

# Salonfähig

## LRK-Motoren im Überblick

Nachdem Ludwig Retzbach vor zwei Jahren die Idee vorstellte, erfolgte ein unerwartet riesiger Boom: Auch mein Vater und ich sind damals diesem Virus verfallen und hatten einige selbst gebaute Motoren unterschiedlichster Größen hergestellt. „LRK“ war in aller Munde und aus einigen Selbstbauern entstanden Firmen, die verschiedene Motoren jetzt auch käuflich anbieten. Der folgende Bericht stellt einen kleinen Querschnitt dieser professionell gefertigten Motoren dar. Es werden die Unterschiede der einzelnen Fabrikate aufgeführt und eine kleine Messreihe soll Aufschluss über die elektrischen Eigenschaften geben. Dafür standen mir folgende 14-Pol-Motortypen zur Verfügung: High-Torque LRK 345/25-14 (Causemann/Frank Schwaab) RS-LRK 330/20-13 (Rolf Strecker) Torcman 350/20-14 (Klaus Kraft) LRK 350/20-12,5 (Flyware) Was bedeuten nun diese Abkürzungen? Es wird hier beispielhaft anhand eines Motors erklärt, zum Beispiel dem Torcman 350/20-14: Die erste Zahl gibt den Statordurchmesser an, hier 35 mm. Das Statorpaket hat eine Höhe von 20 mm und die bewickelten Statorzähne haben 14 Windungen. Aus der Bezeichnung geht in der Regel nicht hervor, welcher Drahtdurchmesser verwendet wird, bzw. ob ein Draht oder zwei Drähte parallel gewickelt wurden. Dieses Feature wird eigentlich in Absprache mit dem Hersteller je nach Verwendungstyp abgestimmt. Die Motoren sind Brushless-Außenläufer mit einer Frontbefestigung. Teilweise können sie auch mit einer Rückwandbefestigung am Motorspannt angeschraubt werden. Der Stator hat zwölf Statorzähne, die um den Stator rotierende Glocke ist mit 14 Magneten bestückt und die präzisionsgeschliffene Antriebswelle mit 5 mm Durchmesser ist doppelt kugellagert. Im Gegensatz zu herkömmlichen Motoren dreht sich der Rotor mit den Magneten nicht innerhalb der Wicklung, sondern auß-

erhalb. Das ergibt ein hohes Drehmoment, ein leises Laufgeräusch, hohen Wirkungsgrad. Zudem sind die Motoren nahezu verschleißfrei. Betrieben werden sie mit einem Brushless-Regler, der die Gleichspannung eines Antriebsakkus in eine Drei-Phasen Wechselspannung wandelt. Die Gewichte inklusive angelöteter Verbindungsstecker stellen sich wie folgt dar (Motor/Gewicht):

- High-Torque LRK 345/25-14 (Causemann/Schwaab): 255 g
- RS-LRK 330/20-13 (Rolf Strecker): 194 g
- Torcman 350/20-14 (Klaus Kraft): 229 g
- LRK 350/20-12,5 (Flyware): 202 g

Doch nun einmal der Reihe nach, wir kommen zu den einzelnen Motoren.

### High-Torque LRK 345/25-14 Fa. Causemann/Frank Schwaab)

Zu diesem Motor sollte vorab bemerkt werden, dass zum Zeitpunkt der Beschaffung der Motoren seitens des Unternehmens kein Exemplar mit 20 mm Statorlänge zur Verfügung stand. Dieser Motor ist in dieser Reihe der größte und auch der schwerste. Wenn man die Mess Tabellen betrachtet, kann man bei diesem Motor sofort erkennen, dass er für eine größere Zellenzahl und/oder eine größere Luftschraube, sprich mehr Leistung konzipiert ist. Zum Aufbau: Die 5-mm-Welle ist am Rückflansch mit zwei kleinen Inbus-Schrauben gesichert. Dieser Motor ist, wie übrigens alle Kandidaten, doppelt kugellagert. Hier

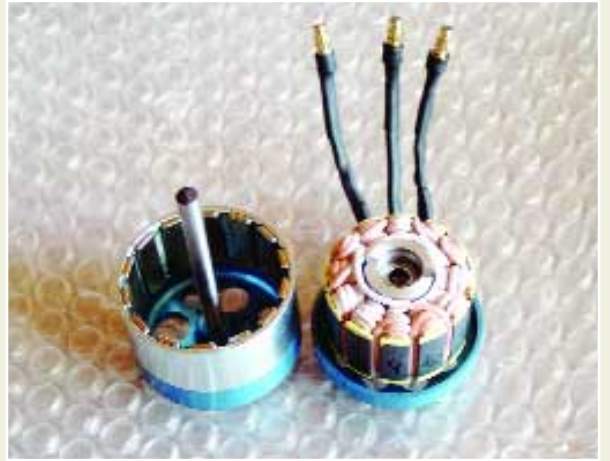
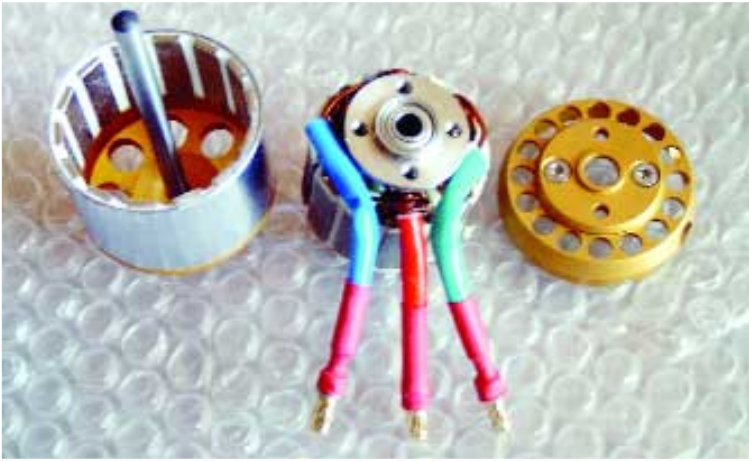


Die vier Kandidaten auf einen Blick (von links, unten im Uhrzeigersinn): Causemann, Flyware, Strecker, Torcman.

werden ausschließlich geschlossene Kugellager verwendet. Front- und Rückflansch sind mit jeweils vier großen Bohrungen versehen, um entstehende Wärme abzuführen. Die Wicklungen sind sauber ausgeführt, pro bewickeltem Zahn mit 14 Windungen versehen. Die 14 Magnete mit je 25 mm Länge wurden mittels Abstandshaltern sauber in der



**Bild links:** Der Motor von Causemann: Man sieht das nach dem Auseinanderziehen verbliebene Kugellager auf der Welle. **Bild rechts:** Der Motor von Rolf Strecker zerlegt in zwei Teile. Die Rotorglocke links und der zugehörige Stator. Die Wicklungen sind sauber ausgeführt.



**Bild links:** So offenbart sich der Torcman 350/20-14 nach dem Zerlegen. Der CNC-gefertigte vordere Gehäusedeckel wird mit Torxschrauben an der Statorbuchse aus Werkzeugstahl festgeschraubt. **Bild rechts:** Der Stator des LRK 350/10 mit 12,5 Windungen und Rotorglocke mit eingeklebten Magneten. Gut zu sehen ist die Wickelmethode, bei der jeder Statorzahn bewickelt ist.

Glocke verklebt. Bei einigen Motoren wird aufgrund des Einsatzes eines Spezialklebers der Spalt zwischen den Magneten nicht mehr mit Kleber gefüllt, so auch bei diesem Motor. Was nicht gefallen konnte, ist der Umstand, dass beim Abziehen der Glocke das hintere Kugellager aus seinem vorgesehenen Passungssitz im Stator herausgezogen wird und auf der Welle verbleibt. Bei den Kugellagern gibt es beim Innenmaß eine größere Toleranz wie bei den gehärteten Wellen. Dieses Problem haben aber alle Hersteller. Als Selbstbauer hatte ich diese Erfahrung auch schon mehrfach gemacht. Zum Abschluss kann ich sagen, dass man einen robusten und sauber verarbeiteten Motor für seine Investition erhält. Technische Daten: Länge ohne Welle: 54 mm, Länge mit Welle: 70 mm, Durchmesser: 42 mm, Einbaumaß Lochabstand: 25 mm, Achsdurchmesser: 5 mm.

#### RS-LRK 330/20-13 (Rolf Strecker)

Die sechs bewickelten Zähne sind 13 mal mit zwei parallelen Drähten  $\varnothing 0,8$  mm Durchmesser bestückt. Dass alle relevanten Daten im Frontflansch eingestanzt sind, hat mir gut gefallen. Daraus lässt sich ablesen, welche Wicklung verwendet wurde und die Maße des Stators sind somit auch klar. Der vorliegende Motor hat von allen Kandidaten den kleinsten Statordurchmesser, nämlich 33 mm. Dies lässt vermuten, dass die Stromaufnahme entsprechend hoch sein wird. Das kann man auch aus den Messtabellen entnehmen. Die Wicklungen sind zusätzlich mit Sekundenkleber fixiert. Der mögliche Befüllungsgrad der Wicklungen ist in meinen Augen optimal ausgeschöpft. Viel mehr geht da nicht. Die 14 Magnete sind mit einem Spezialkleber verklebt, aber das bleibt ein Geheimnis von Rolf Strecker. Anfangs gab es bei vielen Herstellern und Selbstbauern das Problem, dass bei höheren Leistungen sich die Magnete lösten. Rolf Strecker hat hier ein probates Mittel gefunden, sodass auch bei höheren Leistungen jenseits der 50

A sich nichts mehr löst. Der vorliegende Motor ist das Leichtgewicht unter den Kandidaten, nämlich unter 200 g. Die Welle mit 5 mm Durchmesser ist im Rückflansch verpresst und verklebt. Auch hier sorgen front- und rückseitig angebrachte Bohrungen für die entsprechende Kühlung. Auffällig bei diesem Exemplar waren die beim Testen merkbaren Vibrationen. Untersuchungen ergaben jedoch, dass die in einer Drehbank an der Welle eingespannte Glocke einen absolut sauberen Rundlauf zauberte. Das Ganze wurde mit einer Messuhr vermessen. Also konnte dies nicht die Ursache für die auftretenden Vibrationen sein, die auch ohne Last auftraten. Weiterhin wurden die Magnete auf wechselnde Polarität geprüft, ebenfalls alles korrekt ausgeführt. Man kann jetzt eigentlich nur noch vermuten, dass etwas mit den Wicklungen nicht in Ordnung ist. Technische Daten: Länge ohne Welle: 40 mm Länge, mit Welle: 61 mm, Durchmesser: 40 mm, Einbaumaß Lochabstand: 25 mm, Achsdurchmesser: 5 mm.

#### Torcman 350/20-14 (Klaus Kraft)

Den Torcman 350/20-14 benutze ich als anderes Exemplar schon seit einiger Zeit in meinem Elektrosegler „Last Down XXL“. Im Vergleich der beiden Motoren konnte ich keine Streuung bezüglich der Messdaten feststellen. Der CNC-gefertigte vordere Gehäusedeckel wird mit Torxschrauben an der Statorbuchse aus Werkzeugstahl festgeschraubt. Überhaupt ist die gesamte Konstruktion durchdacht und solide ausgeführt. Daraus resultiert natürlich ein etwas höheres Gewicht, aber in einer Seglerschnauze verbaut, bringt das wiederum Vorteile. Die Welle mit 5 mm Durchmesser wird durch drei Inbus-Schrauben mit dem hinteren Gehäusedeckel zusätzlich zur präzisen Führung gehalten. Die Magnete sind in einer Nut geführt. Unterschiede gegenüber den Kandidaten der anderen Hersteller lassen sich bei der Verklebung der 14 Magneten erkennen. Die Zwischenräume sind mit eingedicktem Harz

ausgegossen. Der Kupferlackdraht umkreist jeden bewickelten Statorzahn 14 mal und ein sehr guter Füllgrad wird erreicht. Die vielen Öffnungen am Front- und Rückflansch dienen nicht nur der Gewichtsreduzierung, sondern auch der Kühlung. Mein Motor im „Last Down XXL“ wird bei einem Standstrom von ca. 35 A bei 10 Zellen kaum warm. Lobenswert ist, dass es zu diesen Motoren von Torcman einen kugelgelagerten Einbaupadapter mit 125 mm Länge gibt, der es erlaubt, den Motor auch in schlanke Seglerhäuse einzubauen. Technische Daten: Länge: 48,1 mm, Länge mit Welle: 70 mm, Durchmesser: 42 mm, Durchmesser Einbauspant: 50 mm, Einbaumaß Lochabstand: 18 mm, Achsdurchmesser: 5 mm.

#### LRK 350/20-12,5 (Flyware)

Die Firma Flyware geht bezüglich der Bewicklung einen ganz anderen Weg. Bei diesen Motoren werden alle zwölf Statorzähne bewickelt. Als Wickelmedium wird eine HF-Litze benutzt. Auch hier ist ein hoher Füllgrad der Wicklungen festzustellen. Die Magnete sind in gefrästen Nuten verklebt. Vorder- und Rückflansch sind blau eloxiert. Der Frontflansch wird über einen Stelling an seinem Platz gehalten. Groß dimensionierte Kühlöffnungen vorne und hinten lassen auch diesen Motor im Betrieb kalt. Im vorderen Lagerschild sowie in der Verschraubung sitzen die zwei Wellenlager. Eine Luftschraube mit einem Mitnehmer kann auch am Rückflansch befestigt werden. Aus den Messtabellen lässt sich entnehmen, dass der Motor von Flyware für höhere Drehzahlen, hier auch mit höheren Strömen betrieben wird. In AUFWIND 4/2002 wurde bereits sehr ausführlich über die Motoren des Unternehmens berichtet. Technische Daten: Länge: 38 mm, Länge mit Welle: 65 mm, Durchmesser: 42,5 mm, Einbaumaß Lochabstand: 25 mm, Achsdurchmesser: 5 mm.

Luftschraube Graupner CAMProp 11x5,5" (Betriebsakku: 10 Zellen RC 2000 HV NiMH)	Spannung (Veff)	Strom (Ampere)	Drehzahl (U/min)	$P_{me}$ (Watt)
High Torque LRK 350/20-11 (Causemann/Torcman Schraub)	11,22	22,00	5.200	240,61
RC 140C 140/20-11 (Rolf Strecker)	10,12	12,11	6.211	126,98
Torcman 350/20-11 (Klaus Kraft)	10,96	16,96	6.180	160,17
LFK 350/20-11,5 (Flyware)	10,78	16,92	6.406	140,18

Luftschraube FlyTec Holz 11x5" (Betriebsakku: 10 Zellen RC 2000 HV NiMH)	Spannung (Veff)	Strom (Ampere)	Drehzahl (U/min)	$P_{me}$ (Watt)
High Torque LRK 350/20-11 (Causemann/Torcman Schraub)	11,77	14,27	5.710	171,68
RC 140C 140/20-11 (Rolf Strecker)	10,96	11,96	6.180	110,91
Torcman 350/20-11 (Klaus Kraft)	11,24	15,18	6.040	148,97
LFK 350/20-11,5 (Flyware)	10,79	16,08	7.184	164,41

Luftschraube Graupner CAMProp 12x7" (Betriebsakku: 10 Zellen RC 2000 HV NiMH)	Spannung (Veff)	Strom (Ampere)	Drehzahl (U/min)	$P_{me}$ (Watt)
High Torque LRK 350/20-12 (Causemann/Torcman Schraub)	11,26	19,12	6.277	210,78
RC 140C 140/20-12 (Rolf Strecker)	11,76	15,17	7.980	148,68
Torcman 350/20-12 (Klaus Kraft)	12,07	16,06	7.406	148,97
LFK 350/20-12,5 (Flyware)	11,23	20,04	8.111	200,18

Luftschraube Graupner CAMProp 12x7" (Betriebsakku: 12 Zellen RC 2000)	Spannung (Veff)	Strom (Ampere)	Drehzahl (U/min)	$P_{me}$ (Watt)
High Torque LRK 350/20-12 (Causemann/Torcman Schraub)	11,76	16,17	6.611	141,75
RC 110C 110/20-12 (Rolf Strecker)	11,18	16,04	10,70	148,97
Torcman 350/20-12 (Klaus Kraft)	11,29	18,03	6.448	148,97
LFK 350/20-12,5 (Flyware)	11,28	20,12	7.000	204,04

Luftschraube FlyTec Holz 11x5" (Betriebsakku: 12 Zellen RC 2000)	Spannung (Veff)	Strom (Ampere)	Drehzahl (U/min)	$P_{me}$ (Watt)
High Torque LRK 350/20-11 (Causemann/Torcman Schraub)	12,17	12,00	6.077	148,14
RC 110C 110/20-11 (Rolf Strecker)	11,76	14,27	7.011	148,14
Torcman 350/20-11 (Klaus Kraft)	12,18	15,44	7.000	148,97
LFK 350/20-11,5 (Flyware)	11,75	16,73	7.000	172,28

Luftschraube Graupner CAMProp 14x9,5" (Betriebsakku: 12 Zellen RC 2000)	Spannung (Veff)	Strom (Ampere)	Drehzahl (U/min)	$P_{me}$ (Watt)
High Torque LRK 350/20-14 (Causemann/Torcman Schraub)	12,80	17,11	6.804	194,41
RC 170C 170/20-14 (Rolf Strecker)	12,80	16,88	6.478	148,97
Torcman 350/20-14 (Klaus Kraft)	12,84	20,07	6.240	148,97
LFK 350/20-12,5 (Flyware)	12,77	16,00	6.000	171,18

**Eine kleine Messreihe**

Folgendes Equipment wurde für die Ermittlung der Messdaten verwendet: Luftschraube 13x7" Graupner CAMProp, Luftschraube 14x5" Holz FlyTec, Luftschraube 14x9,5" Graupner CAMProp, Regler: Hacker Master 70-3P, Timingstufe 4, Schaltfrequenz Stufe 1 mit 8 KHz, Erfassung: SM Unitester von SM-Modellbau (Strom-, Spannungs- und Drehzahlwerte). Betriebsakku 1: 10x Sanyo RC-3300HV NiMH. Betriebsakku 2: 12x Sanyo RC-2000 NiCd.

Der Flyware-Motor ist der drehzahlstärkste Motor, hat aber auch den größten Stromhunger. Der Motor von Rolf Strecker folgt ihm bei Fuß, bedingt durch seine kleineren

Abmessungen gegenüber den anderen Motoren. Bei dem größten Motor (Causemann) ist ersichtlich, dass er aufgrund seiner Baugröße und Bewicklung eher für eine höhere Zellenzahl und/oder für einen größeren Propeller ausgelegt ist. Der „Goldjunge“ von Torcman lässt ganz klar erkennen, dass er noch nicht am Ende der Fahnenstange angelangt ist. Dieser Motor kann durchaus noch eine größere Luftschraube bzw. einen größeren Energielieferanten vertragen. Preislich stehen die mittlerweile den Innenläufern in nichts mehr nach. Die Vielfalt, bedingt durch unterschiedlich erhältliche Statorlängen, Statordurchmessern und Bewicklungen lässt bezüglich der Motorauswahl keine Wünsche mehr offen. So betreiben alle vier Firmen eine Homepage und einen Internetshop. Adressen können der Info-Box entnommen werden. Aber es werden nicht nur Motoren in der Fertigversion angeboten, auch andere Versionen wie Selbstbausätze oder teilweise vorgefertigte Motoren in unterschiedlichen Größen sind erhältlich. Ersatzteillieferungen sowie ein reichhaltiges Angebot an Zubehör um die LRK-Motoren sind mittlerweile Standard. Hier gilt das Motto: alles aus einer Hand. Wer also einen Motor für sein Modell sucht, hat mittlerweile die Qual der Wahl. Verfügbarkeit, Vielfalt und Kundensupport werden für einen Kauf entscheidend sein. Die LRK-Welle wird sich weiterbewegen und man darf gespannt sein, was der Markt noch so zum Vorschein bringt. Man hört schon von so genannten „Monster-LRK“ von Torcman, der satte drei Kilowatt auf die Welle bringen soll. Ich persönlich erfreue mich schon länger an diesen Motoren und die Bürstenmotoren werden wohl mehr und mehr aus meinem Fundus verschwinden.

Toni Bäuerle

**Adressen:**

**Curt Causemann GmbH & Co KG**  
Gneisenaustr. 13  
33330 Gütersloh  
Tel.: 05241/39046  
[www.handlaunchglider.de](http://www.handlaunchglider.de)  
Preis: HT LRK 345/25 12W 14P (Fertigm.) 130,- Euro

**Rolf Strecker**  
Wüstenbacher Weg 22  
71546 Aspach  
Tel.: 07191/20420  
[www.rs-motoren.de](http://www.rs-motoren.de)  
Preis: RS-LRK 330/20-13 (Fertigm.) 159,- Euro



**Bild oben:** Der Uni-Tester von SM-Modellbau war mein kleiner Helfer bei der Aufnahme von Messdaten. **Bild unten:** Auf der Nürnberger Spielwarenmesse erstmals vorgestellt: Auch der Marktführer Graupner vertreibt nun eine Reihe von LRK-Motoren – hier die „440er-Größe“ – die ganz offensichtlich aus der Werkstatt von Flyware stammen.

**Torcman Klaus Kraft Electronic**  
Oberberghofstraße 61  
89134 Blaustein  
Tel.: 07304/9610-20  
[www.torcman.de](http://www.torcman.de)  
Preis: Torcman 350/20-14 (ARF) 159,- Euro

**Flyware Modelltechnik**  
Wendelhofstrasse 6  
78120 Furtwangen  
Tel.: 07723/91035  
[www.flyware.de](http://www.flyware.de)  
Preis: LRK 350/20-12,5 (ARF) 139,- Euro