



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 704 430 A2

(51) Int. Cl.: H02H 11/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00145/11

(71) Anmelder:  
sigdata ag, Signal- und Datentechnik, Industriestrasse 23  
3178 Böisingen (CH)

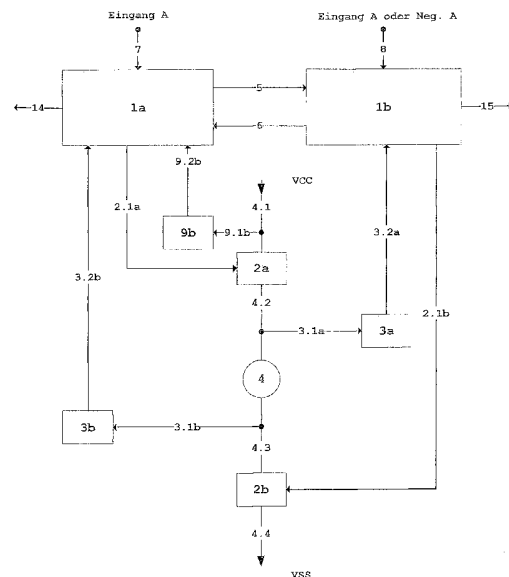
(22) Anmeldedatum: 28.01.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.07.2012

(72) Erfinder:  
Christian Elfeber, 3178 Böisingen (CH)  
Werner Philipp Welti, 3177 Laupen (CH)

(54) Sichere Anschließung einer elektrischen Last durch ein 2:2 Steuersystem und deren Schaltelemente mit gegenseitiger Arbeits- und Zustandskontrolle.

(57) Sicherheitsschaltzelle zur sicheren Anschließung einer elektrischen Last (4) mit einer ersten und zweiten Schaltsteuereinrichtung (1a, 1b), sowie in Reihe zur Last angeordneten ersten und zweiten Schaltelement (2a, 2b), das einen Strompfad zur Versorgung der Last bildet, wobei das erste Schaltelement (2a) von der ersten Schaltsteuereinrichtung (1a) und das zweite Schaltelement (2b) von der zweiten Schaltsteuereinrichtung (1b) gesteuert wird, und einer Auswerteeinrichtung (3a, 3b, 9b) zur Prüfung des Anschließvermögens sowie der Detektion des Abschaltvermögens (Grundstellung/Zyklusende), wobei die erste Auswerteeinrichtung (3a) von der zweiten Schaltsteuereinrichtung (1b) und die zweite Auswerteeinrichtung (3b) von der ersten Schaltsteuereinrichtung (1a) ausgewertet wird und die dritte Auswerteeinrichtung (9b) von der ersten Schaltsteuereinrichtung (1a) optional ausgewertet wird und eine 1...n Zustands- Informationskopplung (5, 6) zwischen der ersten und der zweiten Schaltsteuereinrichtung (1a, 1b) sowie zwischen der zweiten und der ersten Schaltsteuereinrichtung (1b, 1a) vorliegt. Die Erfindung betrifft darüber hinaus auch die Verfahren zur Prüfung des Anschließvermögens sowie der Detektion des Abschaltvermögens (Grundstellung / Zyklusende) und deren Fehleroffenbarung eines Schaltelements (2a, 2b) und der Schaltsteuereinrichtung (1a, 1b) in einer solchen Sicherheitsschaltzelle.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur sicheren Anschaltung einer elektrischen Last mit einem Steuerautomaten und den dazu gehörenden Verfahren.

[0002] Allgemein werden sichere Schaltvorgänge in Sicherheitsschaltgeräten in Sicherheitsanlagen benötigt. Das sichere Anschalten einer elektrischen Last und die damit abgeleitete Reaktion in Sicherheitsschaltgeräten/Sicherheitsanlagen erfolgt in der Regel durch ein 2:2 Anschaltssystem oder durch ein 1:1 Anschaltssystem mit einer zweiten physikalischen Sicherheitsvorkehrung und deren Prüfung (z.B. zwangsgeführte Relais in Relaisstellwerken, Prüfung auf Grundstellung und Arbeitsstellung).

[0003] Die sichere Anschauung eines 2:2 Systems, beruht im Wesentlichen darauf, dass beide Schaltsteuereinrichtungen 1a, 1b und deren Schaltelemente 2a, 2b fehlerfrei arbeiten. Es muss ausgeschlossen werden, dass ein Fehler zu einer fehlerhaften Anschaltung führen kann. Um das fehlerhafte Anschalten der elektrischen Last durch einen weiteren, auf den ersten Fehler nachfolgenden Fehler, abzufangen, ist zwingend eine Überwachung 3a, 3b der Schaltsteuereinrichtungen 1a, 1b und deren Schaltelemente 2a, 2b erforderlich. Ein auftretender Fehler, auch als Einfach-Fehler bezeichnet, kann nicht verhindert werden, muss aber erkannt und abgefangen werden, damit ein Folge-Fehler nicht zur Anschaltung einer elektrischen Last 4 führen kann.

[0004] Für die sichere Anschaltung im 2:2 System ist im Weiteren erforderlich, dass sich die beiden Schaltsteuereinrichtungen 1a, 1b gegenseitig kontrollieren und überwachen.

[0005] Aufgrund der Trägheit von elektromechanischen Lasten (z.B. Relais) ist es möglich, deren Anschaltung und die dafür notwendigen Schaltsteuereinrichtungen und deren Schaltelemente auf Richtigkeit auf der Basis von Halbleiterbauelementen zu prüfen.

[0006] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Sicherheitsschaltzelle der vorgängig genannten Art vorzusehen, die auf einfache Weise eine sichere Anschaltung einer elektrischen Last ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird bei der Sicherheitsschaltzelle der vorgenannten Art dadurch gelöst, dass ein Steuerautomat über zwei Schaltsteuereinrichtungen 1a, 1b und deren in Reihe zur Last angeordneten Schaltelemente 2a, 2b mit Auswerteeinrichtungen 3a, 3b, 9b und einer gegenseitigen Zustandsprüfung 5, 6 aufgebaut ist.

[0008] Genauer betrifft die vorliegende Erfindung eine Sicherheitsschaltzelle zur sicheren Anschaltung einer elektrischen Last, mit einer ersten und einer zweiten Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b, sowie einem in Reihe zur Last angeordneten ersten Schaltelement 2a, sowie einem in Reihe zur Last angeordneten zweiten Schaltelement 2b, das einen Strompfad zur Versorgung der Last bildet, wobei das erste Schaltelement 2a von der ersten Schaltsteuereinrichtung 1a gesteuert wird und das zweite Schaltelement 2b von der zweiten Schaltsteuereinrichtung 1b gesteuert wird, und einer Auswerteeinrichtung 3a, 3b, 9b zur Prüfung des Anschaltvermögens und Abschaltvermögens, wobei die erste Auswerteeinrichtung 3a von der zweiten Schaltsteuereinrichtung 1b ausgewertet wird und die zweite Auswerteeinrichtung 3b von der ersten Schaltsteuereinrichtung 1a ausgewertet wird und die dritte Auswerteeinrichtung 9b von der ersten Schaltsteuereinrichtung 1a optional ausgewertet wird und einer 1..n Zustands-Informationskopplung 5, 6 zwischen der ersten und der zweiten Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b sowie zwischen der zweiten und der ersten Schaltsteuereinrichtung 1b, 1a vorliegt. Die Erfindung betrifft darüber hinaus auch die Verfahren zur Prüfung des Anschaltvermögens und Abschaltvermögens sowie deren Fehleroffenbarung eines Schaltelements 2a, 2b und der Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b in einer solchen Sicherheitsschaltzelle. Für die Fehlermeldung können 0..n separate Meldekanäle von jeder Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b geschaffen werden.

[0009] Wesentliche Punkte der Erfindung sind, dass der Laststromkreis und der Steuerstromkreis galvanisch voneinander getrennt werden, um eine Störungskopplung zu minimieren, sowie dass das erste Schaltelement 2a, welches von der ersten Schaltsteuereinrichtung 1a angesteuert wird, durch die zweite Schaltsteuereinrichtung 1b überwacht und geprüft wird, und das zweite Schaltelement 2b, welches von der zweiten Schaltsteuereinrichtung 1b angesteuert wird, durch die erste Schaltsteuereinrichtung 1a überwacht und geprüft wird.

[0010] Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass die Sicherheitsschaltzellen kaskadisch anwendbar sind und sich daraus ein 4:4 bis n:n Anschaltssystem aufbauen lässt.

[0011] Weiterhin ist vorteilhaft, durch eine geeignete Hardware der Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b mehrere Automaten in diesen zu realisieren, und somit mehrere Sicherheitsschaltzellen 1..n in der gleichen Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b mit deren Schaltelementen 2a, 2b sowie deren Überwachungen 3a, 3b, 9b aufzubauen.

[0012] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch Verfahren mittels 1..n Teilschritten, mit jeweils positiver Arbeitsprüfung jedes Teilschrittes und deren sequenzielle Abläufe in Form eines Automaten gelöst. Ein Schaltzyklus beginnt der Automat aufgrund der Anforderung 7,8, beginnend mit der Grundstellungsprüfung, darauffolgend mit den weiteren Teilschritten, jeweils mit Arbeitsprüfung bis zur elektrischen Lastanschaltung, und endet bei der Wegnahme der Anforderung 7, 8 und führt zur Rücknahme der elektrischen Lastanschaltung und zur Erreichung der Grundstellung.

[0013] Besonders vorteilhaft sind die im Schaltzyklus integrierten Teilschritte und ihre Prüfungen auf Kurzschluss, Unterbruch, sowie ordnungsgemässe Funktion, die eine Überwachung aller zur elektrischen Lastanschaltung beteiligten Komponenten für eine Fehleroffenbarung sicherstellen.

## CH 704 430 A2

**[0014]** Eine Fehlerfallreaktion ist je nach Anwendungsfall im Automaten gesondert zu behandeln. Mögliche Reaktionen sind: Automaten-Stillstand, Einnahme der Grundstellung, Weiterarbeiten und neuen Arbeitszyklus verhindern, Weiterarbeiten und nur Fehleroffenbarung durch Signalisierung.

**[0015]** Ein Entwicklungsschwerpunkt ist die genaue Abgrenzung der Teilschritte in die Automatenzustände. Die Automatenzustände werden nachstehend als Steps bezeichnet und gliedern sich in 5 Steps für die Anschaltung der elektrischen Last 4 und einen StepR1 für die Abschaltung der elektrischen Last 4,13.

Step1:	Grundstellungs-Prüfung
Step2:	Schaltvorgang erste Schaltsteuereinrichtung und Prüfung
Step3:	Zustandsmeldung von erster an zweite Schaltsteuereinrichtung
Step4:	Prüfung Automatenzustand der zweiten Schaltsteuereinrichtung
Step5.x:	Schaltvorgang zweite Schaltsteuereinrichtung und Prüfung, Zustandsmeldung von zweiter an erste Schaltsteuereinrichtung
StepR1.x:	Ausgabe Rücknahme

**[0016]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

**[0017]** Fig. 1 Erstes Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zur Ansteuerung der elektrischen Last zwischen den Schaltelementen 2a, 2b.

**[0018]** Fig. 2 zweites Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zur Ansteuerung der elektrischen Last nach dem zweiten Schaltelement 2b.

**[0019]** Fig. 3 drittes Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zur Ansteuerung der elektrischen Last vor dem ersten Schaltelement 2a.

**[0020]** Fig.4 Ergänzung erstes Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zur Rückstellung der elektrischen Last mit statischem Zustand (z.B. Stützrelais) zwischen den Schaltelementen.

**[0021]** Fig.5a zeigt das Verfahren der Ansteuerung gemäss Fig.1 in Form eines Zustandsdiagramms.

**[0022]** Fig.5b zeigt das Verfahren der Grundstellungsprüfung gemäss Fig.1 in Form eines Zustandsdiagramms.

**[0023]** Fig.6a zeigt das Verfahren der Ansteuerung gemäss Fig.2 in Form eines Zustandsdiagramms.

**[0024]** Fig.6b zeigt das Verfahren der Grundstellungsprüfung gemäss Fig.2 in Form eines Zustandsdiagramms.

**[0025]** Fig.6c zeigt das Verfahren der Ansteuerung gemäss Fig.3 in Form eines Zustandsdiagramms.

**[0026]** Fig.6d zeigt das Verfahren der Grundstellungsprüfung gemäss Fig.3 in Form eines Zustandsdiagramms.

**[0027]** Bezugszeichenliste

1a	erste Schaltsteuereinrichtung
1b	zweite Schaltsteuereinrichtung
2a	erstes Schaltelement
2.1a	Ansteuerleitung
2b	zweites Schaltelement
2.1b	Ansteuerleitung
3a	erste Auswerteeinrichtung
3.1a	Ansteuerleitung
3.2a	Meldeleitung
3b	zweite Auswerteeinrichtung
3.1b	Ansteuerleitung
3.2b	Meldeleitung

4	elektrische Last
4.1	Laststromkreisleitung
4.2	Laststromkreisleitung
4.3	Laststromkreisleitung
4.4	Laststromkreisleitung
5	1..n Zustandsmeldeleitungen von 1a nach 1b
6	1..n Zustandsmeldeleitungen von 1b nach 1a
7	Anforderung zur Ansteuerung der elektrischen Last
8	Anforderung zur Ansteuerung der elektrischen Last
9b	dritte Auswerteeinrichtung
9.1b	Ansteuerleitung
9.2b	Meldeleitung
10a	erstes Schaltelement für die Rückstellung
10.1a	Ansteuerleitung
10b	zweites Schaltelement für die Rückstellung
10.1b	Ansteuerleitung
12a	erste Auswerteeinrichtung für die Rückstellung
12.1a	Ansteuerleitung
12.2a	Meldeleitung
12b	zweite Auswerteeinrichtung für die Rückstellung
12.1b	Ansteuerleitung
12.2b	Meldeleitung
13	elektrische Last
14	0..n Meldeleitungen
15	0..n Meldeleitungen

**[0028]** In Fig.1 ist in schematischer Darstellung ein Sicherheitsschaltgerät und in Fig. 5a, 5b das Verfahren in Form eines Zustandsdiagramm gezeigt. Nachfolgend das Verfahren der Anschaltung mit Anschaltprüfung und Fehleroffenbarung.

Step 1:

Die Prüfung ob eine Schaltspannung für die elektrische Last 4 vorhanden ist wird über die Ansteuerleitung 9.1b mit Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.1 über eine galvanische Trennung 9b und der Meldeleitung 9.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär durch die Schaltsteuereinrichtung 1a durchgeführt (optional, nicht sicherheitsbedingt notwendig). Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär sowie der Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf keinen Spannungspegel binär und der Prüfung der Zustandsmeldeleitungen 5,6 auf die definierten Grundstellungszustände sowie die allgemeinen Grundstellungen des Automaten.

Step 2:

Die Ansteuerung vom ersten Schaltelement 2a durch die Schaltsteuereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 durch. Die Kontrolle der Änderung des Spannungspegels, ausgelöst durch den Schaltvorgang des Schaltelements 2a, erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär. Diese Prüfung beinhaltet zudem die

Kontrolle, dass das Schaltelement 2b zu diesem Zeitpunkt nicht durchgeschaltet ist und dass die elektrische Last 4 (z.B. Anzugsspule) keinen Unterbruch aufweist.

Step 3:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1a des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltsteuereinrichtung 1b.

Step 4:

Detektieren des von der Schaltsteuereinrichtung 1a mit der Zustandsmeldeleitung 5 gemeldeten Zustandes. Nun erfolgt die Prüfung des Schaltvorgangs des Schaltelements 2a in der Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf vorhandenen Spannungspegel binär.

Step 5.1, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Die Ansteuerung des zweiten Schaltelements 2b durch die Schaltsteuereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.3 nach der Laststromkreisleitung 4.4 durch. Die Kontrolle auf keine Änderung des Spannungspegels, ausgelöst durch den Schaltvorgang des Schaltelements 2b, erfolgt mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf vorhandenen Spannungspegel binär.

Step 5.2, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1b der vorgenommenen Anschaltung des Schaltelements 2b durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltsteuereinrichtung 1a.

Step 5.3, Schaltsteuereinrichtung 1a:

Detektieren des von der Schaltsteuereinrichtung 1b mit der Zustandsmeldeleitung 6 gemeldeten Zustandes. Nun erfolgt die Prüfung auf Durchschaltung des Schaltelements 2b in der Schaltsteuereinrichtung 1a über die Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

**[0029]** In Fig.1 und Fig.4 ist in schematischer Darstellung ein Sicherheitsschaltgerät gezeigt. Nachfolgend das Verfahren der Abschaltung mit Abschaltprüfung und Fehleroffenbarung.

i. Verfahren bei elektrischer Last 4, die einen dynamischen Zustand aufweist (z.B. Hub-Relais).

StepR1.1:

Die Rücknahme der Ansteuerung vom ersten Schaltelement 2a durch die Schaltsteuereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 ab.

StepR1.2:

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär und der Prüfung der Zustandsmeldeleitungen 5,6 auf die definierten Grundstellungszustände sowie die allgemeinen Grundstellungen des Automaten.

StepR1.3:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1a der Rücknahme des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltsteuereinrichtung 1b.

StepR1.4:

Die Rücknahme der Ansteuerung des zweiten Schaltelements 2b durch die Schaltsteuereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.3 nach der Laststromkreisleitung 4.4 ab.

StepR1.5:

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf keinen Spannungspegel binär und der Prüfung der Zustandsmeldeleitungen 5,6 auf die definierten Grundstellungszustände sowie die allgemeinen Grundstellungen des Automaten.

StepR1.6:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1b der zurückgenommenen Anschaffung des Schaltelements 2b durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltsteuereinrichtung 1a.

ii. Verfahren bei elektrischer Last 4, die einen statischen Zustand aufweist (z.B. Stütz-Relais).

1. Abschaltung der Anzugsspule

wie unter «i. Verfahren bei elektrischer Last 4, die einen dynamischen Zustand aufweist (z.B. Hub-Relais), StepR1.1 bis StepR1.6» beschrieben.

2. Anschaltung der Abwurfspule gemäss Fig. 4 Step 1:

Die Prüfung ob eine Schaltspannung für die elektrische Last 13 vorhanden ist, wird über die Ansteuerleitung 9.1b mit Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.1 über eine galvanische Trennung 9b über die Meldeleitung 9.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär durch die Schaltsteuereinrichtung 1a durchgeführt (optional, nicht sicherheitsbedingt notwendig). Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 12.1b über die galvanische Trennung 12b und der Meldeleitung 12.2b auf keinen Spannungspegel binär sowie der Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 12.1a über die galvanische Trennung 12a und der Meldeleitung 12.2a auf keinen Spannungspegel

binär und der Prüfung der Zustandsmeldeleitungen 5,6 auf die definierten Grundstellungszustände sowie die allgemeinen Grundstellungen des Automaten.

Step 2:

Die Ansteuerung vom ersten Schaltelement 10a durch die Schaltstueereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 10.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 durch. Die Kontrolle der Änderung des Spannungspegels, ausgelöst durch den Schaltvorgang des Schaltelements 10a, erfolgt durch die Schaltstueereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 12.1b über die galvanische Trennung 12b und der Meldeleitung 12.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär. Diese Prüfung beinhaltet auch die Kontrolle, dass das Schaltelement 10b zu diesem Zeitpunkt nicht durchgeschaltet ist und dass die elektrische Last 13 (z.B. Abwurfspule) keinen Unterbruch aufweist.

Step 3:

Zustandsweiterleitung von der Schaltstueereinrichtung 1a des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltstueereinrichtung 1b.

Step 4:

Detektieren des von der Schaltstueereinrichtung 1a mit der Zustandsmeldeleitung 5 gemeldeten Zustandes. Nun erfolgt die Prüfung des Schaltvorgangs des Schaltelements 10a in der Schaltstueereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 12.1a über die galvanische Trennung 12a und der Meldeleitung 12.2a auf vorhandenen Spannungspegel binär.

Step 5.1, Schaltstueereinrichtung 1b:

Die Ansteuerung des zweiten Schaltelements 10b durch die Schaltstueereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 10.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.3 nach der Laststromkreisleitung 4.4 durch. Die Kontrolle auf keine Änderung des Spannungspegels, ausgelöst durch den Schaltvorgang des Schaltelements 10b, erfolgt mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 12.1a über die galvanische Trennung 12a und der Meldeleitung 12.2a auf vorhandenen Spannungspegel binär.

Step 5.2, Schaltstueereinrichtung 1b:

Zustandsweiterleitung von der Schaltstueereinrichtung 1b der vorgenommenen Anschaltung des Schaltelements 10b durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltstueereinrichtung 1a.

Step 5.3, Schaltstueereinrichtung 1a:

Detektieren des von der Schaltstueereinrichtung 1b mit der Zustandsmeldeleitung 6 gemeldeten Zustandes. Nun erfolgt die Prüfung auf Durchschaltung des Schaltelements 10b in der Schaltstueereinrichtung 1a über die Meldeleitung 12.2b auf keinen Spannungspegel binär.

3. Abschaltung der Abwurfspule gemäss Fig.4StepR1.1:

Die Rücknahme der Ansteuerung vom ersten Schaltelement 10a durch die Schaltstueereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 10.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 ab.

StepR1.2:

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltstueereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 12.1b über die galvanische Trennung 12b und der Meldeleitung 12.2b auf keinen Spannungspegel binär und der Prüfung der Zustandsmeldeleitungen 5,6 auf die definierten Grundstellungszustände sowie die allgemeinen Grundstellungen des Automaten.

StepR1.3:

Zustandsweiterleitung von der Schaltstueereinrichtung 1a der Rücknahme des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltstueereinrichtung 1b.

StepR1.4:

Die Rücknahme der Ansteuerung des zweiten Schaltelements 10b durch die Schaltstueereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 10.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.3 nach der Laststromkreisleitung 4.4 ab.

StepR1.5:

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltstueereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 12.1a über die galvanische Trennung 12a und der Meldeleitung 12.2a auf keinen Spannungspegel binär und der Prüfung der Zustandsmeldeleitungen 5,6 auf die definierten Grundstellungszustände sowie die allgemeinen Grundstellungen des Automaten.

StepR1.6:

Zustandsweiterleitung von der Schaltstueereinrichtung 1b der zurückgenommenen Anschaltung des Schaltelements 10b durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltstueereinrichtung 1a.

**[0030]** In Fig.2 ist in schematischer Darstellung ein Sicherheitsschaltgerät und in Fig.6a,6b das Verfahren in Form eines Zustandsdiagramm gezeigt. Nachfolgend das Verfahren der Anschaltung mit Anschaltprüfung und Fehleroffenbarung.

Step 1.1, Schaltstueereinrichtung 1a:

Die Prüfung ob eine Schaltspannung für die elektrische Last 4 vorhanden ist, wird über die Ansteuerleitung 9.1b mit Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.1 über eine galvanische Trennung 9b über die Meldeleitung 9.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär an die Schaltstueereinrichtung 1a durchgeführt.

Step 1.1, Schaltstueereinrichtung 1b:

## CH 704 430 A2

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär sowie mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf keinen Spannungspegel binär.

Step 1.2, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1b der erkannten Grundstellung durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltsteuereinrichtung 1a.

Step 1.2, Schaltsteuereinrichtung 1a:

Detektieren durch die Schaltsteuereinrichtung 1a des von der Schaltsteuereinrichtung 1b mit der Zustandsmeldeleitung 6 gemeldeten Zustandes (Grundstellung) sowie eigene Grundstellungskontrolle der Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

Step 2, Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b:

Die Ansteuerung des ersten Schaltelements 2a durch die Schaltsteuereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 durch. Die Kontrolle der Änderung der Spannungspegel, ausgelöst durch den Schaltvorgang des Schaltelements 2a, erfolgt über die Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär.

Step 3, Schaltsteuereinrichtung 1a:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1a des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltsteuereinrichtung 1b.

Step 4, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Die Prüfung des Schaltvorgangs des Schaltelements 2a erfolgt in der Schaltsteuereinrichtung 1b über den detektierten Spannungspegel auf der Meldeleitung 3.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär und auf nicht Durchschaltung (sowie Kurzschluss) des Schaltelements 2b mit der Kontrolle auf keinen Spannungspegel über den Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf keinen Spannungspegel binär.

Step 5, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Die Ansteuerung des zweiten Schaltelements 2b durch die Schaltsteuereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.2 nach der Laststromkreisleitung 4.3 durch. Die Kontrolle auf Änderung des Spannungspegels nach dem Schaltvorgang des Schaltelements 2b erfolgt mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf vorhandenen Spannungspegel binär.

**[0031]** In Fig.2 ist in schematischer Darstellung ein Sicherheitsschaltgerät gezeigt. Nachfolgend das Verfahren der Abschaltung mit Abschaltprüfung und Fehleroffenbarung.

StepR1.1:

Die Rücknahme der Ansteuerung des ersten Schaltelements 2a durch die Schaltsteuereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 ab.

StepR1.2:

Grundstellungskontrolle der Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

StepR1.3:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1a der Rücknahme des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltsteuereinrichtung 1b.

StepR1.4:

Die Rücknahme der Ansteuerung des zweiten Schaltelements 2b durch die Schaltsteuereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.2 nach der Laststromkreisleitung 4.3 ab.

StepR1.5:

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär sowie mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf keinen Spannungspegel binär.

StepR1.6:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1b der erkannten Grundstellung durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltsteuereinrichtung 1a.

**[0032]** In Fig.3 ist in schematischer Darstellung ein Sicherheitsschaltgerät und in Fig. 6c, 6d das Verfahren in Form eines Zustandsdiagramm gezeigt Nachfolgend das Verfahren der Anschaltung mit Anschaltprüfung und Fehleroffenbarung.

Step 1.1, Schaltsteuereinrichtung 1a:

## CH 704 430 A2

Die Prüfung ob eine Schaltspannung für die elektrische Last 4 vorhanden ist, wird über die Ansteuerleitung 9.1b mit Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.1 über eine galvanische Trennung 9b über die Meldeleitung 9.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär an die Schaltsteuereinrichtung 1a durchgeführt.

Step 1.1, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär sowie mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf keinen Spannungspegel binär.

Step 1.2, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1b der erkannten Grundstellung durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltsteuereinrichtung 1a.

Step 1.2, Schaltsteuereinrichtung 1a:

Detektieren durch die Schaltsteuereinrichtung 1a des von der Schaltsteuereinrichtung 1b mit der Zustandsmeldeleitung 6 gemeldeten Zustandes (Grundstellung) sowie eigene Grundstellungskontrolle der Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

Step 2, Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b:

Die Ansteuerung des ersten Schaltelements 2a durch die Schaltsteuereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 durch. Die Kontrolle der Änderung der Spannungspegel, ausgelöst durch den Schaltvorgang des Schaltelements 2a, erfolgt über die Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär.

Step 3, Schaltsteuereinrichtung 1a:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1a des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltsteuereinrichtung 1b.

Step 4, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Die Prüfung des Schaltvorgangs des Schaltelements 2a erfolgt in der Schaltsteuereinrichtung 1b über den detektierten Spannungspegel auf der Meldeleitung 3.2b auf vorhandenen Spannungspegel binär und auf Nicht-Durchschaltung (sowie Kurzschluss) des Schaltelements 2b mit der Kontrolle auf keinen Spannungspegel über den Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.3 mit der Ansteuerleitung 3.1a über die galvanische Trennung 3a und der Meldeleitung 3.2a auf keinen Spannungspegel binär.

Step 5.1, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Die Ansteuerung des zweiten Schaltelements 2b durch die Schaltsteuereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.2 nach der Laststromkreisleitung 4.3 durch.

Step 5.2, Schaltsteuereinrichtung 1b:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1b der erfolgten Durchschaltung durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltsteuereinrichtung 1a. Die Kontrolle auf Änderung des Spannungspegels nach dem Schaltvorgang des Schaltelements 2b erfolgt mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

Step 5.3, Schaltsteuereinrichtung 1a:

Detektieren durch die Schaltsteuereinrichtung 1a des von der Schaltsteuereinrichtung 1b mit der Zustandsmeldeleitung 6 gemeldeten Zustandes (Durchschaltung). Die Kontrolle auf Änderung des Spannungspegels nach dem Schaltvorgang des Schaltelements 2b erfolgt mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

**[0033]** In Fig.3 ist in schematischer Darstellung ein Sicherheitsschaltgerät gezeigt. Nachfolgend das Verfahren der Abschaltung mit Abschaltprüfung und Fehleroffenbarung.

StepR1.1:

Die Rücknahme der Ansteuerung des ersten Schaltelements 2a durch die Schaltsteuereinrichtung 1a erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1a und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.1 nach der Laststromkreisleitung 4.2 ab.

StepR1.2:

Grundstellungskontrolle der Schaltsteuereinrichtung 1a mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

StepR1.3:

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1a der Rücknahme des Fortsetzauftrags durch die Zustandsmeldeleitung 5 an die Schaltsteuereinrichtung 1b.

StepR1.4:

Die Rücknahme der Ansteuerung des zweiten Schaltelements 2b durch die Schaltsteuereinrichtung 1b erfolgt über die Ansteuerleitung 2.1b und schaltet die Lastspannung von der Laststromkreisleitung 4.2 nach der Laststromkreisleitung 4.3 ab.

StepR1.5:

Die Grundstellungskontrolle der Sicherheitsschaltzelle erfolgt durch die Schaltsteuereinrichtung 1b mit dem Abgriff an der Laststromkreisleitung 4.2 mit der Ansteuerleitung 3.1b über die galvanische Trennung 3b und der Meldeleitung 3.2b auf keinen Spannungspegel binär.

StepR1.6;

Zustandsweiterleitung von der Schaltsteuereinrichtung 1b der erkannten Grundstellung und der Rücknahme der Durchschaltung durch die Zustandsmeldeleitung 6 an die Schaltsteuereinrichtung 1a.

### Patentansprüche

1. Sicherheitsschaltzelle zur sicheren Anschaffung einer elektrischen Last 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einer ersten und einer zweiten Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b besteht mit jeweils eigenen 1..n Anforderungseingängen 7,8, einem ersten und einem zweiten in Reihe zur Last angeordneten Schaltelement 2a, 2b, das einen Strompfad 4.1 bis 4.4 zur Versorgung der Last 4 bildet, wobei das erste Schaltelement 2a von der ersten Schaltsteuereinrichtung 1a steuerbar ist und das zweite Schaltelement 2b von der zweiten Schaltsteuereinrichtung 1b steuerbar ist, und einer ersten und zweiten Auswerteeinrichtung 3a, 3b zur Prüfung des Anschaltvermögens und Abschaltvermögens des jeweiligen Schaltelementes 2a, 2b, wobei die erste Auswerteeinrichtung 3a von der zweiten Schaltsteuereinrichtung 1b ausgewertet wird und die zweite Auswerteeinrichtung 3b von der ersten Schaltsteuereinrichtung 1a ausgewertet wird und eine 1..n Zustands-Informationskopplung 5,6 zwischen der ersten und zweiten Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b sowie zwischen der zweiten und ersten Schaltsteuereinrichtung 1b, 1a vorliegt. Für die Fehlermeldung können 0..n separate Meldekanäle 14,15 von jeder Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b vorhanden sein.
2. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine dritte Auswerteeinrichtung 9b vorhanden ist.
3. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b als CPLD-Bausteine ausgebildet sind.
4. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b als FPGA-Bausteine ausgebildet sind.
5. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b als Mikroprozessor-Bausteine ausgebildet sind.
6. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b als Prozessor-Bausteine ausgebildet sind.
7. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Schaltelement 2a, 2b als Halbleiter-Schaltelemente mit galvanischer Trennung ausgebildet sind.
8. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Schaltelement 2a, 2b als elektromechanische Schaltelemente ausgebildet sind.
9. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Auswerteeinrichtung 3a, 3b als Halbleiter-Schaltelemente mit galvanischer Trennung ausgebildet sind.
10. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Auswerteeinrichtung 9b als Halbleiter-Schaltelement mit galvanischer Trennung ausgebildet ist.
11. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Last 4 zwischen dem ersten und dem zweiten Schaltelement 2a, 2b angeordnet ist.
12. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Last 4 einen dynamischen Zustand aufweist. (z.B. Hub-Relais).
13. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Last 4 einen statischen Zustand aufweist. (z.B. Stütz-Relais).
14. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Last 4 hinter dem zweiten Schaltelement 2b angeordnet ist. (Fig.2)
15. Sicherheitsschaltzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Last 4 vor dem ersten Schaltelement 2a angeordnet ist. (Fig.3)
16. Verfahren für die sichere Anschaltung einer elektrischen Last mit den Prüfung des Anschaltvermögens, Abschaltvermögens und der Fehleroffenbarung der Schaltelemente 2a, 2b und der Schaltsteuereinrichtung 1a, 1b in einer Sicherheitsschaltzelle.

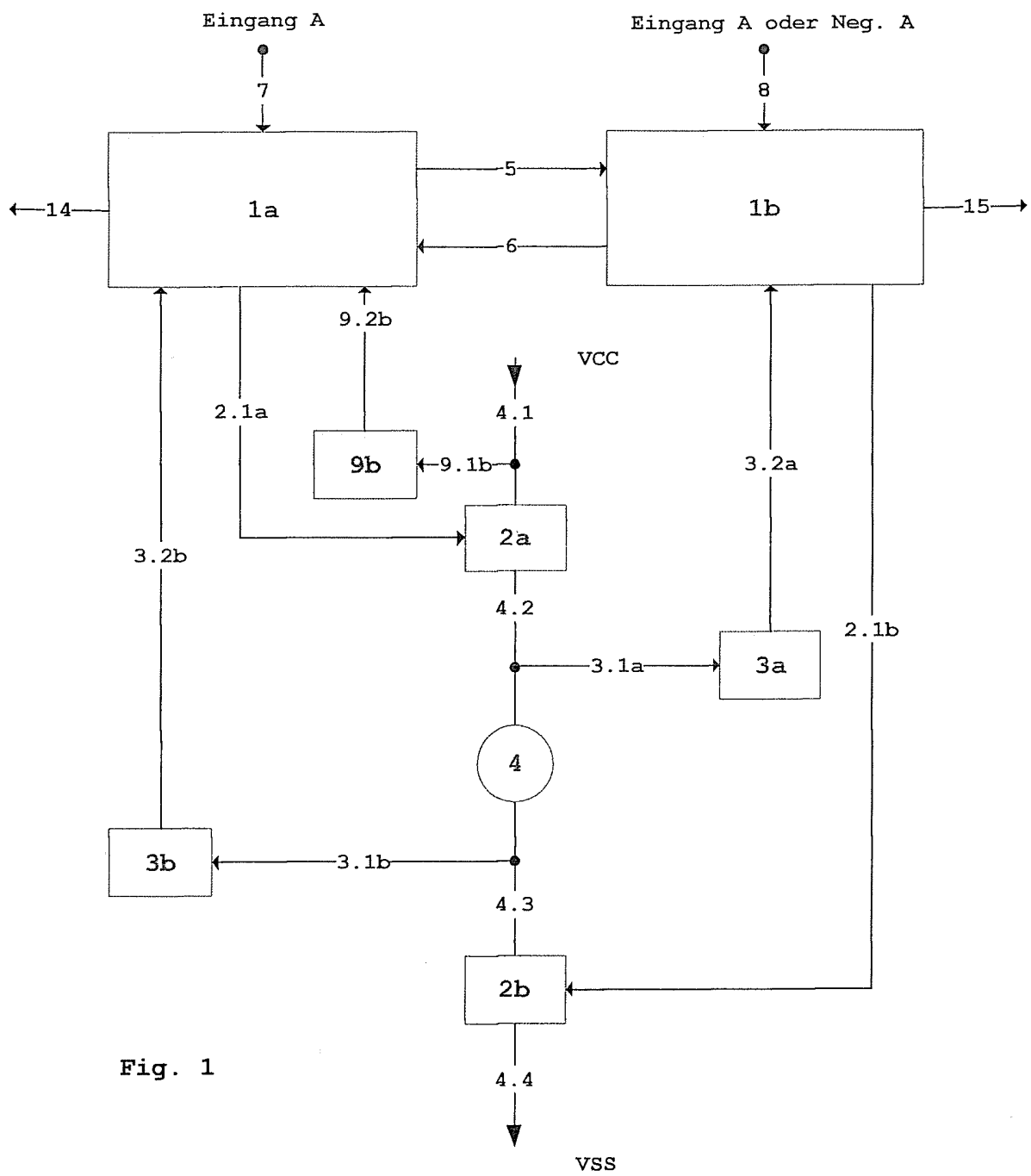


Fig. 1

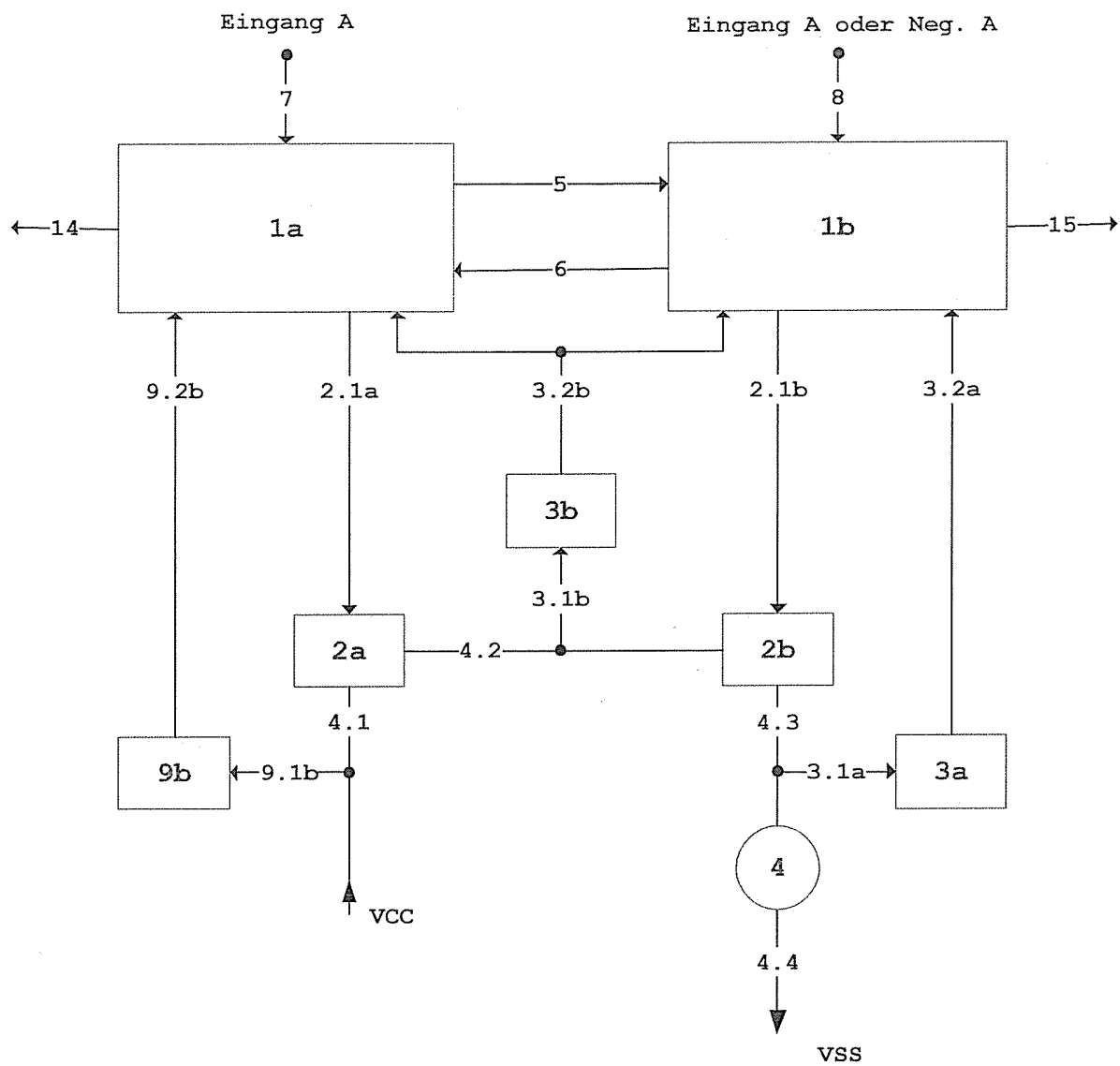


Fig. 2

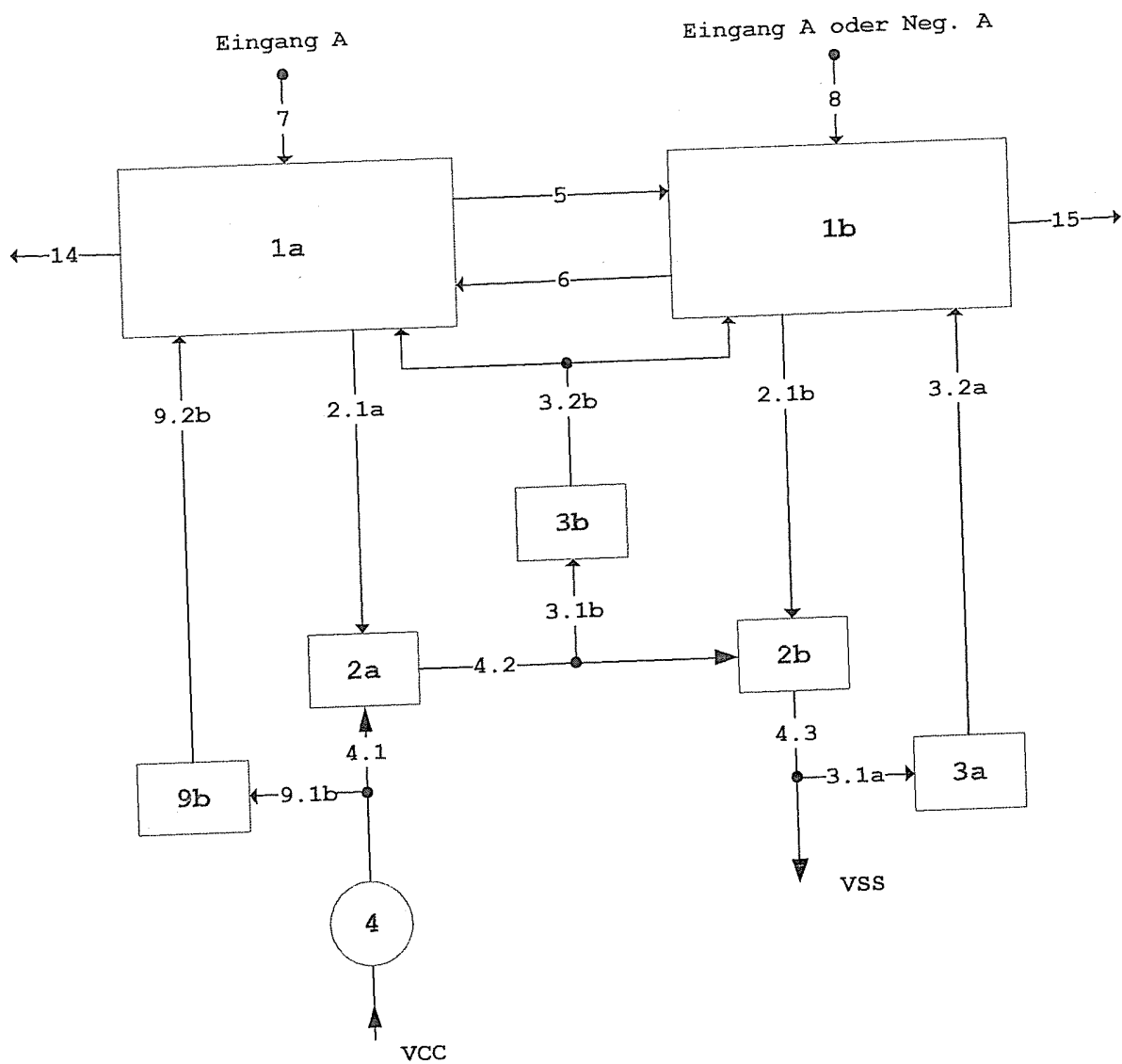


Fig. 3

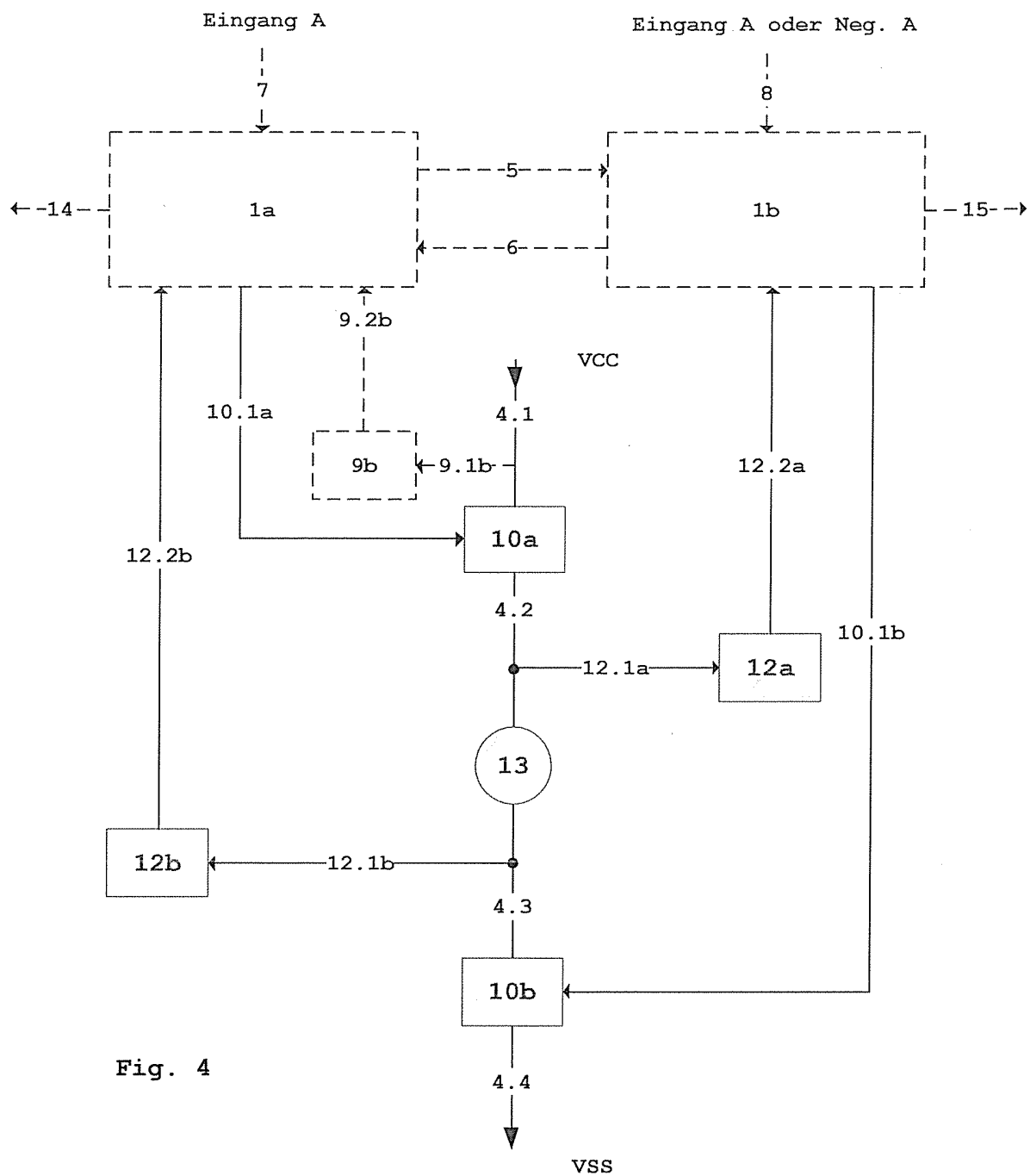


Fig. 4

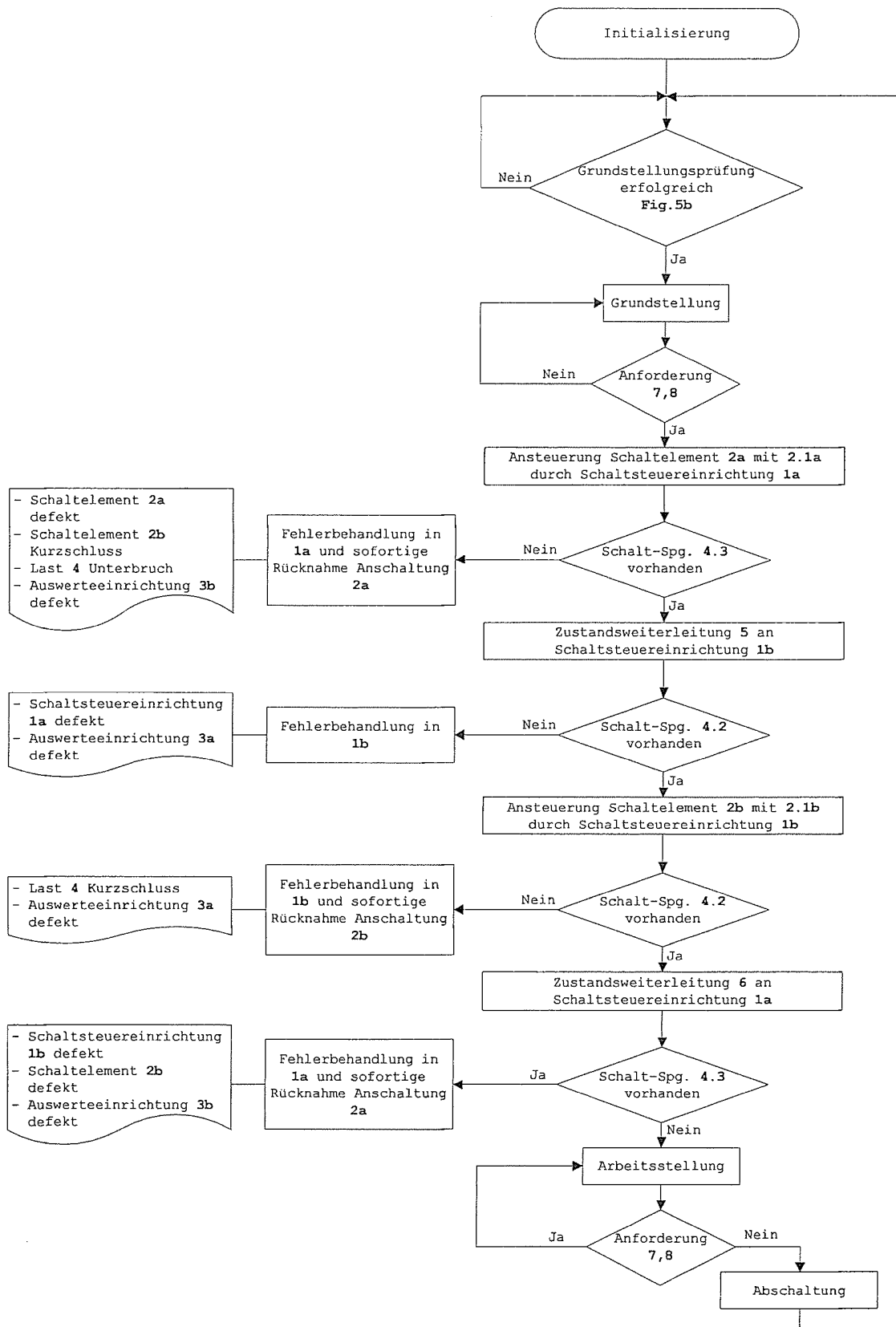


Fig. 5a

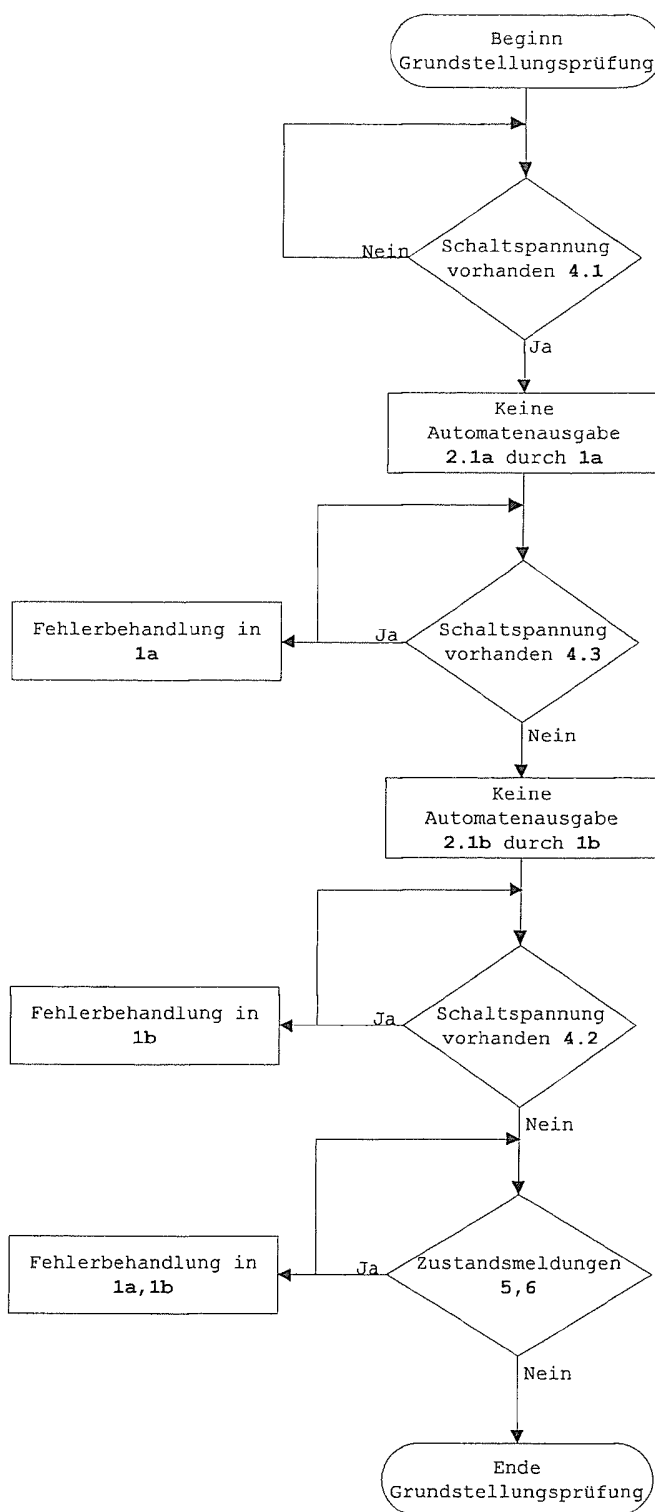


Fig. 5b

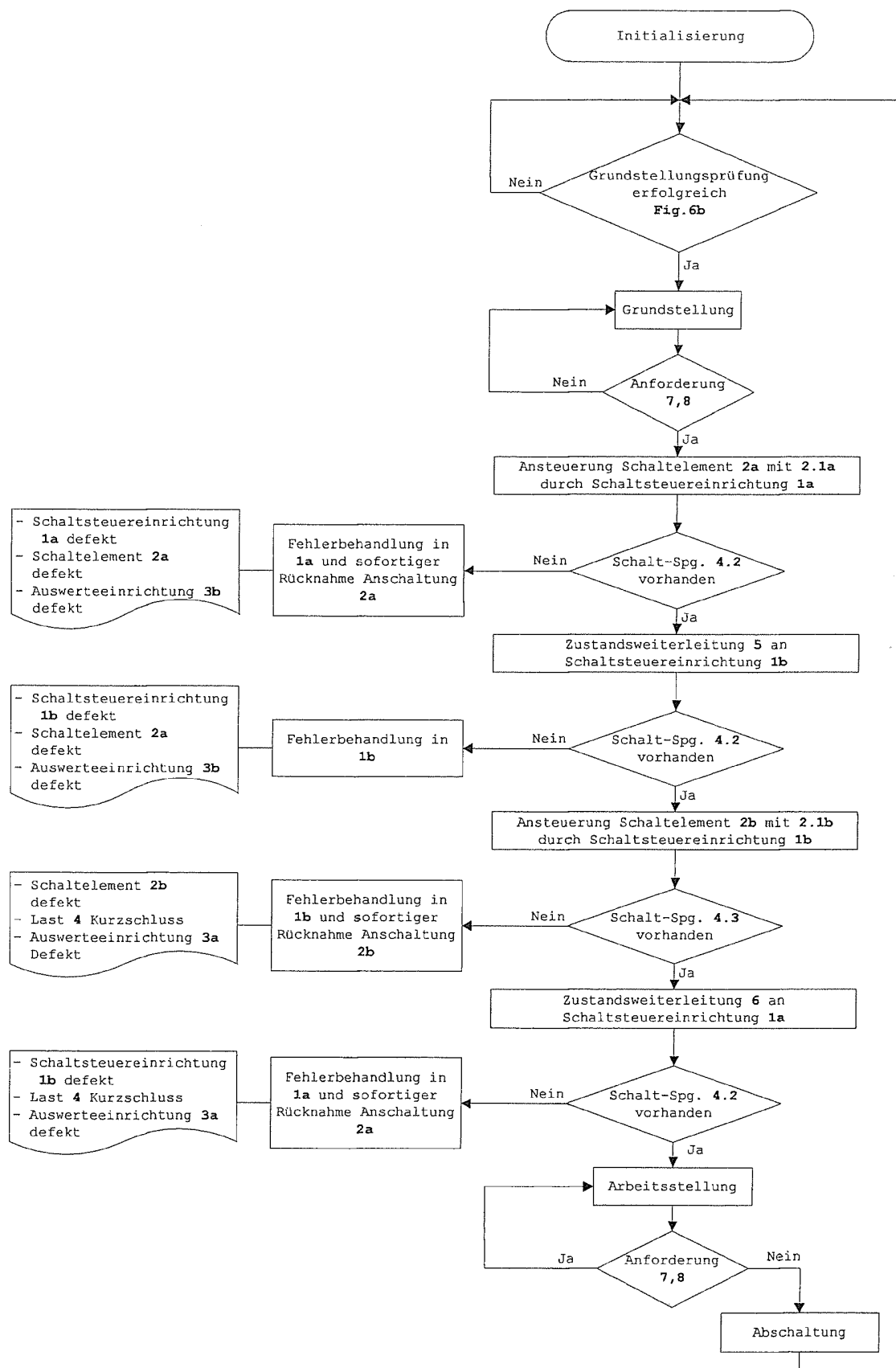


Fig. 6a

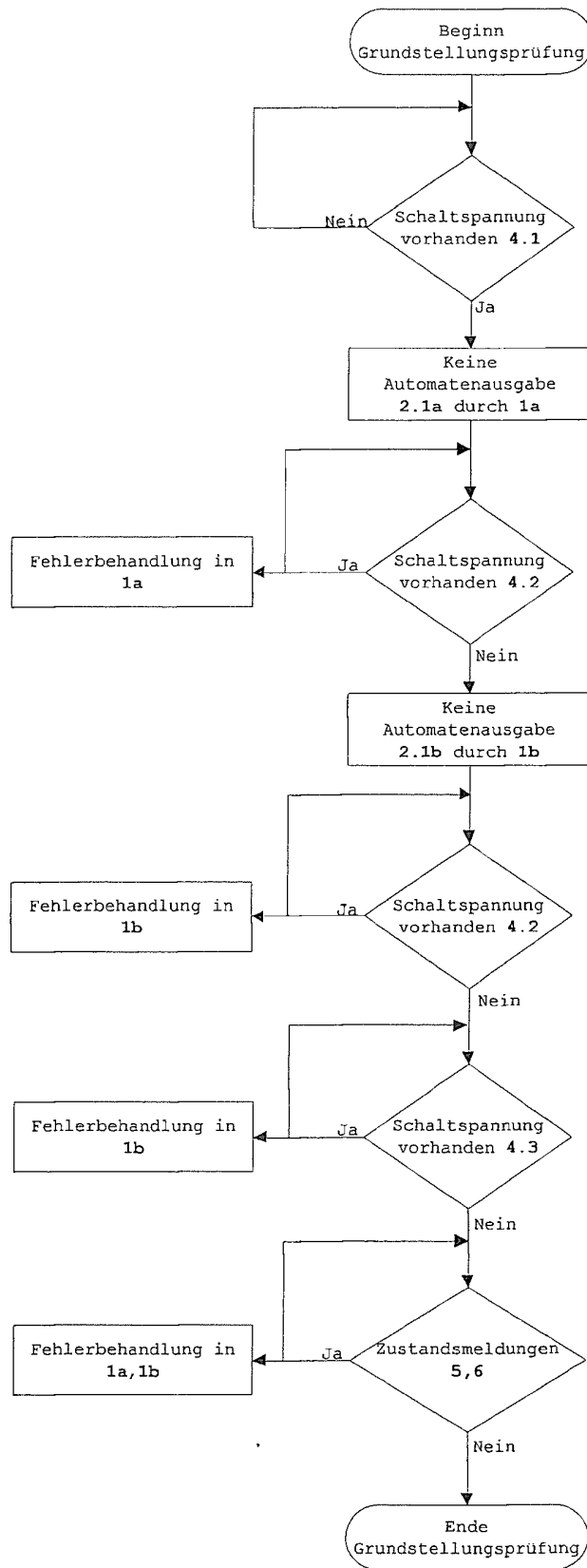


Fig. 6b

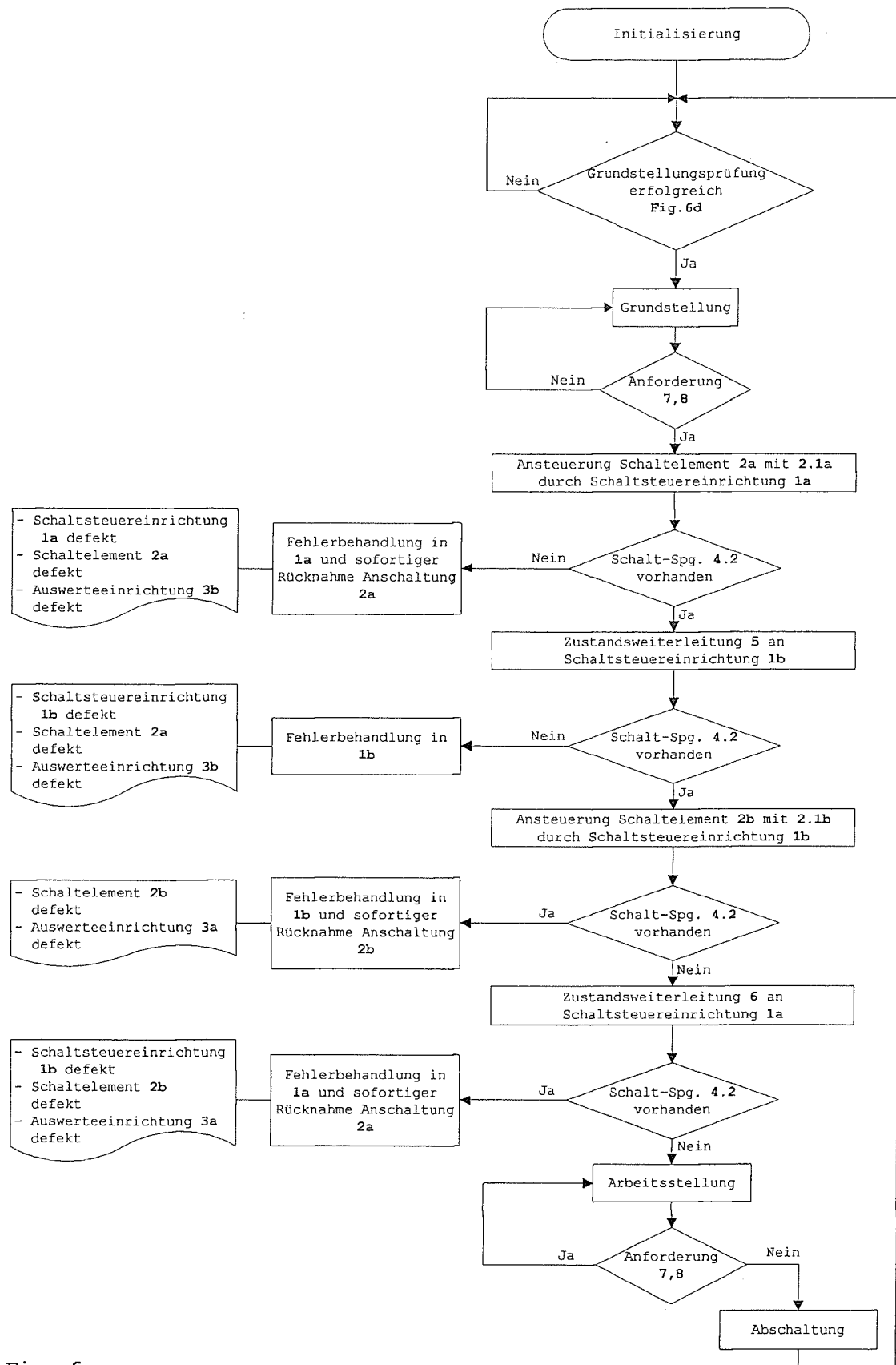


Fig. 6c

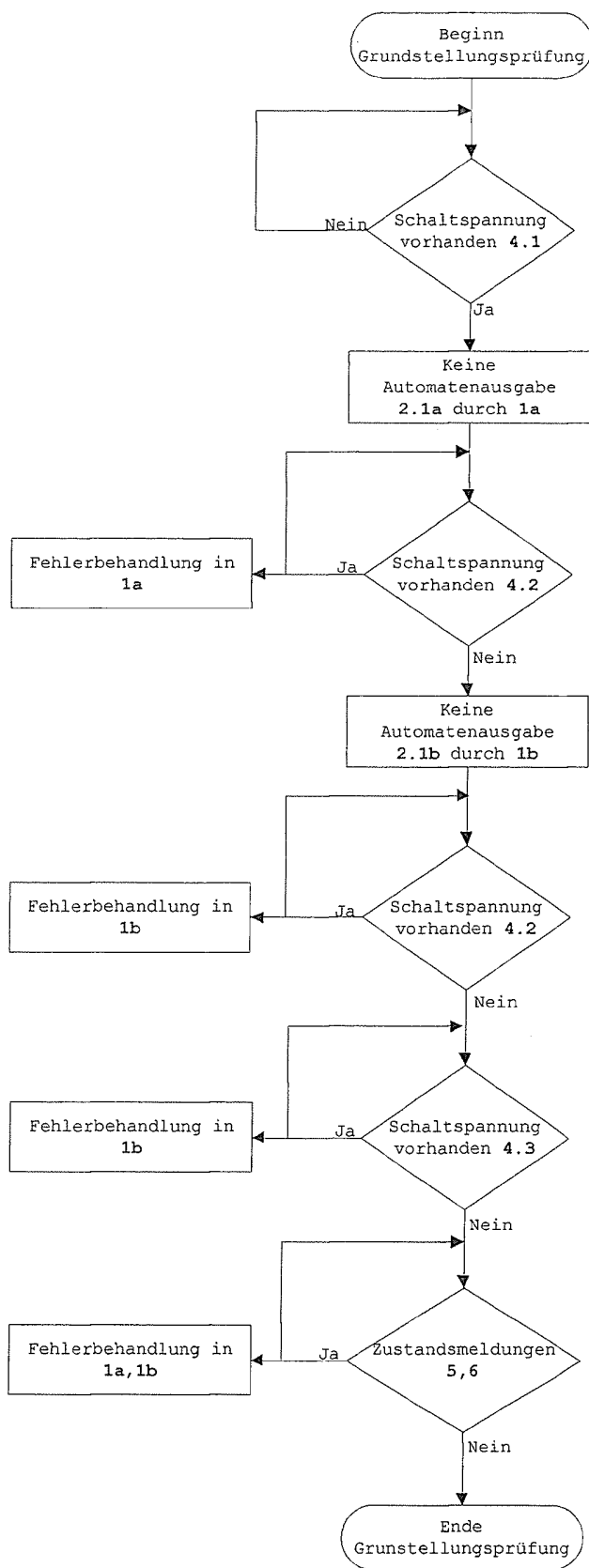


Fig. 6d