

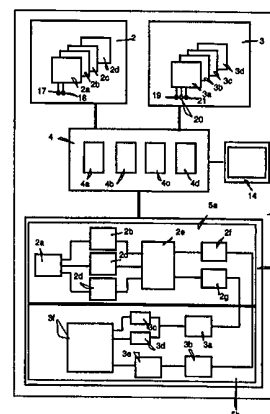
<p><b>(51) Internationale Patentklassifikation</b> <sup>6</sup> :</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>G01M</b></p>	<p><b>A2</b></p>	<p><b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 99/54698</b></p> <p><b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 28. Oktober 1999 (28.10.99)</p>								
<p><b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE99/01113</p> <p><b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 14. April 1999 (14.04.99)</p> <p><b>(30) Prioritätsdaten:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">198 17 137.4</td> <td style="width: 30%;">17. April 1998 (17.04.98)</td> <td style="width: 40%;">DE</td> </tr> <tr> <td>198 34 972.6</td> <td>3. August 1998 (03.08.98)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>198 55 874.0</td> <td>3. Dezember 1998 (03.12.98)</td> <td>DE</td> </tr> </table> <p><b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p><b>(72) Erfinder; und</b></p> <p><b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> HARTMANN, Doris [DE/DE]; Gartenstrasse 6, D-96163 Gundelsheim (DE). KACEM, Sofiane [TN/DE]; Leinbühlstrasse 16, D-90475 Nürnberg (DE). KRÄMER, Rolf [DE/DE]; Dr. Wilhelm-Schaeffler-Strasse 51, D-91074 Herzogenaurach (DE). MAIER, Karl-Heinz [DE/DE]; Kesslerstrasse 12, D-90489 Nürnberg (DE). PLEWINSKI, Nicolai [DE/DE]; Laufer Weg 96, D-90552 Röthenbach (DE).</p> <p><b>(74) Gemeinsamer Vertreter:</b> SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	198 17 137.4	17. April 1998 (17.04.98)	DE	198 34 972.6	3. August 1998 (03.08.98)	DE	198 55 874.0	3. Dezember 1998 (03.12.98)	DE	<p><b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>
198 17 137.4	17. April 1998 (17.04.98)	DE								
198 34 972.6	3. August 1998 (03.08.98)	DE								
198 55 874.0	3. Dezember 1998 (03.12.98)	DE								

**(54) Title:** SYSTEM AND METHOD FOR CONFIGURING AND CONDUCTING TEST PROCESSES

**(54) Bezeichnung:** SYSTEM UND VERFAHREN ZUR PROJEKTIERUNG UND DURCHFÜHRUNG VON PRÜFABLÄUFEN

**(57) Abstract**

The invention relates to a system and a method for configuring and conducting test processes. The system consists of a hardware catalog (2), in which hardware objects (2a ... 2d) relevant to the system are stored as representation of real hardware components (e.g. calibrators, sensors, signal conditioners, signal detection modules, actuators) in addition to a executable objects (3a ... 3d) (e.g. signal detection and processing, display, filing) for configuring and/or testing a measuring structure formed on the basis of the hardware objects and/or the executable objects. The hardware objects (2a ... 2d) and the executable objects (3a ... 3d) have at least one predetermined interface (17 ... 21) for interconnecting the hardware objects (2a ... 2d) and/or the executable objects (3a ... 3d). By representing the measuring hardware components and control algorithms as software objects, a testing tool is obtained which can be fully and continuously used for configuring. Due to the fact that the configuring data can be immediately used and executed, the hardware objects and the signal processing method can be interconnected or flexibly changed. The otherwise required compilation is no longer necessary thereby enabling easy adaptation of test processes.



**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Projektierung und zur Durchführung von Prüfbläufen. Das System besteht aus einem Hardwarekatalog (2), in dem für das System relevante Hardwareobjekte (2a ... 2d) als Abbild realer Hardwarekomponenten (z.B. Kalibratoren, Sensoren, Signalkonditionierungen, Signalerfassungsbaugruppen, Aktuatoren) gespeichert sind, und aus ablauffähigen Objekten (3a ... 3d) (z.B. Signalerfassung und Verarbeitung, Visualisierung, Archivierung) zur Projektierung und/oder Prüfung eines aus den Hardwareobjekten und/oder aus den ablauffähigen Objekten gebildeten Meßaufbaus. Die Hardwareobjekte (2a ... 2d) und die ablauffähigen Objekte (3a ... 3d) weisen mindestens eine vorgebbare Schnittstelle (17 ... 21) auf, die zur Verschaltung der Hardwareobjekte (2a ... 2d) und/oder der ablauffähigen Objekte (3a ... 3d) vorgesehen ist. Durch die Abbildung der Meßhardwarekomponenten und Prüfalgorithmen als Softwareobjekte entsteht ein Prüfwerkzeug, mit dem durchgehend und komplett projektiert werden kann. Da die Projektierungsdaten sofort einsetzbar und ablauffähig sind, können Hardwareobjekte sowie Signalverarbeitungsverfahren einfach miteinander verbunden und flexibel geändert werden. Ein ansonsten erforderliches Kompilieren entfällt, wodurch Prüfbläufe einfach angepaßt werden können.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

System und Verfahren zur Projektierung und Durchführung von Prüfabläufen

5

Die Erfindung betrifft ein System sowie ein Verfahren zur Projektierung und Durchführung von Prüfabläufen.

Ein derartiges Prüfsystem bzw. Prüfverfahren kommt beispielsweise im Bereich der Signalerfassung sowie Signalauswertung zum Einsatz. Hierbei ist häufig eine Mischung aus Meßhardware und Signalverarbeitungssoftware miteinander zu kombinieren, wobei aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge für einen derartigen Meßaufbau häufig das Wissen und die Erfahrung von Spezialisten erforderlich sind.

Aus WO 98/01728 ist eine Vorrichtung zur Erfassung von analogen Meßsignalen für die akustische Diagnose von Prüflingen bekannt. Dabei können mit Hilfe von Schwingungsaufnehmern von einem Prüfling analoge Meßsignale aufgenommen werden. Ein Computer ist mit einer standardmäßigen Schnittstellenkarte ausgerüstet, welche zur Digitalisierung der Meßsignale dient. Ein Schaltsignal dient zur Erzeugung eines Triggersignals, welches über eine bevorzugt serielle Schnittstelle eingebbar ist. Ein Steuerprogramm im Computer schaltet über das Triggersignal die Eingabe von Meßsignalen ein und aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System sowie eine Verfahren zur Projektierung und Durchführung von Prüfabläufen anzugeben, das auf einfache Weise mit Hilfe einer Datenverarbeitungsvorrichtung projektiert, bearbeitet und ausgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein System zur Projektierung und Durchführung von Prüfabläufen mit einem Hardwarekatalog gelöst, in dem für das System relevante Hardwareobjekte als Abbild realer Hardwarekomponenten gespeichert sind, und mit

Prüfablaufobjekten als Abbild von Signalverarbeitungsalgorithmen und mit einer Verarbeitungsvorrichtung zur Verschaltung der Hardwareobjekte und der Prüfablaufobjekte zu einem Prüfaufbau und zur Durchführung der Prüfabläufe, wobei die  
5 Hardwareobjekte und die Prüfablaufobjekte mindestens eine vorgebbare Schnittstelle aufweisen, die zur Verschaltung der Hardwareobjekte und/oder der Prüfablaufobjekte vorgesehen ist.

10 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Projektierung und Durchführung von Prüfabläufen gelöst, bei dem in einem Hardwarekatalog für das System relevante Hardwareobjekte als Abbild realer Hardwarekomponenten und Prüfablaufobjekte als Abbild von Signalverarbeitungsalgorithmen gespeichert werden,  
15 bei dem die Hardwareobjekte und die Prüfablaufobjekte zu einem Prüfaufbau miteinander verschaltet werden und bei dem der Prüfablauf über eine vorgebbare Schnittstelle der Hardwareobjekte und der Prüfablaufobjekte mit zugeordneten Funktionen durchgeführt wird.

20

Der Anwender kann zur Erstellung einer Projektierung auch ohne vorheriges Expertenwissen aus dem Hardwarekatalog die für den Prüfablauf erforderlichen Hardwarekomponenten miteinander verschalten und so den Hardwareaufbau konfigurieren und ggf.  
25 auch abändern. In gleicher Weise wird mit Hilfe desselben Systems der Prüfablauf unter Verschaltung der Prüfablaufobjekte konfiguriert und untereinander sowie mit dem Hardwareaufbau verschaltet. Ein derartig generierter Prüfaufbau ist sofort einsetzbar, da die Hardwareobjekte und die Prüfablaufobjekte  
30 über die vorgegebenen Schnittstellen funktionell miteinander verbunden sind. Hierdurch entfällt eine aufwendige Kompilierung von Projektierungsdaten. Auch sind Änderungen des Prüfaufbaus sowohl bezüglich des Hardwareaufbaus als auch bezüglich des Prüfablaufs ohne Schwierigkeiten durchführbar.  
35 Das Prüfsystem bzw. das Prüfverfahren kann mit einem einheitlichen Werkzeug durchgehend und komplett projektiert werden. Aufgrund der Ablauffähigkeit der Projektierungsinformationen

sind auch Änderungen am Prüfablauf sofort verifizierbar und testbar, was wesentlich kürzere Entwicklungszeiten mit sich bringt. Dadurch, daß die Prüfablaufobjekte, d.h. die Signalverarbeitungs- und -auswertungsalgorithmen als Datenobjekte vorliegen, kann durch einfaches Hinzufügen neuer Datenobjekte der Funktionsumfang des Prüfsystems dynamisch und nach den Erfordernissen der Prüfaufgabe leicht angepaßt werden. Durch die Abbildung der Hardwarekomponenten sowie der Prüfalgorithmen zu Hardwareobjekten und Prüfablaufobjekten, d.h. zu Datenobjekten, wird dem Prüfsystem eine enorme Flexibilität verliehen. Neue Komponenten können einfach hinzugefügt werden und stehen dem System sofort zur Projektierung zur Verfügung. Dadurch läßt sich der Prüfablauf der jeweiligen Prüfaufgabe optimal anpassen, ohne daß jedes Mal ein neues Prüfsystem zu erstellen ist.

Dadurch, daß die Hardwareobjekte und die Prüfablaufobjekte als Datenobjekte ausgebildet sind, können sämtliche Projektierungs- und Prüfapplikationen innerhalb eines Systems in derselben Art und Weise verarbeitet werden. Als Datenobjekte werden insbesondere sogenannte OLE-Objekte (Object Linking and Embedding), die im Bereich der PC-Software der Firma Microsoft in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen haben. Der aus den OLE-Objekten zusammengestellte Prüfablauf ist ohne zusätzlich Kompilierung sofort ablauffähig. Außerdem können neue Objekte einfach hinzugefügt werden.

Eine sichere und zuverlässige Durchführung eines Prüfablaufs auch für weniger geübte Anwender wird dadurch sichergestellt, daß die Hardwareobjekte und die Prüfablaufobjekte eine erste Schnittstelle zur Projektierung der Hardwareobjekte und der Prüfablaufobjekte und eine zweite Schnittstelle für einen Automatikbetrieb aufweisen, wobei im Automatikbetrieb eine Steuervorrichtung zur Ausführung und Synchronisation des Prüfablaufs vorgesehen ist.

Dadurch, daß die Hardwareobjekte und die Prüfablaufobjekte Informationsdaten zu ihrer Funktion aufweisen, ist ein konfigurierter Prüfablauf auch nach einer Änderung sofort einsetzbar und muß nicht erst kompiliert werden.

5

Als vorteilhafter Anwendungsfall des Systems hat sich gezeigt, daß das System zur Erfassung und Auswertung von vibroakustischen, technischen Kennwerten von technischen Objekten, insbesondere von Elektromotoren vorgesehen ist.

10

Eine einfache Kalibrierung des Systems kann dadurch erfolgen, daß in einem Kalibrierungsschritt ein Vergleich eines Eingangssignals einer Hardwarekomponente, insbesondere eines Sensors mit einem vorgebbaren Normalwert erfolgt und in einem Justierungsschritt veränderbare Faktoren einer Hardwarekomponente oder eines Prüfablaufobjekts an einen vorgebbaren Toleranzwert angepaßt werden.

15

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel näher beschrieben und erläutert.

20

Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Projektierungs- und Prüfsystems,

25

FIG 2 eine beispielhafte Sicht auf einen Hardwarekatalog mit Hardwareobjekten als Abbild realer Hardwarekomponenten eines Projektierungs- und Prüfsystems,

30

FIG 3 ein Sicht auf ein Beispiel eines projektierten Prüfsystems,

FIG 4 eine Übersicht zur Hardwarekonfiguration eines akustischen Projektierungs- und Prüfsystems,

35

- FIG 5 eine schematische Darstellung des Grobablaufs eine akustischen Projektierungs- und Prüfsystems,
- 5 FIG 6 eine Prinzipdarstellung zur Architektur eines akustischen Prüfsystems,
- FIG 7 eine schematische Darstellung der Schnittstellen eines Kern-Objekts,
- 10 FIG 8 ein Blockschaltbild zur Einbettung des Technikbaubkastens in das Projektierungssystem,
- FIG 9 beispielhafte erste Eingabemasken zur Festlegung des Namens und des Abspeicherpfades zur Projektierung eines neuen Prüflings (Neues Akut-Projekt erstellen),
- 15 FIG 10 beispielhafte zweite Eingabemasken zur Projektierung eines neuen Prüflings mit entsprechender Meßanordnung (Akut-Projekt-Maske),
- 20 FIG 11 beispielhafte dritte Eingabemasken zur weiteren Projektierung eines neuen Prüflings mit entsprechender Meßanordnung (Assistentenunterstützte Projektierung - Baukasten Auswahl ),
- 25 FIG 12 beispielhafte vierte Eingabemasken zur Projektierung der technischen Eigenschaften des Prüflings (Prüflingsbeschreibung ),
- 30 FIG 13 beispielhafte fünfte Eingabemasken zur Auswahl von akustischen Sensoren für den Prüfling ( Assistentenvorschläge für Sensoren ),

- FIG 14 beispielhafte sechste Eingabemaske zur Eingabe von neuen akustischen Sensoren ( (Einfügen von Sensoren),
- 5 FIG 15 beispielhafte siebte Eingabemasken zur Anzeige der technischen Eigenschaften von akustischen Sensoren (Neuer Sensor (Auswahlmöglichkeit aus dem HW-Katalog),
- 10 FIG 16 beispielhafte achte Eingabemaske zum Start einer akustischen Prüfung (Muster- Aufnahme (Aufnahme typischer Prüflinge)),
- FIG 17 beispielhafte neunte Eingabemasken zur Beobachtung  
15 einer akustischen Prüfung (Neue Aufnahme),
- FIG 18 beispielhafte zehnte Eingabemasken Darstellung des Ergebnisses einer akustischen Prüfung ( Aufnahme-Maske (Darstellung der aufgenommenen Signale)),
- 20 FIG 19 beispielhafte elfte Eingabemasken zur Auswahl und Projektierung des akustischen Analyseverfahrens zur Auswertung der Ergebnisses einer akustischen Prüfung ( Festlegung der Auswerteverfahren (Analysekanäle, Prüfmerkmale)),
- 25 FIG 20 beispielhafte zwölfte Eingabemasken zur weiteren Projektierung des akustischen Analyseverfahrens (Schwellen für Prüfmerkmale einstellen)),
- 30 FIG 21 beispielhafte dreizehnte Eingabemasken zur Generierung der Parameter für eine automatische akustischen Prüfung ( Parametrierung des Automatikbetriebes (Prüfspezifikationen generieren)) und

FIG 22 beispielhafte vierzehnte Eingabemasken zur Anzeige der technischen Eigenschaften von Sensoren ( AKUT-Hardware-Katalog Manager (HW-Editor)).

Fig. 1 zeigt eine schematische Prinzipdarstellung eines Projektierungs- und Prüfsystems 1. Das Projektierungs- und Prüfsystem 1 weist einen Hardwarekatalog 2 auf, in dem Hardwareobjekte 2a..2d gespeichert sind. Darüber hinaus ist ein weiterer Objektkatalog 3 vorgesehen, in dem Prüfablaufobjekte 3a..3d gespeichert sind. Die Hardwareobjekte 2a..2d weisen Schnittstellen 17,18 , die Prüfablaufobjekte 3a..3d Schnittstellen 19, 20, 21 auf. Das Prüfsystem 1 enthält darüber hinaus eine Verarbeitungsvorrichtung 4 mit einem ersten Verarbeitungsteilbereich 4a zur Festlegung der Analyseverfahren, mit einem dritten Teilverarbeitungsbereich 4c für einen sogenannten Automatikbetrieb sowie mit einem vierten Teilverarbeitungsbereich 4d für eine Kalibrierung des Prüfsystems 22. Mit Hilfe der Verarbeitungsvorrichtung 4 kann ein Zugriff auf den Hardwarekatalog 2 sowie auf den Objektekatalog 3 erfolgen.

Die Verarbeitungsvorrichtung 4 dient der Projektierung eines Prüfaufbaus 5, der aus Hardwareobjekten 2 sowie aus Prüfablaufobjekten 3 konfigurierbar ist. Mit dem Bezugszeichen 5 ist ein derartiger beispielhafter Prüfaufbau bezeichnet. Der Prüfaufbau 5 besteht aus einem Hardwareaufbau 5a sowie aus einem Prüfablauf 5b. Der Hardwareaufbau 5a enthält Hardwareobjekte 2a..2f. Ausgangspunkt des Hardwareaufbaus 5a ist ein Prüfling 2a, beispielsweise ein Motor. Dem Prüfling 2a sind Sensoren 2b, 2c, 2d nachgeschaltet, die parallel angeordnet sind. Die Ausgänge der Sensoren 2b, 2c, 2d sind mit den Eingängen einer Signalkonditionierung 2e verbunden, der wiederum Signalerfassungsbaugruppen 2d, 2e nachgeschaltet sind. Die Ausgänge der Signalerfassungsbaugruppen 2f, 2g, die gleichzeitig die Ausgänge des Hardwareaufbaus 5a bilden, sind mit den Eingängen des Prüfablaufaufbaus verbunden. Der Prüfablaufaufbau 5b enthält bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel eine schnelle Fouriertransformation 3a, eine Mittel-

wertberechnung 3c, eine Varianzberechnung 3d, eine Kurtosis-Ermittlung 3b sowie eine Cepstrum-Ermittlung 3e. Die Ausgangssignale der so bestimmten Prüfablaufkomponenten 3c, 3d, 3e werden gemeinsam an einen Klassifikator 3f weitergeleitet.

5

Das in Fig. 1 dargestellte System zur Projektierung und Durchführung von Prüfabläufen veranschaulicht den grundsätzlichen integralen Aufbau der Meßhardware sowie des Prüfablaufes. Die Meßhardware wird dabei mit Hilfe der Verarbeitungsvorrichtung 4 aus dem Hardwarekatalog 2 der Hardwareobjekte 10 2a..2d projektiert, während der Prüfablauf, d.h. die Signalverarbeitungs- Auswertungsalgorithmen aus dem Katalog 3 der Prüfablaufobjekte 3a..3d zusammengestellt wird. Die Verarbeitungsvorrichtung 4 dient darüber hinaus der Verarbeitung und 15 Ausführung des Meßaufbaus 5.

Das Besondere des in Fig. 1 dargestellten Prüfsystems 1 ist, daß sowohl die Hardware, als auch die Software für das Prüfsystem zusammen mit Hilfe der Verarbeitungsvorrichtung 4 20 projektiert werden. Die Abbildung der Meßhardwarekomponenten und Prüfalgorithmen zu Datenverarbeitungsobjekten eröffnet dem System eine enorme Flexibilität. Sowohl Meßhardwarekomponenten als auch Prüfablaufobjekte können einfach hinzugefügt werden und stehen sofort zur Projektierung zur Verfügung. Der 25 Prüfablauf läßt sich dadurch der Prüfaufgabe anpassen, ohne daß jeweils ein komplett neues Prüfsystem zu erstellen ist. Durch die vollständige Integration des Prüfsystems innerhalb eines Datenverarbeitungssystems entsteht ein integrales Prüfsystem, welches auch von Nichtspezialisten einfach be- 30 dient werden kann. Neben der Projektierung des Prüfsystems besteht auch die Möglichkeit, die Dokumentation des Prüfsystems in elektronischer Form innerhalb des Datenverarbeitungssystems zu integrieren.

35 Fig. 2 zeigt einen Bildschirm 14, auf dem in einem ersten Bildschirmbereich 12 ein Hardwarekatalog 2 eines akustischen Prüfsystems beispielhaft dargestellt ist. Der Hardwarekatalog

2 enthält eine Vielzahl von Hardwareobjekten in Form von Sensoren, Signalkonditionierung, Signalerfassungsbaugruppen sowie Kalibratoren. Die Hardwareobjekte „Sensoren“ sind dabei in Luftschallsensoren sowie Körperschallsensoren unterteilt, 5 denen wiederum verschiedene Typen zugeordnet sind.

Der in Fig. 2 gezeigte Hardwarekatalog bildet die Grundlage zur Projektierung eines Hardwareaufbaus eines akustischen Prüfsystems, wie dies beispielsweise im Zusammenhang mit Fig. 10 1 gezeigt und erläutert wurde. Wie in Fig. 2 ersichtlich enthält der Hardwarekatalog des Prüfsystems neben den Hardwareobjekten des Hardwarekatalogs 2 selbst auch eine Dokumentation zu den einzelnen Hardwareobjekten.

15 Fig. 3 zeigt ein Beispiel eines fertig projektierten Meßhardwareaufbaus eines akustischen Prüfsystems. Die projektierte Hardware des Prüfsystems ist in einem Bildschirmbereich 7 angegeben und trägt die Bezeichnung „Signalerfassungshardware“. Im Bildschirmbereich 7 sind die einzelnen Hardwareobjekte dieser Signalerfassungshardware in Form von Sensoren, Signalkonditionierung, Signalerfassungsbaugruppe und Kalibrator angegeben. Die in Fig. 3 dargestellte Sicht enthält darüber hinaus Menü- und ICON-Leisten 9, 10, 11, die dem Anwender eine Navigation innerhalb des Prüfsystems ermöglichen. 20 Im rechten Bildschirmbereich 8 sind die Hardwareobjekte der Sensoren, die im linken Bildschirmbereich durch einen Pfeil 15 speziell hervorgehoben sind, nochmals explizit als Körperschallsensor und Luftschallsensor spezifiziert.

30 FIG 4 zeigt eine Übersicht zur Hardwarekonfiguration eines akustischen Projektierungs- und Prüfsystems. Die Hardwarekonfiguration besteht aus einem Computer 22 mit einer digitalen Signalerfassungsvorrichtung 27. Die digitale Signalerfassungsvorrichtung 27 weist Analog/Digital-Wandler 28 und Digital/Analog-Wandler 29 auf, die mit einer Signalkonditionierungsmittel 23 koppelbar sind. Mit der Signalkonditionierungsmitteln 23 sind ein Körperschallsensor 26 sowie ein 35

10

Luftschallsensor 25 koppelbar. Mit der digitalen Signalerfassungsvorrichtung 27 ist ein Lautsprecher und /oder Kopfhörer 24 sowie der Luftschallsensor 25 verbindbar. Der Lautsprecher 24 ist mit einem Analog/Digital-Wandler 28 und der Luftschallsensor mit einem Digital/Analog-Wandler gekoppelt. Weiter ist mit dem Bezugszeichen 30 eine digitale Schnittstelle als Eingang/Ausgang, mit dem Bezugszeichen 31 eine Entkopplungsvorrichtung für den Computer 22 und mit dem Bezugszeichen 32 eine Prozeßsteuerung gekennzeichnet.

10

Das in Fig. 4 gezeigte Prüfsystem dient der vibroakustischen Prüfung von Prüflingen, beispielsweise Motoren und trägt dabei folgenden Kundenanforderungen Rechnung:

- Minimierung der Produktionskosten,
- Beherrschung qualitätsfähiger Prozesse,
- hohe Qualität und Umweltakzeptanz der gefertigten Produkte,
- hohe Gleichmäßigkeit der Produktion in allen Prozeßstufen und
- Verfügbarkeitserhöhung der Anlagen

20

Das in Fig. 4 gezeigte System stellt ein leistungsfähiges Diagnosesystem für die Schall- und Vibrationsanalyse für die automatisierte Qualitätskontrolle und Produktionsüberwachung dar. Das System ermöglicht, daß akustische Zeitsignale, wie Schall, Vibrationen, etc. sowohl manuell, als auch automatisiert aufgenommen, verarbeitet und archiviert werden können. Das System ist in der Lage, aufgrund der vom Prüfling erfaßten Signale und einer vorangegangenen Projektierung mögliche Fehler des Prüflings zu erkennen, Fehlermeldungen über Bildschirm bzw. PC-Schnittstelle auszugeben und zu speichern. Bisherige Systeme können nur durch hochqualifizierte Fachkräfte (Meßtechniker) in Betrieb genommen werden. Durch die Verwendung von Assistententechniken soll das neu zu entwic-

kelnde System von Technologen einstellbar sein. Fundiertes Wissen über Meßtechnik ist dann nicht erforderlich.

Die Produktstruktur des akustischen Prüf- und Projektierungssystems, das im folgenden auch als AKUT-System bezeichnet wird, sieht folgendermaßen aus: Der Softwareteil des AKUT-Systems besteht aus dem AKUT-Basissystem und dem sogenannten Technikbaukasten. AKUT ist ein System zur automatischen Schallprüfung. Es kann sowohl bei der Teilefertigung zur Qualitätskontrolle als auch bei der Überwachung von Maschinen im laufenden Betrieb eingesetzt werden. Hierzu werden die Schallsignale automatisch erfaßt und mit Hilfe von Mustererkennungsalgorithmen analysiert und klassifiziert. Das AKUT-System wird in den Prozeß eingebunden und kommuniziert deshalb mit einem Automatisierungssystem. Das AKUT-Basissystem steuert den automatischen Prüfbetrieb und ermöglicht dem Anwender die Projektierung, Kalibrierung und Justierung des Systems. Mit Hilfe von Technikbaukästen wird der Anwender in die Lage versetzt, die Projektierung mit Unterstützung eines Assistenten, der technologiespezifisches Wissen enthält, durchzuführen. Der Anwender kann die Vorschläge des Assistenten annehmen oder verwerfen.

Fig. 5 liefert einen Überblick über die Gesamtstruktur des AKUT-Systems. Das AKUT-System läßt sich grob in die Teile AKUT-Basissystem und Technikbaukasten unterteilen. Das AKUT-Basissystem umfaßt alle Komponenten, die es ermöglichen, ein AKUT-System zur akustischen Bewertung von Prüflingen eines bestimmten Typs zu projektieren, zu kalibrieren/justieren und zu betreiben. Das Basissystem kann durch Technikbaukästen zu einem assistentenunterstützten System erweitert werden.

Das AKUT-Basissystem besteht aus

- dem *Automatikbetrieb*, der im Prüfbetrieb die Aufnahme und Auswertung der Zeitsignale steuert,

- der *AKUT-Projektierung*, die die Konfigurierung und Parametrierung eines AKUT-Systems ermöglicht.
- der *Kalibrierung / Justierung*, die einen Vergleich der am Ende der Meßkette erfaßten Größen mit einem Normal erlaubt (Kalibrierung) und dem Anwender die Einstellung von Justierkonstanten ermöglicht (Justierung),
- dem *AKUT-Kern*, der alle Komponenten für die Signalerfassung und -auswertung enthält.

10 In einem AKUT-System kann von den Komponenten Automatikbetrieb, Projektierung und Kalibrieren/Justieren immer nur eine Komponente aktiv sein. Die Aktivierung der einzelnen Komponenten ist jeweils nur autorisierten Benutzern möglich. Die Projektierung eines AKUT-Systems kann entweder ausschließlich  
15 mit dem AKUT-Basissystem (sog. „manuelle“ Projektierung) oder durch Hinzunahme eines geeigneten Technikbaukastens auch assistentenunterstützt erfolgen. Eine erfolgreiche manuelle Projektierung setzt allerdings beim Anwender die Kenntnis der technologischen und meßtechnischen Zusammenhänge voraus. Bei  
20 der assistentenunterstützten Projektierung bietet der Assistent dem Anwender geeignete Vorschläge an, die er aus seinem technologischen und meßtechnischen Wissen ableitet. Dabei können im AKUT-System unterschiedlich autorisierte Benutzer definiert werden. Die Mechanismen zur Identifikation der Benutzer  
25 werden in der Entwurfsunterlage festgelegt.

Der Technikbaukasten stellt folgende Komponenten bereit:

- *Prüflingsbeschreibung erfassen*: Erfasst die technologischen Anwenderdaten im Dialog mit dem Anwender, die den Aufbau  
30 und die akustikrelevanten Eigenschaften der zu prüfenden Objekte (z.B. Elektromotoren) beschreiben.
- *Assistent*: unterstützt den Anwender bei der Projektierung eines AKUT-Projektes, indem er die technologischen Anwenderdaten auswertet. Anhand seines internen Wissens bietet

er dem Anwender zum einen Vorschläge für die Konfiguration und Parametrierung der Hard- und Softwarekomponenten eines AKUT-Projektes und unterstützt ihn zum anderen bei der technologischen Interpretation seiner aufgenommenen Zeitsignale.

Zusätzlich kann ein Technikbaukasten „Elektromotoren“ bereitgestellt werden.

Funktional läßt sich der AKUT-Kern in folgende Komponenten untergliedern: Signalerfassung / -wiedergabe, Signalverarbeitung, Merkmalsextraktion, Klassifikation, Visualisierung, Archivierung und AS-Kommunikation (= Kommunikation mit dem Automatisierungssystem)

Die Komponente Signalerfassung / -wiedergabe ist für die Aufnahme und Wiedergabe der Sensorsignale zuständig. Je nach Aufnahmehardware können mehrere Kanäle gleichzeitig erfaßt werden. Die Signalerfassung stellt für jeden aufgenommenen Kanal die Aufnahmedaten zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Die aufgenommenen Signale können in verschiedener Weise weiterverarbeitet werden (=Signalverarbeitung). So stehen Methoden zur Verfügung, das aufgenommene Zeitsignal in den Frequenzbereich zu transformieren oder Daten im Zeit- oder Frequenzbereich zu filtern. Es können mehrere Signalverarbeitungsmethoden hintereinandergeschaltet werden, solange die Ergebnisdaten des Vorgängers als Eingangsdaten verwendet werden können.

Unter Merkmalsextraktion versteht man die Berechnung von Merkmalswerten. Ein Merkmal ist definiert durch eine Teilmenge der Ergebnisdaten der Signalverarbeitung, sowie durch eine Berechnungsvorschrift. In dieser Berechnungsvorschrift können verschiedene Statistikfunktionen (z.B. Mittelwert, Varianz etc. ) verwendet und (arithmetisch) kombiniert werden. Ergebnis der Merkmalsberechnung ist ein skalarer Wert. Der

(Schwellwert-)Klassifikator benutzt die berechneten Merkmalswerte, um anhand von merkmalspezifischen Schwellen, die in der Prüfspezifikation angegeben sind, den gemessenen Prüfling in definierte Fehlerklassen einzuteilen. Liegen alle Merkmalswerte innerhalb ihrer Schwellen, wird der Prüfling als gut bewertet. Neben dem Schwellwertklassifikator sind auch andere Klassifikatoren denkbar. Für die Darstellung von Daten ist diese Komponente zuständig. Die darzustellenden Daten werden von den anderen Komponenten, wie z.B. Signalverarbeitung oder Klassifikation geliefert. Der Anwender hat während der AKUT-Projektierung die Möglichkeit, Bereiche zu markieren und sich die aktuellen (meßtechnischen) Werte (Zeit, Frequenz, Amplitude) an der Cursorposition auf dem Bildschirm ausgeben zu lassen.

15

Die Archivierung übernimmt die Speicherung von Meßwerten und Auswertungsergebnissen im laufenden Betrieb. Dabei ist für jedes AKUT-Projekt parametrierbar, welche Elemente protokolliert werden sollen. Die Kommunikationskomponente übernimmt die Kommunikation mit dem angeschlossenen Automatisierungssystem AS. Dabei muß auf der AS-Seite ein Funktionsbaustein aktiv sein, der das Protokoll mit dem AKUT-Rechner unterstützt. Andere Arten der AS-Kommunikation sind prinzipiell möglich (z.B. über MPI oder via ObjectEngine.)

25

Eine weitere des AKUT-Basissystems ist der Automatikbetrieb. Der Automatikbetrieb benötigt eine Prüfspezifikation, die die AKUT-Projektierung erzeugt. In der Prüfspezifikation ist definiert, welche *Objekte* mit welchen *Parametern* in welcher Reihenfolge auszuführen sind. Der Ablauf kann durch ein Kommunikationssignal der AS oder durch den Bediener angehalten werden.

Das *Kalibrieren* ist der Prozeß des Vergleichens des Prüfmittels mit einem Normal. Sie ist Voraussetzung für den Einsatz

35

eines Prüfmittels. Beim *Justieren* werden interne Verstärkungsfaktoren so angepaßt, daß die Abweichung bei der Kalibrierung geringer als ein bestimmter Toleranzwert ist. Justieren und Kalibrieren umfaßt die gesamte Meßkette, insbesondere aber die Sensorik. Beide Vorgänge müssen mindestens bei der Inbetriebnahme durchgeführt werden. Betroffen ist die Meßkette einschließlich Sensoren/ Mikrofone, Signalkonditionierung, Soundkarte, Rechner.

10 Jeder Einsatz eines AKUT-Systems für die Bewertung bestimmter Prüflinge wird durch ein AKUT-Projekt beschrieben, das über die *AKUT-Projektierung* erstellt wird. Die AKUT-Projektierung ermöglicht

- die Konfigurierung aller Hardwarekomponenten des Prüfaufbaus
- die Auswahl der entsprechenden Hardware-Produkte aus einem *Hardwarekatalog*
- die Auswahl und Parametrierung aller für die Signalaufnahme, Signalverarbeitung und der anschließenden Bewertung (Merkmale/Klassifikator) benötigten Softwarekomponenten.

Für jedes AKUT-Projekt wird von der Projektierung eine AKUT-Konfiguration erzeugt und abgespeichert, die alle Beschreibungsdaten eines bestimmten Projektes enthält. Anhand der AKUT-Konfiguration erstellt die Projektierung eine sog. *Prüfspezifikation*, die den Prüfablauf beschreibt und alle für den Prüfablauf notwendigen Informationen enthält. Entsprechend dieser Prüfspezifikation werden im Automatikbetrieb die Zeitsignale erfaßt, ausgewertet und klassifiziert.

30

Über den Projektiervorgang können sowohl neue AKUT-Projekte erstellt, als auch bestehende modifiziert werden.

Die AKUT-Projektierung umfaßt die folgenden Projektierschritte

1. Hardwareprojektierung
2. Aufnehmen/Einspielen typischer Prüflinge
- 5 3. Konfiguration der Analyseverfahren
4. Merkmalsdefinition
5. Einstellen des Klassifikators
6. Parametrierung des Automatikbetriebs

10 Die einzelnen Projektierschritte werden nachfolgend beschrieben. Für eine anschauliche Darstellung der Funktionalität der assistentenunterstützten AKUT-Projektierung anhand des Technikbaukastens für permanenterregte Gleichstrommotoren wurde ein Oberflächendemonstrator entwickelt.

15 Im 1. Projektierschritt, der Hardwareprojektierung müssen für das AKUT-Projekt die Hardwarekomponenten Sensoren Signalkonditionierung, Erfassungsbaugruppe und PC  
projektiert werden (vgl. Fig. 2-4). Für jeden Hardwaretyp (Sensor, Signalkonditionierung, Erfassungsbaugruppe, PC) er-  
20 möglicht die Hardwareprojektierung die Operationen „neue Hardwarekomponente erzeugen“, „Ändern der Eigenschaften“ und „Hardwarekomponente löschen“. Bei der Erzeugung einer neuen Hardwarekomponente wird die neue Hardwarekomponente von der AKUT-Projektierung mit einem eindeutigen symbolischen Namen  
25 versehen, der vom Anwender geändert werden kann. Die Auswahl des realen Hardwareproduktes, die der neuen Hardwarekomponente zugeordnet werden soll, erfolgt über den Hardwarekatalog. Die Hardwarekomponente kann entsprechend den Hardwarever-  
schaltungsmöglichkeiten (Sen-  
30 sor→Signalkonditionierung→Erfassungsbaugruppe→PC) mit evtl. bereits vorhandenen Hardwarekomponenten verbunden werden. Die Auswahl des realen Hardwareproduktes kann geändert werden. Ebenso können einstellbare Hardwareeigenschaften (z.B. Verstärkungsfaktor einer Signalkonditionierung), modifiziert

werden. Mit einer Hardwarekomponente werden immer alle zugehörigen Hardwareversaltungen gelöscht.

- Für jeden Sensor wird ein *Hardwarekanal* erzeugt, der den Weg eines von diesem Sensor aufgenommenen Zeitsignals durch die verschalteten Hardwarekomponenten beschreibt. Der Anwender kann sich die Verschaltungen der einzelnen Kanäle anzeigen lassen. Alle während der Hardwareprojektierung erzeugten Projektierdaten werden in der AKUT-Konfiguration hinterlegt.
- Bei der manuellen Projektierung der Hardware (d.h. ohne Technikbaukasten) muß der Anwender die für seinen Prüfling geeigneten Hardwarekomponenten aus dem Hardwarekatalog selbständig ermitteln und aufeinander abstimmen.
- Um Projektieraufwand zu sparen, kann ein bereits existierendes Projekt in ein neues kopiert werden. Anschließend können die nicht zutreffenden Projektiererteile einzeln geändert werden. Der Hardwarekatalog des AKUT-Basissystems enthält natürlich nur eine Auswahl gängiger, für ein AKUT-System allgemein geeigneter Hardwarekomponenten. Der Anwender hat daher die Möglichkeit, von ihm gewünschte Hardwarekomponenten über einen Editor in den Hardwarekatalog einzubringen (siehe Kapitel 3.5). Es werden nur Komponenten in den HW-Katalog übernommen, für die ein Lieferschein vorhanden ist.
- Der 2. Projektierschritt lautet: Aufnehmen/Einspielen typischer Prüflinge. Als Basis für die spätere Festlegung von Bewertungskriterien werden die Zeitsignale typischer Prüflinge aufgenommen. Um vergleichbare Aufnahmen zu erhalten, werden alle Aufnahmen mit der gleichen, vom Anwender festzulegenden, Aufnahmedauer durchgeführt. Jede Aufnahme eines typischen Prüflings muß vom Anwender mit einer eindeutigen Identifikation versehen und einer *Fehlerklasse* zugeordnet werden. Diese Zuordnung kann auch im nachhinein (z. B. nach Aufnahme aller Prüflinge durchgeführt bzw. geändert werden. Der Anwender hat

die Möglichkeit, neue Fehlerklassen zu definieren. Jedes aufgenommene Signal wird visualisiert, wobei sowohl der angezeigte Kanal als auch die Art der Darstellung (Zeitsignal, FFT (*Fast-Fourier-Transformation*) bzw. FFT-Spektrum mit Standard-Einstellungen) vom Anwender eingestellt werden kann. Der Anwender kann bereits aufgenommene Signale erneut anzeigen lassen bzw. wieder löschen. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, bereits abgespeicherte Aufnahmen (als Wave-Dateien) einzuspielen.

Beim 3. Projektierschritt, der Konfiguration der Analyseverfahren, kann sich der Anwender für jeden *Hardwarekanal* bzw. Sensor ein oder mehrere (parallel und/oder seriell verschaltet) Auswerteverfahren definieren. Für jede Auswertung wird ein eigener *Analysekanal* erzeugt, dessen (eindeutiger) Name vom Anwender vorgegeben wird. Außerdem muß der Anwender für jeden neuen Analysekanal die Herkunft des Signals (*Hardwarekanal/Sensor*) und das Analyseverfahren angeben, mit dem das Zeitsignal bearbeitet werden soll (z.B. FFT-Spektrum). Es können auch mehrere Verfahren hintereinandergeschaltet werden (z.B. Filter, FFT). Die Analyseverfahren sind so zu wählen, daß sie eine geeignete Grundlage für die anschließende Definition der Merkmale bilden (siehe nächster Abschnitt). Der Anwender kann ein eingestelltes Analyseverfahren auf die Aufnahmen seiner typischen Prüflinge anwenden und das Ergebnis grafisch anzeigen lassen. Alle während der Konfiguration der Analyseverfahren erzeugten Projektierdaten werden in der AKUT-Konfiguration hinterlegt.

Im 4. Projektierschritt, der Merkmalsdefinition, können vom Anwender für jeden Analysekanal ein oder mehrere Merkmale festgelegt werden. Jedes Merkmal muß so definiert werden, daß als Berechnungsergebnis ein einfacher Zahlenwert geliefert wird (z.B. Summe der Energien in einem bestimmten Frequenzbereich). Über die Definition von Schwell-

lenwerten für ein bestimmtes Merkmal kann dann eine Klassifikation der Prüflinge erfolgen. Die Definition eines Merkmals erfolgt i.a. grafisch über die Darstellung des analysierten Signals eines typischen Prüflings: Der Anwender selektiert mit der Maus einen bestimmten Bereich innerhalb seines Spektrums und wählt aus dem Pool aller möglichen Prüfelemente-funktionen eine (oder auch mehrere hintereinandergeschaltet) aus. Er kann sich anschließend für dieses Merkmal die Berechnungsergebnisse aller seiner typischen Prüflinge grafisch anzeigen lassen. Alle während der Merkmalsdefinition erzeugten Projektierdaten werden in der AKUT-Konfiguration hinterlegt.

Im 5. Projektierschritt „Einstellen des Klassifikators kann der Anwender sich ein definiertes Merkmal für alle aufgenommener Prüflinge berechnen und das Ergebnis grafisch (als Histogramm) anzeigen lassen (Figur 12). Dabei werden die Prüflinge nach den Fehlerklassen sortiert und optisch unterschieden. Der Anwender kann so gut erkennen, ob ein Merkmal für Prüflinge einer bestimmten Fehlerklasse signifikante Ergebnisse liefert. Zu jedem in der Grafik dargestellten Merkmalswert kann sich der Anwender die entsprechende Aufnahme bzw. die dazugehörigen Prüflingeigenschaften einblenden lassen. Über Mausbedienung kann der Anwender in der Grafik einen unteren und einen oberen Schwellenwert für eine gut/schlecht-Klassifizierung (bzgl. der Fehlerklasse) der Prüflinge definieren.

Sind zu einer Fehlerklasse mehrere Merkmale definiert, so werden diese für eine gut/schlecht-Klassifizierung ODER-verknüpft. Außerdem wird für einen Prüfling eine Gesamtqualität bestimmt, die genau dann das Ergebnis „gut“ liefert, wenn der Prüfling bezüglich aller Fehlerklassen als gut bewertet wurde. Die für ein bestimmtes Merkmal eingestellten Schwellen werden in der AKUT-Konfiguration hinterlegt. Der

Klassifikator trifft im Automatikbetrieb seine Entscheidung mit Hilfe dieser Schwellen.

Für die Steuerung des Automatikbetriebs wird von der Projektierung eine sog. Prüfspezifikation erstellt, die den Prüfablauf beschreibt. Die Erstellung der Prüfspezifikation erfolgt automatisch anhand der in der AKUT-Konfiguration abgelegten Projektierdaten. Die einzelnen Schritte des generierten Prüfablaufes werden dem Anwender aufgelistet.

10 **Prüflingsbeschreibung erfassen:** Die Projektierung mit Assistent setzt voraus, daß im ersten Schritt die mit dem AKUT-Projekt zu diagnostizierenden Prüflinge (z.B. Elektromotor) aus technologischer Sicht beschrieben werden. Dies erfolgt über die Komponente *Prüflingsbeschreibung erfassen* des Technikbaukastens, die anhand ihres Wissens über den prinzipiellen Aufbau eines Objektes ihrer Technologie die notwendigen Daten vom Anwender abfragt. Anhand dieser *technologischen Anwenderdaten* kann der Assistent zusammen mit seinem (technologischen und meßtechnischen) Assistentenwissen Vorschläge für  
15 den Anwender ableiten bzw. diesen bei der Interpretation seiner aufgenommenen Signale unterstützen.

Der **Assistent** unterstützt den Anwender bei der Projektierung eines AKUT-Projektes durch *Assistentenvorschläge* in folgenden  
25 Projektierschritten:

- Hardwareprojektierung
- Aufnahme typischer Prüflinge
- Konfiguration der Analyseverfahren
- 30 • Merkmalsdefinition

In jedem dieser Projektierschritte liefert der Assistent dem Anwender auf Wunsch einen Projektivorschlag, den er aus seinem *Assistentenwissen* und der Beschreibung des Prüflings  
5 (technologische Anwenderdaten) ableitet. Jeder Assistentenvorschlag kann vom Anwender übernommen, modifiziert oder abgelehnt werden. Alternativ kann der Anwender natürlich auch weiterhin eigene Projektivorgaben machen.

Bei der Modifikation eines Assistentenvorschlages ist folgendes zu beachten: Will ein Anwender einen Assistentenvorschlag  
10 modifizieren, so bekommt er zur direkten Auswahl nur solche Elemente angeboten, deren Eigenschaften zum Assistentenvorschlag konform sind (z.B. Komponenten aus dem Hardwarekatalog). Er hat jedoch die Möglichkeit, auf Wunsch auch andere  
15 Elemente auszuwählen. Durch diese Auswahl wird er allerdings dem Assistentenvorschlag widersprechen. Dies hat folgende Konsequenzen:

- Der Anwender bekommt einen Warnhinweis, daß seine Auswahl  
20 zu Inkonsistenzen führen kann.
- Für die weitere Projektierung wird die Auswahl des Anwenders als Grundlage für weitere Assistentenvorschläge herangezogen. Dies kann zur Folge haben, daß der Assistent nur noch eine eingeschränkte Auswahl an bzw. gar keine Vorschläge mehr unterbreiten kann.  
25
- Die vom Anwender gewählte Konfiguration kann zu einer Beeinträchtigung des Automatikbetriebes bzw. der Prüflingsbewertung führen.

30 Der Anwender hat die Möglichkeit, eigene HW-Komponenten über einen Editor im HW-Katalog zu kennzeichnen bzw. diese dort auch einzubringen, falls sie in dem vorliegenden HW-Katalog nicht enthalten sind. Die gekennzeichneten HW-Komponenten

werden im Rahmen der Assistentenvorschläge bevorzugt behandelt.

Der Assistent unterstützt den Anwender außerdem bei der *Interpretation der analysierten Zeitsignale*. Anhand seines  
5 technologischen und meßtechnischen Wissens und der vom Anwender vorgegebenen technologischen Beschreibungsparameter des Prüfobjektes kann er die technologische Bedeutung vorgegebener Parameter (z.B. Frequenzen) ermitteln und dem Anwender anzeigen. Beispiel: Der Anwender markiert mit der Maus in einem FFT-Spektrogramm einen bestimmten Frequenzbereich und erhält vom Assistenten die Information, daß sich in diesem Bereich z.B. ein bestimmtes Vielfaches der Lamellenfrequenz befindet.  
10

Bei den **Daten für den HW-Katalog** handelt es sich um keine eigenständige Komponente, sondern lediglich um die Beschreibung spezieller, für die Technologie des Technikbaukastens besonders geeigneter Hardwareprodukte.  
15

Fig. 5 zeigt den Gesamt Ablauf des AKUT-Systems als Grob Ablauf. Der Gesamt Ablauf des AKUT-Systems spiegelt sich an der Oberfläche wieder. Nach dem Starten 43 des AKUT-Systems muß der Anwender im ersten Schritt 44 ein bestehendes AKUT-Projekt 45 öffnen oder ein neues Projekt 45 anlegen. Damit wird die projektspezifische AKUT-Konfiguration 45 geladen  
20 bzw. eine neue erzeugt. Anschließend kann der Anwender die gewünschte Betriebsart 46,49,55 auswählen, wobei bei einem neuen Projekt nur die Auswahl Projektierbetrieb 46,49 möglich ist. Beendet der Anwender die gewählte Betriebsart, so kann er anschließend entweder eine andere Betriebsart aktivieren  
25 oder durch Schritt 58 das AKUT-Projekt 45 schließen. In der Initialisierungsphase des Automatikbetriebes werden die ausführbaren Objekte des AKUT-Kerns wie in der Prüfspezifikation angegeben erzeugt, initialisiert und in ihrer Ablaufreihenfolge verknüpft. Wird durch Wahl des Betriebsschrittes 52 der  
30

Automatikbetrieb 53 gestartet, werden die Objekte in ihrer Reihenfolge zur Ausführung gebracht, wobei mehrere Objekte parallel abgearbeitet werden können (z.B. für jeden Kanal eine FFT-Berechnung). Nachdem die Ablaufsteuerung gestartet wurde, werden die AKUT-Kern-Objekte in der Reihenfolge des Prüfablaufes ausgeführt. Der Prüfablauf kann entweder einmal oder in einer Schleife ausgeführt werden.

Wählt der Anwender durch Ausführung des Betriebsschrittes 55 den Kalibrierungs- und Justierungsbetrieb 56 aus, muß er zunächst seinen Namen eingeben (Identifikation). Der Anwender kann im Hardwarekatalog aus einer Liste von handelsüblichen Normalen das von ihm eingesetzte auswählen. Er kann diese Liste um eigene Normale mit den Eigenschaften Name, Normwert und Frequenzbereich erweitern. Nach Auswahl eines Normals wird er aufgefordert das Normal an einem Sensor anzubringen. Über die Tastatur startet er dann die Aufnahme (Aufnahmedauer 2s). Das aufgenommene Signal, der Name des Anwenders, das Datum mit Uhrzeit und der, dem Normwert zugeordnete, Meßwert wird gespeichert. Der Meßwert wird zusammen mit der prozentualen Abweichung auf dem Bildschirm ausgegeben. Das Kalibrieren ist im Betriebsschritt 57 damit abgeschlossen. Darüber hinaus hat der Anwender die Option (durch Mausklick) einen neuen Verstärkungsfaktor errechnen zu lassen, der die Meßkette so normiert, daß bei gleicher Aufnahme der angezeigte Meßwert gleich dem Normwert ist. Nach Quittierung wird dieser Verstärkungsfaktor in die *AKUT-Konfiguration* übernommen.

Im Projektierbetrieb 47,49 können sowohl neue AKUT-Projekte erstellt als auch bestehende modifiziert werden.

Die AKUT-Projektierung umfaßt die bereits aufgeführten Projektierschritte. Bei der Erstellung eines neuen AKUT-Projektes müssen die einzelnen Projektierschritte nacheinander durchgeführt werden. Nach jedem Projektierschritt ist al-

lerdings sowohl eine Unterbrechung des Projektierlaufes als auch das Zurückspringen in einen bereits durchgeführten Projektierschritt möglich.

5 Bei der Projektierung ohne Assistenten 47 (Schritt 46) werden in jedem Projektierschritt dem Anwender über die Bedienoberfläche Operationen zur Verfügung gestellt, über die er eine neue AKUT-Konfiguration erstellen und bestehende anzeigen bzw. manipulieren kann. Der Ablauf innerhalb eines Projektierschrittes ergibt sich aus der Auswahl und Abfolge der  
10 einzelnen vom Anwender ausgewählten Operationen. Alle innerhalb eines Projektierschrittes neu erzeugten bzw. modifizierten Projektierdaten werden in der AKUT-Konfiguration abgelegt.

15

Die durch den Schritt 49 aktivierte assistentenunterstützte Projektierung 50 ist in folgenden Projektierschritten möglich:

- Hardwareprojektierung
- 20 • Aufnahme typischer Prüflinge
- Konfiguration der Analyseverfahren
- Merkmalsdefinition

Bei der assistentenunterstützten Projektierung 50 sind sowohl  
25 die Komponenten der AKUT-Projektierung des Basissystems als auch des Technikbaukastens aktiv.

Für alle im Rahmen der Hardwareprojektierung festzulegenden Hardwarekomponenten (Sensor, Signalkonditionierung, Erfas-  
30 sungsbaugruppe, PC) kann sich der Anwender einen Assistentenvorschlag machen lassen. Der Vorschlag der Sensoren wird dabei aus den technologischen Eigenschaften des Prüflings abgeleitet, alle weiteren Hardwarekomponenten müssen auf die ausgewählten Sensoren abgestimmt werden. Jeder Assistentenvor-

schlag kann vom Anwender übernommen, modifiziert oder abgelehnt werden. Ebenso können vom Anwender selbständig Hardwarekomponenten projiziert werden.

- 5 Alle während der Hardwareprojektierung erzeugten Projektierdaten werden in der AKUT-Konfiguration hinterlegt. Der Assistent unterstützt den Anwender durch den Vorschlag von Fehlerklassen, für die zu einem späteren Zeitpunkt der Projektierung geeignete Merkmale vorgeschlagen werden können. Der
- 10 Anwender muß die Aufnahmen seiner typischen Prüflinge, die den jeweiligen Fehlerklassen entsprechen, diesen zuordnen. Der Anwender kann natürlich auch eigene Fehlerklassen hinzufügen.
- 15 Im Rahmen der Projektierung der Analyseverfahren kann sich der Anwender vom Assistenten für die Auswertung der einzelnen Hardwarekanäle geeignete Vorschläge unterbreiten lassen, die dieser aus der technologischen Beschreibung des Prüflings und den Eigenschaften des Kanals ableitet. Der Anwender kann die
- 20 einzelnen vorgeschlagenen Analysekanäle übernehmen, modifizieren (z.B. andere Fensterfunktion für die FFT einstellen) oder ablehnen. In der assistentenunterstützten Projektierung sind natürlich auch weiterhin alle unter dem AKUT-Basissystem beschriebenen Leistungen verfügbar. Alle während der Konfiguration der Analyseverfahren erzeugten Projektierdaten werden
- 25 in der AKUT-Konfiguration hinterlegt.

Bei der assistentenunterstützten Projektierung 47 kann sich der Anwender vom Assistenten für einen bestimmten Analysekanal Merkmale vorschlagen lassen. Jeder Vorschlag ist einer

30 der vom Assistenten bereits vorgeschlagenen Fehlerklassen zugeordnet. Der Anwender kann die einzelnen vorgeschlagenen Merkmale übernehmen, modifizieren (z.B. größeren Frequenzbereich auswählen) oder ablehnen. In der assistentenunterstützten

35 Projektierung sind natürlich auch weiterhin alle unter

dem AKUT-Basissystem beschriebenen Leistungen verfügbar. Alle während der Konfiguration der Analyseverfahren erzeugten Projektierdaten werden in der AKUT-Konfiguration hinterlegt.

5 Der *Hardwarekatalog* (kurz HW-Katalog) umfaßt die Beschreibung einer Auswahl von für AKUT einsetzbaren Hardwarekomponenten vom Typ Sensor, Signalkonditionierung, digitale Erfassungsbaugruppe, PC und Kalibrator. Der Inhalt des Hardwarekatalogs bildet die Grundlage für die Auswahl von Hardwareprodukten im  
10 Rahmen der (manuellen und assistentenunterstützten) Hardwareprojektierung.

Die projektspezifischen Daten werden von der Projektierung für jedes AKUT-Projekt angelegt und umfassen die technologische Beschreibung des Prüflings (nur bei assistentenunterstützter Projektierung) und die gesamte Konfiguration eines  
15 AKUT-Projektes.

Die technologischen Anwenderdaten beschreiben den technologischen Aufbau der in einem AKUT-Projekt zu prüfenden Objekte, z.B. Elektromotoren. Sie sind Teil des Technikbaukastens, die Struktur dieser Daten ist technologieabhängig. Die technologischen Anwenderdaten werden von der Komponente „Prüflingsbeschreibung erfassen“ vom Technikbaukasten erfaßt und stehen  
20 dem Assistenten für die Erstellung seiner Projektierungsvorschläge und für die Interpretation der analysierten Signale zur Verfügung.

Die AKUT-Konfiguration enthält die Gesamtkonfiguration eines  
30 AKUT-Projektes. Sie wird von der Hardware-, Analyse-, Merkmals- und Klassifikatorprojektierung sukzessive erstellt und bildet die Grundlage für den Automatikbetrieb 53.

Für die Realisierung der Komponenten wurde ein objektorientierter Ansatz gewählt. Die einzelnen Objektklassen sind  
35

durch die Verwaltungseinheiten der einzelnen Komponenten des AKUT-Systems festgelegt.

Im Wesentlichen handelt es sich bei den Objekten um

- die *Hardwareobjekte* (Sensor, Signalkonditionierung, ...)
- 5 • die *ablauffähigen Objekte* des Automatikbetriebes (Verfahren zur Signalerfassung und -verarbeitung, Komponenten zur Visualisierung und Archivierung)
- die *Prüflingsbeschreibung* für den Technikbaukasten.
- *interne Objekte* zur Realisierung einer flexiblen Ablaufsteuerung und eines flexiblen Zugriffs auf die unterschiedlichsten Technikbaukästen.

Die einzelnen Objektklassen werden als OLE-Automationsobjekte (= Object Linking & Embedding) realisiert.

15

Fig. 6 zeigt die Softwarestruktur des AKUT-Basissystems. Das AKUT-Basissystem besteht aus folgenden Softwarekomponenten: Hardware-Katalog 39, Hardware-Objekte 34, Projektierablaufsteuerung 37, Automatikbetrieb 35, Kalibrieren und Justieren 20 36, AKUT-Kern-Objekt 33, allgemeine AKUT-Hardware 40 und anwenderspezifische Hardware 41.

Jede Softwarekomponente bildet dabei eine mit einer definierten Schnittstelle versehene abgeschlossene Implementierungseinheit. Die als OLE-Objekte realisierten Softwarekomponenten 25 33, 34 zeichnen sich dadurch aus, daß sie für unterschiedliche „Objektbenutzer“ verschiedene Schnittstellen (dargestellt durch das Symbol „-o“) anbieten. Dadurch wird z.B. erreicht, daß sich Objekte unterschiedlicher Klassen (z.B. alle ablauffähigen Objekte) für einen bestimmten Benutzer (z.B. den Automatikbetrieb) mit einer einheitlichen Schnittstelle präsentieren können, während sie für andere Benutzer, z.B. die 30 AKUT-Projektierung, eine andere, nicht einheitliche, Schnittstelle (Dispatch-Interface) besitzen. Die einzelnen Software-

komponenten des AKUT-Basissystems werden nachfolgend beschrieben.

Fig. 7 zeigt den Schnittstellenaufbau eines AKUT-Kern-Objekts  
5 42. Der AKUT-Kern 42 besteht aus einer Sammlung von OLE-  
Automationsobjekten, die von der AKUT-Projektierung und vom  
Automatikbetrieb angesprochen werden können. Diese OLE-  
Objekte sind mit unterschiedlichen OLE-Schnittstellen 58, 59,  
60 (Interfaces) ausgestattet, über die sie angesprochen wer-  
10 den können. Neben dem Dispatch-Interface 58, welches ein das  
von Objekt zu Objekt variierendes Standardinterface von OLE-  
Objekten darstellt, gibt es noch weitere, die für die jewei-  
lige Aufgabe standardisiert sind. So existiert für jedes  
AKUT-Kern-Objekt 42 ein einheitliches Automatikbetrieb-  
15 Interface 60 für den Automatikbetrieb, sowie ein Projektie-  
rungs-Interface 59 für die AKUT-Projektierung. Das hat den  
Vorteil, daß die benutzende Applikation nichts von dem Objekt  
selber wissen muß, sondern jedes Objekt gleich ansprechen  
kann.

20

Im Automatikbetrieb übernimmt die Ablaufsteuerung das  
Ausführen und Synchronisieren der einzelnen Prüfschritte. Die  
Ablaufsteuerung ist dabei ebenfalls ein AKUT-Kern-, also OLE-  
Objekt. Damit Prüfschritte parallel ausgeführt werden können,  
25 wird jedes OLE-Objekt in einem eigenen Thread aufgerufen. Die  
Synchronisation der Prüfschritte wird über Events gesteuert.

Die AKUT-Projektierung umfaßt folgende Softwarekomponenten:

- „Projektierablauf steuern“: steuert den Projektierablauf  
30 und die Kommunikation mit dem Anwender über die Bedien-  
oberfläche
- *Hardwareobjekte*: beschreiben die Hardwarekonfiguration ei-  
nes AKUT-Projektes. Diese Objekte werden im Automatikbe-  
trieb nicht benutzt, sind also nicht ablauffähig und daher  
35 nicht im AKUT-Kern enthalten.

Die Softwarekomponente „*Projektierablauf steuern*“ bildet das Rahmenprogramm der AKUT-Projektierung und übernimmt folgende Aufgaben:

- 5 • Bedienoberfläche
- Steuerung und Abwicklung der Projektiervorgangs
- Ansprechen der Hardwareobjekte und Objekte des AKUT-Kerns.

Die *Hardwareobjekte* sind wie die Objekte des AKUT-Kerns OLE-Objekte, die die einzelnen Hardwarekomponenten eines AKUT-  
10 Systems repräsentieren. Sie stellen den *anderen Komponenten der AKUT-Projektierung* bzw. des *Technikbaukastens* folgende Schnittstellen zur Verfügung:

- *Dispatch-Interface*: Eigenschaften des Objektes können erfragt/gesetzt werden
- 15 • *Projektierungsschnittstelle*: Bereitstellen projektierungsspezifischer Methoden

Der Technikbaukasten bietet dem Anwender die Möglichkeit, sein AKUT-Projekt mit Hilfe eines Assistenten zu projektieren.  
20 Der Assistent muß dazu sowohl über technologieabhängiges Spezialwissen als auch über meßtechnisches und analytisches Basiswissen verfügen. Dieses Wissen bildet die Basis für die Erstellung von Projektierungsvorschläge bzw. die Interpretation der verarbeiteten Signale durch den Assistenten.

25 Nachfolgend wird die generelle Bauweise eines Technikbaukastens beschreiben.

Grundlage für das Assistentenwissen eines Technikbaukastens bildet die technologieabhängige Wissensbasis, die das, für  
30 den Einsatz eines AKUT-Systems in einer bestimmten Technologie relevante, technologische Wissen in einer umgangssprachlichen Form enthält. Aus diesem Wissen werden die *technologischen Regeln* abgeleitet, die zusammen mit dem für jeden Tech-

nikbaukasten gültigen *meßtechnischen* (Hardware, Signalauswertung) *Wissen* das sog. *Assistentenwissen* bilden.

Das meßtechnische bzw. Hardwarewissen ist technologieunabhängig und größtenteils bereits in den entsprechenden Hardwareobjekten und Objekten des AKUT-Kerns (Analyseverfahren, Prüfelemente) enthalten. Der Assistent kann auf dieses Wissen zurückgreifen. Lediglich die (allgemeingültigen) Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Hardwarekomponenten, die für die Erstellung einer konsistenten Hardwarekonfiguration relevant sind, sind im Assistenten hinterlegt.

Das technologische Wissen muß für jeden Technikbaukasten neu erstellt und u.U. für spezielle Anwendungen auch zusätzlich erweitert werden können. Die Regeln, die sich aus dem technologischen Wissen ableiten, werden deshalb in einer spezifischen Regelsprache formuliert, die vom Technikbaukasten interpretiert werden kann. Über die technologischen Regeln können die Attribute aller Hardware- und AKUT-Kern-Objekte logisch und/oder arithmetisch verknüpft werden. Die technologischen Regeln können wie folgt klassifiziert werden:

Anforderung an Regel	Regel	Ergebnis der Regel
Vorschlag für Objekte	Selektion von Vorschlägen anhand von Objekteigenschaften	Liste von Objekten - Typ - Anzahl
Vorschlag für Objektparametrierung	logische/arithmetische Verknüpfung von Objekteigenschaften	Werte für Objekteigenschaften
technologische Interpretation meßtechnischer Größen	arithmetische Verknüpfung von Objekteigenschaften	Skalare, Text

- Fig. 7 zeigt die Softwarekomponenten des Technikbaukastens 61 und das Zusammenspiel mit den Komponenten der AKUT-Projektierung 38. Dabei sind die einzelnen Komponenten der AKUT-Projektierung mit den bereits im Zusammenhang mit Fig. 6 verwendeten Bezugszeichen versehen. Der Technikbaukasten 61 besteht aus den Softwarekomponenten: Assistent 62, technologische Hardwarekomponente 63, Regelinterpretierer 64, technologische Regeln 65 und Prüfling 66.
- Die einzelnen Komponenten werden nachfolgend beschrieben. Der Assistent 62 bietet der AKUT-Projektierung 38 die Möglichkeit, zum einen Projektierungsvorschläge für einen bestimmten AKUT-Objekttyp (z.B. Sensoren, Signalauswerteverfahren, ...) abzurufen und zum anderen Parameter eines analysierten Zeitsignals interpretieren zu lassen. Da die AKUT-Projektierung 38 die Assistenten 62 beliebiger Technikbaukästen 61 ansprechen können muß, stellen die Assistenten 62 aller Technikbaukästen 61 ein einheitliches Interface zur Verfügung.
- Der Assistent 62 stellt über das Interface für die Projektierungsvorschläge folgende Leistungen zur Verfügung:
- Erstellung eines Projektierungsvorschlags für eine bestimmte Hardwarekomponente (Sensor, Signalkonditionierung, Erfassungsbaugruppe und PC)
  - Erstellung eines Projektierungsvorschlags für die Auswerteverfahren (genauer: Analysekanäle), Merkmale und Klassifikatoren.
- Als Ergebnis übergibt der Assistent 62 der AKUT-Projektierung 38 eine Liste der vorgeschlagenen Objekte (genauer der entsprechenden Objektidentifikationen).
- Für die Interpretation der analysierten Zeitsignale bietet der Assistent 62 folgende Leistungen:

- für bestimmte Parameter (Zeit, Frequenz, etc.) liefert er typische Größen (z.B. Lamellenfrequenz, Drehfrequente, etc.).
- vorgegebene Parameterwerte werden in Abhängigkeit solcher Größen dargestellt (z.B. Frequenz als Vielfaches der Lamellenfrequenz).

Der Assistent 62 bildet jede Anforderung auf eine (oder mehrere) technologische Regeln ab, die er über Schlüsselbegriffe auswählt. Er wird dabei durch den technologieunabhängigen Regelinterpretierer unterstützt, der eine Regel über den Schlüsselbegriff identifizieren und anschließend interpretieren kann. Dabei beschafft sich der Regelinterpretierer selbständig alle für die Abarbeitung der Regeln notwendigen Werte aus der technologiespezifischen Beschreibung des - als OLE-Objekt realisierten -Prüflings 66, den Hardwareobjekten und den Objekten des AKUT-Kerns.

Die funktionalen Komponenten des AKUT-Basissystems 38, 61 spiegeln sich in den entsprechenden Softwarekomponenten wieder.

Die funktionalen Komponenten des Technikbaukastens können auf dessen SW-Komponenten folgendermaßen abgebildet werden: Funktionale Komponente	Softwarekomponente
Prüflingsbeschreibung erfassen	OLE-Objekt Prüfling
Assistentenvorschläge / Interpretation	Assistent
Assistentenwissen	Regelinterpretierer / technologische Regeln

Das AKUT-System erfüllt bzgl. Dynamik und Erweiterbarkeit folgende Anforderungen:

- Der Automatikbetrieb muß die unterschiedlichsten Prüfabläufe, die über die AKUT-Projektierung erstellt werden, steuern können.
- Das AKUT-Basissystem muß mit unterschiedlichen Technikbaukästen ablauffähig sein, ohne daß dafür eine besondere Konfigurierung notwendig ist.
- Das AKUT-Basissystem muß um (anwenderspezifische) Verfahren zur Signalverarbeitung erweiterbar sein.
- Die Technikbaukästen müssen um anwenderspezifisches technologisches Wissen erweitert werden können.
- Alle Erweiterungen müssen ohne Rückwirkungen auf das bereits bestehende AKUT-System möglich sein.

Für die Modifikation des Inhaltes des Hardwarekataloges steht ein maskenorientierter Editor zur Verfügung. Die Funktionen des Systemkerns sind über OLE-Automationsobjekte ansprechbar.

Die Fig. 9 - 22 zeigen jeweils beispielhafte Eingabe- und Anzeigemasken eines akustischen Prüf- und Projektierungssystems, wie es im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 8 erläutert wurde.

Im einzelnen zeigt Fig. 9 beispielhafte erste Eingabemasken 67,68,69 zur Festlegung des Namens und des Abspeicherpfades zur Projektierung eines neuen Prüflings. Die Aktivierung dieser Eingabemasken ist bei Erstellen eines neuen Akut-Projektes erforderlich.

FIG 10 zeigt beispielhafte zweite Eingabemasken 70,71 zur Projektierung eines neuen Prüflings mit entsprechender Meßanordnung, sogenannte Akut-Projekt-Masken.

FIG 11 zeigt beispielhafte dritte Eingabemasken 72,73 zur weiteren Projektierung eines neuen Prüflings mit entsprechen-

der Meßanordnung unter Anwendung einer assistentenunterstützten Projektierung mit Auswahl von Hardwarekomponenten aus dem sogenannte Technikbaukasten.

5 FIG 12 zeigt beispielhafte vierte Eingabemasken 74,75 zur Projektierung der technischen Eigenschaften des Prüflings, der sogenannten Prüflingsbeschreibung.

FIG 13 zeigt beispielhafte fünfte Eingabemasken 76,77 zur  
10 Auswahl von akustischen Sensoren für den Prüfling, wobei sogenannte Assistentenvorschläge für Sensoren verwendet werden.

FIG 14 zeigt eine sechste Eingabemaske 78 zur Eingabe von neuen akustischen Sensoren. Dabei werden neue Sensoren in die  
15 bereits bestehende Sammlung an Sensoren eingefügt.

FIG 15 zeigt beispielhafte siebte Eingabemasken 79,80,81 zur Anzeige der technischen Eigenschaften von akustischen Sensoren. Hierdurch wird die Auswahl eines Sensors aus dem HW-  
20 Katalog unterstützt.

FIG 16 zeigt eine achte Eingabemaske 82 zum Start einer akustischen Prüfung, d.h. einer Musteraufnahme in Form einer Aufnahme typischer Prüflinge.  
25

FIG 17 zeigt beispielhafte neunte Eingabemasken 83,84 zur Beobachtung einer akustischen Prüfung beispielsweise im Zusammenhang mit einer neuen Aufnahme.

30 FIG 18 zeigt beispielhafte zehnte Eingabemasken 85,86 zur Darstellung des Ergebnisses einer akustischen Prüfung in Form einer Aufnahme-Maske, d.h. einer Darstellung der aufgenommenen akustischen Signale.

FIG 19 zeigt eine elfte Eingabemaske 87 zur Auswahl und Projektierung des akustischen Analyseverfahrens zur Auswertung der Ergebnisses einer akustischen Prüfung. Dabei geht es um eine Festlegung der Auswerteverfahren, d.h. der Analysekanäle und der Prüfmerkmale.

FIG 20 zeigt beispielhafte zwölfte Eingabemasken 88,89 zur weiteren Projektierung des akustischen Analyseverfahrens, d.h. zur Einstellung der Schwellen für Prüfmerkmale.

10

FIG 21 zeigt beispielhafte dreizehnte Eingabemasken 90,91,92 zur Generierung der Parameter für eine automatische akustischen Prüfung. Ziel ist dabei eine Parametrierung des Automatikbetriebes zur Generierung einer Prüfspezifikationen.

15

FIG 22 zeigt eine vierzehnte Eingabemaske zur Anzeige der technischen Eigenschaften von Sensoren, den sogenannten AKUT-Hardware-Katalog Manager oder HW-Editor.

20 Zusammenfassend betrifft die Erfindung somit ein System und ein Verfahren zur Projektierung und zur Durchführung von Prüfabläufen. Das System besteht aus einem Hardwarekatalog 2, in dem für das System relevante Hardwareobjekte 2a..2d als Abbild realer Hardwarekomponenten (z.B. Kalibratoren, Sensoren, Signalkonditionierungen, Signalerfassungsbaugruppen, Aktuatoren) gespeichert sind, und aus ablauffähigen Objekten 25 3a..3d (z.B. Signalerfassung- und Verarbeitung, Visualisierung, Archivierung) zur Projektierung und/oder Prüfung eines aus den Hardwareobjekten und/oder aus den ablauffähigen Objekten gebildeten Meßaufbaus. Die Hardwareobjekte 2a..2d und die ablauffähigen Objekte 3a..3d weisen mindestens eine vorgebbare Schnittstelle 17..21 auf, die zur Verschaltung der Hardwareobjekte 2a..2d und/oder der ablauffähigen Objekte 3a..3d vorgesehen ist. Durch die Abbildung der Meßhardwarekomponenten und Prüfalgorithmen als Softwareobjekte, entsteht

30  
35

ein Prüfwerkzeug, mit dem durchgehend und komplett projek-  
tiert werden kann. Da die Projektierungsdaten sofort einsetz-  
bar und ablauffähig sind, können Hardwareobjekte sowie Si-  
gnalverarbeitungsverfahren einfach miteinander verbunden und  
5 flexibel geändert werden. Ein ansonsten erforderliches Kompil-  
lieren entfällt, wodurch Prüfabläufe einfach angepaßt werden  
können.

## Patentansprüche

1. System zur Projektierung (5a) und Durchführung von Prüfabläufen (5b) mit einem Hardwarekatalog (1), in dem für das System relevante Hardwareobjekte (2) als Abbild realer Hardwarekomponenten gespeichert sind, und mit Prüfablaufobjekten (3) als Abbild von Signalverarbeitungsalgorithmen und mit einer Verarbeitungsvorrichtung (4) zur Verschaltung der Hardwareobjekte (2) und der Prüfablaufobjekte (3) zu einem Prüfaufbau (5) und zur Durchführung der Prüfabläufe, wobei die Hardwareobjekte (2) und die Prüfablaufobjekte (3) mindestens eine vorgebbare Schnittstelle (17..21) aufweisen, die zur Verschaltung der Hardwareobjekte (2) und/oder der Prüfablaufobjekte (3) vorgesehen ist.
- 15 2. System nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Hardwareobjekte (2) und die Prüfablaufobjekte (3) als OLE-Objekte ausgebildet sind.
- 20 3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Hardwareobjekte (2) und die Prüfablaufobjekte (3) eine erste Schnittstelle (17, 19) zur Projektierung der Hardwareobjekte (2) und der Prüfablaufobjekte (3) und eine zweite Schnittstelle (18, 20) für einen Automatikbetrieb aufweisen, wobei im Automatikbetrieb eine Steuervorrichtung zur Ausführung und Synchronisation des Prüfablaufs (5b) vorgesehen ist.
- 25 4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Hardwareobjekte (2) und die Prüfablaufobjekte (3) Informationsdaten zu ihrer Funktion aufweisen.
- 30

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das System zur Erfassung und Auswertung von vibroakusti-  
schen, technischen Kennwerten von technischen Objekten, ins-  
5 besondere von Elektromotoren vorgesehen ist.

6. Verfahren zur Projektierung (5a) und Durchführung von  
Prüfabläufen (5b), bei dem in einem Hardwarekatalog (1) für  
das System relevante Hardwareobjekte (2) als Abbild realer  
Hardwarekomponenten und Prüfablaufobjekte (3) als Abbild von  
10 Signalverarbeitungsalgorithmen gespeichert werden, bei dem  
die Hardwareobjekte (2) und die Prüfablaufobjekte (3) zu ei-  
nem Prüfaufbau (5) miteinander verschaltet werden und bei dem  
der Prüfablauf über eine vorgebbare Schnittstelle (17..21)  
der Hardwareobjekte (2) und der Prüfablaufobjekte (3) mit zu-  
15 geordneten Funktionen durchgeführt.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Hardwareobjekte (2) und die Prüfablaufobjekte (3) als  
20 OLE-Objekte realisiert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß in einem Automatikbetrieb die Hardwareobjekte (2) und die  
25 Prüfablaufobjekte (3) über eine zweite Schnittstelle (18, 20)  
miteinander verbunden sind, wobei im Automatikbetrieb vorgeb-  
bare Parameter der Hardwareobjekte (2) und der Prüfablaufob-  
jekte (3) für eine Projektierung und/odeer einen Prüfablauf  
zugrunde gelegt werden.

30

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß Verfahren einen Kalibrierungsschritt, in dem ein Ver-  
gleich eines Eingangssignals einer Hardwarekomponente (2),

insbesondere eines Sensors mit einem vorgebbaren Normalwert erfolgt, sowie einen Justierungsschritt aufweist, in dem veränderbare Faktoren einer Hardwarekomponente (2) oder eines Prüfobjekts (3) an einen vorgebbaren Toleranzwert angepaßt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Verfahren zur Erfassung und Auswertung von vibroakustischen, technischen Kennwerten von technischen Objekten,  
insbesondere von Elektromotoren verwendet wird.

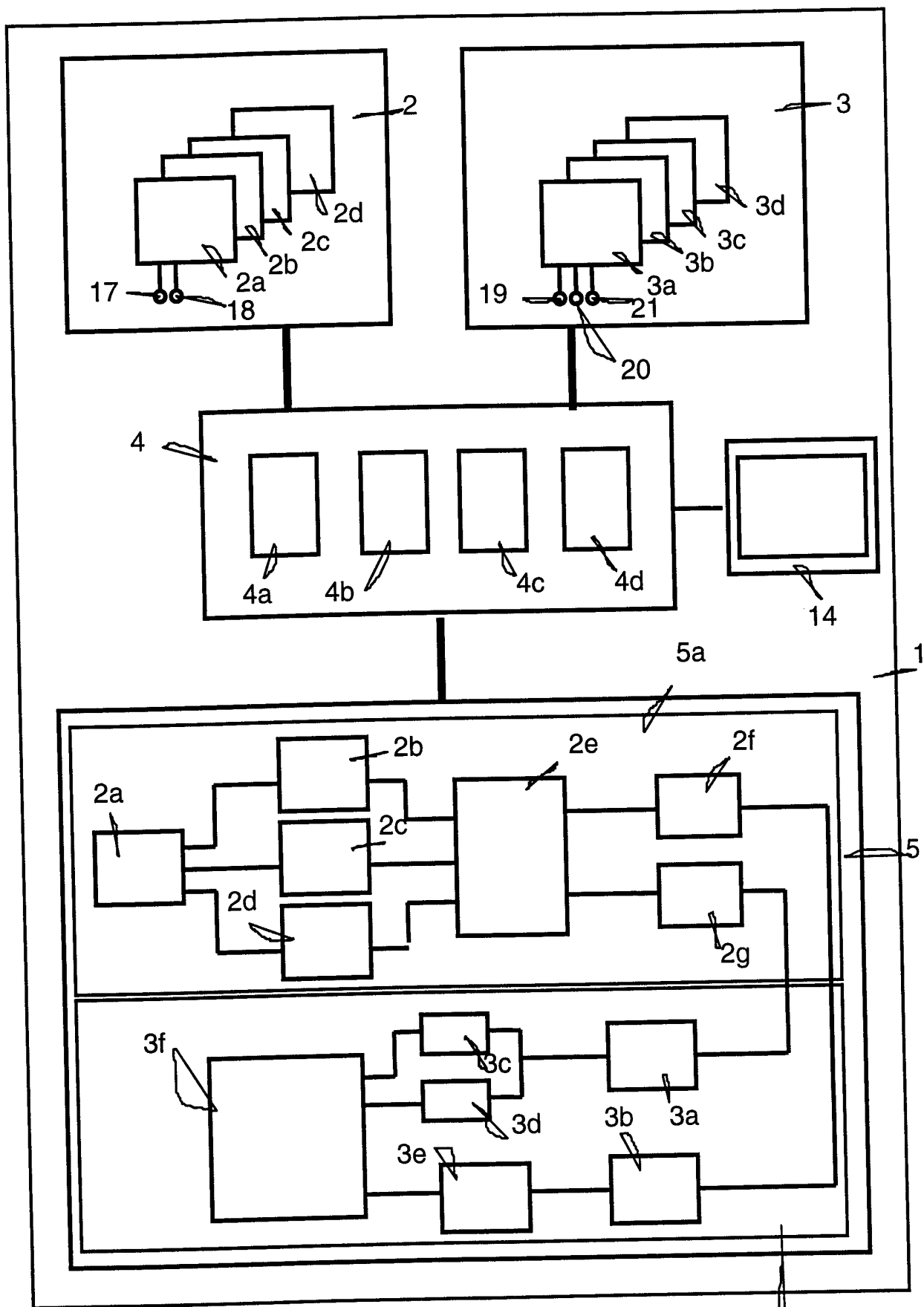


Fig. 1

5b

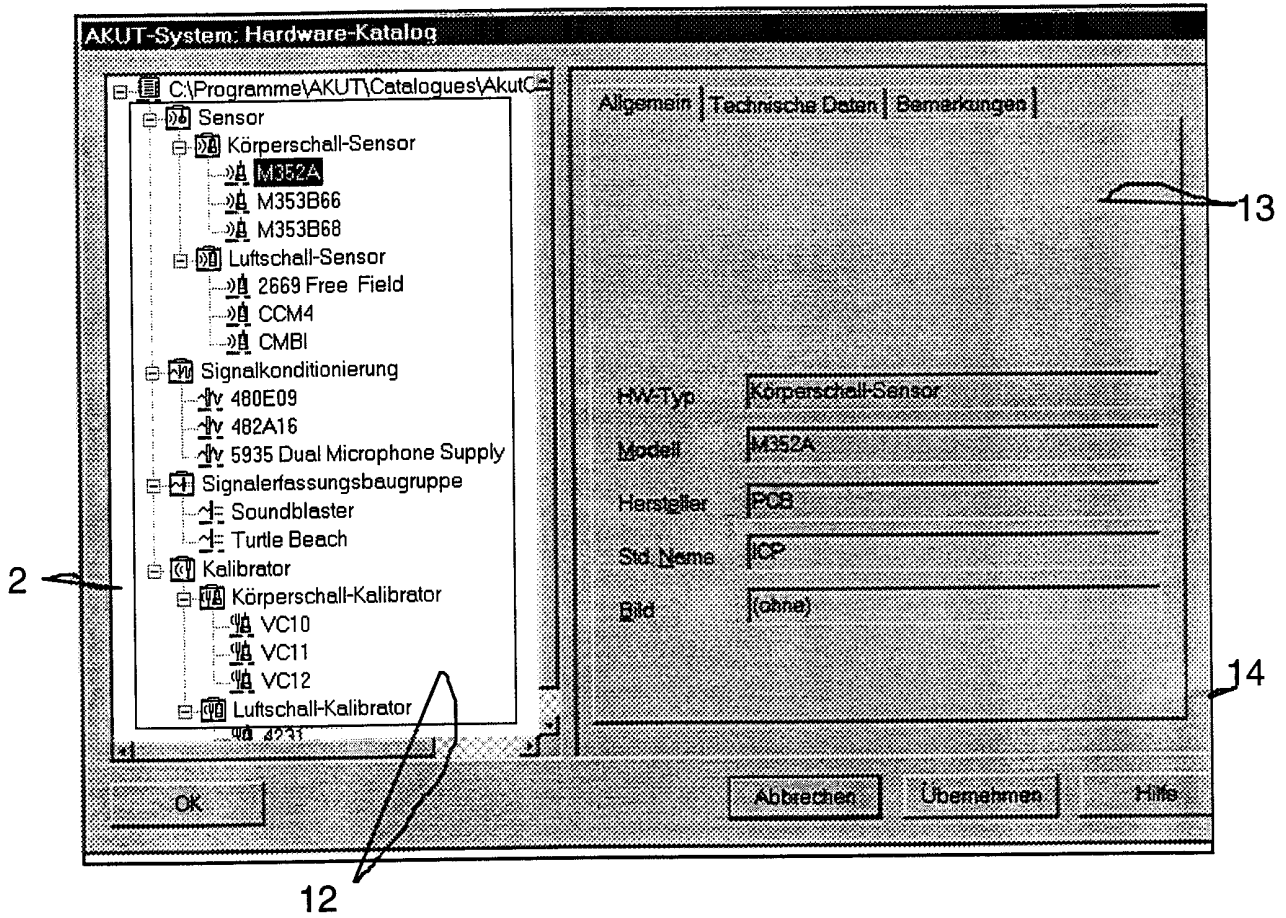


Fig. 2

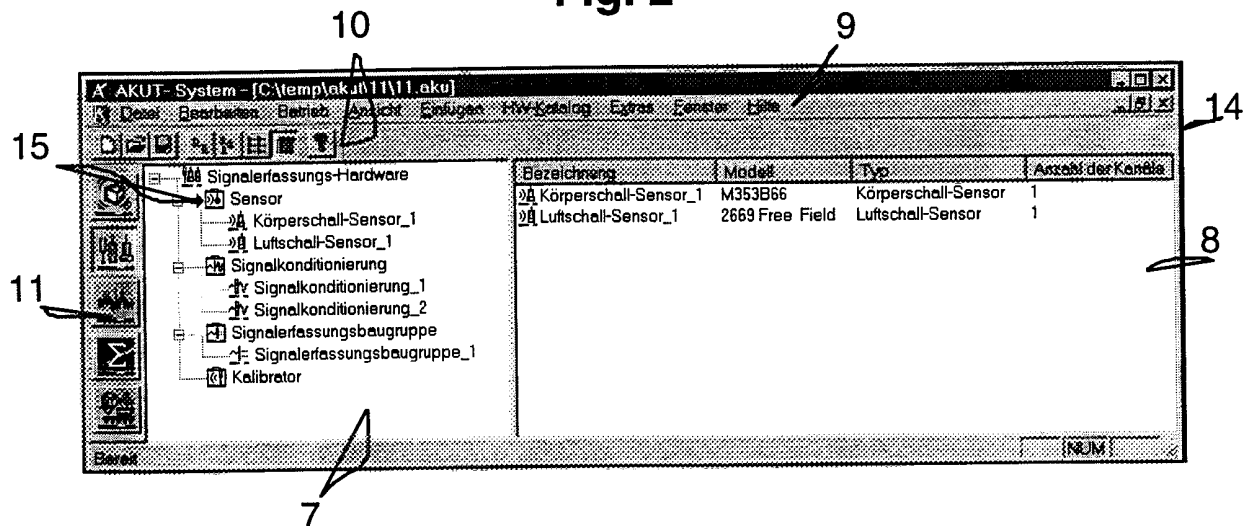


Fig. 3

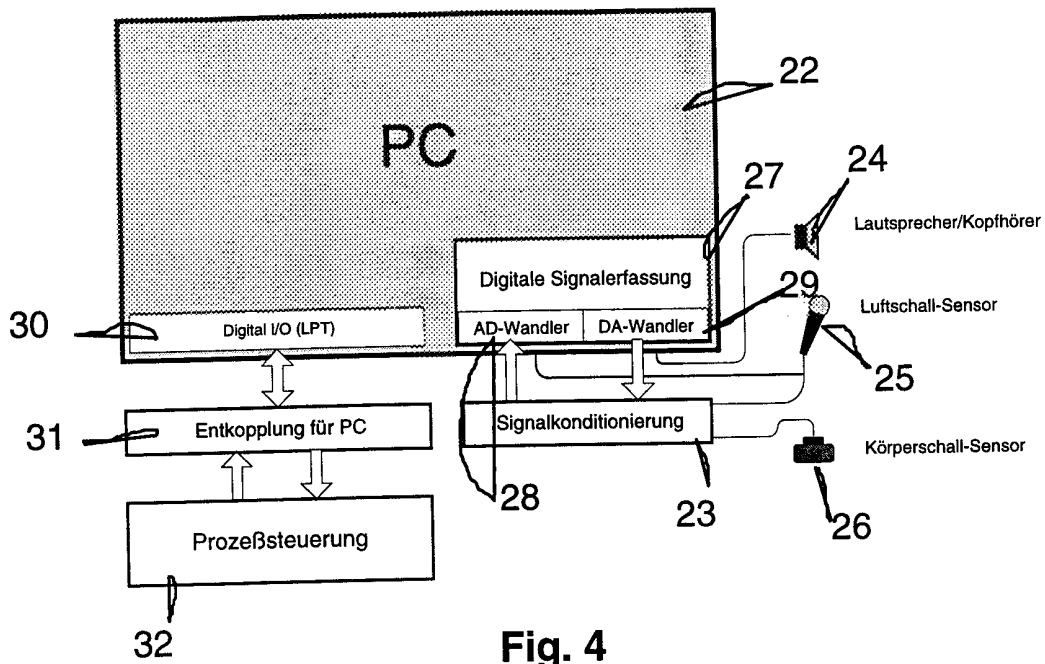


Fig. 4

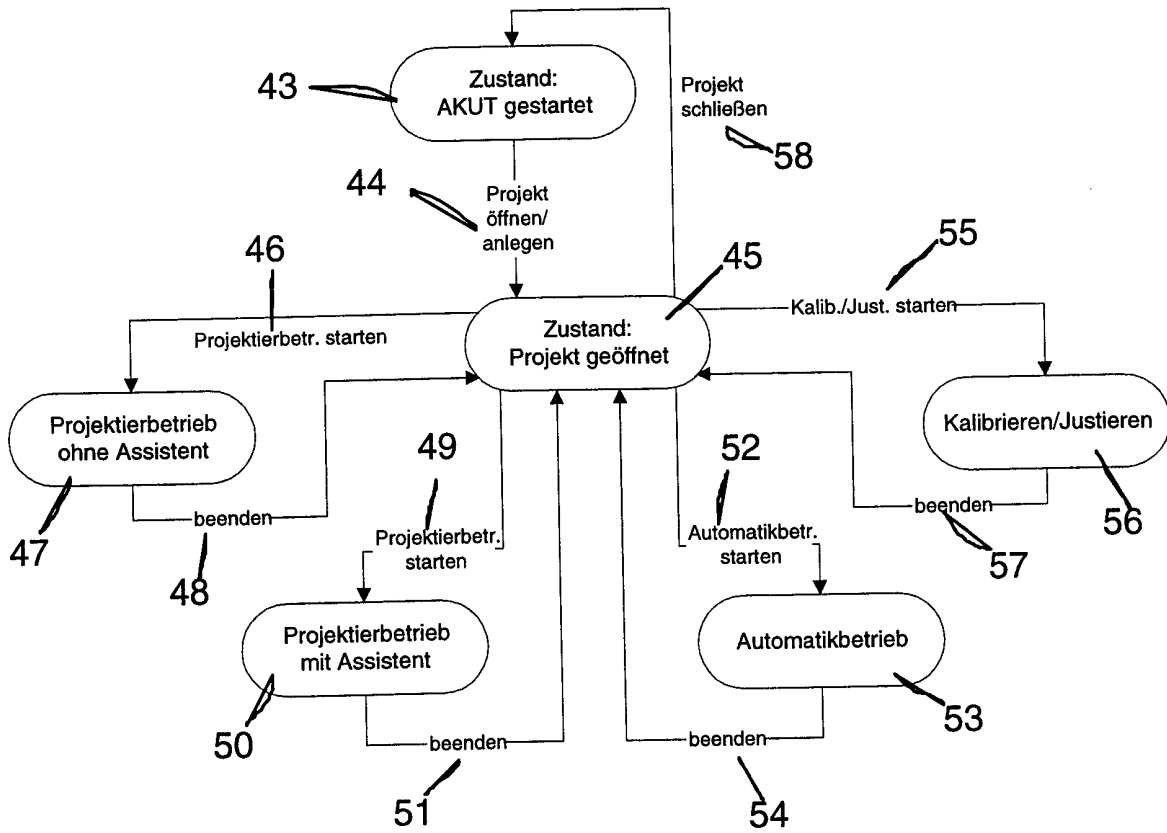


Fig. 5

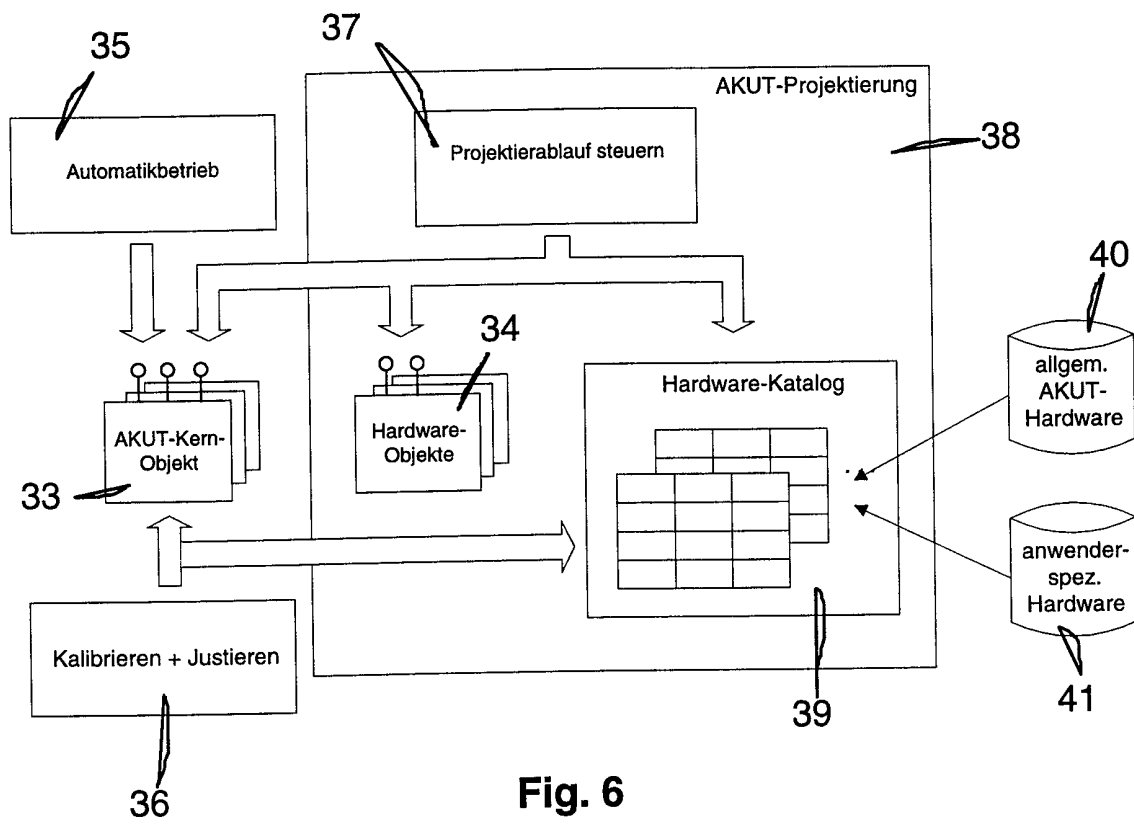


Fig. 6

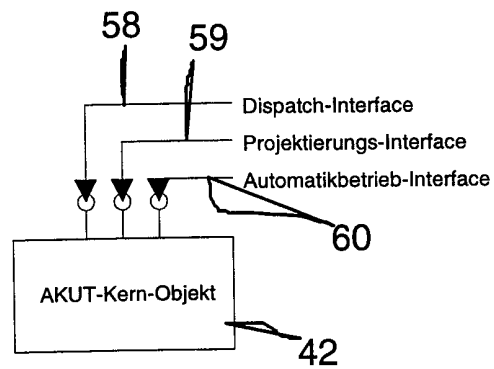


Fig. 7

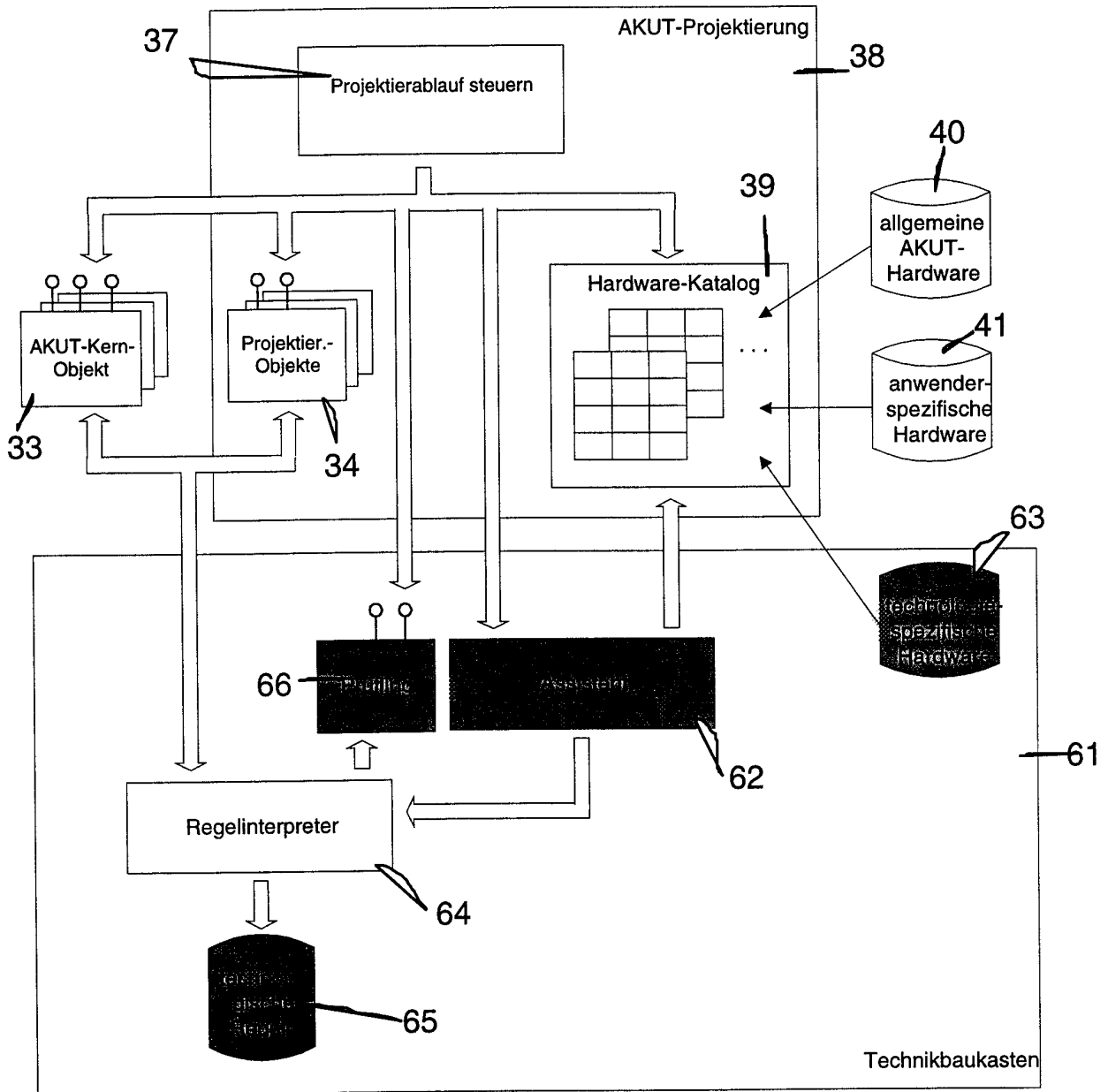


Fig. 8

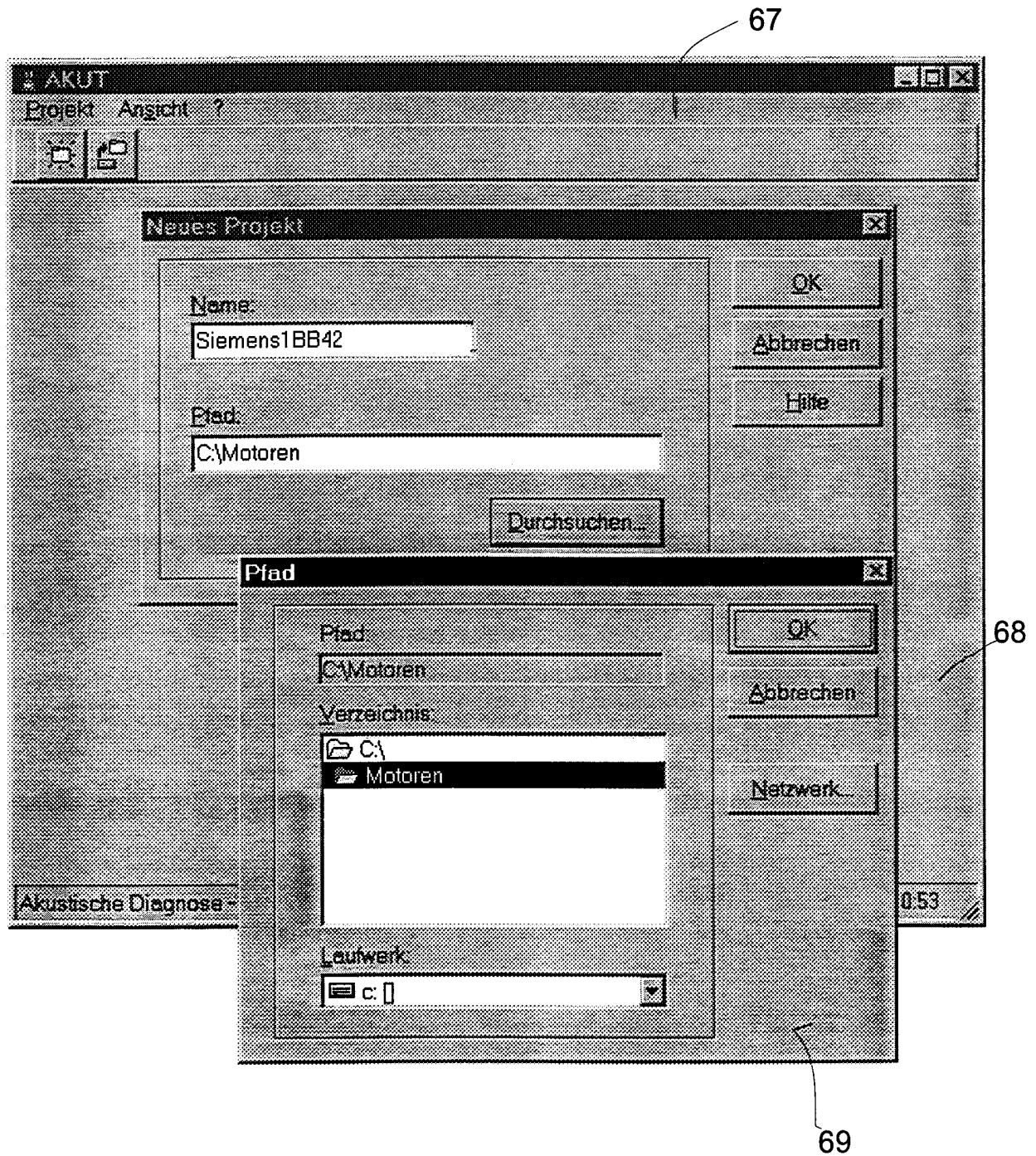


Fig. 9

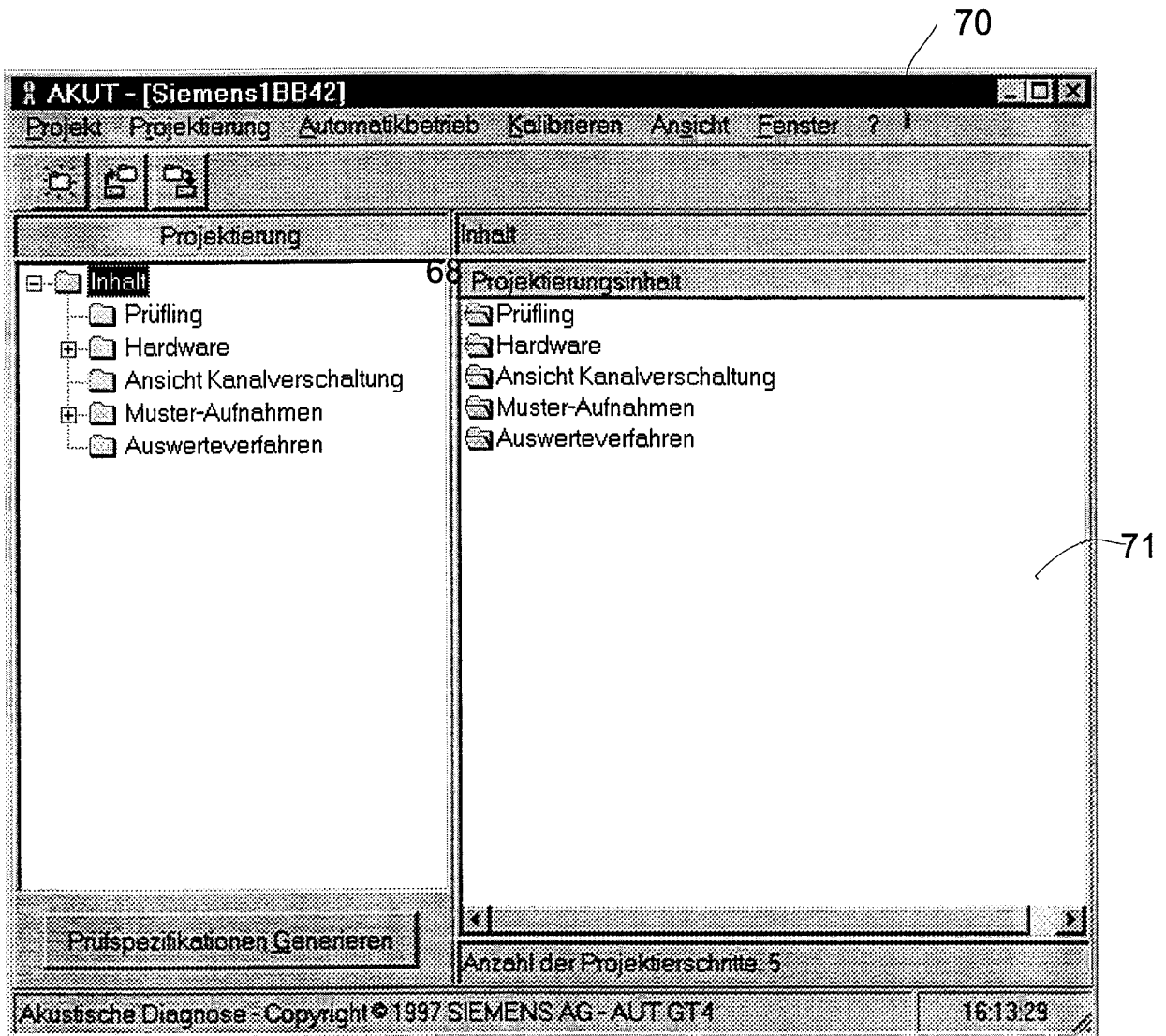


Fig. 10

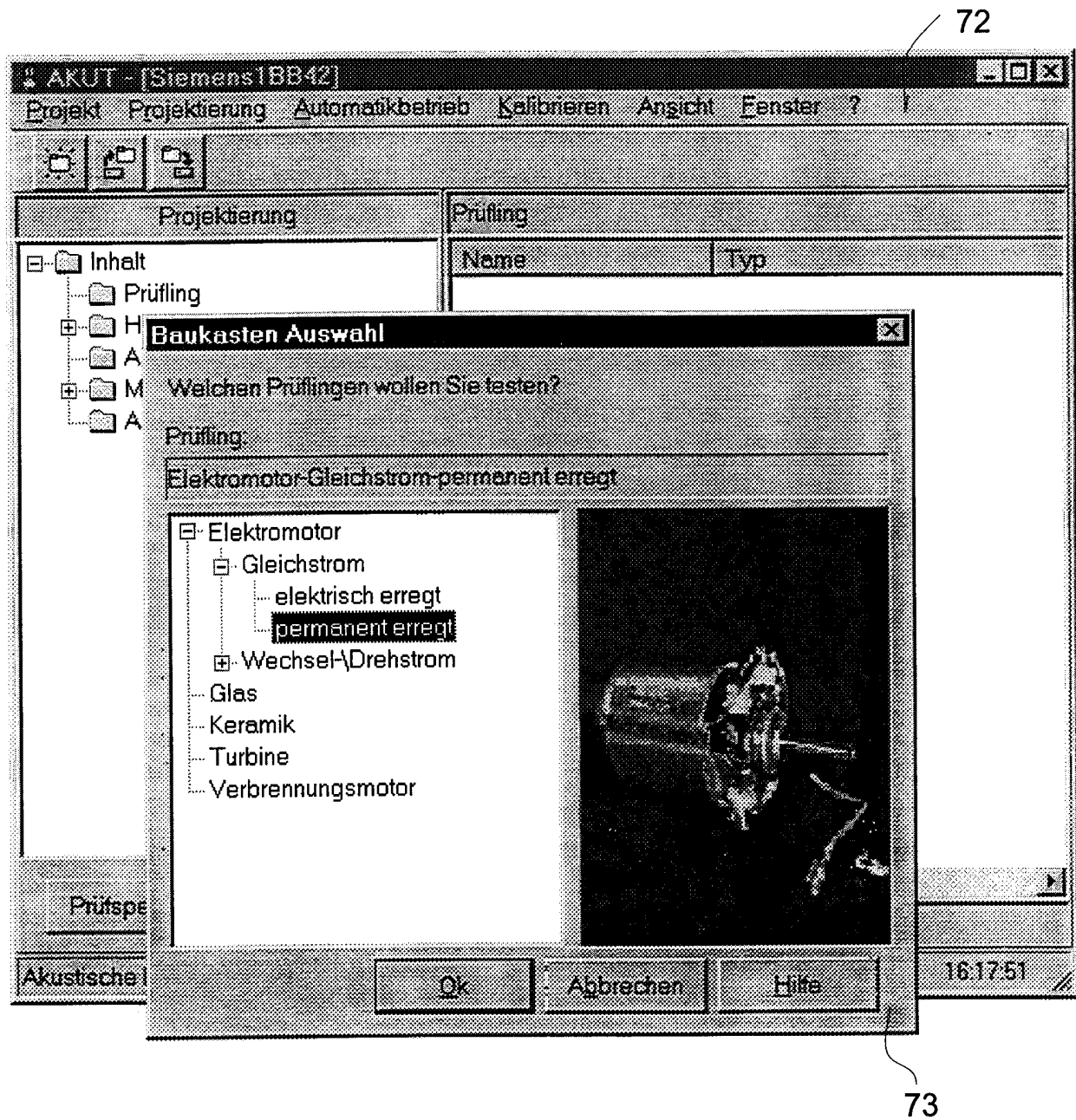


Fig. 11

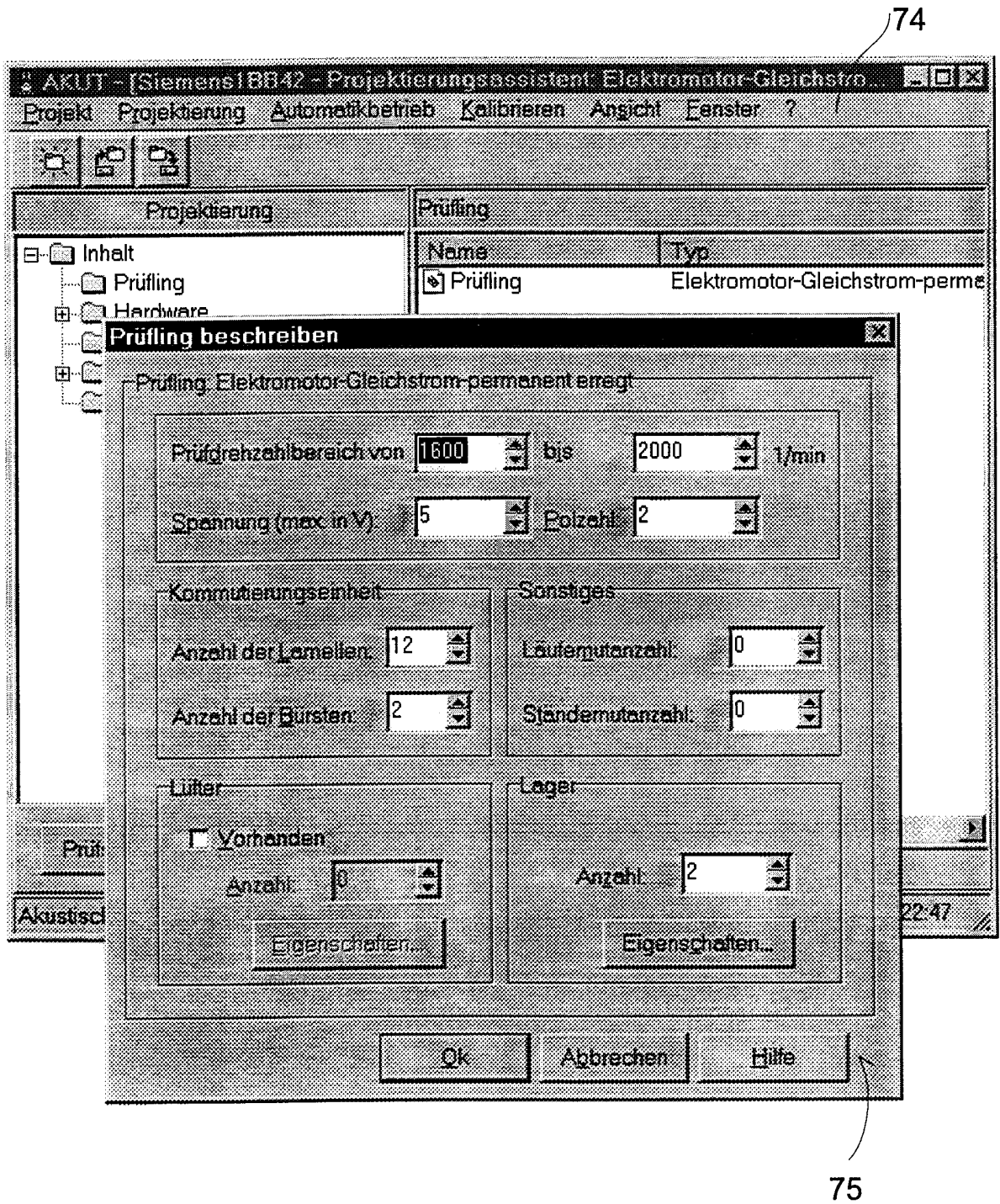


Fig. 12

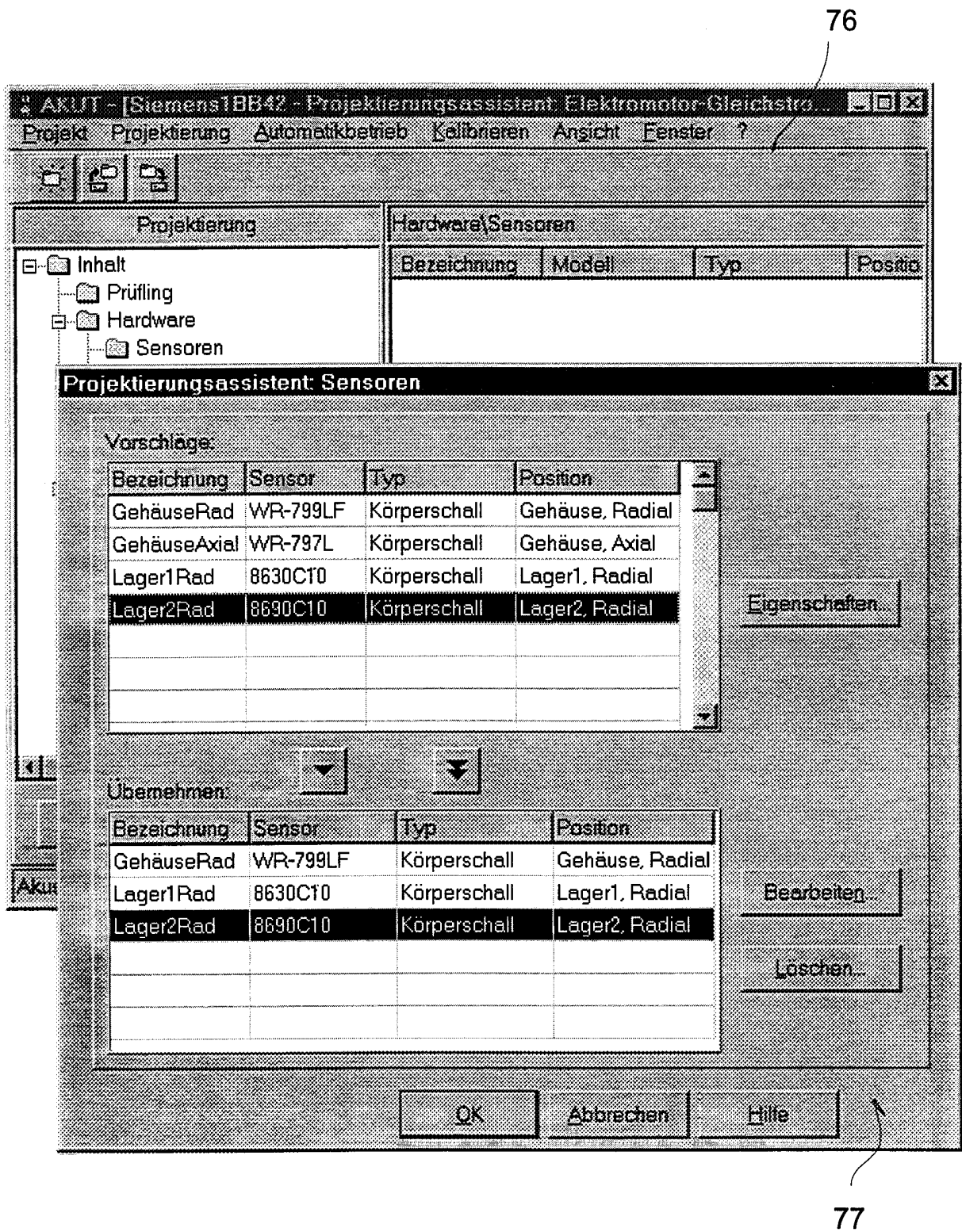


Fig. 13

78

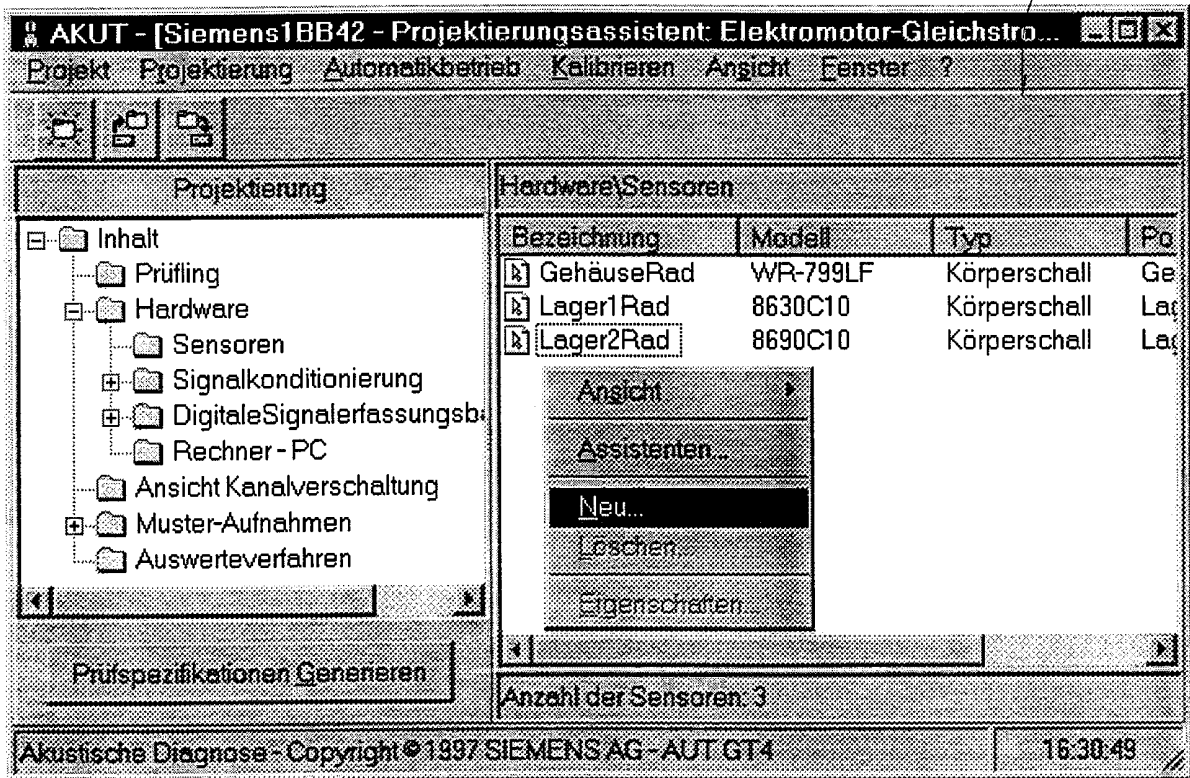


Fig. 14

79

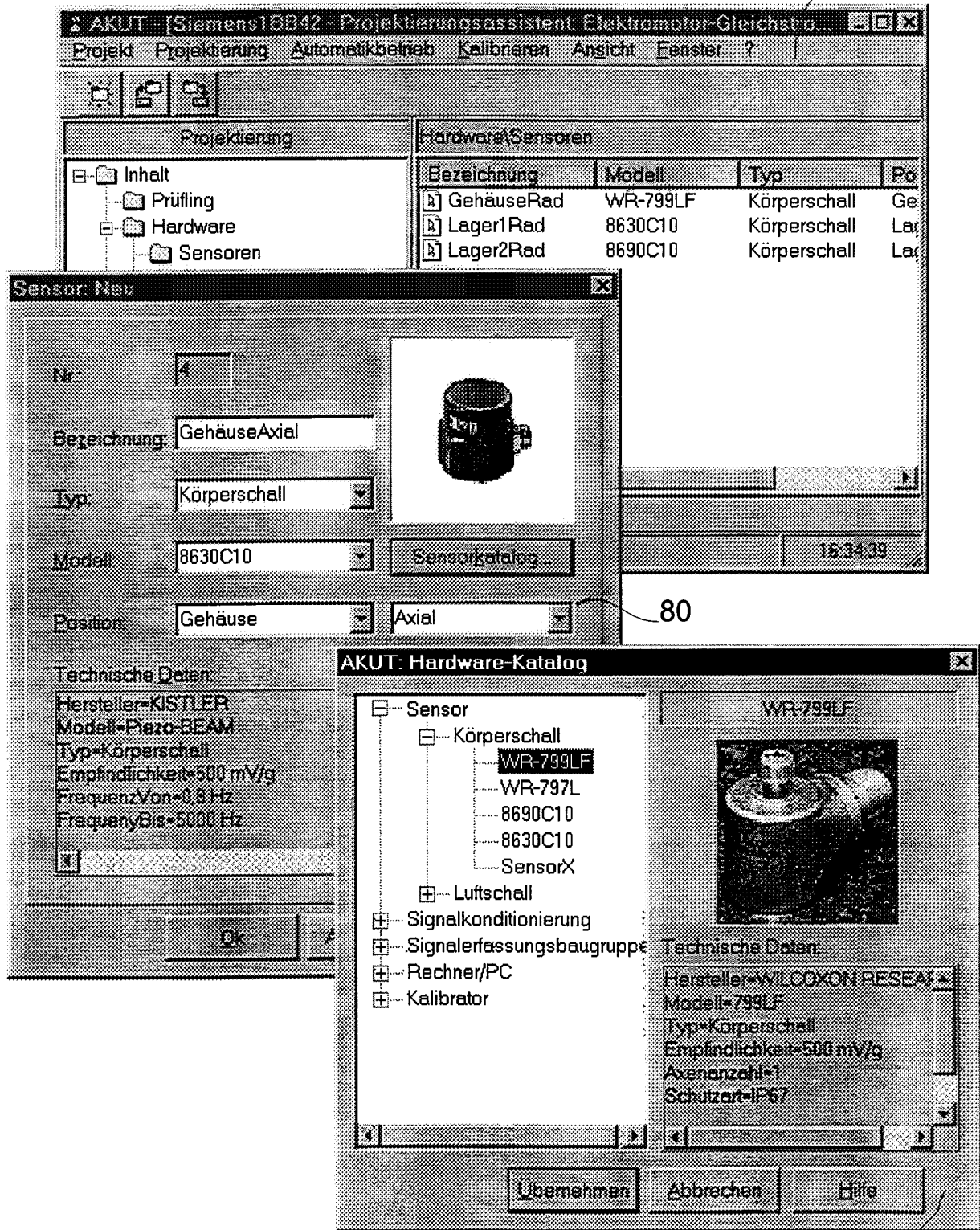


Fig. 15

81

82

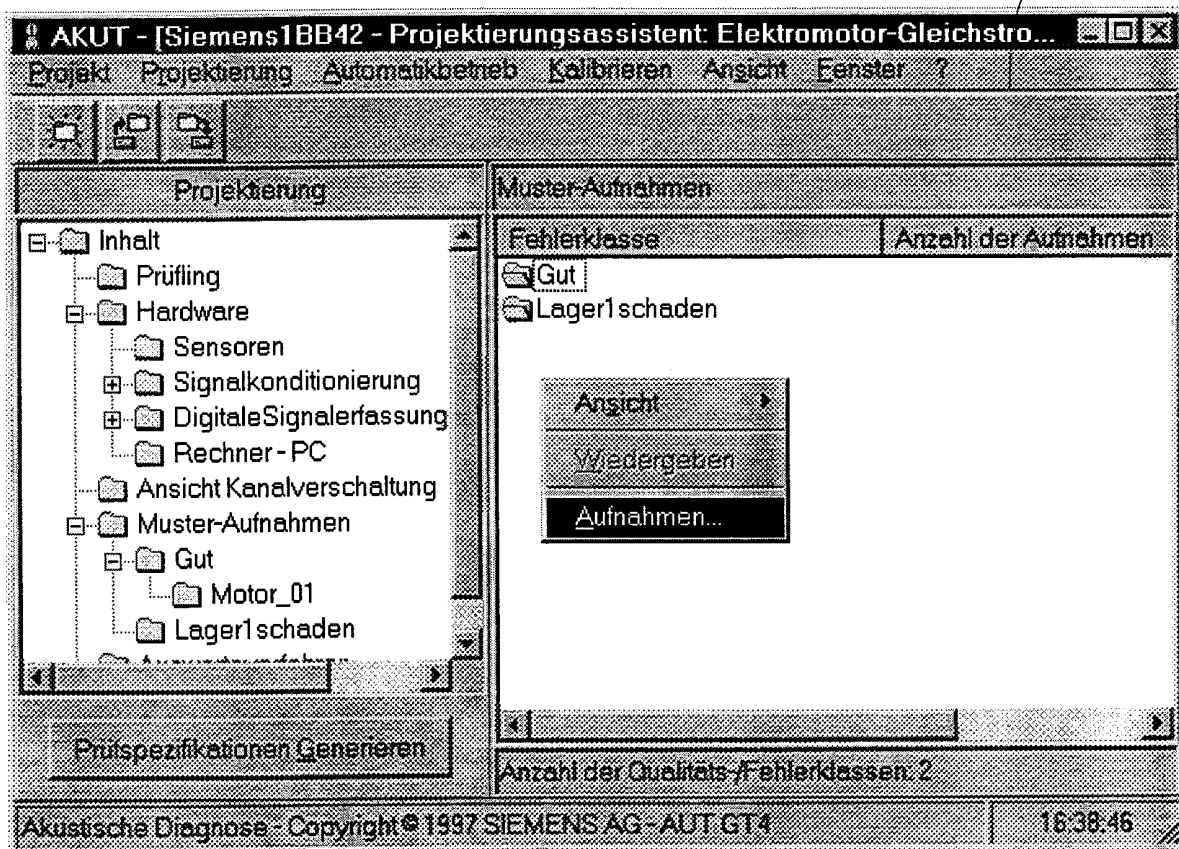


Fig. 16

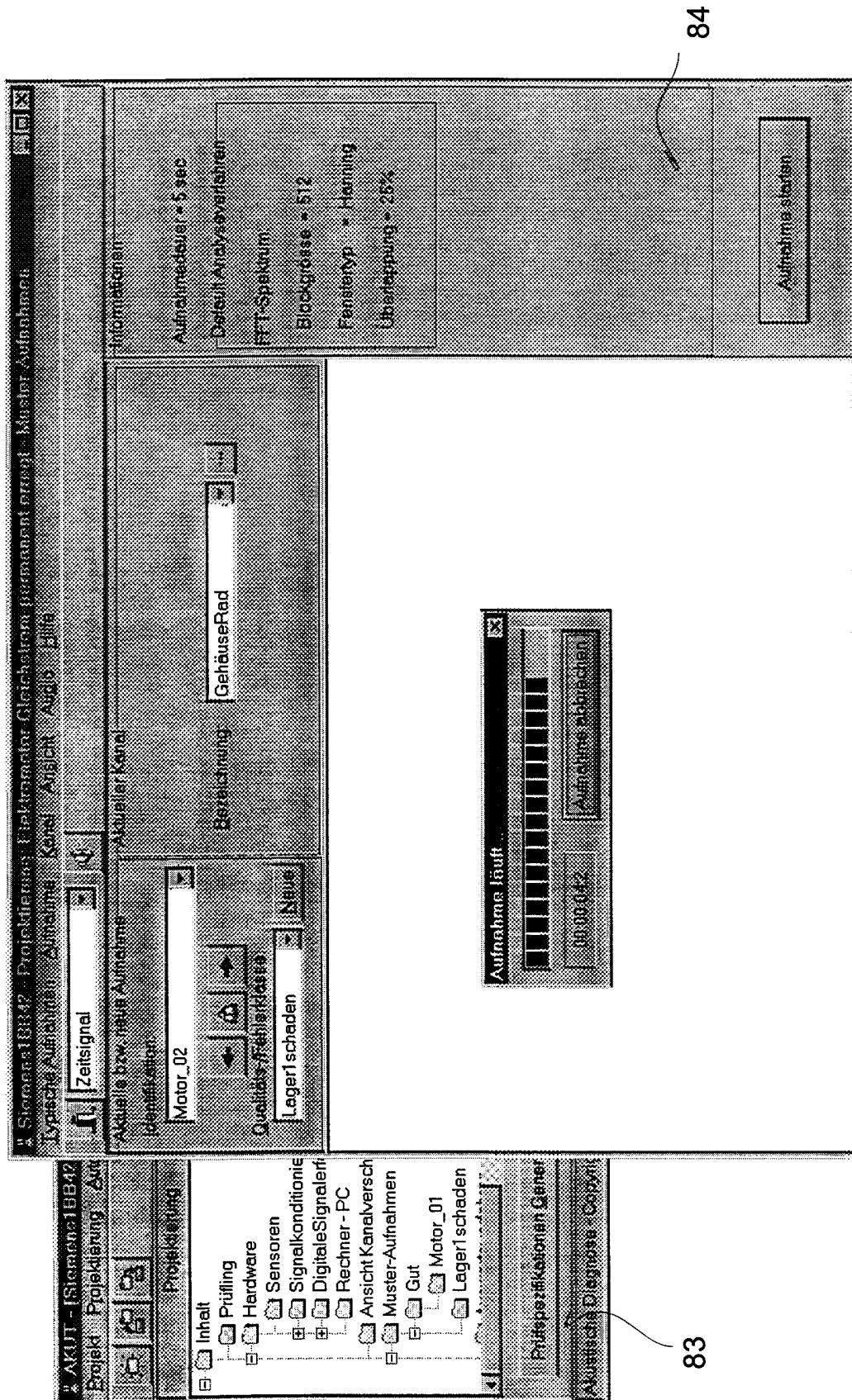


Fig. 17

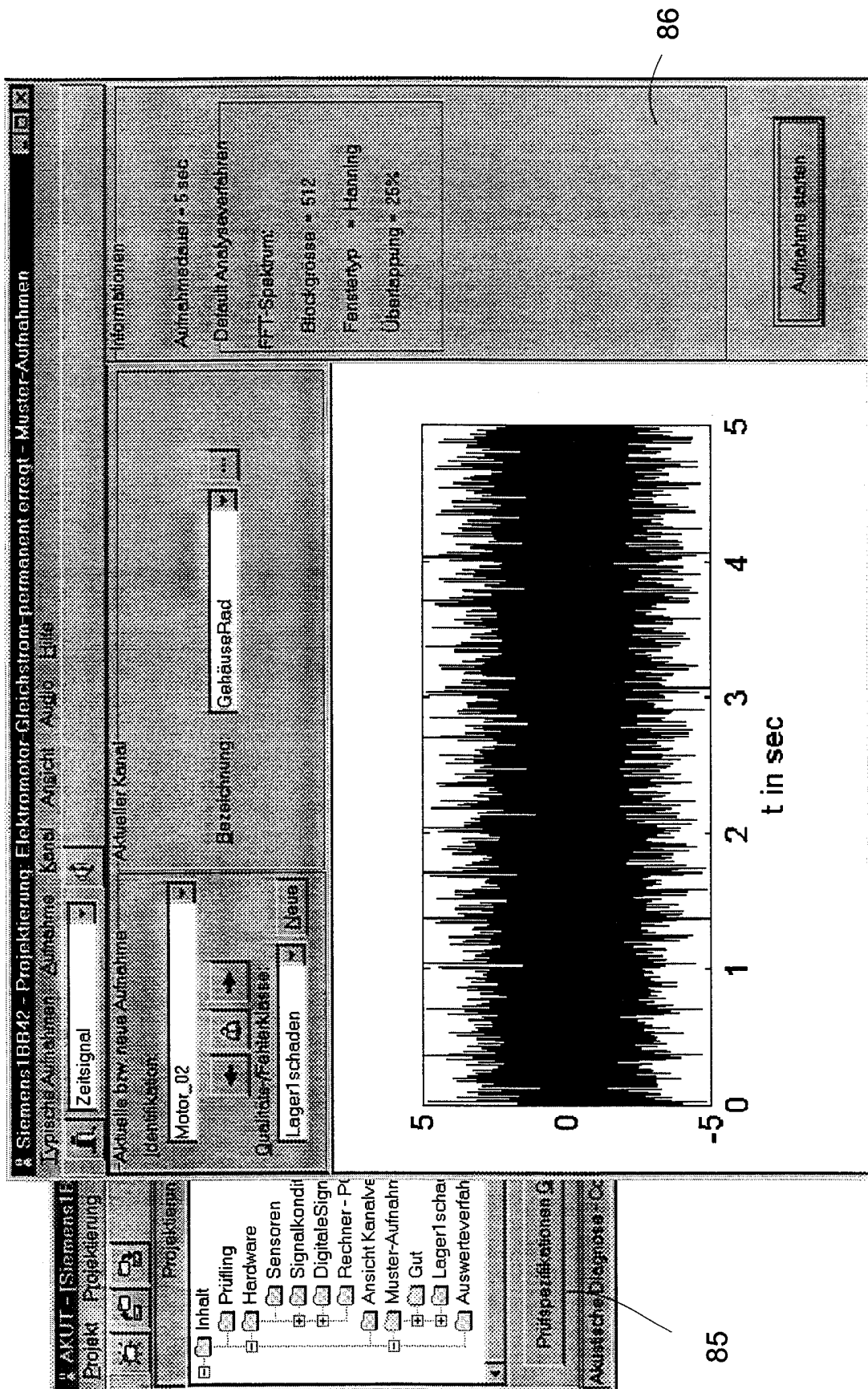


Fig. 18

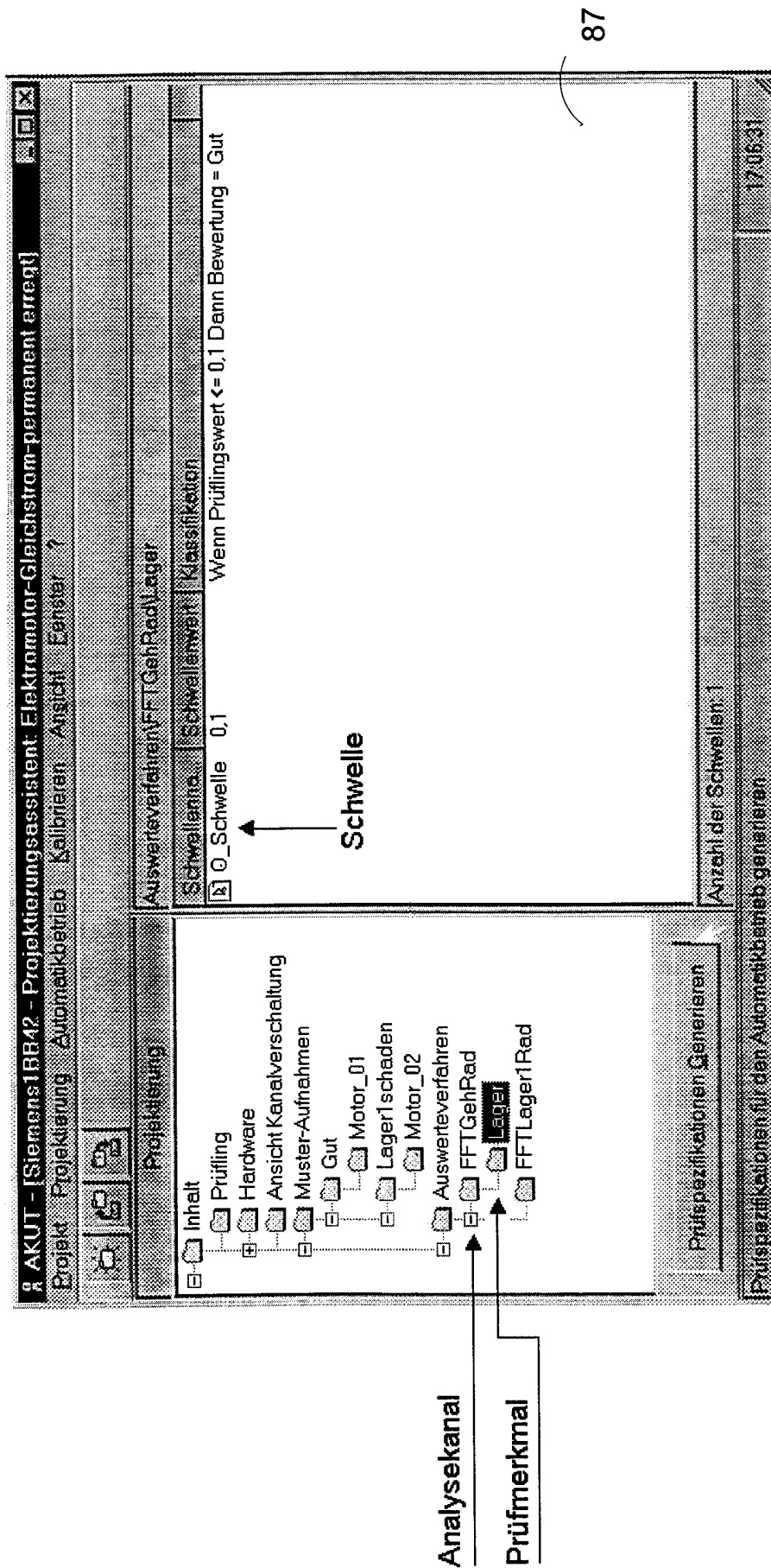
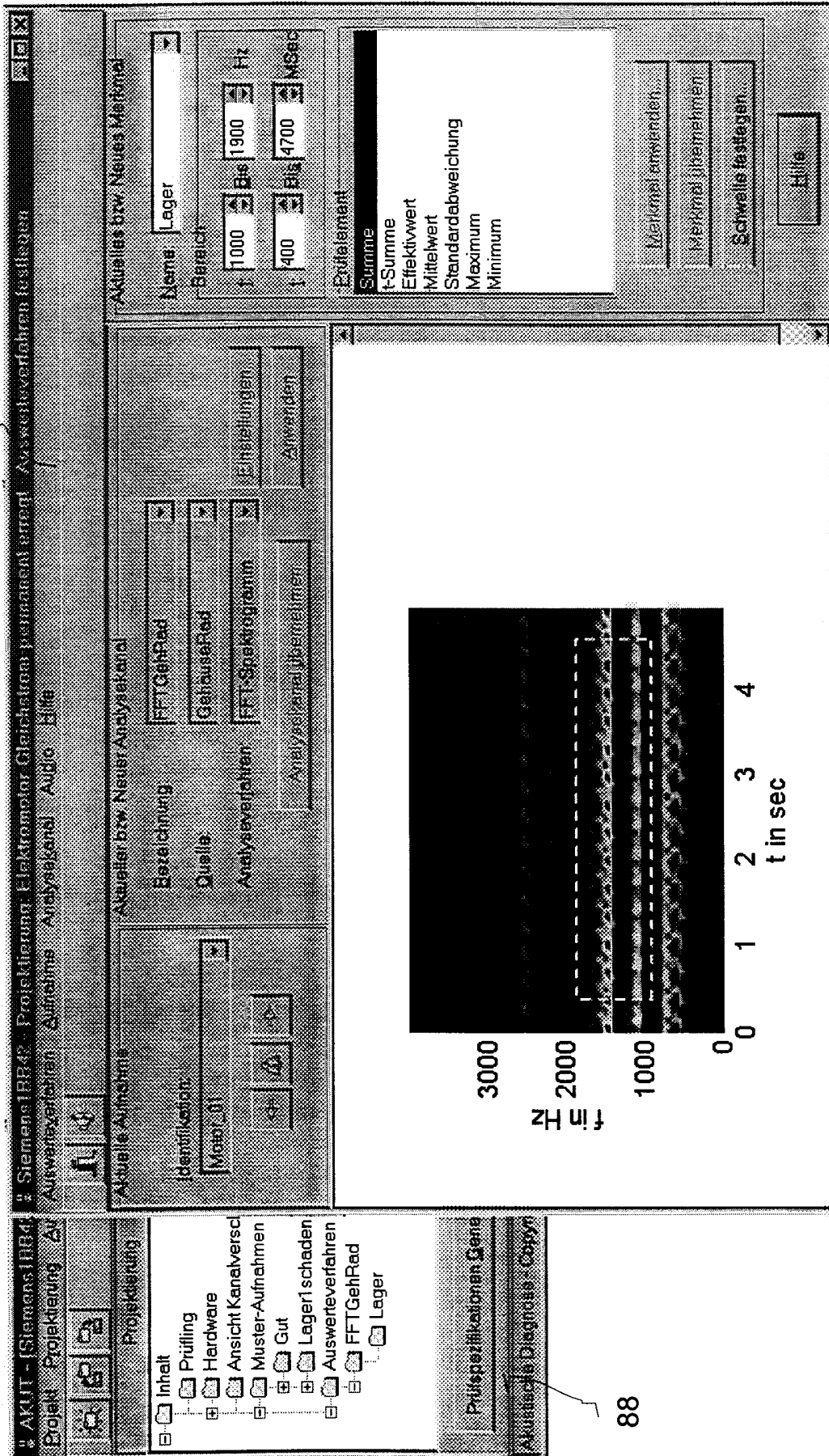


Fig. 19

89



88

Fig. 20

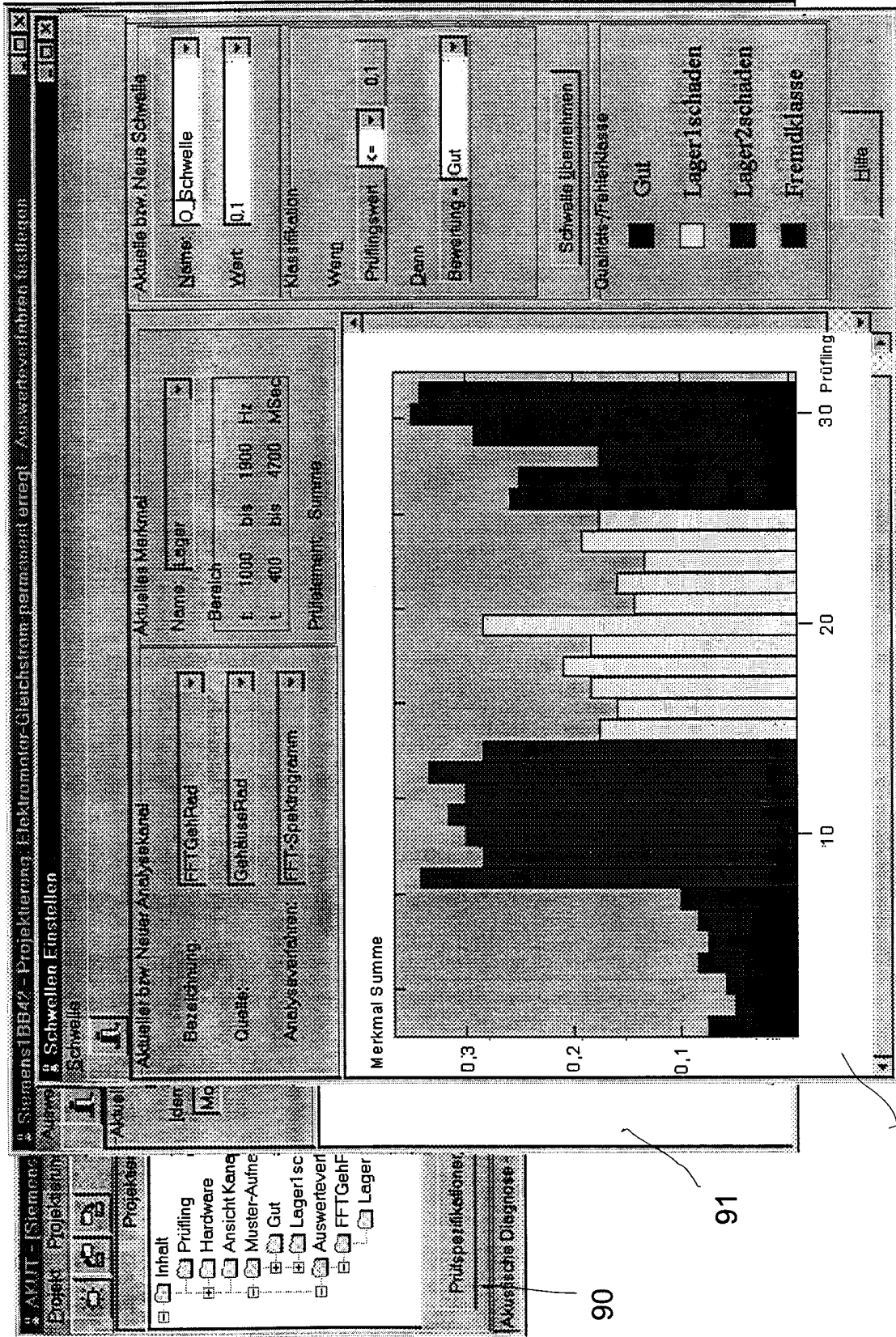


Fig. 21

93

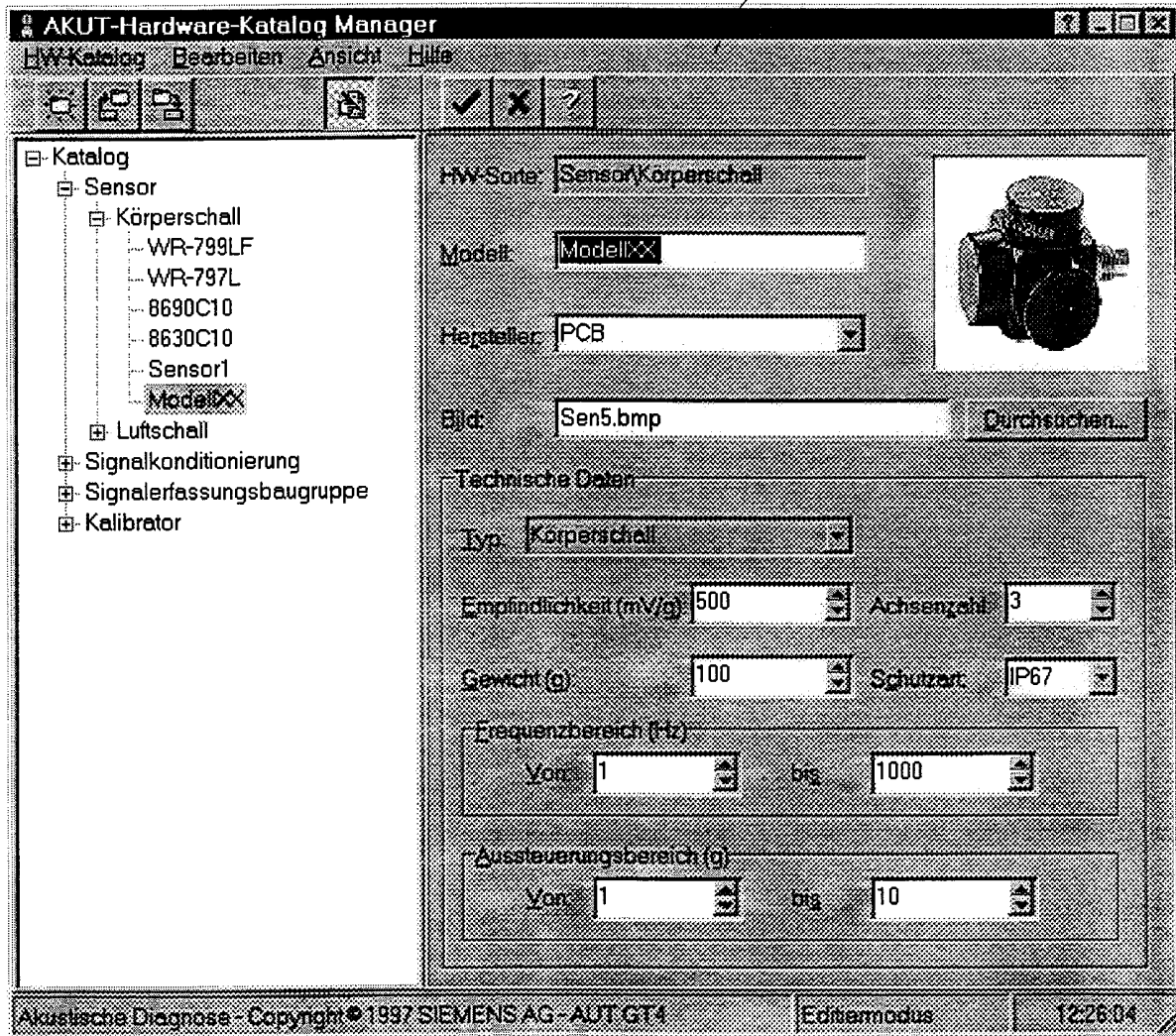


Fig. 22