Lastregelung in Digitaldecoder verstehen

Die Lastregelung in Modellbahn-Decodern funktioniert, indem der Decoder die Spannung misst, die der Motor als Generator produziert, und diese mit der Soll-Spannung vergleicht. Liegt eine Abweichung vor (z. B. durch Steigungen, Bögen oder einen anderen Zug), ändert der Decoder das Verhältnis von Impulslänge zu Impulspause, um die Generatorspannung anzugleichen und so eine konstante Geschwindigkeit beizubehalten. Moderne Decoder nutzen hierfür einen PID-Regler (Proportional-, Integral- und Differenzialglied), dessen Parameter manuell oder automatisch eingestellt werden können, um das Fahrverhalten zu optimieren.

Wie die Lastregelung funktioniert (Detailansicht):

1. **Messung der Generatorspannung:** Der Motor des Modellbahn-Fahrzeugs funktioniert auch als Generator, der eine Spannung erzeugt, die mit zunehmender Geschwindigkeit ansteigt und durch Lasten wie Steigungen oder Kurven beeinflusst wird.
2. **Reglervergleich:** Der Decoder misst diese Generatorspannung und vergleicht sie mit der Spannung, die für die aktuelle Fahrstufe benötigt wird.
3. **Regeldifferenz:** Die Differenz zwischen der Soll- und der Ist-Spannung ist die Regeldifferenz.
4. **Anpassung des Ausgangssignals:** Der Decoder passt daraufhin das Verhältnis von Impulsdauer und Impulspause in der PWM-Ansteuerung (Pulsweitenmodulation) des Motors an.
5. **Konstante Geschwindigkeit:** Wenn die Regeldifferenz Null ist, hat der Decoder die passende Impulsansteuerung gefunden, um die Generatorspannung an die Soll-Spannung anzugleichen und so die Geschwindigkeit konstant zu halten.

PID-Regler (P-I-D-Glieder):

- **P-Anteil** (Proportionalglied, CV60): Reagiert auf die aktuelle Regeldifferenz und beeinflusst die Reaktion bei einer Laständerung.
- **I-Anteil** (Integralglied, CV61): Integriert die Laständerung über die Zeit, um bleibende Abweichungen auszugleichen und kann die Regelung weicher machen.
- **D-Anteil** (Differenzialglied, CV62): Glättet die Regelung und kann in Verbindung mit dem Integralanteil die Stabilität verbessern.

Anpassen der Lastregelung:

- Parameter: Die Parameter CV60, CV61 und CV62 steuern den P-, I- und D-Anteil.
- Automatische Ermittlung: Viele Decoder bieten eine Funktion zur automatischen Ermittlung dieser Werte (z.B. durch F1) an, was für die meisten Fälle eine gute Grundlage bildet.
- Manuelle Anpassung: Wenn das Fahrverhalten (**z.B. Ruckeln**) nicht optimal ist, können diese Werte schrittweise angepasst werden. Höhere Werte führen tendenziell zu einer langsameren Regelung.

Lok ruckelt

Zuerst wird der Wert in der Lastregelung K verringert, am besten in Schritten von 5 Minus ausgehend von der Werkseinstellung bis die Lok bei kleinster Fahrstufe nicht mehr ruckt. Wenn Sie nicht mehr fährt, dann muss der Wert wieder erhöht werden.

Der Wert für den Lastregelparameter muss man nur verändern, wenn die Lok beim anhalten, nach dem Stillstand, noch einen kleinen Satz macht.

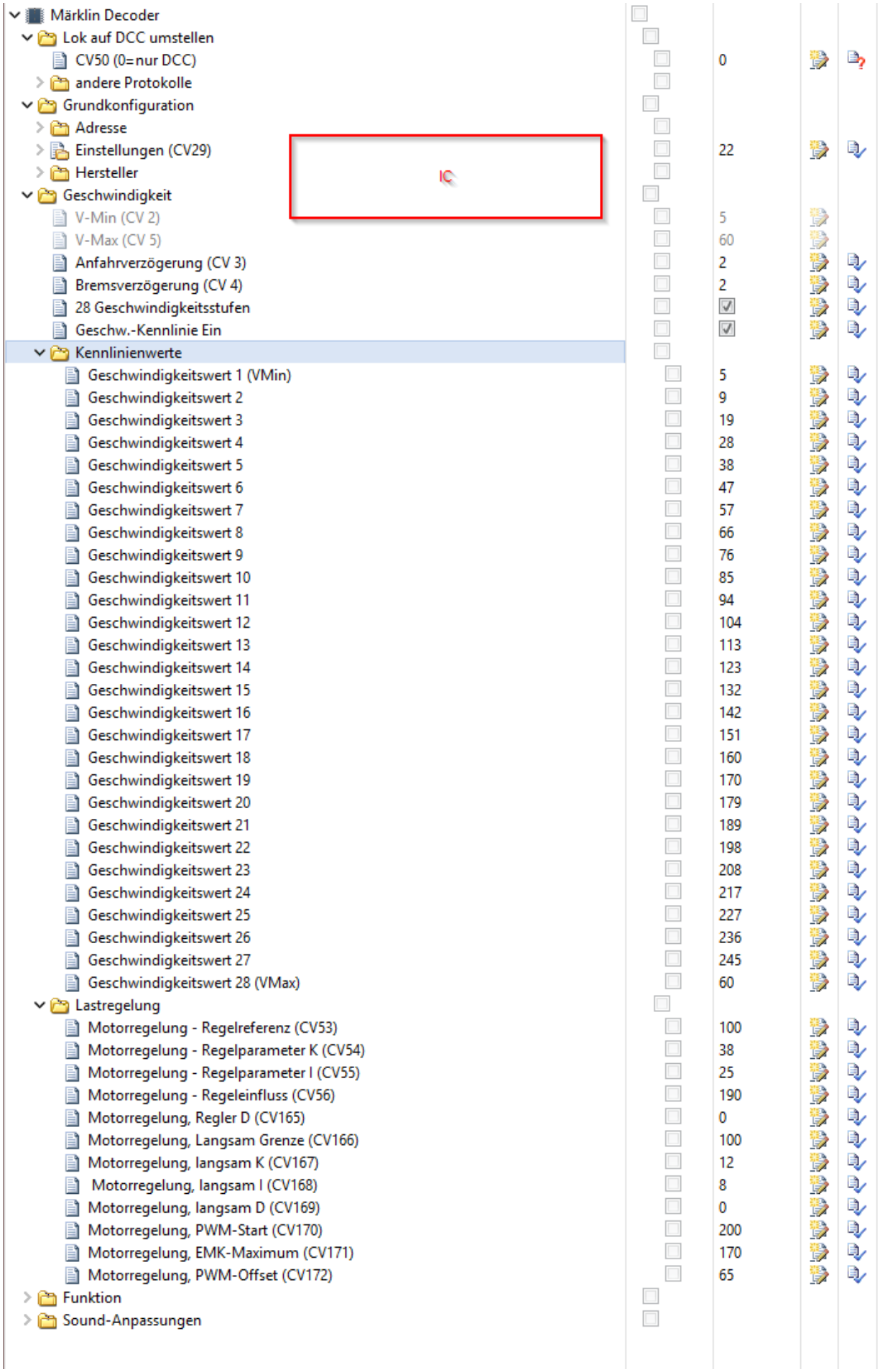
Wenn die Lok bei mittlerer oder 3/4 Reglerstellung schon die Höchstgeschwindigkeit erreicht und dann nicht schneller wird, dann muss der Wert für die Regelungsreferenz verringert werden.

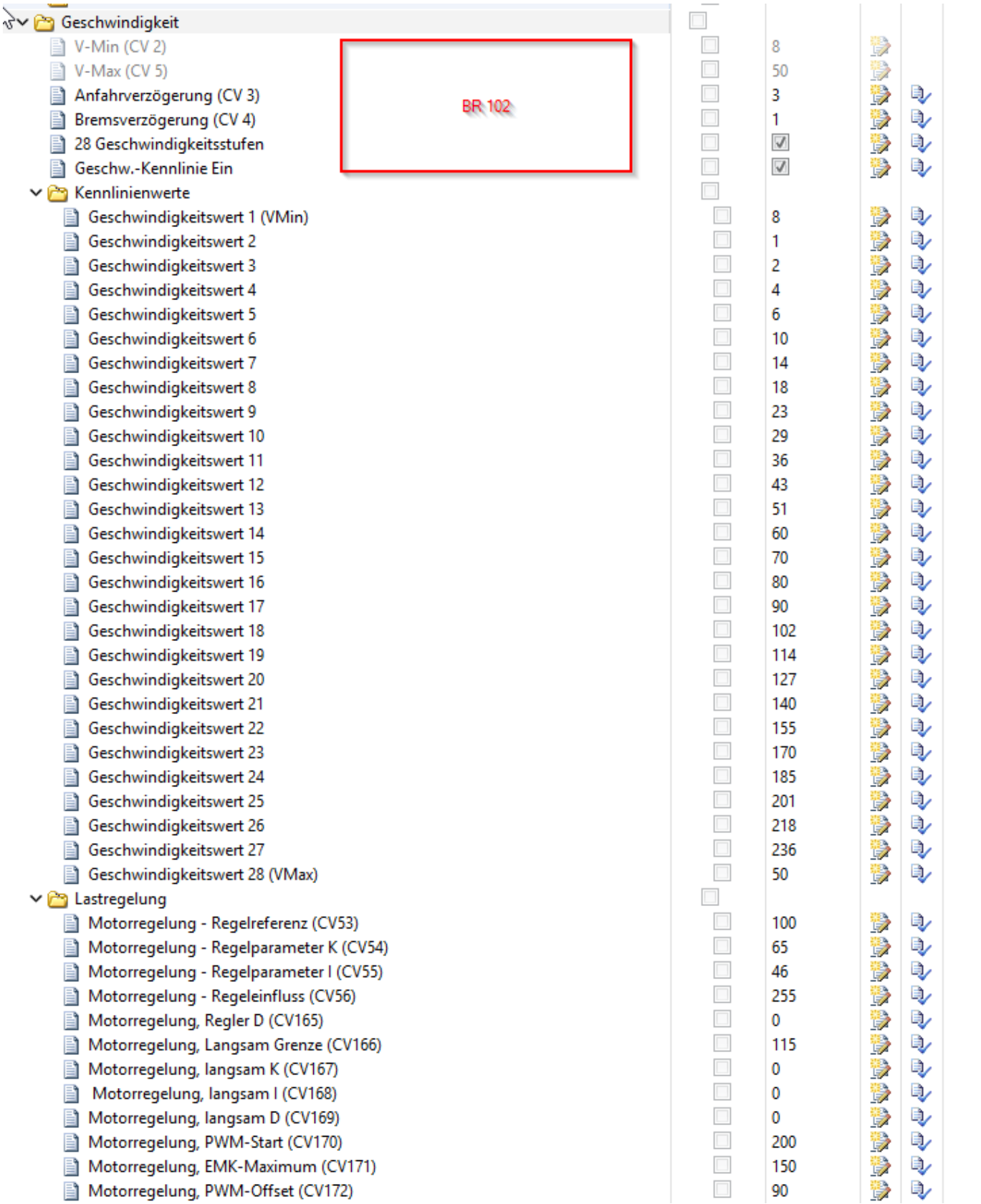
Beispiel von Werten

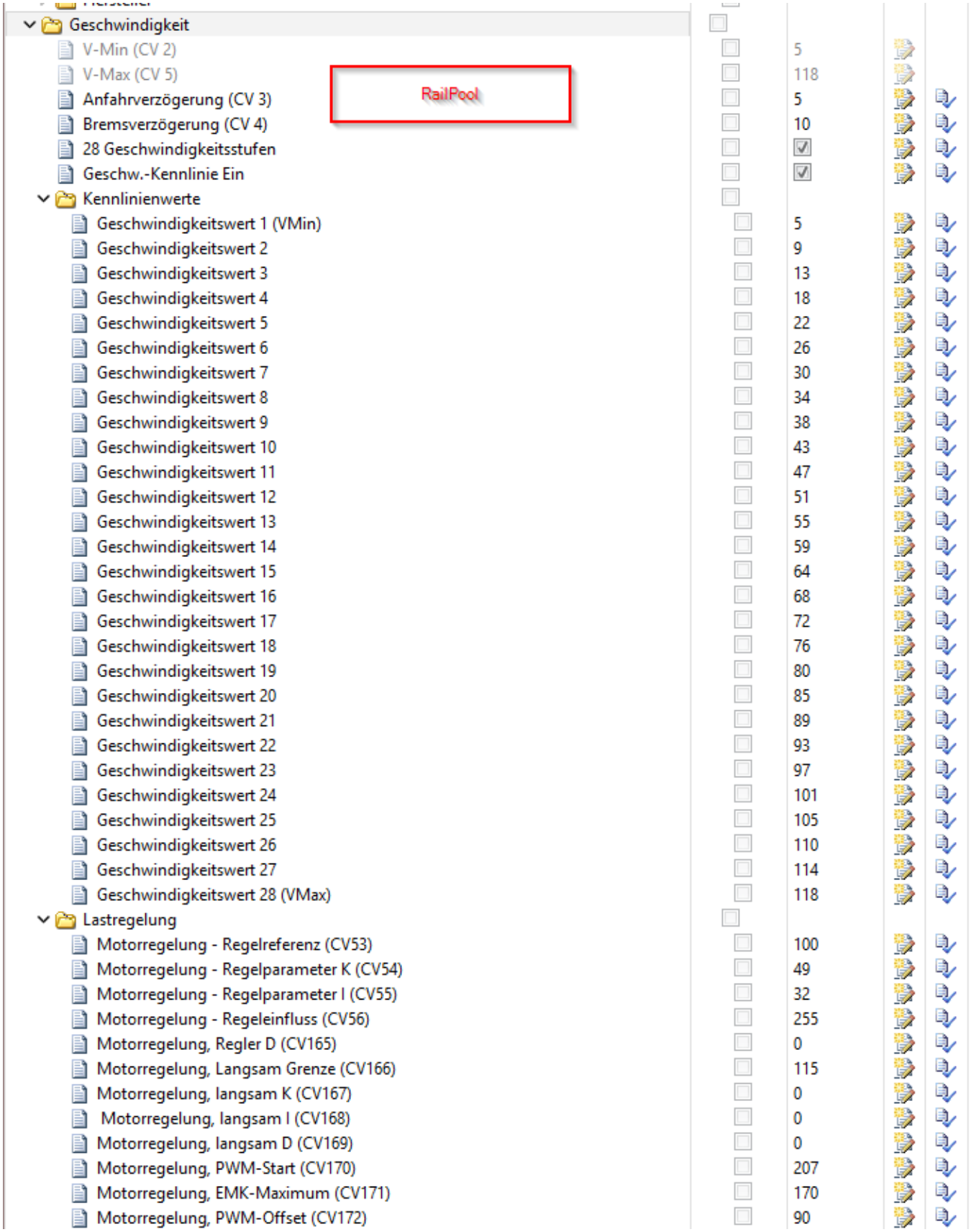
Für ESU z.B. gilt:

CV	**Name**	Beschreibung	Bereich	Wert ab Werk	Kommentar
51	Lastregelung „I“ Slow	„I”-Anteil des Internen PI-Reglers für die Langsamfahrt.	0-255	0	Beeinflusst das Ruckeln in Fahrstufe 1 (zusammen mit CV 52)
52	Lastregelung „K“ Slow	Bestimmt die Härte der Regelung in niedrigen Fahrstufen (je größer der eingestellte Wert desto stärker wird der Motor durch den Decoder geregelt)	0-255	15	Beeinflusst das Ruckeln in Fahrstufe 1
53	Regelungsreferenz	Bestimmt die Spannung und damit wie schnell die Lokomotive bei Höchstgeschwindigkeit fahren kann	0-255	140	Sollte geändert werden, wenn die Lok bereits Maximal-geschwindig-keit erreicht hat obwohl der Regler noch nicht ganz aufgedreht ist
54	Lastregelung „K“	Bestimmt die Härte der Regelung in hohen Fahrstufen (je größer der eingestellte Wert desto stärker wird der Motor durch den Decoder geregelt)	0-255	50	Beeinflusst das Ruckeln in unteren und mittleren Fahrstufen
55	Lastregelung „I“	Bestimmt die Trägheit des Motors (je großer die Schwungmasse desto kleiner der Wert)	0-255	100	Schafft Abhilfe, wenn die Lok einen unkontrolliert-en Sprung/ Satz macht

Vergelich von 3 Loks


Märklin Decoder
Lok auf DCC umstellen
CV50 (0=nur DCC) 0
andere Protokolle
Grundkonfiguration
Adresse
Einstellungen (CV29) 22
Hersteller
Geschwindigkeit
V-Min (CV 2) 5
V-Max (CV 5) 60
Anfahrverzögerung (CV 3) 2
Bremsverzögerung (CV 4) 2
28 Geschwindigkeitsstufen
Geschw.-Kennlinie Ein
Kennlinienwerte
Geschwindigkeitswert 1 (VMin) 5
Geschwindigkeitswert 2 9
Geschwindigkeitswert 3 19
Geschwindigkeitswert 4 28
Geschwindigkeitswert 5 38
Geschwindigkeitswert 6 47
Geschwindigkeitswert 7 57
Geschwindigkeitswert 8 66
Geschwindigkeitswert 9 76
Geschwindigkeitswert 10 85
Geschwindigkeitswert 11 94
Geschwindigkeitswert 12 104
Geschwindigkeitswert 13 113
Geschwindigkeitswert 14 123
Geschwindigkeitswert 15 132
Geschwindigkeitswert 16 142
Geschwindigkeitswert 17 151
Geschwindigkeitswert 18 160
Geschwindigkeitswert 19 170
Geschwindigkeitswert 20 179
Geschwindigkeitswert 21 189
Geschwindigkeitswert 22 198
Geschwindigkeitswert 23 208
Geschwindigkeitswert 24 217
Geschwindigkeitswert 25 227
Geschwindigkeitswert 26 236
Geschwindigkeitswert 27 245
Geschwindigkeitswert 28 (VMax) 60
Lastregelung
Motorregelung - Regelreferenz (CV53) 100
Motorregelung - Regelparameter K (CV54) 38
Motorregelung - Regelparameter I (CV55) 25
Motorregelung - Regeleinfluss (CV56) 190
Motorregelung, Regler D (CV165) 0
Motorregelung, Langsam Grenze (CV166) 100
Motorregelung, langsam K (CV167) 12
Motorregelung, langsam I (CV168) 8
Motorregelung, langsam D (CV169) 0
Motorregelung, PWM-Start (CV170) 200
Motorregelung, EMK-Maximum (CV171) 170
Motorregelung, PWM-Offset (CV172) 65
Funktion
Sound-Anpassungen


Geschwindigkeit
V-Min (CV 2)
V-Max (CV 5)
Anfahrverzögerung (CV 3)
Bremsverzögerung (CV 4)
28 Geschwindigkeitsstufen
Geschw.-Kennlinie Ein
BR 102
Kennlinienwerte
Geschwindigkeitswert 1 (VMin)
Geschwindigkeitswert 2
Geschwindigkeitswert 3
Geschwindigkeitswert 4
Geschwindigkeitswert 5
Geschwindigkeitswert 6
Geschwindigkeitswert 7
Geschwindigkeitswert 8
Geschwindigkeitswert 9
Geschwindigkeitswert 10
Geschwindigkeitswert 11
Geschwindigkeitswert 12
Geschwindigkeitswert 13
Geschwindigkeitswert 14
Geschwindigkeitswert 15
Geschwindigkeitswert 16
Geschwindigkeitswert 17
Geschwindigkeitswert 18
Geschwindigkeitswert 19
Geschwindigkeitswert 20
Geschwindigkeitswert 21
Geschwindigkeitswert 22
Geschwindigkeitswert 23
Geschwindigkeitswert 24
Geschwindigkeitswert 25
Geschwindigkeitswert 26
Geschwindigkeitswert 27
Geschwindigkeitswert 28 (VMax)
Lastregelung
Motorregelung - Regelreferenz (CV53)
Motorregelung - Regelparameter K (CV54)
Motorregelung - Regelparameter I (CV55)
Motorregelung - Regeleinfluss (CV56)
Motorregelung, Regler D (CV165)
Motorregelung, Langsam Grenze (CV166)
Motorregelung, langsam K (CV167)
Motorregelung, langsam I (CV168)
Motorregelung, langsam D (CV169)
Motorregelung, PWM-Start (CV170)
Motorregelung, EMK-Maximum (CV171)
Motorregelung, PWM-Offset (CV172)
8
50
3
1
8
1
2
4
6
10
14
18
23
29
36
43
51
60
70
80
90
102
114
127
140
155
170
185
201
218
236
50
100
65
46
255
0
115
0
0
0
200
150
90



Welche Werte sind beim IC für die guten Werte verantwortlich und welche sind gleich?!?!

From:
https://wiki.modellbahn-anlage.de/ - **Wiki der Modellbahn-Anlage.de**

Permanent link:
https://wiki.modellbahn-anlage.de/maerklindigital/msd3/lastregelung-verstehen

Last update: **05.12.2025 01:27**