

Technische Stellungnahme
zum Thema

„Betrieb von Raumluftechnischen Anlagen
in Arbeitsbereichen der Schutz- und Sicherheitsstufe 3“

Erstellt vom

**Expertenkreis Labortechnik des
Ausschusses für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS)
Werrastraße 3
60486 Frankfurt a. M.**

Inhaltsverzeichnis

1	ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG	3
2	BEGRIFFSBESTIMMUNG UND DEFINITIONEN.....	3
3	ART DER STELLUNGNAHME	3
4	BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	4
5	SACHVERHALT	4
6	ANFORDERUNGEN AN RLT-ANLAGEN IN ARBEITSBEREICHEN DER SCHUTZ-/SICHERHEITSTUFE 3	5
6.1	Anforderungen gemäß der BioStoffV und GenTSV	5
6.2	Aufbau und Anforderungen an RLT-Anlagen.....	5
6.3	Betriebszustände der RLT-Anlagen im bestimmungsgemäßen Betrieb	5
6.3.1	Wartungs- und Instandhaltungsvorgänge	6
6.3.2	An-, Abfahr- und Probebetrieb.....	6
6.3.3	Normalbetrieb.....	7
6.4	Betriebszustände der RLT-Anlagen bei Abweichungen von bestimmungsgemäßigem Betrieb.....	8
6.4.1	Brandereignisfall.....	9
6.4.2	Störung der RLT-Anlage in Arbeitsbereichen.....	10
6.4.3	Störung der Druckstaffelung in Arbeitsbereichen	11
6.4.4	Steuerungs- und Regelkomponenten	12
6.4.5	Stromversorgung.....	13
6.4.6	Heizungs- und Kälteanlagen.....	13
6.4.7	Dynamische Schaltvorgänge von RLT-Anlagen.....	14
7	ZUSAMMENFASSUNG	14
8	ANHANG.....	15

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Für den Umgang mit luftübertragbaren Organismen wird ab der Risikogruppe 3 in Arbeitsbereichen (vergl. Ziffer 2) ein kontrollierter Unterdruck, der mit Alarmgeber überwacht wird, gefordert. (Anhang II und III Biostoffverordnung und Anhang III bis V GenTSV).

Auf Grund häufiger Anfragen zur Umsetzung in der Praxis stellt der Expertenkreis Labortechnik (ELATEC) eine Handlungshilfe für Planer, Behörden und Betreiber für den Betrieb von raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) zur Verfügung.

2 BEGRIFFSBESTIMMUNG UND DEFINITIONEN

Im Text der Stellungnahme werden folgende Begriffe verwendet:

- **Arbeitsbereich:** Räumliche Einheiten, die entweder entsprechend Schutzstufe 3 nach BioStoffV oder Sicherheitsstufe 3 nach GenTG/GenTSV klassifiziert sind.
- **Raumlufzustand:** Istzustand aller den Raumlufzustand betreffenden physikalischen Parameter.
- **RLT:** Raumluftechnische Anlage/n
- **Statische Druckdifferenz:** Ist der senkrecht wirkende Druck auf Flächen. Der statische Druck gibt die Differenz zum atmosphärischen Druck an. Er kann, je nachdem, ob druck- oder saugseitig, auch negative Werte annehmen.
- **Unterdruckhaltung:** Ist der geregelte Unterdruck im Raum durch die Abluftanlage ohne eine Zuluftnachführung.

3 ART DER STELLUNGNAHME

Die Stellungnahme des Expertenkreises Labortechnik (ELATEC) beschreibt den Betrieb von RLT-Anlagen zur Unterdruckhaltung und Druckstaffelung im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen. Sie gilt für Fälle eines Neubaus oder bei wesentlichen Änderungen in Arbeitsbereichen der Schutz-/Sicherheitsstufe 3.

RLT-Anlagen in Arbeitsbereichen der Schutz-/Sicherheitsstufe 4 werden in dieser Stellungnahme nicht behandelt, da höhere Anforderungen an die RLT-Anlage gestellt werden. Die Herangehensweise über Gefährdungsbeurteilungen ist jedoch vergleichbar.

4 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

Die Stellungnahme basiert auf nachfolgend genannten rechtlichen Grundlagen:

Kurzbezeichnung	Titel	Ausgabe
GenTSV	Gentechnik-Sicherheitsverordnung	14.03.1995; zuletzt geändert 18.12.2008
BioStoffV	Biostoffverordnung	15.07.2013
GenTG	Gentechnikgesetz	16.12.1993; zuletzt geändert am 07.08.2013
TRBA 100	Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe „Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien“	10/2013
TRBA 400	„Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Unterrichtung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“	04/2006
DIN 1946-7	Raumlufttechnik - Teil 7: Raumlufttechnische Anlagen in Laboratorien	07/2009
MBO	MUSTERBAUORDNUNG	09/2012
M-LüAR	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen	07/2010
MLAR	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen	11/2005

5 SACHVERHALT

In der Bundesrepublik Deutschland werden z. Z. eine Vielzahl von Arbeitsbereichen der Schutz-/Sicherheitsstufe 3 geplant, genehmigt oder betrieben.

Die Arbeitsbereiche werden durch bauliche und technische Barrieren von der Umwelt abgeschirmt. Diese Barrieren werden durch organisatorische Maßnahmen und Arbeitsabläufe ergänzt. Einen wesentlichen Bestandteil der technischen Barriere zur Abschirmung der Bereiche von der Umwelt bildet die jeweilige Lüftungsanlage mit einer Unterdruckhaltung.

Nachfolgend wird beschrieben, welche Anforderungen im bestimmungsgemäßen Betrieb und beim Störfall an die RLT-Anlagen am Beispiel Laboratorien gestellt werden. Diese gelten auch für andere Arbeitsbereiche, in denen Tätigkeiten der Schutz-/Sicherheitsstufe 3 durchgeführt werden. Auf Grund weiterer rechtlicher Anforderungen können im Einzelfall zusätzliche Betriebsfälle und Betrachtungsweisen erforderlich sein (z. B. Tierschutzgesetz in der Versuchstierhaltung oder GMP¹-Bereiche in der pharmazeutischen oder biotechnologischen Produktion).

¹ GMP: Good Manufacturing Practice = Gute Herstellungspraxis für Arzneimittel

6 ANFORDERUNGEN AN RLT-ANLAGEN IN ARBEITSBEREICHEN DER SCHUTZ-/SICHERHEITSTUFE 3

6.1 Anforderungen gemäß der BioStoffV und GenTSV

- Die Arbeitsbereiche der Schutz-/Sicherheitsstufe 3 sind von anderen Tätigkeiten in demselben Gebäude abzutrennen und sind über Schleusen zu betreten.
- Schleusentüren sind selbstschließend auszuführen und im bestimmungsmäßigen Betrieb gegeneinander zu verriegeln.
- Das Labor muss für Desinfektionsmaßnahmen abdichtbar sein.
- Die Abluft ist über Hochleistungsschwebstofffilter zu führen.
- Wenn eine Übertragung der Organismen über den Luftweg nicht ausgeschlossen werden kann, muss der Arbeitsbereich unter ständigem Unterdruck gehalten werden. Der Unterdruck ist durch Alarmgeber zu überwachen.
- Eine Rückführung von kontaminierter Abluft in den Arbeitsbereich ist unzulässig.
- Sicherheitsrelevante Anlagen sind an eine Notstromversorgung anzuschließen.

6.2 Aufbau und Anforderungen an RLT-Anlagen

Die RLT-Anlagen sind so auszubilden, dass diese den baurechtlich vorgeschriebenen Anforderungen von Bund und Ländern genügen.

Je nach Anlagenkonzeption wird in Anlagen ohne Redundanzbetrieb und Anlagen mit einem Redundanzbetrieb unterschieden.

Für die Lüftung der Arbeitsbereiche sind eigene Anlagen vorzusehen. Zum einen werden damit allgemein freigesetzte Stoffe in Form von Gasen, Dämpfen, Stäuben oder Aerosolen abgeführt und verdünnt, damit eine Gesundheitsgefährdung über die Atemluft vermieden wird (DIN 1946-7). Zum anderen ist durch die Lüftung ein kontrollierter Unterdruck zu erzeugen.

Die Abluft ist über Hochleistungsschwebstofffilter² zu führen. Es sind Absperrklappen in den Lüftungsleitungen zur Sicherstellung und Aufrechterhaltung der baulichen Barriere vorzusehen. Die Absperrungen sind im bestimmungsgemäßen Betrieb für die Dekontamination wie eine Begasung erforderlich.

Eine Anlagenskizze mit Darstellung der wesentlichen Bauteile ist dem Anhang beigelegt (s. Anhang Abbildung 1).

6.3 Betriebszustände der RLT-Anlagen im bestimmungsgemäßen Betrieb

Der bestimmungsgemäße Betrieb einer technischen Anlage ist gemäß TRBA 400 der zulässige Betrieb, für den die Anlage nach ihrem technischen Zweck bestimmt, ausgelegt und geeignet ist. Dies umfasst:

² Verweis: Technischer Bericht/Stellungnahme zum Thema „Einsatz von HEPA-Filtern in raumlufttechnischen Anlagen in Schutz- /Sicherheitsstufe 3 und 4 – Laboratorien und Tierhaltungsbereiche“ mit Beschluss 16/2010 des ABAS vom 02.12.2010

- den Normalbetrieb, einschließlich betriebsnotwendiger Eingriffe (siehe Abb. 2 im Anhang),
- An-, Abfahr- und Probetrieb,
- Wartungs- und Instandhaltungsvorgänge,
- den Zustand der vorübergehenden Außerbetriebnahme.

Durch die RLT-Anlagen ist ein Unterdruck in Arbeitsbereichen zu erzeugen. Dabei ist eine ansteigende Unterdruckdifferenz von der Schleuse zum Labor hin vorzusehen. Diese Unterdruckhaltung ist im bestimmungsgemäßen Betrieb dauerhaft aufrecht zu halten, ausgenommen hiervon sind der An-, Abfahr- und Probetrieb, Wartungs- und Instandhaltungsvorgänge sowie vorübergehende Außerbetriebnahmen.

6.3.1 Wartungs- und Instandhaltungsvorgänge

Im Wartungs- und Instandhaltungsbetrieb sind Einbauteile und Komponenten zu warten, zu reparieren oder auszutauschen. Dazu sind Schaltungen und Eingriffe an den Anlagen erforderlich, die Auswirkungen auf die Druckkaskade und auf die Nutzung des Arbeitsbereiches haben.

Diese Arbeiten sind an Verbrauchsmaterialien, drehenden Bauteilen sowie an allgemeinen bauaufsichtlich zugelassenen Bauteilen wie Brandschutzklappen durchzuführen. Die Wartung ist im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen für die jeweiligen einzelnen Bauteile durchzuführen.

Für RLT-Anlagen ohne Redundanzbetrieb ist die Nutzung der lufttechnisch erfassten Räume während der Wartungsarbeiten nicht zulässig. Eine wirksame Lüftung ist nicht mehr sichergestellt und der Arbeitsbereich ist vollständig außer Betrieb zu nehmen.

In Bereichen mit anlagentechnischer Redundanz können die lufttechnisch erfassten Arbeitsbereiche in der Regel weiter genutzt und betrieben werden.

Für den Wartungs- und Instandhaltungsbetrieb ist eine anlagenspezifische Betrachtung in Abhängigkeit der konzeptionellen Anlagenkonfiguration erforderlich. Insbesondere sind die Einbauteile mit Auswirkungen auf die Aufrechterhaltung der Druckkaskade und des Lüftungsbetriebes zu erfassen. Es ist ein Wartungs- und Instandhaltungsplan zu erstellen, in dem alle relevanten Komponenten aufgenommen werden. Es wird die Darstellung in Form einer Betriebsfallmatrix empfohlen. Die Wartungs- und Instandhaltungspläne sind in der Planungsphase in Zusammenarbeit der Planer und Betreiber unter Berücksichtigung der Anlagen- und Wartungskonzepte zu erstellen.

6.3.2 An-, Abfahr- und Probetrieb

In diesen Betriebszuständen werden die RLT-Anlagen durch den Betreiber bzw. Arbeitgeber entsprechend definierter Handlungs- und Betriebsanweisungen gefahren. Betriebsanweisungen sind vor der Nutzung der Anlagen und unter Berücksichtigung des zukünftigen Personalkonzeptes in Zusammenarbeit von Planern und Betreibern/ dem Arbeitgeber zu erstellen.

Während des Anfahrbetriebs einer RLT-Anlage sind Arbeiten mit gesundheitsgefährdenden Biostoffen noch nicht zulässig. Daher ist keine Abschirmung zur Umwelt während des Anfahrbetriebes erforderlich.

Expertenkreis Labortechnik (ELATEC)

Vor dem Abfahrbetrieb ist der Arbeitsbereich vollumfänglich zu dekontaminieren. Zu diesem Zweck wird eine Begasung empfohlen. Die bauliche und technische Barriere ist bis zum Abschluss der Dekontamination aufrecht zu halten.

In einem Begasungskonzept ist festzuhalten, welche Raumlufzustände in Abhängigkeit vom verwendeten Gas für eine erfolgreiche Dekontamination erforderlich sind.

Die Handlungs- und Betriebsanweisungen zur Einstellung der Raumlufzustände bzw. zur Außerbetriebnahme der RLT-Anlagen sollten in der Betriebsfallmatrix mit aufgenommen werden.

6.3.3 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb muss eine Strömungsumkehr ausgeschlossen werden (z.B. von Labor zur Schleuse oder von der Schleuse in den Außenbereich).

Die statische Druckdifferenz darf nur bis zum Gleichdruck zu dem vorgelagerten Raum, z.B. der Schleuse, eingestellt werden. Ein Druckausgleich zwischen den Räumen kann bei einer Türöffnung zur Schleuse bzw. zum Labor auftreten. Ausschlaggebend dabei sind die Raumgrößen der miteinander verbundenen Räume und Größe der Türöffnung/en.

Die Druckkaskade ist so aufzubauen, dass eine stabile und störunanfällige Raumdruckregelung gewährleistet wird. Insbesondere sind hier zu beachten:

- die Toleranzgrenzen der Regelung und der Volumenstromregler,
- die Raumgrößen,
- die Volumenstromregeldifferenz und der Stördruckdifferenzen im bestimmungsgemäßen sowie im gestörten Betrieb.

Es wird eine Druckkaskade von 30–40 Pa je Raumgruppe empfohlen. Druckdifferenzen sollten raumweise erhöht werden. Beispiel: Schleuse -30 Pa, Labor -70 Pa, Druckdifferenzen werden als Referenz zur Atmosphäre betrachtet.

Hinweis: Abhängig von den räumlichen Gegebenheiten ist bei einer Druckdifferenz von mehr als 60 Pa. zwischen zwei Räumen mit einer Beeinträchtigung beim manuellen Öffnen von Türen zu rechnen.

Die empfohlene Druckdifferenz setzt sich aus der Regeldifferenz der Bauteile, einer Regeldifferenz (mind. 10 Pa) bis zur Sperrung von Türen mit Anzeige eines Alarmes und mindestens weiteren 10 Pa für erforderlich Anlagenschaltungen zusammen. Bei einer Druckstörung sind Schaltungen der Lüftungsanlage notwendig (siehe Abbildung 7 im Anhang).

Die Regelungsgüte hängt von der Regelgeschwindigkeit des Gesamtsystems und der Dichtigkeit der Räume ab. Als Volumenstromregler sind in hochdichten Räumen, in vollverschweißter Ausführung, vorzugsweise pneumatische Regler einzusetzen. In dichten Räumen werden schnellregelnde/schnelllaufende Volumenstromregler empfohlen, um Abweichungen von Raumdruckdifferenzen und Einschwingzeiten zu minimieren.

Die Druckdifferenzen im Arbeitsbereich sind gegen die Atmosphäre zu messen. Für den Referenzpunkt ist ein Raum im Gebäude ohne äußere und innere Einflüsse, also ohne den Einfluss von Lüftungsanlagen und Windverhältnissen zu wählen.

6.4 Betriebszustände der RLT-Anlagen bei Abweichungen von bestimmungsgemäßem Betrieb

Eine Betriebsstörung ist gemäß TRBA 400 eine sicherheitstechnisch bedeutsame Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb einer technischen Anlage.

Störungen sind z.B.:

- Brandereignisfälle,
- Ausfall des Zu- oder des Abluftvolumenstroms,
- die Unterbrechung der Unterdruckhaltung (Wegfall der technischen Barriere).

Durch die Verwendung von Hochleistungsschwebstofffiltern mit den dazugehörigen Vorfilterstufen kann die maximal erzeugbare statische Druckdifferenz der Ventilatoren in den Arbeitsbereichen auftreten. Eine Beschädigung der baulichen Hülle ist dabei nicht auszuschließen. Daher ist bei Ausfall des Zu- oder des Abluftvolumenstroms die bauliche Hülle gegen Beschädigungen zu schützen.

Die Schaltungen von RLT-Anlagen sollten nach dem nachfolgenden Prinzip ausgeführt werden:

- a) Aufrechterhaltung der Unterdruck-Bedingungen mit Lüftung der Arbeitsbereiche, Beispiel: Umschaltung auf Redundanzbetrieb
- b) Unterdrucksicherung zur Aufrechterhaltung der technischen Abschirmung zur Umwelt, abluftseitige Unterdrucksicherung ohne Lüftung der Arbeitsbereiche
- c) gas- bzw. luftdichter Verschluss mit Sicherung der Umwelt durch die bauliche Barriere

Neben den Anlagenschaltungen für Störfälle sind organisatorische Maßnahmen durch den Betreiber festzulegen, um den Schutz der Umwelt durch die bauliche Hülle nicht aufzuheben und das Risiko für eine Umweltbelastung zu minimieren.

Beispiele organisatorischer Maßnahmen:

- manuelles Öffnen und Schließen von Türen, analog zum bestimmungsgemäßen Betrieb, mit Aufrechterhaltung der Türschließfolgen im Schleusungsvorgang,
- der Begrenzung von Biostoffen in der Raumluft durch sicheres Verstauen/Lagern,
- geordnete Beendigung von Arbeiten.

Organisatorische Maßnahmen müssen eine Alarmierung der Mitarbeiter in den Arbeitsbereichen beinhalten. Es sollten nachfolgende Unterscheidung getroffen werden:

- „Arbeiten beenden und Arbeitsbereich verlassen“, Beispiel: Ausfall der Lüftungsanlagen
- „Arbeitsbereich ist unverzüglich zu verlassen“, Beispiel: Brandalarm

Die Einsatzgrenzen von RLT-Anlagen sind in Abhängigkeit der konzeptionellen Anlagenausbildung zu betrachten und zu erfassen. Die Störfallbetrachtung ist Gewerke übergreifend durchzuführen, um Verknüpfungen von technischen Anlagen, wie die Freigabe von Schleusentüren usw. zu berücksichtigen. Neben den infektionspräventiven Anforderungen sind die baurechtlichen Anforderungen mit aufzunehmen.

Die Störfallerfassung ist durchzuführen, unter der Voraussetzung eines einzelnen technischen Störfalles (Betriebsstörung). Ein technischer Störfall kann zum Ausfall mehrerer Anlagen und

Anlagenteile führen. (*Hinweis: Die Betrachtungsweise eines Ereignisses wird aus dem Baurecht abgeleitet.*)

6.4.1 Brandereignisfall

Brandereignisfall in Arbeitsbereichen

In Brandereignisfällen sind neben den zu betrachtenden biologischen Anforderungen auch baurechtliche Anforderungen zu beachten (vgl. §41 MBO).

Durch Lüftungsanlagen darf keine schadstoffbelastete Luft in andere Bereiche übertragen werden. Einer unkontrollierten Ausbreitung von schadstoffbelastetem Rauch ist vorzubeugen. In der nachfolgenden Betrachtung wird eine Unterdruckhaltung ohne Lüftung des Raumes durch einen redundanten Aufbauturm oder durch eine separate Abluftanlage angenommen (siehe Abbildung 8 im Anhang). Bezüglich einer detaillierten Anlagenbeschreibung zur Unterdruckhaltung und der Beschreibung seiner Notwendigkeit, wird auf die Technische Stellungnahme zum Thema „Rauchableitung aus Laboratorien der Schutz- und Sicherheitsstufen 1, 2 und 3“ Beschluss 5/2013 des ABAS vom 22.04.2013 erstellt durch den ELATEC, verwiesen.

Im Brandereignisfall ist eine Lüftung der betroffenen Arbeitsbereiche nicht möglich.

Eine Lüftung der Räume in Verbindung mit Feuerlöschanlagen kann zur Unwirksamkeit der Löschanlagen oder der Lüftungsanlagen selbst führen, welche auch mit einer Aufhebung der baulichen Barriere bei Beschädigung von Abluftfiltern einhergehen kann. Im Zusammenwirken mit Gaslöschanlagen ist eine Minderung der Gasvolumenkonzentration zu erwarten.

Die Wirksamkeit von Hochdrucknebellöschanlagen in Verbindung mit einer Raumlüftung, kann durch einen Austrag, einer Verwirbelung des Wassernebels eingeschränkt werden. Die Abluft-hochleistungsschwebstofffilter können durch eine überhöhte Wasserbeaufschlagung (mit Rußpartikeln durchsetzt) beschädigt oder zugesetzt werden.

RLT-Anlagen ausgebildet mit nicht qualifizierten Bauteilen wie Stahlblechkanälen, Brandschutzklappen und den verbauten Regelkomponenten sind nicht für eine Entrauchung geeignet. Entsprechende Nachweise der Bauteile, wie eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Anwendungsfall einer Entrauchung, sind nicht vorhanden.

Die technische Barriere mit einem Unterdruck kann im Brandereignisfall durch eine Unterdruckhaltung über Bypassklappen oder separate Abluftanlagen ohne Zuluftnachführung in vorgegebenen Grenzen aufrechterhalten werden. Die einzustellenden Unterdruckdifferenzen sind je nach Ausführung der baulichen Hülle und unter Berücksichtigung von Türöffnungskräften, in der Planungsphase zu definieren. Die Regelung des Raumdruckes ist unabhängig vom Regelsystem des vom Brand betroffenen Raumes auszuführen. Im Brandereignisfall ist keine Schadensvorhersage möglich, es kann vom Ausfall der zum Raum gehörenden Regelkomponenten ausgegangen werden. Insbesondere wird an dieser Stelle auf die technischen Einsatzgrenzen der Abluftanlage und der Volumenstromregler selbst hingewiesen.

Hinweis: Im Fall der Unterdruckhaltung ist von einer Sperrung der Schleusentüren durch Druckverletzungen auszugehen. Es ist eine geeignete Fluchttürsteuerung vorzusehen. Diese sollte hinsichtlich einer möglichen Störung der Türsteuerung selbst durch manuelle Betätigung „NOT-AUF-Taster“ erfolgen. Die Taster sind gegen unbefugtes Schalten zu sichern. Es wird eine Überwachung für erforderlich gehalten.

Brandereignisfall in sensiblen Bereichen außerhalb der Arbeitsbereiche

Sensible Bereiche der RLT-Anlagen sind die Lüftungszentralen, Filterräume und Aufstellorte von Schaltschränken.

In einem Brandereignisfall innerhalb dieser Räume ist ein definierter Raumlufzustand in den lufttechnisch erfassten Arbeitsbereichen herzustellen, um bei Ausfall einzelner Komponenten bis hin zum Ausfall der gesamten Lüftungsanlage unzulässige hohe Drücke bzw. unzulässige Raumlufzustände mit einer Strömungsumkehr zu verhindern.

Werden Arbeitsbereiche mit dezentralen Abluftanlagen erfasst, sind die Abluftanlagen die für die Unterdruckhaltung vorgesehen sind, baulich abzutrennen. Es kann eine Umschaltung auf die Abluftanlage zur Unterdruckhaltung (ohne Zuluft) erfolgen, damit bleibt die technische Barriere erhalten.

Für zentrale Lüftungsanlagen mit Redundanzbetrieb zur Versorgung von Arbeitsbereichen ist ein luft- bzw. gasdichter Verschluss erforderlich. Ausgenommen hiervon sind redundante Anlagen mit einer baulichen Trennung. In diesem Fall entfällt die technische Barriere durch die Unterdruckhaltung. Zum Zwecke der Abschirmung zur Umwelt sind neben der baulichen Barriere unterstützende organisatorische Maßnahmen notwendig.

6.4.2 Störung der RLT-Anlage in Arbeitsbereichen

Als sicherheitsrelevante Störungen von RLT-Anlagen können der Anlagenausfall, Ausfall oder Unterbrechung der Zuluft- oder Abluftwege auftreten. Die Einsatzgrenzen der RLT-Anlagen sind in Abhängigkeit des konzeptionellen Anlagenaufbaus zu betrachten und zu erfassen, nachfolgend wird auf zu betrachtende Bauteile hingewiesen. Die Störfallbetrachtung ist Gewerke übergreifend durchzuführen, um Verknüpfungen von Anlagen die zum Betrieb der RLT-Anlagen erforderlich sind, mit zu erfassen.

Störung Lüftungsanlagen

Im Störfall „Ausfall von Zu- oder Abluftanlagen“ ist keine Lüftung im Raum gegeben und dadurch erfolgt über diesen Weg kein Austrag oder keine Verdünnung von Biostoffen.

Für dezentrale oder zentrale Lüftungsanlagen ohne Redundanz ist eine Umschaltung auf die Unterdruckhaltung vorzusehen. Die technische Barriere bleibt erhalten. Arbeiten in den Arbeitsbereichen der Schutz-/Sicherheitsstufe 3 müssen beendet werden (siehe Abbildung 3 im Anhang).

Für zentrale RLT-Anlagen ausgeführt mit Redundanzanlagen, ist die Umschaltung auf die Redundanzanlagen vorzusehen. Die Bereiche können weiter genutzt werden (siehe Abbildung 5 im Anhang).

Störungen von einzelnen Zu- und Abluftklappen

In den Lüftungsleitungen sind Klappen hinsichtlich baurechtlicher Belange, wie Brandschutzklappen, und zur Absperrung von einzelnen Räumen und Komponenten angeordnet. Die Klappen sind in der Regel als selbsttätig schließende Klappen auszuführen.

Die Klappen können in nachfolgende Gruppen untergliedert werden:

- Hauptklappen mit Absperrung des Luftweges zum gesamten Arbeitsbereich,
- Einzelklappen mit Absperrung des Luftweges zu einzelnen Arbeitsbereichen

Im Störfall „Schließen von Klappen“ wird der Leitungsweg der Zu- oder Abluft unterbrochen. Durch fehlende Luftab-/nachführung können unzulässige Unter- bzw. Überdrücke in den Arbeitsbereichen auftreten.

Ein Schließen von Hauptklappen hat den luftdichten Verschluss der angeschlossenen Arbeitsbereiche zur Folge. Die technische Barriere würde in diesem Störfall entfallen. Um dennoch eine technische Barriere aufrecht zu erhalten, sind Redundanzklappen (d.h. ein äquivalenter 100%-Nennvolumenstrom) vorzusehen. Die Arbeitsbereiche können in diesem Fall weiter genutzt werden und die technische Barriere bleibt erhalten (siehe Abbildung 1 im Anhang, BSK 1 und BSK 2).

Sind Einzelklappen in ihrer Funktion gestört, ist die Druckhaltung der Arbeitsbereiche sicherzustellen. Dies kann über Bypassklappen zur Aufrechterhaltung der technischen Barriere erfolgen. (siehe Abbildung 6 im Anhang).

Störungen von Klappen in vorgelagerten Räumen, wie Schleusen mit einem Anschluss an nicht schutzbedürftige Bereiche, sollte ein luftdichter Verschluss vorgesehen werden, um Strömungsumkehrungen aus den Arbeitsbereichen wie Laboren auszuschließen. Die technische Barriere entfällt in diesem Störfall. Diese Schaltung wird als ausreichend angesehen, unter der Voraussetzung, dass die Arbeiten im Arbeitsbereich beendet werden. Mit dem luftdichten Verschluss wird der vorgelagerte Bereich einer Türöffnung gleichgesetzt. Arbeiten mit Biostoffen erfolgen nicht mehr (siehe Abbildung 4 im Anhang).

6.4.3 Störung der Druckstaffelung in Arbeitsbereichen

Die Druckstaffelung ist so auszuführen, dass eine Strömungsumkehr und die dadurch mögliche Übertragung von Biostoffen zu vorgelagerten Bereichen nicht erfolgt.

Zur Überwachung wird ein redundantes System empfohlen, welches neben Störungen der Drucküberwachung auch bei Störfällen, wie zum Beispiel eines Netzwerkfehlers zur Bewertung von Raumluftzuständen, herangezogen werden kann. In der Regel ist diese Redundanz baulich, zum Beispiel durch die Differenzdrucküberwachungen der Türsteuerung, vorhanden.

Störungen der Druckstaffelung sollten in zwei Stufen kategorisiert werden.

1. Störfall Druckverletzung 1: Der Zugang zu den Arbeitsbereichen sollte gesperrt und das Personal im Bereich alarmiert werden.
2. Störfall Druckverletzung 2: Der Arbeitsbereich ist in die Unterdruckhaltung zu schalten, wenn eine Überschreitung eines zweiten Schwellenwertes oder einer Zeitüberschreitung des 1. Störfalles mit einer Druckumkehrung zum vorgelagerten Raum erfolgt. In diesem Fall ist von einer Störung der Druckregelung auszugehen. Das Personal im Bereich ist zu alarmieren. Der Bereich ist durch manuelles Öffnen der Türen unter Beachtung der Türschließfolgen zu verlassen.

Um den bestimmungsgemäßen Betrieb (das Öffnen der Schleusentüren) zu berücksichtigen, ist eine kurzzeitige Unterbrechung der Überwachung der Druckstaffelung vorzusehen. Um hier einen Störfall ausschließen zu können, ist eine Überwachung des Absolutwertes der Druckdiffe-

Expertenkreis Labortechnik (ELATEC)

renz auszuführen. Nach Erreichen eines festgelegten Absolutwertes ist die Anlage in die Druckhaltung zu schalten.

Für RLT-Anlagen mit mehreren lufttechnisch erfassten Räumen, ist zur Erfassung von Störungen der Druckregelung, ein Vergleich der Differenzdrücke mehrerer Räume vorzusehen. Im Fall der gleichzeitigen Druckverletzung von unterschiedlichen Räumen ist von einer Störung der Regelung auszugehen. Der Arbeitsbereich ist in einen definierten Zustand, (den luft- bzw. gasdichten Verschluss) zu schalten. Die technische Barriere ist in diesem Störfall nicht vorhanden.

Störfälle von technischen Anlagen, die für den Betrieb der Druckregelung erforderlich sind, müssen erfasst und bewertet werden. Ggf. müssen einzelne technische Komponenten und Funktionen redundant ausgeführt werden (Beispiel: Druckluftaufbereitung).

6.4.4 Steuerungs- und Regelkomponenten

Um Lüftungsanlagen zu betreiben, sind Steuerungs- und Regelkomponenten erforderlich, deren Beschreibung an dieser Stelle nur prinzipiell und für den Störfall erfolgt:

- Gebäudeleittechnik (GLT): Als GLT wird die Software bezeichnet, mit der Gebäude überwacht werden. Grafische oder Web-Oberflächen zur Visualisierung der Anlage mit Alarmprotokollierung und Anzeige der Anlagenzustände.
- Direct Digital Control (DDC): Eine Komponente der Gebäudeautomation, ist eine einem Computer ähnliche elektronische Baugruppe, die für Steuerungs- und Regelungsaufgaben in der Gebäudeautomatisierung eingesetzt wird.
- Informationsschwerpunkte (ISP): Eine Bezeichnung aus der Gebäudeautomation für die Räumlichkeit, in der die Regel- und Steuereinheiten (DDC-Stationen) zusammenlaufen. Schaltschränke mit DDC-Unterstationen (softwaregestützte Regelintelligenz).
- Netzwerk bzw. Bussysteme zur Kommunikation zwischen den Informationsschwerpunkten.

Alle Störungen der Anlagenkomponenten sind zu erfassen. Es sind hierzu geeignete Maßnahmen bzw. Schaltungen vorzusehen, um im Störfall Strömungsumkehrungen oder unzulässig hohe Unterdrücke zu vermeiden. Hohe Unterdrücke können im Störfall durch das Schließen von Hauptklappen (Klappen sind i.d.R. stromlos-schließend ausgeführt) auftreten oder durch fehlende Sollwertgrößen der Volumenstromregelung entstehen.

Mit Ausfall der rechnergestützten DDC-Unterstation fallen die Ansteuerungen und Regelungen von Komponenten der Lüftungsanlagen aus. Das heißt die Anlagenkomponenten der RLT-Anlage werden nicht mehr angesteuert und es tritt ein undefinierter Anlagenzustand ein. Aus diesem Grund sind die einzelnen DDC-Unterstationen im bestimmungsgemäßen Betrieb zu überwachen. Im Störfall wird empfohlen eine hardwareseitige Abschaltung des betroffenen ISP vorzusehen. Mit Abschaltung sind relevante Komponenten der Lüftungsanlage außer Betrieb zu nehmen, Beispiel: Ventilatoren werden abgeschaltet, Lüftungsklappen schließen selbsttätig „stromlos“. In den Arbeitsbereichen können definierte Raumluftzustände durch eventuell vorhandene Redundanzanlagen oder durch die Umschaltung auf die Unterdruckhaltung hergestellt werden. Bei Komponenten welche nicht redundant ausgeführt sind, aber zum sicheren Betrieb der Anlagen notwendig sind (z.B. gasdichte Klappen an den Räumen), ist eine hardwareseitige Zwangsschaltung vorzusehen. Diese Umschaltmöglichkeiten sind in der Planungsphase mit einer entsprechenden Aufteilung der RLT-Anlagenkomponenten auf unterschiedliche ISP oder DDC-Unterstationen zu berücksichtigen.

Die Netzwerke bzw. Bussysteme zwischen den DDC-Unterstationen sind ausfallsicher aufzubauen. Das kann sichergestellt werden durch Aufbau eines redundanten Netzwerkes oder der Verwendung von Bussystemen in Ringbustechnik.

Die verbauten Komponenten in Schaltschränken wie Steuersicherungen usw. sind zu überwachen. Im Störfall sind, in Abhängigkeit der Auswirkung auf die Unterdruckregelung in den Arbeitsbereichen, die dazu notwendigen RLT-Anlagenschaltungen umzusetzen.

6.4.5 Stromversorgung

Für sicherheitsrelevante Einrichtungen wie RLT-Anlagen, Notruf- und Überwachungssysteme ist eine Notstromversorgung vorzusehen. Die Notstromversorgung ist im Sinne der baurechtlichen Sicherheitsstromversorgung mit einer Funktionsdauer von 90 Minuten gemäß der MLAR und dem gültigen VDE³-Regelwerk auszubilden.

Der Ausfall der allgemeinen Stromversorgung ist zu überwachen. Mit Ausfall der allgemeinen Stromversorgung erfolgt eine Umschaltung auf die Sicherheitsstromversorgung mit einer maximalen Stromversorgungsunterbrechung von 15 Sekunden. Im Störfall der allgemeinen Stromversorgung sind die Anlagen definiert herunterzufahren, d.h. unzulässig hohe Druckdifferenzen oder Strömungsumkehrungen sind zu vermeiden und auszuschließen.

Unzulässig hohe Druckdifferenzen können als Folge von Klappenlaufzeiten oder durch Nachlaufzeiten von Ventilatoren auftreten. Je nach ausgeführter Dichtigkeit der Arbeitsbereiche sind Schaltfolgen zur Druckentlastung vorzusehen, wie beispielsweise eine zeitlich verzögertes Schließen der Abluftklappen oder ein kurzzeitige Öffnung der Abluftklappe als Druckentlastung.

Zur Sicherstellung des definierten Abfahrbetriebes sollten die Regelungs- und Steuerungskomponenten mit dezentraler, unterbrechungsfreier Stromversorgung ausgeführt werden. Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung der Ventilatoren ist nicht erforderlich. Durch eine dezentrale unterbrechungsfreie Stromversorgung der Kontrollunterstationen (siehe Punkt 6.4.4) ist eine geregelte Inbetriebnahme der RLT-Anlagen nach der Netzwiederkehr gesichert möglich. Durch die unterbrechungsfreie Stromversorgung der Informationsschwerpunkte sind Störungen wie Netzschwankungen im Millisekunden-Bereich ausgeschlossen.

6.4.6 Heizungs- und Kälteanlagen

Ausfall und Störungen der Heizungs- und Kälteanlagen sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Eine Störung der Heizungsanlage im Winter darf nicht zur Abschaltung der Lüftungsanlage führen. Die Außenluft ist so zu konditionieren, dass eine Abschaltung der Lüftungsanlagen über den Frostschutzwächter nicht erfolgt, eine Wärmerückgewinnung genügt in der Regel diesen Anforderungen.

Bei Ausfall der Kälteanlage ist keine Abschaltung der Lüftungsanlage notwendig. Die Abweichungen zu den ansteigenden Sollraumlufttemperaturen sind durch organisatorische Maßnahmen zu kompensieren.

³ VDE: Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.

6.4.7 Dynamische Schaltvorgänge von RLT-Anlagen

Während der Umschaltvorgänge auf Redundanzanlagen, der Unterdruckhaltung oder des Ab- und Anfahrbetriebes entstehen dynamische Druckverläufe. Durch technische Grenzen der verbauten Komponenten in Lüftungsanlagen können Druckumkehrungen auftreten.

Mögliche Druckumkehrungen sind zeitlich und in Abhängigkeit von der Höhe der Druckdifferenz zu erfassen. Druckumkehrungen können durch Auswahl von Klappenantrieben (Schnellläufer) und durch Schaltvorgänge (z.B. durch die hardwaremäßige Abschaltung von einzelnen Komponenten) begrenzt oder vermieden werden. Es ist angezeigt, diese Optimierung während der Inbetriebnahme vorzunehmen.

Während dieser Schaltvorgänge ist die Barriere der technischen Anlage nicht wirksam, eine Türöffnung sollte vermieden werden.

Die Bewertung der auftretenden Druckdifferenzen ist mit der jeweiligen Behörde und dem Sachverständigen abzustimmen.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Nachfolgend werden die wesentlichen Inhalte der vorliegenden Stellungnahme wiedergegeben:

- Im bestimmungsgemäßen Normalbetrieb ist die Aufrechterhaltung der Unterdruckstaffelung sicherzustellen. In den bestimmungsgemäßen Betriebsfällen von Wartungs- und Installationsarbeiten sowie der Außerbetriebnahme sind detaillierte Betrachtungen der sich einstellenden Raumlufzustände erforderlich. Diese sollten in einer Betriebsfallmatrix mit Erfassung aller Komponenten erfasst und dargestellt werden.
- In Störfällen von RLT-Anlagen sind diese in Abhängigkeit der konzeptionellen Anlagenausbildung und der damit verbundenen Raumlufzustände zu erfassen und die Einsatzgrenzen der Lüftungsanlagen darzustellen. Es wird empfohlen, die Schaltungen und Raumlufzustände schematisch in Flussdiagrammen für die Abstimmung mit Behörden und Sachverständigen darzustellen. Anschließend ist eine Betriebs- und Störfallmatrix mit Darstellung aller relevanten Anlagenteile und Komponenten sowie Meldungsweiterleitungen und Alarmierungen zu erstellen. Diese ist durch organisatorische Maßnahmen durch den Betreiber zu ergänzen.
- Zur Aufrechterhaltung der technischen Barriere sollten in Arbeitsbereichen mit mehreren angeschlossenen Räumen Redundanzanlagen vorgesehen werden. Eine Unterdrucksicherung ohne Nachführung von Zuluft ist sicherzustellen.
- Eine Notstromversorgung für RLT-Anlagen ist erforderlich. Für die Regelungs- und Steuerungskomponenten der Lüftungsanlage ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung vorzusehen, um definierte Raumlufzustände während der Umschaltzeiten auf die Notstromversorgung sicherzustellen und Netzschwankungen im Millisekunden-Bereich zu kompensieren.
- Der Ab- und Anfahrbetrieb sowie die Umschaltvorgänge sind dynamisch während der Inbetriebnahme/ dem Probetrieb differenzdruckseitig zu erfassen und zu optimieren. Differenzdruckspitzen sind in Zusammenarbeit mit den örtlichen Behörden zu bewerten.

8 ANHANG

Erläuterung

In Ergänzung der Stellungnahme und den darin beschriebenen Punkten, wurden eine Anlagenskizze und Flussdiagramme als Beispiele erstellt.

Die Darstellung mit Hilfe von Flussdiagrammen wird empfohlen, um eine übersichtliche Zusammenfassung der Gewerke übergreifenden Verknüpfungen und Anlagenschaltung zu erhalten. Mit Hilfe der Flussdiagramme können die Einsatzgrenzen der Lüftungsanlagen mit den dazugehörigen Raumluftzuständen und Auswirkungen auf Nebenanlagen wie der Türsteuerung und Meldungsweiterleitung aufgezeigt werden und schlüssig mit Behörden und Betreibern sowie Fachplanern abgestimmt werden.

Aus diesen Darstellungen ist nach erfolgter Abstimmung eine Betriebs- und Störfallmatrix zu erstellen.

Aufbau:

In den Flussdiagrammen sind die nachfolgend aufgeführten Betriebs- und Störfälle aufzunehmen und die Auswirkungen auf die Unterdruckhaltung und Meldungsweiterleitung sowie der Signalisierung in den Schutzbereichen darzustellen:

Betriebsfälle im bestimmungsgemäßen Betrieb:

- Bestimmungsgemäßer Betrieb
- Desinfektionsbetrieb (Filter/Räume)

Brandereignisfälle:

- Brandereignisse in den Schutzstufenbereichen
- Brandereignisse in sensiblen Bereichen der Schutzstufenbereiche wie RLT-Zentralen
- Brandereignisse außerhalb der Schutzstufenbereiche

RLT-Anlagenstörungen:

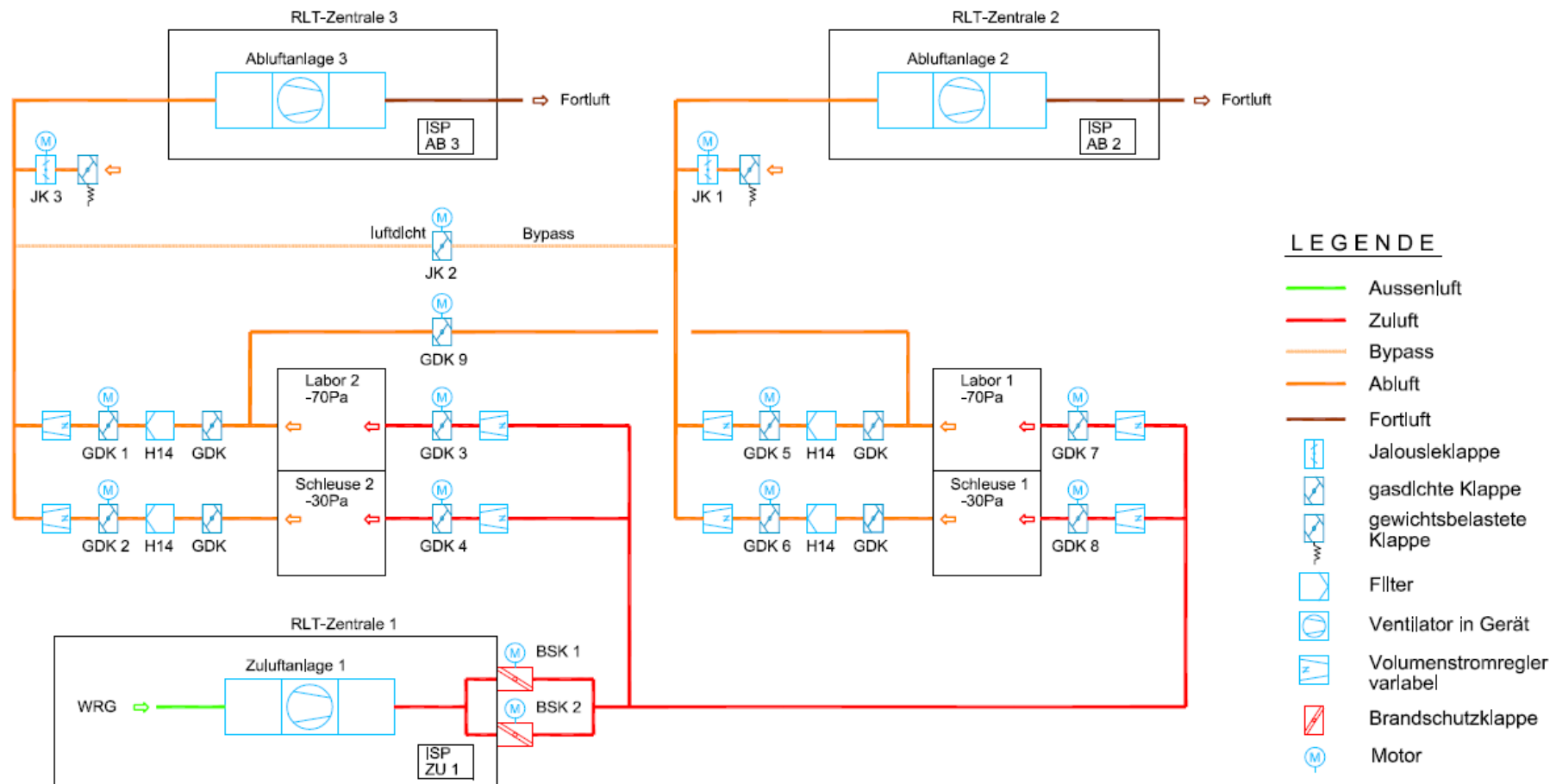
- Störungen Zu- und Abluftanlagen
- Störungen von Klappen im Hauptvolumenstrom jeweils Zu- und Abluft
- Störungen von Klappen zu einzelnen Schutzstufenbereichen jeweils Zu- und Abluft

Raumdruckstörungen:

- Störungen Überschreitung der Raumdrucksollwerte
- Störungen Unterschreitung der Raumdrucksollwerte

Störungen von Anlagen die zum Betrieb der Schutzstufenbereiche erforderlich sind (Auszug):

- Thermische Desinfektion,
- Elektrische Anlage,
- Informationsschwerpunkte,
- Türsteuerung,
- GLT/Netzwerk,
- Druckluftversorgung,
- Brandmeldeanlage, Alarmierungsanlage, Löschanlage, Sicherheitsbeleuchtung usw.



LEGENDE

- Aussenluft
- Zuluft
- Bypass
- Abluft
- Fortluft
- Jalousieklappe
- gasdichte Klappe
- gewichtsbelastete Klappe
- Filter
- Ventilator in Gerät
- Volumenstromregler variabel
- Brandschutzklappe
- Motor

Anlagenschema
 Labore
 Schutz- / Sicherheitsstufe 3
 als Beispiel

Anlagenskizze

Abbildung 1

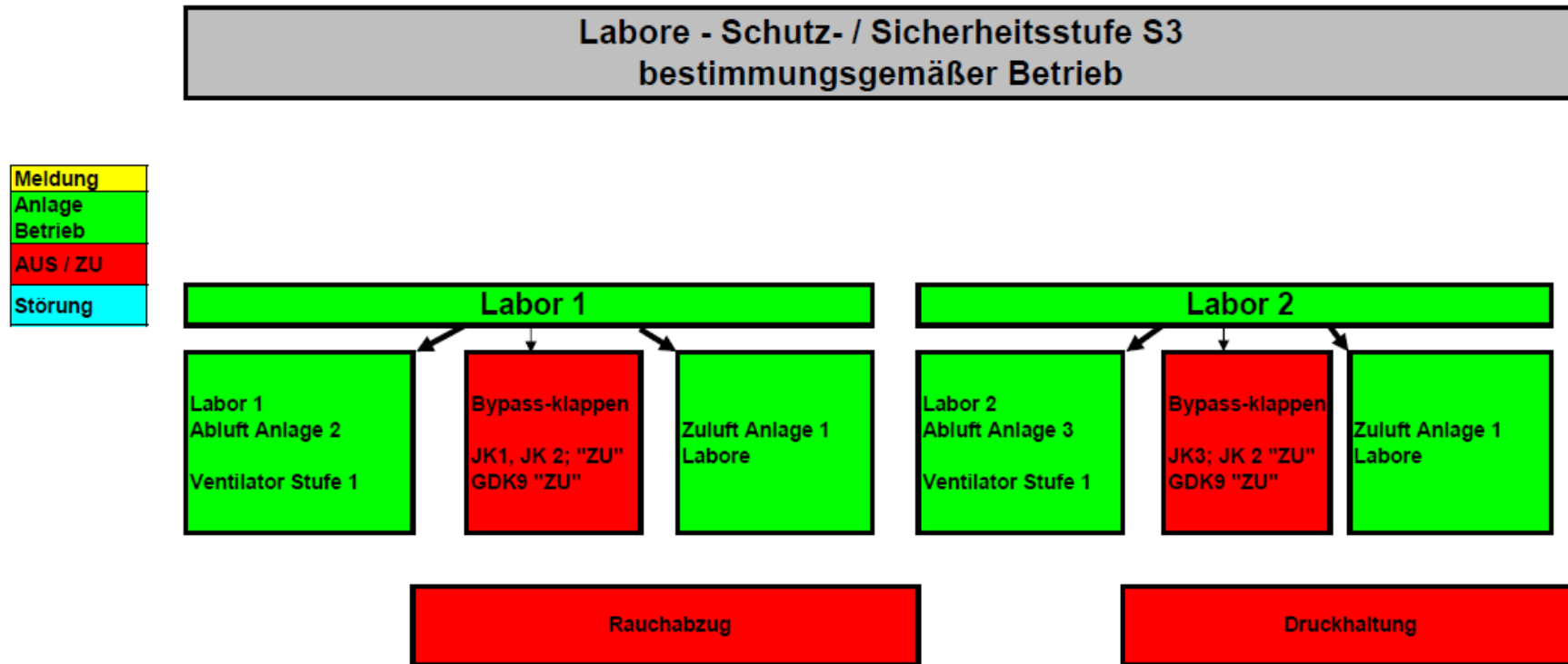


Abbildung 2

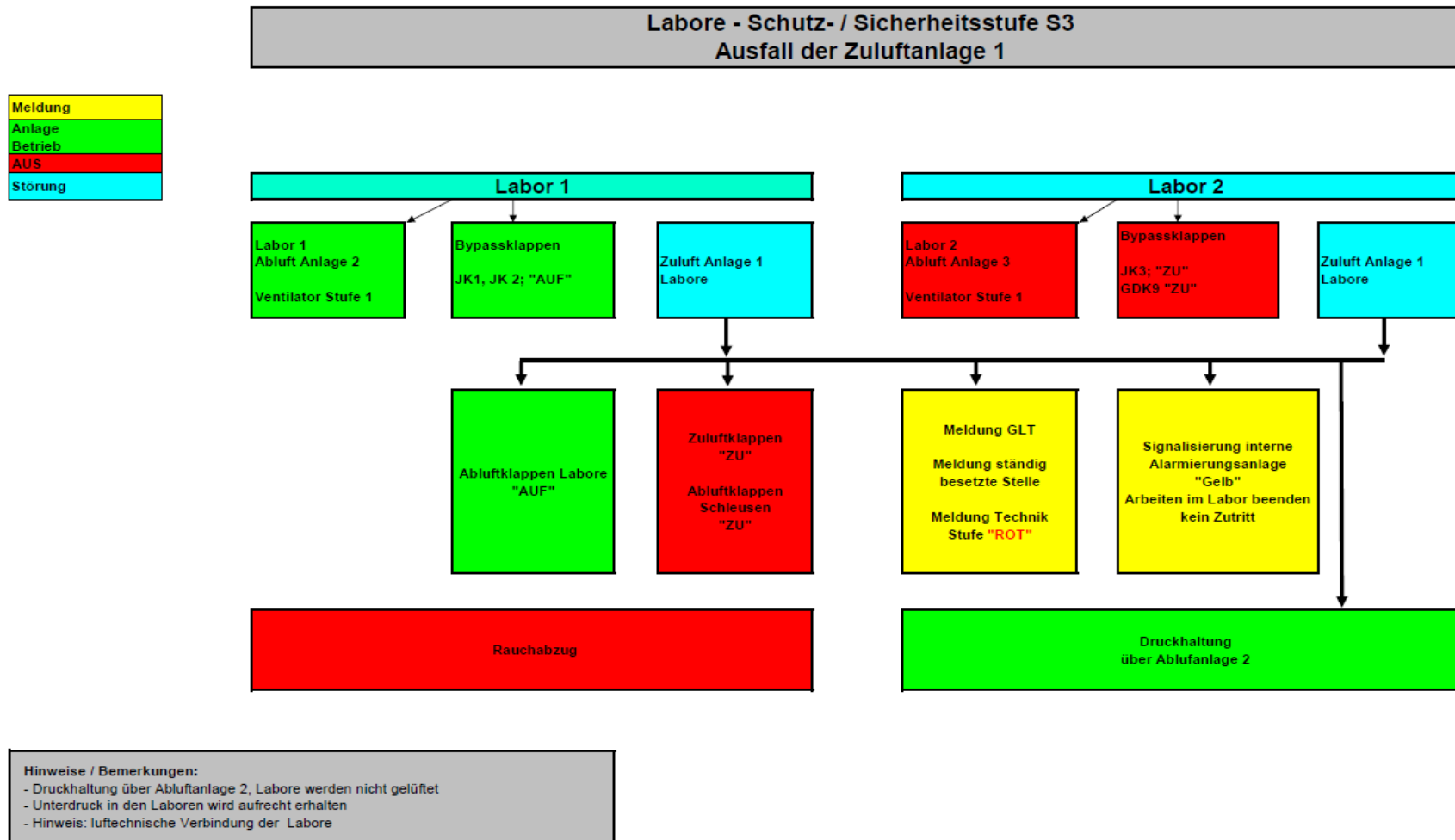


Abbildung 3

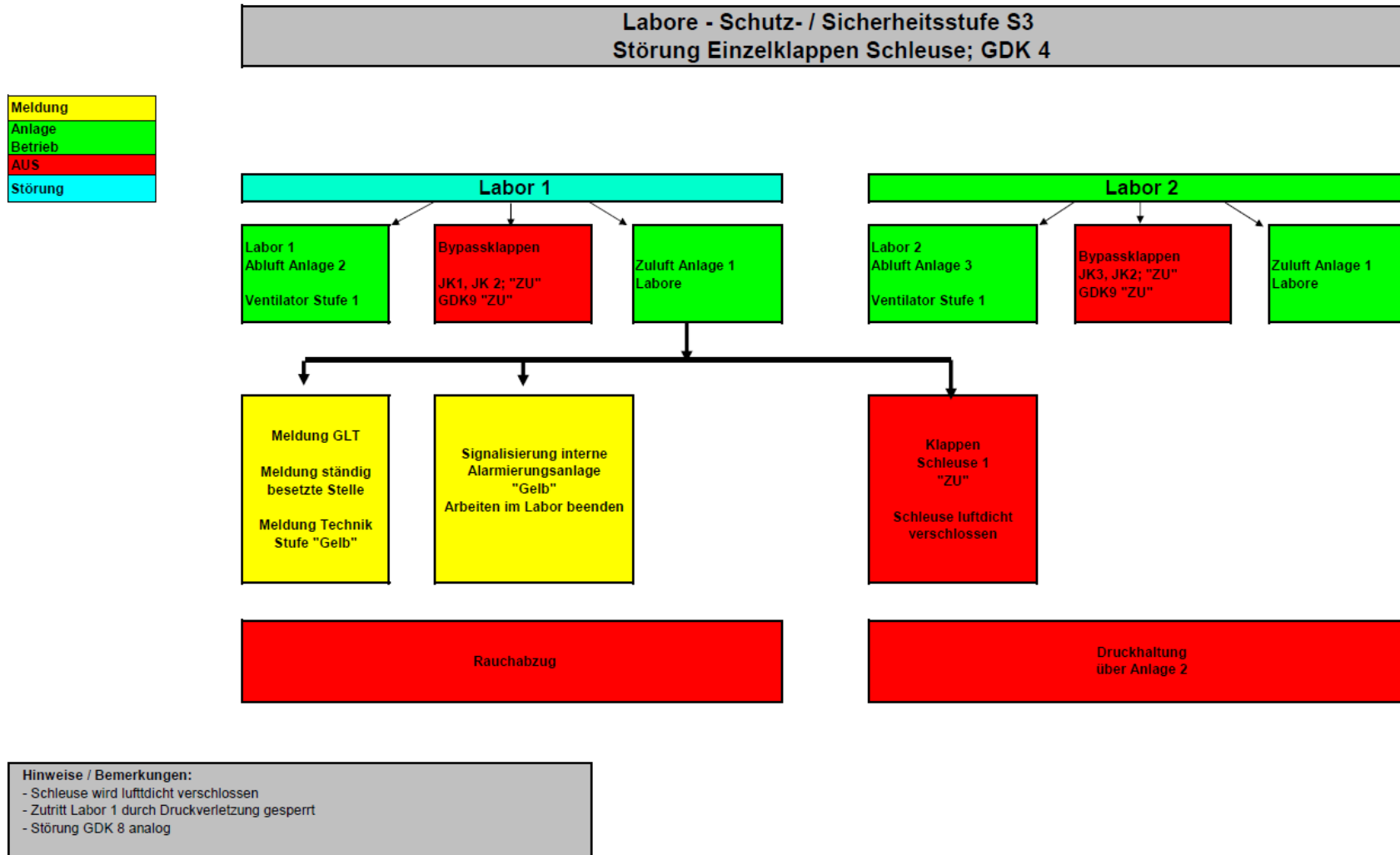


Abbildung 4

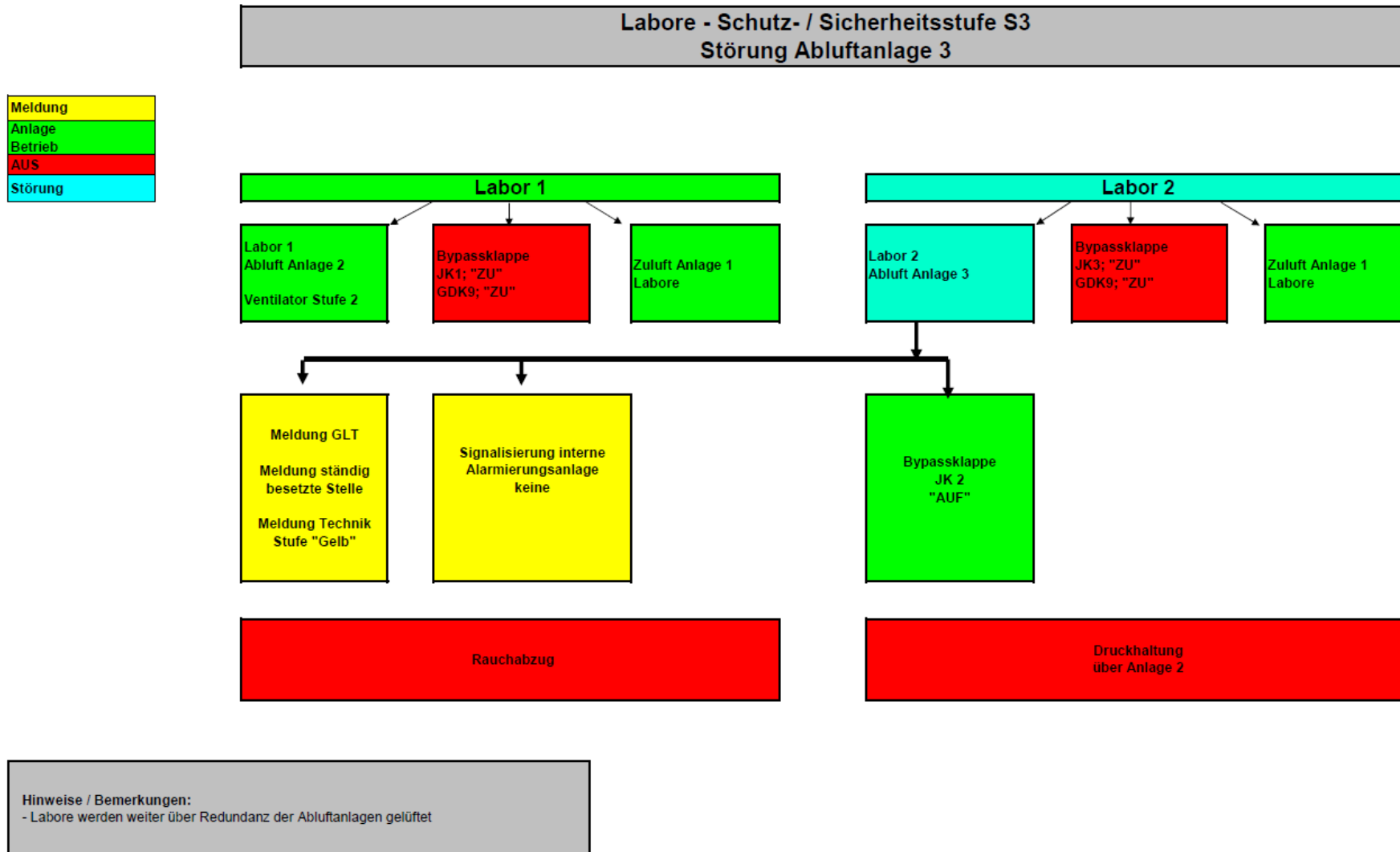


Abbildung 5

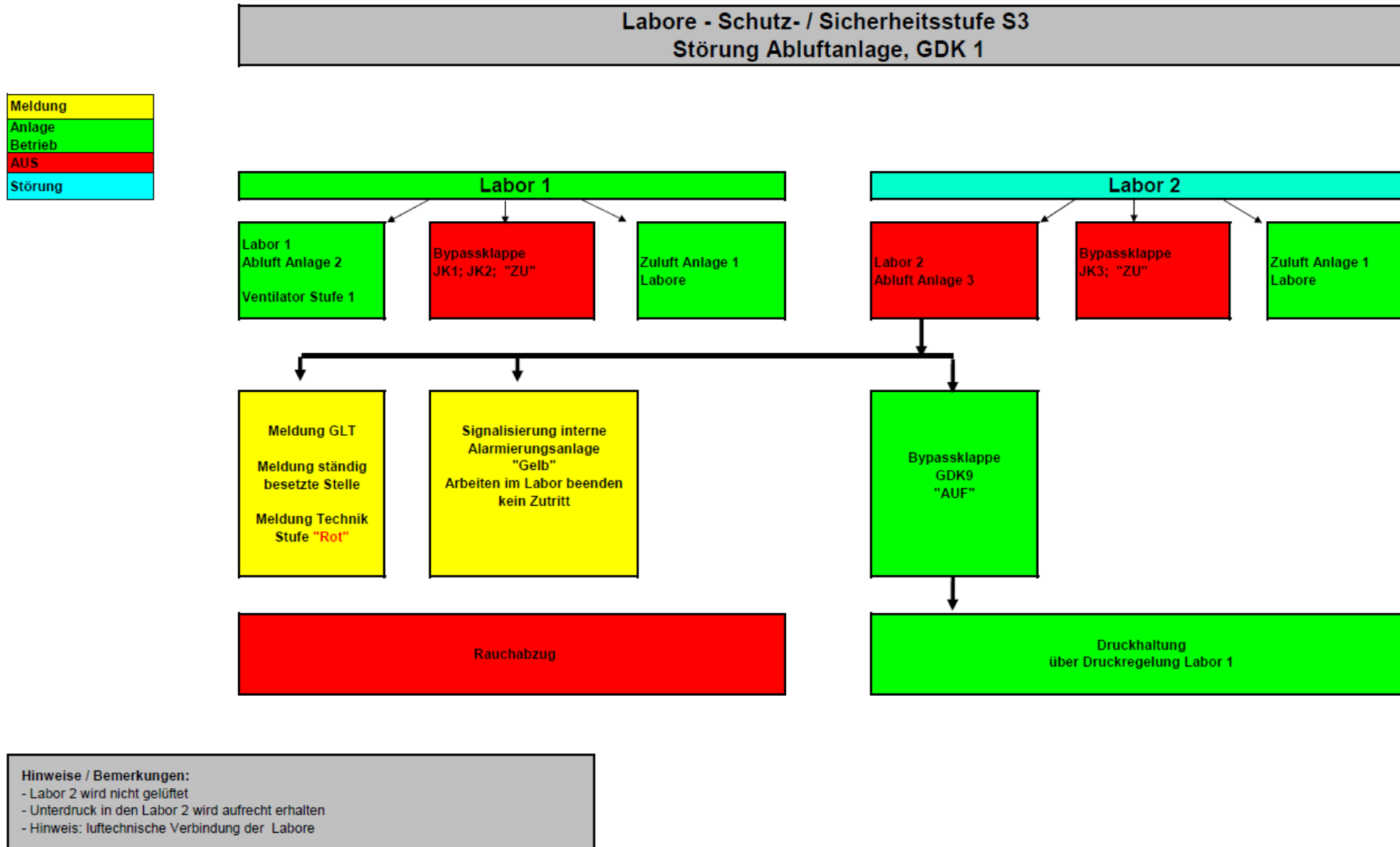


Abbildung 6

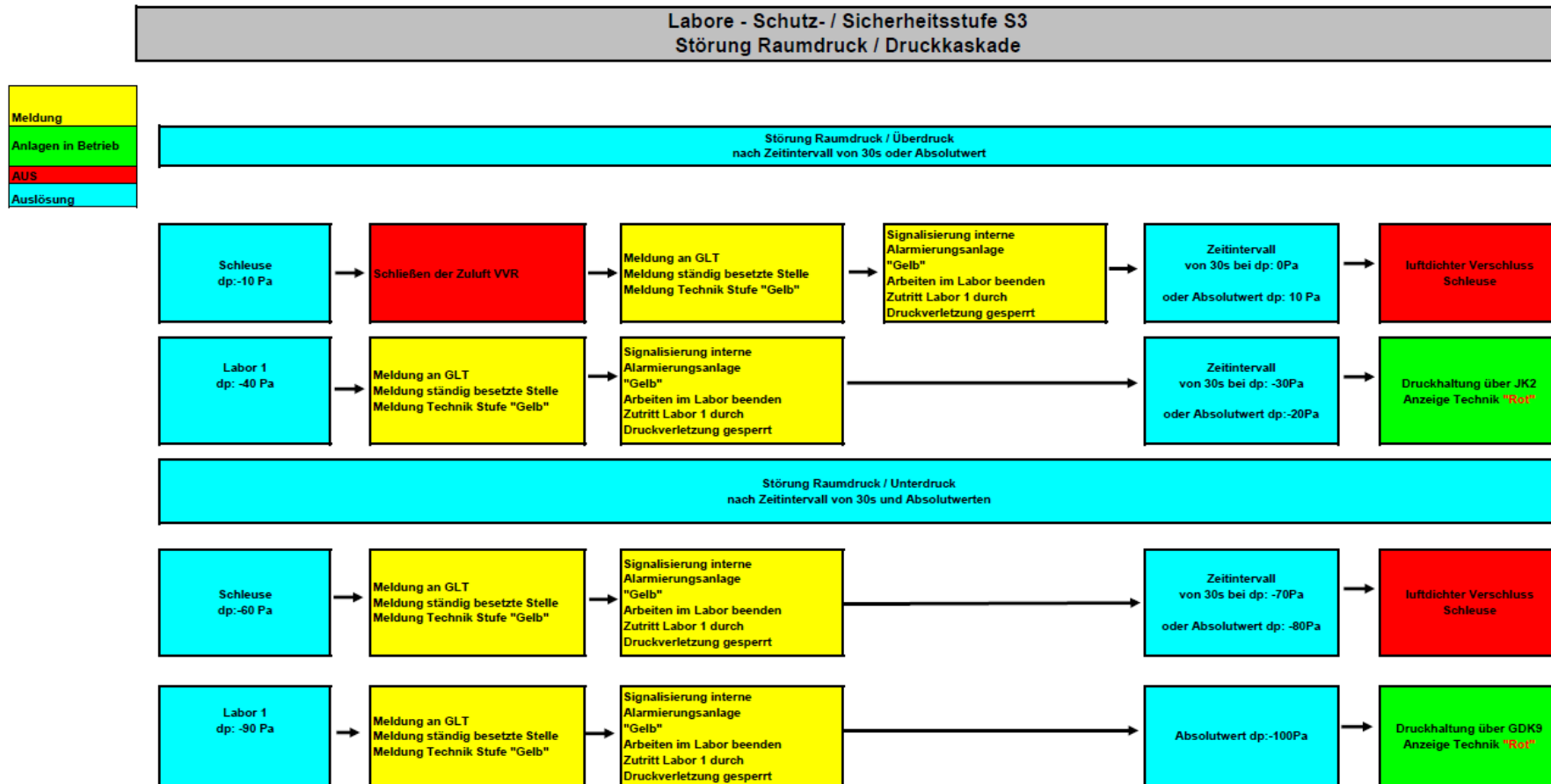


Abbildung 7

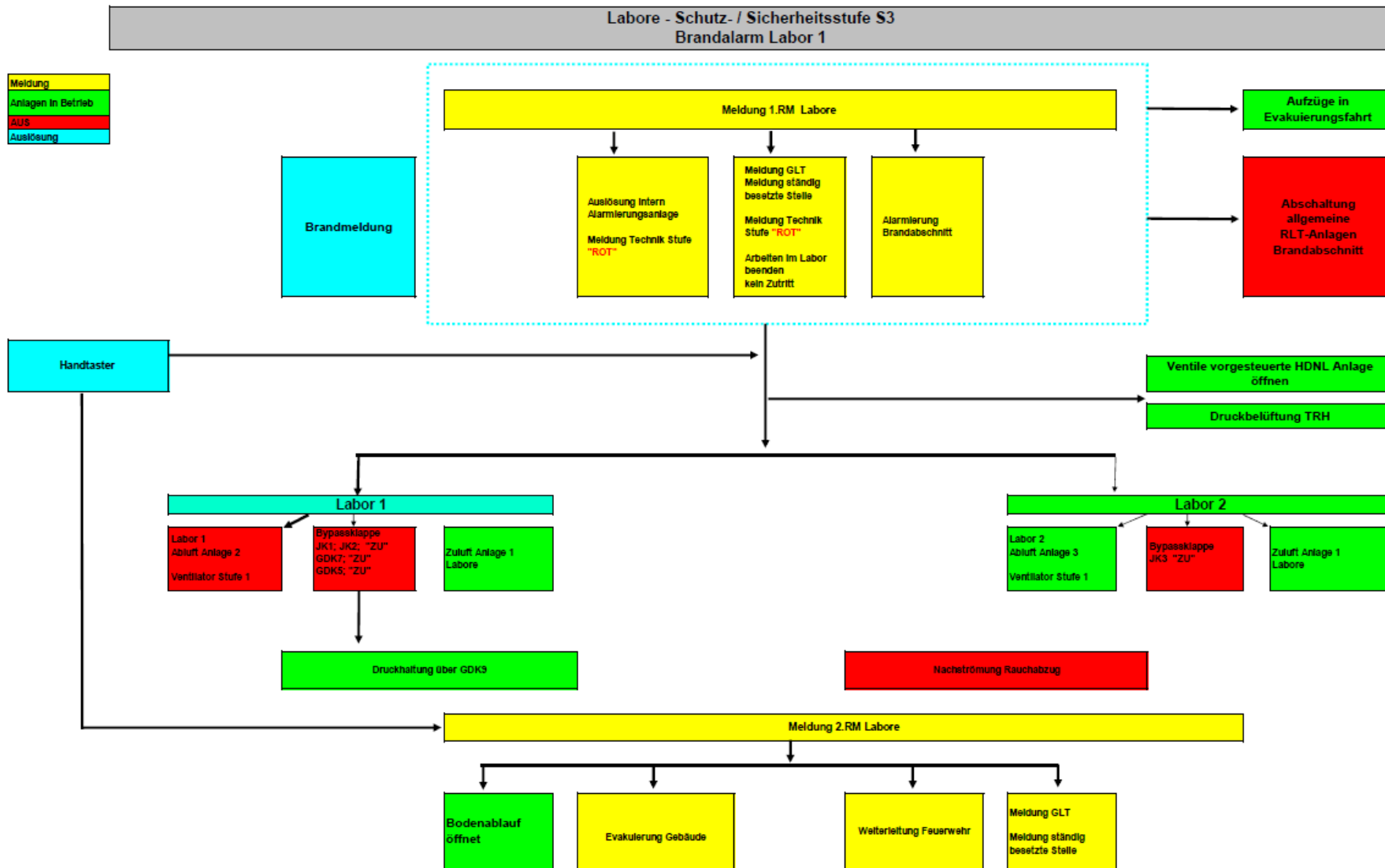


Abbildung 8