

Inhalt

1 Einleitung	9
2 Zum Autor	11
3 System-Überblick	13
3.1 Grundsystem.	13
3.2 OSD – On Screen Display	15
3.3 Diversity-Systeme	16
3.4 Tracking-Systeme.	17
3.5 Autopilot-Systeme bei Flächenmodellen	18
3.5.1 Einfache Gyro-(Kreisel)-Funktionen	18
3.5.2 Automatische Lageregelung und Begrenzung.	19
3.5.3 GPS-unterstützter automatischer Flug	20
3.5.4 Sonnenaktivitäten und die Auswirkung auf GPS und Kompass	21
3.6 Verbesserung der Videoaufnahmequalität durch Gimbal-Stabilisierung	22
3.7 Head Tracking	22
4 Physikalische Einheiten	23
4.1 Logarithmische Einheit Dezibel (dB)	23
4.2 Dezibel (dB) und Bezugsgrößen	24
4.3 Umrechnung dB in lineare Werte.	25
4.4 Häufig verwendete Werte und Multiplikations-Faktoren im logarithmischen Bereich	26
5 Physikalische Grundlagen zur Antenne	27
5.1 Zusammenhang zwischen Frequenz und Antenne	27
5.2 Antennen-Polarisation	28
5.2.1 Zirkulare Polarisation	28
5.2.2 Lineare Polarisation.	29
5.3 Antennengewinn, Richtwirkung und Antennendiagramme	30
5.4 Antennenarten.	35
5.4.1 Stabantenne und Dipol	35
5.4.2 Cloverleaf-(Kleeblatt)-Antenne	36
5.4.3 Wendelantenne	37

6	Physikalische Grundlagen – Sender und Empfänger	39
6.1	Sender	39
6.2	Empfänger	40
6.3	Erlaubte Frequenzen und herstellerspezifische Frequenzkanäle	40
6.4	Analoge und digitale Übertragungsverfahren	41
7	Funk-Leistungsbilanz – RF Link Budget	43
7.1	Signalweg	43
7.1.1	Realitäts-Check und Schlussfolgerung	46
7.2	Dämpfung	47
7.2.1	Stecker	47
7.2.2	Kabel	49
7.3	Frequenzen und ihre Dämpfungseigenschaften	50
7.4	Fresnelzone	51
7.5	Reflexionen und Mehrwegausbreitung	53
7.6	Interferenzen und Phasenüberlagerungen – FPV-Racing	55
8	Kameras	57
8.1	CMOS-Kameras	58
8.2	CCD-Kameras	59
8.3	PAL vs. NTSC	59
8.4	HD-Kameras mit Aufnahmefunktion	60
8.5	Objektive und FOV	60
8.6	Marktübersicht FPV-Kameras	61
8.6.1	FPV-Kamerasystem Spektrum VA 1100 Ultra Micro	61
8.6.2	Fatshark-Kamera Pilot HD V2	64
8.6.3	GF-OSC FPV-Kamera HAD 600TVL 5-15V	64
8.6.4	GF-OSC FPV-Kamera WDR 700TVL 5-15V	65
8.6.5	Gopro Hero	65
8.6.6	Mobius Action Cam	66
8.6.7	GoCam	67
9	Brillen	69
9.1	Auflösung	69
9.2	FOV	69
9.3	IPD	71
9.4	Marktübersicht FPV-Brillen	72
9.4.1	Fatshark	72
9.4.1.1	RCV922AE	72
9.4.1.2	Teleporter V4	73
9.4.1.3	Dominator HD – Die Königsklasse im Fatshark-Sortiment	75
9.4.2	Flysight Spexman One mit Diversity-Empfänger	76
9.4.3	Box-Brillen, Headplay FPV (Lindinger)	76
9.4.4	Heimvideobrillen	78

10 Marktübersicht Antennen	79
10.1 Lineare Stabantennen	79
10.2 Zirkulare Antennen, Cloverleaf-Antenne und Skew Planar Wheel	80
10.3 Richtantennen	81
10.3.1 ImmersionRC 8 dBi Mini-Patch-Antenne, RHCP	81
10.3.2 ImmersionRC 13 dBi Patch-Antenne, RHCP	83
10.4 Sinnvolle Antennen-Kombinationen mit Diversity-Empfängern	85
11 FPV-geeignete Trägersysteme	87
11.1 Quadrocopter und Multi-Rotor-Plattformen	89
11.1.1 FPV-Air-Racing	89
11.1.2 Aufnahmeplattformen	90
11.2 Flächenmodelle	90
11.2.1 Bormatec Q/Ninox	90
11.2.2 Multiplex Xeno	91
11.2.3 Hochdecker-Trainer, wie MPX Funcub und Horizon Sports Cub	92
11.2.4 UMX Radian FPV - Micro FPV RTF mit AS3X-Unterstützung	92
12 Der Autopilot – Absturz-Absicherung für Flächenmodelle	93
12.1 FY-41AP, Autopilot mit GPS und RTH	93
12.2 FY-40A-Stabilisierung	94
12.3 Ardupilot Mega - APM	95
12.4 Eagle Tree Systems - Guardian	96
12.5 Horizon Safe Plus	97
13 Gesetzliche Regelungen und Verhaltenskodex – Stand Januar 2016	99
13.1 Besondere Regelungen in Österreich	101
13.2 Besondere Regelungen in der Schweiz	101
14 Schlusswort	102
15 Danksagung	102
16 Abkürzungen	103

3.5.2 Automatische Lageregelung und Begrenzung

(LQHLQIDFKHVUR6VWHPUHDJLHUWDX)393LORWHQ ZHUGHQ HLC
6WJXQJGHU)OXJODJHPLWHLQHPNXU)6WPHWUWVWVWHV 6VWHP YHUZHQGHQ ZHO-
JHOLPSORKQHUIROJNRQWUROOHDHQLKAW alle zuvor genannten Funktionen ver-
KKHUH 6WHLQ DWHLQH ZHOFKH D HLQW DHH 6WHPH ELHWHQ WSLFKHUZHHL
ORHOOLQHLQH YRU THWJHOHJWH TRUQNWLRQHQZLH
SRLWLRQ WENWHHUQQRHU DHPDL-
PDOHQ 6FKUIJODJHQH ORHOOEHHJUHQH 6WPHWUQWR RPHDWRPDWLEKH
HLORHOOEHLQHQQW PDQDHHQNWLRQ FENNHKUP 6WDUWSQNW
Ä+HD RFNDHHQNWLRLQW BHLP Wird diese Funktion über einen Schalter ak-
6DIH6WHPYRQ RULRQRHU P WLYLHUW DQQ DHJW DORHOODIUHNWHP
HQWKDOWHQ DOZLH WDUNLH 6WHH HNSQNWDQHPD 6LQLWLDOL -
SHO 6HLWHJHUENW ZHUHQ DORHOOLHUW ZHUENQNUHLWRUWDQ DUWH-
bleibt immer in einem einfach beherrschba- SRLWLRQ HDOHUZHLH ROOWH PDQDKHUHQ
ren Flugzustand. Werden die Steuerknüppel Akku nicht unter einem Baum anstecken,
ORJHODHQ JHKW DORHOORIRUW LQ LHM DUWHQRQHQUQDIHLQHUIUHLHQ
Normallage zurück. Diese Funktion ist un- FKH EHUHU DORHOONUHLHQNDQQ
EHLQJWHPHPSIHKOHQZHUW EHPHWH EHDFKWHQLWDEKDDORHOODIUHN-
OIFKHQPRHOHQKQHLHH 8QWHUWVWQ im Wege zurückkehrt. Es sollten also keine
erreicht man am Anfang schneller als man IPHRHU DQHUH LQHUQLH ZLFKHQ
denkt einen unkontrollierbaren Flugzustand. HP6WDUWSODWQHPORHOOLHJHQ
EK EHLPOLHJHQ LQJUHUUHQWIHUQQJ
ist eine automatische Lageregelung eine ZHUWYROOH LOIHUHQ 6SRWWHUPDOR-
HOOEHLHLQHPIDOOHU 9LHRYHUQLQQJ
ZLHHUQWHURQWUROOHEHNRPPHQ

3.5.3 GPS-unterstützter automatischer Flug

Alle zuvor genannten Funktionen ver-
bleibt immer in einem einfach beherrschba-
Akku nicht unter einem Baum anstecken,
im Wege zurückkehrt. Es sollten also keine

Glasair SAFE+ mit GPS und Geofence-Funktion,
ideal für sichere FPV-Flüge