

Xiaomi M365 Controller Hardware-Mods von 10s bis 20s

Deutsche Komplettübersetzung mit Grafiken

Quellenhinweis aus dem Original

Dokumentation der Xiaomi-Controller, erstellt von Gabriele Russo kostenlos für die Xiaomi-Community. Laut Original soll niemand für diese Datei bezahlen. Spendenlink im Original: www.paypal.me/gabryr96

Wichtiger Hinweis

Diese Datei ist eine Übersetzung des bereitgestellten Original-PDFs. Die technischen Angaben, Sicherheitsbewertungen und rechtlichen Aussagen wurden nicht unabhängig geprüft. Arbeiten an Akku, Controller, MOSFETs, Leiterbahnen und Brems-/Antriebselektronik können Schäden, Ausfälle oder Verletzungen verursachen. Nur durchführen, wenn die nötigen Elektronikkenntnisse vorhanden sind.

Original-Verweise aus dem Dokument: t.me/EscooterTech | t.me/M365bateria10s | Dank an @thefixer2020, @paolo_vlc, skuudiero.it

Einleitung (README)

Dieses Dokument enthält viele Informationen zum physischen Modifizieren des elektronischen Geschwindigkeitsreglers (ESC) des M365 sowie weitere nützliche Tipps, um zu vermeiden, dass Bauteile durchbrennen. Bitte alles vollständig lesen.

C0 ist der große Kondensator, den wir als Bulk-Kondensator oder manchmal auch als Link-Kondensator bezeichnen. Er wird genutzt, um die Spannung bei Stromspitzen zu glätten, sowohl beim Bremsen als auch beim Beschleunigen.

Nur weiterlesen, wenn du grundlegende Elektronikkenntnisse hast

Dieser Kondensator muss mit einer relativ einfachen Formel berechnet werden, die aus den Grundlagen von Strom, Spannung, Kapazität und Ladung stammt:

$$C = I \times t / V$$

Dabei steht I für den Einschalt- beziehungsweise Spitzenstrom, t für die Dauer der Lade- oder Entladeimpulse und V für den maximal zulässigen Spannungsabfall. Kurz gesagt: Je größer C0 ist, desto kleiner wird der Spannungsabfall während Spitzenlasten.

Im Original wurden Messungen durchgeführt. Auf Basis dieser Nutzung wird ein 2200 µF Kondensator als Minimum für 30 bis 50 A Dauerstrom genannt. Jeder kann den gewünschten Wert selbst wählen, aber damit ist klar, wie der Kondensator berechnet werden kann.

Hinweis des Autors aus dem Original

Wenn du dieses Dokument nutzt, um Controller oder Teile zu reparieren oder zu verkaufen, denke über eine kleine Spende nach: www.paypal.me/gabryr96

Board 1.4 und 1.5

Mit diesem Board kann man von 10s (36 V) bis maximal 13s (46,8 V) ohne Trace-Cut arbeiten.

- **C01:** originaler 63 V Kondensator
- **C0:** 63 V, 2200 µF oder 1000 µF, bevorzugt Nichicon PW oder Nippon KY
- **MOSFETs:** NCEP85T14, NCEP85T15 oder ähnliche. Auch NCEP6990 oder andere originale MOSFETs sind möglich, wenn der Firmware-Strom unter 25 A liegt.
- **Optional R46:** 120 kΩ bis 180 kΩ, Widerstand in Baugröße 0603
- **Optional R28:** 130 kΩ bis 390 kΩ, Widerstand in Baugröße 0603

C0 ist der große Kondensator. C01 ist der kleinere Kondensator unter C0.

Originales 2.1 Board und gute 2.1 Klone

Das ist das „neue“ Board, das mit dem M365 Pro Modell erschienen ist. Auf AliExpress wird es teilweise als 3.0 verkauft. Tatsächlich entspricht es aber dem darunter gezeigten Board: einem 2.1 Board ohne Bestückungsdruck.

Wenn das Board original ist, kann es normalerweise bis 13s ohne Modifikation betrieben werden. Im Original wird trotzdem empfohlen, die Kupferleiterbahnen mit Lötzinn zu verstärken oder Kupferdraht zur Verstärkung zu verwenden, wenn Ströme über 30 A genutzt werden.

Alle genannten Widerstände haben die Baugröße 0603.

Kondensatoren und MOSFETs

Akkukonfiguration	Bauteile / Empfehlung
Bis 13s	C01 original; C0 63 V 2200 µF oder 1000 µF, bevorzugt Nichicon PW oder Nippon KY, alternativ original; MOSFETs NCEP85T14, NCEP85T15 oder ähnliche.
Bis 19s	C01 47 µF oder 33 µF, 100 V, bevorzugt Nichicon PW Serie; C0 2200 µF 85 V mit Low ESR und hohem Ripple-Strom, mindestens 2 A; MOSFETs NCEP85T14, NCEP85T15 oder andere MOSFETs mit 80/85 V, Gate-Ladung < 150 nC und RDS(on) ≤ 4 mΩ.
20s	C0 100 V 1000 µF oder 2200 µF, Low ESR und hoher Ripple-Strom; C01 47 µF oder 33 µF 100 V, bevorzugt Nichicon PW Serie oder gleichwertig; MOSFETs NCEP01T18, IRFB4110, CSD19536 oder andere geeignete MOSFETs, die Spannung und Strom vertragen. Auf RDS(on) und Gate-Ladung achten.

Wenn eine variable Spannung verwendet werden soll, zum Beispiel von 14s bis 20s, sollte dieser Teil übersprungen und der Abschnitt „Trace-Cut-Mod“ am Ende gelesen werden. Wenn die genaue Konfiguration feststeht, gelten folgende Werte:

Bereich	R44 oder R41	R30	Spannungsmultiplikator in der App
14s bis 15s	R44 4,7 kΩ oder R41 130-140 kΩ	33 kΩ	ca. 1,4
16s bis 17s	R44 4,3 kΩ oder R41 150-160 kΩ	36 kΩ	ca. 1,6
18s bis 19s	R44 3,6 kΩ oder R41 170-180 kΩ	39 kΩ	ca. 1,8
20s	R44 3,3 kΩ oder R41 200 kΩ	43 kΩ	ca. 2,0

2.1 „schlechter“ Klon und 3.0 Klon

Diese Boards erkennt man meist daran, dass auf den Platinen keine Markierungen vorhanden sind. Manchmal steht „sco-Driver_v3.0“ darauf, tatsächlich handelt es sich aber um ein V2.1 Board ohne Bestückungsdruck, der die Bauteile markiert.

Bei diesen Boards muss man vorsichtig sein und C11, C3A/B/C sowie C0 und C01 prüfen, falls sie weiterverwendet werden sollen.

Einen 50 V SMD-Kondensator (C11 und C3X) erkennt man leicht daran, dass er kleiner als üblich ist. In diesem Fall müssen diese Kondensatoren durch 100 nF, 100 V, X7R Kondensatoren in Baugröße 0805 ersetzt werden.

Als Referenz dient die folgende Abbildung. Die gleiche Anleitung wie für originale 2.1 Boards kann verwendet werden, aber es muss sichergestellt werden, dass jedes ersetzte Bauteil den folgenden Originalwerten entspricht:

Bauteil	Originalwert / Markierung
R30	22 kΩ, markiert als 223

Technische Angaben aus dem Original übersetzt; nicht als Sicherheits- oder Rechtsberatung zu verstehen.

R41	100 kΩ, markiert als 01D oder 104
R44	6,2 kΩ, markiert als 622
R43	100 kΩ, markiert als 01D oder 104

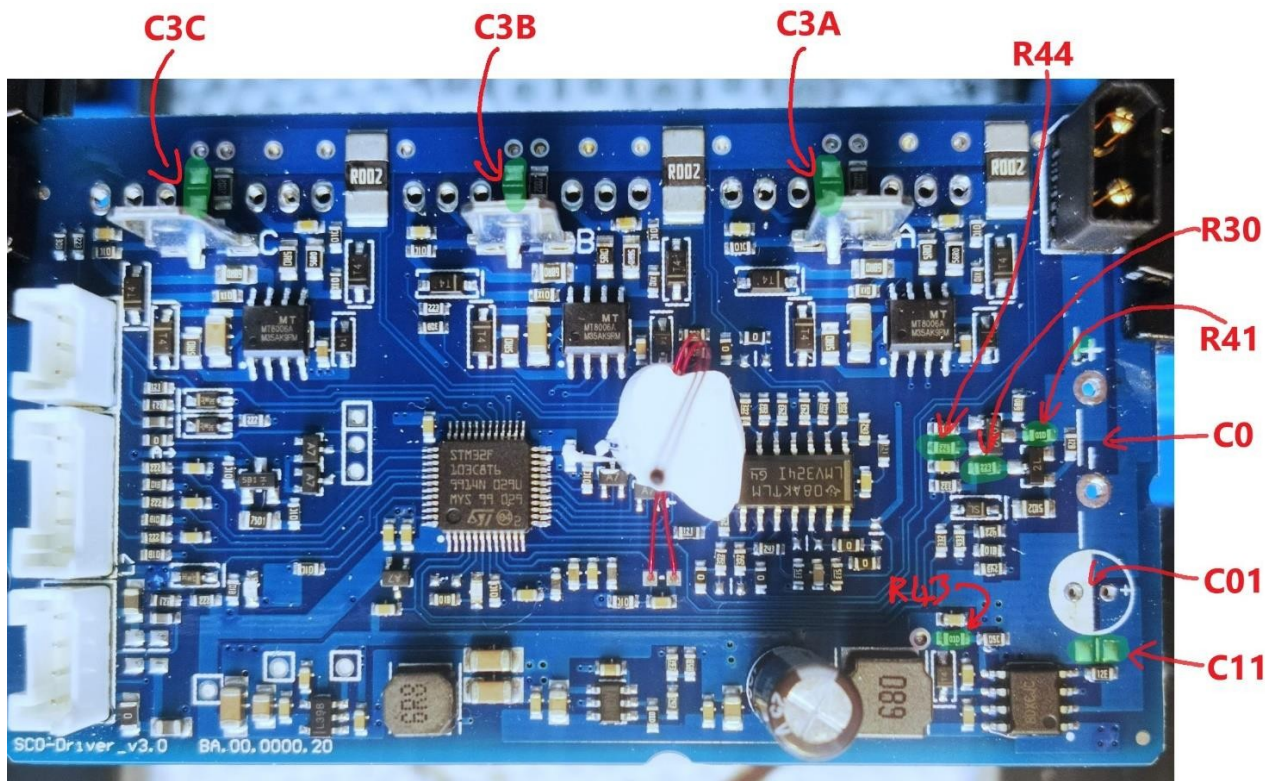


Abbildung 1: Board mit markierten Bauteilen C3C, C3B, C3A, R44, R30, R41, C0, C01 und C11.

3.0 originales Board und gute Klone

Dies war zum Zeitpunkt der Originalerstellung das letzte Board von Xiaomi. Grundsätzlich ist es ähnlich wie ein V2.1, besitzt aber ab Werk verstärkte Kupferleiterbahnen. Im Original wird dennoch empfohlen, die Lötstellen zu prüfen und bei Bedarf nachzuarbeiten oder weitere Verstärkungen hinzuzufügen, wenn sehr hohe Ströme verwendet werden.

Auch dieses Board besitzt keinen Bestückungsdruck. In der folgenden Abbildung sind die wichtigsten Bauteile markiert, die geändert werden müssen. Sie lassen sich anhand ihrer Position und der Markierung auf dem Bauteil gut identifizieren.

Wie üblich sollte man sicherstellen, dass die Originalwerte den folgenden Angaben entsprechen. Für Widerstände, Kondensatoren und MOSFETs gelten die Werte aus dem Abschnitt zum originalen 2.1 Board.

Bauteil	Originalwert / Markierung
R30	22 kΩ, markiert als 223
R41	100 kΩ, markiert als 01D oder 104
R44	6,2 kΩ, markiert als 622
R43	100 kΩ, markiert als 01D oder 104

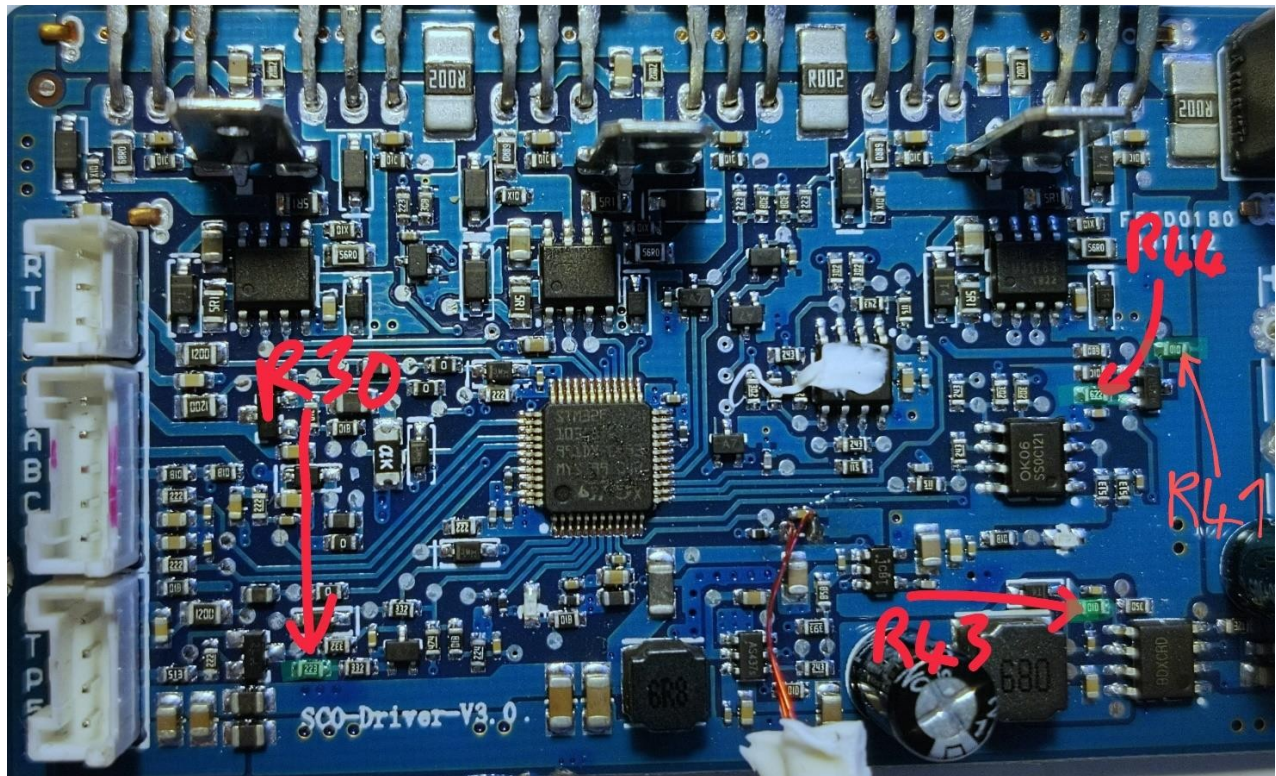


Abbildung 2: 3.0 Board mit handschriftlich markierten Positionen R30, R44, R41 und R43.

Vorlade-Kabel, um Funken zu vermeiden

Beim Anschließen des Akkus, besonders bei Konfigurationen mit mehr als 10s, sollte ein Kabel mit einem Widerstand verwendet werden, um einen sehr hohen Stromstoß zu vermeiden. Dieser Stromstoß kann den Steckverbinder beschädigen und unter Umständen auch die frisch aufgebaute Schaltung stören oder beschädigen.

Dazu braucht man im Prinzip nur ein Paar Steckverbinder, im Bild zwei XT30, etwas Kabel und einen Widerstand im Bereich von 100 Ω bis 270 Ω mit 1 bis 3 W. Man verwendet einfach, was in diesem Bereich verfügbar ist.

Wenn dieses spezielle Kabel gebaut ist, verbindet man es mit Akku und ESC und wartet ein paar Sekunden. Danach kann man es abziehen und den Akku ohne Vorlade-Kabel einstecken. Wichtig: Wenn man nach dem Entfernen des Vorlade-Kabels zu lange wartet, können sich die Kondensatoren wieder entladen und es funkt erneut. Also zügig umstecken.

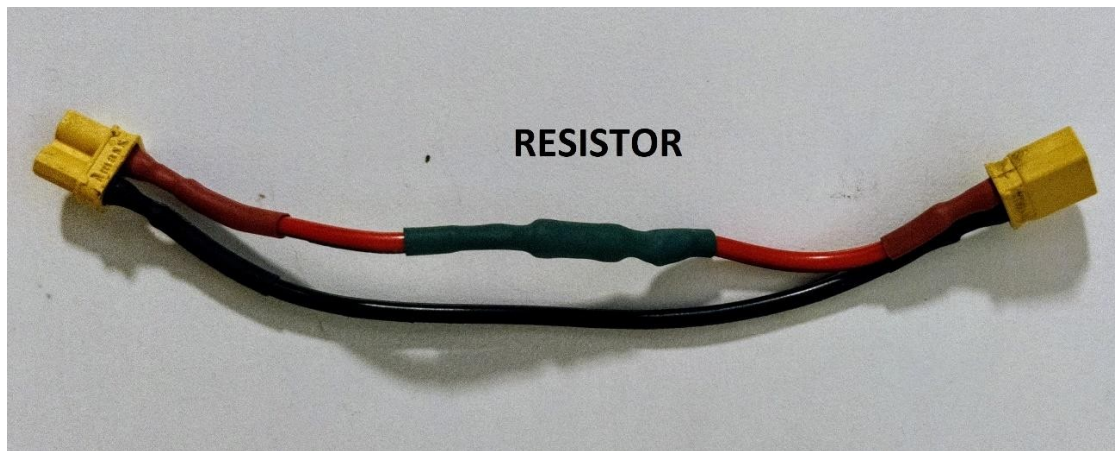


Abbildung 3: Beispiel eines Vorlade-Kabels mit Widerstand zwischen zwei XT30-Steckern.

Apps, Firmware und BMS-Emulation

Wenn der Widerstands-Mod verwendet wird und kein Smart-BMS vorhanden ist, wird eine Firmware benötigt, die BMS-Emulation unterstützt, damit die Batteriespannung gelesen werden kann.

Die BMS-Emulation wird auf 10s gesetzt und das Spannungslimit auf 60 V. Danach wird in den Apps und auf dem Display zwar eine Batteriespannung angezeigt, sie ist in der App aber falsch, da nur ein herunter skaliertes Wert gelesen wird.

Im Original wird deshalb empfohlen, die Android-App M365DashBoard zu verwenden, dort in die Einstellungen zu gehen und den oben genannten Spannungsmultiplikator einzutragen. So erhält man eine mehr oder weniger genaue Anzeige für Spannung, Strom und Leistung.

Wenn ein ESC ohne kompatibles BMS verwendet werden soll und die Spannungsanzeige egal ist, kann laut Original die kostenlose Firmware des ScooterHacking-Teams genutzt werden. Dort wird empfohlen, die „Testing“-Firmware über die ScooterHacking Utility App auszuprobieren.

3D-gedruckte Teile

Auf der Thingiverse-Seite des Autors befinden sich viele M365-bezogene Objekte zum kostenlosen Drucken: [thingiverse.com/gabry96/designs](https://www.thingiverse.com/gabry96/designs)

Wie üblich weist der Autor darauf hin: Wer diese Teile mit Gewinn verkauft, sollte eine Spende in Betracht ziehen: www.paypal.me/gabryr96

Trace-Cut-Mod

Im Original steht dazu: Leider sind die Bilder zu diesem Mod nicht auffindbar. Sie sollen ergänzt werden, sobald Zeit dafür ist.

Häufig gestellte Fragen (FAQ)

1. Wenn ich diesen „Widerstands-Mod“ mache, kann ich den ESC dann von 10s bis 16s verwenden?

Nein. Es gibt aus gutem Grund einen festgelegten Bereich. Widerstände im Bereich 14/15s funktionieren nur mit 14s- und 15s-Akkus. Eine niedrigere oder höhere Akkuspannung kann Schäden verursachen oder dazu führen, dass der Scooter nicht einschaltet. Wenn verschiedene Akkus am gleichen ESC verwendet werden sollen, soll laut Original der Trace-Cut-Mod und nicht der Widerstands-Mod genutzt werden.

2. Und von 14s bis 20s?

Nein. Die Antwort ist die gleiche wie zuvor.

3. Brauche ich einen Trace-Cut, um 20s mit einem 2.1 oder 3.0 ESC zu verwenden?

Nein. Wenn der Controller nur mit einem 20s-Akku verwendet werden soll, ist laut Original kein Trace-Cut-Mod nötig. Man soll einfach der Anleitung folgen.

4. Was passiert, wenn ich meinen Controller bei 14s oder 15s ohne Mod verwende?

Technisch gesehen liegen bei Spannungen über 56 V mehr als 3,3 V am ADC des MCU an. Das ist schlecht für ihn. Wahrscheinlich merkt man zunächst nichts, aber der ADC des MCU kann langsam degradieren, bis er vollständig ausfällt. Auch der MCU selbst kann sterben, was beim Fahren große Probleme verursachen kann. Im Original steht sinngemäß: Nicht einfach sagen „Ich habe es gemacht und es funktioniert“, sondern das Datenblatt des STM32F103C8T6 lesen.

5. Warum gibt es zwei Widerstände zur Auswahl, R44 oder R41?

Weil der Autor normalerweise R44 geändert hat, andere Gruppen oder Seiten aber R41 verwendet haben. Dadurch wurden viele verwirrt. Tatsächlich handelt es sich um einen Spannungsteiler. Es ist daher egal, welcher der beiden geändert wird; das Ergebnis ist gleich. Im Original wurden beide Widerstandswerte berechnet und in die Anleitung aufgenommen. Man ändert entweder den einen oder den anderen, nicht beide.

6. Brauche ich wirklich einen 2200 µF Kondensator?

Dieser wird Bulk-Kondensator genannt. Seine Hauptaufgabe ist es, nahe an der Last als kleiner Puffer zu wirken und Stromspitzen zu glätten. Dadurch fällt die Batteriespannung bei Einschalt- beziehungsweise Lastspitzen weniger stark ab. Der Bulk-Kondensator kann ein einzelner Kondensator sein oder aus mehreren Kondensatoren bestehen, die nebeneinander platziert sind, zum Beispiel direkt in der Nähe der MOSFETs.

7. Welche Art Kondensatoren werden dafür gebraucht?

Die Kondensatoren sollten Elektrolytkondensatoren für Schalt- und Leistungsanwendungen sein. Dadurch ist sichergestellt, dass sie einen ausreichend niedrigen ESR haben und die Ströme in „harten Momenten“, etwa beim Bremsen, aushalten können.

8. Warum nicht einfach mehr Keramikkondensatoren in der Nähe der MOSFETs verwenden, da diese einen deutlich niedrigeren ESR haben?

Kurz gesagt: Der Bulk-Kondensator muss groß genug sein, um ausreichend Ladung zu speichern und Spannungsspitzen zu glätten. Außerdem darf seine Impedanz nicht zu niedrig sein, sonst kann eine Art Resonanz entstehen, die mehr Störungen erzeugt. Keramikkondensatoren werden mit kleineren Werten hauptsächlich zur Entkopplung verwendet.

9. Wie berechnet man den Bulk-Kondensator?

Die Berechnung ist einfach: Coulomb = Ampere × Sekunden und Farad = Coulomb / Spannung. Daraus folgt $F = A \times s / V$. A ist dabei der Einschalt- beziehungsweise Spitzenstrom der Last, s ist die Dauer der Umschaltung in Sekunden und V ist die maximale Spannungsdifferenz, die zugelassen werden soll.

10. Welche Höchstgeschwindigkeit erreiche ich mit 20s?

Das hängt ab. Mit einem einzelnen 300-W- oder 250-W-Motor sollte man laut Original nicht mehr als 55 km/h erwarten.

11. Wird mein Haus anfangen zu brennen?

Im Original steht hier scherzhaft: natürlich.

12. Bekomme ich einen Stromschlag, wenn ich den 42-V- oder 80-V-Akku berühre?

Technische Angaben aus dem Original übersetzt; nicht als Sicherheits- oder Rechtsberatung zu verstehen.

Im Original wird erklärt: Bis 50 V Gleichspannung ist es für die meisten Menschen relativ ungefährlich. Ab 50 V können einige Menschen empfindlicher reagieren. Das Risiko eines tödlichen Stromschlags sei selbst bei 84 V (20s) ziemlich gering. Wenn man den eigenen Hautwiderstand gegenüber Strom nicht kennt, soll man einfache Latex- oder Arbeitshandschuhe verwenden. Hinweis: Das ist nur die Übersetzung der Originalaussage, keine Sicherheitsgarantie.

13. Ist es legal, den Scooter-ESC zu modifizieren?

Das hängt laut Original von den Regeln des jeweiligen Landes ab. In Italien sei es legal, solange die Nennleistung des Motors unter 500 W liegt. Solange das eingehalten wird, könne dort alles andere modifiziert werden. Hinweis: Für Deutschland oder andere Länder ist damit nichts automatisch gesagt.

14. Funktionieren Rücklicht und Frontlicht mit 20s?

Ja. Sie arbeiten mit 5 V, und diese 5 V werden immer vom internen Buck-Konverter bereitgestellt.

15. Warum sehe ich die Spannung in der App nicht?

Wahrscheinlich wird ein Scooter mit Aftermarket-Akku verwendet. Es muss eine Firmware mit BMS-Emulation installiert werden. Wenn zusätzlich ein Widerstands-Mod vorhanden ist, muss in der App ein Spannungsmultiplikator verwendet werden, damit der angezeigte Wert dem echten Wert entspricht.

Versionshistorie

Version	Datum / Hinweis
0.1	05.09.2021 - Datei erstellt

Ende der deutschen Übersetzung.