

# HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT

## HOLLABRUNN

### Höhere Abteilung für Elektronik – Technische Informatik

|                                 |                                                   |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| Klasse/ Jahrgang:<br>3BHEL      | Gruppe:<br>1 / b                                  | Übungsleiter:<br>Prof. Bergauer |
| Übungsnummer:<br>V / 1          | Übungstitel:<br>OPV-Grundsaltungen                |                                 |
| Datum der Übung:<br>07.05.2014  | Teilnehmer:<br>Dorner, Mötz, Oberhamberger, Prinz |                                 |
| Datum der Abgabe:<br>21.05.2014 | Schritfführer:<br>Dorner Fabian                   | Unterschrift:                   |

|                    |  | Beurteilung |
|--------------------|--|-------------|
| Aufgabenstellung   |  |             |
| Dokumentation      |  |             |
| Messschaltungen    |  |             |
| Messtabellen       |  |             |
| Berechnungen       |  |             |
| Programmlistings   |  |             |
| Auswertung         |  |             |
| Diagramme          |  |             |
| Berechnungen       |  |             |
| Simulationen       |  |             |
| Schlussfolgerungen |  |             |
| Kommentare         |  |             |
| Inventarliste      |  |             |
| Messprotokoll      |  |             |
| Form               |  |             |
| Summe              |  |             |

## Allgemeiner Teil

Titel der Übung: OPV-Grundsaltungen

Übungsnummer: V / 1

Übungsplatz: T4

Datum der Übung: 13.03.2014

Klasse: 3BHEL

Schritfführer: Dorner Fabian

Übungsteilnehmer: Dorner Fabian

Mötz Florian

Oberhamberger Christoph

Prinz Bernhard

## Inhaltsverzeichnis

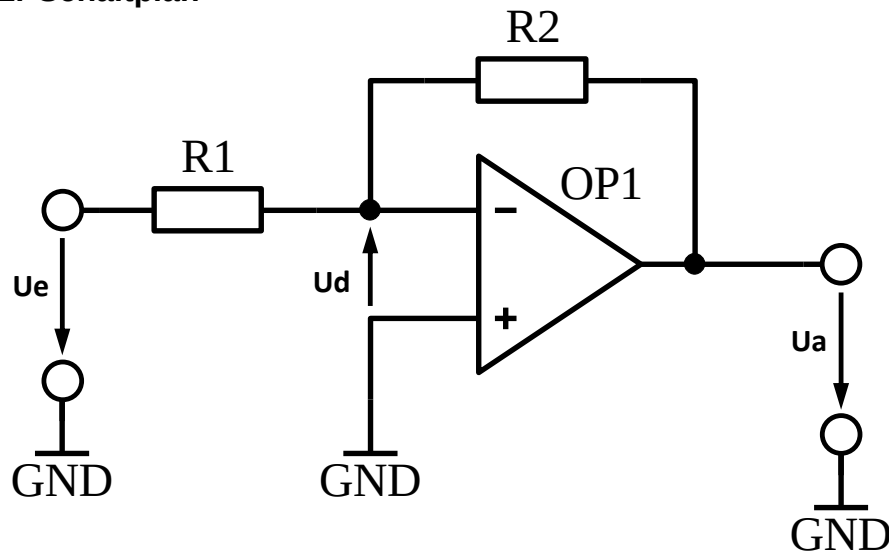
|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Theoretische Kenntnisse Verstärkungsgrundsaltungen .....         | 3  |
| 1.1. Summierverstärker – invertierende Grundsaltung .....           | 3  |
| 1.1.1. Schaltplan .....                                             | 3  |
| 1.1.2. Verstärkungsberechnung.....                                  | 3  |
| 1.2. Elektrometerverstärker – nichtinvertierende Grundsaltung ..... | 4  |
| 1.2.1. Schaltplan .....                                             | 4  |
| 1.2.2. Verstärkungsberechnung.....                                  | 4  |
| 2. Messung der Spannungsverstärkung .....                           | 4  |
| 2.1. Aufgabenstellung .....                                         | 4  |
| 2.2. Übungsdurchführung .....                                       | 4  |
| 2.3. Invertierende Grundsaltung .....                               | 5  |
| 2.3.1. Verstärkung = 2.....                                         | 5  |
| 2.3.2. Verstärkung = 10.....                                        | 6  |
| 2.4. Nichtinvertierende Grundsaltung .....                          | 8  |
| 2.4.1. Verstärkung = 2.....                                         | 8  |
| 2.4.2. Verstärkung = 10.....                                        | 9  |
| 3. Erkenntnisse .....                                               | 11 |
| Messprotokoll.....                                                  | 12 |
| Inventarliste .....                                                 | 14 |

# 1. Theoretische Kenntnisse

## Verstärkungsgrundsaltungen

### 1.1. Summierverstärker – invertierende Grundsaltung

#### 1.1.1. Schaltplan



#### 1.1.2. Verstärkungsberechnung

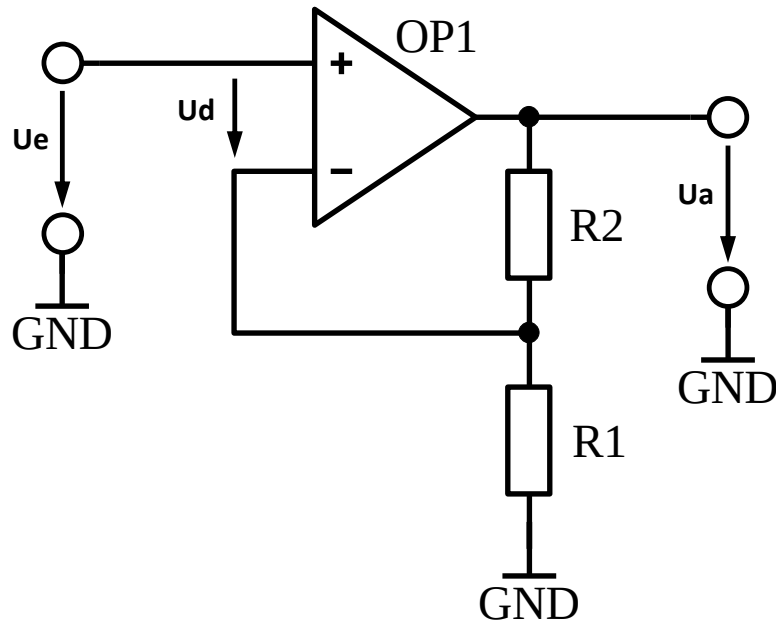
Die Verstärkung der oben angeführten Schaltung kann wie folgt berechnet werden.

$$V = \frac{U_a}{U_e} = - \frac{R_2}{R_1}$$

Diese Formel zeigt nur den allgemeinen Ansatz  $U_a$  durch  $U_e$  und die einfachste Berechnung nach dem Einsätzen und Kürzen. Für die genaue Herleitung möchte ich auf das Dokument „3\_8\_operationsverstaerker\_hwe3\_2013.pdf“ von Herrn Prof. Dum verweisen.

## 1.2. Elektrometerverstärker – nichtinvertierende Grundsaltung

### 1.1.1. Schaltplan



### 1.1.3. Verstärkungsberechnung

Die Verstärkung der obigen Schaltung wird wie folgt berechnet.

$$V = \frac{U_a}{U_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Auch hier gilt wieder, dass diese Formel nur den allgemeinen Ansatz und die einfachste Berechnung nach dem Einsätzen und Kürzen zeigt. Für die genaue Herleitung möchte ich wiederum auf das Dokument

„3\_8\_operationsverstaerker\_hwe3\_2013.pdf“ von Herrn Prof. Dum verweisen.

## 2. Messung der Spannungsverstärkung

### 2.1. Aufgabenstellung

Aufgabe war es die Kennlinie der Spannungsverstärkung der invertierenden und der nichtinvertierenden Grundsaltung bei jeweils einer Verstärkung von 2 und 10 zu visualisieren. Der kleinste verwendete Widerstand sollte keinen kleineren Widerstandswert als 10kΩ haben.

### 2.2. Übungsdurchführung

Um die Kennlinien zu zeichnen wurden die Widerstände für die jeweilige Schaltung mit der jeweiligen Formel zur Berechnung der Verstärkung dimensioniert. Der Widerstand  $R_1$  wurde immer mit 10kΩ angenommen. Somit ergeben sich für die Berechnung des Widerstands  $R_2$  folgende Formeln.

Für die invertierende Grundsaltung:

$$|R2| = V * 10k\Omega$$

Für die nichtinvertierende Grundsaltung:

$$R2 = (V - 1) * 10k\Omega$$

Um die Kennlinie graphisch darzustellen wurden die Schaltungen mit den berechneten Widerständen aufgebaut und jeweils die Eingangs- und Ausgangsspannung gemessen. Das Verhältnis von der Ausgangsspannung  $U_a$  und der Eingangsspannung  $U_e$  entspricht nun wie zuvor erwähnt der Verstärkung.

### 2.3. Invertierende Grundsaltung

Zuerst wurde die invertierende Grundsaltung aufgebaut und die Messungen der Spannungen vorgenommen.

#### 2.3.1. Verstärkung = 2

Für den Aufbau der Schaltung mit einer Verstärkung von 2 wurden folgende Widerstände verwendet.

$$R1 = 10\text{ k}\Omega$$

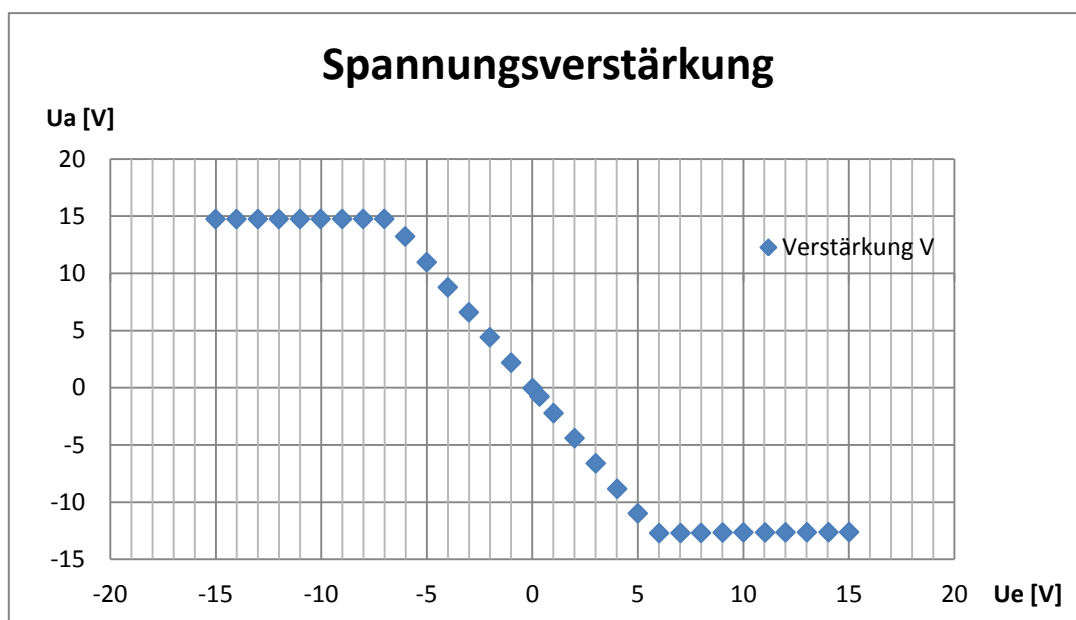
$$R2 = 22\text{ k}\Omega$$

Rückgerechnet ergibt sich mit diesen Werten eine Verstärkung von 2,2.

Messwerte:

| $U_e$ [V] | $U_a$ [V] | V    |
|-----------|-----------|------|
| -15,009   | 14,743    | 0,98 |
| -14,019   | 14,745    | 1,05 |
| -13,004   | 14,747    | 1,13 |
| -12,012   | 14,75     | 1,23 |
| -11,008   | 14,752    | 1,34 |
| -10,03    | 14,754    | 1,47 |
| -9,009    | 14,756    | 1,64 |
| -8,015    | 14,759    | 1,84 |
| -7,015    | 14,761    | 2,10 |
| -6,026    | 13,225    | 2,19 |
| -5,0022   | 10,977    | 2,19 |
| -4,0036   | 8,785     | 2,19 |
| -3,0056   | 6,594     | 2,19 |
| -2,0139   | 4,4168    | 2,19 |
| -1,0021   | 2,1954    | 2,19 |
| 0,0146    | -0,0373   | 2,55 |

|        |         |      |
|--------|---------|------|
| 0,345  | -0,7679 | 2,23 |
| 1,0084 | -2,2191 | 2,20 |
| 2,0061 | -4,41   | 2,20 |
| 3,0071 | -6,607  | 2,20 |
| 4,0226 | -8,836  | 2,20 |
| 5,0002 | -10,982 | 2,20 |
| 6,011  | -12,71  | 2,11 |
| 7,027  | -12,7   | 1,81 |
| 7,999  | -12,688 | 1,59 |
| 9,022  | -12,656 | 1,40 |
| 10,007 | -12,645 | 1,26 |
| 11,034 | -12,646 | 1,15 |
| 12     | -12,642 | 1,05 |
| 13,017 | -12,636 | 0,97 |
| 14,038 | -12,63  | 0,90 |
| 15,014 | -12,62  | 0,84 |



**Bemerkung:** Die Verstärkung ist nur im Bereich von circa +6V bis circa -7V, 2,2. Darüber und darunter geht der OPV in Sättigung.

### 2.3.2. Verstärkung = 10

Für den Aufbau der Schaltung mit einer Verstärkung von 10 wurden folgende Widerstände verwendet.

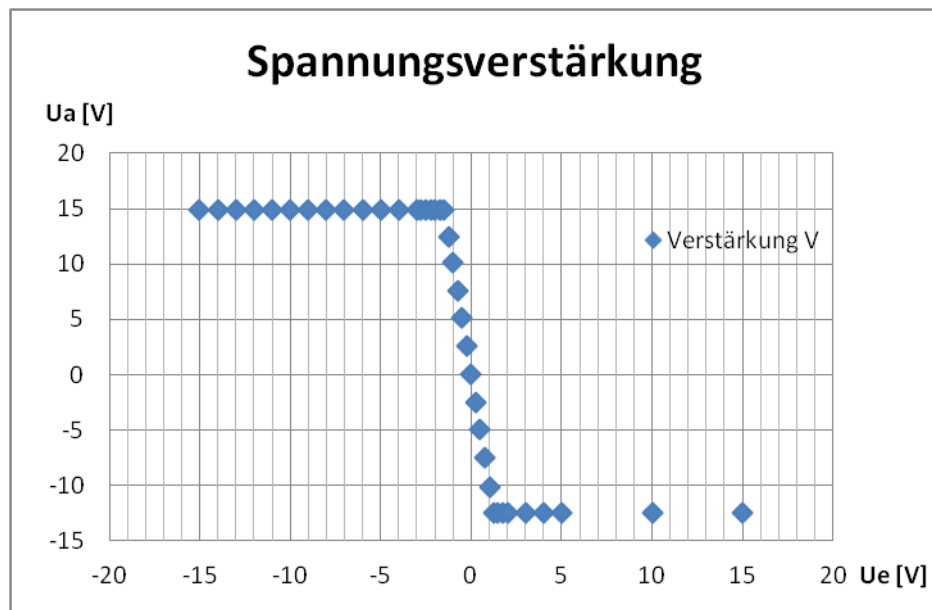
$$R1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 100 \text{ k}\Omega$$

Rückgerechnet ergibt sich mit diesen Werten eine Verstärkung von genau 10.

Messwerte:

| Ue [V]  | Ua [V]  | V     |
|---------|---------|-------|
| -15,022 | 14,812  | 0,99  |
| -14,004 | 14,809  | 1,06  |
| -13,003 | 14,807  | 1,14  |
| -12,001 | 14,806  | 1,23  |
| -11,003 | 14,806  | 1,35  |
| -10,001 | 14,806  | 1,48  |
| -9,009  | 14,807  | 1,64  |
| -8      | 14,808  | 1,85  |
| -7,007  | 14,809  | 2,11  |
| -5,999  | 14,809  | 2,47  |
| -5,0095 | 14,811  | 2,96  |
| -4,0108 | 14,812  | 3,69  |
| -3,0129 | 14,813  | 4,92  |
| -2,7543 | 14,814  | 5,38  |
| -2,5031 | 14,814  | 5,92  |
| -2,2517 | 14,814  | 6,58  |
| -2,0075 | 14,814  | 7,38  |
| -1,7574 | 14,815  | 8,43  |
| -1,4998 | 14,815  | 9,88  |
| -1,2406 | 12,407  | 10,00 |
| -1,0098 | 10,095  | 10,00 |
| -0,746  | 7,54    | 10,11 |
| -0,5137 | 5,128   | 9,98  |
| -0,2616 | 2,6046  | 9,96  |
| -0,0022 | 0,0064  | 2,91  |
| 0,2545  | -2,564  | 10,07 |
| 0,4996  | -5,0187 | 10,05 |
| 0,7518  | -7,543  | 10,03 |
| 1,0096  | -10,125 | 10,03 |
| 1,2544  | -12,466 | 9,94  |
| 1,4997  | -12,541 | 8,36  |
| 1,7572  | -12,54  | 7,14  |
| 2,009   | -12,536 | 6,24  |
| 3,0061  | -12,534 | 4,17  |
| 4,0057  | -12,53  | 3,13  |
| 5,0028  | -12,529 | 2,50  |
| 10,01   | -12,53  | 1,25  |
| 15,027  | -12,525 | 0,83  |



**Bemerkung:** Die Verstärkung ist hier nur in einem sehr kleinen Bereich 10. Der Bereich wird mit steigender Verstärkung immer kleiner.

## 2.4. Nichtinvertierende Grundsaltung

Nach dem die erste Messung abgeschlossen war wurde auch die nichtinvertierende Grundsaltung aufgebaut und die Messungen der Spannungen vorgenommen.

### 2.4.1. Verstärkung = 2

Für den Aufbau der Schaltung mit einer Verstärkung von 2 wurden folgende Widerstände verwendet.

$$R1 = 10 \text{ k}\Omega$$

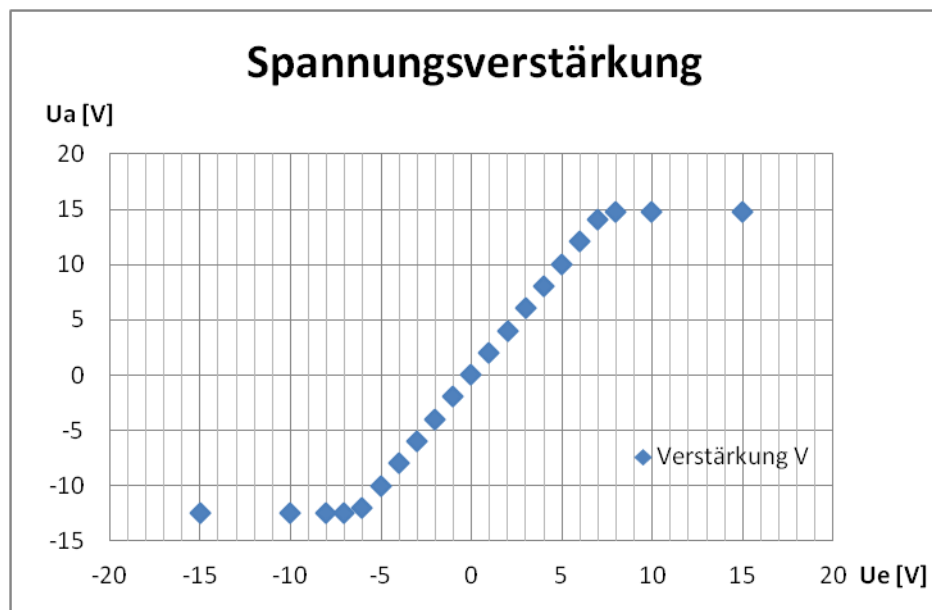
$$R2 = 10 \text{ k}\Omega$$

Rückgerechnet ergibt sich mit diesen Werten eine Verstärkung von genau 2.

Messwerte:

| Ue [V]  | Ua [V]  | V    |
|---------|---------|------|
| -15,004 | -12,513 | 0,83 |
| -10,008 | -12,511 | 1,25 |
| -8,035  | -12,512 | 1,56 |
| -7,024  | -12,511 | 1,78 |
| -6,027  | -12,056 | 2,00 |
| -5,016  | -10,036 | 2,00 |
| -4,0109 | -8,025  | 2,00 |
| -3,0059 | -6,015  | 2,00 |
| -2,0143 | -4,0316 | 2,00 |
| -1,0026 | -2,0082 | 2,00 |

|         |         |      |
|---------|---------|------|
| -0,0022 | -0,0073 | 3,32 |
| 1,0025  | 2,0023  | 2,00 |
| 2,0088  | 4,0149  | 2,00 |
| 3,0008  | 5,999   | 2,00 |
| 4,004   | 8,005   | 2,00 |
| 5,0098  | 10,017  | 2,00 |
| 6,02    | 12,037  | 2,00 |
| 7,004   | 14,004  | 2,00 |
| 8,001   | 14,751  | 1,84 |
| 10,002  | 14,751  | 1,47 |
| 15,014  | 14,751  | 0,98 |



**Bemerkung:** Hier liegt der Bereich in dem die Verstärkung gleich 2 ist zwischen circa -6V und circa +7V.

#### 2.4.2. Verstärkung = 10

Für den Aufbau der Schaltung mit einer Verstärkung von 10 wurden folgende Widerstände verwendet.

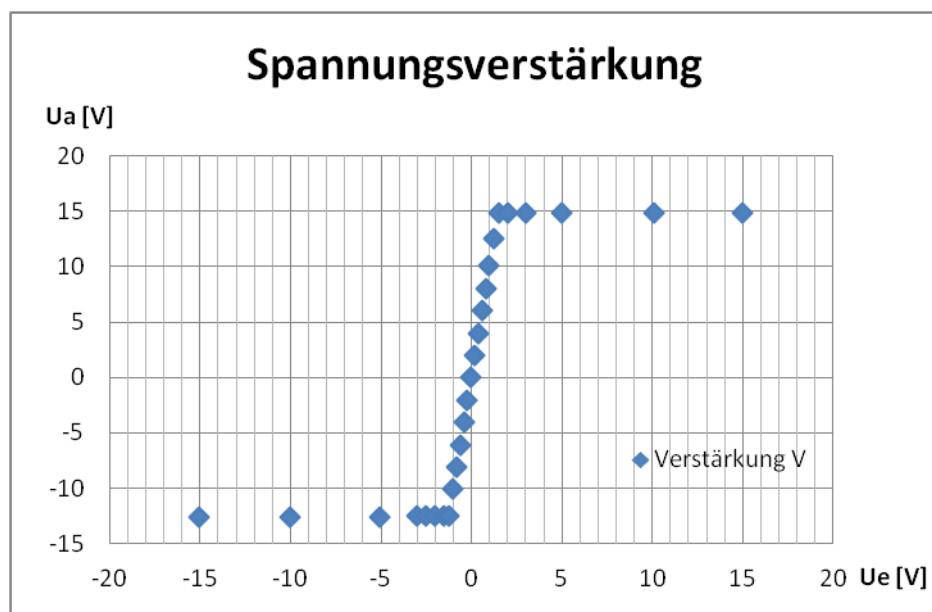
$$R1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 90,2 \text{ k}\Omega = 90 \text{ k}\Omega + (2 * 100 \text{ }\Omega)$$

Rückgerechnet ergibt sich mit diesen Werten eine Verstärkung von 10,02.

Messwerte:

| Ue [V]  | Ua [V]  | V     |
|---------|---------|-------|
| -15,014 | -12,566 | 0,84  |
| -10,022 | -12,56  | 1,25  |
| -5,03   | -12,56  | 2,50  |
| -2,9986 | -12,548 | 4,18  |
| -2,5164 | -12,537 | 4,98  |
| -2,0071 | -12,539 | 6,25  |
| -1,5135 | -12,531 | 8,28  |
| -1,2613 | -12,478 | 9,89  |
| -1,0027 | -10,072 | 10,04 |
| -0,8004 | -8,043  | 10,05 |
| -0,6048 | -6,081  | 10,05 |
| -0,4017 | -4,0422 | 10,06 |
| -0,2053 | -2,073  | 10,10 |
| -0,0023 | -0,0352 | 15,30 |
| 0,2054  | 2,0477  | 9,97  |
| 0,4016  | 4,0169  | 10,00 |
| 0,6049  | 6,056   | 10,01 |
| 0,8004  | 8,019   | 10,02 |
| 1,0027  | 10,048  | 10,02 |
| 1,2545  | 12,574  | 10,02 |
| 1,5037  | 14,812  | 9,85  |
| 2,0005  | 14,812  | 7,40  |
| 3,0062  | 14,812  | 4,93  |
| 5,0099  | 14,813  | 2,96  |
| 10,085  | 14,813  | 1,47  |
| 15,002  | 14,813  | 0,99  |



Bemerkung: Auch bei dieser Kennlinie wird der Bereich in der die Verstärkung circa 10 ist durch die höhere Verstärkung kleiner.

### 3. Erkenntnisse

Meine Erkenntnisse aus dieser Übung sind, dass ein OPV in Sättigung gehen kann und somit nur in einem gewissen Bereich die gewünschte Verstärkung liefert.

Weiters wurde durch die sofortige graphische Darstellung der Messkurve am PC sehr schön gezeigt, dass sich die Größe dieses Bereiches mit der Verstärkung ändert.