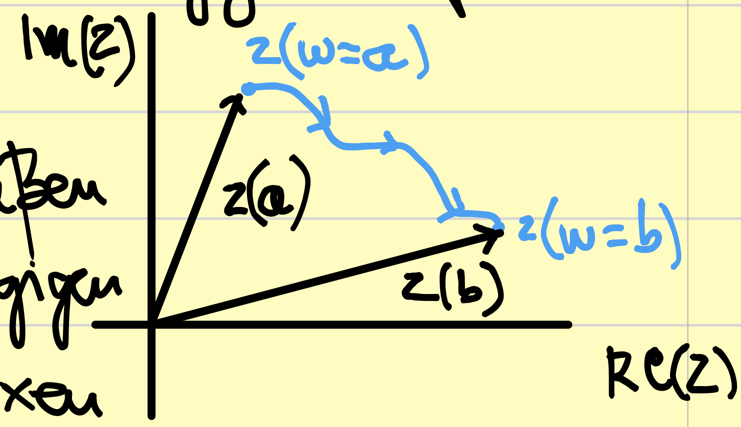
ORTSKURVE Unter Ortskurve versteht man in der Systemtheorie die graphische Darstellung einer von einem reellen Parameter (ω) abhängigen komplexen Systemgröße $z = z(\omega)$.



Mathematisch ist die Ortskurve folgendermaßen definiert: die von einem parameterabhängigen Komplexen Zeiger $z = z(\omega)$ in der komplexen Zahlenebene beschriebene Bahn heißt ORTSKURVE $z = Re(z) + j\,Im(z)$.
Der Parameter (ω) ist dabei Element eines halboffenen oder geschlossenen Intervalls der reelen Zahlen $a \leq \omega \leq b$.

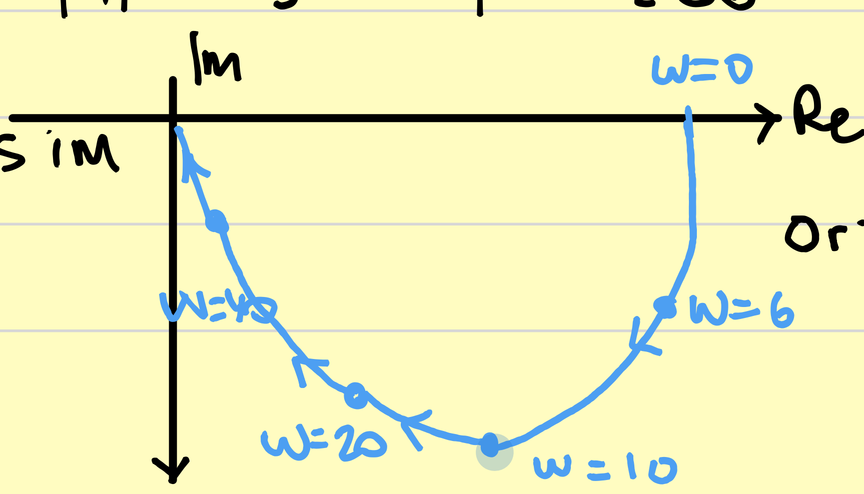
Beispiel. Zeichnen Sie die OK der folgenden Übertragungsfunktion:

$$G(s) = \frac{K}{1+sT} \qquad K = 10\ ;\ T = 0{,}1\,s$$

$$G(j\omega) = \frac{K(1-j\omega T)}{1+(\omega T)^2} = \underbrace{\frac{K}{1+(\omega T)^2}}_{Re} + j\,\underbrace{\frac{-K\omega T}{1+(\omega T)^2}}_{Im}$$

ω	0	6	10	20	40	∞
Re	10	7,35	5	2	0,59	0
Im	0	-4,41	-5	-4	-2,36	0

OK ist ein halbkreis im vierten Quadrant.



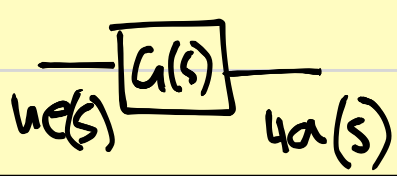
Ortskurve

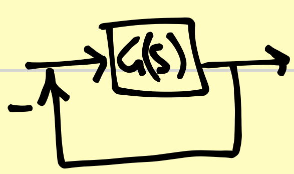
Bemerkenswert ist, dass für die Eckfrequenz $w_E = \frac{1}{T} = 10$ der Realteil von $G(jw)$ gleich den negativen Imaginärenteil von $G(jw)$ ist, das heißt $Re(G) = Im(G) \cdot (-1) = \frac{K}{2} = 5$

Nyquist-Diagramm – Ein ND stellt die OK der Ausgangsgröße eines Regelkreises mit der Frequenz als Parameter dar. Das ND erfüllt einen ähnlichen Zweck wie das Bode-Diagramm. Im Gegensatz zum BD werden beim ND Betrag & Phase in einem einzigen Diagramm dargestellt, nämlich in dem man den Real- und Imaginärteil des Ausgabewertes direkt in die komplexe Zahlenebene zeichnet (ORTSKURVE).

Das NUTZEN des NDs besteht darin, dass die Stabilitätskriterien des RÜCKGEKOPPELTEN SYSTEMS leicht vorhergesagt werden kann.

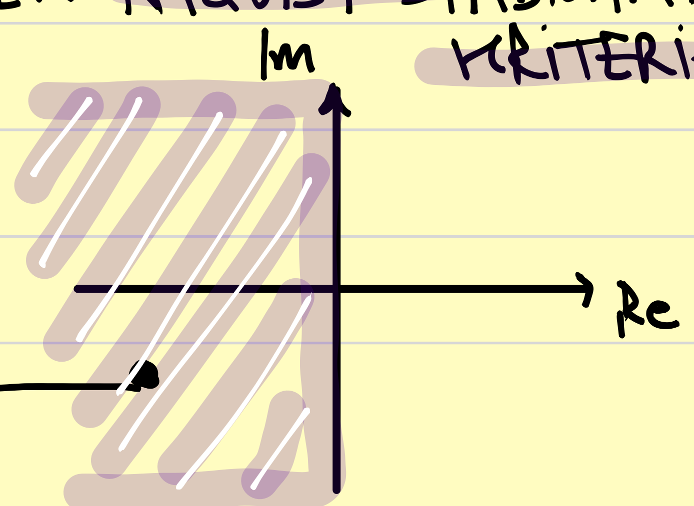
Gegeben $G(s)$, das ND sagt aus ob RGS stabil ist/nicht





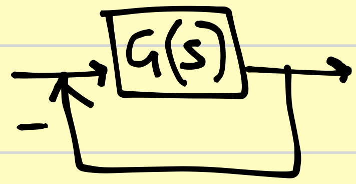
PRAGMATISCHE FORMULIERUNG DER NYQUIST-STABILITÄTS KRITERIEN

1. STABILE ÜBERTRAGUNGSFUNKTION
wenn Alle Pole im linken Halbraum des komplexen Zahlenraums liegen.



Beispiel:

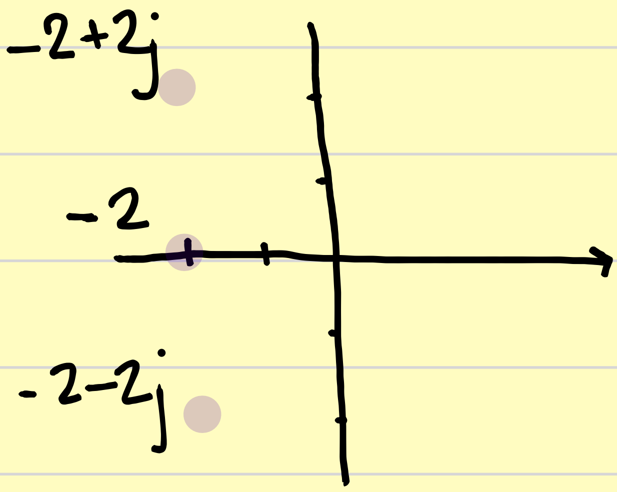
$G(s) = \frac{1}{(s+2)(s+3)}$ Pole: $s^* = -2$ $s^* = -3$

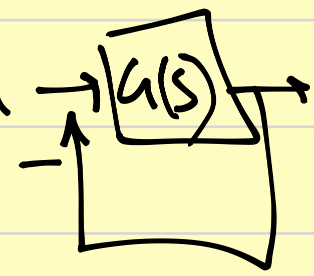
Das rückgekoppelte System  ist nach Nyquist stabil.

Beispiel:

$G(s) = \frac{1}{(s+2)(s^2+4s+8)}$ Pole: $s^* = -2$

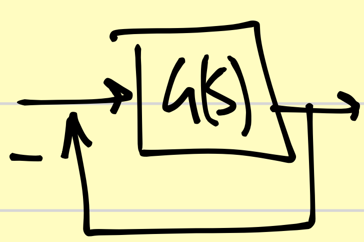
$s^* = \frac{-4 \pm \sqrt{16-32}}{2} = \begin{cases} -2+2j \\ -2-2j \end{cases}$



Das rückgekoppelte System  ist nach Nyquist stabil.

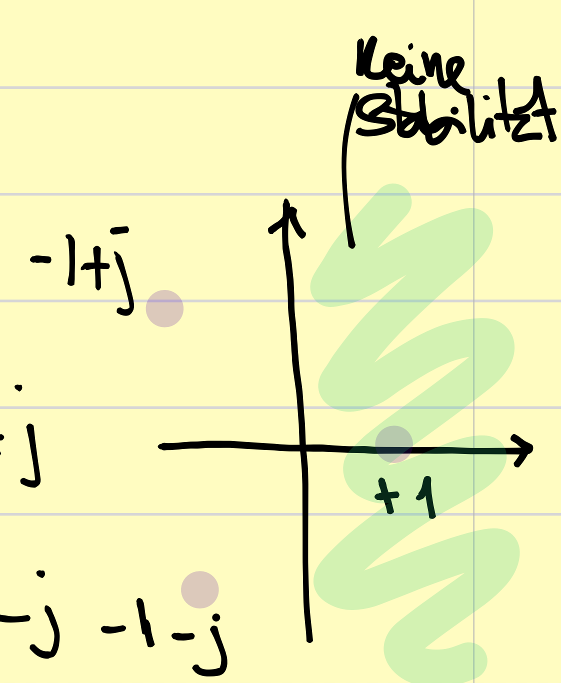
2. INSTABILE ÜBERTRAGUNGSFUNKTION wenn zumindest einen Pol im rechten Halbraum des komplexen Zahlenraums liegt.

Beispiel: $G(s) = \frac{1}{(s-1)(s+1)}$ Pole: $s^* = 1$; $s^* = -1$

Das rückgekoppelte System  ist nach Nyquist instabil.

Beispiel: $G(s) = \frac{1}{(s-1)(s^2+2s+2)}$

Pole: $s^* = +1$; $s^* = \frac{-2 \pm \sqrt{4-8}}{2} = \begin{cases} -1+j \\ -1-j \end{cases}$



3. KRITISCH STABILE ÜBERTRAGUNGSFUNKTION

wenn zumindest einen Pol einen reelen Teil gleich null hat und der Rest im linken Halbraum des komplexen Zahlenraums liegen.

Beispiel: $G(s) = \frac{1}{s^2} \rightarrow s^* = 0$ (doppelt)

Das System ist nach Nyquist kritisch-stabil.

Beispiel: $G(s) = \frac{1}{s(s+1)^2} \rightarrow s^* = 0 \; ; \; s^* = -1$ (doppelt)

Das System ist nach Nyquist kritisch-stabil.