



**Hinweise zur Personalisierung:**

- Ihre Prüfung wird bei der Anwesenheitskontrolle durch Aufkleben eines Codes personalisiert.
- Dieser enthält lediglich eine fortlaufende Nummer, welche auch auf der Anwesenheitsliste neben dem Unterschriftenfeld vermerkt ist.
- Diese wird als Pseudonym verwendet, um eine eindeutige Zuordnung Ihrer Prüfung zu ermöglichen.

# Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

**Modul:** IN0010

**Datum:** Freitag, 23. Juni 2017

**Prüfer:** Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

**Klausur:** Midterm

	A 1	A 2	A 3
I			
II			

## Bearbeitungshinweise

- Diese Klausur umfasst
  - **8 Seiten** mit insgesamt **3 Aufgaben** sowie
  - eine **Formelsammlung**.
- Bitte kontrollieren Sie jetzt, dass Sie eine vollständige Angabe erhalten haben.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 45 Minuten.
- Das Heraustrennen von Seiten aus der Prüfung ist untersagt.
- Mit \* gekennzeichnete Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorheriger Teilaufgaben lösbar.
- **Es werden nur solche Ergebnisse gewertet, bei denen der Lösungsweg erkennbar ist.** Auch Textaufgaben sind **grundsätzlich zu begründen**, sofern es in der jeweiligen Teilaufgabe nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.
- Schreiben Sie weder mit roter/grüner Farbe noch mit Bleistift.
- Die Gesamtpunktzahl in dieser Prüfung beträgt 20 Punkte, welche dem Bonussystem entsprechend skaliert werden.
- Als Hilfsmittel sind zugelassen:
  - ein **analoges Wörterbuch** Deutsch ↔ Muttersprache **ohne Anmerkungen**
- Schalten Sie alle mitgeführten elektronischen Geräte vollständig aus, verstauen Sie diese in Ihrer Tasche und verschließen Sie diese.

## Aufgabe 1 Medienzugriff (7 Punkte)

Auf dem Planeten Gliese 581c, einer Wasserwelt bewohnt von den Moepis, herrscht seit einigen Jahren globale Erwärmung. Infolge dessen hat sich eine kleine Insel gebildet, die von den Moepis eifrig erforscht wird. Da die Moepis weit weg von der Insel am Meeresboden leben, haben sie eine schwimmende Relaystation gebaut, welche zur Vermittlung von Nachrichten zwischen der Insel und der Moepi-Base dienen soll (siehe Abbildung 1.1).

Dabei werde stets ein Rahmen von der Insel bzw. der Moepi-Base vom Relay empfangen, auf Übertragungsfehler geprüft und an die jeweils andere Seite weitergeleitet. Weder Insel noch Moepi-Base müssen das Relay dabei explizit adressieren.

Auf der Strecke von der Insel  $I$  zum Relay  $R$  verwenden die Moepis fortschrittlicher Weise eine Funkübertragung auf Basis elektromagnetischer Wellen. Da allerdings Wasser einen stark dämpfenden Einfluss auf elektromagnetische Wellen hat, wird dort auf Schallwellen gesetzt. Diese breiten sich im Wasser mit  $v_w \approx 1500 \text{ m/s}$  aus.

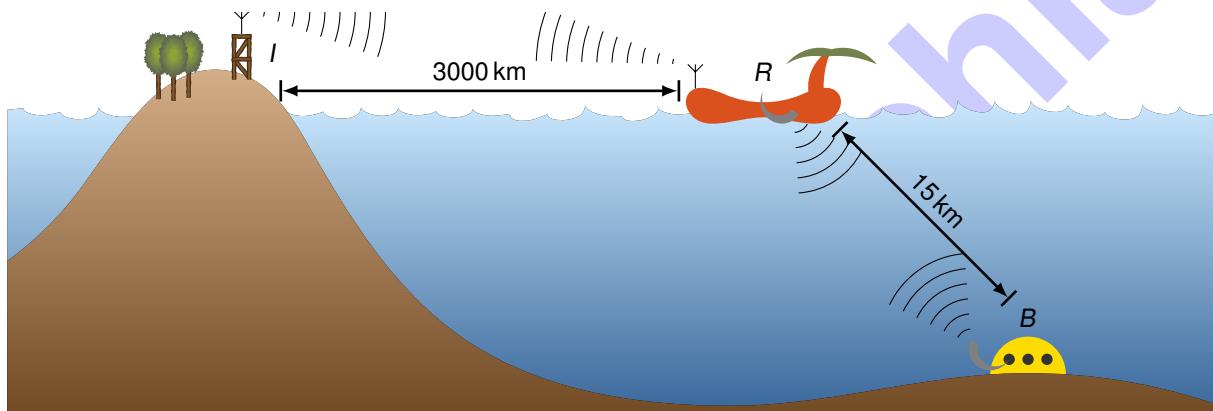


Abbildung 1.1: Topologischer Aufbau der Relay-Station

0  
1 a)\* Begründen Sie, welcher aus der Vorlesung bekannten Netzkomponente das Relay am ehesten entspricht.

Einem Switch bzw. einer Bridge, da einzelne Rahmen auf Übertragungsfehler geprüft und weitergeleitet werden ohne dass das Relay selbst adressiert wird. (letzteres schließt sowohl Hub als auch Router und WLAN Access Point aus)

0  
½ b)\* Welches Verfahren könnten die Moepis zur Erkennung von Übertragungsfehlern einsetzen?

CRC

0  
1 c)\* Beschreiben Sie allgemein die Funktionsweise und das Ziel von Kanalkodierung.

Hinzufügen strukturierter Redundanz vor / während der Übertragung , so dass Übertragungsfehler korrigiert werden können.

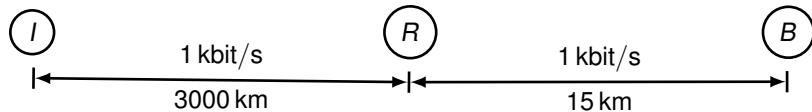


Abbildung 1.2: Testaufbau

Die Kommunikation zwischen der Insel *I* über das Relay *R* zur Moep-Base *B* wird auf einer Teststrecke erprobt, die schamhaft in Abbildung 1.2 dargestellt ist. Dabei wird ein 1000 B langer Testrahmen von *I* über *R* nach *B* gesendet. Die Übertragungsrate betrage 1 kbit/s.

d)\* Zeichnen Sie in Abbildung 1.2 alle Broadcast- und Kollisionsdomänen ein (achten Sie auf eine verständliche Beschriftung).

e)\* Berechnen Sie die Serialisierungszeit für den Testrahmen.

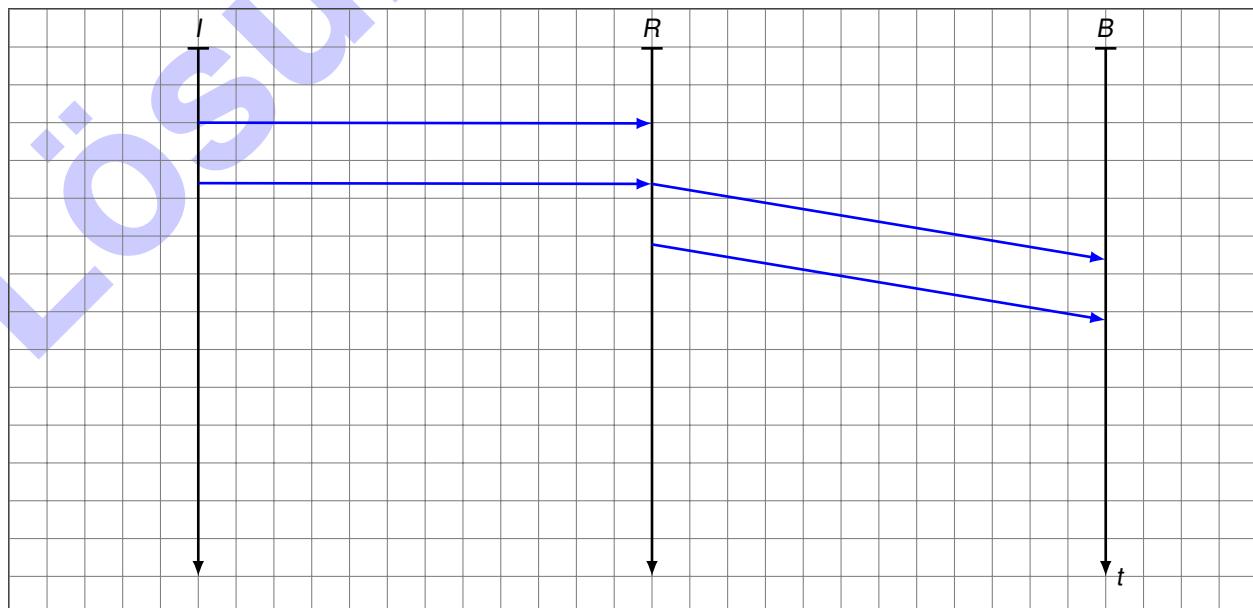
$$t_s = \frac{L}{r} = \frac{1000 \cdot 8 \text{ bit}}{1 \cdot 10^3 \text{ bit/s}} = 8000 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 8 \text{ s}$$

f)\* Berechnen Sie die Ausbreitungsverzögerung zwischen *I* und *R* sowie zwischen *R* und *B*.

$$t_p(I, R) = \frac{d}{v_L} = \frac{3000 \cdot 10^3 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 10 \text{ ms}$$

$$t_p(R, B) = \frac{d}{v_W} = \frac{15 \cdot 10^3 \text{ m}}{1500 \text{ m/s}} = 10 \text{ s}$$

g) Zeichnen Sie für die Testübertragung ein vollständiges Weg-Zeit-Diagramm mit dem Maßstab 1 mm  $\equiv$  1 s.



## Aufgabe 2 Modulation (9 Punkte)

In dieser Aufgabe betrachten wir die Vorgänge der Impulsformung im Basisband sowie der anschließenden Modulation. Als Grundimpuls im Basisband verwenden wir den Rechtecksimpuls

$$\text{rect}(t) = \begin{cases} 1 & -T/2 \leq t < T/2, \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Das Modulationsverfahren verwendet die in Abbildung 2.1 gezeigten Signalraumpunkte.

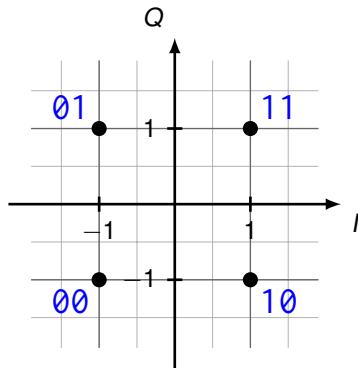


Abbildung 2.1: Signalraum

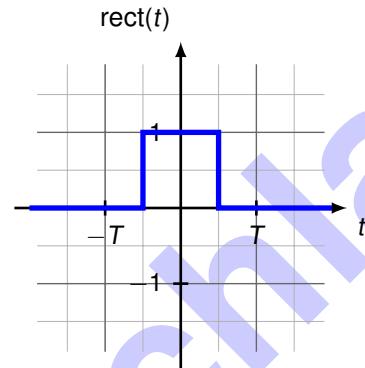


Abbildung 2.2: Grundimpuls



- a)\* Um welches Modulationsverfahren handelt es sich.

4-QAM



- b)\* Weisen Sie den Symbolen in Abbildung 2.1 gültige Codewörter zu.

- c)\* Zeichnen Sie in Abbildung 2.2 den Grundimpuls  $\text{rect}(t)$  ein.



- Wir wollen nun die Bitfolge 01101100 übertragen.



- d) Tragen Sie die zur Bitfolge passenden Codewörter sowie den Inphaseanteil  $I$  und Quadraturanteil  $Q$  ein.



Codewörter	0	1	1	0	1	1	0	0
$I$	-1	1	1	-1	-1	1	-1	
$Q$	1	-1	1	-1	1	-1	1	



**Hinweis:** Bei Bedarf finden Sie am Ende der Klausur einen weiteren Vordruck für die folgenden Teilaufgaben. Streichen Sie ungültige Lösungen deutlich.



- e) Zeichnen Sie in Abbildung 2.3 das Basisbandsignal des Inphase-Anteils zur gegebenen Bitfolge ein.



- f) Zeichnen Sie in Abbildung 2.4 das Basisbandsignal des Quadratur-Anteils zur gegebenen Bitfolge ein.



Die beiden Basisbandsignale werden nun mit der Frequenz  $f = 1/T$  moduliert. Für den Inphase-Anteil verwenden wir den Kosinusträger  $\cos(2\pi f t)$  und für den Quadratur-Anteil den Sinusträger  $\sin(2\pi f t)$ .



- g) Zeichnen Sie das modulierte Signal des Inphase-Anteils ebenfalls in Abbildung 2.3 ein.



- h) Zeichnen Sie das modulierte Signal des Quadratur-Anteils ebenfalls in Abbildung 2.4 ein.



- i) Zeichnen Sie das gesamte modulierte Signal in Abbildung 2.5 ein.

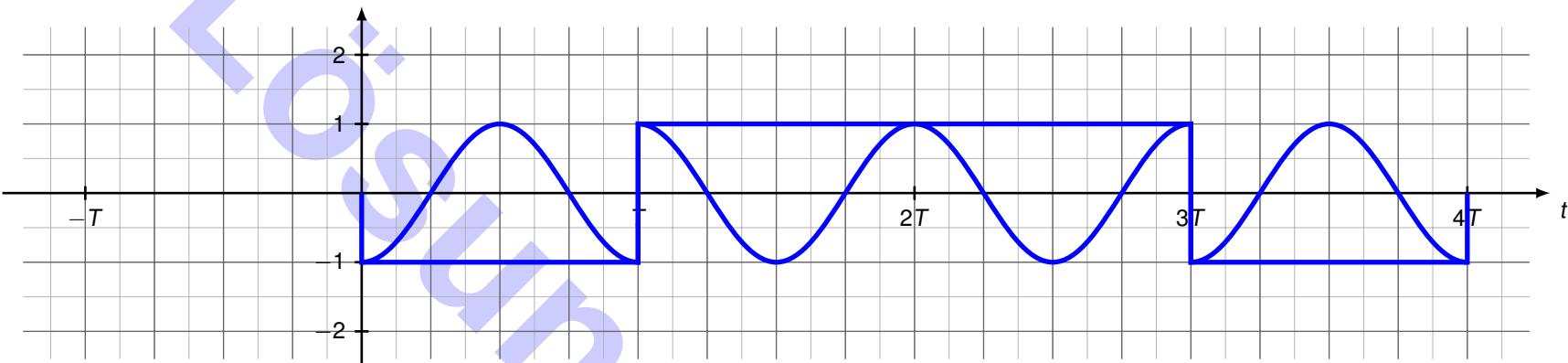


Abbildung 2.3: Inphase-Anteil: Basisband und moduliert

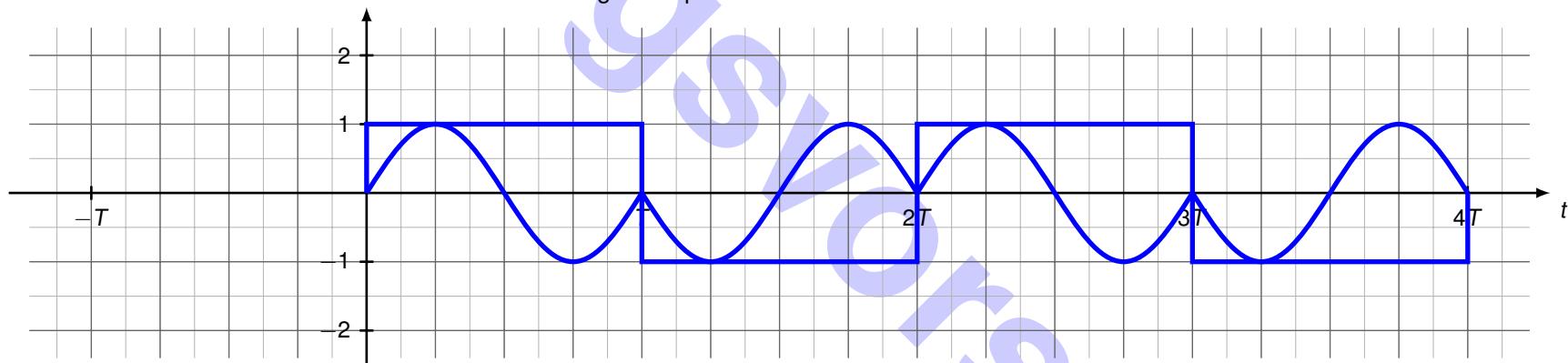


Abbildung 2.4: Quadratur-Anteil: Basisband und moduliert

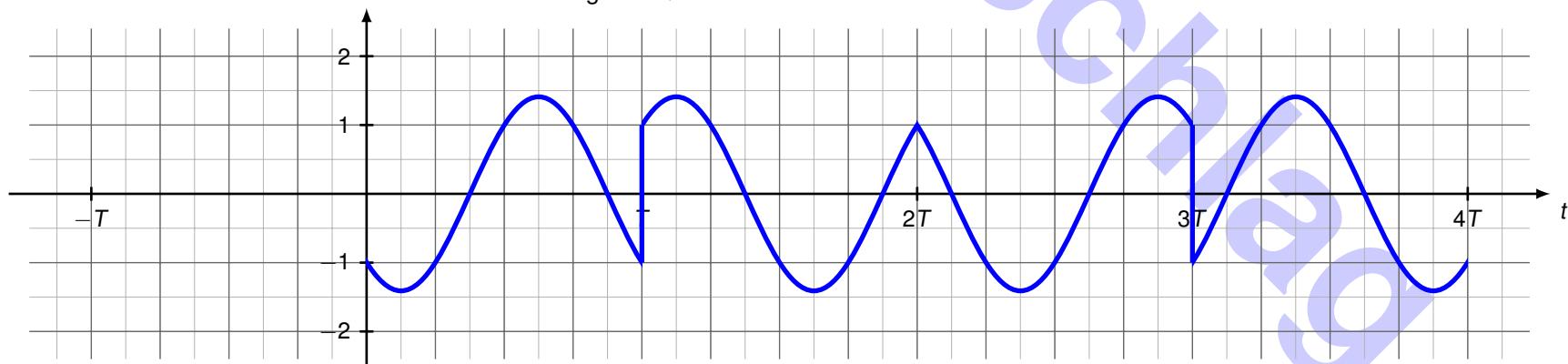


Abbildung 2.5: moduliertes Gesamtsignal

### Aufgabe 3 Kurzaufgaben (4 Punkte)

0  
½

a)\* Begründen Sie ob 192.0.2.96/27 und 192.0.2.128/27 zusammengefasst werden können?

Nein, da binär das letzte Oktett 96 = 01100000, 128 = 10000000. Für das /26 müssten die ersten beiden Bits gleich sein.

0  
1

b)\* Leiten Sie aus der MAC Adresse 00:00:5e:00:53:42 mit dem aus der Vorlesung bekannten Verfahren die übliche Link-Local IPv6 Adresse ab. Geben Sie diese in gekürzter Form an.

fe80::200:53ff:fe00:5342

0  
1

c)\* Nennen Sie zwei Klassen von Routingprotokollen und grenzen Sie diese kurz voneinander ab.

Link State Protokolle und Distance Vector Protokolle.

Link State Protokoll kennen die gesamte Netztopologie und berechnen daraus die Routingtabelle. Distance Vector Protokolle kennen nur die direkten Nachbarn und die über diese erreichbaren Netze. Die Berechnung der Routingtabelle erfolgt iterativ.

0  
1

d)\* Wozu wird ARP verwendet und wie wird diese Funktionalität in IPv6 erreicht?

ARP löst Layer 3 Adressen (IP) auf Layer 2 Adressen (MAC) auf. Bei IPv6 wird dies durch die Neighbor Discovery in ICMPv6 erreicht.

## Zusätzliche Vordrucke für Aufgabe 2

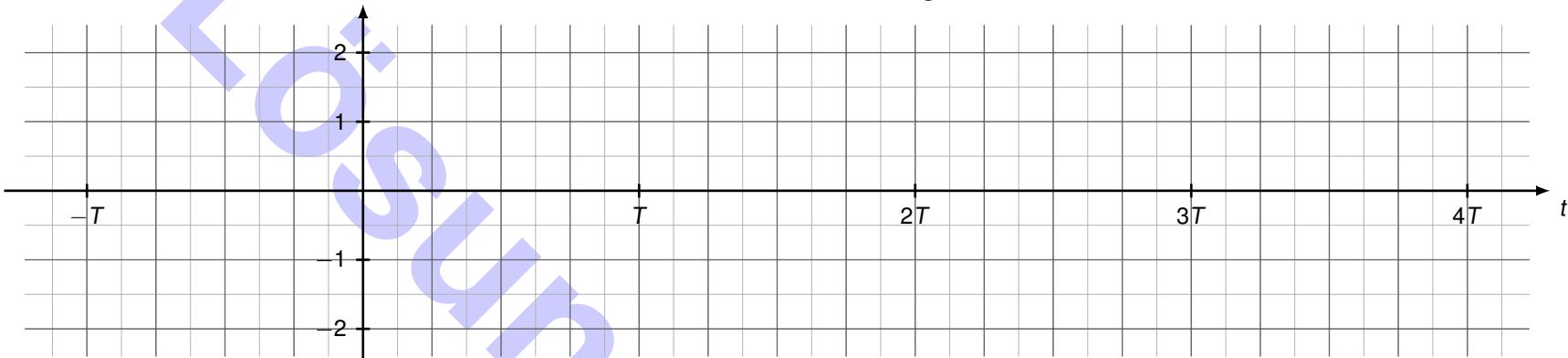


Abbildung 3.1: Inphase-Anteil: Basisband und moduliert

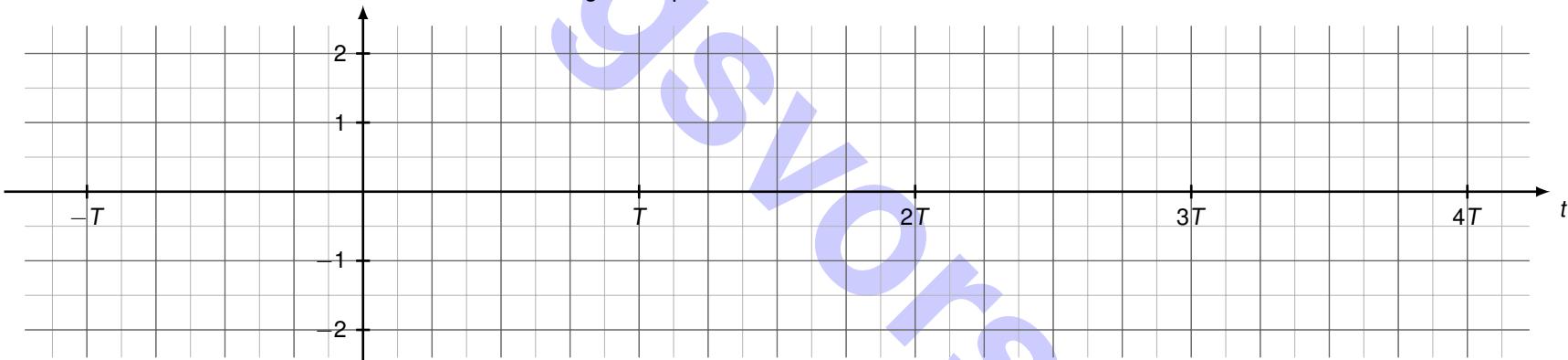


Abbildung 3.2: Quadratur-Anteil: Basisband und moduliert

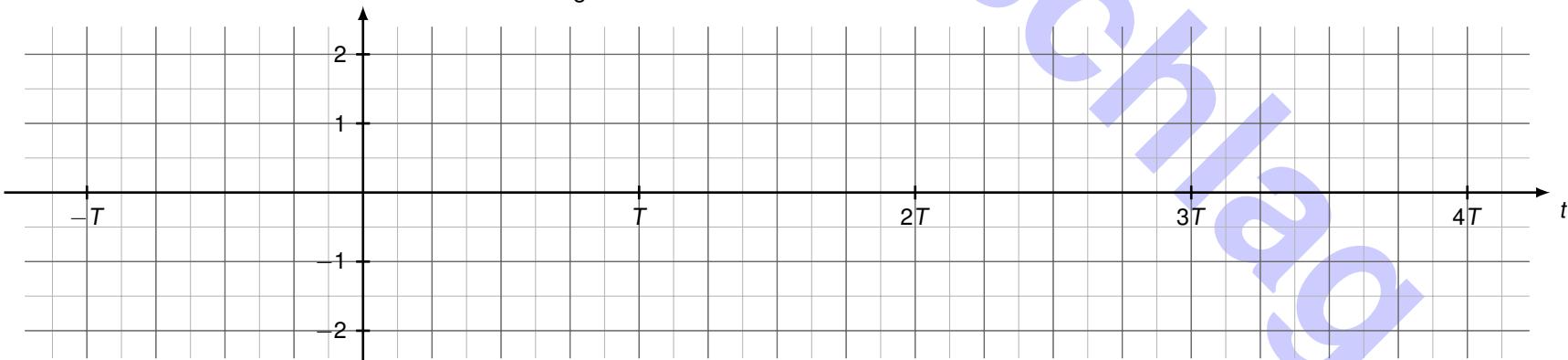


Abbildung 3.3: moduliertes Gesamtsignal

**Zusätzlicher Platz für Lösungen. Markieren Sie deutlich die Zuordnung zur jeweiligen Teilaufgabe.  
Vergessen Sie nicht, ungültige Lösungen zu streichen.**

Lösungsvorschlag