird vorzugsweise zusätzlich das geschriebene Zeichen oder Wort durch die Person ausgesprochen und durch das Mikrofon akustisch erfasst. Daneben werden die Positionsdaten der handgeführten Schreibbewegung optisch erfasst. Eine weitere Erhöhung der Sicherheit wird erreicht durch Erfassung der beim Schreiben des Wortes auftretenden Schreibdruckdaten.

[0144] Die durch das erfindungsgemäße Schreibsystem **1** generierten personenspezifischen Referenzdaten können zur Ermittlung psychologischer und oder physiologischer Merkmale der Person ausgewertet werden. Insbesondere kann mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems **1** das Auftreten neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person erkannt werden. Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem eignet sich somit zur Diagnose psychologischer und/oder physiologischer Merkmale sowie zur Diagnose neuromotorischer Bewegungsstörungen der Person.

[0145] **Fig.** 5 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystem **1** mit einem optoakustischen Feedback für die schreibende Person. Von dem Schreibstift **3** werden die gewonnenen biometrischen Daten an einen lokalen Rechner **20** übertragen, der über Leitungen **35a**, **35b** der schreibenden Person über einen Bildschirm **36a** und einen Lautsprecher **36b** ein optoakustisches Feedback gibt. In dieser Konfiguration eignet sich das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** als System zur Therapie von Bewegungsstörungen der Person. Aufgrund des optoakustischen Feedbacks kann die Person, die möglicherweise eine neuromotorische Bewegungsstörung aufweist, wieder schreiben lernen.

[0146] Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet besteht in dem Einsatz des biometrischen Schreibsystems **1**, wie es in **Fig.** 5 dargestellt ist, als

Schulungssystem zum Erlernen von Schreiben. Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** als Schulungssystem zum Erlernen einer Sprache, insbesondere einer Fremdsprache. Die lernende Person kann beispielsweise ein Wort auf der Unterlage **4** schreiben, und der in dem Schreibstiftgehäuse **3** integrierte Lautsprecher gibt das Wort in der korrekten Aussprache der Fremdsprache wieder. Durch ein Lernprogramm für Schüler oder Menschen mit Koordinationsschwierigkeiten, beispielsweise Schlaganfallpatienten, können vorgegebene Zahlen oder Zeichen, die auf der Unterlage **4** angebracht sind, durch die Person mit dem Schreibstift nachgezeichnet werden. Beispielsweise kann ein Schüler eine vorgegebene Zahl oder ein Zeichen auf der Unterlage **4** nachzeichnen und erhält ein optoakustisches Feedback. Für Menschen mit Koordinationsschwierigkeiten ist mittels der Schreibdruckfassung eine Dokumentation ihres Lernfortschritts möglich. Für Kinder ist es mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems **1**, wie es in **Fig.** 5 dargestellt ist, möglich, in einfacher Weise das Schreiben des Alphabets zu erlernen. Darüber hinaus sind Fertigungsübungen, Bewusstmachungsübungen und Imitationsübungen möglich.

[0147] **Fig.** 6 zeigt das Verhalten des erfindungsgemäßen Schreibsystems **1** beim Schreiben auf unterschiedlichen Unterlagen. Die **Fig.** 6a, 6b zeigen das aufgenommene Zeitschallsignal bei unterschiedlichen Schreibgeschwindigkeiten auf einer Kartonoberfläche und auf einem Schreibpapierblock. Dabei wird in dem dargestellten Beispiel ein Strich mit wachsender Geschwindigkeit auf dem Karton und dem Schreibpapierblock gezogen. Die **Fig.** 6c, 6d zeigen die zugehörigen Frequenzspektren.

[0148] Die **Fig.** 7 zeigt ein Zeitschallsignal, das beim dreifachen Schreiben des Buchstabens "a" bei dem Schreiben des Schreibstiftes auf einem Schreibblock mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems **1** generiert wird. Wie man **Fig.** 7 entnehmen kann, ist das Schallzeitsignal sehr gut wiederholbar bzw. reproduzierbar, so dass der Buchstabe "a" spezifisch erkannt werden kann.

[0149] **Fig.** 8 zeigt ebenfalls ein Zeitschallsignal, das beim dreifachen Schreiben eines Buchstabens "b" erzeugt wird. Auch der Buchstabe "b" weist einen charakteristischen Schallzeitsignalverlauf auf.

[0150] Die **Fig.** 9a zeigt Amplitudenfrequenzsignale im Zeitverlauf für den Buchstaben "a", und die **Fig.** 9b zeigt Amplitudenfrequenzsignale zum Schreiben des Buchstabens "b" im Zeitverlauf.

[0151] Die **Fig.** 10a, 10b zeigen prinzipiell, wie die Amplitudenfrequenzlinien sich im Zeitverlauf dynamisch beim Schreiben eines Buchstabens, beispielsweise eines Buchstabens "a" verändern. Zum Zeitpunkt t0 setzt die schreibende Person den Stift auf (Anfangspunkt AP) und führt die Schreibbewegung durch. Das zum Zeitpunkt t0 bestehende Spektrum ändert sich dynamisch im Zeitverlauf. Fig. lOb zeigt die Änderung des Spektrums zum Zeitpunkt t0 zum Zeitpunkt t1.

[0152] Die **Fig.** 11 zeigen das dynamische Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben eines Buchstabens "a". Bei dem dargestellten Beispiel ergibt sich die beste Wiedergabe des Buchstabens "a" bei der Frequenzlinie f = 86,133 Hertz.

[0153] Die **Fig.** 12 zeigen das dynamische Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben eines Buchstabens "b". Die beste Wiedergabe des Buchstabens "b" liefert die Frequenzlinie f = 86,133 Hertz.

[0154] Das erfindungsgemäße Schreibsystem **1** kann derart ausgelegt werden, dass es die Frequenzlinien die handschriftlichen Zeichen in einem möglichst großen dynamischen Bereich mit großen Amplitudenwerten erfasst.

[0155] Das erfindungsgemäß biometrische Schreibsystem **1** weist eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten auf. Es kann einerseits als biometrisches Authentifizierungssystem zur Personenidentifikation und -verifikation eingesetzt werden. Das erfindungsgemäße Schreibsystem **1** eignet sich als Computereingabeeinrichtung als Ersatz für eine Computermaus oder Tastaturbefehle, insbesondere zur Passworteingabe. Ferner kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** zur elektronischen Sprachund Handschriftenerkennung eingesetzt werden. Ein weiteres umfassendes Anwendungsgebiet besteht auf dem Gebiet der biometrischen Diagnose und Therapie. Schließlich kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** zu Schulungszwecken, beispielsweise zum Erlernen von Schreiben, Fremdsprachen oder zum Beheben von Koordinationsschwierigkeiten eingesetzt werden. Wichtige Einsatzgebiete des erfindungsgemäßen Schreibsystems ergeben sich im Bereich des E-Commerce, insbesondere im Internet, wie beispielsweise bei Banken, Handel und im Kreditkartenwesen. Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** kann ferner als biometrisches System zur Personenzugangs- und Sicherheitskontrolle in allen Sicherheitsbereichen mit hoher Verfälschungssicherheit und geringen Fehlerraten eingesetzt werden. Weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen im forensischen Einsatz in der Kriminalistik, beim Grenzschutz oder der Polizei. Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1** zur Kommunikation zwischen Mensch und Maschine eingesetzt werden, insbesondere als Diktiergerät, oder zur verbalen und handgeschriebenen Maschinensteuerung.

[0156] Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem **1**, wie es in **Fig.** 1 bis 3 dargestellt ist, kann mit relativ geringem technischen Aufwand kostengünstig hergestellt werden, so dass sich weite Einsatzgebiet erschließen.

Bezugszeichenliste

1	biometrisches Schreibsystem
2	Schreibstift
3	Schreibstiftgehäuse
4	Unterlage
5	Mikrofon
6	Klangkörper
7	Luftschallkammer
8	Schalldämmung
9	Verschlusseinrichtung
10	Leitung
11	Datenverarbeitungseinheit
12	Speicher
13	Leitungen
14	optische Sensoreinrichtung
15	Leitungen
16	Leitungen
17	Verschlüsselungseinheit
18	Datenübertragungsstrecke
19	Datenverarbeitungseinheit
20	lokaler Rechner
21	Speicher
22	Anzeigeeinrichtung
23	Leitung
24	Leitung
25	Leitung
26	Leseeinheit
27	Steuerleitung
28	Aktor
29	Leitung
30	Netzwerk
31	Datenbank
32	Lautsprecher
33	optische Sensoreinrichtung
34	Sensoreinrichtung
35	Leitung
36	akustische Feedback-Einrichtungen

Patentansprüche

1. Biometrisches Schreibsystem (**1**) mit:
(a) einem Schreibstiftgehäuse (**3**) zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage (**4**);
(b) mindestens einem in dem Schreibstiftgehäuse (**3**) integrierten Mikrophon (**5**) zur akustischen Erfassung von Schallsignalen, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden;
(c) und einer Datenverarbeitungseinheit (**11**) zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Schallsignalen.

2. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinheit (**11**) zur Rekonstruktion handgeschriebener Zeichen und Texte aus den erfassten Schallsignalen vorgesehen ist.

3. Biometrische Schreibsysteme nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schreibstiftgehäuse (**3**) ein Schreibstift (**2**) vorgesehen ist, der auf der Unterlage (**4**) aufgesetzt und auf der Unterlage (**4**) geführt wird.

4. Biometrisches Schreibsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Reibung des Schreibstiftes (**2**) auf der Unterlage während der handgeführten Schreibbewegung ein akustisches Schreibgeräusch hervorgerufen wird, das als Körperschallsignal über den Schreibstift (**2**) und/oder als Luftschallsignal über die Umgebungsluft an das Mikrophon (**5**) übertragen wird.

5. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrophon (**5**) zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit dem Schreibstift (**2**) gekoppelt ist.

6. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrophon (**5**) zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit einem mit dem Schreibstift (**2**) verbundenen Klangkörper (**6**) gekoppelt ist.

7. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Klangkörper (**6**) als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt ist.

8. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrophon (**5**) in einer in dem Schreibstiftgehäuse (**3**) vorgesehenen Luftschallkammer (**7**) angeordnet ist.

9. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftschallkammer (**7**) als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt ist.

10. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrophon (**5**) von einer Schalldämmung (**8**) umgeben ist, die zur Dämpfung von Umgebungsgeräuschen vorgesehen ist und Schallsignale von dem Klangkörper (**6**) und der Luftschallkammer (**7**) durchlässt.

11. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftschallkammer (**7**) über eine in dem Schreibstiftgehäuse vorhandene Gehäuseöffnung mit der Umgebungsluft koppelbar ist.

12. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseöffnung mittels einer mechanischen Verschlusseinrichtung (**9**) zur Unterdrückung von Außengeräuschen schließbar ist.

13. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrophon (**5**) bei geöffneter Gehäuseöffnung das durch die handgeführte Schreibbewegung hervorgerufene interne und externe Schreibgeräusch als Körper- und Luftschallsignal und/oder ein von einer Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst.

14. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrophon (**5**) die erfassten akustischen Schallsignale in ein elektrisches Schallsignal umwandelt.

15. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische Schallsignal durch einen Analog/Digital-Wandler in Schallsignaldaten zur digitalen Datenverarbeitung durch die Datenverarbeitungseinheit (**11**) umgewandelt werden.

16. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Schreibgeräusch und das Sprechsignal gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durch das Mikrophon (**5**) erfasst werden.

17. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schallsignaldaten in einer Speichereinheit (**12**) abspeicherbar sind.

18. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schreibunterlage (**4**) aus beliebigem Papier besteht.

19. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schreibunterlage (**4**) eine feste Unterlage ist, die eine bestimmte aufgeprägte Oberflächenrauhigkeit und Härte aufweist.

20. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schreibstiftgehäuse (**3**) ein Lautsprecher (**32**) zur Wiedergabe erfasster Mikrophonsignale, zur Wiedergabe gespeicherter biometrischer Referenzdaten und zur Wiedergabe gesprochener Informationen vorgesehen ist.

21. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine optische Sensoreinrichtung (**33**) vorgesehen ist, die Positionsdaten der handgeführten Schreibstiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Schreibunterlage erfasst.

22. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druck-Sensoreinrichtung (**34**) vorgesehen ist, die den statischen und dynamischen Druck des auf der Unterlage (**4**) aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes (**2**) erfasst.

23. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Mikrophon (**5**) ein Elektretmikrophon, ein piezoelektrisches Mikrophon, ein piezoresistives Mikrophon oder ein kapazitives Mikrophon ist.

24. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schreibstift (**2**) eine auswechselbare Schreibstiftmine vorgesehen ist.

25. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Schreibstiftmine mittels einer Schalteinrichtung aus dem Schreibstift ausfahrbar ist.

26. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Sensoreinrichtung (**33**) eine Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal aufweist.

27. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbildungsoptik aus optischen Linsen und/oder Glasfasern besteht.

28. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandlereinrichtung eine CCD-Kamera oder ein Photodioden-Array ist.

29. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen ist.

30. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Laserdiode zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche und eines im Stift integrierten optischen Gitters vorgesehen ist.

31. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet , dass die optische Sensoreinrichtung (**33**) die mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Unterlagenoberfläche erfasst .

32. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet , dass die optische Sensoreinrichtung (**33**) die mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes erfasst.

33. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Schreibstiftmine in einem ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit abgibt, die die Strukturierung der Unterlagenoberfläche erhöht, so dass die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der optischen Sensoreinrichtung erleichtert und über das Tintenschriftbild auf der Unterlage eine natürliche Schreibweise hervorgerufen wird .

34. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinheit (**11**) in dem Schreibstiftgehäuse (**3**) oder in einer externen Empfangseinheit integriert ist.

35. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die externe Empfangseinheit ein Computer, ein Mikrokontroller, ein Handy, ein Kreditkartenleser, ein Faxgerät oder ein Drucker ist.

36. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass erfassten Daten, insbesondere die Schallsignaldaten, die optischen Bewegungsdaten und/oder die erfassten mehrdimensionalen Druckdaten über eine Datenübertragungsstrecke (**18**) von dem Schreibstiftgehäuse (**3**) an die in der externen Empfangseinheit integrierte Datenverarbeitungseinheit (**19**) mindestens teilweise übertragen werden.

37. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schreibstiftgehäuse (**3**) eine Verschlüsselungseinheit (**17**) zur Verschlüsselung von Schallsignal-, optischen Bewegungsdaten und/oder Druckdaten vorgesehen ist.

38. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragungsstrecke (**18**) drahtgebunden oder drahtlos ist.

39. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Datenspeicher (**12**, **21**) zum Abspeichern von biometrischen Referenzdaten , von Positionsdaten der Schreibbewegung und von gesprochener Informationen vorgesehen sind.

40. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die biometrischen Referenzdaten durch die Datenverarbeitungseinheit (**11**) aus den beim Schreiben und/oder Sprechen eines Wortes erfassten Schallsignaldaten, aus optischen Bewegungsdaten und/oder mechanischen Druckdaten berechnet und in dem Referenzdatenspeicher abgelegt werden.

41. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzdatenspeicher Mikrochips eines Personalausweises, einer Kreditkarte, einer Berechtigungsmagnetkarte oder Speichereinheit eines Computers oder eines Schreibsystems sind.

42. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die geschriebenen und/oder gesprochenen Wörter und Zeichen Pincodes, Passwörter, Namen oder Texte sind.

43. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsdaten der Schreibbewegung aus den beim Schreiben eines Wortes erfassten Schallsignaldaten, optischen Bewegungsdaten und/oder mechanischen Druckdaten berechnet und in dem Datenspeicher (**12**,**21**)) zur Handschriftenerkennung abgelegt werden.

44. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass der Referenzdatenspeicher (**12**) in dem Schreibstiftgehäuse (**3**) integriert ist.

45. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die in externen Empfangseinheit (**20**) integrierte Datenverarbeitungseinheit (**19**) zu einem Referenzdatenspeicher (**21**) eine Verbindung aufweist.

46. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die externe Empfangseinheit (**20**) eine Vorrichtung (**26**) zum Lesen eines tragbaren Speichermediums von biometrische Referenzdaten aufweist.

47. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die externe Empfangseinheit (**20**) über ein Datennetzwerk (**30**) an eine Datenbank (**31**) mit einem Referenzdatenspeicher angeschlossen ist oder zu einem Referenzdatenspeicher eine Verbindung aufbauen kann.

48. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass das Datennetzwerk (**30**) das Internet ist.

49. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass die Datenverarbeitungseinheit (**11**, **19**) die berechneten aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten zu deren Verifizierung und Identifikation vergleicht.

50. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch

49, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinheit (**11**, **19**) bei weitgehender Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten Referenzdaten ein Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignal erzeugt.

51. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinheit (**11**,**19**) bei vollständiger Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten die aktuellen biometrischen Daten als Raubkopie der gespeicherten Referenzdaten erkennt und ein Warnsignal erzeugt.

52. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinheit (**11**,**19**) bei Abweichen der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten ein Abweichungsanzeigesignal erzeugt.

53. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Aktor (**28**) vorgesehen ist, der nach Erzeugen des Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignals betätigt wird.

54. Verfahren zur Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten mit den folgenden Schritten:
(a) Akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen/Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten;
(b) Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal;
(c) Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den Schallsignaldaten mittels Fouriertransformation;
(d) Bestimmen von ersten biometrischen Referenzdaten aus der Schallintensität des digitalen Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion;
(e) Bestimmen von zweiten biometrische Referenzdaten aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion.

55. Verfahren nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensschritte mehrmals durchgeführt werden und die jeweils bestimmten Referenzdaten statistisch ausgewertet werden, wobei die ausgewerteten Daten als personenspezifische Referenzdaten verschlüsselt abgespeichert werden.

56. Verfahren nach Anspruch 55. dadurch gekennzeichnet, dass die statisch ausgewerteten personenspezifischen Referenzdaten in einem Mikrochip eines Personalausweises, in einem Mikrochip einer Kreditkarte, in eine Berechtigungsmagnetkarte oder in die Speichereinheit eines Computers bzw. eines Schreibsystems abgespeichert werden.

57. Verfahren nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt werden.

58. Verfahren nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, dass bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes die in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Kräfte über Drucksensoren erfasst werden und entsprechend mindestens eindimensionale Schreib-Druckdaten erzeugt werden.

59. Verfahren nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass die beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen-/Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibewegungen optisch erfasst werden und entsprechende Schreibbewegungsdaten erzeugt werden.

60. Verfahren nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass die biometrischen Referenzdaten aus der Schallintensität des digitalen Zeitschallsignals mittels Merkmalsextraktion, aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals mittels Merkmalsextraktion sowie aus den beim Schreiben und Sprechen eines Wortes erzeugten optischen Bewegungsdaten und Schreib-Druckdaten bestimmt und in dem Referenzdatenspeicher als personenspezifische biometrische Referenzdaten abgespeichert werden.

61. Verfahren nach Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, dass eine Datenreduktion der statischen und dynamischen Schreibbewegungsdaten, der Schreibdruckdaten, der optischen Bewegungsdaten und der Schallsignaldaten mittels Clusterbildung erfolgt.

62. Verfahren nach Anspruch 61, dadurch gekennzeichnet, dass aus den datenreduzierten Clusterdaten Merkmalsparameter extrahiert werden.

63. Verfahren nach Anspruch 62, dadurch gekennzeichnet, dass die generierten biometrischen Referenzdaten innerhalb oder außerhalb des Schreibstiftes abgespeichert werden.

64. Verfahren zur Verifikation einer Person mit den folgenden Schritten:
(a) akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch die Person durchgeführt werden und Erzeugen entsprechender Schallsignal-

daten;
(b) Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal;
(c) Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus dem Schall-Zeitsignal mittels Fouriertransformation;
(d) Bestimmen von ersten aktuellen biometrischen Daten aus der Schallintensität des digitalen Zeitschallsignals mittels Merkmalsextraktion;
(e) Bestimmen von zweiten aktuellen biometrischen Daten aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion und;
(f) Vergleichen der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person zur Verifikation, ob die aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person weitgehend übereinstimmen.

65. Verfahren nach Anspruch 64, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt werden.

66. Verfahren zur Identifikation einer Person mit den folgenden Schritten:
(a) akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen/Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten;
(b) Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal;
(c) Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus dem Schall-Zeitsignal mittels Fouriertransformation;
(d) Bestimmen von ersten aktuellen biometrischen Daten aus der Schallintensität des digitalen Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion;
(e) Bestimmen von aktuellen zweiten biometrischen Daten aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion;
(f) Vergleichen der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer Vielzahl von Personen zur Identifikation, ob die aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer der gespeicherten Personen weitgehend übereinstimmen.

67. Verfahren nach Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akkustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt werden.

68. Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung mit den folgenden Schritten:
(a) akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person ausgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten;
(b) Speichern der erzeugt Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal;
(c) Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den Schallsignaldaten mittels Fouriertransformation;
(d) Bestimmen von ersten aktuellen akustischen Daten aus der Schallintensität des digitalen Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion zur Datenreduktion;
(e) Bestimmen von aktuellen zweiten akustischen Daten aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schall-Zeitsignals mittels Merkmalsextraktion zur Datenreduktion;
(f) Berechnen einer Folge von Merkmalsvektoren aus den akustischen Daten;
(g) Vergleichen der Folge von Merkmalsvektoren mit gespeicherten personenspezifischen Referenzmerkmalsvektoren;
(h) Selektieren einer Folge von Referenzmerkmalsvektoren, die von den jeweiligen Merkmalsvektoren die geringste Abweichung aufweisen;
(i) Ermitteln des Zeichens, des Wortes oder der Wortfolge aus der Folge selektierter Referenzmerkmalsvektoren mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren.

69. Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung nach Anspruch 68, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akkustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt werden.

70. Verfahren nach Anspruch 68, dadurch gekennzeichnet, dass die beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen-/Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibbewegungen optisch erfasst werden und entsprechende Positionsdaten erzeugt werden.

71. Verfahren nach Anspruch 68, dadurch gekennzeichnet, dass bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Kräfte durch Drucksensoren erfasst werden und entsprechende mindestens eindimensionale Schreib-Druckdaten erzeugt werden.

72. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 68 bis 71, dadurch gekennzeichnet, dass das Zeichen, das Wort oder die Zeichen-/Wortfolge aus der Folge selektierter Referenzmerkmalsvektoren, aus den Positionsdaten und aus den Schreib-Druckdaten mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren ermittelt werden.

73. Verfahren nach Anspruch 68, dadurch gekennzeichnet, dass das ermittelte Zeichen der ausführenden Person zu dessen Kontrolle optisch und/oder akkustisch rückgemeldet wird.

74. Verfahren nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass die generierten personenspezifischen Referenzdaten aus der Ermittlung psychologischer und/oder physiologischer Merkmale der Person ausgewertet werden.

75. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 53 als Computereingabeeinrichtung.

76. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 13 bis 53 als Spracheingabeeinrichtung, insbesondere als Diktiergerät.

77. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 53 zur Erkennung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person.

78. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 53 als Therapiesystem zur Behebung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person.

79. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 53 als graphologisches System zur Ermittlung psychologischer/physiologischer Merkmale einer Person.

80. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 53 als Schulungssystems zum Erlernen von Schreiben.

81. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 13 bis 53 als Schulungssystem zum Erlernen einer Sprache.

82. Verfahren nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass die biometrischen Referenzdaten verschlüsselt und gespeichert werden.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

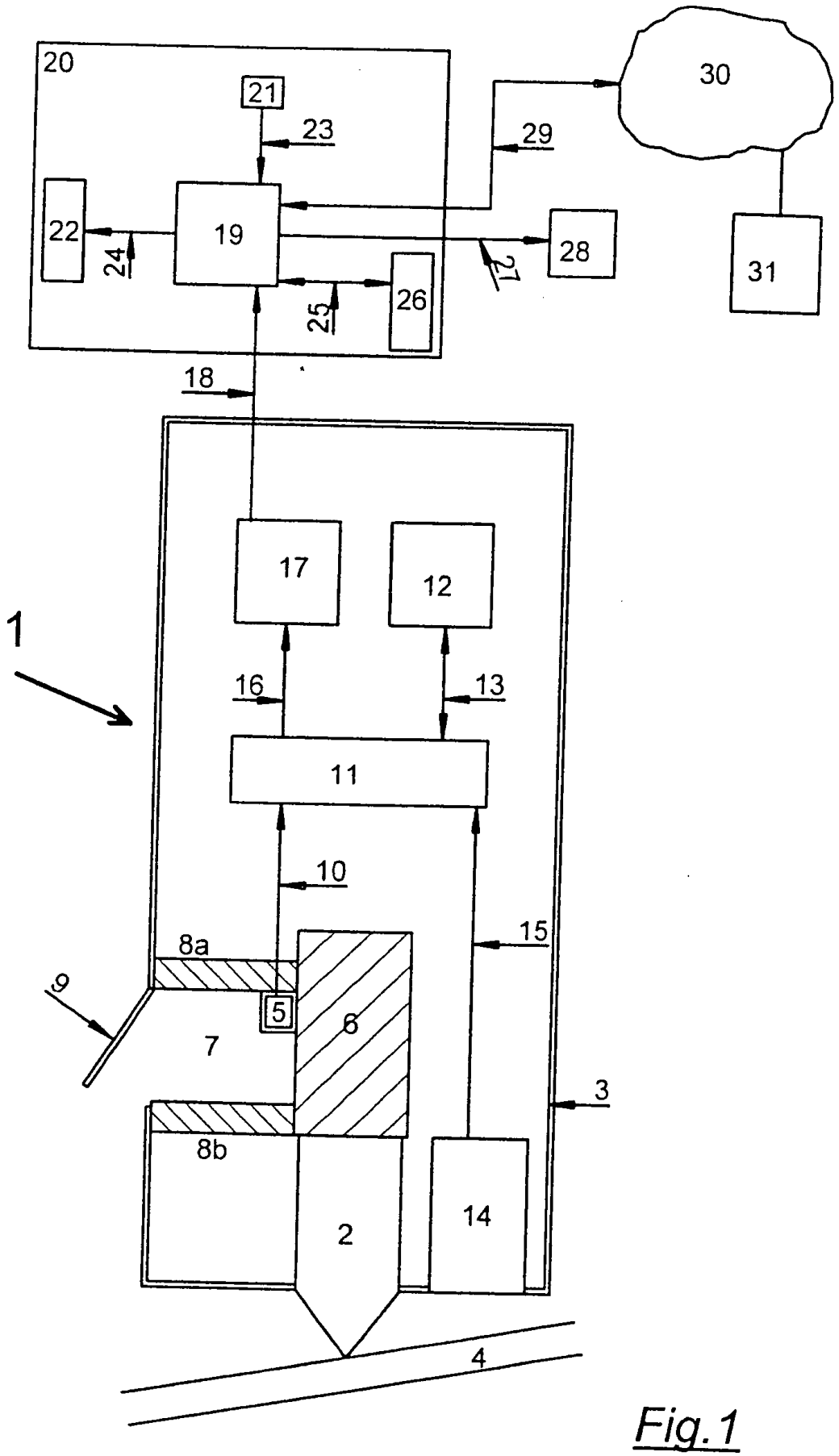


Fig.1

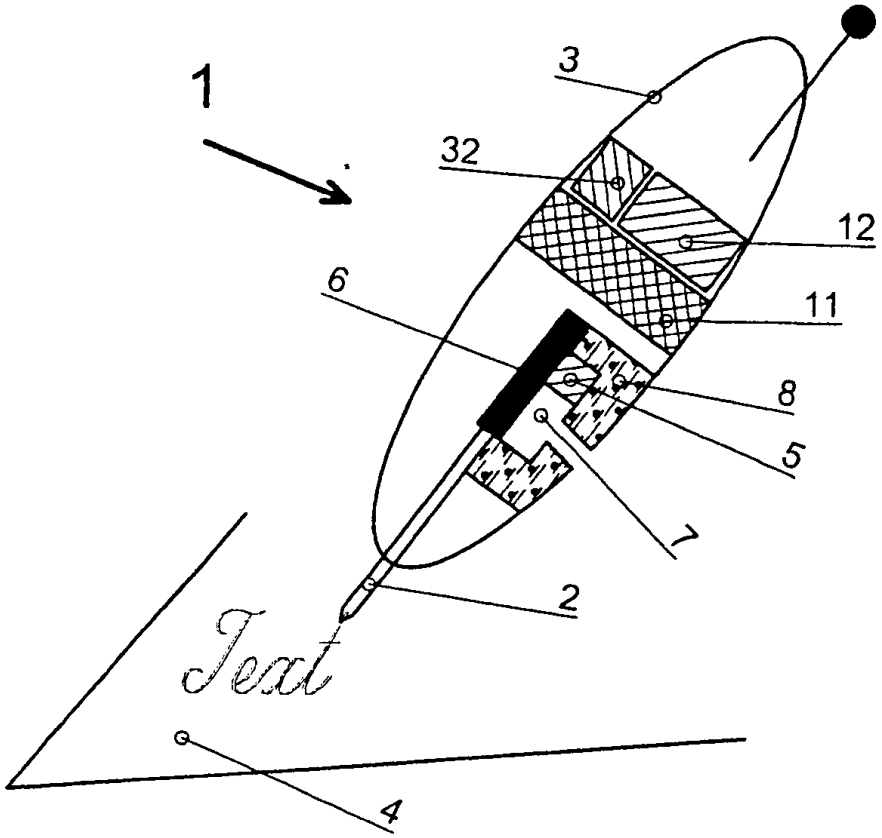


Fig.2

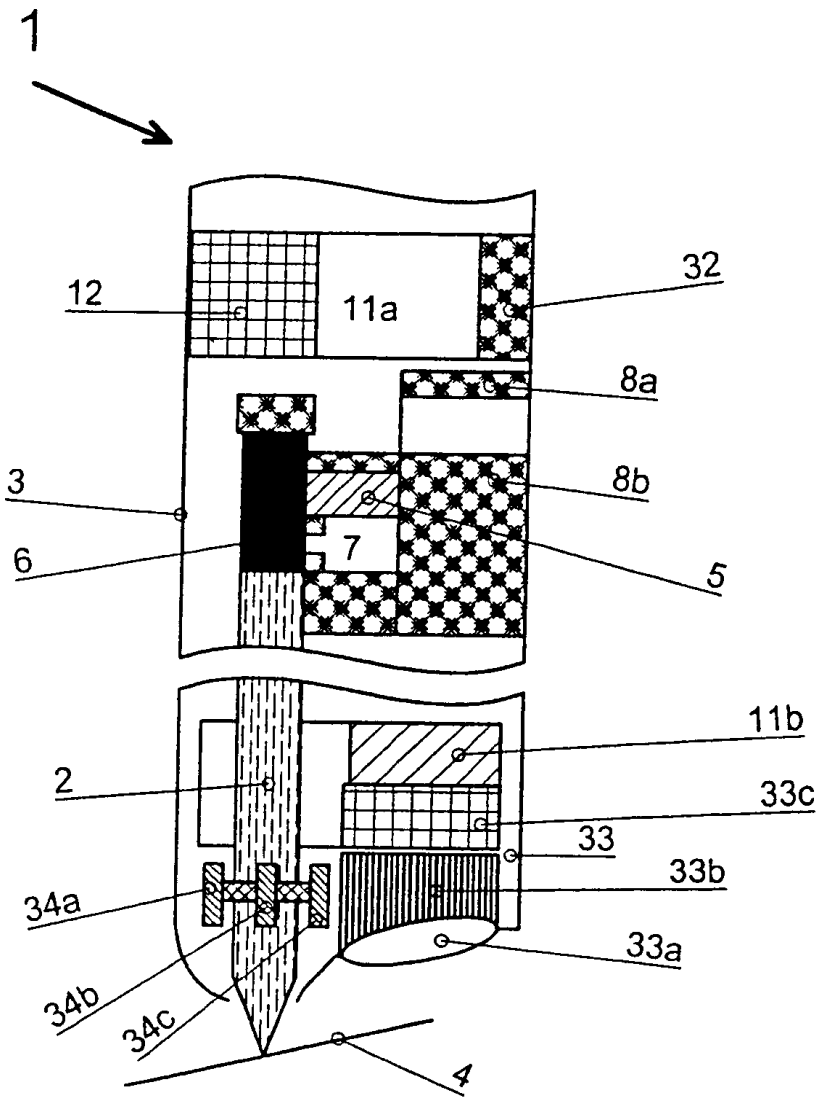


Fig.3

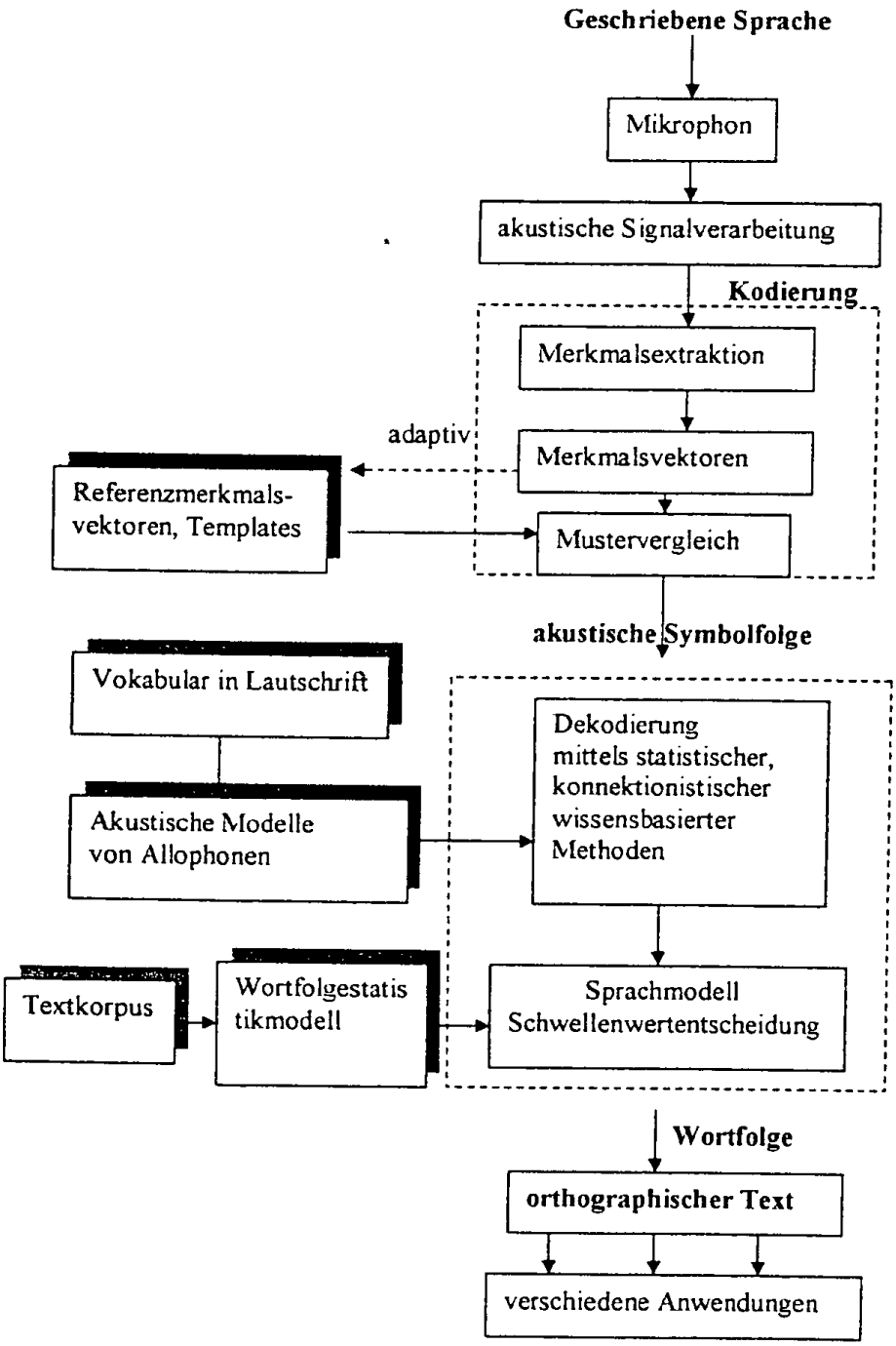

Geschriebene Sprache
Mikrophon
akustische Signalverarbeitung
Kodierung
Merkmalsextraktion
adaptiv
Merkmalsvektoren
Referenzmerkmals-
vektoren, Templates
Mustervergleich
akustische Symbolfolge
Vokabular in Lautschrift
Dekodierung
mittels statistischer,
konnektionistischer
wissensbasierter
Methoden
Akustische Modelle
von Allophonen
Textkorpus
Wortfolgestatis
tikmodell
Sprachmodell
Schwellenwertentscheidung
Wortfolge
orthographischer Text
verschiedene Anwendungen

Fig.4

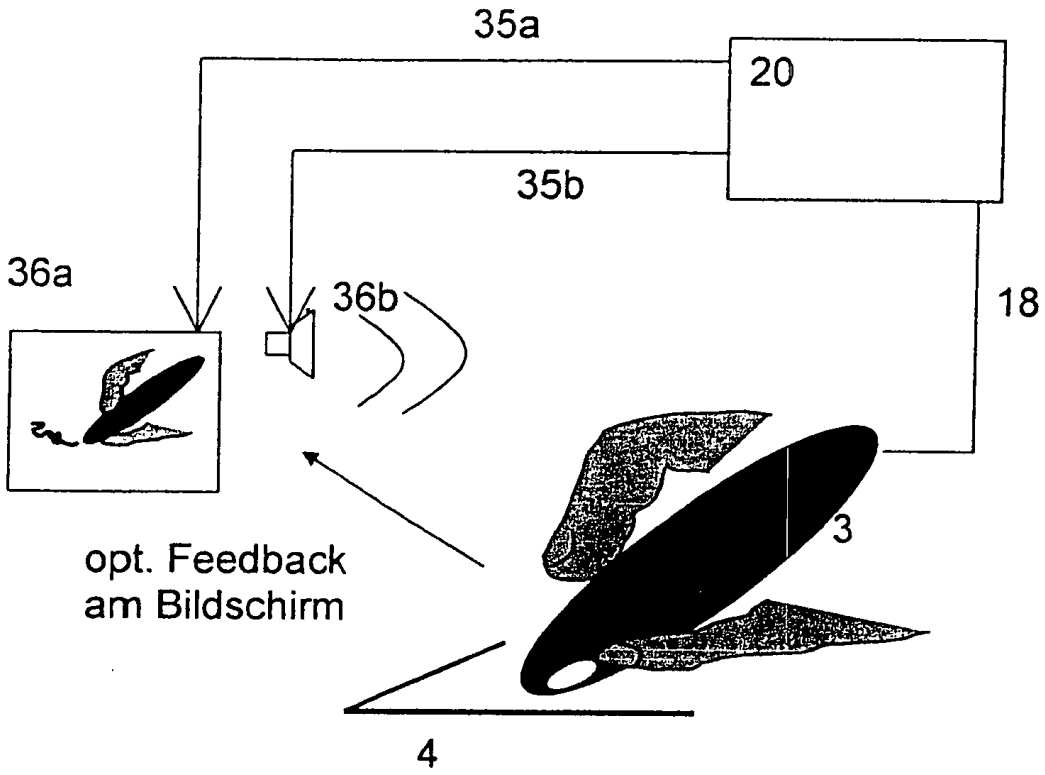


Fig.5

Fig.6a Karton

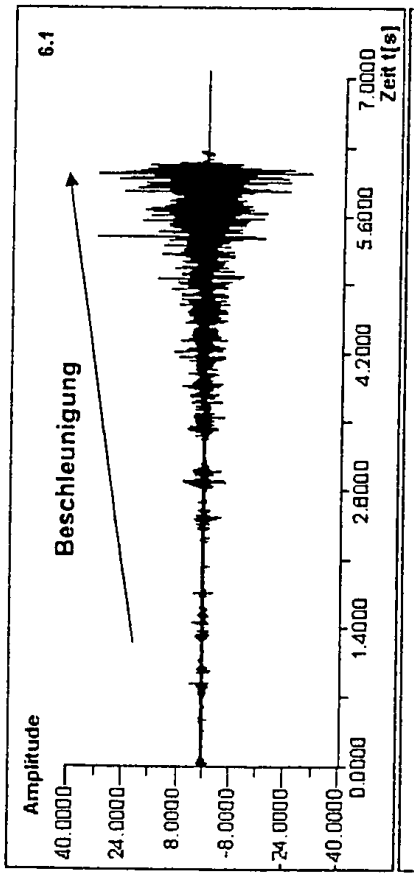


Fig.6b Block

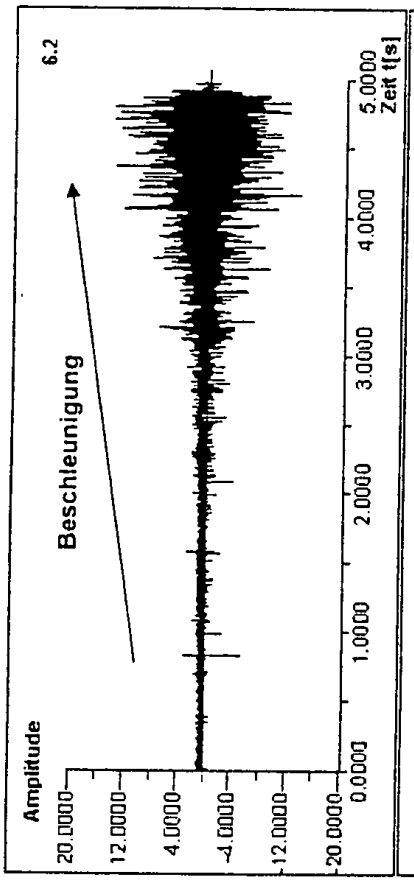
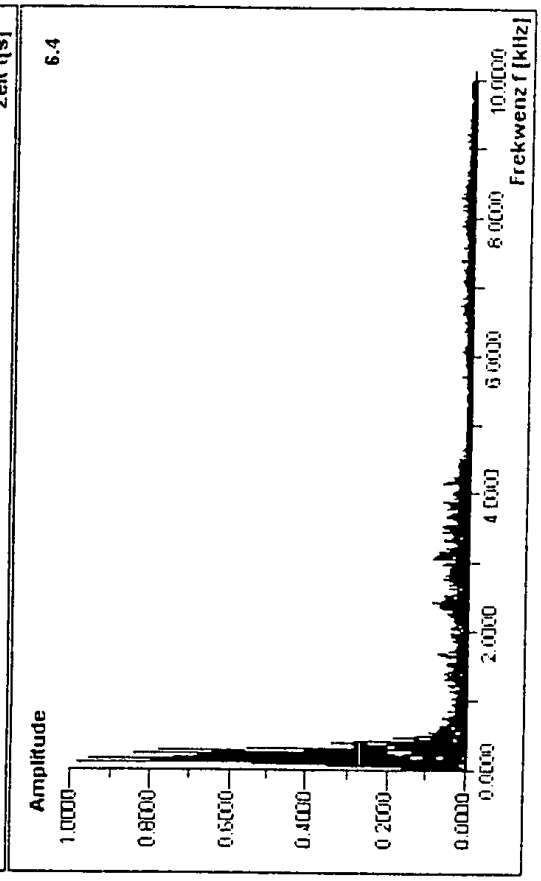


Fig.6c

Fig.6d



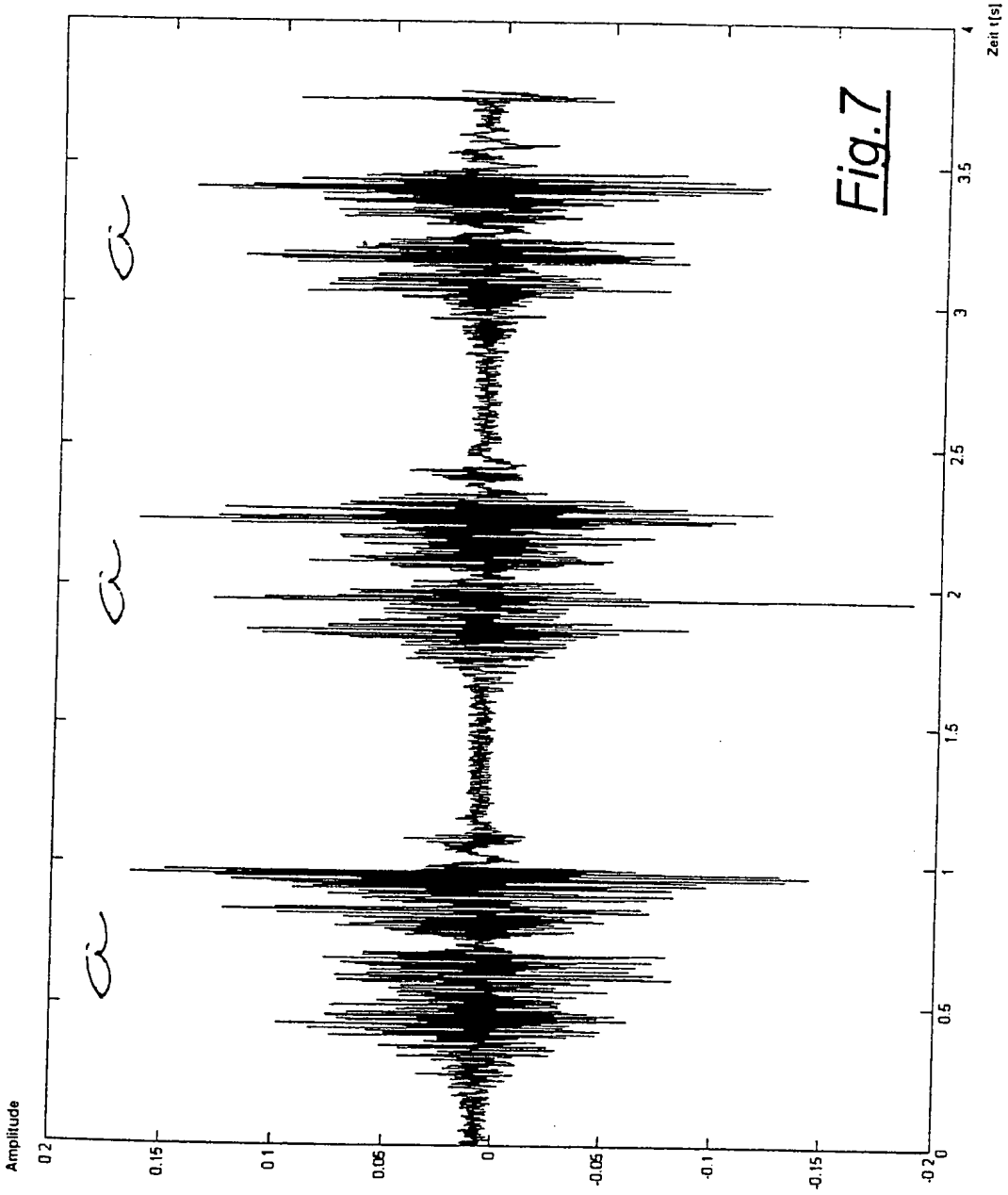


Fig.7

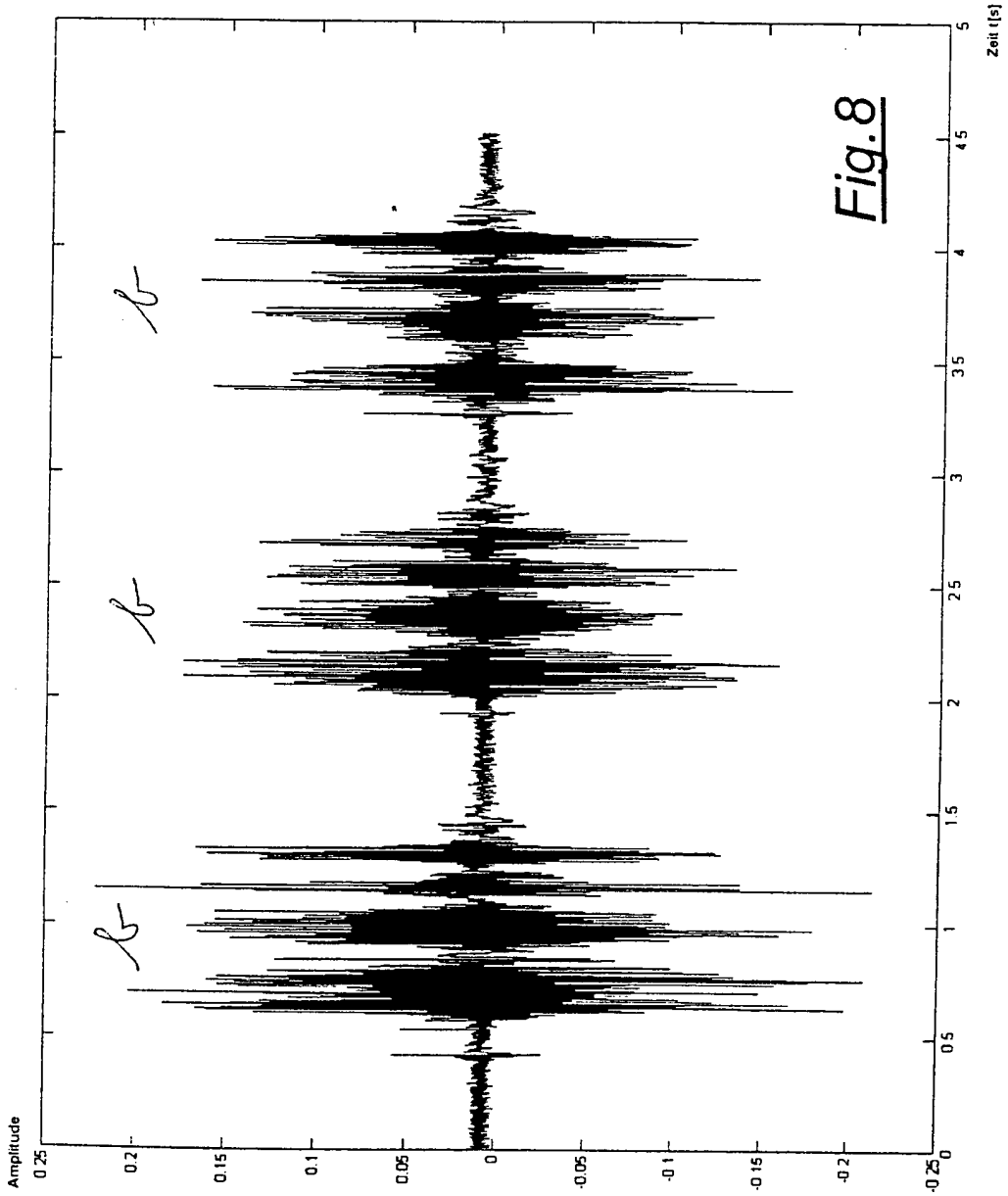

Amplitude
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-0.25
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
Zeit [s]

Fig.8

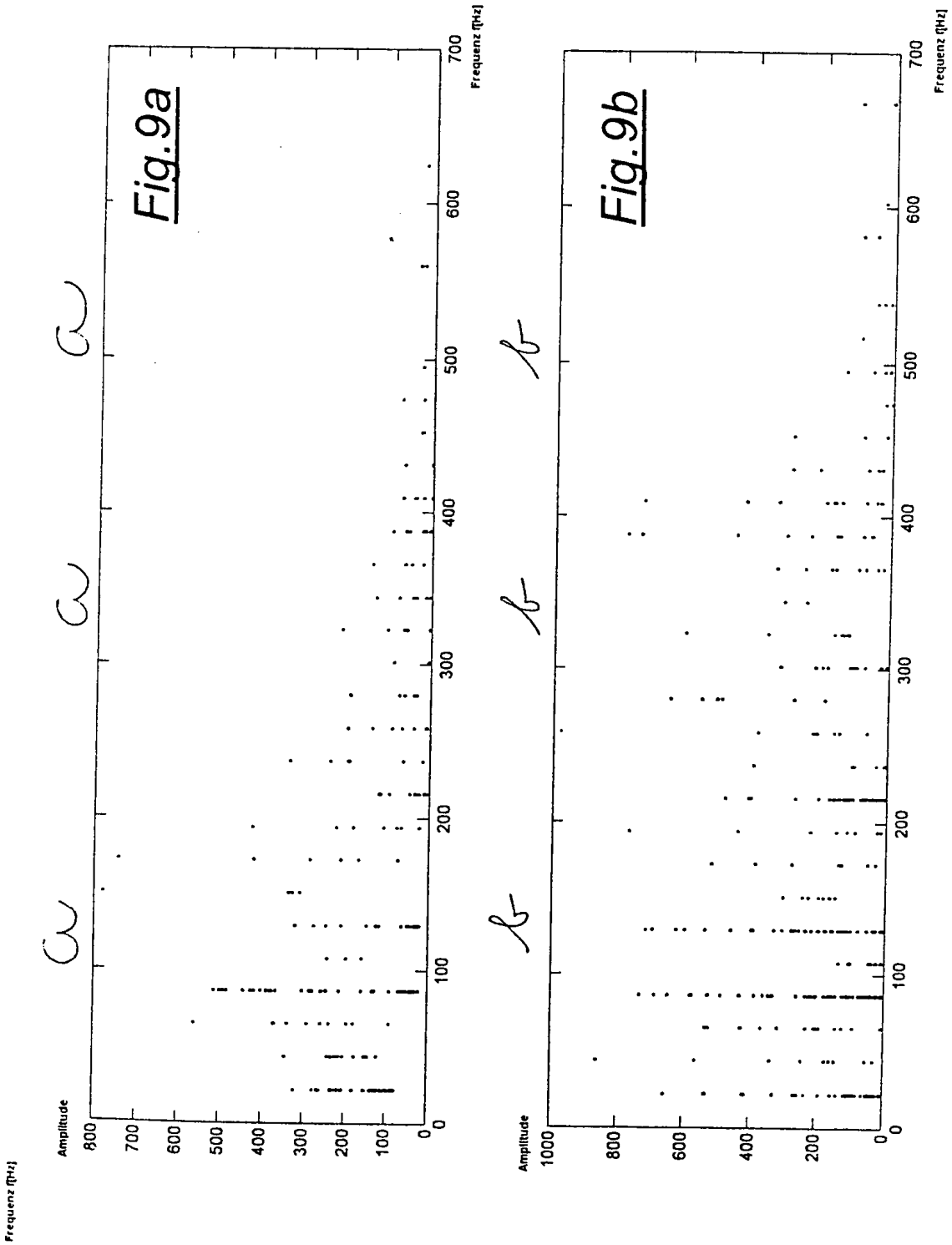


Fig.9a

Fig.9b

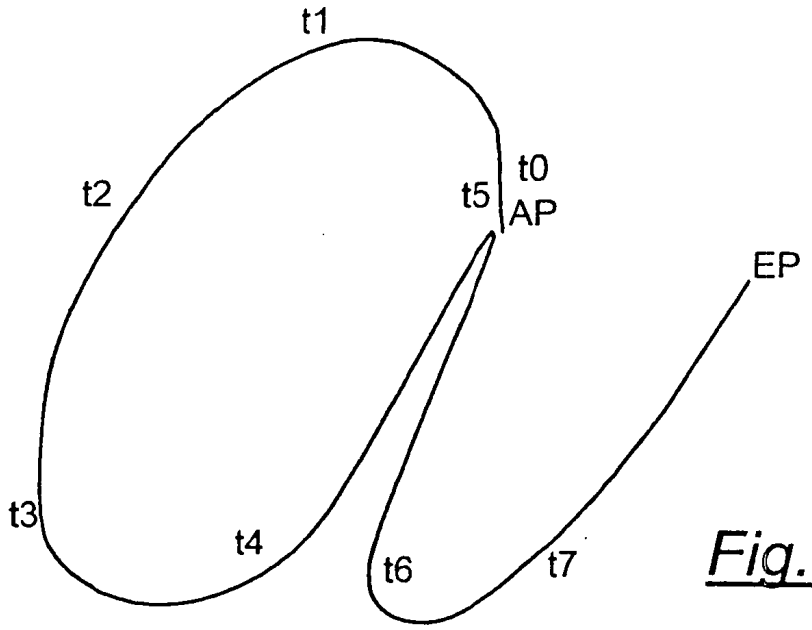


Fig.10a

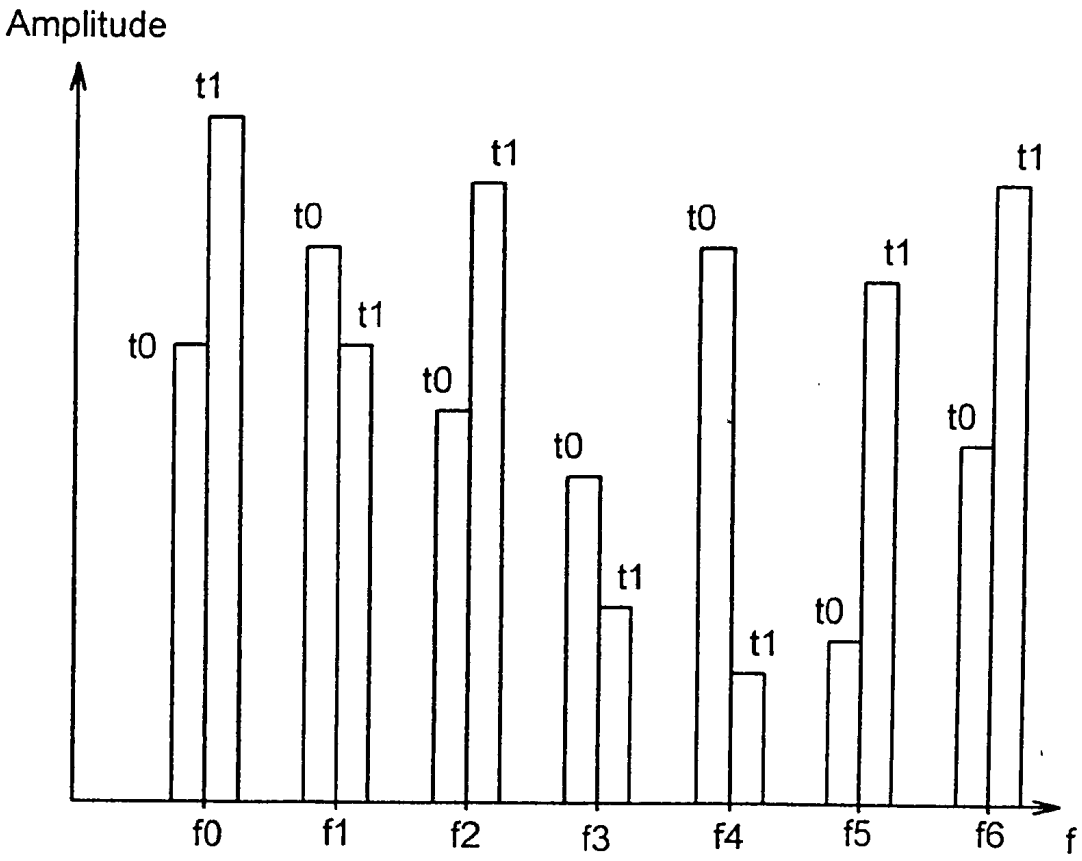


Fig.10b

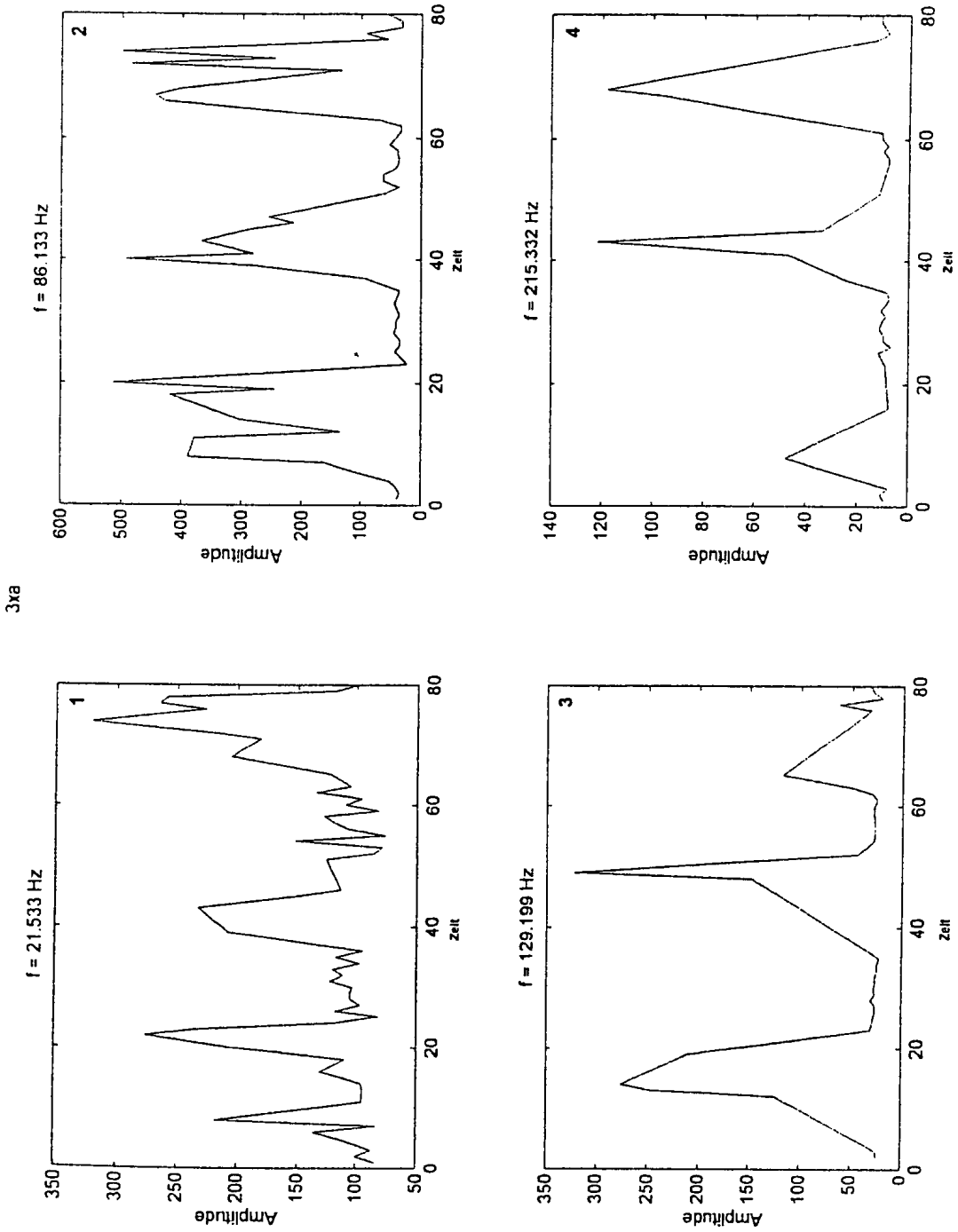

3xa
1
f = 21.533 Hz
2
f = 86.133 Hz
3
f = 129.199 Hz
4
f = 215.332 Hz
Amplitude
Zeit

Fig.11

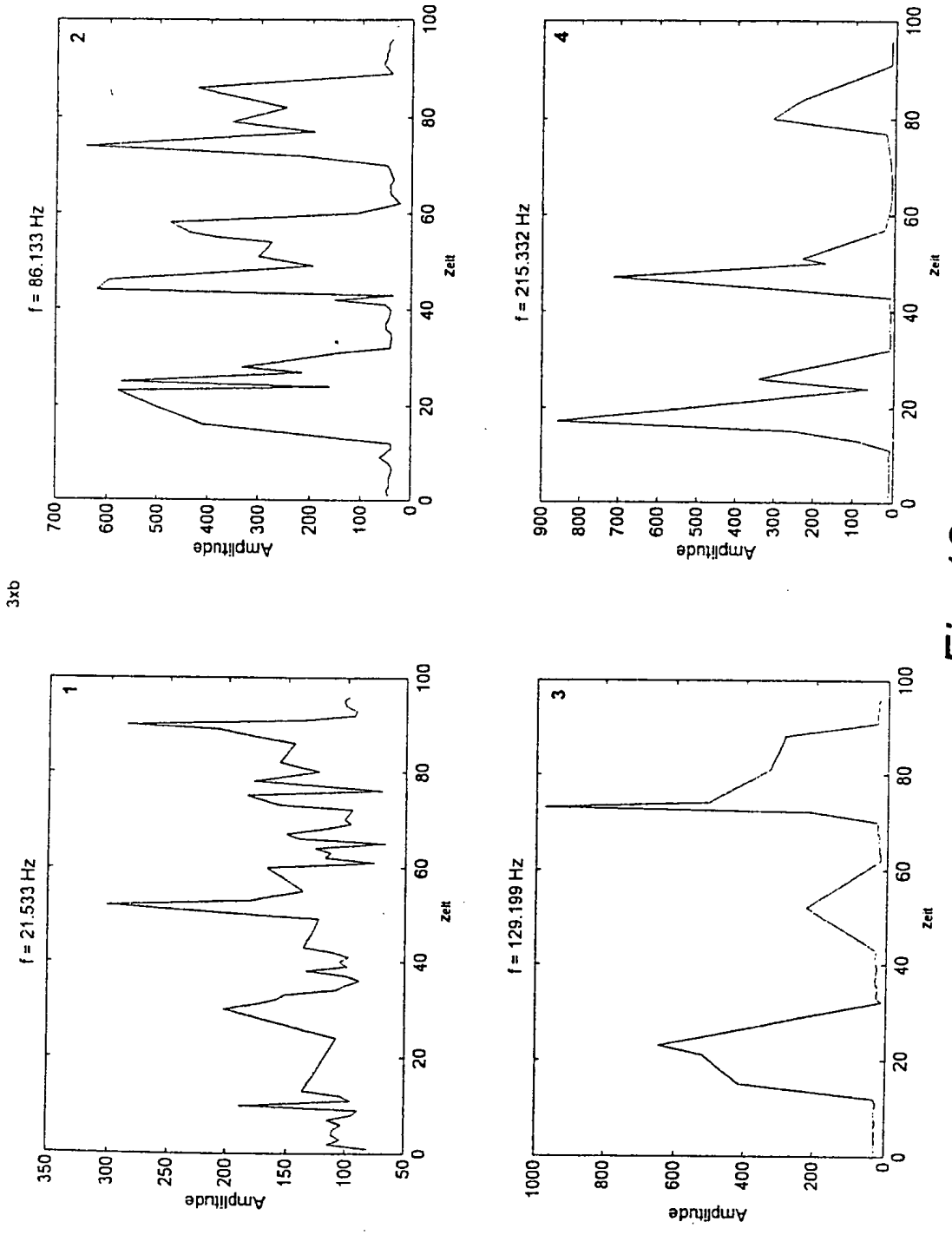

3xb
f = 86.133 Hz
2
f = 215.332 Hz
4
f = 21.533 Hz
1
f = 129.199 Hz
3
Amplitude
Zeit

Fig.12