

1 LED-Leuchtpedale

1.1 Aufgabenstellung

Die Tretstrahler oder Rückstrahlerpedalen, auch als TOLO-Rückstrahler (Akronym des Patentinhabers Anton Loibl) bekannt, wurden 1938 für die Ausrüstung der laufenden Fahrradproduktion gesetzlich vorgeschrieben. Die Verfügbarkeit der Leuchtdioden (LED) im zweiten Jahrzehnt des 21. Jahrhundert und das Angebot von NdFeB-Magneten kleiner Abmessungen hat das Bedürfnis geweckt, die reflektierenden Pedalelemente mit aktiven Leuchtmitteln auszustatten. Für die Stromversorgung der LEDs kommen prinzipiell sowohl Batterien und Akkus als auch Generatoren in Frage. Im Fall der Batteriespeisung wird trotz der geringen Leistung der LEDs das Auswechseln der Stromquelle in absehbarer Zeit notwendig. Außerdem ist ein Schalter erforderlich, der beim Abstellen des Rades durch den Fahrer betätigt werden muss, um den Stromkreis zu öffnen. Dagegen ist bei einem elektromechanischen Generator, der wie die Batterie in der Pedale integriert ist, völlig wartungsfrei und ein Schalter ist überflüssig. Der Generator wird durch die Relativbewegung zwischen der Pedalachse und dem Trittkörper in Betrieb gesetzt.

Die Leuchtmittel sind aufgabenbestimmt auf dem Trittkörper positioniert, sodass zur Vermeidung von Schleifkontakten auch die Ankerwicklung dort untergebracht werden muss. Demzufolge ist der Dauermagnet auf der Pedalachse zu montieren. Bei der Festlegung der Abmessungen ist aus traditionellen Gründen das Erscheinungsbild der Pedale möglichst zu erhalten und das Pedalgewicht nur unwesentlich zu vergrößern. Dem kommt entgegen, dass an den Pedalen ein Licht erzeugt werden soll, dass nicht zur Beleuchtung der Fahrbahn dient, sondern nur in weiter Entfernung sichtbar ist.

Die Konstruktion und Funktion des Generators muss den Wunsch der Fahrer erfüllen, dass das Pedallicht keine merkliche Belastung für den Fahrer darstellt. Das betrifft den Bauraum, die zusätzliche Tretenergie und das Rastdrehmoment des Generators.

Beim Betrieb des Generators sind zwei sich überlagernde Drehbewegungen wirksam. Die Grundbewegung stellt die Drehbewegung der Tretkurbel dar. Die Drehzahl lässt sich mit der Schaltung verändern, sodass bei vorgegebener Drehzahl und kleiner Übersetzung die Drehzahl des Pedalgenerators ansteigt. Dieser Grundbewegung sind sich wiederholende Winkelverdrehungen überlagert, die sich während einer Tretkurbelumdrehung durch unterschiedliche Stellungen des Pedalkörpers zu einer Bezugsebene ergeben. Der auftretende Winkelbereich bestimmt die maximale Polbreite des Einphasengenerators. Wird z.B. der sich zyklisch wiederholende Drehwinkelbereich mit 15° angenommen, dann sollte die Polteilung im Generator 15° nicht überschreiten.

1.2 Ausgeführte Konstruktionen

Z.Z. werden LED-Leuchtpedalen mit sechs oder acht (Bild 1.1) Leuchtdioden angeboten. Davon sind zwei auf den sichtbaren Stirnflächen der Pedalen positioniert (Bild 1.2).

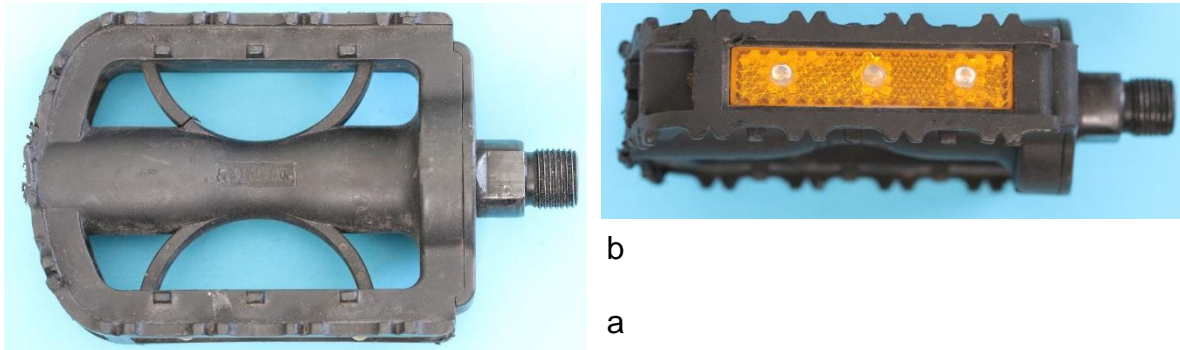


Bild 1.1: LED-Leuchtpedale: a) Trittfläche, b) Leucht- und Rückstrahlerleiste

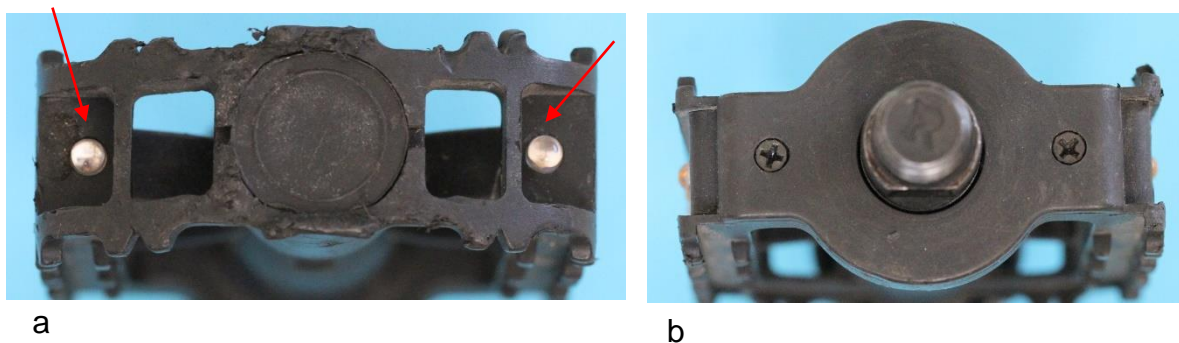


Bild 1.2: Stirnflächen: a) Äußere Kugellagerseite, b) Tretkurbelseite



Bild 1.3: Generatorabdeckung

Auf der Tretarmseite verdeckt eine Gummiblende (Bild 1.3) den Generator, von dem im Bild 1.4 nur der Klauenpolanker zu sehen ist. Seine Wicklungsenden sind mit den zwei Stromzweigen aus vier parallelgeschalteten LEDs auf den Rückstrahlerleisten verbunden (Bild 1.5). Die Hauptabmessungen des Ankers sind im Bild 1.6 angegeben. Er ist 24-polig ausgeführt, sodass die Polwurzeln nur 2,5 mm breit sind (Bild 1.7). Den Ankerzähnen stehen 24 NdFeB-Magnete gegenüber. Sie sind 1 mm breit und 7 mm lang und sind am Umfang der Pedalachse, die den magnetischen Rückschluss bildet, gleichmäßig verteilt (Bild 1.8). Dabei bilden sie ein kompaktes Polrad mit einem Durchmesser von 18 mm, das unmittelbar hinter den Schlüsselstellen der Pedalachse positioniert ist (Bild 1.9).

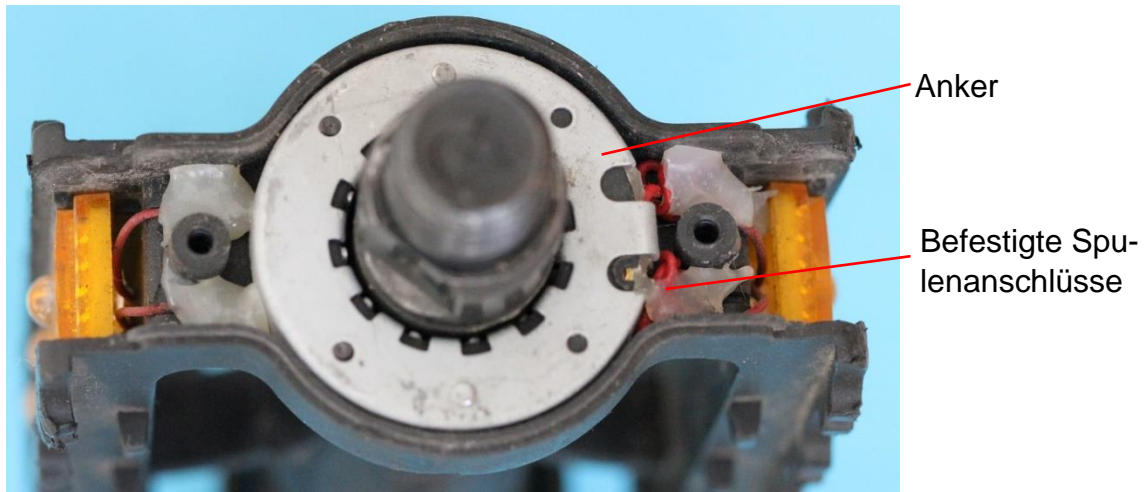


Bild 1.4: Generator und Leuchtleisten unter der Abdeckung

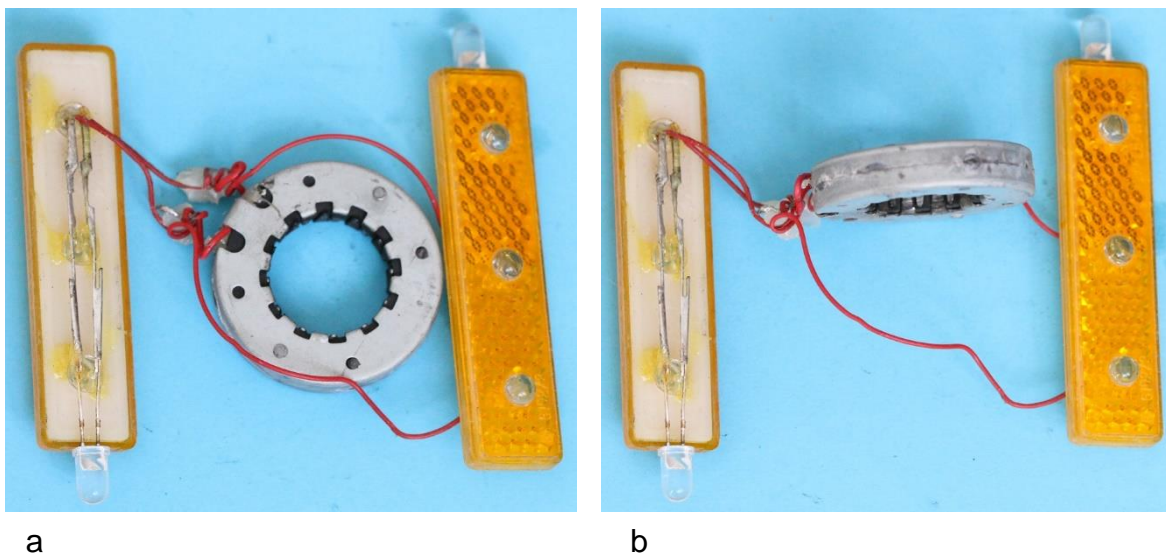


Bild 1.5: Anker und zwei Rückstrahlleisten mit vier LED-Lampen

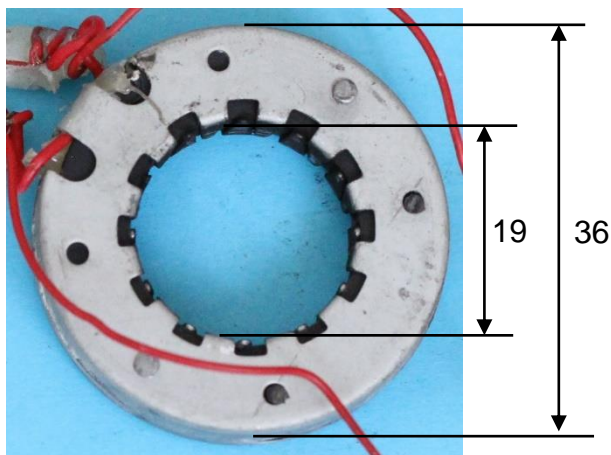


Bild 1.6: Abmessungen des Klauenpolankers, 24 Pole, Axiale Länge 7 mm

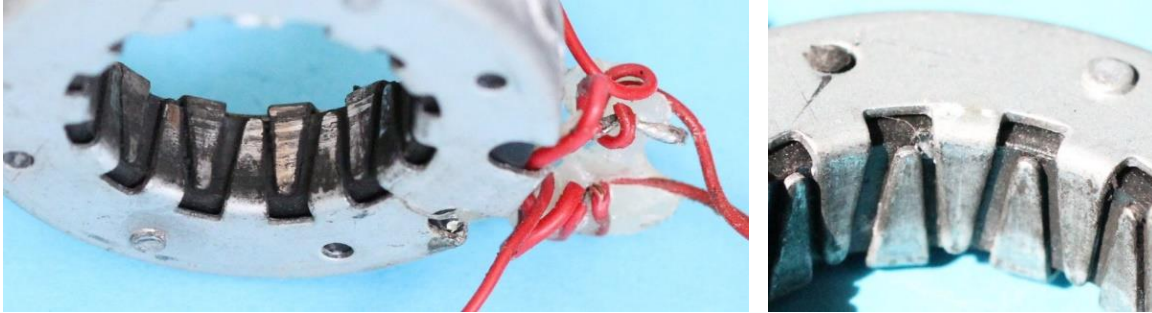


Bild 1.7: Polflächen des Klauenpolankers

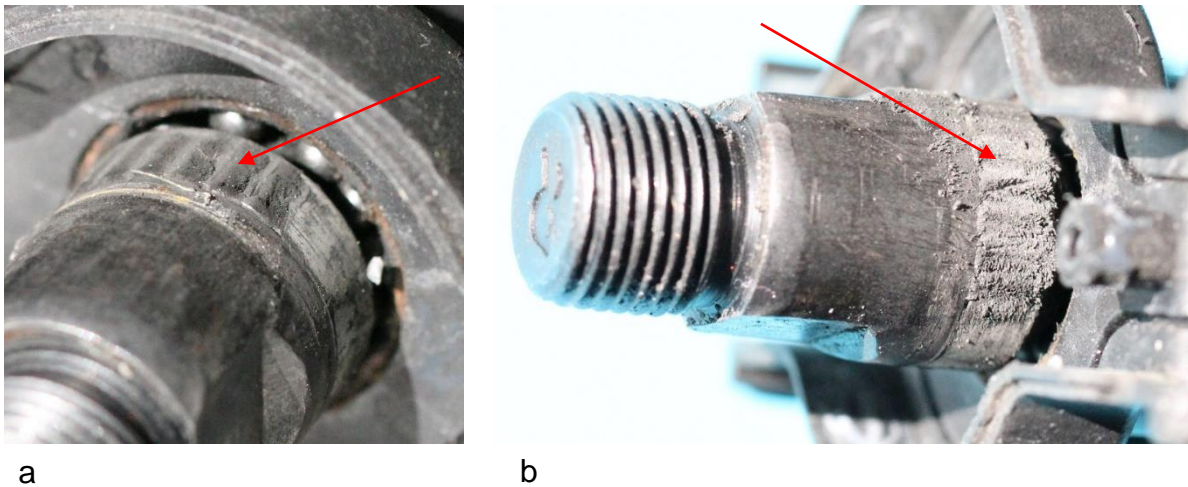


Bild 1.8: Polrad: a) Verteilung der 24 Dauermagnetelemente, b) Ausrichtung ferromagnetischer Späne

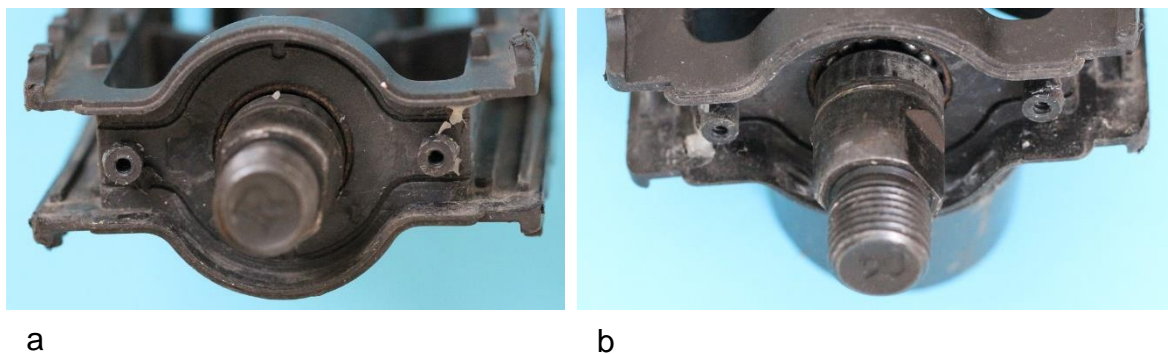


Bild 1.9: Position des Polrades auf der Pedalachse

Der Generator mit dem Gewicht von 35 g (Rückstrahlerleisten inbegriffen) verlängert die Pedale um 10 mm und vergrößert den Durchmesser des Pedalgummis im Generatorbereich um 15 mm.