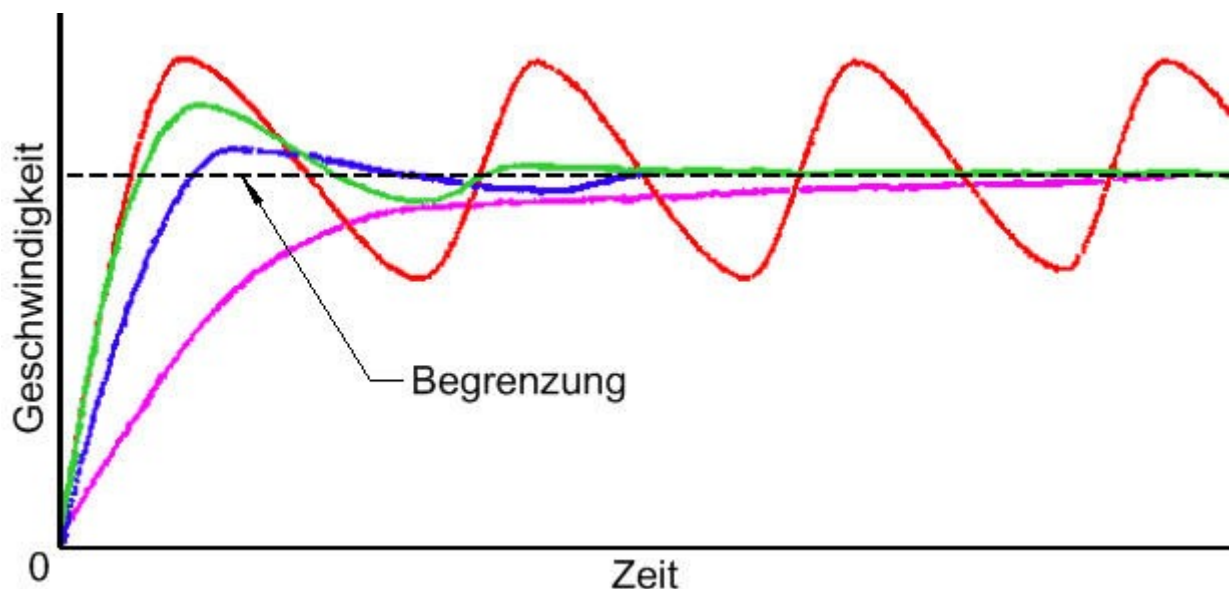


## Einstellen der 'Gain'-Parameter zur Verhaltens-Optimierung eines e-bikes bei einer vorgegebenen Geschwindigkeitsbegrenzung

Die Geschwindigkeitsbegrenzung des Cycle Analyst wird als klassische **PID** (**P**roportional – **I**ntegral – **D**erivative) Steuerung implementiert.

Diese drei interaktiven 'Gain'-Parameter (Gain = Zuwachs, Verstärkung) können die Konfiguration der Geschwindigkeitsbegrenzung zu einer Herausforderung machen. Der nachfolgend beschriebene Einstellvorgang soll hierbei behilflich sein.

Die folgende **Grafik illustriert** einige **typische Verhaltensweisen**, wenn **aus dem Stand heraus** mit **'Vollgas'** beschleunigt wird:



<b>Rot</b>	Unstabiles Verhalten
<b>Rosa</b>	Zu stark gedämpftes Verhalten
<b>Grün</b>	Gut abgestimmter Direktläufer
<b>Blau</b>	Gut abgestimmter Getriebemotor

Ein anfängliches Überschieszen ist durchaus normal, da ein gutes Ansprechen auf 'Vollgas' durchaus wünschenswert ist. Hier soll das Überschieszen minimisiert werden, um eine kurze 'Setz-Zeit' sowie eine gleichmässige, nicht-oszillierende Geschwindigkeit zu halten. Da es sich hier um **interaktive Parameter** handelt, ist das Ziel eine Balance der Parameter.

Die **rote** Kurve demonstriert ein **schwach gedämpftes, stark oszillierendes** Geschwindigkeitsverhalten welches sich nicht an der Geschwindigkeitsbegrenzung einpendeln kann.

In diesem Fall ist der Wert der **PSGain zu hoch und/oder** der Wert der **DSGain zu niedrig** eingestellt - die Steuerung überschiesst kontinuierlich den eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswert.

Die **rosa** Kurve demonstriert ein **zu stark gedämpftes** Geschwindigkeitsverhalten, wobei der Wert der **PSGain** und der Wert **IntSGain zu niedrig** eingestellt sind - das Geschwindigkeitsverhalten erreicht den Geschwindigkeitsbegrenzungswert, aber nur nach einer langen Anstiegszeit - die Steuerung hat zu wenig Gain (Zuwachs).

Die **grüne** und **blaue** Kurve demonstrieren **wünschenswerte Direktläufer- bzw Getriebemotoren-Verhalten**. In beiden Fällen ist ein anfänglich leichtes Überschieszen des Geschwindigkeitsbegrenzungswertes ersichtlich, wonach jedoch ein Einpendeln auf den Geschwindigkeitsbegrenzungswert feststellbar ist.

Die Kurven sind leicht verschieden, was durch den Freilauf des Getriebemotors bedingt ist. Dieser erzeugt einen etwas hervorgehobenen, asymmetrischen Kontroll-Effekt: der Cycle Analyst kann das Fahrzeug beschleunigen, aber dann ist das Fahrzeug frei rollend und wird nur durch äußere Umstände bedingt langsamer. Das Gleiche gilt natürlich auch für einen Direktläufer, allerdings in geringerem Ausmaß.

Aufgrund dieser Eigenschaft sollte die Geschwindigkeitssteuerung für den Getriebemotor eine etwas gedämpfte Einstellung (also kleinere Gain-Werte) haben um dieses Überschieszen zu minimisieren. Dadurch wird die anfängliche Anstiegszeit verlangsamt und die Setz-Zeit etwas verlängert.

Wie bereits in den vorhergehenden Kapiteln erwähnt kann die Rampen-Logik einen destabilisierenden Effekt auf die Steuerungs-Logik haben, insbesondere wenn die Rampen-Logik plötzlich aktiv wird und ein unerwartetes Verhalten in die Feedback-Schleife einführt.

Es ist besser wenn ein gewünschter langsamerer Aufwärts-Rampenanstieg mit eher konservativen PSGain-Einstellungen umgesetzt wird so das die Steuerung eine nominale Ansprechung hat die den generellen Anforderungen entspricht.

Dies ergibt eine bessere Stabilität als das Erzwingen der Steuerungs-Einstellung durch 'Gasgriff'-Rampen, was eine unnötig aggressive Verhaltensweise hervorruft.

Als ein Bonus ist es auf diese Weise etwas einfacher eine etwas gedämpftere Verhaltensweise zu erreichen. Ein langsames Ansprechen kann in der nachfolgenden Einstellprozedur erreicht werden, indem der Wert des PSGain in Schritt 4 zusätzlich zum vorgeschlagenen Faktor weiter reduziert wird.

**Wichtig: Bitte seien Sie sicher, entsprechende Rampen-Werte eingegeben zu haben bevor Sie mit der Einstell-Prozedur beginnen. Dies ist besonders wichtig bei Motoren mit hoher Leistung und kann unter Umständen zu gefährlichen Situationen führen!**

## Einstell-Prozedur für e-bikes mit höherer Motorleistung

Diese Prozedur ist dazu gedacht, e-bikes mit höherer Motorleistung zu tunen die **bei Erreichen einer eingestellten Geschwindigkeits-Limitierung ein starkes Überschreiten oder oszillieren** aufweisen.

**Hinweis:** Wenn das Überschreiten der eingestellten Geschwindigkeits-Limitierung nicht im Schritt 3 erreicht werden kann, dann ist die nachfolgende Prozedur für Ihr e-bike nicht geeignet.

Beginnen Sie indem Sie das Geschwindigkeits-Limit auf eine konservative Geschwindigkeit (z.B. **Slim** → **MaxSpeed** = **25kph**) im **SETUP SPEED LIMS** einstellen.

**Schritt 1:** Stellen Sie die Werte **IntSGain** auf **1** und **DSGain** auf **0** (Null).

**Schritt 2:** Berechnen Sie den **anfänglichen PSGain-Wert**.

**Subtrahieren** Sie dazu den Wert **ThrO** → **MinOut** von dem Wert **ThrO** → **MaxOut**:

Beispiel:

**ThrO** → **MaxOut** = **4.15** (Volt)

**ThrO** → **MinOut** = **1.04** (Volt)

$$4.15 - 1.04 = 3.11$$

**Multiplizieren** Sie nun diesen Wert mit **6**

Beispiel:

$$3.11 \times 6 = 18.66$$

**Dividieren** Sie diese Nummer durch den Wert **Slim** → **MaxSpeed**

**Slim** → **MaxSpeed** = **25** (kph)

$$18.66 : 25 = 0.7464 \text{ oder } 0.75$$

**Schritt 3:** Erhöhen Sie den **PSGain-Wert** bis hin zu dem Punkt wo ein **einzelnes, leichtes Überschossen** des eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswertes verursacht bevor die Geschwindigkeit sich stabilisiert.

**Erhöhen des PSGain-Wertes:**

- **Anfängliche Steigzeit** → abnehmend
- **Überschiessen** → zunehmend
- **Setz-Zeit** → minimale Änderung
- **Stabilität** → abnehmend

**Hinweis:** Sollte **kein PSGain-Wert** ein Überschossen des eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswertes verursachen, ist die Prozedur für Ihr e-bike nicht geeignet.

**Schritt 4:** Halbieren Sie diesen **PSGain-Wert**.

**Schritt 5:** Erhöhen Sie jetzt den **IntSGain-Wert** bis die Oszillationen wegbleiben und nicht mehr als 1 bis 2 Aufschwünge nach dem ersten Überschossen verbleiben.

**Erhöhen des IntSGain-Wertes:**

- **Anfängliche Steigzeit** → abnehmend
- **Überschiessen** → zunehmend
- **Setz-Zeit** → zunehmend
- **Stabilität** → abnehmend

**Schritt 6:** Erhöhen Sie jetzt den **DSGain-Wert** bis sich nach den Einpendeln der Geschwindigkeit auf den eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswert sich das Fahrverhalten Ihres e-bikes 'rauh' anfühlt.

**Erhöhen des DSGain-Wertes:**

- **Anfängliche Steigzeit** → minimale Änderung
- **Überschiessen** → abnehmend
- **Setz-Zeit** → abnehmend
- **Stabilität** → wird zuerst besser (bei kleineren Werten), dann abnehmend

**Schritt 7:** Reduzieren Sie jetzt den **DSGain**-Wert um **30%**.

Durch nachfolgendes '**Feintunen**' können Sie jetzt die **Zeit bis zum Stabilisieren** der Höchstgeschwindigkeit auf den eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswert **optimieren**:

- Notieren Sie sich die Zeitspanne vom Start bis zur Stabilisierung der Höchst-Geschwindigkeit auf den eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswert.
- Erhöhen Sie den **PSGain-Wert** etwas und wiederholen Sie Schritt 5 und 6.
- Vergleichen Sie die neue Zeitspanne mit der bisherigen und wiederholen Sie den Vorgang bis keine Verbesserung der Zeitspanne mehr erreicht werden kann.
- Stellen Sie jetzt die Werte der vorletzten Einstellung wieder ein.

Dieses 'Feintunen' sollte Ihnen die schnellste Anstiegszeit der Höchstgeschwindigkeit auf den eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswert mit der schnellsten Stabilisierungs-Zeit geben.

Hier noch einige **typischen Symptome und mögliche Gründe** wenn diese Prozedur nicht sorgfältig ausgeführt wird:

- Sollten **nachlassende Oszillationen** um den eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswert herum festzustellen sein ist der **IntSGain-Wert** möglicherweise OK, aber entweder ist der **PSGain-Wert zu hoch** oder der **DSGain-Wert zu niedrig**. Versuchen Sie zuerst dies zu korrigieren indem Sie den **DSGain-Wert erhöhen**. Falls das zu ruckeliger Leistung führt oder die Oszillationen nicht reduziert, stellen Sie den **DSGain-Wert** wieder her und versuchen es anstatt dessen indem Sie den **PSGain-Wert reduzieren**.
- Sollte die Anstiegszeit zu langsam und im Durchschnitt unterhalb des eingestellten Geschwindigkeitsbegrenzungswertes liegen bis dieser erreicht wird, dann ist der **IntSGain-Wert zu niedrig** eingestellt.
- Sollte die Anstiegszeit zu langsam sein und kaum Überschiessen und Oszillationen feststellbar sein sind der **PSGain-Wert** und der **IntSGain-Wert zu niedrig** eingestellt.
- Sollten Sie während des Beschleunigens Aussetzer feststellen, dann ist der **DSGain-Wert zu hoch** eingestellt. Wiederholen Sie Schritt 6 und 7.