



Zugelassene Hilfsmittel:
Alle eigenen

Name:

Vorname:

Sem.:

Dauer der Prüfung:
90 Minuten

Unterschrift:

Hörsaal:

Platz-Nr.:

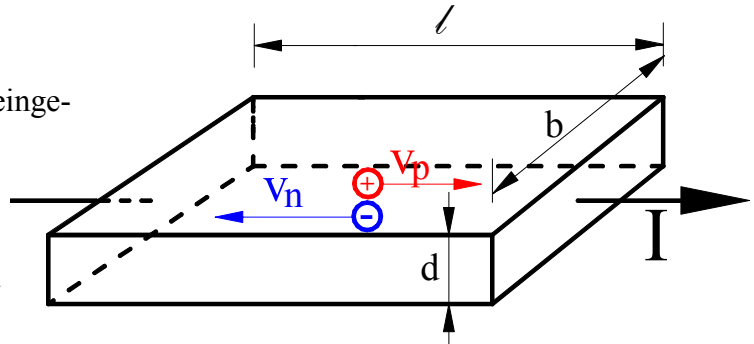
1 Homogene Halbleiter

Ein Germanium-Kristall wird als Sensor eingesetzt und hat folgende Abmessungen:

$d = 0.20 \text{ mm}$, $l = 10.0 \text{ mm}$, $b = 4.0 \text{ mm}$.

Alle weiteren Angaben gelten für Betrieb des Plättchens bei Raumtemperatur.

Eventuell benötigte Daten können Sie der untenstehenden Tabelle entnehmen.



	Germanium	Silizium	Gallium-Arsenid
Eigenleitungsträgerdichte	$2.3 \cdot 10^{13} / \text{cm}^3$	$1.5 \cdot 10^{10} / \text{cm}^3$	$1.3 \cdot 10^6 / \text{cm}^3$
Elektronenbeweglichkeit	$3900 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$	$1350 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$	$8500 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$
Löcherbeweglichkeit	$1900 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$	$480 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$	$450 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$
Elementarladung	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$		

- 1.1** Das Germanium-Plättchen **ist nicht dotiert**. Im obigen Bild ist die technische Stromrichtung sowie in der Mitte des Plättchens ein frei bewegliches Loch und ein Elektron eingezeichnet. Tragen Sie mit Pfeilen die Geschwindigkeiten v_p und v_n der Löcher und Elektronen ein. (2P)
- 1.2** Berechnen Sie **zuerst allgemein** den Leitwert G des Plättchens und stellen Sie ihn auch (als Hilfe für 1.4) getrennt nach Leitwert für Löcher G_p und Elektronen G_n dar. Berechnen Sie **anschließend** zahlenmäßig G_p und G_n . *Einheiten nicht vergessen, sonst Punktabzug!* (6P)

$$G = \frac{1}{R} =$$

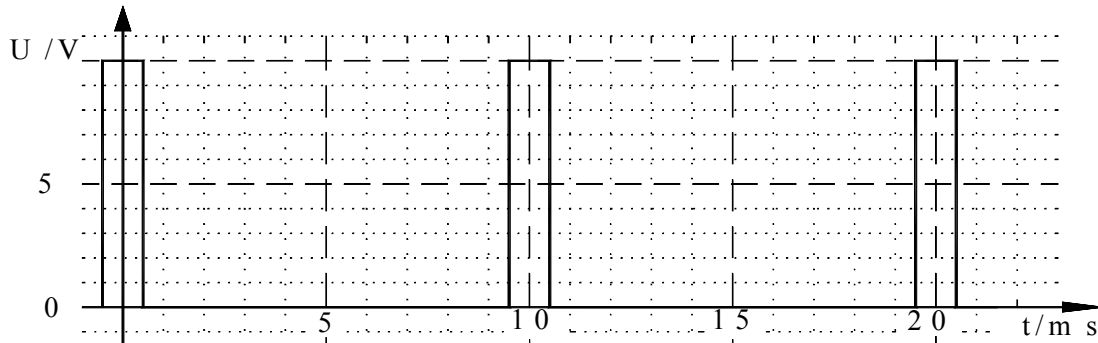
- 1.3** Der Gesamtstrom I durch das Germaniumplättchen beträgt 1.71 mA . Wie groß muß die längs der Stromrichtung angelegte Spannung U sein? (2P)

1.4 Wie groß sind Löcher- und Elektronenstrom I_p und I_n ?

(2P)

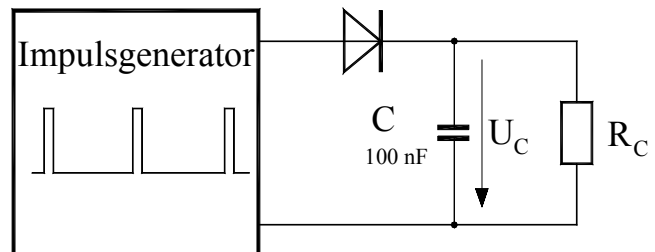
2 Erzeugung einer periodischen Referenzspannung – Schaltung mit Dioden

Eine Spannungsquelle (Innenwiderstand vernachlässigbar) erzeuge mit der Periodendauer 10ms Impulse der Dauer 1ms.



2.1 Der Impulsgenerator werde belastet mit der nebenstehenden Schaltung (Spannungsquelle mit vernachlässigbar kleinem Innenwiderstand, Schleusenspannung der Diode vernachlässigbar):

2.1.1 Wie groß ist die Spannung u_C am Ende des kurzen Impulses? (1P)



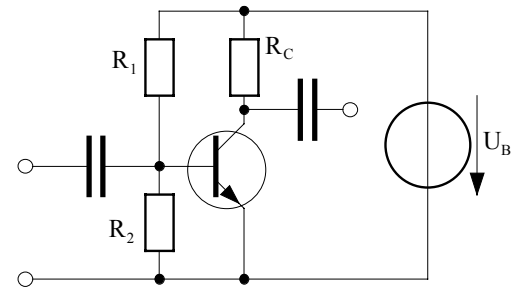
2.1.2 Nehmen Sie als vereinfachende Näherung für den Zeitraum **zwischen** den Impulsen an, daß der Lastwiderstand R_C unabhängig von der Spannung u_C vom konstanten Entladestrom $I = 60\mu A$ durchflossen werde. Berechnen Sie damit die Spannung u_C unmittelbar vor Beginn des folgenden Impulses. (2P)

2.1.3 Zeichnen Sie den Verlauf der Spannung u_C maßstäblich in das obige Zeitdiagramm ein. (2P)

2.1.4 Was würde sich am Spannungsverlauf von u_C ändern, wenn die Diode durch einen Kurzschluß ersetzt würde? Begründen Sie Ihre Antwort! (1P...)

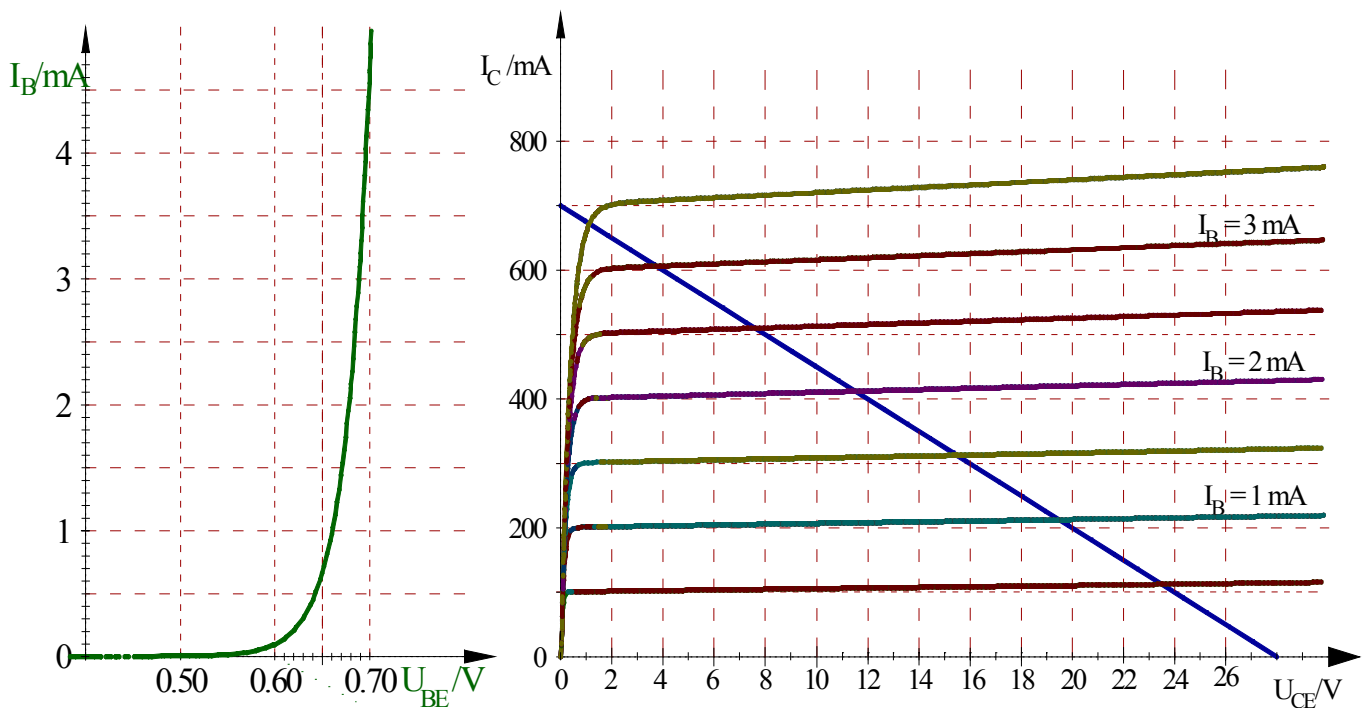
3. Transistorverstärker

Gegeben seien der nebenstehende Transistorverstärker sowie die Kennlinie der Basis-Emitterdiode $I_B = I_B(U_{BE})$ und das Ausgangskennlinienfeld $I_C = I_C(U_{CE}, I_B)$.



3.1 Ausgangskreis des Verstärkers

3.1.1 Stellen Sie die Gleichung der Arbeitsgeraden $I_C = I_C(U_{CE}, U_B, R_C)$ auf. (1P)



3.1.2 Entnehmen Sie mit Hilfe von 3.1.1 dem Ausgangskennlinienfeld die Zahlenwerte der Versorgungsspannung U_B und des Kollektorwiderstand R_C . (2P)

3.1.3 Bei welcher Spannung $U_{CE\text{ AP}}$ muß der Arbeitspunkt eingestellt werden, wenn bei sinusförmiger Auslenkung um den Arbeitspunkt die Ausgangsspannung U_{CE} möglichst groß und unverzerrt sein soll? Wie groß ist der Kollektorstrom im Arbeitspunkt $I_{C\text{ AP}}$? Markieren Sie den Arbeitspunkt im obigen Kennlinienfeld! (3P)

$U_{CE\text{ AP}} =$

$I_{C\text{ AP}} =$

3.2 Einstellung des Arbeitspunktes durch den Eingangskreis

- 3.2.1 Wie groß muß der Basisstrom $I_{B\ AP}$ gemacht werden? Markieren Sie diesen Punkt in der Eingangskennlinie.

$$I_{B\ AP} =$$

(1P)

- 3.2.2 Wie groß ist die zugehörige Basis-Emitterspannung $U_{BE\ AP}$?

(1P)

$$U_{BE\ AP} =$$

- 3.2.3 Wie groß ist der differentielle Basis-Emitterwiderstand r_{BE} ?

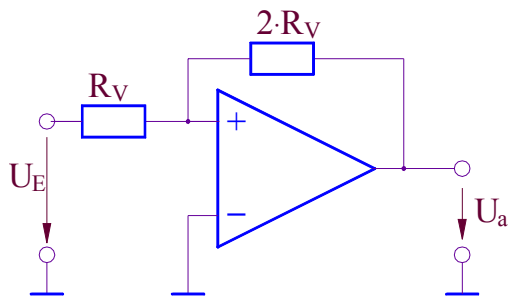
(2P)

$$r_{BE} =$$

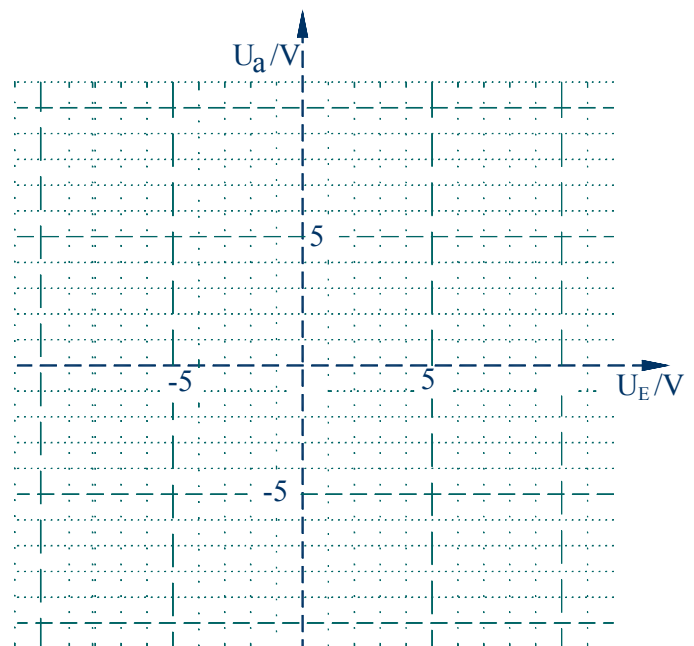
- 3.2.4 Stellen Sie den gewählten Arbeitspunkt durch Dimensionierung des Spannungsteilers R_1 , R_2 ein. Der Strom durch den oberen Widerstand des Spannungsteilers soll dabei zehnmal so groß wie der Basisstrom im Arbeitspunkt $I_{B\ AP}$ sein. (3P)

4 Operationsverstärker als Schmitt-Trigger

Gegeben sei die folgende Schaltung. Die Ausgangsspannung U_a kann Werte zwischen +10V und -10V annehmen.



- 4.1 Die Eingangsspannung U_E wird langsam von $U_E = -10V$ bis $U_E = +10V$ erhöht. Zeichnen Sie in das nebenstehende Diagramm den Verlauf der Ausgangsspannung U_a ein und kennzeichnen Sie den Verlauf mit Pfeilen und mit „4.1“



- 4.2 Nun wird die Eingangsspannung U_E von $U_E = +10V$ auf $U_E = -10V$ erniedrigt. Zeichnen Sie auch hier den Verlauf von U_a in das

nebenstehende Diagramm ein und markieren Sie ihn ebenfalls mit Pfeilen und mit „4.2“.

(2P)

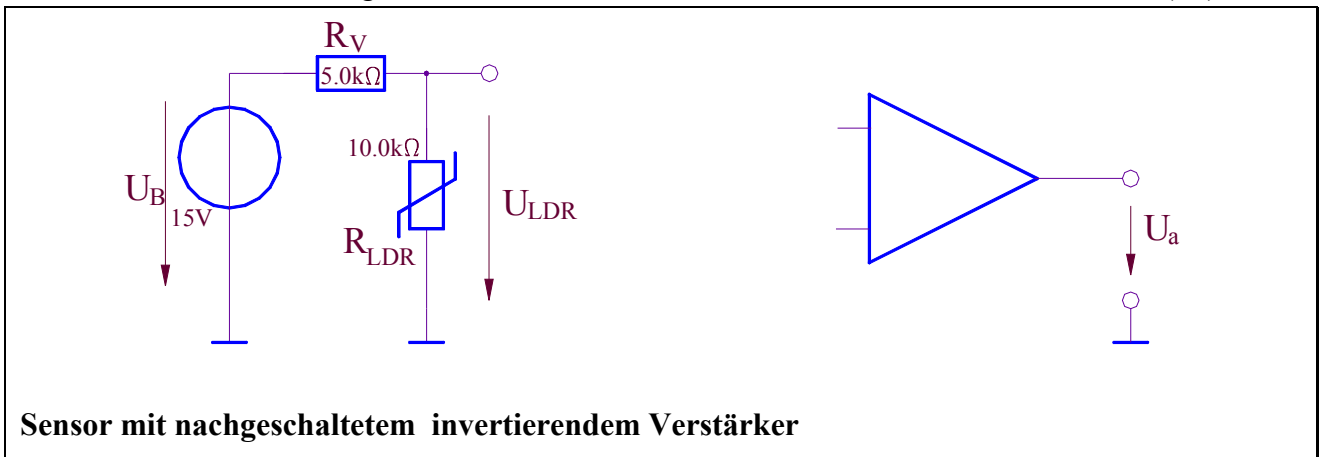
5 Verstärkerschaltungen für einen Lichtsensor

Mit einem LDR-Widerstand soll die Beleuchtungsstärke gemessen werden. Die Sensorschaltung besteht aus der Spannungsquelle mit $U_B = 15\text{ V}$, dem Vorwiderstand $R_V = 5.0\text{ k}\Omega$ und dem LDR-Widerstand, der bei einer bestimmten Beleuchtungsstärke den Wert $R_{LDR} = 10\text{ k}\Omega$ hat. Um das Meßsignal über eine längere Strecke zu übertragen wird ein **invertierender** Verstärker mit Verstärkung $v = -1$ eingesetzt

- 5.1 Betrachten Sie das untenstehende Schaltbild **ohne** angeschlossenen Verstärker. Wie groß ist die Spannung U_{LDR} am Sensor? (1P)



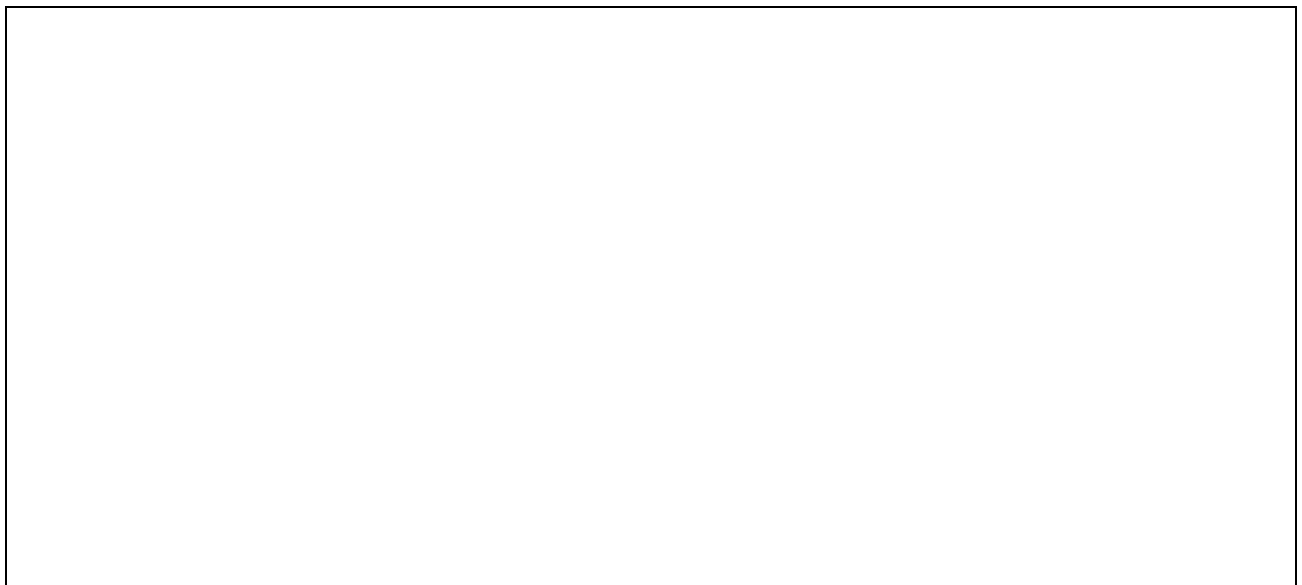
- 5.2 Nun soll der **invertierende** Verstärker an die Sensorschaltung angeschlossen werden. Ergänzen Sie die untenstehende Schaltung. (2P)



- 5.3 Wählen Sie die Widerstände so, daß der Verstärker den Eingangswiderstand $10\text{ k}\Omega$ aufweist. (2P)



- 5.4 Ermitteln Sie zuerst (zur Vorbereitung von 5.5) **allgemein** die Ausgangsspannung U_a des an die Sensorschaltung angeschlossenen Verstärkers sowie **anschließend** den **Zahlenwert** von u_a . (6P)



5.5 Modifikation der Dimensionierung des invertierenden Verstärkers mit Verstärkung $v = -1$

5.5.1 Wie groß wäre die Ausgangsspannung U_a , wenn Sie bei den Widerständen des Verstärkers den 100-fachen Wert nehmen würden? (2P)

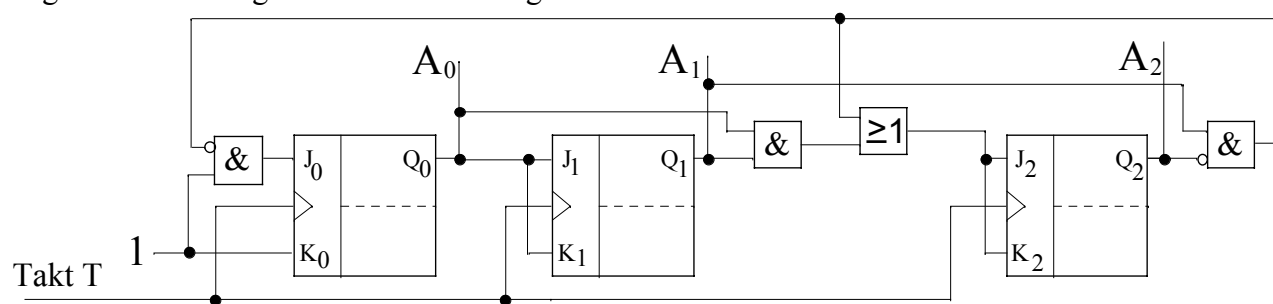
--	--

5.5.2 Ist für die vorliegende Aufgabe der so dimensionierte Verstärker oder der nach 5.3 dimensionierte Verstärker besser geeignet? Begründen Sie Ihre Aussage. (2P)

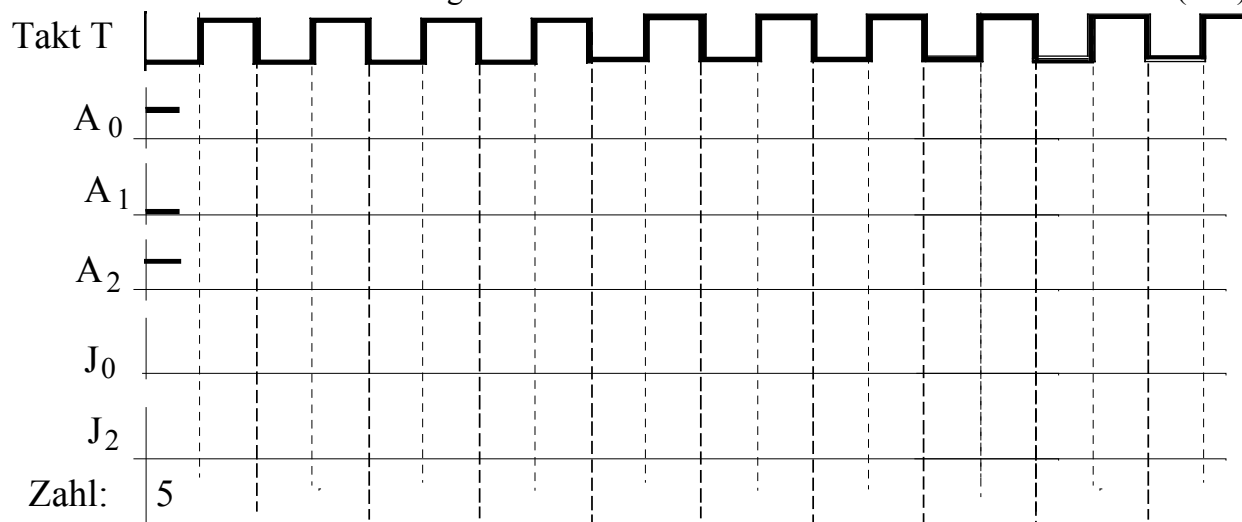
[illegible]

6 Digitalschaltung

Gegeben sei die folgende Zählerschaltung:



6.1 Tragen Sie in das Zeitdiagramm den Verlauf der Signale ein und in der letzten Reihe die sich ergebenden Dualzahlen. Der Zähler beginnt mit der Zahl 5. (11P)



6.2 Welche Zahlen werden nie oder nur am Anfang erreicht? (1P)

--

Viel Erfolg