



**Wacht über
die Luftqualität**

Luftgüte-Warner LG 300

Die Kontamination der Atemluft mit bestimmten Gasen ist gesundheitsschädlich bzw. schränkt zumindest das Wohlbefinden ein. Der LG 300 hilft dabei, die Luftqualität in Bezug auf eine Gaskontamination zu beurteilen. Er warnt über eine RGB-LED, sobald ein vorgegebener Grenzwert überschritten wird.

Kopfschmerzen?

Jeder weiß: Eine klimatisch angenehme und unbelastete Innenraumluft hat für die Gesundheit und das Wohlbefinden eine signifikante Bedeutung. Für Beeinträchtigungen der Luftqualität sind u. a. Gase verantwortlich, die entweder ausgeatmet werden oder durch eine Kontamination präsent sind. Bereits die (private) Elektronik-Werkstatt liefert hier anschauliche Beispiele: Lötdampf, die Abgase beim Reinigen und Behandeln von Platinen, Kontaktreiniger, Isolierspray, Lacke etc. führen bereits in geringen Konzentrationen zur Verschlechterung der Luftgüte. Aber auch Werkstätten und Garagen sind solche Orte, wo es zu mehr oder weniger Kontamination kommen kann. Und selbst im Büro oder im heimischen

Wohnzimmer hätte ein Luftgüte-Warner seine Berechtigung: Der Aufenthalt mehrerer Menschen in einem geschlossenen Raum, und erst recht, wenn vielleicht geraucht wird, lässt den Schadstoffgehalt der Luft rasch ansteigen – die Leistungsfähigkeit und Aufmerksamkeit sinkt, Unwohlsein macht sich breit. Auch der Betrieb von Gasgeräten im Haus, etwa von Gasherden, führt bei ungenügender Lüftung schnell zur erhöhten Gaskontamination. Die Tabelle 1 gibt hier einen guten Überblick, in welcher Konzentration einzelne Gase in „reiner“ Luft vorkommen.

Der neue LG 300 macht es einfach, eine Beurteilung der Luftqualität in Bezug auf Gaskontaminationen vorzunehmen. Er warnt über eine gut „ablesbare“ RGB-Leuchtdiode, sobald der vorgegebene bzw. automatisch eingestellte Grenzwert überschritten wird, und lässt sich bei Bedarf auch auf evtl. tolerierbare Konzentrationen kalibrieren.

Technische Daten: LG 300

Alarmausgabe:	optisch über RGB-Leuchtdiode
Grenzwert:	einstellbar über Abgleichpegel
Abgleich:	automatisch und auf Tastendruck bei Frischluft
Anzeigen:	Abgleichmode, Alarm, Dauerheizen
Betriebsspannung:	8–16 Vdc
Stromaufnahme:	ca. 75 mA
Abmessungen (B x H x T):	58 x 24 x 52 mm

Der Gassensor

Gassensoren werden im Allgemeinen für das Erkennen von bestimmten Gasen in der Umgebungsluft eingesetzt. Die elektrische Gruppe dieser Sensorart verändert im Verhältnis zu der herrschenden Gaskontamination ihren elektrischen Widerstand. Typischerweise sind die zu detektierenden Gase für Lebewesen reizend bzw. gesundheitsgefährdend oder giftig. Das Sensorelement selbst besteht dabei meist aus Halb-

Tabelle 1: Zusammensetzung der „reinen“ Luft in Erdnähe

Gas	Formel	Volumenanteil
Hauptbestandteile		
Stickstoff	N ₂	78,08 %
Sauerstoff	O ₂	20,95 %
Argon	Ar	0,934 %
Gehalt an Spurengasen		
Kohlenstoffdioxid	CO ₂	0,035 %
Neon	Ne	18 ppm
Helium	He	5 ppm
Methan	CH ₄	1,7 ppm
Krypton	Kr	1 ppm
Wasserstoff	H ₂	500 ppb
Distickstoffoxid	N ₂ O	317 ppb
Kohlenstoffmonoxid	CO	200 ppb
Xenon	Xe	90 ppb

ppm = parts per million (10⁻⁶)
 ppb = parts per billion (10⁻⁹)
 ppt = parts per trillion (10⁻¹²)

leiternmaterialien wie Zinndioxid, Zinkoxid oder Titandioxid, je nach der gewünschten Selektivität auf die gewünschten Gase.

Die Messung der Gaskonzentrationen beim LG 300 erfolgt über den Gassensor „SP3-AQ2-01“ der japanischen Firma FIS Inc.

Dieser besteht im Prinzip aus drei Hauptkomponenten (Abbildung 1a):

- Sensorelement aus Zinndioxid inklusive Heizung und Elektrodenanschlüssen
- Boden mit den Anschlussstiften
- Gehäuse, bestehend aus einem feuerfesten, feinmaschigen Gitter und der ummantelnden Kunststoffkappe

Die eigentliche Messung verläuft dabei im Allgemeinen wie folgt: Das Zinndioxidsensorelement wird durch die integrierte Heizung (Abbildung 1b) auf etwa 400 °C erhitzt. Im Sensor selbst werden die (üblicherweise in der Raumluft vorhandenen) Sauerstoffmoleküle vom Sensorelement adsorbiert. Die elektronegativen Sauerstoffmoleküle binden Elektronen aus der Oberfläche des Sensors. Somit wird das Sensorelement positiver, der Widerstand steigt und bleibt auf einem vergleichsweise hohen Wert konstant. Wenn sich nun allerdings Moleküle der zu detektierenden Gase in der Luft befinden, verdrängen diese die des Sauerstoffs auf der Sensor-

oberfläche. Diese Reaktion ist für den Detektionsvorgang unerlässlich, denn die Gasmoleküle geben im Gegensatz zu den Sauerstoffmolekülen Elektronen an die Oberfläche des Zinndioxidsensors ab und kehren so die Aktivität des Sauerstoffs um. Das Resultat ist ein signifikant sinkender Widerstandswert des Gassensors, was sich verhältnismäßig stark über die Spannung am Lastwiderstand bemerkbar macht.

Wie im Diagramm (Abbildung 2) zu sehen ist, verfügt der in der Schaltung verwendete Sensor über ein breites Spektrum an detektierbaren Gasen und ist deshalb für die allgemeine Anwendung ideal geeignet. Aus dem Diagramm lässt sich aber auch die niedrige Ansprechschwelle ersehen, die diesen Sensortyp auszeichnet.

Trotz der guten Messeigenschaften ist die Schaltung jedoch aufgrund einer relativ hohen Drift des Sensors und der Anzeigemethode nicht für genaue Absolutmessungen geeignet. Ihre Stärke besteht eben in der Breitbandigkeit und hohen Ansprechempfindlichkeit des Sensors.

Temperatursensor

Als Temperatursensor für die integrierte Temperaturkompensation des Gassensors kommt der NTC-Widerstand vom Typ 103AT-2 zum Einsatz. Dieser Sensor, auch Thermistor genannt, weist einen negativen Temperatur-Koeffizienten auf, d. h. bei steigender Temperatur sinkt der Widerstandswert. Bei einer Temperatur von z. B. 25 °C nimmt der NTC einen Widerstandswert von genau 10 kΩ an. Ein wesentlicher Vorteil dieses Sensors ist der, dass für alle Temperaturen im Bereich von -30 bis +110 °C die Widerstandswerte des Sensors genau bekannt sind. Hierdurch ist es möglich, ohne einen aufwändigen Abgleich die Kompensation der Temperaturdrift zu erzielen.

Bedienung

Nachdem die Spannungsversorgung für das Gerät hergestellt wurde, beginnt die obligatorische Vorheizdauer von ca. 30 Minuten.

Neue Sensoren, die noch nicht in Betrieb waren, haben eine starke Drift. Deshalb muss vor dem ersten Einschalten des Gerätes der Taster gedrückt und die Schaltung mit Spannung versorgt werden, bis die RGB-LED durch ein weißes Blinken den Dauerheizmodus anzeigt. Nach 24 Stunden wird dieser durch einen manuellen Neustart des Gerätes verlassen.

Nach der Vorheizphase setzt die Schaltung, angezeigt durch ein blaues Signal, einen neuen Grenzwert und beginnt mit

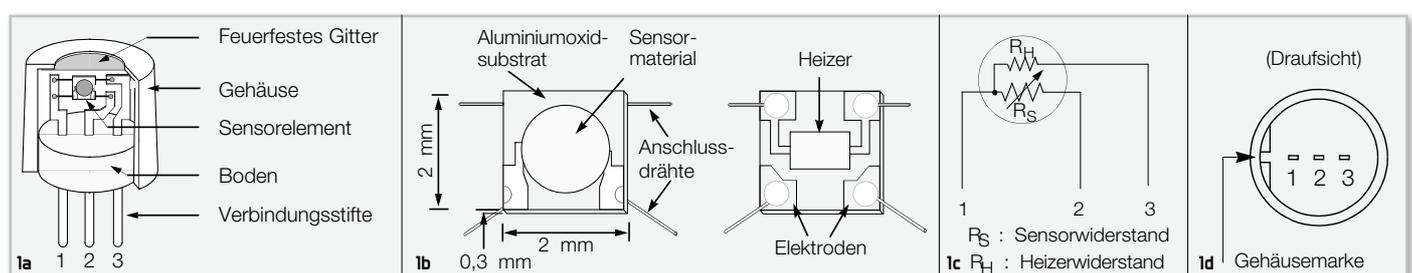


Bild 1 a - d: Der Aufbau, die Beschaltung und die Anschlussbelegung des eingesetzten Gassensors

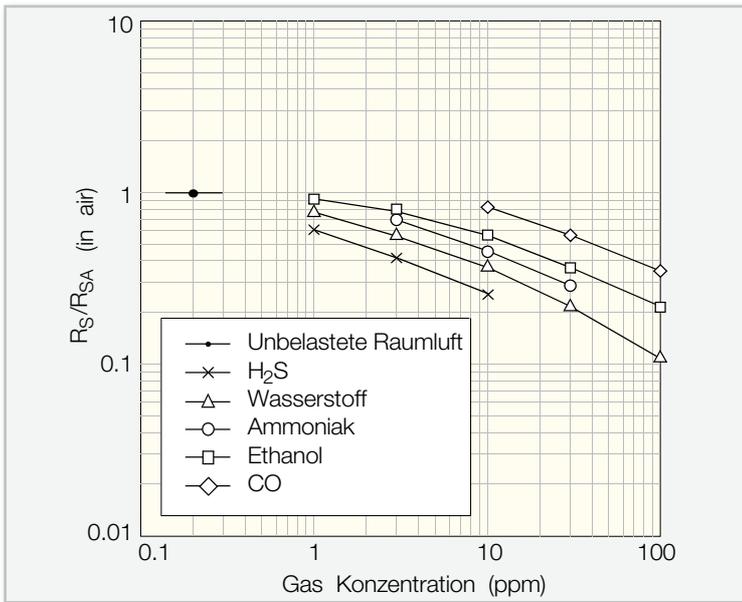


Bild 2: Das Diagramm zeigt den weiten Anwendungsbereich und die hohe Empfindlichkeit des Gassensors.

den Messungen, die ca. alle 5 Sekunden stattfinden. Ein eigener Grenzwert lässt sich während der Messphase jederzeit durch Drücken des Tasters festlegen. Man nimmt also das Gerät entweder in der gewünschten Umgebung automatisch in Betrieb oder wartet ab, bis ein subjektiver Grenzwert erreicht ist, und drückt dann den Taster zur Kalibrierung auf diesen Grenzwert.

Nach jeder Messung kommt einer von drei Alarm-Bereichen zum Einsatz. Der erste zeigt durch ein grünes Signal die Unterschreitung des Grenzwertes an. Beim mittleren Bereich erfolgt die Ausgabe einer geringen Überschreitung des Grenzwertes durch ein gelbes Signal. Der letzte Bereich stellt die deutliche Überschreitung des Grenzwertes dar und wird durch ein rotes Signal angezeigt.

Schaltung

Abbildung 3 zeigt die sehr übersichtliche Schaltung des Luftgüte-Warners. Die Ausgangsspannung des Spannungsteilers, bestehend aus Gassensor (Pin 2) und R 3, wird direkt auf den A/D-Wandler-Eingang (PC 1) des Mikrocontrollers (IC 1) geführt. Wie bereits beschrieben, benötigt das Sensorelement zum Betrieb eine Heizung, weshalb ein Batteriebetrieb ausscheidet. Das im Sensorgehäuse integrierte Heizelement (an Pin 1 und Pin 3 des Sensors, siehe Abbildung 1c) wird über den Transistor T 1 geschaltet. Die Steuerung des Transistors erfolgt wiederum direkt vom Mikrocontroller (PB 1).

Da die Schaltung über eine integrierte Temperaturkompensation für den Gassensor verfügt, wird der Temperatursensor in Verbindung mit R 2 als Spannungsteiler ebenfalls mit dem A/D-Wandler-Eingang (PC 0) des Mikrocontrollers (IC 1) verbunden. Die Kondensatoren C 6 und C 7 dienen hier zur hochfrequenten Störunterdrückung.

Auch der Abgleichtaster TA 1 ist ohne Umwege mit dem entsprechenden Prozessorport (PC 2) verbunden. Da der Controller über interne Pull-up-Widerstände verfügt, ist keine weitere Beschaltung erforderlich. Die RGB-Leuchtdiode D 2 ist direkt mit PD 5, PD 6 und PB 3 des Mikrocontrollers verbunden und wird mit der 5-V-Betriebsspannung versorgt.

Betrachten wir abschließend die recht einfache Spannungsversorgung des Gaswarners. Zum Betrieb ist ein unstabiles Steckernetzteil ausreichend. Allerdings ist hierbei Folgendes unbedingt zu beachten: Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von einfachen 12-V-Steckernetzteilen mit bis zu 500 mA Strombelastbarkeit erfüllt. Von der Hohlsteckerbuchse BU 1 gelangt die unstabilisierte Spannung über die Verpolungsschutzdiode D 1

auf den Pufferelko C 8 und direkt auf den Eingang des Spannungsreglers IC 2. Die Beschaltung der Hohlsteckerbuchse BU1 erfolgt gemäß Schaltbild (Innenseite 5V, Außenseite Masse). Am Ausgang stehen dann stabilisierte 5 V zur Verfügung. Der Elko C 11 verhindert Schwingneigungen am Ausgang des Reglers und die Kondensatoren C 9, C 10 und C 1, C 2 dienen zur hochfrequenten Störunterdrückung. Für den im Mikrocontroller integrierten A/D-Wandler erfolgt eine zusätzliche Siebung der Versorgungsspannung mit L 1, C 3 und C 4. C 5 dient zu guter Letzt der Beschaltung des ungenutzten AREF-Eingangs des Mikrocontrollers.

Nachbau

Da die SMD-Bauteile, die in dieser Schaltung zum Einsatz kommen, bereits komplett auf der Platine des Luftgüte-Warners bestückt sind, geht es sofort

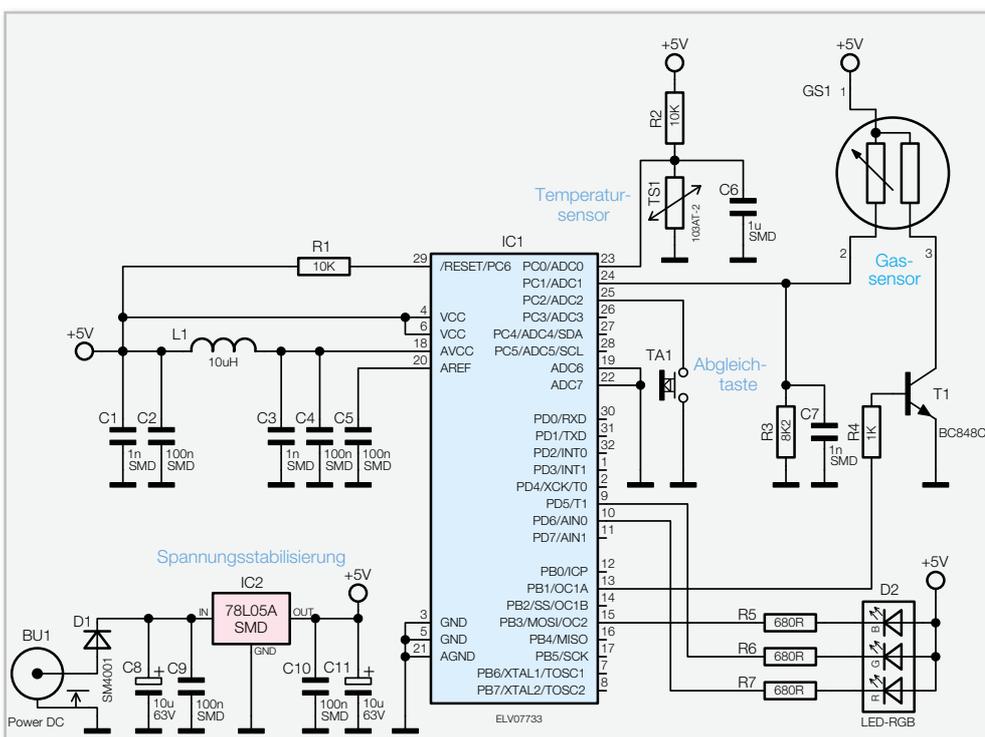
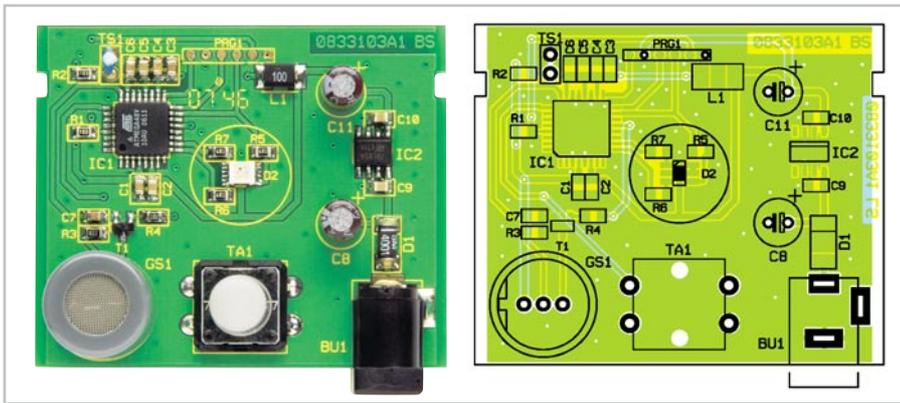


Bild 3: Die Schaltung des Luftgüte-Warners LG 300



Ansicht der fertig bestückten Platine des Luftgüte-Warners mit zugehörigem Bestückungsplan



Bild 4: Der eingesetzte Temperatursensor. Deutlich erkennt man die Verdickungen in den Anschlüssen. Bis hierher ist der Sensor in die Platine einzusetzen.

an den Einbau der verbliebenen Bauteile. Die Elkos C 8 und C 11 müssen mit der richtigen Polarität (Markierung beachten: Elko ist am Minuspol gekennzeichnet) eingelötet werden. Besonders wichtig ist die korrekte Polarität beim hochwertigen Sensor GS 1. Die Gehäusemarke (s. Abbildung 1d) muss mit dem entsprechenden Symbol im Bestückungsdruck der Platine übereinstimmen.

Beim Temperatursensor ist darauf zu achten, dass dieser nicht zu tief, sondern in Höhe der verbreiterten Anschlussdrähte (Abbildung 4) mit der Platine verbunden wird. Auf eine Polung der beiden Anschlüsse braucht man dabei nicht zu achten. Um die vorgesehene Kunststoffkappe für die RGB-Leuchtdiode D 2, die der besseren Streuung und Erkennung der RGB-Lichtsignale dient, einsetzen zu können, müssen das Unterteil, wie in Abbildung 5 zu sehen, entfernt und die Kunststoffnasen mit einem kleinen Tropfen Sekundenkleber o. Ä. benetzt (Abbildung 6) und auf die Platine aufgebracht werden. Hierbei ist die Bedienungsanleitung des verwendeten Klebers zu beachten. Der Kleber ist vorsichtig und sparsam aufzutragen, damit beim Verdunsten möglichst wenig Dämpfe in das Innere der Kappe geraten können. Diese können, je nach Kleber, u. U. den Lichtaustritt der RGB-LED trüben oder die Oberfläche der Abdeckkappe angreifen. Deshalb ist eine Probeklebung mit dem nicht benötigten Unterteil der Plastik- kappe auf einem anderen Untergrund zu empfehlen. Jetzt bleibt nur noch, den Taster TA 1 sowie die Hohlsteckerbuchse BU 1 einzulöten.

Beim Verlöten ist darauf zu achten, dass diese Bauteile plan



Bild 5: Die Abdeckkappe für die RGB-LED besteht aus Unter- und Oberteil. Das Unterteil (links) ist abzunehmen.

Stückliste: Luftgüte-Warner mit RGB-LED LG 300

Widerstände:

680 Ω /SMD/0805	R5–R7
1 k Ω /SMD/0805	R4
8,2 k Ω /SMD/0805	R3
10 k Ω /SMD/0805	R1, R2

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C1, C3, C7
100 nF/SMD/0805	C2, C4, C5, C9, C10
1 μ F/SMD/0805	C6
10 μ F/63 V	C8, C11

Halbleiter:

ELV07733/SMD	IC1
78L05/SMD	IC2
BC848C	T1
SM4001/SMD	D1
RGB-LED/SMD	D2

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 10 μ H	L1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Temperatursensor 103AT-2	TS1
Gassensor SP3-AQ2, print	GS1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1
1 Tastknopf, 18 mm	TA1
1 PIR-Multilinse PF17CL, 2-teilig	
1 Profilgehäuse, komplett, transparent, bearbeitet und bedruckt	

auf der Platinenoberfläche aufliegen, um mechanische Belastungen der Lötstellen im späteren Betrieb zu vermeiden. Nach Einsetzen der Platine in das dafür vorgesehene Schiebegehäuse sind die Aufbauarbeiten beendet und der LG 300 ist einsatzbereit. **ELV**



Bild 6: So wird ganz wenig Kleber auf die Haltenasen der Abdeckkappe aufgetragen.