



Elektrische Messtechnik, Labor

Analog-Digital-Umsetzer und Frequenzmessung

Studienassistentin/Studienassistent	Gruppe	Datum	Note

Nachname, Vorname	Matrikelnummer	Email

Beachten Sie bitte: In gezeichneten Diagrammen sind die Kurvenverläufe und Achsen zu beschriften. Bei Formeln und Schaltungsskizzen müssen alle vorkommenden Größen benannt und beschrieben werden.

Teil I

Analog/Digital-Umsetzer

1 Flash Umsetzer

1.1 Aufgabenstellung

- Bauen Sie einen Flash Konverter zur Messung einer Gleichspannung auf.
- Bestimmen Sie die benötigte Dauer einer Umsetzung.
- Nehmen Sie die Umsetzerkennlinie unter Zuhilfenahme der variablen Spannungsquelle (von -2.5 V bis 2.5 V) auf. Bestimmen Sie den positiven und negativen Bereichs-
endwertfehler, den Nullpunktfehler und die differentielle und integrale Nichtlinearität. Markieren Sie diese Werte in der Tabelle, als auch in der Umsetzerkennlinie.
- Beobachten Sie die Auswirkungen von überlagerten Störungen (Sinus und Rauschen).

1.2 Schaltung

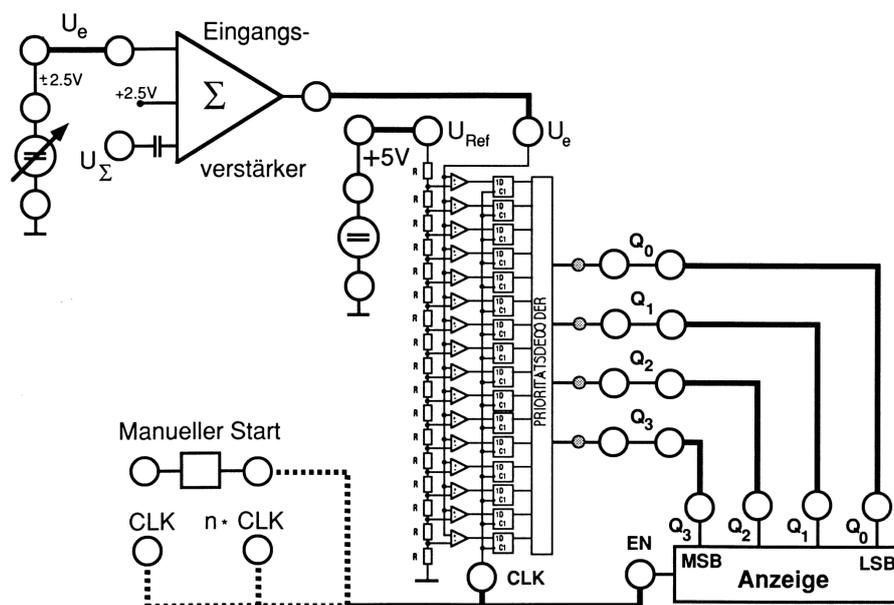


Abbildung 1: Schaltung des Flash Konverters.

1.3 Messwerte und Tabellen

Die gemessenen Werte sind Spalte (I) eingetragen. Die Berechnung der restlichen Einträge erfolgt rechnergestützt. Eine vollständige Tabelle ist dem Protokoll angehängt.

7-Segment Anzeige	Umschaltspannung				Stufenbreite			Stufenmittelpunkt		
	Real V	II Ideal V	III Diff. V	IV Korr. V	V Real V	VI Ideal V	VII Diff. V	VIII Real V	IX Ideal V	X Diff. V
-8										
-7		-2.344				0.313			-2.188	
-6		-2.031				0.313			-1.875	
-5		-1.719				0.313			-1.563	
-4		-1.406				0.313			-1.250	
-3		-1.094				0.313			-0.938	
-2		-0.781				0.313			-0.625	
-1		-0.469				0.313			-0.313	
0		-0.156				0.313			0.000	
1		0.156				0.313			0.313	
2		0.469				0.313			0.625	
3		0.781				0.313			0.938	
4		1.094				0.313			1.250	
5		1.406				0.313			1.563	
6		1.719				0.313			1.875	
7		2.031				0.313				

1.4 Formeln und Berechnungsbeispiele

Eine genaue Vorgehensweise zur Ermittlung der berechneten Werte für die Tabelle ist im Laborskript zu finden. Im folgenden ist ein Berechnungsbeispiel für einen Messpunkt angeführt:

Umschaltspannung_{Diff.}

Umschaltspannung_{Korr.}

Stufenbreite_{Real}

Stufenbreite_{Diff.}

Stufenmittelpunkt_{Real}

Stufenmittelpunkt_{Diff}

1.5 Diagramme

Die Erstellung der Umsetzerkennlinie erfolgt rechnergestützt. Ein Ausdruck ist dem Protokoll angehängt.

2 Sukzessiver Approximations-Umsetzer

2.1 Aufgabenstellung

- Bauen Sie einen ADC nach dem Wägeverfahren auf und überprüfen Sie die Funktion.
- Skizzieren Sie die internen Signalverläufe bei einem Umsetzvorgang.
- Untersuchen Sie das Verhalten bei Einwirkung von Störungen.

2.2 Schaltung

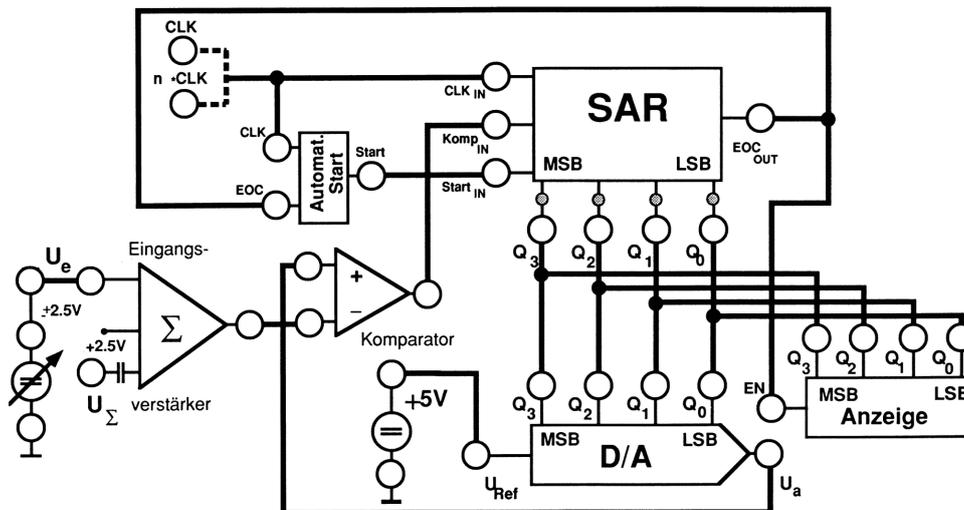


Abbildung 2: Schaltung des Umsetzers nach dem Wägeverfahren.

2.3 Diagramme

Die nachstehenden Grafiken zeigen die internen Signale (Komparator-Eingangsspannung, Taktsignal und Steuersignal) des Umsetzers bei einem digitalen Anzeigewert von 5.

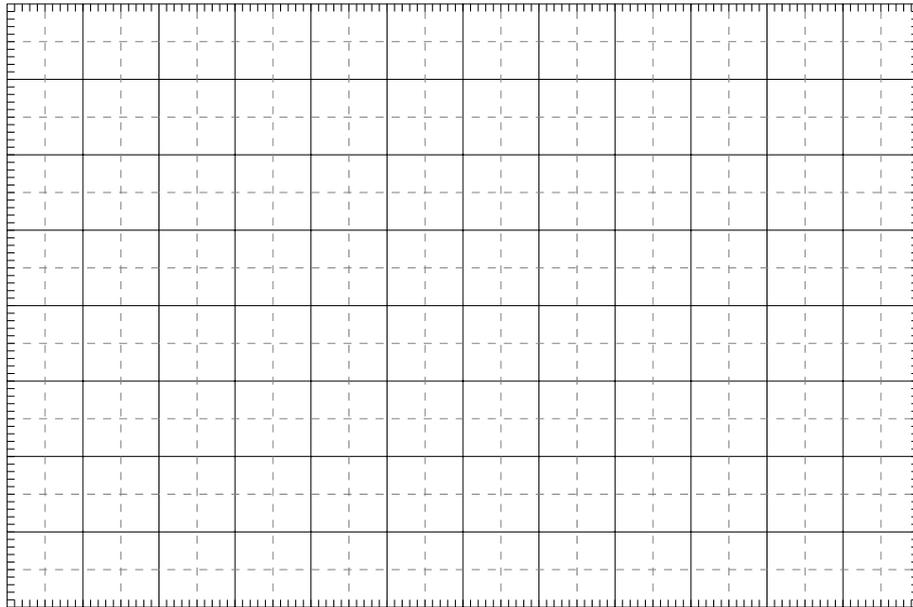


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der beiden Komparator-Eingangsspannungen.

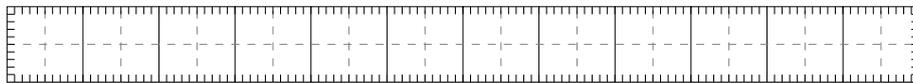


Abbildung 4: Taktsignal *CLK*.

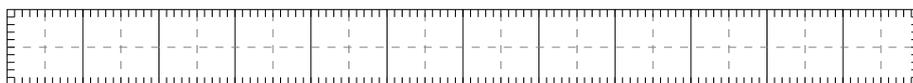


Abbildung 5: Steuersignal *Start*.

3.3 Diagramme

Die nachstehenden Grafiken zeigen die internen Signale (Integratorspannung und Steuersignal) des Umsetzers bei einer analogen Eingangsspannung von -1 V und 1 V . Zeichnen Sie ebenfalls die *Anzahl der Taktzyklen* für die einzelnen Integrationsabschnitte ein.

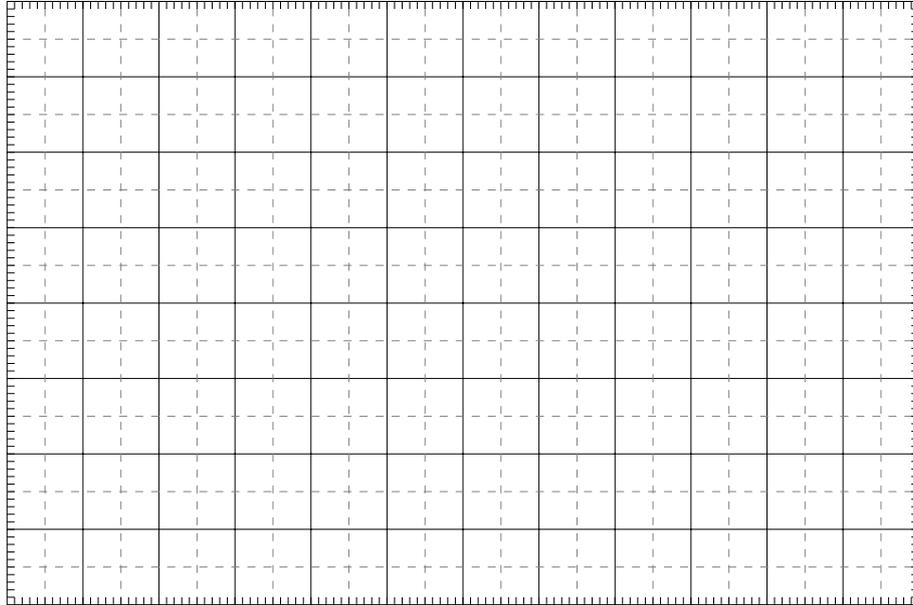


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der Integratorspannungen.

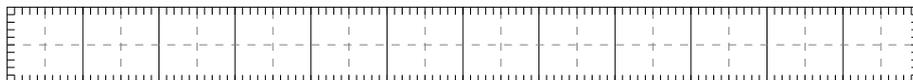


Abbildung 8: Steuersignal *Start*.

4 A/D-D/A Umsetzereinheit

4.1 Aufgabenstellung

- (a) Bauen Sie eine A/D - D/A Umsetzereinheit auf. Verwenden Sie dazu den Flash-ADC und dem beim Wägeverfahren verwendeten DAC. Skizzieren Sie ein Blockschaltbild des Aufbau.
- (b) Testen Sie die Schaltung mit einem niederfrequenten sinusförmigen Eingangssignal. Betrachten Sie die Eingangs- und Ausgangsspannung der Umsetzereinheit.
- (c) Stellen Sie den Quantisierungsfehler am Oszilloskop dar.
- (d) Erhöhen Sie die Frequenz des Eingangssignals und zeigen Sie den Effekt des Aliasing.

4.2 Schaltung



Abbildung 9: Blockschaltbild des Messaufbaus.

Diskussion

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for writing a discussion.

Teil II

Frequenzmessung

5 Bestimmung einer unbekannt Frequenz

5.1 Aufgabenstellung

- Als Zählerfrequenz f_N stehen Ihnen Signale mit 1 kHz, 10 kHz und 100 kHz zur Verfügung. Berechnen Sie für alle drei Zählerfrequenzen die maximal messbaren Eingangsfrequenzen f_X . Verwenden Sie dafür den Teilerfaktor $m = 900$ zur Generierung der Torzeit T_T .
- Wählen Sie anschließend eine Zählerfrequenz und eine Eingangsfrequenz. Legen Sie die beiden Frequenzen so aus, dass der Zähler möglichst gut ausgenutzt wird (Zählerstand größer 5000). Bauen Sie die Schaltung auf und kontrollieren Sie beide Frequenzen mit einem Multimeter.
- Bestimmen Sie nun die unbekannte Frequenz f_X mit der aufgebauten Schaltung. Wiederholen Sie die Messung bei verschiedenen Teilverhältnissen für die Torzeit. Bestimmen Sie die Auswirkung des Teilverhältnis auf die Messgenauigkeit mit Hilfe der Fehlerfortpflanzung. Berücksichtigen Sie dabei auch die Messabweichung die durch die Bestimmung der Zählerfrequenz entsteht.

5.2 Schaltung

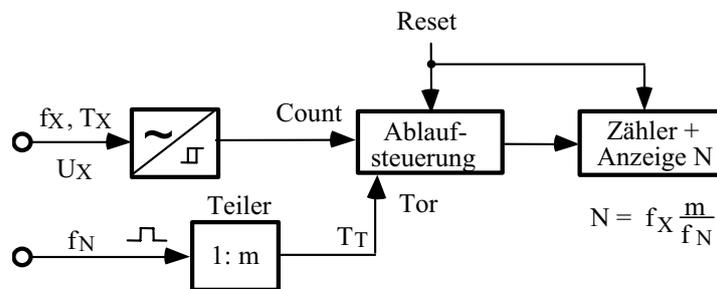


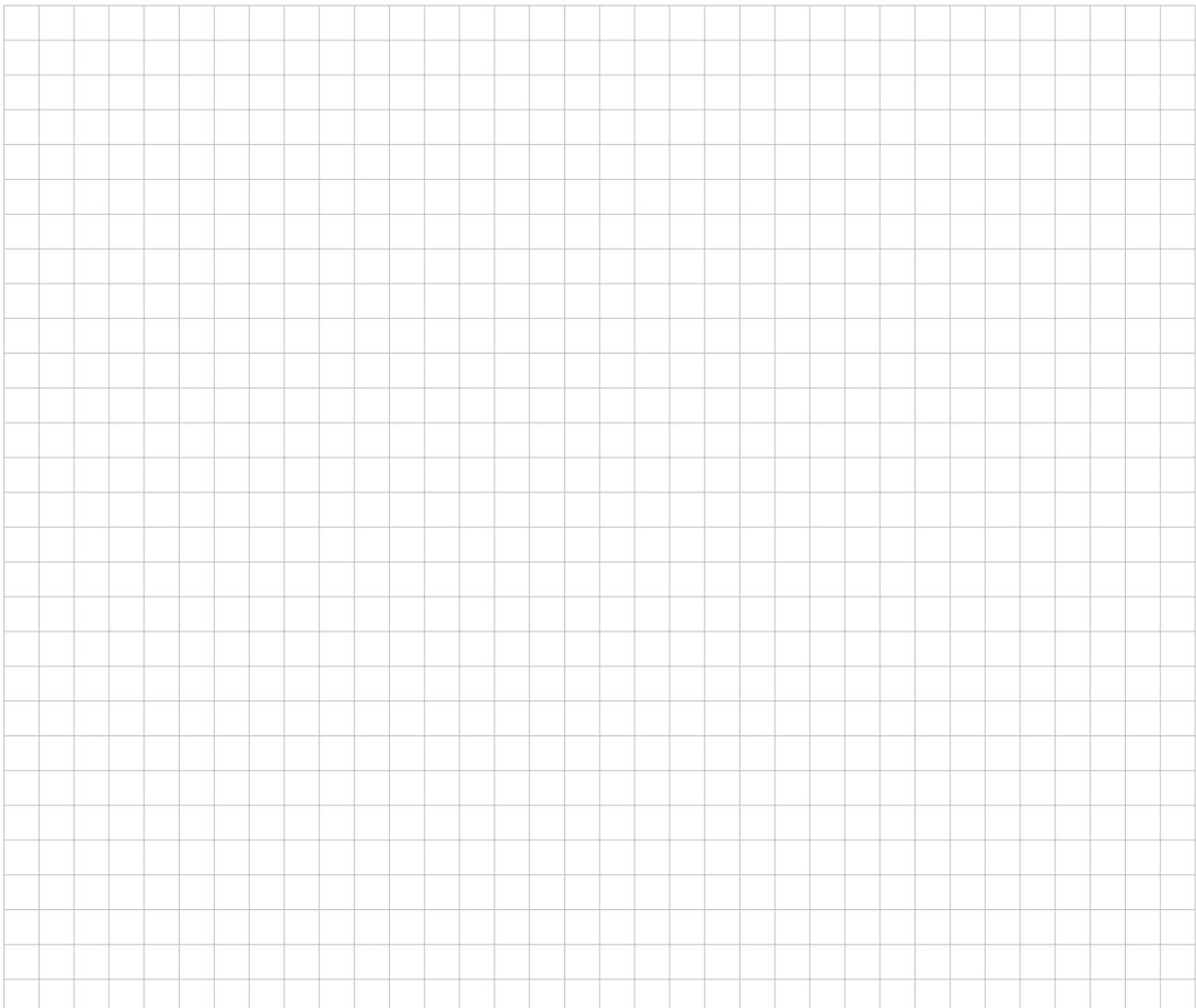
Abbildung 10: Schaltung zur Bestimmung einer unbekannt Frequenz f_X .

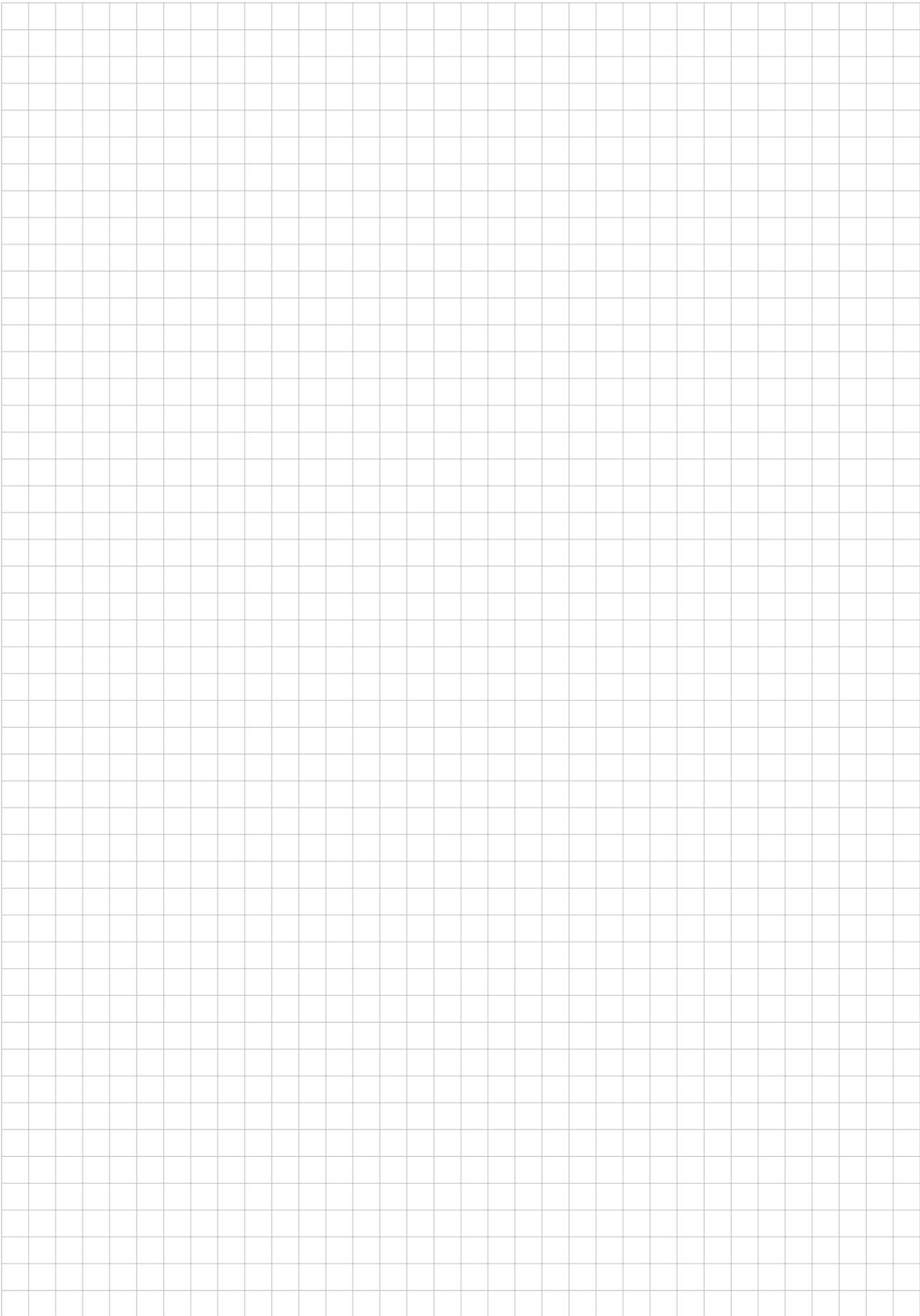
5.3 Messwerte und Tabellen

Tabelle 1: Messwerte der Frequenzmessung.

	Eingestellt	Gemessen			Berechnet	
Messung Nr.	m	f_N	f_X	N	f_X	$\Delta f_{X,rel}$
1	900					
2	90					
3	9					
4	1					

5.4 Formeln und Berechnungsbeispiele





6 Einfacher f/U-Umsetzer

6.1 Aufgabenstellung

- Bauen Sie die Schaltung zur Frequenz-Spannungsumsetzung auf. Wählen Sie dabei R und C so, um eine möglichst geringe Welligkeit der Ausgangsspannung U_1 zu erreichen.
- Nehmen Sie die Umsetzerkennlinie bei 2 unterschiedlichen Haltezeiten T_0 des Monoflops auf.
- Skizzieren Sie die Ausgangsspannung des Monoflop und des Tiefpass für eine günstige und eine ungünstige Wahl der Zeitkonstante. Variieren Sie dafür den Kondensator C .

6.2 Schaltung

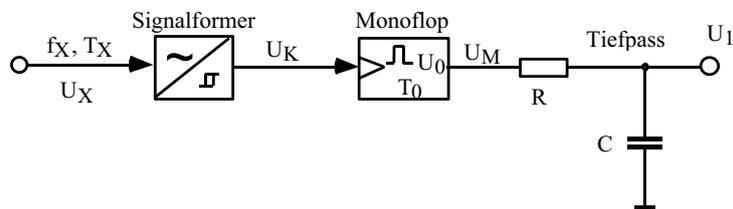


Abbildung 11: Blockschaltbild des f/U-Umsetzers.

6.3 Messwerte und Tabellen

Tabelle 2: Messwerte der f/U-Umsetzerkennlinie mit $T_0 = 10\mu\text{s}$ in 10 kHz Schritten.

	Gemessen	
Messung Nr.	f_x	U_1
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabelle 3: Messwerte der f/U-Umsetzerkennlinie mit $T_0 = 100\mu\text{s}$ in 1 kHz Schritten.

	Gemessen	
Messung Nr.	f_X	U_1
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

6.4 Diagramme

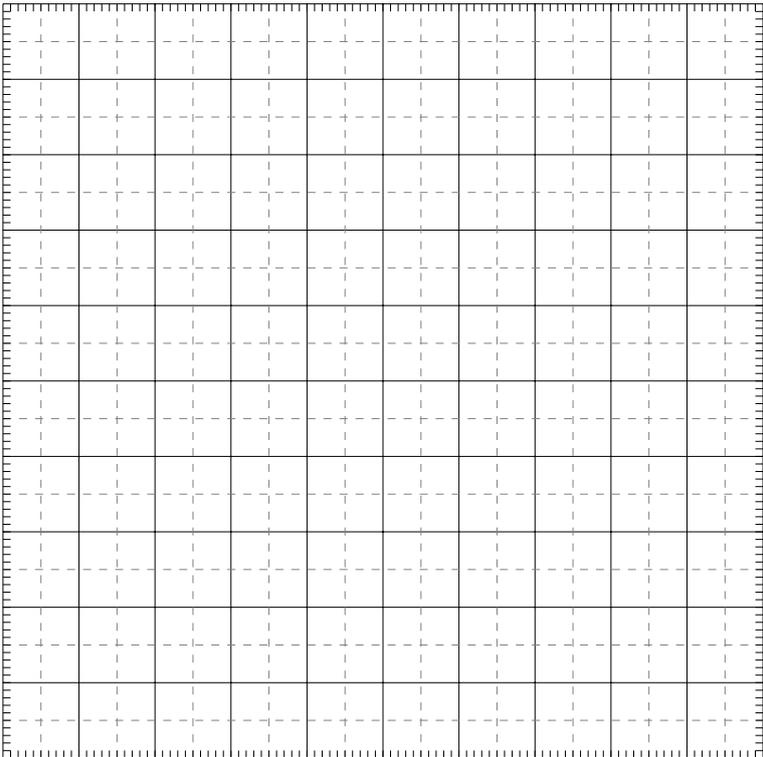


Abbildung 12: Kennlinien des f/U-Umsetzers mit 2 unterschiedlichen Werten der Haltezeit T_0 .

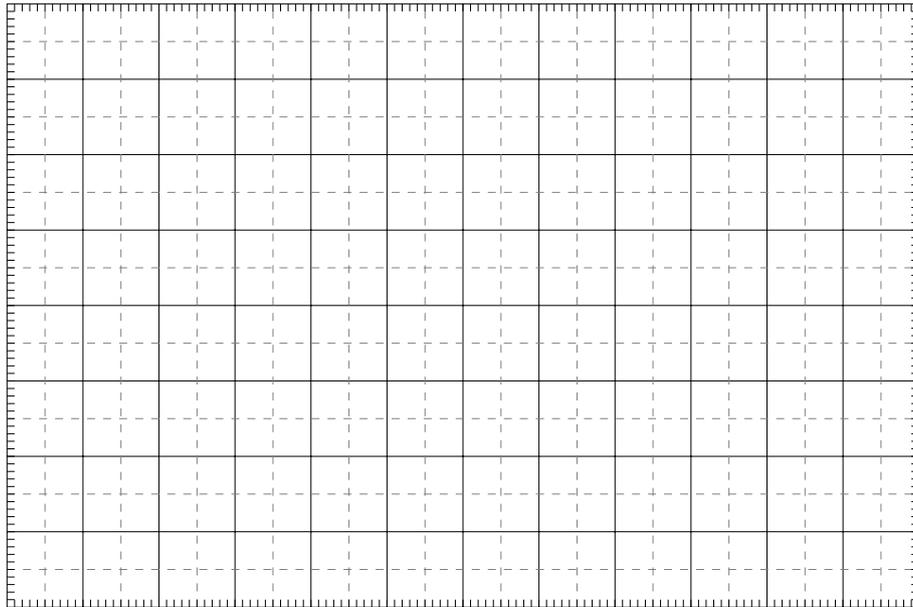


Abbildung 13: Zeitlicher Verlauf der Spannung am Ausgang des Monoflops und des Tiefpassfilters für 2 verschieden gewählte Kondensatoren C .

7 Einfacher U/f-Umsetzer

7.1 Aufgabenstellung

- (a) Bauen Sie einen U/f Umsetzer auf. Verwenden Sie $R = 100 \text{ k}\Omega$ und $C = 1 \text{ nF}$ als Tiefpassparameter.
- (b) Nehmen Sie die Umsetzerkennlinie auf.

7.2 Schaltung

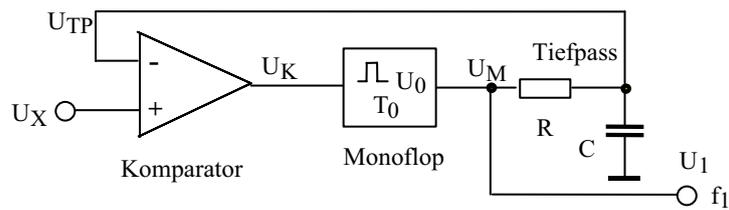


Abbildung 14: Blockschaltbild des einfachen U/f-Umsetzers.

7.3 Messwerte und Tabellen

Tabelle 4: Messwerte der U/f-Umsetzerkennlinie für $U_X = 0$ bis 5 V in 0.5 V Schritten.

	Gemessen	
Messung Nr.	U_X	f_1
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

7.4 Diagramme

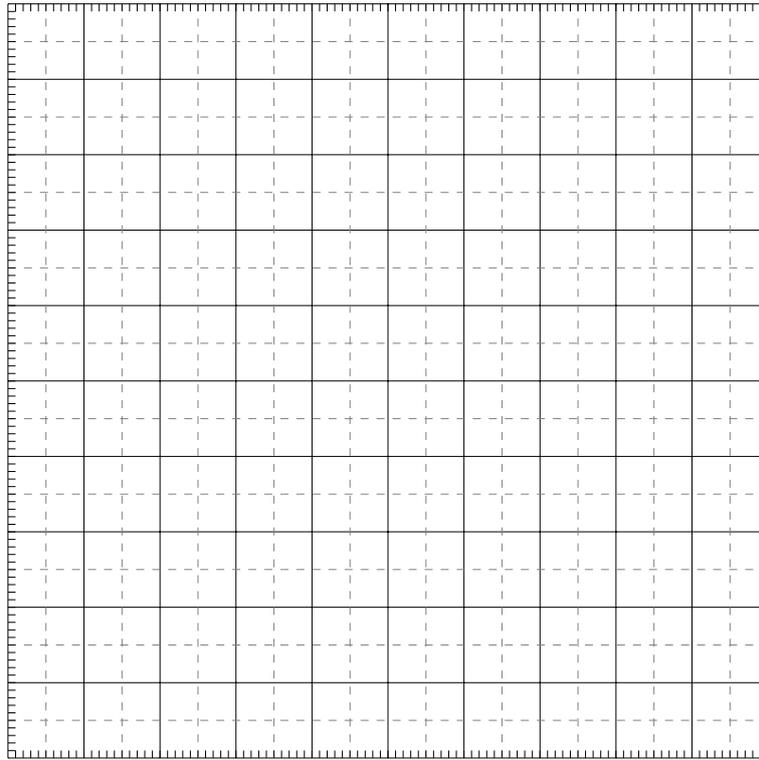


Abbildung 15: Kennline des U/f-Umsetzers.

8 Optische Übertragungsstrecke

8.1 Aufgabenstellung

- (a) Bauen Sie eine optische Übertragungsstrecke mit Hilfe eines U/f-Umsetzers, der optischen Diodenstrecke und eines f/U-Umsetzers auf. Skizzieren Sie den Aufbau.
- (b) Nehmen Sie die Übertragungskennlinie auf und vergleichen Sie die aufgenommene Kennlinie mit der idealen Übertragungskennlinie.

8.2 Schaltung

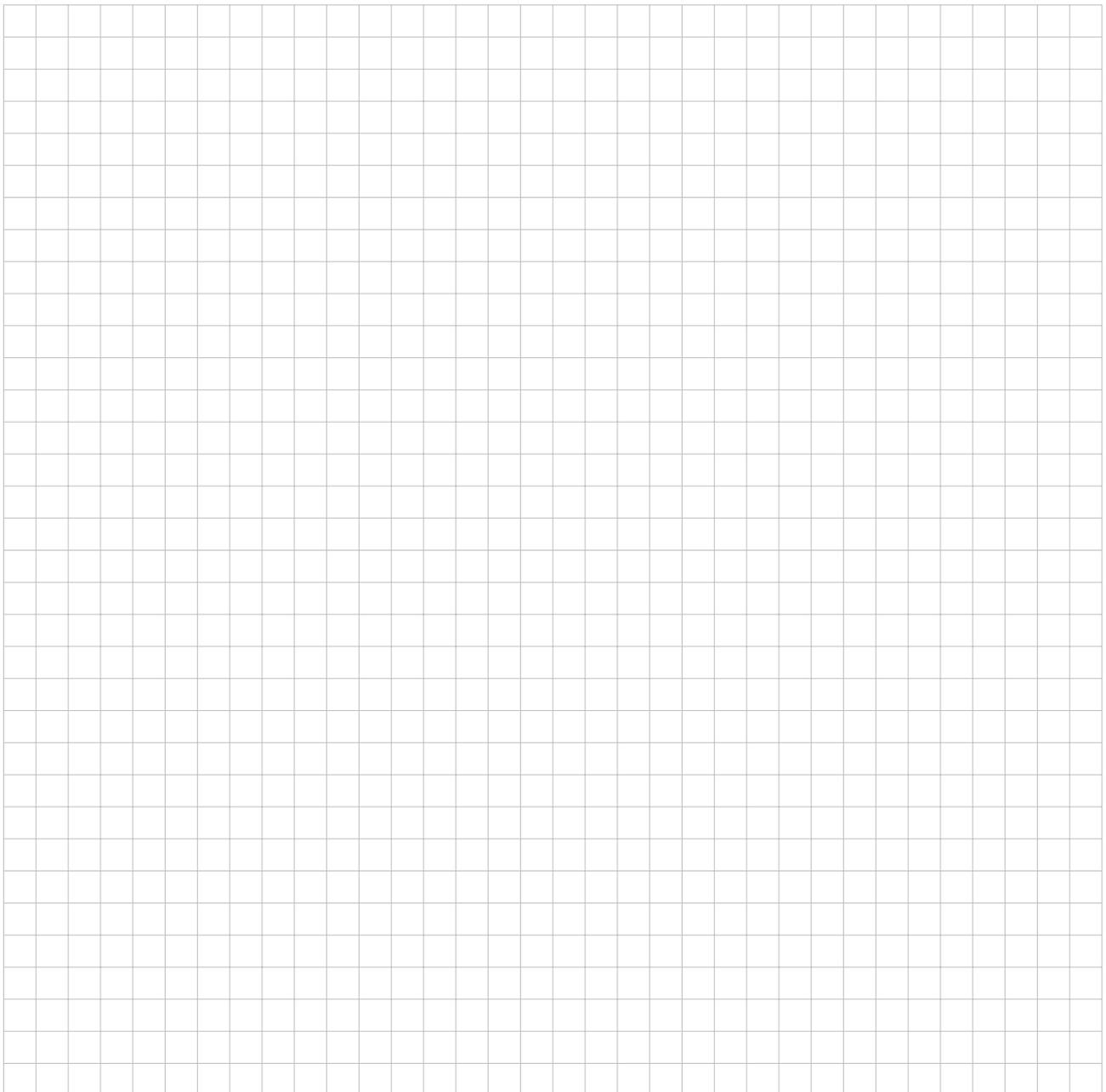


Abbildung 16: Blockschaltbild des Messaufbaus.

8.3 Messwerte und Tabellen

Tabelle 5: Messwerte der optischen Übertragungsstrecken-Kennlinie für $U_e = 0 - 5 \text{ V}$ in 0.5 V Schritten.

	Gemessen	
Messung Nr.	U_e	U_a
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

8.4 Diagramme

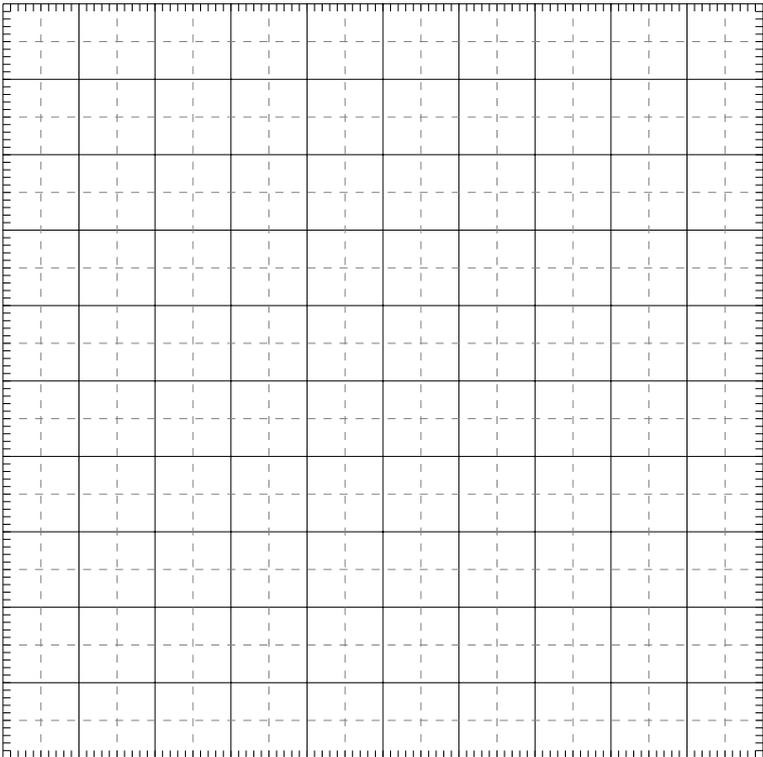


Abbildung 17: Kennline der optischen Übertragungsstrecke.

Diskussion

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for writing a discussion.

