

Regelungstechnik

4. Übung

Victor Cheidde Chaim

Universität der Bundeswehr München, LRT-15 Institut für Steuer- und Regelungstechnik

Nyquist-Verfahren: Stabilitätskriterium

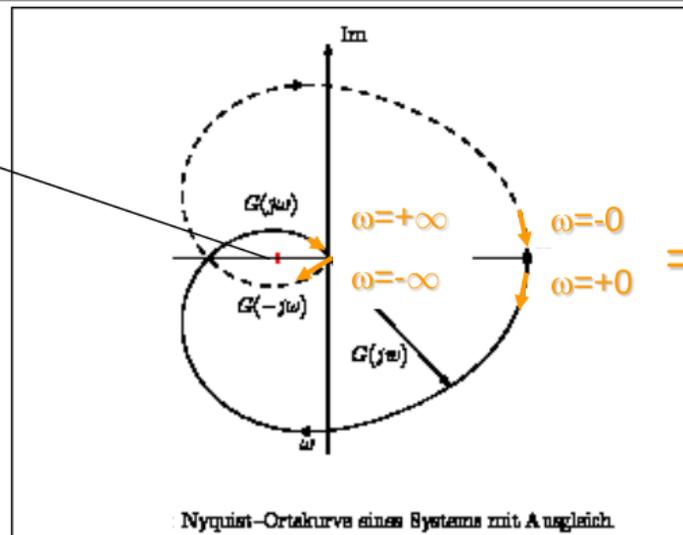
Definition: Kritischer Punkt P_{krit}

Der Punkt $P_{krit} = (-1, j \cdot 0)$ im Nyquist-Diagramm wird als **kritischer Punkt** bezeichnet.

Satz 2.3 : Vereinfachtes Nyquistkriterium

Für die Stabilität des geschlossenen Regelkreises ist bei **stabilem $G_0(s)$** notwendig und hinreichend, daß die Ortskurve $G_0(j\omega)$ bei Änderung der Frequenz ω von $-\infty$ bis $+\infty$ den kritischen Punkt $(-1; j0)$ weder umschließt noch durchdringt. \square

kritischer
Punkt $(-1, j0)$



Regelkreis ist instabil

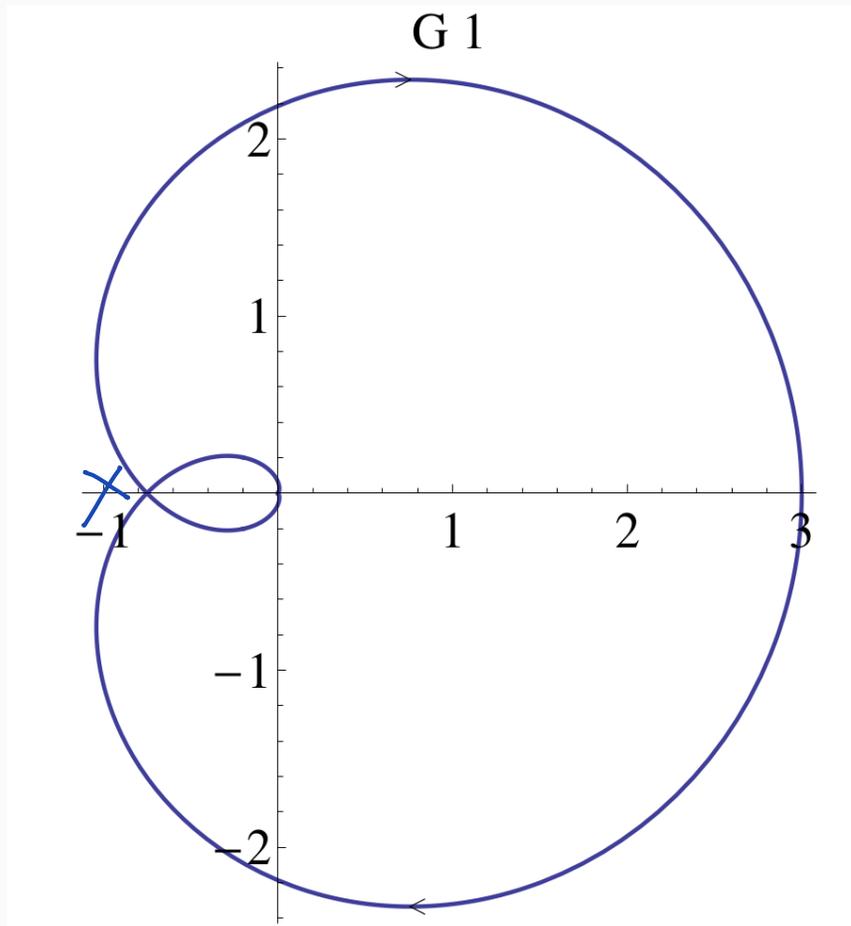


Prof. Dr.-Ing. Ferdinand Svaricek

Regelungstechnik

Aufgabe 3.1

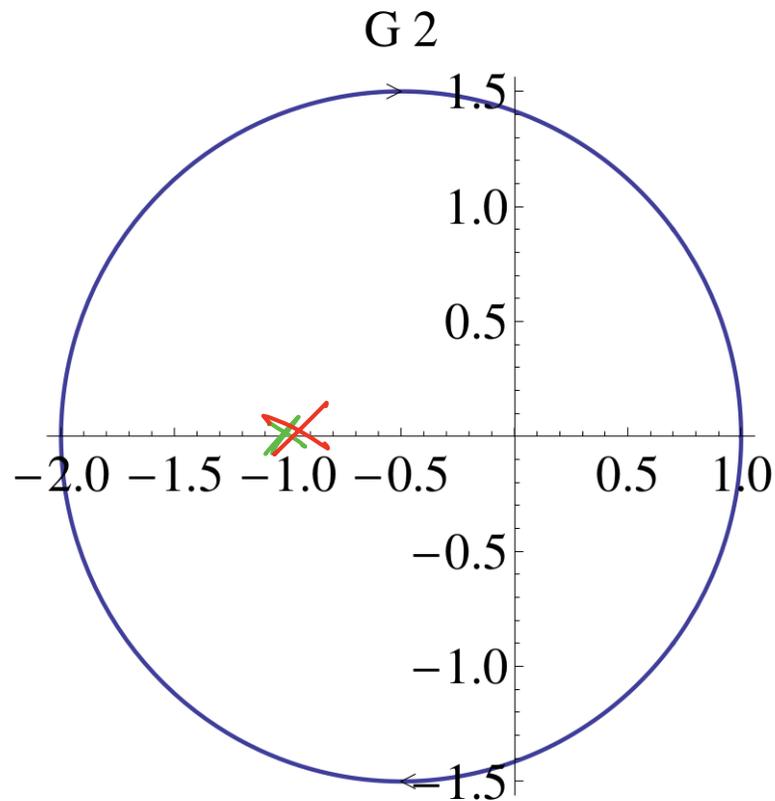
In den graphischen Darstellungen sind Ortskurven stabiler Übertragungsfunktionen von offenen Regelkreisen gegeben. Stellen Sie fest, welche der entsprechenden geschlossenen Regelkreise stabil sind.



stabil

Aufgabe 3.1

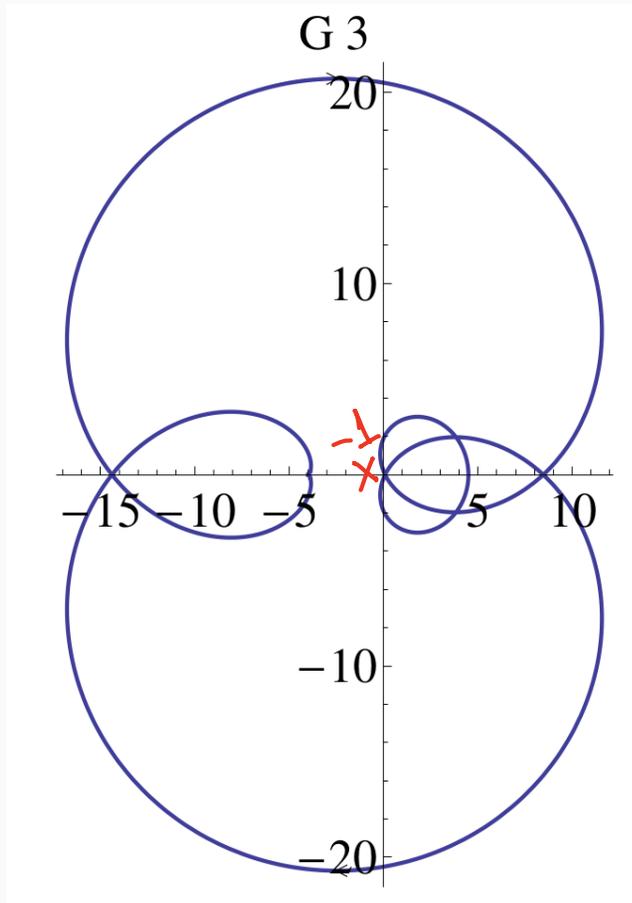
In den graphischen Darstellungen sind Ortskurven stabiler Übertragungsfunktionen von offenen Regelkreisen gegeben. Stellen Sie fest, welche der entsprechenden geschlossenen Regelkreise stabil sind.



instabil

Aufgabe 3.1

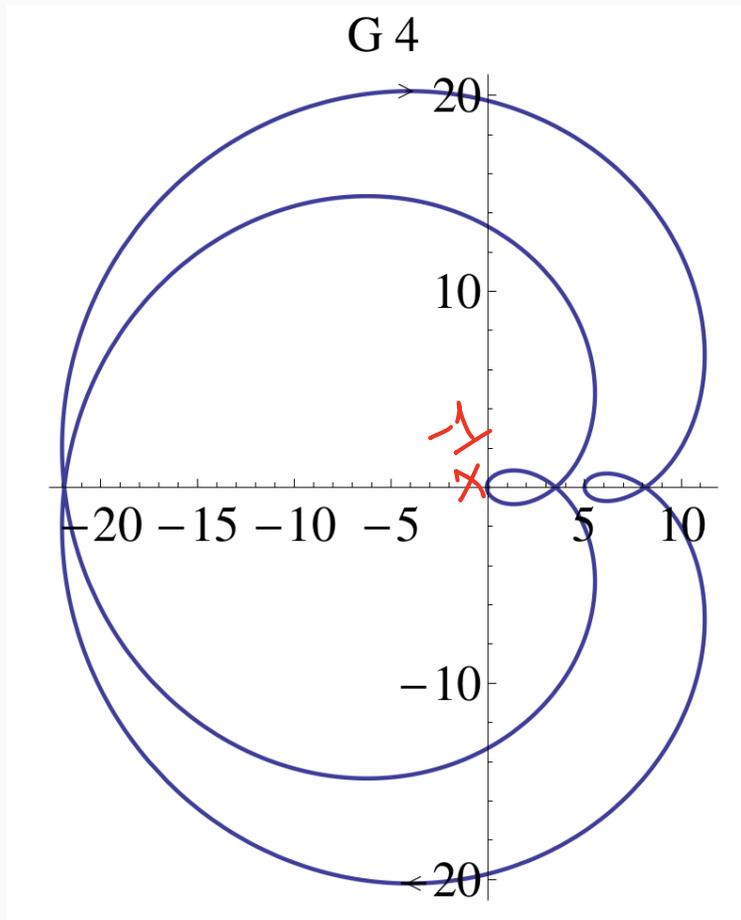
In den graphischen Darstellungen sind Ortskurven stabiler Übertragungsfunktionen von offenen Regelkreisen gegeben. Stellen Sie fest, welche der entsprechenden geschlossenen Regelkreise stabil sind.



instabil

Aufgabe 3.1

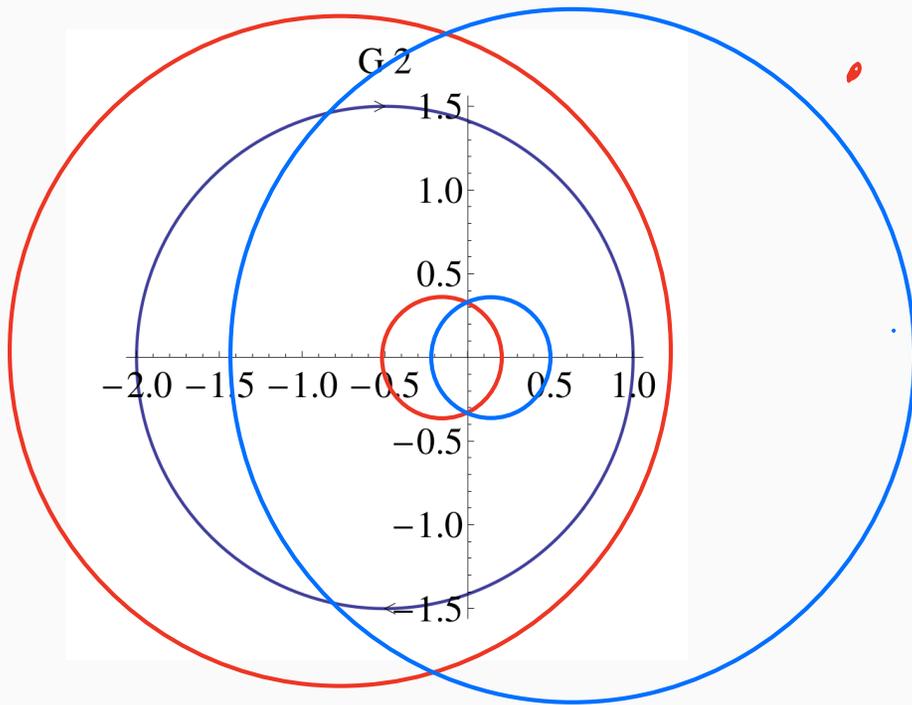
In den graphischen Darstellungen sind Ortskurven stabiler Übertragungsfunktionen von offenen Regelkreisen gegeben. Stellen Sie fest, welche der entsprechenden geschlossenen Regelkreise stabil sind.



instabil

Aufgabe 3.2

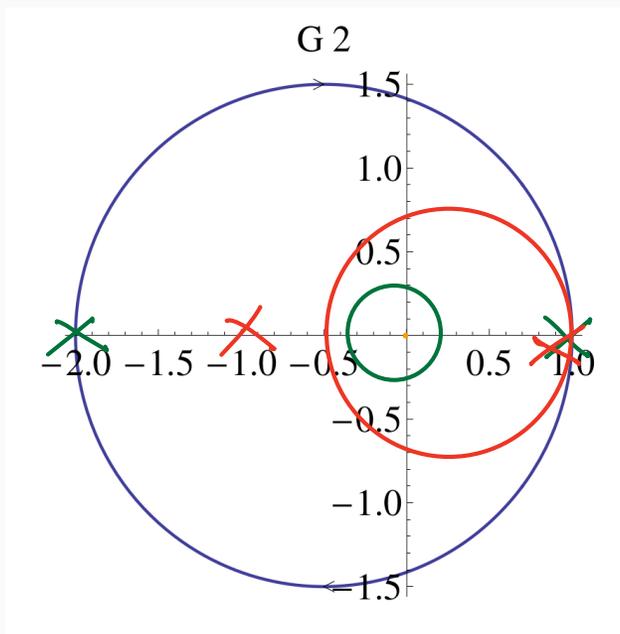
Die Übertragungsfunktion G_2 aus Aufgabe 3.1 sei nun die einer stabilen Strecke. Für welche Reglerverstärkungen ist der geschlossene Kreis stabil?



- $G_0 = k \cdot G_2$, stabil, da G_2 stabil
- Vereinfachtes Nyquist-Kriterium:
geschl. Kreis stabil \leftrightarrow Ortskurve von G_0 geht nicht durch -1 und umschließt -1 nicht. \leftrightarrow Ortskurve $G_2 = G_0 \cdot k$ geht ^{nicht} durch $-1/k$ und umschließt $-1/k$ nicht

Aufgabe 3.2

Die Übertragungsfunktion G_2 aus Aufgabe 3.1 sei nun die einer stabilen Strecke. Für welche Reglerverstärkungen ist der geschlossene Kreis stabil?



a) $k = 0$: Sonderfall, immer stabil

b) $-\frac{1}{k} < -2$: $k > 0$, $-1 < -2k$
 \Downarrow
 $k < \frac{1}{2}$

$$\boxed{0 < k < \frac{1}{2}}$$

c) $-\frac{1}{k} > 1 \rightarrow k < 0$, $-1 < k$

$$\boxed{-1 < k < 0}$$

Der geschlossene Regelkreis ist genau dann stabil,
wenn $-1 < k < \frac{1}{2}$ gilt.

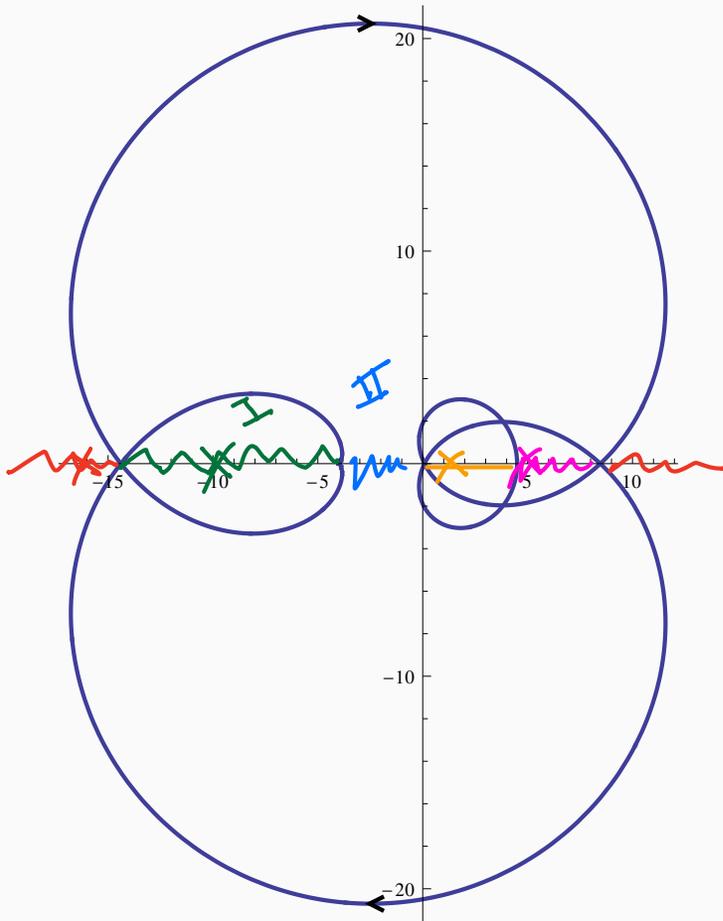
Aufgabe 3.3

$$G(s) = \frac{4(64s^2 + 16s + 17)}{(s^2 + 2s + 2)^3} - 4$$

1. Geben Sie in jedem “Fenster” sowie im Außengebiet der Kurve jeweils einen Punkt auf der reellen Achse an, wenn es einen solchen Punkt gibt.
2. Bestimmen Sie, wie oft der Punkt umschlungen wird (Durchtritte durch die reelle Achse rechts vom Punkt, vor und zurück mit ± 1 bewertet, wie beim letzten Übungstermin).
3. Bestimmen Sie für jedes Fenster, das einen Punkt nach 1 enthält, näherungsweise das dazugehörige Intervall der Werte von k .
4. Berechnen Sie zur Probe für jeden markierten Punkt die Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises, bestimmen Sie die Anzahl der instabilen Pole, und vergleichen Sie (Rechner benutzen!).

Aufgabe 3.3

1. Geben Sie in jedem "Fenster" sowie im Außengebiet der Kurve jeweils einen Punkt auf der reellen Achse an, wenn es einen solchen Punkt gibt.



Außengebiet: -16

Fenster I: -10

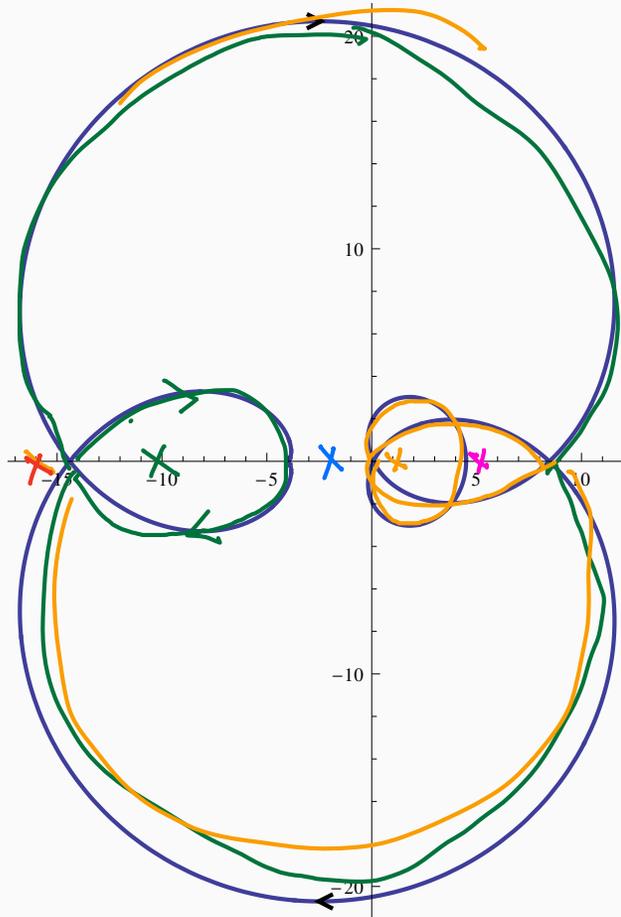
Fenster II: -2

Fenster III: 1

Fenster IV: 5

Aufgabe 3.3

2. Bestimmen Sie, wie oft der Punkt umschlungen wird.



Punkt

-16

-10

-2

1

5

Anzahl
der
Umschlingungen

0

2

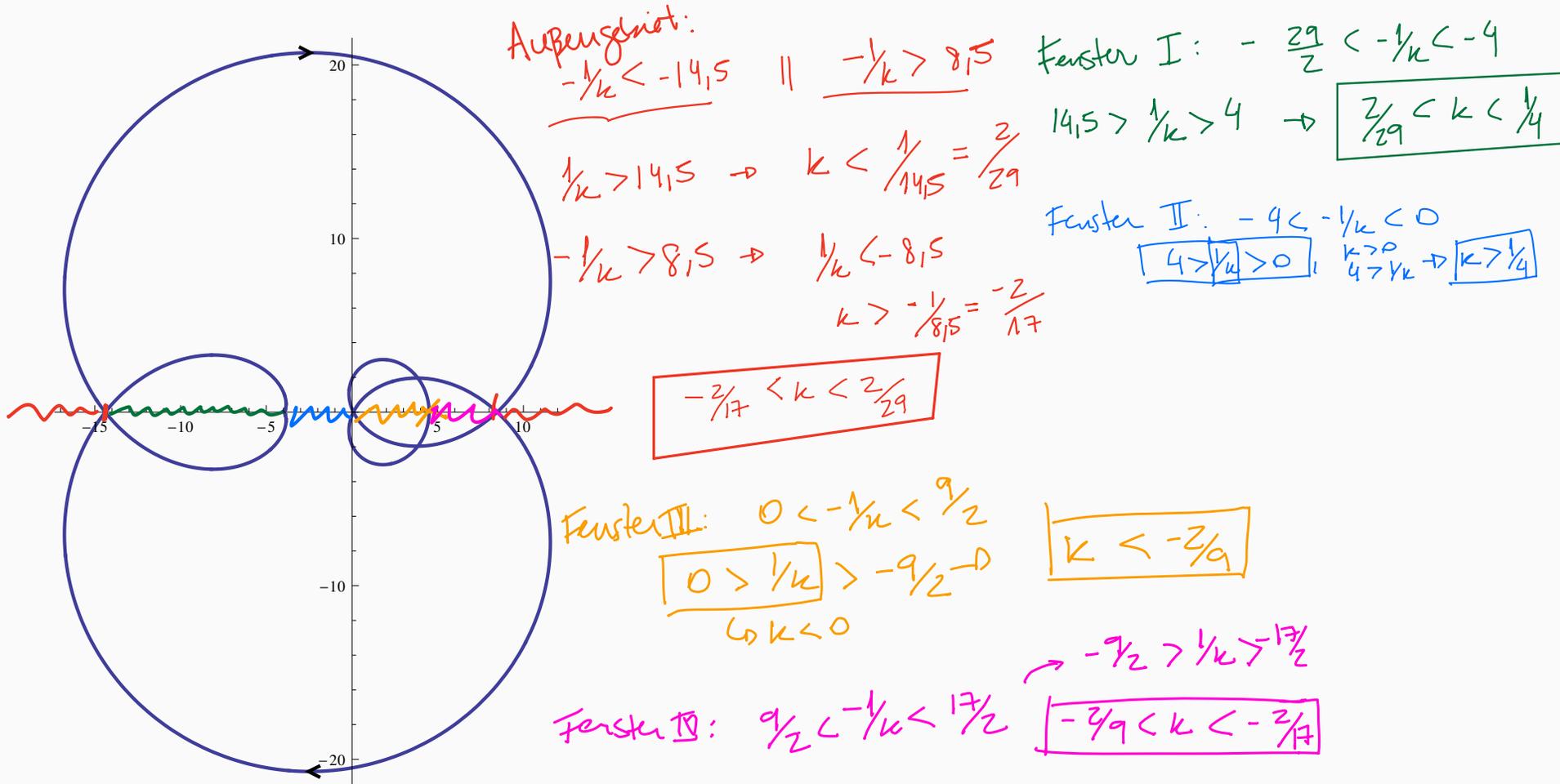
1

3

2

Aufgabe 3.3

3. Bestimmen Sie für jedes Fenster, das einen Punkt nach 1 enthält, näherungsweise das dazugehörige Intervall der Werte von k .



Aufgabe 3.3

4. Berechnen Sie zur Probe für jeden markierten Punkt die Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises, bestimmen Sie die Anzahl der instabilen Pole, und vergleichen Sie (Rechner benutzen!).

Aufgabennot

k	Pole
$\frac{1}{16}$	$\{-2.68 - 1.74i, -2.68 + 1.74i, -0.270 - 0.515i, -0.270 + 0.515i, -0.05 - 1.99i, -0.05 + 1.99i\}$
$\frac{1}{10}$	$\{-3.00 - 2.00i, -3.00 + 2.00i, -0.215 - 0.507i, -0.215 + 0.507i, \underline{0.22 - 2.20i}, \underline{0.22 + 2.20i}\}$
$\frac{1}{2}$	$\{-4.56, \underline{1.47}, -1.38 - 3.62i, -1.38 + 3.62i, -0.076 - 0.503i, -0.076 + 0.503i\}$
-1	$\{-3.81, \underline{0.444}, -1.36 - 2.98i, -1.36 + 2.98i, \underline{0.041 - 0.553i}, \underline{0.041 + 0.553i}\}$
$-\frac{2}{5}$	$\{-3.41, -0.0266, -1.34 - 2.65i, -1.34 + 2.65i, \underline{0.054 - 0.743i}, \underline{0.054 + 0.743i}\}$

stabil
instabil

instabil
instabil
instabil

Anzahl der instabilen Pole

0
2
1
3
2

Anzahl der Umschaltungen

0
2
1
3
2