

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

Allgemein

Die Ganganzeige zeigt den aktuell eingelegten Getriebegang bei Motorrädern an.

Die Gangerkennung kann auf beliebige Motorradtyp angelernt werden.

Das Display blinkt bei Erreichen der Schaltblitz-Drehzahl, zusätzlich wird eine Schaltblitz-LED unterstützt.

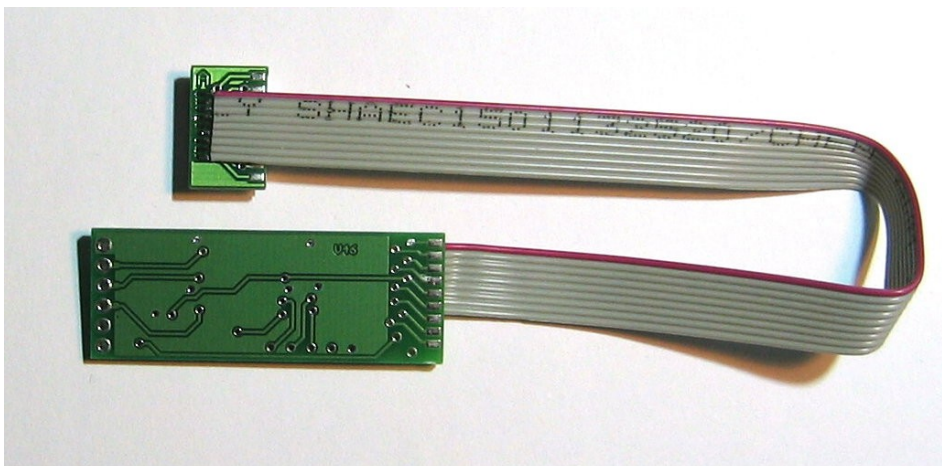
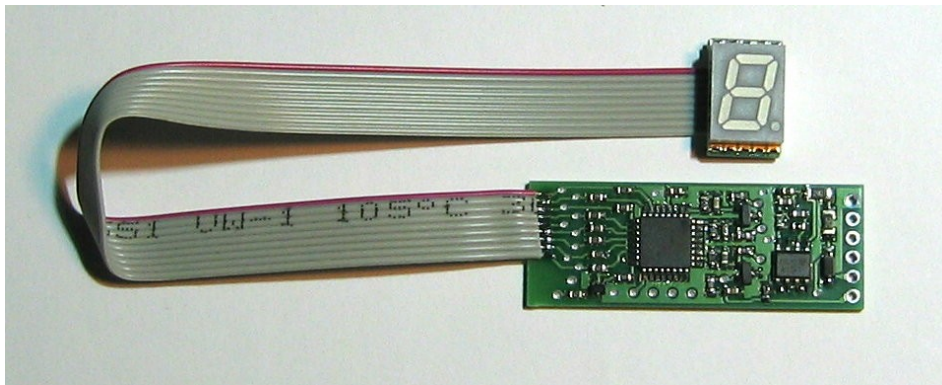
Die Leuchtstärke der LED-Anzeige ist in 10 Stufen veränderbar.

Einstellungen erfolgen über einen Taster, ein bereits im Cockpit vorhandener kann dafür mitbenutzt werden.

Die Elektronik ist zum Einbau in ein vorhandenes Cockpit ausgelegt.

Der aktuelle Gang wird errechnet aus den Signalen von Tacho und Drehzahlmesser sowie dem Zustand des Leerlaufschalters. Diese Methode funktioniert an allen Motorradmodellen mit elektrischen Drehzahlmesser- und Tachometer-Signalen.

Einschränkungen: Bei Stillstand des Fahrzeugs und im ausgekuppelten Zustand ist keine Anzeige möglich.



Je nach Version der einprogrammierten Software können sich Änderungen ergeben. Ältere Bedienungsanleitungen mit kleinerer Versionsnummer sind solange gültig bis eine aktuellere Version erscheint.

Die aktuell vorhandene Software-Version wird bei Anwahl des Menüpunktes 8 angezeigt.

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

Normaler Betrieb

Mit dem Einschalten der Zündung beginnt die Ganganzeige sofort zu arbeiten. Folgende Anzeigen im Display sind möglich:


Display	Aktueller Getriebegang
0	Leerlauf
1	Gang 1
2	Gang 2
3	Gang 3
4	Gang 4
5	Gang 5
6	Gang 6
-	Keine Anzeige möglich wegen fehlender oder unplausibler Signale (Stillstand, schleifende oder gezogene Kupplung, etc.)


Anlernen

Falls die Gänge nicht korrekt angezeigt werden, und keine der Voreinstellungen passend ist, kann die Ganganzeige neu angelernt werden: Einstellmenü **Punkt 3**.

Einstellmenü



Zum Verändern von Einstellungen ist ein Menü eingebaut. Die Steuerung erfolgt über den Taster. Als Rückmeldung wird die Anzeige während eines Tastendrucks gedimmt.

-> Taster gedrückt halten bis  erscheint (ca 4 Sekunden), die Anzeige ist nun im Menü-Modus. Den Taster loslassen.

-> Das Display zeigt  und zählt mit jedem Tastendruck einen Menüpunkt weiter. Eine Sekunde nach dem letzten Tastendruck wird der entsprechende Menüpunkt aufgerufen (siehe folgende Tabelle). Zehner-Überträge werden intern mitgezählt aber nicht angezeigt.

In den Menüs zeigt eine blinkende Ziffer den jeweiligen aktuellen Wert an. Durch Drücken und Halten des Tasters kann dieser Wert verändert werden.

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

Menüpunkt	Anzeige	Beschreibung
1	Blinkende Ziffer	Helligkeit der LED-Anzeige umschalten. Taster gedrückt halten bis gewünschte Helligkeit erreicht ist. Bereich 0 ... 9, default 6 .
2	Blinkende Ziffer	Maximale Anzahl der Gänge einstellen. Bereich 4 ..6, default 6 .
3	Blinkende Ziffer	Automatisches anlernen der Gangerkennung. Der aktuell anzulernende Gang wird blinkend angezeigt: - Im angezeigten Gang konstant fahren - Den Taster drücken und Messung abwarten (Dauer ca. 2 s). - Für alle weiteren Gänge der Reihe nach durchführen
4	Blinkende Ziffer	Leerlaufschalter Erkennung Logik normal high(0) oder low(1) aktiv.
5	Blinkende Ziffer	Leerlaufsymbol ,  (0) oder  (1).
6	Im Kreis laufendes Segment	Kontrolle der Tacho-Signale , nur Anzeige. Mit jedem Tachoimpuls wandert das Segment eine Position weiter. Zum Test das Rad an dem der Tachosensor sitzt langsam drehen.
7	Im Kreis laufendes Segment	Kontrolle der Drehzahl-Signale , nur Anzeige. Mit jedem 40ten Drehzahlimpuls wandert das Segment eine Position weiter. Zum Test den Motor mit Standgas laufen lassen.
8	„0“ – „5“ – „7“	Versionsnummer der Software , nur Anzeige.
9	„1“ blinkt	Erkennung Gang 1 , Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen, Editieren oder automatisches Ausmessen
	„2“ blinkt	Erkennung Gang 2 , Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen, Editieren oder automatisches Ausmessen
	„3“ blinkt	Erkennung Gang 3 , Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen, Editieren oder automatisches Ausmessen
	„4“ blinkt	Erkennung Gang 4 , Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen, Editieren oder automatisches Ausmessen
	„5“ blinkt	Erkennung Gang 5 , Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen, Editieren oder automatisches Ausmessen
	„6“ blinkt	Erkennung Gang 6 , Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen, Editieren oder automatisches Ausmessen
10	„F1“ blinkt	Erkennung Fehler 1 zu hoher Gang, Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen oder Editieren
	„F2“ blinkt	Erkennung Fehler 2 zu kleiner Gang, Quotient mit 4 Ziffern. Anzeigen oder Editieren
11	Blinkende Ziffer	Gangwechsel Voranzeige Ein/Aus . Das Display wird gedimmt wenn der berechnete Gang nicht mehr mit den anliegenden Signalen übereinstimmt und vermutlich ein Gangwechsel folgt. Ein (1) oder Aus (0).
12	Blinkende Ziffer	Schaltblitz Anzeige Ein/Aus . Die Schaltblitz LED leuchtet auf wenn die eingestellte Grenzdrehzahl überschritten wird. EIN (1) oder AUS (0).
13	Blinkende Ziffer	Schaltblitz Grenzwert . Den Motor bei 1/2 der gewünschten Grenzdrehzahl konstant laufen lassen. Taster drücken um den Wert zu speichern. Beispiel: Drehzahl 4000Umin - > Schaltblitz leuchtet oberhalb 8000Umin.
14	Blinkende Ziffer	Schaltblitz Blink-Frequenz . Slow (0), medium (1), fast (2).
15	Blinkende Ziffer	Schaltblitz im höchsten Gang Ein/Aus . Aus (0) oder Ein (1).
16	Blinkende Ziffer	Schaltblitz Blinken oder Dauerleuchten . Blinken (1) oder Dauerleuchten (0).
17	Blinkende Ziffer	Schaltblitz Polarität , Logik umkehren falls externen Schaltblitzes angeschlossen, low (1) oder high (0).

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57


18	Blinkende Ziffer	Display blinkt mit bei Schaltblitz, Ein(1) oder Aus(0)		
19	Blinkende Ziffer	Signalfilter für Messignale, Bereich 0..3, default 0.		
20	Blinkende Ziffer	<p>Voreinstellung aller Parameter für ausgewählte Motorradtypen. Ziffer wählen:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> 0 = Yamaha FZS1000 1 = Yamaha FZS600 2 = Yamaha FZ1 3 = Yamaha FZ6 4 = Yamaha FZ8 5 = Yamaha FZ8 B 6 = Yamaha R6-RJ03 7 = Yamaha R1-RN01 8 = Yamaha R1-RN04 9 = Kawasaki ZZR1100 10 = Kawasaki VERSYS-650 11 = Kawasaki Z1000-07 12 = Kawasaki VERSYS-1000 13 = Kawasaki Z750-07 14 = Kawasaki Z1000SX-14 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> 15 = Kawasaki Z1000SX-10 16 = Kawasaki Z1000-14 17 = Kawasaki Z1000-03 18 = Kawasaki Z750-03 19 = Kawasaki ZX-6RR-04 20 = Kawasaki Z300-12-16 21 = Honda CBR600-PC25 22 = Honda VTR1000F 23 = Honda CBF600-PC43 24 = Honda CBR1100XX 25 = Honda CBR1000RR SC59 26 = MV Agusta BRUTALE 1078 27 = MV Agusta BRUTALE 1078 B </td> </tr> </table>	0 = Yamaha FZS1000 1 = Yamaha FZS600 2 = Yamaha FZ1 3 = Yamaha FZ6 4 = Yamaha FZ8 5 = Yamaha FZ8 B 6 = Yamaha R6-RJ03 7 = Yamaha R1-RN01 8 = Yamaha R1-RN04 9 = Kawasaki ZZR1100 10 = Kawasaki VERSYS-650 11 = Kawasaki Z1000-07 12 = Kawasaki VERSYS-1000 13 = Kawasaki Z750-07 14 = Kawasaki Z1000SX-14	15 = Kawasaki Z1000SX-10 16 = Kawasaki Z1000-14 17 = Kawasaki Z1000-03 18 = Kawasaki Z750-03 19 = Kawasaki ZX-6RR-04 20 = Kawasaki Z300-12-16 21 = Honda CBR600-PC25 22 = Honda VTR1000F 23 = Honda CBF600-PC43 24 = Honda CBR1100XX 25 = Honda CBR1000RR SC59 26 = MV Agusta BRUTALE 1078 27 = MV Agusta BRUTALE 1078 B
0 = Yamaha FZS1000 1 = Yamaha FZS600 2 = Yamaha FZ1 3 = Yamaha FZ6 4 = Yamaha FZ8 5 = Yamaha FZ8 B 6 = Yamaha R6-RJ03 7 = Yamaha R1-RN01 8 = Yamaha R1-RN04 9 = Kawasaki ZZR1100 10 = Kawasaki VERSYS-650 11 = Kawasaki Z1000-07 12 = Kawasaki VERSYS-1000 13 = Kawasaki Z750-07 14 = Kawasaki Z1000SX-14	15 = Kawasaki Z1000SX-10 16 = Kawasaki Z1000-14 17 = Kawasaki Z1000-03 18 = Kawasaki Z750-03 19 = Kawasaki ZX-6RR-04 20 = Kawasaki Z300-12-16 21 = Honda CBR600-PC25 22 = Honda VTR1000F 23 = Honda CBF600-PC43 24 = Honda CBR1100XX 25 = Honda CBR1000RR SC59 26 = MV Agusta BRUTALE 1078 27 = MV Agusta BRUTALE 1078 B			
52		Werksvoreinstellung , alle gespeicherten Einstellungen zurücksetzen		
andere		Alle nicht aufgeführten Menüpunkte führen zum Verlassen des Menüs und Rückkehr zur normalen Anzeigefunktion.		

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

Es kann immer nur genau 1 Menüpunkt angewählt werden. Nach Durchlaufen des Menüpunkts, oder einem Timeout, wechselt die Anzeige in den normalen Anzeigemodus.

Ein kurzer Tastendruck führt normalerweise zum Verlassen des Menüs, oder, falls vorhanden, zu den Unterpunkten.



Ein langer Tastendruck verändert den aktuell angezeigten Wert.

Das Abspeichern geänderter Daten wird teilweise durch  angezeigt.

Im Zweifelsfall das Menü durch Ausschalten der Zündung abbrechen.






Menübeispiele

Menüpunkt 1, Helligkeit ändern

- Zündung einschalten.
- Taster gedrückt halten bis  erscheint.
- Taster loslassen, Display zeigt , Rücksprung zum Normalbetrieb falls kein Tastendruck innerhalb 5s!
- Taster 1 mal kurz drücken um Menü 1 anzuwählen.
- Den Taster gedrückt halten bis das Display die gewünschte Helligkeit erreicht hat. Die Helligkeit kann in 10 Stufen (Anzeige 0 ... 9, durchlaufend) verändert werden.


Menüpunkt 3, Automatisches Anlernen der Gangerkennung

Dieser Abgleich ist wichtig für die korrekte Funktion und Zuordnung der Gänge. Er ist aber nur notwendig falls keine der vorhandenen Voreinstellungen (Menüpunkt 19) passend ist, diese sollten bevorzugt verwendet werden.

- Zündung einschalten.
- Taster gedrückt halten bis  erscheint.
- Taster loslassen, Display zeigt , Rücksprung zum Normalbetrieb falls kein Tastendruck innerhalb 5s!
- Taster 3 mal kurz drücken um Menü 3 anzuwählen.
 - o Das Display blinkt dauerhaft im aktuell anzulernenden Gang. Das Motorrad nun mit möglichst konstanter Geschwindigkeit bei mittlerer Drehzahl im angegebenen Gang bewegen.
 - o Den Taster betätigen. Das Display zeigt für einige Sekunden . Während dieser Zeit wertet die Elektronik die Signale aus. Bei erfolgreicher Messung erscheint , bei einem Fehler .
 - o Die Anzeige springt zum nächsten Gang.
- Die vorhergehenden Punkte für alle weiteren Gänge wiederholen.
- Nach der letzten Messung wird „SAVE“ angezeigt und die Elektronik springt automatisch zum normalen Betrieb zurück. Das Anlernen ist damit beendet.

Menüpunkt 9, Gangerkennung anzeigen/manuell verändern

Dieser Menüpunkt ist ähnlich zum Punkt 3, bietet aber zusätzlich die Möglichkeit zur Anzeige der Werte und zum manuellen Editieren. Die Bedienung ist aber deutlich komplizierter und nur für Spezialfälle sinnvoll.

- Zündung einschalten.
- Taster gedrückt halten bis  erscheint.
- Taster loslassen, Display zeigt „0“, Rückkehr zum Normalbetrieb falls kein Tastendruck innerhalb 5s!
- Taster 9 mal kurz drücken, Display zählt hoch bis „9“, das Menü wird nach ca. 1 s gestartet.

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

- Das Display blinkt mit dem aktuell veränderbaren Gang „1“. Es sind im folgenden 3 Aktionen für jeden Einstellwerten möglich: nur Anzeigen, manuell verändern, automatisches Ausmessen durch Testfahrt:

Nur Anzeigen:

- Taster kurz drücken, alle 4 Ziffern werden der Reihe nach angezeigt, die höchstwertige zuerst.
- Am Ende springt das Display zum nächsten Gang und zeigt ihn blinkend an.
- Wiederholen bis alle Einträge durchlaufen wurden.
- Automatische Rückkehr zur normalen Anzeige

Werte manuell verändern:

- Taster kurz drücken, alle 4 Ziffern werden der Reihe nach angezeigt
- Während die zu ändernde Ziffern angezeigt wird Taster drücken und halten. Der Wert wird in einer Endlosschleife durchgezählt. Taster loslassen wenn der gewünschte Wert erreicht ist.
- Falls nötig für weitere Ziffern wiederholen.
- Ansonsten wie bei **Nur Anzeigen** verfahren.
- Daten werden automatisch gespeichert.

Automatisches Ausmessen durch Testfahrt (nur für Gang 1..6):

- Taster lange drücken, 3 horizontale Balken werden angezeigt, die Elektronik wartet auf das Signal zum Start der Messung.
 - Mit dem Motorrad im gewählten Gang bei mittlerer Drehzahl konstant fahren.
 - Taster kurz drücken, Messung startet für ca. 1 .. 2s, verschiedene Segmente leuchten.
 - Wenn die Messung beendet ist werden die 4 Ziffern des Messwertes der Reihe nach angezeigt.
 - Vorgang bei Bedarf für weitere Gänge wiederholen. Ansonsten wie bei **Nur Anzeigen** verfahren.
- Nach dem Anzeigen der Einstellwerte des letzten Gangs kehrt die Anzeige zum Normalbetrieb zurück.

Besonderheiten

Die Einträge „F1“ und „F2“ (**F**ehler) werden normalerweise automatisch berechnet falls sie nicht bewusst manuell verändert wurden.

Die Drehzahl während des automatischen Anlernens sollte nach Möglichkeit im mittleren Bereich liegen um möglichst typische und saubere Signale zu erhalten.

Speedohealer, Tachokonverter

Bei gleichzeitigem Einsatz eines Speedohealers ist es wahrscheinlich dass einige Gänge nicht korrekt erkannt werden. Die vordefinierten Werte aus Menü 20 passen dann nicht mehr. In diesem Fall gibt es 2 Möglichkeiten:

- Die Gänge neu anlernen. Bei jeder (grösseren) Änderung am Speedohealer muss dies wiederholt werden.
- Das Geschwindigkeitssignal VOR dem Speedohealer anzapfen, also direkt am Sensor.

Wenn garnichts mehr geht ...

Mit Hilfe der Menüpunkte #6 und #7 überprüfen ob beide Signale sauber anliegen. Die Ganganzeige auf die Werkseinstellungen (#52) zurücksetzen und neu Anlernen (#3).

Wenn dauerhaft „N“ (Neutral) angezeigt wird ist die Neutral-Leitung unterbrochen oder falsch verdrahtet.

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

Voreinstellungen:

Die Einstellwerte für einige Motorradmodelle sind bereits vorprogrammiert. Mit dem Aufruf im Menüpunkte 20 werden alle relevanten Werte automatisch gesetzt. Einige Beispiele:

Gang / Parameter	Yamaha FZS1000	Yamaha FZ1	Yamaha FZS600
1	0367	0031	0027
2	0498	0039	0040
3	0611	0045	0051
4	0688	0052	0059
5	0764	0059	0066
6	0822	0066	0074
F1	0900	0100	0085
F2	0200	0015	0010
D	04	04	04

Info: Prinzip der Gangerkennung

Die Berechnung des aktuellen Gangs aus Tacho- und Drehzahlsignal ist möglich weil beide Signale durch die Getriebeübersetzung direkt miteinander gekoppelt sind. Unabhängig von der Drehzahl ist das Frequenzverhältnis beider Signale nur von der aktuellen Getriebeübersetzung und somit vom eingelegten Gang abhängig. Ein Beispiel mit Daten der Yamaha FZS1000 Fazer:

- Geschwindigkeit : 100 Km/h
- Drehzahl : 5500 U/min
- Gang : **3**

Der Geschwindigkeitssensor liefert 40.3 Impulse pro Meter. Bei der angegebenen Geschwindigkeit und den bekannten Werten für Übersetzung und Reifenumfang ergibt sich eine Signalfrequenz von **1119** Hz.

Der Drehzahlgeber liefert 2 Impulse pro Umdrehung. Dies entspricht 11000 Impulsen pro Minute oder **183** Hz.

Der Quotient aus beiden Frequenzen ist: **1119 / 183 = 6.11**

Zur leichteren internen Berechnung wird das Ergebnis mit 100 multipliziert und die Nachkommastellen weggelassen -> **Tabellenwert 0611, siehe oben.**

Dieser Wert ist für jeden Gang eindeutig und in der o.g. Tabelle aufgelistet. Durch Bestimmung des Quotienten und Vergleich mit der Tabelle kann somit jeder Gang eindeutig bestimmt werden. Um Fehler zu erkennen (z.B. Motor nicht eingekuppelt) enthält die Tabelle noch jeweils einen Grenzwert für zu hohe und zu niedrige Werte (F1 und F2).

Um die Anzeige stabiler und fehlertoleranter zu machen muss jeder neu berechnete Gangwert eine (einstellbare) Zeit lang gleichbleibend anliegen.

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

Spezialeinstellungen

Nach der Umschaltung auf Einzel-LEDs ist das Mapping der Zahlen zu LEDs geändert:

1..6 sind weiterhin den LEDs1 .. 6 zugeordnet, ab der Zahl 7 beginnt die Zuordnung wieder bei LED1.

Die Ziffer 0 entspricht keine LED angesteuert.

Menüpunkt	Anzeige	Beschreibung
40	Blinkende Ziffer	Konfiguration: 7-Segment Display oder Einzel-LEDs. An Stelle der 7-Segment Anzeige können 6 einzelne LEDs verbaut werden. Jeder Gang wird durch eine separate LED angezeigt. 7-Segment (0) oder Einzel-LEDs (1).

Die folgenden Menüpunkte sind zur Anpassung an sehr spezielle Messumgebungen gedacht. Es sind die Feineinstellungen der Signalverarbeitung und werden mit der Auswahl im Menü #19 automatisch gesetzt. Das Editieren sollte auf absolute Spezialfälle begrenzt werden.

Menüpunkt	Anzeige	Beschreibung
41	Blinkende Ziffer	Drehzahl Signalfilter , Bereich 0..2, default 2.
42	Blinkende Ziffer	Drehzahl Mittelung , Bereich 1,2,4,8, default 4.
43	Blinkende Ziffer	Geschwindigkeit Signalfilter , Bereich 0..2, default 1.
44	Blinkende Ziffer	Geschwindigkeit Mittelung , Bereich 1,2,4,8, default 4.
45	Blinkende Ziffer	Gangberechnung Mittelung , Bereich 1,2,4,8,16, default 1.
46	Blinkende Ziffer	Gangberechnung Wiederholungen , Bereich 1,2,4,8, default 4.
47	Blinkende Ziffer	Gangberechnung Wartezeit , Bereich 0,1,2,4,8,16, default 2.

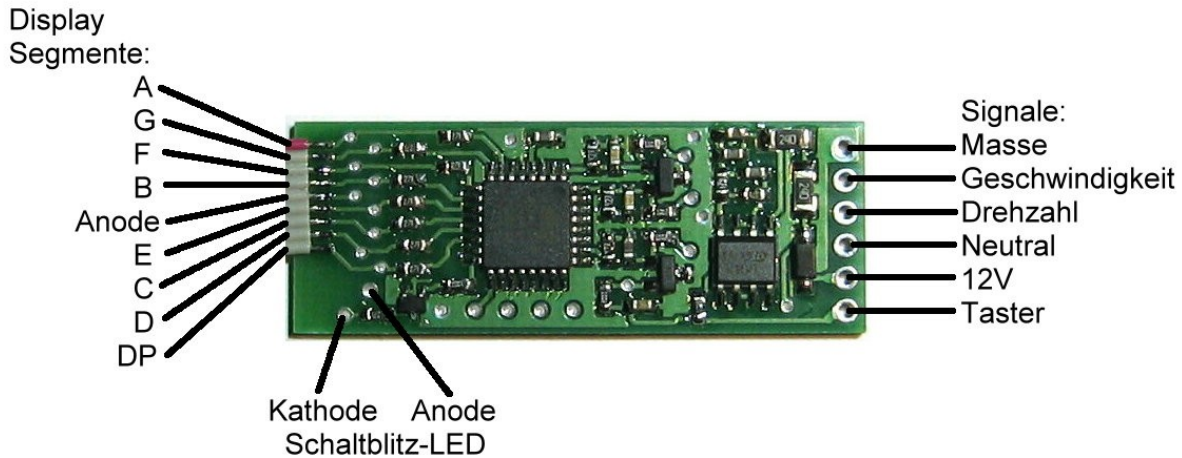
Diese Option ist für extrem langsame/niederfrequente Geschwindigkeitssignale vorbehalten.

Menüpunkt	Anzeige	Beschreibung
48	Blinkende Ziffer	Langsame Signale , spezielle Verarbeitung bei sehr langsamen Geschwindigkeitssignalen, ON (1) oder OFF (0).

Mini-Ganganzeige Bedienungsanleitung SW57

Installation

Die Ganganzeige ist zum Einbau in ein vorhandenes Cockpit gedacht und besitzt daher kein Gehäuse. Die Platine wird entsprechend der folgenden Skizze verdrahtet:



Als **Display** ist das mitgelieferte LED-7-Segment-Display vorgesehen. Alternativ können auch die meisten handelsüblichen Displays benutzt werden. Für diesen Fall, und leichteres Anlöten, befinden sich auf der Rückseite der Platine Lötflächen mit grösserem Abstand.

ACHTUNG: Das Display muss vom Typ „**gemeinsame ANODE**“ sein.

Der **Masse**-Anschluss wird mit einer nahe gelegenen Masseleitung im Cockpit verbunden.

Der **12V**-Anschluss wird mit Zündungsplus verbunden.

Die Eingänge „**Drehzahl**“ und „**Geschwindigkeit**“ benötigen Signale mit einer Amplitude von minimal 0 ..5V. Dies entspricht den bei Motorrädern üblichen Pegeln.

WICHTIG: Die Signale von einem Cockpit mit Digital-Bus werden nicht unterstützt. In diesem Fall müssen die Signale für Drehzahl und Geschwindigkeit direkt an den jeweiligen Sensorleitungen abgezapft werden. Üblicherweise findet man diese direkt an der ECU.

NEUTRAL benötigt Spannungen von 0V (Leerlauf) und 12V (Gang eingelegt). Bei einigen Cockpits kann dieses Signal nicht direkt an der Neutral-Lampe/LED abgegriffen werden weil die 12V nicht erreicht werden. Dieser Fehler äussert sich durch dauerhaftes Anzeigen von „0“. In diesem Fall ist eine Modifikation mit zusätzlichen Diode+Widerstand notwendig.

Der **Taster** reagiert wenn der Eingang auf Masse gezogen wird. Im Ruhezustand müssen 5V anliegen. In den meisten Cockpits ist das gegeben und man kann einen der vorhandenen Taster mitbenutzen. Alternativ kann ein extra Taster angeschlossen werden. Üblicherweise wird der Taster nur während der Installation benötigt und kann danach entfallen.

Der **Schaltblitz-Ausgang** ist für eine weisse LED mit ~10mA Strombedarf ausgelegt. Die LED wird an die angegebenen Punkte angeschlossen (12V Versorgung, ein 270 Ohm Vorwiderstand befindet sich bereits auf der Platine).

Alle Signal-Anschlüsse (rechte Seite der Platine) sind gegen Überspannungen und Verpolungen abgesichert.

Alle Display-Anschlüsse (linke Seite der Platine) sind NICHT abgesichert!

Beim Verbau im Cockpit ist auf eine gute elektrische Isolierung der Platine und der Zuleitungen vom Cockpit zu achten. Ein wenig Kühlung ist notwendig, komplettes thermisches Isolieren muss vermieden werden.

Der Gesamtstrombedarf liegt, je nach eingestellter Helligkeit, im Bereich ~50mA. Kabel mit 0.25mm² sind ausreichend.